

LASTFLEXIBILISIERUNGSPOTENZIALE IN DEUTSCHLAND – BESTANDSAUFNAHME UND ENTWICKLUNGSPROJEKTIONEN

Johannes KOCHEMS¹

Inhalt

Die Energiewende geht mit einem zunehmendem Flexibilitätsbedarf zum Ausgleich schwankender Erzeugung aus fluktuierenden erneuerbaren Energien einher. [1] Die Flexibilisierung von geeigneten Lasten mittels Lastverschiebung bzw. Lastverzicht oder Lasterhöhung stellt eine Option zur Adressierung dieses Flexibilitätsbedarfs dar, die bislang im Schatten erzeugungsseitiger Flexibilisierung steht. Hinsichtlich der Charakteristika und des zur Verfügung stehenden Potenzials dieser Option besteht jedoch Forschungsbedarf. Ziel der Analysen ist es, aufbauend auf existierenden Forschungsarbeiten, z. B. [2]-[4], sowie eigenen Modellabschätzungen Aussagen über das technische und volkswirtschaftliche Lastflexibilisierungspotenzial in Deutschland zu entwickeln. Hierbei werden insbesondere die parametrischen Unsicherheiten der Potenzialabschätzung sowie zeitliche Einschränkungen und die Kosten der Lastflexibilisierung in den Fokus genommen.

Methodik

Zur Analyse technischer Potenziale für Lastflexibilisierung wird eine Metaanalyse existierender Forschungsarbeiten durchgeführt, in der sowohl das jeweilige methodische Vorgehen als auch die Potenzialergebnisse ausgewertet werden. Hierbei werden die zu analysierenden Publikationen nach den folgenden Kriterien ausgewählt:

- Betrachtungsregion: Die Publikationen fokussieren sich auf die Bundesrepublik Deutschland.
- Aktualität der Analysen: Die Publikationen sind nach 2005 veröffentlicht.
- Sektorale Abdeckung: Die Publikationen decken entweder einzelne Sektoren (Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen, Industrie) oder Gesamtdeutschland ab. Analysen zu Einzelanwendungen und -prozessen werden wegen der Ausrichtung der Arbeit nicht berücksichtigt.
- Potenzialbegriff und Datenverfügbarkeit: Es werden zumindest technische Potenziale ausgewiesen. Es sind Angaben zu mindestens einem der analysierten Parameter verfügbar.

Im Methodenvergleich wird eine detaillierte Klassifikation der grundlegenden methodischen Vorgehensweise der Publikationen vorgenommen und deren Betrachtungsumfang analysiert. Ferner werden zentrale Annahmen, die sich auf die Potenzialergebnisse auswirken, erfasst. Im Ergebnisvergleich werden für die analysierten Publikationen folgende Kennwerte auf Prozess- bzw. Anwendungsebene ausgewertet:

- Leistungsparameter: Für Lastverschiebung bzw. Lastverzicht oder Lasterhöhung zur Verfügung stehende Leistung sowie Mindest- und Maximalauslastung von Prozessen.
- Zeitparameter: Aktivierungsdauer, Schaltdauer, Verschiebedauer, Regenerationsdauer sowie zeitliche Verfügbarkeiten der Potenziale.
- Kostenparameter: spezifische Investitionsausgaben, variable Abrufkosten, fixe Kosten.

Anhand der ausgewiesenen Bandbreiten für die Kennwerte werden parametrische Unsicherheiten identifiziert. Aus den Ergebnissen der Metaanalyse zu technischen Lastflexibilisierungspotenzialen werden wiederum Parametrierungen für eine modellgestützte Analyse des volkswirtschaftlichen Lastflexibilisierungspotenzials abgeleitet. Hierzu kommt ein Fundamentalmodell des vortägigen Elektrizitätsmarkts zur Anwendung.

¹ Fachgebiet Energie- und Ressourcenmanagement, TU Berlin, Fraunhoferstr. 33, 10587 Berlin, +49 (0) 30 314-23297, kochems@tu-berlin.de, www.er.tu-berlin.de

Ergebnisse

Aus 70 Publikationen einer engeren Literaturliste wurden 30 den Auswahlkriterien entsprechende ausgewählt und ausgewertet. Methodisch kommen zumeist hybride Ansätze zum Einsatz, in denen Bottom-Up-Potenzialschätzungen für einzelne Prozesse bzw. Anwendungen mit aggregierten Top-Down-Informationen kombiniert werden. Als Datenquellen werden überwiegend existierende Literaturabschätzungen sowie Branchenstatistiken herangezogen. Umfragen und eigene Erhebungen werden seltener angewendet. Die Bezugsjahre der Datenbasen variieren. Es zeigt sich, dass in nahezu allen Publikationen umfangreiche Annahmen zur Schließung von Datenlücken getroffen werden. Annahmen werden überwiegend in Bezug auf die zeitliche Auslastung von Prozessen und Anwendungen sowie die zukünftig erwartete Durchdringung dieser getroffen. Ferner stellt sich heraus, dass der Betrachtungsumfang hinsichtlich der analysierten Prozesse und Anwendungen sowie der Detailtiefe variiert, was zu einer uneinheitlichen Klassifikation der Prozesse und Anwendungen führt. Vereinzelt werden pauschale Abschläge auf die Potenzialhöhe zur Berücksichtigung soziotechnischer Limitationen eingezogen. Eine Zitationsanalyse stellt heraus, dass erhebliche wechselseitige Einflüsse vorliegen und das Literaturspektrum nicht als unabhängig voneinander zu bewerten ist.

Im Ergebnis zeigt sich eine deutliche Schwankungsbreite hinsichtlich der ausgewiesenen technischen Potenziale. So ergeben sich für einzelne Prozesse und Anwendungen erhebliche Bandbreiten für die Potenzialschätzungen, d. h. für flexibilisierbare Leistungen, Zeitparameter und Kostenangaben. Beispielsweise werden für das Jahr 2020 für Kühl- und Gefriergeräte in Haushalten Lastverschiebungspotenziale von 30 bis 7.700 MW_{el} sowie Verschiebedauern von 0,25 bis 24 Stunden bei spezifischen Investitionsausgaben von 70 bis 312 €₂₀₁₈/kW_{el} ausgewiesen. Ferner besteht für einzelne Prozesse bzw. Anwendungen bereits Uneinigkeit darüber, ob ein Flexibilisierungspotenzial grundsätzlich gegeben ist. Dies trifft z. B. auf die Flexibilisierbarkeit von Papiermaschinen zu, welche in [4] infrage gestellt wird. Einschränkungen hinsichtlich der zeitlichen Verfügbarkeit der Potenziale werden in aktuelleren Publikationen detaillierter analysiert [5], [6], wobei sich Diskrepanzen feststellen lassen. Ein Ausblick hinsichtlich der zukünftigen Potenzialentwicklungen ist nur in einem Teil der ausgewerteten Untersuchungen enthalten, etwa in [6], [7]. Auch diesbezüglich sind Divergenzen beobachtbar.

Aus den Ergebnissen der Metaanalyse zur technischen Potenzialabschätzung werden Parametrierungen für Modellanalysen mit einem Fundamentalmodell des Strommarkts zur Bestimmung volkswirtschaftlicher Potenziale abgeleitet. Hierbei kommt eine speicherähnliche Modellierung von Lastverschiebungsmaßnahmen zum Einsatz, in der spezifische intertemporale Restriktionen berücksichtigt sind. Ferner werden die parametrischen Unsicherheiten der Potenzialhöhe durch die Ausgestaltung der analysierten Szenarien berücksichtigt. Weiterer Forschungsbedarf ergibt sich hinsichtlich der einzelwirtschaftlichen Attraktivität der volkswirtschaftlichen Potenziale.

Referenzen

- [1] G. Papaefthymiou, K. Grave und K. Dragoon, „Flexibility options in electricity systems“, Ecofys, Berlin, 2014.
- [2] M. Klobasa, „Dynamische Simulation eines Lastmanagements und Integration von Windenergie in ein Elektrizitätsnetz auf Landesebene unter regelungstechnischen und Kostengesichtspunkten“. Dissertation, ETH Zürich, 2007.
- [3] R. Apel et al., „Demand Side Integration: Lastverschiebungspotenziale in Deutschland (Gesamttext)“. Studie der Energietechnischen Gesellschaft im VDE (ETG), Frankfurt am Main, 2012.
- [4] M. Steurer, „Analyse von Demand Side Integration im Hinblick auf eine effiziente und umweltfreundliche Energieversorgung“. Dissertation, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER), Universität Stuttgart, 2017.
- [5] H. C. Gils, „Balancing of Intermittent Renewable Power Generation by Demand Response and Thermal Energy Storage“. Dissertation, Universität Stuttgart, 2015.
- [6] T. Ladwig, „Demand Side Management in Deutschland zur Systemintegration erneuerbarer Energien“. Dissertation, Technische Universität Dresden, 2018.
- [7] Y. Scholz et al., „Möglichkeiten und Grenzen des Lastausgleichs durch Energiespeicher, verschiebbare Lasten und stromgeführte KWK bei hohem Anteil fluktuierender erneuerbarer Stromerzeugung“, Studie im Auftrag des BMWi, DLR, Stuttgart, 2014.