Einsatz eines Speichers

Im Rahmen einer privaten PV-Anlage

Rheda-Wiedenbrück, 10.04.2025

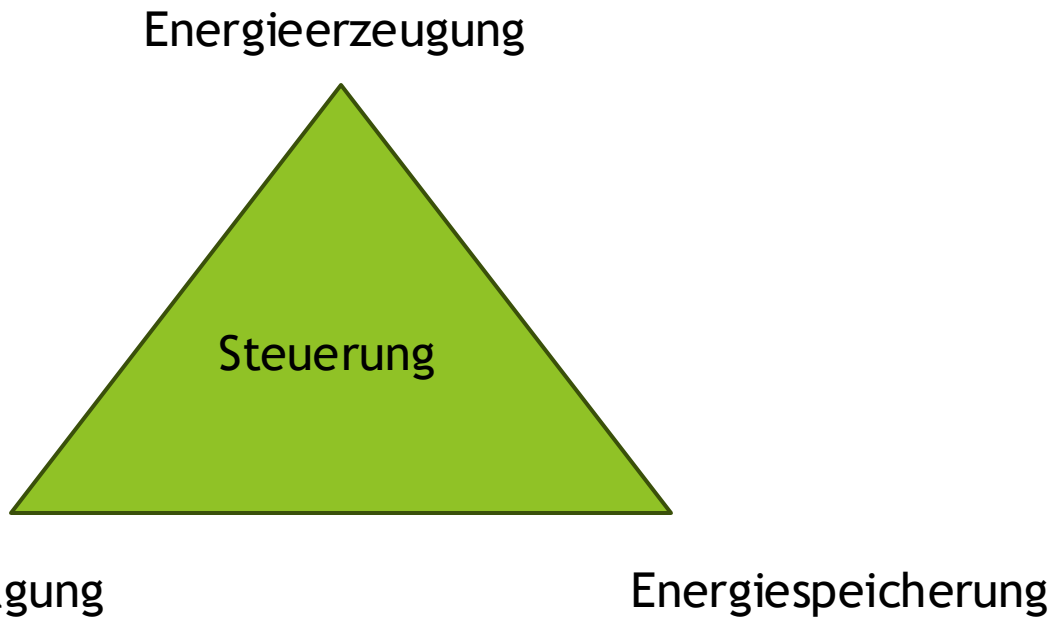
Vorstellung Referent

- Andreas Kruse
- 59 Jahre alt
- Keine beruflichen Kontakte mit der Photovoltaik
- Studium der Elektrotechnik und der Betriebswirtschaftslehre
- Seit vielen Jahren Interesse an Themen der erneuerbaren Energien
- Seit 2023 Betreiber einer eigenen PV-Anlage mit Speicher
- Seit 2024 Mitglied der BEG33

Gliederung des Vortrags

- Einordnung Speicher als Bestandteil der Energieversorgung
- Arten von Speichern
- Sinnvolle Dimensionierung eines Batteriespeichers als Bestandteil einer PV-Anlage für den privaten Bereich (z.B. für ein Einfamilienhaus)
- Sinnvolles und insbesondere Netzdienliches Batteriemanagement
- Beantwortung von Fragen und Diskussion

Bestandteile der Energieversorgung



Erneuerbare Energien stehen weder zeitlich noch räumlich konstant zur Verfügung. Daher sind die Anforderungen sowohl an die Übertragungsnetze als auch an die Speicherung deutlich gestiegen. Durch Wärmepumpen und E-Autos steigt zusätzlich der Strombedarf.

Arten von Speichern

Strukturierung und Einordnung

Arten von Speichern für elektrische Energie, z.B. aus einer PV-Anlage

- Kurzzeitspeicher
  - Batterie im Haus oder ggf. im Auto (bidirektionales Laden)
  - Thermische Speicherung (z.B. Wassertank für Warmwasser oder für Heizung)
  - Gewerbliche Speicher (Großbatterien)

- Langzeitspeicher/Saisonspeicher
  - Pumpspeicherkraftwerke
  - Umwandlung Strom in Wasserstoff. (Elektrolyse)
  - Weitere Verfahren in Entwicklung (Redox-Flow Batterien, thermische Speicherung)

Lithium-Eisenphosphat Speicher (Li-FePO4) sind Stand der Technik

- **Hohe Sicherheit:** obwohl sie auch mit Lithium und brennbarem Elektrolyt befüllt sind, stecken sie hohe Temperaturen, Überladen, Kurzschlüsse und mechanische Beschädigungen deutlich besser weg.

- Die Gefahr der Überhitzung einer Zelle, die bei genau solchen Ereignissen entsteht und die zu einem sich selbst verstärkenden, Wärme produzierenden Prozess (thermisches Durchgehen) führen kann, ist bei Lithium-Eisenphosphat-Zellen deutlich geringer.

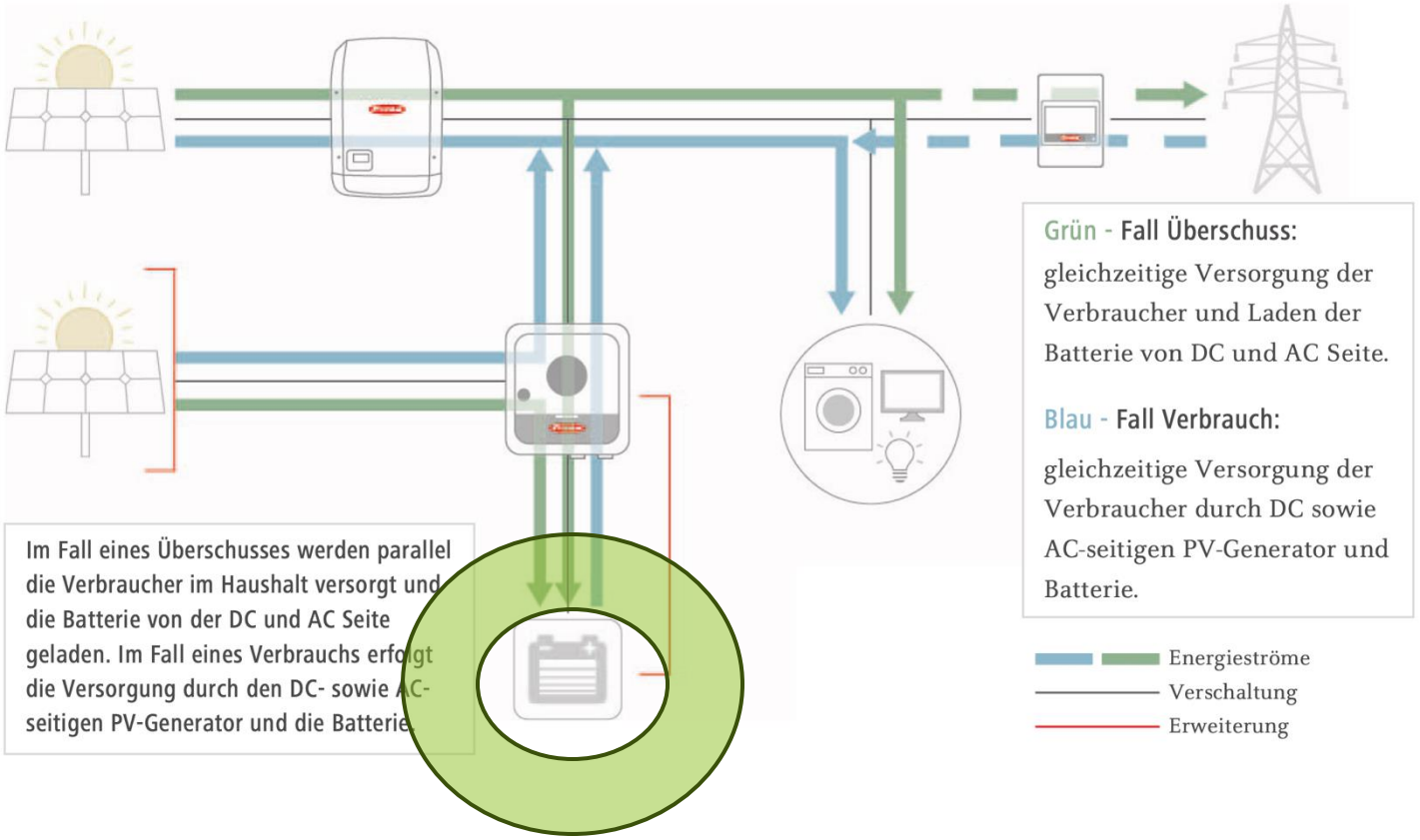
- gegenüber klassischen Lithium-Ionen-Akkus haben Lithium-Eisenphosphat Akkus den Nachteil einer deutlich geringeren Energiedichte.

- Quelle: https://accundu.de

Sinnvolle Dimensionierung eines Batteriespeichers

Am Beispiel einer Anlage in/auf einem Einfamilienhaus

Batteriespeicher als Bestandteil einer PV-Anlage



Quelle: Fronius Webseite

Lohnt sich ein Speicher überhaupt ?

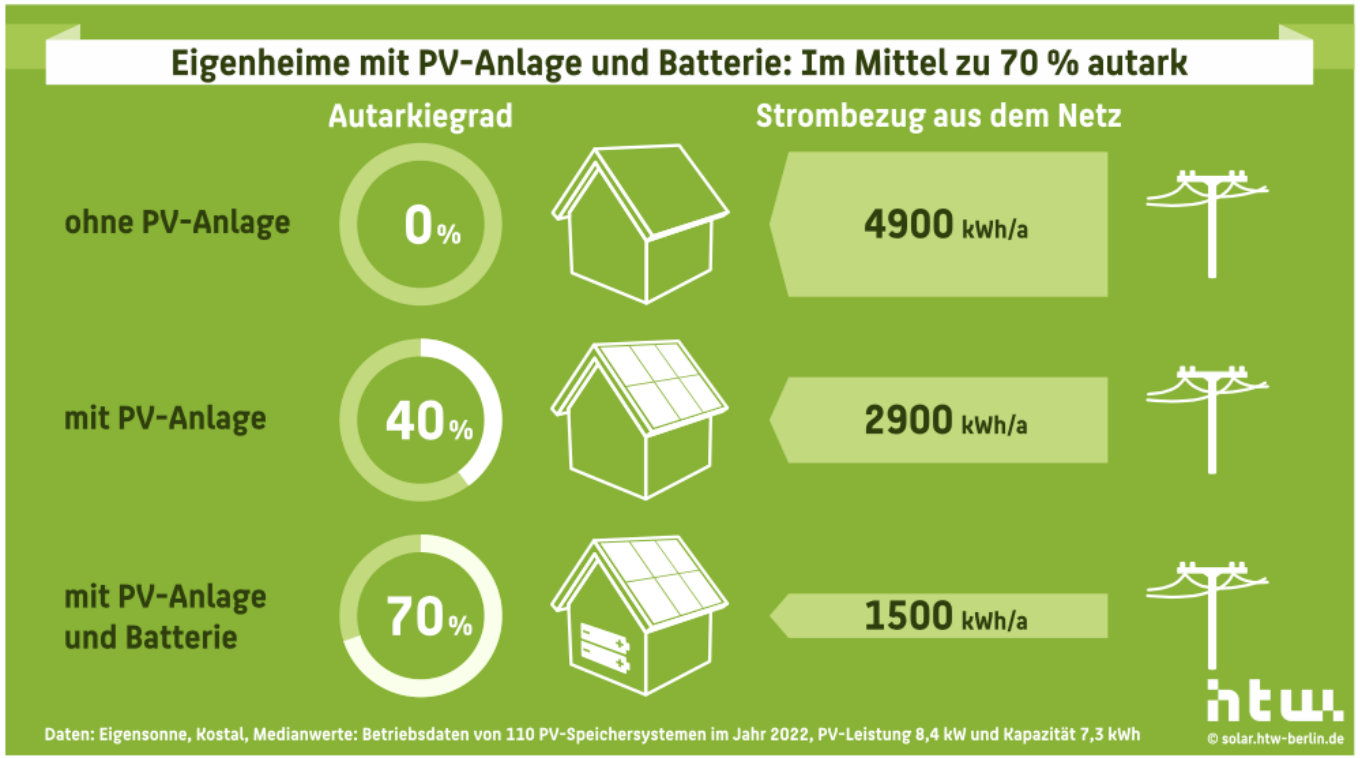
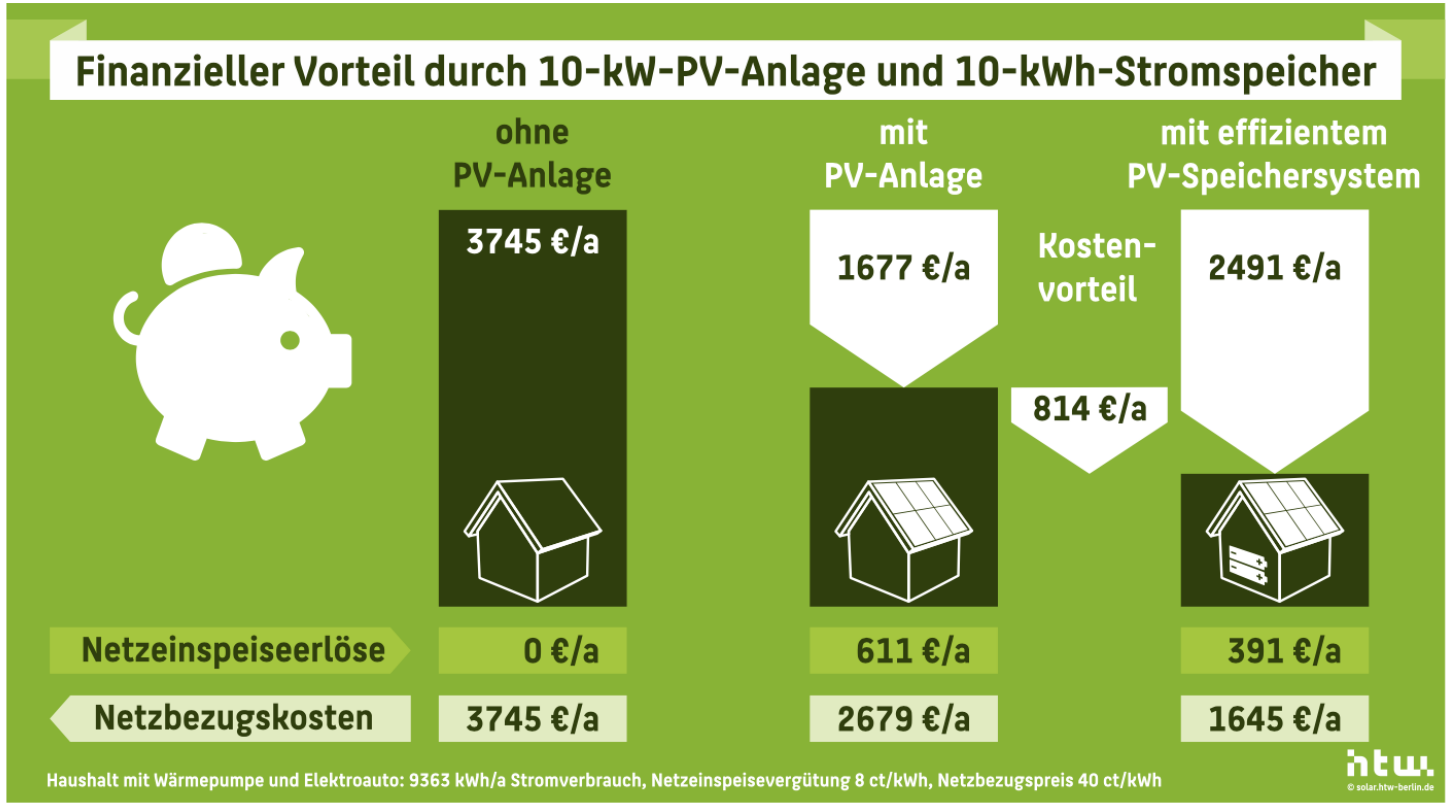


Bild 6 Einfamilienhaushalte mit PV-Anlage und Batteriespeicher erreichen im Mittel einen Autarkiegrad von 70 % und können den Netzbezug durchschnittlich um 3400 kWh/a reduzieren (Daten: Eigensonne und Kostal).

Quelle: HTW-Stromspeicher Inspektion 2024
Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin

Beispielrechnung



Quelle: HTW-Stromspeicher Inspektion 2025
Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin

- **Voraussetzung: Die Anlage muss richtig dimensioniert sein !**

Die Größe der PV-Anlage muss ausreichen

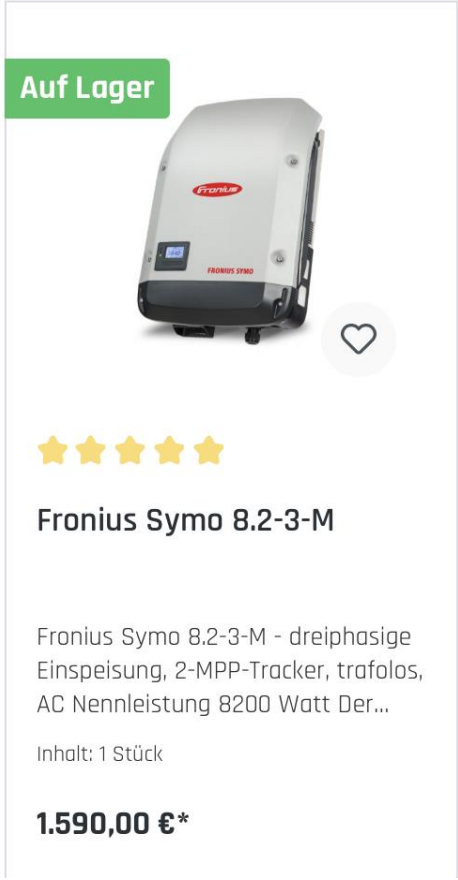
Bei kleinen Photovoltaik-Anlagen sollte die Speicherkapazität der Batterie in Kilowattstunden nicht viel größer sein als die Leistung der Anlagen in Kilowatt.
Quelle: Verbraucherzentrale

Realistische Beispiele für einen Privathaushalt

PV-Module 8 kWp und Wechselrichter 8 kWp
Speichergröße zwischen 5 kWh und 10 kWh

Große Balkonanlage mit Speicher
1800 Watt PV mit 800 Watt Wechselrichter und 2 kWh Speicher

Man kann nicht an jeden Wechselrichter eine Batterie anschließen.



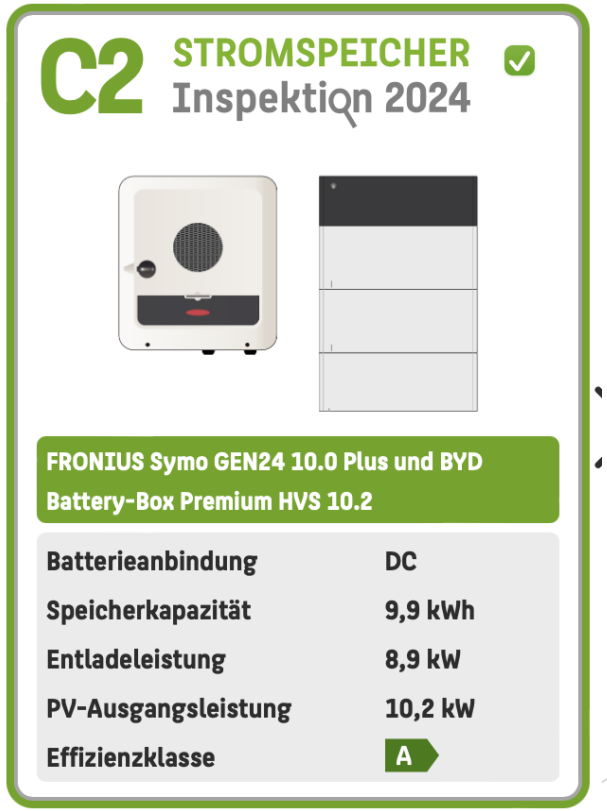
Quelle: https://www.photovoltaik4all.de/fronius-wechselrichter

Weitere Hinweise

Ein Stromspeicher muss immer im Umfeld der Anlage, insbesondere in der Zusammenarbeit mit einem passenden Wechselrichter ausgewählt werden.

Tipp:

Jährliche Stromspeicherinspektion HTW Berlin



- Forschungsgruppe Solarspeichersysteme
- Hochschule für Technik und Wirtschaft HTW Berlin, 01/2024

Kosten eines Batteriespeichers

BYD B-BOX HVS 5.1

★★★★★

Lieferzeit: 14-20 Werktage

2.297,00 €
inkl. 0 % MwSt.

BYD B-BOX HVS 7.7

★★★★★

Lieferzeit: 14-20 Werktage

3.209,00 €
inkl. 0 % MwSt.

BYD B-BOX HVS 10.2

★★★★★

Lieferzeit: 14-20 Werktage

4.079,00 €
inkl. 0 % MwSt.

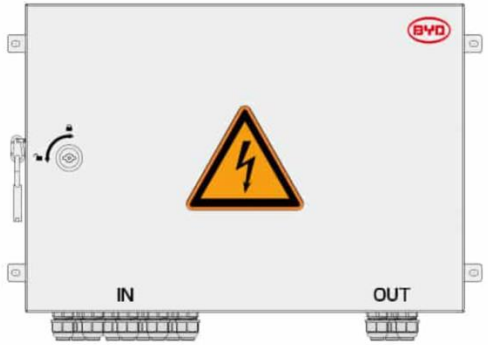
Beispiel aus Internet am 03.01.2025
Kosten ohne Anschluss und Anschlussmaterial und ohne Mehrkosten für den aufwendigeren Wechselrichter (Hybrid-Wechselrichter)

So sieht es dann im Keller aus…

Quelle: eigenes Foto

Vorsicht Kostenfalle

- Bei der Erweiterung eines Speichers fallen neben den Kosten für einen weiteren Speicher häufig auch weitere Kosten an.



BYD B-Box Premium HV Combiner Box HVS / HVM

★★★★★ (7 Kundenbewertungen)

348,33 €

inkl. 0 % MwSt.

0% Umsatzsteuer für Kunden aus AT*. Mehr Informationen.
*bei Vorliegen bestimmter Voraussetzungen – Auswahlmöglichkeit an der Shop-Kasse

0% Umsatzsteuer für Kunden aus DE. Mehr Informationen.

Kostenloser Versand innerhalb der EU

Elektriker, Solarteur-Fachbetrieb oder Autohaus?
Registriere dich in unserem B2B-Großhandel!

Lieferzeit: 7-10 Werktage

- 1 + IN DEN WARENKORB

Anschlusskabelset Speicher 3m

Elektriker, Solarteur-Fachbetrieb oder Autohaus?
Registriere dich in unserem B2B-Großhandel!

Für 90,83 € inkl. 0 % MwSt. hinzufügen

Wichtig zu wissen. Bei Be- und Entladen entstehen Verluste von ca. 10%

	Energie in Batterie gespeichert (kWh)	Energie aus Batterie bezogen (kWh)
August 2024	125,50	110,25
September 2024	140,19	124,98
Oktober 2024	161,76	152,64
Summe (kWh)	427,45	387,87
	Differenz (kWh)	39,58
	Differenz (%)	9,3%

Quelle: eigene Daten.
Übersicht enthält auch Verluste durch Wechselrichter etc., nicht nur der Batterie.
Batteriewirkungsgrad laut BYD-Datenblatt >= 96%.

Abdeckung des Verbrauchs in der Nacht

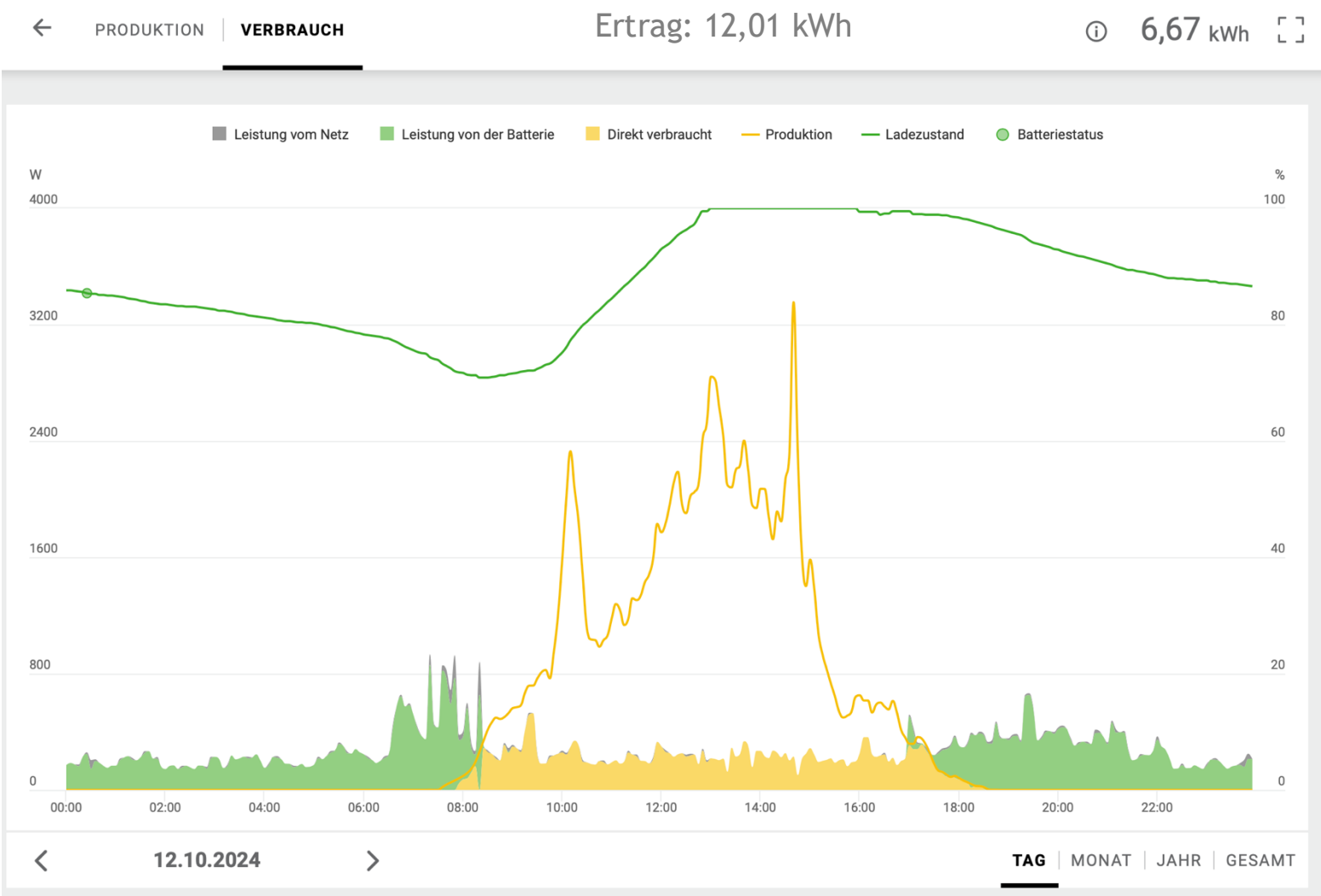
- Sinn und Zweck eines Batteriespeichers ist es, den Solarstrom tagsüber für den Abend und die Nacht zu speichern. Richtig dimensioniert ist die Batterie, wenn sie den durchschnittlichen Stromverbrauch zwischen abends und morgens abdeckt. Quelle: Verbraucherzentrale

Über Nacht	14.07.24	14.08.24	14.09.24	14.10.24
Nettobedarf	2,53	3,10	3,33	5,63
zzgl. 5% Restspeicher	2,65	3,26	3,5	5,91
zzgl. 10% Verlust	2,92	3,59	3,85	6,5

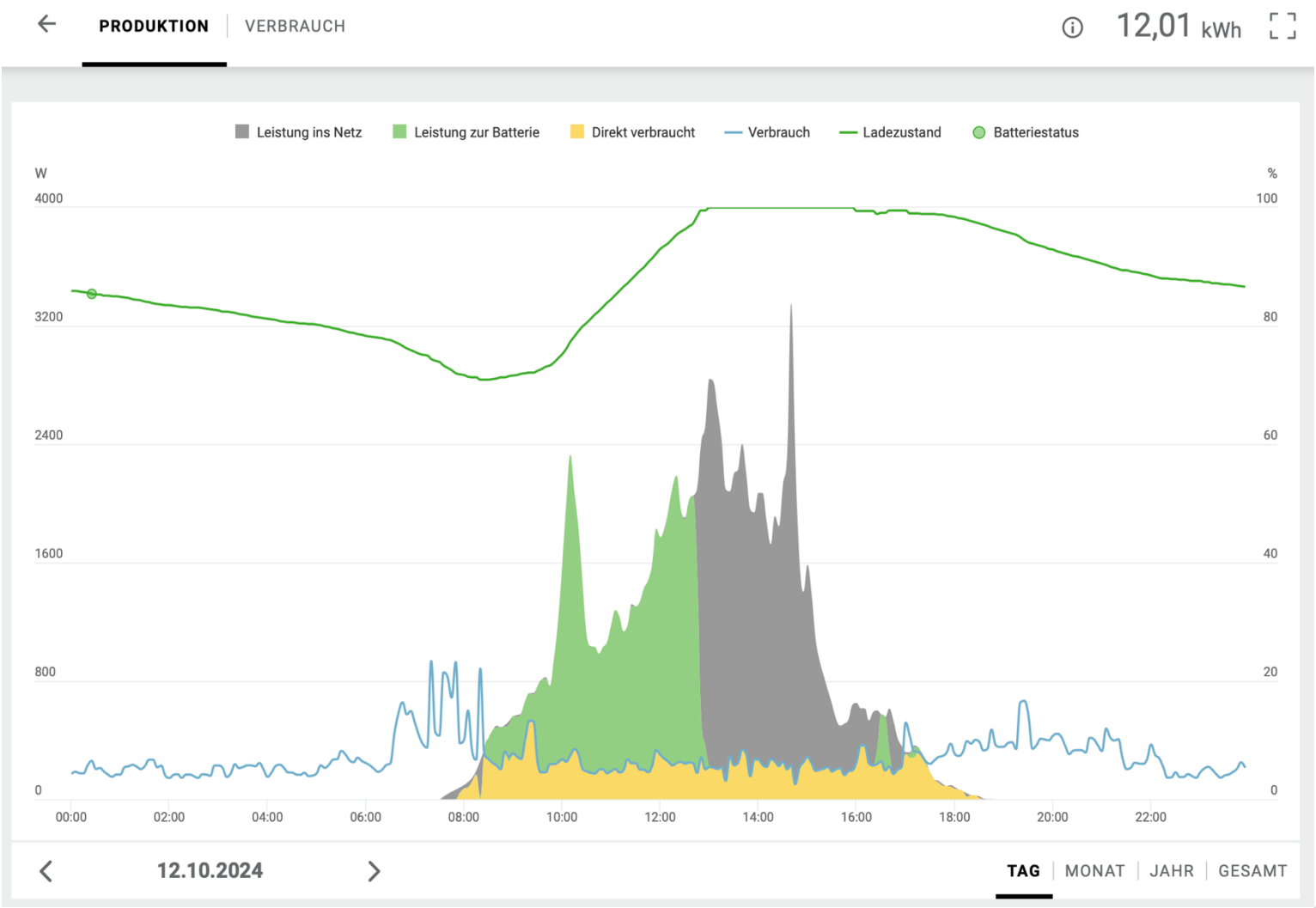
Quelle: eigene Auswertung. Jahresverbrauch ca. 3.200 kWh

- Für unser Beispiel sollte danach der Speicher mindestens 4 – 5 kWh haben.
- Der Speicherbedarf über Nacht schwankt deutlich im Jahresverlauf.

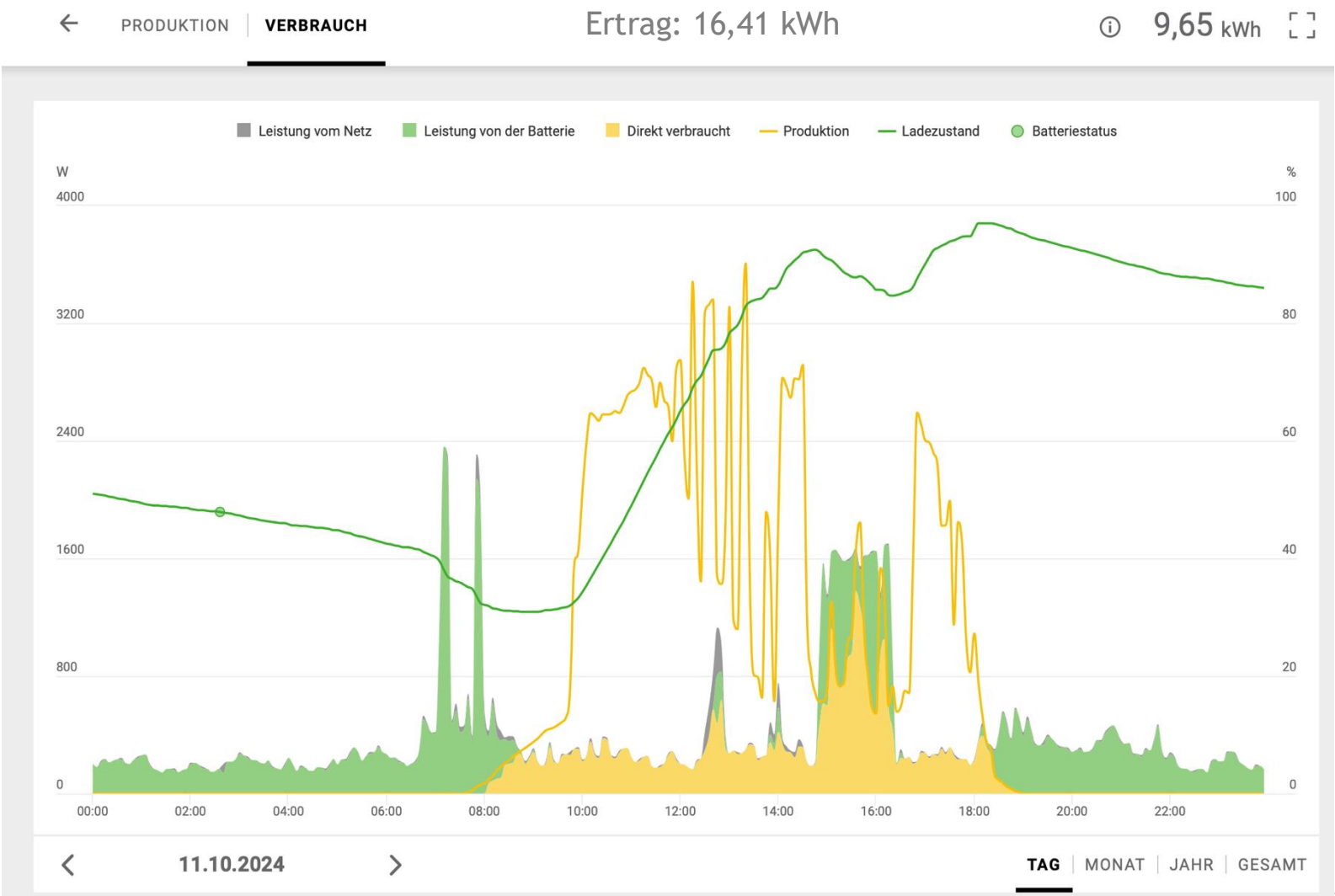
Idealer Tagesverlauf Verbrauch



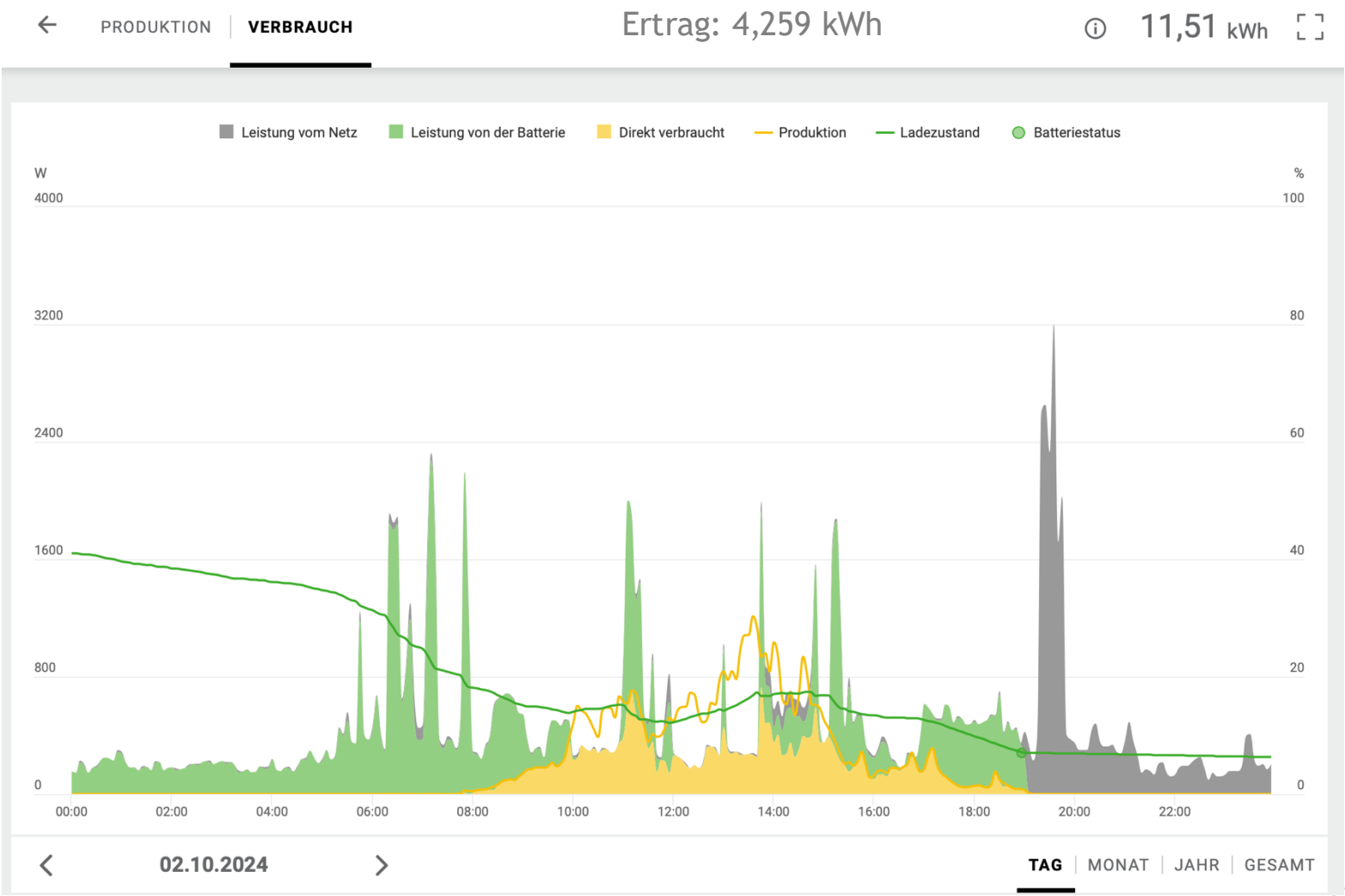
Idealer Tagesverlauf Produktion



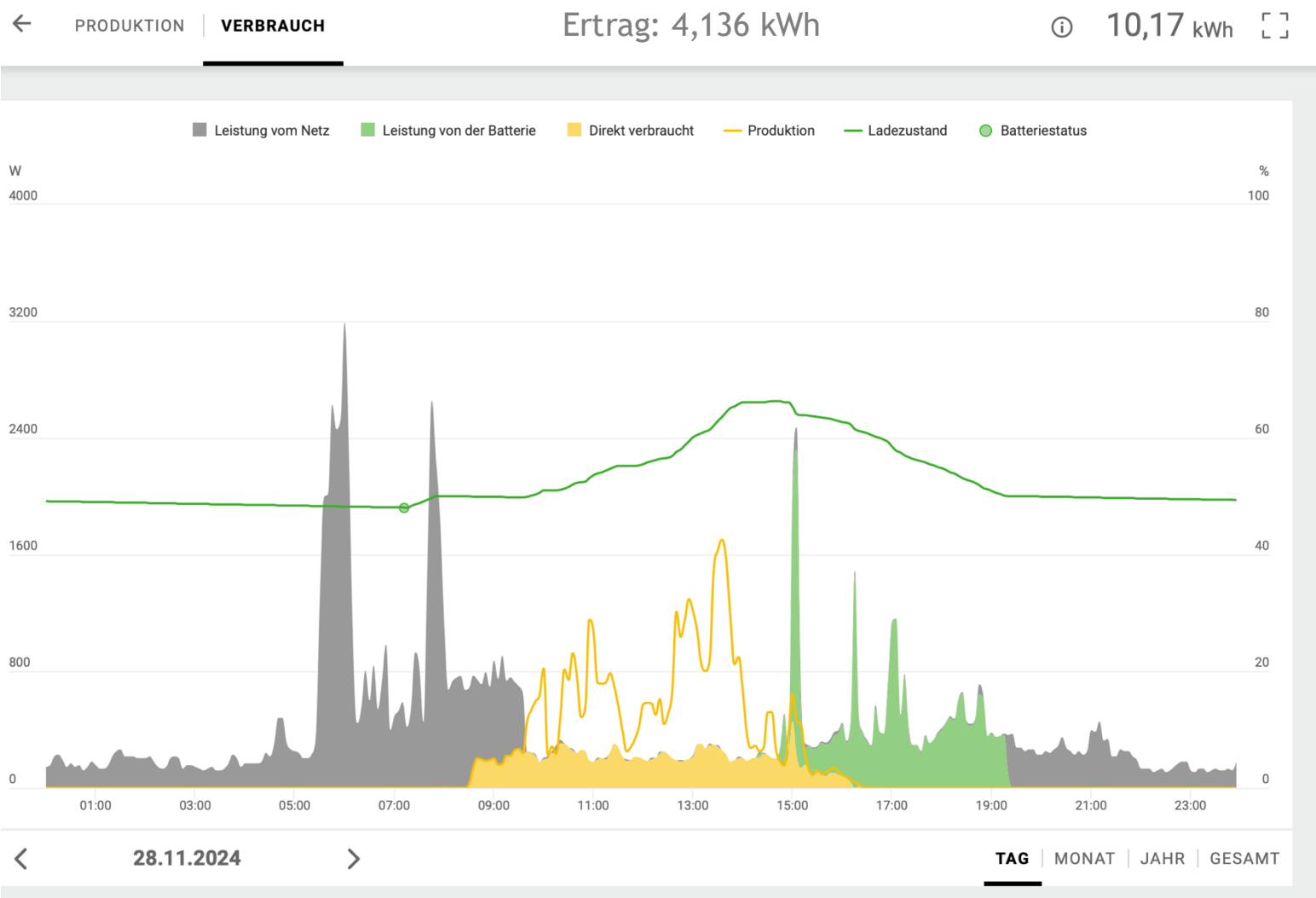
Ausgleich von Tagesschwankungen



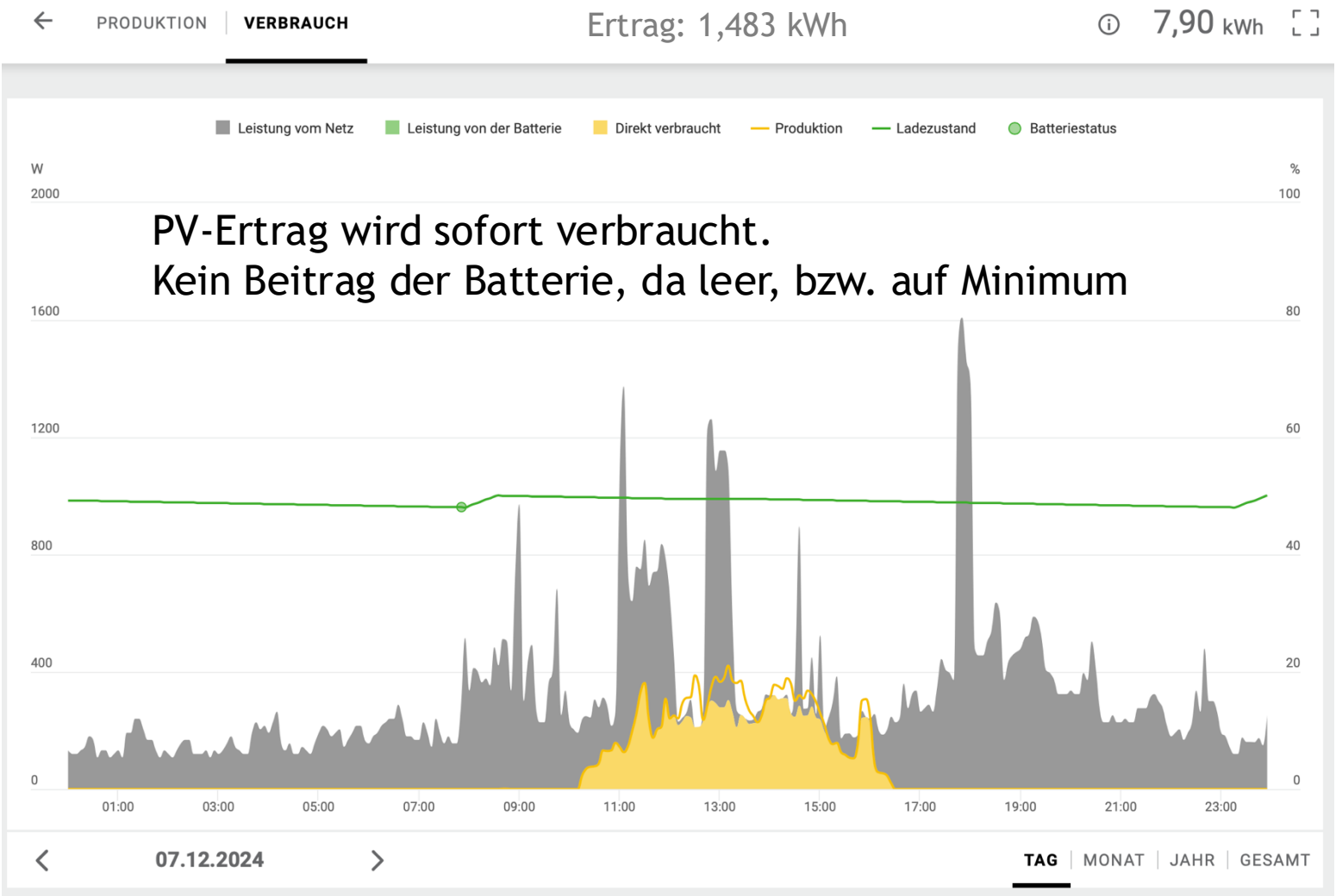
Ausgleich von Tagesschwankungen



Typischer Verlauf im Winter – Folie 1



Typischer Verlauf im Winter – Folie 2



PV-Ertrag wird sofort verbraucht.
Kein Beitrag der Batterie, da leer, bzw. auf Minimum

Vergleich PV-Ertrag zu Verbrauch nach Monat

PV-Ertrag (kWh/Tag)	2024	2024	2024	2024	2024	2024	2024	2024	2024	2024	2024	2024
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
Ertrag Minimum	0,88	1,35	2,79	5,58	8,76	10,32	15,97	11,64	7,37	2,09	1,13	0,31
Ertrag Mittelwert	4,60	6,84	14,20	21,24	32,99	34,01	33,02	31,14	20,65	10,88	5,21	2,17
Ertrag Maximum	12,61	20,86	24,78	40,09	49,52	52,07	49,59	42,65	34,47	22,60	14,50	6,16
Bedarf im Mittel	9,05	7,50	9,40	8,77	8,66	7,81	8,83	9,26	8,34	9,41	9,10	9,29
Saldo zum Minimum	-8,17	-6,15	-6,61	-3,19	0,10	2,51	7,14	2,38	-0,97	-7,32	-7,97	-8,98
Saldo zum Mittelwert	-4,45	-0,66	4,80	12,47	24,33	26,20	24,19	21,88	12,31	1,47	-3,89	-7,12
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
Zukauf kWh im Monat	167	78	30	9	8	8	7	6	9	48	154	220
Verbrauch	281	218	291	263	269	234	274	287	250	292	273	288
Autarkiegrad	40%	64%	90%	97%	97%	97%	97%	98%	96%	84%	44%	24%
Größerer Speicher sinnvoll ?	**nein**	**ja**	**ja**	**ja**	**nein**	**nein**	**nein**	**nein**	**ggf.**	**ja**	**nein**	**nein**

Abschätzung Aufwand/Nutzen eines größeren Batteriespeichers

- Zukauf Strom im Oktober 2024: 48 kWh
- Zusätzlicher erforderlicher Zukauf bei nur 5 kWh Akku: 65,7 kWh

Kosten	Vergütung	Jahre	Wirksame	Maximale
Zukauf je kWh	Einspeisung je kWh	Nutzung	Monate	Kosten
0,3302 €	0,0800 €	10	4	657,53 €
0,3302 €	0,0800 €	15	4	986,29 €
0,4500 €	0,0600 €	10	4	1.024,92 €
0,4500 €	0,0600 €	15	4	1.537,38 €

- Kosten der Erweiterung im Beispielfall geschätzt auf ca. 4.000 €.
- Auch bei den derzeitig immer günstigeren Preisen für Batteriespeicher kann ein zu groß dimensionierter Speicher schnell unwirtschaftlich werden.

Größerer Speicher für Notstrom/Ersatzstrom-Versorgung

- Notstrom

Nur Notbetrieb.

Zum Beispiel über eine 230 Volt Steckdose am Wechselrichter, an der bei Stromausfall einzelne Geräte angeschlossen werden können.

- Ersatzstrom (Full-Backup)

Theoretisch voller Normalbetrieb. Üblicherweise werden allerdings Großverbraucher, wie Backofen, Herd nicht in den Ersatzstromkreislauf eingebunden.

Vorsicht Kostenfalle:

Es können aufwendige Erweiterungen am Schaltschrank notwendig sein.

Beispiel: Enwitec Netzumschaltbox
Preis am 07.12.24: 620 €
(ohne Installation).

Wie lange reicht mein Speicher ?

Beispiel:

Speicher auf 65% Reserve bei 15,36 kWh Bruttokapazität

Verfügbar 50% * 15,36 kWh = 7,68 kWh. (5% Tiefentladeschutz, 10% Ladeverlust)

Normaler Tagesbedarf 8,8 kWh im Mittel ➔ reduziert ca. 5 kWh

Die Reichweite des Speichers bei stark eingeschränkter Nutzung liegt damit zwischen einem und zwei Tagen in den Monaten mit geringem PV-Ertrag.

Von Mitte Februar bis Oktober ist theoretisch ein autarker Betrieb möglich, da der Batteriespeicher immer wieder ausreichend aufgeladen werden kann.

Bundesamt
für Bevölkerungsschutz
und Katastrophenhilfe

Stromausfall

Vorsorge und Selbsthilfe

Verwendung bereits bestehender Systeme. Im Zuge der Energiewende haben sich viele Haushalte bereits dazu entschlossen, selbst z. B. durch eine Photovoltaikanlage, Kleinwindkraftanlage oder ein Blockheizkraftwerk Strom zu erzeugen. In diesen Fällen besteht der Vorteil, dass schon ein Stromerzeuger vorhanden ist. Um diese auch bei einem Stromausfall nutzen zu können, muss die Anlage hierfür ausgelegt sein. Ist dies noch nicht

Vorsicht Kostenfalle

- Bei einigen Wechselrichtern, die Not-/Ersatzstromfähig sind, ist eine Erweiterung des Schaltschranks notwendig, um die erforderlich Allpolige Trennung zu erreichen. Beispiel: Enwitec-Umschaltbox für Fronius Gen24 Wechselrichter

enwitec
electronic

UVP: ~~1.279,00 EUR~~
Unser Preis: **1.000,61** EUR
Sie sparen: 278,39 EUR (22%)

Lieferung **Dienstag, 8. Apr. - Mittwoch, 9. Apr.**

Beispiel aus Internet 05.04.2025 / Foto Teil des Schaltschranks

Ausblick

- Vehicle to Grid / Vehicle to Home (bidirektionales Laden von Elektroautos
  - Beispiel: Kapazität Bordbatterie VW ID 3: 52 kWh – 77 kWh
  - Nutzung der Bordbatterie als Speicher oder als Erweiterung des Heimspeichers

- Nutzung dynamischer Stromtarife (Voraussetzung Smart Meter Gateway)
  - In meiner persönlichen Situation aktuell noch uninteressant
    - 750 kWh Zukauf pro Jahr zu 0,3302€/kWh ➔ Gesamtkosten: 247,65 € pro Jahr
    - Ansatz 10% Potential ➔ 24,77 € Einsparung pro Jahr bei einem erhöhten Risiko.
  - Interessant in Kombination mit Elektroauto und/oder Wärmepumpe
  - Blick in die Zukunft: variable Tarife für Strombezug und für Einspeisung sinnvoll

- Einsatz eines Energiemanagementsystems mit Ertragsprognosen

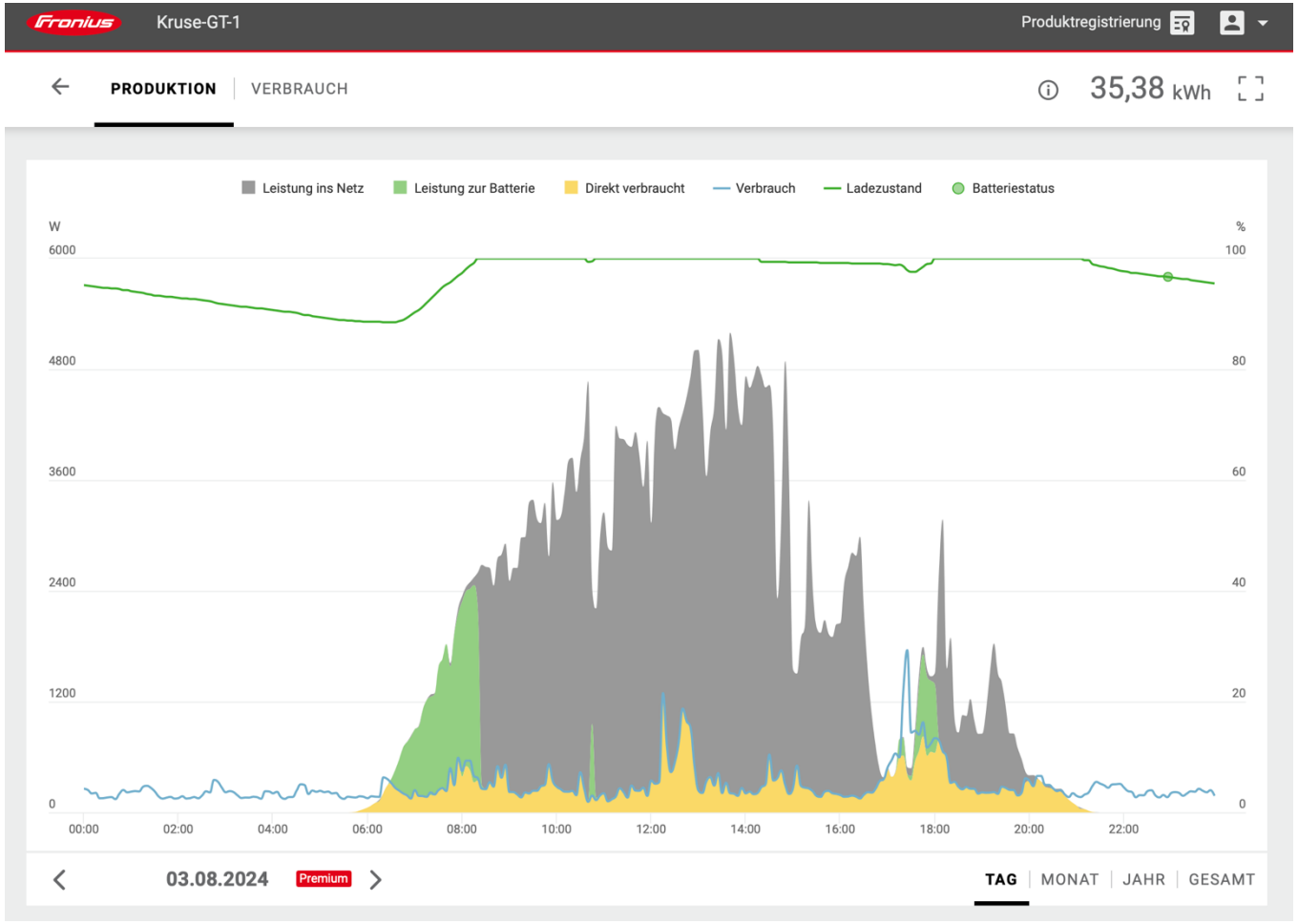
Der Batteriespeicher in den Jahreszeiten

- Winter
  - Speicherung von Überschüssen zur kurzfristigen Nutzung
  - Halten einer möglichst großen Reserve für Stromausfälle
- Übergangsphasen
  - Möglichst optimale Ausnutzung des Speichers zur Erhöhung des Eigenverbrauchs und damit der Wirtschaftlichkeit.
- Sommer
  - Überbrücken der Nacht und von Tagen mit schwacher Sonneneinstrahlung
  - Empfehlung: nur 90% Aufladen, um die Lebensdauer zu verlängern
  - Netzdienliches Einspeisen zum Wohle der Gemeinschaft

Sinnvolles und insbesondere Netzdienliches Batteriemanagement

Wie betreibe ich meinen Batteriespeicher möglichst sinnvoll ?

Die normale Einstellung der Batterieladung führt verstärkt zu Problemen im Netz



Überangebot Mittags bedeutet Abschalten von Anlagen

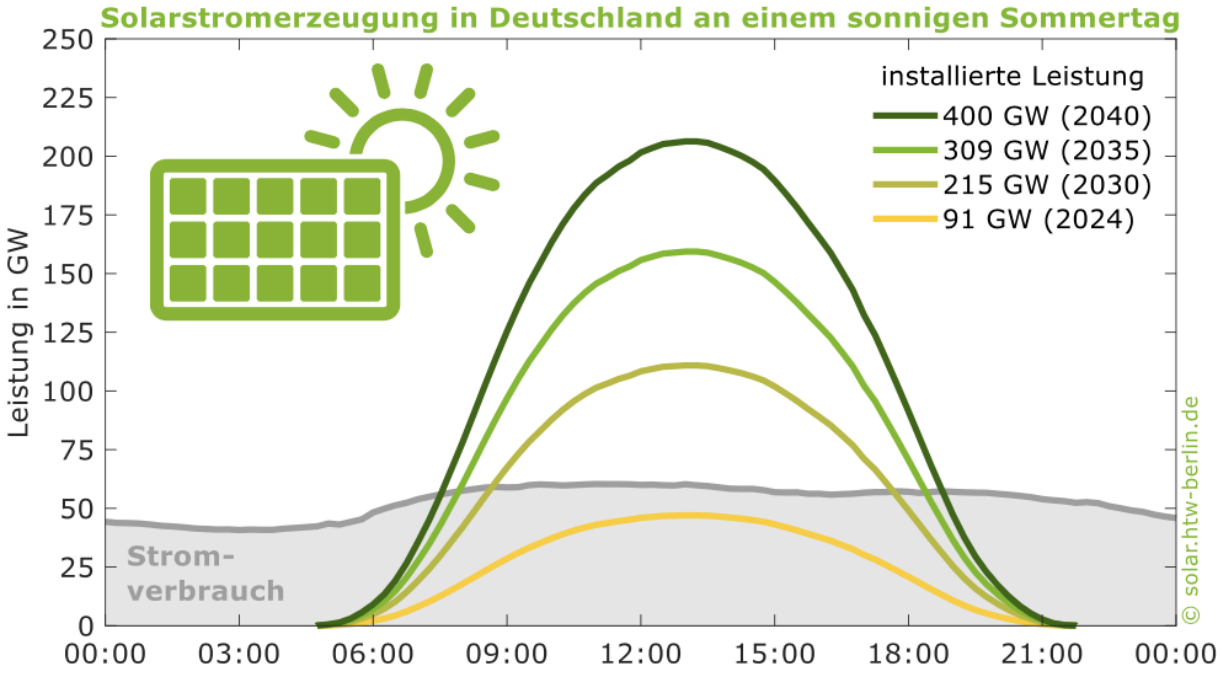


Bild 52 Stromverbrauch (grau) und Solarstromerzeugung (gelb) in Deutschland an einem Junitag im Jahr 2024. Die für die Jahre 2030 bis 2040 dargestellten Erzeugungsprofile resultieren bei den im EEG beabsichtigten PV-Ausbauzielen zwischen 215 GW und 400 GW. Hierzu wurde das Erzeugungsprofil des Junitags im Jahr 2024 entsprechend linear skaliert (Daten: Bundesnetzagentur, SMARD.de, Grafik: HTW Berlin).

Lösungsansätze in der Diskussion

- dynamische Stromtarife als Steuerungsinstrument
- Erforderlich: intelligenter Stromzähler (Smartmeter Gateway) und Energieversorger, der einen solchen Tarif anbietet (ab 2025 Vorschrift)
- Netzentgelte, die auch die aktuelle Situation im Stromnetz widerspiegeln
- Intelligente Energiemanagementsysteme können ein sinnvolles Laden ermöglichen.
- Man kann häufig bereits mit einfachen Einstellungen in seinem Batteriemanagementsystem ein netzdienliches Laden erreichen

Was können wir bis dahin machen ?

Sinnvolle Steuerung des Ladevorgangs des eigenen Batteriespeichers

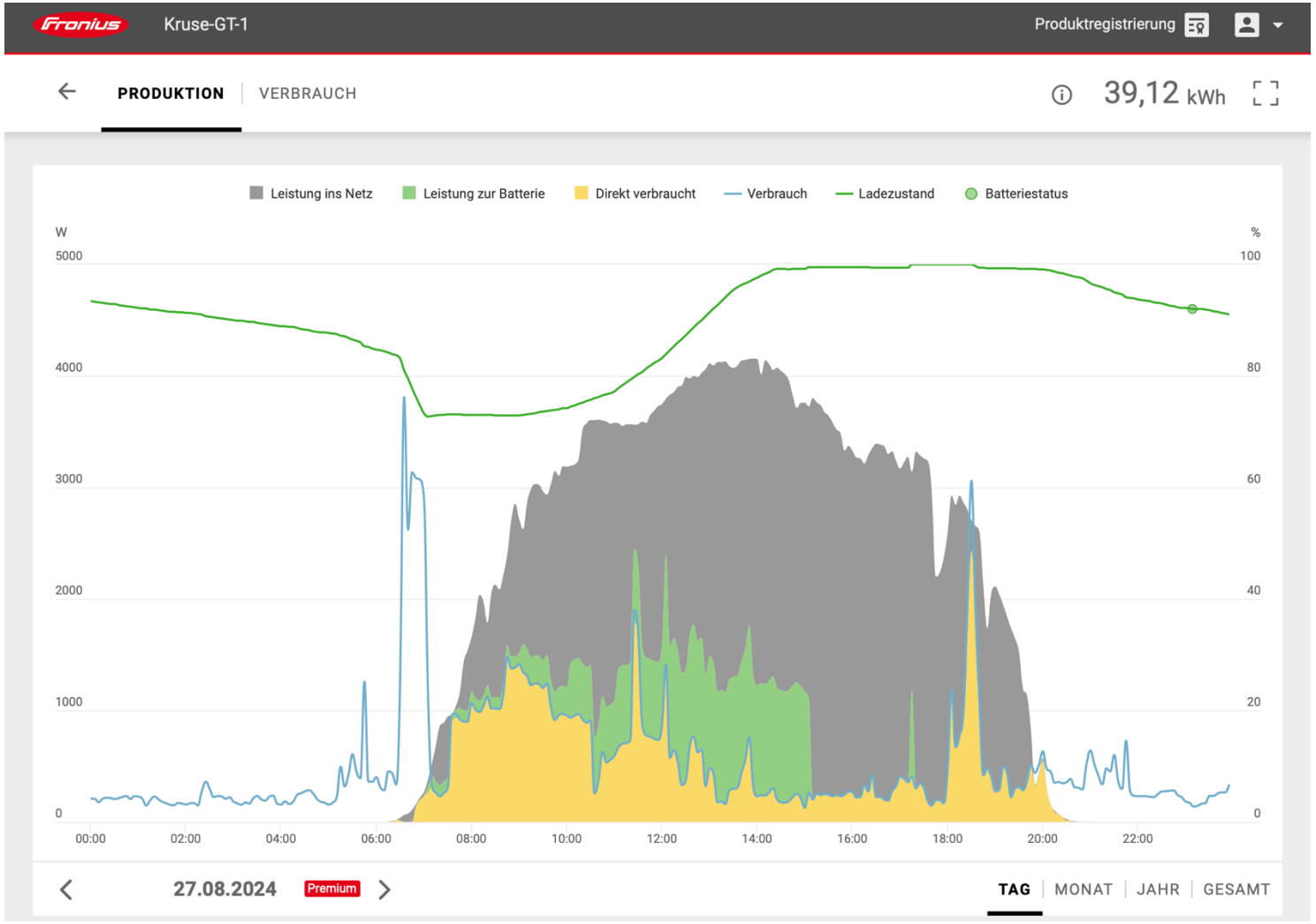
➔ Verlegen des Hauptladevorgangs in die Mittagszeit

Batteriemanagement

Zeitabhängige Batteriesteuerung

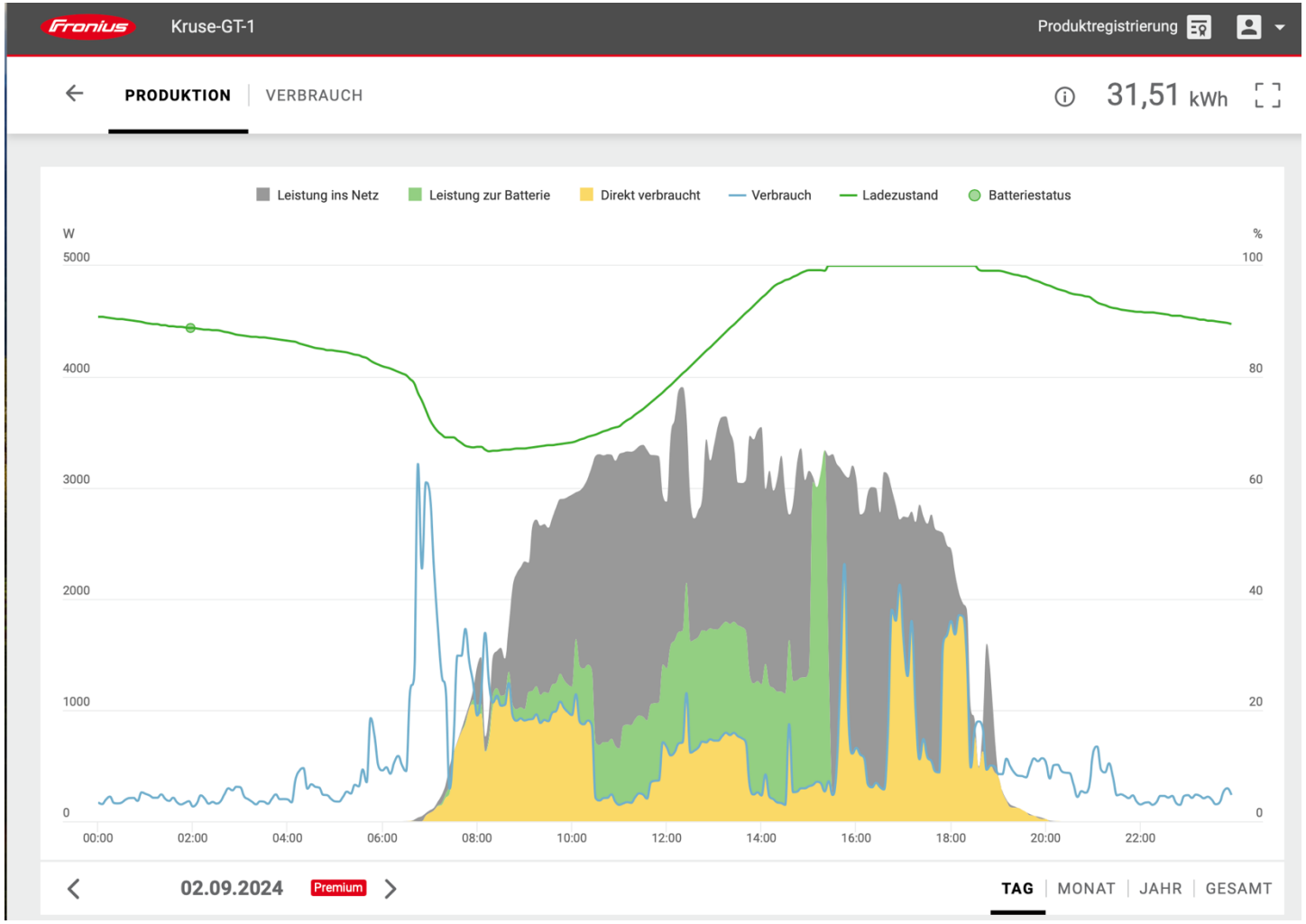
1.	Max. Ladeleistung	100 W	06:00 – 09:00	Mo Di Mi Do Fr Sa So
2.	Max. Ladeleistung	250 W	09:00 – 10:00	Mo Di Mi Do Fr Sa So
3.	Max. Ladeleistung	500 W	10:00 – 11:00	Mo Di Mi Do Fr Sa So
4.	Max. Ladeleistung	700 W	11:00 – 12:00	Mo Di Mi Do Fr Sa So
5.	Max. Ladeleistung	1000 W	12:00 – 15:00	Mo Di Mi Do Fr Sa So

Zwischenergebnis



Ca. 3,9 kWh aus der Spitze zwischen 10:30 Uhr und 15:00 Uhr herausgenommen und früher eingespeist.

Etwas Optimierung geht immer noch



Das Thema ist in Fachkreisen bekannt aber leider noch nicht allgemein publik

Fraunhofer ISE

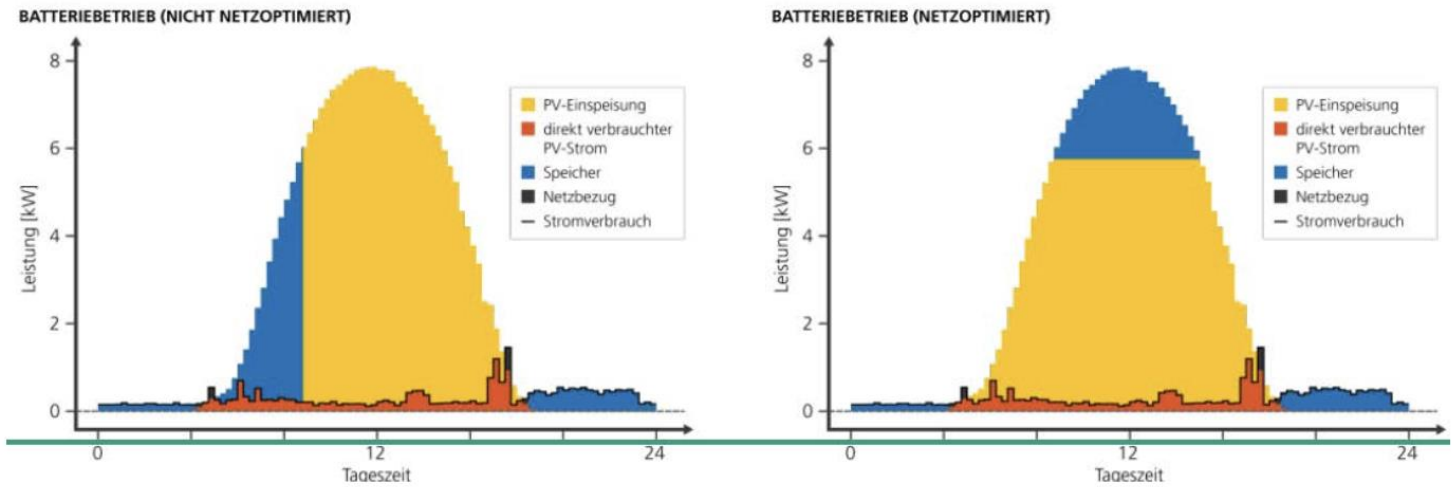


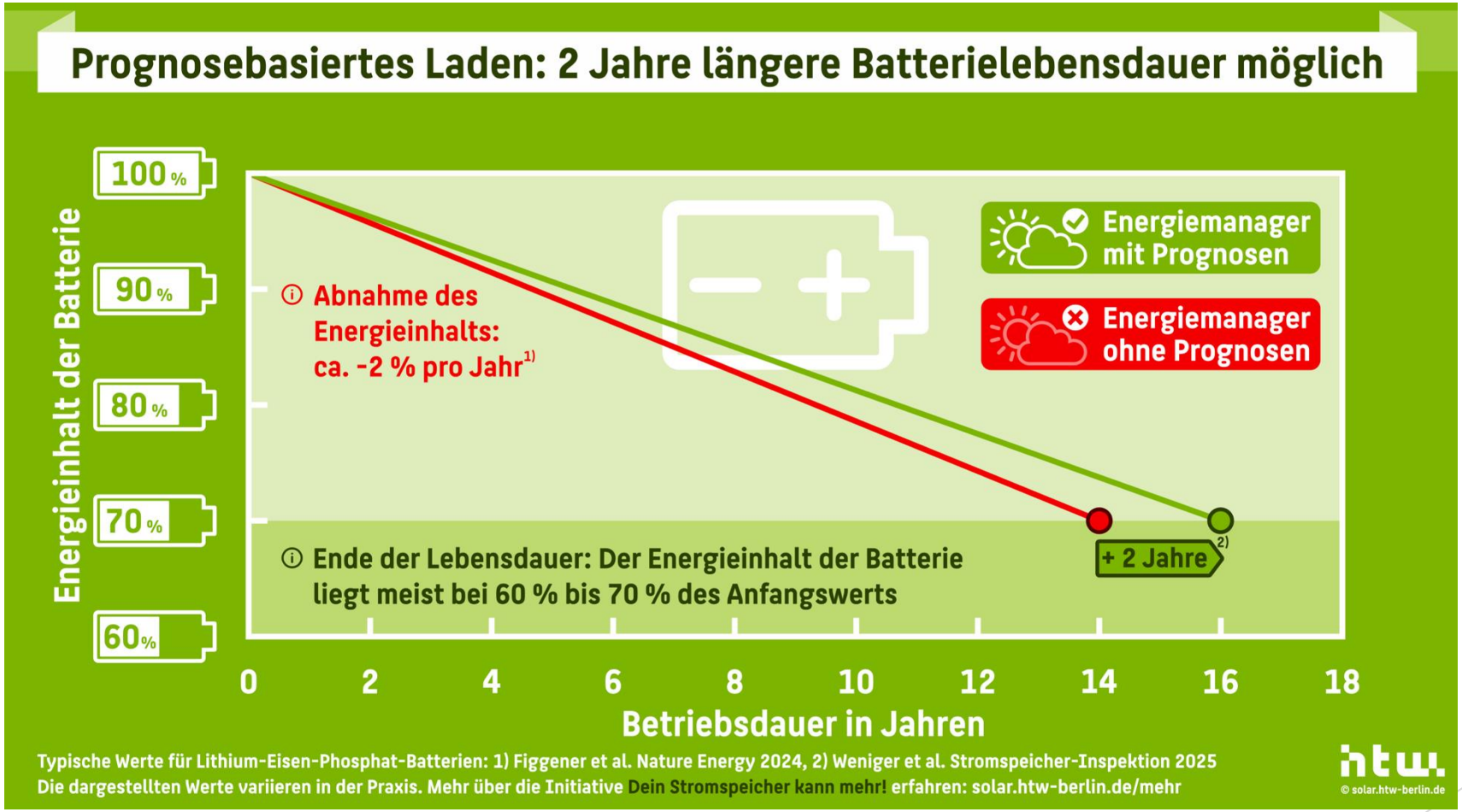
Abbildung 56: Gegenüberstellung der konventionellen und der netzdienlichen Betriebsführung [ISE7].

Quelle: Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland, Harry Wirth, Fraunhofer ISE, Download von www.pv-fakten.de, Fassung vom 5.9.2024

Aktuelle Initiative der HTW Berlin

Initiative „Dein Stromspecher kann mehr !“, gestartet am 03.04.2025

Aktuelle Initiative der HTW Berlin



Vielen Dank für die Aufmerksamkeit

Ich freue mich auf viele Fragen und eine angeregte Diskussion