

Mehr Solarstrom in unseren Gemeinden

Beispiele aus der Umgebung, Anregungen, Erfahrungen, Neuigkeiten

Dipl.Ing.(TH) Elektrotechnik Wolfgang Lehbrink

mit Unterstützung durch

Jan Domke, Thomas Helm, Ute Schneider-Maxon, Ewald Edelsbrunner

Vortrag zur Energiewende

4.4.2022



Für Links auf Webseiten Dritter und deren Inhalte wird keine Haftung übernommen, da ich mir diese nicht zu eigen mache, sondern lediglich auf diese und ihren Stand zum Zeitpunkt des Vortrags verweise.

05.04.22

Überblick “Mehr PV in den Gemeinden“

- Motivation: CO₂-Reduktion
- Ausbaustand der Photovoltaik (PV) in Vaterstetten
- Solarpotential VAT
- PV-Anlagenbeispiele
- Stromspeicher
- Balkonsolar
- Zusammenfassung

Nicht abgedeckt:

Mietersolaranlagen

Miet-Solar-Anlagen

Schwarm-Solar-Anbieter ...



Foto: privat, U.Maxon

Vortrag = persönlicher Erfahrungsbericht
-> ersetzt keine Beratung

Zielgruppe: PV-Neueinsteiger, potentielle Nachrüster, Neugierige

Kontakt: wolfgang.lehbrink@web.de

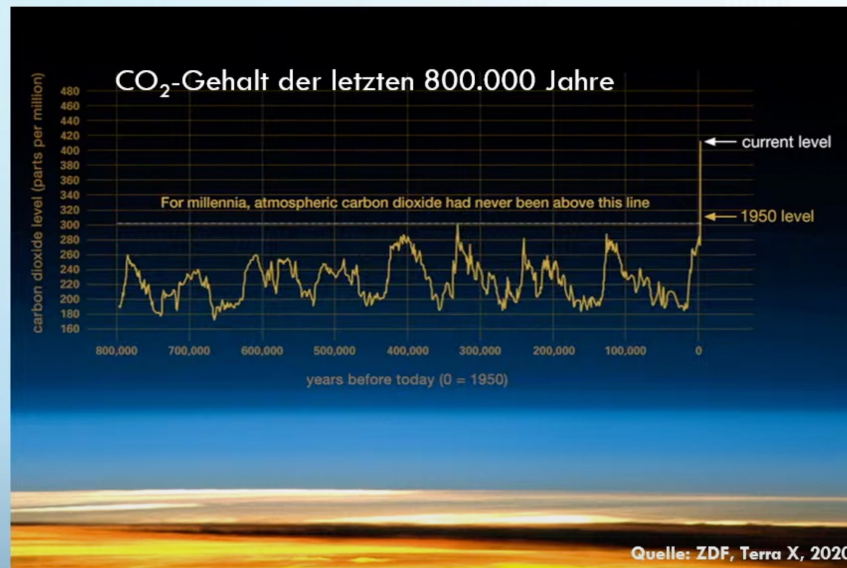
Motivation: vhs Vortrag Björn Walz, 13.10.21

„Unterschätzter Klimawandel - globale Fakten und lokale Auswirkungen,,

https://www.youtube.com/watch?v=yMD7SY_mDk4

Unterschätzter Klimawandel - globale Fakten und lokale Auswirkungen

Natürlicher und menschen-gemachter Treibhauseffekt

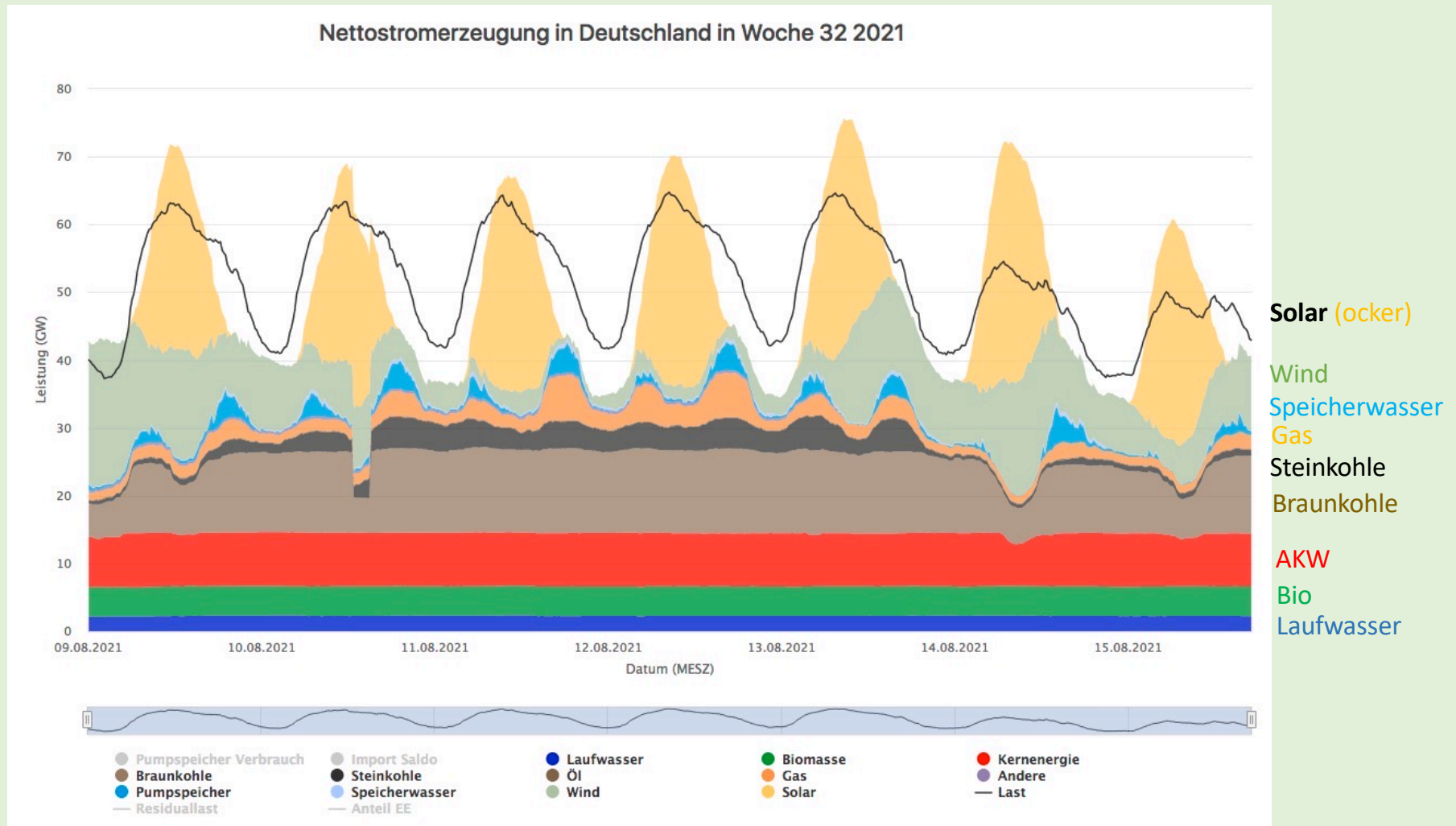


Natürlicher Treibhauseffekt: +33°C

CO₂-Gehalt (1850): 280ppm

CO₂-Gehalt (Mai 2021): 420ppm ! +50% !!!

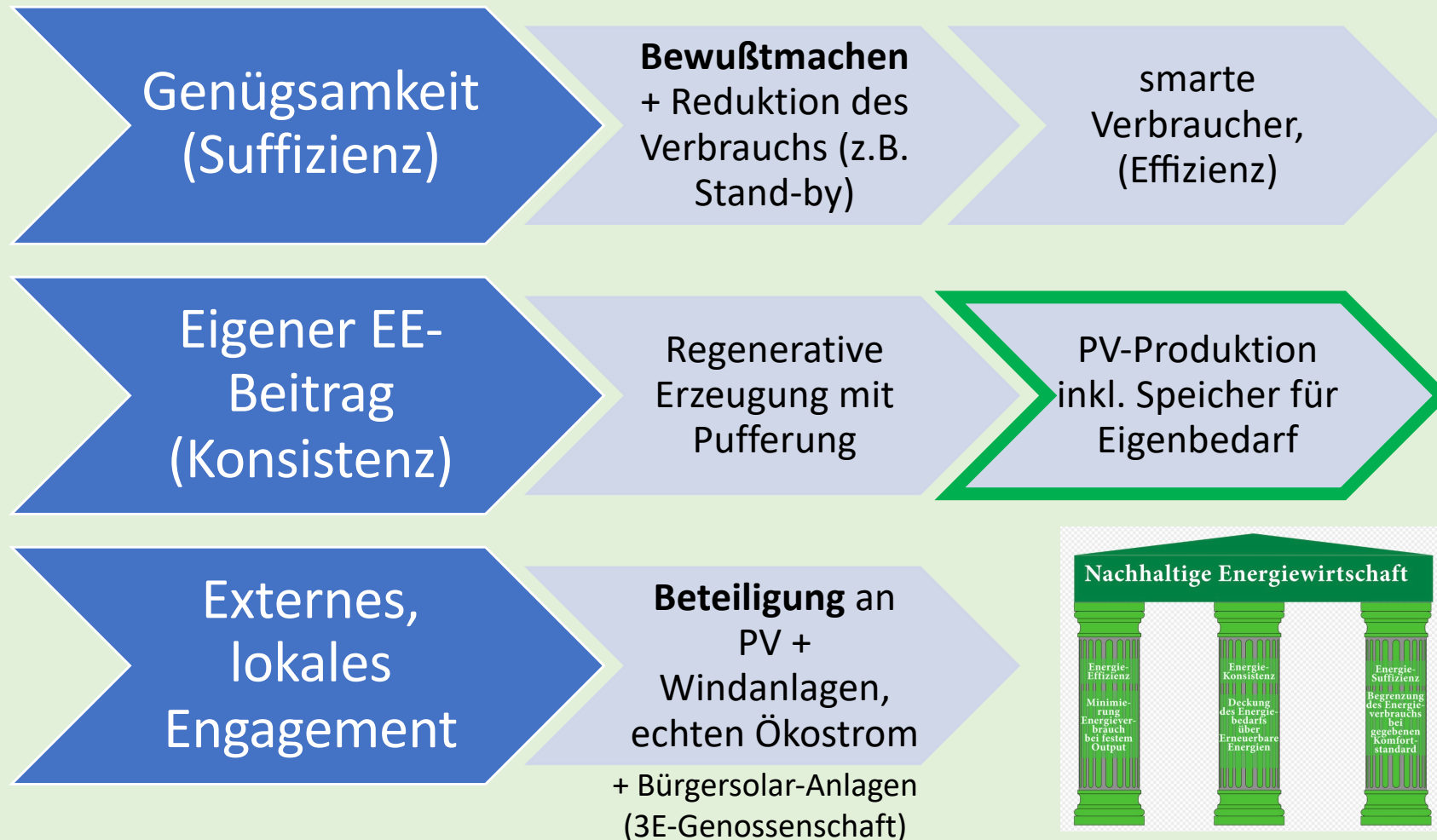
Energy Charts– ein Beispiel für einen Wochenverlauf im Aug.21



Quelle: Energy-Charts, Copyright: Fraunhofer ISE

05.04.22 https://energy-charts.info/charts/power/chart.html?l=de&c=DE&week=32&source=all&stacking=stacked_absolute_area&year=2021

Wie mache ich meinen individuellen Strom-CO₂-Fussabdruck kleiner?



Im Bestand sind noch (zu) viele Dachflächen ohne PV (PV hier mit schw. Punkt markiert) 21.8.2020

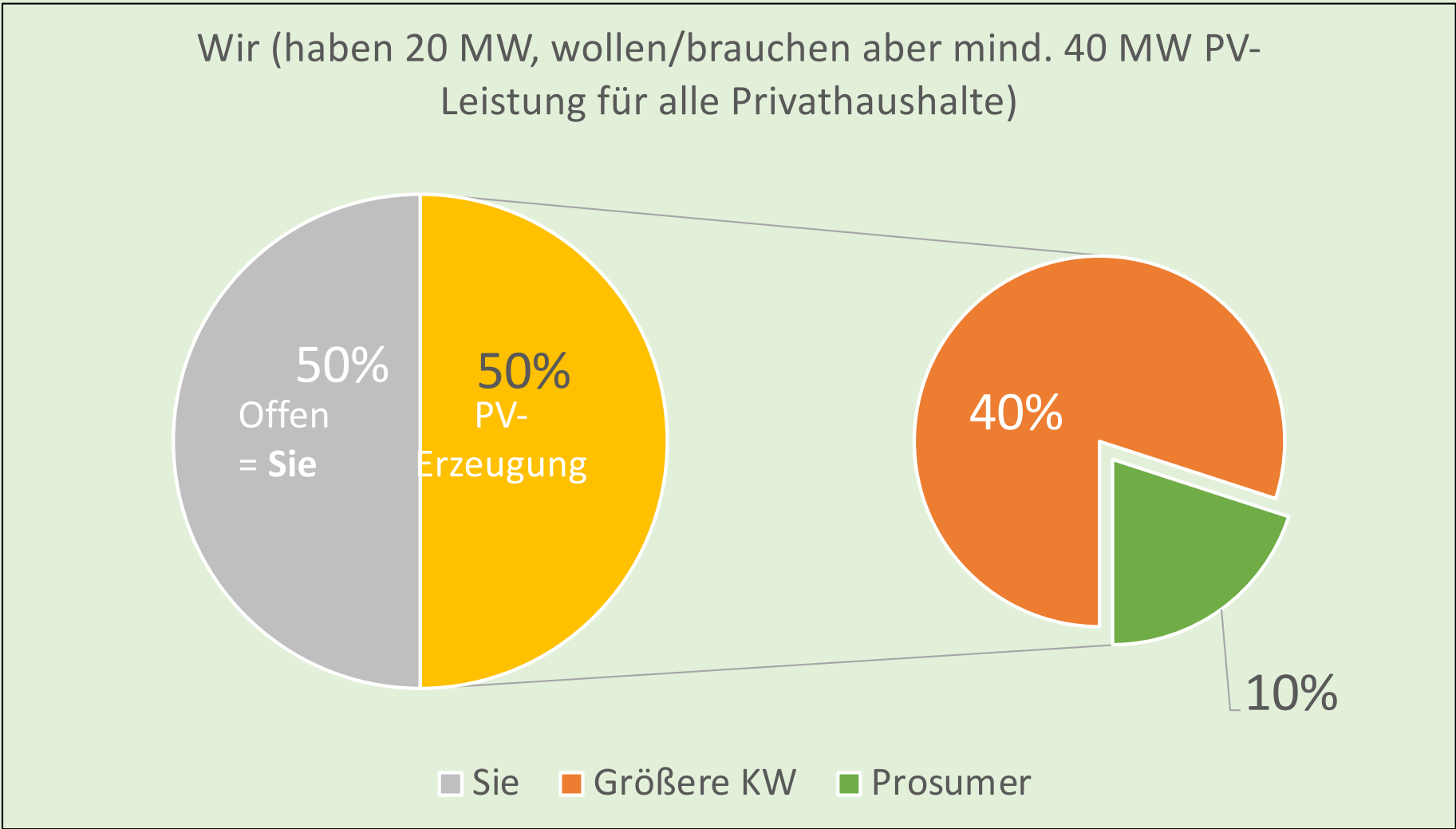


Quelle: Solarpotentialkataster

Gemeinde Vaterstetten – Status PV

(Auszug aus Marktstammdatenregister)

10.12.2021



Bestandsaufnahme



Anzeige [Alternative Farbversion](#)

- Solarpotenzial (Photovoltaik)
 - Gut geeignet
 - Geeignet
 - Bedingt geeignet
 - Nicht geeignet
- Solarpotenzial (Thermie)
- Einstrahlung
- Geeignete Dachflächen (Photovoltaik)
- Geeignete Dachflächen (Thermie)

- STARTSEITE
- SOLARPOTENZIALKATASTER
- FRAGEN UND ANTWORTEN
- TIPPS ZUR PLANUNG
- LINKS

Liebe Mitbürgerinnen und Mitbürger,

herzlich willkommen auf unseren Internetseiten des Solarpotenzialkatasters im Landkreis Ebersberg!
Mit diesem Online-Tool bekommen Sie für Ihr Haus eine genaue Analyse darüber, ob und wie Ihr Dach für die Nutzung von Sonnenenergie geeignet ist – und das vollkommen kostenlos. Zusätzlich erhalten Sie Hinweise zu Planung und Bau einer eigenen Solaranlage sowie wertvolle Links auf weiterführende Seiten.

Bitte beachten Sie, dass die Analyseergebnisse des Solarpotenzialkatasters auf einem automatisierten Verfahren (Datenbasis der Laserscandaten ist das Jahr 2013) basieren, d.h. die Ergebnisse dienen Ihrer ersten Information, sie ersetzen aber nicht die Fachberatung durch einen qualifizierten Installateur und erfolgen ohne Gewähr.

Wir vom Team der Energieagentur unterstützen Sie gerne bei Fragen zum Solarpotenzialkataster und Ihrer persönlichen Energiewende, z.B. im Rahmen unserer Energie-Impuls-Beratung. Mehr zum Solarpotenzialkataster erfahren Sie hier: [Hintergrundinformation](#)

Ermöglicht wurde die Umsetzung des Solarpotenzialkatasters durch die Beteiligung von 20 Kommunen des Landkreises.

Wir laden Sie ein, sich auf unseren Seiten zu informieren und Anregungen für die eigene Solaranlage zu sammeln.

Ihr Klimaschutzmanager des Landkreises Ebersberg und die Energieagentur Ebersberg gGmbH

[Flyer zum Herunterladen](#)

Noch oben ohne?



Entdecken Sie das Solarpotenzial Ihres Daches!

www.energiewende-ebersberg.de



Entdecken Sie das Potenzial
>> [Zum Solarpotenzialkataster](#)

Solarthermie
>> [Weitere Informationen](#)

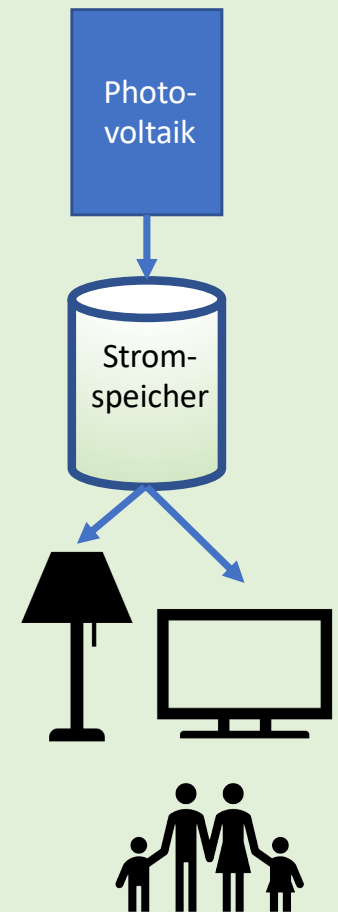
Ihre eigene PV-Anlage
>> [Tipps und Hinweise zur Planung](#)

Finden Sie einen Installateur
>> www.energiedach.de

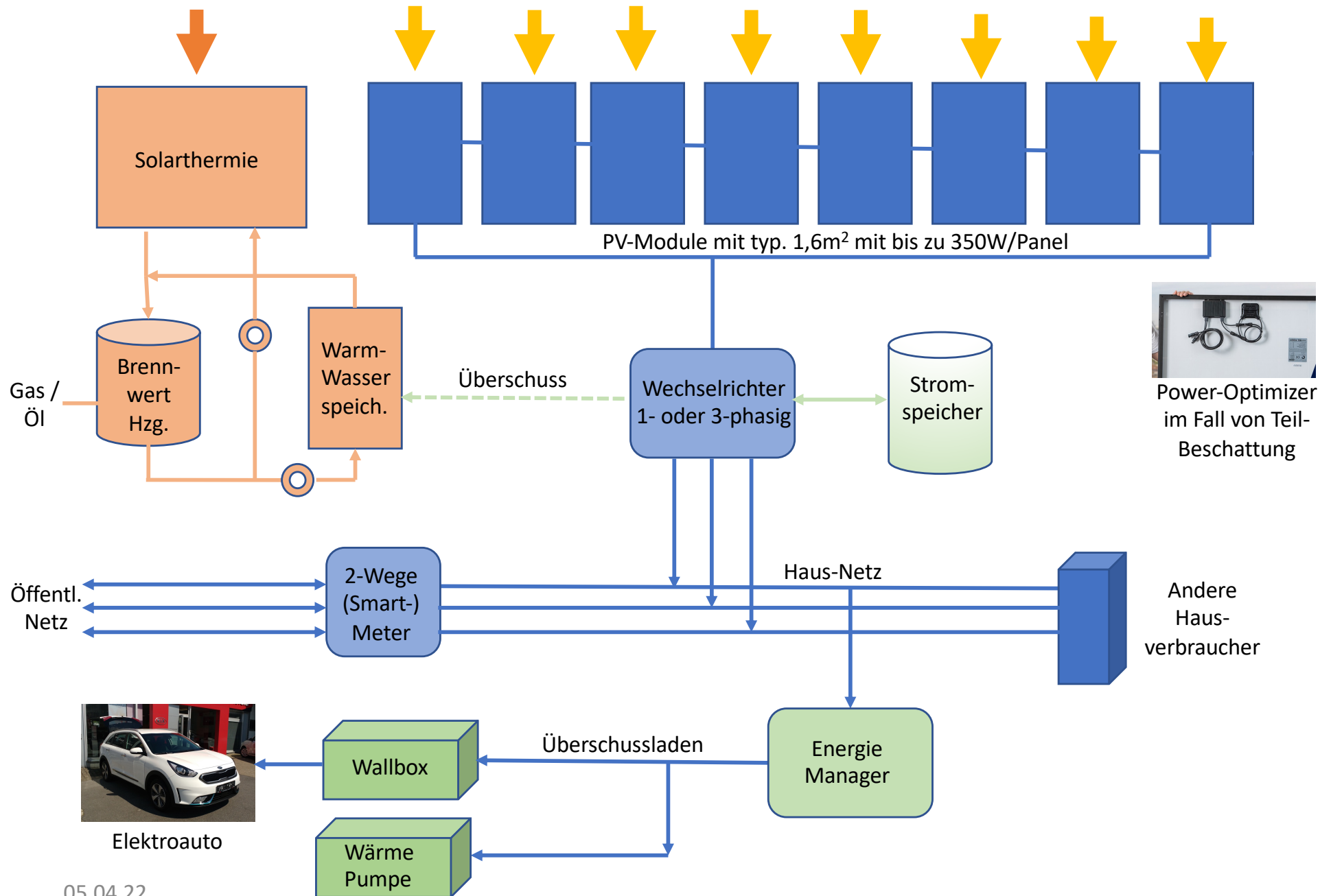
Hintergrund
>> [Fragen und Antworten](#)

Selbstverbraucher – was ist anders?

- **Ziel: Verkleinerung des CO₂-Fussabdrucks, nicht (nur) Rendite**
- Zusatzvorteil: **Unabhängigkeit von steigenden Strompreisen**
 - Hoher Eigennutzungsanteil -> Speicher als Puffer notwendig
 - Angebot und Verbrauch sollten balanciert sein
- Einspeisevergütung ist „egal“, **Bezugsreduktion** zählt!
 - geringe Einnahmen durch Einspeisung (akt. ca. 7 Cent/KWh)
- Produktion = Verbrauch + Laden des Pufferspeichers
- Wie unabhängig will man werden?
 - Verbrauchsreduktion? Wieviel %? Grundlastreduktion?
 - Null-Einspeisung = 100% Eigenverbrauch?
 - Null-Bilanz (jährl. Ausgleich von Einspeisung und Bezug)?
 - Null-Bezug? Null-/oder Plus-Energiehaus?
 - Autarkie inkl. Inselbetrieb bei Blackout?
- Optimierung aller Systemkomponenten von Erzeugung über Speicher bis Verbrauch **ist INDIVIDUELL**
- Als nächstes: **Systemaufbau** + 4 Anlagen aus Vaterstetten als Beispiel



Typisches Solar-Anlagendiagramm (zur Info)



Anlage 1 – RMH, klein, 2,9kW_{peak}

- Reihenhaushaus, Bj.1992, Breite: 6 m
- Ausrichtung Süd-Ost (23 Grad süd-östl.)
- 9x PV-Module mit 15 m² = 2,79kW_{peak}
70% Kappung = 2,10kW max.
- Tagesproduktion: **17,75 kWh** max.
- Jahresproduktion:
 - 3200 kWh (real erreicht in 2019/20/21)
 - **ca. 1,3 t CO₂ Ersparnis pro Jahr durch PV**
- Speicher und AC-Wechselrichter:
 - VRFC-Speicher mit 6,7 kWh Kapazität und 1,5 kW Spitzenleistung
 - Erhöhung der PV-Selbstnutzung von ca. **35% auf >75%** (ca. Verdopplung)
 - Autarkie/Selbstversorgungsgrad in 2021: **55%** (Stromrechnung mehr als halbiert)
- Ergänzung durch 4,6m² Solarthermie (rechts oben)
 - nochmal 3000 kWh Wärmeenergie (ca. 300m³ Gas bzw. 0,6 t CO₂ gespart)

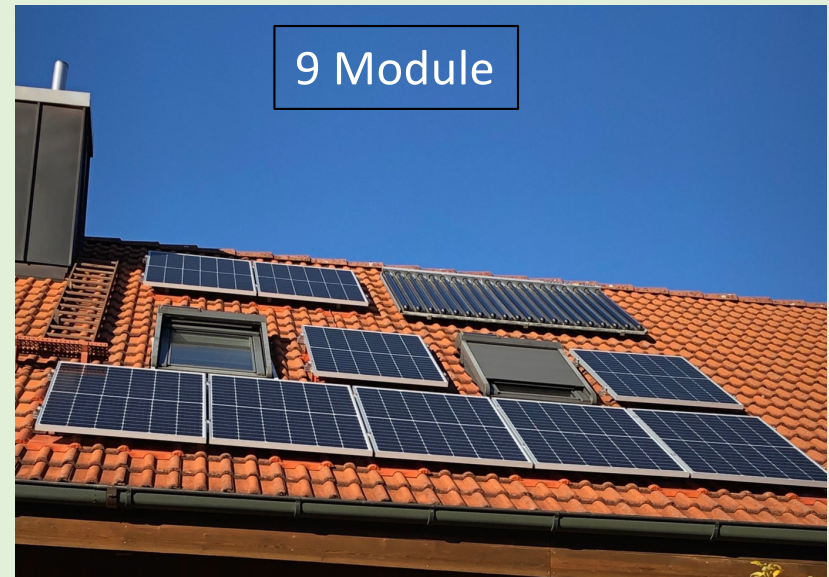
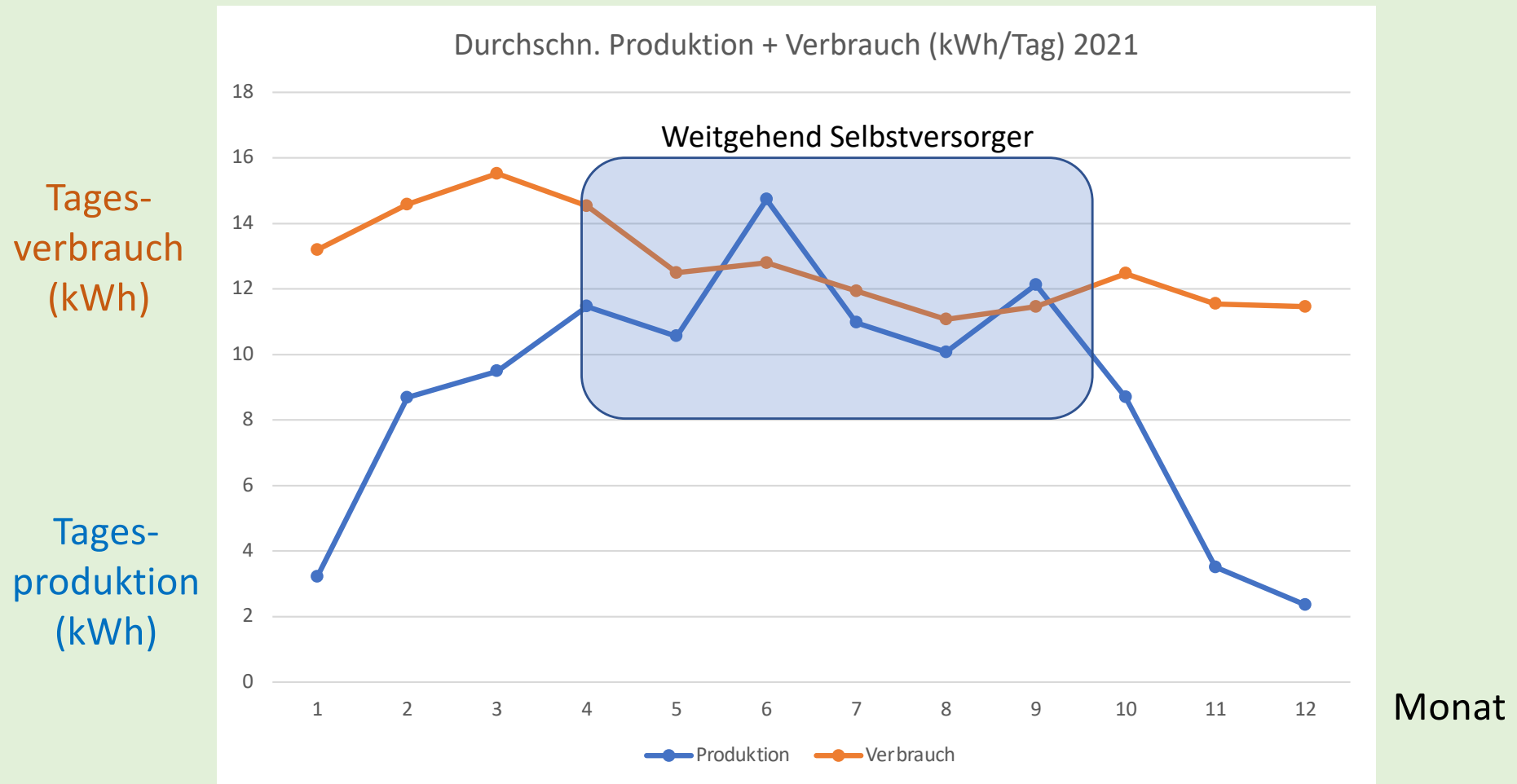


Foto: privat, Lehbrink

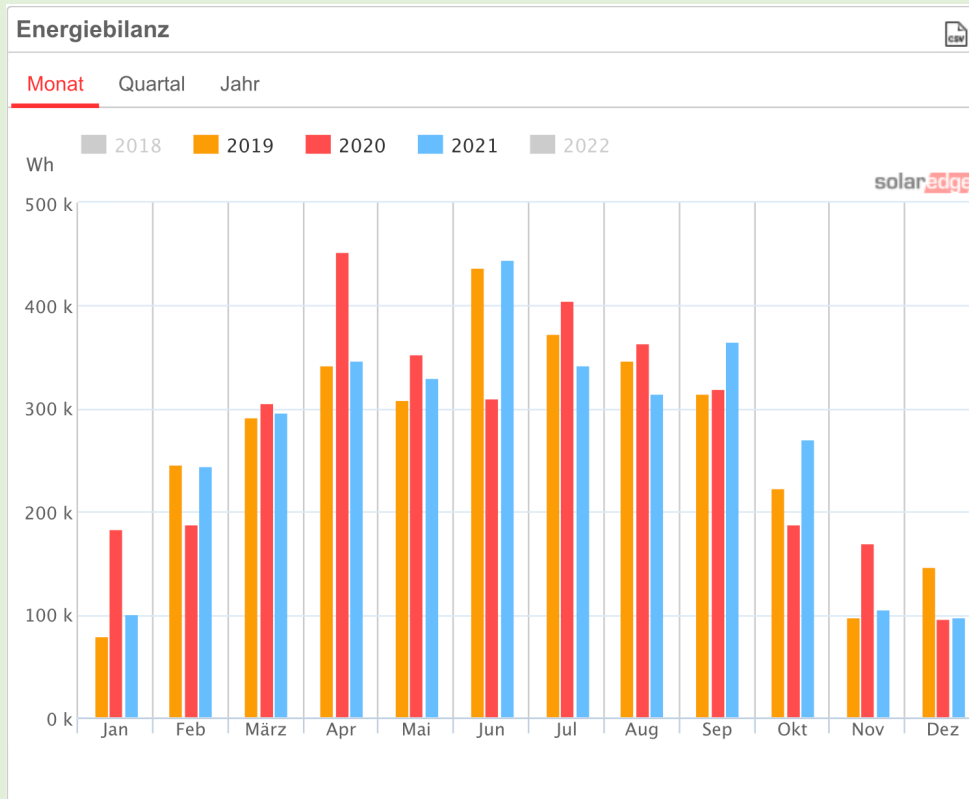
55% Autarkie

Stromverbrauch vs. PV Produktion 2021



- Abdeckung des durchschnittlichen Tagesbedarfs über das Sommerhalbjahr 2021 (ca. April-September)
- Verbleibende Strom-Monatspauschale in 2021: **60€** (vorher 120€)

Langzeitergebnisse Produktion 2,9kW_{peak} (3 Jahre) – kleine Anlage



Anlage 2 – DHH, groß, 10kW_{peak}

- Reihenhauses, Bj.ca.198x
- Ausrichtung Nord-West und Süd-Ost
- SO: 14 x PV-Module
NW: 16 x PV-Module
- Max. Tagesproduktion: **64 kWh**
- Jahresproduktion:
 - **9059 kWh**
 - **ca. 3,6 t CO₂ Ersparnis** durch PV
- Speicher und AC-Wechselrichter:
 - 6,5 kWh Kapazität und 3 kW(3-phasig) Spitzenleistung
 - PV-Selbstnutzung von ca. **38%**
 - **Selbstversorgung / Autarkie 76,3%**
- Ergänzung durch 4,6m² Solarthermie (rechts oben)
 - geschätzt 3000 kWh Wärmeenergie (ca. 300m³ Gas bzw. 0,6 t CO₂ gespart)



30 Module

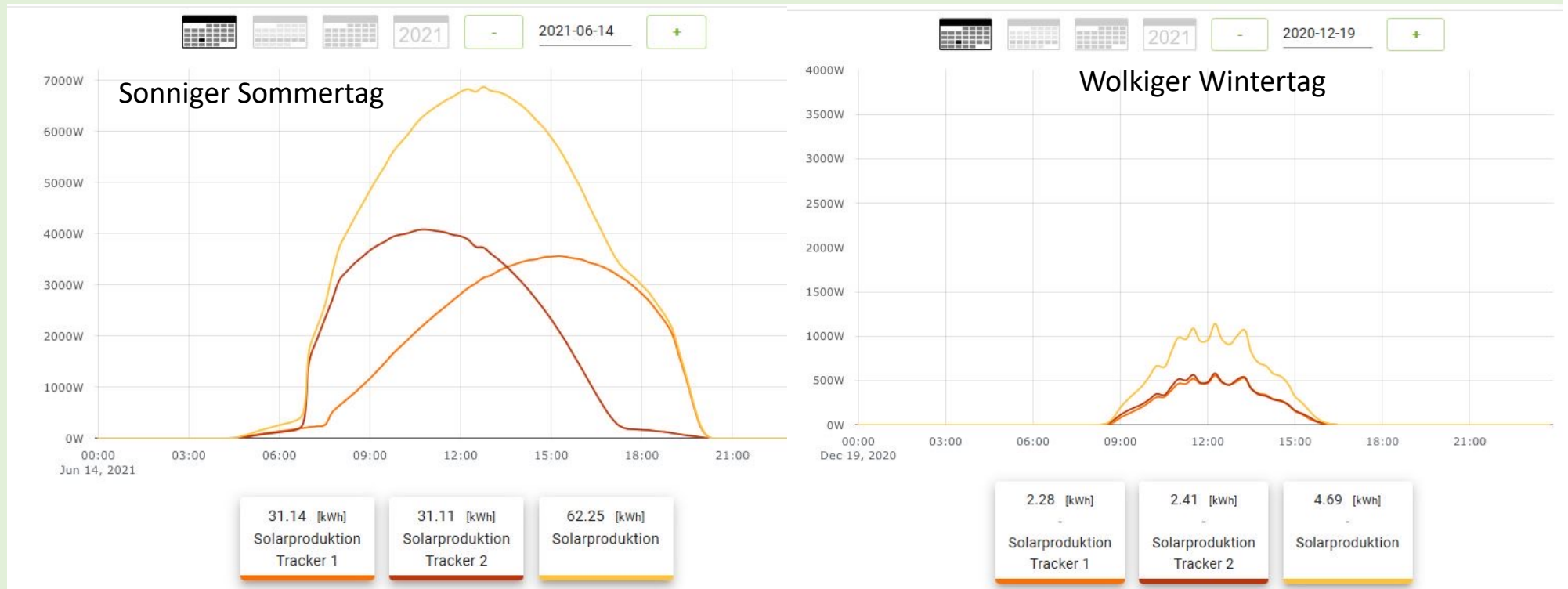


76% Autarkie

Foto: privat, Domke

Ein Mix (z.B. Ost-West) bringt **mehr** als rein Süd

- Eine Süd-West- mit Nord-West Anlage zeigt einen **breiteren Verlauf** – ohne Kappung. An wolkigen Tagen (Winter) ist die Ausrichtung EGAL
- Die Anlage mit 2 Dachflächen erlaubt einen frühen **Start** nach Sonnenaufgang und liefert fast 12 Stunden Strom (im Vergleich zu etwa 8 Stunden nach Süden), der erforderliche Speicher kann kleiner sein!



Jahresbilanz

Anlage 2



Anlage 3 – DHH, groß, 10kW_{peak}

- Doppelhaushälfte, Bj. 1978, Breite: 7m
- Dach Ausrichtung **Nord-Ost, Süd-West**
- Flache Dachneigung ca. 33°
- NO: 13x PV Module
SW: 17x PV Module

30 Module

- PV-Anlage:
 - 9,9 kW_{peak}
 - **3-Phasen Wechselrichter 10kW**
 - **Speicherbatterie 10kWh**
 - Auslegung für Notstrom / Inselbetrieb
 - Wallbox 11kW
- Jahresproduktion 2021:
 - Produktion: 6850 kWh * (8250 kWh)
ca. 3,3 t CO₂ Ersparnis durch PV
 - Einspeisung: 2550 kWh (3250 kWh)
 - Netzbezug: 5100 kWh ** (3700kWh)
 - Ladung E-Auto: 1050 kWh (5300 km)

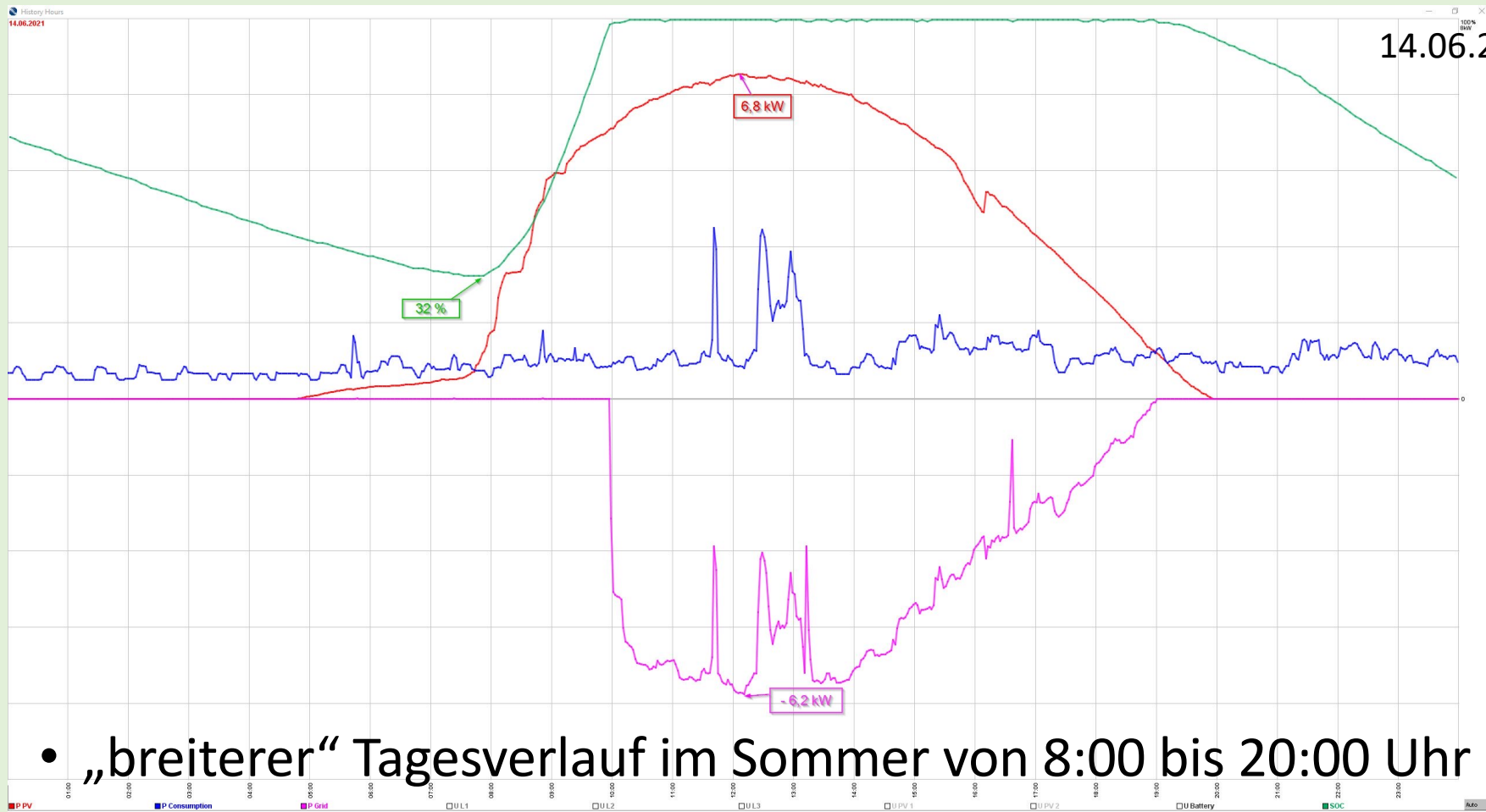


Foto: privat, Helm

57% Autarkie

Anlage 3: NO-SW Ausrichtung etwa gleich zum Verlauf einer Anlage mit NW-SO Ausrichtung (Anlage 2)

Sommer
14.06.2021



- „breiterer“ Tagesverlauf im Sommer von 8:00 bis 20:00 Uhr
- Großer Speicher überbrückt bis zum nächsten Morgen (grüne Linie) -> 24 Stunden kein Bezug aus dem Netz!

Anlage 4 – DHH, groß, 10kW_{peak}

- Dach Ausrichtung **Flachdach**
 - Flache Kollektorneigung
 - **O**: 10x PV Module
W: 20x PV Module
- 30** Module
- PV-Anlage:
 - 9,9 kW_{peak}
 - 3-Phasen Wechselrichter **10kW**
 - Speicherbatterie 12kWh, DC gekoppelt
 - Auslegung für Notstrom / Inselbetrieb
 - Wallbox 11kW
 - Jahresproduktion 2021:
 - Produktion: 9721 kWh
ca. 3,8 t CO₂ Ersparnis durch PV
 - Einspeisung: 5112 kWh
 - Netzbezug: 793 kWh
 - Ladung E-Auto (neu): 125 kWh



83% Autarkie

Vorteile:

Wallbox und Elektroauto

Nachteil:

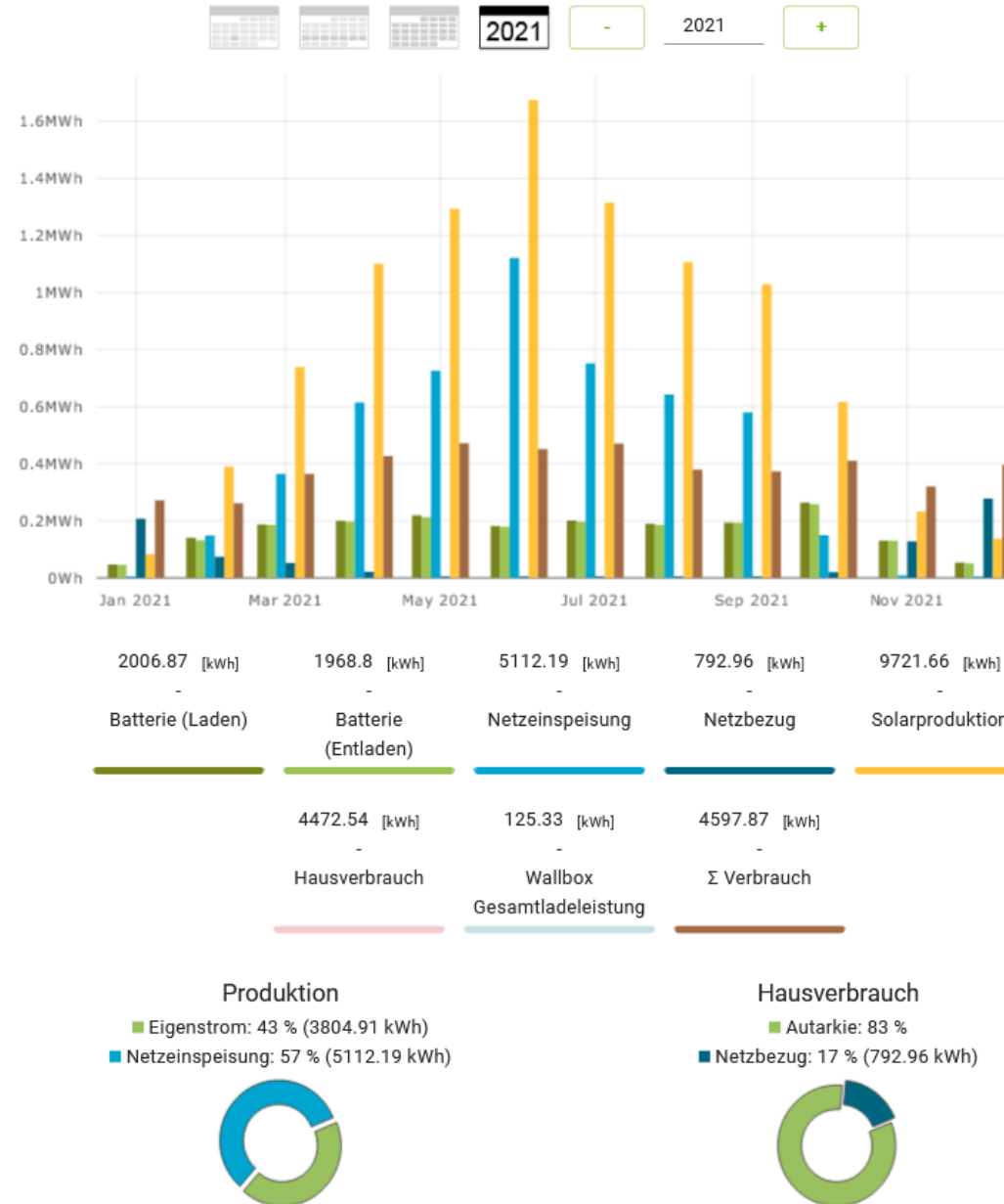
Sehr flacher Kollektorwinkel
-> hartnäckiger Schneebeleg

Jahresbilanz

Anlage 4

Leistungswerte (Standard)

2022-01-02 9:58:21



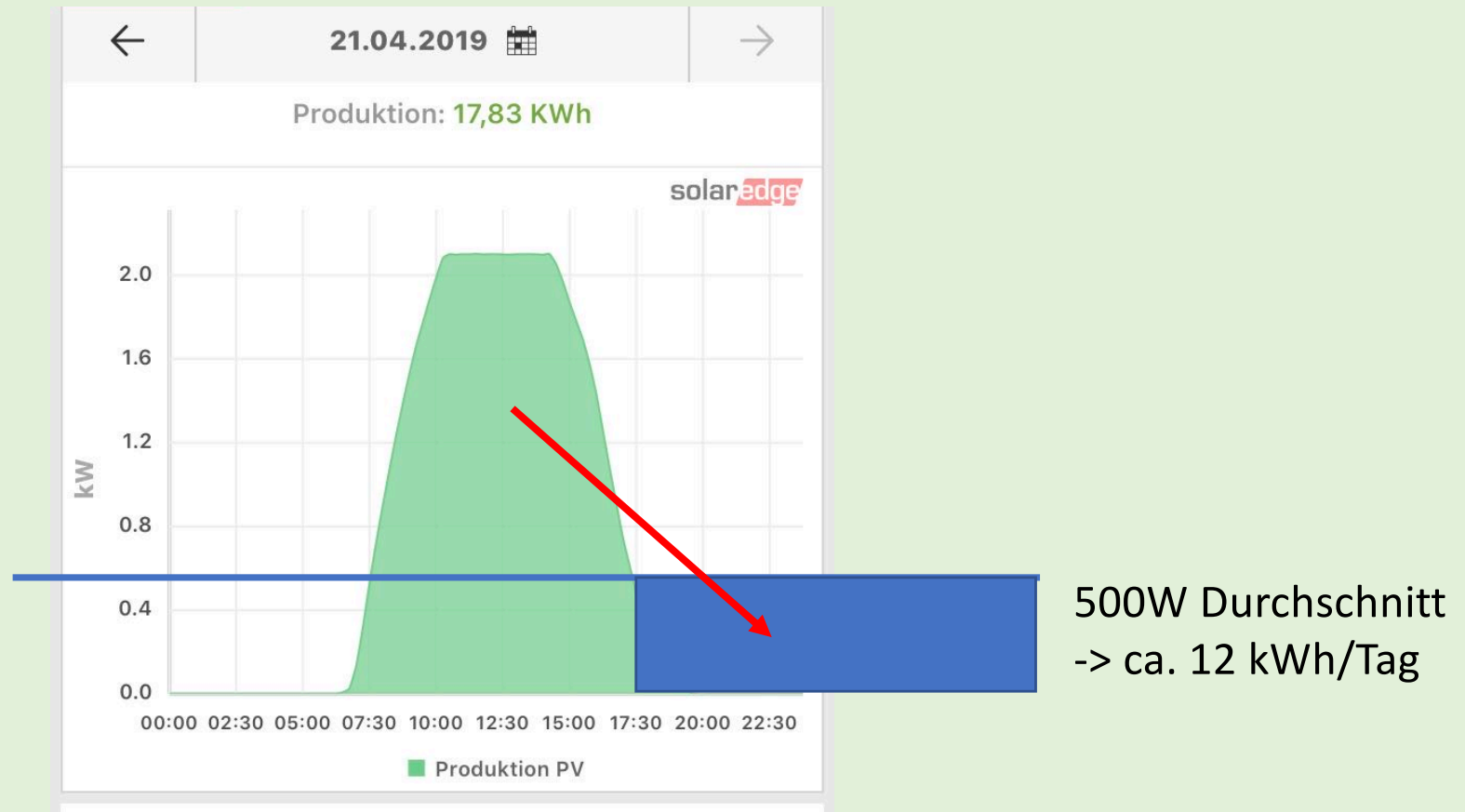
Anlagenübersicht mit Schlüsselwerten

2021	Anlage 1 3 kW_{peak}	Anlage 2 10 kW_{peak}	Anlage 3 10 kW_{peak}	Anlage 4 10 kW_{peak}
Max. eff. Leistung	2,1 kW	7 kW**	7 kW**	7 kW**
Speicherkapazität (brutto)	6,8 kWh	6,5 kWh	10 kWh	10 kWh
Wechselrichter-Leistung	1,5 kW	3 kW	10 kW	10 kW
PV Jahresproduktion	3238 kWh	9059 kWh	8250 kWh*	9721 kWh*
Individ. Jahresverbrauch	4300 kWh	4100 kWh	8700 kWh*	4472 kWh*
Einspeisung der PV	24%	62%	39% *	57% *
Eigennutzung der PV	76%	38%	61% *	43% *
Autarkiegrad	51%	75%	57% *	83% *

* Hochgerechnete Werte

** Orientierungsbedingt

Was ist der technische Effekt eines Speichers?

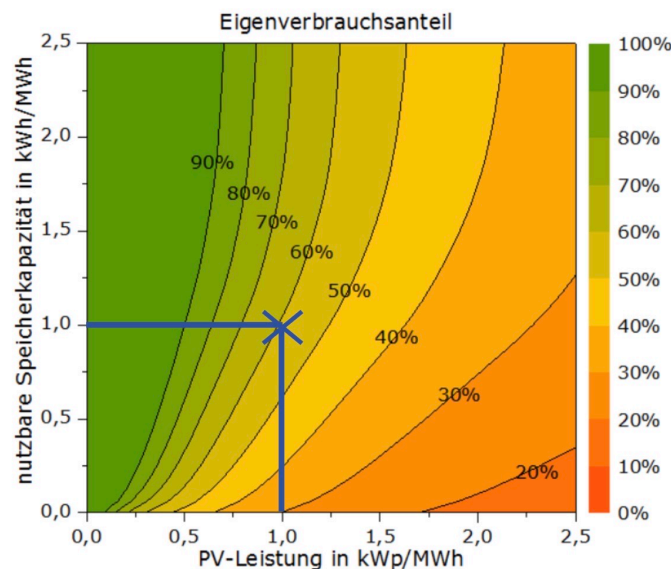


- An einem sonnigen Tag ginge der Großteil (>70%) der produzierten Leistung ohne Speicher - je nach individuellem Profil - ins Netz
- Ein Speicher verteilt den Überschuss über den restlichen Tag/Nacht

Vorteile und Größe eines Speichers

- Speicher maximieren den Verbrauchs-Anteil des selbst produzierten Stroms
- Speicher überbrücken mehrere Stunden die sonnenfreie Zeit (bei Wolken, Nacht)
- Speicher entlasten das öffentliche Netz und werden bei neuen Anlagen gefördert
- **Privater Bonus:** Manche Anlagen können als Kurzzeit-Notstromreserve bei Netzausfall dienen (Inselbetrieb)

Dimensionierung des Batteriespeichers



Faustformel
für eine eigenverbrauchsoptimierte
Auslegung

je 1 kWh Speicher-Nutzkapazität
pro 1.000 kWh Stromverbrauch
bei 1 kWp PV-Leistung

Bildquelle: HTW Berlin, Volker Quaschnig

Haus-Stromspeicher Varianten

- Stand der Technik: Lithium-Ionen Akkus
 - Gängigste, kompakte Speicherform mit gutem Wirkungsgrad, lautlos = lüfterlos
 - Ableger aus dem Automobilbereich, daher laufender Preisverfall
 - Klassische LiCoO_2 -Akkus: Sehr unterschiedlich bewertet bei Langlebigkeit (Zyklen), Umweltverträglichkeit, Sicherheit, ...
 - Mittlerweile sicherer, kompakt und skalierbar: **LiFePO₄, LFP** Lithium-Eisenphosphat-Akkumulator ohne Kobalt (siehe Wikipedia)
- Zukünftig: Redox-Brennstoffzellen/Fuel-Cell (RFC) - Speicher
 - Funktionsprinzip bekannt aus dem Kraftwerksbereich (Grid-Buffer)
 - 100% reversibles Wirkungsprinzip (sowohl Reduktion, Oxydation = Laden/Entladen)
 - Erste Groß-Geräte für Gewerbe auf dem Markt (Vanadium, Eisen, H_2 , ...)
- Realistisches Ziel für Selbstversorger im Privathaushalt:
 - **Eigenstromnutzung / Pufferung über 24 Std. Zyklus (<10kWh) machbar**
 - Mehrere Tage (Schlechtwetterperioden) werden typischerweise **nicht** abgedeckt (begrenzte Kapazität)



Förderung – aktuell für Stromspeicher in neuen PV-Anlagen

- Förderung durch Bund / Gemeinden
 - Für Stromspeicher mit > **5kWh** in neuen Anlagen ab $PV_{peak} > 5 \text{ kW}$
- Wichtig für Förderung!
 - **Checken**, ob Beratung durch einen Energie-Effizienz-Experten (EEE) erfolgen **muss** – **in dem Fall kann** nur dieser EEE KfW oder BAFA-Förderung beantragen
 - Förderanträge immer **VOR** Auftrag/Projektbeginn stellen
- https://www.energieagentur-ebe-m.de/data/dokumente/pdf-extern/Foerderkompass_2020.pdf
 - **KfW-Programm 270: Programmteil "Standard" (Seite 22)**
 - **10.000-Häuser-Programm / EnergieBonus Bayern (Seite 24)**
 - Gefördert werden Stromspeichersysteme, die in Verbindung mit neuen PV-Anlagen errichtet werden.
- https://www.energieatlas.bayern.de/buerger/10000_haeuser_programm/pvspeicher.html

Balkonsolar – auch in MFH, als Mieter!

Es geht auch kleiner, max. 600W Einspeisung

Wenig Kosten, wenig Risiko, wenig Aufwand + **Förderung in VAT**



- Senkung des Netzbezugs zur teilweisen Deckung des Eigenverbrauchs (Beitrag bis zu 600 kWh/Jahr)
- **Keine offizielle Einspeisung dank Zähler-Rücklauf Sperre -> keine Vergütung des Überschusses**
- Benötigt Zähler mit Rücklauf Sperre und lediglich eine **Anmeldung beim Netzbetreiber** und MaStR
 - <https://www.bayernwerk-netz.de/de/energie-einspeisen/ihre-anlage/sonne/steckerfertige-anlagen.html>
- **Förderung der Gemeinde VAT mit 25% der Anschaffungskosten bis zu 250€**
- Sehr gute Übersicht von der Energieagentur EBE-M vom 21.3.2021:
- <https://www.energieagentur-ebe-m.de/News/2353/Stromerzeugung-auf-dem-Balkon.html>



„Das eigene Haus als Kraftwerk“

SZ vom 16. September 2021, 10:51 Uhr



Foto: privat, E.Edelsbrunner, Feldkirchen

<https://www.sueddeutsche.de/muenchen/landkreismuenchen/feldkirchen-solarenergie-balkon-klimaschutz-1.5411222>
<https://www.Solar2030.de>

Infos zur Anmeldung + Förderung Balkonsolar

1.

Fördervoraussetzung und Förderhöhe durch Gemeinde VAT

Die Förderung ist auf alle Haushalte anwendbar, auf denen die Umsetzung eines Balkonkraftwerks technisch möglich ist. Eine rechtskonforme Ausführung wird vorausgesetzt. Die Fördersumme bezieht sich ausschließlich auf den Anschaffungspreis des Balkonkraftwerks. Alle zur Installation und Inbetriebnahme zusätzlich anfallende Kosten sind nicht förderfähig.

Förderhöhe	- 25% der Anschaffungskosten, max. 250 €
Unterlagen Antragsstellung	- Antrag auf Förderung „Balkonkraftwerk“ - Angebot eines Fachhandels - Kopie Personalausweis
Unterlagen zur Auszahlung	- Kopie der Gesamtrechnung - Verwendungsnachweis - Foto des installierten Balkonkraftwerks

Neu ab 1.1.2022

2. Meldung Bayernwerk

- <https://www.bayernwerk-netz.de/content/dam/revu-global/bayernwerk-netz/files/Energieeinspeisen/Ihre-Anlage/Sonne/20210525-anmeldung-steckerfertige-erzeugungsanlage.pdf>

3. Anmeldung Marktstammdatenregister

- <https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR>

Zusammenfassung

- PV mit Speicher zur Eigenverbrauchsoptimierung
 - Richtig dimensioniert ökonomisch und ökologisch sinnvolle Lösung
 - Größere Unabhängigkeit von der Strompreisentwicklung
 - Alles läuft wartungsfrei im Hintergrund
 - **Man schafft es 6...8 Monate im Jahr beim Strom „Selbstversorger“ zu sein**
- Voraussetzung zur Zufriedenheit / zum Erfolg:
 - PV-Modul-**Platzierung** sollte so sein, dass es zu einer möglichst über den ganzen Tag verteilten Produktion kommt.
 - Zum Verbrauchsprofil und der PV passend dimensionierter **Strom-Speicher** um die Selbstnutzung zu maximieren.
 - **Smart-User**: Angepasstes Verbrauchsverhalten, Last-Spitzen vermeiden, Verbrauchs-Timing ist (fast) alles
 - **Smart-Home**: intelligentes Last-Management inkl. Planung der hausinternen Verbraucher

In Zukunft... Handeln, Engagieren

- Egal ob Eigentümer oder Mieter: Jeder kann und sollte mit Solarenergie vom eigenen Dach/Balkon seinen Beitrag zur CO₂-Reduktion leisten!
 - Immer Bedenken: Die **gesparte** Kilowattstunde ist die **günstigste und beste** Kilowattstunde (sagt sogar der Energieversorger)
 - Auf dem Weg zur klimaneutralen Gemeinde möglichst **wenig neue** Flächen versiegeln, dafür die **vorhandenen besser** nutzen! Überall wo Licht ist, kann auch auf/an ein Gebäude ein Kollektor hin.
 - Die Energiewende plant in der Gemeinde „**Solarspaziergänge**“ anzubieten, um sich vor Ort zu informieren.
- **Einsparen statt Verbrauchen**
 - **Selbst produzieren statt einkaufen (Strom, Wärme)**
 - **Engagieren statt zusehen**
 - **Lokal: Energiewende Vaterstetten, kontakt@energiewende-vaterstetten.de**
 - **Gemeinde: Umweltmanager, tobias.aschwer@vaterstetten.de**
 - **Regional: Energieagentur Ebersberg, tobias.sassmann@ea-ebe-m.de**
- **Selber mit Spaß TEILNEHMER und MACHER der Energiewende sein**

Sonne ist überall



Unter'm Strich:
Immer ein GEWINN !!