Verbrauchsoptimierung in Energiegemeinschaften durch Handlungsempfehlungen

Themenbereich (4) Aktive Endkunden-/Prosumerpartizipation & Gebäudesektor

Lukas GAISBERGER[[1]](#footnote-1)[[2]](#footnote-2)(1)

(1) Fachhochschule Oberösterreich, Energieforschungsgruppe ASIC

Motivation und zentrale Fragestellung

Energiegemeinschaften wurden von der europäischen Kommission mit dem Ziel eingeführt, der Bevölkerung die aktive Beteiligung am Energiesystem zu ermöglichen. Die Bildung von Energiegemeinschaften hat zwar keinen direkten Einfluss auf die physikalischen Energieflüsse, jedoch können ein Gemeinschaftsgefühl sowie vorteilhafte innergemeinschaftliche Tarife die Teilnehmer:innen zur vermehrten Nutzung von lokal erzeugter Energie motivieren. Um diese Ambitionen zu fördern, werden Energieservices benötigt.

Daher schlagen wir einen neuartigen Ansatz für die Optimierung des Betriebs von Energiegemeinschaften vor, indem individuelle Day-Ahead-Lastverschiebungsempfehlungen auf Geräteebene, basierend auf Last- und Erzeugungsprognosen, für die Mitglieder berechnet werden.

Methodische Vorgangsweise

Demand Side Management (DSM) durch Lastverschiebung in Haushalten und Haushaltsgruppen wurde in der Vergangenheit ausgiebig untersucht. Sharda et al. [1] stellen fest, dass die lineare Programmierung (LP) und die gemischt-ganzzahlige lineare Programmierung (MILP) häufig für diesen Zweck verwendet werden und sich in zahlreichen Studien als schnell und zuverlässig erwiesen haben. Auch in der vorliegenden Arbeit wird ein auf MILP basierender Algorithmus implementiert. Neben den bereits erwähnten Vorteilen sind das transparente Verhalten und die nachvollziehbaren Ergebnisse ein großer Vorteil dieser Methode.

Die Struktur des linearen Problems ist in Abbildung 1 dargestellt, die eine beispielhafte Energiegemeinschaft mit zwei Haushalten zeigt. Haushalt X ist ein Prosumer, der nicht nur aus dem Netz und der Gemeinschaft verbraucht, sondern auch zu bestimmten Zeiten überschüssigen Strom produziert, der dann innerhalb der Gemeinschaft genutzt werden kann. Das Feld "Community" stellt den virtuellen Knoten dar, an dem jeder Nutzer innerhalb der Gemeinschaft den überschüssigen Strom einspeist oder den von anderen Mitgliedern der Gemeinschaft bereitgestellten Strom verbraucht. Überschuss im „Community“-Knoten wird in das öffentliche Stromnetz „Grid“ eingespeist. Natürlich fungiert das Netz als "unbegrenzte" Stromquelle und -senke. Der Verkauf von Überschussstrom am Strommarkt ist in diesem Modell, entsprechend den realen Gegebenheiten, nur als Gemeinschaft möglich. Daher kann ein Haushalt, der Teil der Gemeinschaft ist, überschüssige Energie nicht direkt an einen Stromversorger verkaufen. Eine weitere wichtige Randbedingung ist, dass jedes Mitglied (finanziell) besser abschneiden muss als ohne Gemeinschaft.

Abbildung 1: Schematische Darstellung einer Energiegemeinschaft mit zwei Haushalten, von denen einer ein Prosumer (PV-Anlage) und der andere ein Verbraucher mit reiner Last ist. Die Pfeile zeigen mögliche (virtuelle) Strom- bzw. Zahlungsflüsse im System.

Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Das Ergebnis des Optimierungsprozesses besteht aus dem Gerät und dem jeweiligen optimalen Einschaltzeitpunkt welche zu lesbarem Text weiterverarbeitet werden. Es werden Methoden zum Umgang mit den Restriktionen von MILP und der Implementierung von Wahrscheinlichkeiten sowie Unsicherheiten beim speziellen Problem der direkten Interaktion mit Menschen entwickelt.

Erste Simulationstests des beschriebenen Ansatzes wurden durchgeführt. Die folgenden Ergebnisse beziehen sich auf eine Gemeinschaft bestehend aus 6 Prosumern (mit PV-Anlage) und 3 Verbrauchern. Es wurden perfekte Prognosen und eine Erfüllungswahrscheinlichkeit von 1 angenommen. Abbildung 2 zeigt die Leistungsflüsse innerhalb der Gemeinschaft sowie die Leistungsflüsse in einem Beispielhaushalt.





Abbildung 2: Stromflüsse in der Gemeinschaft und im Beispielhaushalt sowie die verschobene Last (dunkles Rechteckprofil) für einen Tag im Juni

Das dunkle Rechtecksignal im unteren Bild bezieht sich auf die Leistung zwei verschiedener verschiebbarer Lasten mit vereinfachten Profilen, wobei eine um 5:45 Uhr und die andere um 13:45 Uhr gestartet werden soll.

Um die Ergebnisse besser einordnen zu können, wurden drei Szenarien untersucht: (1) keine Gemeinschaft, (2) Gemeinschaft ohne Optimierung, (3) optimierte Gemeinschaft.

|  |  |
| --- | --- |
| Scenario (1 day) | Total Costs in € |
| no community | **12.83** |
| community without optimization | **7.29** |
| optimized community | **5.49** |

Mit den angenommenen Tarifen würde eine einfache Energiegemeinschaft die Gesamtkosten um 43 % senken, während durch die Optimierung eine Energiekostensenkung von 57 % erreicht wird. Obwohl diese ersten Ergebnisse noch unzureichend für allgemeine Aussagen sind und nur für die angenommene Energiegemeinschaft gelten, scheint das Potenzial des gewählten Ansatzes für die Lastverschiebung innerhalb von Energiegemeinschaften vielversprechend.

Diese Arbeit wurde im Zuge des Projektes „serve‑U“ (FFG Nr. 881164) vom Klima- und Energiefonds gefördert.

Literatur

[1] S. Sharda, M. Singh, and K. Sharma, “Demand side management through load shifting in IoT based HEMS: Overview, challenges and opportunities,” Sustain. Cities Soc., vol. 65, p. 102517, Feb. 2021, doi: 10.1016/j.scs.2020.102517.

1. Jungautor [↑](#footnote-ref-1)
2. Roseggerstraße 15, 4600 Wels, +43 664 804 844 6914, lukas.gaisberger@fh-wels.at, [asic.at](http://www.asic.at/) [↑](#footnote-ref-2)