

STRATEGIEPAPIER

Wärmenetze 4.0 im Kontext der Wärmewende

Politische Handlungsempfehlungen für eine
klimafreundliche Fernwärmeversorgung

Andreas Schneller, Leonard Frank, Walter Kahlenborn (adelphi)

Gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)

Alle Rechte vorbehalten. Die durch adelphi erstellten Inhalte des Werkes und das Werk selbst unterliegen dem deutschen Urheberrecht. Beiträge Dritter sind als solche gekennzeichnet. Die Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und jede Art der Verwertung außerhalb der Grenzen des Urheberrechtes bedürfen der schriftlichen Zustimmung von adelphi. Die Vervielfältigung von Teilen des Werkes ist nur zulässig, wenn die Quelle genannt wird.

Zitiervorschlag

Schneller, Andreas; Leonard Frank; Walter Kahlenborn 2018: Wärmenetze 4.0 im Kontext der Wärmewende - Politische Handlungsempfehlungen für eine Dekarbonisierung der leitungsgebundenen Wärmeversorgung. Berlin: adelphi.

Impressum

Herausgeber: adelphi
Alt-Moabit 91
10559 Berlin
T +49 (0)30-89 000 68-0
F +49 (0)30-89 000 68-10
www.adelphi.de

Kontakt: Andreas Schneller (schneller@adelphi.de)

Bildnachweis: Titel: Grigorev Vladimir - istock.com

Stand: Februar 2018

© 2018 adelphi

adelphi

adelphi ist eine unabhängige Denkfabrik und führende Beratungseinrichtung für Klima, Umwelt und Entwicklung. Unser Auftrag ist die Stärkung von Global Governance durch Forschung, Beratung und Dialog. Wir bieten Regierungen, internationalen Organisationen, Unternehmen und zivilgesellschaftlichen Akteuren maßgeschneiderte Lösungen für nachhaltige Entwicklung und unterstützen sie dabei, globalen Herausforderungen wirkungsvoll zu begegnen.

Unsere mehr als 180 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter leisten hochqualifizierte, interdisziplinäre Forschungsarbeit und bieten strategische Politikanalysen und -beratung sowie Beratungen für Unternehmen an. Wir ermöglichen politischen Dialog und führen weltweit Trainingsmaßnahmen für öffentliche Einrichtungen und Unternehmen durch, um sie beim Erwerb von Kompetenzen zur Bewältigung des transformativen Wandels zu unterstützen. Seit 2001 haben wir weltweit mehr als 800 Projekte in neun thematischen Bereichen implementiert: Klima, Energie, Ressourcen, Green Economy, Sustainable Business, Green Finance, Frieden und Sicherheit, Internationale Zusammenarbeit und Urbane Transformation.

Partnerschaften sind ein zentraler Schlüssel unserer Arbeit. Durch Kooperationen mit Spezialisten und Partnerorganisationen stärken wir Global Governance und fördern transformativen Wandel, nachhaltiges Ressourcenmanagement und Resilienz.

adelphi ist eine wertebasierte Organisation mit informeller Unternehmenskultur, die auf den Werten Exzellenz, Vertrauen und Kollegialität fußt. Nachhaltigkeit ist die Grundlage unseres Handelns, nach innen und außen. Aus diesem Grund gestalten wir unsere Aktivitäten stets klimaneutral und nutzen ein zertifiziertes Umweltmanagementsystem.

Andreas Schneller

ist Projektmanager bei adelphi und arbeitet in den Themenbereichen Energiepolitik sowie Energiemanagement und -technik. In verschiedenen Projekten für Bundesministerien und die Europäische Kommission beschäftigt er sich mit der Evaluation von Maßnahmen und der Entwicklung von Strategien, um den Energieverbrauch von Endverbrauchern zu senken, neue Technologien für eine effizientere Wärmeversorgung zu fördern und die Energiewende sozialverträglich zu gestalten.

schneller@adelphi.de

Leonard Frank

war Projektassistent in adelphis Team zu den Themenbereichen Energie und Klima. Seine Tätigkeiten umfassten dabei insbesondere die Analyse von regulatorischen und technologischen Rahmenbedingungen für Klimaschutz- und Energieprojekte.

Walter Kahlenborn

ist Geschäftsführer und Mitbegründer von adelphi research und adelphi consult. Er berät Bundesministerien, die Europäische Kommission sowie Unternehmen und Verbände. Seit 1995 leitete er mehr als 100 nationale und internationale Forschungs- und Beratungsprojekte und veröffentlichte über 200 Bücher, Aufsätze und Artikel in Fachzeitschriften zu umweltpolitischen Themen.

www.adelphi.de

Zusammenfassung

Die leitungsgebundene Wärmeversorgung ist bereits ein wichtiger Bestandteil des deutschen Energieversorgungssystems und trägt insbesondere in Städten und Kommunen zu einer sicheren Wärmeversorgung mit regionaler Wertschöpfung bei. Immerhin knapp 5,7 Mio. Haushalte werden in Deutschland mit Nah- und Fernwärme versorgt, außerdem gibt es zahlreiche Unternehmen die von der Versorgung mit leitungsgebundener Wärme profitieren.

Aus der ambitionierten energie- und klimapolitischen Zielstellung der Bundesregierung ergibt sich nun die Notwendigkeit, innerhalb weniger Jahrzehnte einen nahezu klimaneutralen Gebäudebestand zu erreichen. Für die Realisierung dieser langfristigen Zielstellung können innovative Wärmenetzsysteme eine entscheidende Rolle spielen. Wärmenetze können ein wichtiges Bindeglied zur Einbindung von erneuerbaren Energiequellen in die Wärmeversorgung sein und erleichtern die Nutzung von energieeffizienter Kraft-Wärme-Kopplung und Abwärme in erheblichem Maße. So lassen sich gewerbliche und industrielle Abwärmequellen nur durch die Infrastruktur leitungsgebundener Wärmeversorgung sinnvoll erschließen.

Der Anteil erneuerbarer Energien bei der Erzeugung der Fernwärme liegt derzeit jedoch nur bei etwa 10 Prozent und beruht überwiegend auf der Verbrennung von Biomasse aus Abfallprodukten. Damit Wärmenetze einen Beitrag zum Erreichen der Klimaschutzziele leisten können, muss dieser Anteil durch eine veränderte Versorgungsstruktur deutlich gesteigert werden. Damit bestehende Hemmnisse abgebaut und eine schnelle und erfolgreiche Transformation gestaltet werden können, ist es notwendig, dass der Gesetzgeber zeitnah Änderungen an den regulatorischen Rahmenbedingungen vornimmt. Die Herausforderung wird zukünftig darin bestehen, nachfrageseitig den Wärmebedarf im, für den Klimaschutz erforderlichen, Umfang zu senken und die Wärmeversorgung angebotsseitig auf erneuerbare Energien umzustellen.

Das vorliegende Strategiepapier zeigt auf, wie der dafür notwendige Strukturwandel für die leitungsgebundene Wärmeversorgung vom Gesetzgeber durch eine Anpassung der regulatorischen Rahmenbedingungen beeinflusst werden kann. Anhand ausgewählter Beispiele soll deutlich werden, welcher politische Handlungsrahmen erforderlich ist, damit insbesondere Niedrigtemperatur-Wärmenetze (Wärmenetze 4.0) einen Beitrag für eine erfolgreiche Wärmewende beisteuern können. Die notwendigen regulatorischen Ansatzpunkte, mit denen die Dekarbonisierung der leitungsgebundenen Wärmeversorgung beschleunigt werden kann, sollen nachfolgend aufgezeigt werden.

Inhalt

Zusammenfassung	III
Inhalt	IV
Abbildungsverzeichnis	V
Abkürzungsverzeichnis	VI
1 Einführung	1
1.1 Hintergrund	1
1.2 Zielstellung und Methode	2
2 Wärmenetze im Kontext der Wärmewende	3
2.1 Status-quo der leitungsgebundenen Wärmeversorgung	3
2.2 Zur strategischen Bedeutung von Wärmenetzen	4
2.3 Die Zukunftsfähigkeit der leitungsgebundenen Wärmeversorgung	5
3 Handlungsfeld Regelungslandschaft	7
3.1 Hemnisse und Handlungsempfehlungen auf Bundesebene	7
3.1.1 CO ₂ -Steuer auf fossile Brennstoffe	8
3.1.2 Anpassung der Primärenergiefaktoren	9
3.1.3 Transparenzpflichten für leitungsgebundene Wärme	12
3.1.4 Vorgaben zu Anteilen von EE in der leitungsgebundenen Wärmeversorgung	13
3.2 Hemnisse und Handlungsempfehlungen auf kommunaler Ebene	14
3.3 Förderung von Niedrigtemperatur-Wärmenetzen	16
4 Handlungsfeld Wettbewerb und Akteursstruktur	19
4.1 Nahwärmegenossenschaften als Treiberinnen der Wärmewende	20
4.2 Gesetzlicher Rahmen für Einspeiseentgelte und Durchleitungsgebühren	21
4.3 Ausschreibungen von Wärmelieferungen	22
4.4 Wärmecontracting	23
4.5 Konzessionsabgaben	24
Literaturverzeichnis	25

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Anteil der leitungsgebundenen Wärmeversorgung nach Netzgröße	3
Abbildung 2: Verwendung von Fernwärme in Deutschland	4
Abbildung 3: Brennstoffeinsatz in Heizkraftwerken und Fernheizwerken	4
Abbildung 4: Entwicklung der Brennstoffpreise im Zeitraum 2006 bis 2017 Bund der Energieverbraucher 2017, Daten: Statistisches Bundesamt.	8
Abbildung 5: CO ₂ -Emissionsfaktoren und Primärenergiefaktoren von fossilen Energieträgern, ASUE 2016.	10
Abbildung 6: Organisationsmöglichkeiten zukünftiger Wärmenetze.	22

Abkürzungsverzeichnis

AEE	Agentur für Erneuerbare Energie
AGFW	Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e.V.
AVBFernwärmeV	Verordnung über Allgemeine Bedingungen für die Versorgung mit Fernwärme
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BDEW	Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.
BMUB	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
CO₂	Kohlenstoffdioxid
EE	Erneuerbare Energien
EEG	Erneuerbare Energien-Gesetz
EEV	Endenergieverbrauch
EEWärmeG	Erneuerbare-Energien-WärmeGesetz
EnEff	Energieeffizienz
EnEV	Energieeinsparverordnung
EU	Europäische Union
EVU	Energieversorgungsunternehmen
FRP	Forschungsrahmenprogramm
IÖW	Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunde
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KWKG	Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz
LowExTra	Niedrig-Exergie-Trassen
MAP	Marktanreizprogramm
NKI	Nationale Klimaschutzinitiative
RHI	Renewable Heat Incentive
StromNZV	Stromnetzzugangsverordnung
THG	Treibhausgas
TWh	Terrawattstunden
WärmeLV	Wärmelieferverordnung

1 Einführung

1.1 Hintergrund

Um die Erderwärmung auf unter 2 °C zu begrenzen, hat sich die Staatengemeinschaft im Pariser Klimaschutzabkommen völkerrechtlich verbindlich darauf geeinigt, die Treibhausgasemissionen (THG) bis zum Jahr 2050 um mindestens 80-95 Prozent zu verringern. Dieser Zielwert erfordert weitreichende Anstrengungen zur Dekarbonisierung aller Wirtschaftszweige bis zur Mitte des 21. Jahrhunderts. Auch Deutschland hat sich im Pariser Abkommen zu einer deutlichen Verringerung der Treibhausgasemissionen verpflichtet. Das Energiekonzept der Bundesregierung sieht vor, diese bis zum Jahr 2020 um 40 Prozent sowie um mindestens 80 Prozent bis zum Jahr 2050 zu reduzieren.

Die Energiewende im Stromsektor dominierte bisher den energiepolitischen Diskurs. Obgleich ist nur etwa ein Fünftel des deutschen Endenergieverbrauchs dem Stromsektor zuzuordnen. Demgegenüber steht der Wärmesektor mit einem erheblich höheren Anteil. Auf ihn entfallen derzeit ca. 56 Prozent des Endenergieverbrauchs sowie ca. 40 Prozent der energiebedingten THG-Emissionen (MUEEF 2017, S. 2). Die Energiewende erfordert damit zu einem wesentlichen Teil eine *Wärmewende*. Dafür ist es notwendig zwei strategische Pfade gleichzeitig einzuschlagen: Zum einen muss der Wärmebedarf *nachfrageseitig deutlich* gesenkt werden und damit das – in der ESG festgeschriebene Prinzip – *Efficiency First* operationalisiert werden; zum anderen muss die Wärmeversorgung *angebotsseitig* schnellstmöglich auf Erneuerbare Energien (EE) umgestellt werden. Zukünftig muss darum nicht nur eine sichere und bezahlbare Energieversorgung bereitgestellt werden, sondern vor allem eine klimafreundliche. Bei diesem Vorhaben gibt es derzeit noch viel Nachhohlbedarf.

Aus der ambitionierten energie- und klimapolitischen Zielstellung der Bundesregierung ergibt sich auch die Notwendigkeit, innerhalb weniger Jahrzehnte einen nahezu klimaneutralen Gebäudebestand zu erreichen (Bundesregierung 2010, S. 27). Für die Realisierung dieser langfristigen Zielstellung können innovative Niedrigtemperatur-Wärmenetze eine entscheidende Rolle spielen. Die besondere Bedeutung der Transformation der Nah- und Fernwärmeversorgung für die Umsetzung der Klimaschutzziele wird, unter anderem, in der *Strategy on Heating and Cooling* der EU-Kommission betont (Europäische Kommission 2016a, S. 2).

Die leitungsgebundene Wärmeversorgung ist bereits ein wichtiger Bestandteil des deutschen Energieversorgungssystems und trägt insbesondere in Städten und Kommunen zu einer sicheren Wärmeversorgung mit regionaler Wertschöpfung bei. Immerhin knapp 5,7 Millionen Haushalte werden in Deutschland mit Nah- und Fernwärme versorgt, das entspricht etwa 14 Prozent des Wohngebäudebestandes (BDEW, 2017). Allerdings beträgt der Anteil erneuerbarer Energien an der leitungsgebundenen Versorgung lediglich 10 Prozent (BMW 2016, S. 15; Maaß et al. 2015, S. 6). Wärmenetze können ein wichtiges Bindeglied zur Einbindung von erneuerbaren Energiequellen in die Wärmeversorgung sein und erleichtern die Nutzung von energieeffizienter Kraft-Wärme-Kopplung und Abwärme in erheblichem Maße. So lassen sich gewerbliche und industrielle Abwärmequellen nur durch die Infrastruktur leitungsgebundener Wärmeversorgung sinnvoll erschließen.

Die leitungsgebundene Wärmeversorgung begünstigt zudem die Nutzung solarthermischer Großanlagen (zu entsprechend günstigen Wärmegestehungskosten) sowie (Tiefen-) geothermischer Potentiale (Maaß et al. 2015, S.7). Sie ist daher insbesondere in Ballungsgebieten besonders geeignet die Energiewende auch im Wärmesektor umzusetzen. Niedrigtemperatur-Wärmenetze können zudem erneuerbare Energien und Abwärme perspektivisch kosteneffizient und flexibel integrieren und damit einen wesentlichen Beitrag zum Gelingen der Wärmewende leisten.

Vor diesem Hintergrund untersucht das Forschungsvorhaben “LowExTra - Niedrig-Exergie-Trassen zum Speichern und Verteilen von Wärme auf verschiedenen Temperaturniveaus“ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) die technische, ökonomische und politische Umsetzbarkeit von innovativen Niedrigtemperatur-Mehrleiter-Wärmenetzen.¹

1.2 Zielstellung und Methode

Das vorliegende Strategiepapier steht im Kontext der klima- und energiepolitischen Ambitionen der Bundesregierung sowie aktueller technischer Innovationen im Bereich der leitungsgebundenen Wärmeversorgung. Die Herausforderung wird zukünftig darin bestehen, *nachfrageseitig* den Wärmebedarf im, für den Klimaschutz erforderlichen, Umfang zu senken und die Wärmeversorgung *angebotsseitig* auf erneuerbare Energien umzustellen. Das Strategiepapier zeigt auf, wie der dafür notwendige Strukturwandel für die leitungsgebundene Wärmeversorgung vom Gesetzgeber durch eine Anpassung der regulatorischen Rahmenbedingungen beeinflusst werden kann.

Anhand ausgewählter Beispiele soll deutlich werden, welcher politische Handlungsrahmen erforderlich ist, damit insbesondere Niedrigtemperatur-Wärmenetze (Wärmenetze 4.0) einen Beitrag für eine erfolgreiche Wärmewende beisteuern können. Zudem sollen die notwendigen regulatorischen Ansatzpunkte, mit denen die Dekarbonisierung der leitungsgebundenen Wärmeversorgung beschleunigt werden kann, aufgezeigt werden.

Die Wärmewende stellt dabei ein ausgesprochen dynamisches Forschungsfeld dar: Vor dem Hintergrund ambitionierter klimapolitischer Vorgaben sind im Projektzeitraum zahlreiche einschlägige Publikationen erschienen. Das Strategiepapier baut auf der systematischen Auswertung dieses aktuellen Forschungsstands auf. Die aus der Bestandsaufnahme im Rahmen des Zwischenberichts gewonnen Erkenntnisse wurden für dieses Strategiepapier systematisiert und fließen unter Heranziehung weiterer Quellen in die Darstellung ein.

Darüber hinaus wurden zahlreiche semistrukturierte Interviews mit relevanten Akteuren aus Forschung und Praxis geführt, in denen die in vorangehenden Forschungsschritten herausgearbeiteten Fragestellungen diskutiert wurden. Diese Fragestellungen wurden in einer Fokusgruppe außerdem eingehend erörtert und weiterentwickelt. Durch die Konsultation einer Vielzahl von Expert/-innen konnten zahlreiche Erfahrungswerte zu Hemmnissen und möglichen Ansatzpunkten für die Transformation der leitungsgebundenen Wärmeversorgung eingebracht werden.

¹ Weitere Projektpublikationen sind unter www.lowextra.de verfügbar. Für eine ausführliche Analyse der Regelungs- und Förderlandschaft siehe auch: Schneller et al. 2017.

2 Wärmenetze im Kontext der Wärmewende

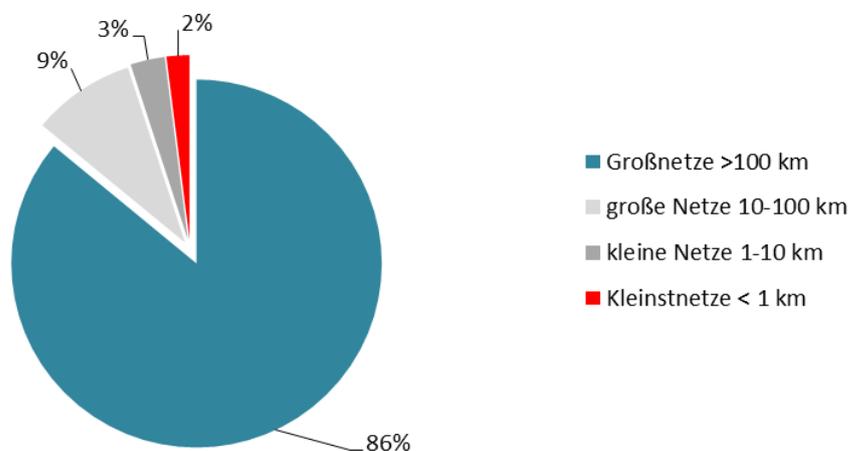
2.1 Status-quo der leitungsgebundenen Wärmeversorgung

Wärmenetze bestehen aus wärmeisolierten Rohrleitungen, durch die Gebäude mit Wärme für Heizung und Warmwasserverbrauch versorgt werden. Wärmeträger ist dabei zumeist Wasser, seltener Wasserdampf. Als Wärmequellen kommen dafür u.a. Verbrennungsanlagen für fossile Energieträger und Biomasse, teilweise in Form von Kraft-Wärme-Kopplung, Umweltwärme (z.B. Geothermie), Solarenergie und Abwärme infrage (Clausen 2017, S. 8). Zur Nutzung der Wärme in Gebäuden sind Hausübergabestationen erforderlich, in denen die Wärme mittels eines Wärmetauschers auf den Wärmeträger des Gebäudenetzes übertragen wird. Dabei wird auch der individuelle Wärmeverbrauch erfasst. Die Regulierung von Druck und Temperatur erfolgt in einer Netzzentrale (ibid.).

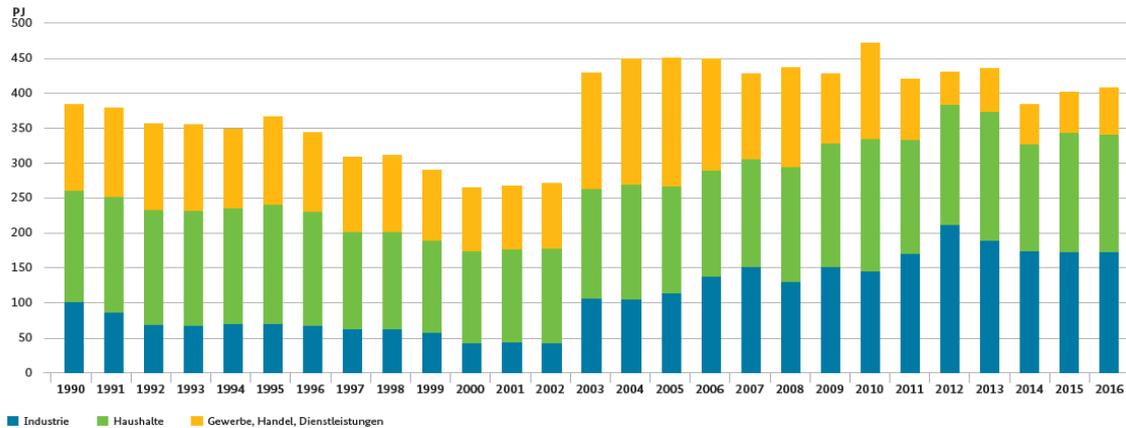
Abbildung 1: Anteil der leitungsgebundenen Wärmeversorgung nach Netzgröße zeigt, dass Fernwärme in Deutschland überwiegend in privaten Haushalten zum Einsatz kommt, der Anteil der Industrie ist in den letzten zehn Jahren aber deutlich gestiegen. Abbildung 2 zeigt, dass in Heizkraftwerken und Fernheizwerken derzeit überwiegend fossile Brennstoffe zum Einsatz kommen. Der erneuerbare Anteil am Brennstoffeinsatz stammt momentan hauptsächlich aus der Müllverbrennung.

Leitungsgebundene Wärmeversorgung ist grundsätzlich mit Energieverlusten verbunden. Für die Wirtschaftlichkeit des Transports ist daher eine hohe Abnahmedichte ausschlaggebend, die im ländlichen Raum mitunter schwer zu erreichen ist (Wolff und Jagnow 2011, S. 8). Aus diesem Grund wird fast 90 Prozent der Wärme in großstädtischen Netzen mit über 100 km Netzlänge abgesetzt (Abbildung 3). Die in Deutschland verlegten Wärmenetze haben dabei eine Gesamtlänge von ca. 21.000 km (Clausen 2017, S. 8).

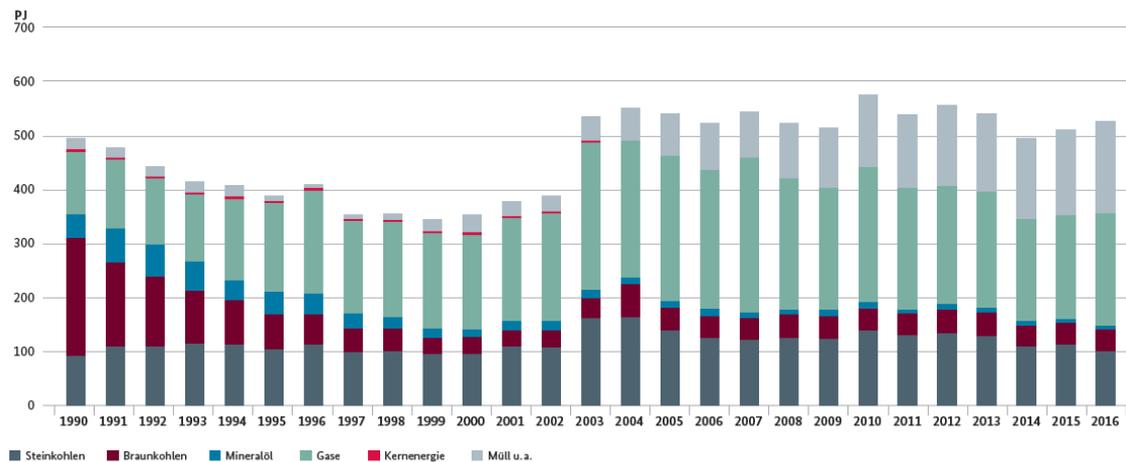
Abbildung 1: Anteil der leitungsgebundenen Wärmeversorgung nach Netzgröße



Quelle: Eigene Darstellung; Daten: Bundeskartellamt 2012

Abbildung 2: Verwendung von Fernwärme in Deutschland

Quelle: BMWi 2017, S. 41.

Abbildung 3: Brennstoffeinsatz in Heizkraftwerken und Fernheizwerken

Quelle BMWi 2017, S. 42.

2.2 Zur strategischen Bedeutung von Wärmenetzen

Wärmenetze können ein wichtiges Bindeglied zur Einbindung von erneuerbaren Energiequellen in die Wärmeversorgung sein und erleichtern die Nutzung von energieeffizienter Kraft-Wärme-Kopplung und Abwärme erheblich. So lassen sich gewerbliche und industrielle Abwärmequellen nur durch die Infrastruktur leitungsgebundener Wärmeversorgung sinnvoll erschließen. Wärmenetze sind daher Infrastrukturen, durch die sonst nicht nutzbare Wärmemengen einer Nutzung zugeführt werden können. Dies verschafft ihnen eine implizite Doppelfunktion:

- Einerseits ermöglichen sie es, die in technischen Anlagen, wie Kraftwerken oder exothermen Produktionsprozessen anfallende und dort nicht nutzbare Wärme zu Heizzwecken an andere Akteure zu transportieren. Diese Nutzung ist nicht auf thermische Kraftwerke beschränkt. Heute wird bspw. Abwärme aus Rechenzentren oder Mineralö Raffinerien bereits in Wärmenetze eingespeist.

- Andererseits machen sie es möglich, Energieträger zu nutzen, die für eine Nutzung im Einzelgebäude nicht geeignet sind. Zu solchen, in Kleinanlagen nicht nutzbaren Energieträgern, gehören: Wärme aus der Verbrennung von Waldrestholz, dessen Verbrennung in kleinen Öfen nicht erlaubt ist, Wärme aus tiefen, geothermischen Bohrungen, deren Leistung für die Versorgung vieler Gebäude ausreicht sowie Wärme aus solarthermischen Großanlagen (Clausen, 2013, S. 6).

Bei einem geeigneten, lokal angepassten Technologiemix kann auch der Restwärmebedarf in Neubaugebieten mit hohem Energieeffizienzstandard wirtschaftlich sinnvoll mit Niedrigtemperatur-Wärmenetzen versorgt werden. Auch der Transport von Wärme aus dem suburbanen Umland ist möglich.

Zunehmende Relevanz der Kopplung von Strom- und Wärmesektor

Wärmenetze gewinnen zudem als Flexibilisierungskomponente für den zunehmend durch fluktuierende erneuerbare Energien geprägten Strommarkt an Bedeutung. Bisher stellt die gekoppelte Erzeugung von Strom und Wärme in KWK-Anlagen die wichtigste Verbindung zwischen Wärme- und Stromsektor dar. Zentrale KWK Anlagen lassen aufgrund von Skaleneffekten eine erhöhte Stromausbeute zu. Ihr Anteil an der Stromerzeugung wird sich laut Energie-Referenzprognose im Zeitraum von 2011 bis 2020 voraussichtlich von 15,9 Prozent auf 25 Prozent erhöhen (Schlesinger et al. S.216). Diese flexiblen Erzeugungskapazitäten passen gut zur fluktuierenden Stromerzeugung erneuerbarer Energien. Zukünftig können Wärmenetze durch die Einbindung von flexibel gesteuerten Großwärmepumpen in Verbindung mit Wärmespeichern oder verschiedenen *Power-to-Heat*-Technologien einen zusätzlichen Beitrag zur Flexibilisierung des Energiesystems leisten.

Vor dem Hintergrund einer technologieoffenen Planung der zukünftigen Energieversorgung ist es unerlässlich, Strom- und Wärmeversorgung integriert zu betrachten und zu vernetzen. Da sich der Stromverbrauch für Wärmeanwendungen voraussichtlich auf bis zu 270 TWh/a im Jahr 2050 vervielfachen wird (Schmidt et al. 2017, S. 48), kann die Sektorkopplung so zu einem relevanten Treiber der Wärmewende und der Diffusion notwendiger Technologien werden.

2.3 Die Zukunftsfähigkeit der leitungsgebundenen Wärmeversorgung

Der Anteil erneuerbarer Energien bei der Erzeugung der Fernwärme liegt derzeit nur bei etwa 10 Prozent und beruht überwiegend auf der Verbrennung von Biomasse aus Abfallprodukten. Es dominieren zudem fossile Brennstoffe: 83 Prozent der Wärme aus KWK-Anlagen und Heizwerken, die in Wärmenetze eingespeist wird, wird durch Verbrennung von Steinkohle, Braunkohle und Erdgas erzeugt.

In Anbetracht der städtisch geprägten Siedlungsstruktur in Deutschland sind deshalb emissionsarme Versorgungslösungen vor allem im urbanen und suburbanen Raum erforderlich. In urbanen Gebieten besteht zudem das Problem des Flächenmangels für die notwendigen zentralen Wärmeerzeugungskapazitäten: Größere solarthermische Anlagen, Biogasanlagen, etc. können nur bedingt zum Einsatz kommen. Hinzu kommen hohe Infrastrukturkosten durch die notwendige Trassenverlegung und Nutzungskonkurrenzen im Planungsrecht.

Damit Wärmenetze einen Beitrag zum Erreichen der Klimaschutzziele leisten können, muss der Anteil erneuerbarer Energien und die Energieeffizienz der Netze durch eine veränderte Versorgungsstruktur deutlich gesteigert werden. Im Zuge der prognostizierten Reduktion des Gesamtwärmebedarfs, beispielsweise durch ein bereits festgelegtes Anspruchsniveau von „klimaneutralen Gebäuden“ für Neubauten bis 2050 und die angestrebte flächendeckende energetische Sanierung von Bestandsgebäuden, vermindert sich langfristig auch die Nachfrage nach leitungsgebundener Wärme.

Mit der abnehmenden „Leistungsdichte“ im Wärmenetz steigt der Anteil der Wärmeverluste relativ zur benötigten Nutzwärme. Beruht die Wärmeerzeugung auf einem fossilen Brennstoff, so können in der Folge höhere CO₂-Emissionen und Primärenergieverbräuche als bei dezentraler Wärmebereitstellung in effizienten hauseigenen Heizungsanlagen anfallen (Pfnür et al. 2016, S.53). Niedrigtemperatur-Wärmenetze können diesem Trend teilweise entgegenwirken, da die Leitungsverluste bei dieser Art von Netzen deutlich geringer sind.

Zusätzlicher Handlungsdruck auf kommunaler Ebene

Außerdem stellt die Entwicklung der Strompreise die gekoppelte Erzeugung von Strom und Wärme in KWK-Anlagen vor Herausforderungen. Städte und Gemeinden konnten bisher durch Kraftwerke und Müllverbrennungsanlagen mit Wärmeauskopplung günstige Wärmepreise anbieten, die durch die Erlöse aus der Stromproduktion subventioniert wurden (Kohl et al. 2015). Diese Praxis war so lange möglich, wie ausreichende Spannen zwischen Strompreis und Rohstoffeinsatz eine ertragreiche Erzeugungssparte ermöglichten. Diese sog. *Spreads* sind durch die zunehmende Einspeisung von EEG-Strom aus Wind und Sonne aber deutlich zurückgegangen. Es ist zu erwarten, dass durch die niedrigeren Stromerlöse die Fernwärmepreise nicht länger subventioniert werden können (Kohl et al. 2015). Ein Dauerbetrieb der bestehenden Anlagen ist aus Sicht der Stromproduktion meist nicht mehr rentabel und ein *Wärme-only* Betriebsmodus der Kraftwerke häufig genauso wenig wirtschaftlich.

Der Markt für leitungsgebundene Wärme ist stark geprägt von vertikal integrierten Versorgungsunternehmen, die Produktion, Durchleitung und Vertrieb von Wärme vereinen. Diese Situation ist bedingt vergleichbar mit dem Strommarkt vor der Liberalisierung und Entflechtung (Bruns et al. 2012, S. 271). Häufig handelt es sich bei den integrierten Versorgungsunternehmen um Stadtwerke in kommunaler Hand. Um diese Akteure als *Change Agents* für die Transformation der Wärmeversorgung zu gewinnen, müssen ihre Interessen mit denjenigen von Verbrauchern/-innen vereinbar sein. Es ist zudem nicht zu vernachlässigen, dass Kommunen häufig finanziell von den Gewinnen ihrer Stadtwerke profitieren. Veränderungen an der Rentabilität integrierter Versorger laufen daher Gefahr, die ohnehin häufig prekäre Finanzlage von Kommunen weiter zu verschärfen.

3 Handlungsfeld Regelungslandschaft

Die zuvor dargestellten Zusammenhänge stellen das derzeitige Modell der Nah- und Fernwärmeversorgung sowohl in wirtschaftlicher, als auch in klimapolitischer Hinsicht vor erhebliche Herausforderungen. Um den Erfordernissen ambitionierter klima- und energiepolitischer Vorgaben gerecht zu werden, muss deshalb eine grundlegende Transformation der überwiegend auf fossilen Brennstoffen basierenden Fernwärmeversorgung erfolgen.

Zur Schaffung der nötigen Rahmenbedingungen sind jedoch auf Seiten des Gesetzgebers zeitnah Anpassungen der regulatorische Rahmenbedingungen erforderlich. Ansatzpunkte, mit denen die Transformation hin zu einer modernen und klimafreundlichen Versorgung unterstützt werden kann, finden sich dabei vor allem auf Bundesebene und auf Kommunalebene, auf der die Umsetzung von Wärmenetzprojekten stattfindet. Nachfolgend werden exemplarisch mehrere Handlungsoptionen zur Anpassung des Regelungsrahmens auf Bundesebene dargelegt (eine ausführliche Darstellung der derzeitigen Regelungslandschaft findet sich in Schneller et al. 2017).

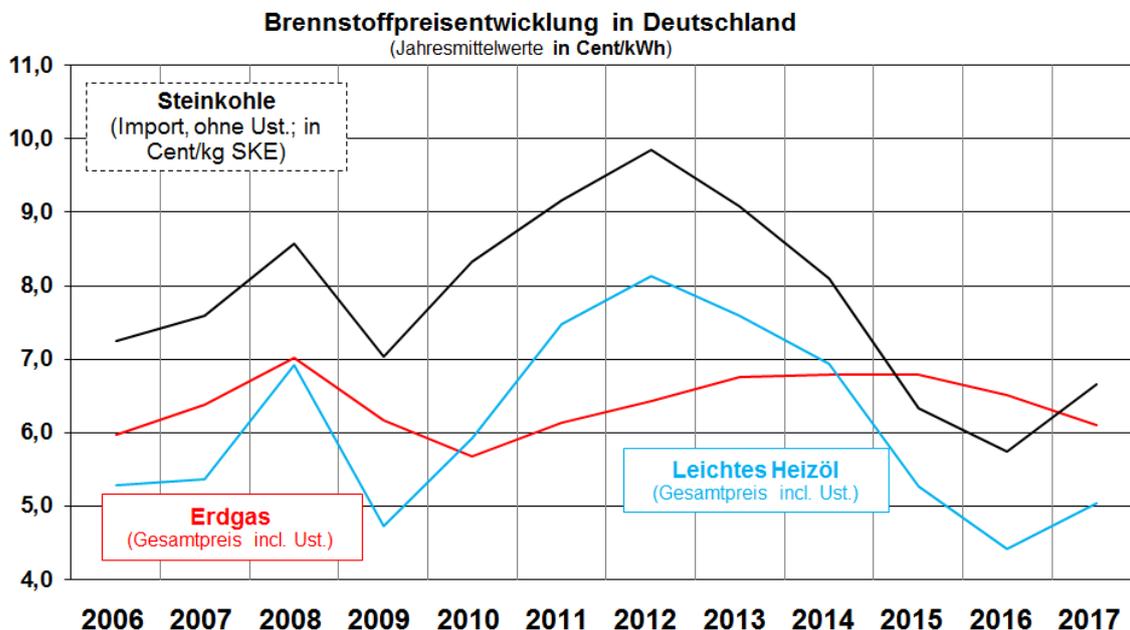
3.1 Hemmnisse und Handlungsempfehlungen auf Bundesebene

Ein allgemeines Hemmnis der Transformation hin zu einer klimafreundlichen Wärmeversorgung stellen die anhaltend niedrigen Preise für fossile Energie und die damit verbundene fehlende Internalisierung von CO₂-Emissionskosten dar (Stuible 2014, S. 40). Unter den Bedingungen niedriger Preise für fossile Energieträger und hoher Stromtarife für Endverbraucher/-innen kann leitungsgebundene Wärme kaum mit dezentraler Versorgung durch Gaskessel konkurrieren. Dies wird verschärft durch die nach dem Prinzip der Vollkostenbetrachtung² berechneten Wärmepreise, welche die netzgebundene Versorgung im Vergleich noch teurer erscheinen lassen.

In den vergangenen zwei Jahren lagen beispielsweise die Preise für leichtes Heizöl deutlich unter dem früheren Preisniveau. Zudem haben sich die Gas- und Steinkohlepreise ebenfalls auf einem niedrigen Niveau eingependelt (s. Abbildung 4). Die, mit den niedrigen fossilen Brennstoffpreisen verbundene, fehlende Internalisierung von Klimafolgekosten stellt somit ein großes Hemmnis für die Transformation hin zu einer klimafreundlichen Wärmeversorgung dar. Die niedrigen Preise führen dazu, dass objektbezogene Öl- und Gaskessel bei einigen Verbrauchergruppen die günstigste Wärmeversorgungsoption sind. Auch die gas- und kohlebasierte Wärmeerzeugung in zentralen Heizkraftwerken bleibt konkurrenzfähig.

² Preise für Nah- und Fernwärme bilden die gesamten Kosten der Wärmebereitstellung ab, inklusive der Kosten für Primärenergie, Netzinfrastruktur, Heizanlage und Bereitstellung von Kapazitäten. Die Preise leitungsgebundener Wärmeversorgung sind daher nicht unmittelbar mit bspw. Gaspreisen vergleichbar.

Abbildung 4: Entwicklung der Brennstoffpreise im Zeitraum 2006 bis 2017
Bund der Energieverbraucher 2017, Daten: Statistisches Bundesamt.



Hinzu kommt, dass der EU-Emissionshandel weiterhin keine Perspektive des Preisanstiegs fossiler Energien gewährleistet: Seit Beginn der zweiten Handelsperiode 2008 sind sinkende bzw. stagnierende Preise für Emissionszertifikate zu beobachten (Clausen und Fichter 2016). Die aktuellen Rahmenbedingungen spielen sich daher zum Nachteil der leitungsgebundenen Wärmeversorgung aus.

3.1.1 CO₂-Steuer auf fossile Brennstoffe

Damit die Folgekosten von CO₂-Emissionen stärker als bisher internalisiert werden und sich der ökologische Nutzen erneuerbarer Energieträger in einem Preisvorteil ausdrückt, ist die Einführung einer CO₂-Steuer auf fossile Brennstoffe von besonderer Relevanz. Dadurch würden gas- oder ölbetriebene Wärmeversorgungsanlagen andere Kostenstrukturen aufweisen, welche die Konkurrenzfähigkeit verschiedener, klimaschonender Wärmeversorgungsoptionen und damit auch von LowEx-Wärmenetzen mit hohem EE-Anteil, unmittelbar verbessern könnten.

Die Einführung einer CO₂-Steuer wird beispielsweise als wesentliche Bedingung für die Transformation der dänischen Wärmeversorgung angesehen (Pehnt 2015, S. 17). In Dänemark ist Biomasse als Wärmequelle von der Besteuerung ausgenommen, während auf fossile Brennstoffe eine gesonderte Steuer erhoben wird, sodass die Strom- und Wärmeerzeugung auf Grundlage von Biomasse eine gute Wettbewerbsposition innehat.

Eine CO₂-Steuer auf fossile Brennstoffe dient ebenfalls dazu, auf veränderte äußere Rahmenbedingungen wie Preisschwankungen für Energieträger zu reagieren: So sollte die Steuer bei sinkenden Öl-, Gas- oder Kohlepreisen kurzfristig erhöht werden, um deren externe Kosten abzubilden und den erwünschten Ausbauanreiz für

Wärmeerzeugungsanlagen auf EE-Basis zu erhalten. Wichtig ist daher, das Instrument flexibel an veränderte Marktbedingungen und technische Innovationen anzupassen.

3.1.2 Anpassung der Primärenergiefaktoren

Zur Umrechnung von End- in Primärenergie werden für alle Energieträger Primärenergiefaktoren (PEF) verwendet. PEF beschreiben das Verhältnis der genutzten Primärenergie zur hergestellten Endenergie. Sie enthalten sämtliche Aufwendungen und Verluste bei der Bereitstellung eines Energieträgers durch bspw. Gewinnung, Aufbereitung, Speicherung, Transport und Verteilung (AGFW 2014)³. PEF ermöglichen es über die gesamte Wertschöpfungskette der Energiewirtschaft den Primärenergieverbrauch zu berechnen (BDEW 2015).

Im nationalen Recht sind die PEF im Energieeinsparungsgesetz (EnEG), der Energieeinsparverordnung (EnEV) sowie in den dort zitierten Normen verankert. Die Höchstwerte des jährlichen Primärenergiebedarfs werden für Wohn- und für Nichtwohngebäude verbindlich durch die EnEV festgelegt. Die Fernwärme geht über den Primärenergiefaktor (PEF) ebenfalls in die Primärenergiebilanz und damit die energetische Qualität eines Gebäudes ein (Die Methodik zur energetischen Bewertung von Fernwärme findet sich im AGFW Arbeitsblatt FW 309 Teil 1).

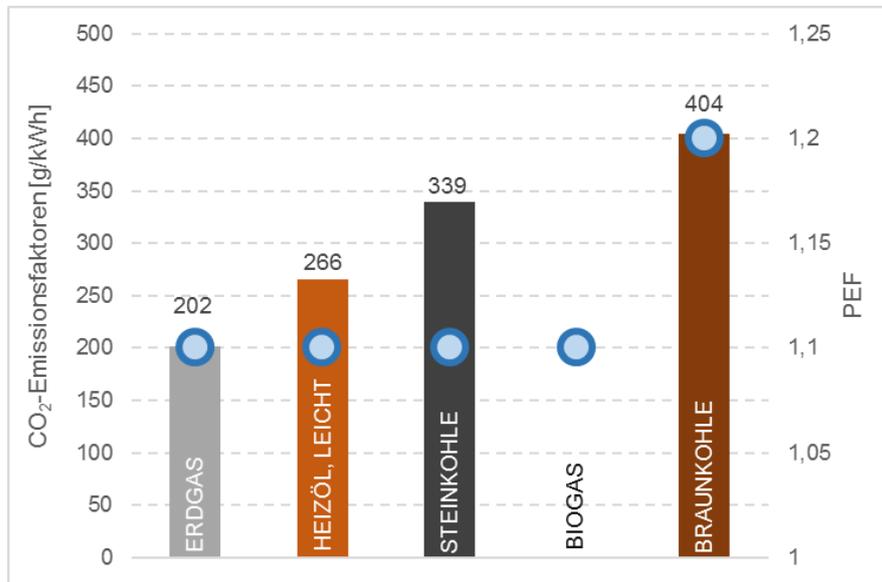
Eine vorrangige Bedeutung haben PEF heute als Steuerungsgröße für die Qualität von Neubauten, aber auch für die Bewertung von Bestandsgebäuden kann bei Sanierungsmaßnahmen, bspw. im Zuge der KfW-Förderung, die PEF von entscheidender Bedeutung sein (Maaß et al. 2015, S. 57). Darüber hinaus haben PEF Einfluss auf die Auswahl von Heiztechnologien und Energieträgern und sind deshalb wettbewerbsrelevant (BDEW 2015). Im Wärmemarkt sind Veränderungen an die PEF für den Einsatz unterschiedlicher Energieträger und der mit ihnen verbundenen Technologien bedeutsam (ibid.).

Anpassungen der in der EnEV sowie in den dort zitierten Normen verankerten PEF könnten durch Anreize für die Verwendung von kohlenstoffarmen Energieträgern eine zusätzliche ökologische Steuerungswirkung entfalten. Dies gilt insbesondere für die Berechnung der PEF beim Bezug von Fernwärme.

Die PEF sind derzeit in vielen Fällen kein geeignetes Maß zur Bestimmung der Treibhausgasemissionen eines Energieträgers und haben in Bezug auf den Klimaschutz nur eine bedingte Lenkungswirkung. So berücksichtigt die aktuelle Berechnungsmethode der PEF nicht ausreichend die Kohlenstoffintensitäten von fossilen Energieträgern (Abbildung 5: CO₂-Emissionsfaktoren und Primärenergiefaktoren von fossilen Energieträgern, ASUE 2016). Erdgas, Heizöl und Steinkohle werden mit der gleichen PEF = 1,1 bewertet, obwohl sie deutliche Unterschiede bei der Klimaschädlichkeit aufweisen (Oschatz et al. 2016, S.8)

³ Die EnEV unterscheidet zwischen dem Primärenergiefaktor insgesamt und einem nicht erneuerbaren Anteil, der für die Berechnung für Wärmenetze entscheidend ist. Für erneuerbare Energieträger beträgt dieser 0 (Solarenergie, Geothermie, Umgebungswärme) bis 0,5 (Biogas und Bioöl), für fossile Brennstoffe 1,1 (Steinkohle, Heizöl und Erdgas) bis 1,2 (Braunkohle). Die im Prozess eingesetzte Strommenge wird aktuell mit dem Faktor 2,8 berücksichtigt.

Abbildung 5: CO₂-Emissionsfaktoren und Primärenergiefaktoren von fossilen Energieträgern, ASUE 2016.



Besonderheiten bei der Bewertung von KWK

Die Berechnung der PEF für Wärme aus Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) ist aufgrund des hohen Anteils KWK-basierter Wärme für die leitungsgebundene Wärmeversorgung von großer Bedeutung. Für die Fernwärme-KWK kann bei fossilen Brennstoffen pauschal ein Faktor von 0,7 und für KWK mit erneuerbaren Brennstoffen ein Faktor von 0 verwendet werden (AGFW 2014). Im Gegensatz zur ungekoppelten Erzeugung ist der Brennstoffaufwand bei der Kraft-Wärme-Kopplung den Produkten Strom und Wärme nicht eindeutig zuordenbar. Vielmehr bedarf es dazu einer rechnerischen Aufteilungsregel.

In der Praxis finden verschiedene Allokationsmethoden Anwendung (BDEW, 2015). Bei der sogenannten „Stromgutschriftmethode“ ergibt sich über die Multiplikation der erzeugten Strommenge mit einem Referenzwert (PEF Strom⁴) und der Differenzbildung zur eingesetzten Brennstoffmenge der Brennstoffanteil für die Wärmeerzeugung (AGFW, 2014). Für den in KWK produzierten Strom erfolgt eine Gutschrift. In der Praxis können über die Stromgutschriftmethode rechnerisch sehr niedrige PEF erzielt werden. Teilweise können Wärmeversorger mit KWK sogar einen PEF von nahezu Null vorweisen.

Trotz des Einsatzes klimaschädlicher Brennstoffe suggerieren solche niedrigen Werte eine klimafreundliche Wärmeversorgung. Rechnet man beispielsweise ein konkretes Wärmenetz mit einem KWK-Steinkohlekraftwerk als wesentliche Wärmequelle, so erhält man einen PEF=0,65 (Oschatz et al., 2016, S.6). Dies liegt etwa bei der Hälfte des Bewertungsfaktors von Erdgas (PEF=1,1). Aus diesem Grund liefert die Betrachtung des

⁴ Bei der primärenergetischen Bewertung von Nah- und Fernwärme aus KWK im Rahmen der EnEV findet der sog. „Verdrängungsstrommix“ Anwendung.

Primärenergieeinsatzes keine eindeutigen Erkenntnisse darüber, welche Technologie für ein Wärmenetz ökologisch besonders sinnvoll ist (Paar et al. 2013, S. 28). Unter den derzeitigen Rahmenbedingungen darf außerdem angenommen werden, dass sich der Primärenergiefaktor und der CO₂-Emissionsfaktor des von der KWK verdrängten Stroms mittelfristig nicht wesentlich verändern werden.

Durch diese Bewertungssystematik des Primärenergieeinsatzes werden nur schwache Anreize erzeugt um einen größeren Anteil emissionsärmerer Brennstoffe einzusetzen (Maaß et al. 2015, S.57). Zudem können durch die Einrechnung von niedrigen Primärenergiefaktoren die EnEV-Anforderungen auch mit geringem baulichem Wärmeschutz erreicht werden, was sich negativ auf den Endenergieverbrauch auswirken kann und für die energiepolitischen Zielstellungen zur Steigerung der Energieeffizienz („efficiency first“) kontraproduktiv ist (ibid.)

Gegen 0 konvergierende PEF verleiten außerdem zu der impliziten Schlussfolgerung, dass kaum negative Umweltwirkungen bei der Wärmegewinnung vorliegen. Dies ist auch bei erneuerbaren Energien durch den nötigen Flächenverbrauch und Ressourcenaufwand nicht zutreffend und deshalb irreführend (IFEU 2016, S.8). Die fehlende Steuerungswirkung von sehr niedrigen PEF ist auch hinsichtlich der Verwendung von Biomasse als Brennstoff problematisch: Der begrenzten Verfügbarkeit, möglichen Verteilungskonflikten und Schadstoffemissionen bei nachwachsenden Brennstoffen wird hierdurch keine Rechnung getragen (ibid.). So ergeben sich beim Einsatz von Biomasse regelmäßig Nutzungskonkurrenzen mit anderen Sektoren.

CO₂-Komponente für Primärenergiefaktoren

Eine gesetzliche Regelung, die eine stärkere Ausrichtung der PEF an den Klimaschutzziele vornimmt, kann durch eine Bewertung nach CO₂-Intensität der verwendeten Brennstoffe erzielt werden. Dabei müssen auch weitere klimaschädliche Treibhausgase durch CO₂-Äquivalente Berücksichtigung finden. Kurzfristig müssen die PEF dahingehend reformiert werden, dass beim Einsatz fossiler Energieträger die Verschlechterung der ökologischen Qualität des Wärmebezugs abgebildet wird. Hierfür ist die Transparenz der Berechnungsmethode zu erhöhen. Für Wärme aus KWK müssten zur korrekten Determinierung des CO₂-Gehalts der Wärme die Emissionen von Strom- und Wärmeversorgung getrennt berechnet werden, was derzeit durch die Gutschriftmethode bei der gekoppelten Erzeugung verhindert wird.

Um die Transformation der leitungsgebundenen Wärmeversorgung voranzutreiben, ist der PEF perspektivisch durch einen CO₂-Emissionsfaktor, als ein an Endenergiebedarf und THG-Emissionen orientiertes Maß, zu ersetzen (Maaß et al. 2015). Hierdurch würde ein Anreiz gesetzt, die Einspeisung in Wärmenetze auf erneuerbare Energien umzustellen und tatsächlich größtmögliche Emissionsreduktionen zu erreichen. Damit könnte sowohl für bestehende als auch für neu zu errichtende Netze ein Anreiz zum Einsatz erneuerbarer Energieträger gesetzt werden.

Eine solche Umstellung wäre ebenfalls geeignet um die von den jeweiligen lokalen Gegebenheiten abhängigen Vorteile netzgebundener Wärmeversorgung zu unterstreichen. Zudem könnte ein signifikanter Zuwachs der Biogas-Anteile oder der Einspeisung von synthetischem Erdgas in das öffentliche Gasnetz den durchschnittlichen Gasmix in

Deutschland verändern und somit eine Grundlage für die Absenkung der PEF für den Gasmix darstellen (BDEW 2015).

Nachteilig wäre, im Falle einer zusätzlichen Anforderung an CO₂-Emissionen, die steigende Komplexität der Nachweisverfahren. Auch gilt es die europarechtliche Zulässigkeit zu prüfen. Zugleich ist es für die Fernwärmewirtschaft auch wichtig, dass der Transformationsprozess vorhersehbar verläuft.

Modifizierte Primärenergiefaktoren beeinflussen außerdem die energetischen Anforderungen an Gebäude. Deshalb gilt es, bei der Ausgestaltung von Primärenergiefaktoren mit CO₂-Faktor, den Einfluss auf die Kostenoptimalität und Wirtschaftlichkeit des bestehenden energetischen Anforderungsniveaus für Gebäude zu berücksichtigen, um auch die energetische Sanierungsrate positiv beeinflussen zu können.

Das geplante GEG sieht vor, dass über eine neue Verordnung mit Zustimmung des Bundesrates die PEF neu justiert werden. Künftig soll damit die Klimawirkung der einzelnen Energieträger und deren Beitrag zu einer nachhaltigen Energieversorgung stärker berücksichtigt werden. Mit dieser Verordnung kann auch ein Primärenergiefaktor für Fernwärmenetze definiert werden, mit dem die Anforderungen zur Nutzung erneuerbarer Energien als erfüllt gelten.

3.1.3 **Transparenzpflichten für leitungsgebundene Wärme**

Der Effekt einer Umstellung auf einen CO₂-Emissionsfaktor als Zielkriterium in der Wärmeversorgung könnte durch Transparenzpflichten bei der leitungsgebundenen Bereitstellung weiter gesteigert werden. Während die Rechtsgrundlage der Stromversorgung im Zuge der Liberalisierung der Strommärkte grundlegend modernisiert wurde, beruht der Bezug von Wärme weiterhin auf weniger verbraucherfreundlichen Rahmenbedingungen.

Im Stromsektor schreibt §42 Energiewirtschaftsgesetz die transparente Auflistung der ökologischen Qualität von Strom und den mit dem Verbrauch verbundenen Emissionen gegenüber den Verbrauchern/-innen vor. Eine entsprechende Pflicht besteht für die Betreiber von Wärmenetzen nicht (Maaß et al. 2015, S. 66). Transparenzpflichten sind jedoch nötig, damit Verbrauchern/-innen den ökologischen Nutzen ihrer Wärmeversorgung beurteilen können und ggfls. auf eine vorteilhaftere Versorgung umzustellen (bei Anschlusspflichten wäre dies entsprechend keine Option). Es könnte auch ein Anreiz geschaffen werden auf Wärmemärkten die ökologische Qualität der leitungsgebundenen Versorgung in stärkerem Maße zum Wettbewerbsvorteil werden zu lassen und die verstärkte Einbindung erneuerbarer Energien in die Versorgung zu forcieren.

Mangelnde Transparenz besteht auch in Bezug auf die Preise leitungsgebundener Wärmeversorgung. Zwar haben Verbraucher/-innen i.d.R. keine Wahl zwischen konkurrierenden Anbietern von Nah- und Fernwärme, jedoch ist bei der Entscheidung für eine Wärmetechnologie ein Vergleich zwischen Anbietern (bspw. in unterschiedlichen Städten) durchaus von Interesse. Ca. 1/3 aller Versorger veröffentlichen im Vorfeld keine klaren Angaben zu Grund- und Arbeitspreis der Wärmeversorgung.

Einen handhabbaren Vergleich bieten letztlich nur Angaben zu den Vollkosten der Versorgung, die sich aus den Internetauftritten von Energieversorgern jedoch kaum erkennen lassen. Somit sind im Vorfeld teure von günstigen Versorgern nur schwer zu

unterscheiden (Maaß et al. 2015, S. 65). Pflichten zu verbesserter Preistransparenz analog zur Stromversorgung sind daher geeignet, die Akzeptanz der leitungsgebundenen Wärmeversorgung bei Verbrauchern/-innen zu verbessern, wenn dadurch überhöhte (bspw. monopolbedingte) Kosten aufgedeckt werden könnten.

3.1.4 Vorgaben zu Anteilen von EE in der leitungsgebundenen Wärmeversorgung

Eine weitere ordnungsrechtliche Möglichkeit, um den Anteil von EE in Wärmenetzen zu erhöhen besteht darin, angebotsseitig Mindestanforderungen für die Einbindung von erneuerbarer Wärme in Wärmenetze festzulegen. Bislang sieht das EEWärmeG keinen EE-Mindestanteil in Nah- und Fernwärmenetzen vor. Anknüpfungspunkt könnte die Förderung nach dem Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG) sein, die für Nahwärmenetze bereits einen EE-Mindestanteil vorsieht, oder das ursprünglich für 2017 zur Verabschiedung vorgesehene Gebäudeenergiegesetz (GEG). Im Referentenentwurf des GEG wurde in § 45 bereits ein Mindestanteil an EE- oder KWK-Wärme für Wärmenetze vorgesehen.

Die Erneuerbare-Energien-Richtlinie der EU (RL 2009/28/EG) fordert ebenfalls Maßnahmen zur Erhöhung des EE-Anteils im Gebäudesektor. Da die derzeitige Regelung des EEWärmeG als Ersatzmaßnahme die Nutzung von hocheffizienter fossiler KWK-Wärme in Wärmenetzen erlaubt, ist eine Verschärfung der Regelung hin zu einem EE-Mindestanteil auch im Sinne der geltenden Anforderungen des EU-Rechts. Eine EE-Pflicht für Wärmenetze stellt aber für Bestandsnetze mit hohen Vorlauftemperaturen eine große Hürde dar, da die Einbindung erneuerbarer Wärme, wie Solarthermie oder Abwärme, aus Abwasser aufgrund der geringeren Temperaturen erschwert ist und auch Anpassungen auf der Abnehmerseite fordert (Clausen 2017, S.18).

Eine andere Handlungsoption, um den Anteil von EE in Wärmenetzen zu erhöhen, ist eine nachfrageseitige Steuerung durch eine Anhebung der Effizienzstandards für Neubauten und Bestandsgebäude. Hierbei kann auf die Pflicht zur EE-Nutzung für Neubauten im EEWärmeG schrittweise aufgebaut werden. Diese schreibt vor, einen Anteil des Wärme- und Kältebedarfs aus EE zu decken. Ersatzweise kann das Kriterium durch leitungsgebundene Versorgung erfüllt werden, sofern diese zu einem wesentlichen Anteil aus EE, Abwärme oder KWK-Wärme erzeugt wird. Die Anforderung eines qualifizierten EE-Mindestanteils sollte perspektivisch auf den Gebäudebestand ausgeweitet werden.

Eine Pflicht zur Erfüllung des EE-Mindestanteils könnte auch mit einem Auslösetatbestand verbunden werden, beispielsweise bei größeren Investitionen in neue Wärmeeinrichtungen (Paar et al. 2013, S. 243). Eine entsprechende über das bestehende EEWärmeG hinausgehende Regelung gilt auf Landesebene bereits in Baden-Württemberg (Clausen 2017, S. 26).

Ein EE-Mindestanteil ist geeignet, die EE-Nutzung sowohl in der dezentralen als auch in der zentralen Wärmeversorgung mittelfristig zu erhöhen und bietet einen Ansatzpunkt für weitere Steigerungen des EE-Anteils unter Berücksichtigung lokal unterschiedlicher Eigenschaften von Wärmenetzsystemen.

Zudem versorgt netzgebundene Wärme derzeit v.a. Bestandsgebäude in innerstädtischen Lagen, für die sonst wenige Optionen zur Erhöhung des EE-Anteils zu Gebote stehen (Paar

et al. 2013, S. 231). Sind individuelle EE-Lösungen nicht möglich, kann daher ein weiterer Anreiz zum Anschluss an bestehende oder dem Bau von Wärmenetzen gesetzt werden.

3.2 Hemnisse und Handlungsempfehlungen auf kommunaler Ebene

Die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung wird als gesellschaftliches Großprojekt meist auf hoher Abstraktionsebene gedacht. Projekte der leitungsgebundenen Wärmeversorgung auf Grundlage erneuerbarer Energien haben jedoch grundsätzlich einen lokalen Charakter und sind stets nach ortsgebundenen Anforderungen ausgerichtet. Die Kommunen sind durch ihre vielfältigen Schnittstellen zu Privathaushalten und Industrie dabei Schlüsselakteure (Baur et al. 2015, S. 5). Werden auf nationaler Ebene Wärmewendeziele formuliert, müssen diese in der Folge auf die lokale Planungs- und Umsetzungsebene transferiert werden (zur Regelungslandschaft auf kommunaler Ebene hierzu ausführlich: Schneller et al. 2017). Durch Ihre lokale Verankerung sind Kommunen, ihre Stadtwerke und Genossenschaften zu Trägern der Energiewende geworden (Maaß et al. 2015, S. 39).

Kommunale Wärmebedarfsplanung

Die besondere Bedeutung von Kommunen für Wärmenetzinfrastrukturen liegt in planerischen Instrumenten. Um die Möglichkeiten und Beschränkungen von Wärmenetzprojekten abschätzen zu können, ist eine Übersicht über lokal bestehende Wärmebedarfe und -verfügbarkeiten notwendig. Eine Verpflichtung, umfassende Wärmebedarfspläne⁵ auf kommunaler Ebene zu erstellen, besteht in Deutschland derzeit allerdings nicht (Maaß et al. 2015, S. 51). In der Folge ist in der flächenbezogenen Energieplanung oft nicht bekannt, welche Energie- und Abwärmequellen lokal vorhanden sind oder welche Flächen für Solarkollektorfelder zur Verfügung stünden. Darüber hinaus müssen in die Planung der Wärmeversorgung alle bestehenden Wärmenetzstrukturen einbezogen werden.

Eine langfristig-strategische Planung der lokal vorhandenen Bedarfe und Möglichkeiten zur Nutzung von EE ist zwingend notwendig, um die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung zügig voranzubringen – auch, da es sich bei Wärmenetzen um große Investitionen mit langen Amortisationsperioden handelt. Angelehnt an das dänische Vorbild, wo Wärmebedarfsplanung bereits seit Jahrzehnten zu den Kernaufgaben der Kommunen gehört, sollte die angestrebte klimaneutrale Wärmeversorgung zum Teil der kommunalen Daseinsvorsorge erklärt werden (Maaß et al. 2015, S. 51–52; Baur et al. 2015; BMU 2012).

Fraglich ist daher, in welcher Form ein gesetzlicher Rahmen die Ausgestaltung kommunaler Wärmebedarfe anregen sollte. Die Erstellung eines Wärmebedarfsplans ist mit Kosten für das Zusammenstellen der Daten verbunden und erfordert besonderes *Knowhow*, wovon es in der Kommunalverwaltung häufig mangelt.

Es ist vorerst auf spezialisierte Akteure, wie Universitäten und Forschungseinrichtungen zurückzugreifen, die diese Aufgabe als Dienstleister erbringen können. Jedoch beeinflussen externe Faktoren, wie die Bevölkerungsdichte, die Existenz von Wärmequellen und die

⁵ Eine einheitliche Bezeichnung für das hier diskutierte Planungsinstrument besteht nicht. Häufig ist von kommunalen Wärmebedarfsplänen die Rede, aber auch „städtische Energiekonzepte“ oder vergleichbare Bezeichnungen werden verwendet

Verfügbarkeit bereits vorhandener Pläne die Kosten der Erstellung, sodass unter ungünstigen Umständen die Kosten der Planerstellung den Nutzen überwiegen.

Alternativ zu einer Verpflichtung der Erstellung von Wärmebedarfsplänen könnten auch Anreize zur freiwilligen Erstellung geschaffen werden. Wird die Vergabe von Fördermitteln für Wärmeinfrastrukturprojekte an das Vorhandensein eines Plans gebunden, würden die Erstellungskosten in den Fällen vermieden, in denen Wärmenetzlösungen keine aussichtsreiche Option sind.

Aus Sicht der Forschung sind kommunale Wärmepläne für eine gute politische Entscheidungsfindung zur langfristigen Sicherung und Dekarbonisierung der Wärmeversorgung hilfreich und sinnvoll. Nur durch strategische Planung können Mehrkosten, bspw. für Baustellenmanagement bei der Kombination von Straßenarbeiten und Rohrverlegung, vermieden werden. Hierzu sind ausreichende Planungskapazitäten in der kommunalen Verwaltung notwendig. Im Zuge einer gesetzlichen Verpflichtung ist auch für die Verbreitung von guten Umsetzungsbeispielen und Hilfestellungen durch Leitfäden zu sorgen.

Vorranggebiete, Anschluss- und Benutzungszwang für Fernwärme

Sind mit der Erstellung kommunaler Wärmebedarfspläne ausreichend detaillierte Informationen zur Wärmedichte und Abwärmepotentialen auf Quartiersebene vorhanden, kann eine klimafreundliche leitungsgebundene Wärmeversorgung auch durch raumordnerische Maßnahmen befördert werden. Hierzu zählt eine aktive Strategie der Ausweisung von Gebieten, in denen Wärmenetze Vorrang vor anderen Formen der Wärmeversorgung haben, um Absatz und Wirtschaftlichkeit neuer Netze zu erhöhen (vgl. Clausen 2017, S. 40). Die Verbreitung dezentraler Erzeugungsanlagen kann dann zur Abkopplung von Teilnetzen, dem Ausbau von Sekundärnetzen und dem Neubau von kleinräumigen Nahwärmenetzen genutzt werden (vgl. Bruckner 2017, S. 22). Diese Quartierslösungen ermöglichen neben der Anpassung an örtlich gegebene Bereitstellungsmöglichkeiten auch eine lokale Kopplung von Strom- und Wärmesektor

Neben weichen planerischen Instrumenten steht den Kommunen die Möglichkeit offen, Anschlusspflichten an Wärmenetze in abgegrenzten Gebieten zu erlassen. § 16 EEWärmeG ermöglicht es, auch unabhängig von einem lokalen Bezug zum Zwecke des Klima- und Ressourcenschutzes einen Anschluss- und Benutzungszwang zu erlassen (Bundeskartellamt 2012, S. 46). Eine Anschlusspflicht greift jedoch nur, wenn die Netzanbindung technisch und wirtschaftlich möglich ist. Anschlusspflichten können sowohl dazu genutzt werden, durch höhere Abnahmedichten die Wirtschaftlichkeit neu gebauter Wärmenetze sicherzustellen, als auch den Anschlussgrad im Falle des Austauschs bestehender Heizanlagen zu erhöhen (Maaß et al. 2015, S. 52–53).

Die Sektoruntersuchung Fernwärme des Bundeskartellamts ergab jedoch, dass Wärmepreise in Gebieten mit Anschlusspflichten aufgrund von Monopolrenditen mitunter besonders hoch sind (Bundeskartellamt 2012, S. 49). Allerdings sind Anschluss- und Benutzungspflichten grundsätzlich geeignet, einen besonders wirtschaftlichen Betrieb von Wärmenetzen zu ermöglichen und damit den Ausbau von Niedrigexergie-Netzen

voranzubringen⁶. Hierzu muss das Instrument gezielt eingesetzt werden: So besteht die Möglichkeit, Anschlusszwänge zeitlich befristet zu erlassen, um den Amortisationszeitraum der Netzinfrastruktur zu verkürzen.

3.3 Förderung von Niedrigtemperatur-Wärmenetzen

Auf EU-, Bundes-, Länder und Kommunalebene existiert derzeit eine Vielzahl an Förder- und Finanzierungsinstrumenten für Energieeffizienz und EE im Wärmebereich. Wärmenetzsysteme können dabei zum einen mittelbar über förderfähige Komponenten, zum anderen über Programme, die auf Systemebene ansetzen, gefördert werden. Für die Transformation der leitungsgebundenen Wärmeversorgung ist es darüber hinaus notwendig, tragbare Finanzierungsmodelle für innovative Wärmenetze zu ermöglichen.

Komponentenbasierte Förderung von Wärmenetzen nach MAP und KfW-Programmen

Besonders relevant für die Umsetzung innovativer Wärmenetze ist die auf Bundesebene angesiedelte Förderung. Hierbei sind besonders das 1999 aufgelegte Marktanreizprogramm (MAP) sowie das Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG) zu nennen (siehe hierzu ausführlich: Schneller et al. 2017). Das MAP fördert mit EE-Wärme im Gebäudebestand sowie Nahwärmenetzen mit EE-Mindestanteilen mehrere Hauptaspekte des LowExTra-Konzepts mit bis zu 300 Millionen Euro jährlich. Es besteht aus zwei Säulen: dem KfW-Programm „Erneuerbare Energien Premium“ sowie Zuschüssen durch das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA). Nach dem KWKG wird die gekoppelte Erzeugung von Strom und Wärme je erzeugter Kilowattstunde Strom umlagefinanziert sowie der Neu- und Ausbau von Wärme- und Kältenetzen auf Basis von KWK oder Abwärme gefördert.

Gefördert werden hier einzelne Komponenten von LowEx-Wärmenetzen, wie bspw. regenerative Wärmeerzeugungsanlagen oder die Wärmetrassenverlegung. Die bestehenden Fördermöglichkeiten sind jedoch nach Ansicht der befragten Experten/-innen nicht ausreichend, um umfangreiche Investitionen in innovative Wärmenetze auszulösen. Unter den bestehenden Rahmenbedingungen ist, außer im Falle besonders günstiger Rahmenbedingungen, ein erheblicher Investitionskostenzuschuss nötig, um innovative Wärmenetze wirtschaftlich zu errichten und zu betreiben. Insbesondere die Umstellung auf leitungsgebundene Versorgung von Bestandsgebäuden erfordert meist hohe Zuschüsse, wenn mehrere dezentrale Heizanlagen auf einmal durch Netzanschlüsse ersetzt werden sollen.

Der Förderrahmen für leitungsgebundene Wärmeversorgung muss daher so umgestaltet werden, dass er die Planung und Umsetzung innovativer Wärmenetze gezielt unterstützt. Grundlegende Voraussetzung ist hierfür seine langfristige Stabilität. Häufige Anpassungen der Förderbedingungen können in Verbindung mit der durch die Budgetabhängigkeit des MAP stark schwankenden Förderhöhe zu Investitionsunsicherheiten führen und den Ausbau erneuerbarer Energien im Wärmesektor bremsen.

⁶ Das Beispiel der kostengünstigen leitungsgebundenen Wärmeversorgung Dänemarks, in der Anschlusspflichten bereits seit 1982 umfassend Anwendung finden (Tappeser und Fromm 2017, S. 9).

Die Förderung auf Bundesebene muss einen zuverlässigen Rahmen für langfristige Planungen von Wärmenetzprojekten bieten, um den Aufbau von Beratungs- und Planungskompetenzen sowie von notwendigen Produktionskapazitäten zu unterstützen.

Die aktuelle komponentenbasierte Förderung unterstützt Netze mit geringem solaren Deckungsgrad, die ohne große Speicherlösungen auskommen, anstelle einer Versorgung mit einem möglichst hohen erneuerbaren Deckungsanteil mittels großer Wärmespeicher. So stellt die Förderung nach dem KWKG hohe Anforderungen an die Effizienz eingesetzter Speicherlösungen und den KWK-Anteil an der eingespeicherten Wärme. Da Wärmespeicher als Überbrückung zwischen der im Jahresverlauf schwankenden Verfügbarkeit von und Bedarf an Wärme notwendig sind, sollten KWKG und MAP auf den breiten Einsatz von Wärmespeichern hin umgestaltet werden. Die derzeit geltenden Förderobergrenzen für Speicher von 30 Prozent, der für Wärmespeicher ausgewiesenen Nettoinvestitionskosten bis zu einer Grenze von 1 Mio. € pro Speicher, sind folglich deutlich anzuheben. Zudem sollten über die derzeitige MAP-Förderung hinaus gerade Speichervolumina von über 5.000 m³ gefördert werden (Clausen 2013, S. 33). Hierzu sind die obengenannten Anforderungen an Speicher im KWKG zu überarbeiten. Zudem kann die Förderung von KWK-Einspeisung in Wärmenetze auf die Heizperiode beschränkt werden, um Investitionen in Umweltwärmeanlagen und Speicherlösungen anzuregen (Maaß et al. 2015, S. 61–62).

Systemfinanzierung über neues Förderprogramm Wärmenetze 4.0

Setzt die Förderung jedoch nur an Komponenten an, gerät mitunter das Netz als Gesamtsystem einer klimafreundlichen Wärmeversorgung aus dem Blick. Hier bietet sich eine Förderung basierend auf dem CO₂-Einsparpotential von Gesamtsystemen an. Seit Juli 2017 besteht neben der Komponentenförderung auch das Programm *Wärmenetze 4.0*, mit dem Planung und Bau „hochinnovativer multivalenter Wärmenetzsysteme der vierten Generation“ (BMWi 27.06.2017, S. 1) gefördert werden. Die Förderung wird hier auf die systemischen Effizienzpotentiale von Niedrigtemperatur-Netzen ausgerichtet und die nötige Infrastruktur, Erzeugung, Speicherung und Verteilung in einem Gesamtprogramm förderfähig. Das Programm bezuschusst auch die Durchführung von Machbarkeitsstudien. Setzt eine Förderung an den CO₂-Einsparungen durch das gesamte Wärmenetzsystem an, erhöht dies nach Ansicht der befragten Experten/-innen die Wettbewerbsfähigkeit innovativer Netze.

Um große Investitionen in innovative Wärmenetze zu unterstützen, ist das Förderprogramm Wärmenetze 4.0 langfristig auszubauen. Gerade die systemisch orientierte Förderung von Wärmenetzen erfordert besonders gute Datengrundlagen zur lokalen Verfügbarkeit von sowie dem Bedarf an Wärme. Zu diesem Zweck könnte die Förderung der Wärmenutzungsplanung durch die Nationale Klimaschutzinitiative (NKI) erweitert werden und die kommunale Wärmebedarfsplanung als Kernaufgabe von Gemeinden vorgegeben werden (vgl. Kap. 3.2).

Ein Schritt in die Richtung stärker systemisch ausgerichteter Förderung für solarthermische Anlagen wurde bereits mit der 2015 eingeführten, ertragsorientierte Förderung durch das MAP gemacht. Das Konzept der ertragsabhängigen Förderung ermöglicht Endkunden/-innen mehr Markttransparenz und bei dezentraler Einspeisung bessere Erkenntnisse über tatsächliche EE-Einspeisemengen.

Damit verbunden sollte im Rahmen von Fördermaßnahmen auch eine Gesamtkostenbetrachtung des Wärmenetzsystems vorgenommen werden. So wird häufig bei Berechnungen der Investitionskosten die Möglichkeit der Nutzung sehr preisgünstiger Wärmeenergie aus Abwärme oder der Einspeisung durch Dritte nicht mitbedacht. Neue Kostenmodelle können nach Expertenansicht zur Deckung neuer Anlagen zur Wirtschaftlichkeit innovativer Wärmenetze beitragen. Eine vollständige Abkehr von der modularen Förderung zur Unterstützung einzelner Komponenten, riskiert jedoch, individuelle Bedarfe zu verfehlen. Langfristig sind daher beide Förderansätze zu verfolgen.

4 Handlungsfeld Wettbewerb und Akteursstruktur

Die zukünftige Entwicklung der netzgebundenen Wärmeversorgung in Deutschland wird vom Zusammenspiel politischer, wirtschaftlicher und zivilgesellschaftlicher Akteure beeinflusst. Einige dieser Akteure können dabei potentiell eine Rolle als Change Agents einnehmen, während andere ein vorrangiges Interesse am Erhalt der aktuellen Versorgungsstrukturen haben werden. Eine umfassende Transformation hin zu einer regenerativ und leitungsgebunden ausgerichteten Wärmeversorgung bedarf einer klaren, politischen Strategie zur Anpassung der geltenden Rahmenbedingungen (Clausen 2013, S. 16–17). Derzeit ist eine Tendenz zur aktiven Beeinflussung der Versorgungsstrukturen durch politische Akteure kaum erkennbar (Clausen 2017, S. 10).

Ein akteurszentrierter Ansatz, der bei der Veränderung der Rahmenbedingungen beachtet werden sollte, ist die Einbindung verschiedener Akteure in strategische Koalitionen. Ziel muss es dabei sein, (kommunalen) EVU Handlungsspielräume zu eröffnen und Anreize zu setzen, damit sie zu Akteuren der Transformation der Wärmeversorgung werden (Bruckner 2017, S. 29). Da es sich bei Niedrigtemperatur-Wärmenetzen um lokale Infrastrukturen handelt, ist außerdem ein gemeinsames Verständnis von Kommunen als Umsetzungsebene notwendig (Vgl. Bruckner 2017, S. 29). Um Kommunen die Möglichkeit zu geben, an der Transformation mitzuwirken, sind Strategien der *Change Agents* in *best-practice-Modelle* und umsetzungsorientierte Leitfäden zu überführen. Den Kommunen als bürgernächste Verwaltungsebenen kommt die Aufgabe zu, Kommunikationsstrukturen zu entwickeln, die eine größtmögliche Beteiligung sicherstellen. Mit Hilfe situationsspezifischer Lösungsansätze bei der Umsetzung innovativer Wärmenetzlösungen können Teile der örtlichen Bevölkerung perspektivisch als Akteure des Wandels gewonnen werden.

Nach Einschätzung des Bundeskartellamts bildet die Fernwärmeversorgung einen separaten, von anderen Heizsystemen getrennten Markt. Dabei ist der etablierte Versorger in den räumlich auf das jeweilige Fernwärmenetz begrenzten Gebieten in aller Regel einziger Anbieter. Er ist damit marktbeherrschend und Adressat der Missbrauchsverbote in §§ 19 ff. GWB.

Die leitungsgebundene Wärmeversorgung in Deutschland ist durch integrierte Versorger charakterisiert, die Wärmeproduktion und -vertrieb sowie den Netzbetrieb in einem Unternehmen vereinen (Bruns et al. 2012, S. 271). Der regionale Fernwärmeversorger kann prinzipiell seine Marktstellung ausnutzen, um nach der Anschlussentscheidung höhere Preise durchzusetzen (ex post Opportunismus).

Inwieweit dies gelingt, hängt von der Ausgestaltung der ursprünglichen Verträge ab (Nast et al., 2011)⁷. Vor dem Hintergrund dieser monopolistischen Angebotsstrukturen würde sich die Umstellung der leitungsgebundenen Wärmeversorgung auf eine kleinräumige, diversifizierte Erzeugung von Wärme aus EE auf die Rentabilität der momentanen Geschäftsmodelle erheblich auswirken. Deshalb gilt es zu beachten, dass eine teilweise Entflechtung

⁷ CO₂-Emissionsminderung durch Ausbau, informationstechnische Vernetzung und Netzoptimierung von Anlagen dezentraler, fluktuierender und erneuerbarer Energienutzung in Deutschland

integrierter Versorgungsstrukturen weiterhin tragfähige Geschäftsmodelle ermöglichen muss, um die EVU – insb. kommunale Stadtwerke – als zentrale und lokal verankerte *Change Agents* der Wärmewende gewinnen zu können.

4.1 Nahwärmegenossenschaften als Treiberinnen der Wärmewende

Lokale Energieprojekte sind häufig in der Rechtsform einer Genossenschaft organisiert und im Stromsektor wesentliche Treiber der Energiewende. Sie standen im Jahr 2012 für 47 Prozent der installierten EE-Leistung zur Stromerzeugung (Pfister et al. 2015, S. 5). Zunehmend werden auch Nahwärmenetze genossenschaftlich betrieben. Genossenschaften sind als Betreiberstruktur in besonderem Maße in der Lage, langfristige Innovationen mit geringen Gewinnerwartungen zu tätigen. Sie zählen daher zu den gemeinwohlorientierten Institutionen, die für die Transformation der leitungsgebundenen Wärmeversorgung notwendig sind (Maaß et al. 2015, S. 8). Nahwärmegenossenschaften ermöglichen die aktive Beteiligung von Bürgern/-innen an der Umgestaltung der Wärmeversorgung und sind daher eine wichtige Treibkraft für diese. Die Verbreitung genossenschaftlich betriebener Netze erhöht die soziale Akzeptanz und wird als ein zentraler Erfolgsfaktor für die Wärmewende in Dänemark angesehen (Tappeser und Fromm 2017, S. 17).

Um Nahwärmegenossenschaften als Treiberinnen der Wärmewende zu unterstützen, muss die hemmende Wirkung des anfänglich hohen Finanzierungsbedarfes für Infrastrukturinvestitionen und der langen Amortisationszeiträume abgeschwächt werden (Clausen 2012, S. 3–4). Durch gezielte Förderung genossenschaftlicher Investitionen in Planung, Anbahnung und Umsetzung sowie in den Netzausbau kann die Umsetzung von LowEx-Netzen vorangetrieben werden (vgl. Maaß et al. 2015, S. 47). Eine Gewinnbegrenzung bei neuen Wärmenetzen bevorzugt Investoren/-innen, die an das genossenschaftlich betriebene Netz angeschlossen sind und geringere Renditeerwartungen haben als gewerbliche Akteure. Sie ist daher ein geeignetes Mittel, um die Reinvestition von Erträgen in Netz- und Erzeugungsinfrastrukturen zu gewährleisten (Tappeser und Fromm 2017, S. 11).⁸

Der genossenschaftliche Betrieb von EE-Anlagen wird derzeit auch steuerrechtlich behindert. Wohnungsbaugenossenschaften kommen als relevante Einspeiserinnen in Wärmenetze infrage. Allerdings verlieren sie ihre Gewerbesteuerbefreiung nach Körperschaftssteuergesetz und Gewerbesteuergesetz, wenn sie erneuerbare Wärme erzeugen und gegen Vergütung ihren Mietern/-innen zur Verfügung stellen (Bohl et al. 2011, S. 22–23). Komplexe Regulierungsfragen wie diese sind durch einen einheitlichen Rechtsrahmen der dezentralen Einspeisung in Wärmenetze zu klären.

Durch Beseitigung entsprechender rechtlicher Inkohärenzen können gezielt Kooperationen zwischen Wohnungs- und Energiegenossenschaften sowie Genossenschaften und Kommunen gefördert werden, die als geeignete Umsetzungsformen innovativer Wärmenetzprojekte infrage kommen (Siehe LowExTra Zwischenbericht, S. 47).

⁸ Eine solche Maßnahme ginge jedoch mit erheblichen Veränderungen in der Betreiberstruktur von Wärmenetzen einher, die aktuell von integrierten, gewinnorientierten EVU geprägt ist.

4.2 Gesetzlicher Rahmen für Einspeiseentgelte und Durchleitungsgebühren

Unabhängig von der Höhe öffentlicher Subventionen für Wärmenetze finanziert sich die leitungsgebundene Wärmeversorgung primär durch die Entgelte für Wärmelieferungen an die angeschlossenen Kunden/-innen. Vom klassischen Modell der leitungsgebundenen Wärmeversorgung unterscheiden sich LowEx-Netze allerdings durch ihre dezentrale Struktur der Wärmeproduktion (Siehe Kap.1.1). Während das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) im Stromsektor einen verlässlichen Rechtsrahmen für die Vergütung dezentral durch Dritte eingespeiste Strommengen bietet, fehlt eine entsprechende Regelung für den Wärmemarkt. Die geltenden Rahmenbedingungen sind an Wärmenetzen ausgerichtet, in denen Wärmeerzeugung, Netzbetrieb und Vertrieb aus einer Hand organisiert sind (Hierzu ausführlich: Zwischenbericht LowExTra, S. 33). Mit der Verbreitung von LowEx-Netzen müssen Förderinstrumente für leitungsgebundene Wärmeinfrastrukturen daher durch die Regelung von Einspeisevergütungen in Wärmenetze ergänzt werden. Eine direkte Übertragung der Regelungsprinzipien aus dem Stromsektor ist aufgrund technischer Unterschiede nicht möglich (Vgl. Kapitel 3).

Für die flächendeckende Möglichkeit der Einspeisung müssen daher Regelungen zur Berechnung von Einspeiseentgelten bzw. Durchleitungsgebühren gefunden werden. Direkte öffentlich finanzierte Einspeisevergütungen für Wärmenetze finden sich bspw. in Großbritannien und Tschechien; teilweise kombiniert mit einem Einspeisevorrang für EE-Wärme (Siehe ausführlich: OFGEM 2016; Habart 2012). Auch in Deutschland wird die Übernahme von Wärmemengen in Netze vielfach praktiziert. Bislang beruht sie jedoch auf einer freiwilligen Übereinkunft von Erzeuger und Netzbetreiber (Maaß et al. 2015, S. 68). Für ein Abnahmemodell bei der Einspeisung müssen Einspeisetarife einerseits einen ausreichenden Anreiz zur Abnahme bieten, andererseits die Kosten für das Wärmenetzsystem in einem engen Rahmen gehalten werden, vergleichbar mit den Kosten für die Einspeisung konventioneller Energieträger (Maaß et al. 2015, S. 72–73). In besonders hohem Maße ist bei der gegebenen Kostenstruktur von Energieträgern daher die Einspeisung von Abwärme zu fördern (ibid.).

Bei einer einheitlichen, gesetzlichen Ausgestaltung von Einspeiseentgelten müssen nach Ansicht der befragten Experten/-innen allerdings Ausnahmen insbesondere für kleine Netze geschaffen werden, um die Wirtschaftlichkeit des Netzbetriebs zu wahren. Weitere Ausnahmeregelungen sind zu Verhinderung der Verdrängung von EE-Wärme und Abwärme aus dem Netz und der technischen und wirtschaftlichen Unzumutbarkeit zu treffen (Maaß et al. 2015, S. 74). Eine Regelung der Abnahmeverpflichtung muss darüber hinaus gewährleisten, dass die aktuell große aus Kohleheizwerken bereitgestellte Wärmemenge nicht ungenutzt bleibt, sondern schrittweise verringert wird. Dies steht im Einklang mit den Dekarbonisierungsverpflichtungen der Bundesrepublik Deutschland.

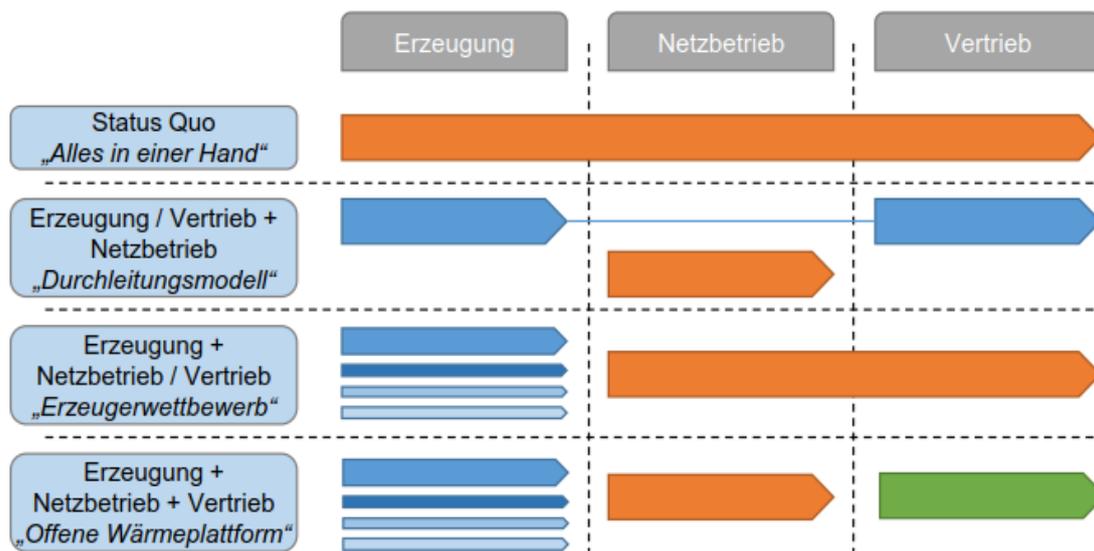
Soll die eingespeiste Wärmemenge lediglich durchgeleitet werden und verbleibt der Vertrieb in den Händen des/der Betreibers/-in der Wärmeerzeugungsanlage, muss ebenfalls eine Regelung zur Bestimmung des Durchleitungsentgeltes getroffen werden. Hierbei muss verhindert werden, dass sich ein durch die Durchleitung entstehender Wettbewerb im Wärmenetz negativ auf die Amortisation von Investitionen in die Netzinfrastruktur auswirkt (IHK Berlin 2015, S. 41). Nach Ansicht der befragten Experten/-innen ist die Durchleitung

jedoch erst ab einer technisch bedingten Schwelle von ca. 1 MW wirtschaftlich darstellbar und somit für LowEx-Netze nur bedingt relevant.

Im Stromsektor bietet das EEG einen verlässlichen Rechtsrahmen für die dezentrale Einspeisung festvergüteter Strommengen durch Dritte, sodass auch kleinere Anbieter und Privatpersonen ins Stromnetz einspeisen können und bei Bedarf Strom aus dem Netz beziehen. Eine vergleichbare Marktposition ist mittels Solarthermieanlagen oder durch die Mitgliedschaft in Wärmegenossenschaften auch im Wärmemarkt möglich (SolNet BW 2015, S. 13–15; Pfister et al. 2015, S. 5–6). Analogien zum Strommarkt sind aber nur von begrenzter Gültigkeit, da bei Wärmenetzen als lokal abgeschlossene Systeme auf technischer Seite mit zahlreichen technischen Restriktionen gerechnet werden muss. Regulatorische Ansatzpunkte für einen diskriminierungsfreien Zugang zu Wärmenetzen sind bisher hypothetischer Natur, bspw. durch die Ausgestaltung von Einspeisevergütungen und Netzentgelten. Um der Problematik der technischen Netzregulierung Rechnung zu tragen, sind in jedem Fall Ausnahmeregelungen für kleine Wärmenetze zu schaffen (Schneller et al. 2017).

Abbildung 6 stellt mögliche Organisationsformen zukünftiger Wärmenetze schematisch dar.

Abbildung 6: Organisationsmöglichkeiten zukünftiger Wärmenetze.



Quelle: IÖW 2015, S. 5 in Anlehnung an Klebsch et al. (2014, 14)

4.3 Ausschreibungen von Wärmelieferungen

Innovative Niedrigtemperatur-Netze (ggf. auch mit mehreren Leitern) können technische Möglichkeiten bieten, auch jenseits des klassischen integrierten Versorgungsmodells betrieben zu werden und EE-Wärme aus verschiedenen Quellen in Wärmeleitungen einzubinden. Ein mögliches Modell zur Öffnung bestehender Versorgungsstrukturen stellen dabei Ausschreibungen von Wärmelieferungen für Wärmenetzbetreiber/-innen dar. Die

Relevanz von Auktionslösungen kann zukünftig an Relevanz gewinnen, wenn sich die dezentrale Einspeisung von EE-Wärme wirtschaftlich darstellen lässt. Mit den momentanen Versorgungsstrukturen ist ein solches Modell jedoch nur schwer zu vereinbaren.

Der durch Ausschreibungsmodelle angestrebte Angebotswettbewerb kann perspektivisch zur Senkung der Wärmegeheimungskosten beitragen. Ein Auktionssystem für EE-Wärme ist in den Niederlanden bereits seit 2011 im Einsatz und ermöglichte dort die Umsetzung kostengünstiger Wärmeversorgungsprojekte (Agora Energiewende 2014, S. 32). Im Strommarkt wird jedenfalls erwartet, dass durch die Einführung verpflichtender Ausschreibungsverfahren im Rahmen der EEG-Novelle 2017 die Stromgeheimungskosten weiter sinken werden (Bruckner 2017, S. 27–28).

Um die Möglichkeit zur Einspeisung Dritter durch Ausschreibungen zu gewährleisten, ist eine praxistaugliche Rahmengesetzgebung erforderlich. Ansatzpunkt für ein Ausschreibungsverfahren in Deutschland kann eine Novelle der Verordnung über Allgemeine Bedingungen für die Versorgung mit Fernwärme (AVBFernwärmeV) sein. Ausschreibungsmodelle können jedoch nur funktionieren, wenn die Ausgestaltung der Auktion Anbiervielfalt ermöglicht und die Teilnahme mehrerer Akteure befördert (Agora Energiewende 2014, S. 5–6). Zum anderen ist ein geeignetes Ausschreibungsverfahren zu ermitteln, mit dem sowohl die erhoffte preissenkende Wirkung erzielt als auch die politischen Ausbauziele erreicht werden können (ibid.). Ein weiterer relevanter Parameter für die Praktikabilität von Ausschreibungsmodellen im Kontext von Wärmenetzen ist die vorgegebene Vertragsdauer. Der in der Regel lange Amortisationszeitraum investitionsintensiver Fernwärmeanlagen muss dabei besondere Beachtung finden.

4.4 Wärmecontracting

Laut Wärmelieferverordnung (WärmeLV) kann die Versorgung mit leitungsgebundener Wärme auch über Wärme-Contracting geschehen. Indem bei Contracting-Verträgen die unmittelbaren Einstiegsinvestitionskosten für leitungsgebundene Wärmeversorgung für Haushalte gesenkt werden, kann durch entsprechende Modelle die Beteiligung einer größeren Zahl von Haushalten an der Transformation der leitungsgebundenen Wärmeversorgung erreicht werden.

Nach geltender Rechtsprechung ist die Umstellung auf Wärmecontracting auch in Bestandsmietverhältnissen möglich (Selle 2014, S. 5). Hierfür muss allerdings nachgewiesen werden, dass die Wärme nach der Umstellung mit höherer Effizienz geliefert wird und der Wechsel die Kosten der Versorgung nicht erhöht. Dieser Nachweis der Warmmietenneutralität in Form einer Vergleichskostenrechnung ist schwer zu erbringen (Schürmann 2014). Hinzu kommt, dass alten Heizgeräten gemäß früherer Verordnungen teilweise zweifelhafte Effizienzwerte attestiert werden, die von neueren Anlagen schwer zu erreichen sind, was wiederum den Einbau von EE-Anlagen erschwert (ibid.).

Da die Anforderung der Warmmietenneutralität aus Gründen der Sozialverträglichkeit aufrechtzuerhalten ist, müssen mietrechtliche und energierechtliche Zielstellung besser aufeinander abgestimmt werden. Um das Wärmecontracting nach der WärmeLV zu einem für den EE-Ausbau in Wärmenetzen förderlichen Instrument zu formen, kann anstelle

pauschaler Anlagenaufwandszahlen die Ermittlung des Jahresnutzungsgrades durch Wärmemengenzähler im Mietrecht unterstützt werden (vgl. Schürmann 2014).

Nicht zuletzt stellt Wärmecontracting die Möglichkeit eines neuen Betätigungsfeldes für Energieversorgungsunternehmen dar. Diese führen derzeit 55 bis 60 Prozent der Contracting-Projekte durch und attestierten den energienahen Dienstleistungen die zukünftig höchsten Potentiale für Gewinnmargen (Bruckner 2017, S. 23). Im Zuge der Veränderung der Geschäftsmodelle von EVU sollten kommunale Anteilseigner angehalten werden, durch verringerte Renditevorgaben kommunalen Stadtwerken die Möglichkeit zu geben, mit Wärmecontracting und vergleichbaren Energiedienstleistungen neue Geschäftsfelder zu erschließen (vgl. Bruckner 2017, S. 29).

4.5 Konzessionsabgaben

Laut §§ 46 und 48 EnWG gelten für Strom- und Gasnetze Wegenutzungsverträge und Konzessionsabgaben. Diese Regelungen gelten jedoch nicht für die leitungsgebundene Wärmeversorgung. In der Regel nutzen Leitungen für Fernwärme ebenfalls öffentliche Flächen. Deshalb können über die Nutzung öffentlicher Flächen im Gestattungsvertrag durch die Kommune Nutzungs- oder Gestattungsentgelte erhoben werden. Diese Entgelte können potentielle Einnahmeeinbußen aus dem Absatzrückgang in Gasnetzen ausgleichen. Für Gestattungsverträge gilt die Vertragsfreiheit. Höhe und Ausgestaltung des Gestattungsentgelts sind nicht gesetzlich geregelt (Fricke 2008). Auch gibt es keine maximal zulässige Laufzeit. Daraus ergeben sich Bedenken, dass die Gemeinden ihre Monopolstellung und die fehlenden Maximalpreise ausnutzen und ein überhöhtes Gestattungsentgelt festlegen könnten. Allerdings liegen in der Praxis die Gestattungsentgelte für Wärmenetze im Durchschnitt unter den Konzessionsabgaben für Gasnetze; zudem werden entsprechende Entgelte lediglich in ca. 10 Prozent der Netzgebiete erhoben. Allerdings steht die Möglichkeit zur Einnahmengenerierung für die Gemeinde in einem Spannungsverhältnis zur Rentabilität des Netzbetriebs und den Verbraucherkosten (vgl. Nast et al. 2009, S. 53).

In ihrer derzeitigen Form steigen die Einnahmen für Gemeinden bei höherem Absatz in den Leitungen. Daher setzen Konzessionsabgaben und Nutzungsentgelte keinen Anreiz zu weniger Verbrauch bzw. zu mehr Energieeffizienz. Für die Reform der Konzessionsabgabenverordnung wurde eine Pauschale auf die Netzanschlussleistung vorgeschlagen um negative Umweltwirkungen einer verbrauchsabhängigen Berechnung der Abgabenhöhe zu beseitigen; Energieeffizienz- und Einsparmaßnahmen würden dann nicht länger durch verminderte Konzessionseinnahmen bestraft (Hammerstein und Hoff 2014, S. 4, 2014). Eine analoge Lösung könnte auch bei der Gestaltung des Nutzungsentgeltes für Wärmeleitungen angewandt werden.

Literaturverzeichnis

- AEE (Hg.) (2015): Energiewende im Wärmesektor. Metaanalyse. Agentur für Erneuerbare Energien (AEE). Berlin.
- AGFW (Hg.) (2014): Energetische Bewertung von Fernwärme. Bestimmung der spezifischen PEF für Fernwärmeversorgungs-systeme. Arbeitsblatt AGFW FW 309 Teil 1. Frankfurt am Main.
- Agora Energiewende (Hg.) (2014): Ausschreibungen für Erneuerbare Energien. Welche Fragen sind zu prüfen? Hintergrund. Unter Mitarbeit von Daniel Fürstenwerth, Barbara Praetorius und Christian Redl. Fraunhofer ISI; consentec; TU Wien. Berlin. Online verfügbar unter https://www.agora-energiewende.de/fileadmin/downloads/publikationen/Hintergrund/Ausschreibungsmodelle/Agora_Ausschreibungen_fuer_Erneuerbare_Energien_web.pdf, zuletzt geprüft am 16.01.2018.
- Baur, Frank; Friege, Jonas; Bisevic, André; Püttner, Andreas; Noll, Florian; Kastner, Oliver (2015): Treiber und Hemmnisse für die Wärmewende. FVEE Jahrestagung 2015. IZES; Wuppertal Institut; FhG IWES; ZSW; GFZ.
- BDEW (Hg.) (2015): Wie heizt Deutschland? BDEW-Studie zum Heizungsmarkt. Unter Mitarbeit von Livia Beier und Christian Bantle. Berlin.
- BMU (Hg.) (2012): Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau erneuerbarer Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global. Schlussbericht. BMU - FKZ 03MAP146. Unter Mitarbeit von Joachim Nitsch, Thomas Pregger, Tobias Naegler, Dominik Heide, Tena de Diego Luca, Franz Trieb et al. DLR; Fraunhofer IWES; IFNE. Stuttgart, Kassel, Teltow.
- BMWi (2016): Erneuerbare Energien in Zahlen. Nationale und internationale Entwicklung im Jahr 2015.
- BMWi (Hg.) (2017): Energiedaten. Gesamtausgabe. Berlin.
- BMWi (27.06.2017): Förderbekanntmachung zu den Modellvorhaben Wärmenetzsysteme 4.0, Wärmenetze 4.0. In: Bundesanzeiger.
- Bohl, Johannes; Jeschke, Magdalena; Mack, Michael; Cornea, René; Franz, Uwe (2011): Steuerrechtliche Hemmnisse für den weiteren Ausbau Erneuerbarer Energien in Deutschland. Abschlussbericht der Arbeitsgemeinschaft Steuerrechtshemmnisse. BMU; Projektträger Jülich. Würzburg, Hannover. Online verfügbar unter https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Downloads/Gutachten/steuerrechtliche-hemmnisse-ausbau-erneuerbare-energien_bf.pdf?__blob=publicationFile&v=4, zuletzt geprüft am 16.01.2018.
- Bruckner, Thomas (2017): Kommunale Energieversorger: Gewinner oder Verlierer der Energiewende? Unter Mitarbeit von Diana Böttger, Mario Götz, Hendrik Kondziella, Robert Niedermaier und Fabian Scheller. Hg. v. Friedrich-Ebert-Stiftung, Abteilung Wirtschafts- und Sozialpolitik. Bonn (WISO Diskurs, 4/2017).
- Bruns, Elke; Futterlieb, Matthias; Ohlhorst, Dörte; Wenzel, Bernd (2012): Netze als Rückgrat der Energiewende. Hemmnisse für die Integration erneuerbarer Energien in Strom-, Gas- und Wärmenetze. TU Berlin, Berlin.
- Bundeskartellamt (2012): Sektoruntersuchung Fernwärme. Abschlussbericht gemäß § 32e GWB.

- Bundesregierung (2010): Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung.
- Bund der Energieverbraucher (2017): Statistiken zur Preisentwicklung von Öl, Gas und Strom. Berlin. Abrufbar unter http://www.energieverbraucher.de/de/preise__981/
- Clausen, Jens (2012): Kosten und Marktpotentiale ländlicher Wärmenetze. Arbeitspapier zu AP 6 A im Rahmen des Projektes „Möglichkeiten und Grenzen von Nahwärmenetzen in ländlich strukturierten Gebieten unter Einbeziehung regenerativer Wärmequellen – Vernetzung von dezentralen Kraft- und Wärmeerzeugungs- Systemen unter Berücksichtigung von Langzeitwärmespeicherung“. Borderstep Institut für Innovation und Nachhaltigkeit gGmbH. Hannover.
- Clausen, Jens (2013): Wärmenetze und Langzeitwärmespeicher als Schlüsseltechnologien der nachhaltigen Wärmeversorgung. Entwicklungspotenziale und Handlungsoptionen. Borderstep Institut für Innovation und Nachhaltigkeit gemeinnützige GmbH. Berlin.
- Clausen, Jens (2017): Wärmenetze. Transformationsfeldanalyse im Rahmen des Projekts Evolution2Green – Transformationspfade zu einer Green Economy. Hg. v. Borderstep Institut für Innovation und Nachhaltigkeit gGmbH, IZT und adelphi. Berlin.
- Clausen, Jens; Fichter, Klaus (2016): Pfadabhängigkeiten und evolutorische Ökonomik. Inputpapier im Rahmen des Projekts Evolution2Green - Transformationspfade zu einer Green Economy. Hg. v. Borderstep Institut für Innovation und Nachhaltigkeit gGmbH, IZT und adelphi. Berlin.
- Entman, Robert M. (1993): Framing. Toward Clarification of a Fractured Paradigm. In: J Communication 43 (4), S. 51–58. DOI: 10.1111/j.1460-2466.1993.tb01304.x. Zuletzt geprüft am 16.01.2018.
- Europäische Kommission (Hg.) (2016a): An EU Strategy on Heating and Cooling. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Brüssel.
- Fricke (2008): Fricke, N.: Rechtliche Grundlagen für Gestattungsentgelte, Präsentation AGF Infotag „Gestattungsentgelte in der Fernwärme“ am 18.09.2008.
- Habart, Jan (2012): Support Scheme for Renewable Heat in the Czech Republic. Hg. v. CZ Biom – Czech Biomass Association. Brüssel. Online verfügbar unter <http://www.4biomass.eu/document/file/brussels-habart.pdf>, zuletzt geprüft am 16.01.2018.
- Hammerstein, Christian von; Hoff, Stefanie von (2014): Reform des Konzessionsabgabenrechts. Gutachten vorgelegt von Raue LLP. Studie. Hg. v. Agora Energiewende. Raue LLP. Berlin. Online verfügbar unter http://www.agora-energiewende.de/fileadmin/downloads/publikationen/Studien/Konzessionsabgabe/Agora_Gutachten_Konzession_12092012_final_web.pdf, zuletzt geprüft am 16.01.2018.
- IHK Berlin (Hg.) (2015): Wettbewerb im Wärmemarkt. Ökonomisch effizient, technisch machbar, klimapolitisch sinnvoll? Innovation und Umwelt. Berlin. Online verfügbar unter https://www.ihk-berlin.de/blob/bihk24/politische-positionen-und-statistiken_channel/innovation/Politische_Positionen/Download/2677756/88545169b428ef6417b4906411744599/Kurzgutachten-Waermemarkt-data.pdf, zuletzt geprüft am 16.01.2018.
- IÖW (Hg.) (2015): Factsheet zur LowExTra-Expertenrunde "Geschäftsmodelle zum Betrieb von LowEx-Mehrleiter-Wärmenetzen und dezentralen Erzeugungsanlagen". Unter Mitarbeit von Elisa Dunkelberg, Julika Weiß und Swantje Gähns. Online verfügbar unter

[http://lowextra.de/wp-content/uploads/Fact-Sheet-](http://lowextra.de/wp-content/uploads/Fact-Sheet-LowExTra_Gesch%C3%A4ftsmodelle_2016.pdf)

[LowExTra_Gesch%C3%A4ftsmodelle_2016.pdf](http://lowextra.de/wp-content/uploads/Fact-Sheet-LowExTra_Gesch%C3%A4ftsmodelle_2016.pdf), zuletzt geprüft am 16.01.2018.

Jagnow, Kati; Wolff, Dieter (2011): Nah- und Fernwärme: Aus- oder Rückbau? Zukünftige Wärmeversorgung von Gebäuden. TGA Fachplaner.

Kahlenborn, Walter; Tappeser, Valentin; Chichowitz, Lisa (2016): „Models of Change“ als Analyseansatz. Operationalisierung zur Analyse grundlegender Transformationen des Wirtschaftssystems. Inputpapier im Rahmen des Projekts Evolution2Green - Transformationspfade zu einer Green Economy. Hg. v. adelphi, Borderstep Institut für Innovation und Nachhaltigkeit gemeinnützige GmbH und IZT. Berlin. Online verfügbar unter https://evolution2green.de/sites/evolution2green.de/files/documents/evolution2green_inputpapier_moc_als_analyseansatz_entwurf.pdf, zuletzt geprüft am 16.01.2018.

Kristof, Kora (2010a): Models of Change. Einführung und Verbreitung sozialer Innovationen und gesellschaftlicher Veränderungen in transdisziplinärer Perspektive. 1. Aufl. Zürich: vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich.

Kristof, Kora (2010b): Wege zum Wandel. Wie wir gesellschaftliche Veränderungen erfolgreicher gestalten können. München: Oekom Verlag.

Kohl, I.; Edelmann, T.; Boehnke, J.; Rubner, P.: Fernwärme, quo vadis? Ein Geschäftsfeld mit Hindernissen (In: *Energiewirtschaftliche Tagesfragen*). Essen 2015.

Maaß, Christian; Sandrock, Matthias; Schaeffer, Roland (2015): Fernwärme 3.0. Strategien für eine zukunftsorientierte Fernwärmepolitik. Studie im Auftrag der Bundestagsfraktion Bündnis 90 / Die Grünen. Hg. v. HIR Hamburg Institut Research gGmbH. Hamburg.

Mead, Lawrence M. (2015): Only connect. Why government often ignores research. In: *Policy Sci* 48 (2), S. 257–272. DOI: 10.1007/s11077-015-9216-y. Zuletzt geprüft am 16.01.2018.

MUEEF (Hg.) (2017): Wärmekonzept für Rheinland-Pfalz. Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten Rheinland-Pfalz.

Nast, Michael; Lehr, Ulrike; Klinski, Stefan; Bürger, Veit; Leprich, Uwe; Klann, Uwe et al. (2009): Ergänzende Untersuchungen und vertiefende Analysen zu möglichen Ausgestaltungsvarianten eines Wärmegesetzes. Endbericht. Hg. v. BMU.

Newman, Joshua; Head, Brian (2015): Beyond the two communities. A reply to Mead? why government often ignores research? In: *Policy Sci* 48 (3), S. 383–393. DOI: 10.1007/s11077-015-9226-9. Zuletzt geprüft am 16.01.2018.

OFGEM (Hg.) (2016): Tariffs and payments for the Domestic RHI. Online verfügbar unter <https://www.ofgem.gov.uk/environmental-programmes/domestic-renewable-heat-incentive-domestic-rhi/about-domestic-rhi/tariffs-and-payments-domestic-rhi>, zuletzt geprüft am 16.01.2018.

Oschatz, P.; Pehnt, M.; Schüwer, D.: Weiterentwicklung der Primärenergiefaktoren im neuen Energiesparrecht für Gebäude, Endbericht. Dresden, Heidelberg, Wuppertal 2016.

Paar, Angelika; Herbert, Florian; Pehnt, Martin; Ochse, Susanne; Richter, Stephan; Maier, Stefanie et al. (2013): Transformationsstrategien von fossiler zentraler Fernwärmeversorgung zu Netzen mit höheren Anteilen erneuerbarer Energien. Endbericht. Heidelberg, Leimen, Frankfurt am Main.

Pehnt, Martin (2015): Wärmewende. Welche Rolle spielen Wärmenetze? Groß-Gerau, 15.09.2015. Online verfügbar unter

https://www.kreisgg.de/fileadmin/Wirtschaftsfoerderung/Energie/Vortraege/Pehnt__2015_-_Gross_Gerau_V2.pdf, zuletzt geprüft am 16.01.2018.

Pfister, Thomas; Wallraf, Christina; Sieverding, Udo (2015): Nahwärmegenossenschaften. Chancen & Risiken aus Verbrauchersicht. Hg. v. Verbraucherzentrale NRW e.V. Düsseldorf.

Pfnür, Andreas; Winiewska, Bernadetta; Mailach, Bettina; Oschatz, Bert (2016): Dezentrale vs. zentrale Wärmeversorgung im deutschen Wärmemarkt. Vergleichende Studie aus energetischer und ökonomischer Sicht. IWO.

Schlesinger, Michael; Hofer, Peter; Kemmler, Andreas; Kirchner, Almut; Koziel, Sylvie; Ley, Andrea et al. (2014): Entwicklung der Energiemärkte - Energierferenzprognose. Projekt Nr. 57/12 des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie, Berlin. EWI, GWS, Prognos. Basel, Köln, Osnabrück.

Schmidt, Dietrich; Schumacher, Patrick; Gerhardt, Norman; Sandau, Fabian; Becker, Sarah; Scholz, Angela (2017): Wärmewende 2030. Schlüsseltechnologien zur Erreichung der mittel- und langfristigen Klimaschutzziele im Gebäudesektor. Studie im Auftrag von Agora Energiewende. Hg. v. Fraunhofer IBP und Fraunhofer IWES. Agora Energiewende. Berlin.

Schneller, Andreas; Leonard Frank und Kora Töpfer 2017: Wärmenetze 4.0 im Kontext der Wärmewende. Analyse der Regelungs- und Förderlandschaft innovativer Wärmenetzsysteme. Berlin: adelphi.

Schürmann, Hans (2014): Wärmelieferverordnung bremst Contracting aus. Online verfügbar unter <http://www.enbausa.de/finanzierung-beratung/aktuelles/artikel/waermelieferverordnung-bremst-contracting-aus-3741.html>, zuletzt aktualisiert am 06.02.2014, zuletzt geprüft am 16.01.2018.

Selle, Kati (2014): Wärmecontracting - Fass ohne Boden? Warum viele Berliner Mieter hohe Heizkosten hinnehmen müssen. In: Mieterschutz (1), S. 4–7.

SolNet BW (2015): Solare Wärmenetze für Baden-Württemberg. Grundlagen, Potenziale, Strategien.

Stuible, Achim et. al. (2014): Evaluierung von Einzelmaßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt (Marktanreizprogramm) für den Zeitraum 2012 bis 2014. Evaluierung des Förderjahres 2013. Stuttgart.

Tappeser, Valentin; Fromm, Carina (2017): Wärmenetze in Dänemark. Fallstudie im Rahmen des Projekts Evolution2Green - Transformationspfade zu einer Green Economy. Hg. v. adelphi, Borderstep Institut für Innovation und Nachhaltigkeit gGmbH und IZT. Berlin.

Weingart, Peter (2006): Erst denken, dann handeln? . Wissenschaftliche Politikberatung aus der Perspektive der Wissens(chafts)soziologie. In: Svenja Falk (Hg.): Handbuch Politikberatung. 1. Aufl. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 35–44.

Wigbels, Michael; Nast, Michael (2005): Dezentrale Wärmeeinspeisung – Integration in Wärmenetze. In: FVS und LZE Themen 2005, S. 106–110.

Wolff, Dieter; Jagnow, Kati (2011): Überlegungen zu Einsatzgrenzen und zur Gestaltung einer zukünftigen Fern- und Nahwärmeversorgung. Untersuchung von Nah- und Fernwärmenetzen. Wolfenbüttel/Braunschweig.