

# Photovoltaik

## Einführung in das Thema

*Hinweise: Die in dieser Präsentation verwendeten Grafiken und Bilder sind ggf. nicht frei von Rechten Dritter.  
Angaben zu Maßen und Preisen entsprechen dem Stand Oktober 2024*

Metzingen, 22.10.2024

## Was ist Photovoltaik (PV) eigentlich und wie funktioniert sie?

Unter Photovoltaik bzw. Fotovoltaik versteht man die direkte Umwandlung von Lichtenergie, meist aus Sonnenlicht, mittels Solarzellen in elektrische Energie.

Der Begriff leitet sich aus dem griechischen Wort für „Licht“ ( $\phi\omega\varsigma$ , *phos*, im Genitiv:  $\phi\omega\tau\acute{o}\varsigma$ , *photos*) sowie aus der Einheit für die elektrische Spannung, dem Volt (nach Alessandro Volta) ab. Die Photovoltaik ist ein Teilbereich der Solartechnik, die weitere technische Nutzungen der Sonnenenergie einschließt.

*Quelle: Wikipedia (<https://de.m.wikipedia.org/wiki/Photovoltaik>)*

Solarzellen wandeln das Licht der Sonne über den (bereits 1839 entdeckten) photoelektrischen Effekt in Elektrizität um. Diese Technik wird in den heutigen Photovoltaikanlagen (PV-Anlagen) benutzt, um Strom zu erzeugen.

*Die Leistung von PV-Anlagen wird in Kilowatt peak (kWp) angegeben, diese Angabe entspricht der unter Laborbedingungen erreichbaren Leistung, die in der Realität nicht erreicht wird. Davon getrennt zu sehen ist die Energieerzeugung, die in Kilowattstunden (kWh) gemessen wird. Als Faustregel gilt: 1 kWp installierter Leistung entspricht in Süddeutschland einer Erzeugung von 1.000 kWh/Jahr.*

## Es gibt zahlreiche Typen von PV-Anlagen:

Kleinanlagen (z.B. „Balkonkraftwerk“, Camping- oder Outdooranlagen):

- ◆ Leistung bis etwa 1 kWp
- ◆ ortsfest oder transportabel
- ◆ Fläche 0,1 – 4 m<sup>2</sup>



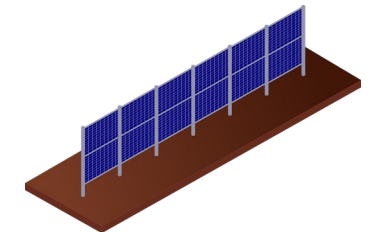
„klassische“ Dachanlagen:

- ◆ Leistung ca. 3 kWp – 100 kWp (in der Regel < 30 kWp)
- ◆ ortsfest
- ◆ Fläche ca. 12 – 150 m<sup>2</sup>



Zaunanlagen (auf Privatgrundstücken oder als Agri-PV auf landwirtschaftlichen Flächen):

- ◆ Leistung ab 1 kWp je nach Zaunlänge und Belegung, Agri-PV > 50 kWp
- ◆ ortsfest
- ◆ Fläche abhängig von Zaunlänge und -höhe



Großanlagen (auf Brachflächen, Seen oder landwirtschaftlichen Flächen):

- ◆ Leistung im Bereich von mehreren MWp
- ◆ ortsfest
- ◆ Fläche > 1 ha, in der Regel > 10 ha



## Eine PV-Anlage besteht aus mehreren Teilen:

- 1. Panel:** die Panels erzeugen über die darin aggregierten Solarzellen den Strom. Typischerweise sind Panel zwischen 1,00 m und 1,20 m breit und zwischen 1,70 m und 1,90 m hoch (hochkant, sie können auch quer benutzt werden) die Leistungen aktueller Panel liegen bei 400-480 Wp je Stück.
- 2. Inverter:** der Inverter ist die Steuerzentrale und wandelt den von den Panels gelieferten Gleichstrom in netzsynchronen Wechselstrom um. Außerdem ermöglicht er bedarfsweise den Anschluss eines Speichers und steuert auch diesen. Außerdem können bestimmte Verbraucher dort direkt verknüpft werden.
- 3. Speicher** (auch als Batterie oder Akku benannt): Er ermöglicht, überschüssige Energie zu speichern, die sonst ins Netz abgegeben werden müsste und stellt damit eine Kurzzeitreserve für Zeiten dar, in denen keine Leistung von den Panels erbracht wird. Außerdem ist darüber eine Netzausfallsicherung möglich. Die Akkus sind meist in LiFePO<sub>4</sub>-Technik ausgeführt (LFP-Akku).



- ◆ **Vorher abzuklären:**

- ◆ **allgemein:**

- ◆ Wird die geplante Fläche ausreichend beleuchtet?

*Damit ist nicht gemeint, dass die Fläche den ganzen Tag von der Sonne beschienen sein muss, sondern ob es temporäre Abschattungen (Bäume, Dachgauben, andere Installationen auf dem eigenen Dach, Nachbarbauten) gibt, die zeitweise einen Teil der geplanten Anlagefläche verschatten. Dies führt nämlich zu Leistungseinbrüchen.*

- ◆ Bei ausreichender Beleuchtung ist auch eine von der idealen Südrichtung abweichende Ausrichtung möglich.
- ◆ Ist die Anlage zulässig (Denkmalschutz, Zustimmung des Vermieters bzw. der Eigentümergemeinschaft)?
- ◆ **bei „Balkonanlagen“:**
- ◆ Ist eine windsichere Montage möglich (ein Panel hat fast 2 m<sup>2</sup> Fläche)?
- ◆ Ist die vorgesehene Halterung ausreichend tragfähig (ein Panel wiegt um 30 kg)?
- ◆ Kann die Anlage ohne Probleme mit dem elektrischen Hausnetz verbunden werden?
- ◆ Besteht Internetverbindung (WLAN) zum geplanten Standort des Inverters?

# Kommt eine PV-Anlage für mich in Frage (2)?



- ◆ **bei Dachanlagen:**
- ◆ Ist das Dach ausreichend tragfähig (ein Panel wiegt um 30 kg, ggf. Statiker befragen)?
- ◆ Wie kann die Anlage mit dem elektrischen Hausnetz verbunden werden? Welche Anpassungen sind dafür erforderlich (z. B. Zählertausch, wenn noch kein elektronischer Zweirichtungszähler vorhanden ist, Platz im Sicherungskasten, zusätzliche Kabelführungen)?
- ◆ Besteht Internetverbindung (WLAN oder Kabel) zum geplanten Standort des Inverters?
- ◆ Ist ausreichend Platz für Inverter und ggf. Speicher vorhanden? Ist der Standort ausreichend tragfähig (Gewicht Speicher) und belüftet (Abwärme)?
- ◆ Sind die für den Bau erforderlichen Räume (z. B. für Schutzgerüst) vorhanden?

## ◆ Vorteile

- ◆ Weitgehende Unabhängigkeit vom Strompreis (besonders mit Speicher)
- ◆ Gewisse Unabhängigkeit von der Verfügbarkeit des Stromnetzes
- ◆ Trägt zur Einsparung von CO<sub>2</sub>-Emissionen bei
- ◆ Trägt zur Erfüllung der gesetzlichen Vorgaben zur Energieeinsparung bei, beruhigt das ökologische Gewissen
- ◆ Mit der PV-Anlage zu arbeiten macht Spaß (echt!)
- ◆ Man kann mit der PV-Anlage Geld verdienen (Einsparung Kosten für Strombezug, Einspeisevergütung – diese ist aber unter Umständen noch zu versteuern, bei üblichen Dachanlagen allerdings eher nicht)

## ◆ Nachteile

- ◆ Investitionskosten (Dachanlage typisch mehr als 10.000 € je nach Größe, Balkonanlage ab ca. 300.-€, es gibt aber auch Miet- bzw. Pachtmodelle, die die finanzielle Belastung senken können)
- ◆ Eventuell statische Probleme (Dach- und/oder Windlast) besonders bei Altbauten
- ◆ Möglicherweise größere Änderungen an der elektrischen Anlage im Haus erforderlich
- ◆ In der Regel Internetverbindung/App erforderlich

## ◆ Information des Stromnetzbetreibers (*in Metzingen Stadtwerke Metzingen*)

- ◆ Technische Details – in der Regel durch Solarteur (Handwerker), zumindest müssen die erforderlichen Daten/Formblätter geliefert werden.
- ◆ Rechtzeitige Anmeldung des erforderlichen Zählertausches – Solarteur oder Anlagenbetreiber.  
*Ohne Zweirichtungszähler – digital – kann/darf kein Strom eingespeist werden. Der Zähler zeigt zwei Werte an: Netzstromverbrauch (wie jeder Stromzähler) und Einspeisung. Beide Werte müssen für die Jahresabrechnung abgelesen und gemeldet werden.*



Zähler;  
Netzbezug (180)



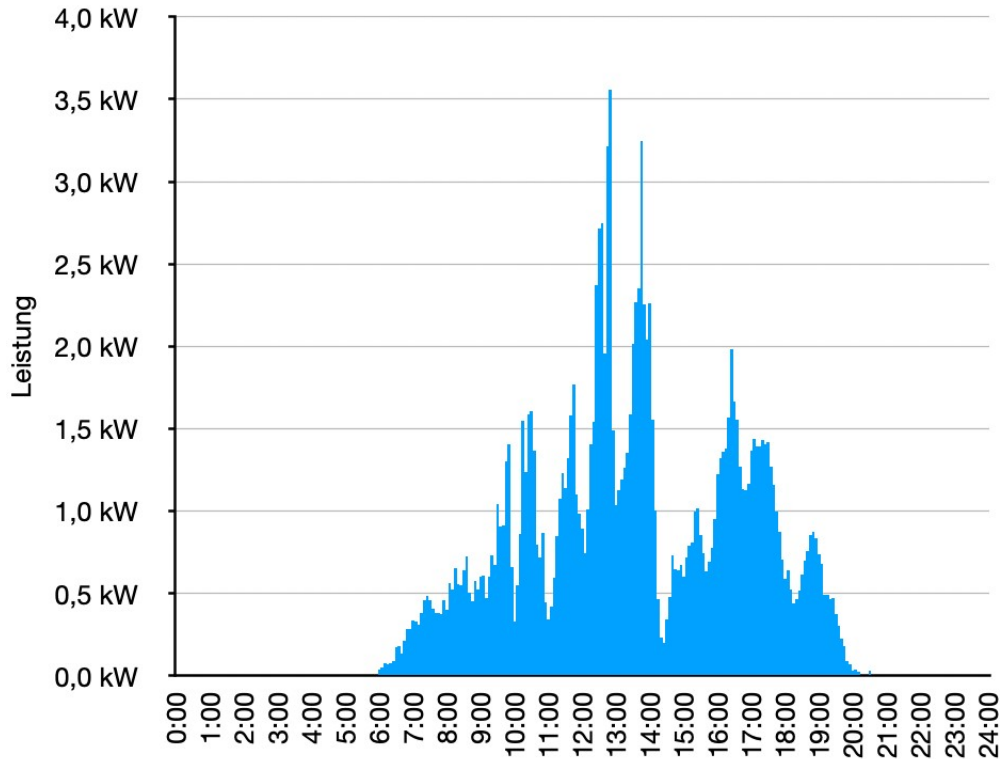
Zähler;  
Einspeisung (280)

- ◆ Kundendaten/Bankverbindung per Formblatt: Voraussetzung für die Zahlung der Einspeisevergütung  
*Zahlung der Einspeisevergütung erfolgt per monatlichem Abschlag und Ausgleich nach Jahresablesung.*
- ◆ **Bundesnetzagentur (BNetzA) ► Marktdatenstammregister (MaStR)**
- ◆ PV-Anlage und Speicher stellen getrennte Anlagen dar, daher sind zwei Anmeldungen erforderlich.
- ◆ Jede Anlage muss mit exakten Werten (sonst kommen Reklamationen durch die BNetzA) angemeldet werden.
- ◆ Anmeldung nur online (mein Eindruck: hervorragend gemachte Seiten, wenn nur alle Behörden-Seiten so wären).

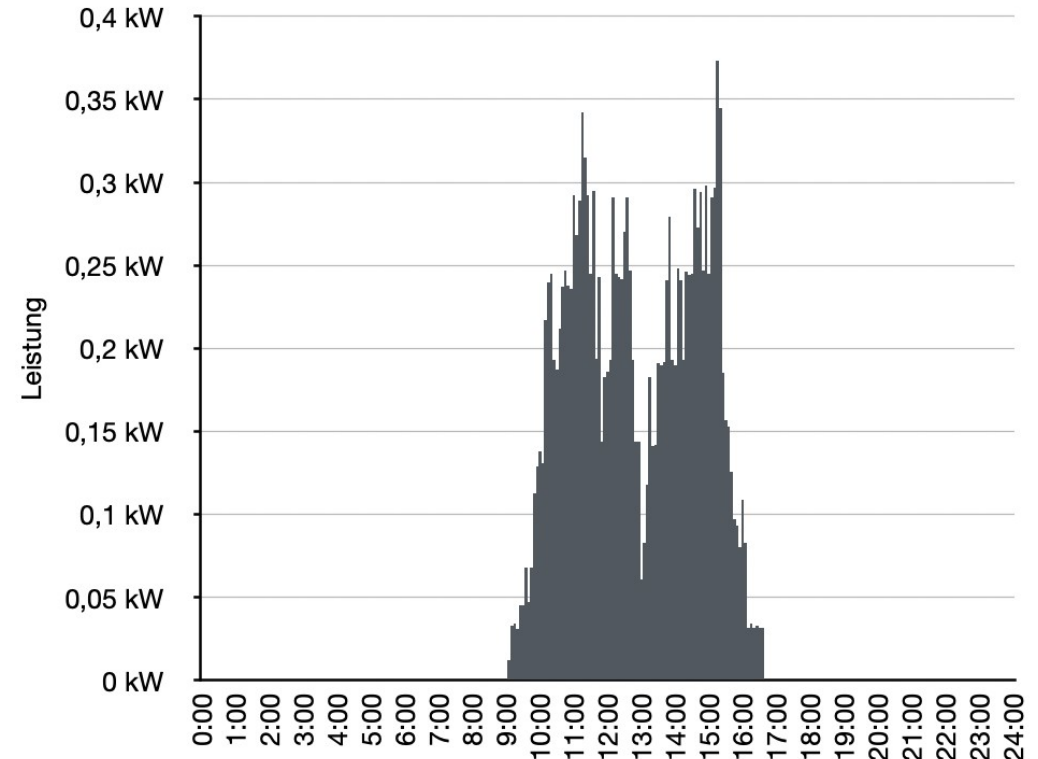


## Beispiele von Tagesganglinien der PV-Erzeugung

PV-Leistung 15.07.2021

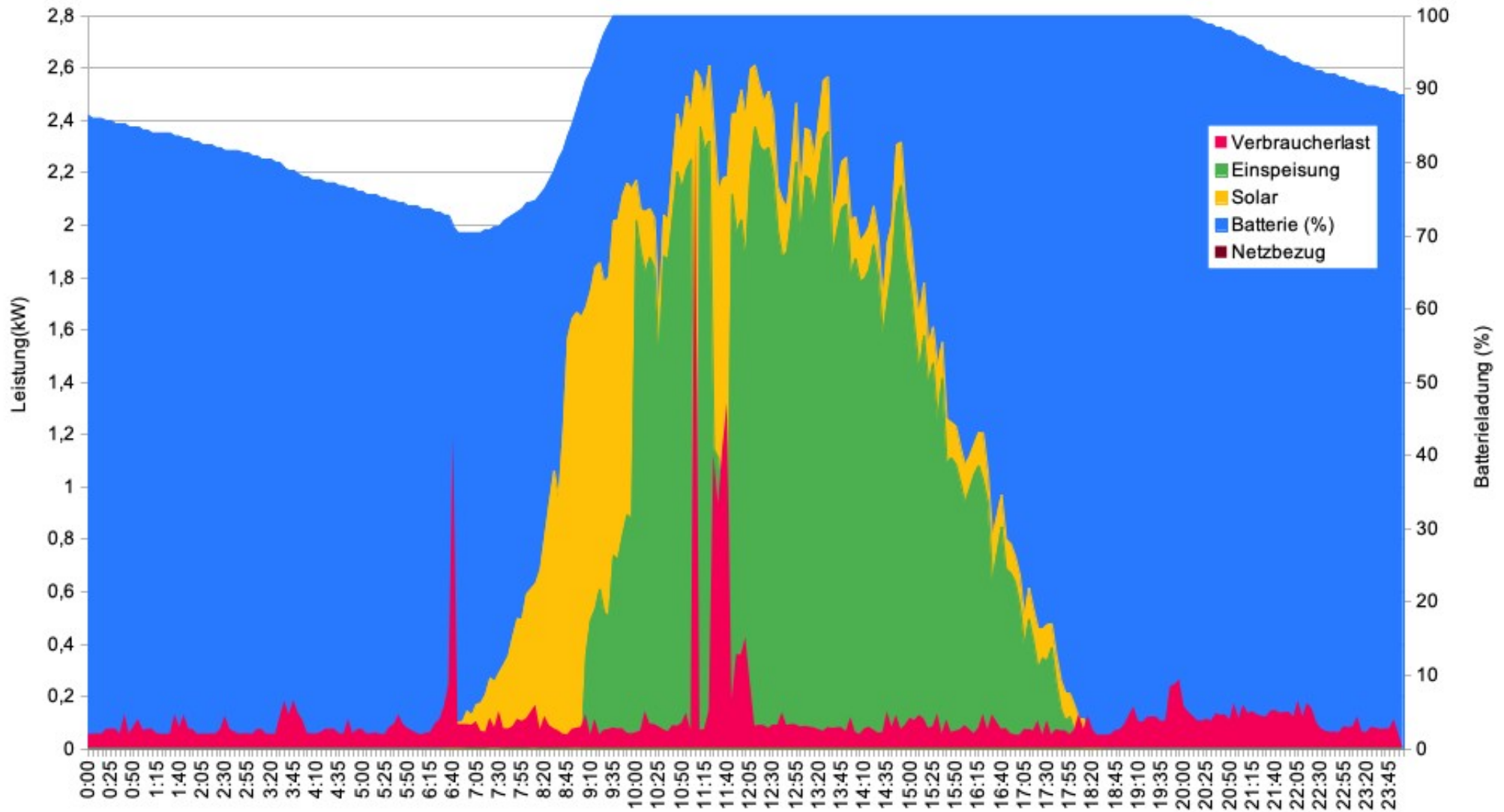


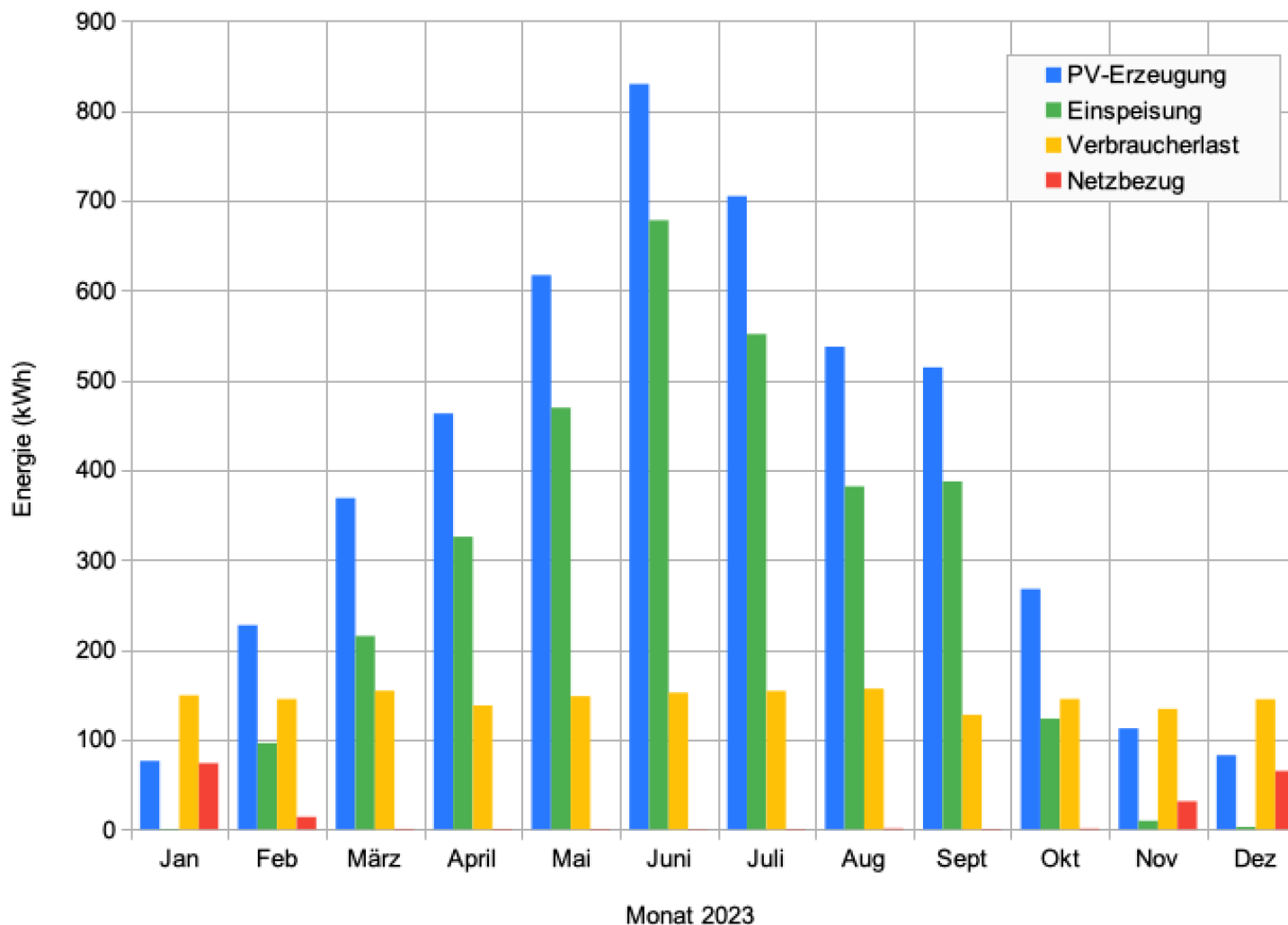
PV-Leistung 15.01.2023



*Die Tagesganglinien zeigen sehr deutlich, dass nicht nur die Tageslänge (= Zeit der Erzeugung) im Winter deutlich kürzer ist, sondern dass auch durch tieferen Sonnenstand und ggf. stärkere Bewölkung die erzielbare Leistung deutlich niedriger ist.*

# Leistungsdiagramm PV-Erzeugung (Solar), Verbrauch, Einspeisung, Batterieladung an einem Tag im März 2024





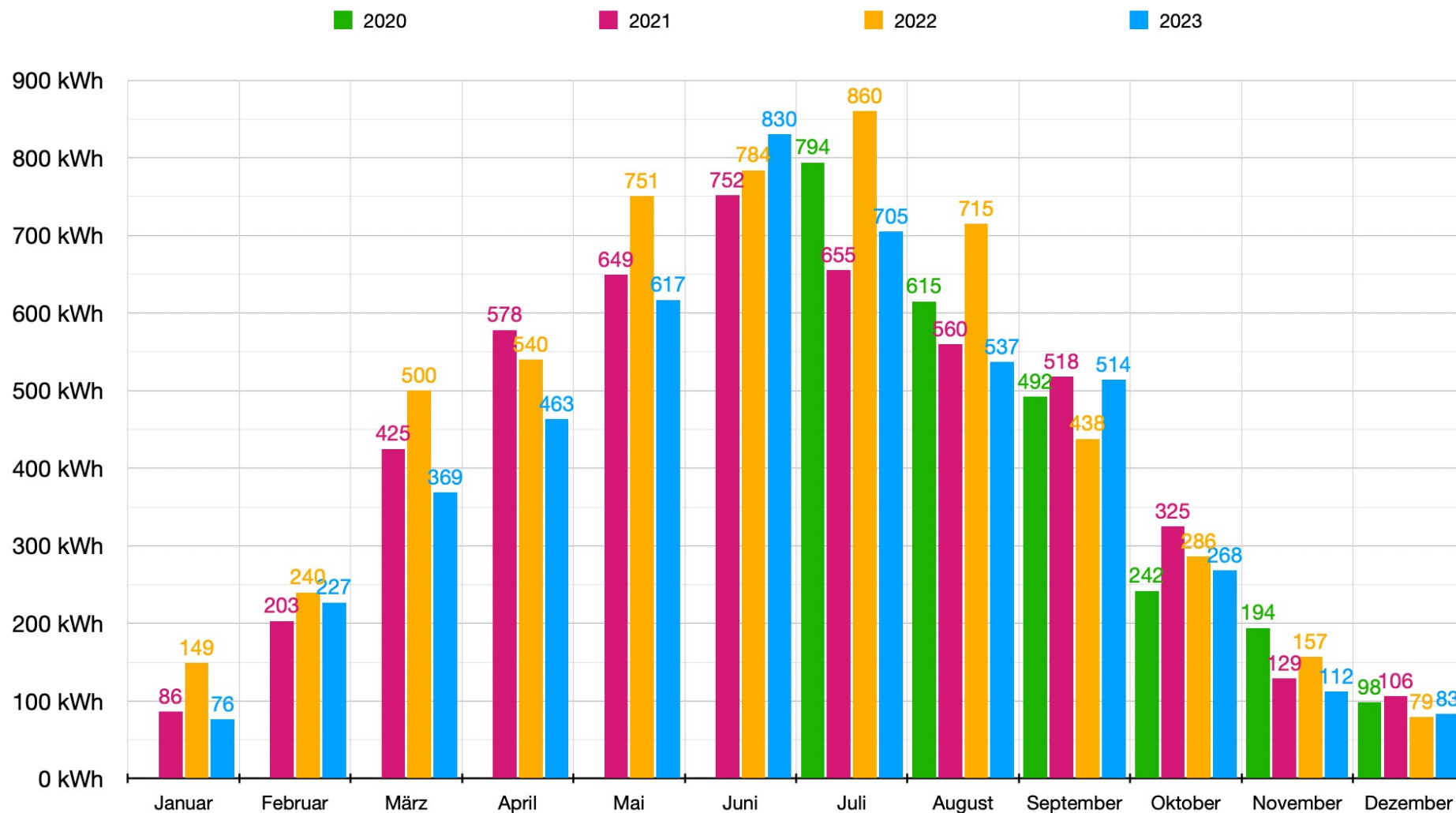
## Hinweise:

2023 war das zweitschlechteste Jahr bezüglich der PV-Erzeugung seit Inbetriebnahme. Gegenüber dem bisher besten Jahr bestand eine Mindermenge von mehr als 10%.

Von Mitte Februar bis Mitte November betrug der Netzbezug pro Tag weniger als 0,05 kWh, d.h. wir waren autark.

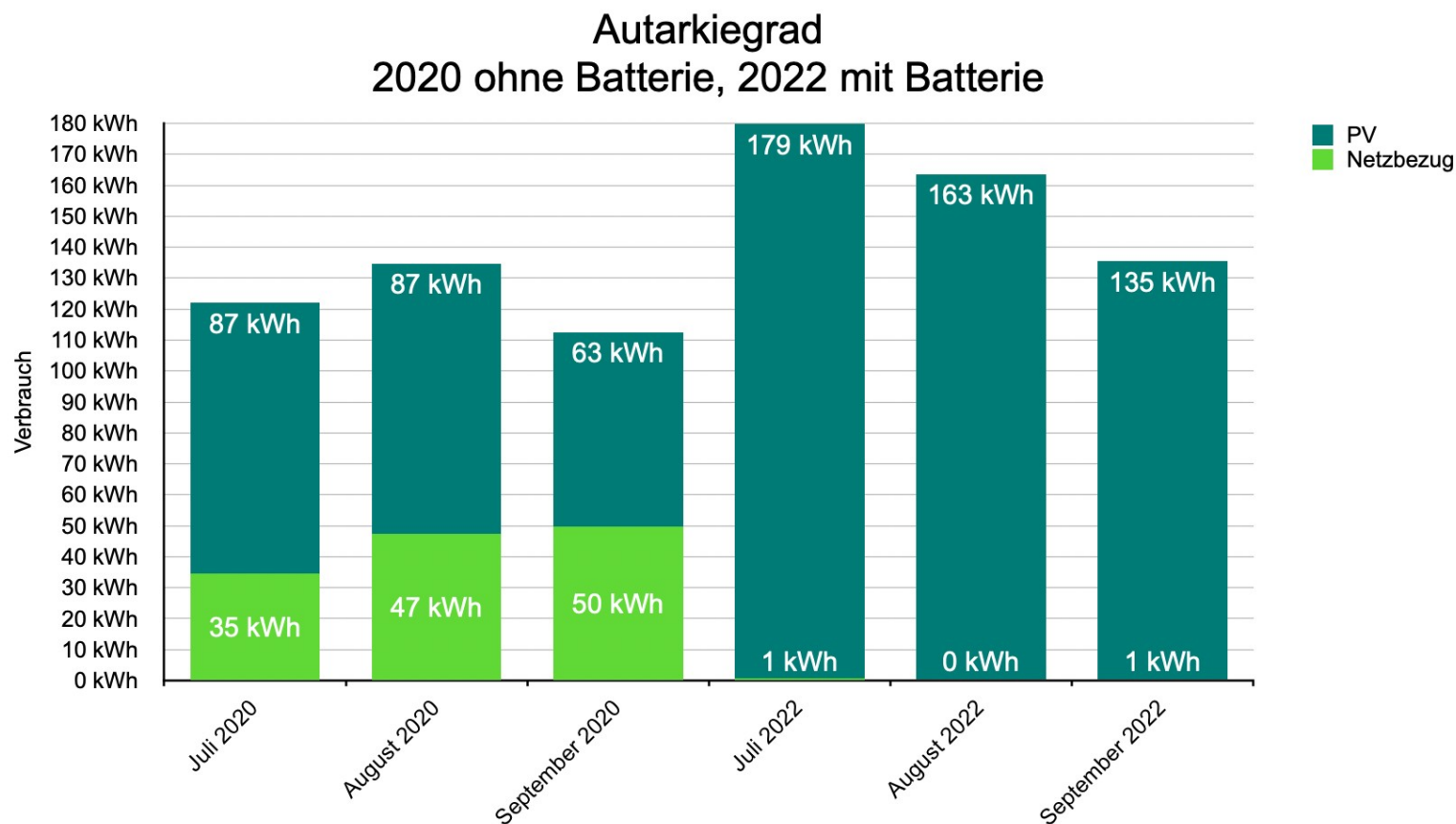
Im Januar und Dezember erfolgte nahezu keine Einspeisung ins Netz, d.h. auch, dass die Batterie in der Regel nicht voll geladen werden konnte.

# Monatserträge 2020 - 2023



# Lohnt sich ein Speicher?

Die Antwort auf diese Frage hängt von mehreren Faktoren ab, z. B. Stromverbrauch im Haushalt, Dimensionierung der PV-Anlage, Größe der Batterie, Strompreis.  
Nachstehend werden die Anteile von PV-Erzeugung und Netzbezug am Stromverbrauch in den Sommermonaten 2020 (ohne Batterie) und 2022 (mit Batterie) dargestellt.



**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit**



A