

AGGREGATION DER FLEXIBILITÄT VON WÄRMEPUMPEN IN ÖSTERREICH

Lukas LEIMGRUBER¹, Tara ESTERL¹, Tarik FERHATBEGOVIC¹,
Andreas ZOTTL¹, Martin KROTTENTHALER², Bertram WEISS²

Inhalt

Haushalte besitzen theoretisch ein riesiges, doch bis jetzt eher ungenutztes Potential für Flexibilisierungsmaßnahmen der elektrischen Nachfrage. Dabei ist jedoch zu beachten, dass die Aggregation von vielen, verhältnismäßig kleinen elektrischen Anlagen im kW-Bereich aus technischer Sicht durchaus herausfordernd ist.

Diese Studie befasst sich mit einer Potentialabschätzung für die Aggregation thermischer Lasten in Österreich, in diesem konkreten Fall: Wärmepumpen mit thermischen Speichersystemen. Als Speicher dienen sowohl Wasserspeicher für Heizung und Brauchwasser als auch die thermische Trägheit der Gebäudehülle. Die Last der Wärmepumpe kann, unter Einhaltung technischer Parameter und Komfortgrenzen der Bewohner, in gewissem Ausmaß auf vorteilhaftere Zeitpunkte verschoben werden. Die daraus resultierende Flexibilität, ermöglicht auf Preissignale an Elektrizitätsmärkten zu reagieren, idealerweise ohne Nachteil aus Kundensicht. Doch Pooling Konzepte müssen für alle involvierten Parteien, also sowohl für Aggregator als auch Kunden lukrativ sein. Nur wenn ein Mehrwert auf Aggregator- und Kunden-Seite erreicht wird, sind Pooling Konzepte umsetzbar. Diese Studie entstand im Rahmen des Forschungsprojekts „iWPP-flex“ in Kooperation mit Verbund Solutions am Austrian Institute of Technology (AIT). Finanziert wird das Projekt dankenswerterweise von der österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft (FFG).

Methode

Marktanalyse

Basis dieser Arbeit ist eine Marktanalyse über den Wärmepumpenmarkt in Österreich. Dabei werden das Marktpotential von Wärmepumpen und die verschiedenen technischen Systeme erhoben. Für eine groß angelegte Aggregation mehrerer tausend Anlagen, werden typische Anlagen und Gebäude Kombination zu homogenen Gruppen zusammengefasst. Die verschiedenen Typologien dienen dann als Input für eine anschließende Simulation.

Simulation

Als nächstes werden die Anlagen aggregiert und mittels gemischt-ganzzahliger linearer Programmierung (GGLP) modelliert, um ihre Performance auf Elektrizitätsmärkten zu untersuchen. Dabei werden Energie- und Leistungsmärkte näher betrachtet. Die Herausforderung liegt in einer angemessenen Co-Simulation des thermischen Systems (Wärmepumpe, Heizung, Gebäude) einerseits und Märkten andererseits. Das Simulationstool generiert aus Markt-Sicht optimale Fahrpläne für den Wärmepumpen-Pool, wobei technische Nebenbedingungen der Anlagen als auch vom Nutzer definierte Komfortgrenzen unbedingt eingehalten werden müssen. Die Markt-Optimierung minimiert die Kosten des Wärmepumpen Betriebs unter Ausnutzung weiterer Erlösmöglichkeiten durchs Pooling.

Vereinfacht kann das Problem folgendermaßen formuliert werden:

$$\min z = \sum_{t=1}^T \text{Kosten}_t^{\text{Energemarkt}} - \text{Erlöse}_t^{\text{Leistungsmarkt}}$$

So, dass:

- Teilnahmebedingungen der Märkte (Angebotsblöcke, Gebotsgrößen etc.),
- und thermische Nebenbedingungen (Betriebsbereich, Temperaturen, Komfort-Bereiche etc.) eingehalten werden.

¹ Austrian Institute of Technology, Giefinggasse 2, Tel.: +43 664 8157810, Fax: +43 50550-6390, lukas.leimgruber.fl@ait.ac.at, www.ait.ac.at

² Verbund Solutions GmbH, Europaplatz 2, Tel.: +43 50313-52888, martin.krottenthaler@verbund.com, www.verbund.com

Um die thermischen Zusammenhänge des komplexen Systems, bestehend aus Wärmepumpe, Heizungssystem und Gebäude, zu beschreiben, wurde ein Zustandsraummodell erstellt. Dieses verarbeitet die verschiedenen Eingangssignale wie Wärmestrom aus Wärmepumpe, Umgebungstemperatur, interne Gewinne etc. und beschreibt die Änderung der Zustandsgrößen, wie Temperaturen im Speicher bzw. im Wohnraum. Solange die Temperaturen in definierten Bereichen liegen, kann die Flexibilität zur Vermarktung genutzt werden. Die Herausforderung hier liegt darin ein hinreichend genaues thermisches Modell zu implementieren, das sich für Co-Simulationen mit der wirtschaftlichen Sicht kombinieren lässt. In diesem Zusammenhang wird auch ein technisches Konzept ausgearbeitet, um Signale zwischen Aggregator und den einzelnen Anlagen zu ermöglichen.

Ergebnis

Die Ergebnisse werden als wichtiger Input für ein anschließend geplantes Demo-Projekt angesehen, in dem die entwickelten Konzepte umgesetzt und getestet werden sollen.

Diese umfassen:

- Typische Kombinationen von Wärmepumpe, Heizungssystemen und Gebäuden in Österreich
- Aggregation zu einem Wärmepumpenpool
- Simulationstool, um die Vermarktung des Pools, unter Einhaltung thermischer Nebenbedingungen, zu ermöglichen
- Erstellung eines technischen Konzepts für das Pooling
- Erste Ergebnisse den Energiemarkt betreffend

Referenzen

- [1] Pfaffen S., Werlen K., Koch S., Evaluation of Business Models for the Economic Exploitation of Flexible Thermal Loads, IEEE, 2013.
- [2] Pfaffen S., Werlen K., WARMup – Optimale Verwertung der Flexibilität von thermischen Speichern, Schlussbericht, 2013.
- [3] Koch S., Zima M, Andersson G., Potentials and Applications of Coordinated Groups of Thermal Household Appliances for Power System Control Purposes, Conference paper IEEE Xplore, 2009.