

Speicheranwendungen für kleine, modulare CAES – Einfluss des Speicherbetriebs auf Design und Dimensionierung

(2) Strom, Wärmeerzeugung sowie Speicher

Eva SCHISCHKE¹⁽¹⁾

⁽¹⁾ Fraunhofer UMSICHT

Motivation und zentrale Fragestellung

Druckluftenergiespeicher (Compressed Air Energy Storage, kurz CAES) bieten gegenüber Batterien den Vorteil eines deutlich größeren Speichervolumens und sind damit auch zur Mittel- und Langzeitspeicherung geeignet. Außerdem besitzen sie, mit über 30 Jahren, eine deutlich längere Lebensdauer als Batterien.

Dennoch sind große Druckluftenergiespeicher, im Gegensatz zu Batterien, erst langfristig wirtschaftlich interessant [1]. Kleine, modulare Druckluftenergiespeicher hingegen können neue Speicheranwendungen erschließen und sind so bereits kurzfristig wirtschaftlich interessant.

Dazu muss geklärt werden für welche Anwendungen kleine, modulare CAES geeignet sind, wie der Speicher sich in diesen Anwendungen verhält und welche Rückschlüsse sich auf das anzustrebende Design und Dimensionierung des Speichers ziehen lassen

Herausforderung

Bei der Entwicklung von neuen Speichertechnologien, wie dem modularen Druckluftenergiespeicher, sind die Dimensionierung von Ein- und Ausspeicherleistung sowie die Speicherkapazität frei und unabhängig voneinander wählbar. Außerdem wird über das Design einzelner Komponenten, wie Expander oder Kompressor, Einfluss auf Parameter wie den Wirkungsgrad oder das Teillastverhalten genommen. Die Ausgestaltung dieser Freiheitsgrade ist für den späteren wirtschaftlichen Betrieb von großer Bedeutung.

Das Ziel bisheriger Betrachtungen zum Speicherbetrieb und zu Speicheranwendungen ist meist die Analyse einer vorhandenen Technologie in verschiedenen Anwendungen, um die wirtschaftlich sinnvollste zu identifizieren. Dabei werden häufig Vereinfachungen wie ein konstanter Wirkungsgrad, eine unendlich große Laständerungsgeschwindigkeit oder ein Teillastbereich zwischen 0 und 100 % angenommen. Dies ist ausreichend, um Abschätzungen bzgl. der Erlöse, die in einer Anwendung zu erwarten sind, zu geben.

Für einen Entwickler ist es jedoch nicht ausreichend lediglich einen möglichst hohen Wirkungsgrad und einen möglichst großen Teillastbereich anzustreben. Da beispielsweise die Vergrößerung des Teillastbereichs mit einer Verringerung des Gesamtwirkungsgrades einhergeht, diese Größen also miteinander zusammenhängen. Die Auswirkungen dieser Zusammenhänge auf die Erlöse des Speichers sind in der Regel komplex und von der betrachteten Anwendung abhängig. Deshalb ist eine umfangreiche Analyse von Parametern wie Teillastbereich, Verlauf des Wirkungsgrades über dem Teillastbereich, Ein- und Ausspeicherleistung sowie Speicherkapazität und v.a. den Wechselwirkungen zwischen diesen Parametern notwendig.

Methodische Vorgangsweise

Um die oben beschriebenen Herausforderungen zu lösen, wird eine iterative Herangehensweise bestehend aus drei Schritten verwendet. Im ersten Schritt erfolgt eine Vorauswahl von Speicheranwendungen, für die die Technologie geeignet scheint und für die ein wirtschaftlicher Betrieb erwartet wird.

Für diese Anwendungen wird anschließend im zweiten Schritt der Speicherbetrieb mit Hilfe der gemischt-ganzzahligen linearen Optimierung untersucht. Dabei wird insbesondere darauf geachtet, die oben beschriebenen Parameter, wie Teillastbereich und lastabhängiger Wirkungsgrad, möglichst genau abzubilden.

Die Zielfunktion der Optimierung ist die Maximierung der Erlöse in einem Jahr unter Berücksichtigung aller Kosten, ausgenommen der Investitionskosten. Die erzielten Erlöse werden verwendet, um die

¹ Jungautor, Fraunhofer UMSICHT, Osterfelder Str. 3, 46047 Oberhausen, Tel.: +49 208 8598 1555
E-Mail: eva.schischke@umsicht.fraunhofer.de

sog. Break-Even-Investitionskosten zu berechnen. Also diejenigen Investitionskosten, die durch den Speicherbetrieb über die Lebensdauer des Speichers gerade noch gedeckt werden können.

Über umfangreiche Sensitivitätsanalysen wird im dritten Schritt der Einfluss der Parameter auf die Break-Even-Investitionskosten untersucht. Auf diese Weise kann abgewägt werden, um wie viel die Veränderung eines Parameters die Investitionskosten erhöhen darf, um weiterhin einen wirtschaftlichen Betrieb zu ermöglichen. Dies erlaubt eine Kosten-Nutzen Abwägung zwischen den einzelnen Freiheitsgraden.

Lässt sich keine wirtschaftliche Speicherauslegung finden, werden die gewählten Speicheranwendungen überarbeitet und der Prozess wiederholt.

Das Poster diskutiert die beschriebene Methodik und zeigt erste Ergebnisse aus Szenarienrechnungen für die Speicheranwendung in einem Inselnetz.

Literatur

- [1] M. Budt, D. Wolf, R. Span, J. Yan: "A review on compressed air energy storage: Basic principles, past milestones and recent developments", Applied Energy 170, 2016, S. 250-268