

## Energiewende und Wärme

# Resiliente und klimaneutrale Wärmeversorgung

Die Klimaschutzziele und die aktuellen sowie langfristigen Entwicklungen am Energiemarkt werfen die Frage auf, wie eine zukünftige klimaneutrale und gleichzeitig möglichst sichere und resiliente Wärmeversorgung aussehen kann.

Von Julika Weiß, Elisa Dunkelberg und Janis Bergmann

Unsere Gesellschaft steht vor der immensen Aufgabe, dass unsere fossil geprägte Wärmeversorgung innerhalb kürzester Zeit klimaneutral werden muss. Dies erfordert eine deutliche Reduktion des Wärmeverbrauchs sowie eine Umstellung der Energieversorgung auf erneuerbare Energieträger. Gleichzeitig steht der Energiemarkt vor weiteren Herausforderungen. Das vergangene Jahr hat verdeutlicht, dass der hohe Anteil an fossilen, zu großen Teilen importierten Energieträgern, auch wegen der daraus resultierenden Abhängigkeit von einzelnen Staaten risikobehaftet ist. Infolge des Kriegs in der Ukraine stiegen vor allem die Preise für Erdgas deutlich an, was gewerbliche wie private Nutzende vor große finanzielle Herausforderungen stellt. So zahlten Haushalte in Mehrfamilienhäusern zu Beginn 2023 im Schnitt 18,15 Cent pro kWh Erdgas, was einer Steigerung von mehr als 150 % gegenüber dem Jahr 2021 entspricht (BDEW 2023 a).

Mit 45 % beziehungsweise 50 % sind die Preissteigerungen bei der Fernwärme, welche zu einem hohen Anteil mittels Erdgas erzeugt wird, und bei dem für Wärmepumpen relevanten Strom ebenfalls von Bedeutung, aber deutlich geringer (BDEW 2023 b, AGFW 2022). Bei diesen Endenergieträgern konnten die Preisentwicklungen unter anderem durch die höhere Diversifizierung in der Erzeugerstruktur abgefedert werden. Die aus den Preissteigerungen resultierenden Zusatzkosten für kleine und mittlere Unternehmen sowie private Haushalte wurden teilweise durch den Staat durch sogenannte Preisbremsen aufgefangen und belasten somit auch die öffentliche Hand.

Das Preisrisiko durch den Import von Energieträgern wurde bisher bei Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen unzureichend berücksichtigt, sodass Erdgas lange als besonders kostengünstige Lösung galt. Die aktuellen Preissteigerungen verändern diese Bewertung und die öffentliche Wahrnehmung und steigern damit das Interesse an klimaneutralen, lokalen Wärmeversorgungslösungen. Doch auch bei diesen stellt sich die Frage der Preisstabilität, Versorgungssicherheit und Resilienz der Systeme.

## Kriterien einer resilienten Wärmeversorgung

Resiliente Energiesysteme sollen eine stabile Bereitstellung von Energie sicherstellen und somit Versorgungssicherheit bieten. Zur Resilienz der Wärmeversorgung gibt es bislang wenig Forschung. Röder et al. (2020) befassen sich mit der Frage nach einer resilienten Wärmeversorgung am Beispiel von Fernwärmesystemen. Sie stellen fest, dass bei Fernwärme zukünftig von einer höheren Komplexität im Betrieb und bei der Anlagenregelung sowie einer engeren Verzahnung mit anderen Sektoren auszugehen ist. Die Vulnerabilität der Wärmeversorgung durch IT-relevante Gefährdungen werde zudem als Folge der zunehmenden Digitalisierung steigen. Umso wichtiger sei es daher, bei der Anlagenkonfigurationen und Gestaltung der Erzeugerparks auf eine hohe Resilienz zu achten. Für die Bewertung der Resilienz von Fernwärmesystemen schlagen Röder et al. (2020) folgenden Kriterien vor:

- **Diversität:** Wie groß ist die Varietät (Anzahl an unterschiedlichen Erzeugungstechnologien), Balance (Verteilung auf diese Erzeugungstechnologien) und Disparität (Verschiedenheit der Erzeugungstechnologien)?
- **Redundanz:** Sind gleichartige Systemkomponenten mehrfach vorhanden, sodass bei Ausfall einer Komponente der Betrieb nicht beeinträchtigt wird?
- **Lose Kopplungen:** Funktionieren Teile des Systems autark und somit nach ihrer eigenen Logik? (Im Energiesektor erfolgt im Zuge der Sektorenkopplung eine zunehmende Kopplung unterschiedlicher Infrastrukturen und Energiequellen.)
- **Subsidiarität:** Sind Hierarchien im System so gestaltet, dass Elemente der unteren Organisationsebenen möglichst weitgehend ohne Rückgriff auf Entscheidungen oder Leistungen übergeordneter Ebenen auskommen? Der Eigenversorgungsgrad auf Basis von lokalen Ressourcen kann als Indikator für die Subsidiarität dienen.

Eine Anwendung der Methode auf verschiedene Transformationspfade für die Fernwärme im Berliner Stadtteil Nord-Neukölln zeigt, dass eine starke Erschließung von lokalen Ressourcen in der Tendenz die Resilienz des Systems positiv beeinflusst. Generell sollten Fernwärmesysteme möglichst mit unterschiedlichen Technologien und Energieträgern zur Wärmebereitstellung ausgestattet werden und hinreichende Redundanz aufweisen. (Langzeit-)Wärmespeicher sind zudem eine sinnvolle Ergänzung für Wärmenetze, um mehr Spiel in starre Kopplungen an der Schnittstelle zwischen Wärme- und Stromsektor zu bringen (Röder et al. 2020).

## Wärmestrategie für ein klimaneutrales Berlin

Wie sieht es mit der Resilienz der zukünftigen Berliner Wärmeversorgung aus? Damit der Wärmesektor klimaneutral werden kann, soll sich der Berliner Wärmeverbrauch nach der Wärmestrategie bis 2050 in etwa halbieren (Dunkelberg et al. 2021). Zudem muss ein Wechsel zu erneuerbaren Energieträgern erfolgen. Noch dominieren bei den Energieträgern Erdgas und Fernwärme, die in Berlin ebenfalls vorwiegend auf Basis von Erdgas ergänzt um Kohle und Biomasse bereitgestellt wird. Bis spätestens 2030 muss laut Energiewendegesetz Berlin der Kohleausstieg vollzogen werden (EWG Bln 2016). Dieses Gelegenheitsfenster soll laut Wärmestrategie dafür genutzt werden, lokale erneuerbare Energien und unvermeidbare Abwärme umfassend zu integrieren (Dunkelberg et al. 2020 b). Dadurch erhöht sich mittel- beziehungsweise langfristig die Diversität. Allerdings führt der im Zuge des Kohleausstiegs abzusehende, zeitweise ansteigende Einsatz von Erdgas zunächst zu einer Reduktion der Diversität und wirkt sich ungünstig auf die Resilienz aus (Dunkelberg et al. 2020 a).

Bei der objektbezogenen Versorgung soll in Berlin laut Wärmestrategie vor allem ein Austausch der Gas- und Ölkesel durch Wärmepumpen stattfinden (Dunkelberg et al. 2021). Es findet hier also überwiegend keine Diversifizierung bei den eingesetzten Technologien statt. Die Kopplung mit dem Stromsystem wird intensiviert mit unklaren Folgen für die Resilienz, wobei innerhalb des Stromsystems eine gewisse Diversifizierung besteht und auch in Zukunft bestehen bleibt. Einen positiven Einfluss auf die Subsidiarität und damit die Resilienz hat die Kopplung mit einer dezentralen PV-Anlage, die möglichst mit einer Notstromfunktion ausgestattet ist.

In der Fernwärme, die zukünftig einen höheren Anteil der Wärmeversorgung abdecken soll, werden gasförmige Energieträger, wenn auch in geringerer Menge, weiterhin eine Rolle spielen. Eingesetzt wird hier zukünftig wohl vorwiegend Wasserstoff. Dieser sollte – auch aus Gründen der Versorgungssicherheit – möglichst sparsam eingesetzt werden und die Importstruktur sollte divers sein. Zudem sollten die vorhandenen (aber begrenzten) lokalen Erzeugungspotenziale in urbanen Räumen ausgeschöpft werden, denn sie leisten einen Beitrag zur Resilienz des Gesamtsystems. Bergmann et al. (2022) zeigen, dass die Kosten urbaner Wasserstoffherzeugung mit Verfahren wie der Schmutzwasser-Plasmalyse bereits mit dem Import von Standorten mit hohem Wind- und Solarangebot konkurrieren können. Eine hohe Effizienz durch umfassende und ambitionierte Sanierung der Gebäude kann zudem dazu beitragen, die Kosten der Wärmeversorgung im Falle von Preisschocks zu begrenzen und die Resilienz zu erhöhen.

## Fazit

Das momentane Wärmesystem ist aufgrund der hohen Abhängigkeit von Erdgas sehr anfällig für Störungen. Eine Diversifizierung der Energieträger und Technologien und ein hoher

Anteil an lokalen erneuerbaren Wärmequellen, wie es die Wärmestrategie Berlin für die Fernwärme vorsieht, ist mit Blick auf die Resilienz positiv zu bewerten. Gleichzeitig wird die Wärmeversorgung zukünftig durch die große Bedeutung von Wärmepumpen zunehmend mit dem Stromsystem gekoppelt. Damit steigt die Abhängigkeit der Wärmeversorgung von einem resilienten Stromsystem. Zudem kommt es für die Entwicklung eines resilienten Systems auf weitere Aspekte wie Subsidiarität und Redundanz an. Die aktuelle Energiekrise rückt die Vorteile einer diversifizierten und erneuerbaren Wärmeversorgung in den Fokus und bietet die Chance, dass bei der zukünftigen Ausgestaltung der Wärmeversorgung neben der Wirtschaftlichkeit auch Risiken und Resilienz mehr Augenmerk erhalten.

## Literatur

- AGFW (2022): Statistik Fernwärme-Preisübersicht. [www.fernwaerme-info.com/fileadmin/Redakteure/fernwaerme-info/F%C3%B6rderung\\_und\\_Kosten/Kosten\\_und\\_Preise/Preis%C3%BCbersicht\\_2022.pdf](http://www.fernwaerme-info.com/fileadmin/Redakteure/fernwaerme-info/F%C3%B6rderung_und_Kosten/Kosten_und_Preise/Preis%C3%BCbersicht_2022.pdf)
- BDEW (2023 a): BDEW-Gaspreisanalyse Januar 2023. Haushalte. [www.bdew.de/media/original\\_images/2023/02/09/bdew-gaspreisanalyse\\_januar-2023.pdf](http://www.bdew.de/media/original_images/2023/02/09/bdew-gaspreisanalyse_januar-2023.pdf)
- BDEW (2023 b): BDEW Strompreisanalyse Februar 2023 (gekürzte Fassung\*). Haushalte und Industrie. [www.bdew.de/media/documents/BDEW-Strompreisanalyse\\_Februar\\_2023.g%C3%BCrzt.pdf](http://www.bdew.de/media/documents/BDEW-Strompreisanalyse_Februar_2023.g%C3%BCrzt.pdf)
- Bergmann, J./Nesrine, O./Dunkelberg, E. (2022): Ökonomische Analyse der inländischen Erzeugung synthetischer Gase. Wirtschaftlichkeit und Geschäftsmodelle der Herstellung synthetischen Wasserstoffs und Methans am Beispiel der Stadt Berlin. In: Schriftenreihe des IÖW 226/22.
- Dunkelberg, E./Deisböck, A./Herrmann, B. et al. (2020 a): Fernwärme klimaneutral transformieren. Eine Bewertung der Handlungsoptionen am Beispiel Berlin Nord-Neukölln. In: Schriftenreihe des IÖW 218/20.
- Dunkelberg, E./Weiß, J./Hirschl, B. (2020 b): Wärmewende in Städten gestalten. Empfehlungen für eine sozial-ökologische Transformation der Wärmeversorgung in Berlin. Berlin, Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung.
- Dunkelberg, E./Weiß, J./Maaß, C. et al. (2021): Entwicklung einer Wärmestrategie für das Land Berlin. Berlin, Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz.
- EWG Bln (2016): Berliner Energiewendegesetz (EWG Bln) vom 22. März 2016. <https://gesetze.berlin.de/bsbe/document/jlr-EWendGBEV2IVZ>
- Röder, J./Mitzinger, T./Thier, P. et al. (2020): Analyse und Bewertung der Resilienz urbaner Wärmeversorgungskonzepte – Methodenentwicklung und Anwendung. Artec-paper Nr. 225. Bremen, Universität Bremen, Forschungszentrum Nachhaltigkeit (artec).

## AUTOR/INNEN + KONTAKT

**Dr. Julika Weiß** ist Leiterin und **Dr. Elisa Dunkelberg** und **Janis Bergmann** sind Wissenschaftler/innen des Forschungsfelds *Nachhaltige Energiewirtschaft und Klimaschutz* am Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW).

Institut für ökologische Wirtschaftsforschung GmbH,  
Potsdamer Str. 105, 10785 Berlin.  
E-Mail: [julika.weiss@ioew.de](mailto:julika.weiss@ioew.de), [elisa.dunkelberg@ioew.de](mailto:elisa.dunkelberg@ioew.de),  
[janis.bergmann@ioew.de](mailto:janis.bergmann@ioew.de), Website: [www.ioew.de](http://www.ioew.de)

