

Photovoltaik auf dem eigenen Dach: Ein aktiver Beitrag zur Energiewende

**Ein Erfahrungsbericht mit Empfehlungen
von Volker Börkewitz, Schildgen**



Symbolbild

Warum eine Photovoltaikanlage auf dem eigenen Dach?

- Weil wir aktiv die Energiewende mit regenerativen Energien vorantreiben wollen!
- Weil wir uns unabhängiger von den Energiekonzernen machen wollen!
- Weil wir jetzt etwas zum Klimaschutz beitragen wollen und nicht erst in 10 Jahren!
- Weil sich eine Photovoltaikanlage langfristig rechnet, denn die Netzentgelte werden sehr stark steigen!
- Weil wir unser erspartes Geld besser in den Klimaschutz investieren, als uns einen SUV zu leisten, der über 60.000 Euro kostet (und wenn, dann eben nur elektrisch!)
- Weil unser Kurzstrecken E-Auto am besten über die eigene Anlage mit Sonnenenergie aufladbar ist!
- **Weil unser Beitrag die Zukunft unserer Kinder und Enkelkinder sichert**

Gesetzliche Randbedingungen / Förderungen

- Photovoltaikanlage für die Eigenstromversorgung mit Überschusseinspeisung!
- Anlage muss im Marktstammdatenregister erfasst sein, damit die Leistungen regenerativer Anlagen bekannt sind und ein Entgelt für den eingespeisten Strom gezahlt wird
- Vergütung für Solarstrom: 6,16 - 6,53 Cent/kWh je nach Gesamtzubau für Anlagen < 10 kWp (wird bei Neuanlagen auf bis zu 13 ct/kWh erhöht)
- Mehrwertsteuer muss an das Finanzamt abgeführt werden
- Gebäudeversicherung muss um die Anlage erweitert werden, um bei Sturmschaden abgesichert zu sein
- Staatliche Förderungen in der Entwicklung (Gesetzeslage nicht vor Ende 22)
- Kommunale Förderungen sehr begrenzt und zwischen den Kommunen sehr unterschiedlich

Technologien (ändert sich kontinuierlich)

Solarmodule:

- Standardmaße 1670 x 1006 mm und 1750 x 1045 mm Hausdachanlagen
- Leistungen je Modul: 290 – 425 Wp je nach Größe
- Leistungsdichte: 185 – 206 Watt/m²

Batterien:

- Lithium-Ionen Technologie: Substitution durch andere Materialien tbd
- Modulares Batteriesystem mit Batteriekapazitäten bis zu 70 kWh, für den Hausgebrauch sind 10 kWh ausreichend
- Brandrisiko: bei fachgerechter Installation gegen Null

Wechselrichter:

- Nach Anlagengröße ausgelegt, immer mit Smartmeter verwenden (steuert die Zuweisung der Solarenergie an die Verbraucher), Notstromsystem (1-phasig) oder Ersatzstromsystem (3-phasig) „WIRD IMMER WICHTIGER“

Planung einer Anlage

- Ausrichtung der Dachflächen: Süd / Süd-West / West = optimal
- Neigung der Dachflächen: 25° - 40° oder Flachdach
- Ost- und Nordausrichtung sind bei diffusem Licht noch gut (25°-30°)
- Zur Verfügung stehende Dachfläche von min. 17 m² für ca. 4000 Wp
- Geringe Verschattung durch Nachbargebäude / Bäume
- Alter der Dachdeckung: Zustand der Dachpfannen, Dachpappen
- Leerrohre für Kabelführung (innenliegend, oder an der Hausaußenwand)
- Lage von Entlüftungsrohren beachten (ggf. versetzen)
- Erstinformation über Solarpotential auf dem eigenen Dach über Solarkataster NRW (https://www.energieatlas.nrw.de/site/karte_solarkataster)
- Adresse eingeben und der Menüführung folgen (selbsterklärend)

Gestaltungsparameter

- Auf-Dach oder In-Dach Anlage
- Bei Flachdach: Gestell- oder Wannenmontage
- Anordnung: waagerecht oder senkrecht
- Zulässige Flächenlast ermitteln bei Flachdach
- Farbe der Solarzellen: Blau oder Schwarz
- Farbe der Einrahmung und Befestigung: Alu Natur oder Schwarz eloxiert
- Schalt-/ Verteilerkasten: bestehend oder neu (bei älteren Objekten immer neu) mit Zwei-Richtungs-Zähler
- Wechselrichter, Schaltschrank, Batterie in der Nähe des Hausanschlusses (Keller, Haustechnikraum)



Beispiel einer realisierten Anlage

- ⚡ **31 Solarmodule à 320 Wp* verteilt auf Süd- und Westseite des Hausdaches (Walmdach mit 35° Neigung) – Module mit 25 Jahre Leistungsgewährung bis 80% (normal)**
- ⚡ **Gesamtfläche: 51 m² - Panelgröße 1670 x 1006 mm**
- ⚡ **Theoretische Gesamtleistung: 9920 Wp* (vom Wechselrichter auf 8,5 kW begrenzt)**
- ⚡ **Modularer Batteriespeicher mit 7,68 kWh Speicherleistung über 3 Module, kann auf 10,24 kWh erweitert werden**
- ⚡ **Wechselrichter mit Smartmeter zur Fernüberwachung und Steuerung der Verbraucher (Batterie, Wärmepumpe, Wallbox, Hausverbraucher, Netzeinspeisung) *) Wp = Watt peak**



Ansicht der Auf-Dach
Anlage:
Westseite (oben)
Südseite (rechts) auf 35°
Walmdach



Anschlusssituation im Keller

Schaltschrank mit
Smartmeter

Zwei-Richtungszähler
Blitzschutz-Überspannungssicherung

KOSTAL Hybrid Wechselrichter
PLENTICORE PLUS 8.5

BYD Batterie-Speicher HVS 7,68 kWh
mit 3 Modulen



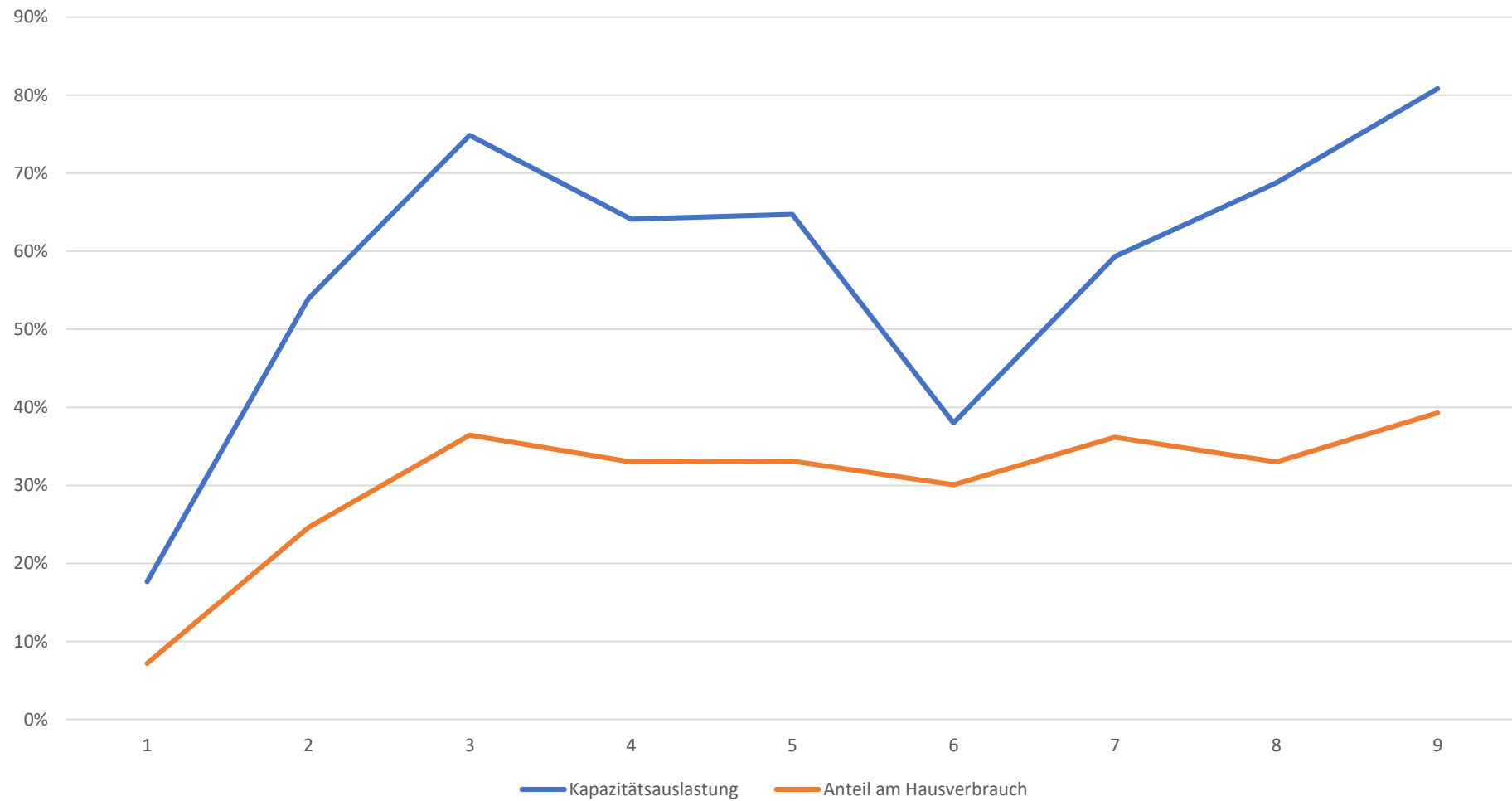
Ertrag der vorgestellten Anlage in 2021 (Stand 31.12.21)

- Erzeugte PV Leistung: **8.474 kWh** – davon:
 - Eigenverbrauch: **3.701 kWh**
 - Einspeisung: **4.613 kWh**
 - Netzbezug: **1611 kWh**
- Nutzungsgrade:
 - Autarkiegrad: **70%** - PV Nutzungsgrad: **46%**
 - Batterieauslastung: **15 – 85%**
- Erträge / Einsparungen:
 - Gesamtertrag (Vergütung + eingesparter Netzstrom - Netzbezug): **846 €**
 - Ohne Batterie hätte der Ertrag nur 270 € betragen (Nettobeträge)
 - CO₂ Einsparung: **5,8 Tonnen**
Sonnenstunden 2021: 1.535 h – zum Vergleich 2018: 1.900 h – Durchschnitt 1650 h über 7 Jahre

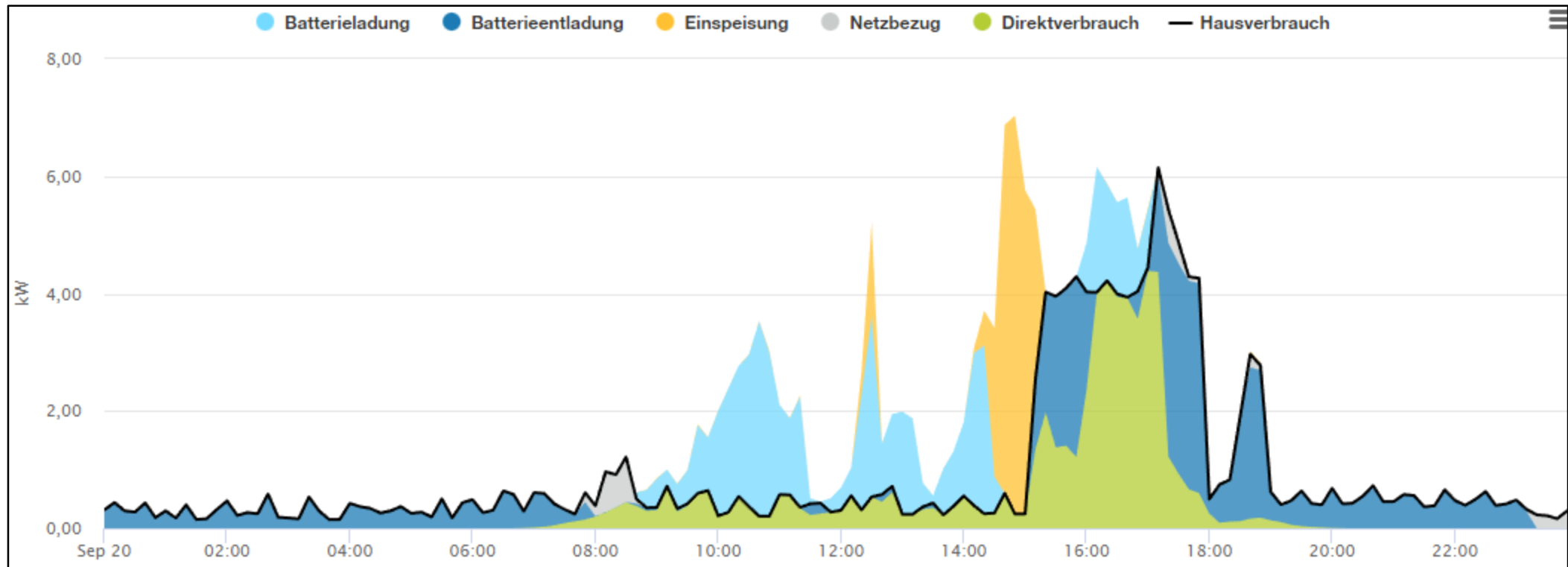
Vergleich der Daten 2021 und 2022 Jan. – Sept.

	2021	Anteile	2022	Anteile	Differenz
Ertrag	7.684 kWh	90 %	8.944 kWh	100 %	+ 16,4 %
Hausverbrauch	3.861 kWh	50 % (73%)	3.897 kWh	35 %	+ < 1 %
Einspeisung	4.458 kWh	50 %	5.811 kWh	65 %	+ 30 %
PV Nutzung am Verbrauch	1.814 kWh	47 %	1.882 kWh	48 %	+ 3,7 %
Batterienutzung am Verbrauch	1.277 kWh	33 %	1.156 kWh	30 %	- 9,5 %
Netzbezug am Verbrauch	711 kWh	20 %	865 kWh	22 %	+ 21,6 %
CO ₂ Einsparung	5,28 to		6,17 to		+ 16,8 %
Sonnenstunden	1.337 h		1.721 h		+ 31 %
Autarkiegrad	82 %		81 %		
Nutzungsgrad Batterie	64 %	Ohne Batterie ↓	58 %	Ohne Batterie ↓	
Geldwerter Vorteil	885 € (846€)	415 €	978 €	595 €	

Batterieauslastung je Monat gemittelt (Kapazität = 7,25 kWh = 95%)

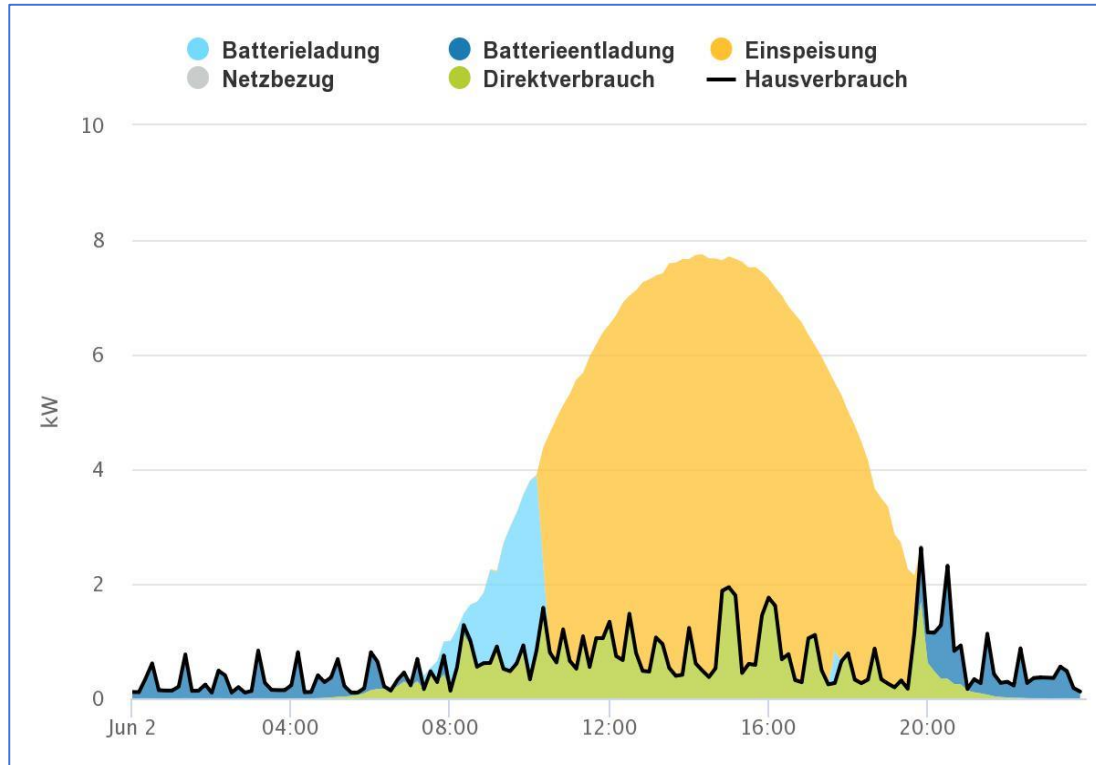


Beispiel für hohe Batterienutzung



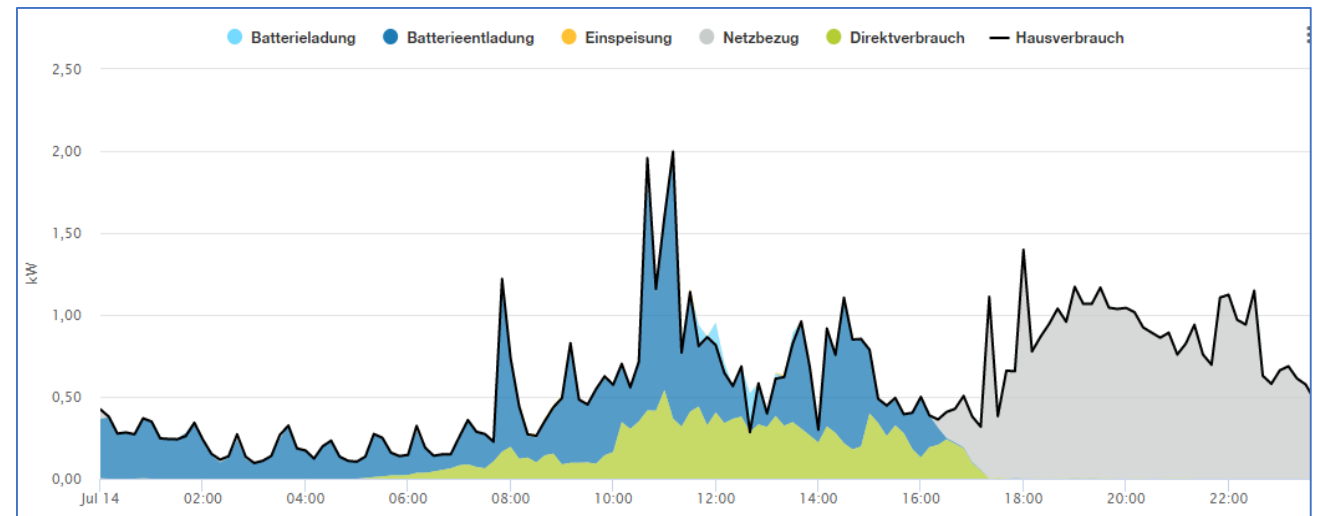
**Ertrag: 26 kWh Verbrauch 23 kWh am 20.09.2022 (Netz = 0,93 kWh)
96% Autarkie - 152% Kapazitätsnutzung der Batterie (entladen auf 5%)**

Beispiele für sonnigen und ganz trüben Tag

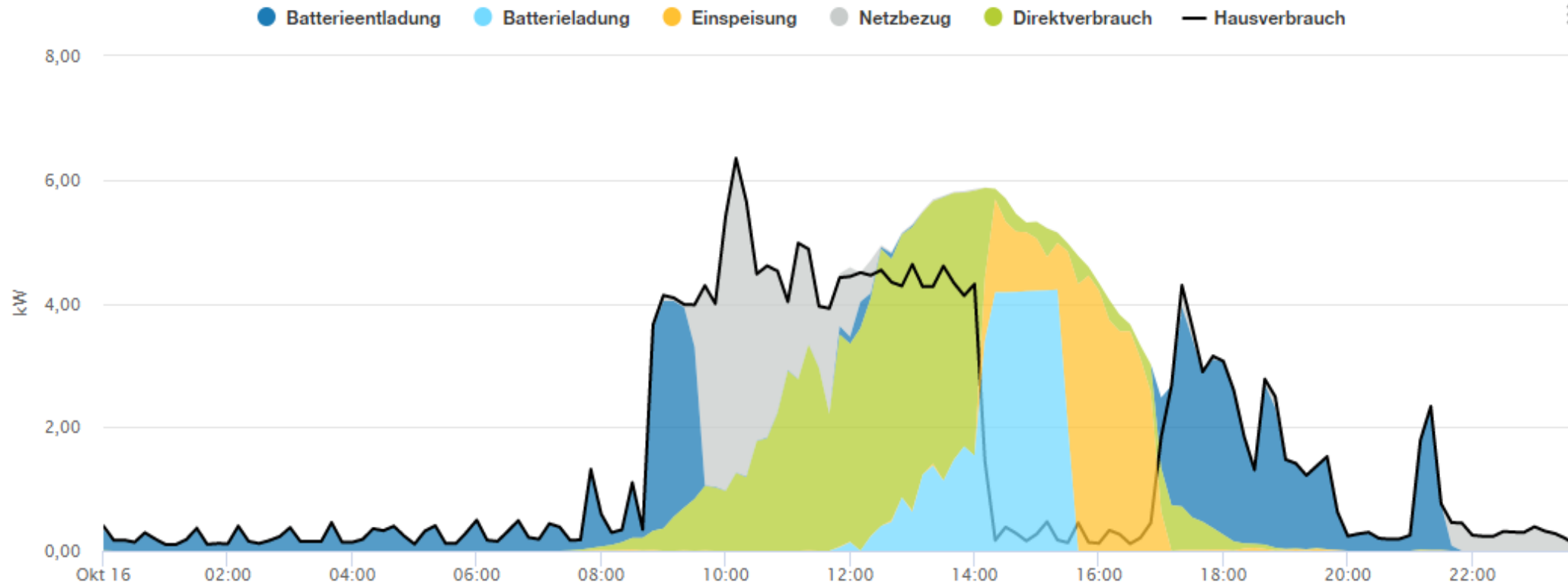


Links: 02. Juni: 65 kWh Ertrag

Unten: 14. Juli (Unwetter): 2,73 kWh

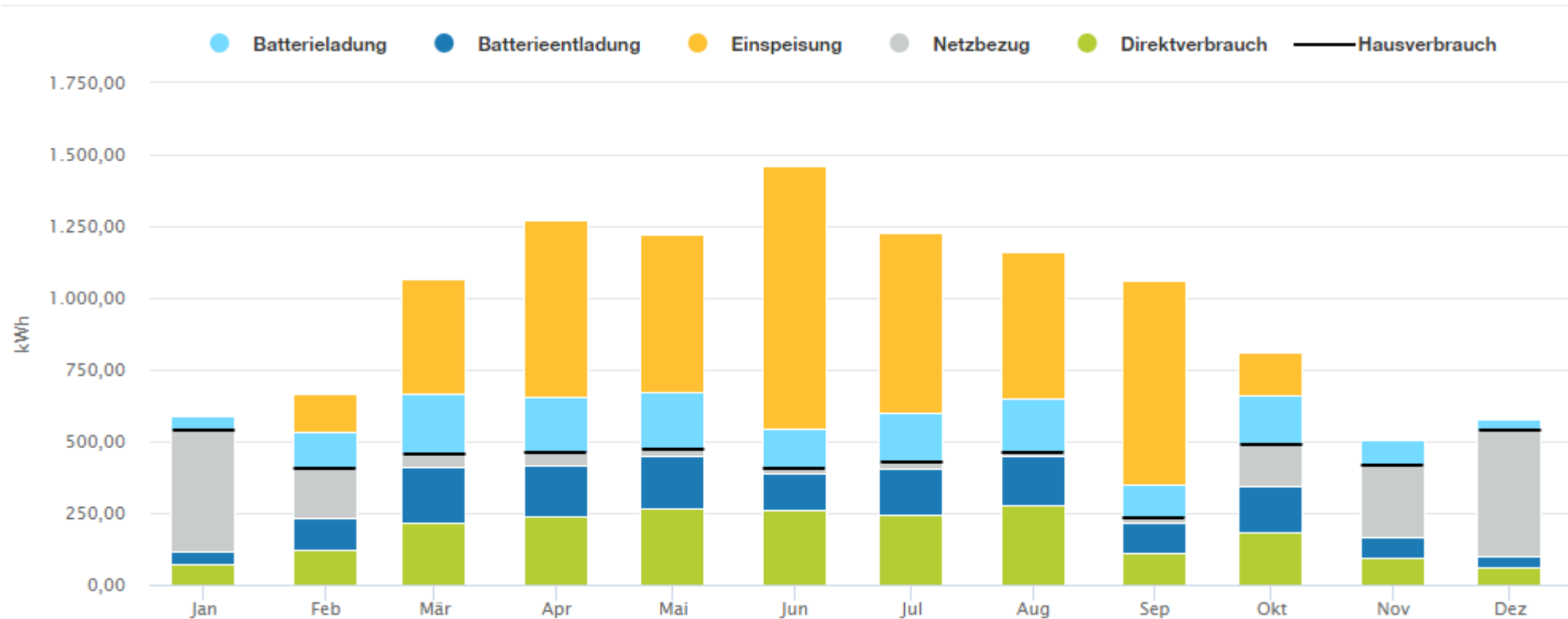


Beispiel für starke Verbraucher



**16.10.2021: PV = 30,55 kWh – Verbrauch = 35,62 kWh – davon aus PV 16 /
Netz 7,5 / Batterie 12,13 kWh – Autarkiegrad: 79%
Für: E-Auto laden und Sauna aufheizen**

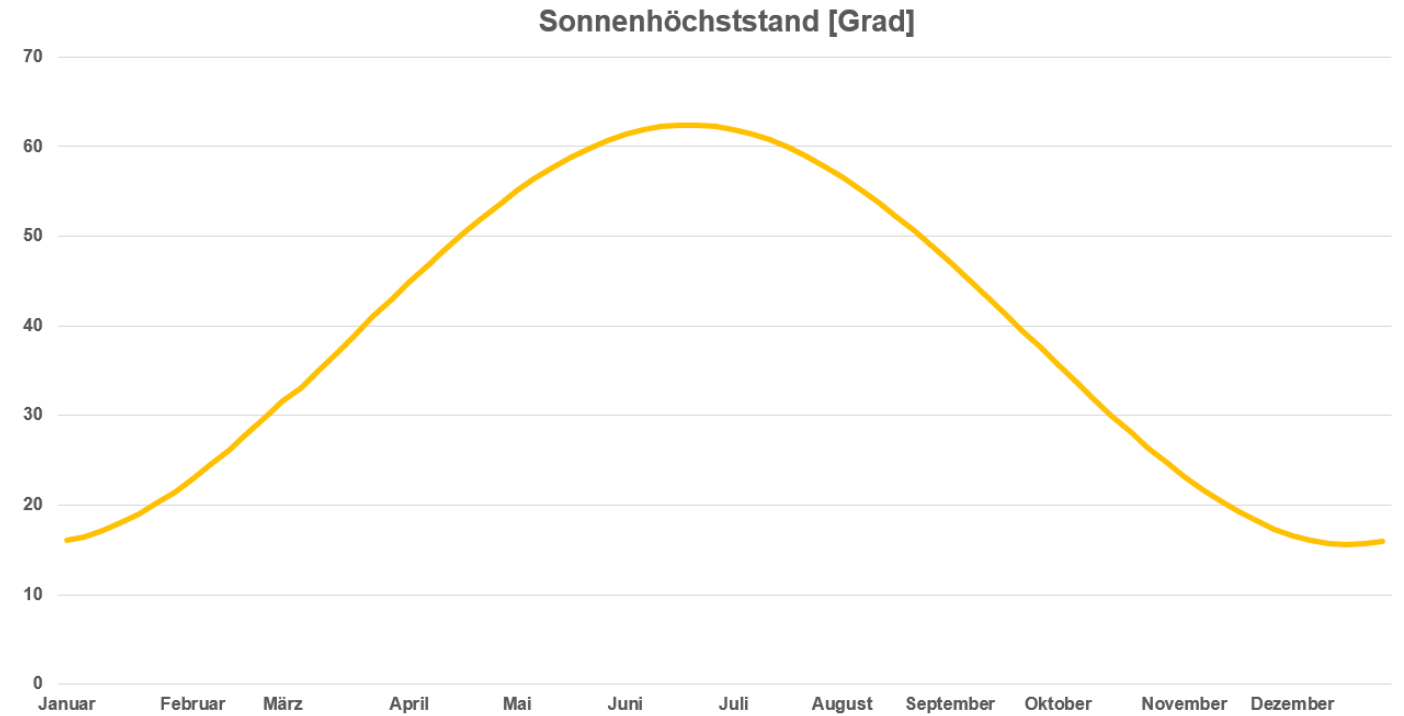
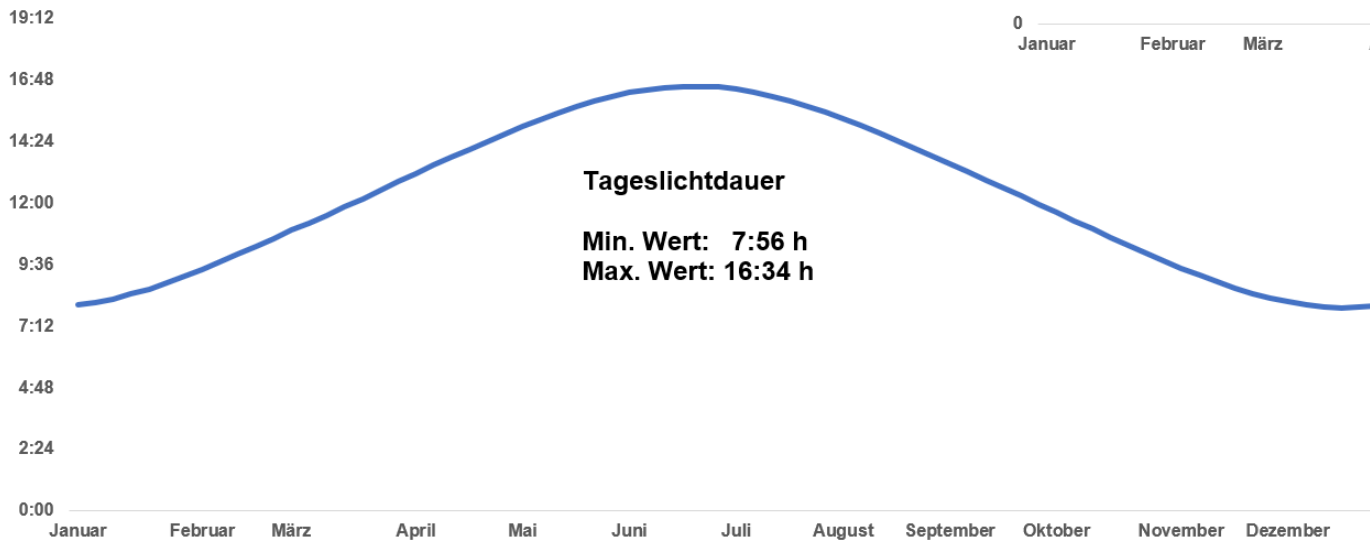
Verlauf von Ertrag und Verbrauch in 2021



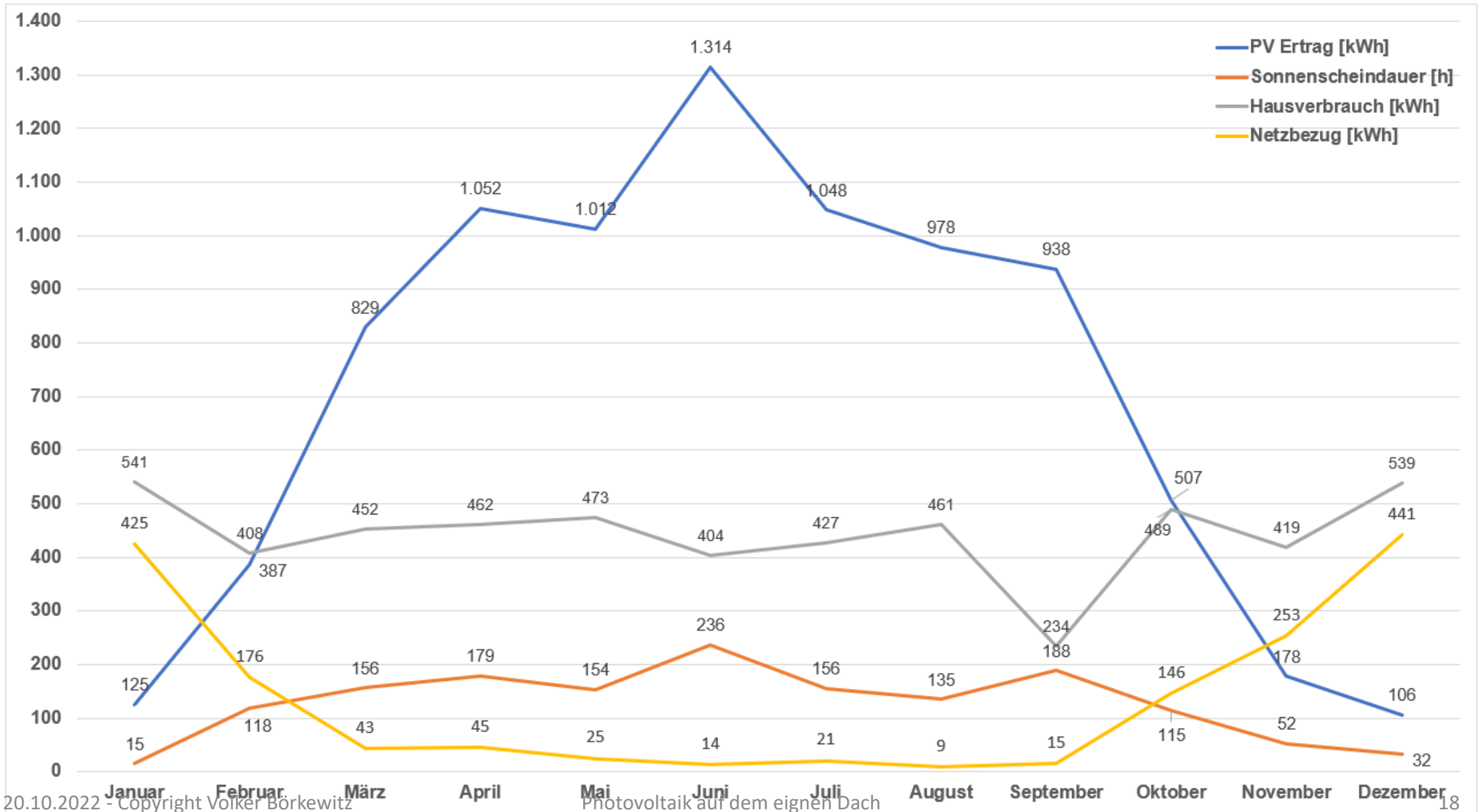
Autarkie [%]

21,5	58,8	90,8	90,3	94,8	96,6	95	98,1	93,8	70,8	40	18
------	------	------	------	------	------	----	------	------	------	----	----

Die Naturgesetze



PV Ertrag und Sonnenscheindauer



Wirtschaftlichkeitsrechnung aus dem Solarkataster

Eine Wirtschaftlichkeitsrechnung in 2021 mit den Investitionskosten von 2020 und den Entgelten für Einspeisung und Netzbezug konnte mit gewissen Annahmen noch eine Amortisationszeit von 13 Jahren ergeben mit einem Reingewinn nach 20 Jahren von ca. 20 T Euro.

In 2022 wird diese Rechnung obsolet, es kann sogar sein, dass nach 20 Jahren noch kein Gewinn aus der Anlage erwirtschaftet wird.

Daher sind Rechnungen dieser Art nach heutigen Maßstäben unseriös, wenn damit eine kurze und gewinnbringende Amortisation nachgewiesen werden soll, um den Interessenten zum Kauf einer Anlage zu überzeugen!

Das Autarkie versus Einspeise-Dilemma (pro Jahr)

- 👍 Hoher Autarkiegrad erwünscht: > 70%
- 👍 Mehr Eigenstrom – weniger Einspeisestrom
- 👍 Auf zukünftigen Mehrverbrauch ausgerichtet: E-Auto & Wärmepumpe
- 👍 Mit Smarttechnologie den Zeitpunkt des Verbrauchs mit der Solarenergie steuern
- 👎 Im Winter (11-2) höherer Hausverbrauch – wenig Solarenergie
- 👎 Im Winter wird die Batterie nie voll
- 👎 Im Sommer geringerer Hausverbrauch, ab März viel Solarenergie
- 👎 Im Sommer Urlaubszeit – Nur Grundlast (2-5 kWh/Tag), Rest Einspeisen
- 👎 Wer ab November seine Zeit auf z.B. den Kanaren verbringt, erreicht im Winter einen hohen Autarkiegrad! Aber: Wo bleibt da die Klimaneutralität?

Optimale Anlagengröße

- **10 kW peak Gesamtleistung** sind für den Eigenbedarf i.d.R. ausreichend
- **Hoher Eigenverbrauch > 50%**
- **Auf zukünftigen Hausverbrauch ausgelegt**, z.B. Laden eines E-Autos
- **Hohen Autarkiegrad mit Batterie anstreben > 60% - 80% / a**
- **Batteriekapazität = Anlagenleistung (10 kWp = 10 kWh Batterie)**
- **Je höher der Hausverbrauch und je höher die Netzentgelte/kWh desto kürzer die Amortisationszeit**
- **Amortisation < 10 Jahre ist unrealistisch, 13 bis 15 Jahre waren zu Beginn 2022 noch gut, heute eher nicht mehr möglich**
- **Private PV-Anlage = Liebhaberei bei 20.000 – 30.000 Euro Investition**
- **SUV = Liebhaberei bei gleicher Mehrinvestition gegenüber einem Mittelklasse- oder Kleinwagen**

Verbrauchsmanagement - Verhaltensanpassung

- **Spitzenverbraucher:** Wasch-/Spülmaschine, Trockner, Küchengeräte mit Wärmeerzeugung (Herd, Ofen, Toaster, Wasserkocher, etc.)
- **Dauerverbraucher:** Kühlgeräte, Heizungen, Pumpen, Steuersysteme
- **Kleinverbraucher:** Licht, Mediengeräte (einschl. Stand-By Betrieb)
- **Intelligente Verbrauchssteuerung:**
 - Wenn Sonne scheint und Batterie voll: „Waschen, Kochen, Bügeln“
 - Zeitdefinierter Betrieb (Wasch-/Spülmaschine mit Zeitvorwahl)
 - Smart Technologie – Steuerung über Internet und Smartphone
- **Verbrauch reduzieren:** Schwimmbad, Sauna
- **Verbrauch optimieren:** E-Auto immer nachladen, wenn noch $\frac{1}{2}$ volle Batterie
- **Spitzenverbrauch über 8,5 - 10 KW** wird aus dem Netz unterstützt (abhängig von der Kapazität des Wechselrichters)
- **Batterieladung/-entladung** ist auf eine max. Leistungsaufnahme/-abgabe begrenzt, je nach Systemanbieter

Was machen mit dem überschüssigen Strom

Mit überschüssigem Strom, wenn die Batterie voll ist, kann man

- Das E-Auto aufladen
- Einen Warmwasserspeicher beheizen (im Wechsel mit z.B. einer Gastherme)
- Eine elektrische Fußbodenheizung im Bad speisen (kein Thema bei 400 – 600 Watt Leistung)
- Tagsüber die Sauna aufheizen, um am frühen Abend zu schwitzen
- Und dann noch für 6,4 Cent/kWh einspeisen

Oder auch im Winter, wenn genügend Energie zur Verfügung steht, eine Wärmepumpe betreiben.

Aber: Der Energiebedarf einer Wärmepumpe wird überwiegend aus dem Netz gedeckt!

E-Auto mit Sonnenstrom laden – CO₂ Gewinn

- Fahrzeug für Kurzstrecken: max. 150 Km / Tag
- Fahrzeug zu Hause über Wallbox laden
- Wallbox lädt mit max. 11 kW, kleine Fahrzeuge lassen weniger Ladeleistung zu
- Wallbox kann so programmiert werden, dass nur mit Überschussstrom geladen wird
- Verbrauch sollte max. 13 kWh / 100 km betragen
- Bei ca. 10.000 Jahresfahrleistung im Kurzstreckenbereich werden 1.300 bis 1.500 kWh benötigt
- Mit Eigenstrom können ca. 70% durch Sonnenenergie gedeckt werden (910 – 1050 kWh) – Rest unterwegs bzw. mit Netzstrom

Und da wäre dann noch ... Netzausfall ☹️💣✂️🔴

- Frage: Kann ich bei einem Netzausfall autark den Sonnenstrom aus meiner Anlage nutzen?
- Antwort **NEIN**: Netzausfall = Totalausfall
- Die Anlage braucht die Netzfrequenz, muss also mit min. 50 Hertz getaktet werden
- **Abhilfe**: Die Anlage (nur mit Batterie) muß mit einem s.g. Notstrom- oder Ersatzstromsystem ausgerüstet sein, welches den Wechselrichter vom Netz trennt und seine eigene Netzfrequenz erzeugt für die Umwandlung von Gleich- in Wechselspannung. Es gibt 1-Phasen und 3-Phasen Systeme, wobei nur 3-Phasen System vom Netzanschluss zu trennen sind.
- Diese technische Vorrichtung bieten zur Zeit die Systemanbieter Fronius, RCT, E3DC oder auch Sungrow an.

Empfehlungen und Ausblick

- Installation wird ab einer erwarteten Jahresleistung über 4.000 kWh empfohlen
- Batteriespeicher ist immer zu empfehlen, dadurch erhöht sich der Eigenverbrauchsanteil
- Modularität des Batteriespeichers ist sinnvoll, da nach Bedarf erweiterbar
- Wechselrichter sollten ein erweiterbares Energiemanagementsystem haben, mit Smart Technologie (Internet)
- Rheinisch-Bergischer Kreis Förderung Photovoltaik: Gesamtpreis von unter 10.000 € mit 10% und bei über 10.000 € pauschal 1.000 € <https://www.rbk-direkt.de/solarfoerderung-auf-dem-weg-zum-solarkreis.aspx>
- Förderung Batterie in NRW Stand 1. April 2022: der Fördertopf ist leer, Batterien in privaten PV-Anlagen werden nicht mehr gefördert
- Umsatzsteuer: Anlagen unter 10 kWp können beim Finanzamt als „Liebhaberei“ angegeben werden. Dadurch entfällt Vorsteuer, abgerechnet wird am Ende des Jahres (nur Mwst.) – Schreiben des BmF. an die Finanzbehörden der Länder vom 29.10.2021, keine Gewinn-Verlustrechnung möglich.
- **Das Finanzministerium in Berlin arbeitet an einer Vereinfachung der Steuer für PV-Anlagen**

Weitere Vorhaben der Bundesregierung

Die im EEG 2023 festgelegten Vergütungen wurden soeben von der EU-Kommission genehmigt und sind somit ab 30.7.2022 gültig für alle Anlagen, die in 2022 folgende in Betrieb genommen werden!

1. Anlagen, die in 2022 für den Eigenbedarf in Betrieb genommen bzw. dem Netzbetreiber angemeldet wurden: Bis 10kW 8,2 ct/kWh – über 10kW 7,1 ct/kWh
2. Anlagen, mit denen ein Volleinspeisung betrieben wird: Bis 10KWp 13ct/kWh, über 10kW 10,9 ct/kWh
3. Insgesamt enthält der „Entwurf eines Gesetzes zu Sofortmaßnahmen für einen beschleunigten Ausbau der erneuerbaren Energien und weiteren Maßnahmen im Stromsektor“ **322 Seiten**, die genau analysiert werden müssen auf Änderungen im privaten Bereich der PV-Anlagen. Dazu gehören auch Bürgerinitiativen zur gemeinschaftlichen Stromerzeugung und Verteilung durch Solaranlagen.

**Let the sun shine on
your roof**