

DEKARBONISIERUNG DER FERNWÄRME: STRATEGIEN UND MAßNAHMEN EUROPÄISCHER GROßSTÄDTE IM VERGLEICH

Ralf-Roman SCHMIDT¹, Daniel HORAK², Ali HAINOUN³, Patrik FURDA⁴, Anna LACKNER⁵, Bernhard MAYR⁶, Basak FALAY⁷, Sebastian STORTECKY⁸, Bana SUMAN⁹, Ana BASKOT¹⁰, Theresa FINK¹¹

Motivation und Zielsetzung

Die Dekarbonisierung des Wärmesektors hat für das Erreichen von Klimaneutralität eine zentrale Rolle – insbesondere in dicht besiedelten urbanen Räumen. Städte stehen dabei vor komplexen Herausforderungen wie einem heterogenen Wärmebedarf, begrenzten lokalen Ressourcen, bestehender fossiler Abhängigkeit sowie regulatorischen und infrastrukturellen Restriktionen.

In diesem Beitrag werden Strategien, Rahmenbedingungen und Erfolgsfaktoren zur Dekarbonisierung des Wärmesektors mit Fokus auf der Fernwärme in europäischen Städten (**München, Kopenhagen, Helsinki, Berlin, Turin, Stockholm, Amsterdam, Hamburg, Paris und Zürich**) analysiert. Dieses basiert auf Literaturrecherchen öffentlich verfügbarer Daten, strategischen Dokumenten sowie ergänzenden Expert*innenkontakten.

Ergebnisse

Status-Quo der Fernwärme in den untersuchten Städten

Der Ausbaugrad der Fernwärme variiert zwischen den untersuchten Städten stark. Während nordische Städte die höchsten Werte aufweisen (in Kopenhagen konnte über 98 % Abdeckung des Wärmebedarfs durch Anschlusspflichten erreicht werden), ist die Durchdringung der Fernwärme in Amsterdam am geringsten (11 % des Wärmebedarfs durch historisch starke Konkurrenz durch Erdgas).

Die Fernwärmeerzeugung in den untersuchten Städten ist aktuell Großteils verbrennungsbasiert. Ausnahmen bilden München (nennenswerte Versorgung durch Geothermie), Helsinki und Stockholm (nennenswerte Versorgung durch Wärmepumpen). Die wichtigsten Brennstoffe bzw. Wärmequellen sind Erdgas und Müllverbrennung (Nutzung in fast allen der untersuchten Städte). In Helsinki, Paris, Zürich, Kopenhagen und Stockholm werden relevante Mengen biogener Brennstoffe eingesetzt. Die Fernwärmenetztemperaturen sind überwiegend hoch, teilweise sind die Systeme dampfbasiert.

Dekarbonisierungsmaßnahmen für die Fernwärme in den untersuchten Städten

KWK, Großwärmepumpen und Power-to-Heat: In (fast) allen Städten spielen Großwärmepumpen eine wesentliche Rolle in der Dekarbonisierung der Fernwärmeversorgung, vor allem in nordischen Städten. Szenarien für den Großraum Kopenhagen zeigen, dass diese über der Hälfte der Wärmeerzeugung abdecken könnten. Neben Großwärmepumpen sehen die Dekarbonisierungspläne

¹ AIT, Giefinggasse 4 | 1210 Vienna, +43 664 2351901, ralf-roman.SCHMIDT@ait.ac.at, www.ait.ac.at

² AIT, Giefinggasse 4 | 1210 Vienna, Daniel.HORAK@ait.ac.at, www.ait.ac.at

³ AIT, Giefinggasse 4 | 1210 Vienna, Ali.HAINOUN@ait.ac.at, www.ait.ac.at

⁴ AIT, Giefinggasse 4 | 1210 Vienna, Patrik.FURDA@ait.ac.at, www.ait.ac.at

⁵ AIT, Giefinggasse 4 | 1210 Vienna, Anna.LACKNER@ait.ac.at, www.ait.ac.at

⁶ AIT, Giefinggasse 4 | 1210 Vienna, Bernhard.MAYR@ait.ac.at, www.ait.ac.at

⁷ AIT, Giefinggasse 4 | 1210 Vienna, Basak.FALAY@ait.ac.at, www.ait.ac.at

⁸ AIT, Giefinggasse 4 | 1210 Vienna, Sebastian.STORTECKY@ait.ac.at, www.ait.ac.at

⁹ AIT, Giefinggasse 4 | 1210 Vienna, Bana.SUMAN@ait.ac.at, www.ait.ac.at

¹⁰ AIT, Giefinggasse 4 | 1210 Vienna, Ana.BASKOT@ait.ac.at, www.ait.ac.at

¹¹ AIT, Giefinggasse 4 | 1210 Vienna, Theresa.FINK@ait.ac.at, www.ait.ac.at

oftmals Elektrodirektheizungen vor, die das Stromnetzes stabilisieren und Spitzenlasten decken. Die Stromerzeugung aus KWK-Anlagen wird zurückgehen, was einen entsprechenden Ausbau erneuerbarer Stromerzeugung und des Stromnetzes bedingt.

Geothermie und weitere Wärmequellen: Geothermie spielt speziell in Städten ohne Zugang zu großen Wasserkörpern eine große Rolle, insbesondere in München wo bereits langjährige Erfahrung besteht. Andere Städte sondieren derzeit die lokalen Potenziale. In Berlin wurde für die Nutzung der Geothermie ein rechtlicher Rahmen geschaffen. Weitere relevante Wärmequellen sind vor allem Abwärmen Rechenzentren, die in Stockholm eine große Rolle spielen können, und Abwärme aus Power-to-X (PtX) Prozessen, die im Großraum Kopenhagen analysiert wird.

Brennstoffe: Die Müllverbrennung wird voraussichtlich in den meisten Städten eine bleibende oder steigende Rolle spielen. Städten wie Kopenhagen zeigen, dass eine signifikante Reduktion des Anteils der Müllverbrennung in der Fernwärmeerzeugung möglich ist. Biomasse spielt eine variierende Rolle. Je nach lokalem Kontext und Verfügbarkeit soll sie als wichtigster erneuerbarer Energieträger in der Fernwärmeversorgung weiter ausgebaut werden, oder wird als Übergangslösung gesehen. Erdgas wird oft als Brückentechnologie für die Umstellung auf Wasserstoff gesehen. In einigen Fällen sollen bestehende Großtechnische KWK-Anlagen künftig für den Einsatz von Wasserstoff umgerüstet werden. Der umfassende Einsatz von Wasserstoff hängt jedoch von seiner nachhaltigen und wirtschaftlichen Verfügbarkeit ab.

Carbon-Capture-and-Storage (CCS) ist bei der Müllverbrennung aufgrund des fossilen Anteiles des Mülls für das Erreichen der Klimaneutralität wesentlich. In Stockholm ist der Bau der weltweit größten CCS-Anlage bei der Biomasse-KWK geplant, was jedoch kontrovers diskutiert wird.

Rechtliche Rahmenbedingungen zur Integration bzw. für den Drittzugang von Abwärme sind derzeit kaum existent, es bedarf im Regelfall einer bilateralen Vereinbarung. Marktähnliche Ansätze werden in Stockholm und Kopenhagen verfolgt. In Berlin werden Bestimmungen für die Einspeisung erneuerbarer Wärme von Drittanbietern geschaffen, für die eine Regulierungsbehörde geschaffen wurde.

Speicher, Flexibilität und niedrige Netztemperaturen: In vielen der untersuchten Städte zeigt sich, dass eine signifikante Erhöhung der Speicherkapazitäten wirtschaftlich darstellbar ist, in vielen der untersuchten Städte sind neue Speicher geplant bzw. angekündigt bis hin zu saisonalen Speicherkapazitäten. In diesem Zusammenhang wird auch die Digitalisierung als Enabler für die Optimierung des Betriebs gesehen. Dieses inkludiert die Betriebsüberwachung, intelligente Steuerungen und das Lastmanagement. Das Management des Fernwärmenetzes in Stockholm sticht hier hervor. Niedrige Netztemperaturen gelten als Schlüsselkomponente für die Dekarbonisierung der Fernwärme. Entsprechend sollen Dampfnetze auf Heißwassersysteme umgestellt werden, und lokale Niedertemperaturbereiche geschaffen werden.

Finanzierung und Wirtschaftlichkeit: Abschließend ist festzustellen, dass die Dekarbonisierung der Fernwärme umfassender Investitionen bedarf. Dazu kommen sinkende Erlöse aus dem Stromverkauf und steigende Kosten für den Energiebezug, so dass die Fernwärmepreise tendenziell steigen dürften. Für den Kostenvergleich mit dezentralen Wärmeversorgungsoptionen müssen Maßnahmen zur Dekarbonisierung, die langfristige Stilllegung des Erdgasverteilnetzes und die Rolle des CO₂-Preises (ETS₂), berücksichtigt werden.

Schlussfolgerungen

Die durchgeführte Studie bietet einen umfassenden Einblick in die Ambitionen, Strategien, Vorgehensweisen, Herausforderungen und Erfolgsfaktoren in den Anstrengungen zur Dekarbonisierung des Wärmesektors in zehn ausgewählten europäischen Städten. Die abgeleiteten zentralen Erkenntnisse können den Prozess der Dekarbonisierung des Wärmesektors unterstützen und neue Ansätze aufzeigen.