

Batteriespeicher für PV Technologien und Wirtschaftlichkeit

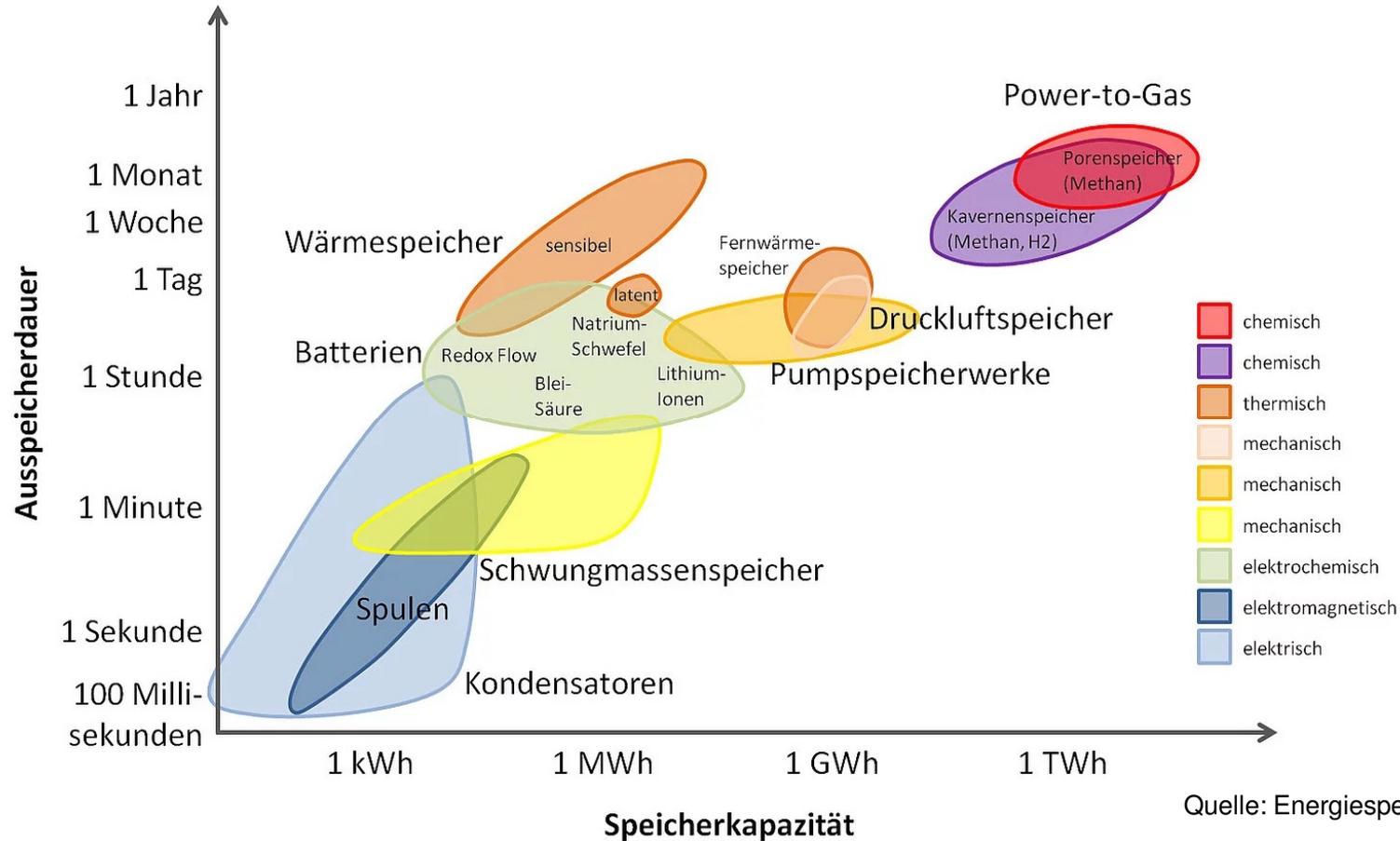
Inhalt

- Elementares zum Stromnetz
- Übersicht Energiespeicher
- Speichertechniken im privaten und gewerblichen Umfeld
- Einsatzgebiete Batteriespeicher
- Auf dem Markt verfügbare Batteriespeichertechnologien
- Wirtschaftlichkeitsberechnung
- “Meine“ Referenzanlage
- Und bidirektionales Laden?
- Batteriespeicherprojekte bei OptimaSolar Züri Unterland
- Frage- und Diskussionsrunde

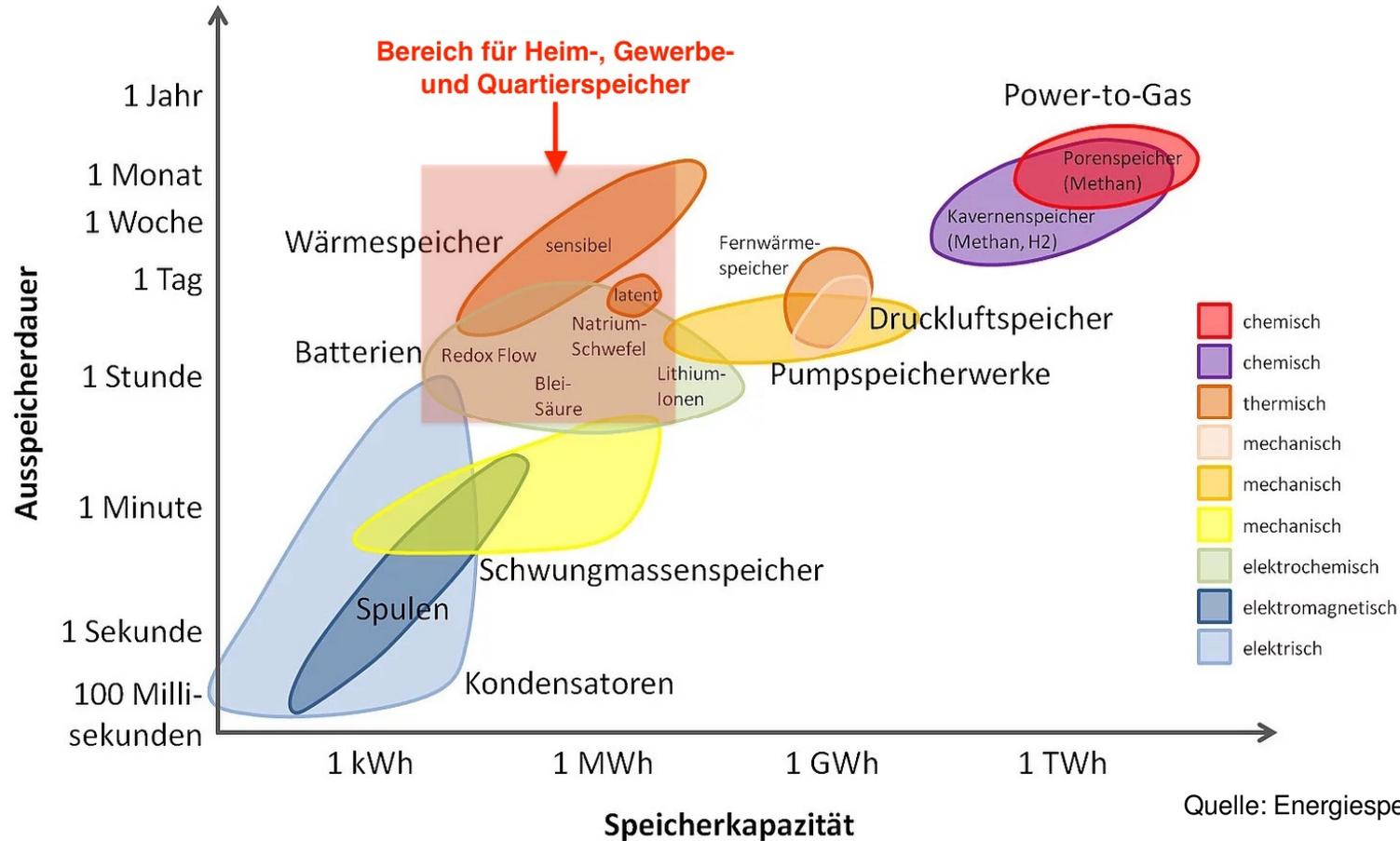
Elementares zum Stromnetz

- Stromnetz kann keine Energie speichern
- 7 Netzebenen: 4 Spannungs- und 3 Transformationsebenen
- Netzgesellschaft Swissgrid für Ebene 1 zuständig
- Regelenergie für Angleichung von Produktion und Verbrauch
- Verteilnetze auf Ebene 5 und 7: beschränkte Steuerungsmöglichkeiten von Produktion und Verbrauch
- Kleine bis mittelgrosse Batteriespeicher nur auf Netzebene 7

Übersicht Energiespeicher



Übersicht Energiespeicher



Speichertechniken im privaten und gewerblichen Umfeld

Grundsätzliche Anforderungen an den Speicher:

- Sichere Technologie
- Hohe Zuverlässigkeit
- Lange Lebensdauer
- Gutes Preis-Leistungs-Verhältnis
- Möglichst umweltfreundlich

! Auf etablierte Technologie und ausgereifte Produkte setzen !

Wärmespeicher:

- Wärme gut speicherbar
- Niedrige Speicherkosten
- Ausgezeichnete Ökobilanz
- Saisonspeicherung möglich
- Sehr effizient bei hohem Wärmebedarf (z.B. Hallenbad)
- Hohe Verluste bei Umwandlung in andere Energieformen (z.B. KKW: 1/3 Strom, 2/3 Abwärme)
- Niedertemperaturwärme ($< 100^{\circ} \text{C}$): niederwertigste Energieform („Abfallenergie“)

Speicherung von Wasserstoff (H₂):

- H₂ gut speicherbar
- Sehr hohe Speicherkosten
- Komplexe Technik
- Bei unsachgemässer Handhabung extrem gefährlich
- Für Saisonspeicherung geeignet
- Sehr hohe Umwandlungsverluste Strom → H₂ → Strom
- Rentabilität bestenfalls im grossindustriellen Massstab erreichbar

Batteriespeicher:

- Strom in Batterien gut speicherbar
- Hohe Speicherkosten
- Für Saisonspeicherung ungeeignet
- Ideal für kurzfristige Zwischenspeicherung von Überschüssen sowie Ausgleichsenergie im Stromnetz
- Kleine Umwandlungsverluste
- Rentabilität je nach Anwendungsfall gegeben

Einsatzgebiete Batteriespeicher

- Historisch: Unterbrechungsfreie Notstromversorgungen, mobile Fahrzeuge in Gebäuden und mobile Endgeräte
- eMobilität: eAuto, eMotorrad und aufkommend eLKW
- Heimspeicher: Erhöhung des Eigenverbrauchs (+ ev. Notstrom)
- Gewerbespeicher: Reduktion von teuren Lastspitzen
- Quartierspeicher: Netz- und gesellschaftsdienlich auslegbar
- Einsatz im Verteilnetz statt Netzausbau
- Schnelle Regelenergie auf Netzebene 3 oder 5

Auf dem Markt verfügbare Batteriespeichertechnologien



Blei-Batterie

Vorteile	Nachteile
„Alt“, aber bewährt	Hohes Gewicht und relativ gross
Niedrige Speicherkosten	Entladetiefe nur 50%
Mittelmäßige Umweltbilanz	Zykluslebensdauer < 1000
Keine Brandgefahr	Niedrige C-Rate
	Blei hochgiftig
	Bei Überladung kann H ₂ entstehen (Explosionsgefahr)

Lithium-Ionen-Batterie

Vorteile	Nachteile
Ausgereifte Technologie für mobile Anwendungen	Relativ teuer
Sehr kompakt und leicht	Hohe Brandgefahr bei unsachgemäßem Gebrauch
Entladetiefe 80 - 100%	Bei Überhitzung sogar Explosionsgefahr
Zykluslebensdauer > 3000	Eher schlechte Umweltbilanz
Hohe C-Rate	
Intensive Forschung und rasche Entwicklung	

Lithium-Eisenphosphat-Batterie (LiFePO₄ oder LFP)

Vorteile	Nachteile
Junge aber zukunftssträchtige Technologie	Kaum Brandgefahr
Preise unterdessen moderat	Mässige Umweltbilanz
Kompakt und leicht	
Entladetiefe 80 - 100%	
Zykluslebensdauer > 5000	
Hohe C-Rate	
Intensive Forschung und rasche Entwicklung	

Salzschmelze-Batterie

Vorteile	Nachteile
Robuste Technik für Spezialanwendungen	Sehr teuer
Entladetiefe 80-100%	Gross und schwer
Zykluslebensdauer > 3000	Niedrige C-Rate
Keine Brandgefahr	Höhere Verluste wegen hoher Betriebstemperatur
Sehr gute Umweltbilanz	Technologie nicht ganz ausgereift
	Praktisch keine Anbieter

Salzwasser-Batterie

Vorteile	Nachteile
Umweltfreundlichste Speichermöglichkeit	Sehr teuer
Entladetiefe 80-100%	Sehr gross und schwer
Zykluslebensdauer > 3000	Niedrige C-Rate
Keine Brandgefahr	Technologie nicht ausgereift, Qualitätsmängel
Sehr gute Umweltbilanz	Praktisch keine Anbieter

Redox-Flow-Batterie

Vorteile	Nachteile
Bekannte Technik	Sehr teuer
Entladetiefe 100%	Sehr gross und schwer
Zykluslebensdauer theoretisch unbeschränkt	Komplexe und anfällige Technik
Gut reparierbar dank modularer Bauweise	Primär für grössere Speicher geeignet
C-Rate skalierbar	Technologie in Entwicklung
Keine Brandgefahr	Wenige Anbieter
Gute Umweltbilanz	

Wirtschaftlichkeitsberechnung

- Berechnungen beruhen auf aktuellen oder historischen Tarifen
- Keine Prognosen berücksichtigt, da Energiekosten sehr volatil und Netzkosten tendenziell steigen
- Speicher für Eigenverbrauchsoptimierung:
 - Differenz Bezugstarif zu Rückliefertarif massgeblich (EKZ 2025: 14 Rp./kWh)
 - Auslegung auf nächtlichen Verbrauch im Sommerhalbjahr
 - 200 Vollzyklen pro Jahr
 - 80% Entladetiefe
 - 20 Jahre Lebensdauer

- **Beispiel 1: Installation 20 kWh zeitgleich mit PV**
 - Kosten (ohne Ersatzstromfähigkeit): CHF ca. 13'000.-
 - Pro Vollzyklus 16 kWh netto, entsprechen 3'200 kWh pro Jahr
 - Gespeicherte Energie über gesamte Lebensdauer: 64'000 kWh
 - Kosten je kWh gespeicherte Energie: $\text{CHF } 13'000.- / 64'000 \text{ kWh} = 20 \text{ Rp./kWh}$
 - Wirtschaftlichkeit nicht gegeben!
- **Beispiel 2: Installation 20 kWh bei bestehender PV**
 - Kosten (ohne Ersatzstromfähigkeit): CHF ca. 16'000.-
 - Pro Vollzyklus 16 kWh netto, entsprechen 3'200 kWh pro Jahr
 - Gespeicherte Energie über gesamte Lebensdauer: 64'000 kWh
 - Kosten je kWh gespeicherte Energie: $\text{CHF } 16'000.- / 64'000 \text{ kWh} = 25 \text{ Rp./kWh}$
 - Wirtschaftlichkeit nicht gegeben!

- Speicher für Reduktion von Lastspitzen:
 - Höhe der Lastspitzenreduktion massgeblich (EKZ 2025: 12.- CHF/kW/Mt.)
 - Auslegung auf gewünschte Leistungsreduktion
 - Beispiel: Speicher mit 30 kWh Kapazität und 30 kW Leistung
 - Kosten: ca. CHF 35'000.-
 - Reduktion der Lastspitzen um 30 kW bei Leistungstarif von 12.- CHF/kW:
CHF 360.- Ersparnis / Monat, resp.
CHF 4'320.- Ersparnis / Jahr
 - Amortisation nach 8 Jahren
 - Wirtschaftlichkeit ist gegeben!

- Speicher für unterschiedliche Anwendungen i.d.R. immer wirtschaftlich
- Quartierspeicher oder Speicher für Eigenverbrauchsgemeinschaften können wirtschaftlich sein
- Fazit:
 - Kleine Heimspeicher zu teuer und einzig für Eigenverbrauchsoptimierung nicht rentabel
 - Einführung von Einspeisebegrenzung könnte Rentabilität verbessern
 - Individuelle Heimspeicher nicht netzdienlich
-> Gemeinsame Speicher realisieren (mittels vZEV oder LEG)
 - Lastspitzenreduktion rentabel

„Meine“ Referenzanlage

- 18 kWp PVA mit Südausrichtung seit 2014 in Betrieb
- Mit einfachen Massnahmen Eigenverbrauchsquote von 35% auf 55% verbessert und Autarkiegrad von 30% auf 40% erhöht (bis 2021)
- 2019: ZEV mit Nachbargebäude
- Seit 2021 Umstellung auf eMobilität:
 - Eigenverbrauchsquote 2024 knapp 70%
 - Autarkiegrad 2024 bei 44%
- Seit März 2025: 50 kWh Batteriespeicher in Betrieb
- Geplant 2025: 2. PVA mit 24 kWp auf Norddach

< 14.04.2024 > >

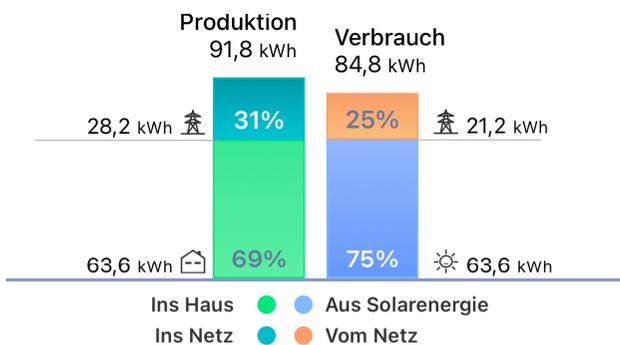
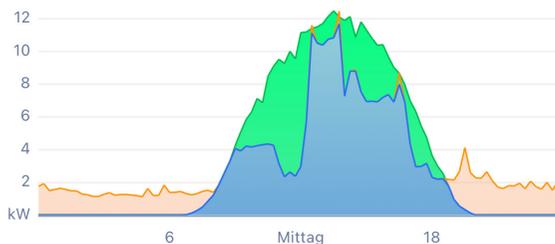


Diagramme teilen Zusammengeführte Diagramme

Produktion und Verbrauch ↗



Produktion Verbrauch
 Eigenverbrauch (75%)

< 02.04.2025 > >

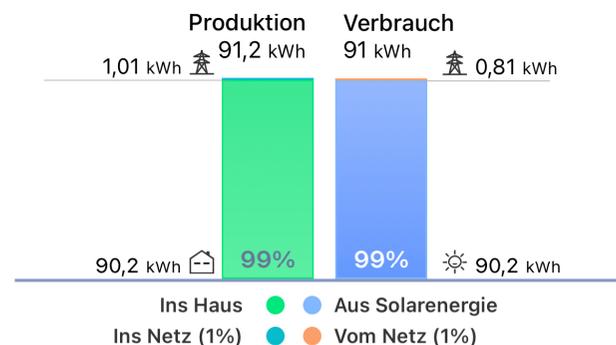
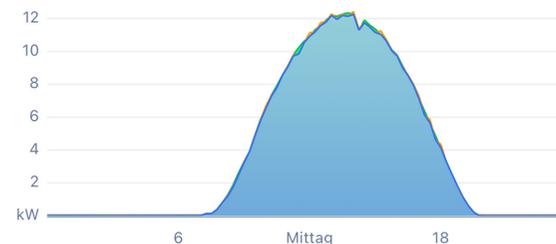
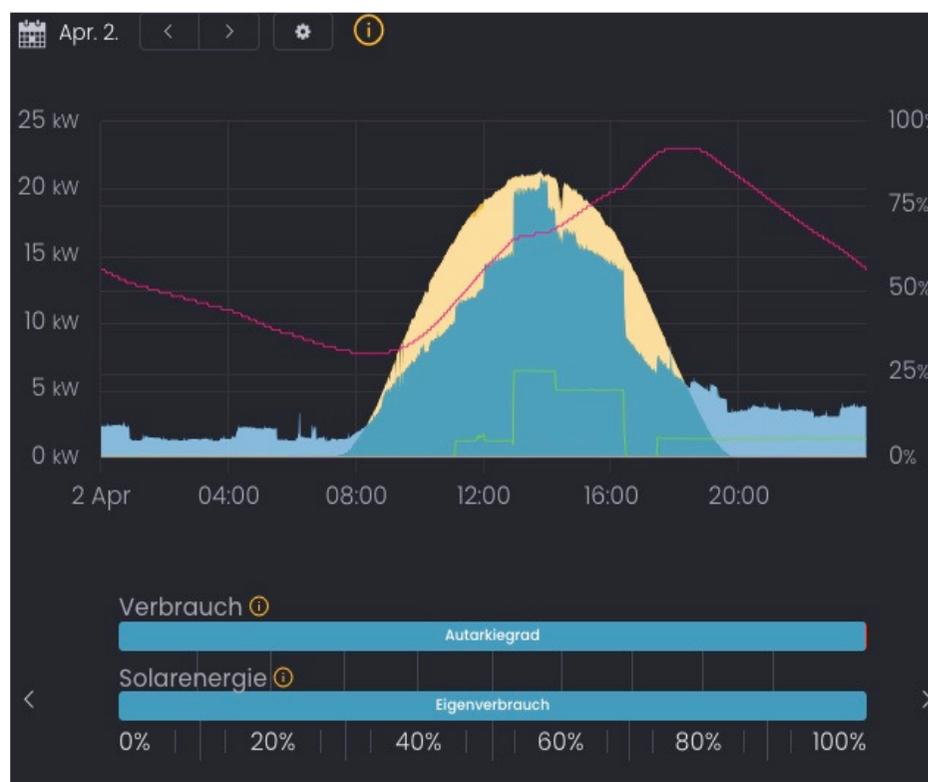
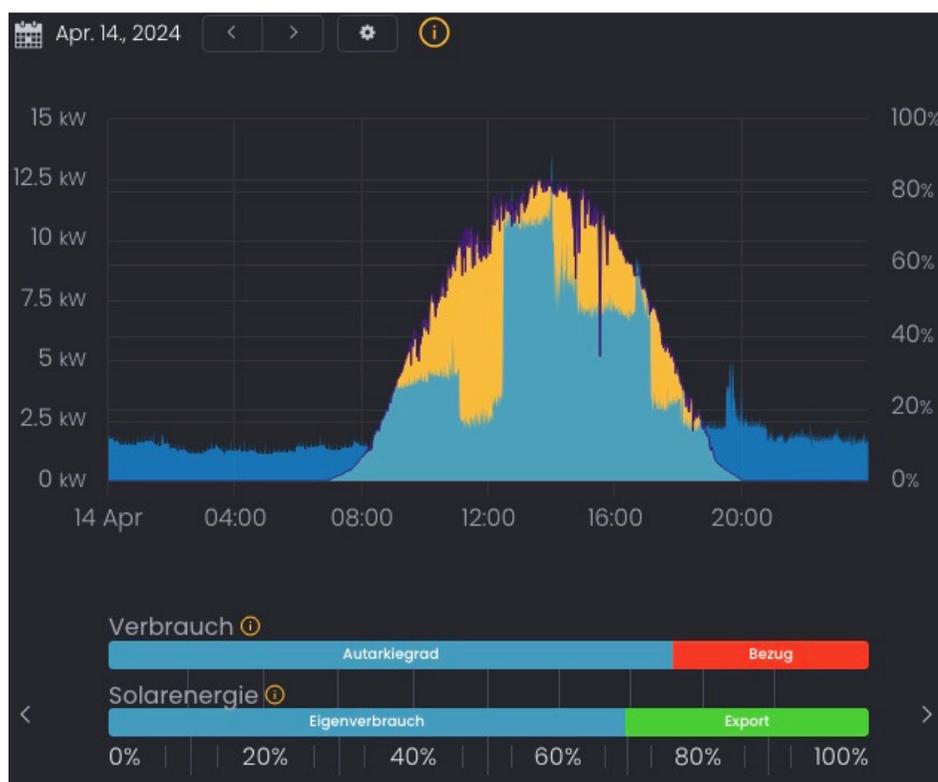


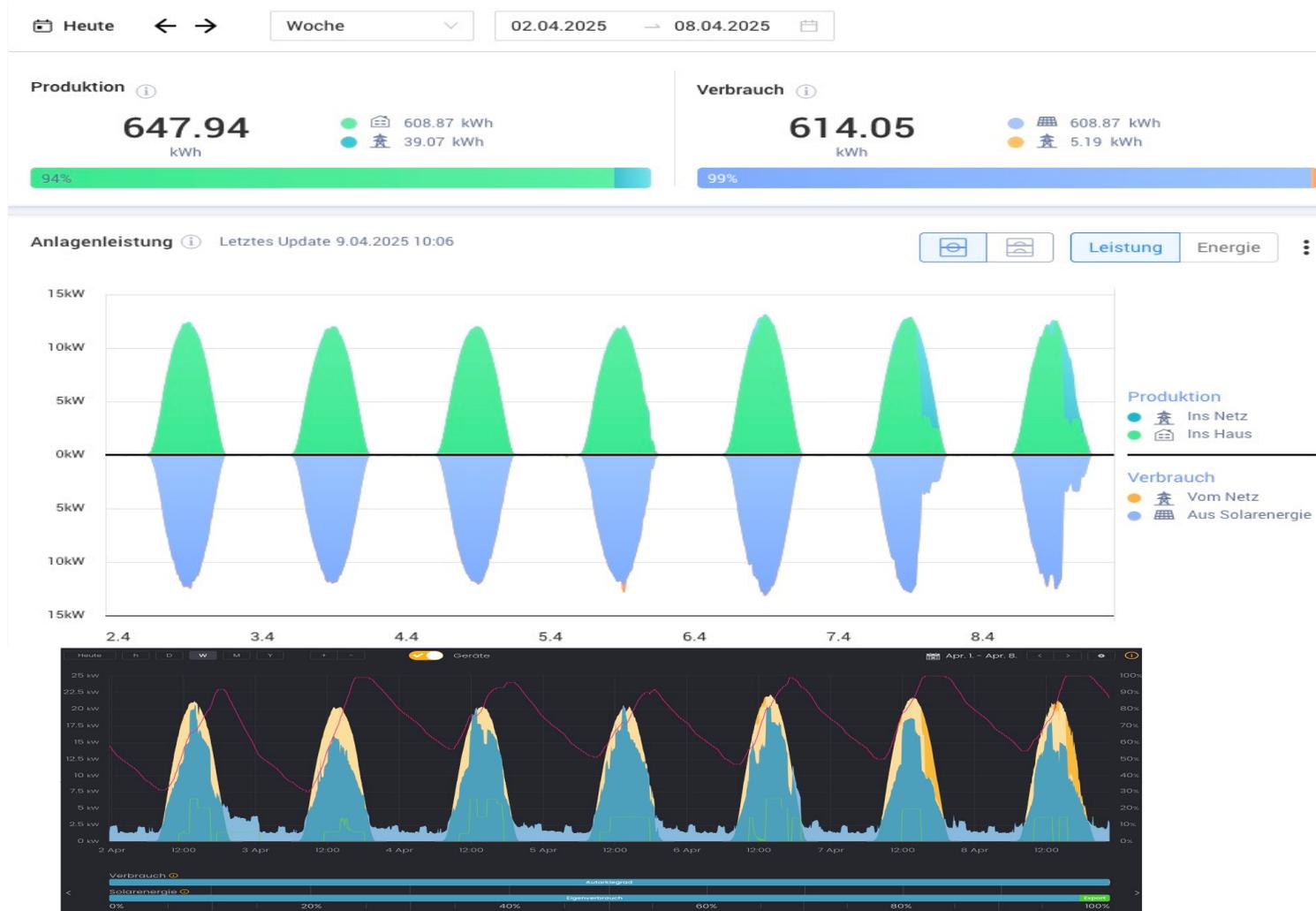
Diagramme teilen Zusammengeführte Diagramme

Produktion und Verbrauch ↗

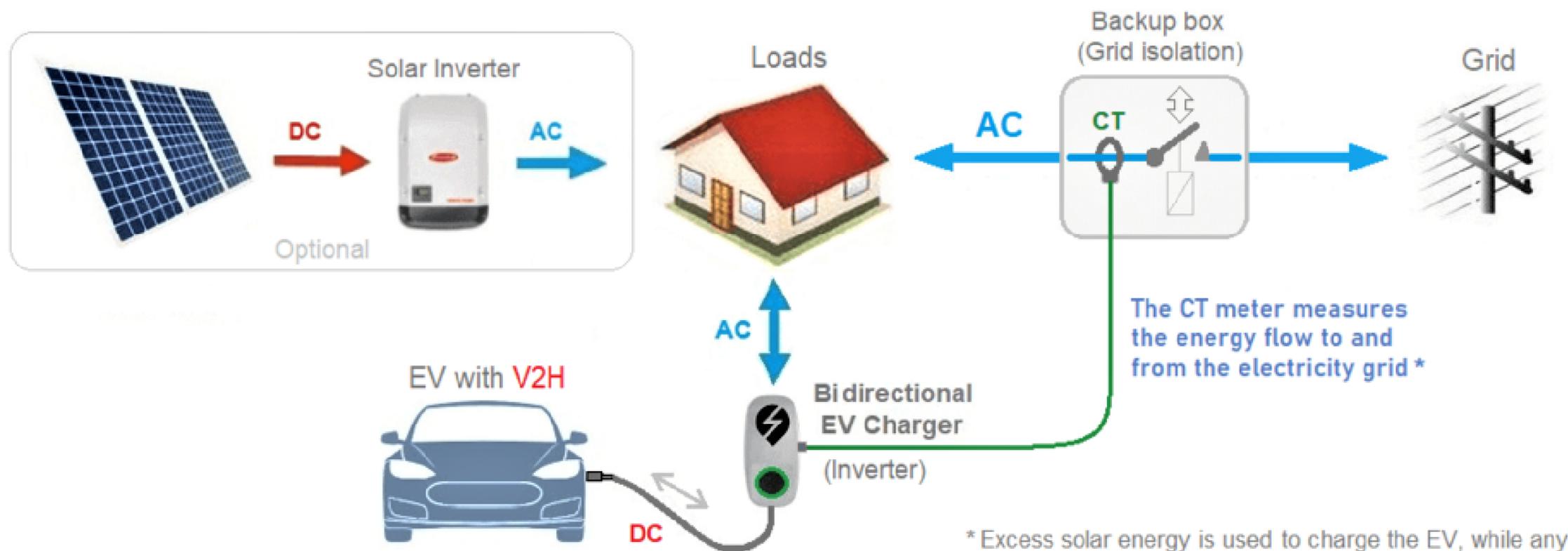


Produktion Verbrauch
 Eigenverbrauch (99%)



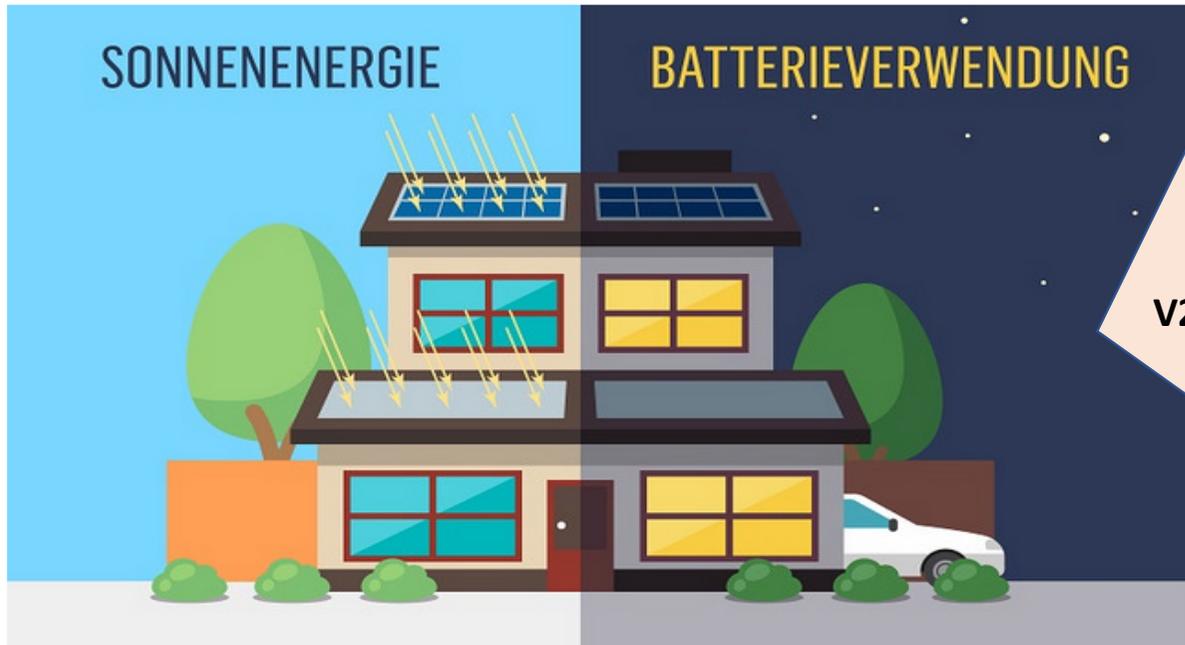


☀️ How V2H bidirectional charging works (+ Backup power)



Elektromobilität - der konsequente Weg mit BiDi (V2H/V2G):

„E-Auto nicht nur Besitzen sondern Nutzen“



Voraussetzung für die Installation einer bidirektionalen Lade-Station:

- ❖ E-Auto mit V2H/V2G Freigabe bzw. vorbereitet
- ❖ Ladestation für V2H
- ❖ PV Monitoring Software mit V2H Applikation
- ❖ E-Auto sollte ca. 3 Tage pro Woche tagsüber an der BiDi Ladestation angeschlossen sein, oder am Arbeitsplatz besteht eine Lademöglichkeit.

Diese Autos können heute bidirektional V2H/V2G eingesetzt werden:

- Honda e – CCS
- Nissan Leaf CHAdeMO
- Nissan e-NV200 CHAdeMO
- Mitsubishi Outlander E CHAdeMO
- Mitsubishi i-MiEV CHAdeMO
- Polestar 3 CCS
- Volvo EX90 CCS
- Cupra Born CCS * (77 kWh und VW-Konzern-Software 3.5)
- Skoda Enyaq CCS * (77 kWh und VW-Konzern-Software 3.5)
- VW ID.3, ID.4, ID.5, ID Buzz CCS *
(77 kWh und VW-Konzern-Software 3.5)
- V2H: lt. VW mit Wallbox und Hauskraftwerk S10 E Compact von E3/DC / V2G (vorbereitet)
- Renault 5 E-Tech CCS > ab Mitte 2025

Stand 03-2025

V2L

> Kia EV6 / Hyundai Ioniq5 / MG / Genesis G80 & GV70 / ...

Deren Akkus kann dazu genutzt werden, um externe Elektrogeräte mit einem Adapter mit 110-Volt bzw. 220-Volt-Wechselstrom zu versorgen. (bis max. 3.6 kW)

Quelle:

<https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/elektromobilitaet/laden/bidirektionales-laden/>



Elektromobilität & BiDi
der konsequente Weg!

Solarenergie (Eigenverbrauch) optimieren mit V2H Autobatterie als Stromspeicher nutzen

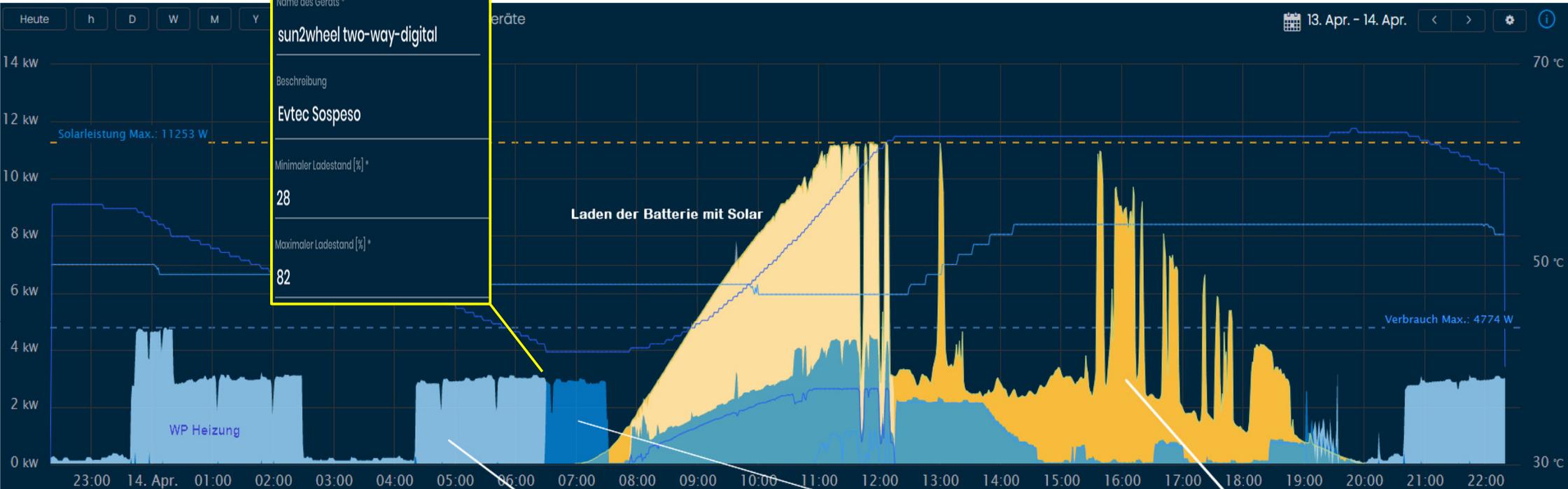
V2X Bidirektionales Laden

Name des Geräts *
sun2wheel two-way-digital

Beschreibung
Evtec Sospeso

Minimaler Ladezustand [%] *
28

Maximaler Ladezustand [%] *
82



VERBRAUCH	41.8kWh	EIGENVERBRAUCH ☉	36.8kWh	Einspeisung ins Netz	19.5kWh
SOLARENERGIE	56.3kWh	BATTERIEBEZUG	22.2kWh	EXPORT	3.4kWh

VERBRAUCH	41.8kWh	AUTARKIEGRAD ☉	94.2%
SOLARENERGIE	56.3kWh	EIGENVERBRAUCHSANTEIL ☉	65%

Batteriespeicherprojekte bei OptimaSolar Züri Unterland



- Speicherung von Überschüssen immer bedeutsamer
- OSZU will hier Vorbildfunktion bei der Evaluation wahrnehmen:
 - Speicher netzdienlich auslegen
 - Vorteile für die Gesellschaft erwirken
 - Technologien mit guter Umweltbilanz bevorzugen
 - Dank Skaleneffekt besseres Preis-Leistungs-Verhältnis
- 1. Projekt im Kühlhaus von Familie Schärer in Oberweningen

Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Frage- und Diskussionsrunde