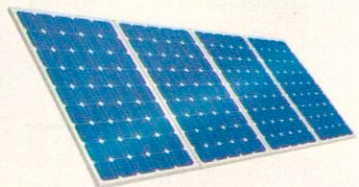


Balkonkraftwerk

Selbst installiert = schnell amortisiert!

Von Dr. Thomas Scherer

Eine eigene Solaranlage muss nicht groß sein, um ökologisch und ökonomisch sinnvoll zu sein. Sogenannte Balkonkraftwerke gelten als neuer Trend, kosten nicht viel und werden von manchen Städten in Europa sogar finanziell gefördert. Falls sich bei Ihnen wie bei mir ein „Habenwollen-Effekt“ einstellt, dann lesen Sie, was es damit auf sich hat, welche Regeln gelten, was man kaufen sollte und welche Erfahrung ich mit diesem Projekt gemacht habe.



Schon länger war ich leicht neidisch auf meine Nachbarn, von denen viele das „schwarze Gold“ in Form einer Solaranlage auf dem Dach haben. Aber erstens habe ich noch nicht lange ein Haus, und zweitens schien mir die Gewinnung von Sonnenenergie doch recht teuer. Drittens widerstrebt es mir, „was mit Strom“ an irgendwelche Handwerker zu vergeben (bei denen zur Zeit eh die Nachfrage das Angebot übersteigt). Außerdem: In Deutschland ist so ein Vorhaben mit viel Bürokratie verbunden und die aktuellen

Einspeisevergütungen sind – leider für mich, aber gut für die Allgemeinheit – sehr niedrig. Und wussten Sie, dass der deutsche Fiskus schon bei „normalen“ Anlagen auf dem Dach eines Einfamilienhauses Steuern auf selbst erzeugten und verbrauchten Strom erhebt?

Aus all diesen Gründen habe ich den Gedanken an Solarstrom in den letzten Jahren so schnell wieder verdrängt, wie er mir in den Sinn kam. Doch ab 2020, als ich meinen Rasenmäher-Roboter mit einer Solarstromversorgung ausgestattet habe [1], war ich angefixt. Bei der Recherche nach Solarmodulen stolperte ich nämlich mehrfach über den Begriff „Balkonkraftwerk“ (siehe Kasten **Was ist ein Balkonkraftwerk?**).

Und dieses Jahr war es dann soweit. Ich las mich ein, suchte mir die nötigen Infos zusammen, berechnete und überlegte. Dann bestellte und baute ich...

Verzinsung

Nach einer Ausleuchtung der rechtlichen Grauzonen wollte ich wissen, ob sich so eine Mini-Solaranlage auch finanziell rentiert. Da sich quasi zwei Klassen von Balkonkraftwerken etabliert haben, nämlich die Sparversion mit nur einem Panel und etwa 300 Wp (das kleine „P“

steht für *peak*, also Spitzenleistung) und der Vollausbau mit zwei Panels mit der maximalen Leistung von 600 Wp, war die Berechnung einfach.

Vom Deutschen Wetterdienst gibt es Strahlungskarten [2], aus der sich die mittlere Solarenergie pro Jahr in Europa und auch spezifischer für Deutschland entnehmen lässt (Bild 1). Im Internet findet man sogar umfangreiche Rechner für den solaren Ertrag. Für andere Länder finden sich im Netz ebenfalls Karten und Berechnungsgrundlagen. Da ich im sonnenverwöhnten Südbaden lebe, kann ich unter optimalen Bedingungen mit fast 1.200 kWh pro m² und Jahr an solarer Globalstrahlung rechnen. Setzt man einen Wirkungsgrad von 20 % für monokristalline Solarzellen an, könnte ich also idealerweise bis zu 240 kWh/m²/y produzieren (das kleine „y“ steht für *year* bzw. Jahr). Da für mich eher die Variante mit zwei Panels in Frage kommt, und ein modernes Panel im Leistungsbereich von 320...370 Wp eine nutzbare Fläche von etwa 1,6 m² hat, wäre mit zwei Panels immerhin eine Ernte von fast 770 kWh/y drin. Kalkuliert man den aktuellen deutschen Strompreis von rund 30 ct/kWh, würde mein Balkonkraftwerk demnach bis zu 230 €/y einsparen. Vorab sei verraten, dass die Gesamtkosten der Anlage bei mir ziemlich genau bei 600 €

liegen. Die Anlage hätte sich – so gerechnet – also schon in zwei Jahren und sieben Monaten amortisiert!

Schön wär's! Denn erstens müssten dazu die Solarmodule im optimalen Winkel am optimalen Ort aufgestellt sein, zweitens dürften keine Verluste (Wechselrichter und Kabel) auftreten und drittens müsste man den gesamten, selbst erzeugten Strom auch selbst verbrauchen. Klar ist, dass bei einer Einzelperson mit Zweizimmerwohnung, die tagsüber nicht zuhause ist, wohl schon bei 300 Wp ein großer Teil nicht genutzt würde. In meinem Haus aber stehen zwei Kühlschränke und eine Tiefkühltruhe; meine Mutter sieht als Rentnerin viel fern und ich arbeite im „Home Office“, habe also tagsüber einen PC samt großem Monitor laufen. Zusammen mit anderen Kleinigkeiten werden 300 W Grundlast tagsüber deutlich überschritten. Eine 600-Wp-Anlage ist also nicht überdimensioniert. Rechne ich mit konservativen 75 % Auslastung, dann komme ich unter optimalen Bedingungen auf etwa 170 €/y gesparte Stromkosten. Meine Bedingungen sind aber nicht optimal: Zwar kann ich die Panels ohne Abschattung montieren, aber die Neigung beträgt nur 5° und die Ausrichtung ist mit 135° exakt Südsüdost. Ich profitiere also weniger von der Abendsonne, aber mehr von diffuser Strahlung.

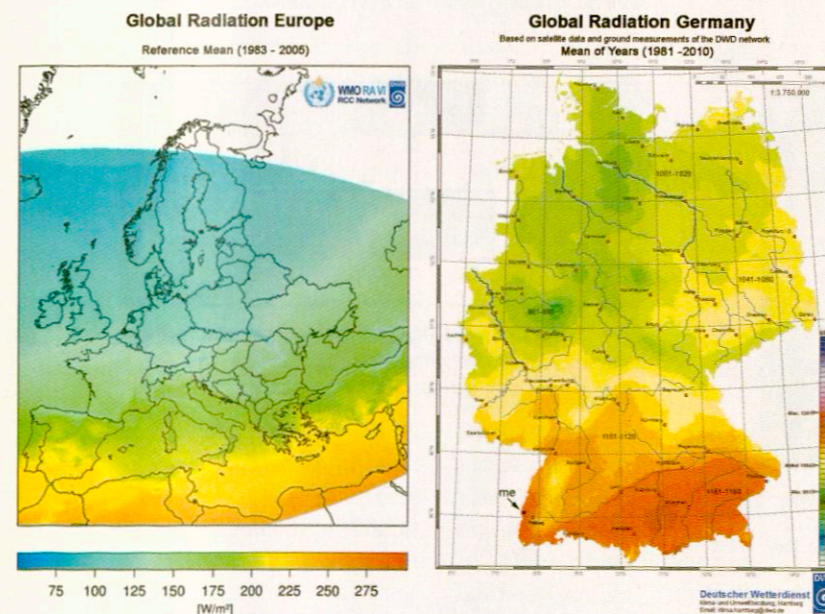


Bild 1. Karten der gemittelten Sonneneinstrahlung in Europa und Deutschland. (Bild: DWD [2]).

Was ist ein Balkonkraftwerk?

Die Antwort auf diese Frage ist zunächst ganz einfach: Ein Balkonkraftwerk ist eine kleine Solaranlage. Wie der Name schon sagt, ist sie so klein, dass man sie tatsächlich an Balkonen anbringen kann, wenn man will. Doch diese Definition ist noch nicht erschöpfend.

Zentral ist, dass es sich um eine Solaranlage kleiner Leistung handelt. In der EU fallen Anlagen mit einer Spitzenleistung von maximal 800 Wp unter eine Bagatellgrenze. Folglich darf man sich einfach so eine Anlage installieren und niemand kann einem dreinreden (solange man elektrisch sauber arbeitet) oder mit Bürokratie erdrücken (außer in Deutschland, wo man nur mit maximal 600 Wp auf der sicheren Seite steht).

Weiter wichtig ist der Zweck: Mit einem Balkonkraftwerk erzeugt man gerade so viel Strom, dass quasi der „Ruhestrom“ eines Hauses gedeckt wird. Also der Verbrauch eines Kühlschranks, eines Fernsehers, des Internet-Routers, der Umwälzpumpe der Heizung sowie zig Steckernetzteile und sonstige Standby-Verbräuche. Alles was die Anlage mehr produziert, schenkt man dem Netzbetreiber, um die Anlage simpel und preiswert zu halten. Folglich sollte sie nicht überdimensioniert sein.

Ziehe ich dafür noch einmal konservativ 25 % ab, lande ich bei etwas über 125 €/y. Bei Kosten von 600 € wird sich mein Balkonkraftwerk vermutlich schon in vier Jahren bezahlt gemacht haben und ab da klingelt nur noch die Kasse!

Wenn man einen Zuschuss bekommt (die benachbarte Stadt Freiburg schießt zum Beispiel glatt 200 € zu), ist das schon viel früher der Fall. Voraussetzung ist natürlich, dass die Kosten für die Installation wegfallen, weil man das selbst übernimmt. Außerdem sind hier keine Kosten für einen Zählerwechsel berücksichtigt, die manche Netzbetreiber erzwingen wollen. Beispielsweise über die Notwendigkeit eines sogenannten Zweirichtungszählers wird gestritten (eine Rücklaufsperrung allerdings ist die Mindestanforderung). Weiter sollte die gekaufte Hardware zuverlässig sein, denn wenn Teile früh ausfallen, wird die Anlage weit weniger rentabel.

Wenn Sie sich fragen, warum ich die Panels nicht steiler gestellt habe: Das war nicht nur einfacher, sondern ich erhalte so im Sommer, wo manchmal tagsüber eine Klimaanlage bei mir läuft, eine bessere Ausbeute (auf Kosten des Winterbetriebs).



Bild 2. Berührungssichere Wieland-Steckdose und Stecker für den Anschluss eines Balkonkraftwerks (Bild: Wieland Electric).



Bild 4. Netz-Kupplung und Abdeckkappe für den Wechselrichter.

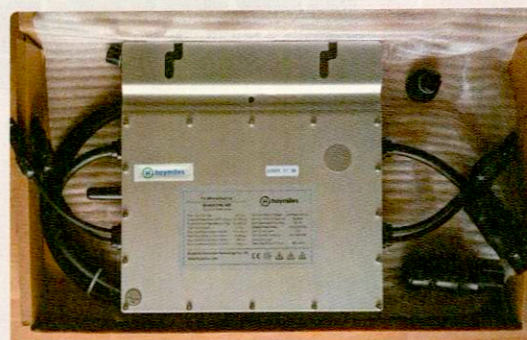


Bild 5. Der Wechselrichter HM-600 von der anderen Seite.

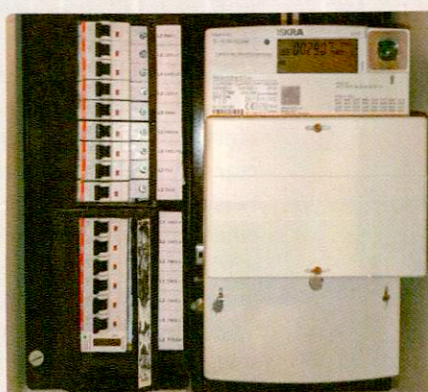


Bild 7. Der Sicherungskasten. Eine zusätzliche 10-A-Sicherung (mittig links) und ein kleiner Stromzähler (unten links) wurden eingebaut. Der moderne Zähler rechts hat eine Rücklaufsperrung.



Bild 3. Der Wechselrichter HM-600 im Größenvergleich mit einem Elektor-Heft.

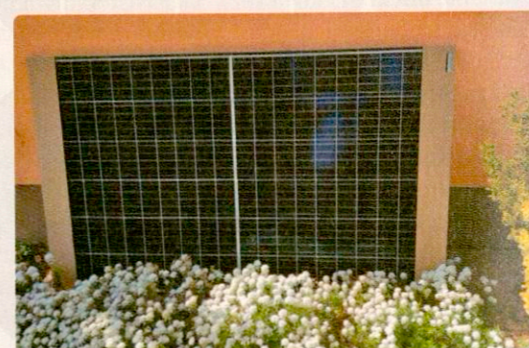


Bild 6. Ein Panel des Typs JKM330M-60 von Jinko Solar lehnt noch unausgepackt an der Hauswand.

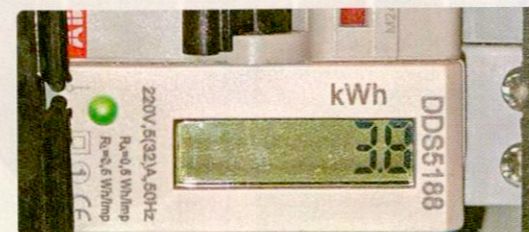


Bild 8. Der preiswerte Extra-Stromzähler erfasst die gesamte, vom Balkonkraftwerk erzeugte Energie. Auf der Anzeige sieht man die Ausbeute des ersten Betriebstages.

Komponenten

Ein Balkonkraftwerk besteht aus Solarzellen, einem Wechselrichter und der Anschlusseinrichtung. Bei letzterem handelt es sich vielfach um eine spezielle Wieland-Steckverbindung (Bild 2), denn im Prinzip ist es erlaubt, unter Beachtung der Sicherheit und bestimmter Einschränkungen die Anlage einfach einzustöpseln. Eine zentrale Rolle kommt dem Wechselrichter zu. Er wandelt die niedrige Gleichspannung eines Solarpanels in eine normgerechte und einspeisefähige Wechselspannung von 230 V um. So ein Wechselrichter checkt, ob am Netzanschluss auch eine Wechselspannung geeigneter Höhe und Frequenz anliegt – erst dann liefert er selbst Strom. Zieht man den Stecker, schaltet der Wechselrichter seinen Ausgang zur Sicherheit in wenigen Millisekunden ab.

Zu beachten ist bei der Auswahl die Abgabeleistung, die maximale Einspeiseleistung, der Arbeitsspannungsbereich für die Solarmodule und die Qualität. Aus diesen Parametern ergibt sich auch die Wahl der passenden Solarpanels. Ich habe mich für den Wechselrichter HM-600 des Herstellers Hoymiles entschieden. Er ist für 220 € zu haben und soll laut Berichten anderer Anwender sehr zuverlässig sein. Über etwas preiswertere Wechselrichter habe ich teilweise Bedenklisches gelesen, und daher die Finger davon gelassen. Es gibt aber auch noch diverse andere, gut für Balkonkraftwerke geeignete Wechselrichter – Google hilft.

Mein Modell bietet eine Spitzenausgangsleistung von 600 W und ist für den Anschluss von zwei Panels im Leistungsbereich von 240 bis 380 Wp gedacht. Sein Wirkungsgrad soll immerhin bei 96,5 % liegen und nachts benötigt er weniger als 50 mW. Bild 3 zeigt am Vergleich mit einem Elektor-Heft, dass er gar nicht so klein ausfällt. Das flache Ding wiegt immerhin 3 kg und wird einfach unter ein Panel geschraubt. Das lange Kabel unten ist der Netzanschluss (für den es die passende Kupplung braucht), und das kurze Kabel oben ist der Anschluss für weitere Wechselrichter (für den es eine Abdeckkappe braucht). Beide Teile (Bild 4) sollte man mitbestellen. Bild 5 zeigt den Wechselrichter von unten.

Aus den Daten des Wechselrichters und Effizienzüberlegungen ergibt sich die

Auswahl der Panels. Für 600 W Output sollte etwas mehr am Input anliegen, sonst hat man keine Reserve. Da Standardpanels mit steigender Effizienz teurer werden, habe ich mich gegen 375-W-Modelle entschieden, die ja durchaus anschließbar wären. Stattdessen habe ich zwei monokristalline 330-Wp-Panels von Jinko Solar geordert (Bild 6). Das gibt immerhin 10 % Reserve. In der Klasse oberhalb 300 Wp haben fast alle Panels mit minimalen Abweichungen das gleiche Maß von 166,5 x 100,2 cm und ein Gewicht von knapp 20 kg. Jinko garantiert, dass die Panels auch nach 25 Jahren noch mindestens 80 % der Anfangsleistung haben. 330-Wp-Panels gibt es ab 150 €. Bei der Bestellung muss man ein Auge auf das Porto haben, denn bei so großen Teilen wird das schnell teuer. Besser man zahlt vor Ort ein bisschen mehr und kann es dann direkt abholen. Mit umgeklappter Rücklehne passen zwei Panels in etliche nicht zu kleine Autos oder Kombis.

Anschluss

In anderen Ländern mag es gestattet sein, ein Balkonkraftwerk einfach über eine normale Netzsteckdose anzuschließen. In Deutschland ist man da trotz uneindeutiger Rechtslage pingeliger und auch in anderen Ländern ist es sinnvoll, eine berührungssichere Alternative wie die Steckverbindung von Wieland zu wählen. Dies gilt auch, wenn der Wechselrichter beim Steckerziehen sofort abschaltet. Für Steckdose und Stecker von Wieland muss man 35 € einkalkulieren.

Die Steckdose kann an geeigneter Stelle parallel zu einer anderen Steckdose geschaltet oder aber direkt mit dem Sicherungskasten über eine eigene Sicherung verbunden werden. In beiden Fällen bleibt die Anlage dann halbwegs portabel. Dabei gibt es allerdings Folgendes zu beachten: Wird für die Wieland-Dose kein eigener Netzanschluss gelegt, dann

muss der Netzweig, an den sie angeschlossen wird, niedriger abgesichert werden!

Die Überlegung dahinter ist folgende: Haushaltssteckdosen sind für Ströme bis 16 A gemacht und deshalb in der Regel auch mit diesem Strom abgesichert. Bei einem 600-W-Balkonkraftwerk kommen jetzt aber in diesem Zweig bis zu 2,6 A hinzu, die nicht über die Sicherung laufen. Damit könnte mehr Strom als erlaubt über eine parallele Steckdose fließen. Da dies gefährlich werden kann, muss die Sicherung hier von 16 A auf den nächstkleineren Wert von 10 A reduziert werden.

Diese Punkte führten bei mir zum Entschluss, das Kraftwerk direkt mit dem Sicherungskasten zu verbinden und ihm eine eigene 10-A-Sicherung zu spendieren. Nachteil ist, dass hierfür 15 m Kabel gelegt und etliche Löcher gebohrt werden mussten. Vorteil ist, dass ich die 35 € für den Stecker spare und die Möglichkeit habe, sehr einfach die eingespeiste Leistung zu erfassen. Es gibt hierzu Fancy-Lösungen, zum Beispiel mit einer aktuellen Anzeige der geernteten Leistung auf dem Handy, doch mir schien das zu teuer und übertrieben. Im Netz gibt es nämlich für unter 10 € simple und passende Stromzähler im Format einer Sicherung. Bild 7 zeigt den erweiterten Sicherungskasten. Unten links befindet sich der kleine Zähler. Die Großaufnahme von Bild 8 beweist, dass sich die Sache lohnt. Am 9.5.2021 – dem ersten und glücklicherweise komplett wolkenfreien Tag der Inbetriebnahme – konnte ich schon 3,8 kWh ernten. Brutto ergibt das immerhin 1,14 €. Ein Reinertrag von 125 €/y wie Anfangs geschätzt ist also durchaus realistisch.

Recht und Bürokratie

Wie Bild 7 beweist, habe ich schon einen modernen Zähler mit sogenannter Rücklaufsperrung. Wer noch einen alten,



Passende Produkte

- OWON OW16B DVM mit Bluetooth (SKU 18780)
www.elektor.de/owon-ow16b-digital-multimeter-with-bluetooth
- PeakTech Stromzange 4350 (SKU 18161)
www.elektor.de/peaktech-4350-clamp-meter
- Umwelt-Monitor-Kit (SKU 19148)
www.elektor.de/enviro-environmental-monitoring-station-for-rpi



Bild 9. Die beiden 330-Wp-Panels bei der Arbeit auf dem Dach der Veranda.

elektromechanischen Ferrariszähler hat, bei dem läuft bei nicht selbst verbrauchtem Solarstrom der Zähler rückwärts. Auf diese Weise könnte man also bequem das Netz als Pseudo-Akku nutzen. Auch wenn sogar manche Politiker schon meinten, dass man Energie im Netz speichern könne, ist das weder logisch möglich noch erlaubt! Man würde einfach illegal die saldierende Messung der bezogenen Leistung reduzieren und damit sogar Steuerhinterziehung begehen.

Um nicht in die Bredouille zu kommen, sollten man die in seinem Land geltenden Spielregeln einhalten. Für Deutschland bedeutet dies, dass man am besten am Tag der Inbetriebnahme sein Balkonkraftwerk sowohl beim Netzbetreiber als auch bei der Bundesnetzagentur anmeldet. Das ist kein Kann, sondern ein Muss – auch für sehr kleine Anlagen wie meine. Man kann das online erledigen [3] und braucht jeweils keine zehn Minuten. Ist die eigene Anlage im sogenannten „Marktstammdatenregister“ registriert, wird dies auch an den jeweiligen Netzbetreiber gemeldet, was aber nicht von der Anmeldung dort entbindet. Der kann dann einen eventuell vorhandenen alten Zähler gegen einen neuen mit Rücklaufperre oder einen Zweirichtungszähler austauschen, und man ist seinen Verpflichtungen nachgekommen.

Beim Zähler (vor allem bei einem umstrittenen Zweirichtungszähler) können je nach Netzbetreiber Austauschkosten von etwas über 100 € zustande kommen, was den Zeitraum der Amortisierung verlängert. Wer überlegt, sich die eingespeiste Energie vergüten zu lassen: Keine gute

Idee! Aktuell liegt die deutsche Einspeisevergütung bei 7,47 c/kWh. Werden z.B. 25 % der von mir geschätzten Real-Ernte von 480 kWh/y eingespeist, würde mir das 120 kWh x 7,47 c/y = 8,96 €/y einbringen. Das würde nicht einmal erhöhte Gebühren abdecken und schon gar nicht den bürokratischen Mehraufwand rechtfertigen. Besser man schenkt diese Energie dem EVU und hat ein gutes Gefühl, denn auch bei anderen Verbrauchern reduziert dieses Geschenk den Verbrauch fossiler Energie und wirkt sich CO₂-reduzierend aus.

Aufbau und Installation

Wie man an Bild 9 sehen kann, habe ich meine beiden Module mit Hilfe einiger kräftiger Edelstahlwinkel einfach auf das direkt ans Haus anschließende Dach über einer Veranda montiert. Auf Ziegeldächern wird es mit den dafür nötigen Haken etwas komplizierter. Für Flachdächer gibt es fertige Stahl-Halter im für Mitteleuropa richtigen Aufstellwinkel. Vom unter einem Panel befestigten Wechselrichter aus geht es bei mir über eine wetterfeste Schlauchleitung in Kabelkanälen ab in den Keller und von dort nach Wechsel auf NYM-Verkabelung in den Sicherungskasten. Dass man dabei sorgfältig arbeiten sollte, versteht sich von selbst. Für Arbeiten an der Hausinstallation und am Sicherungskasten sollte man den nötigen Sachverstand aufweisen **und** das auch dürfen. Hier sollte man im Zweifel einen vom Netzbetreiber zugelassenen Installateur beauftragen.

Als einfachere Alternative bietet es sich an, die gesteckte Variante mit einer Wieland-Steckverbindung zu realisieren,

denn dahinter zählt nur saubere und fachgerechte Arbeit, zu der man als Elektriker ja durchaus in der Lage sein sollte. Den Sicherungswechsel im Sicherungskasten muss man dann aber immer noch durch einen zugelassenen Elektriker erledigen lassen.

Insgesamt brauchte das Schlitzeklopfen, Kabelkanäle anbringen, Kabelverlegen, genaues Planen der Löcher in den Edelstahlwinkeln, Modifikation des Sicherungskastens und der Montage der Panels nicht ganz drei Arbeitstage. Ein geübter „Solarteur“ wäre bestimmt doppelt so schnell gewesen. Aber so gebührt (fast) die ganze Ehre nach Fertigstellung mir allein!

Bild 10 zeigt die Anlage von der Seite direkt nach Fertigstellung. Die Leiter stand noch.

Außerdem

Natürlich kann man es sich auch einfacher machen und ein fertig komponiertes Set an Komponenten für ein Balkonkraftwerk kaufen. Anbieter hierfür gibt es massenhaft im Internet. Man muss dabei aber darauf achten, ob das Set für die eigene Anwendung vollständig ist und ob der Gesamtpreis wirklich stimmt. Ich habe es vorgezogen, die nötigen Teile nach meinen Ansprüchen zu kombinieren.

Würde ich das nochmals machen, jetzt wo das Balkonkraftwerk fertig ist? Auf jeden Fall! Zwar erwische ich mich die letzten Tage bei überflüssigen Kontrollgängen zum Sicherungskasten, aber das häufige Ablesen des Einspeisezählers stützt meine ursprünglichen Kalkulationen. Es zeigte sich zudem, dass auch an bewölkten Tagen mit Regen noch einige hundert Wattstunden geerntet werden können. Ich bin schon ganz gespannt auf diesen Sommer und den folgenden Winter. Nächstes Jahr um diese Zeit weiß ich dann, wie es tatsächlich lief mit der Stromernte 2021.

Und: Nein, man darf es nicht, was Sie jetzt vielleicht denken! Es ist Ihnen doch bestimmt schon die ganze Zeit durch den Kopf gewandert, ob man nicht einfach zwei oder drei solcher Balkonkraftwerke installieren könnte, nicht wahr? Schließlich sind die Wechselrichter schon mit Steckverbindungen zum Verketteten ausgestattet. Kurz gesagt: Können kann man schon, aber dürfen darf man nicht, denn alle Balkonkraftwerke zählen als eine Anlage.



Breaking News: Bundesregierung beschließt Steuerbefreiung für Solaranlagen ≤10 kWp

2 x 300 Wp würden gehen, aber gegenüber 1 x 600 Wp teurer ausfallen. Doch 2 x oder 3 x 600 Wp liegen eindeutig über der Bagatellgrenze. Da darf dann das EVU mitreden und die Bürokratie wird heftiger. Und überhaupt: Wozu denn mehr als 600 Wp? Ohne Zähler mit Einspeiseerfassung würden Sie dann nur mehr elektrische Energie verschenken. ◀

210326-02

Ein Beitrag von

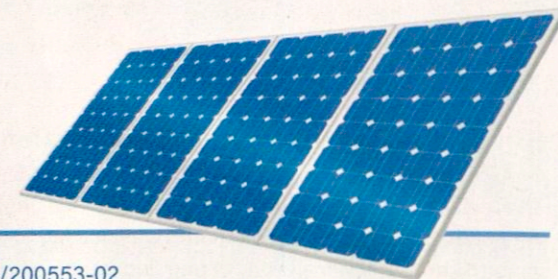
Idee, Durchführung und Text:
Dr. Thomas Scherer
Redaktion: Jens Nickel
Layout: Harmen Heida

Sie haben Fragen oder Kommentare?

Bei technischen Fragen können Sie sich gern an die Elektor-Redaktion wenden unter der E-Mail-Adresse:
redaktion@elektor.de.



Bild 10. Geschafft: Die beiden Solarpanels samt Wechselrichter sind fest auf dem Vordach montiert.



WEBLINKS

- [1] Solaranlage für Mähroboter, ElektorMag 7-8/2021: www.elektormagazine.de/200553-02
- [2] Strahlungskarten des DWD: www.dwd.de/DE/leistungen/solarenergie/strahlungskarten_mi.html?nn=16102
- [3] Anmeldung im Marktstammdatenregister der Bundesnetzagentur: www.marktstammdatenregister.de
- [4] Gute Sammlung von FAQs zu Balkonkraftwerken von Alpha Solar: www.alpha-solar.info/info/faq.html
- [5] Weitere Elektor-Artikel zum Thema „Solar“: <https://bit.ly/2Ri4YwZ>