

FLEXIBILITÄTSBEITRAG VERSCHIEDENER TECHNOLOGIEN IM DEUTSCHEN ENERGIESYSTEM BIS 2045

Jael SEPÚLVEDA SCHWEIGER^{1(*)}, Patrick JÜRGENS¹, Dr. Christoph KOST¹,
Nourelden GAAFAR^{1(*)}

Inhalt

Die Energiewende sorgt für einen Paradigmenwechsel von einem grundlastbasierten zu einem flexiblen Stromsystem [1]. Die zentralen Treiber für den zunehmenden Flexibilitätsbedarf sind die Stromerzeugung durch Wind und Sonne sowie die unflexible Stromnachfrage, die gedeckt werden muss. Ziel ist eine tiefgreifende Untersuchung der Flexibilitäten in Verbindung mit dem großflächigen Ausbau und Betrieb von Photovoltaik und Onshore- bzw. Offshore-Windkraftanlagen. So sollen für ein zukünftiges System in den Jahren 2030 und 2045 die Interaktionen zwischen den verschiedenen Technologien auf der Erzeugungs-, Energiespeicher- und Nachfrageseite ganzjährig auf stündlicher Basis analysiert werden.

Für kurzfristige Flexibilität können Batterien sowie Stromimporte und -exporte eingesetzt werden. Durch die Sektorenkopplung kann bei der Wärmebereitstellung ebenfalls ein erhebliches Lastmanagement erfolgen. Ein höherer Anteil an Flexibilität kann jedoch durch Stromaufnahme von Elektrolyseanlagen und Power-to-X-Technologien erfolgen. Während längerer Dunkelflauten können zudem flexible Backup-Gasturbinen eingesetzt werden, um die Versorgungssicherheit zu gewährleisten.

Methodik

Der stündliche Einsatz der Flexibilitäten im deutschen Energiesystem wird mit Hilfe des Modells REMod innerhalb eines Szenarios mit ausgewogenem Technologiemix untersucht [1]. Es wird die Korrelation zwischen Stromspeicher sowie Elektrolyseure und der Stromerzeugung durch Wind und Sonne sowie dem Strombedarf untersucht. Des Weiteren wird der stündliche Einsatz der Flexibilitätstechnologien in Verbindung mit der Stromerzeugung durch Wind und Sonne betrachtet und analysiert.

Neben dem Stromaustausch werden die Flexibilitäten in folgende Technologiegruppen unterschieden:

Tabelle 1: Betrachtete Technologiegruppen

Wärmeerzeugung	Stromspeicher	Power-to-X
Zentral (z.B. in Fernwärmenetzen), Dezentral (Heizungen in Gebäuden)	Mobile Batterien, stationäre Batterien, Pumpspeicherkraftwerke	Elektrolyseure, Power-to-Gas, Power-to-Fuel

Ergebnisse

Für den Flexibilitätseinsatz ist die Residuallast entscheidend, die als Differenz des zu deckenden Strombedarfs und der unflexiblen Stromerzeugung definiert ist. Es wird vorwiegend nachts und in Dunkelflauten zu wenig Strom durch die fluktuierenden erneuerbaren Energien bereitgestellt. Tagsüber wird vorwiegend durch Photovoltaikmodule und an windigen Tagen durch Windenergieanlagen Strom erzeugt, der den Strombedarf zu größtenteils decken kann und häufig im Sommer zu einem Stromüberschuss führt (s. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Da der Stromüberschuss weitaus höher ist als der Strommangel, werden die Flexibilitätsoptionen somit insbesondere für die Stromnutzung notwendig.

¹ Fraunhofer ISE, Heidenhofstraße 2, 79110 Freiburg, Tel +49 761 4588-0, Fax+49 761 4588-9000, <https://www.ise.fraunhofer.de/>

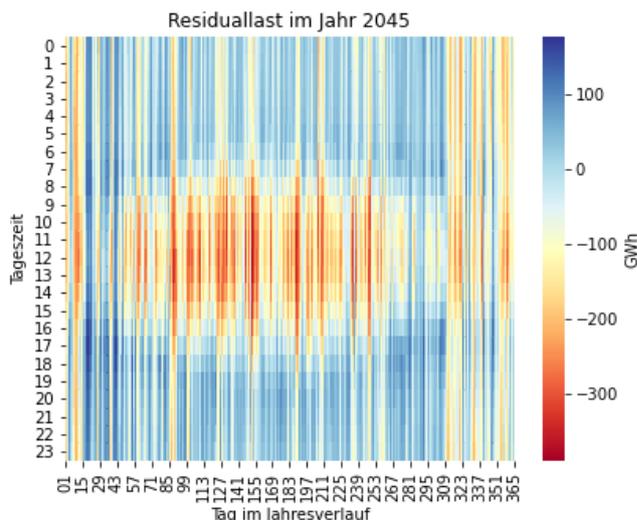


Abbildung 1: Stündlicher Jahresverlauf der Residuallast im Jahr 2045

Sämtliche untersuchten Technologien tragen in den Jahren 2030 und 2045 zur flexiblen Aufnahme des Überschussstroms bei (s. Abbildung 2). Nur der Einsatz dezentraler Wärmeversorgung ist dabei nicht saisonal. Zu beachten ist, dass vor allem der Einsatz der Power-to-X-Technologien im Jahr 2045 zunimmt. Zudem wird mehr Strom abgeregelt, da es nicht möglich ist diesen zu nutzen oder zu exportieren.

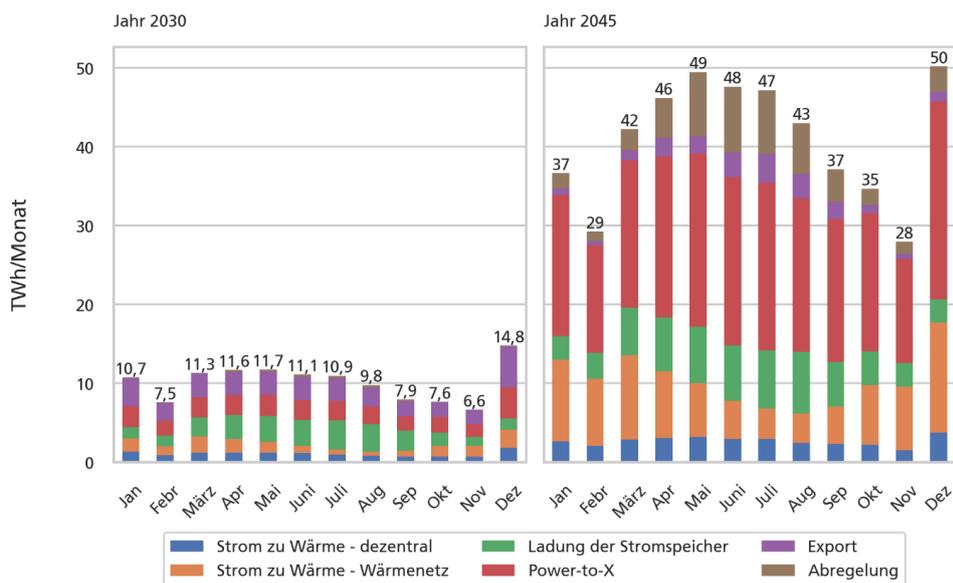


Abbildung 2: Monatlicher Flexibilitätseinsatz bei Stromüberschuss in den Jahre 2030 und 2045

In den kommenden Jahren sollte daher für eine größere Flexibilität die Kopplung von Wärmeanwendungen, Elektromobilität und Elektrolyse an die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien gestärkt werden.

Referenzen

- [1] Fraunhofer ISE, "Wege zu einem klimaneutralen Energiesystem: Die deutsche Energiewende im Kontext gesellschaftlicher Verhaltensweisen", Update November 2021: Klimaneutralität 2045, 2021.
- [2] G. Luderer et al., "Deutschland auf dem Weg zur Klimaneutralität 2045: Szenarien und Pfade im Modellvergleich," Ariadne-Report, Okt. 2021, <https://doi.org/10.48485/pik.2021.006>, (Aufgerufen: 8. Februar 2023).