

Fortschreibung gewerblicher Lastprofile und Quantifizierung regionalisierter Lastflexibilisierungspotenziale

Energie in Gebäuden - Demand Response im Wärme- und Kühlbereich
Stephan Seim⁽¹⁾, Till Böckmann⁽¹⁾, Johannes Kochems⁽¹⁾, Joachim Müller-Kirchenbauer⁽¹⁾

⁽¹⁾ Fachgebiet Energie- und Ressourcenmanagement, Technische Universität Berlin

Motivation und zentrale Fragestellung

Um die fluktuierende Erzeugung aus erneuerbaren Energien effizient zu nutzen und die Versorgungssicherheit zu gewährleisten, müssen potenzielle Ungleichgewichte zwischen Angebot und Nachfrage abgemildert werden. Eine vielversprechende und kosteneffiziente Option stellt die Lastflexibilisierung dar [1], [2]. Insbesondere im Sektor GHD weist die Studienlage jedoch Forschungslücken bezüglich technischer Lastflexibilisierungspotenziale auf [3]. Im vorliegenden Artikel wird ein Vorgehen vorgestellt, mit dem im ersten Schritt kürzlich veröffentlichte technologiespezifische Bottom-Up Lastprofile des Sektors GHD in Deutschland szenarienbasiert in das Jahr 2035 fortgeschrieben sowie im zweiten Schritt technische Lastflexibilisierungspotenziale in räumlich und zeitlich hoher Auflösung für die Jahre 2018 und 2035 bestimmt werden.

Methodische Vorgangsweise

Das methodische Vorgehen des vorliegenden Artikels setzt sich aus zwei Modulen zusammen: die Fortschreibung der Lastprofile im ersten sowie die Quantifizierung von Lastflexibilisierungspotenziale im zweiten Modul.

Im ersten Modul werden die entwickelten branchen- und technologiespezifischen Lastprofile mittels Szenarioanalyse in das Jahr 2035 fortgeschrieben. Durch bestehende Energieverbrauchsszenarien aus [4] können zukünftige Anteile einzelner Querschnittstechnologien an der Gesamtlast geschätzt und damit die technologiespezifischen Lastprofile angepasst werden. Dabei werden Energieeffizienzsteigerungen, wirtschaftliche Entwicklungen sowie Energiebezugsflächen und Beschäftigtenzahlen berücksichtigt.

Im zweiten Modul werden technische Lastflexibilisierungspotenziale mittels fortgeschriebener Lastprofile in Verbindung mit Literaturangaben zu Verfügbarkeiten, Maximallasten sowie Verschiebedauern entwickelt. In der modelltechnischen Umsetzung der Potenzialabschätzung folgt dieser Artikel dem Ansatz nach [5], in dem Lastflexibilisierungspotenziale als Energiespeicher modelliert werden. Dadurch kann das Potenzial zeitlich und technologisch hochauflöst dargestellt werden. Zu jedem Viertelstundenabschnitt t der Jahre 2018 sowie 2035 kann je Querschnittstechnologie q und Branche das Lasterhöhungspotenzial $P_{max}^q(t)$, das Lastverringerungspotenzial $P_{min}^q(t)$ sowie die Potenziale verschiebbarer Energiemengen $E_{max}^q(t)$ und $E_{min}^q(t)$ ermittelt und dargestellt werden.

Im Unterschied zu vorangegangenen Studien verwendet die vorliegende Analyse branchen- und technologiespezifische Lastprofile, die an aktuellen Branchenlastprofilen validiert wurden [6]. Zudem wurden Lastflexibilisierungspotenziale in hoher zeitlicher Auflösung mit saisonalen Restriktionen betrachtet, was zu einer realistischeren und genaueren Einschätzung verfügbarer Potenziale führt [3].

Ergebnisse und Schlussfolgerungen

In der Fortschreibung branchen- und technologiespezifischer Lastprofile (erstes Modul) konnten kleine bis signifikante Änderungen der Lastprofile einzelner Branchen identifiziert werden. Diese Veränderungen gehen zurück auf die antizipierte Verbrauchssteigerung einzelner Technologien (insbesondere IKT) bei Verbrauchsrückgang anderer Technologien (insbesondere Beleuchtung) und gleichzeitigem Technologiewechsel (von Nachtspeicherheizungen auf Wärmepumpen). Es zeigte sich, dass insbesondere im Handel zukünftig ausgeprägtere Lastspitzen zu erwarten sind. Zudem zeigte sich im Bereich der Krankenhäuser ein in beiden Szenarien gesteigerter zukünftiger Stromverbrauch.

¹ Gerhardtstraße 3, 10557 Berlin, +49 163 7322291, stephan.seim@posteo.de, www.er.tu-berlin.de/menue/ueber_uns/mitarbeiterinnen/externe_doktoranden_und_lehrbeauftragte/stephan_seim/

Im zweiten Modul konnten große technische Lastflexibilisierungspotenziale für die Jahre 2018 und 2035 in hoher zeitlicher und räumlicher Auflösung ermittelt werden, die ausschnittsweise in Abbildung 1 dargestellt sind.

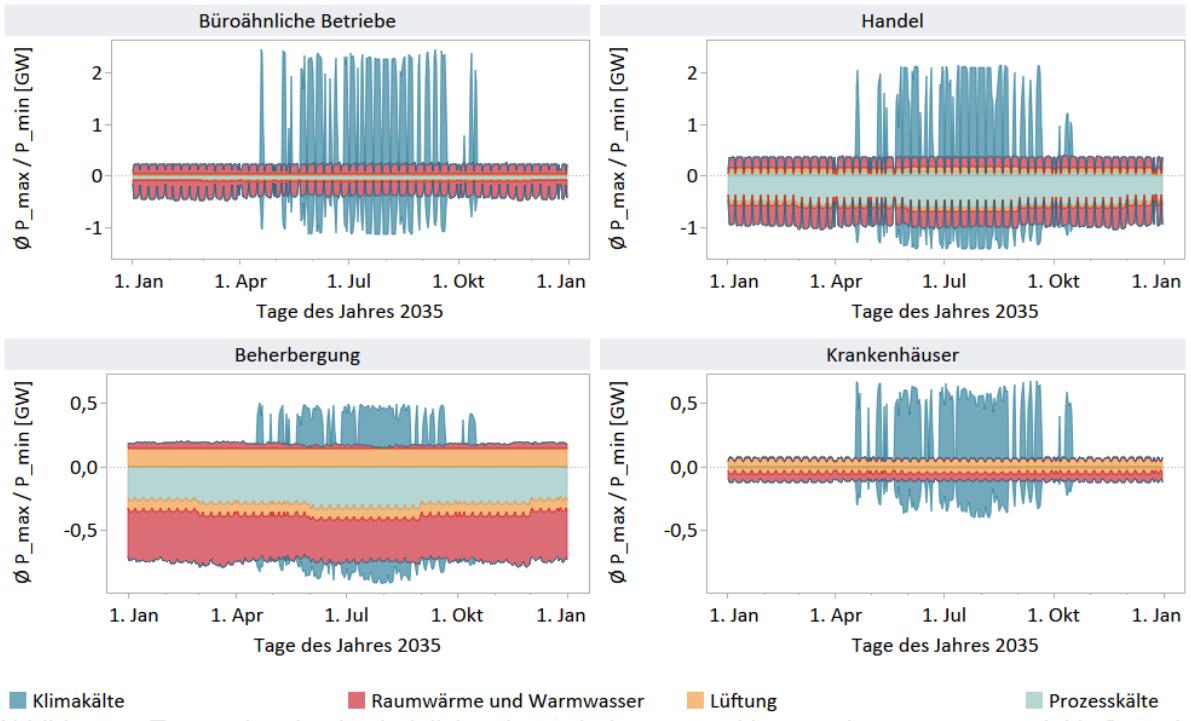


Abbildung 1: Tageweise durchschnittliches Lasterhöhung- und Lastverringerungspotenzial je Branche und Technologie des Jahres 2035 im Basisszenario

Über alle Szenarien hinweg bieten Klimakälte branchenübergreifend hohe Potenziale hinsichtlich schaltbarer Lasten. Die Klimakälte unterliegt dagegen starken tageszeitlichen und saisonalen Schwankungen. Raumwärme und Warmwasser haben aufgrund hoher Verschiebedauern zudem immense Potenziale verschiebbbarer Energiemengen. Aber auch Raumwärme und Warmwasser schwanken in den meisten Branchen tageszeitlich und leicht saisonal.

Während die hohe zeitliche Auflösung der Lastflexibilisierungspotenziale genauere und realistischere Potenzialabschätzungen gegenüber der bestehenden Literatur liefert, kann die Regionalisierung dieser Lastflexibilisierungspotenziale auf Landkreisebene in Deutschland (vgl. Abbildung 2) in zukünftigen Untersuchungen dabei helfen, lokale Netzengpässe zu reduzieren, und damit eine wirtschaftliche Alternative für Netzausbauvorhaben oder Kurzzeitspeicher bilden [7], [8].

sowie Raumwärme und Warmwasser

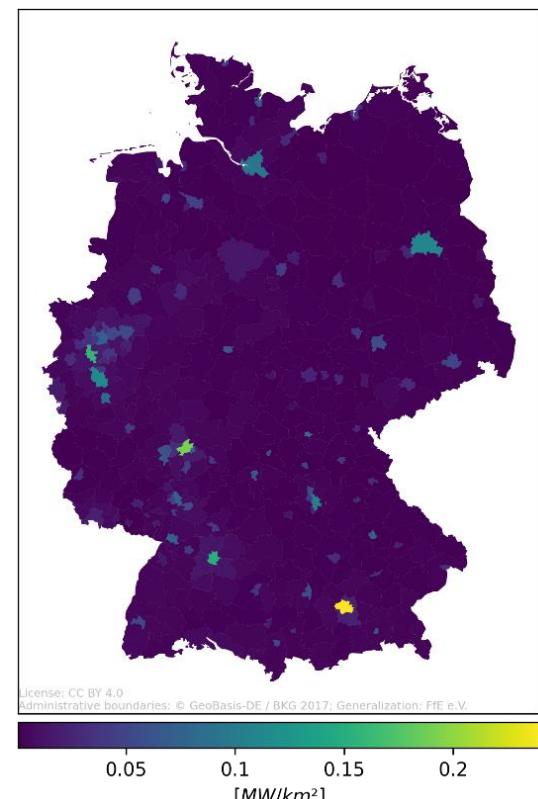


Abbildung 2: Durchschnittliches Lasterhöhungspotenzial (Pmax) je Landkreis des Basisszenarios, Abbildung erstellt mithilfe von [4]

Literatur

- [1] D. Fürstenwerth und L. Waldmann, „Stromspeicher in der Energiewende - Untersuchung zum Bedarf an neuen Stromspeichern in Deutschland für den Erzeugungsausgleich, Systemdienstleistungen und im Verteilnetz“, Agora Energiewende, Berlin, 2014. [Online]. Verfügbar unter: https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2013/speicher-in-der-energiewende/Agora_Speicherstudie_Web.pdf.
- [2] „Demand-side flexibility for power sector transformation“, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, 2019. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.irena.org/publications/2019/Dec/Demand-side-flexibility-for-power-sector-transformation>.
- [3] J. Kochems, „Lastflexibilisierungspotenziale in Deutschland - Bestandsaufnahme und Entwicklungsprojektionen“, Graz/Austria, 14.02 2020, S. 21, [Online]. Verfügbar unter: https://www.tugraz.at/fileadmin/user_upload/tugrazExternal/4778f047-2e50-4e9e-b72d-e5af373f95a4/files/lf/Session_E5/553_LF_Kochems.pdf.
- [4] B. Pfluger, B. Tersteegen, und B. Franke, „Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems in Deutschland - Modul 3: Referenzszenario und Basisszenario“, Fraunhofer ISI; Consentec GmbH; ifeu, Karlsruhe, Aachen, Heidelberg, Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie, 2017. Zugegriffen: Feb. 22, 2021. [Online]. Verfügbar unter: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/B/berichtsmodul-3-referenzszenario-und-basisszenario.pdf?__blob=publicationFile&v=4.
- [5] D. Kleinhans, „Towards a systematic characterization of the potential of demand side management“, *arXiv:1401.4121 [physics]*, Jan. 2014, Zugegriffen: Feb. 23, 2021. [Online]. Verfügbar unter: <http://arxiv.org/abs/1401.4121>.
- [6] S. Seim, D. Ruedt, Q. Wu, M. Held, P. Verwiebe, und J. Mueller-Kirchenbauer, „Regression-based electricity load profiles of 32 industrial and commercial subsectors in Germany“, *ER Working Paper, Zenodo*, März 2021, doi: 10.5281/ZENODO.4576493.
- [7] W. Heitkoetter, B. U. Schyska, D. Schmidt, W. Medjroubi, T. Vogt, und C. Agert, „Assessment of the regionalised demand response potential in Germany using an open source tool and dataset“, *arXiv:2009.05122 [physics]*, Sep. 2020, Zugegriffen: März 05, 2021. [Online]. Verfügbar unter: <http://arxiv.org/abs/2009.05122>.
- [8] L. Hirth, I. Schlecht, C. Maurer, und B. Tersteegen, „Zusammenspiel von Markt und Netz im Stromsystem - Eine Systematisierung und Bewertung von Ausgestaltungen des Strommarkts“, Neon, Consentec, 2018. [Online]. Verfügbar unter: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Studien/zusammenspiel-von-markt-und-netz-im-stromsystem.pdf?__blob=publicationFile&v=10.