

FeldBatt – Planung eines zentralen Stromspeichers in einem Direktleitungssystem

Themenbereich 4

Thomas NACHT¹⁽¹⁾, Clemens KORNER²⁽²⁾

⁽¹⁾4ward Energy Research GmbH, ⁽²⁾AIT Austrian Institute of Technology GmbH

Motivation und zentrale Fragestellung

Bevor es möglich war, Energiegemeinschaften zu gründen, waren die Möglichkeiten zur gebäudeübergreifenden gemeinsamen Nutzung von Strom stark limitiert. Eine Abhilfe kann hier mit Direktleitungen geschaffen werden, die eine Punkt zu Punkt Versorgung zwischen einem Erzeuger und einem Verbraucher ermöglichen. Die Möglichkeit zur gemeinschaftlichen Nutzung erneuerbarer Energie über ein (sternförmiges) Direktleitungssystem einer Erzeugungsanlage und einem Batteriespeichersystem im Zentrum, wurde im Rahmen des Projektes FeldBatt erforscht. In dem Projekt wurde die zentrale Fragestellung „*Wie ist ein Direktleitungssystem in Kombination mit einem zentralen Speicher zu dimensionieren und zu betreiben, dass der Betrieb sowohl aus technischer, wirtschaftlicher und rechtlicher Sicht machbar ist*“ behandelt.

Methodische Vorgangsweise

Für die Auslegung des Batteriespeicher- und Direktleitungssystems, die Festlegung der Tarife für die Nutzung des Direktleitungssystems und die Bewertung der Wirtschaftlichkeit des Betriebs wurde eine zweistufige Methode angewendet. Nach der Erhebung der grundlegenden Daten der an das Direktleitungssystem anzuschließenden Nutzer*innen und der Erarbeitung der rechtlichen Grundlagen wurde ein Lineares Mixed Integer Optimierungsmodell in Python unter Zuhilfenahme der Optimierungsbibliothek Pyomo [1,2] und unter Anwendung des Solvers „CBC“ [3] entwickelt. Das Optimierungsmodell berücksichtigt in seinen Nebenbedingungen die zentralen rechtlichen Anforderungen an ein Direktleitungssystem [4], die Möglichkeit zur Zu- und Wegschaltung einzelner Nutzer*innen und das Batteriespeichersystem. Bei der Modellierung des Batteriespeichersystems wurden für die Lade- und Entladewirkungsgrade die nichtlinearen Wirkungsgradkurven stückweise linearisiert. Aufbauend auf dem Optimierungsmodell wurde in einem zweiten Schritt ein Regler entwickelt, der am Batteriespeichersystem zur Anwendung kommen sollte. Die dabei entwickelte Regelung muss einerseits die Planung des Speichereinsatzes durch die Optimierung und die Abweichungen zwischen Planwerten in der Optimierung und der tatsächlichen momentanen Situation in Einklang bringen. Um die Situation vor Ort bestmöglich abzubilden und sowohl den Optimierungsalgorithmus und die darauf aufbauende Regelung zu testen, wurden die Nutzer*innen vor Ort messtechnisch erfasst und die zu testenden Komponenten in einem „Hardware in the loop“ (HIL) Ansatz erprobt.

Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Die Durchführung der Optimierungen diente in erster Linie der Abschätzung des Betriebsverhaltens des Direktleitungs- und Batteriespeichersystems. Es wurden Ergebnisse für drei Betriebsjahre ermittelt, um zu zeigen, ob sich eine Investition in das Gesamtsystem für die Nutzer*innen und den Betreiber des Direktleitungs- und Batteriespeichersystems wirtschaftlich lohnen wird. Es wurden multiple Berechnungsläufe durchgeführt, um einerseits die Kapazität des Batteriespeichersystems festzulegen, aber auch um die Anzahl der Nutzer*innen im System zu definieren. Schlussendlich wurde aus wirtschaftlichen Gründen das System auf zwei Nutzer*innen reduziert. Am einen Ende des Direktleitungssystems befand sich ein Gewerbebetrieb mit Laufwasserkrafterzeugung, am anderen Ende der Direktleitung eine Sport- und Freizeiteinrichtung. Je nach technischer Parameter des gewählten Speichers und in Abhängigkeit des berücksichtigten Betriebsjahres ergaben sich die in Abbildung 1 dargestellten wirtschaftlichen Vorteile für die einzelnen involvierten Akteure.

¹ Reininghausstraße 13a, 8020 Graz, +43 664 88 500 336, thomas.nacht@4wardenergy.at, www.4wardenergy.at

² Giefinggasse 2, 1210 Wien, +43 664 88335433, clemens.korner@ait.ac.at, www.ait.ac.at

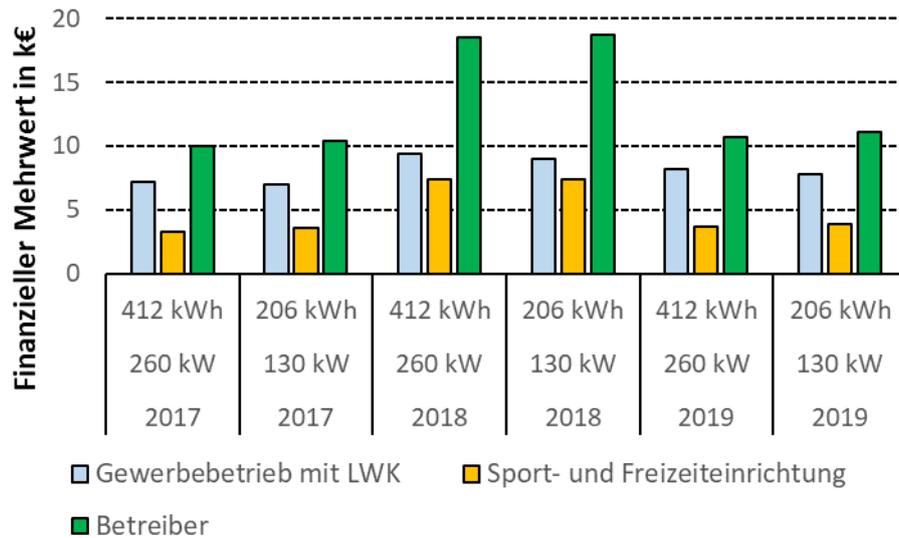


Abbildung 1: Wirtschaftliche Bewertung des Betriebs von Batteriespeichersystem und Direktleitungssystem

Parallel zu den Auswertungen wurde der Regler entwickelt und das HIL-System aufgesetzt. Mittels des HIL-Laboraaufbaus konnten der entwickelte Regler vorab in Echtzeit getestet werden. Dafür wurde das elektrische Netz in einem OPAL-RT Echtzeitsimulator abgebildet, welches über die tatsächliche Steuerungshardware mit dem Regler kommuniziert. Mit dem Aufbau konnten Extremsituationen nachgestellt werden und die Regelstrategie vorab vollständig validiert werden.

Literatur

- [1] Hart, William E., Jean-Paul Watson, and David L. Woodruff. "Pyomo: modeling and solving mathematical programs in Python." *Mathematical Programming Computation* 3(3) (2011): 219-260.
- [2] Hart, William E., Carl Laird, Jean-Paul Watson, David L. Woodruff, Gabriel A. Hackebeil, Bethany L. Nicholson, and John D. Siirola. *Pyomo – Optimization Modeling in Python*. Springer, 2017.
- [3] Forrest, J., Ralphs, T., Vigerske, S., Hafer, L., Kristjansson, B., Saltzman, M. (2018, July 19): coin-or/Cbc: Version 2.9.9 (Version releases/2.9.9). Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1317566>
- [4] §7 Ziff 8 Bundesgesetz, mit dem die Organisation auf dem Gebiet der Elektrizitätswirtschaft neu geregelt wird (Elektrizitätswirtschafts- und -organisationsgesetz 2010 – EIWOG 2010) -