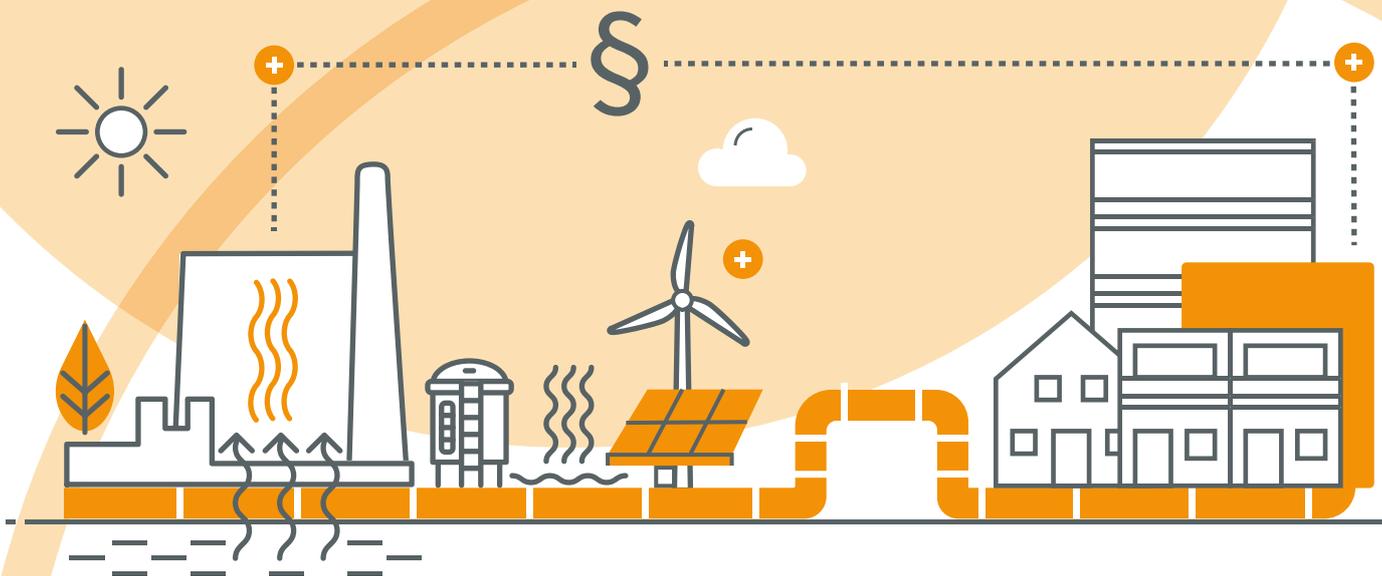


IMPULSPAPIER

Wie gelingt die Dekarbonisierung der Fernwärme?

Vier zentrale Herausforderungen auf dem Weg zur Klimaneutralität bis 2045



Impressum

Herausgeber

Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)
Chausseestraße 128 a
10115 Berlin
Tel.: +49 (0)30 66 777-0
Fax: +49 (0)30 66 777-699
E-Mail: info@dena.de
Internet: www.dena.de

Autorinnen und Autoren:

Dr. Rita Ehrig
Dr. Tim Mennel
Philipp Heilmaier
Tibor Fischer
Lukas Kupfer
Malena Eder
Shervin Balali
Dr. Andreas Koch
Carla Gross
Robert Brückmann
Susanne Schmelcher

Bildnachweis und Gestaltung:

The Ad Store GmbH

Stand: 06/2023

Alle Rechte sind vorbehalten. Die Nutzung steht unter dem Zustimmungsvorbehalt der dena.

Deutsche Energie-Agentur (Hrsg.) (dena, 2023) „Wie gelingt die Dekarbonisierung der Fernwärme? Vier zentrale Herausforderungen auf dem Weg zur Klimaneutralität bis 2045“

Inhalt

| | |
|---|----|
| 1 Kernbotschaften | 4 |
| 2 Einleitung | 5 |
| 3 Wo steht der Fernwärmesektor heute? | 6 |
| 4 Welche Rolle spielt die Fernwärme in einem klimaneutralen Energiesystem? | 10 |
| 5 Wie wird sich das bestehende Fernwärmesystem verändern? | 12 |
| 6 Welche zentralen Herausforderungen müssen adressiert werden, damit die geplante Transformation des Fernwärmesystems gelingt? | 14 |

1 Kernbotschaften

Die Fernwärmeerzeugung ist heute noch überwiegend fossil geprägt und trägt damit zu wenig zur Dekarbonisierung des Energiesystems bei.

Lediglich 22 Prozent der Fernwärmeerzeugung erfolgten im Jahr 2021 auf Basis erneuerbarer Energien, der Großteil der Erzeugung basierte dagegen auf den fossilen Energieträgern Erdgas (44 Prozent) und Kohle (21 Prozent).

Dekarbonisierte Wärmenetze spielen für die Erreichung der Klimaneutralität bis 2045 eine zentrale Rolle für das Energiesystem.

Insbesondere in dicht besiedelten urbanen Gebieten ist aufgrund der Kostenvorteile gegenüber dezentralen Lösungen mit einer steigenden Bedeutung der Fernwärme zu rechnen. Laut den Langfristszenarien des Bundeswirtschaftsministeriums (Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz BMWK) steigt der Anteil der Fernwärme am gesamten Wärmeverbrauch von heute 10 Prozent auf dann etwa 25 Prozent an. Großwärmepumpen, Geo- und Solarthermie sind die zentralen Energiequellen.

Die bereits beschlossenen und derzeit noch diskutierten Maßnahmen reichen voraussichtlich nicht aus, um den Fernwärmesektor bis 2045 vollständig zu dekarbonisieren.

Verglichen mit den notwendigen Investitionskosten von 20 Milliarden Euro sind die derzeit im Rahmen der Bundesförderung effiziente Wärmenetze zur Verfügung gestellten 1,65 Milliarden Euro noch deutlich zu niedrig angesetzt. Auch die im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung verpflichtend vorgesehene Langfristplanung ist alleine nicht ausreichend, um den Akteuren ausreichend Planungssicherheit zu garantieren sowie eine breite Akzeptanz für den Ausbau der Fernwärme zu erzielen.

Um die Dekarbonisierung der Fernwärme bis 2045 sicherzustellen, braucht es konkrete Wärmenetzzele, eine Weiterentwicklung der bestehenden Förderkulisse, eine Klärung der Regulierungsanforderung des Drittzugangs von Erzeugungsanlagen sowie die integrierte Planung aller Energieinfrastrukturen im Einklang mit der Systementwicklungsstrategie.

Darüber hinaus müssen ausreichend Produktionskapazitäten für Erzeugungstechnologien sowie Fachkräfte verfügbar sein.



2 Einleitung

Deutschland hat sich das Ziel gesetzt, bis 2045 vollständig klimaneutral zu werden. Das bedeutet, dass die Nutzung von Kohle, Öl und Erdgas bis dahin beendet und die Deckung des Energieverbrauchs nahezu vollständig auf erneuerbare Energien und Wasserstoff umgestellt werden muss.

Mit über 1.229 TWh entfällt über die Hälfte des gesamten Energieverbrauchs in Deutschland auf den Wärmesektor. Eines der zentralen Ziele des Koalitionsvertrags ist es, bis 2030 insgesamt 50 Prozent klimaneutrale Wärme zu nutzen. Angesichts des aktuellen Anteils erneuerbarer Energien von rund 17,4 Prozent müssen in den kommenden sieben Jahren entscheidende Impulse gesetzt werden, um die zur Erreichung dieses Ziels notwendigen Investitionen in erneuerbare Wärme tatsächlich zu realisieren.

Neben dezentralen Erzeugungsanlagen stellt die Nutzung von netzgebundenen erneuerbaren Wärmeerzeugern und Abwärme einen der zentralen Ansätze dar, um dieses Ziel zu erreichen und spätestens 2045 eine klimaneutrale Wärmeversorgung zu erreichen. In den Langfristszenarien des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz wird deshalb davon ausgegangen, dass bis 2045 ein deutlicher Ausbau der Fern- und Nahwärme notwendig ist und bis dahin etwa ein Viertel des Wärmebedarfs durch Fernwärme bereitgestellt wird. Dafür sind jedoch eine Reihe von Maßnahmen notwendig, mit deren Umsetzung die Bundesregierung bereits begonnen hat. So wurde etwa mit der Bundesförderung effizienter Wärmenetze bereits ein Förderrahmen geschaffen, um den notwendigen Ausbau des Fernwärmenetzes zu ermöglichen. Des Weiteren arbeitet die Bundesregierung derzeit an einem Gesetzentwurf für die

verpflichtende kommunale Wärmeplanung, nach der Kommunen zukünftig eine entsprechende Strategie zur Dekarbonisierung ihrer Wärmeversorgung umsetzen müssen. Darüber hinaus sieht der Entwurf vor, dass bereits ab 2024 insgesamt 65 Prozent der in neuen Wärmenetzen eingespeisten Wärme aus erneuerbaren Quellen oder unvermeidbarer Abwärme stammen müssen. Bestandsnetze sollen zudem bis 2030 mit bis zu 50 Prozent erneuerbarer Wärme oder unvermeidbarer Abwärme betrieben werden.

Diese Maßnahmen sind alleine jedoch noch nicht ausreichend, damit Deutschland bis 2045 rund 25 Prozent seines Wärmebedarfs durch Wärmenetze decken kann. Das vorliegende Hintergrundpapier identifiziert deshalb vier zentrale Herausforderungen, die adressiert werden müssen, um dieses Ziel zu erreichen:

- Einen klaren Ordnungsrahmen durch die Vereinbarung konkreter Wärmenetzziele schaffen und die bestehende Förderkulisse weiterentwickeln
- Die Chancen und Regulierungsanforderungen des Drittzugangs von Erzeugungsanlagen klären
- Lokale Energieinfrastrukturen auf Basis der Wärmeplanung und Systementwicklungsstrategie integriert planen
- Ausreichende Investitionen in Produktionskapazitäten für Erzeugungstechnologien sowie Fachkräfte sicherstellen

3 Wo steht der Fernwärmesektor heute?

Erneuerbare Energien stellen bisher lediglich 22 Prozent der Fernwärmeerzeugung

Im Jahr 2021 wurden in Deutschland insgesamt rund 134 TWh Fernwärme erzeugt. Abzüglich der entstehenden Netzverluste (17 TWh) standen den Verbrauchssektoren somit rund 116 TWh für den

Endenergieverbrauch zur Verfügung. Das entspricht in etwa einem Zehntel des gesamten Wärmeverbrauchs in Deutschland (1.229 TWh). Dieser entfällt nahezu vollständig auf den Gebäude- und Industriesektor, in denen Wärme insbesondere für Raumheizung, Warmwasser und Prozesswärme verwendet wird.

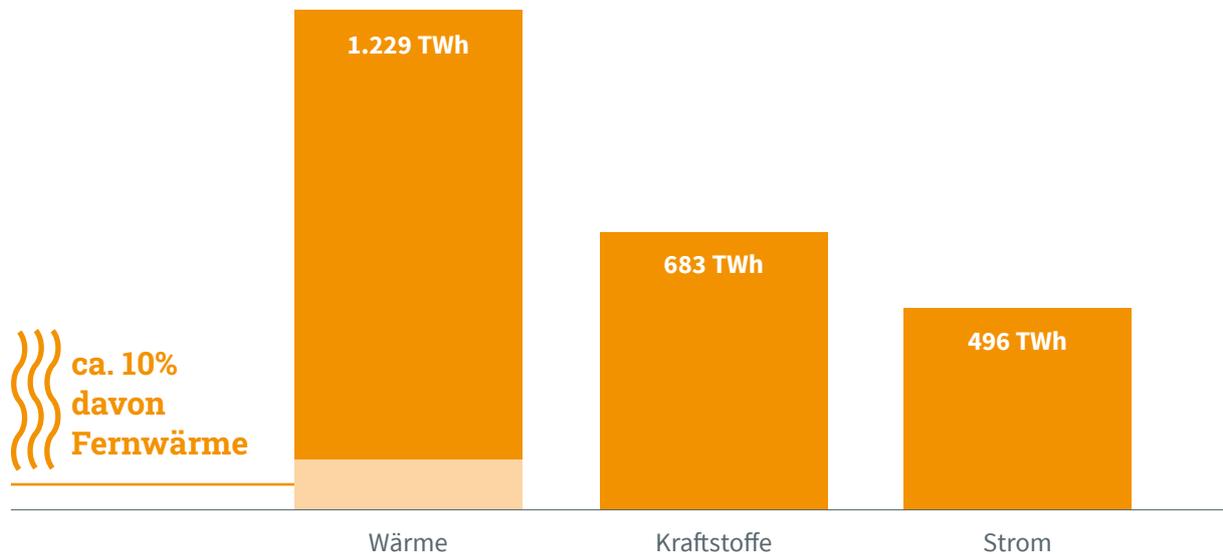


Abbildung 1: Endenergieverbrauch von Strom, Kraftstoffen und Wärme im Jahr 2021¹

Den größten Anteil an der Fernwärmeerzeugung hatte Erdgas (44 Prozent), gefolgt von erneuerbaren Energien (22 Prozent) sowie Braun- und Steinkohle (21 Prozent). Der Großteil der Erzeugung

aus erneuerbaren Energien entfällt dabei auf Biomasse oder den biogenen Anteil von Abfällen. Großwärmepumpen spielen in der Fernwärmeerzeugung bisher keine Rolle.

¹ Eigene Berechnungen auf Basis AG Energiebilanzen (2022): Auswertungstabellen zur Energiebilanz 1990 bis 2021.

3 Wo steht der Fernwärmesektor heute?

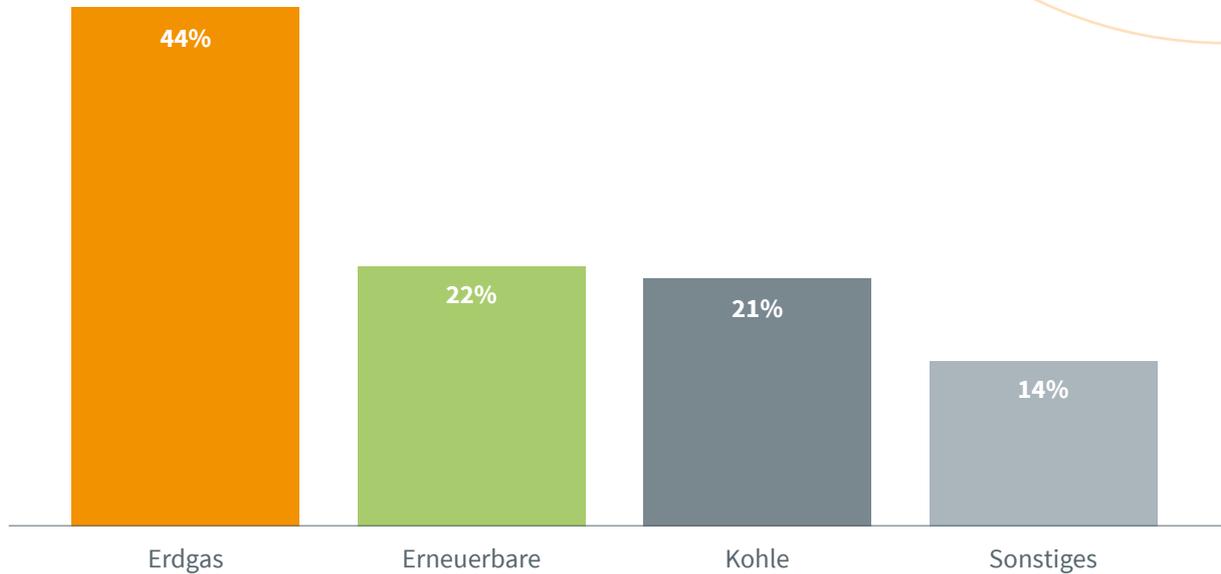


Abbildung 2: Anteil an der Fernwärmeerzeugung nach Energieträgern im Jahr 2021²

Die 2021 erzeugte Fernwärme wurde zu 59 Prozent in Gebäuden und zu 41 Prozent in der Industrie verbraucht. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die regionale Verteilung der Fernwärme in Deutschland aus historischen Gründen große Unterschiede aufweist und die Fernwärmenutzung aus strukturellen Gründen überwiegend in großen Ballungsräumen konzentriert ist.³

Die erzeugte Fernwärme wird mithilfe von rund 31.300 km Fernwärmeleitungen zu den Verbrauchern transportiert. Bei dem Großteil dieser Infrastruktur handelt es sich um wasserbetriebene Leitungen, die überwiegend mit Temperaturen von über 90 °C betrieben werden⁴. Bei lediglich 8 Prozent der Leitungen handelt es sich um Dampfleitungen mit einem noch höheren Temperaturniveau.

| | Fernwärmenetze | | Fernkältenetze |
|---------------------------------|------------------------|-----------------------|----------------|
| | Wasserbetriebene Netze | Dampfbetriebene Netze | |
| Anzahl an Netzen | 1.003 | 32 | 34 |
| Netzwerklänge in km | 28.695 | 2.557 | 89 |
| Anzahl an Hausübergabestationen | 333.419 | 6.161 | 473 |
| Angeschlossene Leistung in MW | 42.123 | 3.177 | 235 |

Tabelle 1: Überblick zur Wärmenetzstruktur in Deutschland 2020⁵

² Eigene Berechnungen auf Basis AG Energiebilanzen (2022): Auswertungstabellen zur Energiebilanz 1990 bis 2021.

³ Michael, Lars-Hendrik; Lkhamsuren, Bayasgalantugs; Hankers, Robert; Schulz, Detlef (2021): Fernwärme in Hamburg und Deutschland: Netzstruktur, Entwicklungsgeschichte und die regenerative Zukunft. Helmut-Schmidt-Universität, Universität der Bundeswehr, Fakultät für Elektrotechnik, Professur für Elektrische Energiesysteme. Verfügbar unter: <https://openhsu.uib.hsu-hh.de/handle/10.24405/13860>.

⁴ BMWK (2022): Eröffnungsbilanz Klimaschutz. Verfügbar unter: https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/220111_eroeffnungsbilanz_klimaschutz.pdf?__blob=publicationFile (abgerufen am 26. Mai 2023).

⁵ AGFW (2022): Hauptbericht 2021, AGFW. Verfügbar unter: <https://www.agfw.de/zahlen-und-statistiken/agfw-hauptbericht/> (abgerufen am 25. Mai 2023).

3 Wo steht der Fernwärmesektor heute?

Im Gegensatz zum Strommarkt hat auf dem Fernwärmemarkt bisher noch keine Liberalisierung bzw. keine Entbündelung stattgefunden. Stattdessen erfolgt der Großteil der Versorgung durch vertikal integrierte Unternehmen. Das bedeutet, dass sowohl Erzeugungsanlagen als auch das Wärmenetz in der Regel über ein Versorgungsunternehmen als lokales Monopol betrieben werden. Ende 2021 gab es insgesamt 566 Fernwärmeversorgungsunternehmen in Deutschland, wovon rund 80 Prozent als kommunale Unternehmen definiert werden können⁶. Die Integration von Wärme durch Dritte muss hierbei in der Regel individuell mit dem Wärmeversorgungsunternehmen verhandelt werden und entsprechend einen wirtschaftlichen Vorteil für den Wärmenetzbetreiber gegenüber dem bestehenden Erzeugungsportfolio darstellen. In der Praxis wird der verhandelte Drittzugang vor allem aufgrund mangelnder Anreize bislang noch wenig umgesetzt.

Die Dekarbonisierung der Fernwärme wird derzeit mit einem breiten Policy-Mix aus verbindlicher Planung, finanzieller Förderung und CO₂-Bepreisung adressiert

Um die Dekarbonisierung der Wärmenetze zu erreichen, setzt die Bundesregierung gegenwärtig auf einen breiten Policy-Mix, der die bestehenden Herausforderungen mithilfe verschiedener Instrumente parallel adressiert.

Mit dem geplanten **Gesetz zur kommunalen Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze** soll eine strategische Planung und Umsetzung einer vollständigen Dekarbonisierung der Wärmeerzeugung für einen Großteil der deutschen

Kommunen verpflichtend werden. Eine zentrale Rolle bekommen dabei die Wärmenetze. Der Gesetzesentwurf sieht vor, dass bereits ab 2024 in neuen Wärmenetzen 65 Prozent der eingespeisten Wärme aus erneuerbaren Quellen oder unvermeidbarer Abwärme stammen müssen. Bestandsnetze sollen zudem bis 2030 mit bis zu 50 Prozent erneuerbarer Wärme oder unvermeidbarer Abwärme betrieben werden⁷.

Die **Bundesförderung effiziente Wärmenetze (BEW)** ist seit August 2022 das zentrale Förderinstrument der Bundesregierung zur Transformation der Wärmenetze. Die Förderung schafft für Wärmenetzbetreiber Anreize dafür, in den Neubau von Wärmenetzen mit mindestens 75 Prozent Anteil erneuerbarer Energien und Abwärme zu investieren und bestehende Netze zu dekarbonisieren. Damit wird ein wesentlicher Anreiz zum Umbau bestehender Netze hin zu erneuerbaren Energien und unvermeidbarer Abwärme und für den Neubau von Netzen, die vorwiegend aus erneuerbaren Wärmequellen gespeist werden, gesetzt. Zudem wird ein Investitionszuschuss von 40 Prozent sowohl für den Wärmenetzausbau oder -umbau als auch für die Investition in Technologien zur Nutzung und Integration erneuerbarer Energiequellen bereitgestellt. Die Erstellung eines Transformationsplans zum zeitlichen, technischen und wirtschaftlichen Umbau des bestehenden Wärmenetzsystems bzw. eine Machbarkeitsstudie für geplante Neuerrichtung – alles hin zu einem treibhausgasneutralen Wärmenetzsystem bis 2045 – sind für die Investitionskostenförderung durch die BEW erforderlicher Bestandteil und gemäß aktuellen Gesetzesentwurf ab dem 01. Januar 2026 für Betreiber von Wärmenetzen verpflichtend und werden wegen ihrer Priorität auch mit gefördert.

⁶ BDEW (2022): Nettowärmeerzeugung nach Energieträgern.

Verfügbar unter <https://www.bdew.de/service/daten-und-grafiken/nettowaermeerzeugung-nach-energietraegern/> (abgerufen am 26. Mai 2023).

⁷ BAFA (2023): Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW). Verfügbar unter: https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Waermenetze/Effiziente_Waermenetze/effiziente_waermenetze_node.html (abgerufen am 25. Mai 2023).

3 Wo steht der Fernwärmesektor heute?

Das gesamte Förderprogramm BEW umfasst 1,65 Milliarden Euro über sechs Jahre⁸ und liegt damit deutlich niedriger als das insgesamt geschätzte Investitionsvolumen von rund 12,6 Milliarden Euro. Mit der BEW lassen sich somit aktuell nur 10 Prozent der notwendigen Investitionen finanzieren⁹.

Das **Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG)** dient dem Zweck, die Transformation Deutschlands zu einer nachhaltigen und treibhausgasneutralen Energieversorgung zu unterstützen, die vollständig auf erneuerbaren Energien beruht¹⁰. Tatsächlich trug das KWKG (in der Vorgängerfassung) wesentlich dazu bei, dass die Energieversorgung auf Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen (KWK-Anlagen) um- und ausgebaut wurde. Dabei ist die Wärmeerzeugung aus Anlagen der KWK bisher jedoch noch mit über 76 Prozent stark fossil geprägt¹¹. Der Kohleausstieg bis 2030 bedeutet, dass auch der aktuelle Anteil der Braun- und Steinkohle von 26 Prozent an der Wärmeerzeugung bei KWK-Anlagen ersetzt werden muss¹⁴. Die durch stillgelegte Kohlekraftwerke fehlende Wärmeleistung wird aktuell in der Regel durch äquivalente erdgasbetriebene KWK-Anlagen ersetzt, welche nach wie vor über das KWKG eine Förderung erhalten, allerdings unter verschärften

Auflagen. Für die Förderung innovativer KWK muss z.B. ein Wärmetransformationsplan die Dekarbonisierung des verbundenen Wärmenetzes nachweisen. Die dekarbonisierten Wärmenetze werden zukünftig jedoch weitgehend ohne KWK-Anlagen auskommen müssen, da die verfügbaren Biomasse- und Biogaspotentiale zur Nutzung in der Wärmeerzeugung beschränkt sind.

Ein weiterer Treiber für den Ausbau erneuerbarer Energien im Wärmebereich ist der seit 2021 mit dem **Bundesemissionshandelsgesetz (BEHG)**¹² wirksame, kontinuierlich steigende CO₂-Preis auf fossile Energieträger zusätzlich zum EU-Emissionshandel. Der nationale Emissionshandel für Brennstoffemissionen soll gemeinsam zur Erreichung der deutschen Minderungsziele für Treibhausgasemissionen nach der deutschen und der EU-Klimaschutzverordnung beitragen. Der **CO₂-Preis** von aktuell 30 Euro je Zertifikat (entsprechend 1 Tonne CO₂) wird auf die Brennstoffpreise beim Verbraucher aufgeschlagen und soll zum Umstieg auf emissionsfreie Energieträger anreizen. Aktuell noch auf geringem Niveau, kann der CO₂-Preis auf relevanter Höhe entscheidende Impulse für die rechtzeitige Transformation auf klimaneutrale Energieträger setzen. Das Brennstoffemissionshandelsgesetz wird ab 2023 auf Kohle als Brennstoff und ab 2024 auch auf die Emissionen aus Abfall ausgeweitet.



⁸ BAFA (2023): Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW). Verfügbar unter: https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Waerменetze/Effiziente_Waerменetze/effiziente_waerменetze_node.html (abgerufen am 25. Mai 2023).
⁹ Blesl, M., Burkhardt, A. & Wendel, F. (2023): Transformation und Rolle der Wärmenetze: Ariadne-Analyse. Verfügbar unter: https://ariadneprojekt.de/media/2023/04/Ariadne-Analyse_Waerменetze_April2023.pdf (abgerufen am 25. Mai 2023).
¹⁰ BMJ (2022): Gesetz für die Erhaltung, die Modernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung (Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz – KWKG 2023) (KWKG).
¹¹ Umweltbundesamt (2020): Status quo der Kraft-Wärme-Kopplung in Deutschland: Sachstandspapier, Umweltbundesamt. Verfügbar unter: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/hgp_statusquo_kraft-waerme_kopplung_final_bf.pdf (abgerufen am: 25. Mai 2023).
¹² Bundesministerium für Justiz (2022): Gesetz über einen nationalen Zertifikatehandel für Brennstoffemissionen (Brennstoffemissionshandelsgesetz – BEHG). Verfügbar unter: <https://www.gesetze-im-internet.de/behg/BEHG.pdf>.

4 Welche Rolle spielt die Fernwärme in einem klimaneutralen Energiesystem?

Dekarbonisierte Wärmenetze spielen für die Erreichung der Klimaschutzziele eine zentrale Rolle

Deutschland hat sich das Ziel gesetzt, bis 2045 vollständig klimaneutral zu werden. Damit das gelingt, möchte die Bundesregierung laut Koalitionsvertrag idealerweise bis 2030 aus der Braun- und Steinkohle Nutzung aussteigen. Darüber hinaus soll der Wärmeverbrauch bis 2030 zu 50 Prozent klimaneutrale Wärme nutzen¹³. Wie das konkret gelingen kann, hat das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) im Rahmen der von ihm beauftragten Langfristszenarien (2022, 2. Modellierungsrunde, Szenario T45-Strom) detailliert untersuchen lassen:

- **Zahl der Anschlüsse und Infrastruktur:** Erstens steigt die Zahl der Fernwärmeanschlüsse bis 2045 deutlich an. In den Langfristszenarien wird davon ausgegangen, dass die Zahl der Anschlüsse bis 2045 auf etwa das Doppelte ansteigt¹⁴ und somit mehr Haushalte, Gewerbe und Industriebetriebe Fernwärme als zentrale Quelle der Wärmeversorgung nutzen. Das bedeutet, dass das bestehende Fernwärmeleitungssystem erheblich ausgebaut werden muss. Mit einer steigenden Bedeutung der Wärmenetze ist vor allem in dicht besiedelten urbanen Gebieten zu rechnen, denn: Je höher die Wärmebedarfs- bzw. Anschlussdichte, desto effizienter ist das Netz. So ergeben sich klare Kostenvorteile gegenüber dezentralen Alternativen.
- **Fernwärmeerzeugung:** Zweitens steigt aufgrund der höheren Fernwärmeanschlüsse auch die Fernwärmeerzeugung von derzeit rund 134 auf 148 TWh im Jahr 2030 und auf 175 TWh im Jahr 2045 an. Der Anstieg liegt dabei etwas niedriger als das Wachstum der Anschlüsse, da der Gesamtverbrauch gleichzeitig durch die Sanierungen im Gebäudebestand reduziert wird. Je geringer die Einsparungen ausfallen, desto höher ist der projizierte Fernwärmebedarf.
- **Technologiemix:** Drittens verändert sich der Technologiemix der Fernwärmeerzeugung deutlich (vgl. Abbildung 3). Um das Ziel der Klimaneutralität zu erreichen, werden die heute dominierenden Gas- und Kohle-KWK-Anlagen schrittweise abgeschaltet und durch einen Mix von Erneuerbare-Energien-Technologien ersetzt. Dieser Mix umfasst insbesondere Großwärmepumpen, aber auch Geothermie (tiefe, oberflächennahe als auch Grubenwasser), Solarthermie, Biomasse, Abwärme aus Industrie und weiteren Sektoren, und – ab 2040 und in begrenztem Umfang – auch Wasserstoff-KWK-Anlagen.

¹³ BMWK (2023): Referentenentwurf zum Gesetz zur kommunalen Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze. Stand: 03.05.2023.

¹⁴ Verfügbar unter: https://www.langfristszenarien.de/enertile-explorer-wAssets/docs/2021-06-30_Webinar_Gebaeude.pdf.

4 Welche Rolle spielt die Fernwärme in einem klimaneutralen Energiesystem?

- **Speicher und Flexibilität:** Viertens werden an Wärmenetze angeschlossene Wärmespeicher mithilfe von Elektrokesseln zunehmend auch als Flexibilitätsoption für die variable Stromerzeugung aus Wind- und PV-Anlagen genutzt und erhöhen so die Flexibilität des Energiesystems.

Die Ergebnisse des dargelegten Szenarios zeichnen sich darüber hinaus durch eine hohe Robustheit aus: Sowohl die in den Langfristszenarien modellierten Alternativszenarien¹⁷ als auch die im Jahr 2021 vorgelegten Klimaneutralitätsstudien¹⁸ kommen zu vergleichbaren Ergebnissen, je nach getroffenen Annahmen zu Energieeffizienzmaßnahmen und Technologiekosten.

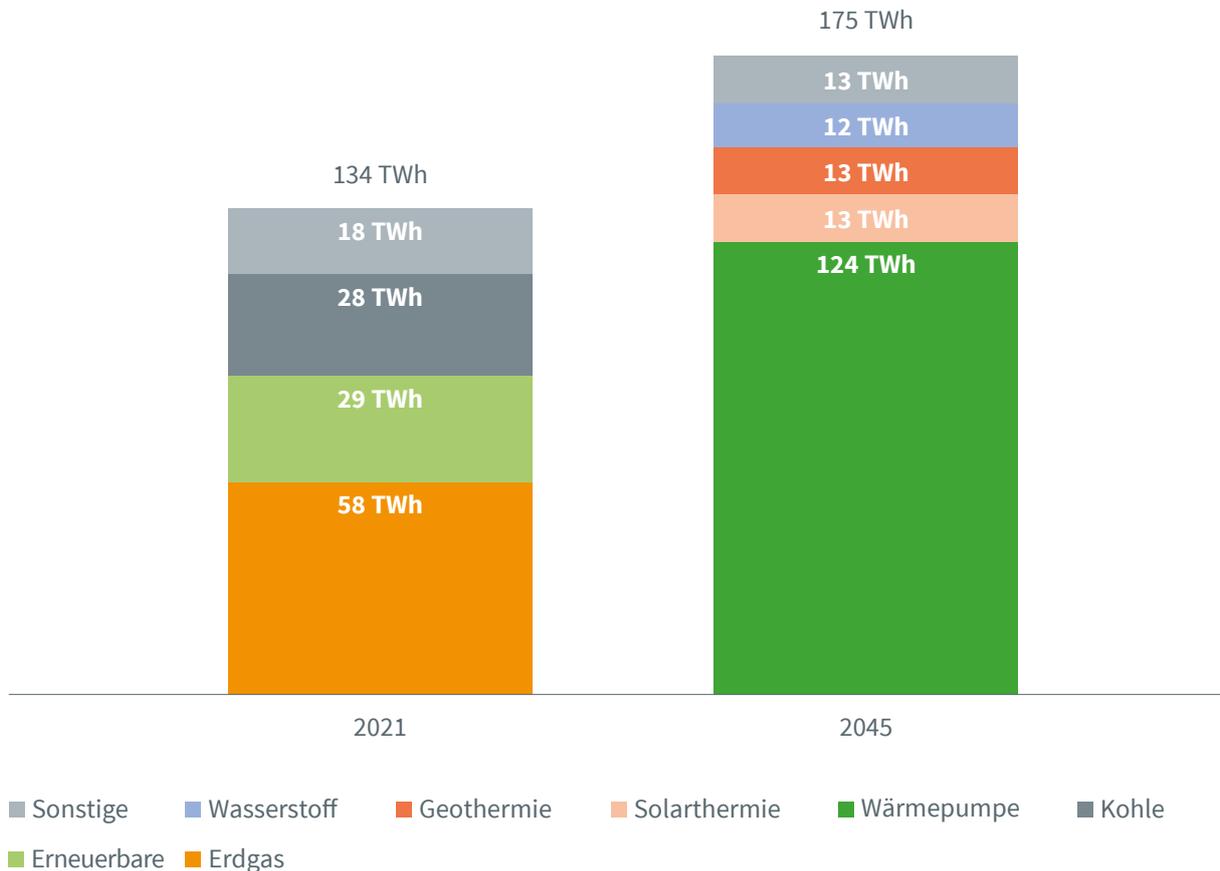


Abbildung 3: Fernwärmeerzeugung nach Energieträgern im Jahr 2021¹⁵ und 2045¹⁶

¹⁵ Eigene Berechnungen auf Basis AG Energiebilanzen (2022): Auswertungstabellen zur Energiebilanz 1990 bis 2021.

¹⁶ Verfügbar unter: https://www.langfristszenarien.de/enertile-explorer-wAssets/docs/LFS3_T45_Webinar_Angebot_Nov_2022_final_webinarversion.pdf.

¹⁷ Verfügbar unter: https://www.langfristszenarien.de/enertile-explorer-wAssets/docs/LFS3_T45_Webinar_Angebot_Nov_2022_final_webinarversion.pdf.

¹⁸ Verfügbar unter: https://ariadneprojekt.de/media/2022/03/2022-03-16-Big5-Szenarienvergleich_final.pdf.

5 Wie wird sich das bestehende Fernwärmesystem im Zuge der Transformation verändern?

Klimaneutrale Wärmenetze werden mit niedriger Temperatur betrieben und sind dezentraler sowie digitaler

Die Dekarbonisierung der Fernwärme bringt auch einige technisch-ökonomische Veränderungen und Neudefinitionen bestehender Rollen mit sich. Dabei lassen sich einige Parallelen zur Transformation des Stromsektors beobachten:

- **Niedrigere Netztemperatur:** Ein Bestandswärmenetz in Deutschland besteht aktuell in der Regel aus wenigen großen, grundlastfähigen Erzeugungseinheiten, die weitestgehend als KWK-Anlagen mit Verbrennung fossiler Energieträger

ausgelegt sind und damit höhere Temperaturen von durchschnittlich 95 °C für das Wärmenetz bereitstellen (zweite Generation Wärmenetze). Das Wärmenetz der Zukunft wird durch einen breiteren Erzeugungs- und Technologiemix basierend auf lokal verfügbaren Wärmequellen, der Nutzung von Überschussstrom über Wärmepumpen als auch durch integrierte Speicher auf niedrigem Temperaturniveau betrieben werden. Diese komplett auf erneuerbaren Energien und Abwärme basierenden Niedrigtemperatursysteme werden Wärmenetze der vierten oder auch fünften Generation genannt (vgl. Abbildung 4)²⁰.

Transformation der Wärmenetze – Zeitlicher Verlauf und technologische Entwicklung

Temperatur (°C) / Effizienzlevel

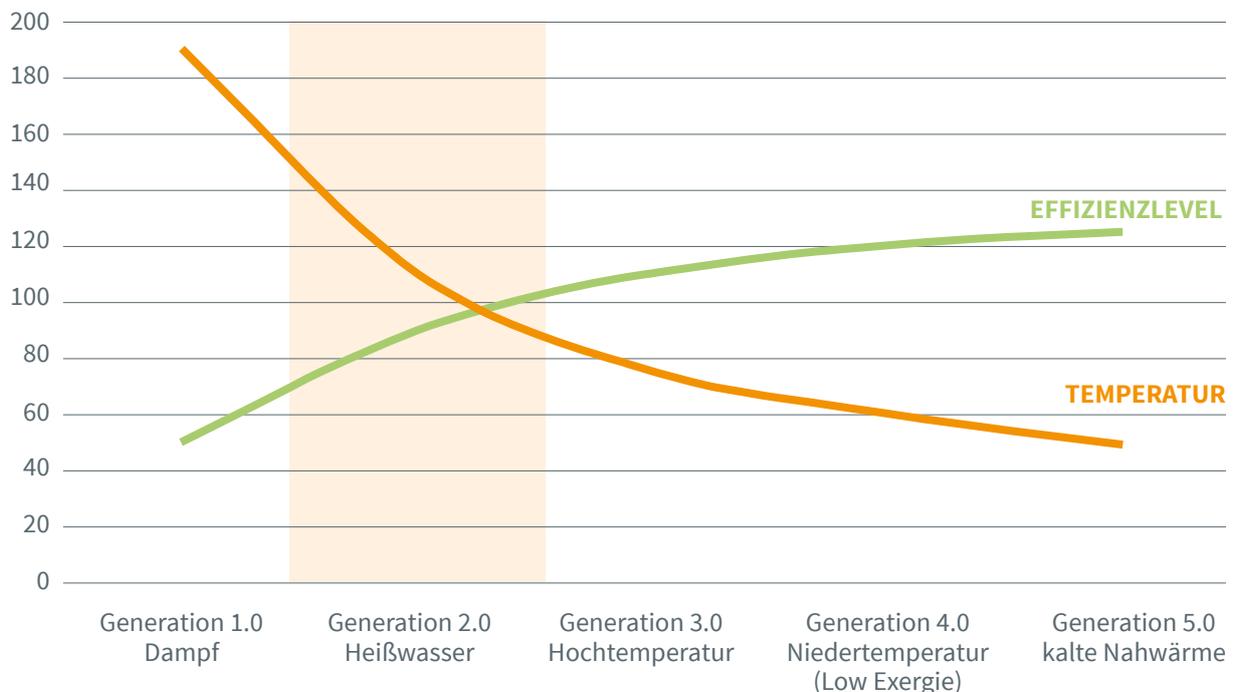


Abbildung 4: Transformation der Wärmenetze von der ersten bis zur fünften Generation (eigene Darstellung in Anlehnung an ⁵ und ¹⁹)

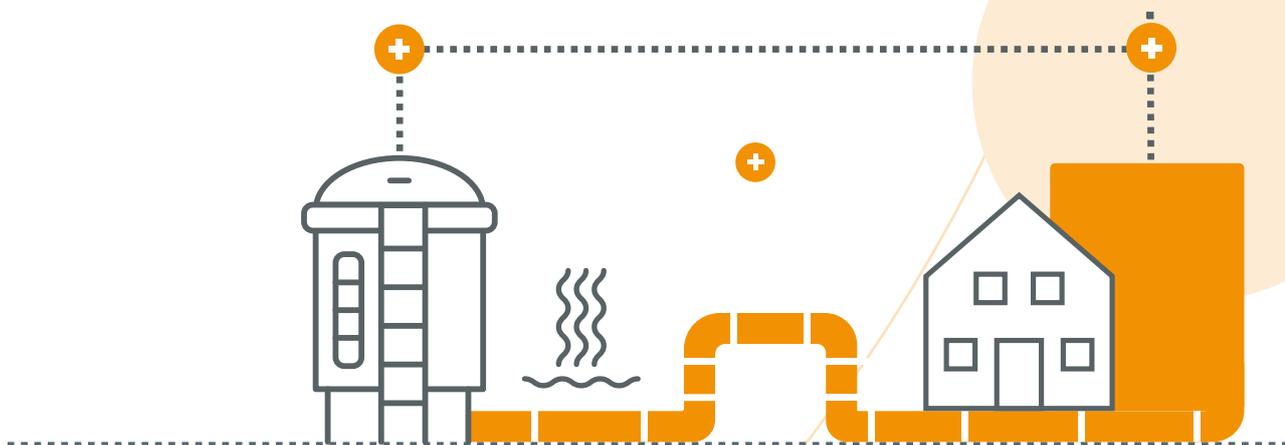
¹⁹ Averfalk et al. & edited by Lygnerud & Werner (2021): Low-Temperature District Heating Implementation Guidebook. Verfügbar unter: <https://publica-rest.fraunhofer.de/server/api/core/bitstreams/72a35346-8670-4d3a-b1b9-cb0d52272242/content> (abgerufen am 25. Mai 2023).

²⁰ Deutsche Energie-Agentur (2023): Entwurf einer industriepolitischen Strategie für erneuerbare Energien und Stromnetze. Erkenntnisse aus dem Stakeholderdialog industrielle Produktionskapazitäten für die Energiewende (StiPE).

5 Wie wird sich das bestehende Fernwärmesystem im Zuge der Transformation verändern?

- **Steigende Volatilität und Saisonalität der Erzeugung:** Die Strom- und Wärmeerzeugung zentraler erneuerbarer Energien-Technologien, insbesondere die Nutzung thermischer Quellen, ist zumeist volatil und saisonal. Damit ergeben sich erhöhte Anforderungen an die Digitalisierung, Steuerung und Regelung der diversen Erzeugungseinheiten, Speichersysteme, der Netze und der Beachtung der Lastanforderungsprofile der Verbraucherseite.
- **Höhere Akteursvielfalt:** Ein breiterer Mix an Erzeugungseinheiten und -technologien bedeutet, dass zusätzlich zum Wärmenetzbetreiber künftig weitere Akteure aktiv am Wärmenetz beteiligt sein werden. Dies erfordert, dass geeignete Organisationsstrukturen⁵ als auch Beteiligungsformen an Wärmenetzen durch den Gesetzgeber entsprechend geregelt werden müssen. Darüber hinaus können traditionelle Verbraucher eines Wärmenetzes künftig zunehmend die Rolle eines

Prosumers einnehmen, indem eigene Erzeugungseinheiten bei den Verbrauchern an das Netz angeschlossen und intelligent eingespeist werden⁵. Die Integration von Überschussstrom aus erneuerbaren Energien (Wind und PV) als auch perspektivisch die bidirektionale Nutzung von Wärmenetzen durch Prosumer ermöglichen zukünftig Flexibilitätsoptionen für das Gesamtenergiesystem und eröffnen zunehmend neue Geschäftsmodelle. Herkunftsnachweise für grüne Wärme können hierbei eine zentrale Rolle spielen.



6 Welche zentralen Herausforderungen müssen adressiert werden, damit die geplante Transformation des Fernwärmesystems gelingt?

Herausforderung 1: Einen klaren Ordnungsrahmen durch die Vereinbarung konkreter Wärmenetzzele schaffen und die bestehende Förderkulisse weiterentwickeln

Die Umstellung der Fernwärmeversorgung auf klimaneutrale Energieträger ist mit einem hohen Investitions- und Kostenaufwand in einem äußerst kurzen Zeitrahmen verbunden. Um eine hohe Investitionsdynamik im Markt zu erreichen, braucht es deshalb einen regulatorischen Rahmen, der ausreichende politische wie finanzielle Sicherheit bietet.

Um diese Sicherheit zu gewährleisten, sollte erstens ein konkretes Ziel für den Anteil der Fernwärme am Wärmeverbrauch formuliert werden. Bisher deckt die Fernwärme knapp unter 10 Prozent des Wärmeverbrauchs. Entsprechend den Langfristszenarien steigt der Anteil der Fernwärme bis 2045 auf etwa ein Viertel des Wärmeverbrauchs (exklusive Strom) an. Für den weiteren Ausbau sollte ein entsprechendes Ziel festgeschrieben werden.

Zweitens sollten ausreichend Fördermittel für den Ausbau und die Modernisierung der Wärmenetze bereitgestellt werden. Verglichen mit den notwendigen Investitionskosten von 20 Milliarden Euro sind die derzeit im Rahmen der BEW zur Verfügung gestellten 1,65 Milliarden Euro über sechs Jahre nicht ausreichend. Darüber hinaus sollte die BEW durch spezifische Finanzierungsinstrumente ergänzt werden, um konkrete Hemmnisse bei einzelnen Technologien zu beseitigen. Hierzu zählt etwa die Einführung einer staatlichen Risikoabsicherung für die Kosten von Bohrungen bei Tiefengeothermieprojekten. Zuletzt sollte geprüft werden, welche Wirkung im Einzelfall etwa steuerliche Abschreibungen, zinsgünstige Kredite oder Investitionskostenzuschüsse entfalten

können, solange das bestehende CO₂-Bepreisungssystem keine ausreichenden Kostenvorteile für erneuerbare Wärme sicherstellt.

Drittens sollte das KWKG so weiterentwickelt werden, dass es im Einklang mit den langfristigen Klimaschutzziele steht. Dazu zählt zum einen die schrittweise Beendigung der Förderung von Anlagen, die mit Erdgas betrieben werden. Zukünftig sollten nur noch solche Anlagen gefördert werden, die vollständig mit Wasserstoff betrieben werden können oder – im Falle von bestehenden Erdgasanlagen – über einen verbindlichen Umrüstungsplan bis spätestens 2040 verfügen.

Herausforderung 2: Die Chancen und Regulierungsanforderungen des Drittzugangs von Erzeugungsanlagen klären

Um die notwendige Transformationsgeschwindigkeit und die dafür notwendigen Investitionen sicherzustellen, kann u.U. die Neuregelung des Drittzugangs von Erzeugungsanlagen einen wichtigen Beitrag leisten. So hat die Europäische Kommission mit Blick auf die Erschließung neuer Kapitalquellen für die Wärmenetze sowie zur Verbesserung der Transparenz im Rahmen einer Novellierung der Erneuerbare-Energien-Richtlinie eine Neufassung des Drittzugangs zu Wärmenetzen vorgeschlagen: Demnach sollen der Betrieb von (großen) Fernwärmenetzen sowie die Versorgung rechtlich von der Wärmezeugung getrennt werden (Entbündelung), Wärmezeuger sollen so miteinander in Wettbewerb treten. Im laufenden parlamentarischen Abstimmungsverfahren wurde die Verpflichtung der Mitgliedstaaten zu einer solchen Regelung abgeschwächt, die neue Entwurfsfassung enthält nun eine Sollregelung.

6 Welche zentralen Herausforderungen müssen adressiert werden, damit die geplante Transformation des Fernwärmesystems gelingt?

Gegenüber der heutigen Praxis des verhandelten Netzzugangs für Dritte sind hier die folgenden Neuregelungen denkbar:

- **Regulierter Netzzugang:** Der vertikal integrierte Netzbetreiber wird unter bestimmten, genau definierten Bedingungen (u. a. Bedarfsfeststellung, ausreichende Kapazität, technische Anforderungen an den Netzanschluss) verpflichtet, Anbieter von klimaneutraler Wärmeerzeugung in das Wärmeversorgungsnetz zu integrieren. Die Vergütung erfolgt auf Basis einer Verordnung.
- **Single-Buyer-Modell:** Der Wärmenetzbetrieb ist von der Erzeugung getrennt, der Wärmenetzbetreiber trägt jedoch weiterhin die alleinige Verantwortung für den Betrieb des Netzes und die Versorgung der Kunden mit Wärme. Zu diesem Zweck kauft er im Rahmen eines wettbewerblichen Verfahrens die Wärme von unabhängigen Erzeugungsunternehmen, die bestimmten Verpflichtungen zur Emissionsminderung unterliegen.
- **Durchleitungsmodell:** Unabhängige Wärmeerzeugungsunternehmen schließen Versorgungsverträge mit Endkunden; hierbei unterliegen sie Vorschriften zur Emissionsminderung. Der Wärmenetzbetreiber ist ausschließlich für den sicheren Betrieb des Verteilnetzes verantwortlich.

Vor diesem Hintergrund sollte die Bundesregierung prüfen, inwiefern das gegenwärtig in Deutschland praktizierte System einer vertikal integrierten Wertschöpfungskette anzupassen ist.

Herausforderung 3: Lokale Energieinfrastrukturen auf Basis der Wärmeplanung und Systementwicklungsstrategie integriert planen

Die kommunale Wärmeplanung ist ein strategisches Instrument²¹ der Planung zur Erreichung einer klimaneutralen Wärmeversorgung auf kommunaler Ebene. Sie soll den Akteuren vor Ort (Kommunen, Wärmenetzbetreibern, Anlagenbetreibern, Verbrauchern, Prosumern) eine Orientierung geben, wie die klimaneutrale Wärmeversorgung lokal zu realisieren ist. Das heißt, in der kommunalen Wärmeplanung wird verankert, welche Effizienzpotenziale und Energiequellen vor Ort verfügbar sind, um eine klimaneutrale Wärmeversorgung bis 2045 zu erreichen²¹. Damit schafft sie Informationen und Anreize für die Entwicklung und Nutzung lokal verfügbarer Wärmequellen und zeigt einen Entwicklungspfad für den Ausstieg aus fossilen Energieträgern auf. Als große Herausforderung hierbei ist die noch weiterhin unzureichende Datenverfügbarkeit und -qualität im Wärmebereich zu nennen, beginnend bei lokalisierbaren, thermischen Energiepotenzialen über die Wärmebedarfe von Verbrauchern bis hin zu installierten Leistungen von Wärmetechnologien.

²¹ Verfügbar unter: <https://www.kww-halle.de/wissen/themen-der-kommunalen-waermeplanung/grosse-fragen-zur-kommunalen-waermeplanung>.

6 Welche zentralen Herausforderungen müssen adressiert werden, damit die geplante Transformation des Fernwärmesystems gelingt?

Wärmenetze stellen einen wichtigen Baustein lokaler Wärmeversorgung dar, ihre Dekarbonisierung kann aber nur im Zusammenspiel mit dem Umbau der Strom- und Gasnetze gelingen. Durch die teilweise Elektrifizierung der Wärmeversorgung und des Verkehrs sowie die Umstellung auf klimaneutrale Energieträger sind erhebliche Anpassungen der verschiedenen Energienetze insbesondere in Ballungsgebieten erforderlich. So müssen die Stromnetze stark ausgebaut werden, um neue Verbraucher im Wärmesektor wie Großwärmepumpen und die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien zu integrieren. Erdgasnetze werden zukünftig in großem Umfang stillgelegt oder für den Transport klimaneutraler Gase umgebaut werden müssen.

In der Konsequenz gelingt diese Transformationsplanung für die Wärmeversorgung nur, indem alle lokal verfügbaren erneuerbaren Energiequellen als auch die -infrastrukturen integriert betrachtet werden. Nur damit kann letztendlich eine Einbeziehung erneuerbarer Stromkapazitäten in die Wärmeversorgung gesichert sowie der Um- und Rückbau der Gasverteilnetze mit der Umstellung auf erneuerbare Wärmeversorgung synchronisiert werden. Nicht nur eine lückenlose, sondern auch eine investitionssichere Wärmeversorgung und neue Geschäftsmodelle für Infrastruktur- und Anlagenbetreiber werden damit gefördert.

Um diese erheblichen Herausforderungen auch regulatorischer Art zu bewältigen, ist eine koordinierte Planung auf Verteilnetzebene erforderlich. Der dena-Praxisdialog zu lokalen Energieinfrastrukturen hat gezeigt, dass es für eine erfolgreiche Transformation klare, auf die lokale Ebene heruntergebrochene Zielbilder für die zukünftige Energieversorgung ebenso braucht wie einen geregelten Austauschprozess zwischen den verschiedenen Netzbetreibern und den Kommunen. So können eine kosteneffiziente, integrierte Planung der lokalen Infrastrukturen und eine zeitlich eingetaktete Dekarbonisierung in allen Energiebereichen gelingen.

Mit Blick auf eine vertikal integrierte Planung bedarf es somit eines klaren Rahmens für den lokalen Umbau der Infrastrukturen. Auf der nationalen Ebene wird aktuell die Systementwicklungsstrategie (SES) entwickelt, die ein „sektorübergreifendes Leitbild und eine robuste Strategie für die Transformation des Energiesystems“ liefern soll.²² Auf Grundlage des übergeordneten Leitbildes sollten zukünftig regionale und lokale Leitplanken für die Infrastrukturplanung formuliert werden.

Um den Umbau lokaler Energienetze auf Basis der kommunalen Wärmeplanung horizontal integriert voranzutreiben, fehlen bislang standardisierte und zwischen den Netzbetreibern koordinierte Prozesse, um eine vorausschauende Energieleitplanung umzusetzen und diese auch mit der Raumplanung abzustimmen.

²² Verfügbar unter: <https://www.dena.de/newsroom/meldungen/2023/dena-praxisdialog-integrierte-energieinfrastrukturen/>.

6 Welche zentralen Herausforderungen müssen adressiert werden, damit die geplante Transformation des Fernwärmesystems gelingt?

Herausforderung 4: Ausreichende Investitionen in Produktionskapazitäten für Erzeugungstechnologien sowie Fachkräfte sicherstellen

Eine Grundvoraussetzung für eine zügige Transformation ist die Verfügbarkeit von ausreichend Produktionskapazitäten für Erzeugungs- und Infrastrukturtechnologien sowie von Fachkräften. Hierzu hat die dena im April 2023 bereits einen Entwurf für eine entsprechende industriepolitische Strategie vorgelegt, die insbesondere die spezifischen Herausforderungen der Wind-, Solar- und Stromnetzindustrie adressiert²². Einige der zentralen Ergebnisse dieses Prozesses lassen sich jedoch auch auf andere für die Fernwärme benötigte Technologien übertragen.

Hierzu zählt etwa die Einführung staatlicher Garantien zur Absicherung des Ausbaus von Produktionskapazitäten etwa für Großwärmepumpen. Eine weitere Möglichkeit stellt die Nutzung von Hybridkapital-Beteiligungsprogrammen dar, die insbesondere mittelständische Unternehmen mit begrenztem Eigenkapital in die Lage versetzen können, günstige

Kredite zu erhalten und damit eine Gesamtfinanzierung zu erreichen. Beide Instrumente können dazu beitragen, für Unternehmen die Voraussetzungen zu schaffen, die immensen Investitionskosten für den Aufbau derzeit noch überschaubarer Wertschöpfungsketten zu stemmen.

Darüber hinaus braucht es die gezielte Ausbildung und Anwerbung von Fachkräften. Dies gilt sowohl mit Blick auf die (technische) Fertigung von Anlagen und deren Installation als auch die Planung in den Behörden und Ingenieurbüros.

