

Ricardo Reibsch (ricardo.reibsch@rl-stiftung.de),
 Tabea Katerbau, Philipp Blechinger, Julia Kowal

Motivation

Die Energiewende führt zu einem starken Ausbau dezentraler Photovoltaik-Anlagen (PV) und der Elektrifizierung des Wärme- und Verkehrssektors (Abb. 1). Damit höhere Lastflüsse und PV-Spitzen nicht zu Netzüberlastungen oder Abregelungen führen, müssen Gegenmaßnahmen getroffen werden. Batteriespeichersysteme (BSS) sind eine vielversprechende Lösung.

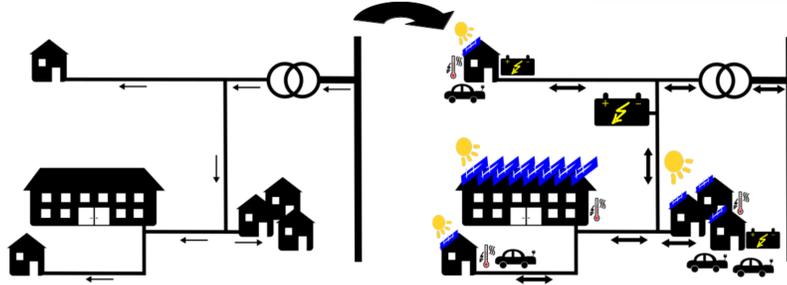


Abb. 1: Niederspannungsnetz (NS-Netz) - konventionelles Energiesystem (links) and Erneuerbares Energiesystem (rechts)

Betriebsweisen von Batteriespeichersystemen

Alle Szenarien beinhalten die **Vollelektrifizierung der Wärmeversorgung und des Mobilitätsbereichs** sowie den **maximalen Ausbau von Dach-PV** von Haushalten:

1. Ohne Batteriespeichersystem (BSS)
2. Mit BSS: Direktes Laden bei PV-Überschuss
3. Mit BSS: Präventives Laden mit reduzierter Leistung
4. Mit BSS: Präventives Laden mit reduzierter Leistung und kuratives Laden bei Netzüberlastungen

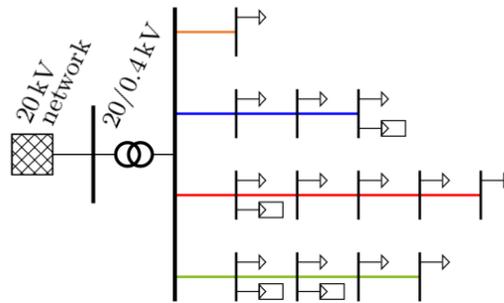


Abb. 2: Ländliches SimBenchnetz [Meinecke et al., 2020]

Forschungsansatz

- **Ziel: Vermeidung von Netzüberlastungen mit Hilfe von Batteriespeichern** in NS-Netzen mit hohem Anteil PV und sektorengesetzten Verbrauchern wie Wärmepumpen und Elektrofahrzeugen
- **Performance-Indikator: Minimierung der Abregelungsverluste**, die für einen stabilen Netzbetrieb zur Vermeidung von Transformator- und Leitungsüberlastungen sowie Spannungsbandverletzungen notwendig sind
- **Untersuchungsgegenstand: Betriebsweise von Batteriespeichern** anhand von fünf repräsentativen synthetischen NS-Netzen [Meinecke et al., 2020] und vier Batterieszenarien
- **Untersuchungstool:** Eigenes Modell basierend auf *pandapower* [Thurner et al., 2018]
- **Zeitauflösung:** 1 min, um kurzfristige Änderungen in Erzeugung und Verbrauch abzubilden
- **Zeitraum: Sommerwoche** mit der höchsten negativen Residuallast, **Winterwoche** mit der höchsten positiven Residuallast, **Herbstwoche** mit ausgeglichener Residuallast

Simulationsergebnisse - Analyse von Abregelungsverlusten in NS-Netzen

- Ein stabiler Netzbetrieb im Erneuerbaren Energiesystem ist nur durch Abregelung von PV und Lastabwurf möglich, wenn keine anderen Gegenmaßnahmen getroffen werden.
- Die größten Abregelungsverluste treten in ländlichen Netzen großer Ausdehnung und mit hohem PV-Potential auf.
- Bereits der Einsatz von BSS mit direktem Laden verringert Abregelungsverluste bei PV-Anlagen um nahezu 20 %.
- BSS, die mit reduzierter Leistung laden und auf Netzüberlastungen reagieren, verringern die Abregelungsverluste insbesondere bei Lastabregelung erheblich.

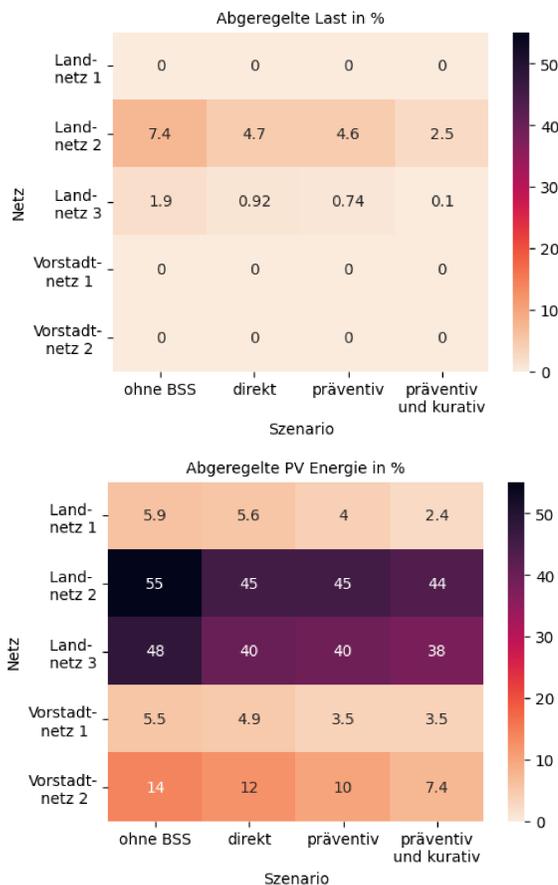


Abb. 3: Abregelungsverluste von Lasten (oben) und PV-Einspeisung (unten)

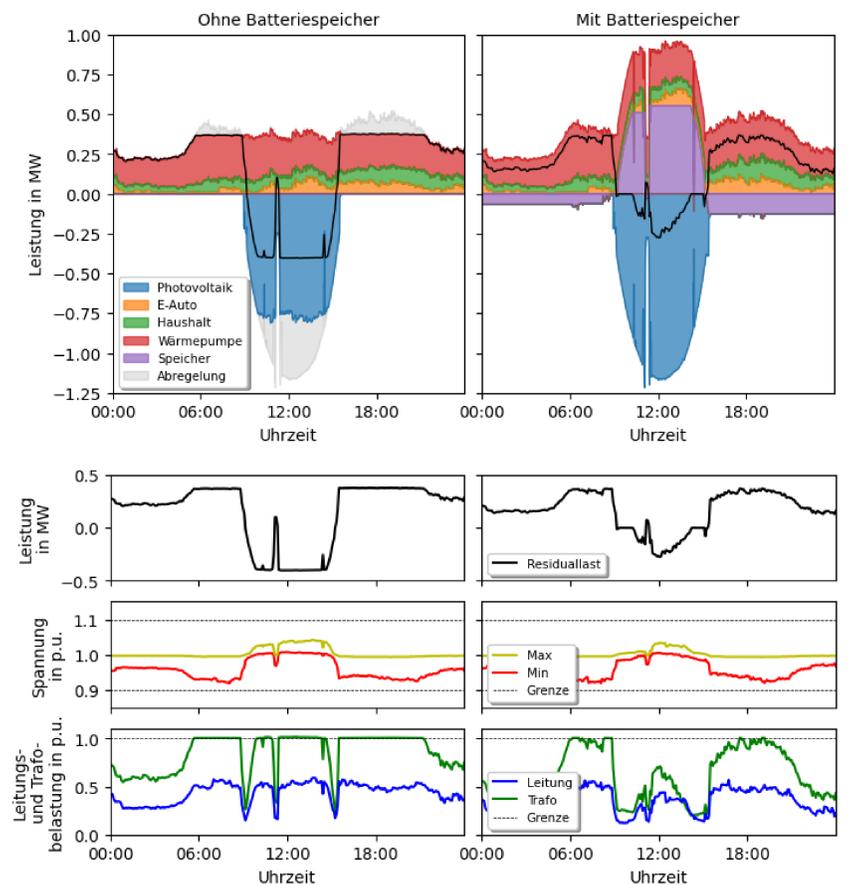


Abb. 4: Wintertag im Landnetz 3 ohne BSS (links) und mit präventivem und kurativem Laden (rechts)

Fazit und Ausblick

- Die Ergebnisse zeigen, dass bei vollem PV-Ausbau und Vollelektrifizierung Einspeisung und Last abgeregelt werden müssen, wenn keine Gegenmaßnahmen getroffen werden. BSS bieten eine vielversprechende Möglichkeit, diese Abregelungsverluste zu verringern.
- Bereits der Einsatz von BSS mit einfacher direkter Ladestrategie kann Abregelungsverluste maßgeblich reduzieren. Eine Betriebsweise, die vorbeugend mit reduzierter Leistung lädt und Netzüberlastungen berücksichtigt, kann Abregelungsverluste besonders bei der Last weiter verringern.
- Im weiteren Vorgehen werden, zusätzlich zum Einsatz von BSS, netzdienliche Betriebsweisen von E-Fahrzeugen und Wärmepumpen zur Reduzierung von Abregelungsverlusten untersucht.
- Darüber hinaus wird analysiert, inwiefern die Verringerung von Abregelungsverlusten durch BSS mit einer Verringerung des Netzausbaubedarfs korreliert.

Danksagung: Die Autor*innen danken der Reiner Lemoine Stiftung, dem Reiner Lemoine Institut und der TU Berlin für die Unterstützung der Arbeit.

Quellen

- Steffen Meinecke, Džanan Sarajlić, Simon Ruben Drauz, Annika Klettke, Lars-Peter Lauen, Christian Rehtanz, Albert Moser, and Martin Braun. Simbench - a benchmark dataset of electric power systems to compare innovative solutions based on power flow analysis. *Energies*, 13(12):3290, June 2020. doi: <https://doi.org/10.3390/en13123290>.
- L. Thurner, A. Scheidler, F. Schäfer, J. Menke, J. Dollichon, F. Meier, S. Meinecke, and M. Braun. pandapower - an open-source python tool for convenient modeling, analysis, and optimization of electric power systems. *IEEE Transactions on Power Systems*, 33(6):6510-6521, Nov 2018. ISSN 0885-8950. doi: 10.1109/TPWRS.2018.2829021.