



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN

ESEA

Institut für Energiesysteme
und Elektrische Antriebe

EINSATZ EINES SEKTORKOPPELNDEN HYBRIDSPEICHERS ZUR ERBRINGUNG VON REGELLEISTUNG

17. Symposium Energieinnovation, Graz

Christian Alács

16.02.2022

- Einleitung und Motivation
- Projekte „SEKOHS Theiß“ & „SEKOHS Theiß Demo“
- Beschreibung des Hybridspeichersystems
- Dimensionierung des BESS
- Mögliche Optimierung des Betriebs des Hybridspeichers

- Zunehmender Einsatz von BESS bei der Erbringung von Frequency Containment Reserve (FCR) → Abnahme der erzielbaren Erlöse

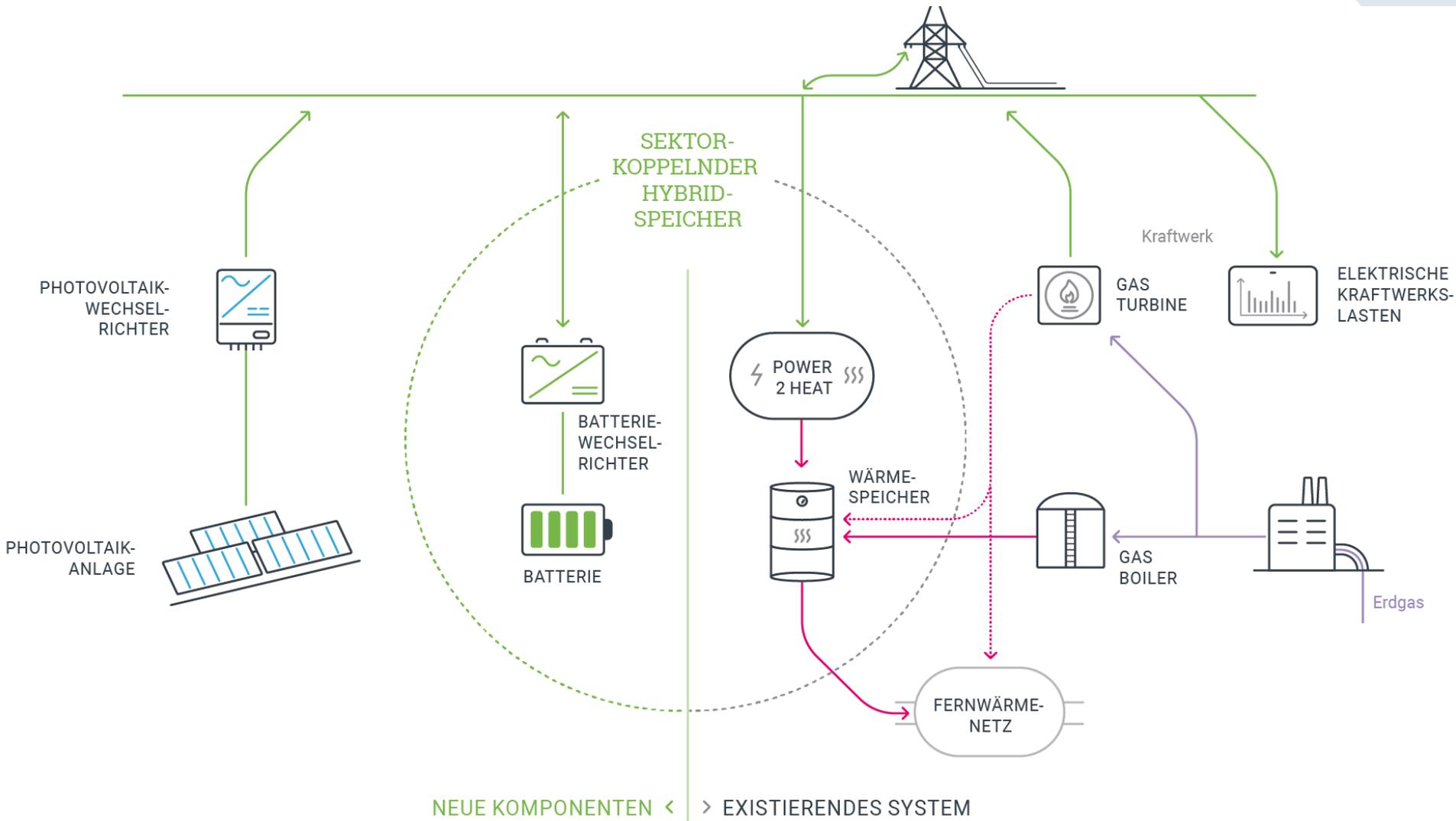
Kostendegression von Li-Ionen Batteriezellen ↔ strenge regulatorische Rahmenbedingungen

- Kombination eines BESS und TESS zu einem hybriden Energiespeichersystem (HESS) um mögliche Synergien zu nutzen und Investitionskosten des BESS zu reduzieren
- Erstmalige wissenschaftliche Untersuchung von einem HESS in Österreich

- Projektleitung: TU Wien/EVN
- Projektpartner: EVN, AIT
- 3. Ausschreibung Vorzeigeregion Energie Green Energy Lab
- Zeitraum: 04/2021 – vs. 03/2024
- Ziele:
 - Errichtung und Betrieb eines HESS
 - Untersuchung eines HESS im Rahmen von Simulationen, Labortests und Feldtests
 - Mögliche Ansätze für einen optimalen Betrieb unter Berücksichtigung von verschiedenen Prognosen



Aufbau des Hybridspeichersystems



- Primärregelung mit 5 MW (Power-to-Heat Anlage)

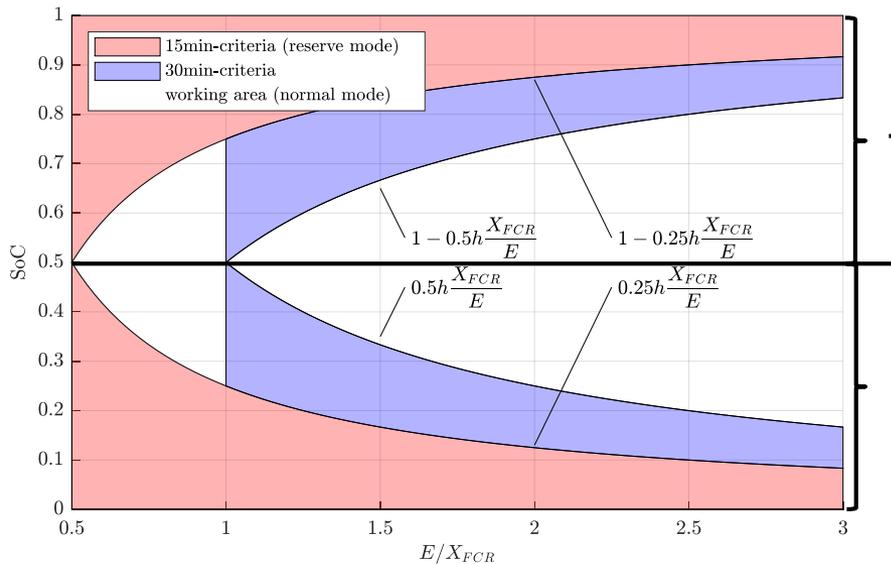
 - Regulatorische Rahmenbedingungen:
 - Präqualifikationsbedingungen [1]
 - Additional properties of FCR (System Operation Guideline) [2, 3]
 - Anforderungen gemäß TOR Erzeuger [4]

 - Wirtschaftliche Aspekte
- Leistungsdimensionierung
- Energetische Dimensionierung

- Lademanagement während dem „normal state“ bei einer Frequenzabweichung von 50 mHz → 25%-ige Überdimensionierung
- Aufgrund der Dimension des TESS entfällt diese Forderung bei Kombination zu einem HESS und richtiger Aufteilung der Arbeitspunkte
- TOR Erzeuger Typ D - $\cos\phi = 0,925$ (ind.) ... 0,9 (kap.)
→ Spannungsbereich (0,875 ... 1,1) p. u.

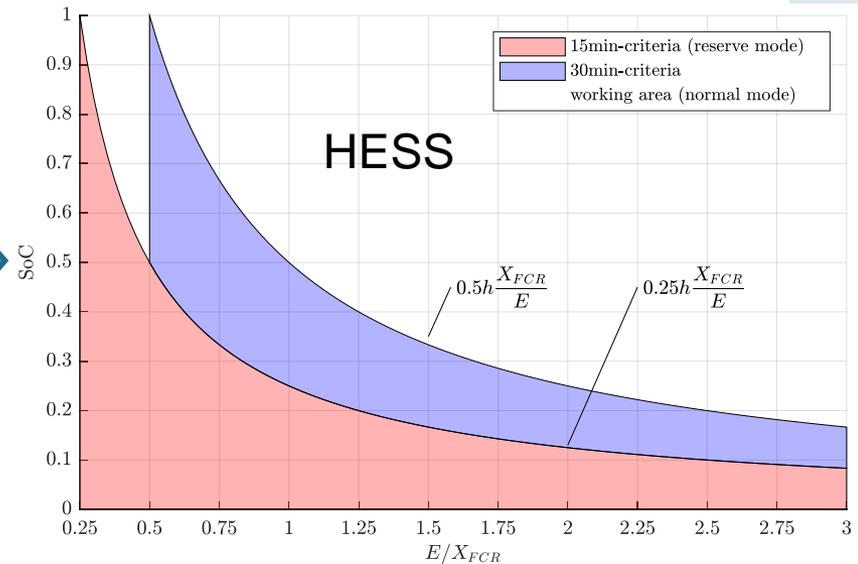
- Leistungsdimensionierung mit 6 MVA

- Auswirkungen der minimum activation period auf die Dimensionierung des HESS:
 - Positive PRL-Abrufe (Leistungsbereitstellung) können vom BESS abgedeckt werden
 - Negative PRL-Abrufe (Leistungsbezug) können vom TESS abgedeckt werden



TESS

BESS



HESS

- BESS: Batteriemodell
- TESS: Abbildung des Speicherstands mittels Integrator

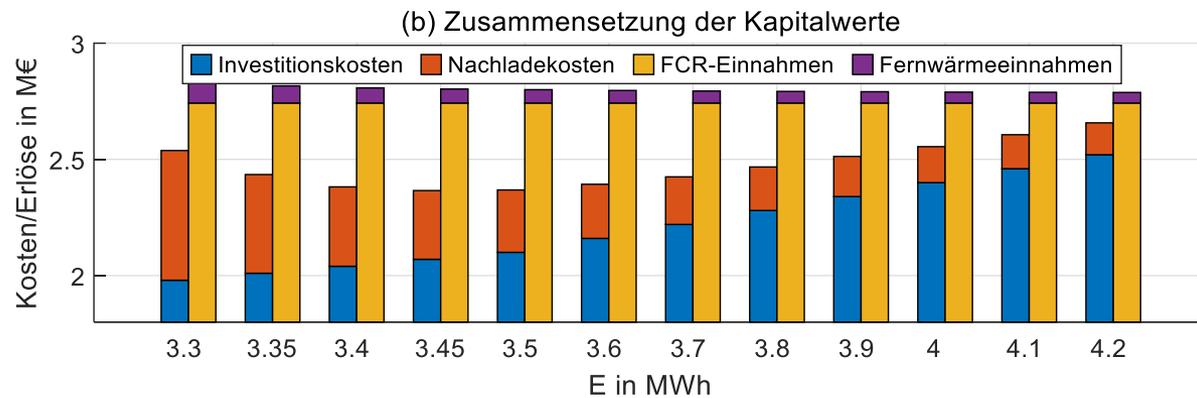
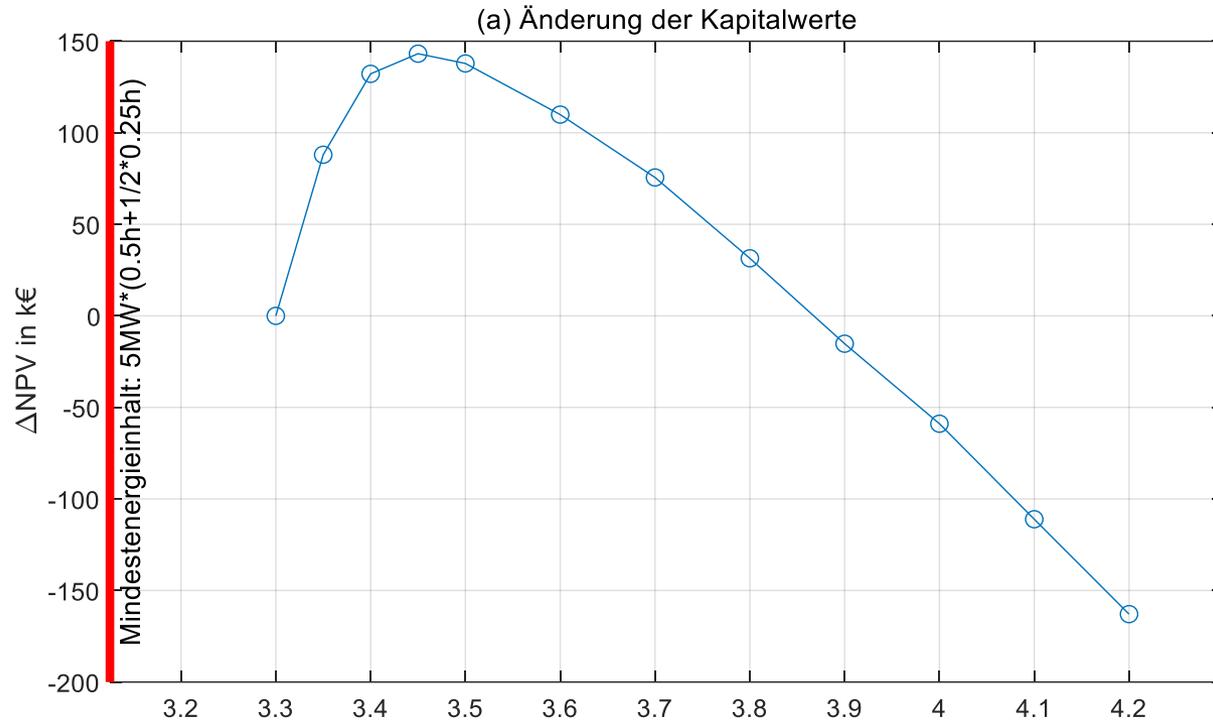
- Eckpunkte der Modellierung:
 - Fixe Verluste der Energiewandlung im BESS/TESS
 - 5 MW BESS Leistung, Energieinhalt wird variiert
 - Keine Berücksichtigung der Altersdegradation des BESS
 - Berücksichtigung der Freiheitsgrade bei der Erbringung von FCR zur Reduktion des (kostenbehafteten) Lademanagements

- Eckpunkte der Simulation:
 - BESS bedient FCR symmetrisch bei $SOC < 100\%$
 - Das Nachlademanagement wird bei einer Grenze mit einer Vorlaufzeit von 15 min. mit $\frac{1}{4}$ der Leistung aktiviert

- Eingangsdaten (2. Halbjahr 2020, 1s Auflösung):
 - Historische Frequenzdaten zur Nachbildung von FCR
 - Berücksichtigung von Freiheitsgraden bei der Erbringung
 - Historische Energiepreise am Intradaymarkt

- Wirtschaftliche Annahmen:
 - Einspeisetarif von Wärmeenergie aus dem TESS: 10 €/MWh
 - Projektlaufzeit: 10 Jahre
 - Zinssatz: 5%
 - Investitionskosten für das BESS: 600 €/kWh
 - Berücksichtigung von arbeitsabhängigen Steuern und Abgaben für die Nachladeenergie (Netzebene 3)

Ergebnisse der simulationsbasierten Dimensionierung



Ergebnisse der simulationsbasierten Dimensionierung

- Bezugswert ist ein Energieinhalt von 3,3 MWh für 300.000€

- Ergebnisse:
 - Investitionskosten \leftrightarrow Kosten für das Nachlademanagement
 - Investitionskosten steigen für größere Energieinhalte
 - Kosten für das Nachlademanagement sinken für größere Energieinhalte
 - Optimum bei etwa 3,5 MWh

- Limitierungen:
 - Es wird nur der nutzbare Energieinhalt herangezogen
 - Keine Berücksichtigung der Degradation
 - Keine Berücksichtigung von Wartungsintervallen

- Eckpunkte:
 - Primärregelung mit 5 MW
 - Berücksichtigung der regulatorischen Rahmenbedingungen
 - Gewährleistung von betrieblichen Rahmenbedingungen (Wärmeversorgung)

 - Ziele:
 - Entscheidung bezüglich der Teilnahme am Primärregelmarkt
 - Optimale Aufteilung der Arbeitspunkte auf TESS und BESS
- Beschreibung der verschiedenen Use Cases
- Verwendung von Wärmeprognosen

Optimierung des Betriebs: Use Cases und zu berücksichtigende Aspekte

- Gewährleistung der Wärmeversorgung:
 - Ausreichender Ladezustand des TESS
 - Berücksichtigung bei der jährlichen Einsatzplanung & kurzfristigen Optimierung

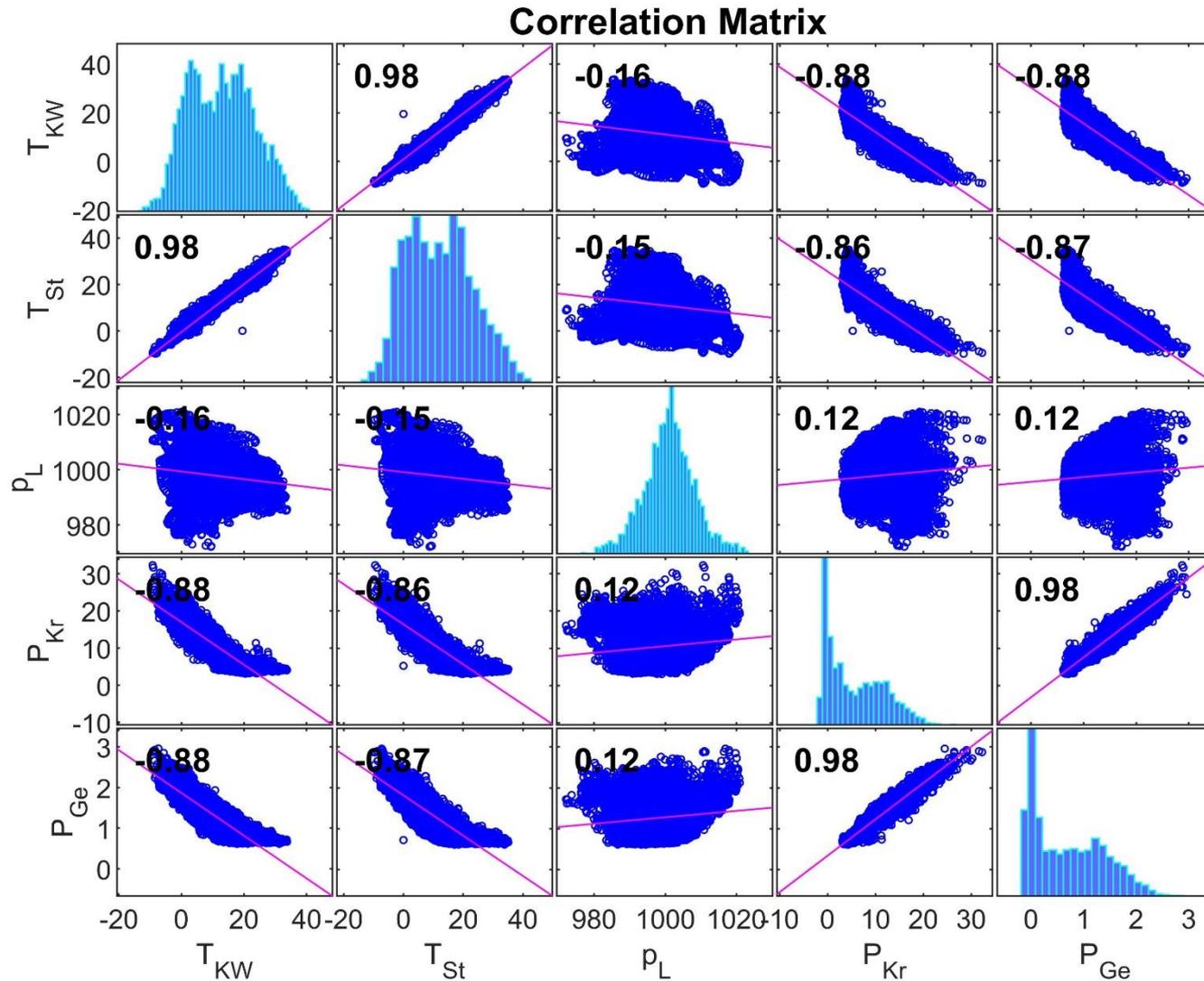
- Erbringung von FCR:
 - Aufteilung der Arbeitspunkte zwischen TESS und BESS
 - Geeignetes Nachlademanagement

- Erbringung von automatic Frequency Restoration Reserve (aFRR)

- Vorgehensweise:
 - Analyse des historischen Wärmebedarfs und der historischen Wetterdaten
 - Entwicklung eines Algorithmus zur Prognose des zukünftigen Wärmebedarfs anhand der zukünftigen prognostizierten Wetterdaten

- Eckpunkte:
 - Zeitraum von wenigen Tagen bis etwa zwei Wochen
 - Aufgrund der Dimension des TESS ist die Wärmebedarfsprognose für sich nicht direkt eine Optimierungsgrundlage

- Die prognostizierte Energie sowie der sich ergebende Ladezustand des TESS sind ausschlaggebend



- Erste Erkenntnisse:
 - Starke Korrelation der Temperatur- und Wärmebedarfsdaten
 - Guter Ausgangspunkt für die Entwicklung eines Algorithmus

- Ausblick:
 - Es müssen noch weitere Daten und Aspekte berücksichtigt werden
 - Zur Entwicklung eines Algorithmus sind noch weitere Untersuchungen notwendig



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN

ESEA

Institut für Energiesysteme
und Elektrische Antriebe

Kontakt

Christian Alács

Projektassistent

Institut für Energiesysteme und Elektrische Antriebe

E: alacs@ea.tuwien.ac.at

W: www.ea.tuwien.ac.at

[1] Austrian Power Grid (APG), “Erläuterungen Regelreserven,” Policy, Oct. 09, 2015, <https://www.apg.at/-/media/3F8C9277B7684F1FBFC1CFF6D933E1AF.pdf> (Aufgerufen 12.02.2022).

[2] ENTSO-E, “All CE TSOs’ proposal for additional properties of FCR in accordance with Article 154(2) of the Commission Regulation (EU) 2017/1485 of 2 August 2017 establishing a guideline on electricity transmission system operations,” Policy, 2018, <https://bit.ly/3cTBP22> (Aufgerufen 12.02.2022).

[3] European Commission, “Commission regulation (EU) 2017/1485; establishing a guideline on electricity transmission system operation; System Operator guideline (SO GL),” Policy, Brussels, Belgium, 2017, <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2017/1485/oj> (Aufgerufen 12.02.2022).

[4] E-Control, “Technische und organisatorische Regeln für Betreiber und Benutzer von Netzen: TOR Erzeuger: Anschluss und Parallelbetrieb von Stromerzeugungsanlagen des Typs D,” Policy, 2019, <https://www.e-control.at/marktteilnehmer/strom/marktregeln/tor> (Aufgerufen 12.02.2022).