



Multi-Nutzen in Theorie und Praxis – der aktuelle Stand aus der Projektentwickler Perspektive



1. Konzept von Multi-Use
 - a. Was genau meint Multi-Use?
 - b. Warum sprechen alle von Multi-Use?
 - c. Was sind relevante Anwendungen?

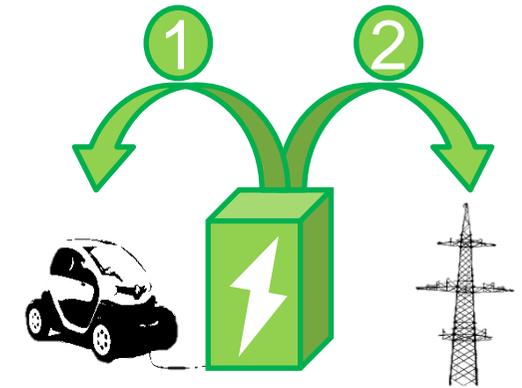
2. Projekttypen und Beispiele aus der Praxis
 - a. Netzgebundene Großbatteriespeicher
 - b. “Eh-da” Speichersysteme
 - c. Hybridprojekte

3. Zukunftsthemen
 1. In der Praxis
 2. In der Vorstufe

- Multi-Use häufig gleichgesetzt mit Value Stacking wie hier im Sinne von der Kombination mehrerer Anwendungen mit einem Speichersystem verstanden.

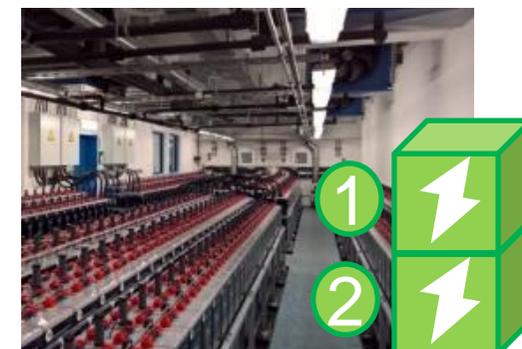
- Beispiel: Batterie im E-Fahrzeug

- mit 1. Zweck für den Antrieb
Mit 2. Zweck im Konzept Vehicle-to-Grid/Smart-Charging als Netzdienstleister
- Hier Annahme Nutzung in Erstanwendung lässt Zeit und Zyklen für zweite Anwendung zu.
→ Zeitversetzer Multi-Use (Sequential Multi-Use)



- Beispiel: USV mit Zusatzfunktionen

- Kombination von 1. Zweck für USV Fall und
2. Zweck Erbringung von Regelleistung oder Intra-day Handel
- Hier Annahme der Reservierung von Kapazität und oder Leistung
→ Zeitgleicher Multi-Use (Parallel Multi-Use)



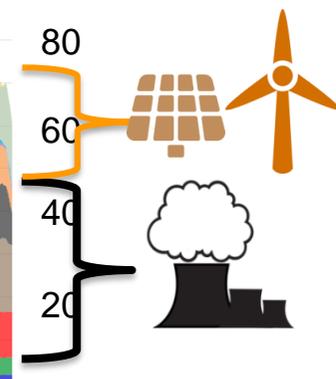
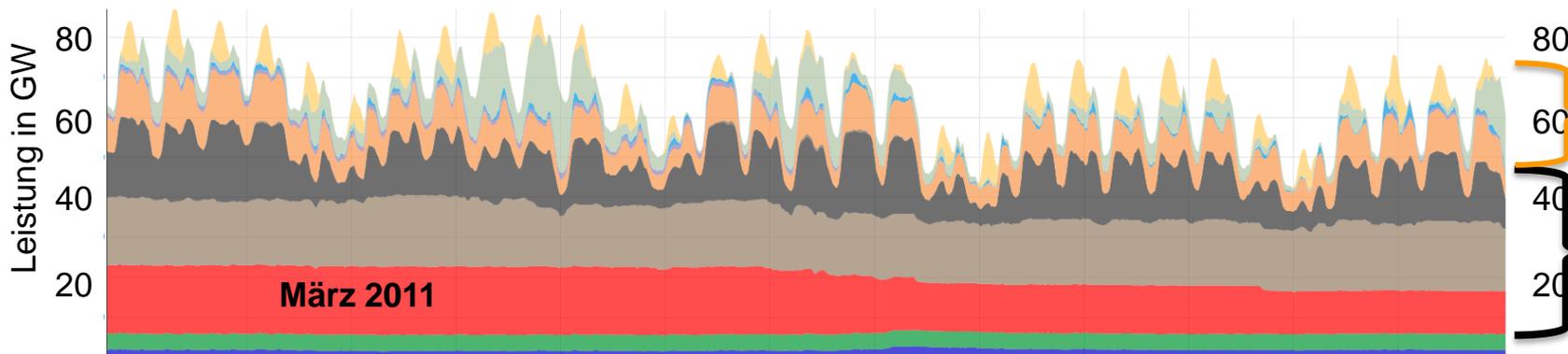
Warum sprechen alle von Multi-Use?

Anteil FEE*
an Nettostrom-
erzeugung

Gestapelte Erzeugungsleistung innerhalb Deutschlands



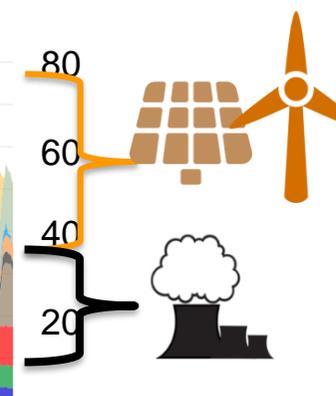
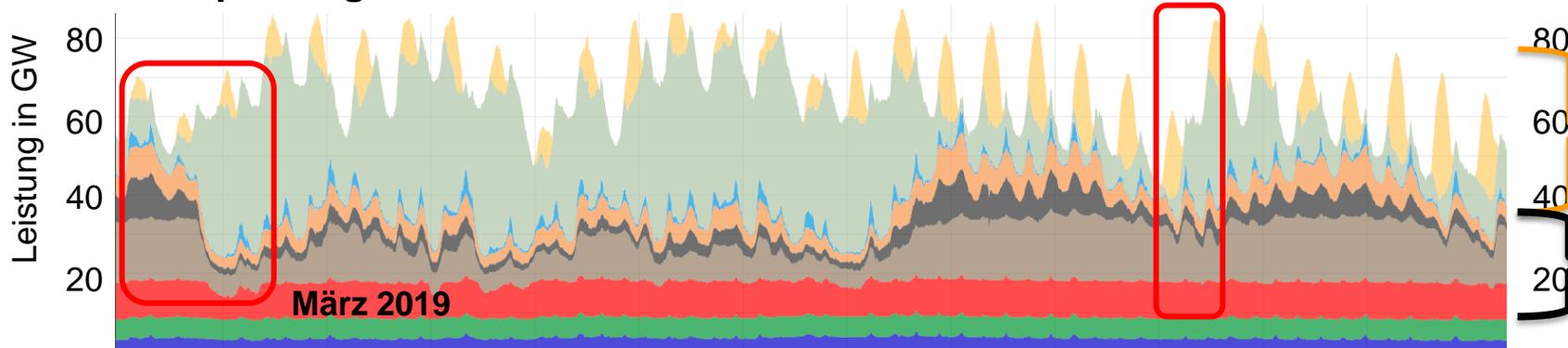
13,4%



> 30%

>> bedarfsunabhängige
Einspeisung

>>Fluktuationen

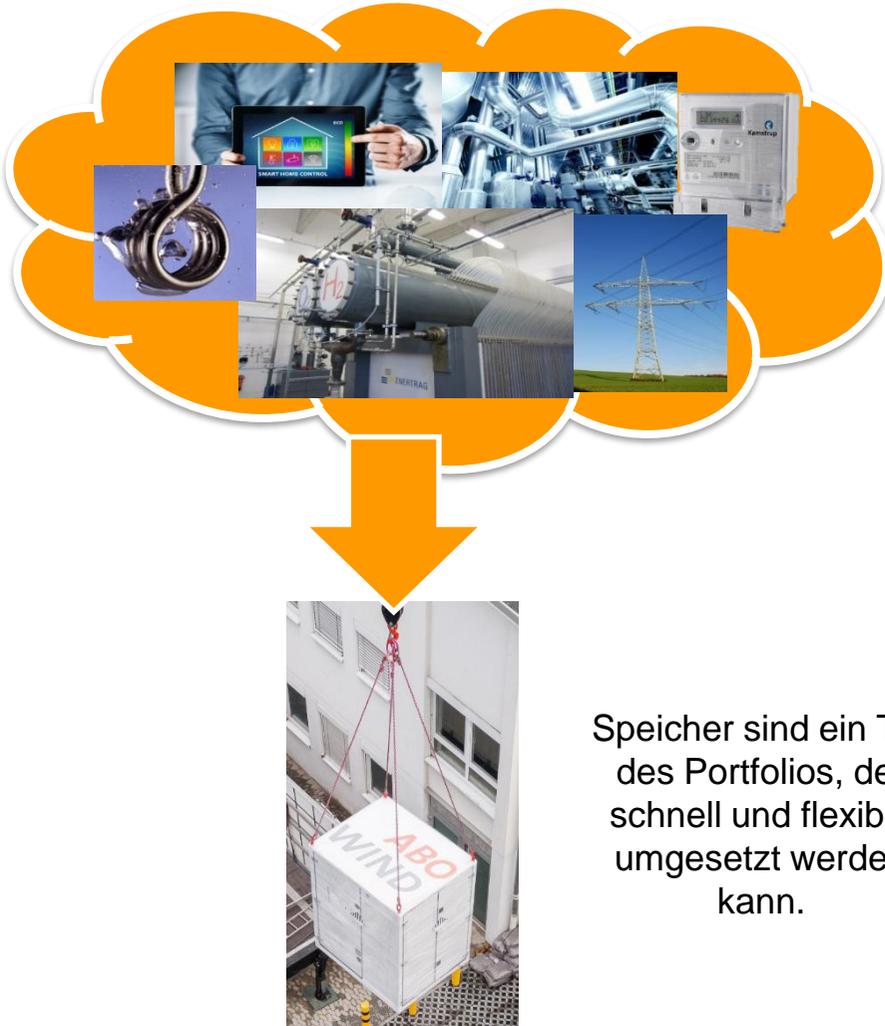


*FEE= Fluktuierende Erneuerbare Energien, Quelle: [1] ISE energy charts

> 80%

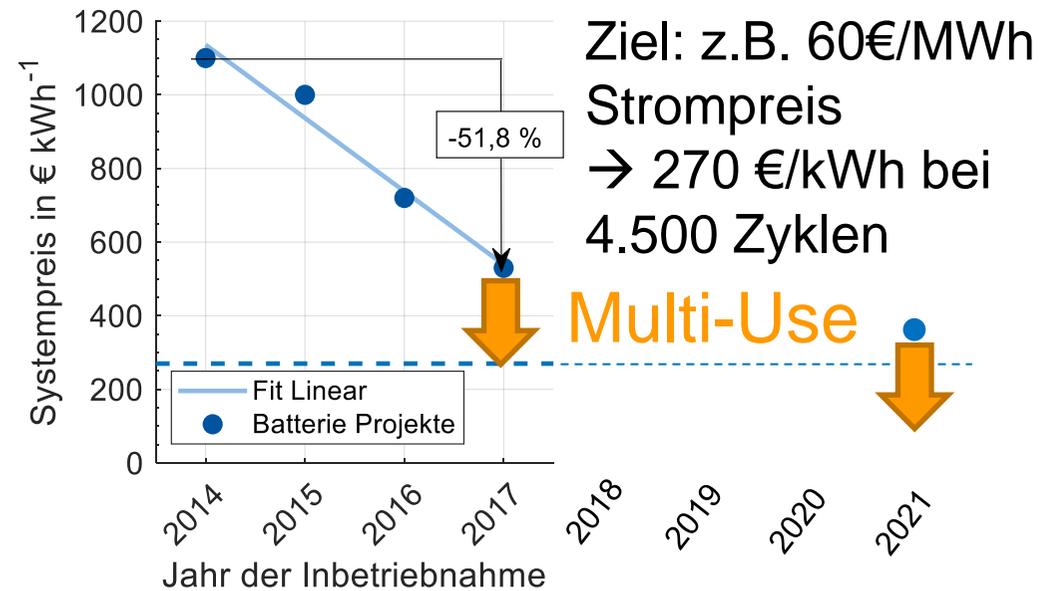
Das zukünftige Stromsystem benötigt weitere Flexibilität.

Portfolio an Flexibilität im Wettbewerb



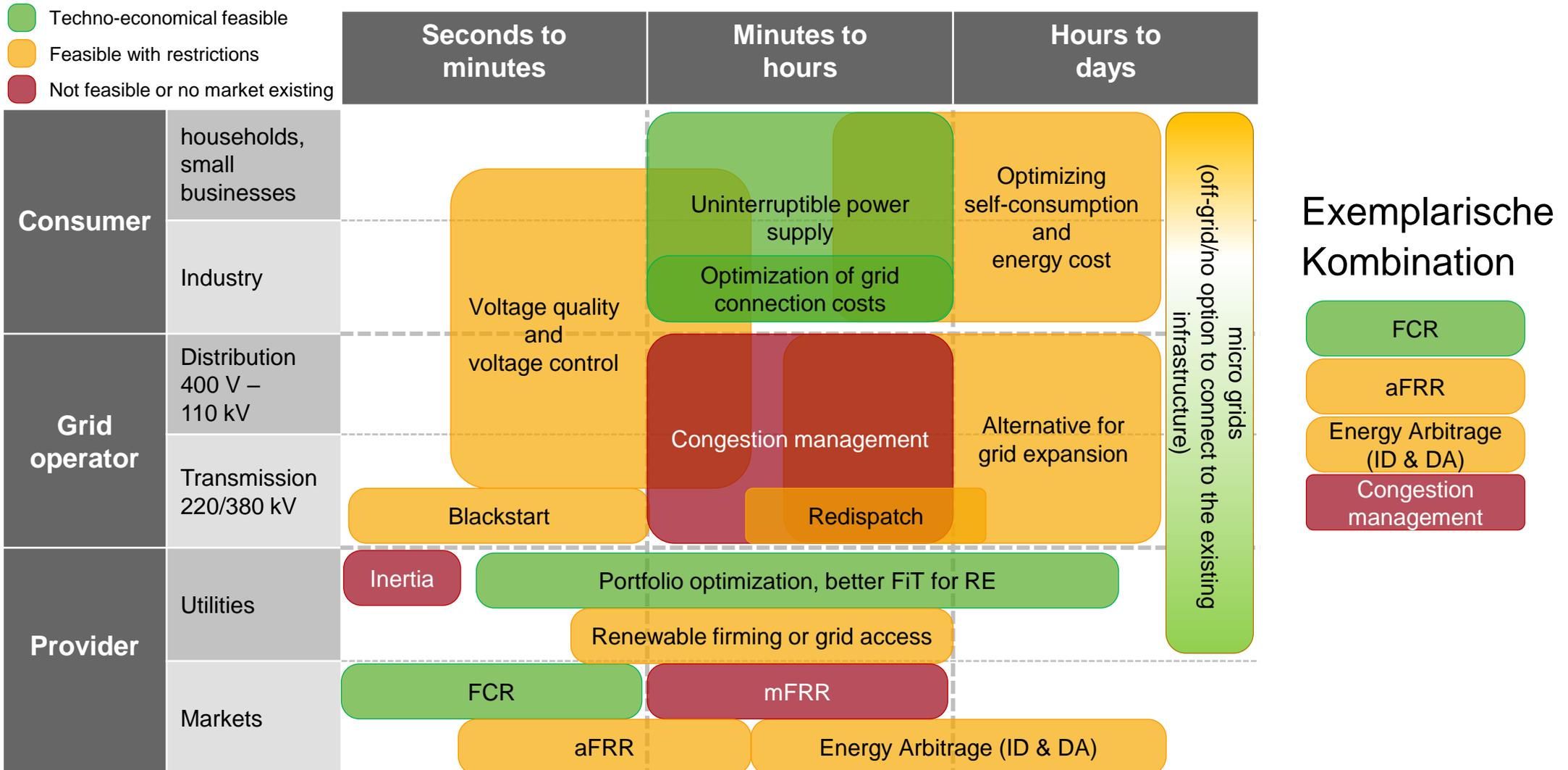
Speicher allein zur Erbringung von Flexibilität immer noch teuer

Systempreis inkl. Wechselrichter, Bau etc. für Speicherprojekte in D



Multi-Use zur Reduzierung der Kosten für Flexibilität aus Speichern

Klassierung der Anwendungen nach Nutzer und Ausspeicherdauer sowie techno-ökonomischer Machbarkeit



Applications and their feasibility for the German market as in Source: [2] Badeda, 2020, with adaptation for 2022 on redispatch

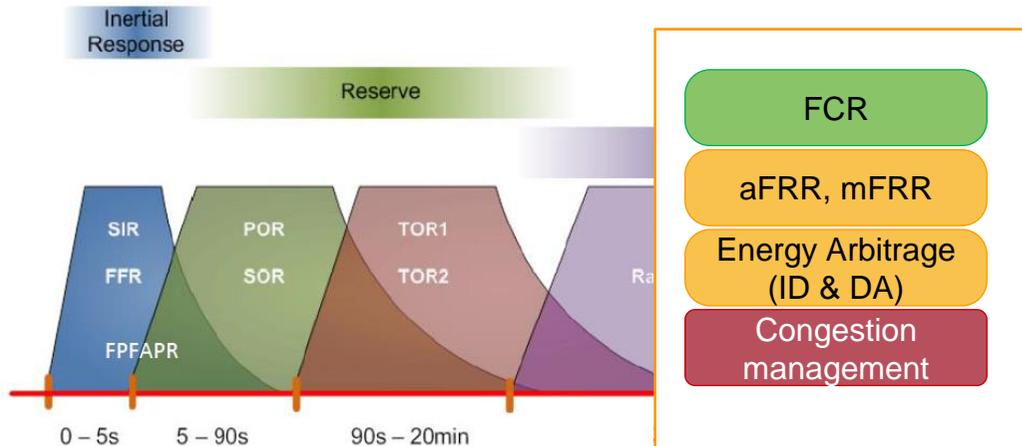
Applications can have different names in different markets but fulfill similar services



Kells Battery 50 MW / 25 MWh



- Land
 - Nordirland, Antrim
- Status
 - Im Bau mit voller IBN im Juni 2022
- Technologie
 - 50 MW / 25 MWh Lithium-Ionen (NMC, LGchem) Batteriespeicher containerisiert

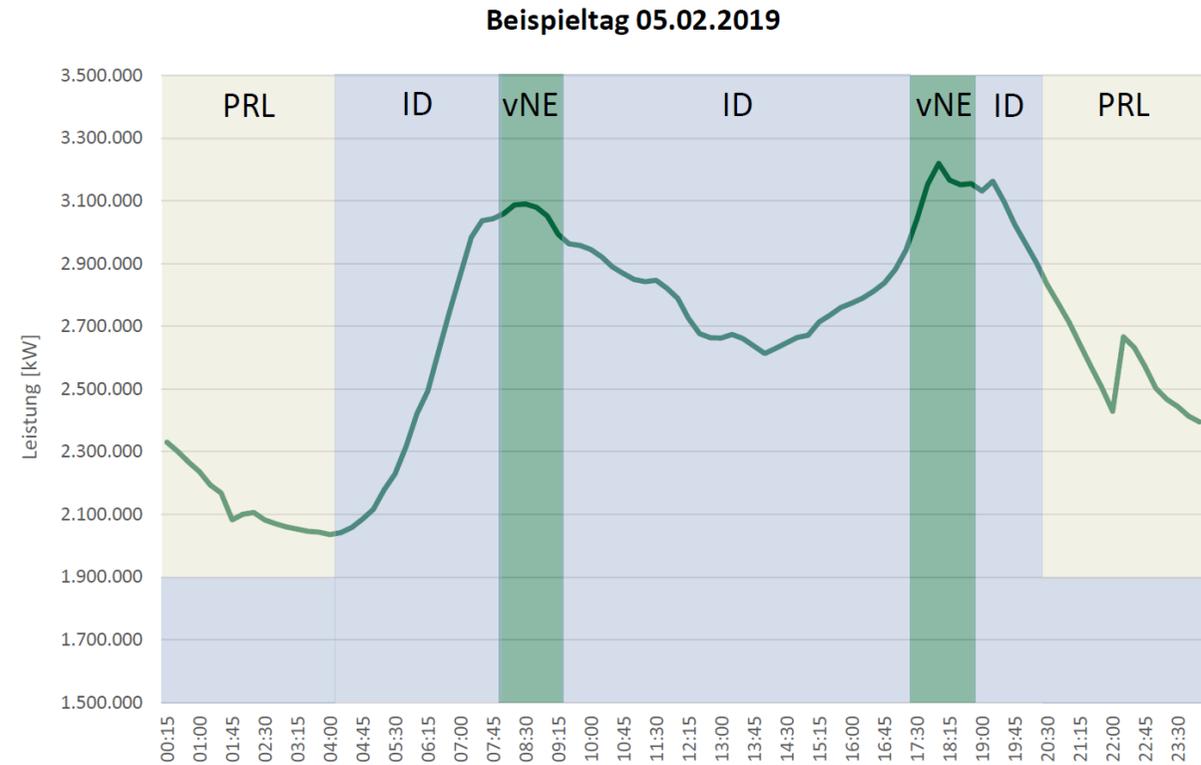


- Anwendung
 - Netzdienstleistungen/Frequenzregelung im DS3 Programm und Spotmarkthandel
 - FFR: Fast Frequency Response mit Reaktionszeit <150 ms für 50 MW
 - 5 Produkte für Frequenzregelung kombiniert bis zu einem Erbringungszeitraum von 20min

DS3 = Programme for System Performance, System Policies, System Tools

Aktuelle Kombinationsmöglichkeiten in Deutschland

- Die Nachtscheiben werden in der kombinierten Vermarktung von PRL und Intraday-Handel vermarktet
- Während dieser Zeit liegt die Ladestatus bei ca. 50 %
- Für die beiden vNNE-Fahrpläne muss die Anlage jeweils zu 100 % vollgeladen werden
- Der Kauf und Verkauf dieser Energiemengen läuft ebenfalls über die Intraday-Vermarktungsschnittstelle



Quelle: Kyon Energy
Verlauf an einem Tag in einem ausgewählten Netzgebiet innerhalb Deutschlands

Beispieltag (05.02.2019)

Betriebsstrategie

- Reduktion der Netzspitzen für vNE
- Primärregelleistung
- Intraday Trading
- Netzlast des VNB

Beispielprofil für Überlagerung von FCR und ID Handel in Deutschland

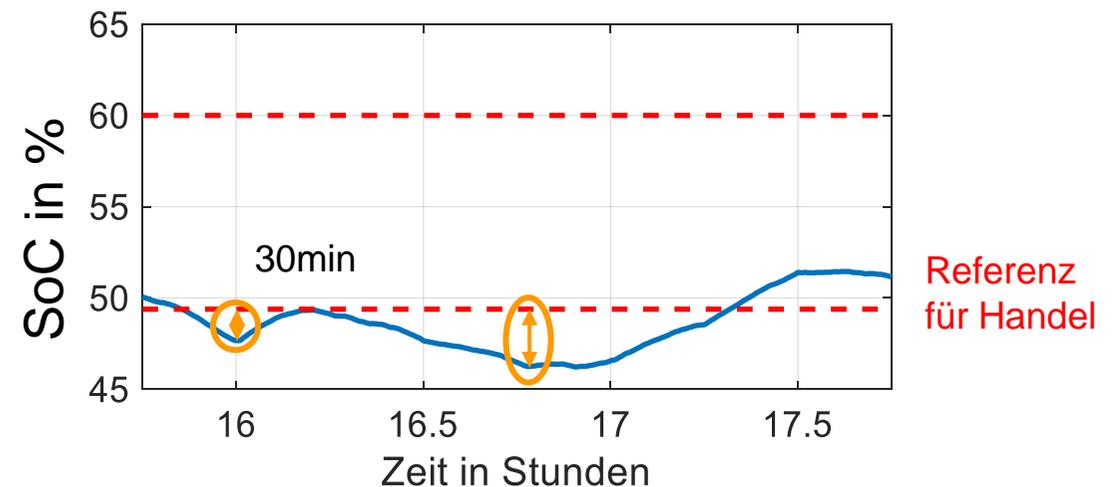
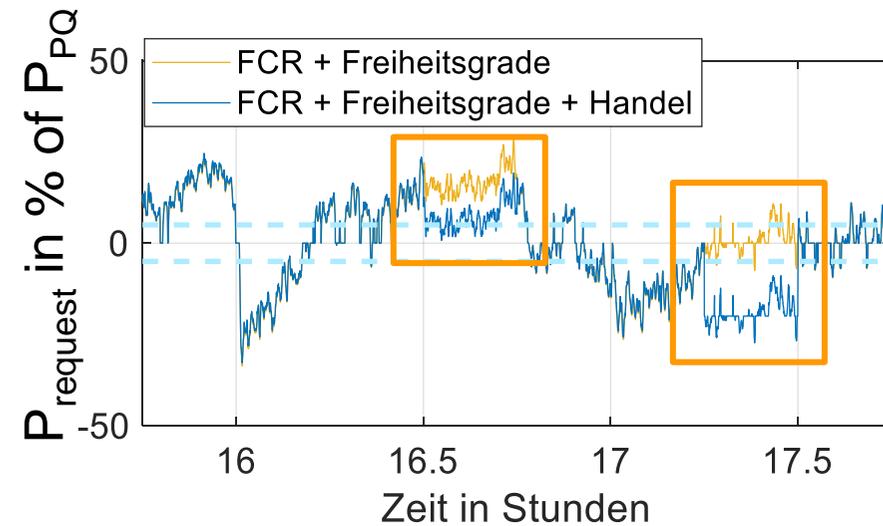
■ Hintergrund zum Profil

- Auslegung mit 1,5 MWh/1 MW (E/P ratio = 1,5)
- Frequenzmessung aus 2015

Dargestellt ist angeforderte Leistung (P_{request}) in Bezug zur angebotenen Leistung (P_{PQ})

■ Implementiertes SoC Management

- Nutzung von Freiheitsgraden
 - Reaktionsfreiheit im Totband (50 Hz \pm 10 mHz)
 - Übererfüllung mit 120 % in systempositive Richtung
 - Beschleunigte Reaktionszeit
- Intra-day Handel

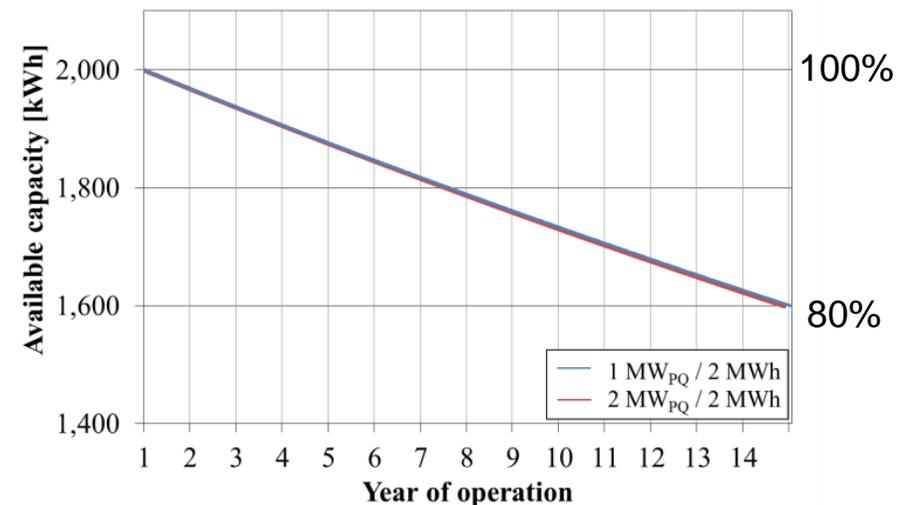
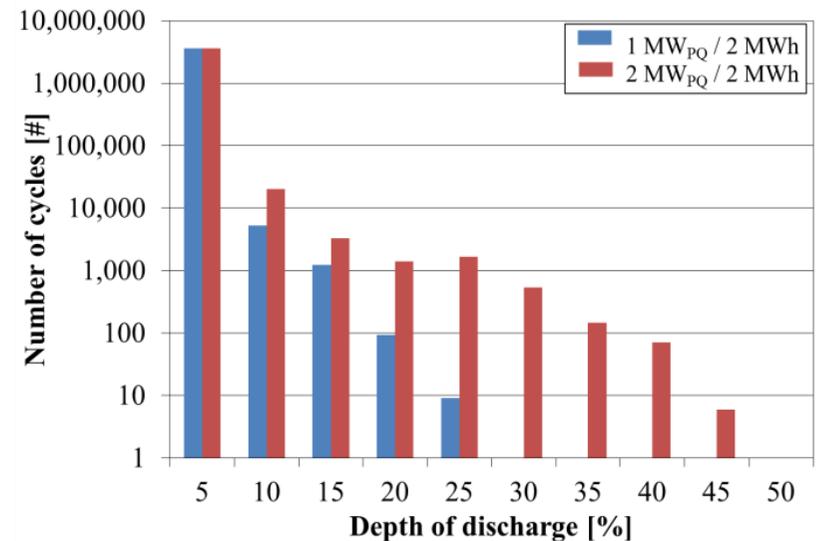


Quelle: [2] Badeda 2020, Auszug aus öffentlichem Dissertationsvortrag

Beispielsimulation für Alterungskennzahlen bei Regelleistungserbringung

- Basisdaten sind Frequenzmessungen aus 2015
 - zu 95 % der Zeit $< 23 \% P_{PQ}$
 - Ca. 80 % der Abrufereignisse $< 60\text{sec}$
 - Ergebnisse für Batteriebelastung
 - Geringe Ent-/Laderaten
 - kleine Zyklenhübe
 - Hohe Zyklenzahlen möglich
 - Kalendarische Alterung bestimmend
 - Übertragbar auf die meisten aktuellen Anwendungen
- Value-Stacking, um die Batterie in ihrer Lebenszeit besser zu nutzen

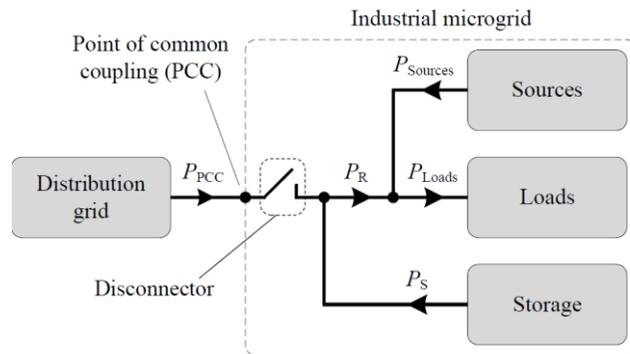
Simulationsergebnisse bei unterschiedlichen Systemauslegungen



Einsatz einer USV Anlage behind-the-meter beim Industriekunden

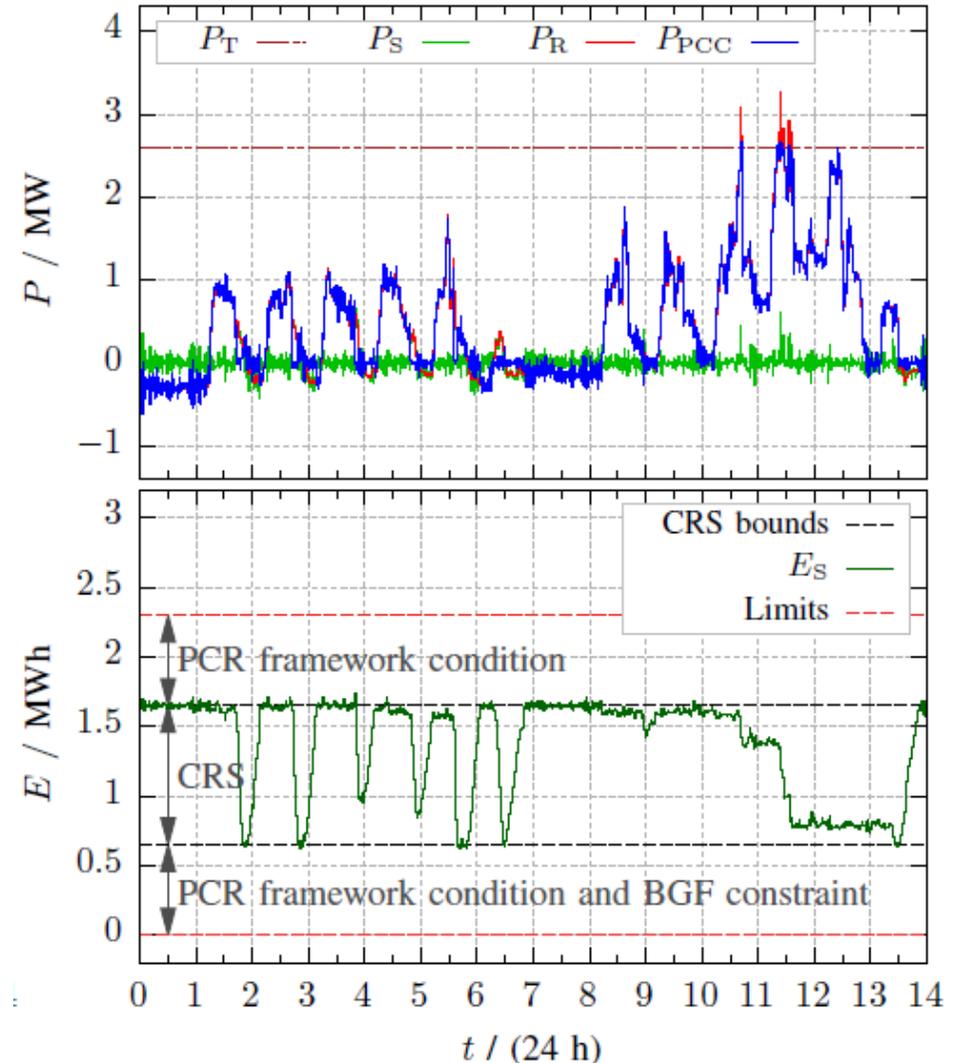
- Kombination bei gleichzeitiger Erbringung von
 - Primärregelleistung (PCR=FCR)
 - Unterbrechungsfreie Stromversorgung (BGF)
 - Eigenverbrauchssteigerung (CRS1)
 - Spitzenlastkappung (CRS2)

- FCR
- Uninterruptible power supply
- Self-consumption
- grid connection costs



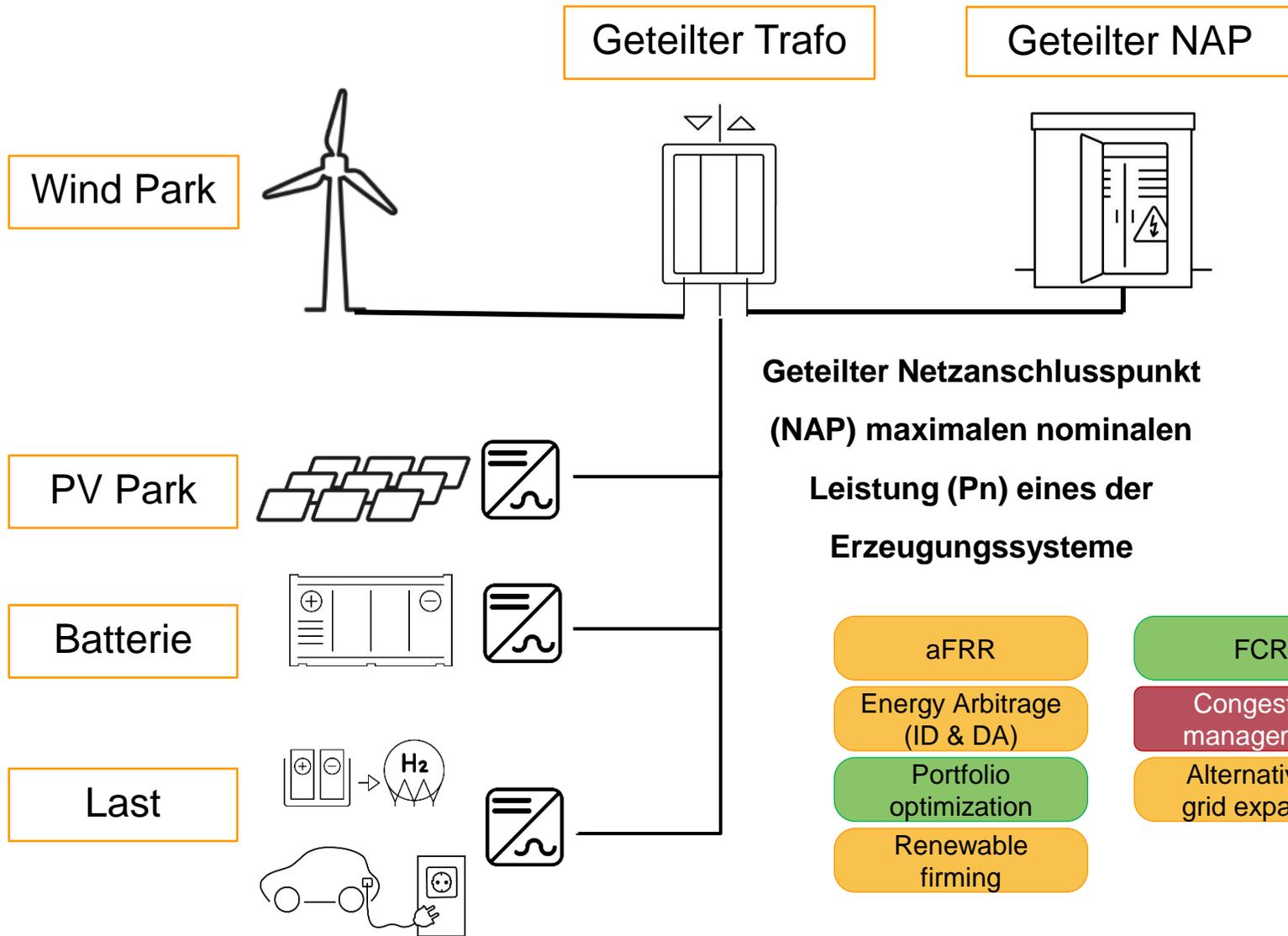
- Berücksichtigung aller Restriktionen in der Regelung und Synergien führen zu kleinerer Batteriegröße und optimierter Nutzung
- Wirtschaftlichkeit in 3-5 Jahren bei aktuellen Märkten erzielbar

Fall 4: CRS, BGF und PCR, mit kombinierter Dimensionierung



Quelle: [4] Vogt & Badede et al., PEDS, 2017
 CRS= cost reduction strategy, PCR=primary control reserve,
 BGF=Back-up for grid failures, PCC= point of common coupling

Von behind-the-meter zurück zu front-of-the meter: Batterie mit EE an einem Standort ... plus Verbraucher



- Speicher optimieren den Betrieb am Anschlusspunkt und können die Leistungsbegrenzungen am NAP zusätzlich übernehmen.
- **Der Speicher hat volles Potential, wenn dieser aus dem Netz beziehen darf.**

Aktuelle Herausforderungen und Fragestellungen in der Praxis

- Genehmigung/Zertifizierung
 - von Messsystemen und Reglern
 - Von Speichersystemen insgesamt Anforderungen sehr abhängig von lokalen Akteuren
- Regelungen zur Speisung der Batterie aus dem Netz („Braunstromabrechnung“)
- Berechnung des zulässigen Netzanschlusses und standardisiertes Verfahren zur Analyse von möglicher Abregelung
- Programmierung des übergeordneten Parkreglers und Einbindung der verschiedenen Parteien unter Einhaltung der Netzzugangsvoraussetzungen
 - Wer steuert die Batterie (lokale Logik im übergeordneten Parkregler, in der Batterie beim Vermarkter?)
- Dimensionierung des Speichers für noch unbekannte Märkte bei „Full Merchant“ Risiko
- Diagnostik im Feld für frühzeitige Fehlererkennung und Reduktion z.B. Wartung, Brandrisiko

- Es gibt verschiedene Ansätze, die unter dem Begriff Multi-Use zusammengefasst werden.
- Multi-Use ermöglicht die Diversifizierung von Einnahmeströmen und damit Kosten- und Risikominimierung, was wiederum zu einer schnelleren Implementierung von Speichersystemen führen kann.
- Es gibt verschiedene Projekttypen, in denen Batteriespeicher als Netzspeicher implementiert werden.
- Jeder Projekttyp hat eigene Hindernisse, die in der Praxis bearbeitet werden.
- Gleichzeitig brauchen wir weitere anwendungsbezogene Forschung für die Implementierung von Flexibilitäten und Speichertechnologien.
 - Z.B. Simulation und Bewertung gemeinsamer Erzeugung an einem Netzanschlusspunkt
 - Hybridspeichertechnologien (Leistung- und Energie entkoppelt)
 - Virtual Inertia vs. Synch. compensators

Dr. Julia Badede

Head of Department Hybrid Energy and Battery Storage Systems



ABO Wind AG
Unter den Eichen 7
65195 Wiesbaden

julia.badede@abo-wind.de

www.abo-wind.de

Bei Interesse zu weiteren Arbeitsansätzen für das PV+EV-Lade+Batterieprojekt in Wiesbaden (s. Anhang), bitte per Mail melden.



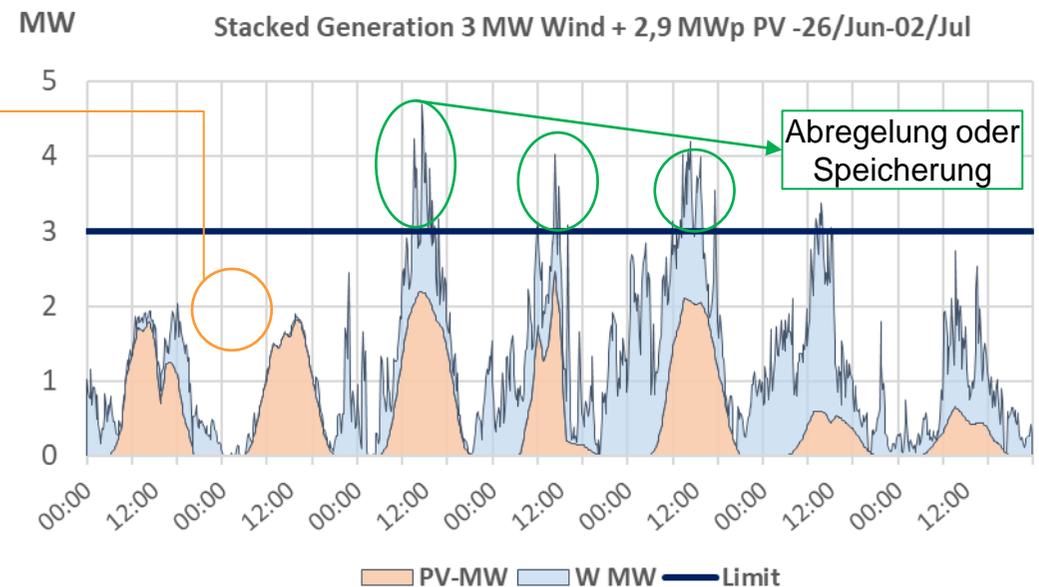
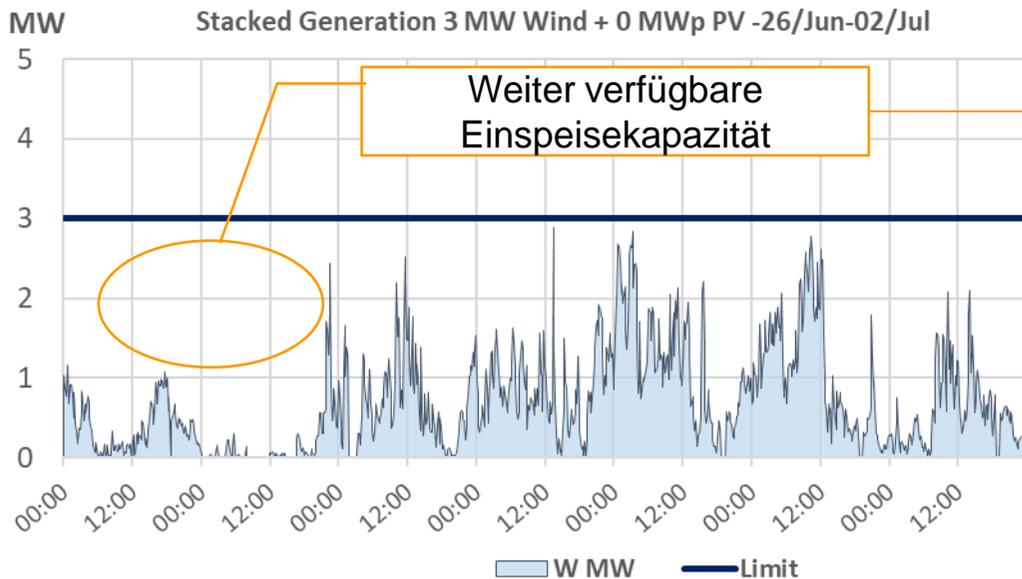
- [1] ISE Energy charts: <https://energy-charts.info/index.html?l=de&c=DE>
- [2] Badeda, Modeling and Steering of Multi-Use Operation with Uninterruptible Power Supply Systems - Utilizing the Example of Lead-Acid BatteriesDissertation, RWTH Aachen, 2020. accessible: <https://publications.rwth-aachen.de/record/789815>
- [3] Fleer et al., „Model-based economic assessment of stationary battery systems providing primary control reserve”, Energy Procedia 99, pp- 11-24, 2016. accessible: https://www.researchgate.net/publication/304331963_Model-based_economic_assessment_of_stationary_battery_systems_providing_primary_control_reserve
- [4] Vogt & Badeda et al., „Consideration on Primary Control Reserve Provision by Industrial Microgrids in Grid-Coupled Operation”, PEDS, 2017 (978-1-5090-2364-6/17). Accessible: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8289189>

Gemeinsam den Netzanschlusspunkt optimaler nutzen

- Simulation auf Basis eines im Betrieb befindlichen Windrads in Deutschland auf 10min Basis

**3MW – WTG in DEU
3MVA Trafo & NAP**

**Wind + Simulierte PV
3MW/WTG + 2,9 MWp/PV
3MVA Trafo & NAP**



Jahreswerte **6.122 MWh**

9.328 MWh

$$\frac{W \text{ Einspeisung}}{W \text{ Erzeugung}} = 100\%$$

$$\frac{W + PV \text{ Einspeisung}}{W + PV \text{ Erzeugung}} = 97,4\%$$

$$\frac{W \text{ Einspeisung}}{NAP * 24 * 365} = 23\%$$

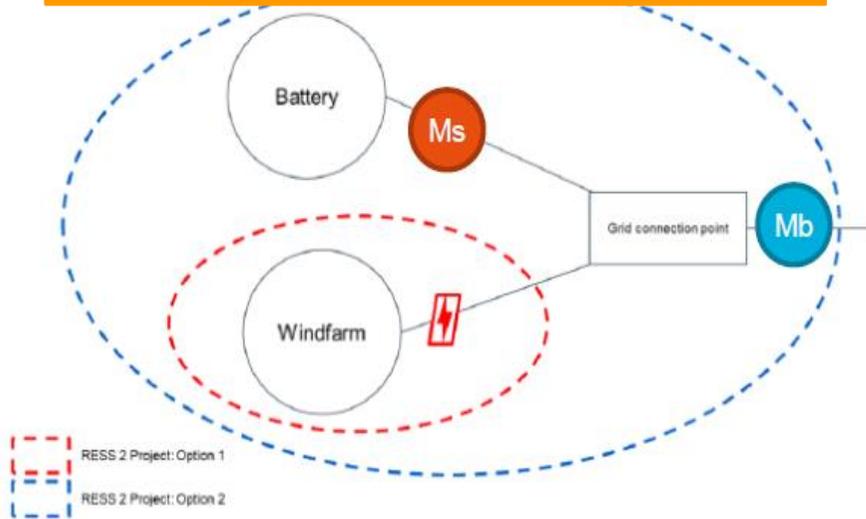
Nutzung des NAP steigt um 13%

$$\frac{W + PV \text{ Einspeisung}}{NAP * 24 * 365} = 36\%$$

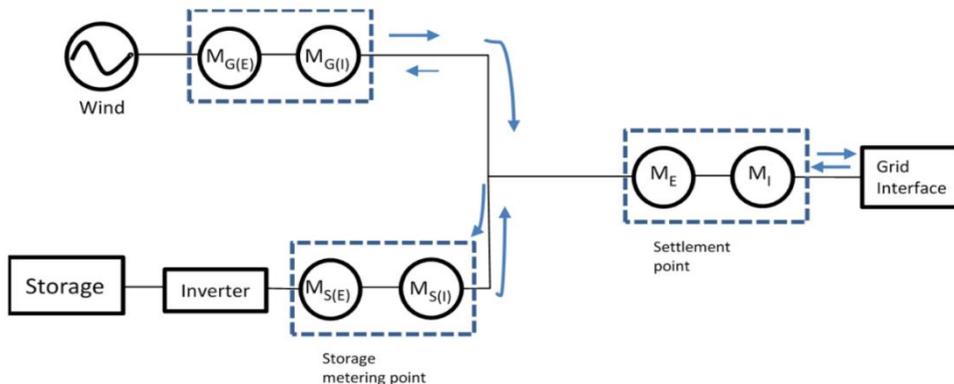
Where shall the meter for the single unit and the overall park be placed? When does „green“ energy become „brown“?

Current discussion in Ireland

Regulator



Industry



Current assumption in Germany

FNN information based on low voltage grids (coming from PV and storage home systems)

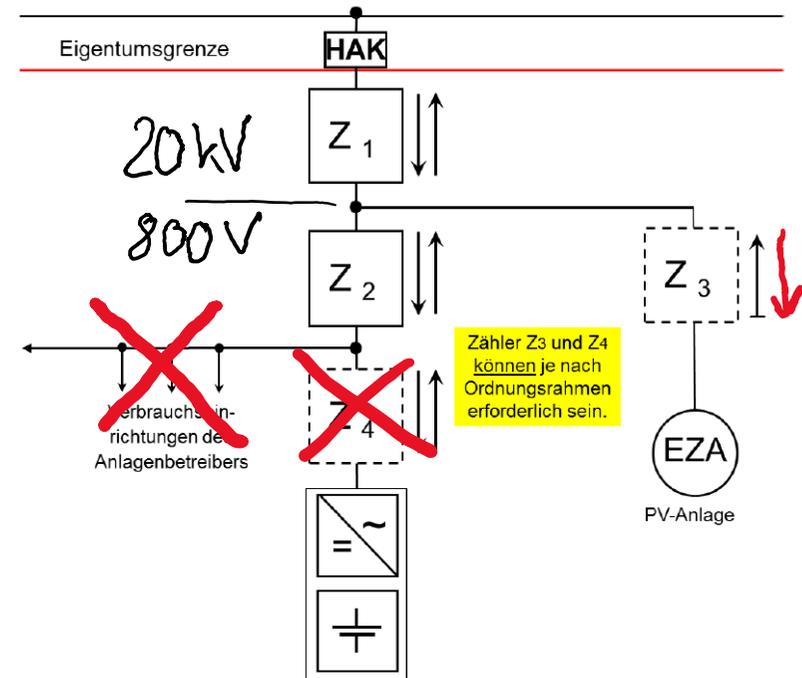


Abbildung 17: Beispiel einer Mehrfachanwendung (Regelenergie)



Private client: PV + BESS + Charging infrastructure for e-mobility

Country

- Germany, Hessen



Stage

- In operation since June 2021

Technology

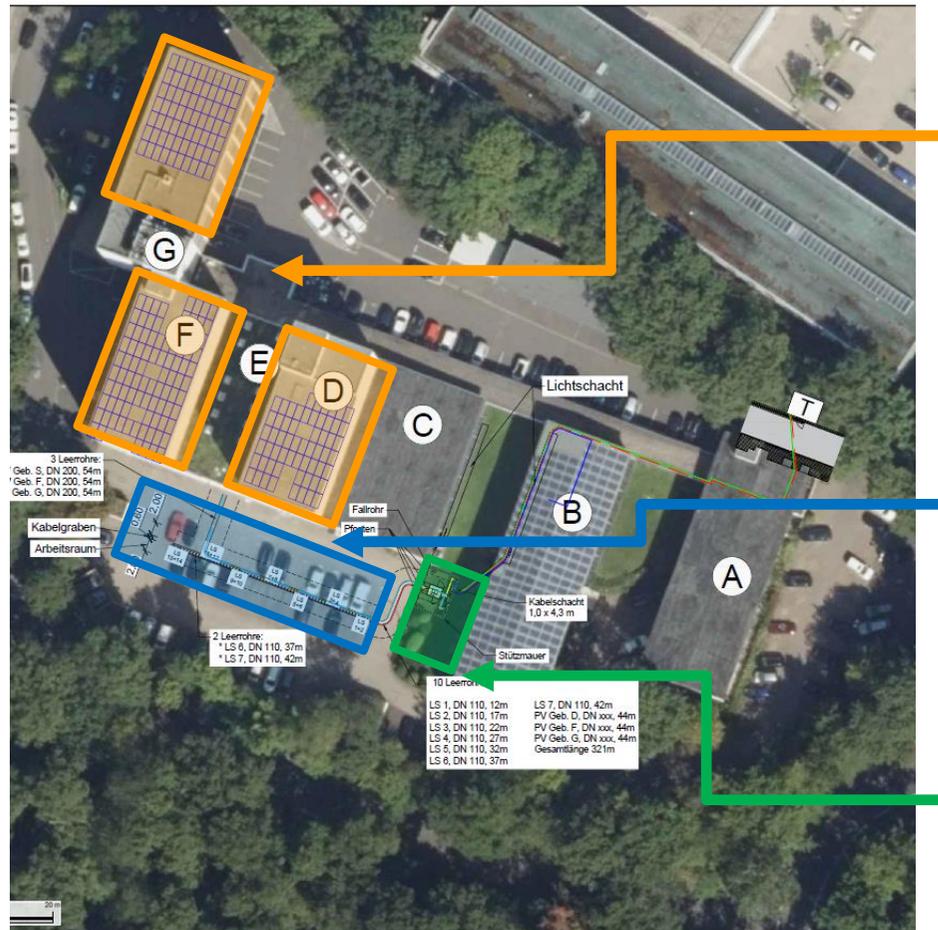
- 14 EV-charging stations
- Rooftop PV with 80 kWp
- 0.05 MW / 0.20 MWh Li-Ion NMC BESS
- Containerized solution



Applications

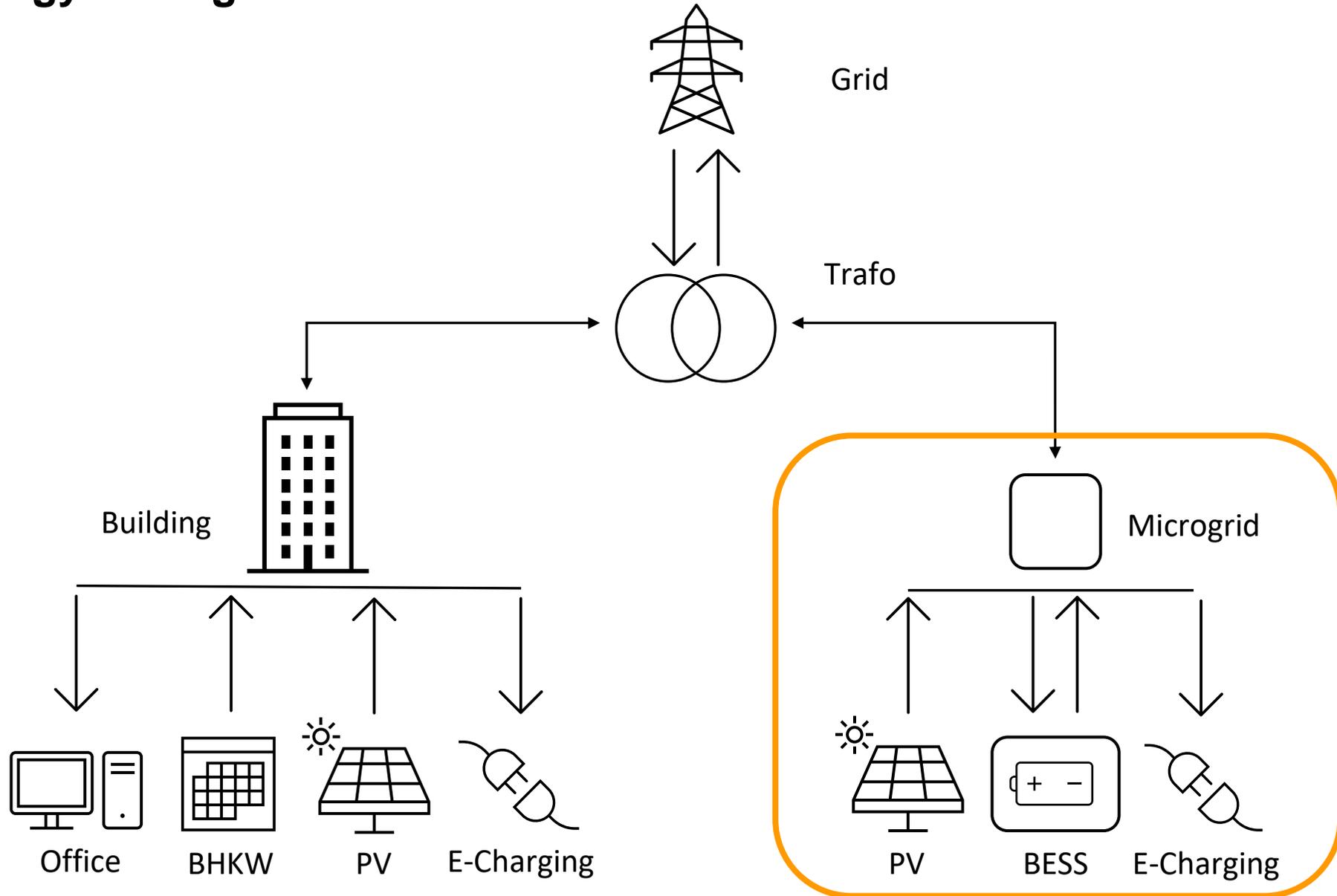
- Increased self-consumption of PV energy
- Peak load limitation (Peak Shaving)

Main components installed

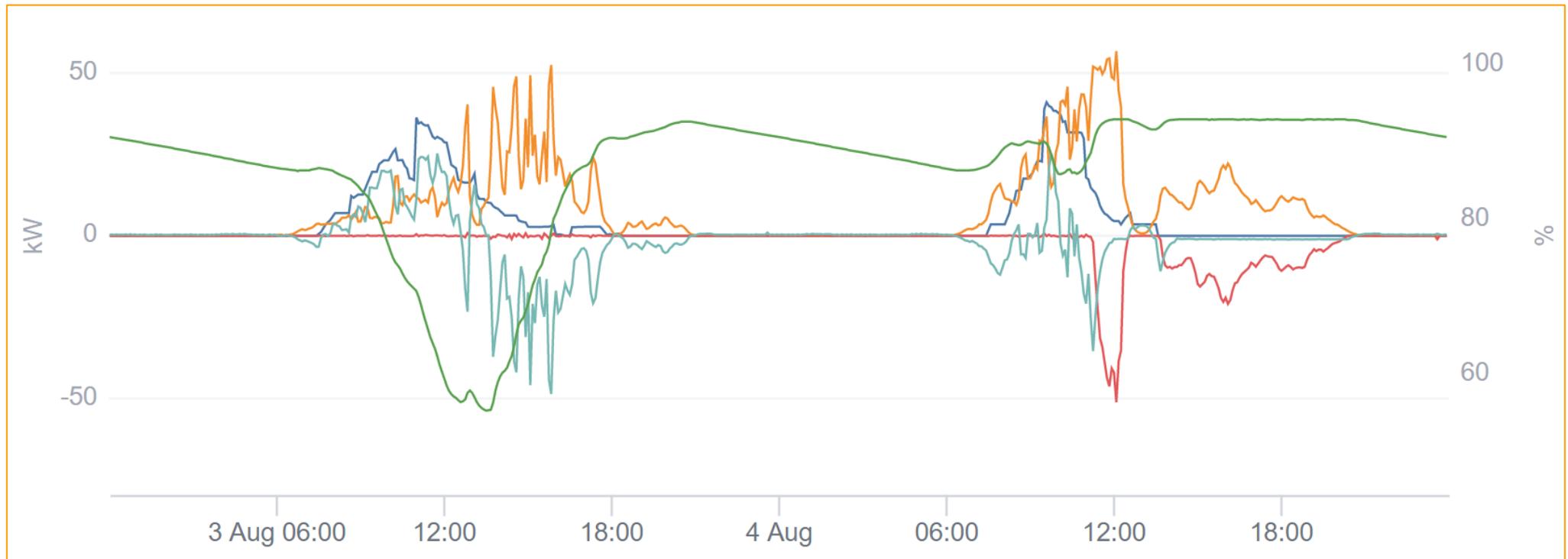


- PV System: **79.5 kWp**
 - 1 SMA Sunny Tripower max. 110 kW
 - 234 Suntech modules east-west orientation on roofs D, F, and G
 - Energy yield ~ 910 kWh/kWp = 72 MWh = 400,000 km per year
- 28 E-charge spaces: **300 kW max.**
 - 7 Alfen charging stations with 2 charging points each with up to 22 kW (AC power) per point
- Battery system: **50 kW /190 kWh**
 - Lithium-ion (NMC) for self-consumption increase and peakshaving
 - Test object for in-house training

Topology Microgrid



Future Hybrid Example - Power Profile Microgrid



Battery covers e-charging
when the PV system power is low

When consumption is low, battery gets
charged by the PV

→ Increased self-consumption

