

Stochastische Optimierung eines Batteriespeichers

(2) Strom, Wärme-/Kälteerzeugung sowie Speicher

Sarah WIMMEDER^{1(1),(2)}, Raimund KOVACEVIC⁽²⁾, Gerhard TOTSCHNIG⁽¹⁾

⁽¹⁾AIT, ⁽²⁾TU Wien

Motivation und zentrale Fragestellung

Aufgrund des immer größer werdenden Anteils an erneuerbaren Energien hat in den letzten Jahren die Nachfrage nach Stromspeichern erheblich zugenommen. Diese Entwicklung eröffnet eine Vielzahl möglicher Batterieanwendungen, sowohl auf Verteiler- als auch auf Haushalts- bzw. Verbraucherebene.

Die vorliegende Arbeit widmet sich der Betrachtung eines Stromverbrauchers, dessen Ziel es ist, ein Energiespeichersystem optimal zu betreiben, um seine Stromkosten zu minimieren. Dies wird durch die Speicherung von selbst erzeugtem Photovoltaik- Strom und kostengünstigem Strom aus dem Netz erreicht. Es wird davon ausgegangen, dass Energieverbraucher ihre Einspeicherentscheidungen dynamisch anpassen können, um auf zufälligen Strombedarf, unvorhersehbare PV-Erzeugung und variierende Strompreise zu reagieren.

Methodische Vorgangsweise

Um den Wert eines in das System integrierten Batteriespeichers zu quantifizieren, wird ein mehrstufiges stochastisches Modell formuliert, dessen Ziel es ist, die erwarteten Gesamtkosten über einen begrenzten Planungshorizont zu minimieren. Dieses bietet optimale Lade- und Entladeentscheidungen unter Einbezug von Unsicherheiten in jeder Phase des Entscheidungshorizonts.

Aufgrund des sogenannten "Fluchs der Dimensionalität" kann sich die Lösung stochastisch-dynamischer Entscheidungsprobleme sehr herausfordernd gestalten. Grund dafür ist, dass die Komplexität des Problems exponentiell in der Anzahl der Zustandsvariablen steigt. Außerdem existiert im Allgemeinen kein Lösungsalgorithmus, der zu einer exakten Lösung konvergiert. Um die numerische Lösbarkeit des behandelten Problems zu gewährleisten, wird eine Kombination aus stochastischer dualer dynamischer Programmierung und einer speziellen Quantisierungsmethode, welche die Eingangsdaten durch ein diskretes Szenariogitter approximiert, zur Lösung des Problems verwendet. Diese Methode bezeichnet man als approximierende dynamische duale Programmierung (ADDP).

Die untersuchte Vorgehensweise wird anhand einer Fallstudie numerisch analysiert. Es wird ein ökonomisches Modell aufgesetzt und analysiert, welches Daten zu tatsächlichen Preisen, PV-Erzeugungen und Stromverbräuchen enthält.

Das Verhalten des Verbrauchers wird mittels drei verschiedenen Risikotypen modelliert, nämlich Risiko vermeidend, Risiko neutral und Risiko liebend, und anschließend wird der Einfluss dieser Typen auf die optimale Lösung untersucht.

Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Um den Mehrwert der stochastischen Lösung aufzuzeigen, werden die mit der ADDP Methode ermittelten Ergebnisse mit Ergebnissen aus einem deterministischen Ansatz verglichen. Dabei stellt sich heraus, dass der stochastische Optimierungsansatz recht vielversprechend ist. Im Vergleich zur konventionellen Optimierung ermöglicht er eine vorteilhaftere Entscheidungsfindung. Wenn die Batterie in der Fallstudie gemäß dem mit der stochastischen Optimierung entwickelten Zeitplan betrieben wird, können die Kosten um mehrere hundert Euro pro Jahr gesenkt werden.

Generell sind Energiespeichersysteme in Kombination mit PV-Paneeelen eine effiziente Möglichkeit, den Eigennutzungsgrad des erzeugten Stroms zu erhöhen. Batterien bieten zudem die Möglichkeit, Energie zu Schwachlastzeiten (meist nachts) zu speichern, wenn die Strompreise niedrig sind, um den gespeicherten Strom zu einem späteren Zeitpunkt zu verkaufen oder zu nutzen. Aber selbst wenn wir diese Gewinnmöglichkeiten berücksichtigen, zeigt unsere Auswertung, dass unter den getroffenen Annahmen der Betrieb einer Batterie derzeit nicht wirtschaftlich ist. Die Kombination von PV-Anlagen und Batterien wird jedoch aufgrund ihrer Beiträge in anderen Bereichen, wie z. B. dem Notfallschutz (Blackout-Schutz) oder der Flexibilitätsabdeckung, zunehmend eingesetzt, natürlich auch aufgrund verschiedener Förderanreize. Daher schlagen wir vor, dass bei weiteren Betrachtungen die

¹ Jungautor; Adr.: Giefinggasse 6, 1210 Wien; Tel.: 06505533796; Mail: sarah.wimmer@ait.ac.at

Wirtschaftlichkeit über den klassischen Sinn hinausgeht und auch diese Aspekte berücksichtigt werden sollten.