



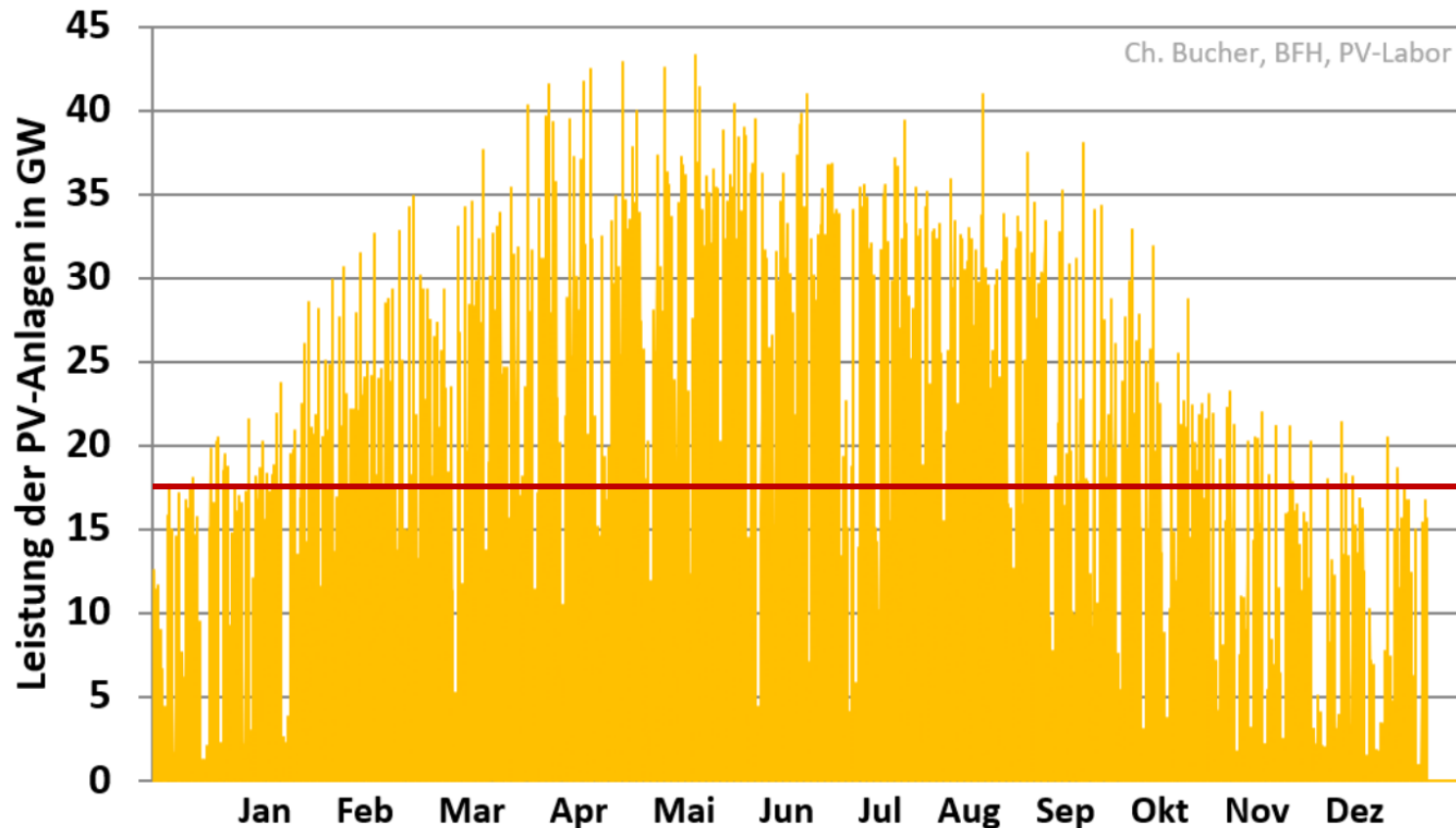
Berner Fachhochschule
Haute école spécialisée bernoise
Bern University of Applied Sciences

Herausforderung von Elektrifizierung & Dezentralisierung

Branchenwissen Energiewirtschaft, Zürich, 18.3.2025

► Berner Fachhochschule, Labor für Elektrizitätsnetze: Stefan Schori

Wie viel Energie befindet sich in den PV-Spitzen?



Wie viel Energie befindet sich prozentual oberhalb und unterhalb der roten Linie?

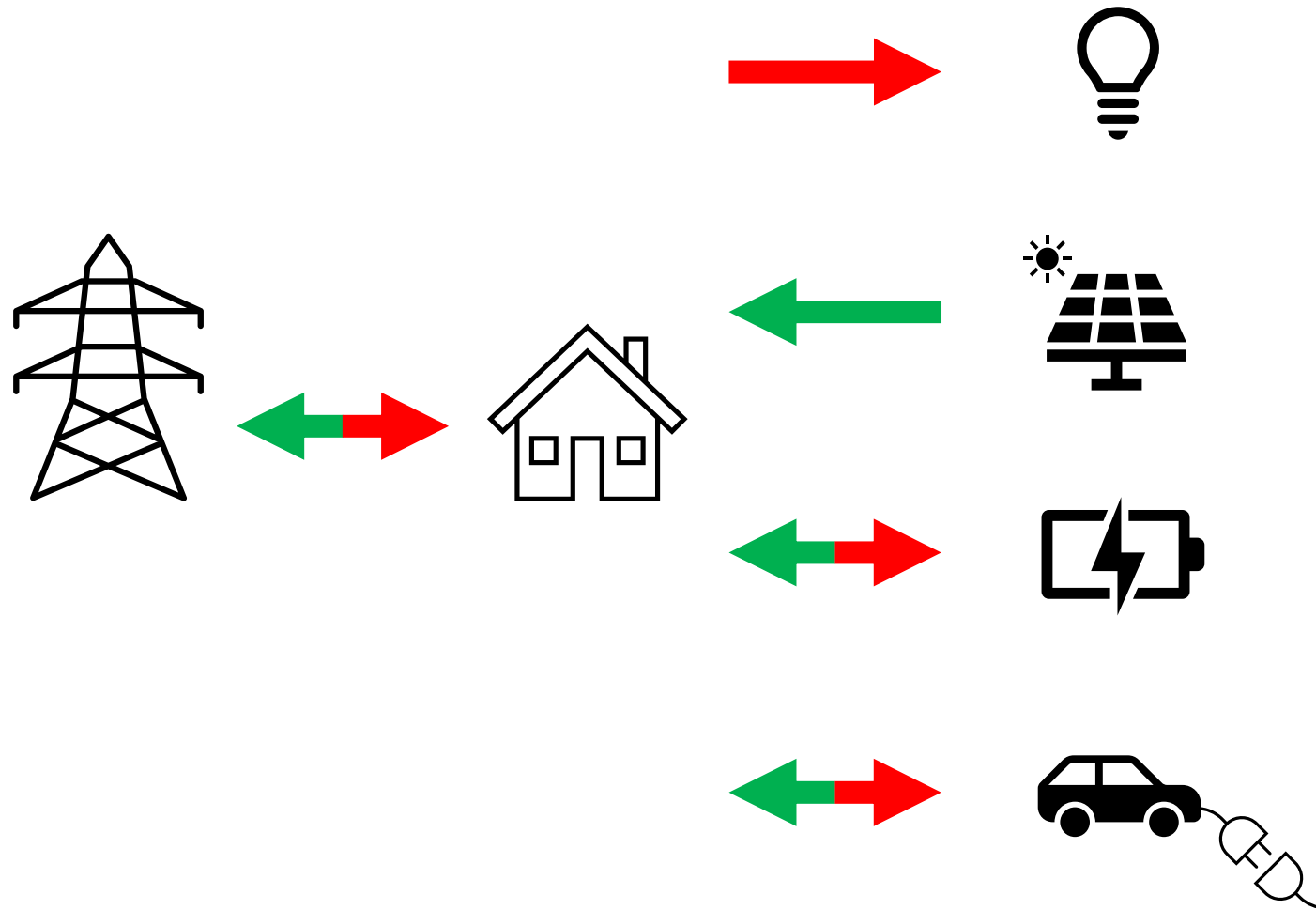
- a) 45 % oberhalb und 55 % unterhalb
- b) 30 % oberhalb und 70 % unterhalb
- c) 15 % oberhalb und 85 % unterhalb

Agenda

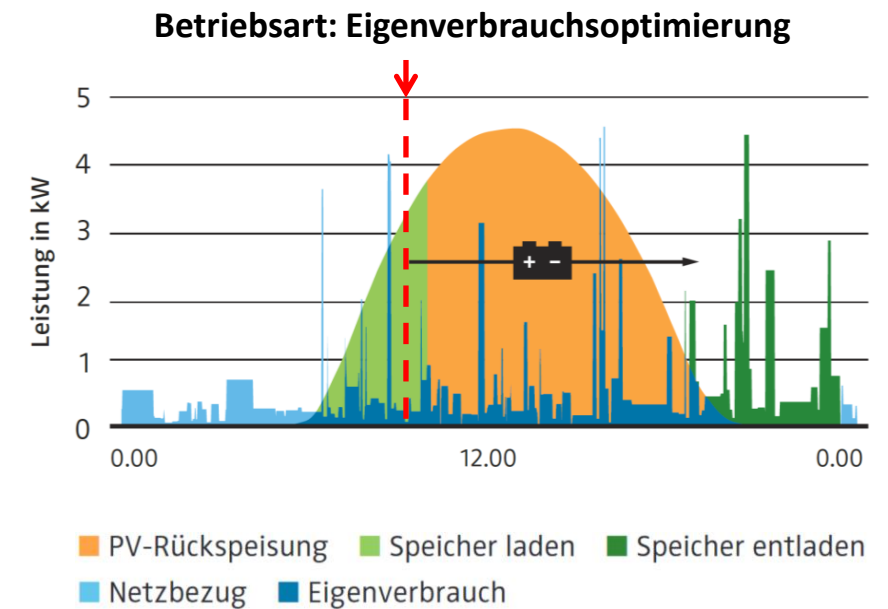
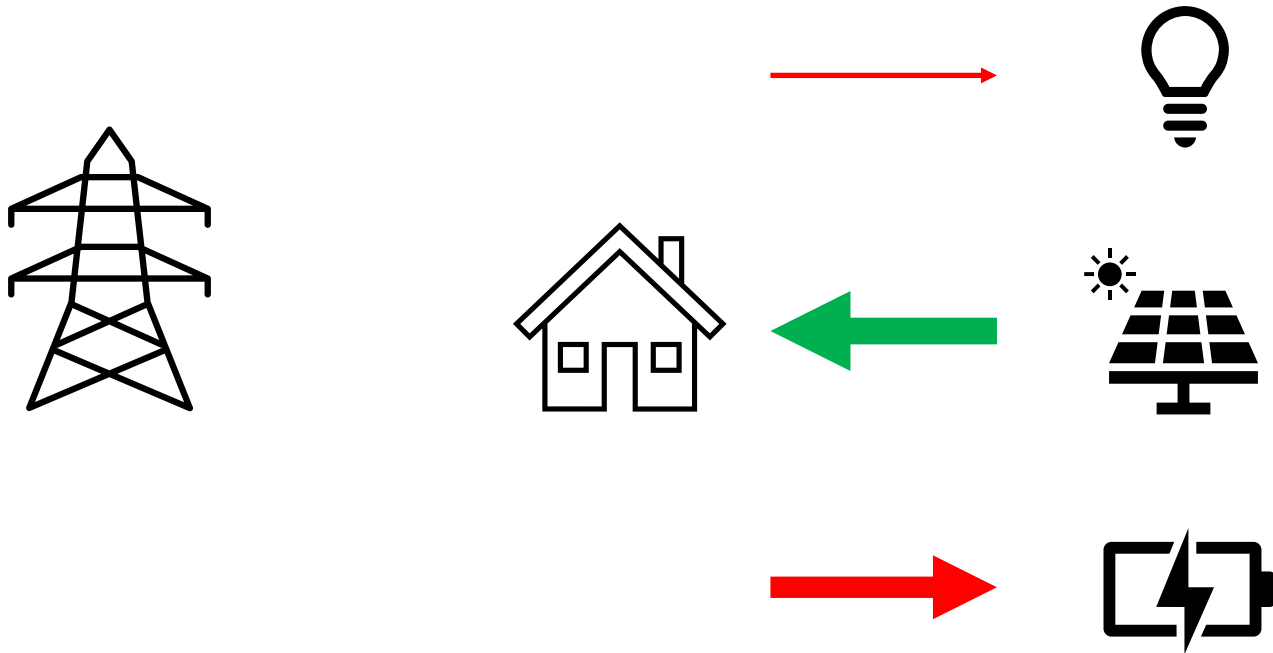
1 Smart Grid



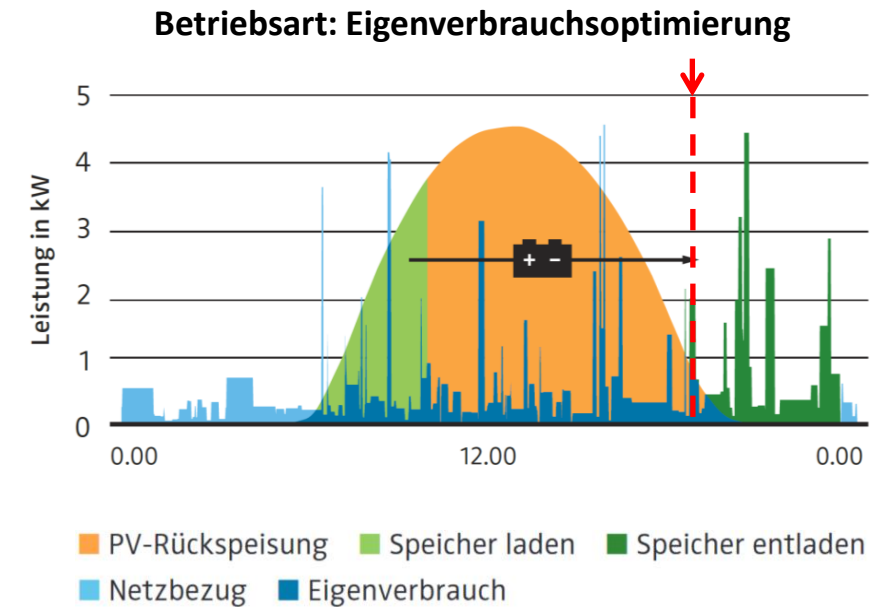
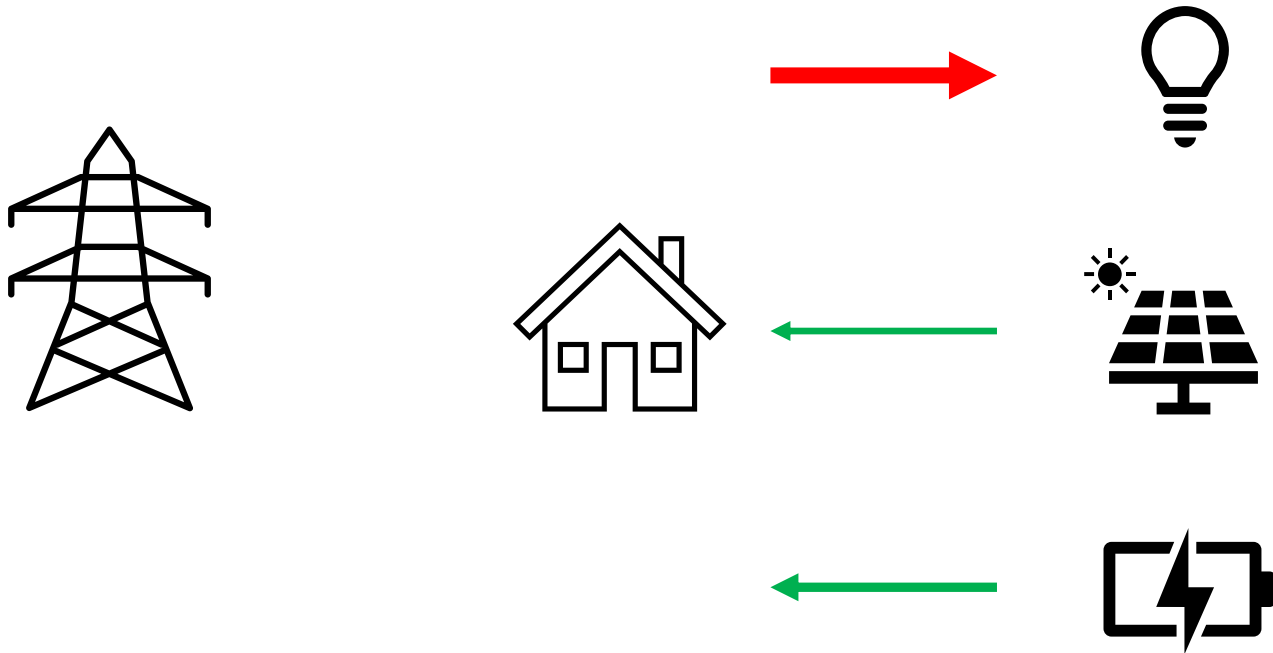
Smart Grid – Wer ist da eigentlich intelligent?



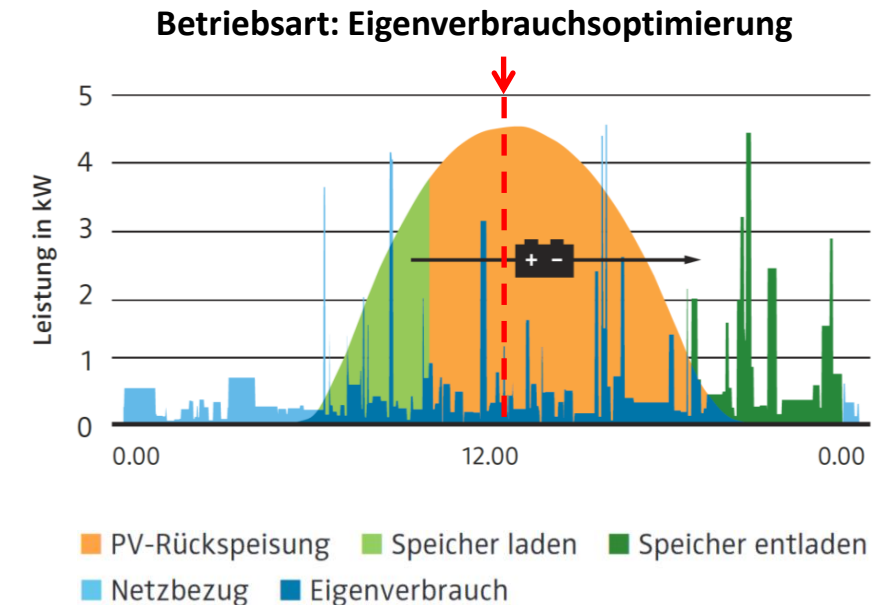
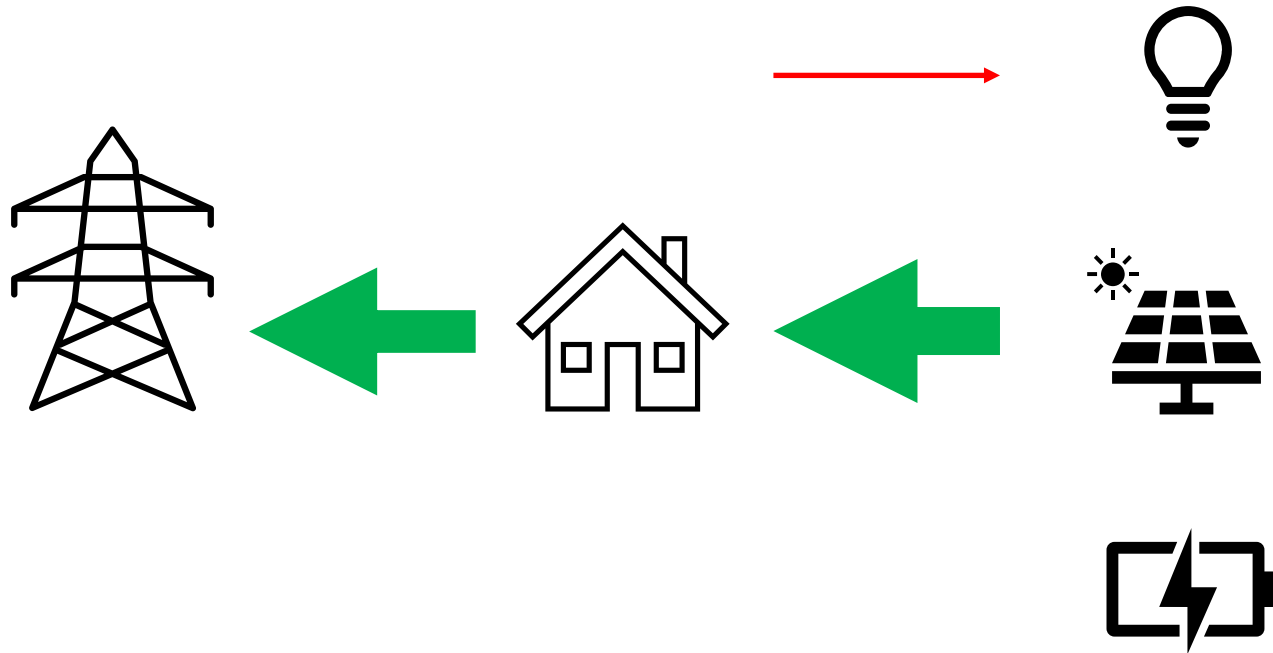
Smart-Grid-Geräte: Verschiebung von Energie über den Tag



Smart-Grid-Geräte: Verschiebung von Energie über den Tag

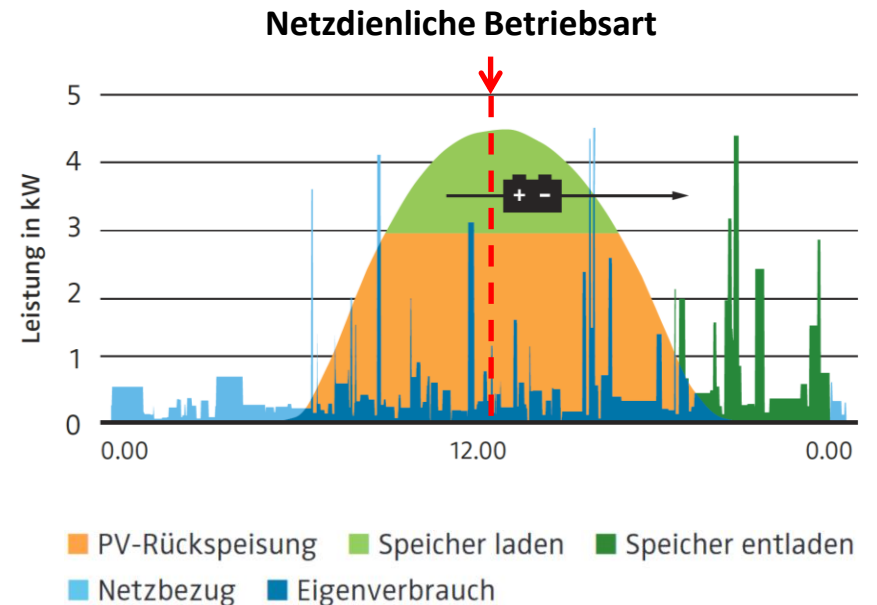
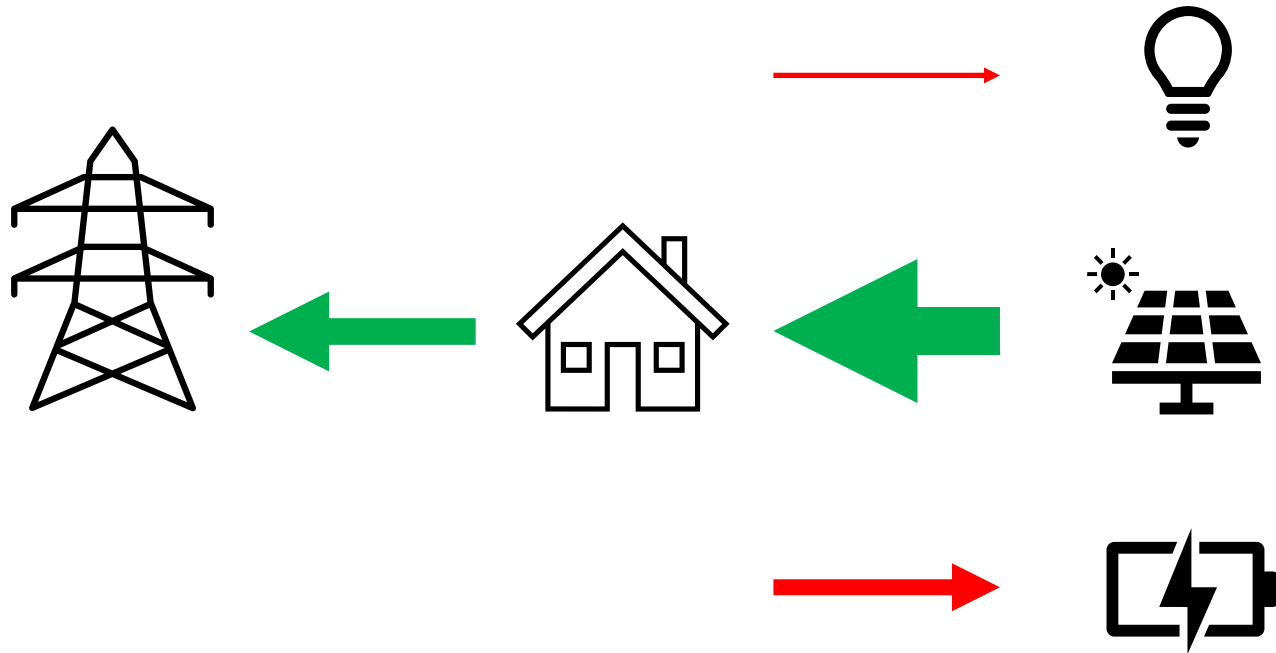


Smart-Grid-Geräte \neq Smart Grid



- ▶ Zunehmende Netzbelastung, z. B. durch PV-Leistungsspitze (Summation wegen Gleichzeitigkeit)
- ▶ Der Speicher ist am Mittag vollgeladen und kann das Netz nicht entlasten

Smart Grid = Das Netz steht im Fokus



- ▶ Der Speicher schneidet die PV-Spitze und entlastet das Stromnetz
- ▶ Vorsicht: Auch Verbrauchsspitzen sind zu beachten (z. B. Elektromobilität und Wärmepumpen)

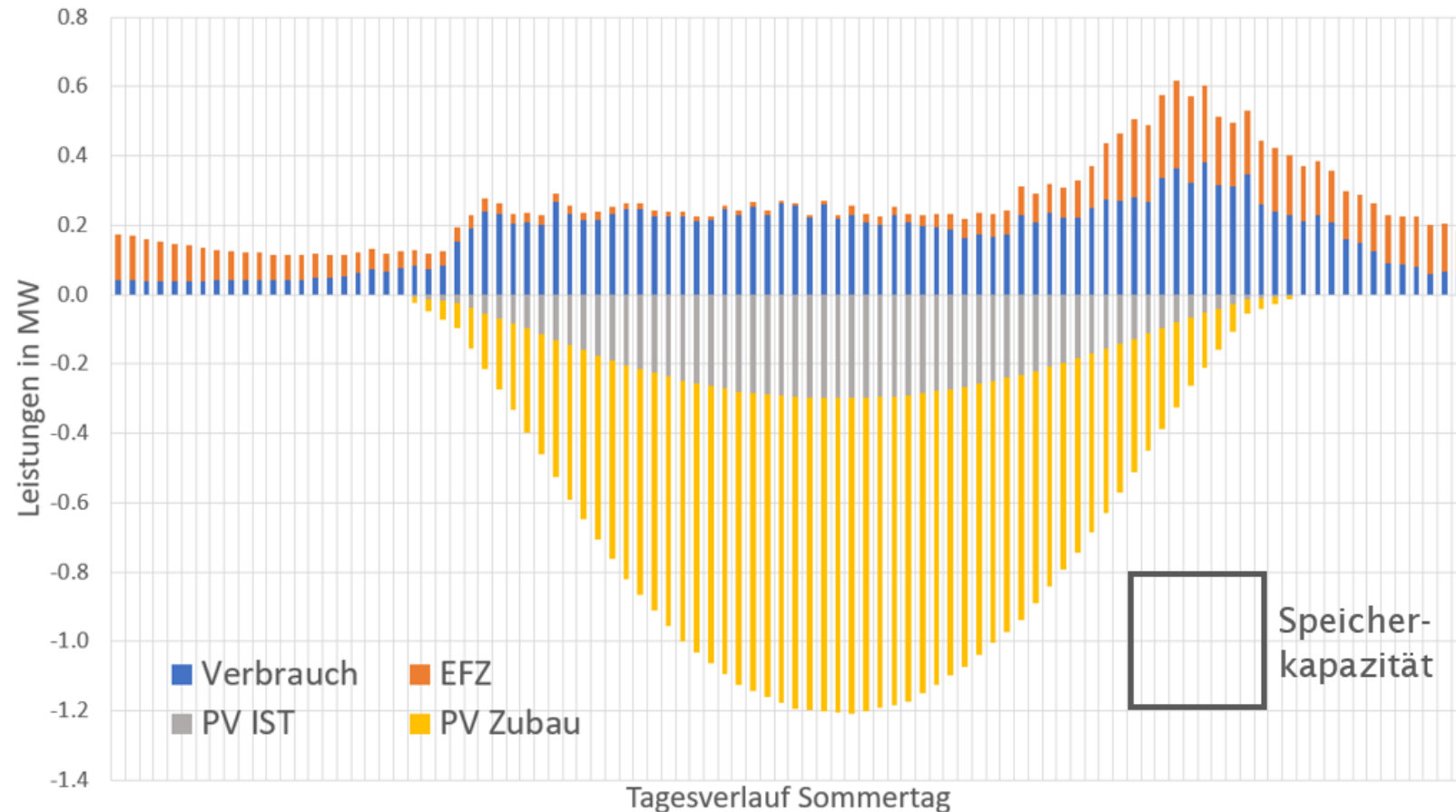
Agenda

1 Smart Grids

2 Netzausbau vs. Flexibilität im Kontext von PV,
Wärmewende und Elektromobilität

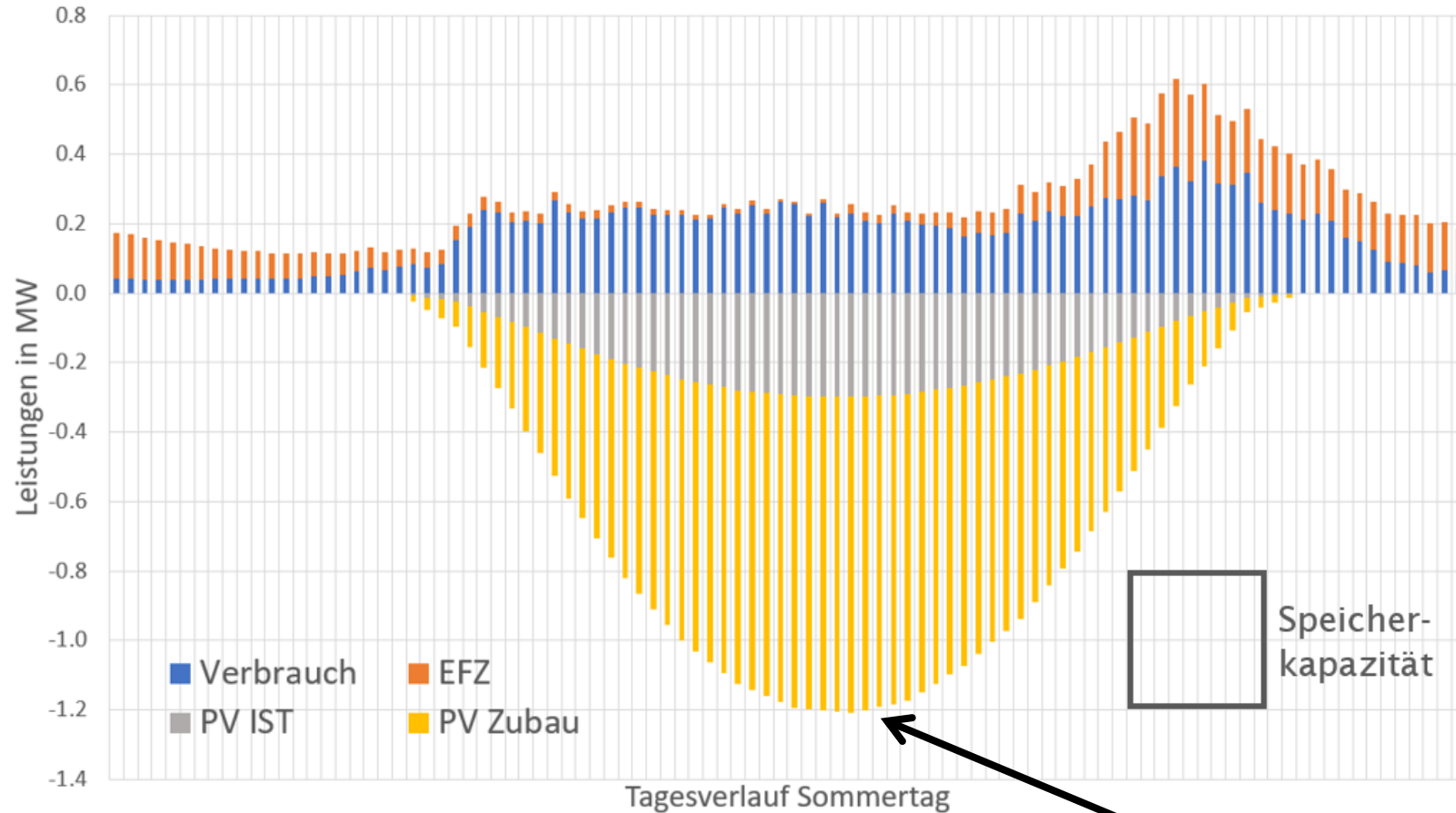


Wie verändert sich die Belastung des Netzes?



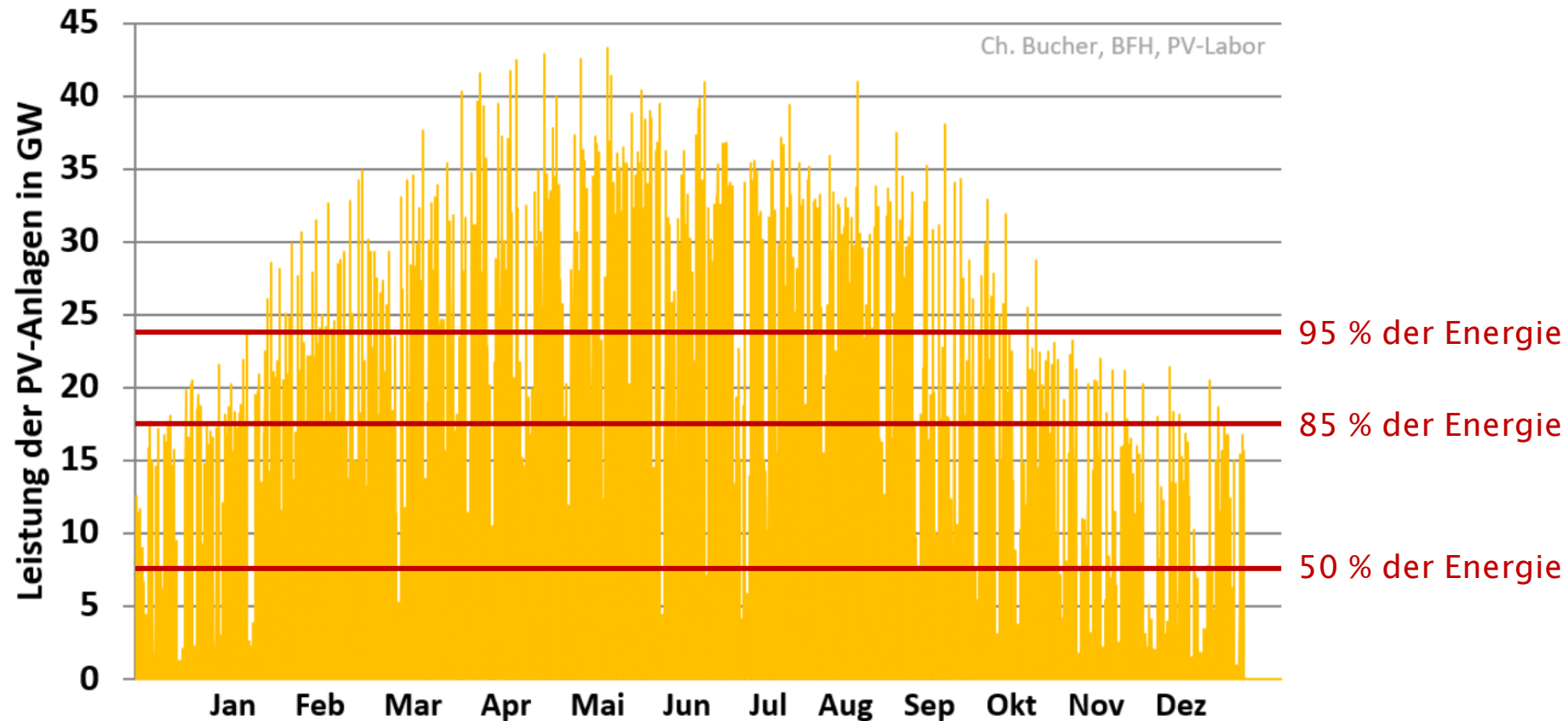
- ▶ Akzentuierung der Abendspitze durch Elektrofahrzeuge und Wärmepumpen
- ▶ Hohe Gleichzeitigkeit durch PV-Einspeisung zur Tagesmitte

Wie verändert sich die Belastung des Netzes?



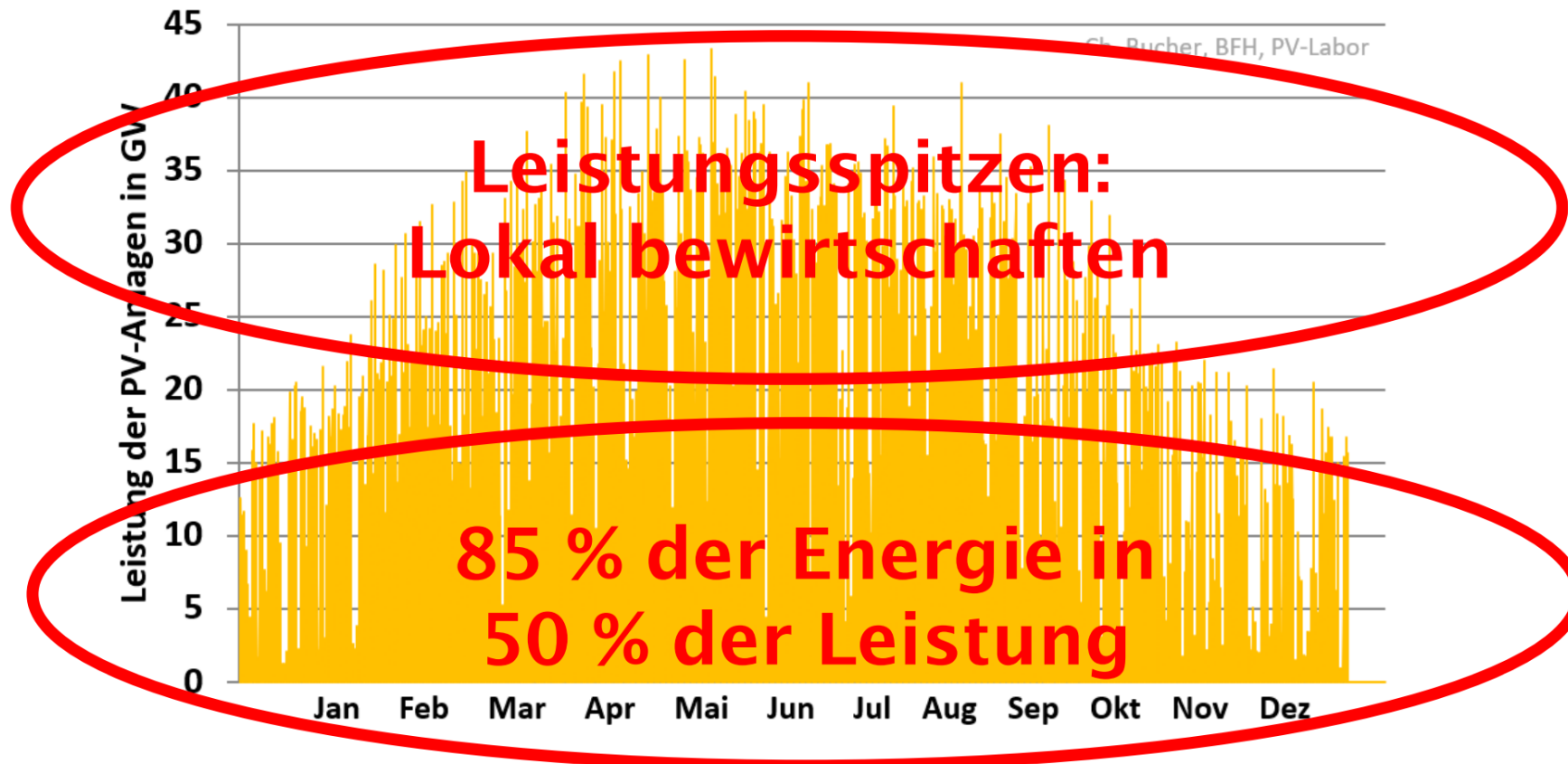
Ist ein Netzausbau für eine kurzzeitige, eher selten auftretende Leistungsspitze sinnvoll?

Leistung \neq Energie



- ▶ Die Leistungsspitzen beinhalten nur wenig Energie, bestimmen jedoch die Dimensionierung von Leitungen und Transformatoren im Stromnetz

Leistungsspitzen gehören nicht ins Stromnetz

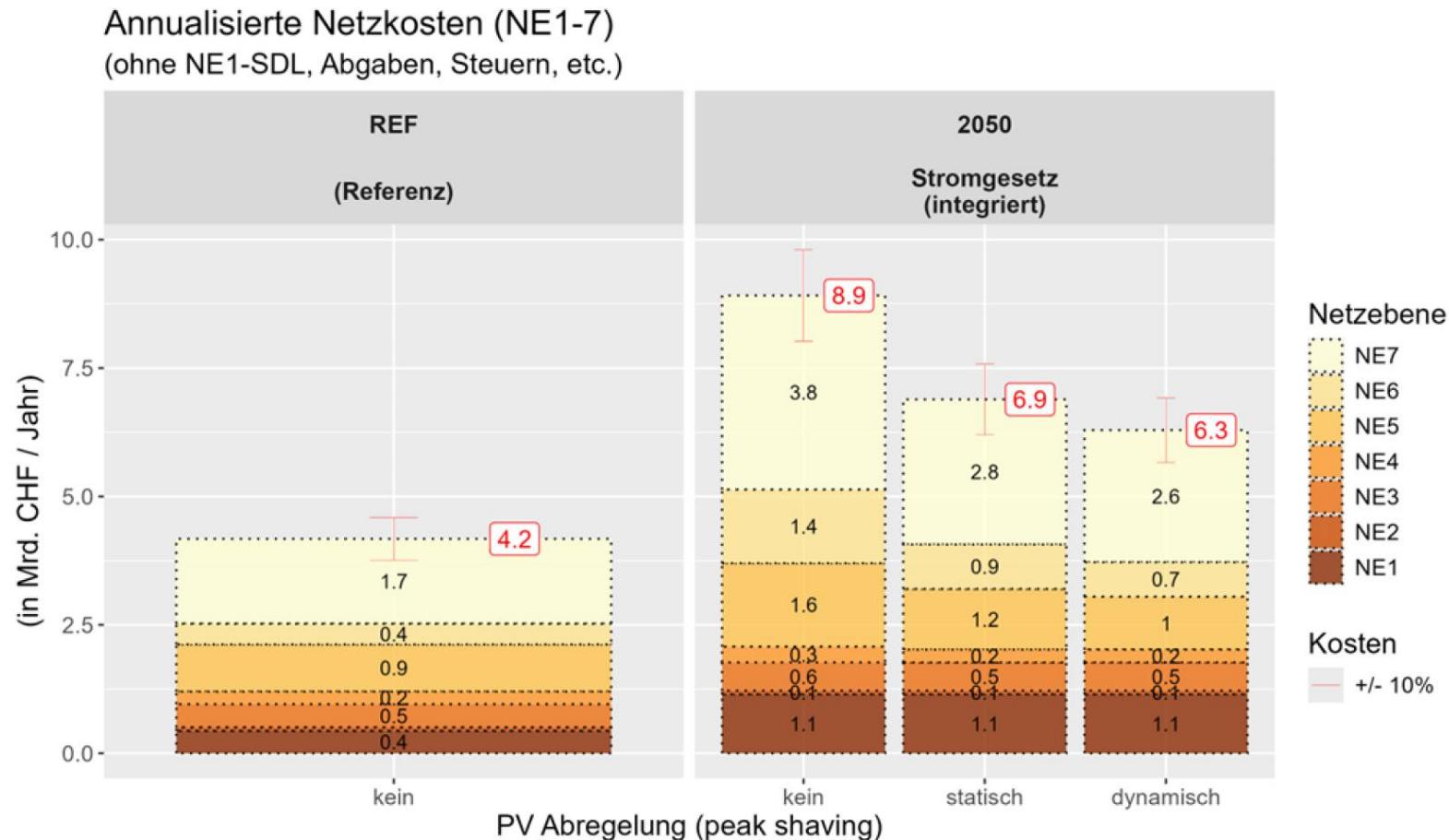


- ▶ Laststeuerung
- ▶ Speicherung (Batterien, Wärmepumpen mit Wärmespeichern etc.)

- ▶ Dass Leistungsspitzen lokal abzufangen sind, gilt analog auch für flexible Lasten wie Wärmepumpen, Elektrofahrzeuge und Speicher

VSE-Studie Energiezukunft 2050 (Update vom 9.1.2025)

- ▶ Substanzielle Senkung der Netzkosten durch PV-Abregelung



(c) VSE, 2024-11-28 14:26, Run: e4753d, Fig: c0f45b4a5

Welche Flexibilität haben wir im Verteilnetz?

Geräte steuern
(Lastmanagement,
Lademanagement)

Speicher

Trafostufe einstellen
oder regeln

Wirkleistungsregelung
 $P(U)$

Blindleistungsregelung
 $Q(U)$

Nutzung von Reserven

Agenda

1 Smart Grids

2 Netzausbau vs. Flexibilität

3 ZEV und LEG aus Sicht des Verteilnetzes
(Eigenverbrauchsoptimierung vs. Netzdienlichkeit)



Eigenverbrauchsoptimierung vs. Netzdienlichkeit

Maximierter Eigenverbrauch

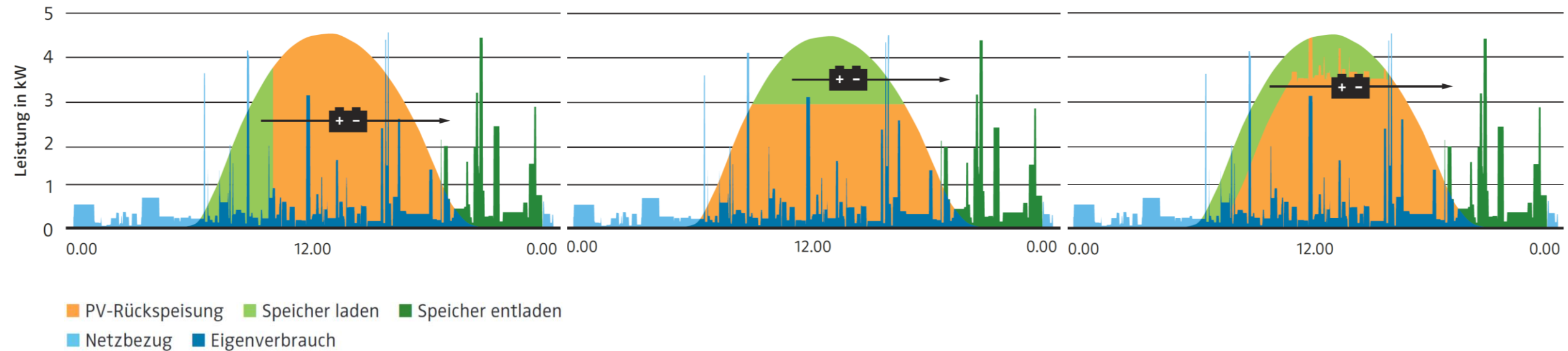
- ▶ Hohe Nutzung der PV-Produktion
- ▶ Inaktivität bei der Mittagsspitze

Netzdienlicher Betrieb

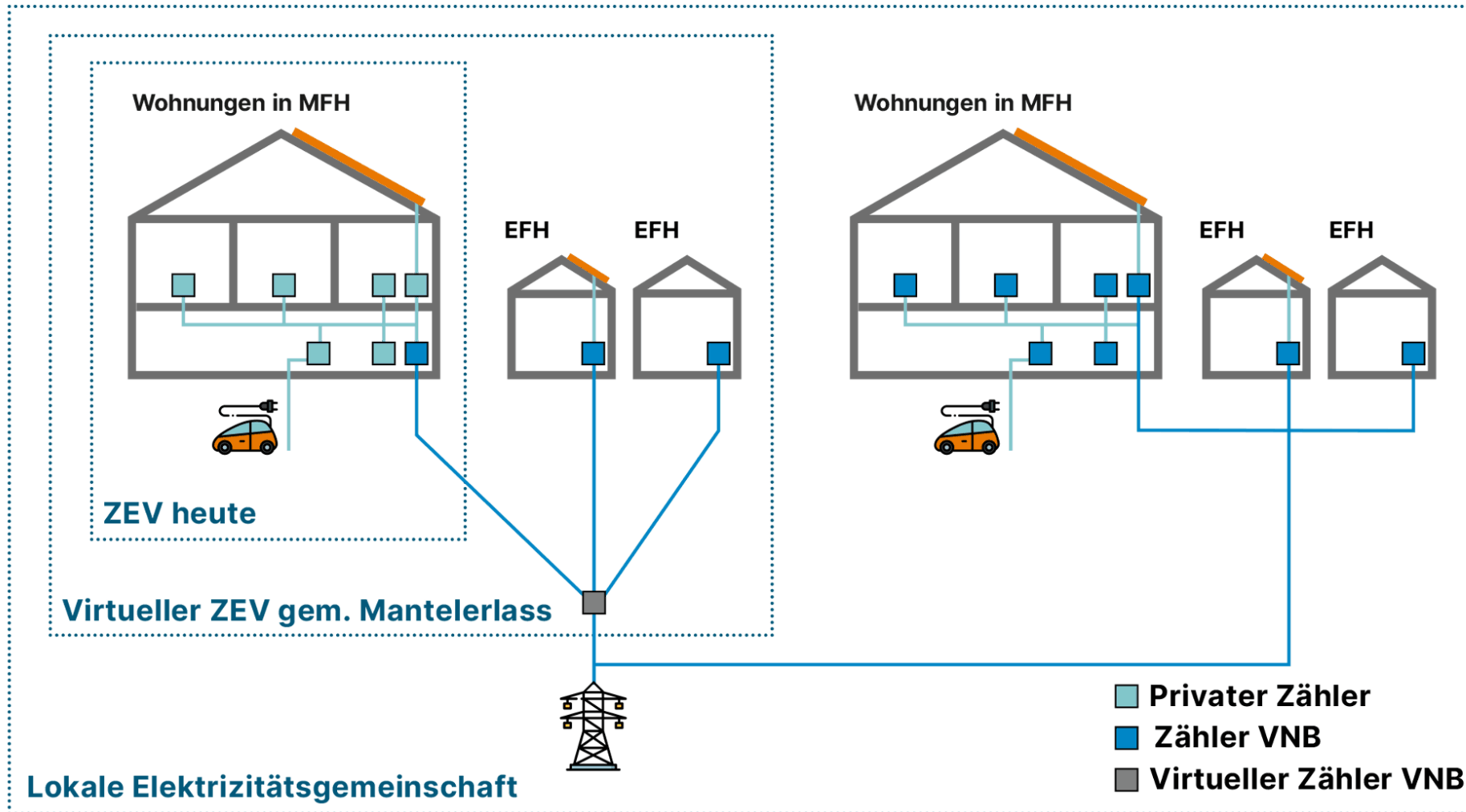
- ▶ Speicher entlasten das Netz

Optimierung Eigenverbrauch und Netz

- ▶ Kombination der Betriebsarten

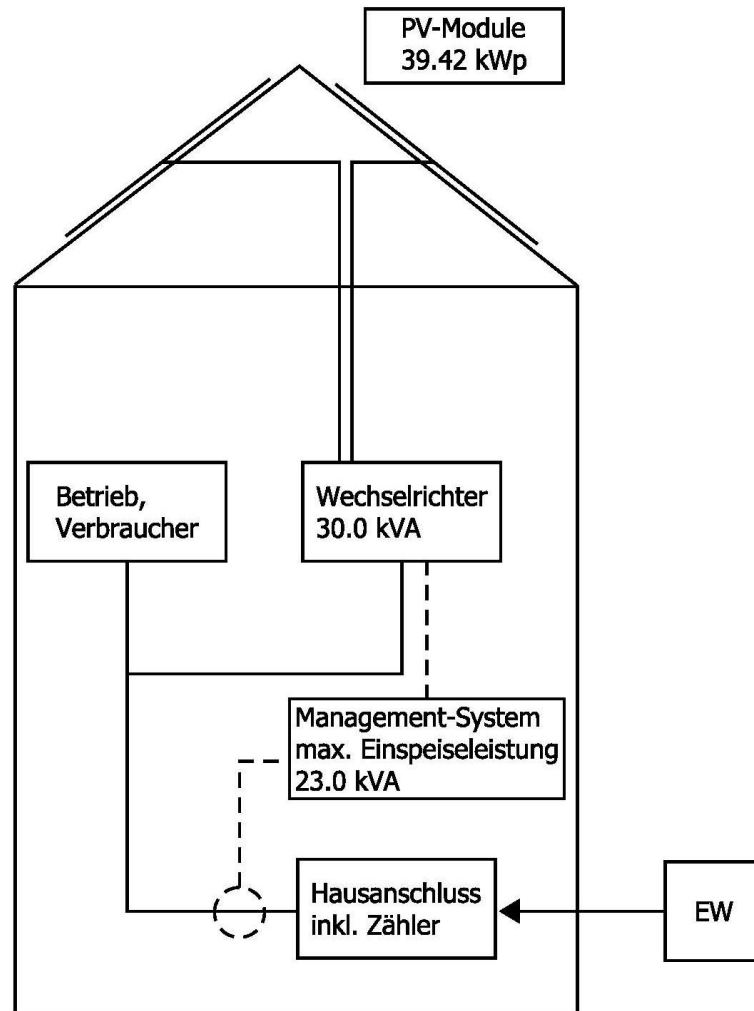


Was sind ZEV und LEG?



Quelle: <https://www.energie-experten.ch/wp-content/uploads/2024/05/LEG-und-ZEV-2025-1920.png>

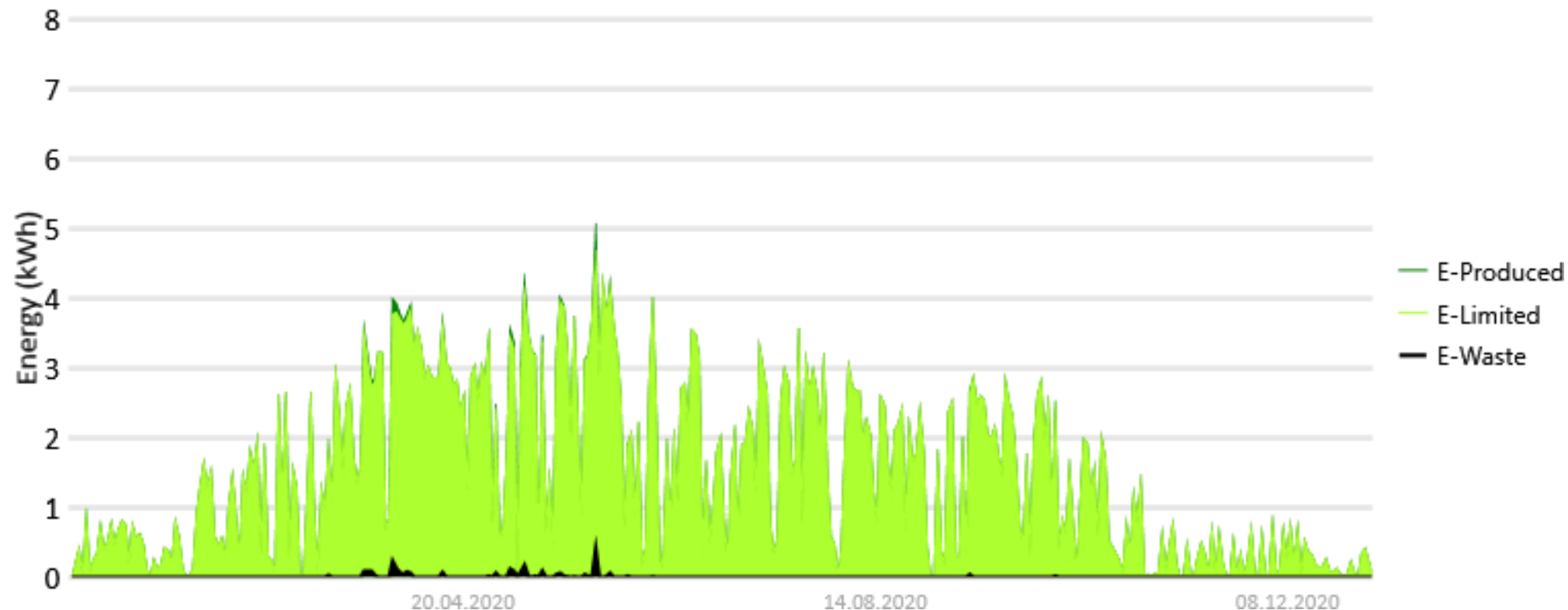
Einspeisebegrenzung hilft dem Netz



- ▶ DC-Generator: 39.42 kWp
- ▶ kWp \triangleq «Standard Test Conditions» (STC) nach Datenblatt
- ▶ Dynamische Leistungsbegrenzung des Wechselrichters
- ▶ Abhängig von Erzeugung und Verbrauch im Haus
- ▶ WR-Leistung: 30.0 kVA
- ▶ Max. Einspeiseleistung: 23 kVA

Quelle: Fabio Giddey, Swissolar

Einspeisebegrenzung führt kaum zu Ertragsverlust



- ▶ Ertragsverlust über ein Jahr (schwarze Fläche) = 0.16 %
- ▶ Grafik zeigt die Simulation am Einspeisepunkt HAK (Hausanschlusskasten)

Quelle: Fabio Giddey, Swissolar

Agenda

1 Smart Grids

2 Netzausbau vs. Flexibilität

3 ZEV und LEG aus Sicht des Verteilnetzes

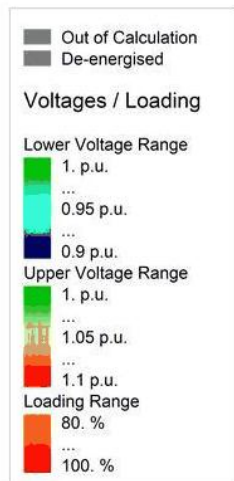
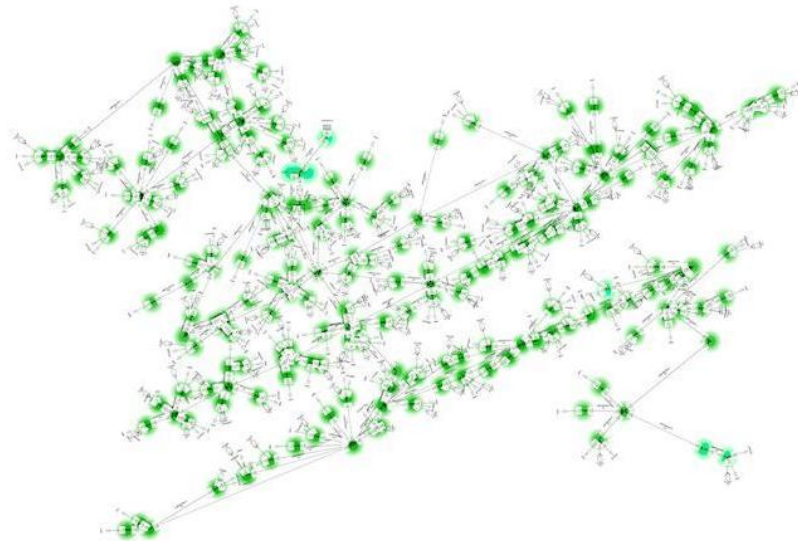
4 Speicherung



Netzdienliche Speicher entlasten das Stromnetz

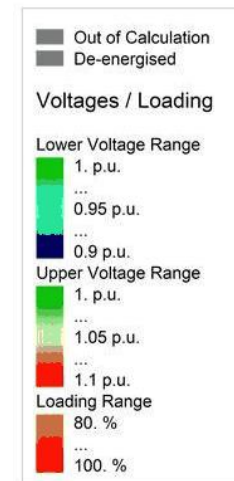
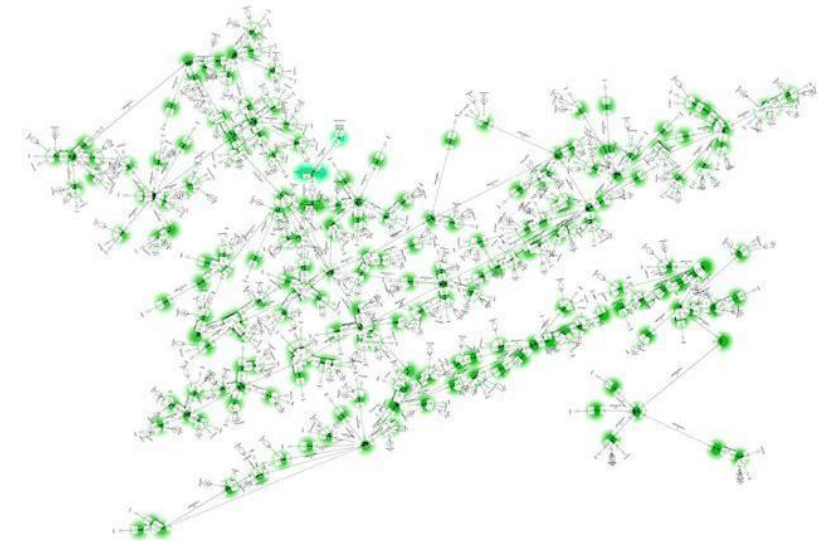
- Auslastungsreduktion und Spannungsabsenkung durch netzdienliche Batteriespeicher

Zeit: 00:00



Sommerszenario 2035, ohne netzdienliche Batterien

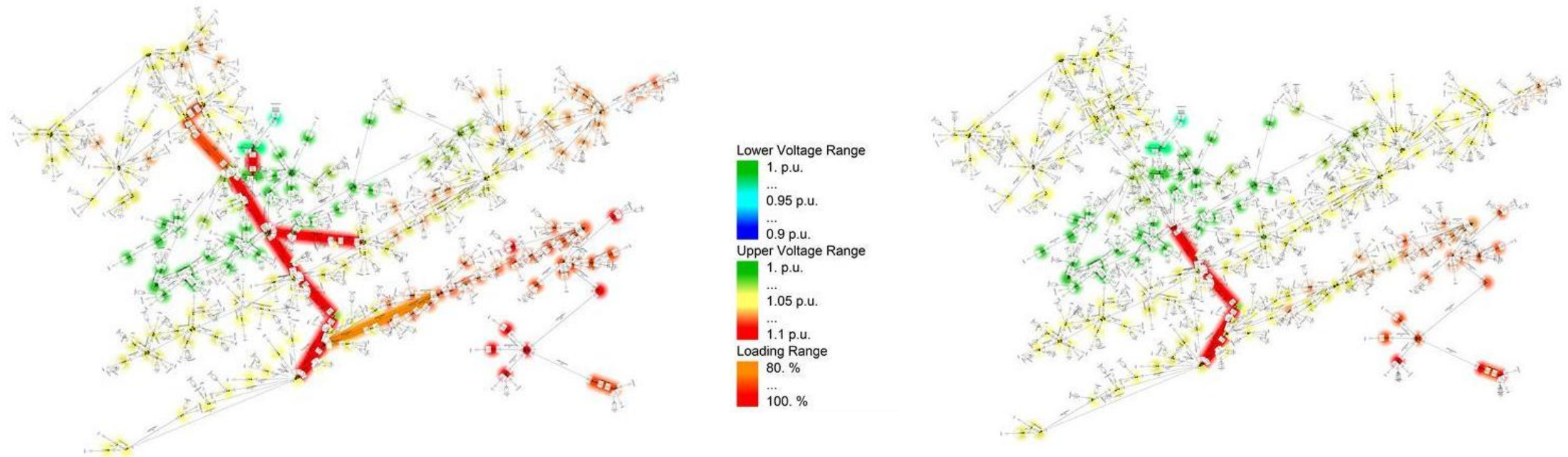
Zeit: 00:00



Sommerszenario 2035, mit netzdienlichen Batterien

Netzdienliche Speicher entlasten das Stromnetz

- Auslastungsreduktion und Spannungsabsenkung durch netzdienliche Batteriespeicher



Sommerszenario 2035, ohne netzdienliche Batterien, 13:00 Uhr

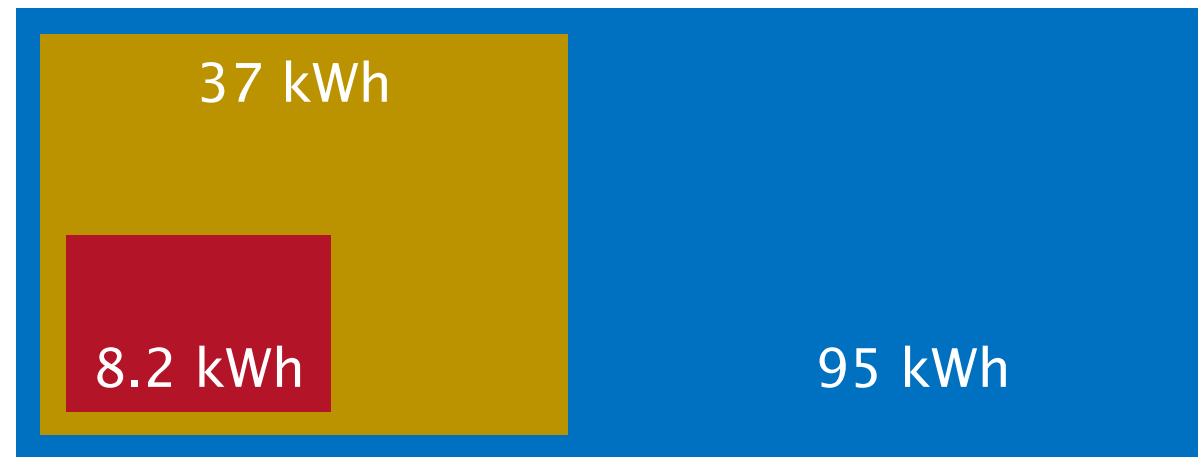
Sommerszenario 2035, mit netzdienlichen Batterien, 13:00 Uhr

Autobatterie vs. Hausbatterie als Zwischenspeicher

- ▶ Bidirektionale Elektrofahrzeuge können netzdienliche Speicher sein



Mittelklassewagen



Hausbatterie

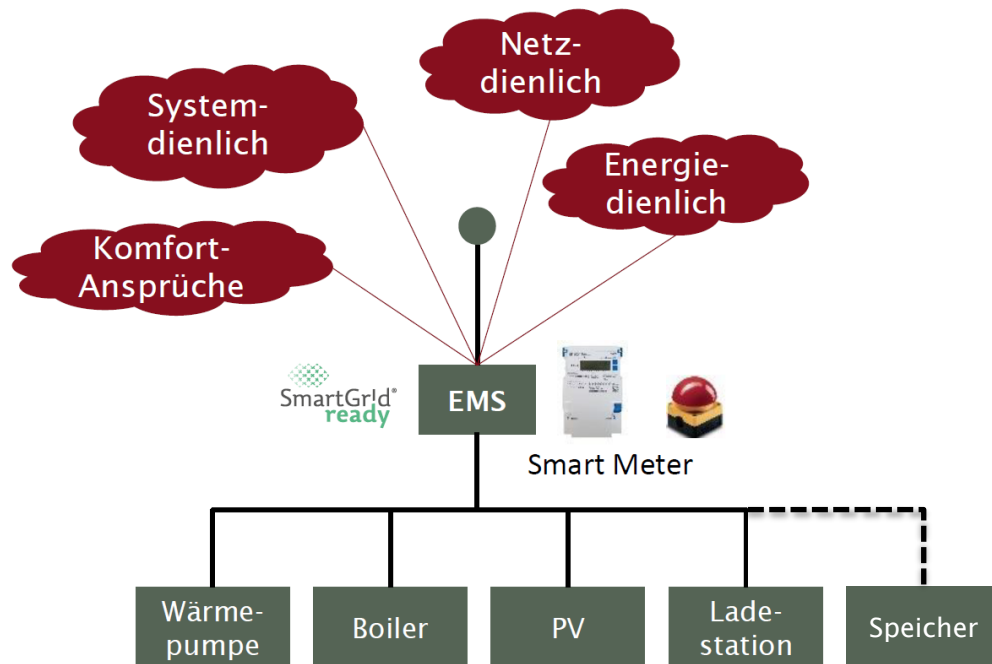
Oberer Mittelklassewagen

- ▶ Mittelklassewagen: 8.2 kWh entsprechen 60 von 270 km (22 %)
- ▶ Oberer Mittelklassewagen: 8.2 kWh entsprechen 55 von 634 km (9 %)
- ▶ Durchschnittliche Tagesdistanz: 24 km
- ▶ Durchschnittliche tägliche Fahrzeit: 34 Minuten → mehr als 23 h Standzeit

Take-Home Messages

Abkehr von der 100%-Einspeisementalität

Erzeuger, Speicher und Verbraucher in Haus/Quartier/Stadt als smartes Gesamtsystem denken



Take-Home Messages

Abkehr von der 100%-Einspeisementalität

Erzeuger, Speicher und Verbraucher in Haus/Quartier/Stadt als smartes Gesamtsystem denken

Energie- UND Leistungsmanagementsystem (Die Leistung dimensioniert das Netz)

Netz-Optimierung (z. B. Intelligenz) vor Verstärkung vor Ausbau (NOVA-Prinzip)

Das NOVA-Prinzip vermeidet volks- und betriebswirtschaftliche Kosten

Effiziente Massnahmen für ein optimiertes Stromnetz



Schlussbericht des Projekts QuVert



Fachartikel
«Qualitätsreserven besser ausschöpfen»



Fachartikel
«Wirk- und Blindleistung regeln»

Berner Fachhochschule
Labor für Elektrizitätsnetze (3D-Tour)
Aarbergstrasse 46
CH-2503 Biel
bfh.ch/energy

Stefan Schori
Sandro Bühlmann
Ron Buntschu
Michael Höckel
Marc Studer
Alain Zwicker

sos1@bfh.ch
bas7@bfh.ch
bcr1@bfh.ch
hkm1@bfh.ch
sdm15@bfh.ch
zka1@bfh.ch



Berner Fachhochschule
Haute école spécialisée bernoise
Bern University of Applied Sciences

Anhang

Wohn- und Geschäftshaus Rollstrasse, Frutigen

Gebäudefakten:

Gebäude (EBF 1'462 m²), Büros (50 Arbeitsplätze), Werkstatt (Spenglerei)

4 Wohnungen, 3 Elektroboiler

18 + 1 Ladestationen für E-Autos (22 kW) = ca. 418 kW Anschlussleistung

→ Standard-Gleichzeitigkeitsfaktor 0.3 = 125 kWp = 182 A

Gemäss SIA 2060: 84.6 kW = 123 A

1 Ladestation bidirektional (V2G-Funktionalität)

Max. Ladeleistung (dynamisch geregelt): 40 kW

Hausanschluss Kupfer 125 A (= 86 kW)



Wohn- und Geschäftshaus Rollstrasse, Frutigen

Dimensionierung Hausanschluss nach Norm:

Verbraucher		Bemerkungen
Allg. Strom	65 A	gemäss Merkblatt MPO
Elektroboiler	13 A	3 x 6 kW, GF 0.5
Elektromobilität	123 A	gemäss SIA 2060
Total	200 A	Netzverstärkung nötig

Maximaler Bezug 2023: 52.1 kW (= 75 A) am 06.11.2023 um 08:45 Uhr → nur möglich dank SmartGridready-Communicator, ZEV, Batterie und max. Nutzung von Intelligenz.

Maximale Einspeisung 2023: 64.4 kW (= 93 A) am 16.07.2023 um 13:15 Uhr, d.h. rund 80 % der installierten Leistung. PV-Anlage mit 84 kWp (= 122 A). Verschiedene Dachflächen, Fassaden, Balkongeländer sowie eine Fläche mit Sonnennachlauf. Die maximale Leistung wird aufgrund der verschiedenen Ausrichtungen und Aufstellwinkel nie erreicht.

Hausspeicher 40 kWh (Second-Life Batterien), zudem V2G

Default-Werte sind mit SmartGridready (SGCP) gesichert (bei Ausfall der Kommunikation werden Default-Minimalwerte eingestellt) → Garantie, dass keine Netzüberlastung auftreten kann.

Wohn- und Geschäftshaus Rollstrasse, Frutigen

Messwerte (ohne Tarifyanreize, Einheitstarif BKW):

Dimensionierung gem. gängiger Praxis 200 A

Gemessene Werte 2023 (EMS nicht optimiert)	Bezug	75 A
	Lieferung	93 A

Reduktion um Faktor > 2 !!!

Vermeidung Ausbau Netzanschluss dank Smart-ZEV / EMS!
Potenzial wäre noch grösser, wenn Tarifyanreize entsprechend