

Umsetzung der urbanen Wärmewende im Quartier

Einleitung

Der Wärmesektor hat einen Anteil von rund 55 Prozent am deutschen Primärenergieverbrauch, wobei der Anteil klimafreundlicher Wärmeerzeugung (erneuerbare Energien und Abwärmennutzung) bislang aber noch sehr gering ist und unter 20 Prozent liegt. Entsprechend sind die Potenziale zur Erschließung von Dekarbonisierungserfolgen im Wärmesektor besonders groß. Ein Gelingen der Wärmewende ist daher zwingende Voraussetzung dafür, dass die nationalen Klimaschutzziele erreicht werden.

Gerade Städte spielen auf Grund des hohen Energie- und Ressourcenverbrauchs, der hohen örtlichen Dichte von Infrastrukturen und durch die Vielzahl von Akteuren eine zentrale Rolle bei der Energiewende und für den Klimaschutz. So bilden beispielsweise gewachsene Strukturen im Bestand und hohe Nutzungsdichten potenzielle Restriktionen für die Integration von Technologien zur effizienten Nutzung erneuerbarer Energiequellen. Städtische Quartiere sind gleichzeitig der sinnvollste Umsetzungsmaßstab für integrierte innovative Systeme, da hier die größten Synergieeffekte zwischen Effizienzmaßnahmen und nachhaltiger Energieerzeugung erschlossen werden können (Rohrig Schmidt et al. 2021).

Für die Umsetzung der Wärmewende allgemein und im Besonderen in urbanen Räumen sind 3 Säulen von entscheidender Bedeutung (Fraunhofer IWES/IBP 2017):

1. Effizienz entscheidet: Sie ist die tragende Säule der Dekarbonisierung. Aus diesem Grund ist die Sanierung des Gebäudebestandes weiterhin von äußerster Wichtigkeit, die Sanierungsquoten müssen steigen.
2. Schlüsseltechnologie Wärmepumpe: Eine massive Integration von Wärmepumpen im Bestand und in Neubauten ist nötig.
3. Schlüsseltechnologie Fernwärme: Wir benötigen einen massiven Ausbau der Wärmenetze, gerade in verdichteten urbanen Strukturen.

Die Bundesregierung hat mit der Einführung der verbindlichen Wärmeplanung ein entscheidendes Zeichen gesetzt, um die dringend erforderliche Planungssicherheit für die anstehenden Transformationsprozesse zu schaffen und die erforderlichen Investitionen anzureizen, gerade weil für die Wärmeversorgung in der Regel Investitionen mit hohem Kapitaleinsatz und langer Kapitalbindung in die Infrastruktur (etwa Wärmenetze) und in größere Wärmeerzeugungs- / Verteilungstechnik erforderlich sind.

Bei den kommunalen Wärmeplanungen sind die Quartiere von besonders großer Bedeutung, da in ihnen eine Vielzahl von Akteuren eingebunden werden muss. Die verschiedenen Interessen von Hausbesitzer*innen, der Wohnungswirtschaft, örtlichen Wärmenetzbetreibern, Gewerbe- und Industrieunternehmen sowie der kommunalen Verwaltung beziehungsweise der örtlichen Entscheidungsträger*innen aus der Politik, müssen dort koordiniert werden. Im Quartier entstehen die entscheidenden Planungsaufgaben, um Angebot (etwa in Form von nutzbarer Abwärme) und Nachfrage (beispielsweise für Raum- beziehungsweise Prozesswärme) in Einklang miteinander zu bringen.

Physisch ist das Quartier so wichtig, weil die leitungsgelundene Wärmeversorgung räumlich relativ stark begrenzt ist. Denn im Gegensatz zu anderen Energieträgern wie Strom und Gas, kann Wärme nur mit hohen Verlusten über weite Strecken transportiert werden. Entsprechend rücken auf der räumlichen Ebene Quartiere und Stadtteile mit ihren Infrastrukturen und akteursspezifischen Interessen ins Zentrum der urbanen Wärmewende.

Die wesentlichen Beiträge der anwendungsorientierten Forschung für die Umsetzung der Wärmewende beziehen sich in dem hier beschriebenen Kontext neben einer weiteren Technologieentwicklung, auf die Unterstützung der Transformationsprozesse durch die Erstellung von Planungswerkzeugen und im Rahmen von Energiesystemanalysen auf techno-ökonomische Analysen auf den unterschiedlichen Maßstabsebenen, was die nachfolgenden Beispiele zeigen:



Fraunhofer IEE

*Dr. Dietrich Schmidt
dietrich.schmidt@iee.fraunhofer.de*

DLR

*Dr. Jacob Estevam-Schmiedt
jacob.estevamschmiedt@dlr.de*

Fraunhofer ISE

*Gerhard Stryi-Hipp
gerhard.stryi-hipp@ise.fraunhofer.de*

ISFH

*Bharat Chhugani
chhugani@isfh.de*

IZES

*Patrick Hoffmann
hoffmann@izes.de*

Wuppertal Institut

*Oliver Wagner
oliver.wagner@wupperinst.org*

ZSW

*Andreas Brinner
andreas.brinner@zsw-bw.de*

Unterstützung der Umsetzung durch Planungswerkzeuge

Die intelligente Verwendung aktuell verfügbarer Informationen und der Einsatz von zeitlich aufgelösten Wärmelastprofilen bieten eine verlässliche und detailreiche Grundlage für Investitionsentscheidungen bei der Planung der Wärmeversorgung von Quartieren und Städten. Zur Bewertung von einzelnen Versorgungsvarianten werden mit dem im Fraunhofer IEE entwickelten Berechnungswerkzeug EQ City detaillierte Nutzwertanalysen durchgeführt. Dabei werden ökonomische, technische, ökologische und regulatorische Kriterien einbezogen und um Faktoren, wie Akzeptanz, Nutzerfreundlichkeit, Komplexität oder Innovationsgrad für eine Entscheidungsgrundlage erweitert (EQ City 2022).

Beim DLR wurde ein Optimierungsansatz entwickelt, der sowohl den Anlagenbetrieb als auch die Anlagendimensionierung hinsichtlich mehrerer Kriterien optimiert (Schmeling et al. 2020; Schmeling et al. 2022). Hierfür wird die allgemeine Anlagentopologie mit allen potenziellen Energieanlagenkomponenten mittels des Open-Source-Tools MTRESS abgebildet (Schonfeldt et al. 2022). Mit diesem Ansatz stehen die Pareto-optimalen Lösungen hinsichtlich Kosten, Emissionen und Eigenverbrauch zur Verfügung.

Untersuchung der Wärmewende in der kommunalen Energieversorgung

Die Unterstützung von kommunalen Versorgungsunternehmen bei der Entwicklung von nachhaltigen, auf Defossilisierung und Steigerung der Energieeffizienz ausgerichteten Wärmeversorgungssystemen steht im Forschungsprojekt KoWa im Zentrum. Konkret werden Zugangshürden und Hemmnisse bei der Implementierung oder der Erweiterung kommunaler Wärmenetze identifiziert. Darauf aufbauend werden sowohl technisch wie ökonomisch-juristisch abgestimmte Konzepte für eine nachhaltige, defossilisierte Wärmeversorgung für und mit den jeweiligen Akteuren vor Ort erstellt (KoWa 2022).

Umsetzungsbeispiel für ein klimaneutrales Stadtquartier „Neue Weststadt Esslingen“

Ziel des im Rahmen der Förderinitiative „Solar Bauen/ Energieeffiziente Stadt“ der Bundesministerien BMWK und BMBF geförderten Leuchtturmprojektes ist es, auf 12 ha des ehemaligen Güterbahnhofs in Esslingen ein neues Stadtquartier mit 85.000 m² Bauwerks-

Grundfläche und mehr als 550 Wohneinheiten zu errichten. Oberste Prämisse für die Gestaltung des Konzeptes ist es die CO₂-Emissionen für Wohnen und Mobilität unter 1 t pro Jahr und Person zu senken. Zentrales Element ist die Nutzung der Sektorenkopplung für einen maximalen Klimaschutzbeitrag. Hierbei ist die lokale Erzeugung von grünem Wasserstoff durch einen 1 MW_{el} Elektrolyseur für Mobilität und die Nutzung in der Industrie zentraler Baustein. Eine weitgehende Dekarbonisierung der Wärmeversorgung wird durch die Nutzung der Abwärme aus der Elektrolyse erreicht (Neue Weststadt 2022).

Entwicklung einer Nachkriegssiedlung zu einem Best-Practice Quartier „QUARREE100“

Die Entwicklung und Realisierung eines resilienten Energieversorgungssystems auf der Basis erneuerbarer Energien für das Bestandsquartier Rüsdorf Kamp der Kreisstadt Heide in Schleswig-Holstein ist Ziel dieses ebenfalls durch die Bundesministerien BMWK und BMBF geförderten Projektes. In diesem Vorhaben wird ein übertragbares Beispiel für ein städtisches Energieversorgungssystem mit Integration aller Energiesektoren (Elektro, Wärme, Mobilität) bearbeitet, wobei auch die Versorgung mit Wasserstoff als Sekundärenergiespeicher und Kraftstoff, sowie die Abwärme-Nutzung aus der lokalen Wasserstoffherzeugung systemdienlich integriert wird. Neben den energetischen Themen wird im Vorhaben den Aspekten Wohnen und Arbeiten, sowie Konzepten für alle Generationen besondere Aufmerksamkeit geschenkt (Zimmermann 2022).

Wärmeversorgung für das klimaneutrale Konversionsgelände Pfaff-Quartier

In innerstädtischen Gebieten mit hoher Wärmebedarfsdichte sind isolierte Quartierslösungen generell wenig erfolgversprechend, notwendig sind gesamtstädtische Wärmelösungen bzw. Lösungen für das gesamte Wärmenetzgebiet. Aber: Innovative Quartiere sind Keimzellen für die Transformation von städtischen Wärmenetzen. So zeigen die Erkenntnisse aus der Wärmeplanung dieses durch die Bundesministerien BMWK und BMBF geförderten Reallabors, dass gerade die Methodik für Machbarkeitsstudien zur Nutzung von industrieller Abwärme weiterentwickelt werden muss. In dem Vorhaben wurde die Abwärmennutzung aus einer Gießerei intensiv untersucht (technisch, ökonomisch, juristisch), jedoch nach Gesamtbewertung mangels ausreichender Wärmeverfügbarkeit leider nicht

umgesetzt. Dafür wird nun ein Niedertemperaturnetz gespeist aus dem Fernwärmerücklauf (Kaskadennutzung) und die Nutzung dezentraler Abwärme aus Kältemaschinen zur Umsetzung gebracht (Pfaff 2022).

Innovative „Kalte Nahwärme“ für ein Neubauquartier mit Mehrfamilienhäusern.

„Kalte Nahwärme“ arbeitet mit niedrigen Übertragungstemperaturen in der Nähe der Umgebungstemperatur. Für die Untersuchung eines Wärmeversorgungskonzeptes basierend auf „Kalter Nahwärme“ mit Wärmepumpen, Erdwärmesonden und PVT-Kollektoren wurde der Heizwärmebedarf direkt aus 3D-Gebäudemodellen bestimmt. Mittels Simulationsstudien konnte gezeigt werden, dass über die Regeneration des Erdreichs durch die Solarkollektoren die Flächenproblematik in dem Quartier gelöst werden konnte und sich so die Wärmegestehungskosten auf 16,4 ct/kWh reduzieren lassen.

Schlussfolgerungen

Zusammenfassend kann die Vielzahl der angesprochenen Aspekte und der Beiträge der anwendungsorientierten Forschung für die Umsetzung der urbanen Wärmewende im Quartier mit einigen Punkten zusammengefasst werden:

- Die größten Aufgaben und Herausforderungen liegen im Bestand. Unsere zukünftigen Städte und Quartiere existieren zumeist heute schon und haben teilweise große Wärmebedarfe.
- Städte und Gemeinden spielen eine zentrale Rolle als wesentliche Akteure bei der Umsetzung von Maßnahmen.
- Gerade im Quartiersmaßstab lassen sich insbesondere Niedertemperaturwärmequellen effizient nutzen. Hierdurch können bisher ungenutzte Potenziale für eine zukünftige Wärmeversorgung erschlossen werden.
- Die Betrachtung des weiteren Ausbaus der erneuerbaren Energien muss Hand in Hand mit einer weiteren Effizienzsteigerung der Energienutzung erfolgen und beides muss zusammen betrachtet werden.
- Die sicherlich größten Herausforderungen stellen sich mit der Integration aller Teilsysteme in einem zukünftigen Energiesystem dar, da viele nötige Technologien bereits vorhanden sind. Diese Integration kann mittels Vernetzung der Einzeltechnologien und über moderne Planungswerkzeuge, wie beispielsweise kommunale Wärmepläne und Potenzialbewertungstools, vorangebracht werden.

Literatur

- EQ City (2022): EQ-City – Planung der Wärmeversorgung für Quartiere und Städte, Homepage: <https://www.iee.fraunhofer.de/de/geschaeftsfelder/analyse-und-beratung/eq-city.html>, Zugriff am 01.12.2022
- Fraunhofer IWES/IBP (2017): Wärmewende 2030. Schlüsseltechnologien zur Erreichung der mittel- und langfristigen Klimaschutzziele im Gebäudesektor. Studie im Auftrag von Agora Energiewende, Berlin.
- KoWa (2022): KoWa – Wärmewende in der kommunalen Energieversorgung, Homepage: <https://www.kowa-projekt.de/>, Zugriff am 01.12.2022
- Neue Weststadt (2022): „KLIMANEUTRALES STADTQUARTIER – Leuchtturmprojekt Solares Bauen / Energieeffiziente Stadt in Esslingen am Neckar“, Homepage: <https://neue-weststadt.de/informationsbroschuere>, Zugriff am 01.12.2022
- Pfaff (2022): Pfaff-Reallabor, Homepage: <https://pfaff-reallabor.de/>, Zugriff am 01.12.2022
- Rohrig, Kurt; Schmidt, Dietrich et al. (2021): Technologien und Geschäftsmodelle für die urbane Energiewende – Energiesystem Stadt, Fraunhofer-Institut für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik IEE, Kassel.
- Schmeling, Lucas; Schönfeldt, Patrik; Klement, Peter; Vorspel, Lena; Hanke, Benedikt; Maydell, Karsten von; Agert, Carsten (2022): A generalised optimal design methodology for distributed energy systems. In: *Renewable Energy* 200, S. 1223–1239. DOI: 10.1016/j.renene.2022.10.029.
- Schmeling, Lucas; Schönfeldt, Patrik; Klement, Peter; Wehkamp, Steffen; Hanke, Benedikt; Agert, Carsten (2020): Development of a Decision-Making Framework for Distributed Energy Systems in a German District. In: *Energies* 13 (3), S. 552. DOI: 10.3390/en13030552.
- Schönfeldt, Patrik; Grimm, Adrian; Neupane, Bhawana; Torio, Herena; Duranp, Pedro; Klement, Peter et al. (2022): Simultaneous optimization of temperature and energy in linear energy system models. In: *2022 Open Source Modelling and Simulation of Energy Systems (OSMSES). 2022 Open Source Modelling and Simulation of Energy Systems (OSMSES). Aachen, Germany, 04.04.2022 - 05.04.2022: IEEE*, S. 1–6.
- Zimmermann, Joris (2022): Quarree100. Beschlussvorschlag siehe „20190912_PV_Heide_Beschlussvorschlag-Q100-2019-01 mit Anhang“, Steinbeis-Innovationszentrum energieplus, Braunschweig.