

# EINBINDUNG ÜBERSCHÜSSIGER WINDENERGIE BEI DER ENERGIEVERSORGUNG VON WOHNQUARTIEREN: WINDSPITZENNUTZUNG UND DECKUNGSGRAD IN ABHÄNGIGKEIT VOM ARBEITS- PREIS

Mathias VOGEL\*, Tobias GOSCHIN\*, Robert FLASSIG<sup>1</sup>

## Motivation

Erneuerbare, CO<sub>2</sub>-freie Energie wird national und international zum Großteil durch Windkraft und Photovoltaik bereitgestellt. Dabei ist eine der größten Herausforderungen, Leistungs- und Lastspitzen zeitlich, räumlich und in der Amplitude zu synchronisieren. Gleichzeitig muss die Stabilität des Energieversorgungsnetzes gewährleistet werden. Typischerweise wird Überschussleistung aus Wind- und Sonnenkraft auf Basis des EEG abgeregelt und die entsprechenden Ausfallkosten erstattet. Dies steht jedoch im Widerspruch zu den nationalen und internationalen Klimazielen.

## Hintergrund und Inhalt

Frühere Studien haben die Nutzung überschüssiger Windenergie untersucht. Bareiß (2020) vergleicht die konventionelle Gebäudesanierung mit der Einführung von Power-to-Heat Technologien als Mittel zur Reduzierung der CO<sub>2</sub> – Emissionen im Wärmesektor. Die Arbeit zeigt, dass Regionen mit einem dominanten Anteil an überschüssiger Windenergie in Kombination mit Power-to-Heat dazu beitragen können, die CO<sub>2</sub> – Emissionen im kommunalen Wärmesektor stark zu reduzieren [1]. Liu et al. (2017) konzentrieren sich bei ihrer Arbeit auf die Ladekoordination von Elektrofahrzeugen aus überschüssiger Windenergie mit einem Doppeltarifsystem. Die Ergebnisse zeigen, dass die überschüssige Windenergie über einen langen Zeithorizont vollständig genutzt werden kann [2].

Ziel dieser Studie ist die Untersuchung der Energieversorgung von Wohnquartieren im urbanen Raum mit überschüssiger Windenergie in Abhängigkeit des Arbeitspreises. Dabei wurde ein bereits bestehendes Mehrfamilienhaus zeitdiskret und dynamisch modelliert. Das Modell berücksichtigt drei Stromtarife: den Netzbezug (0,298 € Arbeitspreis), einen Wärmepumpentarif (0,216 € Arbeitspreis) und einen Windspitzentarif. Dabei wird in Abhängigkeit des Windspitzentarifs die Windspitzenutzung, der Deckungsgrad und die Wirtschaftlichkeit mittels techno-ökonomischer Optimierung analysiert.

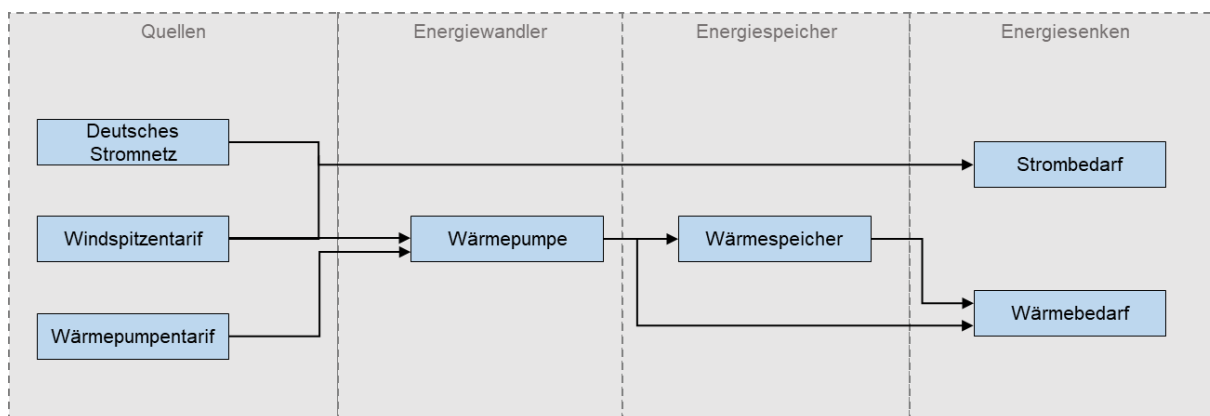


Abbildung 1: Energieflussschema des modellierten Energiesystems (Mehrfamilienhaus)

<sup>1</sup> Technische Hochschule Brandenburg, Magdeburger Str. 50, 14770 Brandenburg an der Havel, robert.flassig@th-brandenburg.de, +49 3381 355-377, <https://www.th-brandenburg.de/startseite/>

\* Nachwuchsautoren

## Methodik

Die vorliegende techno-ökonomische Analyse basiert auf einem Wärmelastprofil eines Mehrfamilienhauses am Standort Potsdam, Deutschland. Das Energiesystem wird im Open-Source-Framework FINE modelliert und optimiert [3]. Elemente des Modells sind Energiequellen, Wandlungstechnologien, Energiespeicher (Betonkernspeicher) und Energiesenken (siehe **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) [4]. Für ein gegebenes Windleistungsprofil wird in Abhängigkeit der abgeregelten Windleistung und des Windspitzenstroms eine Minimierung der jährlichen Gesamtkosten unter Berücksichtigung technischer und ökonomischer Nebenbedingungen durchgeführt.

## Ergebnisse

Die Ergebnisse sind bei einem Leistungsverhältnis von  $1 \text{ kW}_{\text{th}}:1000 \text{ kW}_{\text{el}}$  installierter Windleistung berechnet worden. Auf den Abszissen der Diagramme ist das Kostenverhältnis  $[\Pi]$  (Windspitzenentarif zu Netzstromtarif) abgebildet.

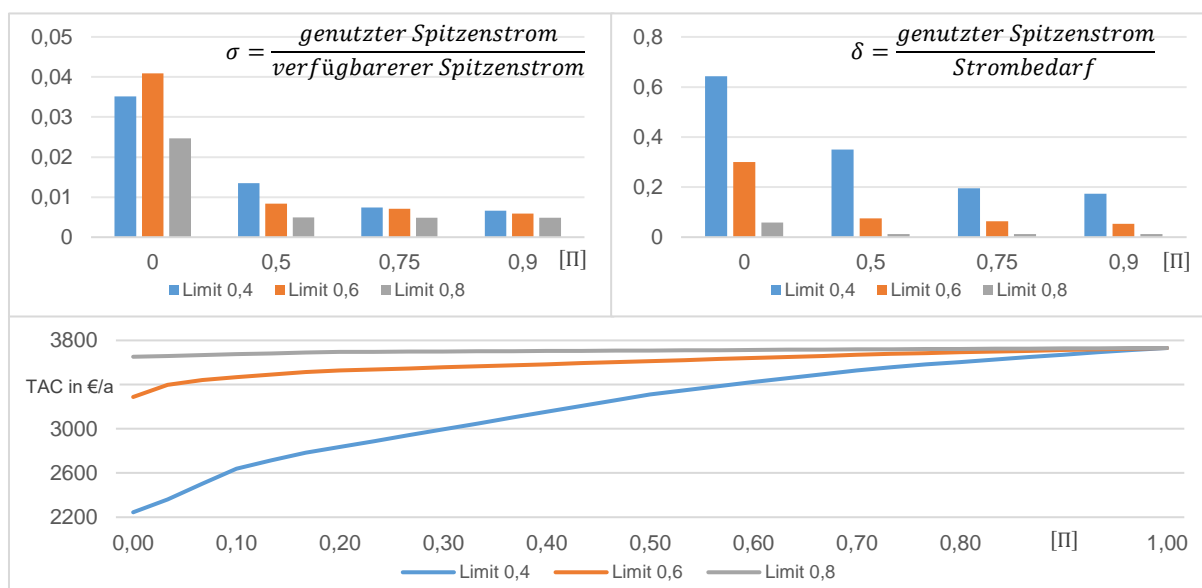


Abbildung 2: Spitzenverbrauch  $[\sigma]$  (l. o.), Deckungsgrad  $[\delta]$  (r. o.), jährliche Gesamtkosten (engl. Total Annual Cost, kurz: TAC, u.). Das Limit stellt die anteilige Kappung des Windprofils in Bezug auf die maximal installierte Windleistung dar. Ein Limit von 0,4 bedeutet, dass die oberen 60 % für den Windspitzenentarif zur Verfügung stehen.

Die Ergebnisse zeigen, dass bei niedrigen Kosten des Spitzentarifs (kleines  $\Pi$ ) und hohem Vorkommen an überschüssiger Windenergie (kleines Limit) die Werte für den Spitzenverbrauch und Deckungsgrad steigen und die TAC sinken. Aus dem Verhalten von Spitzenverbrauch und Deckungsgrad wird deutlich, dass eine Wärmeversorgung von Wohnquartieren mit Spitzenstrom möglich ist. Bei einem Last- zu Leistungsverhältnis von  $1 \text{ kW}_{\text{th}}:1000 \text{ kW}_{\text{el}}$ , mit dem zu Grunde gelegten realistischen Leistungsgang, ist ein Deckungsgrad von 60 % möglich. Der Modellierungsansatz erlaubt das systematische Screening von Standorten für die Nutzung von Windspitzenenergie im Wärmesektor.

## Referenzen

- [1] Bareiß, K. (2020). Potential of power-to-heat from excess wind energy on the city level. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 15(1), 26-43.
- [2] Liu, P., Yu, J., Fan, K., & Eissa, M. (2017). PEV charging coordination to absorb excess wind energy via group differentiated dual-tariff schemes. *Electric Power Systems Research*, 151, 208-217
- [3] Welder, L., Ryberg, D. S., Kotzur, L., Grube, T., Robinius, M., & Stolten, D. (2018). Spatio-temporal optimization of a future energy system for power-to-hydrogen applications in Germany. *Energy*, 158, 1130-1149.
- [4] Zhan, S., Hou, P., Yang, G., & Hu, J. (2022). Distributionally robust chance-constrained flexibility planning for integrated energy system. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 135, 107417.