

SIMULATIVE ANALYSE DER POTENZIELLEN ENERGIEFLEXIBILITÄTEN VON EINZELHAUSHALTEN

Julian GUGENEDER¹, Christoph MUCK², Gerald STEINMAURER³, Armin
VEICHTLBAUER⁴

Zielsetzung

Einzelhaushalte beherbergen große Potenziale an Energieflexibilitäten, welche mit schon vorhandenen Geräten wie Wärmepumpe, elektrischer Energiespeicher, Photovoltaikanlage oder einer Ladestation in Haushalten nutzbar gemacht werden können [1, 2, 3, 4].

Zielsetzung des vorliegenden Forschungsvorhabens ist es, diese Flexibilitätspotenziale im Hinblick auf Leistungsbegrenzungen und zeitliche Vorgaben für die betrachteten Geräte zu untersuchen. Weiter wird evaluiert, inwieweit diese Flexibilitäten genutzt werden können, um Flexibilitätsanforderungen von Verteilnetzbetreibern (DSOs) zu erfüllen oder um Eigenverbrauchsoptimierung im Einzelhaushalt zu bewerkstelligen. Dabei werden die Vorgaben des DSOs durch die folgenden Use-Cases repräsentiert:

- Net Price High (1)
- Net Price Low (-1)
- Flex Up (2)
- Flex Down (-2)
- Standby (0)

Die "Net Price" Use-Cases werden bei entsprechender Preisindikation aktiviert, um vorab priorisierte Potenziale nutzbar zu machen. Befindet sich das Energieversorgungsnetz in einer stärkeren Schiefelage, so versucht der DSO mittel Vorgabe der „Flex“ Use-Cases gegenzusteuern. In diesem Fall ändern sich die Rahmenbedingungen sowie die Priorisierung innerhalb des Haushaltes. Abschließend wird die Möglichkeit der Nichtteilnahme offeriert, welcher durch den Use-Case „Standby“ abgebildet ist.

Umsetzung

Begründet durch die hohe Variabilität an Herstellern ist es unumgänglich, einheitliche Schnittstellen für die Ansteuerung der Geräte zu identifizieren. Durch diese Abstraktion ist es möglich, „logische Geräte“ zu definieren und diese mit einem einheitlichen Regelalgorithmus anzusprechen.

Um die Validität des verwendeten Regelalgorithmus sicherstellen zu können, wurden zunächst Simulationen durchgeführt. Dazu wurden ein Regler und ein Simulator implementiert, die über eine definierte Schnittstelle auf Basis des verbreiteten IoT Protokolls MQTT miteinander sensorische und aktorische Werte austauschen. Bei Überführung in das Realsystem müssen lediglich die jeweiligen Kommunikationsschnittstellen für die realen Geräte angepasst werden.

Für die Simulationen werden die Vorgaben an den betrachteten Haushalt in die genannten Use-Cases übersetzt. Jeder Use-Case zieht dabei in Abhängigkeit der gemessenen Sensorwerte vorgeschriebene Aktionen nach sich, die durch den Regelalgorithmus definiert werden. Die Ergebnisse der Simulation und die verwendeten Daten werden in einer Datenbank (Influx DB) abgespeichert und mittels GRAFANA visualisiert.

¹ Fachhochschule Oberösterreich, Campus Wels, Ringstraße 43a, A-4600 Wels, Tel.: +43 5 0804 46924, Email: Julian.Gugeneder@fh-wels.at, Web: <https://www.fh-ooe.at/>

² Fachhochschule Oberösterreich, Campus Hagenberg, Softwarepark 11, A-4232 Hagenberg, Email: Christoph.Muck@fh-hagenberg.at, Web: <https://www.fh-ooe.at/>

³ Fachhochschule Oberösterreich, Campus Wels, Ringstraße 43a, A-4600 Wels, Tel.: +43 5 0804 46910, Email: Gerald.Steinmaurer@fh-wels.at, Web: <https://www.fh-ooe.at/>

⁴ Fachhochschule Oberösterreich, Campus Hagenberg, Softwarepark 11, A-4232 Hagenberg, T: +43 5 0804 22825, Email: Armin.Veichtlbauer@fh-hagenberg.at, Web: <https://www.fh-ooe.at/>

Ergebnisse

Bei den nachfolgenden Ergebnissen handelt es sich um exemplarische Ausschnitte. Stellvertretend wird hier die (Ent-)Ladekurve des elektrischen Speichers, ersichtlich in Abbildung 2, in Abhängigkeit des vorherrschenden und zeitlich veränderlichen Use-Cases, siehe Abbildung 1, abgebildet. Wie man Abbildung 2 entnehmen kann, beginnt der Speicher um 20:00 Uhr mit der Ladung, da zu diesem Zeitpunkt der Use-Case „Net Price Low“ vorherrscht. Der Speicher wird bis zum Erreichen von definierten Speichergrenzen geladen, und verharrt anschließend in dieser Position, bis die Anforderung der Entladung (Net Price High, 04:00 Uhr) gestellt wird. Die zeitlichen Verläufe der restlichen Geräte haben alle gemein, dass sie vom aktuellen Use-Case abhängen und sich dementsprechend verhalten.

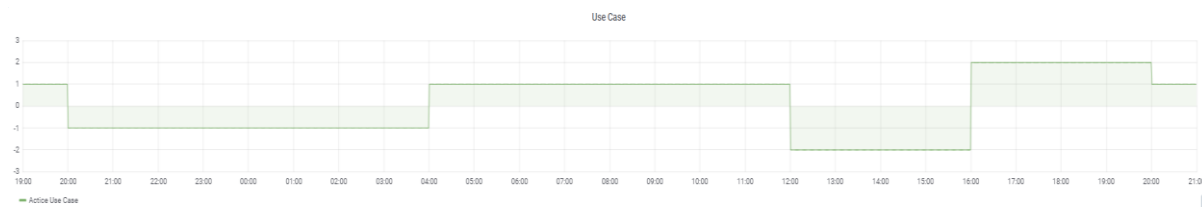


Abbildung 1: Zeitlicher Verlauf der Use-Cases

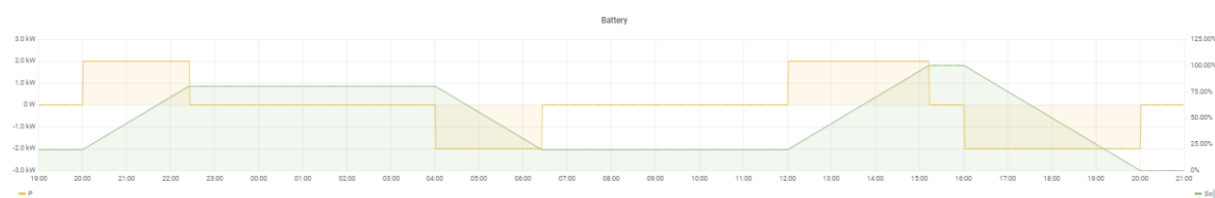


Abbildung 2: Zeitlicher Verlauf der Ladeleistung und des SOC der Batterie

Ausblick

Die soeben beschriebene Simulation bildet die Grundlage für die weitere Vorgehensweise. Im weiteren Verlauf sollen folgende Eskalationsstufen erreicht werden:

- 1) Transfer und Validierung des Regelalgorithmus anhand des realen Systems (lokale Nutzung des elektrischen Speichers)
- 2) Hinzufügen mehrerer Haushalte und Implementierung der Regelung, um lokalen Energieaustausch zu ermöglichen
- 3) Erweiterungen um einen Quartierspeicher, welcher durch alle beteiligten Haushalte genutzt werden kann
- 4) Optimierung der Energiegemeinschaft (regionale Nutzung des elektrischen Speichers)

Danksagung

Die vorgestellte Arbeit wurde im Rahmen des Projektes „Urbane Speichercluster Südburgenland“ ausgearbeitet. Dieses Projekt wird durch den österreichischen Klima- und Energiefonds finanziell unterstützt und im Rahmen der Initiative Smart Cities Demo durchgeführt. (FFG Projektnummer 858896)

Referenzen

- [1] Bhattarai u. a., „Demand Flexibility from Residential Heat Pump“, 2014 IEEE PES General Meeting, pp. 1-5, 2014.
- [2] Le Dréau und Heiselberg, „Energy Flexibility of Residential Buildings Using Short Term Heat Storage in the Thermal Mass“, Energy, vol. 111, pp. 991-1002, Sept. 2016.
- [3] Gottwalt u. a., „Modeling and Valuation of Residential Demand Flexibility for Renewable Energy Integration“, IEEE Transactions on Smart Grid, vol. 8, no. 6, pp. 2565-2574, Nov. 2017.
- [4] Georges u. a., „Analysis of the flexibility of Belgian Residential Buildings Equipped with Heat Pumps and Thermal Energy Storages“, Proceedings of CLIMA2016 Conference, 2016.