

# Lokal produzierte Energie mit E-Mobilität koppeln

Energieapéro beider Basel

20. Januar 2026

Dominik Müller

 **SustainTec**  
GmbH  
[www.sustaintec.ch](http://www.sustaintec.ch)

Beratung und Engineering im Bereich nachhaltiger  
Energiekonzepte und Sektorenkopplung



# Übersicht

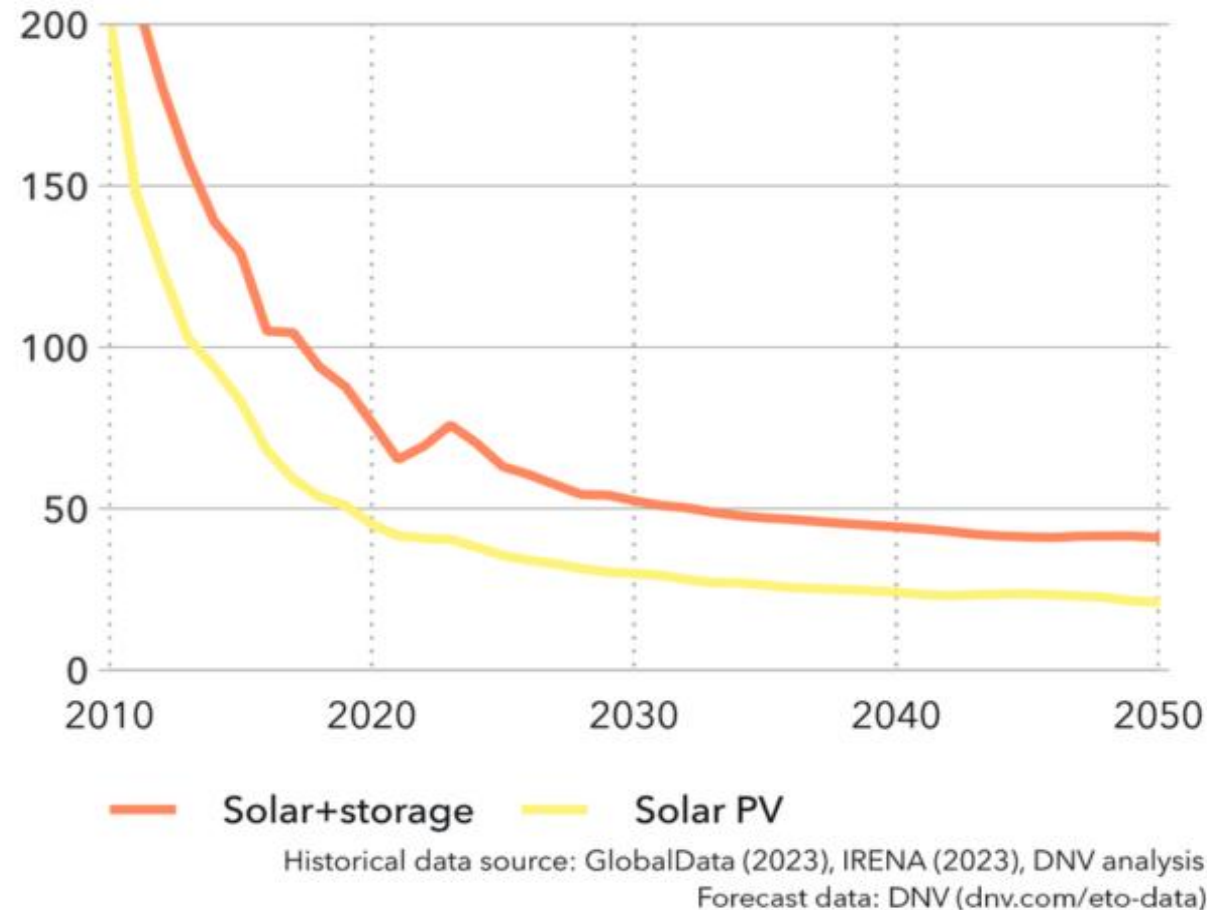
- Markt und Potenzial Photovoltaik
- Marktentwicklung Elektromobilität
- ZEV/ vZEV und LEG
- Speicherung von Solarstrom
- Einbindung von Elektromobilladestationen
- Bidirektionales Laden von Elektromobilen → V2X
- Was bringt die Zukunft?



# Photovoltaik: Die Preise fallen!...

## World average levelized cost of solar energy

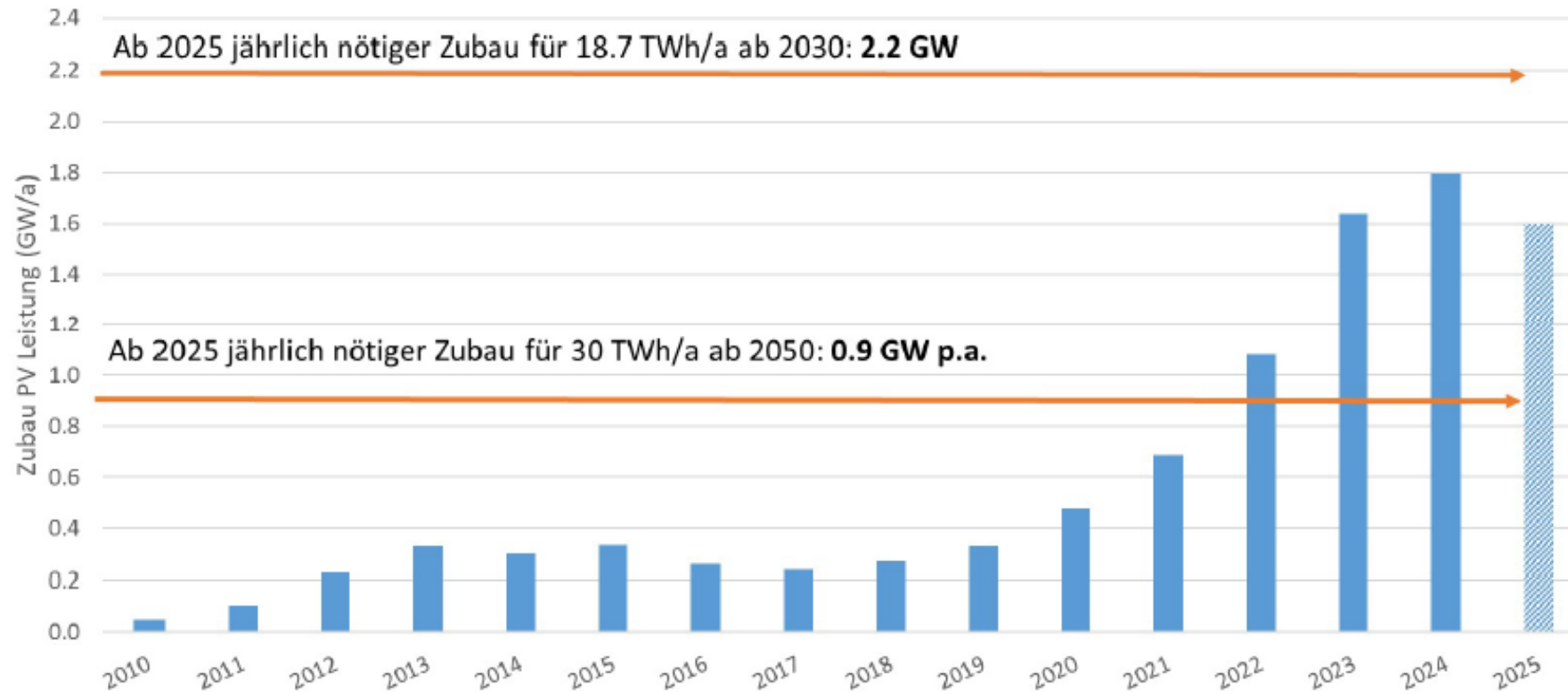
Units: USD/MWh



@DNV 2023

Innerhalb von 10 Jahren sind die durchschnittlichen Gestehungskosten für Solarstrom auf weniger als ein Siebtel gefallen! Auch in der Schweiz sind bei Grossanlagen Preise von rund 5 Rp./ kWh (Einmalvergütung nicht eingerechnet) möglich.

# Photovoltaik: Wachstumsmarkt auch in der Schweiz (PV-Stromproduktion CH 2025: 8,2 TWh)

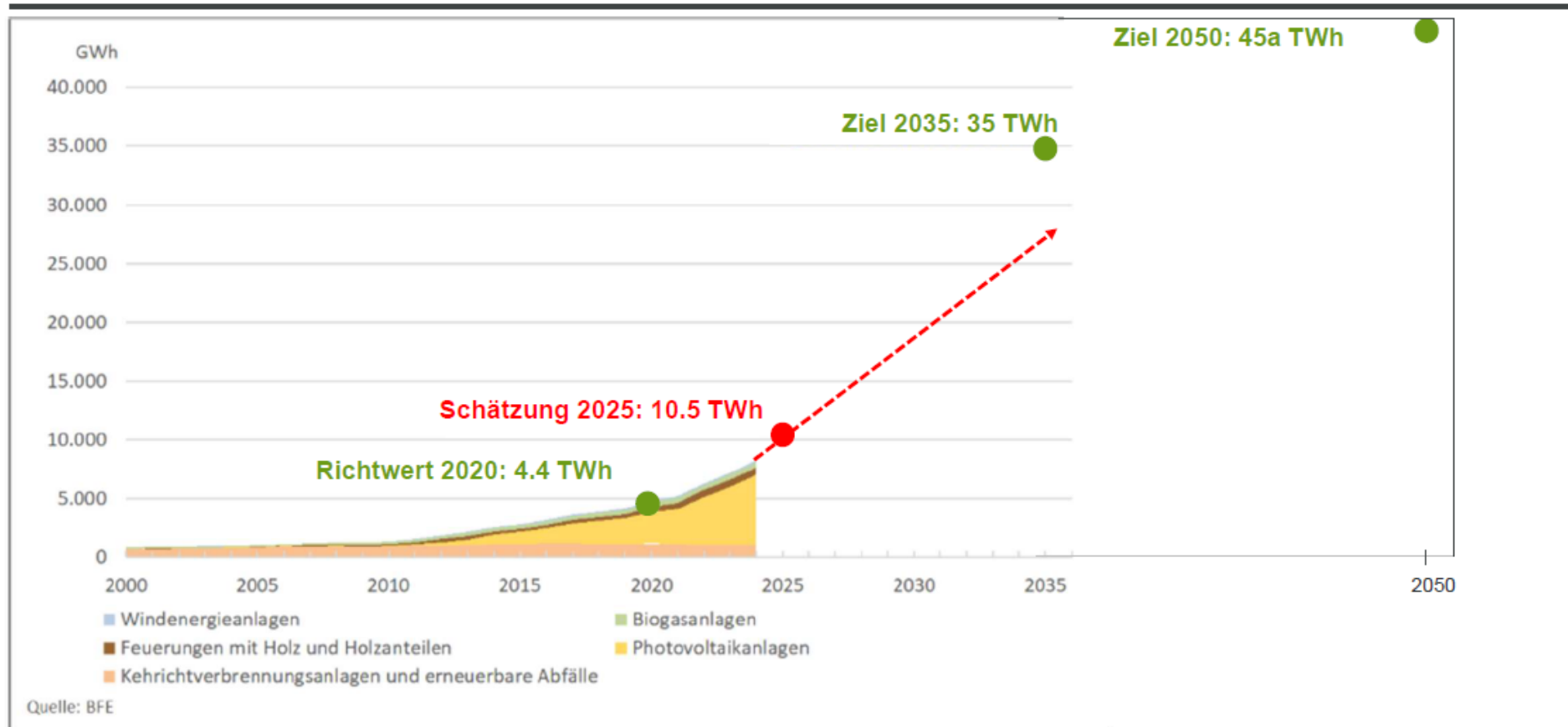


→ 2024 lieferte die PV 11% des Schweizer Stromverbrauchs, 2025 bereits ca. 14%

# Photovoltaik: Der Bundesrat erhöht das Ausbautempo!



## **STROMGESETZ/MANTELERLASS: ZIELE FÜR ZUBAU NEUE ERNEUERBARE (SEIT 2025)**

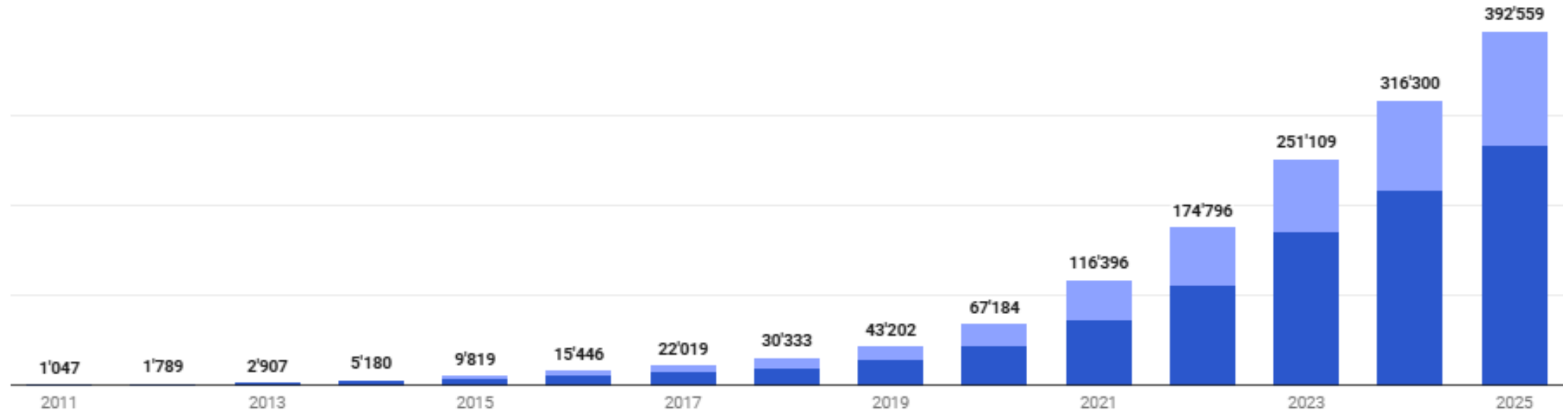


# Entwicklung Schweizer Bestand Elektroautos

## Personenwagen Bestand: Steckerauto (PEV) - absolute Zahlen

Schweiz & Liechtenstein: 2015 - laufendes Jahr

■ Elektrisch ■ Plug-In Hybrids

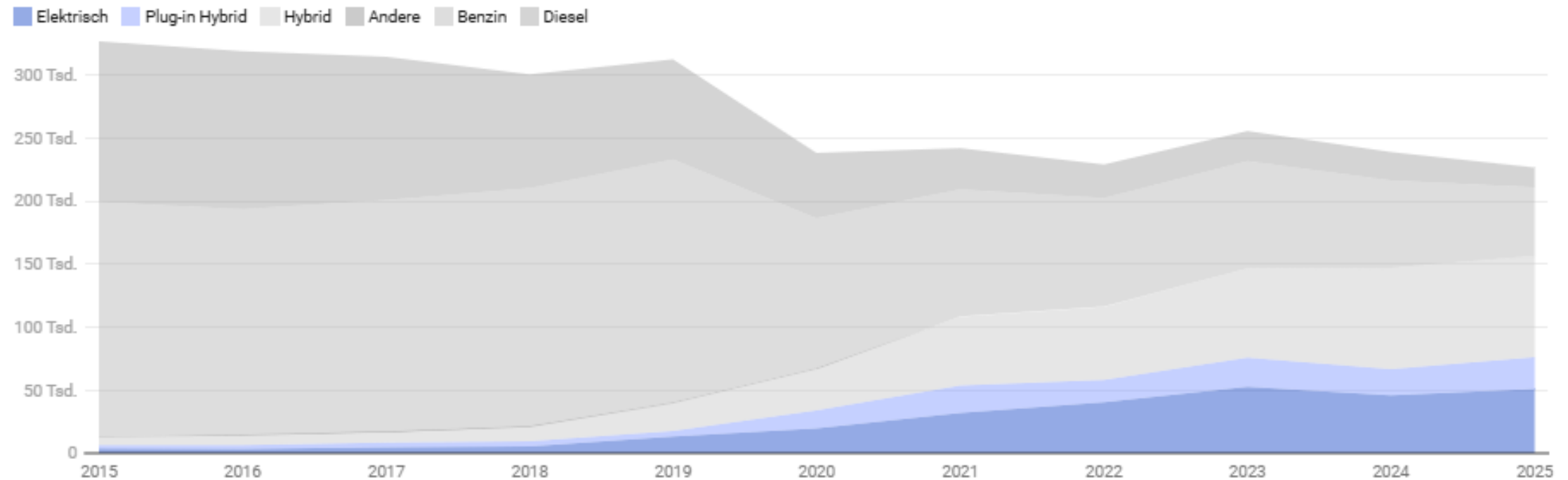


Quelle: Swiss eMobility

# Die Verkaufszahlen der Steckerfahrzeuge steigen bei schrumpfendem Neuwagenmarkt

## Neuzulassungen Personenwagen: Alle Antriebe - Absolute Zahlen

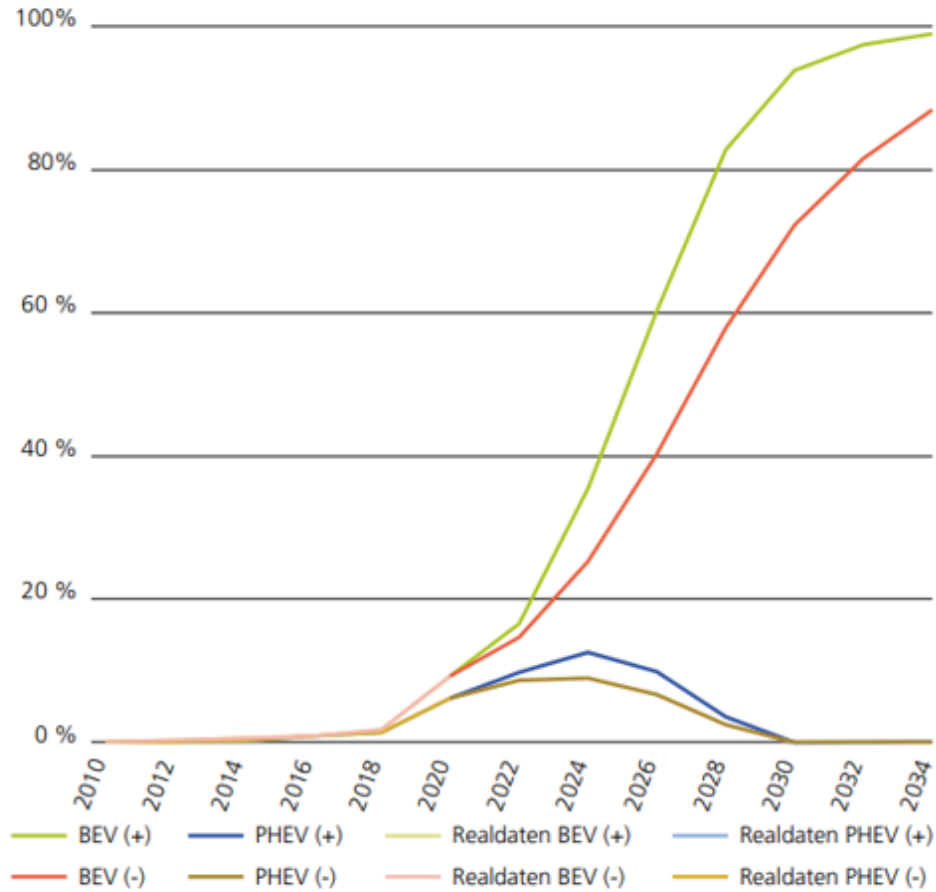
Schweiz & Liechtenstein: 2015 – 2024



Quelle: Swiss eMobility

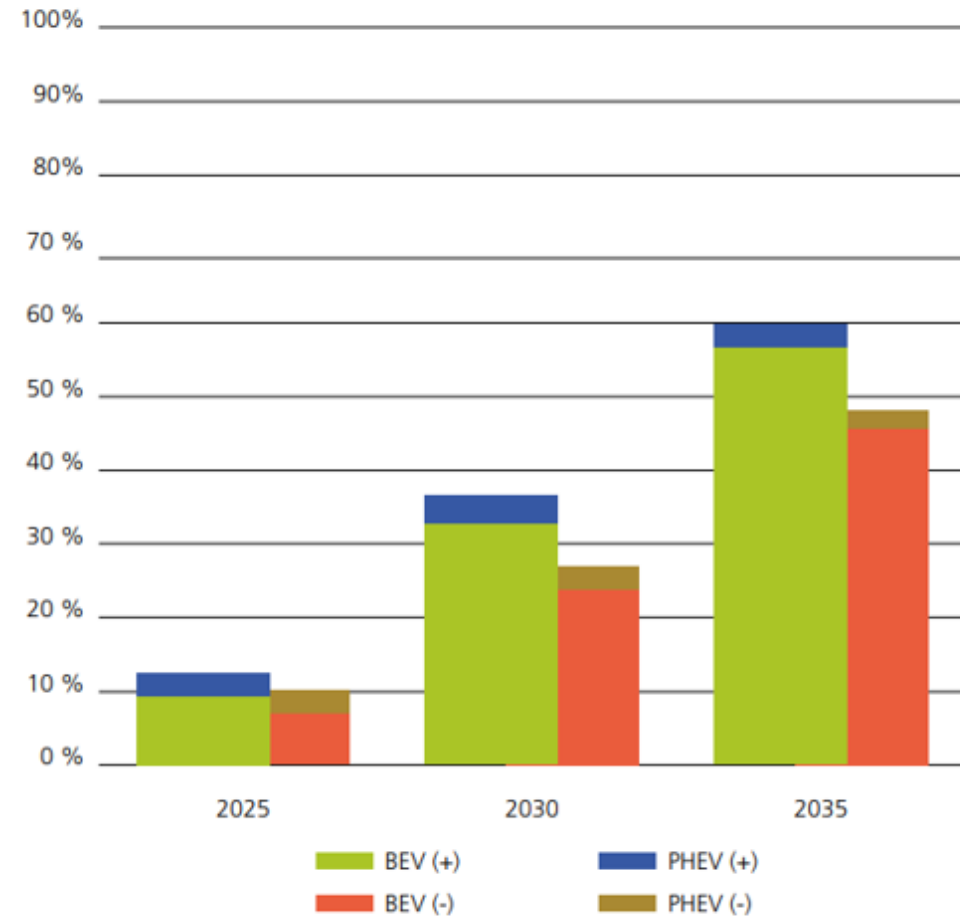
# Marktentwicklung Elektromobilität Schweiz

% BEV&PHEV Neuzulassungen bis 2035: optimistisches Szenario (+) pessimistisches Szenario (-)



Bildquelle: <https://www.swiss-emobility.ch/de/elektromobilitaet/Statistiken/>

% BEV&PHEV Bestand: optimistisch (+) pessimistisch (-)

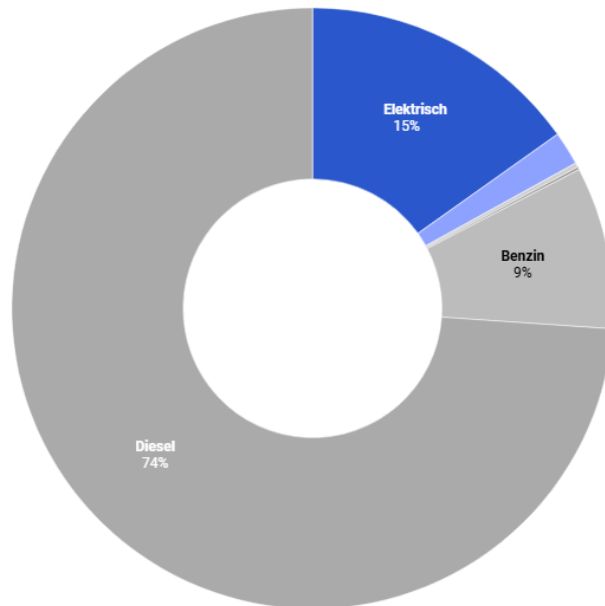


# Schweizer Marktanteile E-Nutzfahrzeuge und E-Busse

## Neuzulassungen Lieferwagen: Alle Antriebe

Schweiz & Liechtenstein: laufendes Jahr

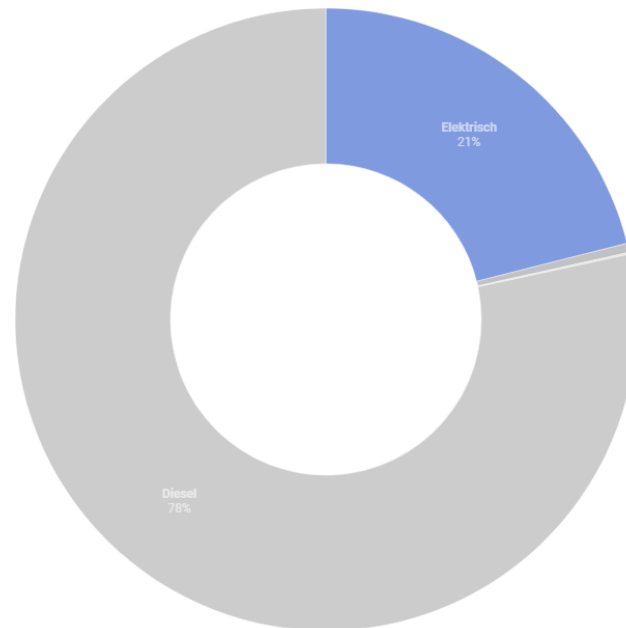
- Elektrisch
- Plug-in Hybrid
- Hybrid
- Andere
- Benzin
- Diesel



## Neuzulassungen Trucks: Alle Antriebe - absolute Zahlen

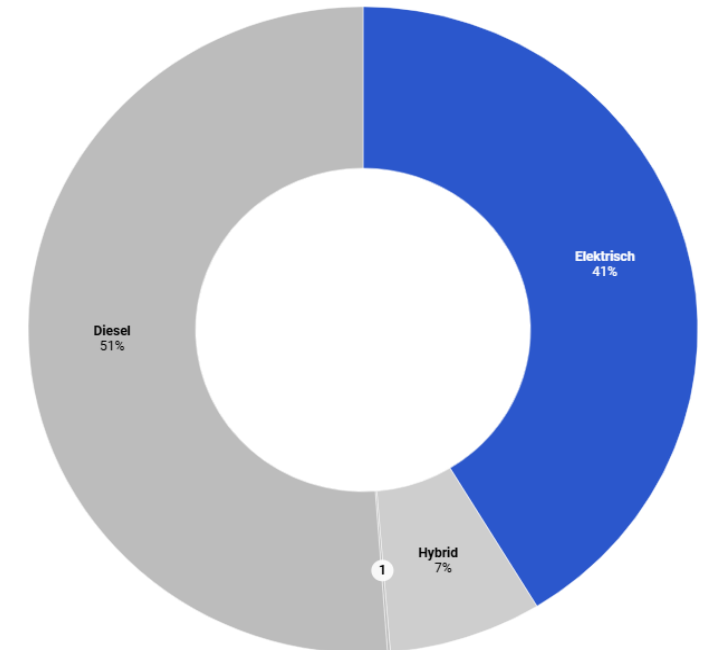
Schweiz & Liechtenstein: laufendes Jahr

- Elektrisch (21%)
- Erdgas (0%)
- Wasserstoff (0%)
- Diesel (78%)



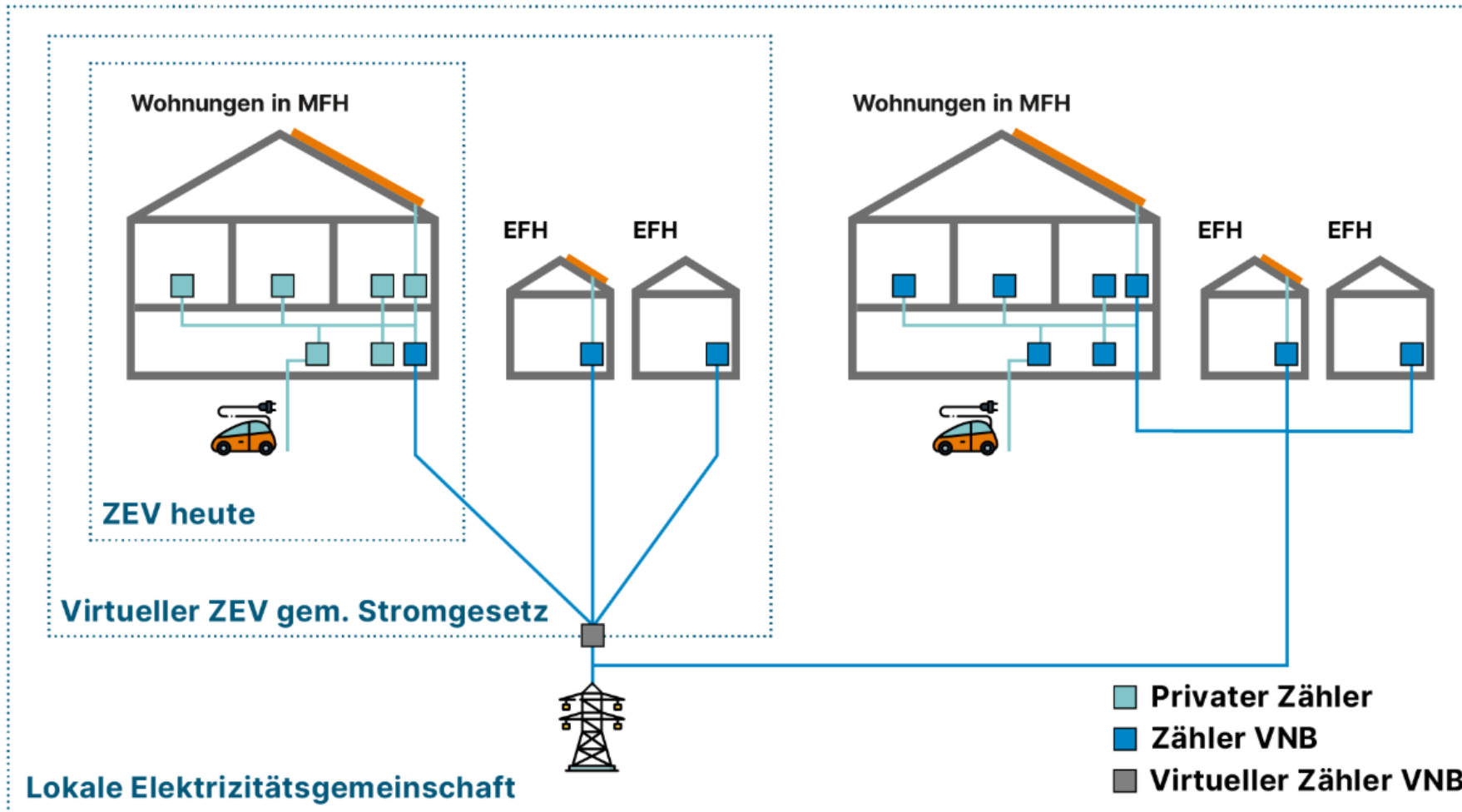
## Neuzulassungen Busse: Alle Antriebe - Marktanteil

Schweiz & Liechtenstein: laufendes Jahr



Quelle: Swiss eMobility

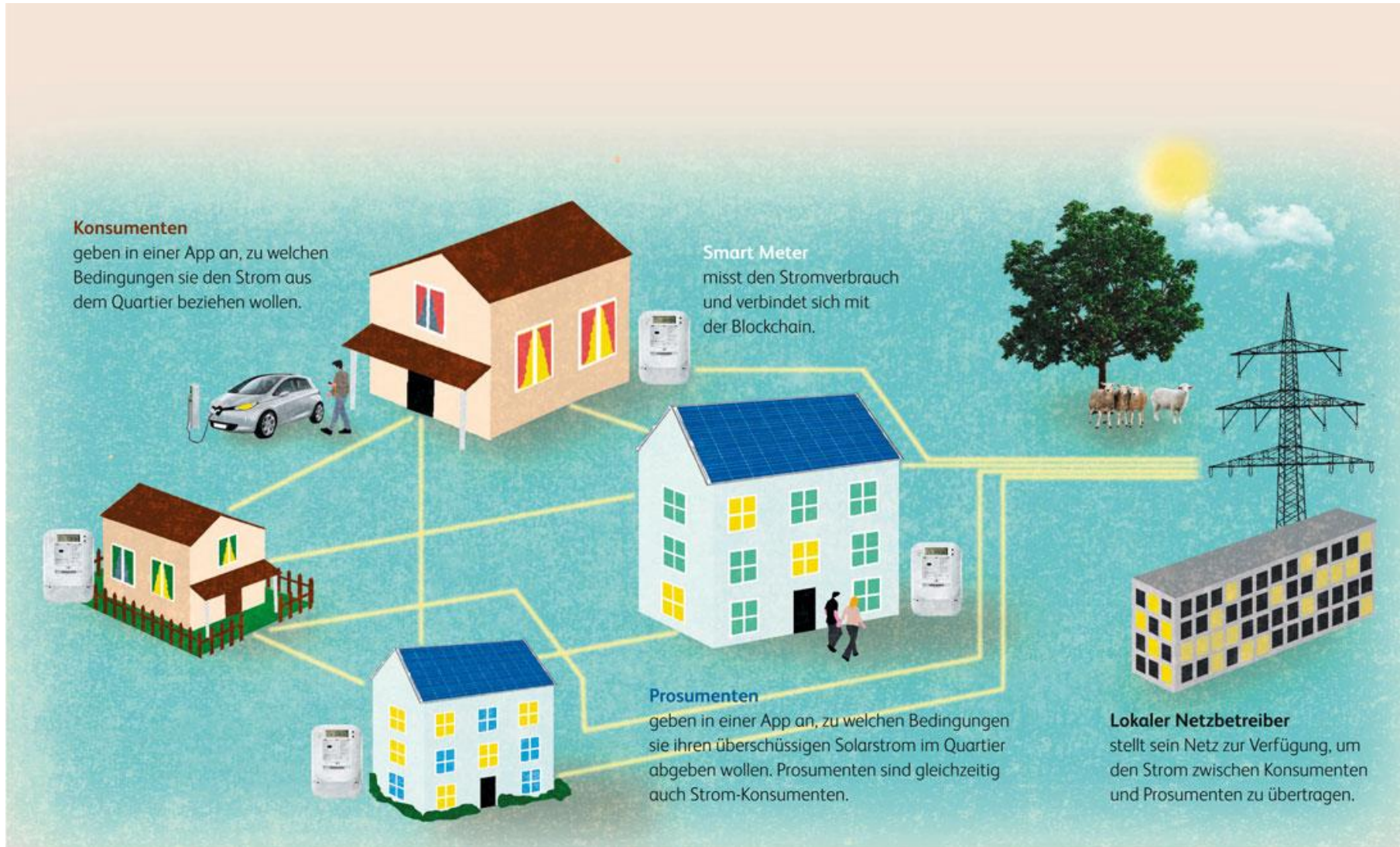
# ZEV/ vZEV = (virtueller) Zusammenschluss zum Eigenverbrauch



Für Mietliegenschaften und -areale (Wohnen/ Gewerbe) sowie Stockwerkeigentum; Teilliberalisierung auch für kleinere Strombezüger.

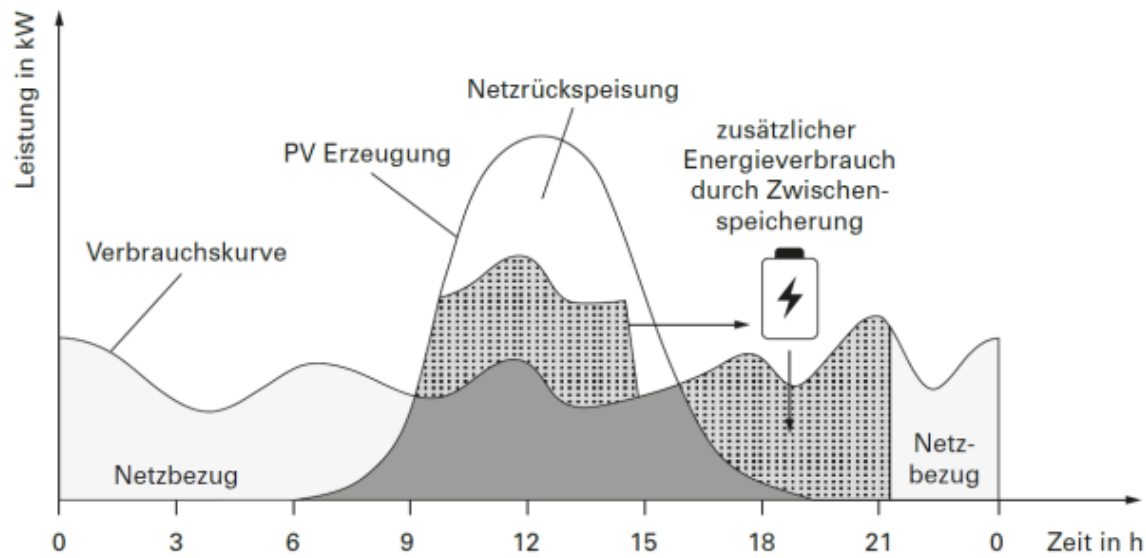
Elektrofahrzeuge können den Eigenverbrauch erhöhen und vom ZEV-Tarif profitieren.

# LEG = Lokale Energiegemeinschaften



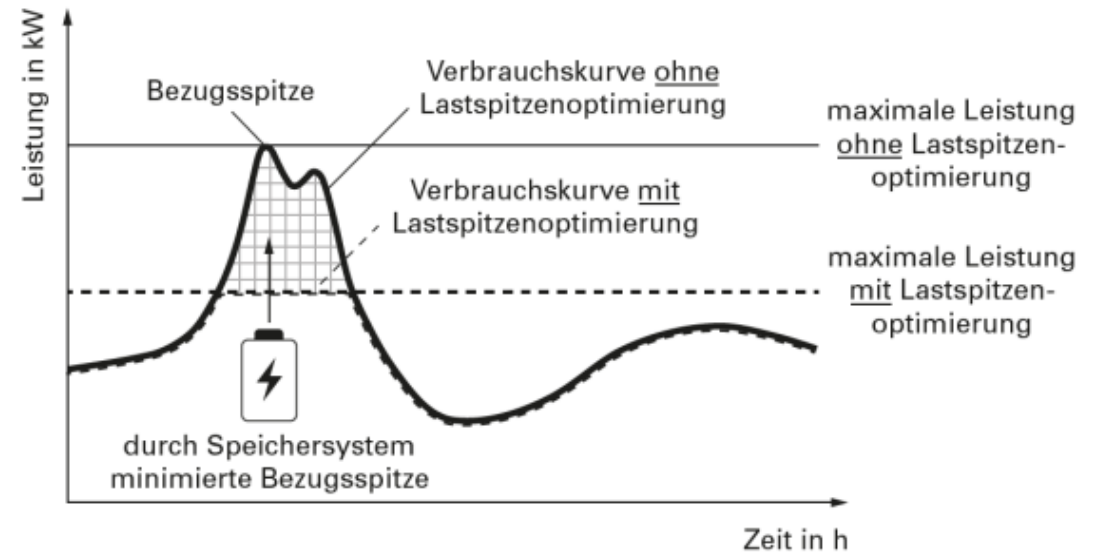
Elektrofahrzeuge und Batterien können gezielt mit LEG-(Solar-) Strom geladen werden und profitieren so von den reduzierten Netztarifen.

## Eigenverbrauchsoptimierung



SIA 2061, Figur 2

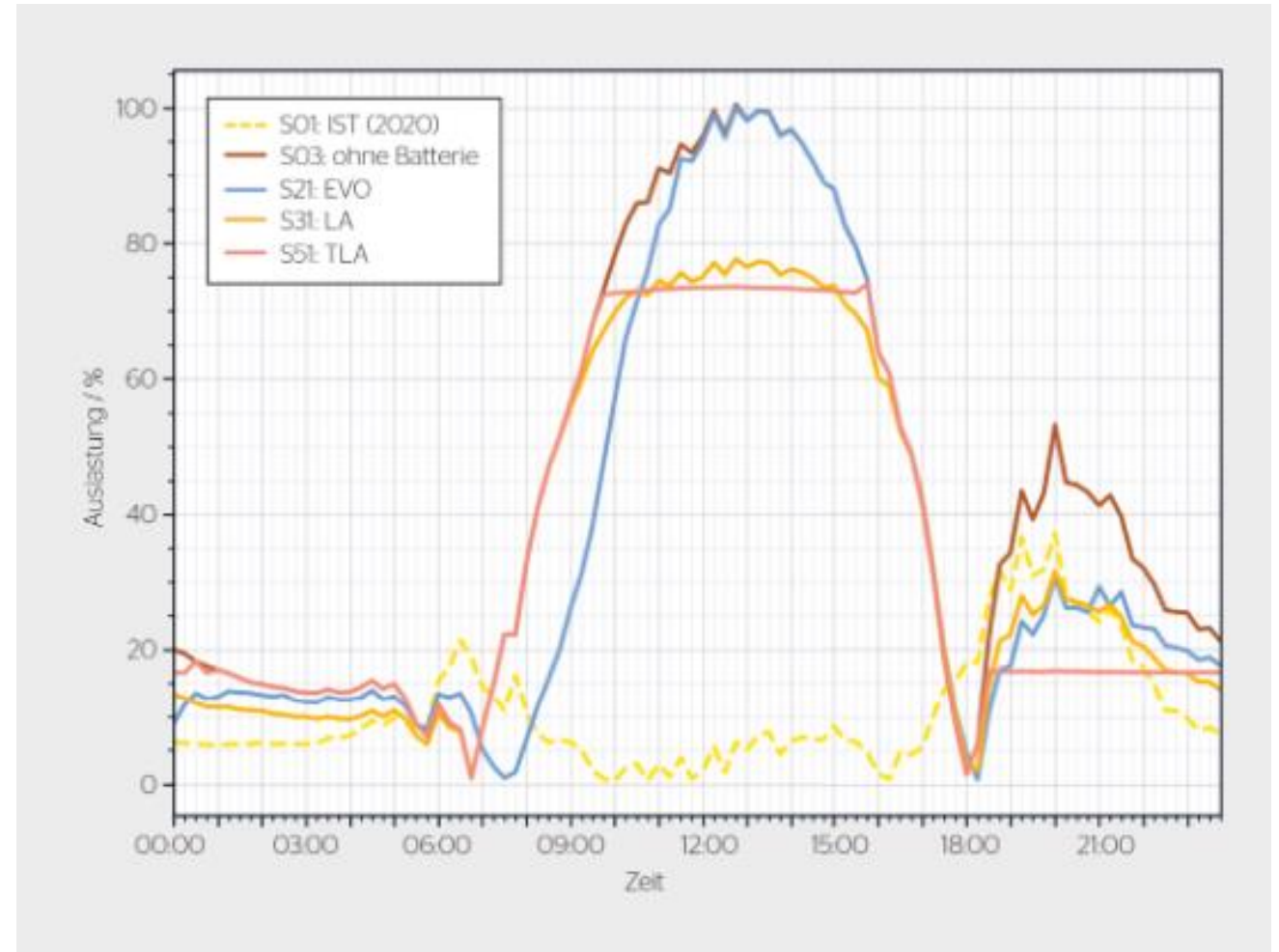
## Betriebsspitzenminimierung



SIA 2061, Figur 3

## Netzdienlicher Batterieeinsatz

- Berechnungen an der Berner Fachhochschule für einen Transformator im Jahr 2035
- Der dynamische Einsatz von Batterien kann die Belastung deutlich senken!



# Einsatz von Batteriespeichern ohne und mit Rädern

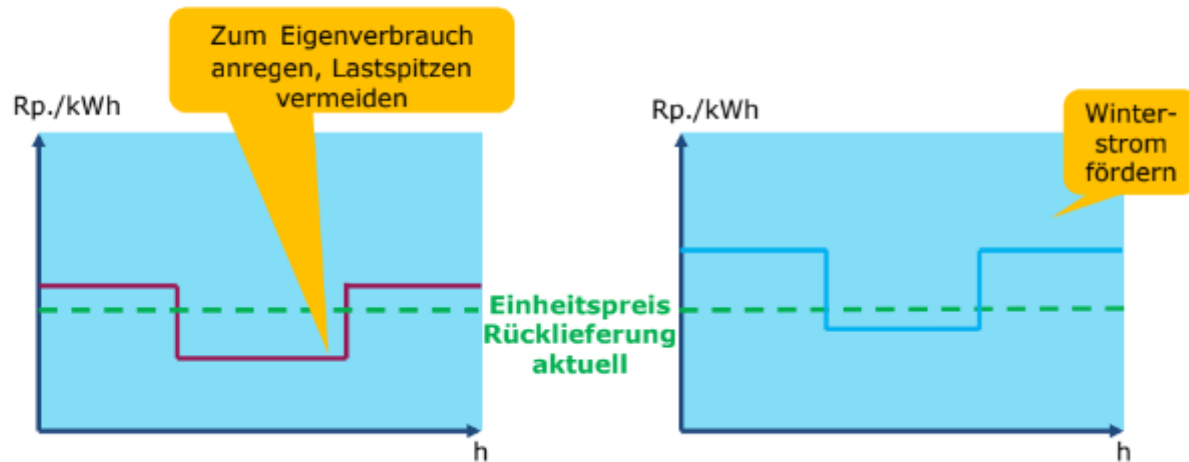
Sowohl im EFH als auch im MFH/Gewerbe-Bereich



# Anreizbeispiel für netzdienlichen Verbraucher- und Batterieeinsatz (Bsp. Primeo Energie)

## Neuer Wahltarif für Strom aus Photovoltaik

- **Alternativer Tarif** zum bestehenden "Standardtarif" Rückspeisung (Einheitstarif) für die Produzenten anzubieten mit dem Ziel unterschiedliche PV-Produktionsmöglichkeiten (Ausrichtung, Neigung) in Einklang mit dem Verbrauch zu bringen und gleichzeitig (gesicherte) Anreize für den Zubau der Anlagen zu setzen (wenn möglich Winterstrom)
- Für Produzenten im Versorgungsgebiet der Primeo Netz AG bzw. AVAG im Rahmen der Abnahme- und Vergütungspflicht (kein Marktangebot)



Tarife in CHF/MWh	Hochtarif	Niedertarif
Winter	320	120
Sommer	200	70

Niedertarif Winter	12-15 Uhr
Niedertarif Sommer	12-15 Uhr

Primeo Energie · Informationsanlass für Solarteure und Elektroinstallateure · 2. und 9. November 2023

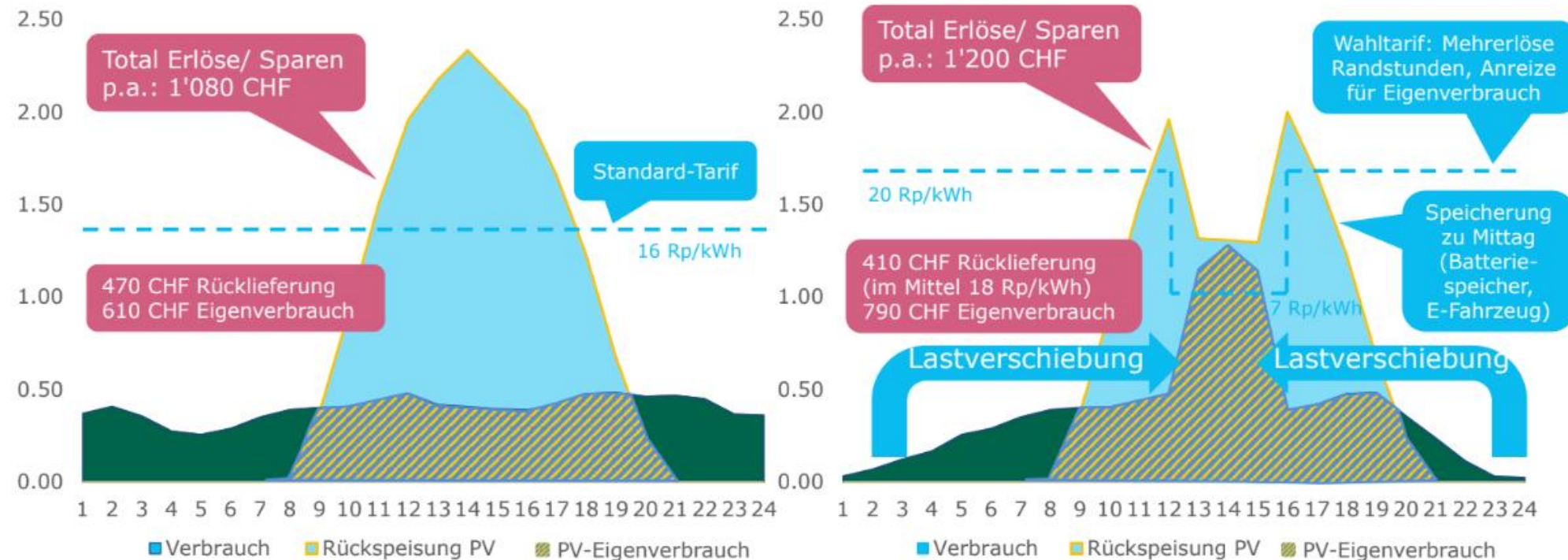
116

# Anreizbeispiel für netzdienlichen Verbraucher-, LIS- und Batterieeinsatz (Bsp. Primeo Energie)

## Tarifwirkung Wahltarif: Eigenverbrauchsoptimierung

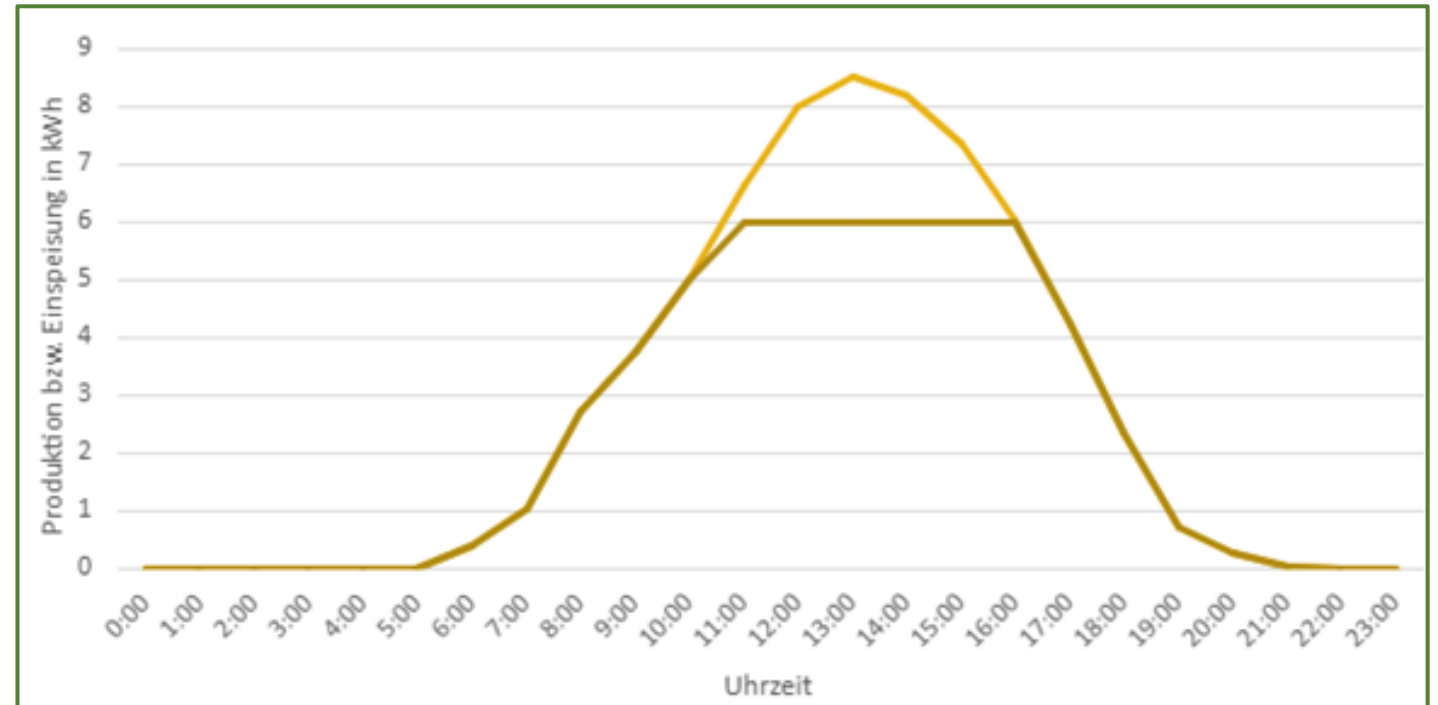
### Beispiel: Sommer-Tag

PV / Verbrauch in kWh/h: mittleres Tagesprofil Juli, Süd-Anlage 5 kWp, 35° Neigungswinkel, H4-Kategorie Verbrauch



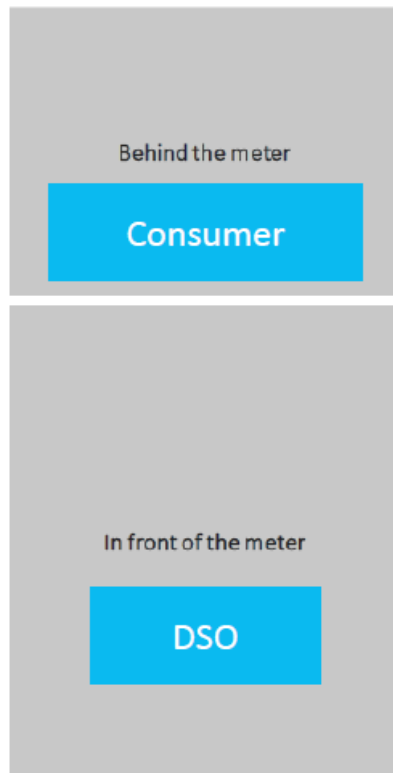
# Auch gezieltes monodirektionales Laden von Elektrofahrzeugen kann sich rechnen!

- Z.B. bei der Anwendung dynamischer Bezugs- oder netzdienlicher Einspeisetarife
- Z.B. zur Vermeidung der PV-Mittagspitze: Einhaltung der 70%-Begrenzung
- Z.B. zur generellen Vermeidung oder Reduktion der PV-Produktion bei tiefen und/oder negativen Marktpreisen, v.a. bei PV-Anlagen >30 kW



# Im liberalisierten Strommarkt besser möglich: Vermarktung von Flexibilität im Verteilnetz

## "The Piano"



TMH's current commercial activities

"Piano" of flex services
Solar self consumption optimization
Tariff optimization
Back-up power
Charging peak avoidance
Solar self consumption optimization
Tariff optimization
Back-up power
Reactive power & voltage control
Peak shaving (e.g. vNNE)
FCR
SCR and TCR
Redispatch
Capacity market
Black-start
Curtailement avoidance
Physical intraday & day-ahead
Financial intraday & day-ahead
OTC markets
Flexibility exchange
Balancing group management
PPA optimization

	Value Estimations		
	Today	2030	2040
Solar self consumption optimization			
Tariff optimization			
Back-up power			
Charging peak avoidance			
Solar self consumption optimization			
Tariff optimization			
Back-up power			
Reactive power & voltage control			
Peak shaving (e.g. vNNE)			
FCR			
SCR and TCR			
Redispatch			
Capacity market			
Black-start			
Curtailement avoidance			
Physical intraday & day-ahead			
Financial intraday & day-ahead			
OTC markets			
Flexibility exchange			
Balancing group management			
PPA optimization			

6 Value range [€/MW/a]: 0-50 50-100 100-150

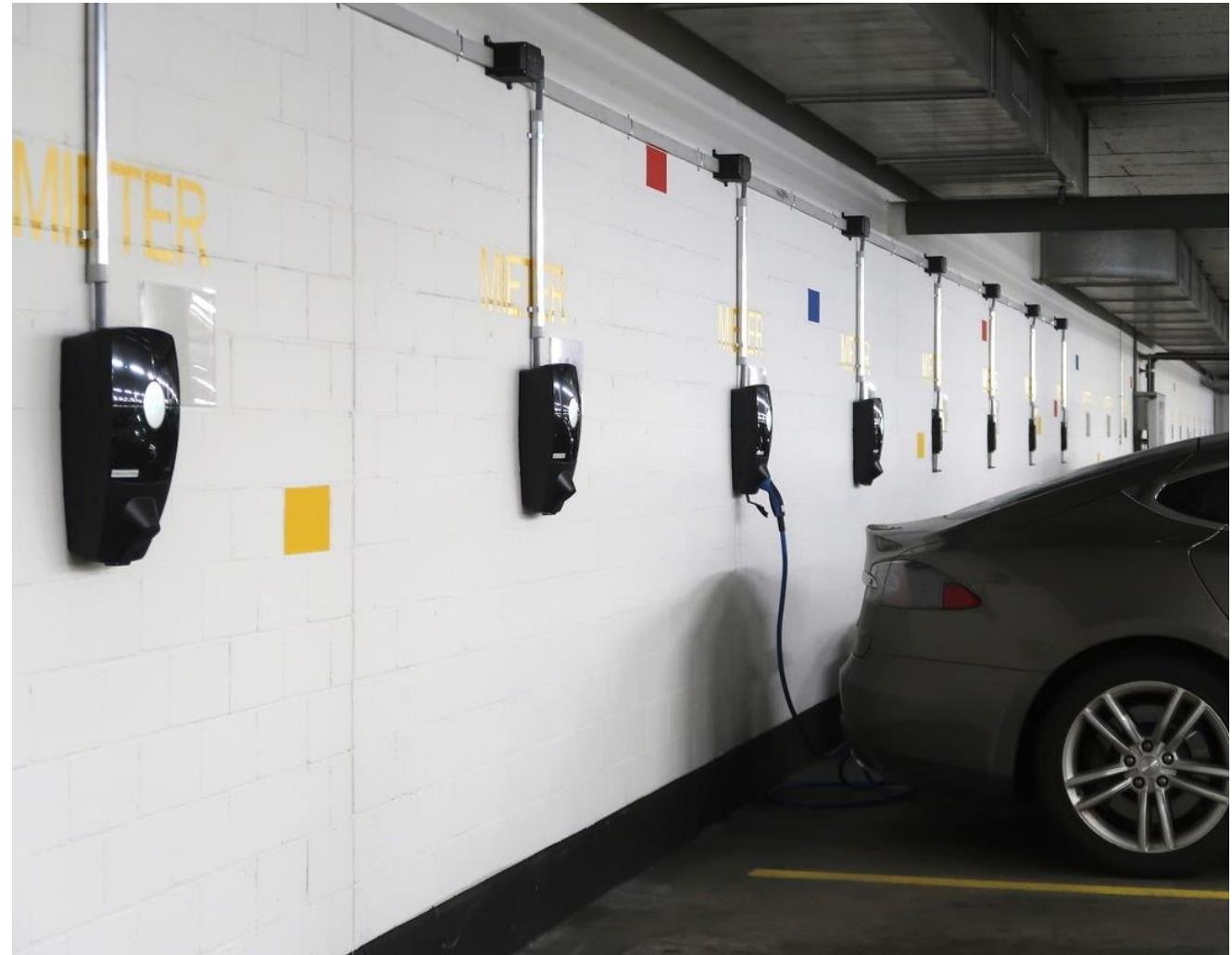
THE MOBILITY HOUSE AG © 2022

FCR = Frequency Containment Reserve

01.12.23 · Primeo Energie

# Ladestationen Elektromobile

- Besonders bei einer eigenen Einstellhalle sind Anfragen von Mietern eine Frage der Zeit
  - Ladeleistung pro Ladepunkt 11 (22) kW
  - Konzept mit Lademanagement bei beschränkter elektrischer Anschlussleistung
  - Konzept mit EMS in Verbindung mit gebäude- / arealeigener PV-Anlage
  - ZEV/vZEV-Dienstleistungsanbieter mit Elektromobilitätslösungen
  - Gezieltes Laden von LEG-Strom ermöglichen (reduzierter Netztarif)
  - Merkblatt SIA 2060
- Ratgeber eMobility Schweiz:  
<https://www.swiss-emobility.ch/de/elektromobilitaet/merkblaetter/>



Beispiel von SIA 2060/C2+D mit proprietärem Ansatz

Quelle: NovaVolt

# Produkteneutrale Realisierung SIA 2060/ C2

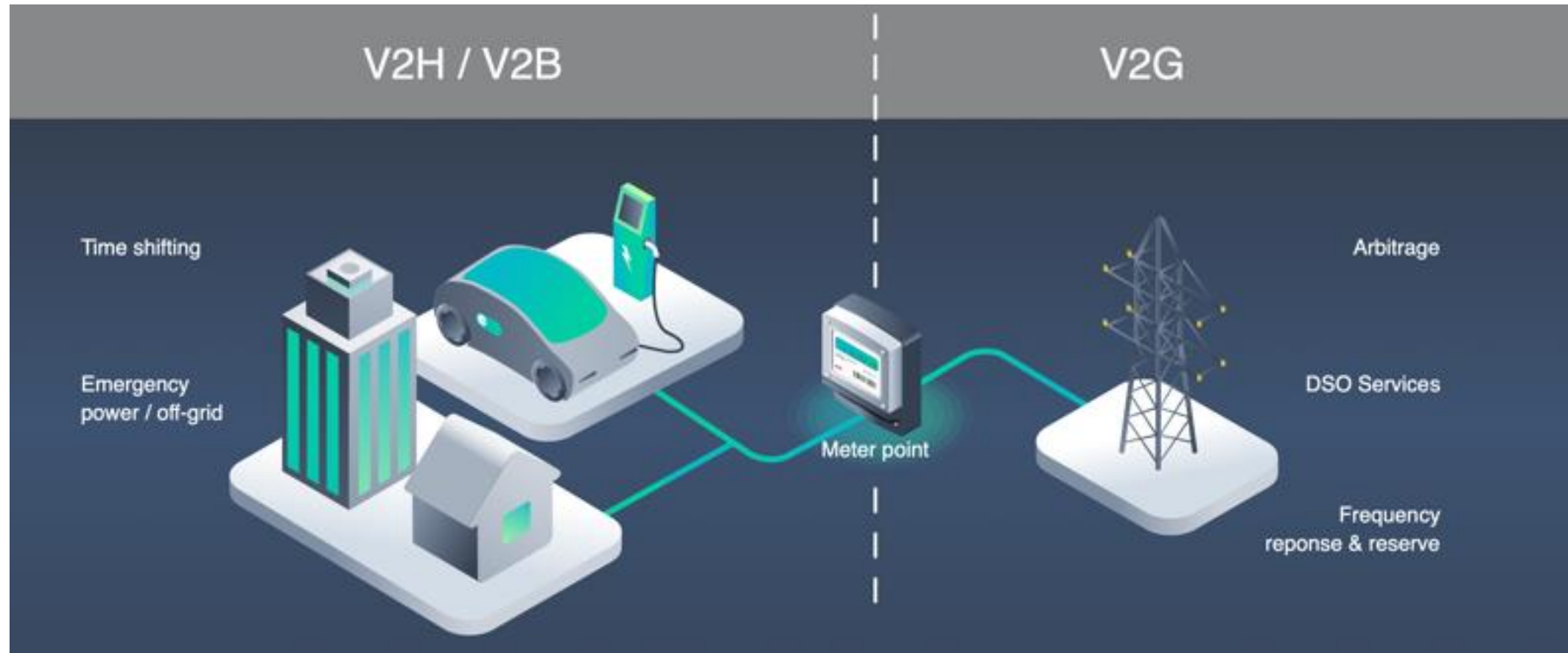
- Standardmäßige Ausrüstung der Parkplätze mit CEE-Steckdose ausgerüstet und können plug&play in Betrieb genommen werden.
- Sehr hohe Flexibilität (Erweiterung, Upgrade)
- Schneller Ersatz bei Defekt (kein Fachpersonal notwendig)
- Nicht proprietär: herstellerunabhängig
- Ausbaustufe C2 nach SIA2060



Idealerweise CEE-Steckdose und LAN-Anschluss für die Steuerung

Quelle: sun2wheel

# Was ist «V2G/V2X»?

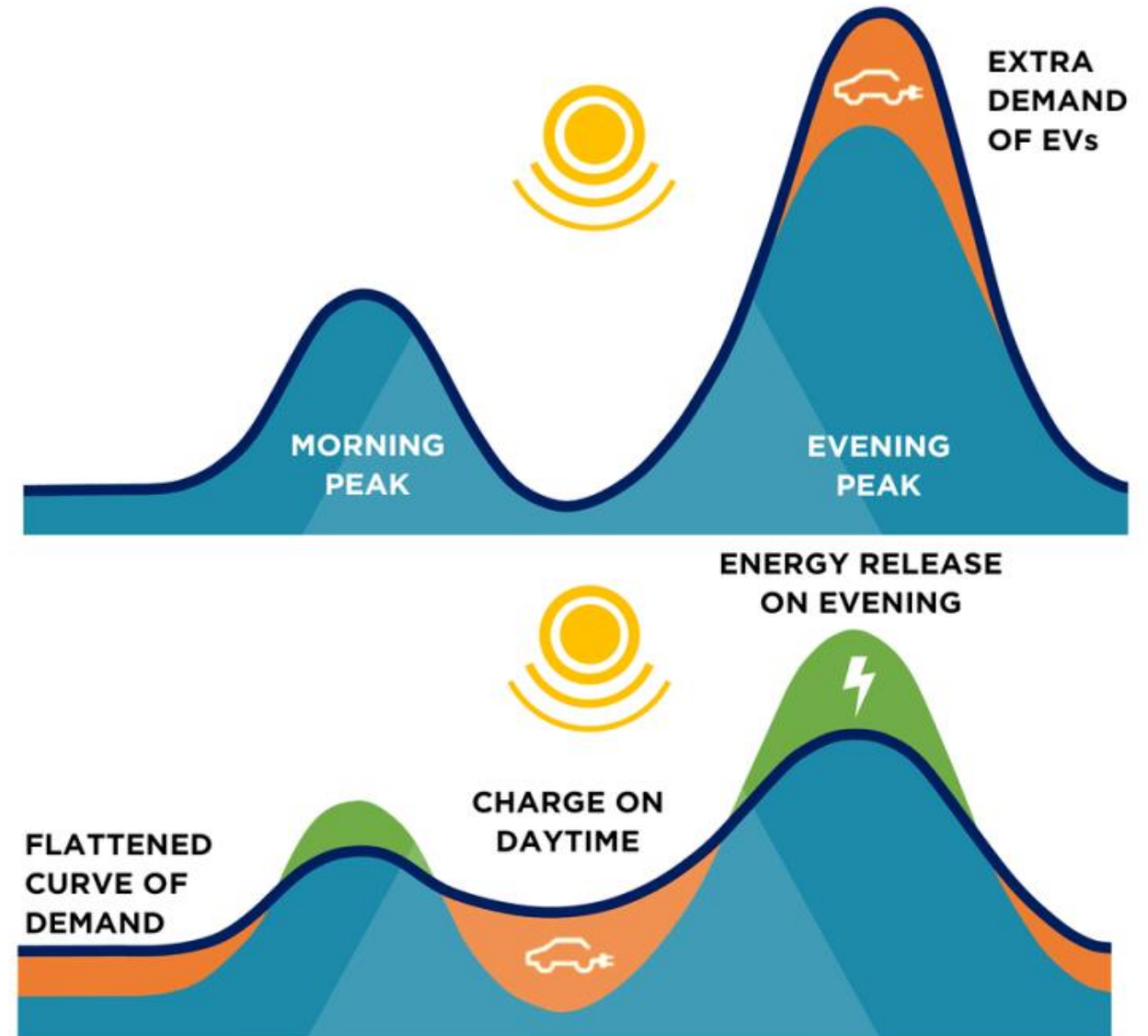


**V2H = «Vehicle to Home» (B=Building) : V2G = «Vehicle to Grid»**

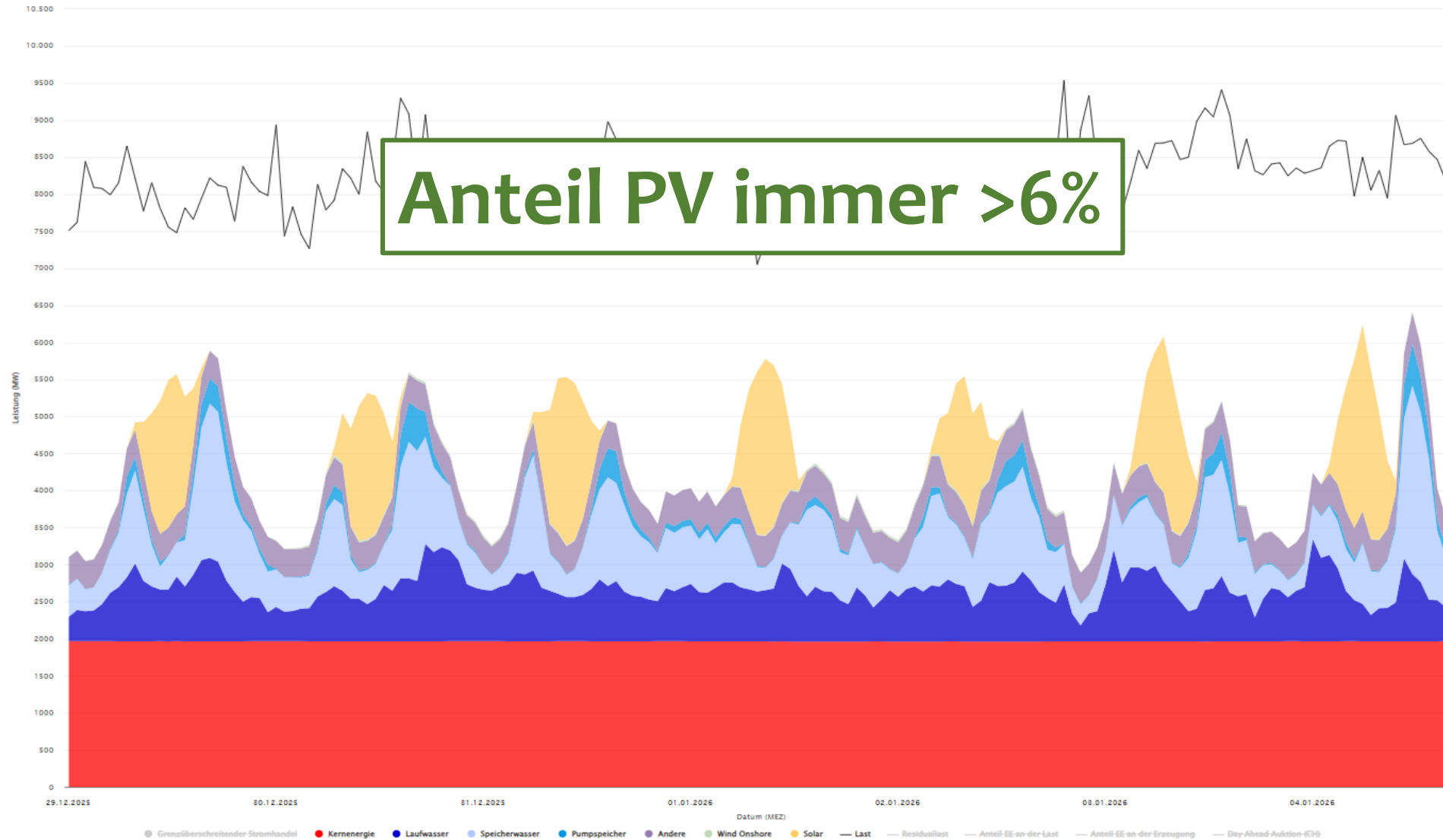
**V2X = Kombination von allem inkl. netzfernem oder Notstrom-Betrieb**

# Der nächste Schritt: Vehicle To Grid (V2G/V2X) → «Batterien mit Rädern»

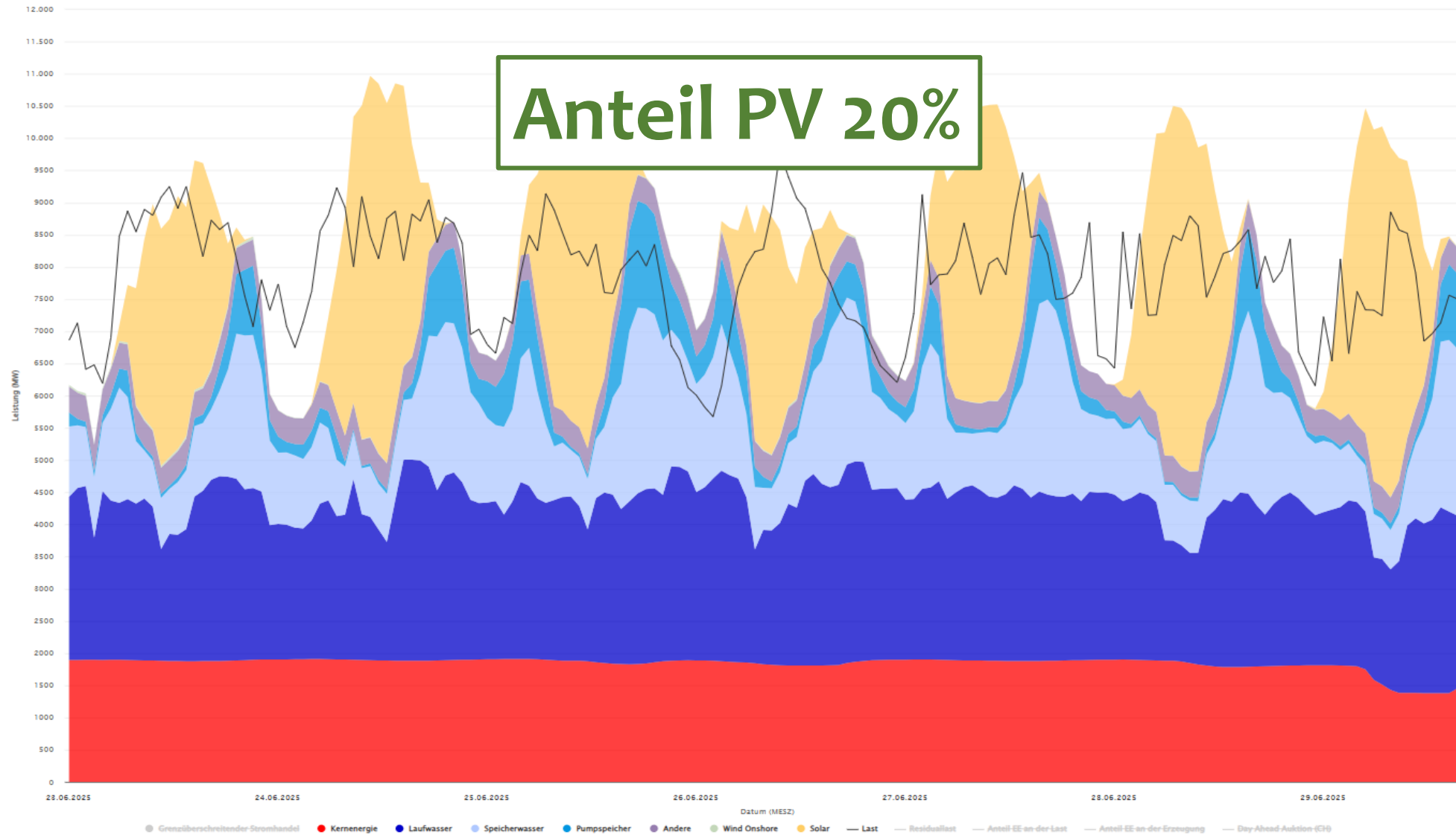
- Differenz zwischen PV Produktion und Verbrauchsspitzen
- Bei einem reinen Ladebetrieb von Elektromobilen wird Erhöhung der Abendspitze befürchtet → Abschaltungen durch Netzbetreiber drohen (Grafik oben)!
- Bidirektional betriebene Elektrofahrzeuge (v.a. Flotten) erhöhen den PV Eigenverbrauch und bauen Lastspitzen ab (Grafik unten)
- TCS-Studie aus dem Jahr 2023 kam zu gleichem Ergebnis...



# Winter 2025/2026: Aktuelle Stromproduktion CH



# Sommer 2025: Aktuelle Stromproduktion CH

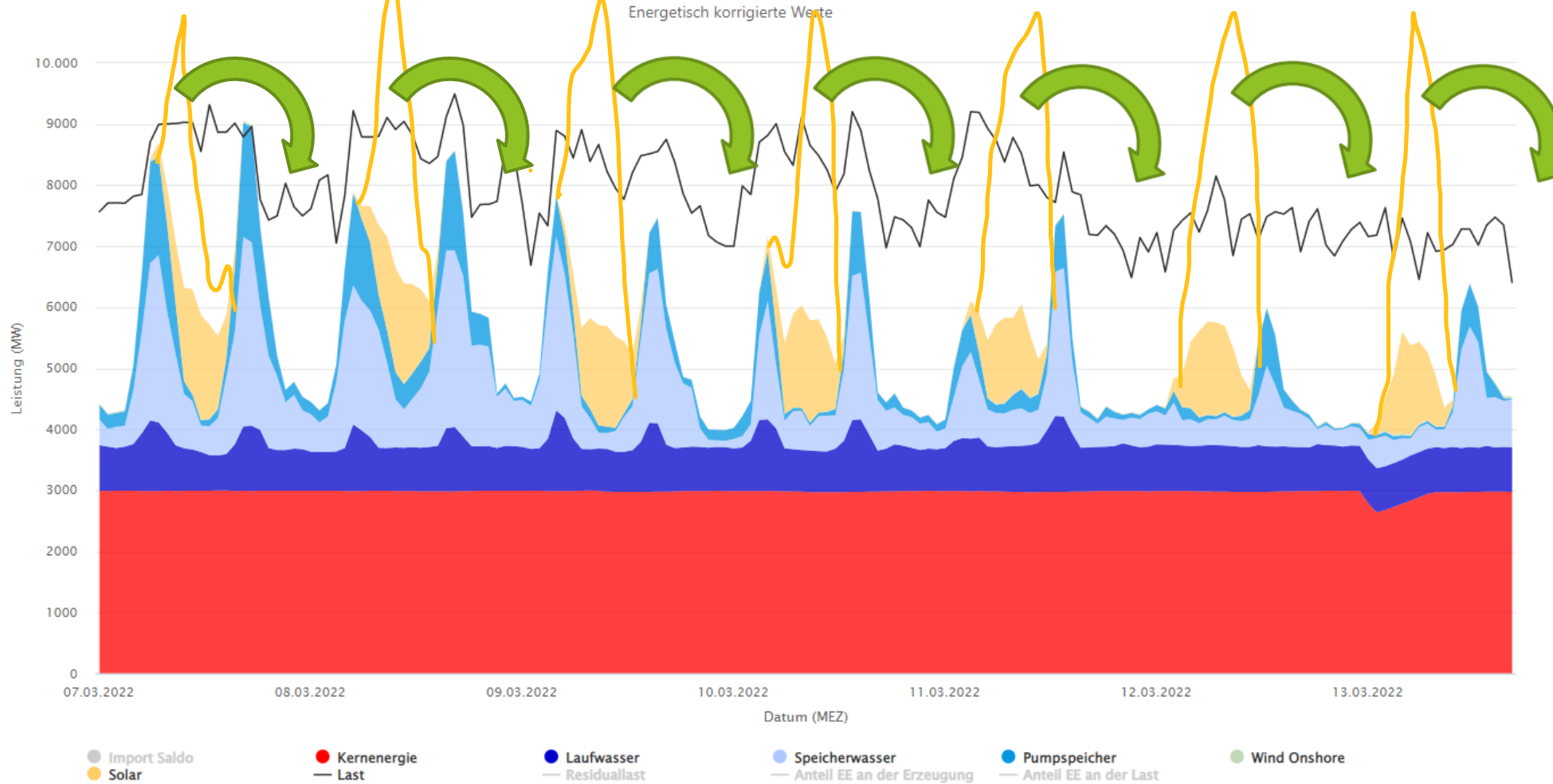


20.01.2026

Energieapéro beider Basel

# 2035: Speicherbedürfnis mit Ankündigung

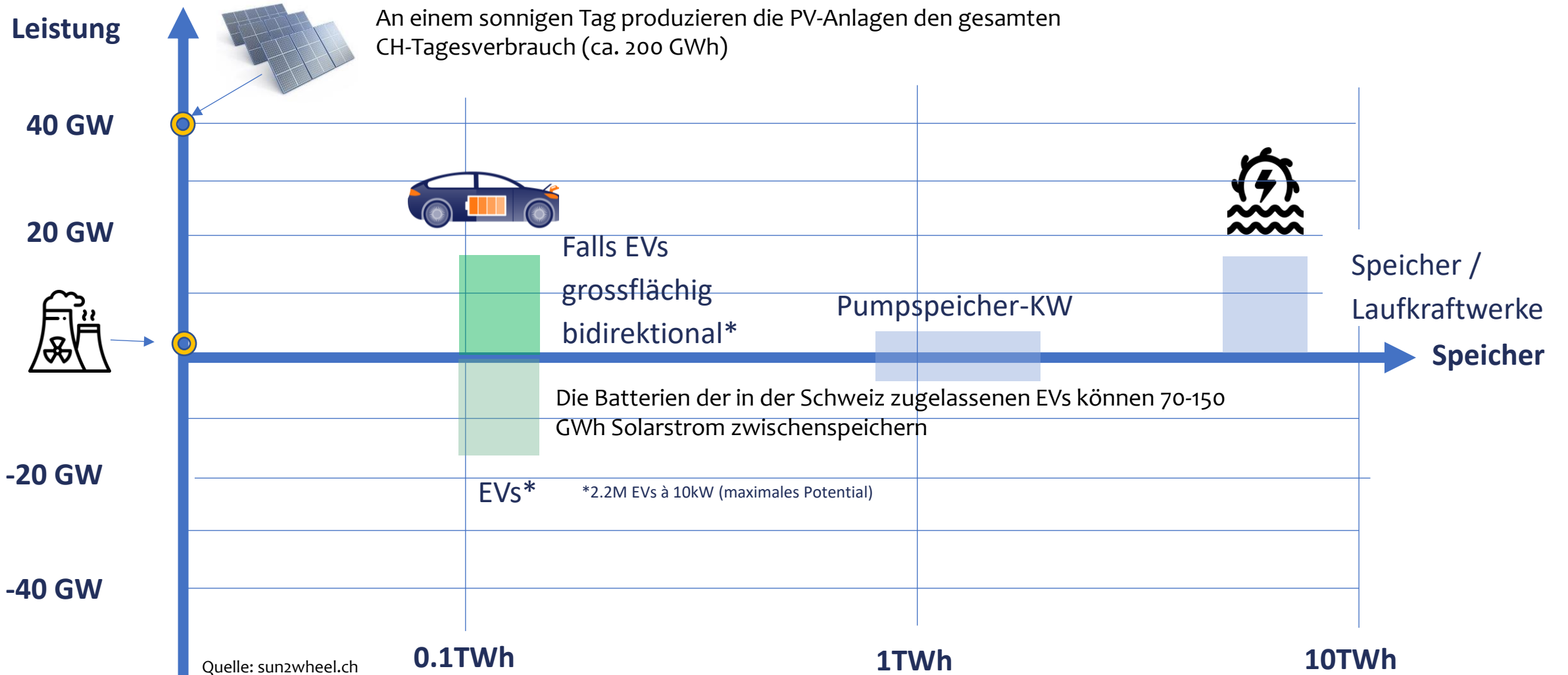
Öffentliche Nettostromerzeugung in der Schweiz in Woche 10 2022



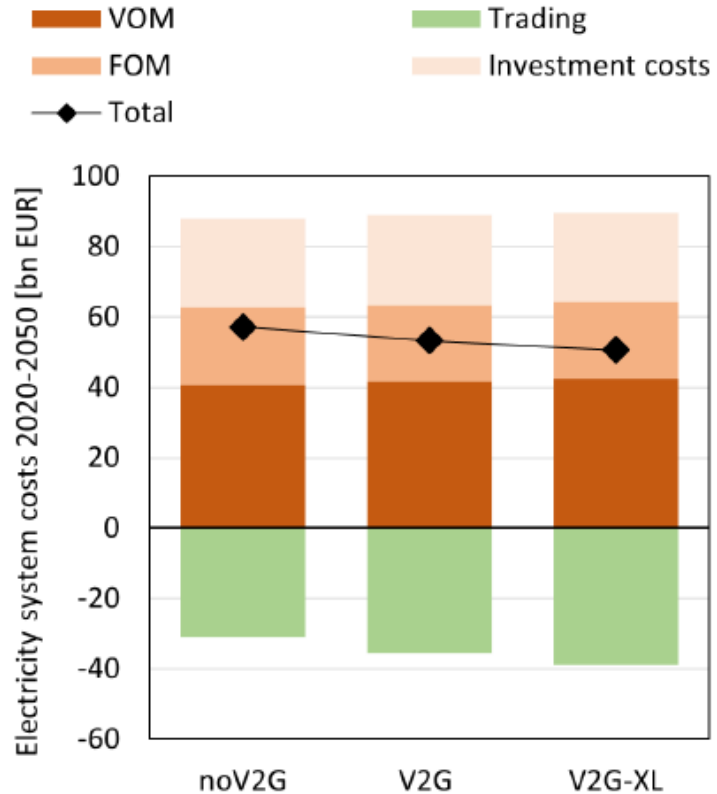
**Wir benötigen  
«Powerbanks»!**

Energy-Charts.info - letztes Update: 23.11.2022, 09:31 MEZ

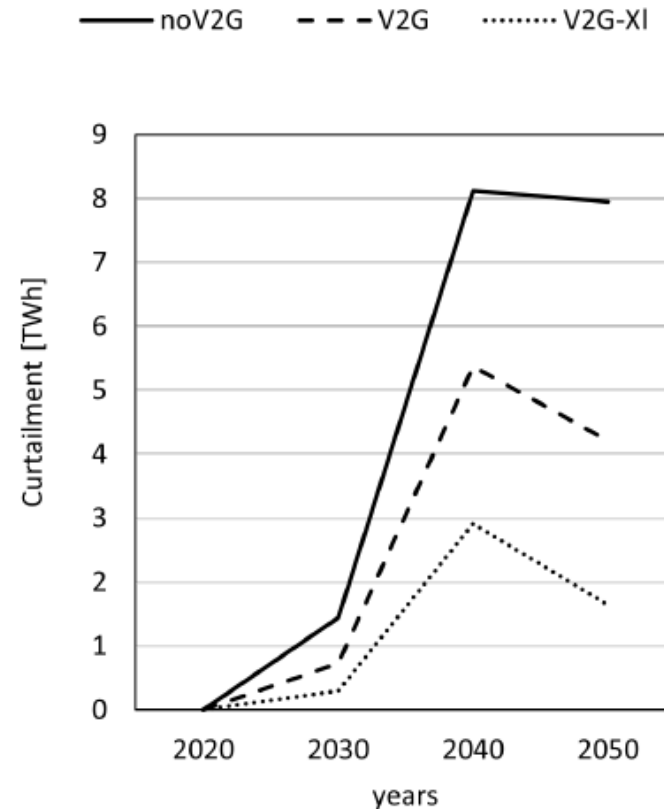
# 2035: Speicherbedürfnis mit Ankündigung



# Vermeidung PV-Abregelung allein durch V2G/V2X



Quelle: ETH Zürich



Die Abregelungen von PV-Anlagen (gleiche Energiemenge, wie unsere Speicherseen gesamthaft fassen!) können massiv reduziert und u.a. somit auch die Systemkosten gesenkt werden!

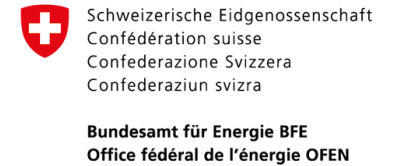
## Z.B. Pilotprojekt V2G Überbauung Erlenmatt Ost BS:

- In der genossenschaftlichen Wohnüberbauung Erlenmatt in Basel werden ein Nissan Leaf und ein Lieferwagen e-NV200 als Miet-/ E-Carsharingfahrzeuge und zu V2G Zwecken genutzt.
- Das V2G System ist Teil eines Gesamtenergiekonzeptes u.a. mit PVA und ZEV.
- Das Projekt wurde unter dem Namen «OKEE» (Optimierung der Kopplung zwischen Elektrofahrzeugen und Energiemanagementsystemen, 2017-2019) vom AUE BS gefördert.



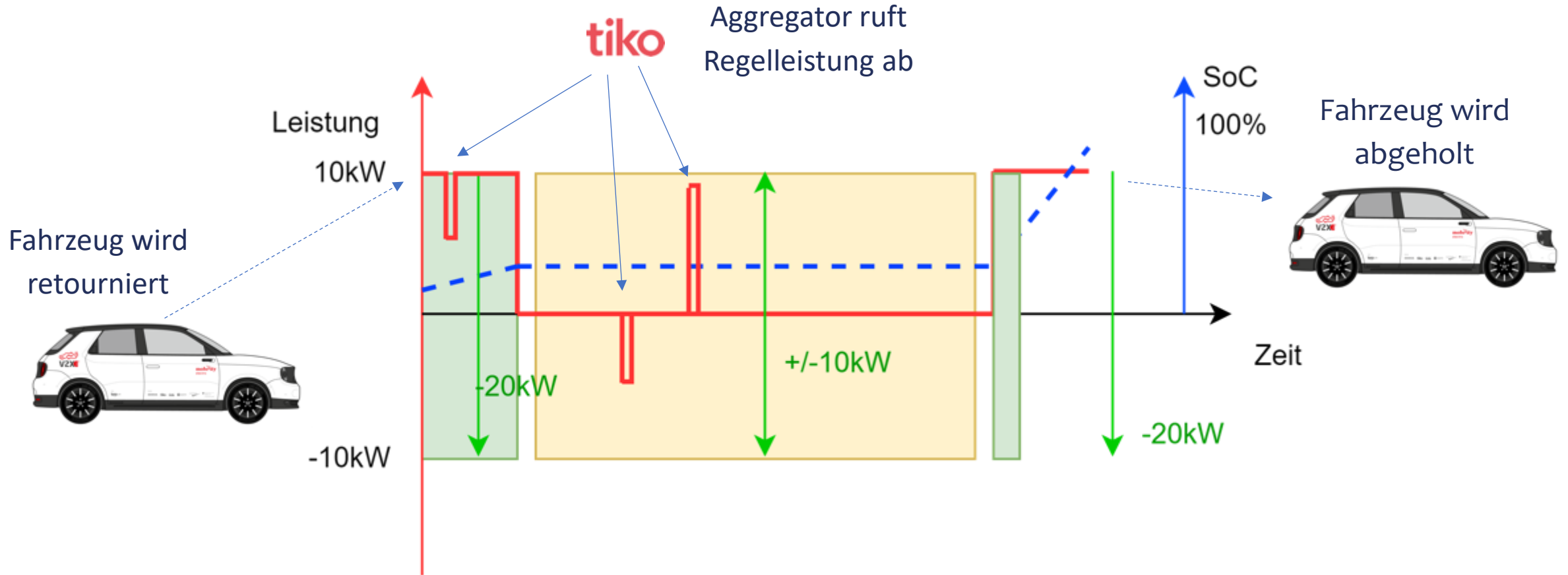
# Pilotprojekt V2X Suisse

- Grossangelegtes Forschungsprojekt an 50 Mobility-Standorten in der Schweiz
- Elektrofahrzeuge stabilisieren das Stromnetz durch Erbringen von Systemdienstleistungen
- Bei 1/1 Ersatz von Verbrennerfahrzeugen riesiges Potential → bis 20 GW Netzleistung bis 2035



# V2X Suisse → Regelleistung und Flottenbetrieb

Die Testanordnung funktionierte technisch. Für einen finanziell interessanten Business-Case sind jedoch preisgünstigere Ladestationen und langfristig attraktive Regelleistungspreise notwendig.



# Ursprüngliche V2X-Roadmap hat leider Verspätung!

	<2021	2021	2022	Ab 2023
Smart Charging		Start-ups, Energieversorger, Systemintegratoren und Backendbetreiber von Ladeinfrastruktur ermöglichen Smart Charging	OCPP >2.0 und erprobte technische Systeme erlauben vor allem bei größeren Flotten flächendeckendes Smart Charging, auch um Netzüberlastungen zu vermeiden	
Vehicle-to-Grid		ISO 15118-20 wird veröffentlicht	VW ermöglicht bidirektionales Laden	Vehicle-to-home könnte eine ähnliche Rolle wie Heimspeicher einnehmen
Vehicle-to-Grid		Pilotprojekte werden durchgeführt. Beispiel „SINTEG“, „Bidirektionales Lademanagement BDL“ oder „i-rEzEPT“		Die genaue zeitliche Entwicklung ist noch nicht absehbar. Vehicle-to-Grid unter anderem für netzbezügliche Lastverschiebung genutzt.

Wie weiter??

«Light-Version» ISO-15118-20 bis Frühsommer 2026?

**Legende**

Lediglich Pilotprojekte möglich	Einführungsphase	Technik im großflächigen Einsatz
---------------------------------	------------------	----------------------------------

<https://www.pv-magazine.de/2021/05/07/wann-und-wie-nutzen-wir-die-gigawattstunden-in-elektroautobatterien/>

# ...und die Fahrzeughersteller?

U.a. der VW-Konzern, Renault, Hyundai, Volvo und reine Elektromarken wie Lucid, Aways, Nio, JAC und Maxus haben die Freischaltung für V2X angekündigt. Die Umsetzung erfolgt jedoch nur sehr zögerlich, d.h. nur in einzelnen Staaten und mit eingeschränkten Garantien oder bei hierzulande wenig verbreiteten Marken!



20.01.2026



Energieapéro beider Basel



# ...neue Entwicklungen → z.B. autonome Fahrzeuge



In Konkurrenz stehen zwei prinzipiell Verschiedene Systeme:

- Konzept mit hohem Sensoraufwand und programmierten Strassenkarten (Ursprung 1980-er Jahre)
- Konzept mit visuellen Sensoren und physischem KI



## ...neue Entwicklungen → z.B. autonome Fahrzeuge

Autonome Fahrdienste benötigen mittel- und langfristig viel weniger Fahrzeuge als privat verwendete Autos. Das Geschäftsmodell setzt eine hohe Betriebsstundenzahl und niedere Standzeiten voraus.

Zugleich werden auch die Batteriekapazitäten der relativ kleinen Fahrzeuge aus Kostengründen auf die absolut notwendige Kapazität beschränkt.



## ...neue Entwicklungen → z.B. autonome Fahrzeuge

Die netzdienliche Ladung resp. Bereitstellung von Flexibilität/ V2X könnte in den Hintergrund treten, da bei einem automatisierten Betrieb (z.B. mit induktiven Ladestationen) kurze Aufenthaltszeiten beim Laden und Reinigungsservice höhere Priorität haben.



**Herzlichen Dank für die  
Aufmerksamkeit!**

**Fragen?**

