



# STROM SELBST PRODUZIEREN

## DIE EIGENE MINI-PV-ANLAGE AUF DEM BALKON

Wir leben in einer Zeit der Umbrüche – so auch erheblicher Veränderungen in der Energiepolitik. Eine der Möglichkeiten, an dieser Umwälzung selbst aktiv teilzunehmen, ist die eigene Solarstromerzeugung. Diese kann auch auf kleinstem Raum stattfinden und ist somit (fast) jedem möglich. Kleine PV-Anlagen kann heute jeder fast so einfach in Betrieb nehmen wie ein Haushaltselektrogerät und damit den Grundbedarf eines Haushalts decken: Ein paar Solarmodule, ein Wechselrichter, eine Steckdose, mehr braucht es nicht.

### Am Anfang: Guerilla

Die Geschichte der kleinen Solarpanels am Balkon, auf dem Schuppen, der Garage ist noch gar nicht so alt – seit der Verfügbarkeit der ersten Solarmodule haben sich viele Menschen dem Thema „Eigene Stromerzeugung“ durch Sonnenstrahlung gewidmet.

Die Technik dazu mutet heute sehr abenteuerlich und provisorisch an, es gab zudem kaum gesetzliche Regelungen für den Aufbau und Betrieb solcher Anlagen – provisorische Anbringungen, ein Mix aus allen verfügbaren Zellengrößen, meist reine 12-V-Installationen (Wechselrichter waren sehr teuer und kompliziert zu installieren) waren die Eckpunkte

dieser kleinen Photovoltaik-(PV-)Anlagen. In Bild 1 sind noch heute aktive Anlagen dieser Art, gemischt mit moderneren Solarzellen und einfachen Wechselrichtern, zu sehen. Die Art des Aufbaus und des Betriebs im zunächst gesetzlosen Raum sowie der spätere Kampf der Bürger um eine offizielle Zulassung derartiger Anlagen haben zu dem heute kaum noch benutzten Begriff „Guerilla-PV“ geführt.

### Die lange Geschichte der Mini-PV in Deutschland

Spätestens mit dem Inkrafttreten des ersten EEG (Erneuerbare-Energien-Gesetz) am 25. Februar 2000 erkannten vorausschauende Techniker die Möglichkeiten zur

Demokratisierung der Stromerzeugung. So erfand einer der Pioniere dieser Technik, der Ingenieur Holger Laudeley aus Ritterhude, den Begriff „Balkonkraftwerk“ und stellte fest: „Im EEG steht nirgends geschrieben, dass nur Stromkonzerne oder Hausbesitzer Strom ins öffentliche Netz einspeisen dürfen.“ Neben dem Begriff „Balkonkraftwerk“ haben sich heute die Begriffe „Mini-PV“, „Stecker-Solar“ oder „Plug-in-PV“ eingebürgert. Es formierte sich aber immer wieder institutioneller Widerstand gegen die Liberalisierung der Stromerzeugung.

Erst seit 2019 kann, nach einer Novellierung der die Anforderungen an Technik, Sicherheit, Installation und Inbetriebnahme regelnden VDE-AR-N 4105 und der 2018 erfolgten Novellierung der Installationsnorm VDE 0100-551, faktisch jeder eine Plug-in-PV-Anlage errichten, anschließen und betreiben. Und kann diese ohne den für die Errichtung verteuern Einsatz einer zertifizierten Elektrofachkraft im Rahmen der gesetzlichen Verpflichtungen anmelden. Heute im Übrigen per Standardformular, ohne auf das Wohlwollen des zuständigen EVU (Energieversorgungsunternehmen) hoffen zu müssen.

Das nächste angepeilte Ziel der Interessenvertreter der Plug-in-PV-Betreiber (u. a. die DGS-Arbeitsgruppe „Pvplug“ [1]) ist die Einführung einer Bagatellgrenze, die das lästige Anmeldeverfahren vermeidet. Solche Grenzen gibt es in einigen Nachbarländern, etwa in Luxemburg bis 800 W Einspeiseleistung oder in Portugal bis 200 W.

Das technisch-physikalische Prinzip der Einspeisung ist einfach: Der Wechselrichter erzeugt, durch das öffentliche

Stromnetz in der Frequenz und Spannung geführt, stets eine geringfügig höhere Netzspannung, als sie aktuell durch das öffentliche Netz bereitgestellt wird. So fließt der vom Wechselrichter erzeugte Strom stets in Richtung des Verbrauchers – erst wenn kein Verbrauch anliegt, ins Stromnetz.

### Plug-in-PV – die Technik

Betrachten wir die Technik, die hinter Plug-in-PV/Stecker-Solar/Balkonkraftwerk steckt, näher. Grundsätzlich ist zu sagen, dass eine solche Anlage nicht dazu bestimmt ist, die gesamte Stromversorgung einer Wohnung zu übernehmen, sondern eine gewisse Grundlast zu versorgen.

Grundlage sind ein oder mehrere Solarmodule, deren Gesamtleistung mindestens der geplanten Ausgangsleistung des nachgeschalteten Wechselrichters entsprechen sollte. Die nominale Leistung der Solarmodule kann auch höher sein – der Wechselrichter begrenzt intern die Leistung, und man erhält gewisse Reserven, etwa bei wenig Sonnenlicht.

Welche Maximalleistung an den Wechselrichter angeschlossen werden darf, ist dabei dessen Begleitdokumentation oder dem Datenblatt zu entnehmen. So sagt z. B. das Datenblatt des beliebten Modulwechselrichters ENVERTECH 560 aus, dass man Wechselrichter (auch „Microinverter“ genannt) mit zwei Solarmodulen mit je bis zu 370 W (STC; Standard Test Condition zum Leistungsvergleich von Solarmodulen) betreiben darf. Dieser liefert dann konstant 560 W an seinem 230-V-Ausgang, solange genug Sonneneinstrahlung vorhanden ist.

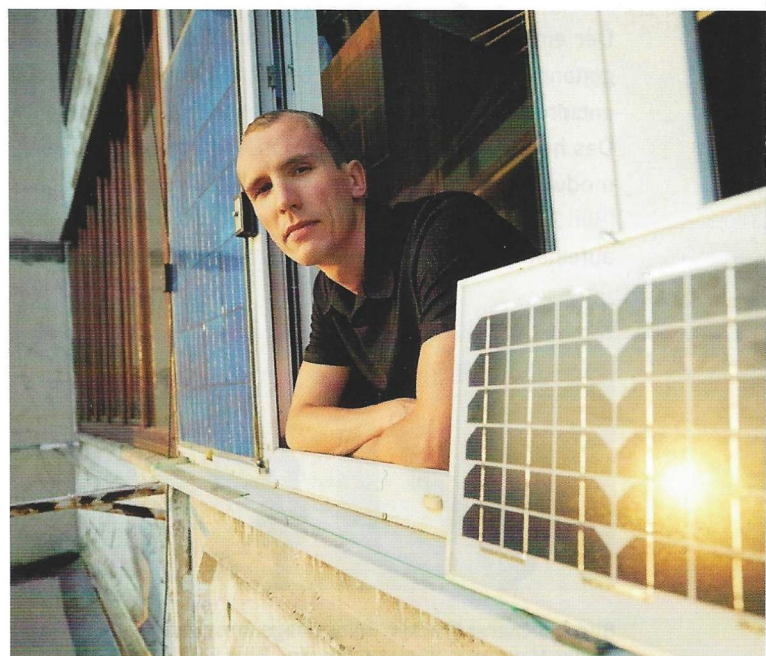
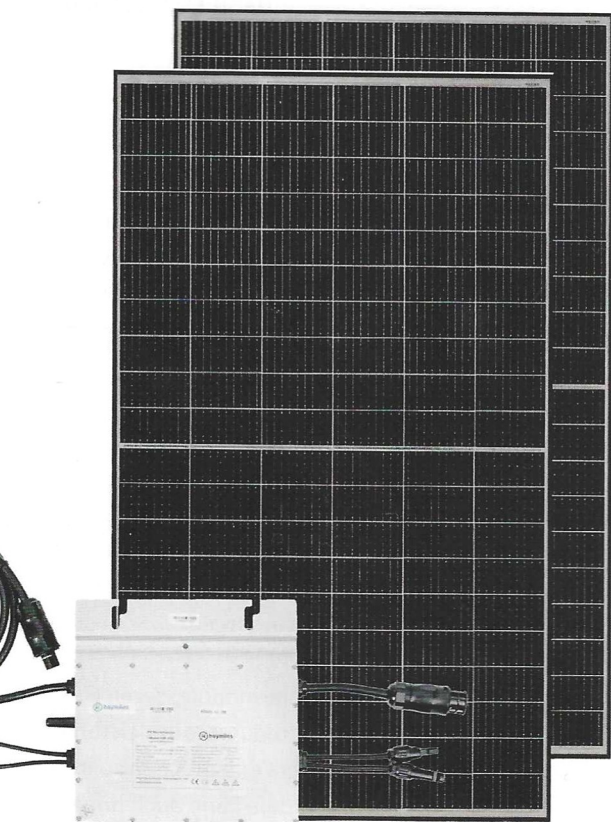


Bild 1: Ursprung der Mini-PV-Anlage – sogenannte Guerilla-Anlagen mit eigenem Technikmix



**Bild 2:** Bei einem Komplettsatz sind Solarzellen, Wechselrichter und ggf. Montagematerial exakt aufeinander abgestimmt – der Wechselrichter inklusive Anschlusstechnik genügt allen gesetzlichen Anforderungen.

### Der Wechselrichter und der Netzanschluss

In Deutschland ist der Anschluss einer Plug-in-PV-Anlage mit einer Ausgangsleistung von maximal 600 W (230 V) zugelassen. Somit beträgt der maximal einzuspeisende Strom 2,6 A – für quasi jeden ordnungsgemäß ausgeführten und abgesicherten Leitungskreis ohne Überlast- und thermische Probleme zu bewältigen.

Der eingesetzte Wechselrichter, auch oft Microinverter genannt, ist meist als wetterfester (mindestens IP55) und entsprechend zertifizierter Modulwechselrichter ausgeführt. Das heißt, er kann im Freien und unmittelbar am Solarmodul befestigt betrieben werden. Bei einem Komplettsatz (Bild 2) sind Solarzelle und Wechselrichter bereits optimal aufeinander abgestimmt.



**Bild 3:** Sicherer Stecker-Solaranlagenanschluss an das Hausnetz: Wieland-Stecker. Bild: wieland

Der Wechselrichter muss in erster Linie der Norm VDE-ARN 4105 entsprechen und so zertifiziert sein. Diese Norm legt neben den Parametern, die der Wechselrichter als netzkompatibler Stromerzeuger im Stromnetz zu erfüllen hat, in der Essenz vor allem fest, dass er immer netzgeführt (im Gegensatz zu inselfähigen Wechselrichtern) zu arbeiten hat und bei Trennen vom Netz – immerhin hat man dann einen Schutzkontaktstecker mit blanken Kontakten in der Hand – sofort den Ausgang abzuschalten hat (NA-Schutz).



Stichwort Anschluss – ein in Normungsgremien, Solarforen und Interessengemeinschaften viel diskutiertes Thema. Grundsätzlich ist der Anschluss eines normgerechten Wechselrichters an Endstromkreise entsprechend DIN VDE 0100-551 durch Laien zulässig. Ist der entsprechende Stromkreis durch einen Sicherungsautomaten abgesichert bzw. bei einer Absicherung mit Schraubsicherungen eine Sicherung mit einer Auslösestärke unterhalb der zuvor vorhandenen Sicherung eingesetzt, ist kein Einsatz einer Elektrofachkraft zur Prüfung erforderlich. Der Anschluss an den Endstromkreis kann entweder durch einen Schutzkontaktstecker, noch sicherer durch eine Wieland-Steckdosen-/Steckerkombination („Einspeisevorrichtung“, RST20i3, Bild 3) oder aber durch Festanschluss erfolgen. Bei Letzterem, sowie bei jeder Installation einer Steckdose, muss eine Elektrofachkraft hinzugezogen werden.

Für den sicheren Anschluss, die Absicherung und Ertragskontrolle kann man zu fachgerecht konzipierter und aufgebauter Anschlusstechnik greifen, wie es sie z. B. in einem großen Sortiment bei [2] gibt.

Der Regelfall und Sinn einer Plug-in-PV-Anlage allerdings bleibt das einfache Anschließen an eine Schutzkontakt-Steckdose per Schutzkontaktstecker (Typ-F-Stecker). Nicht zuletzt aufgrund der weiten Verbreitung wird bereits seit einiger Zeit in den entsprechenden Fachgremien darüber diskutiert, ob der Anschluss über einen SCHUKO-Stecker Eingang in eine endgültige Fassung der einschlägigen Vornorm DIN VDE V 0628-1 (VDE V 0628-1) findet. [1].

**Wichtige Details zum Anschluss einer solchen Anlage sind noch folgende:** Die Anlage muss immer direkt an einen Netzstromkreis, also im Falle des Schutzkontaktsteckers eine fest installierte Wandsteckdose, angeschlossen werden. Es sind weder eine zusätzliche Verlängerungsleitung noch der Anschluss an eine mobile Mehrfachsteckdose noch das Zwischenschalten eines mobilen Energiemessgerätes zugelassen. Es ist je Haushalt, also je Stromzähler für eine Wohnung, nur der Anschluss einer Plug-in-PV-Anlage zulässig.

## Der Stromzähler

Die eventuell größte Hürde kann (nicht nur für Mieter) der Stromzähler sein. Ist dies noch ein herkömmlicher Ferraris-Zähler mit Drehscheibe und ohne Rücklaufsperrung, muss dieser zwingend ausgetauscht werden gegen einen Zähler mit Rücklaufsperrung (Kennzeichnung: ) oder, wenn man tatsächlich beabsichtigt, in das öffentliche Netz einzuspeisen, einen Zweirichtungszähler (Kennzeichnung: ). Ein einfacher Zähler könnte nämlich bei der Einspeisung rückwärtslaufen – das wäre nicht zulässig.

## Die Montage

Ist man Haus- oder Grundstückseigentümer, hat man, sofern man sicherheitstechnische Aspekte beachtet, völlig freie Hand über den Montageort (bei denkmalgeschützten Objekten: mit dem Denkmalschutz besprechen und eine Lösung finden).

Lebt man hingegen in einer Mietwohnung oder ist Teil einer Eigentümergemeinschaft, sprich bewohnt man eine Eigentumswohnung, muss man sich mit dem Vermieter bzw. den Miteigentümern einigen, wie und wo man Solarmodule anbringen darf. Mögliche Standorte gibt es viele. Neben dem Klassiker Balkonbrüstung (Bild 4) kann man Module an der Wand anbringen (Bild 5), auf einer Bodenfläche (Bild 6), also auch auf einem Balkon, oder einem Dach. Wie gesagt, oberster Grundsatz ist eine sichere Montage – immerhin kann ein aus mehreren Metern herabstürzendes Modul, das je nach Größe auch 20 bis 30 kg wiegen kann, erheblichen Schaden anrichten.

## Wie montieren?

Auf der sicheren Seite ist man bei einem speziell auf die eigene Montagesituation abgestimmten Set, das alle zertifizierten Montageelemente (Bild 7 zeigt ein Beispiel für Balkonmontage) sowie eine detaillierte Montageanleitung enthält. Hier kann man bei ordnungsgemäßer Montage von festem und sicherem Halt ausgehen, der auch klimatischen Einflüssen wie Starkwind widersteht. Zusätzlich geben die Anleitungen Hinweise zur Effizienz bei unterschiedlichen Neigungswinkeln.

Spezialisierte Anbieter wie etwa Schletter [3] halten ein riesiges Angebot an Aufbau- und Haltesystemen für quasi jede Aufbausituation, jeden Untergrund, jede Dachform bereit. Bild 8 zeigt im Detail die Montage eines solchen Systems auf einem Bitumendach mit Sparrenunterlage. Hier ist es neben dem festen Halt an der Dach- bzw. Unterkonstruktion extrem wichtig, die Dichtigkeit des Dachs wiederherzustellen. Dies erfolgt mit ausgefeilten Dichtelementen, hier dem BituPlan-System von Schletter. Richtig angebracht,



Bild 4: Der Klassiker – Montage an der Balkonbrüstung



Bild 5: Für ein Solarmodul findet sich überall ein Plätzchen – hier an der Hauswand. Bild: indielux



Bild 6: Ein Solarmodul kann auch auf dem Boden, z. B. im Garten, aufgestellt werden.



Bild 7: Bei einem Komplettsset ist man für die Montage der Komponenten auf der sicheren Seite.

wirken die Dichtungen wie ein fest eingelassener Bestandteil der Dachhaut.

Aber nicht immer ist es möglich, die Solarmodule fest am Gebäude anzubringen, etwa bei der Aufstellung auf einem Flachdach. Hier helfen spezielle Aufständungen, die definiert z. B. mit handelsüblichen Gehwegplatten belastet werden und so auch Wind standhalten.

In Bild 9 ist dazu ein Ausschnitt aus einer Montageanleitung für ein solches System gezeigt. Je nach Standort ist das Land in bestimmte Windzonen von 1 bis 4 unterteilt. Unter [4] kann man ganz konkret für die eigene Adresse die Windzone ermitteln – Bild 10 zeigt ein Beispiel.

In der Montageanleitung steht in einer Tabelle, wie viele Steine man in welcher Anordnung auflasten muss, um auf der sicheren Seite zu sein. In unserem Beispiel in Bild 9 und Bild 10 ist also schon eine Auflastung mit mindestens 270 kg für ein bis zu 165 cm breites Modul notwendig.

Günstig ist es natürlich, wenn das Modul so ausgerichtet werden kann, dass es von der Rückseite her in Lee eines nahen anderen Gebäudes, einer Wand, einer Attika o. Ä. steht. Dies kann die Kraft des Windangriffs wesentlich senken.



Bild 8: Für jede Einbausituation, hier auf einem Bitumendach, halten spezialisierte Anbieter passende Montagesets bereit, hier das BituPlan von Schletter.

### Gesetzliches

Einige wichtige Voraussetzungen haben wir bereits aufgeführt – die (bei eigener Veranlassung ggf. kostenpflichtige) Installation eines Stromzählers mit Rücklaufsperrung oder eines Zweirichtungszählers, den Direktanschluss an eine eigene Steckdose und die Beschränkung auf eine Anlage je Stromzähler/Haushalt.

Ansonsten ist das Anmeldeverfahren seit 2019 stark vereinfacht. Es sind lediglich eine Anmeldung im Marktstammregister der Bundesnetzagentur [5] und eine Anmeldung beim für den Zählerstandort zuständigen Netzbetreiber/EVU (nicht zu verwechseln mit dem Stromlieferanten) erforderlich.

Einige Netzbetreiber, aber auch einige Lieferanten von Mini-PV-Anlagen bieten dazu Musteranmeldungen als Kundenservice an, oder man benutzt die Musteranmeldung des DGS, in [1] unter „Meldung“ abrufbar. Diese Meldung gilt seit 2019 als Inbetriebsetzungsprotokoll entsprechend der VDE-AR-N 4105 und muss vom Netzbetreiber akzeptiert werden, wenn die Anlage der Norm entspricht, was zu belegen ist.

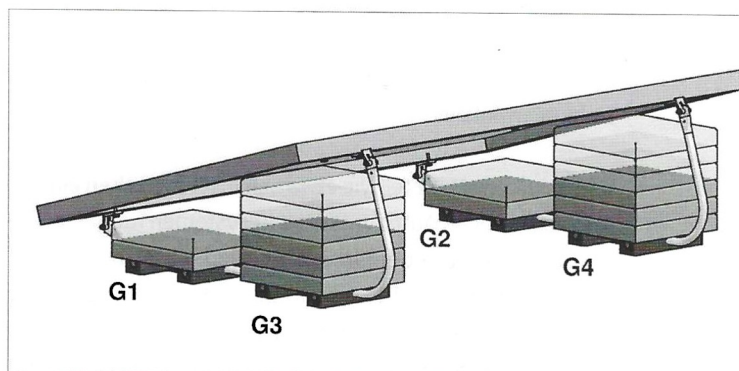


Bild 9: Frei auf einem Flachdach stehende Anlagen müssen entsprechend der örtlichen Windlast aufgelastet werden.

## Lohnt sich das? Der Solarertrag

Ergibt sich zum Schluss die Frage: Macht eine so kleine Stecker-Solaranlage Sinn? Die Antwort: Ja, auf längere Zeit sogar, wenn man vollständigerweise die Anschaffungskosten einberechnet. Vielen eröffnet sich mit dem Balkonkraftwerk die Möglichkeit, etwa die Grundversorgung der Wohnung zumindest am Tage, wenn man außer Haus ist, weitgehend komplett zu übernehmen. Man beobachtet nur einmal seinen Stromzähler zu einer Zeit, wenn alle Großgeräte und weitgehend auch die Beleuchtungen abgeschaltet sind. Da bleiben auch bei etwas umfangreicherer haustechnischer Ausstattung nur wenige Watt übrig, hier kann das eigene Solarkraftwerk die Versorgung am Tage, bei einem Modell mit integriertem Batteriespeicher auch nachts, vollständig übernehmen. Welcher Ertrag ist zu erwarten, wann amortisiert sich solch eine Anlage? Die jährliche Ertragssumme

je Quadratmeter ( $\text{kWh}/\text{m}^2$ ) lässt sich aus Einstrahlungskarten [6] ermitteln. Je nach Lage und Ausrichtung sowie Effizienz der Solarzellen kann man in Deutschland mit einem durchschnittlichen Ertrag von 400 bis 700  $\text{kWh}/\text{Jahr}$  mit einem Balkonkraftwerk rechnen. Bei einem derzeit nicht unüblichen Strompreis von 40 Cent/ $\text{kWh}$  kommen wir also bei angenommenen 600  $\text{kWh}$  auf 240 Euro/Jahr durch die eigene Energieerzeugung. Rechnet man dazu den Verbrauch eines Durchschnittshaushalts von 3.000  $\text{kWh}/\text{Jahr}$ , so kann man mit dem Balkonkraftwerk also ein Fünftel des Jahresverbrauchs selbst erzeugen. Eine Anlage, die heute je nach Ausstattung zwischen 600 und 800 Euro kostet, ist damit in drei bis vier Jahren amortisiert.

Dies ist allerdings eine rein rechnerische Betrachtung. Abweichende Einstrahlungsgrößen, Nutzungsgewohnheiten, Effizienzverluste u. a. können die theoretische Prognose in beide Richtungen verändern.

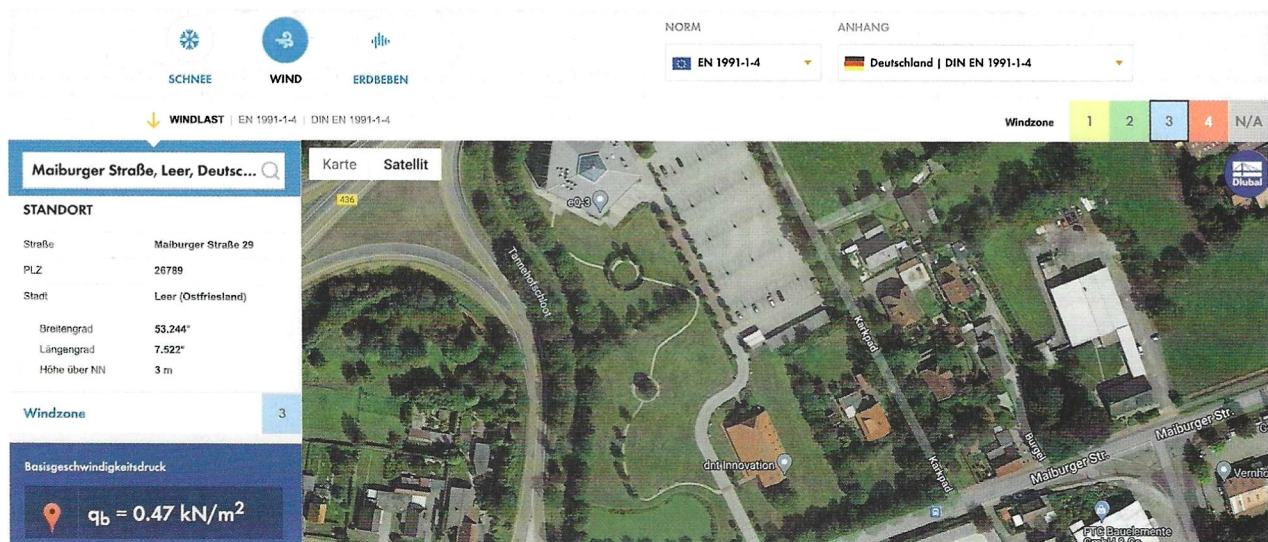


Bild 10: Für jeden Standort weltweit kann man die Windzone berechnen lassen, hier ist Windzone 3 für unseren Verlagsstandort definiert. Quelle: [5]



## WEITERE INFOS:

- [1] DGS AG PVplug: <https://www.pvplug.de/>
- [2] Netzanschlusstechnik: <https://volxpower.de/Netzanschluss-Technik>
- [3] Schletter Group: <https://schletter-group.com/>
- [4] Windzonen: <https://www.dlubal.com/de/lastzonen/wind-en-1991-1-4-din-en-1991-1-4.html?language=de>
- [5] Marktstammregister der BNA: <https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR>
- [6] Verteilung der Solareinstrahlung, PV-Prognosen: <http://pvgis.info> und <https://www.dwd.de>