

SWARM – PRIMÄRREGELLEISTUNGSERBRINGUNG MIT VERTEILTEN BATTERIESPEICHERN IN HAUSHALTEN

David STEBER¹, Peter BAZAN¹, Reinhard GERMAN¹

Ausgangslage

Im Juli 2015 wurde ein aus 65 Batteriespeichersystemen bestehender virtueller Großspeicher mit einer Leistung von 1 MW erfolgreich für den Primärregelleistungsmarkt präqualifiziert. Er befindet sich in der Regelzone der TenneT TSO GmbH des deutschen Übertragungsnetzes und erfüllt die in 2015 von den Übertragungsnetzbetreibern veröffentlichten Anforderungen an Batteriespeicher für die Erbringung von Primärregelleistung. Die einzelnen Batteriespeichersysteme sind in Haushalten installiert, die über eine Photovoltaikanlage verfügen.

Im Gegensatz zu anderen Hausenergiespeichern erhöhen die vernetzten Batteriespeicher nicht nur den PV-Eigenverbrauch des Haushaltes, sondern werden über eine zentrale Kontrollinstanz zur Erbringung von Primärenergieleistung intelligent gebündelt. Somit ist der virtuelle Großspeicher innerhalb weniger Sekunden in der Lage, proportional zu Frequenzabweichungen von der Normfrequenz von 50 Hz über das Produkt Primärregelleistung zur Netzstabilisierung beizutragen. Er stellt demnach einen konsequent dezentralen Ansatz dar, um den aktuellen Herausforderungen der Energiewende zu begegnen und die erneuerbaren Energien weiter in das elektrische Energieversorgungssystem zu integrieren.

Der virtuelle Großspeicher wurde im Rahmen des Kooperationsprojekts SWARM (Storage With Amply Redundant Megawatt) von der N-ERGIE AG (Nürnberg) und der Caterva GmbH (München) installiert und in Betrieb genommen. Lehrstühle der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg begleiten das Projekt wissenschaftlich in Bezug auf ökonomische und technische Fragestellungen. Letztere behandeln sowohl die Einflüsse auf das Verteilnetz, als auch die Qualität der Primärregelleistungserbringung mit einem virtuellen Speicherverbund sowie dessen Betrieb.

Zielsetzung und Aufbau des Modells

Aufgrund der Verbindung von Systemdienstleistung und dem lokalen Ziel der Eigenverbrauchserhöhung ergeben sich komplexe Zusammenhänge, deren Parametrierung Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit der Investition in ein Batteriespeichersystem für den einzelnen Haushalt nehmen kann. Ein Batteriespeichersystem ermöglicht es ihm, über den aktuellen Verbrauch hinausgehende PV-Energie einzuspeichern, diese zu Zeiten höheren Verbrauchs wieder zu entnehmen und somit seinen Eigenverbrauch zu erhöhen. Es bewirkt somit finanziell eine Verringerung der Strombezugskosten und der Erlöse aus der Einspeisung. Der finanzielle Vorteil des Haushalts hängt somit sowohl von dem zu zahlenden Strompreis als auch der gesetzlich zugesicherten Einspeisevergütung ab. Erste Ergebnisse zeigen einen positiven Nutzen der Installation eines Batteriespeichersystems für den Haushalt unter verschiedenen Bedingungen.

Zur Eigenverbrauchsoptimierung können verschiedene Strategien eingesetzt werden. Ziel aktueller Auswertungen ist, diese im Zusammenspiel mit sich ändernden regulatorischen Bedingungen zu betrachten und aus Sicht des Haushalts finanziell zu bewerten. In [1] wurden Vorgaben zur vorzuhaltenden Energie und freien Speicherkapazität eines Batteriespeichers veröffentlicht, der im Primärregelleistungsmarkt eingesetzt wird. Hieraus ergeben einzuhaltenden Grenzen des Speicherfüllstandes (SOC) für den virtuellen Großspeicher und somit auch die einzelnen Batteriespeicher in den Haushalten. Je nach Ausprägung dieser Vorgaben, könnte eine andere Bewirtschaftungsstrategie vorteilhafter für den Haushalt sein. Hierzu gilt es, verschiedene Strategien zu identifizieren und mittels dem Simulationsmodell gegeneinander abzugrenzen.

¹ Informatik 7, FAU, Erlangen-Nürnberg, Martensstraße 3, 91058 Erlangen, Fax: +49 9131 85-27409,
{Tel.: +49 9131 85-27907, david.steber@fau.de},
{Tel.: +49 9131 85-27914, peter.bazan@fau.de},
{Tel.: +49 9131 85-27916, reinhard.german@fau.de},
www7.cs.fau.de

Zu diesem Zweck wird ein stochastisches und hybrides Simulationsmodell eingesetzt, das aus der Komponentenbibliothek i7-AnyEnergy basierend auf der Simulationssoftware AnyLogic erstellt wurde. Es ermöglicht die Generierung von Einspeise- und Verbrauchsprofilen, aus denen mittels hinterlegter Kontrollalgorithmen jegliche Energieflüsse in den 65 Häusern einzeln betrachtet werden können. Außerdem wird die angeforderte Primärregelleistung basierend auf einer real gemessenen Zeitreihe der Netzfrequenz berechnet und gemäß einer hinterlegten Logik auf die einzelnen Batteriespeichersysteme verteilt. Das Simulationswerkzeug bietet sowohl die Möglichkeit zur diskreten Ereignissimulation (z.B. Wetter, Steueralgorithmen) als auch *System Dynamic* Modelle, die zur Abbildung der Energie- und Kostenflüsse genutzt werden können. Mittels dem so flexibel gestalteten, objektorientierten hybriden Simulationsmodell ist es auf einfachem Wege möglich, die verschiedensten Betriebsstrategien sowohl für den virtuellen Großspeicher als auch für das einzelne Batteriespeichersystem im Haushalt zu testen.

Exemplarische Ergebnisse

Die ersten Ergebnisse der Variation der einzuhaltenden Grenzen des SOC (vgl. Abbildung 1) sind aufbauend auf [2] in Tabelle 1 dargestellt. Die SOC-Grenze beschreibt dabei sowohl eine Restriktion für den Haushalt, als auch die Grenzen, ab denen der virtuelle Großspeicher zur Sicherstellung der Primärregelleistungserbringung nachge- bzw. entladen wird. Die Grenze 80/20 % stellt die Erbringung von 1 MW Regelleistung über den Zeitraum von ca. 15 Minuten sicher, die 57,26/42,74 % Grenze erfüllt die aktuellen Anforderungen der deutschen Übertragungsnetzbetreiber. Die Ergebnisse zeigen eine erhebliche Beeinflussung der Wirtschaftlichkeit für den Haushalt. Zwar ist diese weiterhin gegeben, doch werden längst nicht so hohe Autarkie- bzw. Eigenverbrauchsraten erreicht und die Amortisationszeit der Investition verlängert sich aufgrund des niedrigeren internen Zinsfußes.

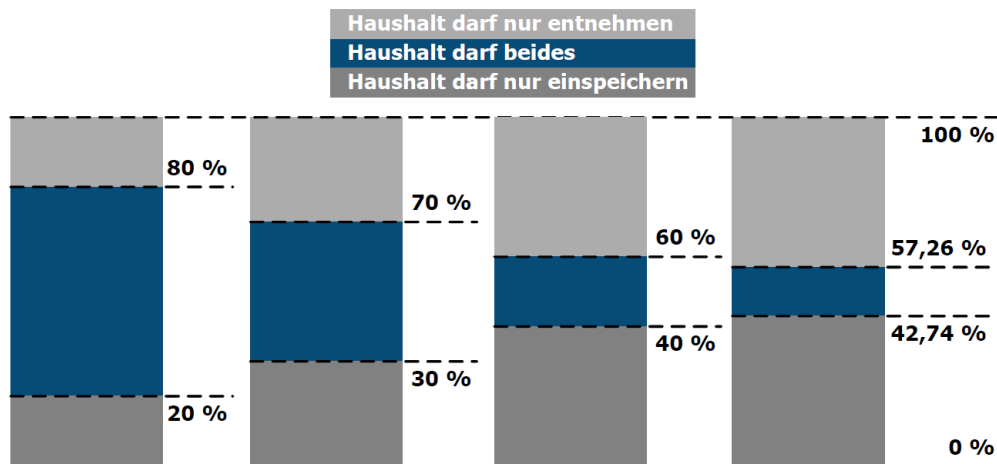


Abbildung 1: Veranschaulichung der untersuchten SOC Grenzen.

Grenzen [% des SOC _{max}]	80/20	70/30	60/40	57,26/42,74
Eigenverbrauchsrate [%]	58,75	57,68	53,67	50,16
Autarkierate [%]	97,20	95,33	88,52	83,85
Jahressaldo Haushalt [€]	262,68	244,43	179,14	138,79
Interner Zinsfuß Investition [%]	7,8	7,35	5,62	4,32

Tabelle 1: Ergebnisse der Variation der SOC-Grenzen aus Sicht des Haushalts.

Referenzen

- [1] Deutsche Übertragungsnetzbetreiber: "Anforderungen an die Speicherkapazität bei Batterien für die Primärregelleistung". www.regelleistung.net, September 2015.
- [2] Steber, David, Peter Bazan, and Reinhard German. "SWARM - Increasing Households - Internal PV Consumption and Offering Primary Control Power with Distributed Batteries." Energy Informatics - 4th D-A-CH Conference, EI 2015, Karlsruhe, Germany, November 12-13, 2015, Proceedings Eds. Sebastian Gottwalt, Lukas König, Hartmut Schmeck, Karlsruhe, Germany: Springer International Publishing, 2015.