

BEITRAG VON WÄRMEPUMPENSYSTEMEN UND WÄRMESPEICHERN ZUR INTEGRATION ERNEUERBARER ENERGIEN

I. KNOP¹, P. DUBUCQ¹, G. ACKERMANN¹

Einführung

Das politische Ziel der CO₂-Emissionsreduzierung [1] kann nur durch den verstärkten Ausbau der erneuerbaren Energien (EE) erreicht werden. Hierbei wird die Nutzung der volatilen Energiequellen Wind- und Solarenergie besonders forciert. Die Dargebotsabhängigkeit in der Stromerzeugung durch diese Energiequellen hat die Notwendigkeit der Flexibilisierung des Stromversorgungssystems und der Stromnachfrage zur Folge. Eine Möglichkeit zur Herstellung der notwendigen Flexibilität innerhalb der Stromnachfrage stellt der Einsatz von Wärmepumpen in Kombination mit thermischen Speichern in Haushalten dar. Im Rahmen des Forschungsprojekts TransiEnt.EE (www.tu-harburg.de/transient-ee), welches sich mit der effizienten Einbindung von EE in die Energieversorgungsstruktur der Stadt Hamburg beschäftigt, werden in dieser Arbeit die Möglichkeiten zur zeitlichen Verschiebung des Energieverbrauchs durch die Nutzung von Wärmepumpen und Wärmespeichern (Warmwasserspeichern und die Wärmespeicherkapazität der Gebäude) analysiert. Weiterhin werden die CO₂-Emissionen der Energieversorgung bei einem verstärkten Einsatz von Wärmepumpensystemen untersucht.

Methodik

Innerhalb der vorliegenden Untersuchung wurde ein Modell zur Abbildung des Wärmebedarfs und der Wärmespeicherkapazität von Wohngebäuden in Abhängigkeit von der gewünschten Raumtemperatur und der vorhandenen Außentemperatur entwickelt. Weiterhin wurden Modelle einer Luft-Wärmepumpe und eines sensiblen Wärmespeichers ausgearbeitet. Für die Simulation der zukünftigen Strom- und Wärmeversorgung und den daraus resultierenden Emissionen wurde das Modell des Kraftwerksparks von Hamburg aus dem Projekt TransiEnt.EE [2] genutzt. Zusammen mit Verläufen der Außentemperaturen, verschiedenen Wohngebäudetypen (angelehnt an die EnEV [3]) und unterschiedlichen Nutzerverhalten wurden die veränderten Wärme- und Strombedarfskurven sowie die resultierenden CO₂-Emissionen berechnet. Die Zahl, der mit Luft-Wärmepumpen beheizten Gebäude, sowie die Zusammensetzung des Kraftwerksparks wurden in verschiedenen Szenarien variiert und in ihrer Auswirkung auf die Emissionen und das Verschiebepotenzial des Leistungsbezugs untersucht.

Ergebnisse

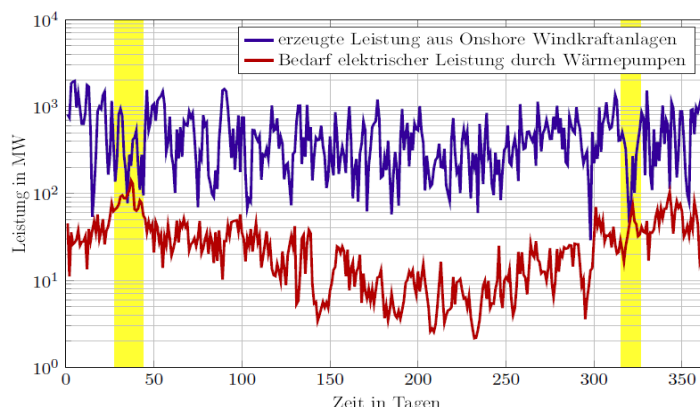
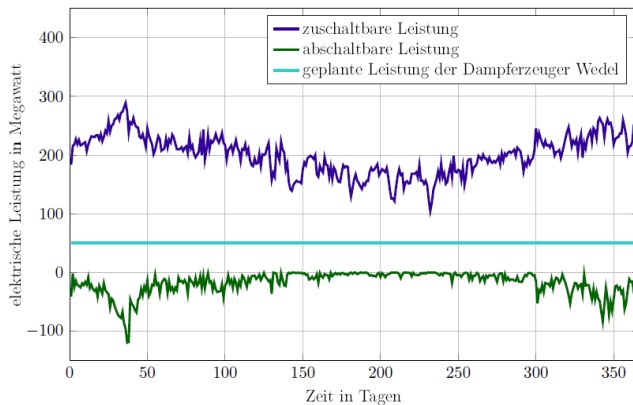


Abbildung 1: Zeitlicher Verlauf der Energieerzeugung durch Onshore-Windenergieanlagen und Energieverbrauch durch Luft-Wärmepumpen

¹ Technische Universität Hamburg-Harburg, Institut für Elektrische Energiesysteme und Automation, Eißendorfer Straße 38, 21073 Hamburg, {Tel.: +49 176 5689 0707, inken.knop@mailbox.org}, {Tel.: +49 40 42878-3083, dubucq@tuhh.de}, {Tel.: +49 40 42878-4205, ackermann@tuhh.de}

Der Vergleich zwischen dem zeitlichen Verlauf des Energieverbrauchs durch Wärmepumpen und der Energieerzeugung durch Onshore Windenergieanlagen, dargestellt in Abbildung 1, zeigt, dass zu gewissen Zeitpunkten des Jahres eine Divergenz zwischen den Verläufen vorliegt (gelb markierte Bereiche). Innerhalb dieser Perioden sind zusätzliche konventionelle Kraftwerke erforderlich, um den gestiegenen Bedarf elektrischer Energie zu decken, was zu überdurchschnittlich hohen Emissionen führt. Dies zeigt, dass für eine Abschätzung des tatsächlichen Potentials von Wärmepumpen zur Reduzierung der CO₂-Emissionen eine dynamische Simulation mit Hilfe des zeitlichen Verlaufs sinnvoll ist.

Insgesamt führt der Einsatz von Luft-Wärmepumpen im Szenariojahr 2034 jedoch trotz dieser Perioden zu einer Absenkung der Gesamtemissionen im Vergleich zum Einsatz von Gasthermen zu Heizzwecken.



Weiterhin wurde das Verschiebepotenzial des Leistungsbedarfs der Wärmepumpen untersucht, welches sich aus den Wärmespeichern und der Speicherkapazität der Gebäude ergibt und dieses im Vergleich zu einem geplanten Dampferzeuger und einem Großwärmespeicher [4] betrachtet. Die Ergebnisse dieses Vergleichs zeigt Abbildung 2. Während des Winters ist die Leistungszahl der Luft-Wärmepumpen gering und der Wärmebedarf groß.

Abbildung 2: Jahresverlauf zur Verschiebung elektrischer Leistung.

Folglich ist das Potenzial zur Verschiebung elektrischer Leistung hoch. Im Sommer gibt es kein Potenzial zur Bereitstellung von positiver Regelleistung und nur ein geringeres Potenzial für negative Regelleistung. Die Möglichkeit der Leistungsverschiebung des Dampferzeugers ist zu jedem Zeitpunkt des Jahres gleich, jedoch geringer als die Summe aller Leistungen der Haushaltswärmepumpen.

Zusammenfassung und Ausblick

Insgesamt sind Wärmepumpen zusammen mit Wärmespeichern in der Lage zukünftig die Emissionen der Energieversorgung zu reduzieren, sofern der Anteil EE wie im EEG geplant erhöht wird. Wärmepumpen besitzen weiterhin ein großes Potenzial zur kurzzeitigen Aufnahme von Überschussleistung aus erneuerbaren Erzeugeranlagen. Im Rahmen des andauernden Projekts TransiEnt.EE wird der Einfluss auf die Gesamtemissionen bei Nutzung dieses Verschiebepotenzials zur Optimierung des Gesamtsystems der Energieversorgung weiter untersucht.

Referenzen

- [1] Deutschland, Bundesregierung: Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien: Erneuerbare-Energien-Gesetz.
- [2] Andresen, L.; Dubucq, P.; Peniche Garcia, R. et. Al.: Status of the TransiEnt Library: Transient simulation of coupled energy networks with high share of renewable energy. In Proceedings of the 11th Modelica Conference, Paris 2015.
- [3] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie: Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden: Energieeinsparverordnung.
- [4] Erker, Martin; Vattenfall Wärme Hamburg GmbH (Hrsg.): Innovationskraftwerk Wedel. http://www.egeb.de/fileadmin/Dokumente/Foren/130524_Energie_Erker_Innovationskraftwerk_Wedel.pdf.