

Multi-Use für Batteriespeicher



Eine technisch-ökonomische Analyse für
den deutschen Energiemarkt

Stefan Englberger, Dr. Holger Hesse

Lehrstuhl für Elektrische Energiespeichertechnik

School of Engineering and Design

Technische Universität München

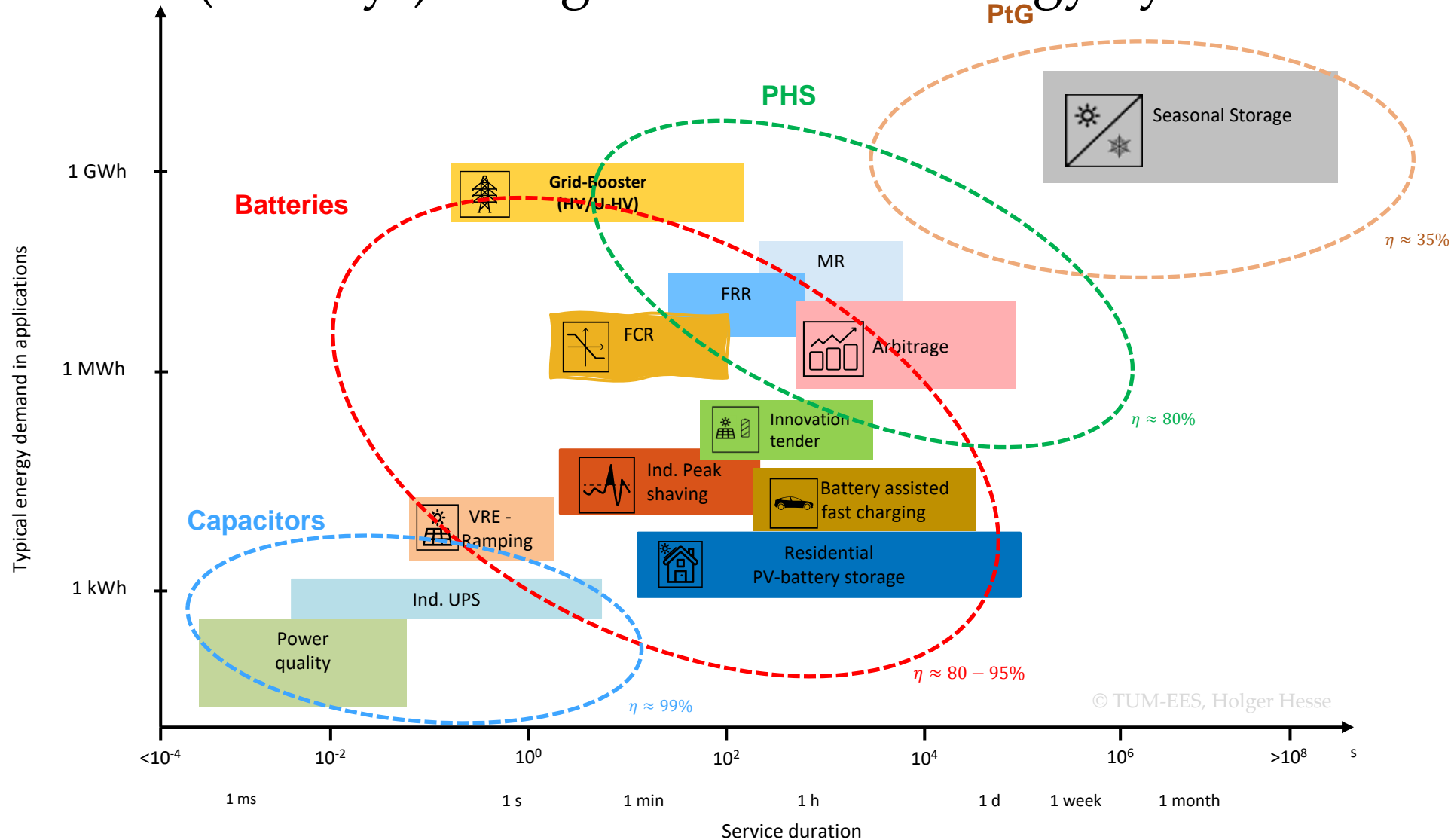
5. Herbstworkshop Energiespeichersysteme

Technische Universität Dresden (online), 7.12.2021



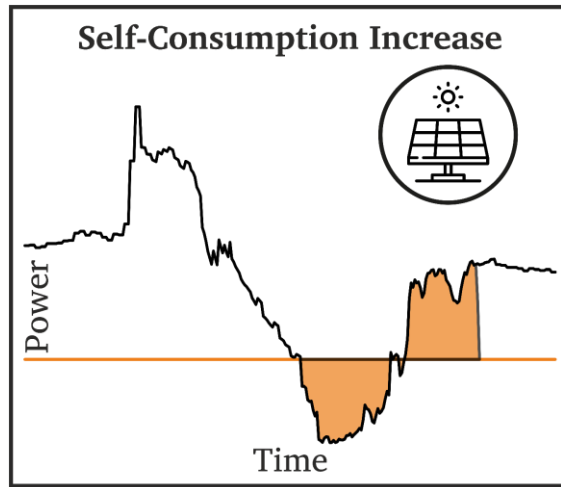
Uhrenturm der TUM

Role of (Battery-)Storage for Electric Energy Systems



- Widespread field of applications
- Choice of storage according requirements
- Assessment criteria dispatch duration, capacity demand, efficiency, aging, ramping capability, ...
- **Broad coverage through batteries**
- **What is economically feasible?**

Behind-the-Meter Anwendungsfälle



Self-Consumption increase (SCI)

ΔE

- Buildings with onsite PV generation
- Tariff structure 2021 Germany:
 - Residential: $E_{buy} \sim 32 \text{ ct} / \text{kWh}$; $E_{sell} \sim 7 \text{ ct} / \text{kWh}$
 - Commercial: $E_{buy} 16 - 23 \text{ ct} / \text{kWh}$; $E_{sell} \sim 5 \text{ ct} / \text{kWh}$

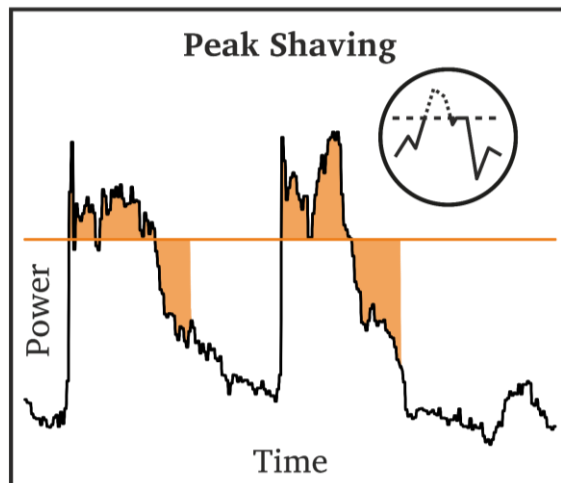
→ Attractive mainly for residential customers

“Economic optimization of component sizing for residential battery storage systems”, HC Hesse, et al. [Energies 10 \(7\), 835 \(2017\)](#)



Source: sonnen.de

Source: Bayernwerk.de



Peak Shaving for Industry (PSI)

ΔP

- Industry / commercial buildings with load peaks
- Tariff structure 2021 Germany:
 - Wholesale energy: $E_{buy} \sim 16 \text{ ct} / \text{kWh}$
 - Peak power tariff: $P_{max} \sim 100 \text{ €} / \text{kW}$

→ Attractive mainly for industry with non deferrable and distinguished load peaks

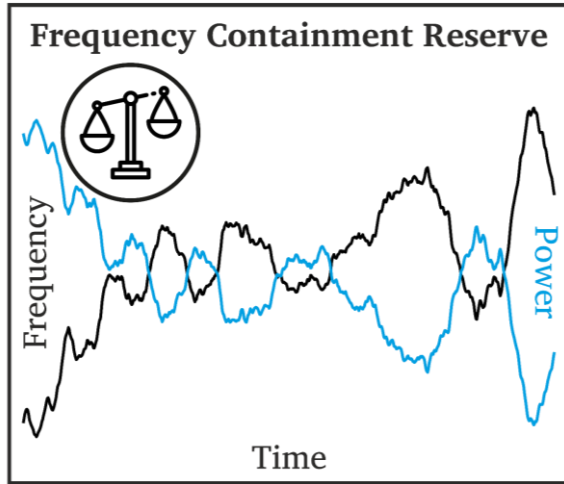
“Optimal Component Sizing for Peak Shaving in Battery Energy Storage System for Industrial Applications,” R. Martins, et al. [Energies 10 \(8\) 2048 \(2018\)](#)



Source: NEC.de

Source: Donaueschingen.de

Front-of-the-Meter Anwendungsfälle



Frequency Containment Reserve (FCR)

Maintain frequency of UCTE grid: 50 Hz

- Power delivery at under-frequency
- Power withdrawal at over frequency
- Reimbursement for power provision via market clearing auction

Δf

→ Limited market size, saturation expected

M. Müller et al. "Fundamentals of using Battery Energy Storage Systems for providing Primary Control Reserve" [Batteries, 2, 29 \(2016\)](#)

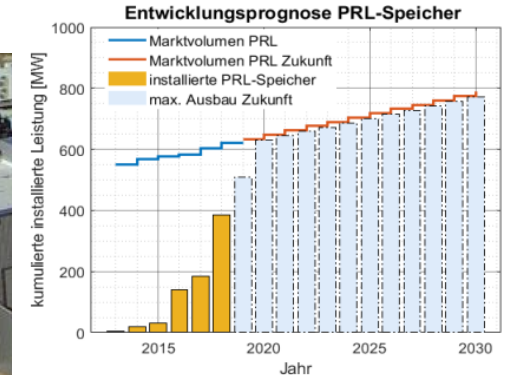
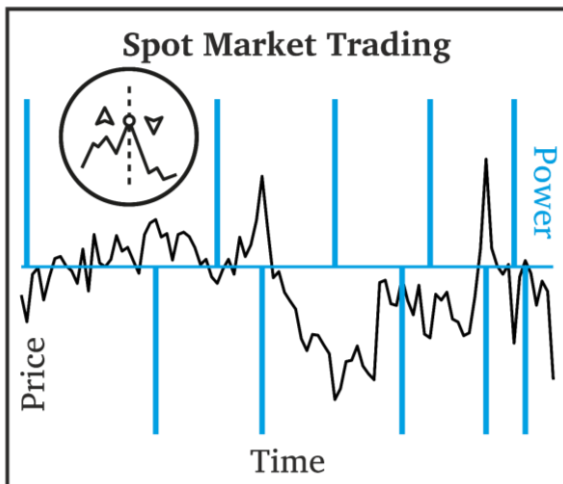


Bild: younicos.de



Spot Market Trading (SMT)

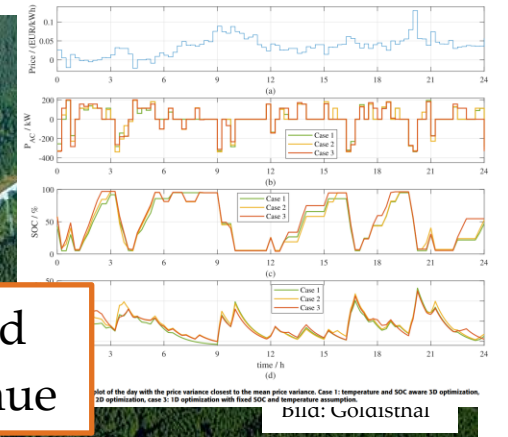
Trade energy on wholesale energy markets

- Day ahead markets (>24h ahead, 1 h)
- Intraday trading (same day, 15+ min)

$\Delta \epsilon$

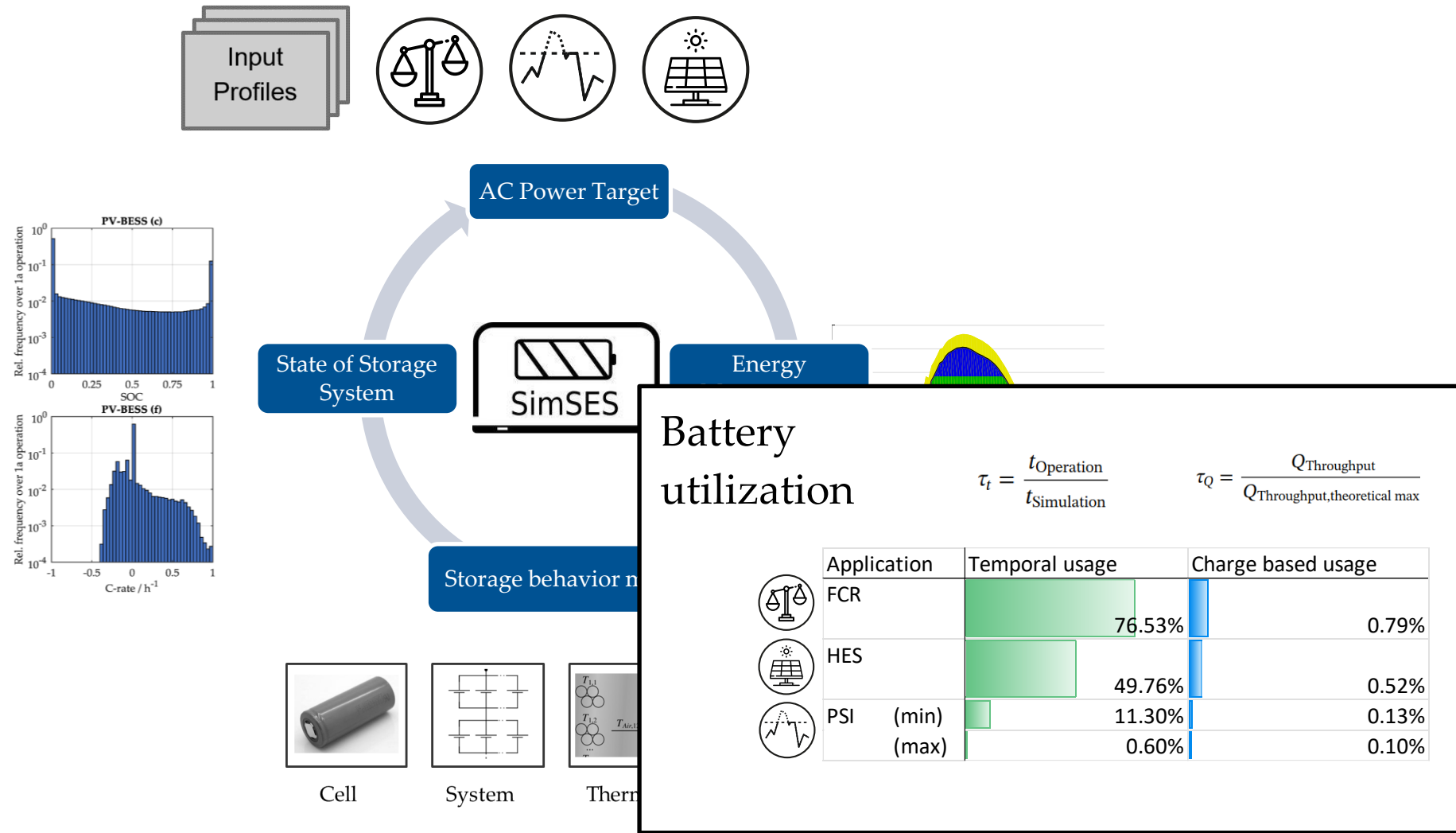
→ BESS relevant intraday market only starting to become liquid
→ Heavy cycling through arbitrage → battery fatigue vs. revenue

Kumtepel, V., Hesse, H. C. Energy Arbitrage Optimization With Battery Storage:... [IEEE Access, 2020 8, 204325-204341](#)



Detailanalyse von Anwendungsfällen

- Presentation of “Standard Battery Application Profiles”
- Method to derive battery usage from input profile data
- Assessment of BESS usage in SCI, PSI and FCR applications
- Open Access availability of all data and battery simulation tool

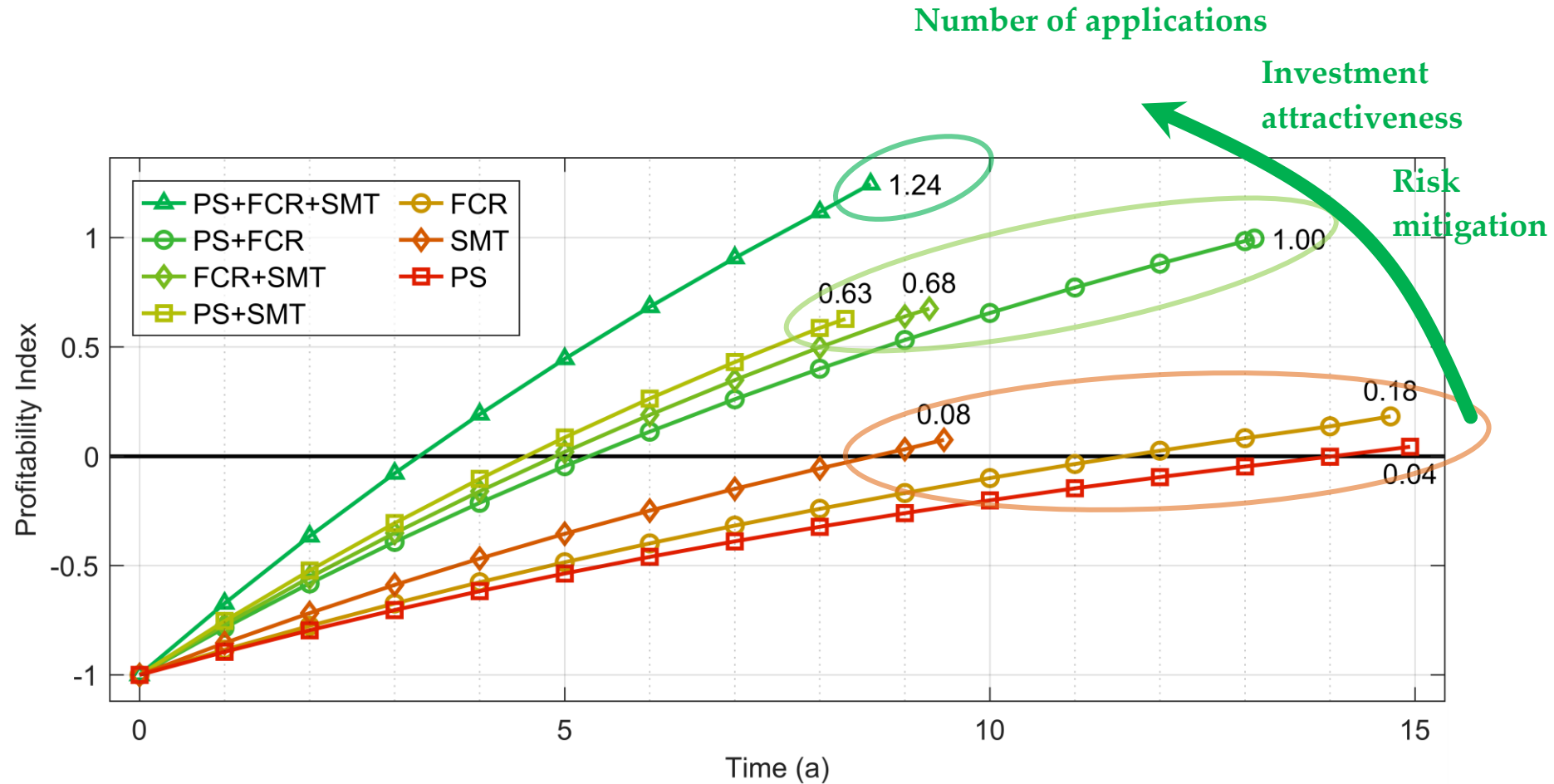


“SimSES: A holistic simulation framework for modeling and analyzing stationary energy storage systems” M. Möller et al. Journal of Energy Storage (2021)

“Standard Battery Energy Storage System Profiles: Analysis of various Applications ...” D. Kucevic, B. Tepe et al. [Journal of Energy Storage \(2020\)](#)

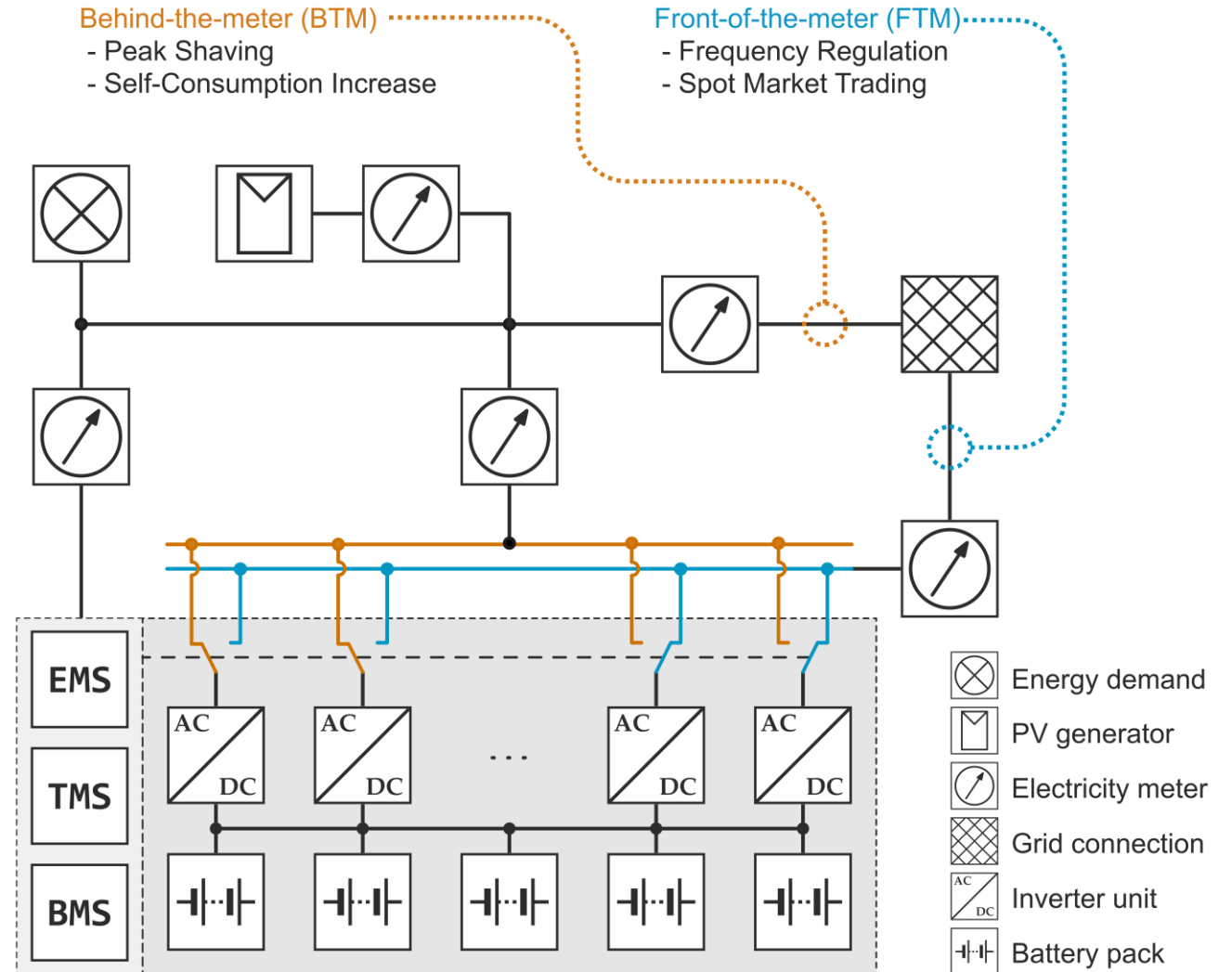
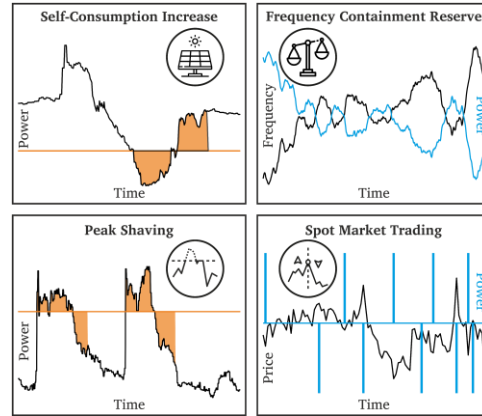
Multi-use increases the utilization of the energy storage

- Only moderate profitability for single-use cases over the battery lifetime
- Multiple-sourcing allows risk diversification and multi-use focuses on lucrative markets
- Multi-use increases the technical and economic potential of the battery storage system



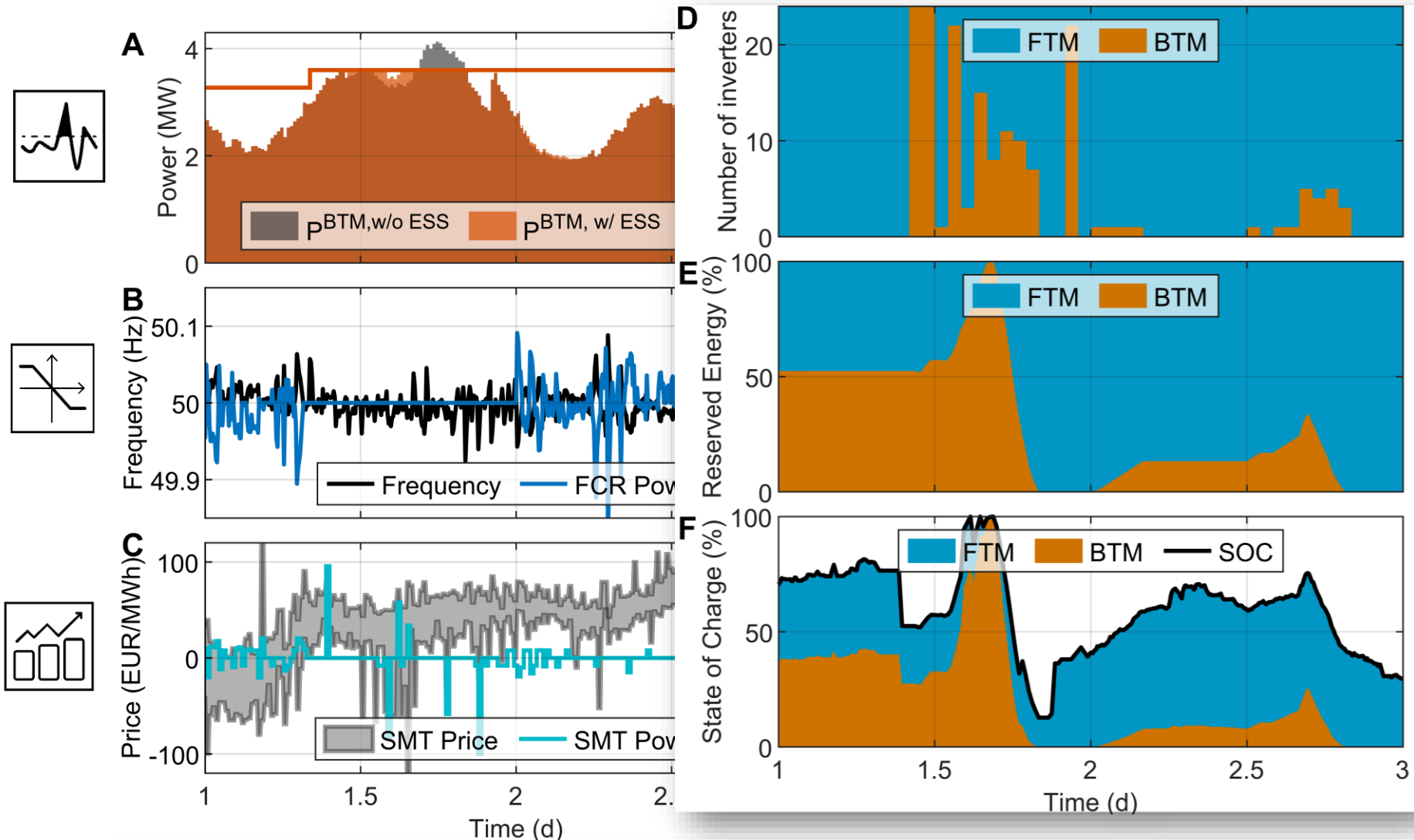
Technical Multi-Use Concept

- Applications are BTM or FTM
- Physical storage system is divided into virtual storage partitions
- Allocation of storage capacities
 - Energy from the battery cells
 - Power from the power electronics



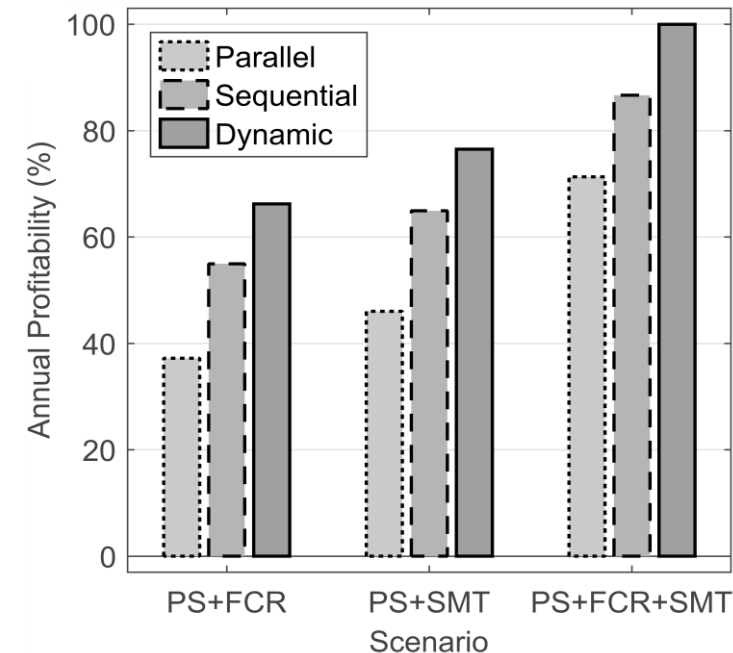
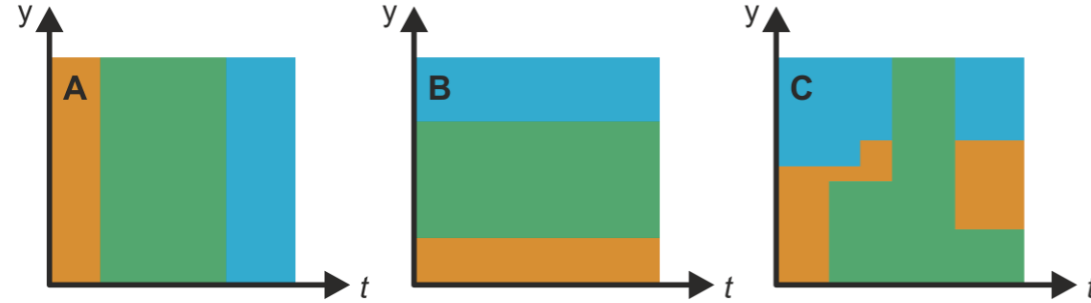
Optimized stacking of applications

- Simultaneous operation in multiple applications
- Switching of physical inverters according to BTM / FTM application power needs
- Allocation of energy content and SOC according to BTM / FTM application energy needs



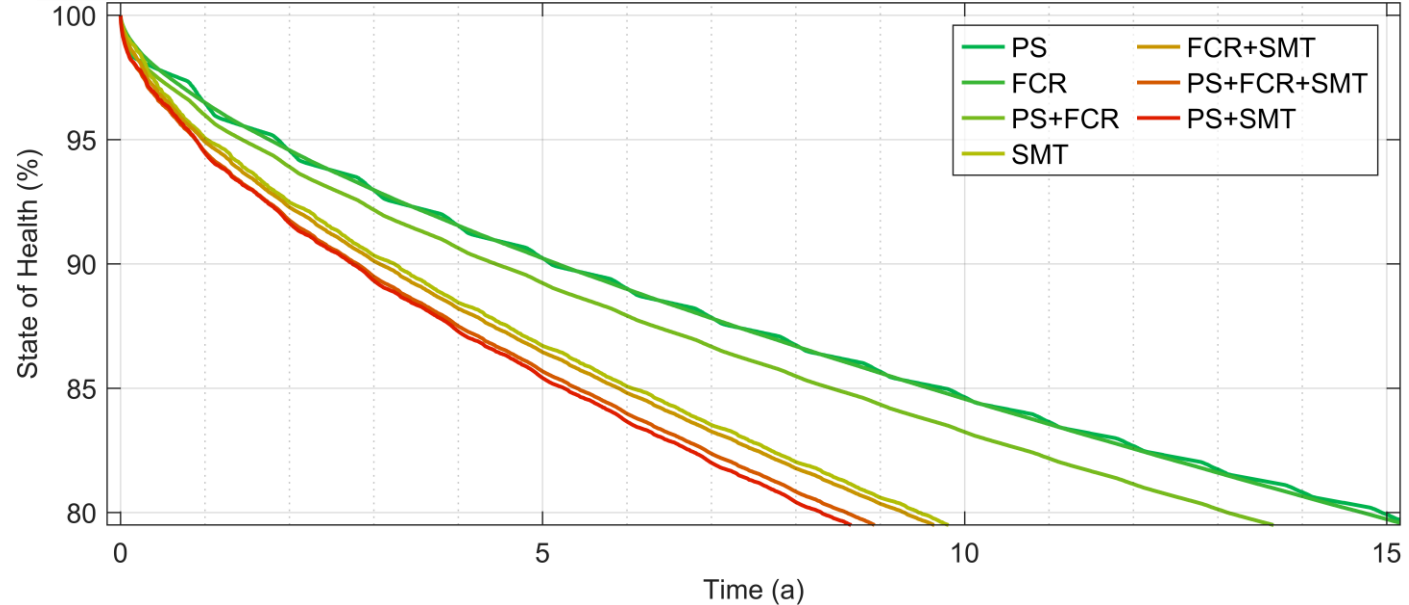
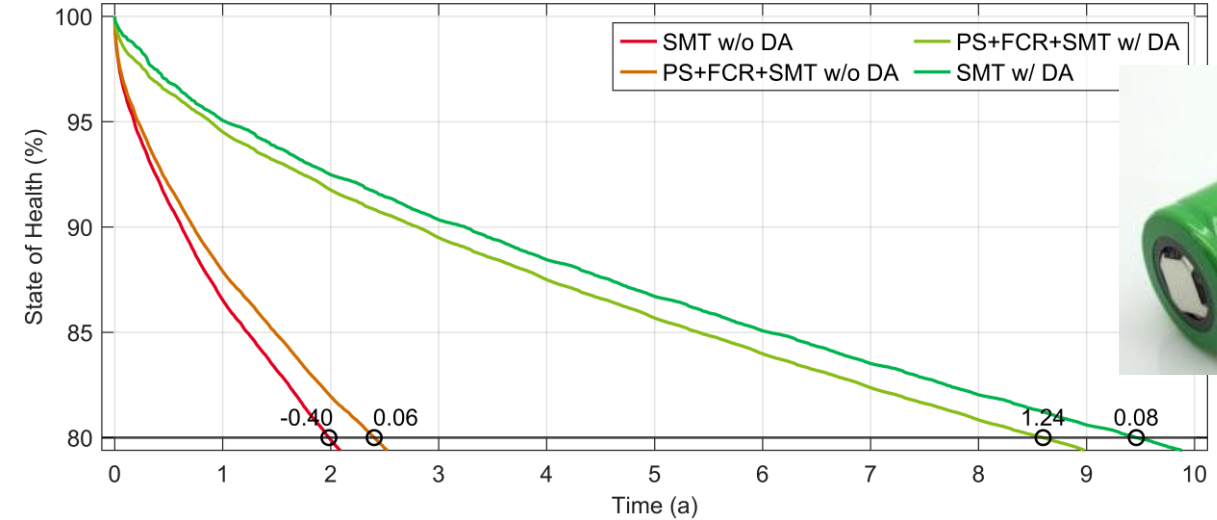
Types of multi-use and their characteristics

- **Sequential Multi-Use (A)**
 - + Temporal flexibility
 - Exclusive allocation of storage capacities
- **Parallel Multi-Use (B)**
 - + Capacities are distributed across applications
 - Not flexible in terms of time
- **Dynamic Multi-Use (C)**
 - + Combines the advantages of sequential and parallel multi-use



Opportunity costs from battery cell degradation

- Degradation model
 - Calendar and cycle degradation of NMC cell
- Active consideration of the costs of storage utilization leads to a significantly higher lifetime expectancy
- Techno-economic optimum counterbalances profit maximization and energy throughput related cost



Englberger, S.; Jossen, A.; Hesse, H.: *Unlocking the potential of battery storage with the dynamic stacking of multiple applications*, in: [Cell Reports Physical Science 1 \(11\)](#), 2020

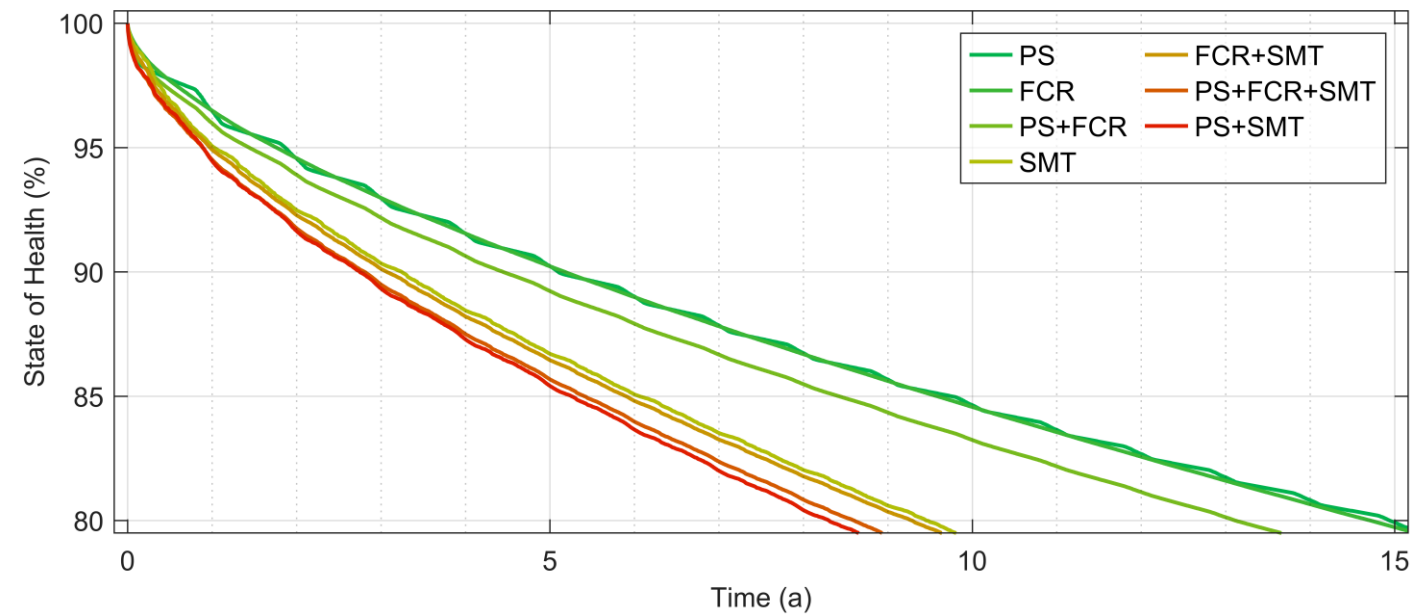
Opportunity costs from battery cell degradation

- Degradation model
- Calendar and cycle degradation of NMC cell
- Active consideration of the costs of storage utilization leads to a significantly higher lifetime expectancy
- Techno-economic optimum counterbalances profit maximization and energy throughput related cost



Code	Revenue	EFC	SOH
Self-Consumption Increase	0	0.0	98.3%
Peak Shaving	57,027	46.1	96.5%
Frequency Containment Reserve	62,327	128.6	96.5%
Spot Market Trading	155,040	419.9	92.5%
Multi-Use	235,681	434.8	93.2%

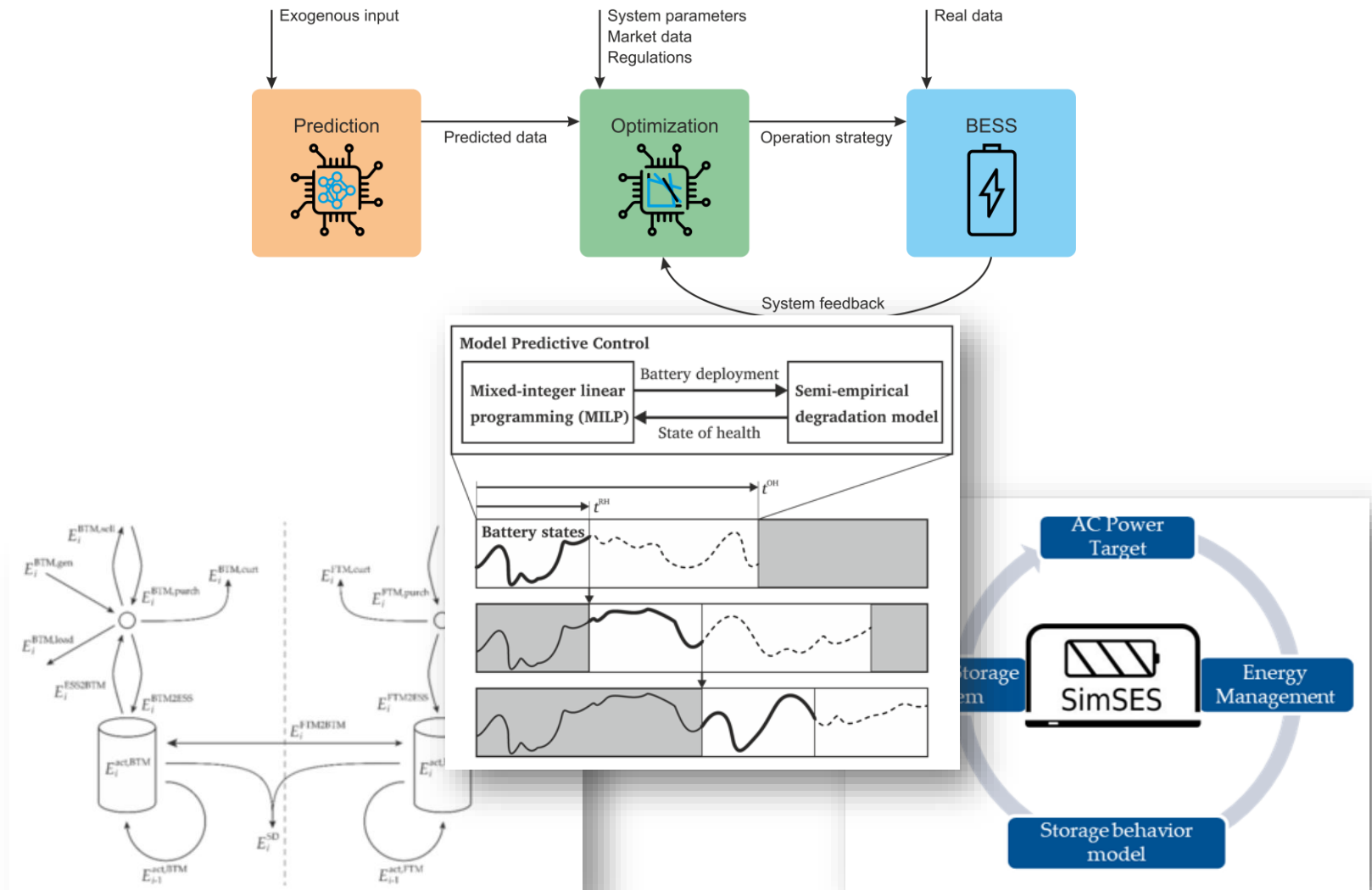
EFC = Equivalent Full Cycles, SOH = State of Health (remaining capacity)



Englberger, S.; Jossen, A.; Hesse, H.: *Unlocking the potential of battery storage with the dynamic stacking of multiple applications*, in: [Cell Reports Physical Science 1 \(11\)](#), 2020

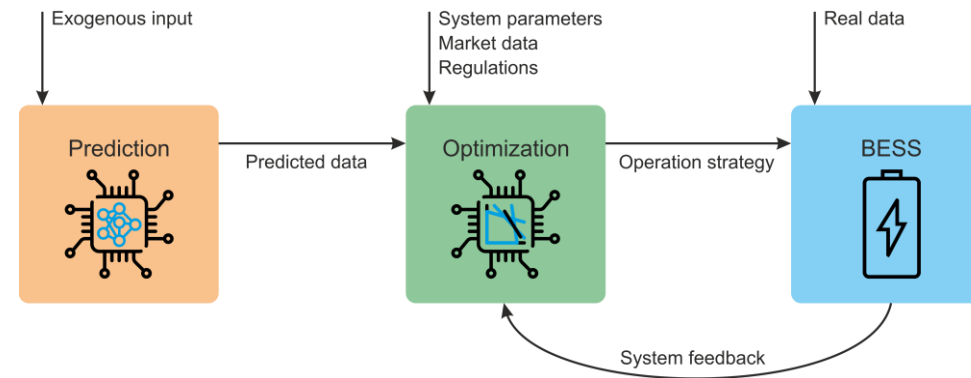
Model predictive control against prediction errors

- Multi-Use optimization formulated as mixed integer linear problem
- Linkage to SimSES Simulation tool to mimic BESS behavior
- Model Predictive control loop minimize fuzziness of prediction errors and allows modelling non-linear BESS behavior
- Code available open source (MATLAB)



Model predictive control against prediction errors

- Multi-Use optimization formulated as mixed integer linear problem
- Linkage to SimSES Simulation tool to mimic BESS behavior
- Model Predictive control loop minimize fuzziness of prediction errors and allows modelling non-linear BESS behavior
- Code available open source (MATLAB)



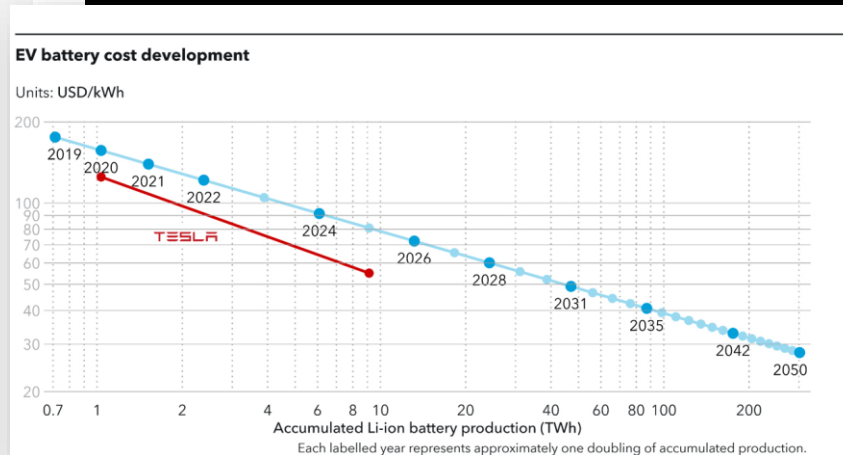
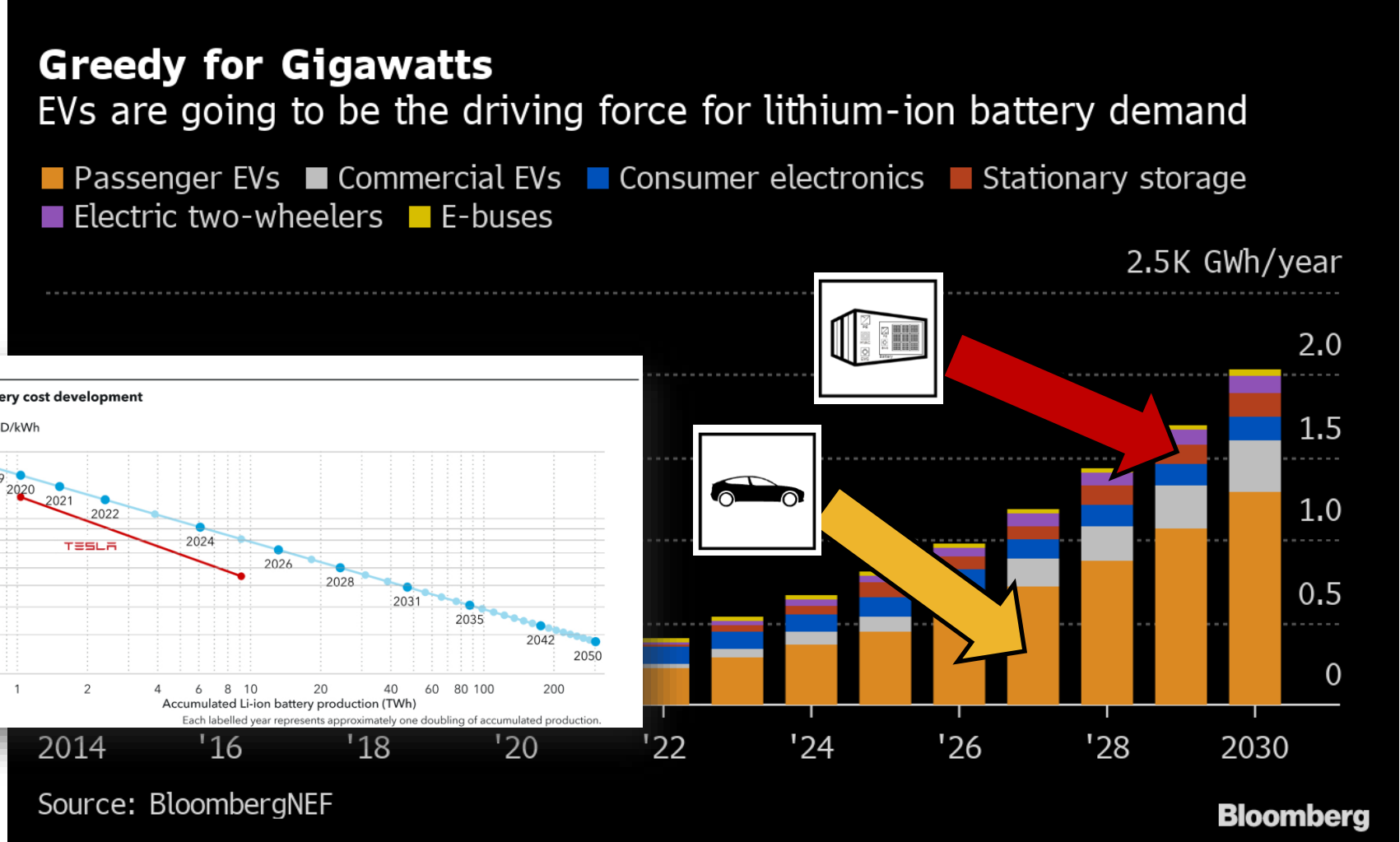
Open-source Code:

https://gitlab.lrz.de/open-ees-ses/mu_opt

EV Multi-Use

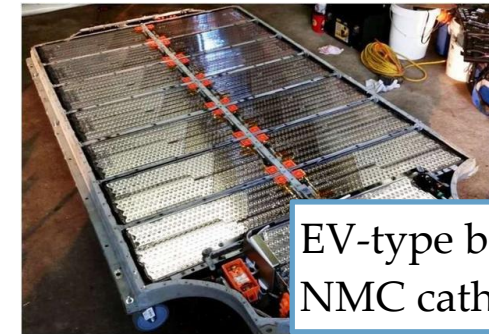
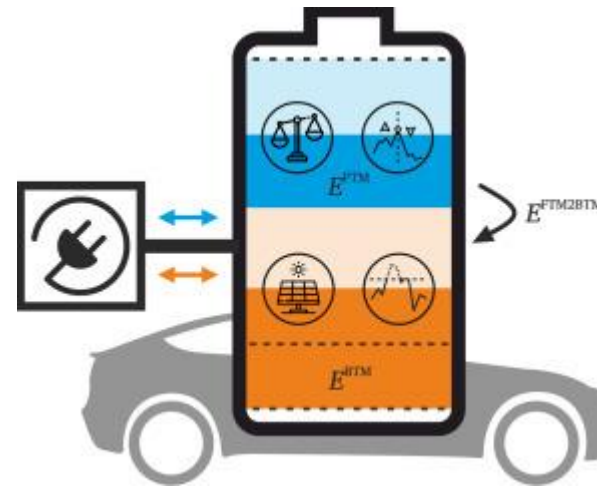
- Projected 2030 LIB market share:
~ 60% EV batteries
~ 5% BESS batteries
- BESS System Cost
2020: ~400 \$/kWh (*)
- Battery Pack Cost
2020: ~200 \$/kWh (*)
- LIB (EV) experinecs rate ~19% p.a. (**)

* EU EC-JRC Report (2018) **DNV-GL Tesla Battery Day (2020)



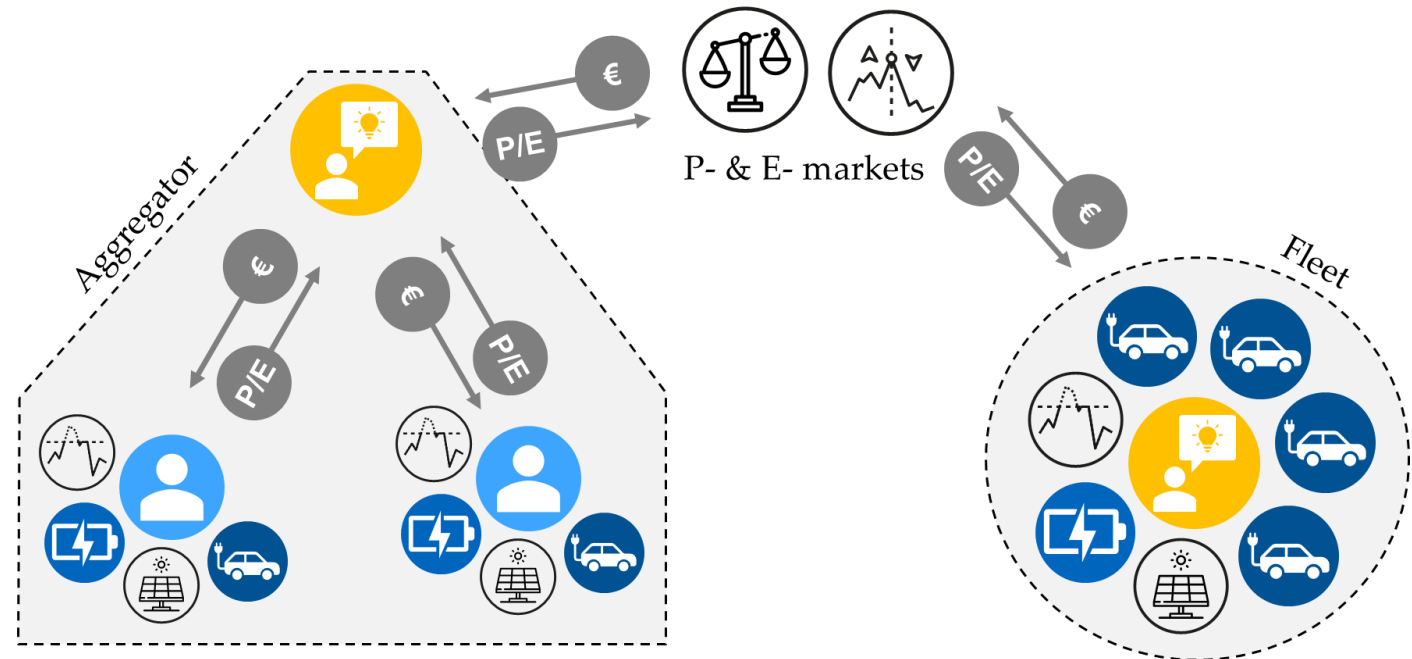
EV Multi-Use

- EVs top priority application is mobility provision
- Passenger vehicles are parked 96% of the time
- Fleet / aggregator Scenario: variation of 1 – 150 vehicles
- Combine Multi-Use and Multi-EV storage management



Tesla Model S battery pack

EV-type battery:
NMC cathode



S. Englberger et al., "Electric vehicle multi-use: Optimizing multiple value streams using mobile storage systems in a vehicle-to-grid context," [Applied Energy 304, 2021](https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.108000).

Multi-use with electric vehicles

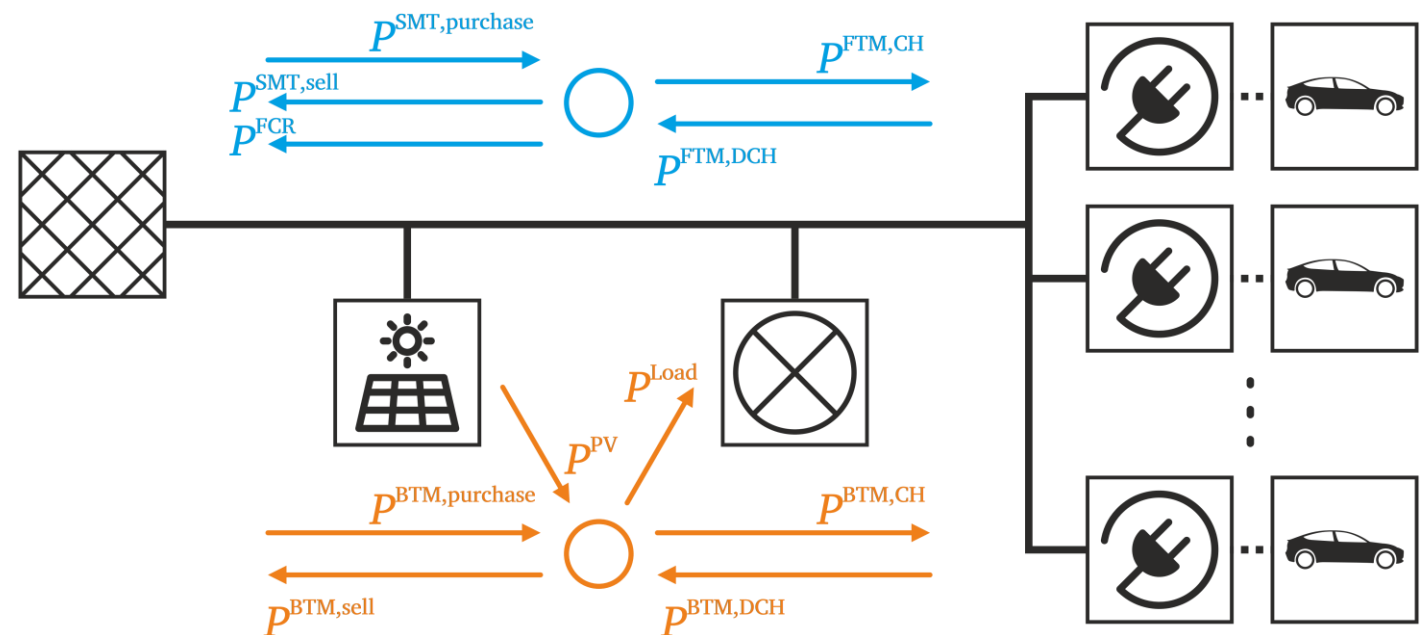
- No fixed point of common coupling (two nodes)
- No permanent connection to the grid ($x^{plugged}$)
- No allocatable power electronics (SW metering)
- Case analysis:
 - Uni-/Bidirectional V2G
 - BTM \leftrightarrow FTM energy shift

Mobility provision:

$$E^{nominal} \cdot SOC^{preference} \cdot x_t^{plugged} \leq E_t^{BTM,actual} + E_t^{buffer}$$

FTM \leftrightarrow BTM energy shift

$$E_t^{drive} = E_t^{drive,BTM} + E_t^{FTM2BTM}$$



S. Englberger et al., "Electric vehicle multi-use: Optimizing multiple value streams using mobile storage systems in a vehicle-to-grid context," [Applied Energy 304, 2021.](#)

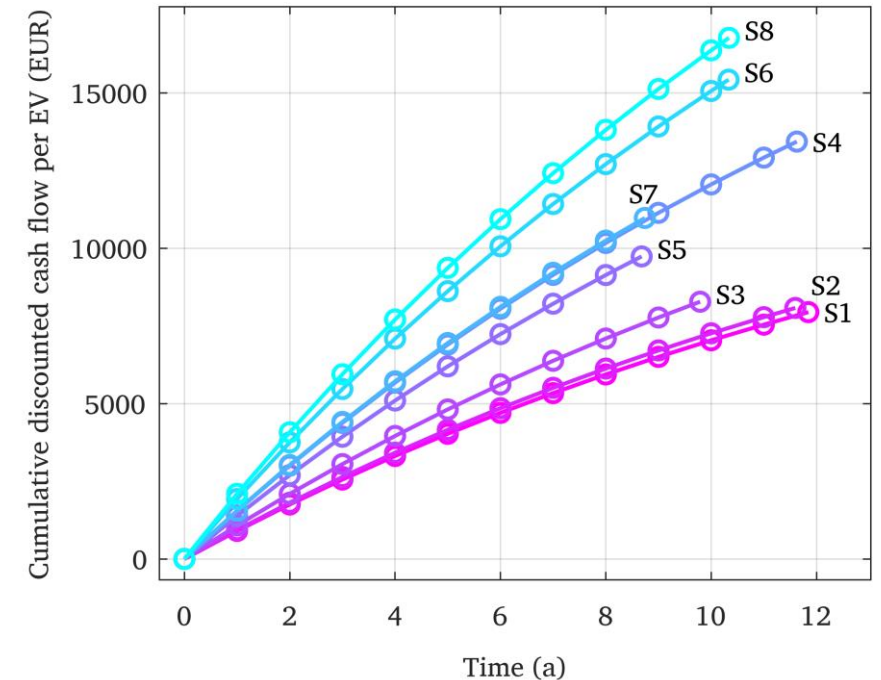
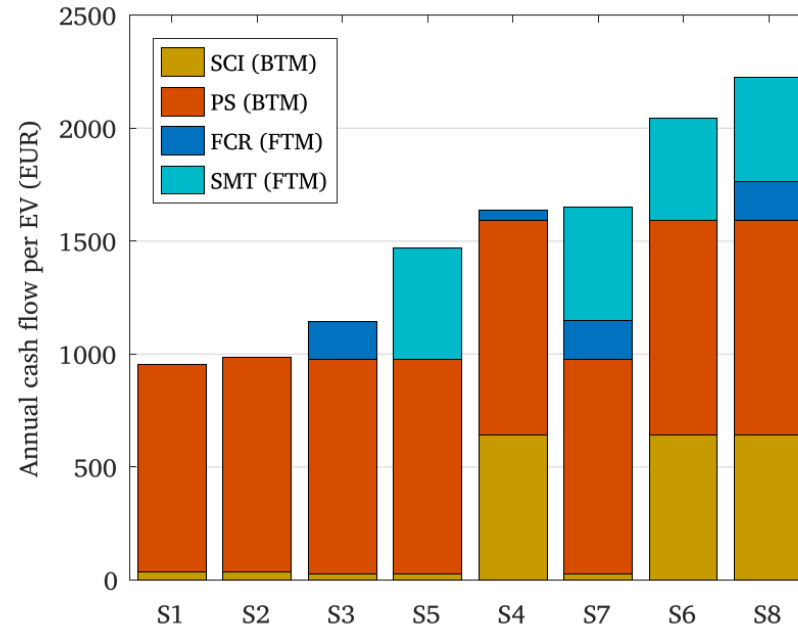
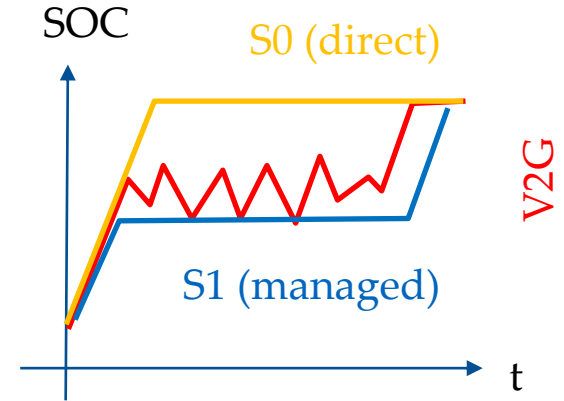
Multi-use with electric vehicles

Multiple case
Analysis: S0-S8

Revenue of 2000+
€/p.a. per EV (S8)

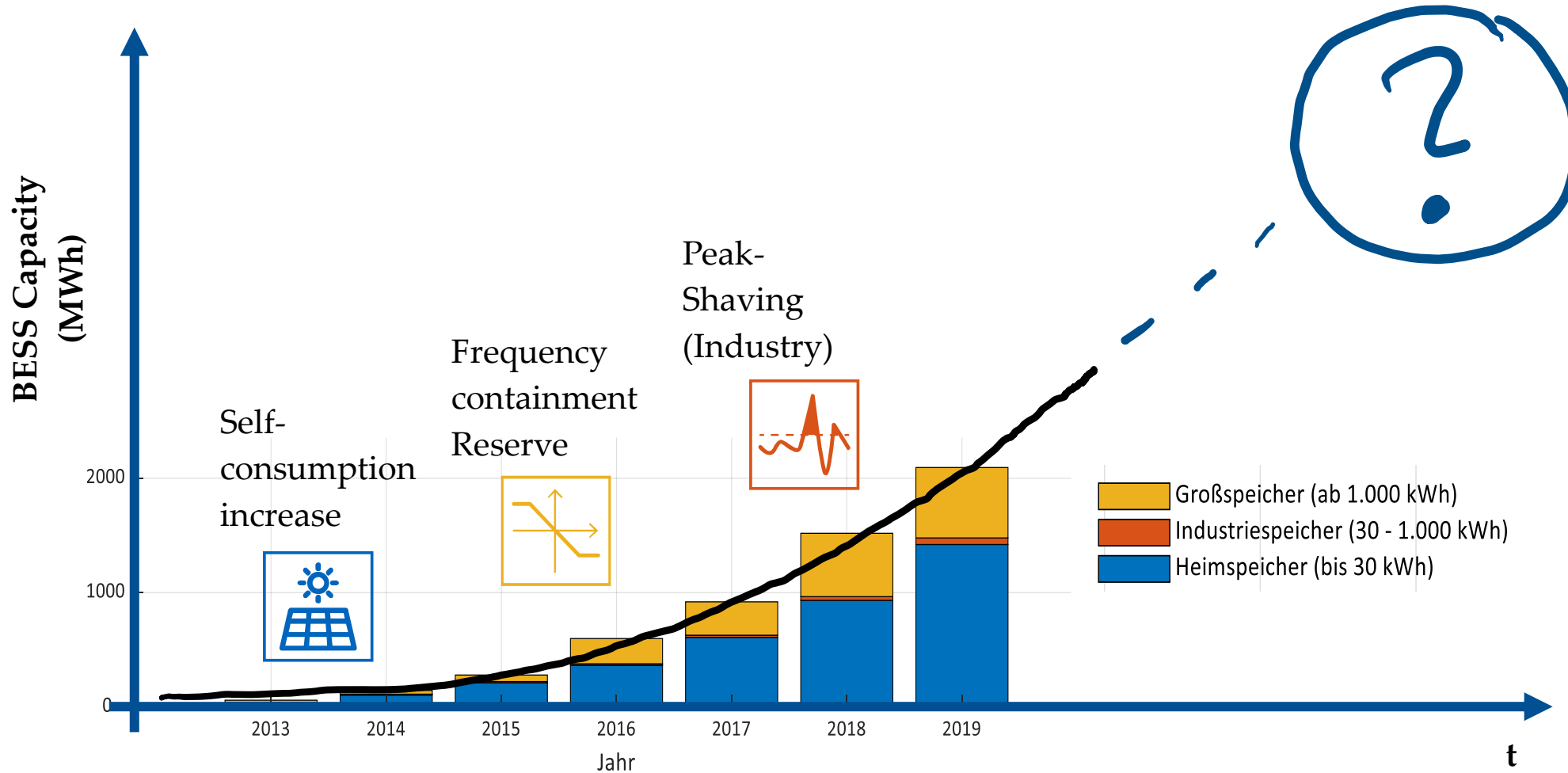
Degradation:
~8 yr lifetime for S0
~12 yr lifetime for S1
~10 yr lifetime for S8

Scenario	Applications	Optimized charging	V2G	FTM2BTM	EFC/a	EOL (a)
S0	–	no	no	no	47.4	7.9
S1	SCI, PS	yes	no	no	47.4	11.8
S2	SCI, PS	yes	yes	no	47.5	11.6
S3	SCI, PS, FCR	yes	yes	no	54.7	9.8
S4	SCI, PS, FCR	yes	yes	yes	47.8	11.6
S5	SCI, PS, SMT	yes	yes	no	72.3	8.7
S6	SCI, PS, SMT	yes	yes	yes	61.1	10.3
S7	SCI, PS, FCR, SMT	yes	yes	no	71.6	8.7
S8	SCI, PS, FCR, SMT	yes	yes	yes	60.7	10.3



S. Englberger et al., "Electric vehicle multi-use: Optimizing multiple value streams using mobile storage systems in a vehicle-to-grid context," [Applied Energy 304, 2021.](#)

Batterie-Speicherzubau in Deutschland - Status



Stationäre Batteriespeicher in Deutschland: Aktuelle Entwicklungen und Trends in 2021

Bearbeitet von: Silke Cebal, Oliver Floss, Markus Bumbach und Lukas Dittler

Stationäre Batteriespeicher gewinnen sowohl im privaten als auch im gewerblichen Bereich weiterhin an Dynamik. Fortschritte in Zell- und Systemtechnologie erlauben innovativere und kostengünstigere Lösungen, neue Geschäftsmodelle werden erdient und werden die Realisierungsbedingungen über den weiteren Prozess. Dieser Artikel liefert die wichtigsten Erkenntnisse und einen Ausblick für 2021 in Deutschland zusammen und adressiert die anhand von Umfrage der Experten für BESS im Bereich Batteriespeicher. Zusätzlich zu einer Markt- und Auswertungsübersicht enthält die Auswertung einen Blick auf mögliche neue Anwendungsfelder sowie eine Branchenprognose zu Realisierungsfristen in den Bereichen Brutto- und Nettowert.

Neben einem vollständigen Index erwarten Leser Expertenwissen hinsichtlich der Marktentwicklung für die nächsten Monate der Strategie 21. Die Analyse ist als Hintergrundinformation von Planung und mit einer Reihe von Zusammenfassungen durch die Darstellung von Prognosen über den Markt für Speicher ab 2021 und die Entwicklung der Speichermarktanteile bis 2025. In diesem Bereich werden die wesentlichen Trends und die wesentlichen Herausforderungen für die Realisierung von BESS in Deutschland zusammengefasst.

2020 geschahen die meisten der Projekte ohne, bei lediglich 10 % und 20 % der geplanten Kapazität. Die Realisierung von BESS wird sich in den nächsten Monaten und Jahren weiter beschleunigen, was auf die Realisierung von BESS in Deutschland und den anderen europäischen Ländern zurückzuführen ist. Laut unserer Markt 21 liegt die Gesamtmarktgröße bei 1,1 TWh bis Ende 2025, was ein Wachstum gegenüber dem Jahr 2020 darstellt.

Die Realisierung von BESS wird sich in den nächsten Monaten und Jahren weiter beschleunigen, was auf die Realisierung von BESS in Deutschland und den anderen europäischen Ländern zurückzuführen ist. Laut unserer Markt 21 liegt die Gesamtmarktgröße bei 1,1 TWh bis Ende 2025, was ein Wachstum gegenüber dem Jahr 2020 darstellt.

Abbildung 1: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Marktgröße bis 2025

Abbildung 2: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 3: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 4: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 5: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 6: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 7: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 8: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 9: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 10: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 11: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 12: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 13: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 14: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 15: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 16: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 17: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 18: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 19: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 20: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 21: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 22: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 23: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 24: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 25: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 26: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 27: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 28: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 29: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 30: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 31: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 32: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 33: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 34: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 35: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 36: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 37: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 38: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 39: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 40: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 41: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 42: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 43: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 44: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 45: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 46: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 47: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 48: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 49: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 50: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 51: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 52: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 53: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 54: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 55: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 56: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 57: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 58: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 59: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 60: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 61: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 62: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 63: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 64: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 65: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 66: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 67: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 68: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 69: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 70: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 71: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 72: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 73: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 74: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 75: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 76: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 77: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 78: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 79: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 80: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 81: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 82: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 83: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 84: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 85: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 86: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 87: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 88: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 89: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 90: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 91: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 92: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 93: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 94: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 95: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 96: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 97: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

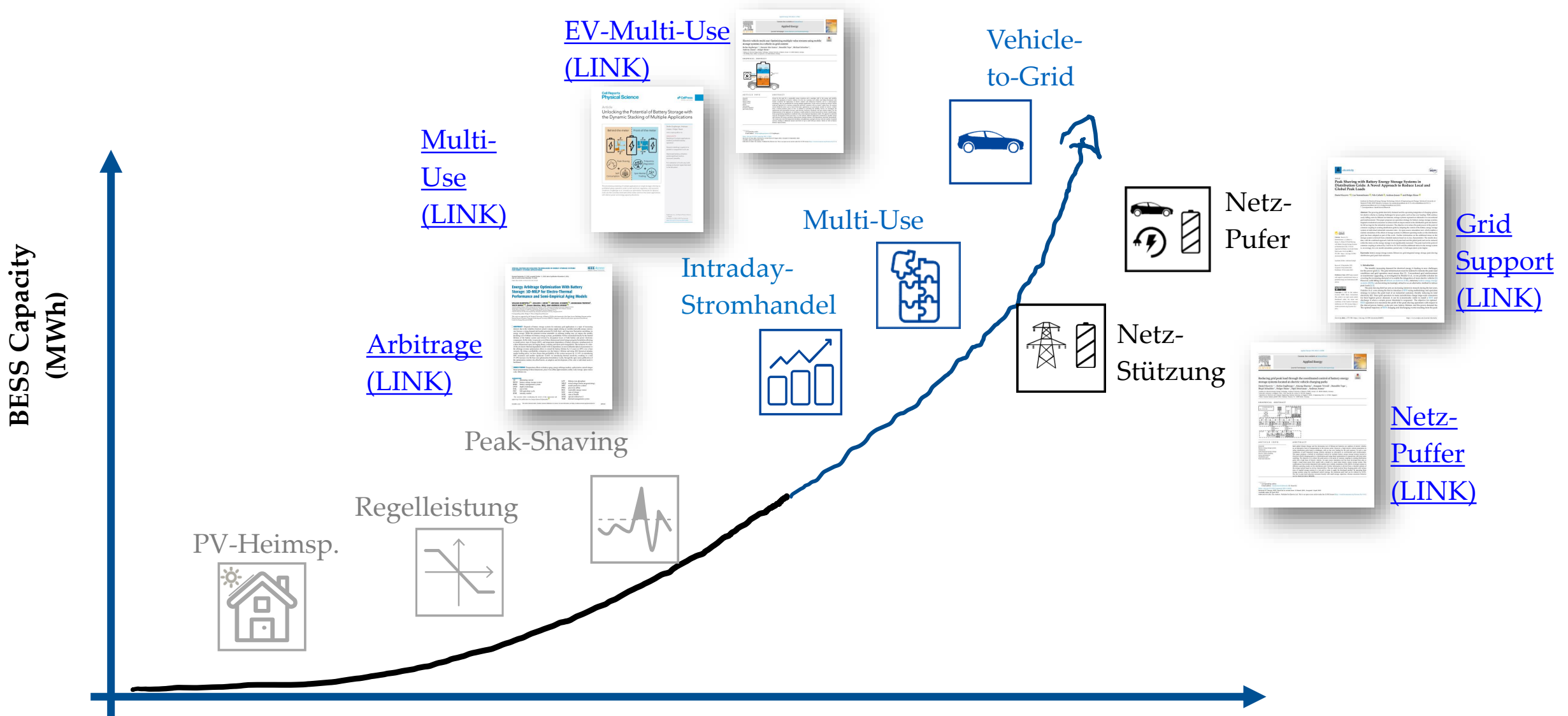
Abbildung 98: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 99: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

Abbildung 100: Stationäre Batteriespeicher in Deutschland - Realisierungsfristen bis 2025

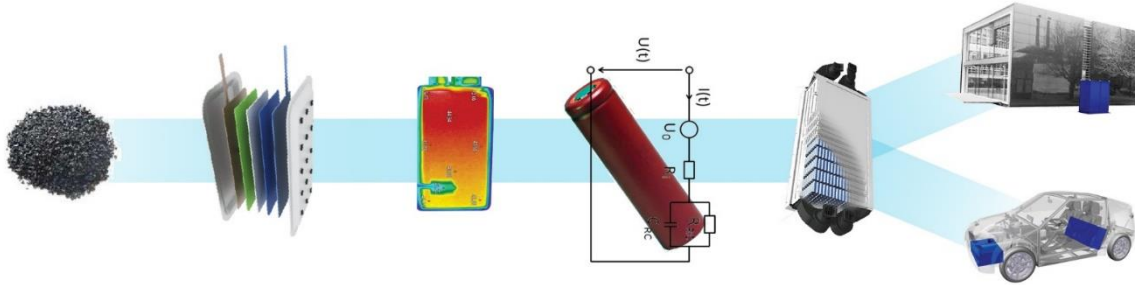
“Energiewirtschaftliche Tagesfragen 71 (2021): Stationäre Batteriespeicher in Deutschland: Aktuelle Entwicklungen und Trends in 2021 (BVES)”

Batterie-Speicherzubau in Deutschland - Ausblick



Vielen Dank!

Lehrstuhl für Elektrische Energiespeichertechnik
Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Technische Universität München



Stefan Englberger
PhD Kandidat

+49 (0) 89 / 289 – 26969

Stefan.englberger@tum.de



Dr. Holger Hesse
Teamleitung Stationäre Batteriespeicher
Stellvertretende Lehrstuhlleitung

+49 (0) 89 / 289 – 26964

holger.hesse@tum.de

<https://www.ei.tum.de/en/ees/research-teams/team-ses/>

Zukünftige Anwendungsfälle Batteriespeicher

Home Storage System (HSS)

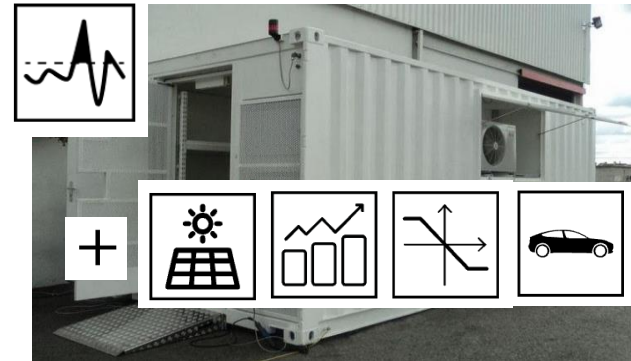
"5 - 30 kWh"



Source: sonnen.de

Industry Scale Storage (ISS)

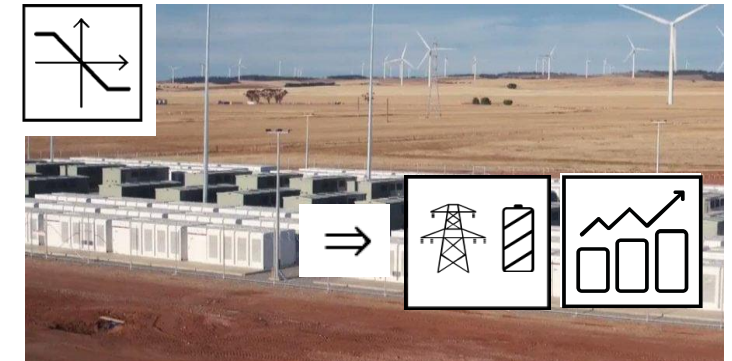
"30 kWh – 1 MWh"



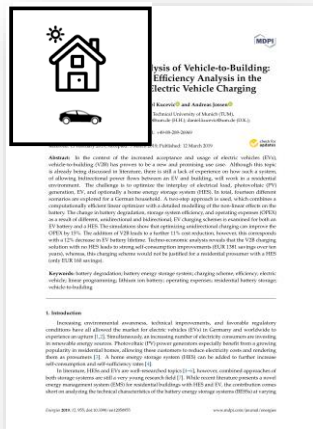
Source: NEC.de

Utility Scale Storage (USS)

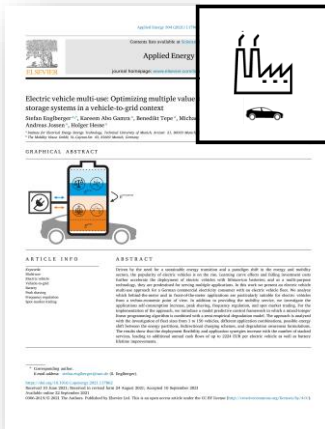
"1 MWh+"



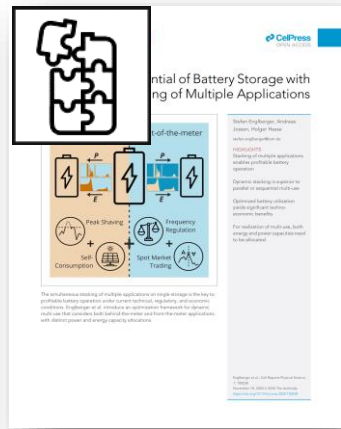
Source: tesla.com



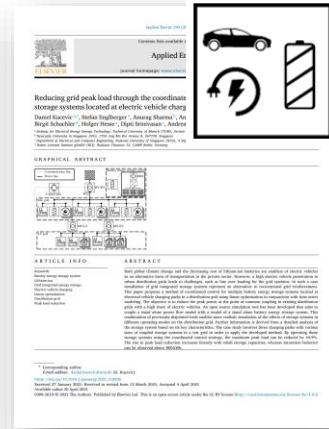
[V2H \(LINK\)](#)



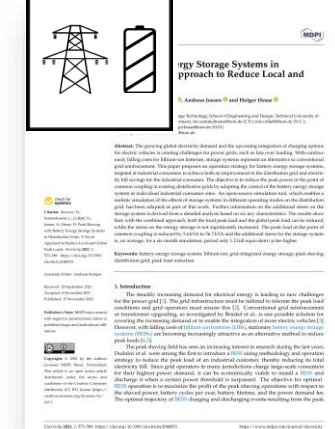
[EV-Multi-Use \(LINK\)](#)



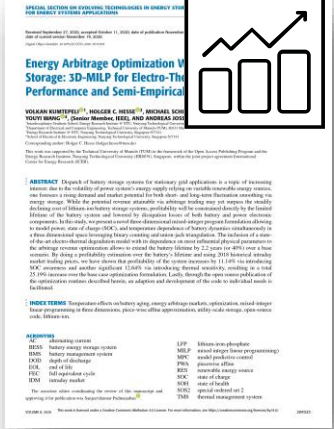
[Multi-Use \(LINK\)](#)



[Netz-Puffer \(LINK\)](#)



[Grid Support \(LINK\)](#)



[Arbitrage \(LINK\)](#)