

# Elektrische Energiespeicher in der Anwendung

---

**Dr.-Ing. Sebastian Beer**  
**Gruppe »Angewandte Speichersysteme«**  
**19.03.2024, Bauzentrum Online-Forum**

# Inhaltsverzeichnis

---

- 1. Kurzvorstellung**
- 2. Technische Aspekte elektrischer Energiespeicher**
- 3. Elektrische Energiespeicher in der Anwendung**

Kapitel 01



# Kurzvorstellung



# Abteilung »Elektrische Energiespeicher«

## Struktur und Kompetenzen



### Batteriezelltechnologie

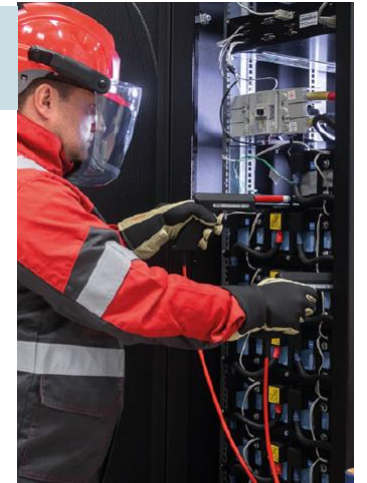
Material, Architektur und Produktion



### Zentrum für elektrische Energiespeicher

One-Stop-Shop für speicherbezogene F&E und Services

Quelle: Vermessungsamt Freiburg



### TestLab Batteries

Elektrische, thermische und mechanische Tests



### Batteriesystemtechnik

Von der Zelle zum System

### Angewandte Speichersysteme

Systemsimulation und Implementierung



# Gruppe »Angewandte Speichersysteme«

## Inhaltliche Schwerpunkte

Stationäre Anwendungen

Mobile Anwendungen

Verbraucheranwendungen

On-Grid

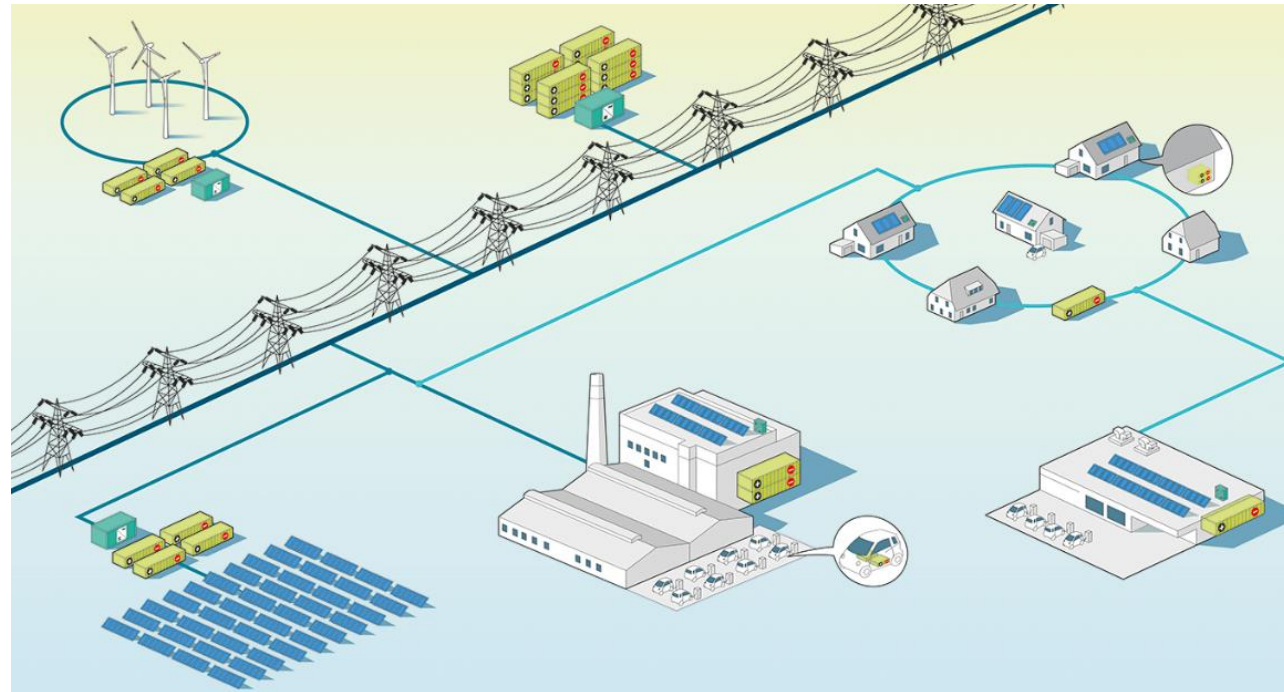
Off-Grid

Land

Wasser

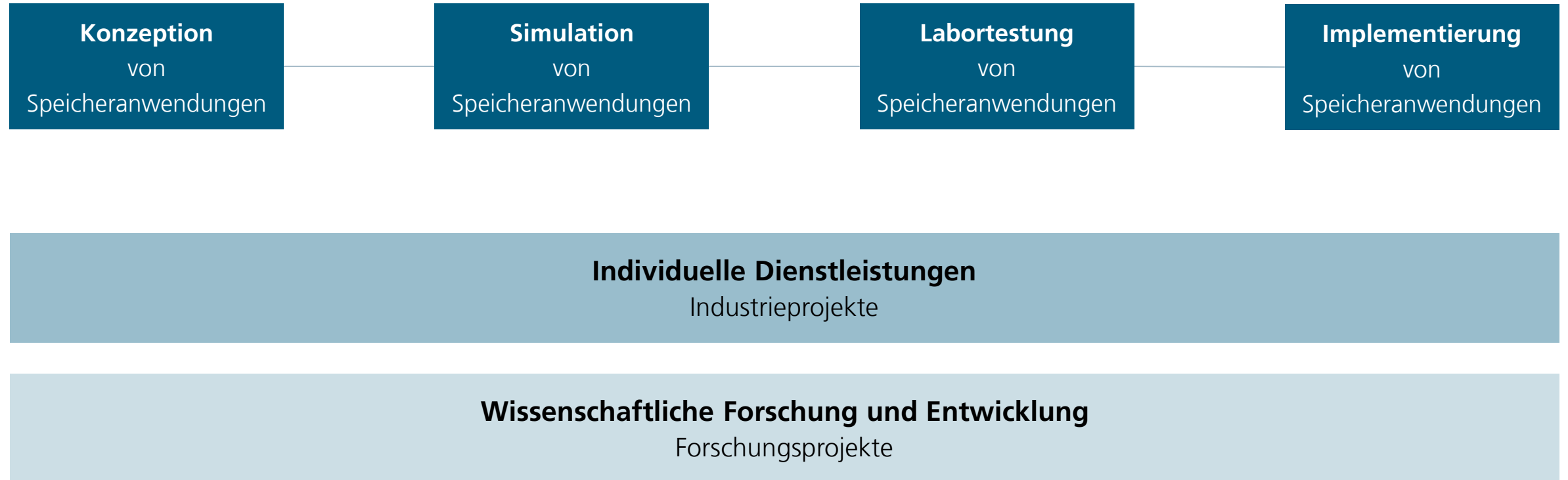
Luft

Verbraucheranwendungen



# Gruppe »Angewandte Speichersysteme«

Kernkompetenzen entlang der Wertschöpfungskette



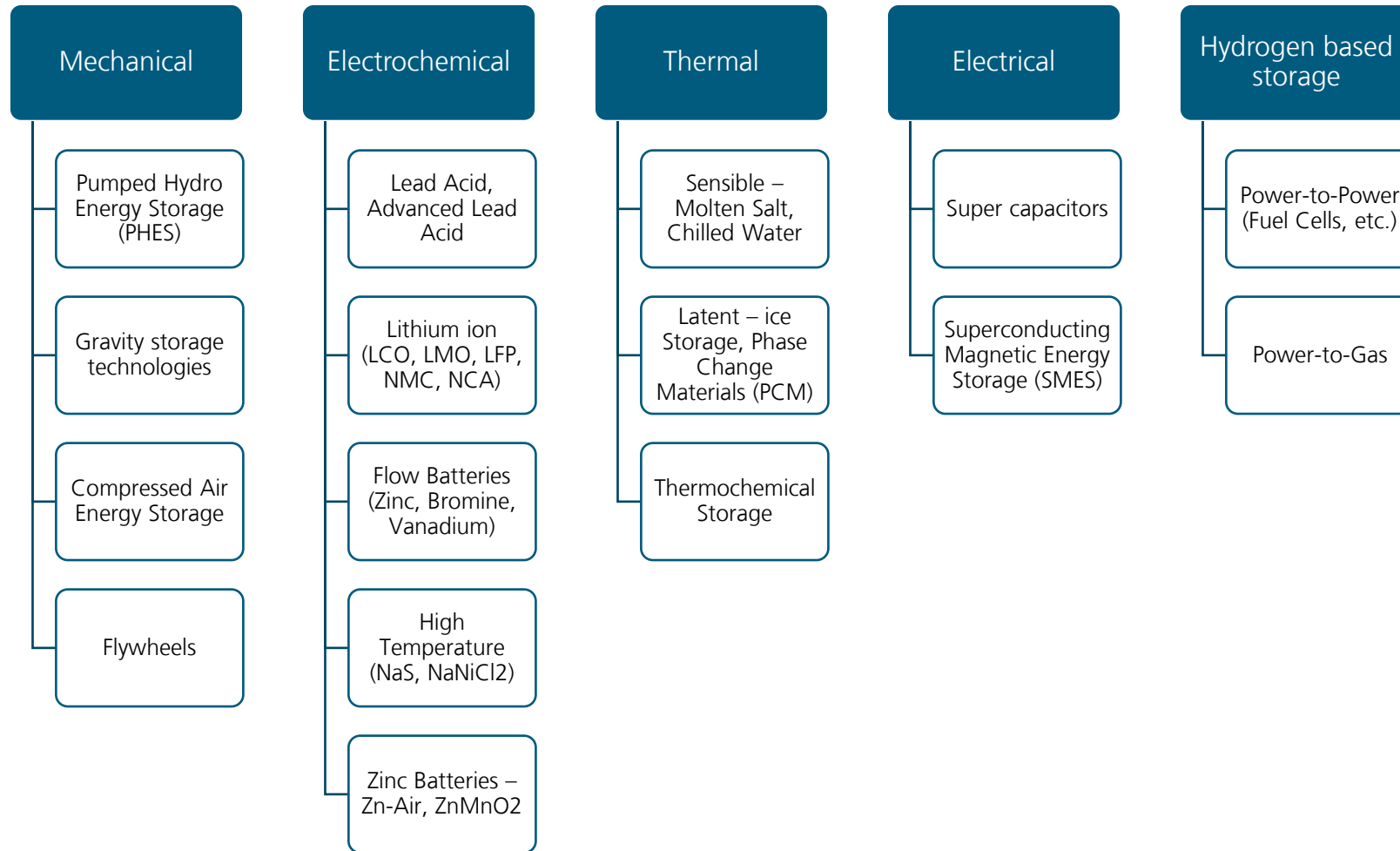


Kapitel 02

---

# Technische Aspekte elektrischer Energiespeicher

# Klassifizierung von Speichertechnologien

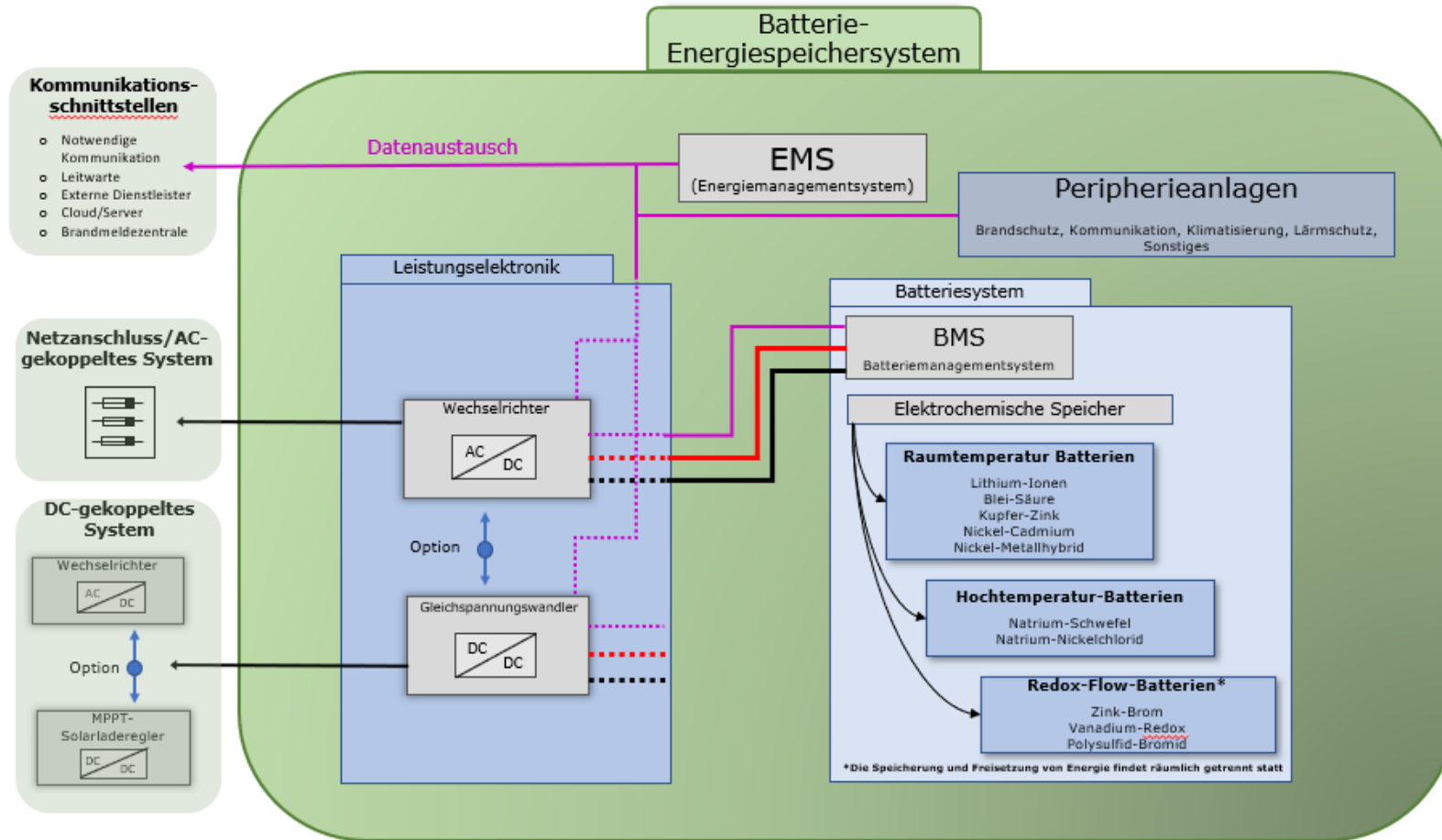


Quelle: <https://etn.news/energy-storage/classification-of-energy-storage-technologies-an-overview>



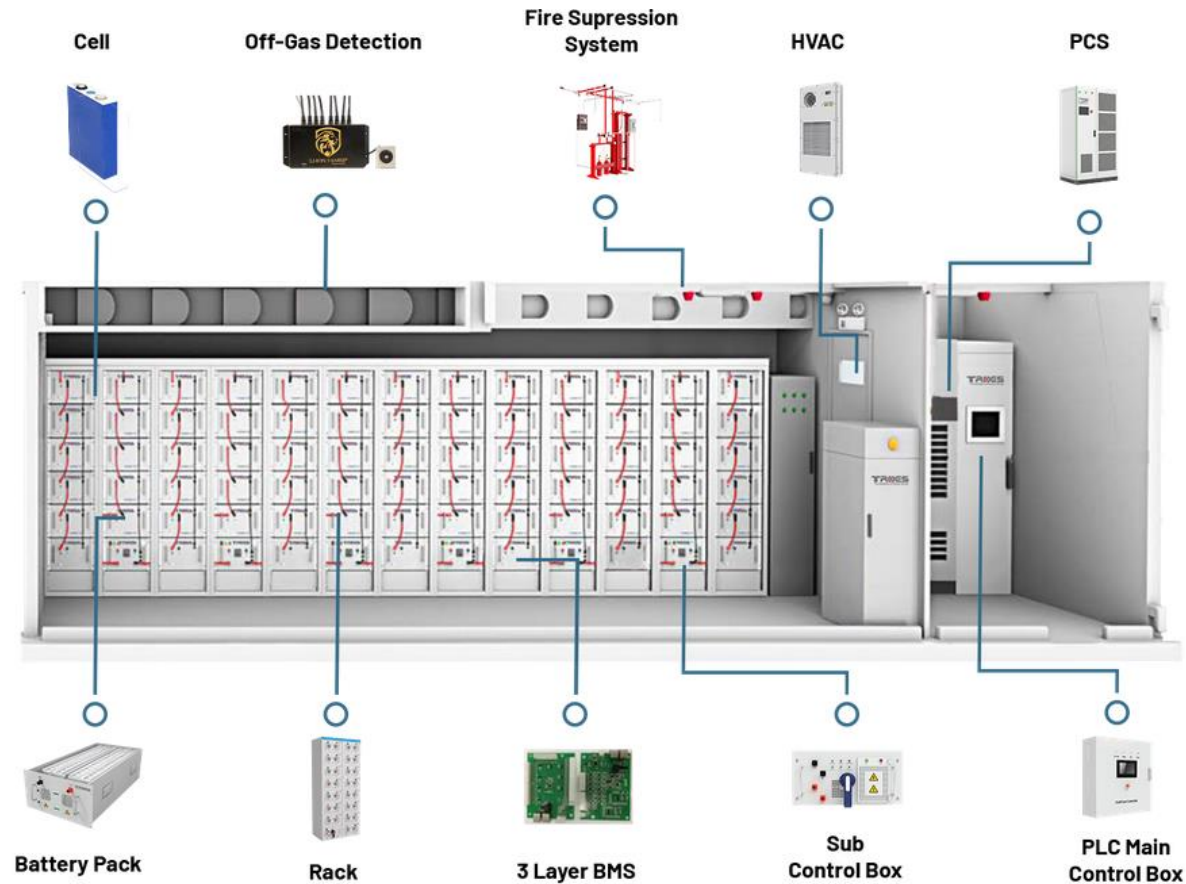
# Elektrisches Energiespeichersystem

## Konzeptuelle Darstellung






# Elektrisches Energiespeichersystem

## Praktische Darstellung



Quelle: <https://troescorp.com/what-is-battery-energy-storage/>

# Beispiele für aktuelle Speichersysteme

Commeo	E3/DC by Hager Energy	Exide
HPC Cube 600 kWh 20' Container	Hauskraftwerk S20 X Pro-Serie	Solition Mega One
 A white 20-foot container with a charging station on the side. The side panel is black with 'HIGH POWER CHARGING' in red and white text. The 'commeo' logo is visible in the top right corner.	 A black and grey industrial power unit with two large 'X' logos on the front panel. The 'E3/DC' logo is visible on the left side.	 A white 20-foot container with a blue stripe on the side. The 'E SOLUTION' logo is visible on the side panel.

Quelle: pv magazine 02/24



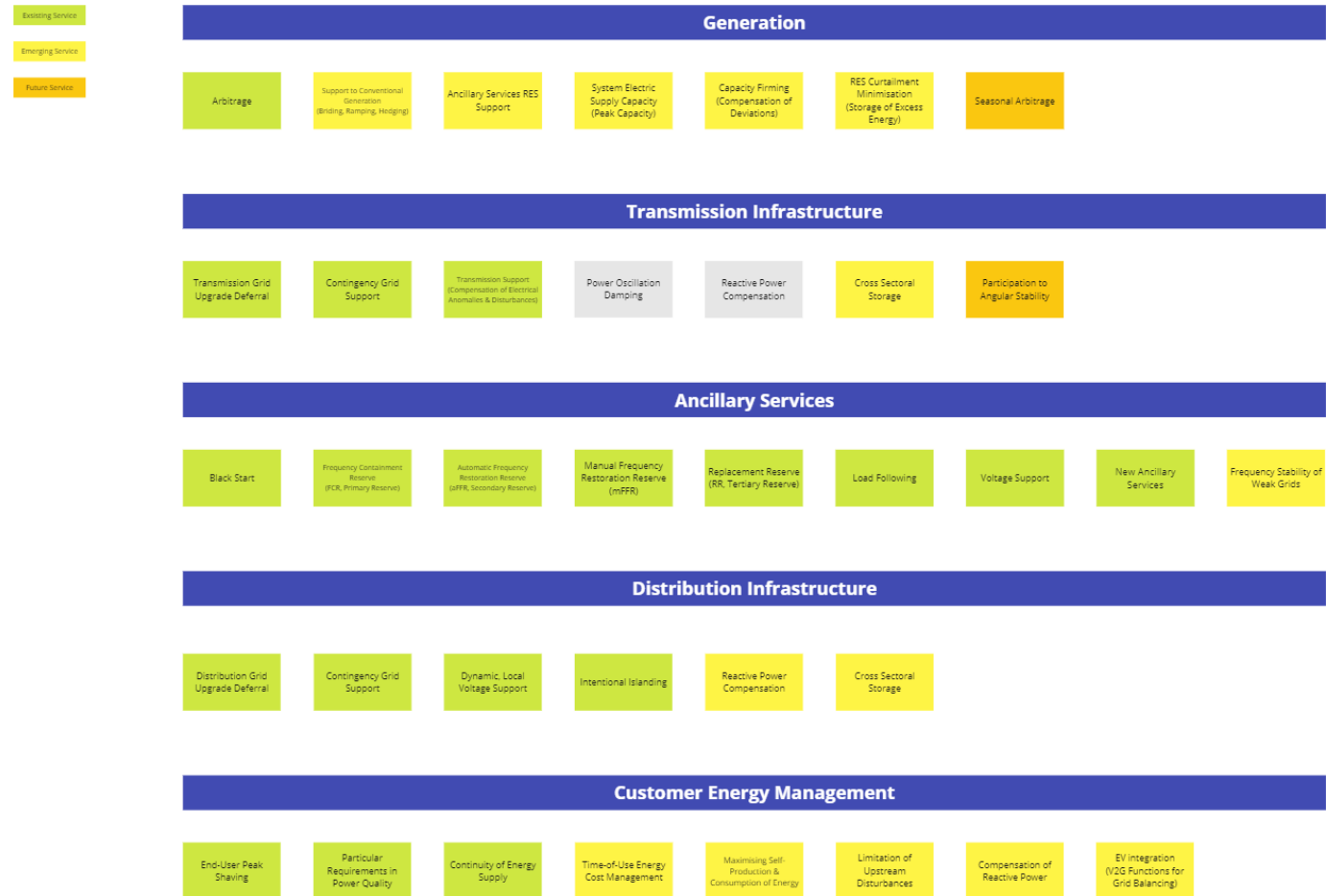
## Kapitel 02

---

# Elektrische Energiespeicher in der Anwendung

# Anwendungsfelder elektrischer Energiespeicher

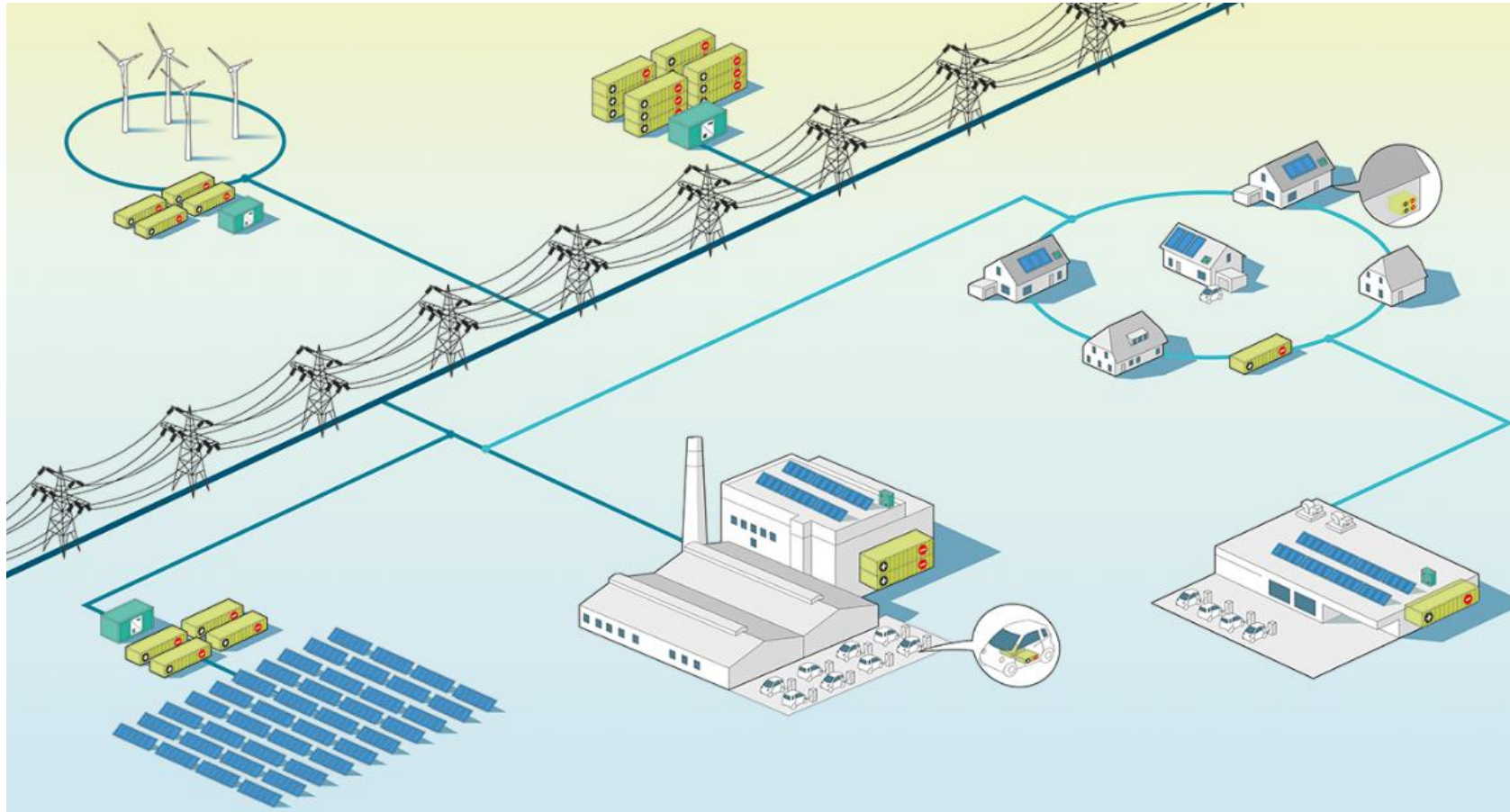
## Übersicht möglicher Speicheranwendungen



Quelle: EASE Energy Storage Applications Summary

# Anwendungsfelder elektrischer Energiespeicher

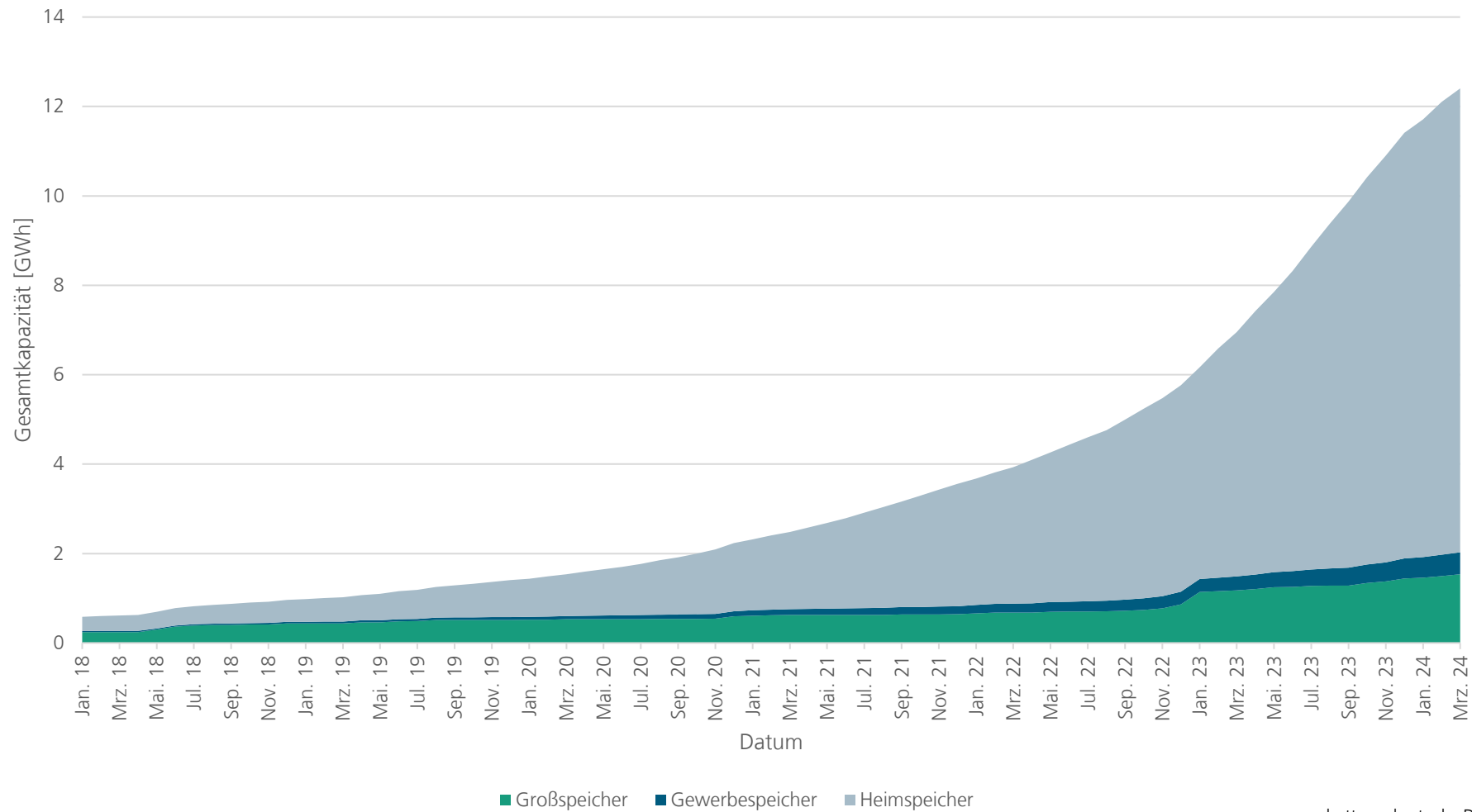
Aktuelle Anwendungsschwerpunkte





# Installierte Gesamtkapazität von Speichersystemen in Deutschland

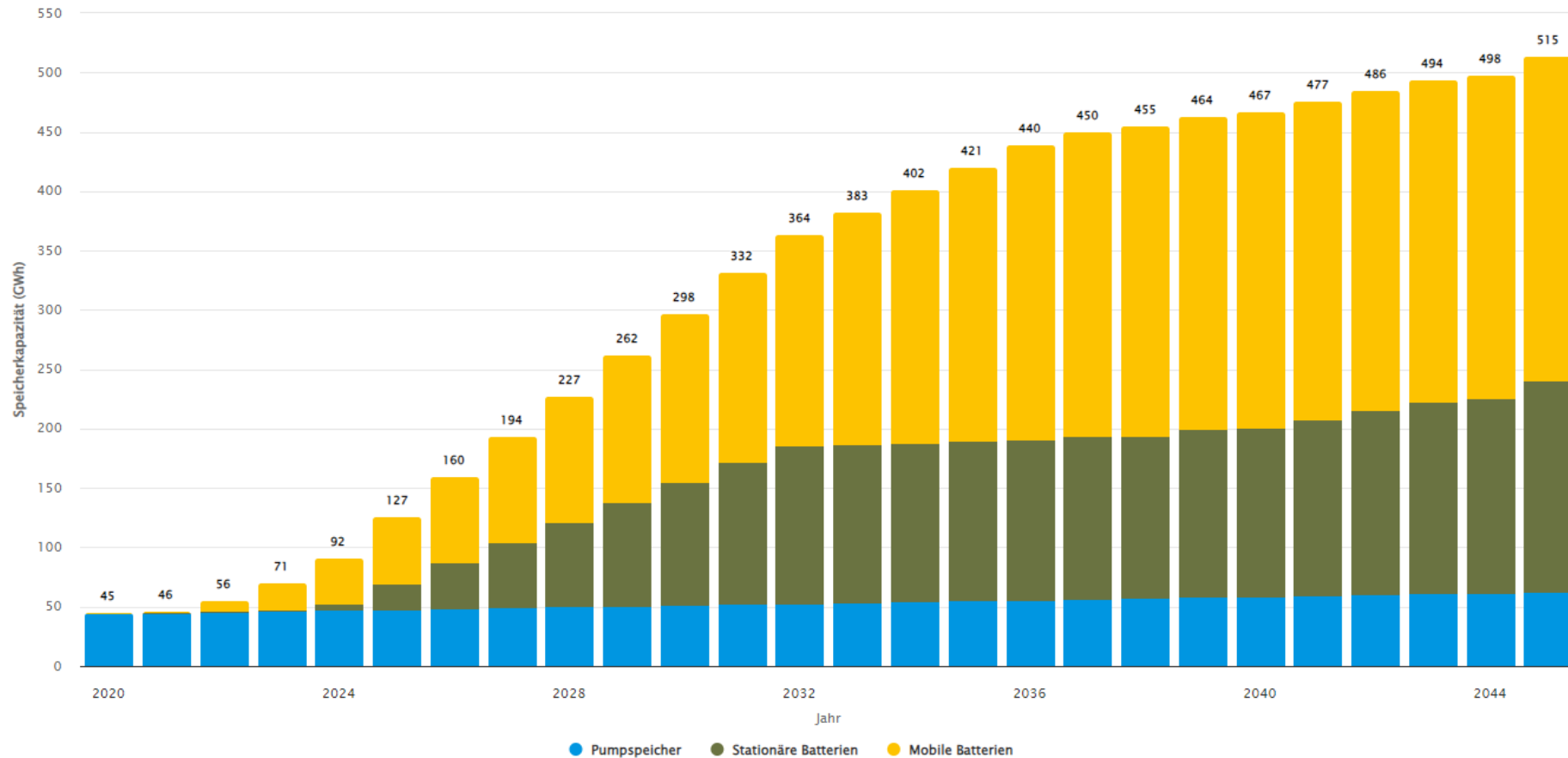
Kapazität für Großspeicher, Gewerbespeicher und Heimspeicher



[www.battery-charts.de](http://www.battery-charts.de), Daten lizenziert unter CC BY 4.0

# Szenario für 100% erneuerbare Energien in Deutschland bis 2045

## Installierte Speicherkapazitäten

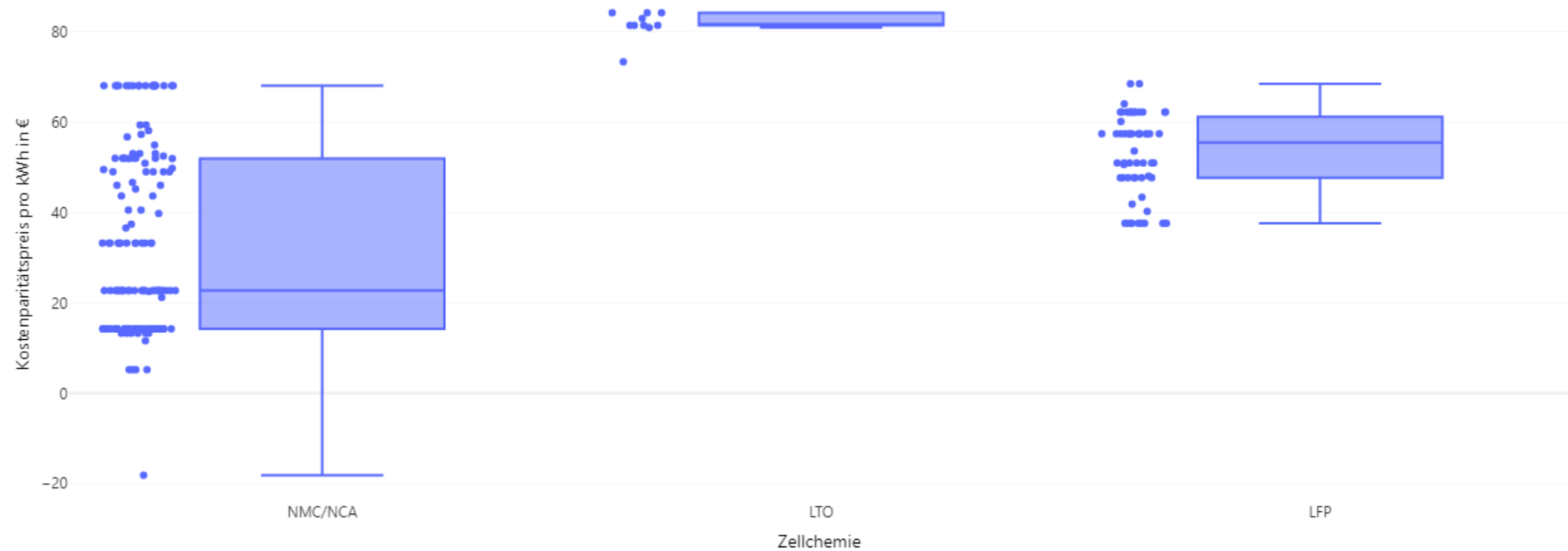


Quelle: [https://energy-charts.info/charts/remod\\_installed\\_power/chart.htm?source=storage&legendItems=111](https://energy-charts.info/charts/remod_installed_power/chart.htm?source=storage&legendItems=111)

# Batteriesystemkosten

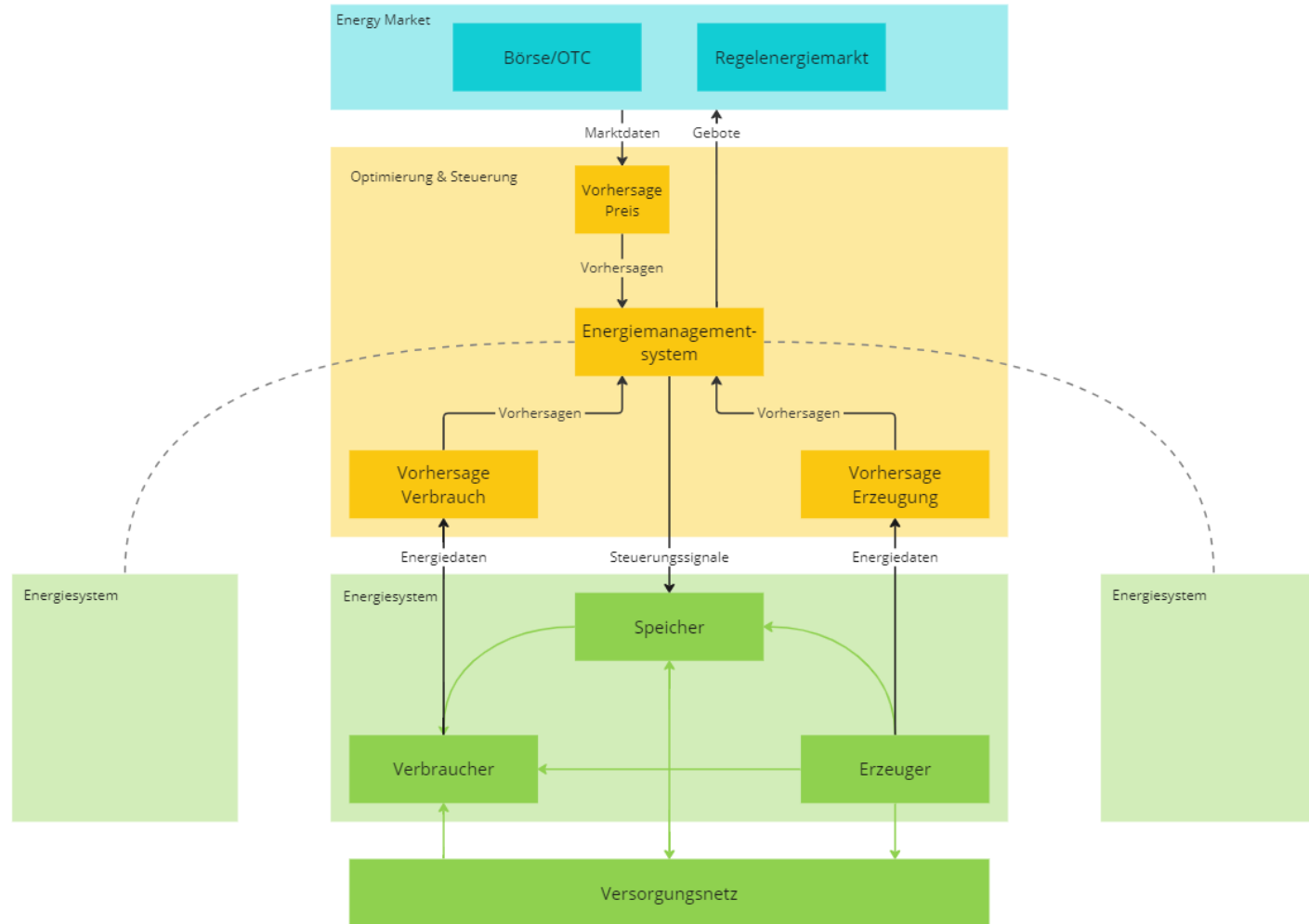
Kostenparitätspreise verschiedener Zellen und Zellchemien

## Anwendung „PV-Eigenverbrauchsoptimierung in Industrieunternehmen“

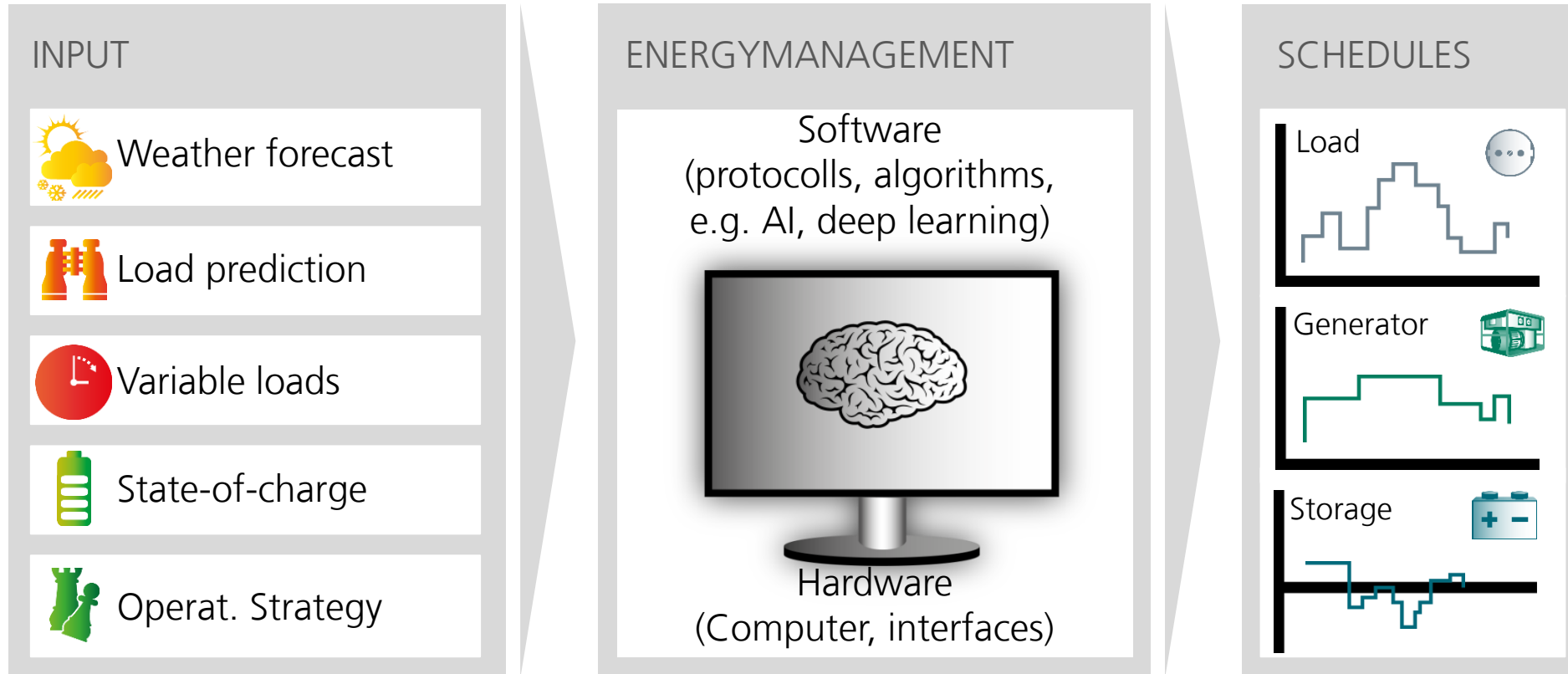




# Komponenten speichergestützter Energiesysteme

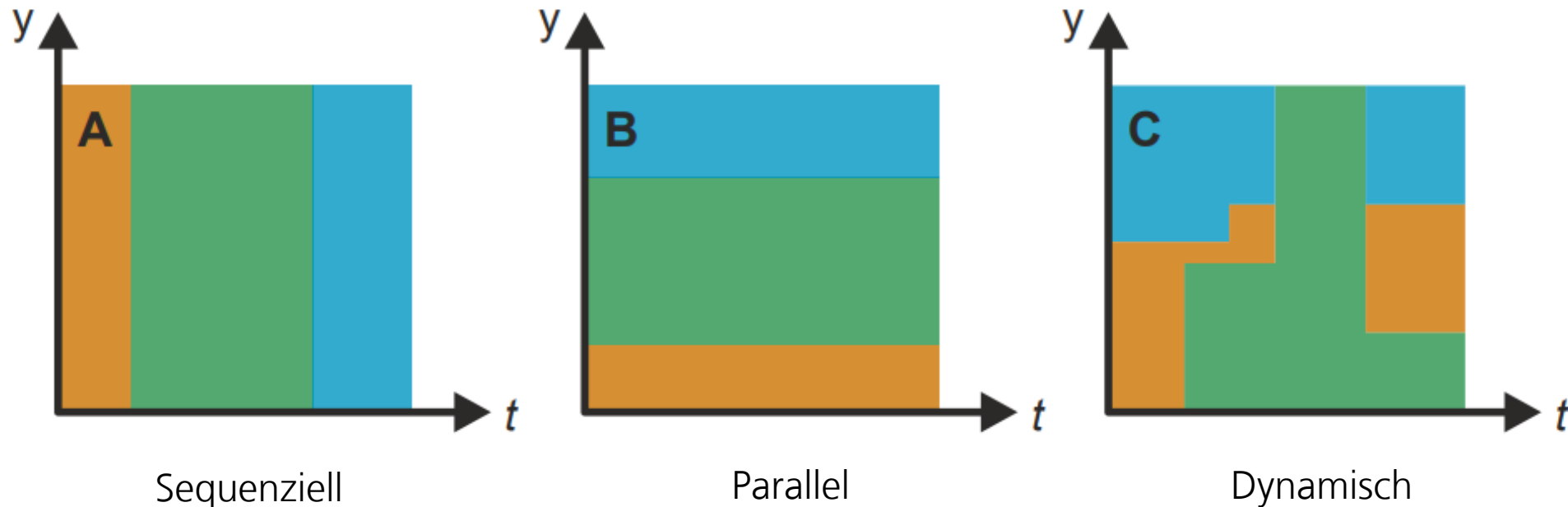


# Funktionsweise eines Energiemanagementsystems



# Mehrzwecknutzung von Speichern (Multi-Use Application, Revenue Stacking)

Ansätze zur Kombination

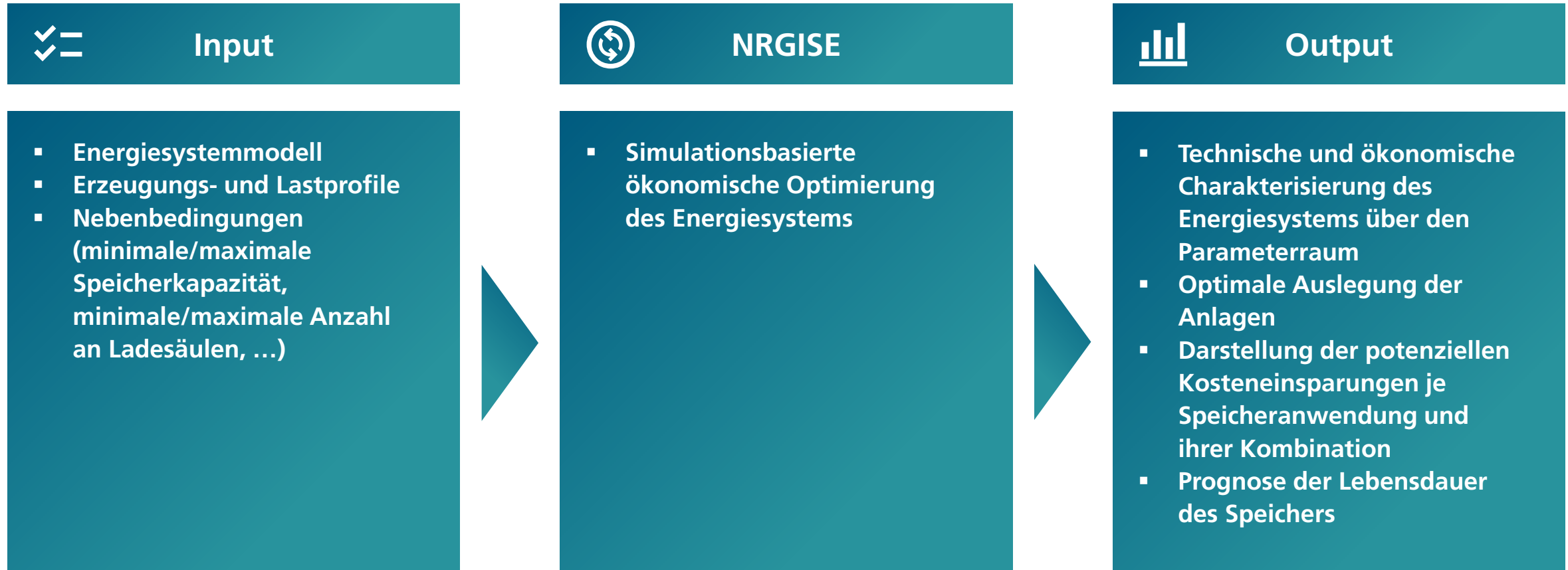


Quelle: Stefan Englberger, Andreas Jossen, Holger Hesse, Unlocking the Potential of Battery Storage with the Dynamic Stacking of Multiple Applications, Cell Reports Physical Science, Volume 1, Issue 11, 2020, 100238, ISSN 2666-3864



# Mehrzwecknutzung von Speichern (Multi-Use Application, Revenue Stacking)

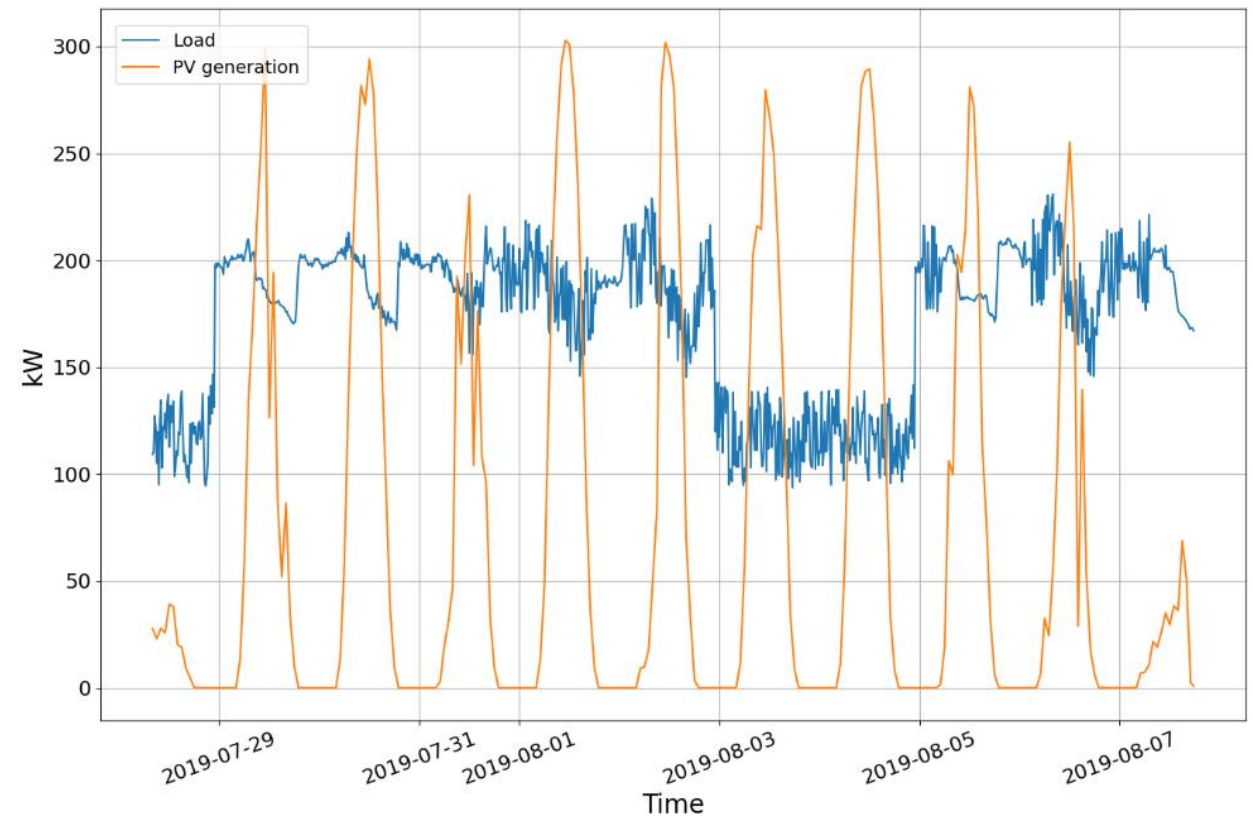
NRGISE – ISE-Simulationsframework zur Auslegung speichergestützter Energiesysteme



# Mehrzwecknutzung von Speichern (Multi-Use Application, Revenue Stacking)

Simulationsstudie „Industrieunternehmen“

- Simulationsbasierte ökonomische Analyse einer Speicherinstallation in einem Industrieunternehmen mit Dreischichtbetrieb
- Verwendung synthetischer Profile
- Jährlicher Energieverbrauch: 1516 MWh
- Lastspitze: 242 kW
- Installierte PV-Anlage: 400 kW Peak



# Mehrzwecknutzung von Speichern (Multi-Use Application, Revenue Stacking)

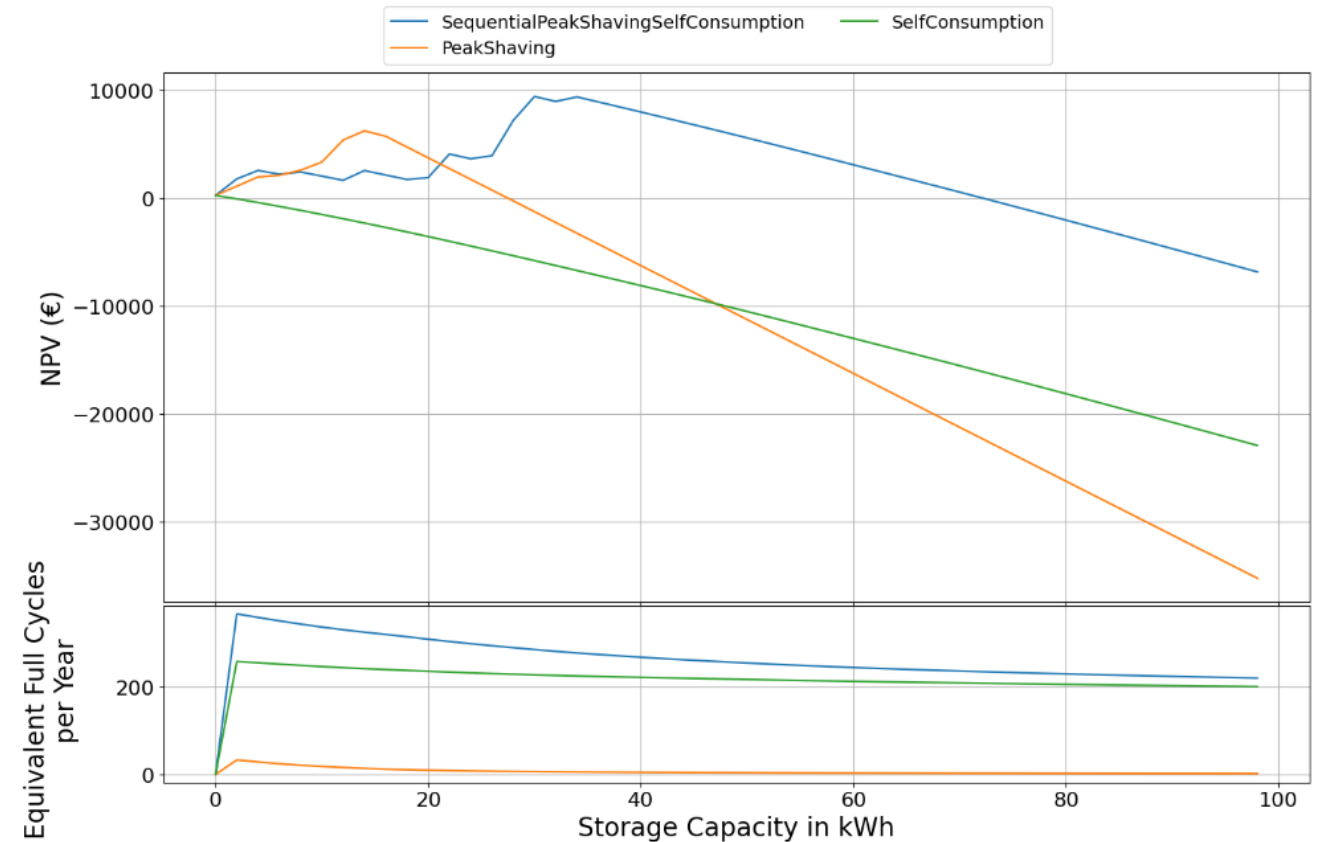
Simulationsstudie „Industrieunternehmen“

## ■ Parametrierung der Simulation:

- Strompreis: 0,19 €/kWh
- Einspeisevergütung: 0,06 €/kWh
- Kapitalkosten: 500 €/kWh
- Zinsrate: 6,8 %
- Betriebsdauer: 10 Jahre

## ■ Ergebnisse:

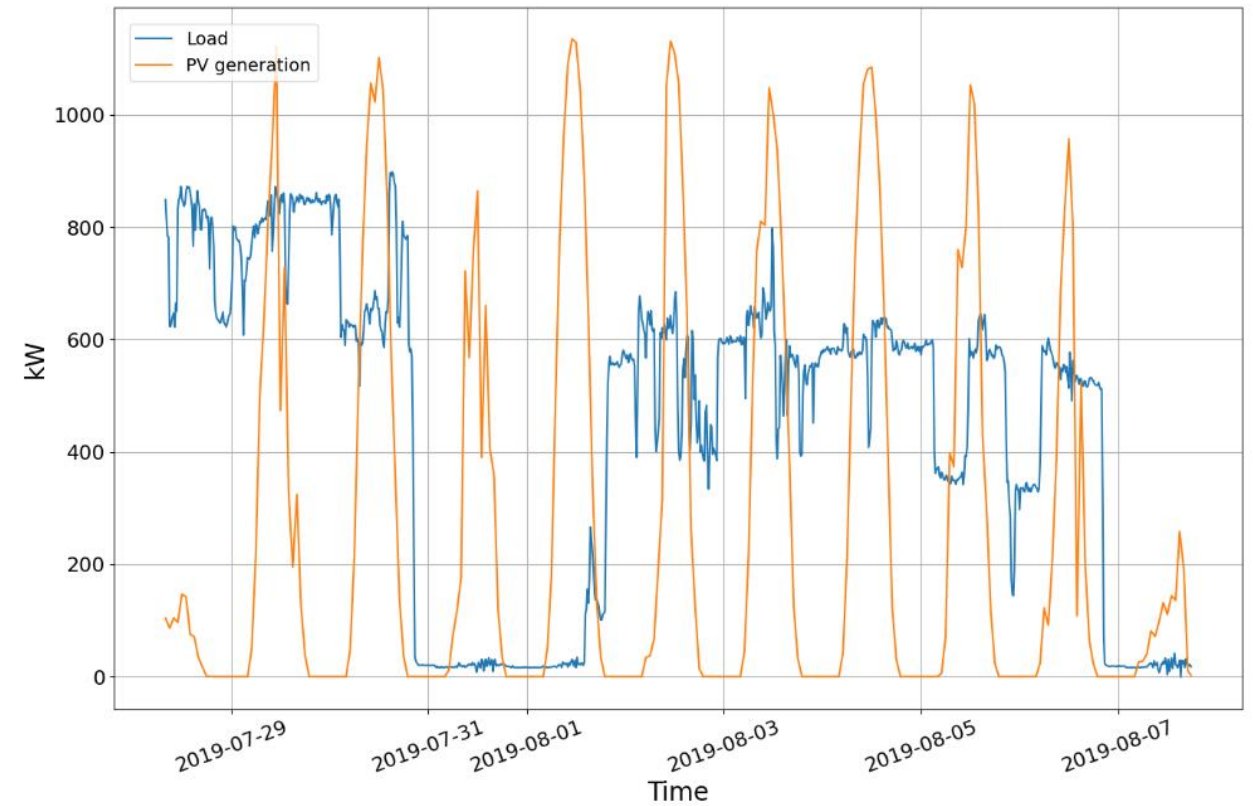
- Alleinige Eigenverbrauchsoptimierung unrentabel
- Alleinige Lastspitzenkappung rentabel
- Mehrzwecknutzung erzielt höchsten Ertragswert



# Mehrzwecknutzung von Speichern (Multi-Use Application, Revenue Stacking)

Simulationsstudie „Recyclingunternehmen“

- Simulationsbasierte ökonomische Analyse einer Speicherinstallation in einem Recyclingunternehmen
- Verwendung gemessener Profile
- Installierte PV-Anlage: 1500 kW Peak





# Mehrzwecknutzung von Speichern (Multi-Use Application, Revenue Stacking)

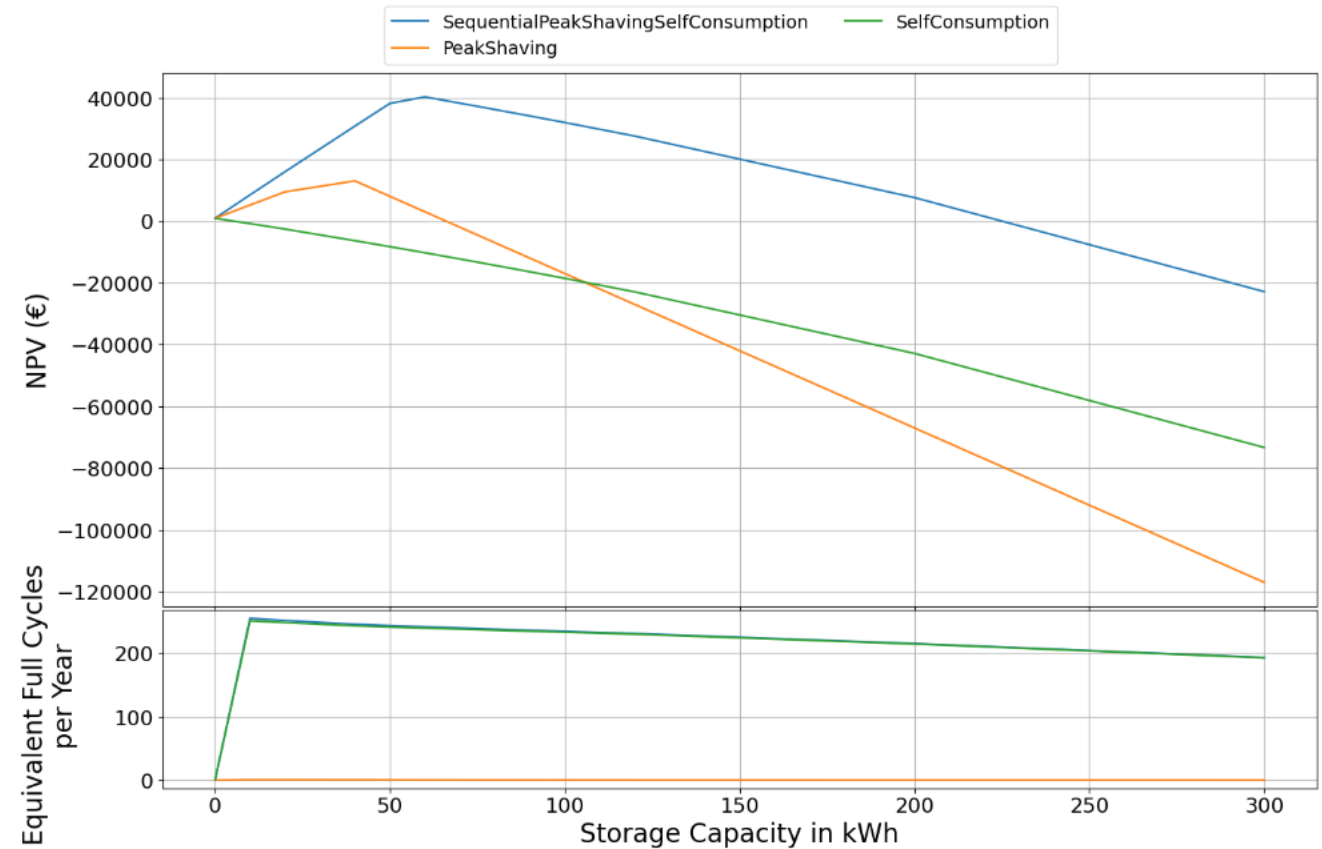
Simulationsstudie „Recyclingunternehmen“

## ■ Parametrierung der Simulation:

- Strompreis: 0,19 €/kWh
- Einspeisevergütung: 0,06 €/kWh
- Kapitalkosten: 500 €/kWh
- Zinsrate: 6,8 %
- Betriebsdauer: 10 Jahre

## ■ Ergebnisse:

- Alleinige Eigenverbrauchsoptimierung unrentabel
- Alleinige Lastspitzenkappung rentabel
- Mehrzwecknutzung erzielt höchsten Ertragswert



# Forschungsprojekt EMILAS

Thema „Elektromobilität für Mehrfamilienhäuser“

- **BMW-gefördertes Forschungsprojekt**
- **Laufzeit: 09/2019 - 02/2024**
- **Projektpartner: VDE Renewables, Beck Automation, deer, DSG Invest**
- **Schwerpunkte:**
  - Aufbau einer bidirektionalen Ladeinfrastruktur auf Basis eines Second-Life-Batteriespeichers
  - Charakterisierung und modellbasierte Bestimmung der Restnutzungsdauer des Batteriespeichers
  - Untersuchung innovativer Car-Sharing-Konzepte



# Forschungsprojekt EMILAS

Thema „Elektromobilität für Mehrfamilienhäuser“

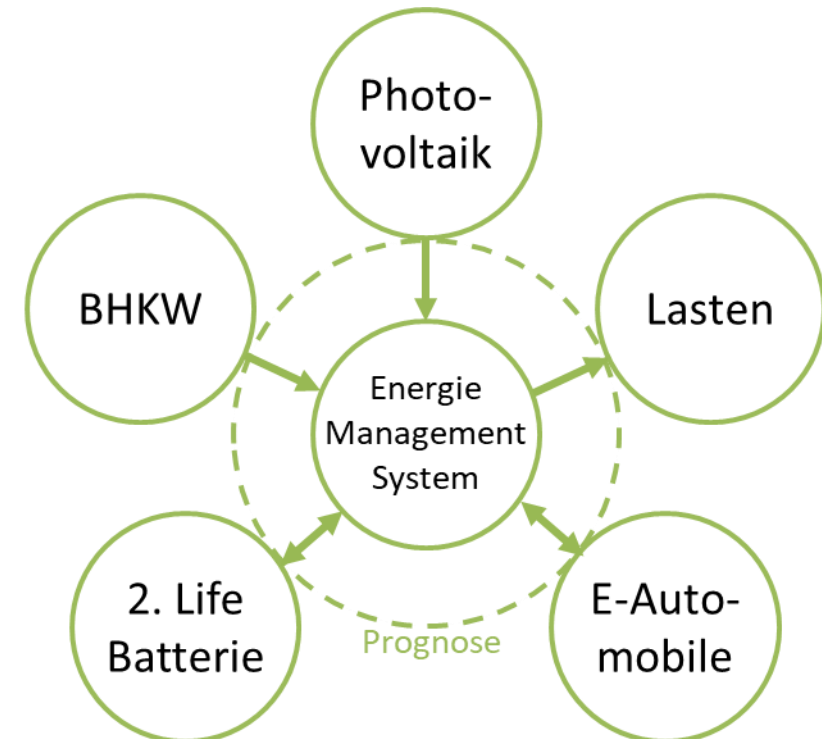
- **2 Gebäude mit 8 Wohnung je ca. 800 m<sup>2</sup>**
- **2 BHKWs Smartblock 50**
  - 50 kW<sub>el</sub>, 100,2 kW<sub>th</sub>
  - Spitzenlastkessel Vitocrossal CT3U 800 kW
  - 3 thermischer Speicher je 3000 l
- **PV-Anlage: 23,65 kWp**
- **2 Second-Life-Speicher BMW i3 Batterien**
  - Kapazität: 194 kWh brutto , ca. 165 kWh netto
  - Leistung: 81 kW (3 x 27 kW)
- **CarSharing: 4 Parkplätze, 3 x AC und 4 x DC**



# Forschungsprojekt EMILAS

Thema „Elektromobilität für Mehrfamilienhäuser“

- **2 Gebäude mit 8 Wohnung je ca. 800 m<sup>2</sup>**
- **2 BHKWs Smartblock 50**
  - 50 kW<sub>el</sub>, 100,2 kW<sub>th</sub>
  - Spitzenlastkessel Vitocrossal CT3U 800 kW
  - 3 thermischer Speicher je 3000 l
- **PV-Anlage: 23,65 kWp**
- **2 Second-Life-Speicher BMW i3 Batterien**
  - Kapazität: 194 kWh brutto , ca. 165 kWh netto
  - Leistung: 81 kW (3 x 27 kW)
- **CarSharing: 4 Parkplätze, 3 x AC und 4 x DC**

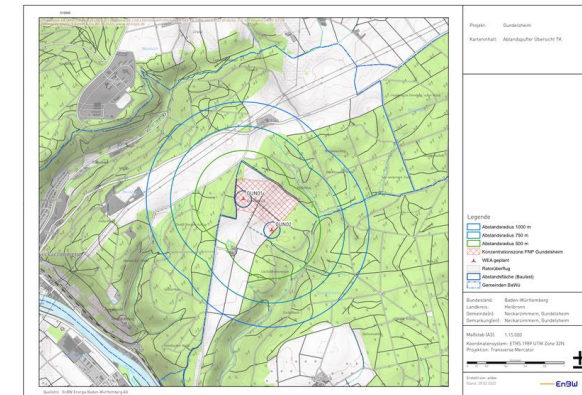




# Forschungsprojekt ResHy

Thema „Ressourcenschonende Hybridbatterie“

- BMWK-gefördertes Forschungsprojekt
- Laufzeit: 08/2022 - 07/2025
- Projektpartner: EnBW
- **Schwerpunkte:**
  - Aufbau eines ressourcenschonenden Hybridspeichersystems bestehend aus NaS- oder Na-Ionen- und Second-Life-Speicher
  - Entwicklung eines EMS mit Mehrfachnutzung: Umsetzung der Anwendungen Eigenverbrauchsoptimierung und Arbitrage
  - Elektrische und thermische Charakterisierung des Speichersystems



# Kontakt

---

**Dr.-Ing. Sebastian Beer**  
**Gruppe »Angewandte Speichersysteme«**  
**Tel. +49 761 4588 2593**  
**[sebastian.beer@ise.fraunhofer.de](mailto:sebastian.beer@ise.fraunhofer.de)**

Fraunhofer ISE  
Heidenhofstraße 2  
79110 Freiburg  
[www.ise.fraunhofer.de](http://www.ise.fraunhofer.de)



Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit

---