



METHODISCHER ANSATZ FÜR DIE OPTIMIERTE VERORTUNG VON GROßBATTERIESPEICHERN

STEFAN WALLNER

THOMAS VOUK

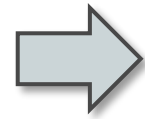
THOMAS KIENBERGER

19. SYMPOSIUM ENERGIEINNOVATION

11.02.-13.02.2026

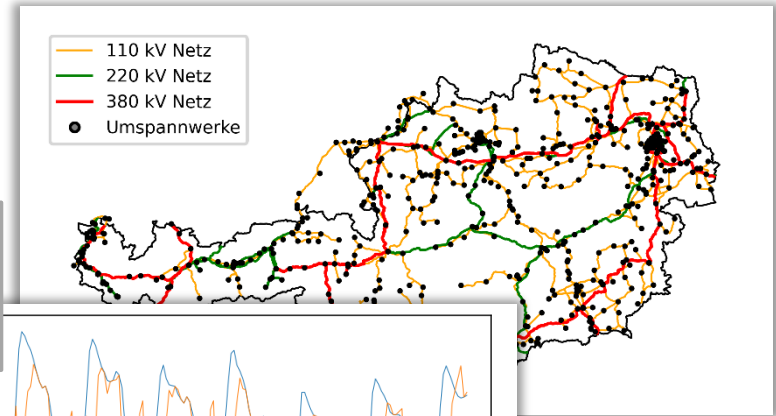
AGENDA

Einleitung



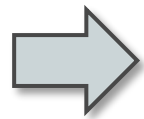
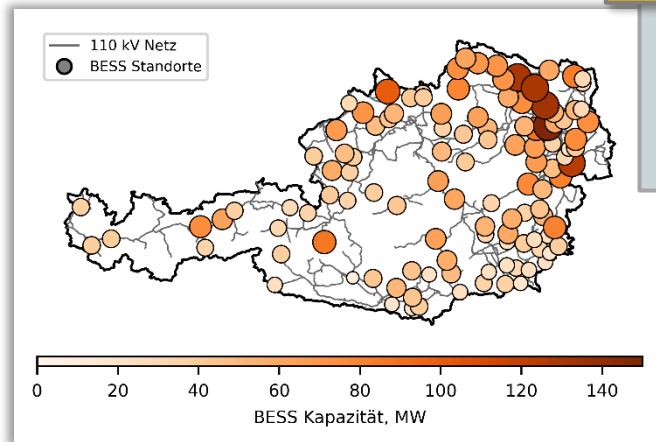
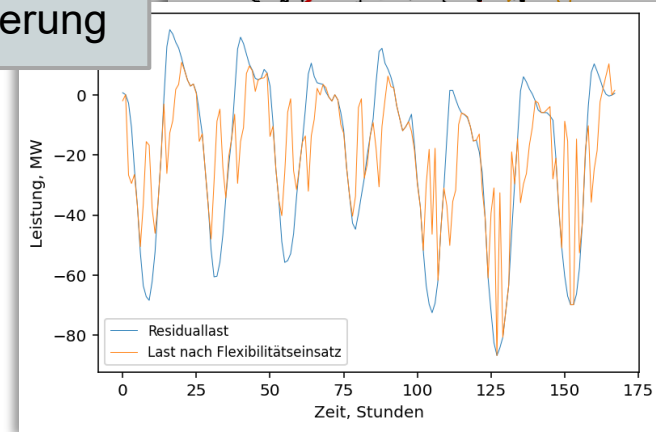
Methodik

- Überblick
- Speicheroptimierung



Ergebnisse

- Speicherbetrieb
- Regionalisierung
- Netzauslastung

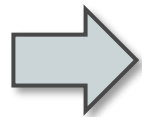
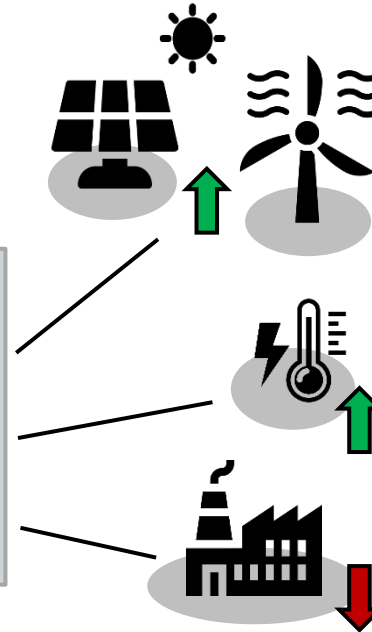


Diskussion und Ausblick

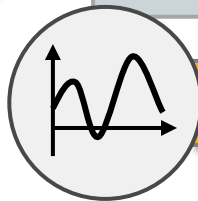
EINLEITUNG

Ambitionierte Ausbaupläne für Erneuerbare

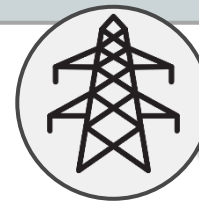
- Zunehmende Bedeutung von fluktuierenden Energiequellen (PV, Wind, ...)
 - Zeitliche und räumliche Diskrepanz zwischen Bedarf und Aufbringung
- Zunehmende Elektrifizierung (E-Mobilität, Wärmepumpen, Elektrifizierung von Industrieprozessen)
- Phase-out von fossilen Erzeugungseinheiten



Daher:
Zunehmender Flexibilitätsbedarf! [1, 2]



Zeitlich aufgelöst



Räumlich aufgelöst

METHODIK

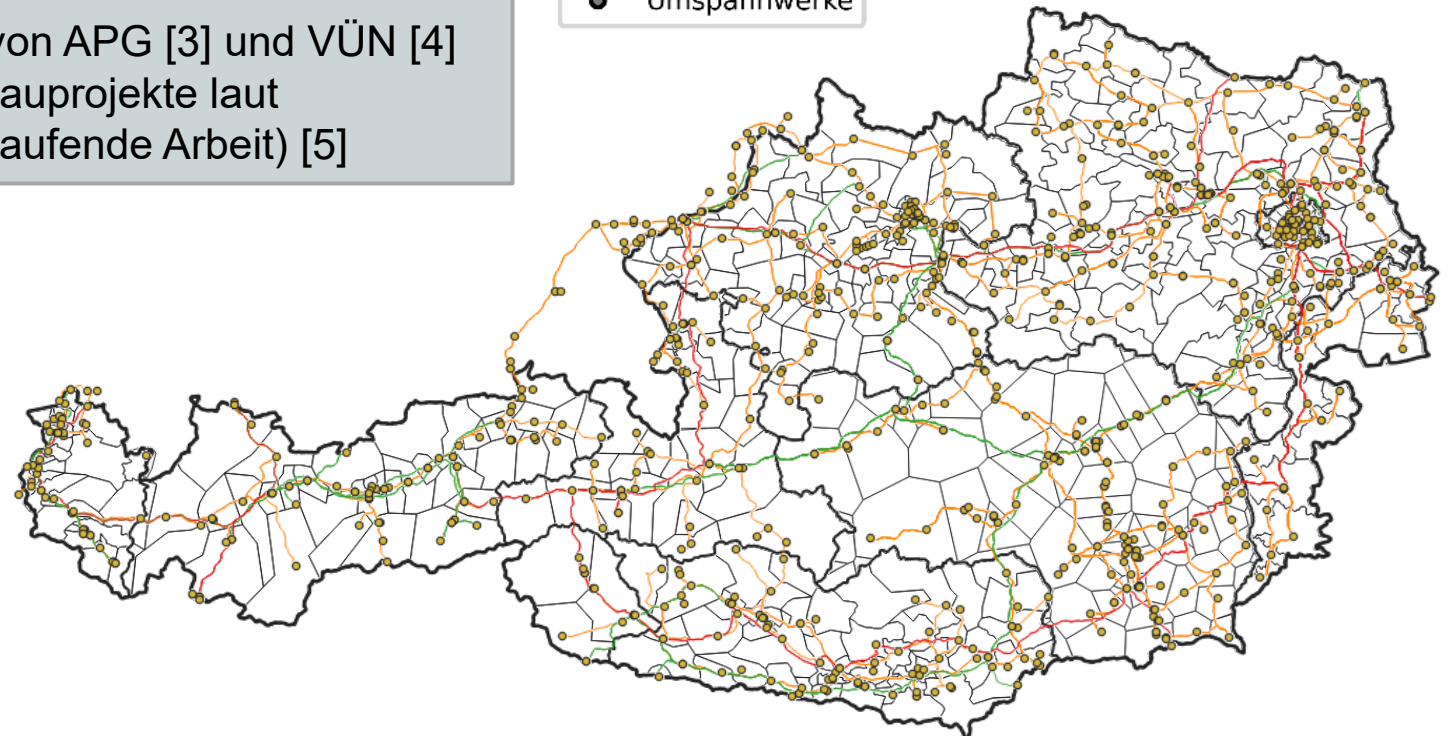
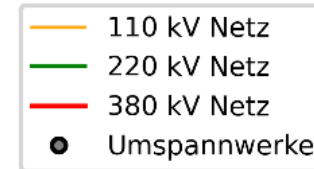
ÜBERBLICK



Räumlich aufgelöst

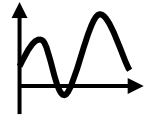
- Österreichisches **Hoch-** (110 kV) und **Höchstspannungsnetz** (220 und 380 kV)
- **Ausbaustand 2040** laut NEP 2023 von APG [3] und VÜN [4]
- Teilweise Berücksichtigung der Ausbauprojekte laut Verteilnetzentwicklungspläne 2024 (laufende Arbeit) [5]

- **Regionalisierung** auf Basis der **Umspannwerke** der Netzebene 4
- Zuordnung von **Versorgungsgebieten** laut Nahbereichsabfragen analog zu Projekt **SpeicherPot** [6]



METHODIK

ÜBERBLICK



Modell-exogen vorgegeben:

- Ungesteuerte elektrische **Nachfrage**
- Ungesteuerte elektrische **Aufbringung** (PV, Wind, ...)
- Jahresprofile mit stündlicher Auflösung
- Vorgabe laut ÖNIP [7]



Modell-exogen vorgegeben:

- Lastflüsse nach und aus Europa
- Stündlich aufgelöste **Importe** und **Exporte** über die Grenzleitungen
- Vorgabe laut ÖNIP [7]



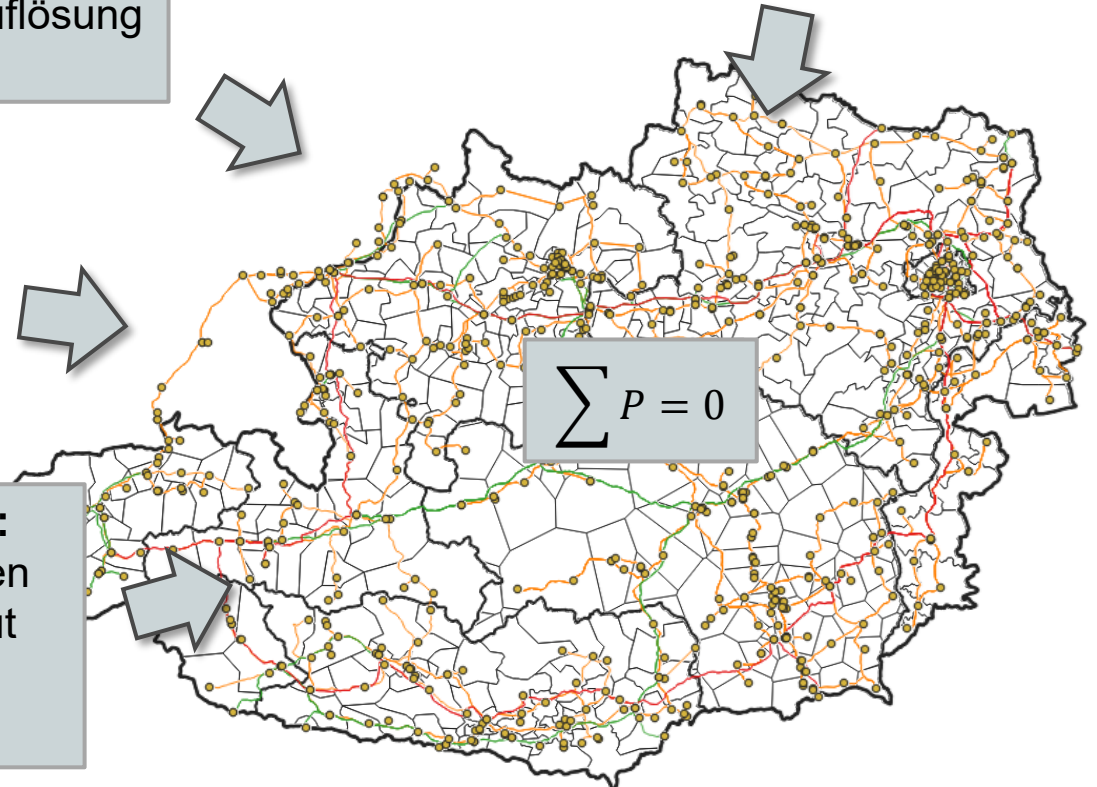
Merit-Order-Optimierung:

- **Markt-basierter Dispatch** von KWK-Anlagen, Speicher- und Pumpspeicherkraftwerken
- Analoge Methodik zu InfraTrans2040 [8] und ÖNIP [7]



Speicheroptimierung für Großbatterien:

- Modell-exogene Vorgabe der installierten Gesamtkapazität in Österreich 2040 laut ÖNIP [7]
- Unterschiedliche Betriebsstrategien



METHODIK

SPEICHEROPTIMIERUNG

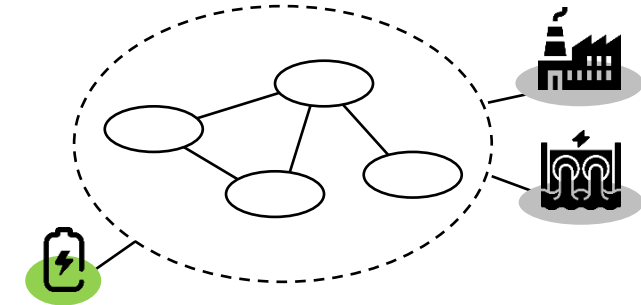
1) Merit-Order Betriebsoptimierung

- Aggregierter Großbatteriespeicher für ganz Österreich
- Lade- und Entladeleistung: **5 900 MW** laut ÖNIP [7]
- Speicherdauer: **3 h** (Annahme)
- Lade- und Entladewirkungsgrad: **0,95** (Zyklus-Wirkungsgrad: 0,9025)
- Optimierung mit PyPSA [9]

Ergebniss:

- Lade- und Entladeverlauf für alle Großbatterien in Österreich
- Dadurch **Vorgabe des Batteriebetriebs in per-unit möglich!**

1) Merit-Order Betriebsoptimierung:



METHODIK

SPEICHEROPTIMIERUNG

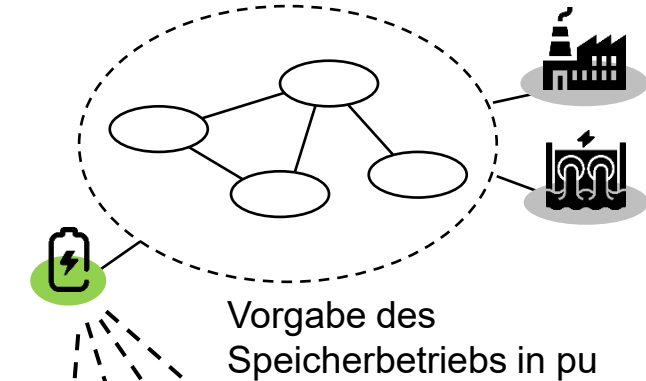
2) Multi-node Ausbauoptimierung

- Möglicher Batterieausbau (Lade- und Entladeleistung) an jedem Standort: Zwischen **0 MW** und **150 MW** (Annahme)
- Vorgabe der Gesamtleistung: **5 900 MW**
- Vorgabe des Lade- und Entladeverhaltens an jedem Standort in pu

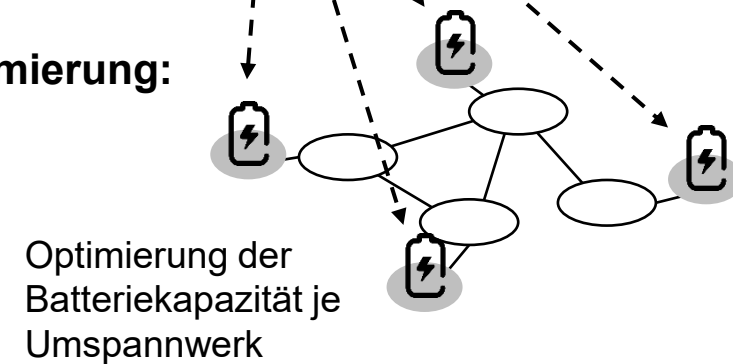
Frage:

- Wie kann die Gesamtleistung **optimal** auf alle Standorte aufgeteilt werden?

1) Merit-Order Betriebsoptimierung:

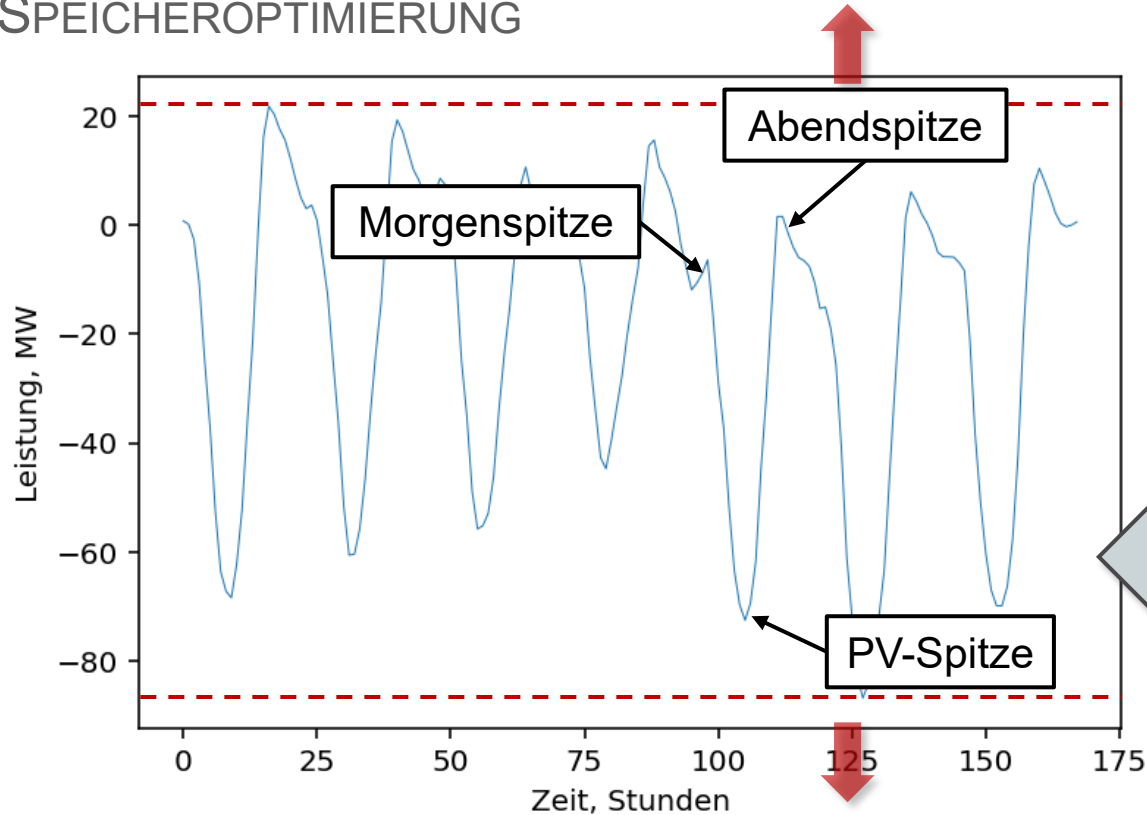


2) Multi-node Speicheroptimierung:



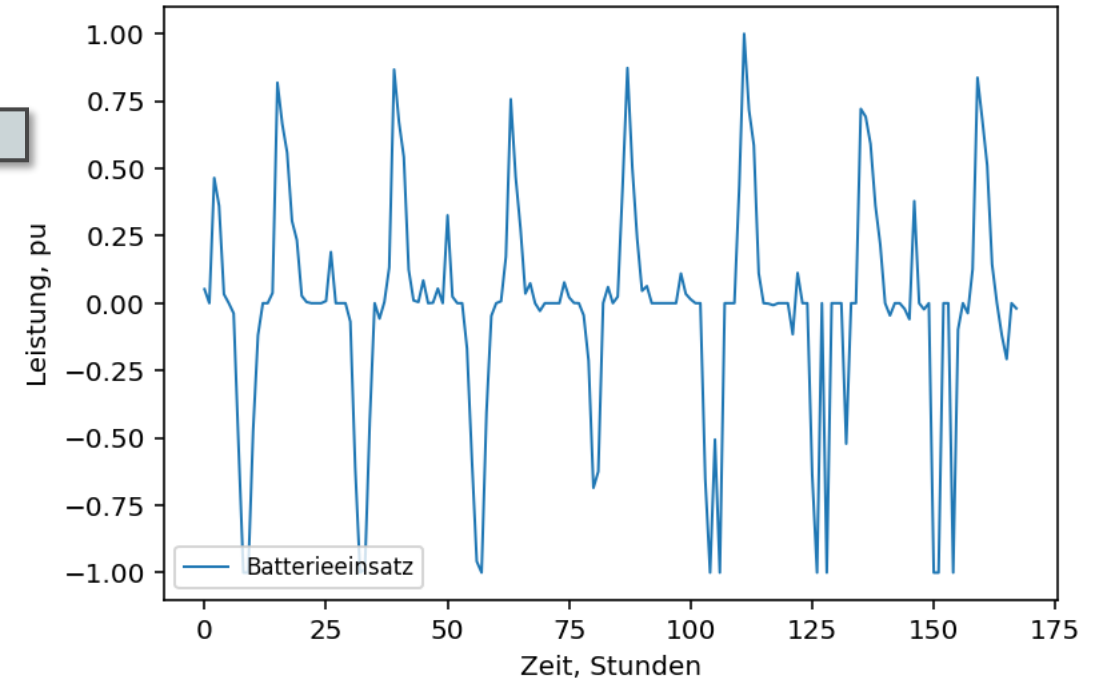
METHODIK

SPEICHEROPTIMIERUNG



Beispiel für lokale Residuallast in einem PV-geprägten Umspannwerk:

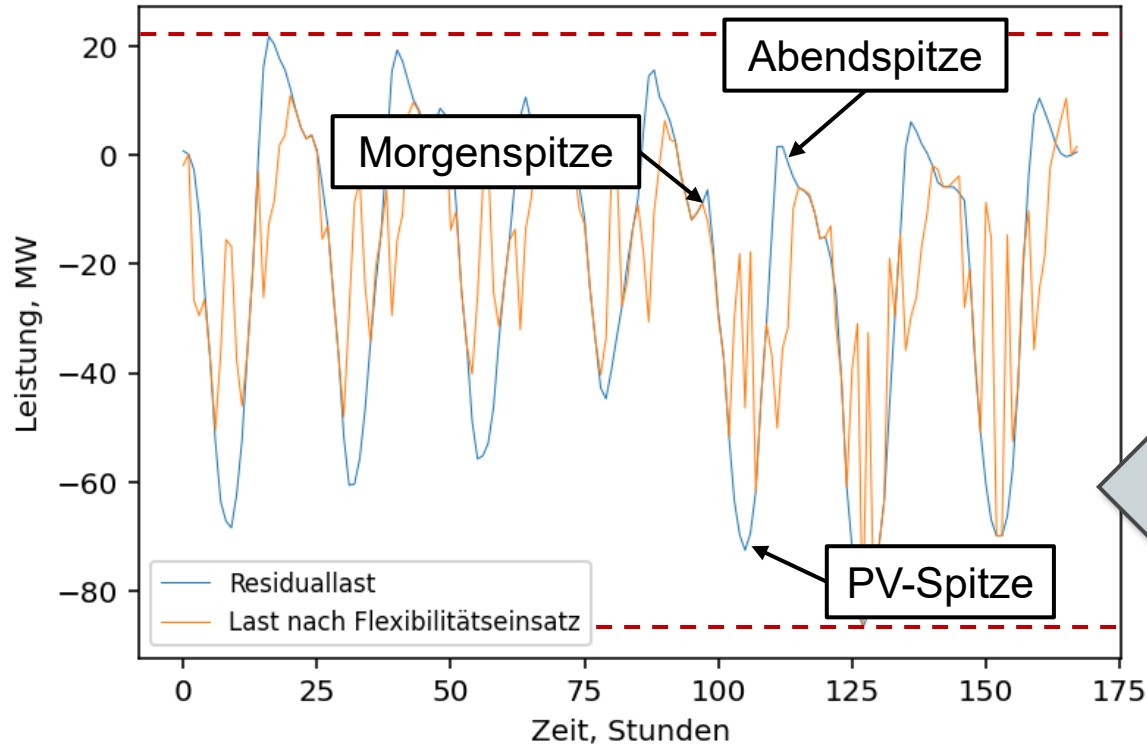
- Woche im **frühen bis mittleren Juni**
- Umspannwerk mit hohem Ausbaupotential für PV
- Daher: Bis 2040 laut ÖNIP **massiver PV-Ausbau** → Deutliche Duck-Curve



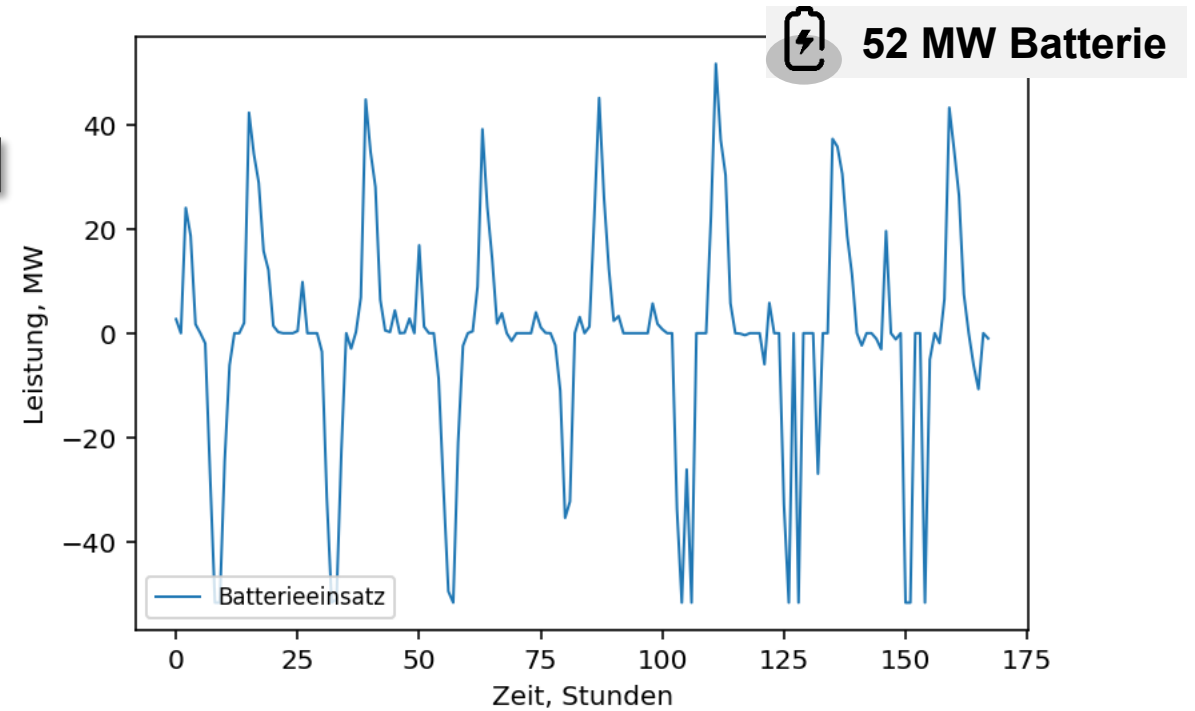
Vereinfachte Darstellung:
Grenzleistung wird nicht für jede Woche sondern über das gesamte Jahr bestimmt!

ERGEBNISSE

SPEICHERBETRIEB

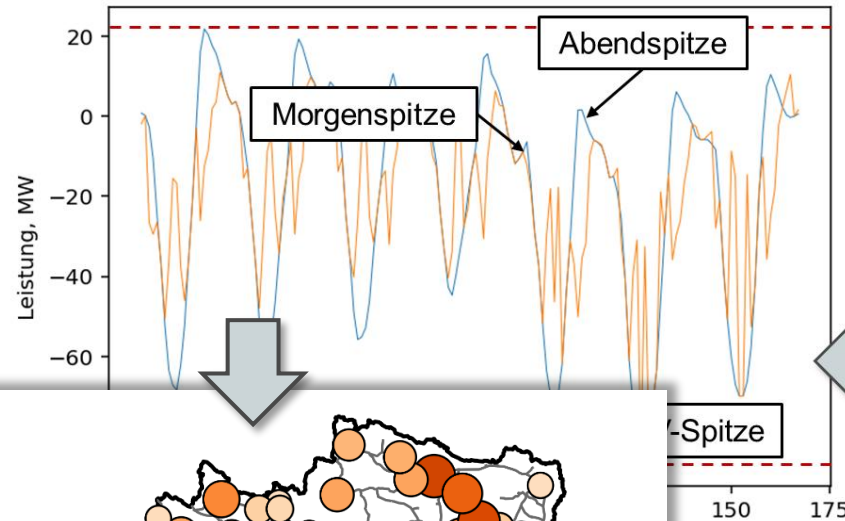


- Optimierer wählt Leistung so, dass Batterieeinsatz gut in Residuallast „eingepasst“ werden kann
- Größere Leistung, wenn Residuallastsignal und Marktsignal gut übereinstimmen!

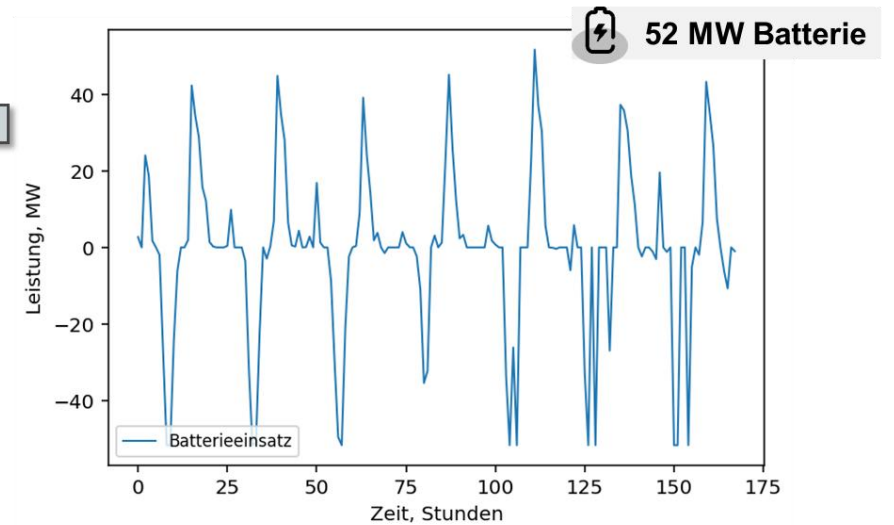
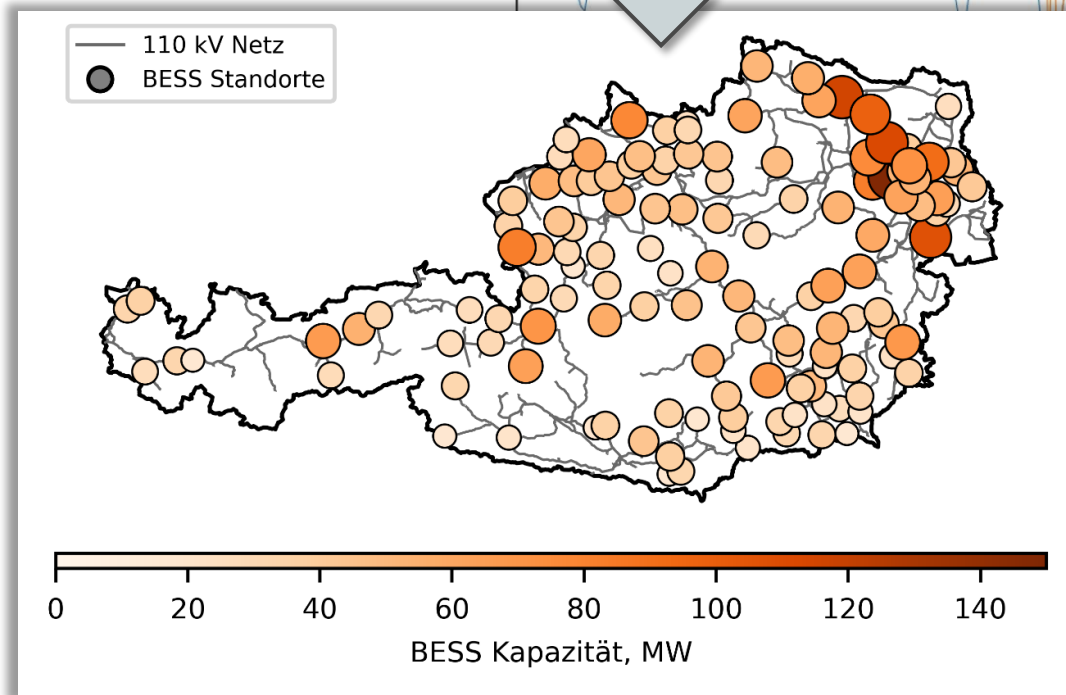


ERGEBNISSE

REGIONALISIERUNG

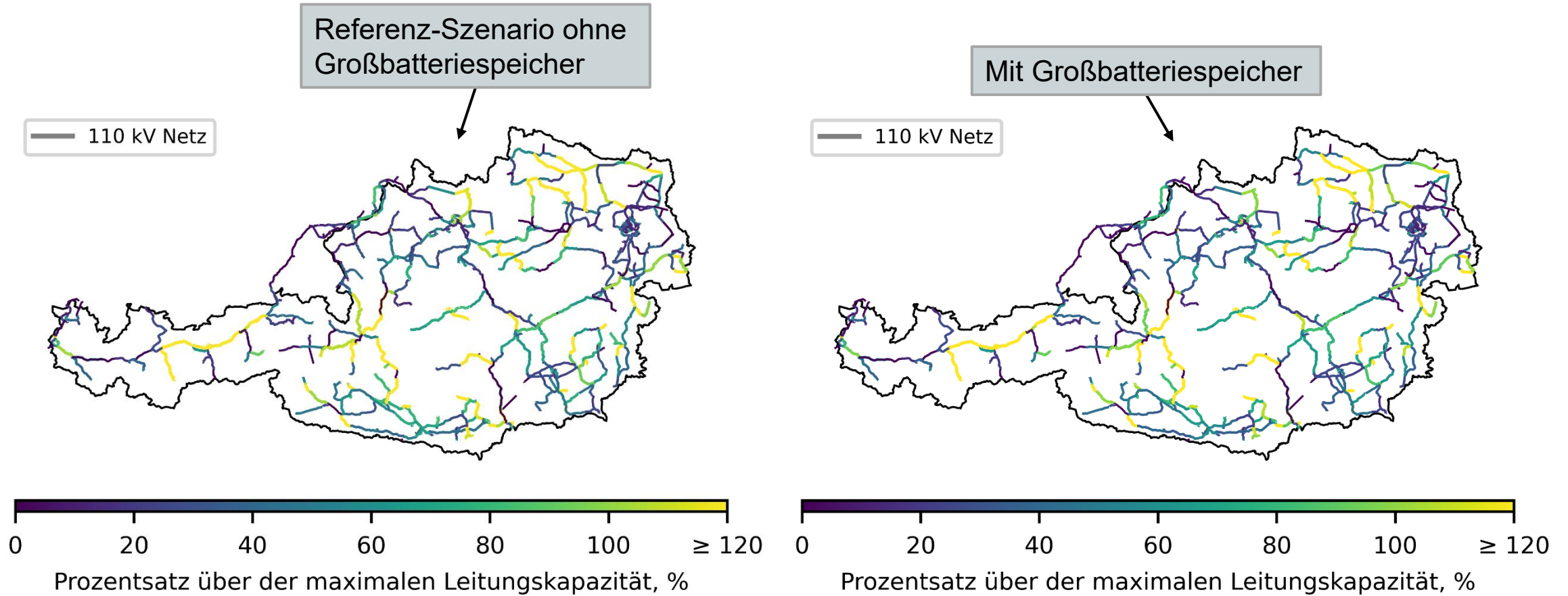


- Optimierer wählt Leistung so, dass Batterieeinsatz gut in Residuallast „eingepasst“ werden kann
- Größere Leistung, wenn Residuallastsignal und Marktsignal gut übereinstimmen!



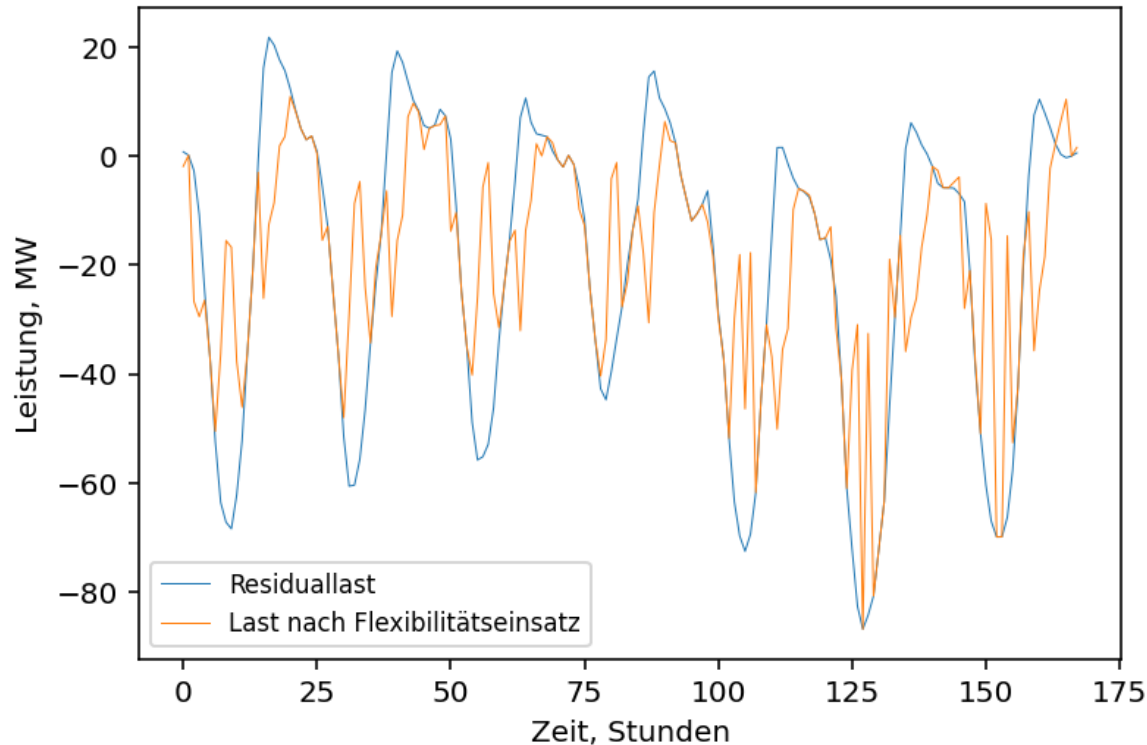
ERGEBNISSE

NETZAUSLASTUNG



Darstellung der Top-10 % Auslastung in % von der max. Leitungskapazität

DISKUSSION UND AUSBLICK



Beispiel aus der Methodik-Beschreibung:

- Woche im **frühen bis mittleren Juni**
- Umspannwerk mit **hohem PV-Anteil**

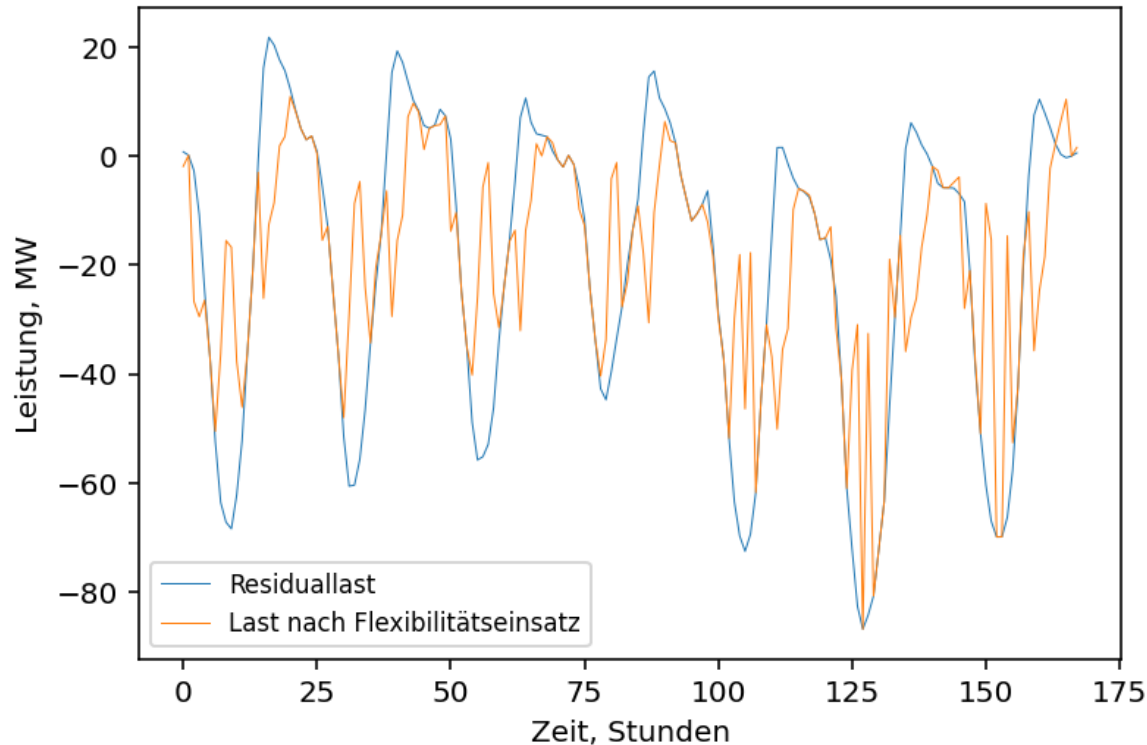
Ziel:

- Batterie sollte so betrieben werden, dass **keine zusätzliche Umspannerkapazität notwendig** wird

Idee:

- Ausbaubedarf richtet sich nach **Jahresspitzenleistung der Residuallast**
- **Abregelung der Batterie** (z.B. durch Netzbetreiber) falls diese Spitzenleistung (Last- oder Erzeugungsseitig) überschritten wird

DISKUSSION UND AUSBLICK



Beispiel aus der Methodik-Beschreibung:

- Woche im **frühen bis mittleren Juni**
- Umspannwerk mit **hohem PV-Anteil**

Häufigkeit von Abregelungen:

Für dieses Beispiel (**52 MW** Lade- und Entladeleistung):

- Abregelung betrifft **18 Stunden** im Jahr
- Die abzuregelnde Energiemenge beträgt **78 MWh** (geladene Energie)
- Das entspricht **0,15 %** der ansonsten insgesamt über das Jahr geladenen Energiemenge

Ausblick:

- Batteriebetrieb richtet sich nach einfacher Merit-Order-Optimierung (gute Abbildung eines **day-ahead Marktes**)
- Realität: Batteriebetrieb ist deutlich volatil durch **intraday Markt** und **Regelenergiemarkt**

QUELLENVERZEICHNIS

- [1] Impram S, Varbak Nese S, Oral B. Challenges of renewable energy penetration on power system flexibility: A survey. Energy Strategy Reviews,31 (2020), pp. 100539. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2020.100539>.
- [2] Aryanpur V, O'Gallachoir B, Dai H, Chen W, Glynn J. A review of spatial resolution and regionalisation in national-scale energy systems optimisation models. Energy Strategy Reviews 37 (2021). <https://doi.org/10.1016/j.esr.2021.100702>.
- [3] Austrian Power Grid (APG). Netzentwicklungsplan 2023 (2023); <https://www.apg.at/stromnetz/netzausbau/netzentwicklungsplan-2023/>. Zuletzt aufgerufen: 28.01.2026.
- [4] Vorarlberger Übertragungsnetz GmbH (VÜN). Netzentwicklungsplan 2023 (2023); https://www.vuen.at/wp-content/uploads/2024/02/2023_netzentwicklungsplan.pdf. Zuletzt aufgerufen: 28.01.2026.
- [5] Energie Klagenfurt GmbH, Energienetze Steiermark GmbH, eww AG, Feistritzwerke-STEWEAG GmbH, Innsbrucker Kommunalbetriebe AG, KNG-Kärnten Netz GmbH et al. Netzentwicklungspläne der Verteilnetzbetreiber (2024); <https://www.eutilities.at/informationen/VNEP>. Zuletzt aufgerufen: 28.01.2026.
- [6] Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft (FFG). SpeicherPot (2025); <https://projekte.ffg.at/projekt/5132035>. Zuletzt aufgerufen: 28.01.2026.
- [7] Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation and Technologie. Integrierter österreichischer Netzinfrasturkturplan (2023); <https://www.bmwet.gv.at/dam/jcr:f67c2aa8-4019-4e7b-94ae-e1c847911a05/Integrierter-oesterreichischer-Netzinfrasturkturplan.pdf>. Zuletzt aufgerufen: 28.01.2026.
- [8] Bachriesl U, Wogrin S, Gaugl R, Konrad A, Kienberger T, Nagovnak P et al. InfraTrans2040: Methodikdokument (2023); https://www.tugraz.at/fileadmin/user_upload/Institute/IEE/files/2023-06-30_InfraTrans2040_Methodikdokument_v2.pdf. Zuletzt aufgerufen: 28.01.2026.
- [9] Brown T, Hörsch J, Schlachtberger D. PyPSA: Python for Power System Analysis. JORS,6(1) (2018), pp. 4. <https://doi.org/10.5334/jors.188>.

Alle Icons innerhalb dieser Präsentation stammen von: <https://www.flaticon.com>



DIPL.-ING. STEFAN WALLNER

LEHRSTUHL FÜR ENERGIEVERBUNDTECHNIK
MONTANUNIVERSITÄT LEOBEN



www.evt-unileoben.at



stefan.wallner@unileoben.ac.at



03842 402 5412