

# Dynamische Tarife unter Berücksichtigung des Nutzerverhaltens: Auswirkungen auf das Verteilnetz

Integrierte Netze der Zukunft

Judith STUTE<sup>1(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Fraunhofer Einrichtung für Energieinfrastrukturen und Geothermie IEG

## Motivation und zentrale Fragestellung

In den kommenden Jahren werden Technologien wie Wärmepumpen und Elektrofahrzeuge die Belastung der Stromverteilnetze in Deutschland deutlich erhöhen [1, 2].

Die Anreizsetzung zur Flexibilisierung der Verbraucher durch dynamische Strompreiskomponenten ("dynamische Tarife") ist ein vielversprechender Weg, diesem zu begegnen: Das Verteilnetz wird effizienter genutzt, ein Netzausbau kann verzögert oder vermieden werden [3 - 5].

Energieversorger bieten bereits heute vereinzelt dynamische Tarife für Haushaltskunden an. Die dynamischen Tarife reichen dabei von zweistufigen Time-of-Use-Tarifen, bis hin zu Tarifen, die auf dem Day-Ahead-Spotmarktpreis basieren. Mit voranschreitendem Rollout von intelligenten Messsystemen (iMSys) und immer besseren Möglichkeiten von Heimenergiemanagementsystemen (HEMS) können dynamische Tarife zukünftig in größerem Ausmaß angeboten und genutzt werden. Welche dynamischen Tarife genutzt werden, hängt dabei stark vom Entscheidungsverhalten der Haushaltskunden ab.

Es ergeben sich die folgenden Forschungsfragen:

- Welche Auswirkungen haben dynamische Tarife auf das Verteilnetz und auf Haushaltskunden?
- Können dynamische Tarife unter Berücksichtigung des Nutzerverhaltens die Spitzenlast reduzieren, die Lastvarianz verringern und somit netzdienlich sein?

## Methodische Vorgangsweise

Zur Abbildung der Reaktion von Haushaltskunden auf dynamische Tarife wird das Modell „EVaTar-Grid“ („Efficient Variable Tariffs in Distribution Grids“) genutzt. Das Modell ermöglicht die Simulation von unflexiblen und flexiblen Lastanteilen in Haushalten und bildet den Einsatz eines EMS ab, welches die Strombezugskosten des Haushalts minimiert. Dazu erfolgt eine Optimierung, welche die unflexible Nachfrage, den Betrieb von Batteriespeichern und das Demand Response von Elektrofahrzeugen und Wärmepumpen integriert. Zusätzlich wird das Entscheidungsverhalten der Haushaltskunden bzgl. der Wahl des Stromtarifs abgebildet.

Des Weiteren besteht über eine Kopplung mit dem Open-Source Modell pandapower<sup>2</sup> die Möglichkeit, Lastflussrechnungen von elektrischen Niederspannungsnetzen durchzuführen, um den Einfluss der durch dynamische Tarife geänderten Lastsituationen auf die Belastung der Verteilnetze abzubilden.

<sup>1</sup> Jungautorin, Breslauer Straße 48, 76139 Karlsruhe, Deutschland, +49 721-6809-120, judith.stute@ieg.fraunhofer.de, <http://www.ieg.fraunhofer.de>, (gegebenenfalls vor Kontaktangaben „Jungautor“ angeben)

<sup>2</sup> [pandapower - pandapower](#)

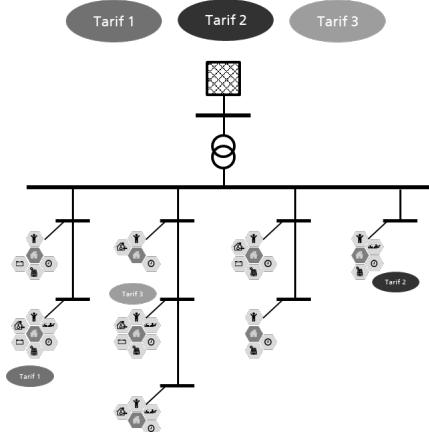


Abbildung 1: Schematische Darstellung des verwendeten Modells; Haushalte mit unterschiedlichen Technologieoptionen innerhalb eines Netzgebietes können aus verschiedenen dynamischen Tarifen wählen

Für die Netzbetrachtungen wird ein vorstädtisches Niederspannungsnetz definiert, in welchem über verschiedene gewählte Szenarien Haushalte mit verschiedenen Technologieoptionen (Elektrofahrzeuge, Wärmepumpen, PV-Batteriespeichersysteme, PV-Aufdachanlagen) verortet werden. Verwendet werden dabei u. a. real gemessene Haushaltslastgänge sowie anhand von sozio-demographischen Kriterien zugeordnete individuelle Fahrprofile für Elektrofahrzeuge. Für das betrachtete Niederspannungsnetz werden den Haushaltkunden verschiedene dynamische Tarife angeboten und es folgt die Entscheidung für einen der Tarife für jeden Haushalt. Anschließend werden die Auswirkungen auf die Lastgänge der Haushalte sowie auf die Belastung des Verteilnetzes anhand von relevanten KPIs analysiert.

## Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Es zeigt sich, dass – bei vorhandenen dynamischen Tarifen – der Einsatz eines HEMS die Strombeschaffungskosten für Haushalte reduzieren kann. Durch die untersuchten dynamischen Tarife kann die Spitzenlast der Haushalte im Schnitt nicht reduziert werden. Durch die durch das Entscheidungsverhalten implementierte Heterogenität der Stromtarife im untersuchten Netzgebiet kann in den betrachteten Szenarien in den meisten Fällen die Netzbelastrung gesenkt werden.

Es kann gezeigt werden, dass dynamische Tarife durchaus einen positiven Einfluss sowohl auf das Verteilnetz, als auch auf die Strombeschaffungskosten der Haushaltkunden haben können. Als wichtiger Punkt zeigt sich dabei das Angebot unterschiedlicher dynamischer Tarife, um das Entstehen von Lastspitzen (sog. Lawineneffekte) innerhalb eines Netzgebietes zu vermeiden.

## Literatur

- [1] Lan L.: Einfluss der privaten Elektrofahrzeuge auf Mittel- und Niederspannungsnetze. Darmstadt, Technische Universität Darmstadt, Dissertation, 2017
- [2] Samweber, F.: Systematischer Vergleich Netzaufbaumaßnahmen zur Integration elektrischer Wärmeerzeuger und Fahrzeuge in Niederspannungsnetze. München, Technische Universität München, Dissertation, 2018
- [3] Venkatesan, N.; Solanki, J.; Solanki, S. K.: Demand response model and its effects on voltage profile of a distribution system. In: 2011 IEEE Power and Energy Society General Meeting, IEEE, 2011. – ISBN 978-1-4577-1000-1, S. 1–7
- [4] Hillemacher, L.: Lastmanagement mittels dynamischer Strompreissignale bei Haushaltkunden. Karlsruhe, Karlsruher Institut für Technologie, Dissertation, 2014
- [5] Saele, H.; Grande, O. S.: Demand Response from Household Customers: Experiences From a Pilot Study in Norway. In: IEEE Transactions on Smart Grid 2 (2011), Nr. 1, S. 102–109. <http://dx.doi.org/10.1109/TSG.2010.2104165>. – DOI 10.1109/TSG.2010.2104165. – ISSN 1949–3053