

ANALYSE DER EINSATZMÖGLICHKEITEN VON BATTERIESPEICHERN IN KOMBINIERTEM EINSATZ AM DAY- AHEAD UND SEKUNDÄRREGELMARKT

Felix NITSCH¹, Marc DEISSENROTH¹

Motivation

Die Regelmärkte zur Frequenzstabilisierung stehen in Deutschland zunehmend im Fokus von Diskussionen zu deren Anpassungen. Gründe dafür sind die Änderung des zugrundeliegenden Kraftwerksparks, Liberalisierung des Stromhandels sowie die in der Vergangenheit durchgeführten und bereits angekündigten Marktdesignanpassungen [1]. Der Großteil der Regelenenergiekapazitäten wird aktuell durch konventionelle Kraftwerke bereitgestellt [2]. Dies könnte in zukünftigen Energiesystemen mit geringem Anteil an konventioneller Kraftwerksleistung zu einer Herausforderung werden. Batteriespeicher sind in der Theorie wegen ihrer schnellen Leistungsbereitstellung eine attraktive Technologie für die Aufrechterhaltung der Netzfrequenz und einer Teilnahme an den Primär- und Sekundärregelenergiemärkten [3]. Dennoch sind zurzeit kaum bedeutende Batteriekraftwerke für die Bereitstellung von Regelenenergie am Netz [2].

Energiesystemmodelle bieten die Möglichkeit die aktuelle Marktsituation zu untersuchen und mit Hilfe von Multiszenarienanalysen mögliche Pfade zum Einsatz von innovativen Technologien zu definieren. Im Rahmen des vom BMWi geförderten Projektes InnoSEn [4] wird ein solches Energiesystemmodell entwickelt und exemplarisch die Analyse von Einsatzmöglichkeiten von Batteriespeichern durchgeführt.

Methode

In Abbildung 1 ist der Versuchsaufbau und das Zusammenspiel der eingesetzten Modelle dargestellt. Das agentenbasierte Strommarktmodell AMIRIS [5] wurde entwickelt, um die Wechselbeziehungen und das Marktverhalten von unterschiedlichen Akteuren am deutschen Strommarkt zu untersuchen. Zentrales Instrument ist dabei die Abbildung des Day-Ahead Marktes, wo ein stündliches Market Clearing der angebotenen und nachgefragten Strommengen durchgeführt wird. In der präsentierten Arbeit wurde das Modell um eine Nachbildung des Sekundärregelmarktes erweitert. Akteure haben nun die Möglichkeit ihre Kapazitäten bzw. ihre flexible Erzeugung und Nachfrage entweder am Day-Ahead Markt oder am Sekundärregelmarkt zu vermarkten. Grundlage für das fundamental modellierte Gebotsverhalten sind die Grenzkosten der Erzeugung. Der Kraftwerkspark und die Modellspezifikationen wurden gemäß der GWS Studie zu den gesamtwirtschaftlichen Effekten der Energiewende parametrisiert [6]. Die in AMIRIS generierten Preiszeitreihen gehen als Eingangsdaten in ein nachgelagertes Optimierungsmodell ein. Dieses Modell hat den Stromspeicher im Fokus und modelliert die optimale Betriebsstrategie eines Speichers auf den beiden behandelten Märkten unter perfekter Voraussicht. Technische Spezifikationen des Speichers, wie etwa die Lade- und Entladeeffizienzen, Rampenbeschränkungen und die Berücksichtigung des Ladezustandes gehen als Nebenbedingungen in das Modell ein.

¹ Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Institut für Technische Thermodynamik, Energiesystemanalyse, Pfaffenwaldring 38-40, 70569 Stuttgart, +49 711 6862- 8865, Felix.Nitsch@dlr.de, www.DLR.de

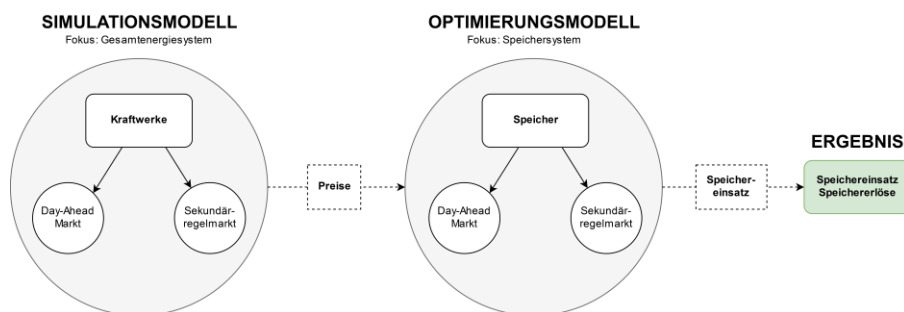


Abbildung 1: Schematischer Modellaufbau

Ergebnisse

Die ersten Ergebnisse lassen eine sehr kompetitive Marktsituation für Akteure auf dem Day-Ahead und Sekundärregelmarkt mit geringen Erlösmargen erwarten. Das Szenario aus der GWS Studie [6] wird verglichen mit der Marktsituation im Jahr 2016. Abbildung 2 zeigt die jährlichen Erlöse eines Speichers auf den abgebildeten Märkten basierend auf den historischen Day-Ahead- und Sekundärregelmarktpreisen des Jahres 2016. Dabei wird das E2P-Verhältnis zwischen 0.1 und 10 und die Roundtrip-Effizienz (RTE) zwischen 85% und 90% variiert. Es ist eine deutliche Erlöszunahme bei kleineren E2P-Verhältnissen zu verzeichnen. Bei Erhöhung der Wirkungsgrade um einen Prozentpunkt werden ca. 2,5% zusätzliche Erlöse erzielt.

Ein Parameterraumscan gibt Einblick, wie die Bereitstellung und die korrespondierenden Leistungspreise von der Kraftwerkszusammensetzung von Geboten abhängen. Neben der Variation der angebotenen Menge für Sekundärregelenergie wird auch die nachgefragte Energiemenge zur Frequenzstabilisation in verschiedenen Szenarien variiert. Es zeigt sich, dass in Zukunft Systemdienstleistungen auch von erneuerbaren Energien zur Verfügung gestellt werden sollten. Ausgehend von diesen Berechnungen werden zudem bestimmte technische Anforderungen an Batterietechnologien abgeleitet, um in Zukunft Flexibilität zur Frequenzstabilisation konkurrenzfähig anbieten zu können.

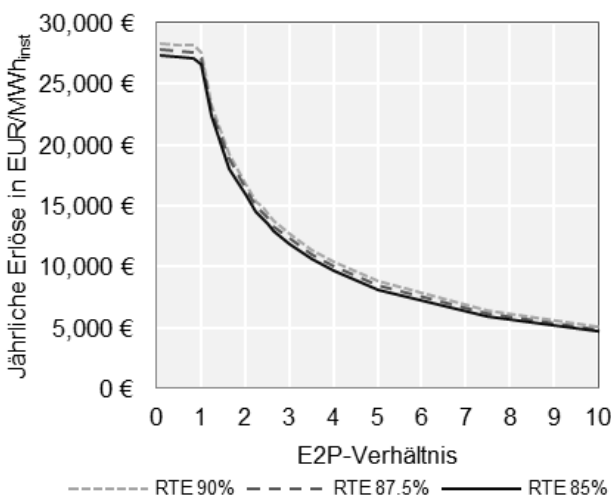


Abbildung 2: Jährliche Erlöse eines optimierten Speichers

Referenzen

- [1] K.-M. Ehrhart, M. Belica, and F. Ocker, "Positionspapier: Umstrukturierung des deutschen Sekundärregelmarktes für Strom," 2016.
- [2] B. Hasche, M. Haiges, and S. Schulz, Die Integration von Batteriespeichern am Regelleistungsmarkt - eine modellgestützte Bewertung, 50Hertz, 2016.
- [3] P. Denholm, E. Ela, B. Kirby, and M. Milligan, *The role of energy storage with renewable electricity generation*, National Renewable Energy Laboratory, 2010.
- [4] M. Deissenroth, M. O'Sullivan, and F. Nitsch, *InnoSEn: Network analysis and simulation of innovation dynamics of new key technologies for the energy transition*, DLR, 2017.
- [5] M. Deissenroth, M. Klein, K. Nienhaus, and M. Reeg, "Assessing the Plurality of Actors and Policy Interactions: Agent-Based Modelling of Renewable Energy Market Integration," *Complexity*, vol. 2017, 2017.
- [6] C. Lutz, M. Flaute, U. Lehr, A. Kemmler, A. Kirchner, A. auf der Maur, I. Ziegenhagen, M. Wunsch, S. Koziel, A. Piégsa, and S. Straßburg, *Gesamtwirtschaftliche Effekte der Energiewende*, GWS, Fraunhofer ISI, DIW, DLR, Prognos, 2018.