



BERICHT

Wärmenetze 4.0 im Kontext der Wärmewende

Analyse der Regelungs- und Förderlandschaft
innovativer Wärmenetzsysteme

Andreas Schneller, Leonard Frank, Kora Töpfer (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 und Kora Töpfer 2017: Wärmenetze 4.0 im Kontext der Wärmewende. Analyse der Regelungs- und Förderlandschaft innovativer Wärmenetzsysteme. 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
office@adelphi.de
www.adelphi.de

Autoren: Andreas Schneller (schneller@adelphi.de), Leonard Frank, Kora Töpfer

Bildnachweis: Titel: Heiko Kueverling - shutterstock.com

Stand: Juli 2017

© 2017 adelphi

Wärmenetze 4.0 im Kontext der Wärmewende

Analyse der Regelungs- und Förderlandschaft innovativer Wärmenetzsysteme

Andreas Schneller, Leonard Frank, Kora Töpfer (adelphi)

Gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) im Rahmen des Projekts „EnEff:Wärme – LowExTra – Niedrig-Exergie-Trassen zum Speichern und Verteilen von Wärme“ (Förderkennzeichen: 03ET1237C)

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 Research Analyst bei adelphi und arbeitet in den Themenbereichen Energiepolitik sowie Energiemanagement und -technik. In verschiedenen Projekten 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

arbeitet als Projektassistent in adelphis Projektteam zu den Themen Klima und Energie. Seine Tätigkeiten umfassen dabei insbesondere die Analyse von regulatorischen und technologischen Rahmenbedingungen für Klimaschutz- und Energieprojekte. Aktuelle Schwerpunkte liegen dabei auf dem Ausbau von Niedrigtemperatur-Fernwärmenetzen sowie Maßnahmen zur sozialverträglichen Gestaltung der Energiewende.

Kora Töpfer

war Projektmanagerin bei adelphi. Ihr Tätigkeitsschwerpunkt liegt auf den Themen Erneuerbare Energien und Energieeffizienz. In verschiedenen Forschungs- und Beratungsprojekten befasst sie sich mit den politischen Rahmenbedingungen der Energiewende in Deutschland und weltweit.

www.adelphi.de

Zusammenfassung

Die **leitungsgebundene Wärmeversorgung** ist ein wichtiger Bestandteil des deutschen Energieversorgungssystems. Um den Erfordernissen ambitionierter klima- und energiepolitischer Vorgaben gerecht zu werden, muss jedoch eine grundlegende **Transformation** der überwiegend auf fossilen Brennstoffen basierenden Wärmeversorgung erfolgen. Der dafür notwendige Strukturwandel kann durch neuartige Wärmenetze der vierten Generation, sogenannte „Wärmenetze 4.0“, entscheidend beeinflusst werden. Innovative Wärmenetze können erneuerbare Energien und Abwärme perspektivisch kosteneffizient und flexibel integrieren und somit einen wesentlichen Beitrag zur **Wärmewende**, der angestrebten Dekarbonisierung der Wärmeversorgung, leisten.

Der vorliegende Bericht ist im Rahmen des laufenden **Forschungsvorhabens *LowExTra - Niedrig-Exergie-Trassen zum Speichern und Verteilen von Wärme auf verschiedenen Temperaturniveaus*** des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) entstanden. Das Vorhaben, das adelphi zusammen mit dem *Hermann-Rietschel-Institut* (HRI) der TU Berlin, dem *Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung* (IÖW) und dem *nexus Institut für Kooperationsmanagement und interdisziplinäre Forschung* durchführt, untersucht die technische, ökonomische und politische Umsetzbarkeit von innovativen **Niedrigtemperatur-Mehrleiter-Wärmenetzen**.

Der Forschungsbericht zielt darauf ab, eine **Bestandsaufnahme der politisch-administrativen Rahmenbedingungen und möglicher Hemmnisse** für die Umsetzung von Wärmenetzen der vierten Generation aufzuzeigen. Der Fokus der Analyse liegt dabei auf der Governancestruktur des Wärmenetzsystems: Betrachtet werden systemische Aspekte leitungsgebundener Wärmeversorgung und dabei insbesondere die **Regelungs- und Förderlandschaft**. Dazu zählt eine vertiefte Analyse der regulatorischen Rahmenbedingungen sowie der Förder- und Finanzierungsinstrumente für innovative Wärmnetze der vierten Generation. Es werden dabei Regelungen entlang der vertikalen administrativen Strukturen in Deutschland – Bund, Länder, Kommunen – betrachtet sowie energiepolitische Strategien und Vorgaben auf europäischer Ebene analysiert. Eine zentrale Rolle spielen auch Überlegungen zu zukünftigen **Organisationsformen** der leitungsgebundenen Wärmeversorgung und damit verbundene rechtliche und betriebswirtschaftliche Herausforderungen.

Aus den Herausforderungen zur Transformation des Wärmesektors ergibt sich die strategische Bedeutung innovativer Niedrigtemperatur-Wärmenetze: Sie können aufgrund ihrer technischen Eigenschaften zu einem Übergang für eine **zukunftsorientierte, klimafreundliche und anpassungsfähige Wärmeversorgung** beitragen. Wärmenetze der vierten Generation stellen eine zukunftsweisende Option in der sich verändernden Wärmeversorgung dar.

Inhalt

Zusammenfassung	III
Inhalt	IV
Abbildungsverzeichnis	VI
Tabellenverzeichnis	VII
Abkürzungsverzeichnis	VIII
1 Einführung	1
1.1 Hintergrund und Zielsetzung des Berichts	1
1.2 Methode und Aufbau	3
2 Wärmenetze im Kontext der Wärmewende	4
2.1 Die zukünftige Rolle der leitungsgebundenen Wärme in einer erneuerbaren Wärmeversorgung	4
2.2 Eine neue Generation von Wärmenetzen	8
2.3 Zur strategischen Bedeutung des LowExTra-Konzeptes	10
3 Organisationsformen innovativer Wärmenetze	12
3.1 Anforderungsprofil neuer Wärmenetze durch die verstärkte Einbindung erneuerbarer Energien	12
3.2 Mögliche Organisationsformen zukünftiger Wärmenetze	14
3.3 Die Bedeutung der dezentralen Einspeisung durch Dritte	17
3.4 Regulierung der Wärmeeinspeisung und Wärmedurchleitung	19
3.4.1 Die Einspeisung zur Durchleitung	20
3.4.2 Die Einspeisung zur Abnahme	20
3.5 Weitere regulatorische Herausforderungen neuer Organisationsformen	22
4 Regelungslandschaft für LowEx-Wärmenetze	24
4.1 Bestehende ordnungspolitische Regelungen und energiepolitische Strategien	24
4.1.1 EU-Ebene	24
4.1.2 Bundesebene	30
4.1.3 Länderebene	33
4.1.4 Kommunale Ebene	38
4.2 Hemmnisanalyse regulatorischer Aspekte	39

4.3 Zusammenfassende SWOT-Analyse	42
4.4 Regulatorische Stellschrauben für die Umsetzbarkeit des LowExTra-Konzepts	44
5 Förderung und Finanzierung	47
5.1 Randbedingungen der Förderung innovativer Wärmenetze	47
5.2 Finanzierung und Förderung von Erneuerbaren Energien im Wärmebereich	49
5.2.1 EU-Ebene	49
5.2.2 Bundesebene	51
5.2.2.1 Marktanzreizprogramm MAP (von 1999, zuletzt 2015 novelliert)	51
5.2.2.2 Förderung durch das Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG)	55
5.2.2.3 Sonstige Förderungen	55
5.2.3 Länderebene	56
5.2.4 Kommunale Ebene	59
5.2.5 Weitere Finanzierungsoptionen, Anreizmechanismen und Informationsangebote	60
5.3 Bewertung ausgewählter Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten	63
5.3.1 Bewertung der MAP-Novelle 2015 und Diskussion um ertragsabhängige Förderung	63
5.3.2 Bewertung der KWKG-Novellen 2014 - 2016	66
5.4 Allgemeine Ansatzpunkte zur Weiterentwicklung von Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten	69
6 Anhang	72
7 Literaturverzeichnis	83

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Forschungsfelder des LowExTra-Konsortiums	2
Abbildung 2:	Anteil der leitungsgebundenen Wärmeversorgung nach Netzgröße	5
Abbildung 3:	Vier Generationen leitungsgebundener Wärme	9
Abbildung 4:	Einbindung verschiedener erneuerbarer Wärmequellen in Wärmenetze	13
Abbildung 5:	Leitungsgebundene Wärmeversorgung mit unterschiedlichen Erzeugungstechnologien und Verbrauchern	14
Abbildung 6:	Organisationsoptionen von zukünftigen Wärmenetzen	16
Abbildung 7:	Differenzierung der Einspeisung zur Durchleitung und Einspeisung zur Abnahme	19
Abbildung 8:	Überblick über regulatorische Rahmenbedingungen mit Relevanz für das LowExTra-Konzept	25
Abbildung 9:	Ausbauziele zum Anteil erneuerbarer Energien an der Wärmeversorgung	34
Abbildung 10:	Monatsstatistik Marktanzahlprogramm – Antragszahlen 2014/2015	64
Abbildung 11:	Anzahl errichteter Anlagen mit MAP-Förderung über BAFA 2011-2014 nach Technologien	65
Abbildung 12:	Nach KWKG geförderte Wärmenetze inklusive unbearbeiteter Anträge nach Klassen des mittleren Nenndurchmessers	66
Abbildung 13:	Art der Baumaßnahmen (a) und Netzeinspeisung nach Energieträgern der geförderten und beantragten Wärmenetze im Zeitraum 2009 bis 2013 bezogen auf die Investitionssumme (b)	67
Abbildung 19:	Marktanzahlprogramm 2015, Investitionskostenzuschüsse (BAFA-Teil), Kurzübersicht Solarthermie	78
Abbildung 20:	Marktanzahlprogramm 2015, Investitionskostenzuschüsse (BAFA-Teil), Kurzübersicht Biomasse	79
Abbildung 21:	Marktanzahlprogramm 2015, Investitionskostenzuschüsse (BAFA-Teil), Kurzübersicht Geothermie	80
Abbildung 22:	Marktanzahlprogramm 2015 - KfW-Teil, Tilgungszuschüsse zu zinsgünstigen Darlehen im KfW Programm Erneuerbare Energien Premium, Kurzübersicht aller Technologien	81
Abbildung 23:	Heizungsstruktur nach Bundesländern	82

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Kommissionsvorschläge zur Energieunion (Auswahl)	29
Tabelle 2:	Energie- und Klimakonzepte ausgewählter Bundesländer	34
Tabelle 3:	Rechtsgrundlagen für Anschluss- und Benutzungszwang	36
Tabelle 4:	SWOT-Analyse der bestehenden Regelungslandschaft für LowExTra	43
Tabelle 5:	Übersicht verschiedener Teilaspekte zur Umsetzbarkeit des LowExTra-Konzepts	45
Tabelle 6:	Neugründung und Neueintragungen von Energiegenossenschaften in das Genossenschaftsregister des Handelsregisters	62
Tabelle 7:	Primärenergiefaktoren nach EnEV 2014	72
Tabelle 8:	Innovative kommunale Wärme-/ Kältenetze (Auswahl)	73

Abkürzungsverzeichnis

ABZ	Anschluss- und Benutzungszwang
AE	Arbeitsentgelt
AEE	Agentur für Erneuerbare Energie
AEUV	Vertrag über die Arbeitsweise der Europäischen Union
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
BEE	Bundesverband Erneuerbare Energien e.V.
BDEW	Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.
BDH	Bundesverband der Deutschen Heizungsindustrie
BGB	Bürgerliches Gesetzbuch
BHKW	Blockheizkraftwerk
B.KWK	Bundesverband Kraft-Wärme-Kopplung e.V.
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (bis 2012)
BMUB	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
BSW	Bundesverband Solarwirtschaft e.V.
CO₂	Kohlenstoffdioxid
EE	Erneuerbare Energien
EEEF	Europäischer Energieeffizienzfonds
EEG	Erneuerbare Energien-Gesetz
EEV	Endenergieverbrauch
EEWärmeG	Erneuerbare-Energien-WärmeGesetz
EFRE	Europäischer Fonds für regionale Entwicklung
EFSI	Europäischer Fonds für strategische Investitionen
EIB	Europäische Investitionsbank
EnEff	Energieeffizienz
EnEV	Energieeinsparverordnung
EnEG	Energieeinsparungsgesetz

EnWG	Energiewirtschaftsgesetz
ETS	Emission Trading Scheme
EU	Europäische Union
EUFIS	EU-Fachinformationssystem
EUV	Vertrag über die Europäische Union
EVU	Energieversorgungsunternehmen
FRP	Forschungsrahmenprogramm
HRI	Hermann-Rietschel-Institut der TU Berlin
IFEU	Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH
IÖW	Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung
KEA	Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
kW	Kilowatt
kWel	Kilowatt elektrisch
kWh	Kilowattstunde
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KWKG	Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz
kWth	Kilowatt thermische Leistung
LowExTra	Niedrig-Exergie-Trassen
MAP	Marktanreizprogramm
Mt	Megatonnen (Millionen Tonnen)
MUEEF	Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten Rheinland-Pfalz
NAPE	Nationaler Aktionsplan Energieeffizienz
NKI	Nationale Klimaschutzinitiative
NNE	Netznutzungsentgelt
NREAP	National Renewable Energy Action Plan
NRW	Nordrhein-Westfalen
PV	Photovoltaik
RHI	Renewable Heat Incentive
StMWi	Bayerisches Staatsministeriums für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie;
StromNZV	Stromnetzzugangsverordnung
StromNEV	Stromnetzentgeltverordnung

THG	Treibhausgas
TWh	Terrawattstunden
VfW	Verband für Wärmelieferung e.V.
VKU	Verband Kommunaler Unternehmen e.V.
WärmeLV	Wärmelieferverordnung
ZVSHK	Zentralverband Sanitär Heizung Klima

1 Einführung

1.1 Hintergrund und Zielsetzung des Berichts

Die internationale Staatengemeinschaft hat mit dem Pariser Klimaschutzabkommen ein nunmehr völkerrechtlich verbindliches Ziel formuliert: Die Erderwärmung soll auf deutlich unter 2 Grad Celsius beschränkt werden. Insbesondere der Wärmesektor ist dabei von großer Bedeutung für den **Klimaschutz**. Etwa 56% des Endenergieverbrauchs und ca. 40% der energiebedingten Treibhausgasemissionen entfallen in Deutschland auf den Wärmemarkt (MUEEF 2017, S. 2). Dabei liegt der **Anteil erneuerbarer Energien an der Wärmeerzeugung** momentan nur bei etwa 13 Prozent und im Fernwärmesektor bei gerade einmal 10 Prozent (BMW 2016a, S. 15; Maaß et al. 2015, S. 6).

Dennoch liegt der Fokus der öffentlichen Debatte um die Energiewende bisher meist auf dem Stromsektor. Eine **Dekarbonisierung** der Energieversorgung in Deutschland ist aber nicht ohne die Transformation des Wärmesektors möglich. Als Teilaspekt der Energiewende bezeichnet die **Wärmewende** dabei die vollständige Transformation der Energieversorgung im Wärmebereich hin zu einer klimaneutralen, auf erneuerbaren Energien beruhenden Versorgungsstruktur (Maaß et al. 2015, S. 11; AEE 2016a, S. 2; Europäische Kommission 2016a; MUEEF 2017, S. 2; AEE 2015b, S. 2).

Eine erfolgreiche Wärmewende kann, eine ambitionierte Zielstellung vorausgesetzt, einen wesentlichen Beitrag zur Erfüllung der **energie- und klimapolitischen Ziele** sein. Deshalb ist künftig ein stärkerer Fokus auf den Wärmemarkt notwendig. Aus dem Energiekonzept der Bundesregierung ergibt sich, dass die Treibhausgasemissionen Deutschlands um mindestens 40% bis 2020 und um 80% bis 2050 gesenkt werden müssen. Daraus ergibt sich die Forderung eines nahezu **klimaneutralen Gebäudebestandes** bis 2050 (Bundesregierung 2010a, S. 27). Die Herausforderung wird zukünftig darin bestehen, *nachfrageseitig* den Wärmebedarf im für den Klimaschutz erforderlichen Umfang zu senken und *angebotsseitig* die Wärmeversorgung auf Erneuerbare Energien umzustellen. Die besondere Bedeutung der Nah- und Fernwärmeversorgung für das Erreichen dieser Zielstellungen wird unter anderem in der *Strategy on Heating and Cooling* der EU-Kommission betont (Europäische Kommission 2016a, S. 2).

Der vorliegende Bericht ist im Rahmen des laufenden **Forschungsvorhabens „LowExTra - Niedrig-Exergie-Trassen zum Speichern und Verteilen von Wärme auf verschiedenen Temperaturniveaus“** des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) entstanden. Das Vorhaben, das adelphi zusammen mit dem *Hermann-Rietschel-Institut* (HRI) der TU Berlin, dem *Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung* (IÖW) und dem *nexus Institut für Kooperationsmanagement und interdisziplinäre Forschung* (nexus) durchführt, untersucht die technische, ökonomische und politische Umsetzbarkeit von innovativen **Niedrigtemperatur-Mehrleiter-Wärmenetzen**.

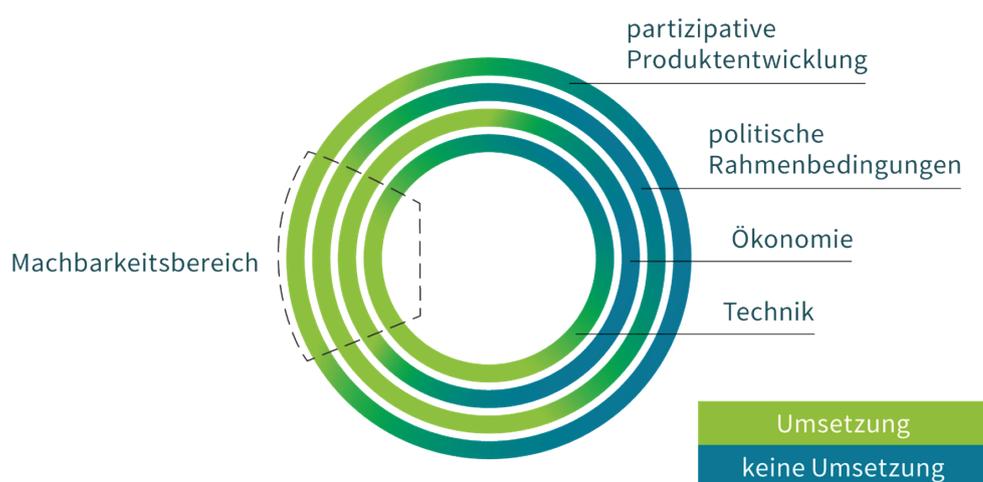
Der Zwischenbericht umfasst ausgewählte Ergebnisse des von adelphi durchgeführten **Moduls „Politikanalyse“**. Übergreifendes Ziel des Moduls ist es, eine politikwissenschaftliche Grundlage für die Umsetzbarkeit innovativer Niedrigtemperatur-Wärmenetze (sog. LowEx-Netze) im Kontext der Wärmewende zu schaffen. Der vorliegende Forschungsbericht zielt daher darauf ab, eine **Bestandsaufnahme der politisch-administrativen Rahmenbedingungen und möglicher Hemmnisse** für die Umsetzung des LowExTra-Konzepts aufzuzeigen. Der Fokus der Analyse liegt dabei auf dem

Wärmenetzsystem als *Governancestruktur*: Betrachtet werden systemische Aspekte leitungsgebundener Wärmeversorgung und dabei insbesondere die **Regelungs- und Förderlandschaft**.

Die Erkenntnisse des ersten Arbeitspaketes im Modul Politik haben ergeben, dass im Hinblick auf die Transformation der Fernwärmeversorgung ein relevanter Aspekt die Öffnung neuer oder ggf. auch bestehender Netze für die **dezentrale Einspeisung** durch Dritte ist. Die Einbindung von Wärme aus verschiedenen erneuerbaren Energiequellen ist wesentlicher Bestandteil des LowExTra-Konzepts. Jedoch besteht nach aktueller Rechtslage keine Verpflichtung für Netzbetreiber, die zentrale Einspeisung zu ermöglichen. Es bedarf daher Änderungen der rechtlichen Rahmenbedingungen des Netzbetriebs, um zu gewährleisten, dass die Einspeisung von Dritten zukünftig - über die bereits bestehenden Möglichkeiten der Einspeisung auf freiwilliger Basis hinaus - möglich ist. Weitere technische Besonderheiten, die das LowExTra-Konzept auszeichnen, bspw. die Aufhebung des klassischen Vor- und Rücklaufs, erfordern keine grundsätzliche Veränderung der politisch-regulativen Rahmenbedingungen und werden in diesem Bericht daher nicht ausführlich behandelt.

Im dritten Arbeitspaket werden anschließend wissenschaftlich fundierte Handlungsempfehlungen erarbeitet, die die vorliegende Analyse in verschiedene Handlungspfade zur **Transformation der leitungsgebundenen Wärmeversorgung** überführt. Darüber hinaus werden im Forschungskonsortium weitere Faktoren für die Umsetzung des LowExTra-Konzeptes in den Modulen Technik, Ökonomie und Partizipation analysiert. Abbildung 1 gibt einen Überblick über das Zusammenspiel der einzelnen Forschungsfelder, die einen gemeinsamen Machbarkeitsrahmen für LowEx-Wärmenetze ermitteln sollen.

Abbildung 1: Forschungsfelder des LowExTra-Konsortiums



Quelle: Eigene Darstellung

1.2 Methode und Aufbau

Der Zwischenbericht baut auf der Auswertung des **aktuellen Forschungsstands** zu den politischen Rahmenbedingungen für Wärmenetze der vierten Generation und im speziellen das LowExTra-Konzept auf. Die aus der Bestandsaufnahme gewonnenen Erkenntnisse wurden für diesen Bericht systematisiert und fließen unter Heranziehung weiterer Quellen in die Darstellung ein. Die Wärmewende stellt ein ausgesprochen dynamisches Forschungsfeld dar: Vor dem Hintergrund ambitionierter klimapolitischer Vorgaben sind im Projektzeitraum viele einschlägige Publikationen zum Thema erschienen. Darüber hinaus wurden zahlreiche **semistrukturierte Interviews** mit relevanten Akteuren aus Forschung und Praxis geführt, in denen die in vorangehenden Forschungsschritten herausgearbeiteten Fragestellungen diskutiert wurden. Durch die Konsultation der Expert/-innen¹ konnten zahlreiche **Erfahrungswerte** zu Hemmnissen und möglichen Ansatzpunkten für die Transformation von Wärmenetzen eingebracht werden. Wo sinnvoll und notwendig, wurden noch bestehende Informationslücken im bilateralen Austausch mit weiteren Expert/-innen geschlossen.

Der Forschungsbericht ist wie folgt aufgebaut: Zunächst wird in **Kapitel 2** die Bedeutung von Wärmenetzen im Kontext der Wärmewende untersucht. Dabei werden mögliche Entwicklungspfade der leitungsgebundenen Wärme im Hinblick auf nachfrageseitige Veränderungen des Wärmebedarfs und die zunehmende Rolle von Wärme aus erneuerbaren Energien skizziert. Aus diesen Überlegungen wird die Notwendigkeit einer neuen, vierten Generation von Wärmenetzen hergeleitet und die strategische Bedeutung von LowEx-Netzen in der Transformation der Fernwärmeversorgung dargestellt. In **Kapitel 3** wird einleitend das Anforderungsprofil an neue Wärmenetze durch die Einspeisung erneuerbarer Energie sowie mögliche zukünftige Organisationsformen der leitungsgebundenen Wärmeversorgung diskutiert. Anschließend werden die regulatorischen Herausforderungen bei der Umsetzung alternativer Organisationsformen sowie Aspekte der Regulierung von Wärmeeinspeisung und Wärmedurchleitung diskutiert.

Kapitel 4 stellt die Regelungslandschaft für mögliche LowEx-Wärmenetze strukturiert dar. Im Anschluss erfolgt eine Hemmnisanalyse hinsichtlich der regulatorischen Rahmenbedingungen sowie die Erläuterung von Vorschlägen, wie die Umsetzung des LowExTra-Konzeptes begünstigt werden kann. In **Kapitel 5** werden abschließend bestehende Förder- und Finanzierungsmöglichkeiten für erneuerbare Energien im Wärmebereich aufgezeigt.

¹ In diesem Bericht wird für natürliche Personen stets eine genderneutrale Schreibweise gewählt; bei juristischen Personen wird das Maskulinum verwendet.

2 Wärmenetze im Kontext der Wärmewende

2.1 Die zukünftige Rolle der leitungsgebundenen Wärme in einer erneuerbaren Wärmeversorgung

Der Wärmesektor wird sich in den nächsten Jahrzehnten grundlegend verändern. Vor dem Hintergrund des 2°- bzw. 1,5°-Ziels gibt die politische Zielsetzung der Bundesregierung vor, die CO₂-Emissionen des Gebäudesektors bis 2050 um 80-95% zu reduzieren und damit einen nahezu klimaneutralen Gebäudebestand zu erreichen (vgl. auch Energieeffizienzstrategie Gebäude (ESG) des BMWi). Diese erheblichen Emissionsreduktionen sollen mittels einer Verminderung des Energieverbrauchs, Effizienzsteigerungen und der Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien an der Wärmeherzeugung erreicht werden (Jagnow und Wolff 2011, S. 25; Maaß et al. 2015, S. 11). Die Wärmewende kann damit ein wichtiger Hebel zum Gelingen der Transformation des gesamten Energieversorgungssystems sein.

Klimapolitische Ambitionen im Wärmesektor

Das Energiekonzept der Bundesregierung sieht vor, den Primärenergiebedarf von Gebäuden bis zum Jahr 2050 um etwa 80% zu senken (Bundesregierung 2010a, S. 27). Nachfrageseitig sind hierfür energetische Sanierungen für Bestandsgebäude und das Erreichen des Niveaus „klimaneutrale Gebäude“ für Neubauten bis zum Jahr 2020 vorgesehen (Bundesregierung 2010a, S. 28). Im Einzelnen unterscheiden sich Prognosen zum **Rückgang des Endenergiebedarfs** für Wärme und Kälte in Deutschland jedoch deutlich voneinander: so reicht der in einer Metastudie der Agentur für Erneuerbare Energien identifizierte Prognosekorridor für den skizzierten Wärme- und Kältebedarf im Jahr 2050 von 500 TWh bis 1.111 TWh jährlich (AEE 2015b, S. 4). Diese Diskrepanz lässt sich v.a. durch verschiedene Berechnungsmethoden wie den nur teilweise erfolgten Einbezug von Raumkühlung sowie die Unterscheidung zwischen Trend- und Zielszenarios erklären. Es besteht aber Einigkeit zwischen den Studien, dass die bisher getroffenen Maßnahmen im Kontext der Wärmewende bei Weitem nicht ausreichend sind, um das angestrebte Reduktionsziel zu erfüllen.

Die zweite, **angebotsseitige** Möglichkeit zur Reduktion der Treibhausgasemissionen besteht in der verstärkten Nutzung erneuerbarer Energien in der Wärme- und Kälteversorgung. Im Jahr 2015 deckten erneuerbare Energien jedoch nur ca. 13,2% des Wärme- und Kältebedarfs; einzelne Szenarien gehen von bis zu 100% EE-Wärme im Jahr 2050 aus (AEE 2015b, S. 10). Derzeit wird EE-Wärme noch zu ca. 87% über den Energieträger **Biomasse** bereitgestellt (BMW 2016a, S. 14-15). In Deutschland ist das Ausbaupotential von Anlagen auf Basis fester und flüssiger Biomasse jedoch klar beschränkt, auch aufgrund von Nutzungskonkurrenz mit anderen Sektoren (Jagnow und Wolff 2011, S. 27). In einer dekarbonisierten Wärmeversorgung müssen daher unterschiedliche erneuerbare Energieträger sowie in größerem Maße **Abwärmequellen** miteinbezogen werden.

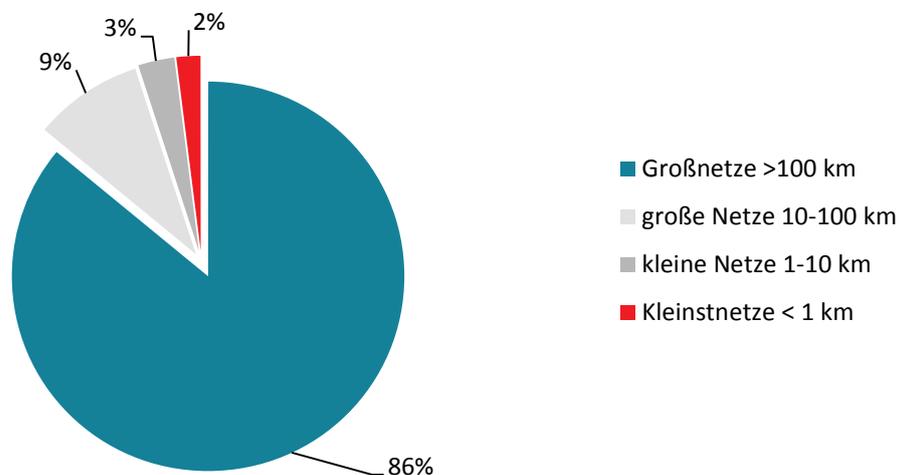
Nachfrageseitige Unwägbarkeiten

Ungeachtet der im Einzelnen großen Prognoseunterschiede für Energieeffizienzsteigerungen und EE-Ausbaupfade steht außer Frage, dass die **energetische Sanierung** von Bestandsgebäuden ein zentrales Handlungsfeld ist. Zielszenarien zur Wärmewende geben einen starken Rückgang des Wärmeverbrauchs durch Gebäudesanierung von 40-66% vor (Schmidt et al. 2017, S. 40; siehe auch Mellwig 2016, S. 8). Vor dem Hintergrund dieser großen nachfrage- und angebotsseitigen Veränderungen auf dem Wärmemarkt ist die zukünftige Bedeutung der Nah- und Fernwärmeversorgung² umstritten, da die Wärmeabnahmedichte ein entscheidendes Kriterium für die Wirtschaftlichkeit leitungsgebundener Wärmeversorgung ist.

Status quo der leitungsgebundenen Wärme

Etwa 9% des gesamten Wärmebedarfs in Deutschland wird heute durch Wärmenetze gedeckt und 14% des Wohngebäudebedarfs (BDEW 2015, S. 14–15; Bundeskartellamt 2012, S. 13). Der Transport von leitungsgebundener Wärme ist grundsätzlich mit Energieverlusten verbunden. Für die **Wirtschaftlichkeit** sind daher, neben den lokalen Randbedingungen, der Wärmebedarf und eine hohe Abnahmedichte ausschlaggebend, die im ländlichen Raum mitunter schwer zu erreichen ist (Wolff und Jagnow 2011, S. 8). Deshalb überwiegt der Anteil (groß-)städtischer Wärmenetze in der bestehenden Versorgungsstruktur deutlich, fast 90% der Wärme wird in Netzen mit über 100 km Netzlänge abgesetzt (siehe Abbildung 2), die in Ballungsräumen vorzufinden sind.

Abbildung 2: Anteil der leitungsgebundenen Wärmeversorgung nach Netzgröße



Quelle: Eigene Darstellung; Daten: Bundeskartellamt 2012

² Die Unterscheidung in Nah- und Fernwärme ist in erster Linie ein unternehmerischer Abgrenzungsbegriff, rechtlich wird nicht zwischen großen (Fern-) und kleinen (Nah-) Wärmenetzen unterschieden, siehe Pfnür et al. 2016, S. 43. Das LowExTra-Konzept kann dabei grundsätzlich auf beide Organisationsformen Anwendung finden. Deshalb werden nachfolgend unter Wärmenetze und leitungsgebundener Wärme sowohl Nah- als auch Fernwärmemodelle subsumiert. Die weiter unten durchgeführte Analyse der Regelungs- und Förderlandschaft gilt daher auch, soweit nicht anders ausgeführt, für Netze aller Größen.

Bisher sind in Deutschland 13,6% der Wohnungen bzw. 5,2% der Wohngebäude an Wärmenetze angeschlossen (BDEW 2016, S. 11, 2015, S. 12). Im Zuge der prognostizierten Reduktion des Gesamtwärmebedarfs vermindert sich langfristig auch die Nachfrage nach leitungsgebundener Wärme. Mit der abnehmenden „Leistungsdichte“ im Wärmenetz steigt auch der Anteil der **Wärmeverluste** relativ zur benötigten Nutzwärme (Pfnür et al. 2016, S. 53–54). Beruht die Wärmeerzeugung auf einem fossilen Brennstoff, können in der Folge höhere CO₂-Emissionen und Primärenergieverbräuche als bei dezentraler Wärmebereitstellung in effizienten hauseigenen Heizungsanlagen anfallen (ibid.). Diese Zusammenhänge stellen das derzeitige Modell der Nah- und Fernwärmeversorgung in wirtschaftlicher Hinsicht und energiepolitisch vor erhebliche Herausforderungen.

Ein Beitrag zur Dekarbonisierung

Trotz der bestehenden nachfrageseitigen Unsicherheiten wird Wärmenetzen in verschiedenen Studien zukünftig eine wichtige Rolle bei der Dekarbonisierung der Wärmeversorgung zugeschrieben. Wärmenetze können ein wichtiges **Bindeglied** zur Einbindung von erneuerbaren Energiequellen in die Wärmeversorgung sein: Gewerbliche und industrielle Abwärmequellen lassen sich nur durch die Infrastruktur leitungsgebundener Wärmeversorgung sinnvoll erschließen. Leitungsgebundene Wärmeversorgung begünstigt zudem die Nutzung solarthermischer Großanlagen (zu entsprechend günstigen Wärmeherstellungskosten) sowie geothermische Potentiale (Maaß et al. 2015, S. 7). Zum anderen erlauben Wärmenetze auch weiterhin die Nutzung großer Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen, die aufgrund von Skaleneffekten eine erhöhte Stromausbeute zulassen (Schmidt et al. 2017, S. 3; Maaß et al. 2015, S. 18; AEE 2015b, S. 12). Nah- und Fernwärmenetze ermöglichen es damit, die Umstellung auf klimafreundliche Energieträger im Versorgungsgebiet flexibler zu gestalten und lokal vorhandene EE-Potentiale besser nutzbar zu machen (Maaß et al. 2015, S. 18).

Innovative Wärmenetze begünstigen die Sektorkopplung

Darüber hinaus können große Synergieeffekte durch die Kopplung von Strom- und Wärmesektor erzielt werden (MUEEF 2017, S. 34). Vor dem Hintergrund einer technologieoffenen Planung der zukünftigen Energieversorgung ist eine integrierte Betrachtung und intelligente Vernetzung von Strom- und Wärmeversorgung unerlässlich. Bisher stellt die gekoppelte Erzeugung von Strom und Wärme in KWK-Anlagen die wichtigste Verbindung dar; ihr Anteil an der Stromerzeugung wird sich laut Energie-Referenzprognose im Zeitraum von 2011 bis 2020 von 15,9% auf 25% erhöhen (Schlesinger et al. 2014, S. 216). Insbesondere durch den Einsatz von Wärmepumpen und -speichern sowie Power-to-Heat Anlagen gewinnt der **Wärmesektor als Flexibilisierungskomponente** für den zunehmend durch fluktuierende erneuerbare Energien geprägten Strommarkt an Bedeutung (Europäische Kommission 2016a, S. 8–9). Im Zuge der Sektorkopplung könnte der Stromverbrauch für Wärmeanwendungen von derzeit ca. 45 TWh/a auf bis zu 270 TWh/a im Jahr 2050 ansteigen (Schmidt et al. 2017, S. 48).

Die notwendige Verschränkung der beiden Sektoren ergibt sich zudem aus der Erfordernis von deutlich größeren **Speicherkapazitäten** im Strommarkt. Stromspeicher sind jedoch kostenintensiv, im Vergleich zu Wärmespeichern der gleichen Kapazität um ein Vielfaches (Deutscher Bundestag 2015, S. 8–9). Es ist daher wirtschaftlich geboten, in den Fällen, wo eine Kopplung von Strom- und Wärmemarkt bereits vorhanden ist, den Speicherbedarf so weit als möglich auf der Wärmeseite zu realisieren. Hierfür bieten sich große, vergleichsweise kostengünstigen Wärmespeicher an, die in einigen Wärmenetzen ohnehin benötigt werden.

Szenarien für die zukünftige Bedeutung der leitungsgebundenen Wärme

In der Fachliteratur werden auf Grundlage der genannten Rahmenbedingungen mehrere Szenarien für den zukünftigen Versorgungsanteil leitungsgebundener Wärme analysiert. Diese beruhen allerdings teilweise auf unterschiedlichen (technischen) Annahmen; so unterscheiden sich die Studien beispielsweise in der Frage, ob Klimakältebedarfe im prognostizierten Endenergieverbrauch enthalten sind (AEE 2015b, S. 4). Die Berechnungen sind daher nur bedingt direkt vergleichbar.

- Laut den **BMU-Langfristszenarien (2012)** steigt der Anteil erneuerbarer Nah- und Fernwärme am nachfrageseitig kleiner werdenden Wärmemarkt bis 2050 deutlich. Ausgebaut werden in diesem Szenario vor allem der Anteil von Geothermie, Solarthermie und Biomasse an der Wärmeerzeugung. Der Anteil der Nahwärme aus erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch für Raumwärme erhöht sich von 5% auf 40% (Nitsch et al. 2012, S. 124–125). Während Raumwärme hier überwiegend leitungsgebunden bereitgestellt wird, steigt die Bedeutung von Wärmenetzen für die Prozesswärmebereitstellung nur in geringerem Maße.
- Die **Prognos/EWI/GWS-Energierferenzprognose** im Auftrag des BMWi geht von einem deutlichen Rückgang der Fernwärmeversorgung auf Basis von KWK im Zielszenario 2050 aus (Schlesinger et al. 2014, S. 298). Die Bereitstellung von netzgebundener Wärme aus erneuerbaren Energien steigt jedoch, sowohl in der Referenzprognose als auch im Zielszenario, mittelfristig deutlich an (Schlesinger et al. 2014, S. 239). Die Studie geht davon aus, dass aufgrund von relativ geringer Energiedichte, begrenzter regionaler Verfügbarkeit und Nutzungskonkurrenzen politische Zielsetzungen zum Ausbau von Biomasse-KWK verfehlt werden (ibid.). Im Zielszenario wird daher ein Rückgang der Einspeisung aus KWK in Fernwärmenetze um über 50% bis 2050 prognostiziert (Schlesinger et al. 2014, S. 239). In diesem Szenario wird der insgesamt zurückgehende Wärmebedarf durch dezentrale Anlagen wie Brennwertkessel, Solarthermie und - in besonderem Maße - Wärmepumpen gedeckt (Schlesinger et al. 2014, S. 219).
- Auf Grundlage eines umfassenden Studienvergleichs hält die **AEE-Metaanalyse Wärmewende 2015** fest, dass die Mehrzahl der untersuchten Studien von einer relativen Zunahme der Bedeutung von Wärmenetzen in einer dekarbonisierten Wärmeversorgung ausgeht. Dies wird u.a. damit begründet, dass der durch Wärmenetze gedeckte Wärmebedarf zukünftig mit verschiedenen, lokal verfügbaren Wärmequellen generiert werden kann. Da bei der Versorgung mit EE-Wärme (z.B. in Form von Solar- oder Geothermie) durch große Anlagen deutliche Skaleneffekte erzielt werden können, wird die Einbindung von EE-Wärme in Wärmenetze hier als deutlich kostengünstiger im Vergleich zur dezentralen Versorgung angesehen (AEE 2015b, S. 12).
- In der **Wärmewende 2030-Studie** von Fraunhofer IBP und IWES im Auftrag der Agora Energiewende, stellt die leitungsgebundene Wärmeversorgung zukünftig ebenfalls ein zentrales Element der dekarbonisierten Wärmeversorgung dar. In den Zielszenarien für 80% bis 95% Emissionsreduktion bis zum Jahr 2050 wird der Anteil von Wärmenetzen am Endenergiebedarf für Gebäude von derzeit 10,1% auf 14% bis 23% ansteigen; werden 95% Reduktion angestrebt, wird der netzgebundene Versorgungsanteil demnach nicht unter 20,5% liegen (Schmidt et al. 2017, S. 10).

In der Gesamtschau der für den deutschen Kontext verfügbaren (Meta-)Studien kann demnach von einer **zumindest moderaten Zunahme der Bedeutung leitungsgebundener Wärmeversorgung** ausgegangen werden. Wärmenetze werden daher voraussichtlich, trotz nachfrageseitiger Unwägbarkeiten, in Zukunft einen signifikanten Anteil an der Wärmeversorgung bereitstellen. Zweifelsohne müssen sich deshalb zukünftig die etablierten Geschäftsmodelle der Energieversorger und die regulativen Rahmenbedingungen der Nah- und Fernwärme verändern müssen, um die verstärkte Einbindung erneuerbarer Energien zu ermöglichen und so einen Beitrag zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung beitragen zu können.

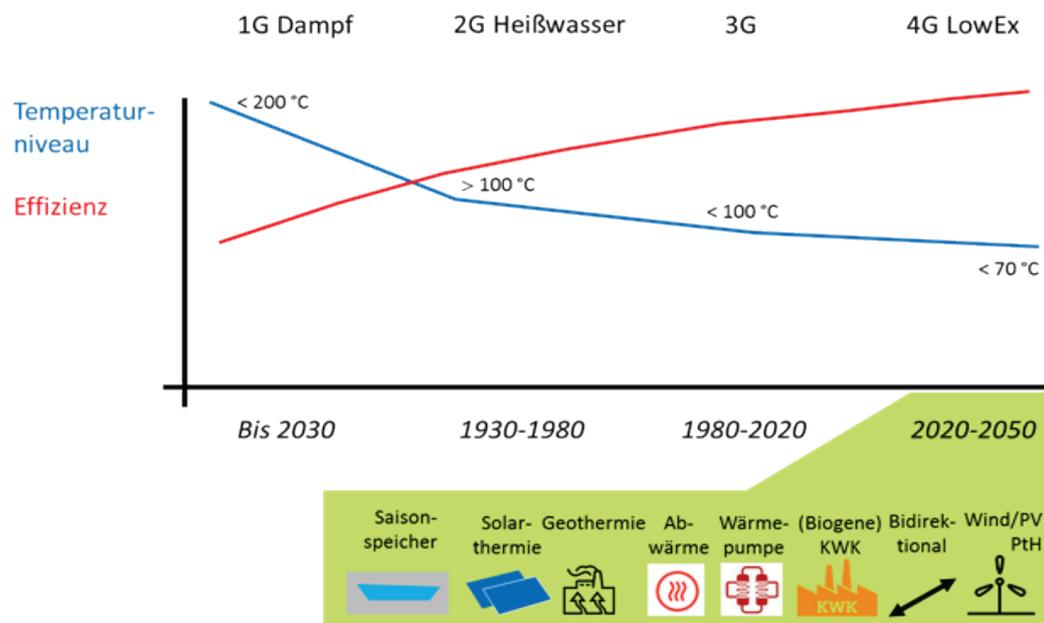
2.2 Eine neue Generation von Wärmenetzen

Aus den vorhergehenden Ausführungen ergibt sich die energiewirtschaftliche und klimapolitische Notwendigkeit einer neuen Generation von Wärmenetzen.

In der historischen Rückschau hat sich die leitungsgebundene Wärme einen Entwicklungsprozess über mehr als ein Jahrhundert durchlaufen. Bei der sogenannten **ersten Generation** handelt es sich um Hochtemperatur-Dampfnetze in dicht besiedelten Stadtzentren, die ihre Wärme meist aus Kohleheizwerken beziehen. Solche Netzvarianten sind teilweise auch heute noch vorzufinden, beispielsweise in Frankfurt am Main. Als Innovationsmerkmal der **zweiten Generation** wird meist die Einführung der Kraft-Wärme-Kopplung angesehen, die deutliche Effizienzsteigerungen und niedrigere Wärmegegostehungskosten ermöglichte. Die heute weit verbreitete **dritte Generation** von Wärmenetzen basierend auf Heißwasser zeichnet sich bereits durch eine Vielzahl von genutzten Wärmequellen aus. Die Wärmeleitungen und Hausübergabestationen sind industriell vorgefertigt und die Arbeitstemperaturen liegen typischerweise in einem Temperaturbereich von 80 bis 120°C. Die zukünftige **vierte Generation** mit Temperaturen unterhalb dieser Werte soll die Flexibilisierungsmöglichkeiten von Wärmenetzen voll ausschöpfen und die Effizienz des Gesamtsystems deutlich steigern (Lund et al. 2014). Alle lokal verfügbaren Wärmequellen sollen bestmöglich eingebunden werden können. Abbildung 3 veranschaulicht den Übergang zwischen den Generationen im Zeitverlauf und den idealtypischen Verlauf der Effizienzsteigerungen verbunden mit niedrigeren Temperaturniveaus und der Erschließung neuer Energiequellen.

Die niedrigeren Netztemperaturen von Niedrig-Exergie-Netzen (LowEx-Netzen) der vierten Generationen sollen dabei unter anderem folgende Vorteile bieten:

- Verbesserte und kostengünstigere **Einbindung** erneuerbarer Energiequellen
- **Erschließung** neuer Wärmequellen in Randgebieten, bspw. durch die Nutzung von Abwärme und die nötige Flächenverfügbarkeit für Solarthermie
- Systemische **Effizienzsteigerungen** durch Senkung der Netzverluste, insbesondere in Gebieten mit geringer Wärmedichte
- Vermeidung von **Degradation** durch verringerte thermische Spannungen in den Rohrmaterialien
- Steigerung der **Aktzeptanz** durch partizipative Betreibermodelle und partizipative Organisationsstrukturen

Abbildung 3: Vier Generationen leitungsgebundener Wärme

Quelle: Darstellung ifeu 2017 nach Lund et al. 2014

Im internationalen Vergleich gibt es bereits eine Reihe von vielversprechenden, innovativen Wärmenetzkonzepten, die in Deutschland bisher jedoch selten und nur in kleinem Maßstab umgesetzt wurden, meist im Rahmen von Forschungsvorhaben und regionalen Initiativen. Für LowEx-Netztypen verschiedener Ausprägung gibt es in anderen europäischen Ländern aber bereits erfolgreiche Beispiele in der großtechnischen Anwendung.

Exkurs: Dänemark als Vorreiter der erneuerbaren Fernwärmeversorgung

Dänemark wird in der Literatur immer wieder als Vorreiter im Bereich ökologische Fernwärme genannt (vgl. z.B. Schulz und Brandstätter 2013, Bruns et al. 2012, Bundeskartellamt 2012). Das Land deckt heute etwa 60% seines Wärmebedarfs über leitungsgebundene Wärme. Knapp die Hälfte dieser Wärme stammt aus erneuerbaren Energien, v.a. Holz, biogene Abfälle und Stroh (Danish Energy Agency 2015). Im Unterschied zu Deutschland tragen dazu auch zunehmend große Solarthermie-Kraftwerke bei. Auch wenn der Anteil von Solarthermie an der Fernwärme aus erneuerbaren Energien in Dänemark 2013 bei lediglich 0,8 Prozent lag, spielt solare Fernwärme in Deutschland eine noch deutlich geringere Rolle.

Für die leitungsgebundene Wärmeverversorgung werden außerdem weitere innovative Ansätze getestet, wie etwa niedrige Vorlauftemperaturen oder Online-Netzberechnungstools, um nur so viel Temperatur und Pumpenleistung einzuspeisen wie nötig. Zudem werden die dänischen Wärmenetze zunehmend als Flexibilitätsquelle für das Stromsystem genutzt: In Zeiten niedriger Strompreise werden effiziente zentrale Wärmepumpen eingesetzt, die die fossile Wärmeerzeugung reduzieren oder ersetzen. Diese Wärmepumpen können auch positive und - wenn sie im Betrieb sind - negative Regelenergie anbieten und damit zusätzliche Einkommensströme für die Wärmenetzbetreiber generieren.

Der erfolgreiche Ausbau der Wärmenetze mit einem hohen EE-Anteil ist auch auf klare politische Rahmenbedingungen zurückzuführen. Dazu gehören insbesondere eine langfristig angelegte nationale Energiepolitik mit verlässlichem Rechtsrahmen, ein nationales Wärmegesetz mit kommunaler Wärmeplanung seit der Ölkrise in den 1970er Jahren, sowie günstige Finanzierungsmöglichkeiten für Infrastrukturinvestitionen (Maaß et al. 2015, S. 50). Kommunale Wärmeversorgungspläne – ähnlich den deutschen Bebauungs- und Flächennutzungsplänen – sind bereits seit Langem verbindlich und legen die Absatzgebiete für Wärmenetze fest und sichern diese (ibid.). Die Wärmepläne machen die Wärmequellen, Wärmenutzer und die Verfügbarkeit von Netzen transparent.

Im Unterschied zum nachfrageorientierten Ansatz der deutschen Wärmepolitik, der sich auf die Reduzierung des Wärmebedarfs durch Gebäudesanierungen und Effizienzsteigerungen konzentriert, setzt Dänemark verstärkt angebotsseitig auf eine Versorgungsstruktur auf Basis erneuerbarer Energien (Maaß et al. 2015, S. 50). Dies wird durch ambitionierte Klimaschutzziele und eine hohe Besteuerung fossiler Brennstoffe unterstützt.

Die kommunale Wärmeversorgung wird in Dänemark als Teil der öffentlichen Daseinsvorsorge verstanden. Leitungsgebundene Wärmeversorgung genießt eine hohe gesellschaftliche Akzeptanz. Dies hängt auch mit den genossenschaftlichen oder kommunalen Eigentumsstrukturen in der Fernwärmeversorgung zusammen (Maaß et al. 2015, 38; 50).

2.3 Zur strategischen Bedeutung des LowExTra-Konzeptes

Das **Forschungsvorhaben LowExTra** (Niedrig-Exergie-Trassen) untersucht und entwickelt ein neuartiges und intelligentes **Mehrleiter-Netz zur Wärmeversorgung auf Quartiersebene**, das die **dezentrale Einbindung von regenerativen Energiequellen und Abwärme** ermöglicht. Aus den zuvor ausgeführten Herausforderungen zur Transformation des Wärmesektors ergibt sich bereits die strategische Bedeutung des LowExTra-Konzeptes: Es kann aufgrund seiner technischen Eigenschaften für eine zukunftsorientierte, klimafreundliche und anpassungsfähige Wärmeversorgung beitragen.

Der Anwendungsraum des im Forschungsvorhaben LowExTra untersuchten Wärmenetzes ergibt sich dabei aus zwei Überlegungen: Zum einen leben in Europa 70 Prozent der Bevölkerung in Städten. Da hier der Großteil der Wärmenachfrage und der wärmebedingten Treibhausgasemissionen anfallen, soll die Machbarkeit des LowExTra-Konzeptes vor allem **im urbanen bzw. suburbanen Raum** untersucht werden. Zudem hängt die Wirtschaftlichkeit leitungsgebundener Wärmeversorgung aufgrund von Verlusten im Netz stark von einer ausreichenden **Abnahmedichte** ab. Diese ist vor allem in Städten gegeben. Wie zahlreiche innovative Einzelnetze sowie wegweisende Versorgungssysteme in Dänemark (Schulz und Brandstätter 2013; Bruns et al. 2012) zeigen, können insbesondere Niedrigtemperatur-Wärmenetze aber auch in ländlichen Gebieten eine ökonomisch und ökologisch attraktive Option sein. Daraus ergibt sich ein breites Einsatzgebiet für innovative Niedrigtemperatur-Wärmenetze, welches über das bisheriger Nah- und Fernwärmenetze hinausreicht.

Zum anderen sind Bestandsgebäude für den Großteil des Wärmeverbrauchs in Deutschland verantwortlich. Der Fokus des im Projekt entwickelten LowEx-Netzes liegt daher auf dem **Gebäudebestand**. Dabei ist insbesondere die Fragestellung zentral, wie vorhandene Heizungssysteme durch ein LowEx-Netz ersetzt bzw. diese effizient miteinander verbunden werden können. Eine Übersicht über Pilotprojekte der Umsetzung innovativer

Fernwärmenetze, die jeweils durch einzelne Komponenten des LowExTra-Konzepts gekennzeichnet sind, findet sich in Tabelle 8 im Anhang.

Das in diesem Forschungsvorhaben näher betrachtete LowEx-Netz zeichnet sich im Einzelnen durch die folgenden technische Merkmale aus:

1. Es handelt sich um ein exergetisch angepasstes Wärmenetz bzw. **Niedrigtemperatur-Netz**. Aufgrund geringerer Wärmeverluste im Vergleich zu herkömmlichen Fernwärmenetzen mit höheren Durchlauftemperaturen erlaubt das LowEx-Netz daher Effizienzgewinne und somit niedrigere Primärenergieverbräuche. Niedrigere Durchlauftemperaturen sollen zudem die Integration eines hohen Anteils von Wärme aus erneuerbaren Energien und Abwärme ermöglichen.
2. Das Netz ist als **passives Mehrleiter-Netz** mit verschiedenen Temperaturstufen in verschiedenen Rohren konzipiert. Durch das Mehrleiter-System werden nicht nur die in den bisherigen bestehenden Systemen in den Rohrleitungen fixierten Temperaturniveaus aufgelöst, sondern ebenfalls die Richtungsabhängigkeit der Strömung als Vor- oder Rücklauf.
3. Das LowEx-Wärmenetz ist **offen für die dezentrale Einspeisung, dezentral organisiert und flexibel** hinsichtlich der Wärmeeinspeisung und -abnahme. Ans Netz angeschlossene Parteien können so zu **Prosument/-innen** werden.
4. Das Netz dient gleichzeitig als **Speicher**. Ob weitere, externe Wärmespeicher vorgesehen sind, hängt v.a. von der Gestaltung des Netzes, dem Einspeisungsmix und der Verbrauchsstruktur ab.

Die hier skizzierten Eigenschaften machen das LowExTra-Konzept zu einer zukunftsweisenden Option in der sich verändernden Wärmeversorgung. In den folgenden Kapiteln werden nun die für die Transformation der leitungsgebundenen Wärmeversorgung relevante Regelungs- und Finanzierungsinstrumente in einer strukturierten Übersicht dargestellt. Zunächst wird jedoch näher auf mögliche Organisationsformen innovativer Wärmenetze und die besondere Bedeutung der dezentralen Einspeisung und Durchleitung durch Dritte eingegangen.

3 Organisationsformen innovativer Wärmenetze

3.1 Anforderungsprofil neuer Wärmenetze durch die verstärkte Einbindung erneuerbarer Energien

In bestehenden Wärmenetzen wird 83% der durchgeleiteten Wärmeenergie aus KWK-Anlagen gewonnen; dabei kommen zum weit überwiegenden Anteil fossile Brennstoffe zum Einsatz (Pfnür et al. 2016, S. 30). Der **EE-Anteil** an der Fernwärmeversorgung **beträgt derzeit ca. 10%** und beruht auf der Verbrennung von Biomasse, deren Anteil derzeit bei ca. 4 % liegt, sowie vor allem auf **Abwärme** aus Müllverbrennungsanlagen, die aufgrund des biogenen Abfallanteils zu 50% als erneuerbar bewertet wird (Maaß et al. 2015, S. 18; auf Grundlage von AGFW 2014a; Paar et al. 2013, S. 22).

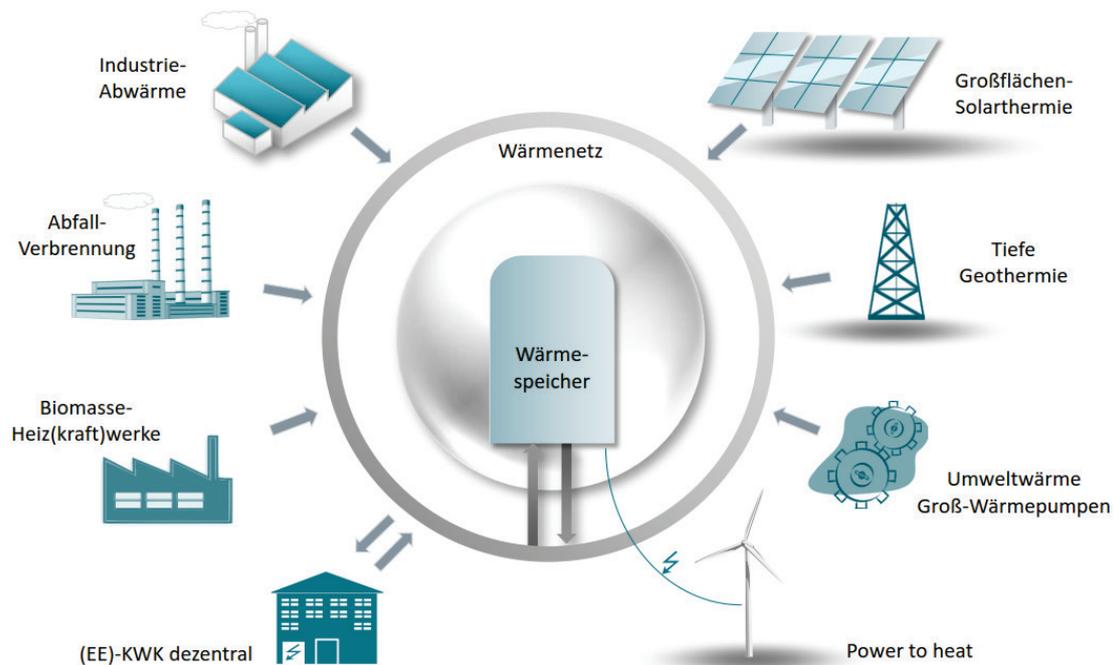
Dieser Anteil könnte im Rahmen einer **veränderten Bedarfs- und Versorgungsstruktur** deutlich gesteigert werden (Maaß et al. 2015, S. 18). Trotz eines erheblichen, überwiegend saison- und wetterunabhängigen Abwärmepotentials von bundesweit bis zu 60TWh/a stammen lediglich 2% der eingespeisten Wärme aus industrieller Abwärme (Paar et al. 2013, S. 4). Der verstärkten Einbindung steht bisher häufig der notwendige Wärmetransport über größere Entfernungen entgegen.

Die Dekarbonisierung der leitungsgebundenen Wärmeversorgung erfordert die Erschließung bislang ungenutzter Abwärmequellen und die Einbindung verschiedener erneuerbarer Energiequellen.

Wärmnetze der vierten Generation bieten eine Reihe von **Anwendungs- und Kombinationsmöglichkeiten verfügbarer Wärmequellen**. Für die Integration erneuerbarer Wärme in innovative LowEx-Netze eignet sich dabei grundsätzlich die Einbindung nachfolgender erneuerbarer Energiequellen (dazu ausführlich: Paar et al. 2013):

- Feste Biomasse (bspw. Holz, Stroh)
- Gasförmige Biomasse (bspw. Biomethan)
- Thermische Abfallbehandlung
- (Tiefen-)Geothermie
- Solarwärme (Solarthermie)
- Umweltwärme (Wärmepumpen)
- Abwasserwärme
- Gewerbliche und industrielle Abwärme
- Direktelektrische Wärmeerzeugung aus EE-Strom (Power to heat)

Abbildung 4 gibt einen Überblick über die verfügbaren Optionen zur Einbindung erneuerbarer Energien in die leitungsgebundene Wärmeversorgung und verdeutlicht die nötige **Flexibilität** zukünftiger Netze, die insbesondere auch die Fähigkeit zur Speicherung von Wärme betrifft.

Abbildung 4: Einbindung verschiedener erneuerbarer Wärmequellen in Wärmenetze

Quelle: Maaß et al. 2015, S. 10

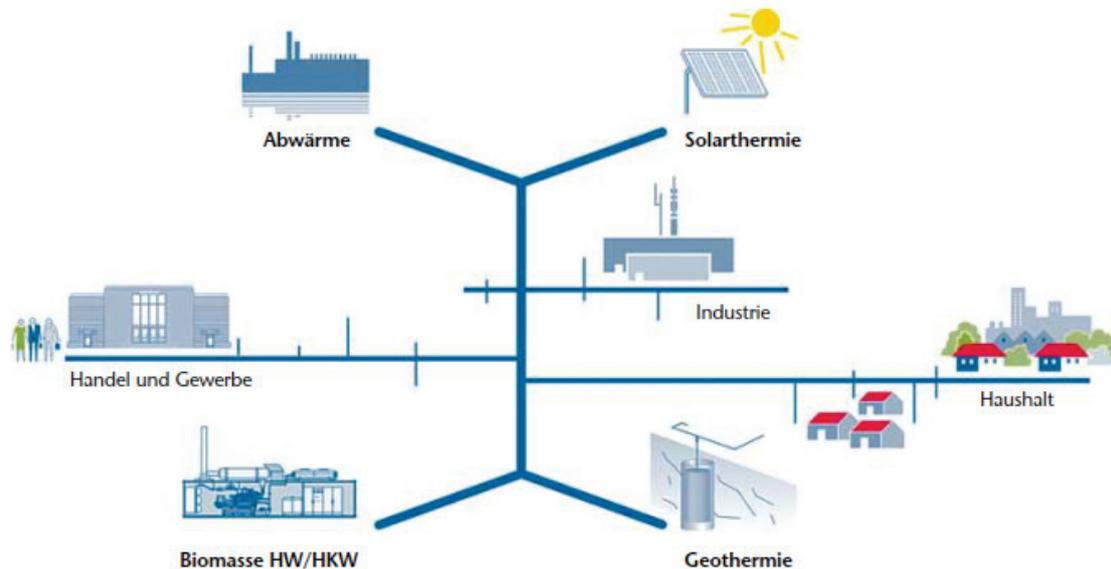
Hinsichtlich der nötigen **Systemintegration** erfordert die Nutzbarmachung der Potenziale aus Erneuerbaren Energien für die leitungsgebundene Wärmeversorgung je nach Wärmequelle einen unterschiedlichen technischen und wirtschaftlichen Aufwand. Die gewerbliche/industrielle Abwärme, die Abwasserwärme sowie die thermische Abfallbehandlung sind dabei keine erneuerbaren Energiequellen im engeren Sinn. Ihre Erschließung kann aber insbesondere in **urbanen Strukturen** einen erheblichen Teil des benötigten Wärmebedarfs liefern, ohne den Ressourcenverbrauch zu erhöhen.

Hybrides Anforderungsprofil an neue Wärmenetze

Die Erschließung dieser Potentiale durch **technologischen Wandel** ist nur möglich, wenn bestehende Wärmenetze zukünftig stärker für die Einspeisung aus verschiedenen Wärmequellen geöffnet und neue Wärmenetze bereits in der Planungsphase auf die dezentrale Einspeisung vorbereitet werden. Dieses neue hybride Anforderungsprofil an die leitungsgebundene Wärme stellt zum einen eine enorme technische Herausforderung dar und erfordert zum anderen die Einbindung weiterer Akteure neben den EVUs.

Abbildung 5 illustriert schematisch wie ein **flexibles, zentrales Versorgungssystem** mit dezentraler Einspeisung zukünftig aussehen könnte.

Abbildung 5: Leitungsgebundene Wärmeversorgung mit unterschiedlichen Erzeugungstechnologien und Verbrauchern



Quelle: Wigbels und Nast 2005, S. 109

Sofern Konsument/-innen von Wärme über eigene Anlagen zum Erzeugen von Wärme verfügen, nehmen sie zeitweise auch die Funktion von Wärmeproduzent/-innen ein. Decken mit dem Netz verbundene Akteure einen Anteil ihres Wärmeverbrauchs dabei mit selbsterzeugter Wärme ohne diese vollständig ins Netz einzuspeisen, werden sie zu **Prosument/-innen** (hierzu ausführlich: Gähns et al. 2016). Nach dem tiefgreifenden Wandel der **Bürgerbeteiligung** an der Stromerzeugung in den vergangenen Jahren, können mit Hilfe des LowExTra-Konzeptes auch im Bereich der leitungsgebundenen Wärme potentiell Anwendungen für Prosument/-innen geschaffen werden (siehe hierzu näher Kapitel 0).

3.2 Mögliche Organisationsformen zukünftiger Wärmenetze

Der Status-Quo

Anders als im Strom- und Gassektor liegt im Fernwärmesektor Wärmeerzeugung, Netzbetrieb und Wärmevertrieb meist in der Hand eines **integrierten Versorgers**. Eine **getrennte Betrachtung** und ein wirtschaftlich getrennter Betrieb von Wärmeerzeugung, -verteilung und ggf. -speicherung ist daher bislang ebenfalls nicht üblich. Somit betreibt – ähnlich der Situation im Stromsektor vor der Liberalisierung und der rechtlichen Entflechtung –, der Wärmeerzeuger zumeist auch das Wärmenetz (Bruns et al. 2012, S. 271).

Das **KWKG** definiert Wärmenetzbetreiber in §3 als „diejenigen, die Wärme über das Wärmenetz verteilen und verantwortlich sind für den Betrieb, die Wartung und den Ausbau des Wärmenetzes. Die Betreibereigenschaft setzt nicht das Eigentum am Wärmenetz voraus.“ In Deutschland sind die Netzbetreiber meist Stadtwerke, in Hamburg und Berlin ist Vattenfall größter Fernwärmenetzbetreiber.

Die Verknüpfung von Erzeugung, Netzbetrieb und Vertrieb in den Händen eines Versorgers ist auf den **hohen Investitionsbedarf** in die Netzinfrastruktur zurückzuführen. Auch **lange Vertragslaufzeiten** für Fernwärmekunden von bis zu 10 Jahren werden damit begründet. Der integrierte Wärmeversorger finanziert seine Netzinfrastruktur mit einem möglichst hohen Wärmeabsatz.

Allerdings ist die **Verflechtung** problematisch, weil sie zu fehlender Preistransparenz und mangelndem Wettbewerb führen kann und damit auch zu **geringerer Innovationsbereitschaft**. Dies kann an **Kapitalinteressen** (vested interests) in bestehende Wärmeerzeugungs-Assets liegen, aber auch an systemischen Gründen, weil in monopolistischen Märkten oftmals ein **business-as-usual-Prinzip** verfolgt wird. Für die Umsetzbarkeit des LowExTra-Konzeptes ist diese Situation besonders problematisch.

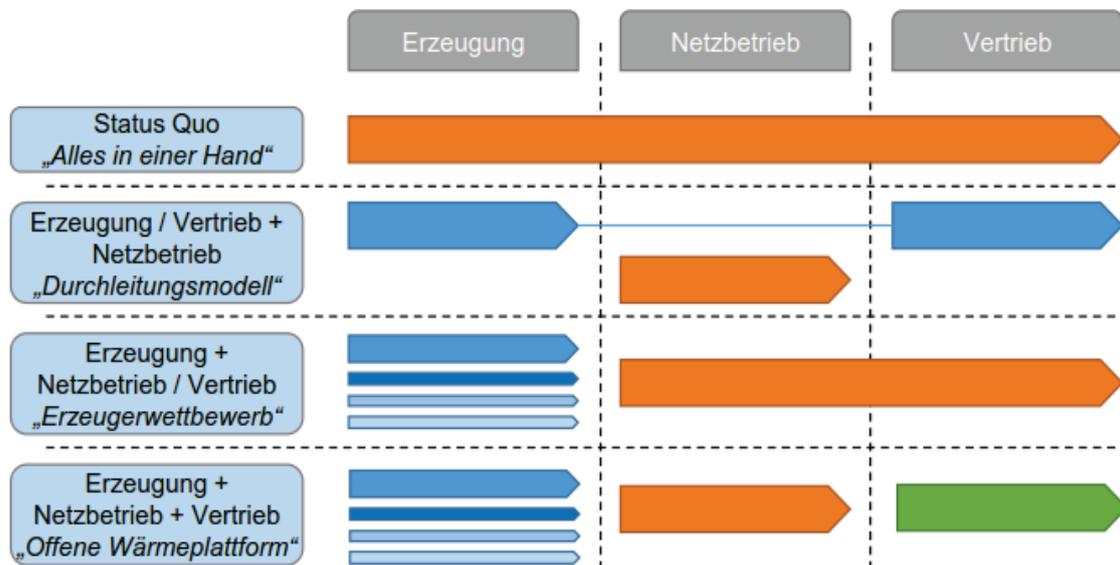
Die **monopolistische Struktur** der leitungsgebundenen Wärmeversorgung wird in der Literatur und Politik immer wieder diskutiert (vgl. u.a. Bruns et al. 2012, Bundeskartellamt 2012; Verbraucherzentrale Hamburg 2012). 2011 beispielsweise reichte die Hamburger Verbraucherzentrale beim Bundeskartellamt Beschwerde gegen Vattenfall ein. Die Verbraucherschützer warfen dem Unternehmen erhöhte Preise und **mangelnde Preistransparenz** vor. Das Bundeskartellamt stellte daraufhin eine grundsätzliche Verpflichtung für Vattenfall fest das Netz für andere Anbieter zu öffnen.

Untersuchung des Bundeskartellamts

Das Bundeskartellamt hat sich in einer **Sektoruntersuchung Fernwärme** 2012 mit den damit verbundenen wettbewerbsrechtlichen Fragen beschäftigt und kommt zu dem Schluss, dass eine Einbeziehung der Fernwärme in §29 des Gesetzes gegen Wettbewerbsbeschränkungen (GWB) eine Missbrauchskontrolle erleichtere (Bundeskartellamt 2012). Derzeit umfasst §29 nur Strom- und Gasnetze, nicht aber Wärmenetze. Eine **Entflechtung** und Regulierung der Wärmenetze hält das Bundeskartellamt hingegen nicht für notwendig. Die Entflechtung würde lediglich marginale wettbewerbliche Verbesserungen mit sich bringen, denen erhebliche administrative Kosten und Synergieverluste gegenüber stünden. Allerdings hält das Bundeskartellamt eine **Stärkung des Systemwettbewerbs** für wünschenswert, um Druck auf die Preissetzung von Fernwärme auszuüben. Denkbar seien z.B. Mechanismen wie mehr Preistransparenz durch Veröffentlichung der Fernwärmepreise im Internet oder eine Verkürzung der Laufzeiten von Verträgen mit privaten Endverbrauchern. Abnahmepflichten hingegen sollten auf ein Minimum beschränkt werden.

Innovative Organisationsformen

Typischerweise werden in bereits bestehenden, als innovativ betrachteten Wärmenetzen der vierten Generation meist mehrere Erzeuger zur Deckung der Wärmelast kombiniert. Dies ist oftmals erforderlich, um die Wärmekund/-innen mit der teils nur **fluktuierend** verfügbaren bzw. **quantitativ limitierten** erneuerbaren Wärme einzelner Erzeuger konstant zu versorgen. Die realisierten Konzepte unterscheiden sich zwar deutlich in der **Erzeugerstruktur**, bestimmte Konstellationen treten aber gehäuft auf. Es muss dabei grundsätzlich zwischen den in der nachfolgenden Grafik aufgeschlüsselten Organisationsformen unterschieden werden.

Abbildung 6: Organisationsoptionen von zukünftigen Wärmenetzen

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

Das Modell eines **integrierten Versorgers** entspricht dabei aktuell der gängigen Organisations- und Unternehmensform. In der konventionellen leitungsgebundenen Wärmeversorgung erfolgt die Wärmeerzeugung, der Netzbetrieb und der Wärmevertrieb typischerweise „aus einer Hand“. Ein solches Organisationsprinzip kann Wettbewerbsvorteile gegenüber entflochtenen Organisationsstrukturen bieten, da im Fall einer Entflechtung jede Wertschöpfungsstufe nach eigenen Gewinnen strebt und dies die Wärmepreise tendenziell steigen lassen kann (IÖW 2015, S. 5–6). Diese Organisationsform kommt für das LowExTra-Konzept jedoch aufgrund der angestrebten überwiegend dezentralen Erzeugerstruktur und der daraus resultierenden Vielfalt an (Mit-)Eigentümer/-innen nur begrenzt in Frage.

Vor dem Hintergrund des Status Quo erscheinen für die zukünftigen Anforderungen an flexible Wärmenetze abgewandelte **Contracting-Lösungen** als besonders interessant, bei denen die Vermieter/-innen die Aufgabe der Beheizung ihrer Mietwohnungen an einen Contractor übertragen. Unter Beibehaltung des „Alles in einer Hand“-Modells könnte der Netzbetreiber somit zugleich als Contracting-Unternehmen auftreten, welches die dezentralen Anlagen finanziert und betreibt. Dies hätte unter anderem den Vorteil, dass die Kapazitäts- und Bedarfsplanung gut aufeinander abgestimmt werden könnten; in Gebieten mit diverser Eigentümerstruktur ist eine erfolgreiche Umsetzung des Contracting-Modells aber vermutlich schwierig.

Eine alternative Variante ist das **Durchleitungsmodell** (siehe Kapitel 3.4.1) bei welchem Erzeugung und Vertrieb in der Hand eines Unternehmens liegen und ein anderer Akteur den Netzbetrieb übernimmt. Ein Beispiel hierfür sind Überlegungen im Land Berlin, vor dem Hintergrund der Klimaschutzziele durch Übernahme des Netzbetriebs zukünftig stärkeren Einfluss auf die Wärmeerzeugung zu haben (hierzu ausführlich: Klebsch et al. 2014). Diese Variante hätte ähnlich wie das Modell des integrierten Versorgers den Vorteil, dass die Kapazitäts- und Bedarfsplanung gut aufeinander abgestimmt werden kann und nicht jede einzelne Erzeugeranlage sondern nur der gesamte Erzeugerpark wirtschaftlich betrieben werden muss. Die Systemsicherheit ist aus Sicht des Netzbetreibers vergleichsweise einfach

zu gewährleisten, da der Hauptnutzer des Netzes als Erzeuger und Vertrieb ein hohes Interesse an einer hohen Systemstabilität hat und Erzeugung und Abnahme daher möglichst aufeinander abstimmen wird (Klebsch et al. 2014).

Weiterhin ist die Organisationsform eines möglichen **Erzeugerwettbewerbs** (ausführlich dazu: Kapitel 3.4.2) durch die angestrebte Vielfalt an Erzeugern für die Umsetzung des LowExTra-Konzeptes besonders relevant. Die Erzeuger stehen hier im Wettbewerb und sind einem monopolistischen Nachfrager ausgesetzt, was die Chance birgt, dass über den Wettbewerb besonders günstige und (die entsprechenden Rahmenbedingungen vorausgesetzt) auch besonders umweltfreundliche Wärme angeboten wird. Allerdings birgt diese Organisationsform auch zahlreiche Herausforderungen bezüglich der Versorgungssicherheit, da die dezentralen Erzeuger vermutlich kaum Eigeninteresse am Erhalt der Versorgungssicherheit haben werden. Dieser Zustand würde daher, vergleichbar mit dem EEG, eine umfassende Regulierung und Steuerung erfordern, welcher Erzeuger wann, zu welchem Preis und mit welchen Systemparametern in das Wärmenetz einspeisen darf.

Ähnliches gilt für das vorgeschlagene Modell einer **offenen Wärmeplattform** aus Klebsch et al. (2014), welches die Trennung der drei Wertschöpfungsstufen Wärmeerzeugung, -verteilung und -vertrieb vorsieht. Dieses Modell birgt die größten wirtschaftlichen Risiken und erfordert einen erheblichen Abstimmungsbedarf bei der Kapazitäts- und Bedarfsplanung, und Gewährleistung der Versorgungssicherheit.

3.3 Die Bedeutung der dezentralen Einspeisung durch Dritte

Ein Hauptmerkmal des LowExTra-Konzepts ist die angestrebte **Pluralität der Erzeugerstruktur** und die damit verbundene **dezentrale Einspeisung durch Dritte**. Diese ist momentan nur auf freiwilliger Basis möglich, z.B. durch bilaterale Verträge zwischen Wärmenetzbetreiber und einem Industriebetrieb, der Abwärme einspeist. Die dezentrale Einspeisung ist dabei insbesondere für kleine Anlagen auf Basis erneuerbarer Energien eine Option, für die eine eigene Wärmeakquise zu hohe Transaktionskosten bedeuten würde (IHK Berlin 2015, S. 36).

Bei der Planung und Umsetzung neuer Organisationsformen und der damit verbundenen dezentralen Einspeisung spielen **technische Restriktionen** eine entscheidende Rolle. Wärme in eine leitungsgebundene Wärmeversorgung einzubinden, ist grundsätzlich technisch anspruchsvoller als die Einbindung von Strom in ein Stromverteilnetz. Der Wärmetransport im Netz kann nur in kleinerem Umfang variiert werden, da er auf der durch Pumpen erzeugten **Strömung** basiert. Zusätzlich sind die Exergie der Wärme und damit das **Temperaturniveau** (Beachtung einer gleitenden Vorlauftemperatur) zu beachten. Die Einspeisung von Wärmemengen in das bestehende Fernwärmesystem unterliegt zudem **hydraulischen Restriktionen**. Nicht jeder Punkt im Fernwärmesystem ist für die dezentrale Einspeisung größerer Wärmemengen geeignet. Es bedarf daher **intelligenter Regelmechanismen** um die Einspeisung entsprechend steuern zu können. Diese können sich an den Technischen Anschlussbedingungen (TAB) orientieren, wie sie für jedes Wärmenetz bestehen, jedoch im Regelfall nur die Abnahme regeln.

Da die Wärmeeinspeisung von Dritten bereits in vielen Fällen auf freiwilliger Basis praktiziert wird, scheinen die technischen und mikroökonomischen Fragen in Einzelfall lösbar. Größer erscheinen die Hürden bei einer allgemeinen Einführung eines Rechts zur dezentralen Wärmeeinspeisung zu sein. Statt Einzelfallentscheidungen würde hier ein bundesweit

gültiger gesetzlicher Rahmen – wie er für die Einspeisung von Strom in das Stromnetz bereits vorhanden ist – die bilateralen Regelungen ersetzen müssen.

Eine solche Lösung legt der Kommissionsvorschlag der neuen **Erneuerbare-Energien-Richtlinie** vom Februar 2017 nahe (siehe hierzu auch Kapitel 4.1.1). Artikel 24 (4) des Vorschlagstexts, der derzeit das EU-Gesetzgebungsverfahren durchläuft, fordert die Mitgliedsstaaten auf, einen **diskriminierungsfreien Zugang zu Wärme- und Kältenetzen** zu ermöglichen. „Der diskriminierungsfreie Zugang ermöglicht an ein Fernwärme- oder -kältesystem angeschlossenen Kunden eine direkte Wärme- bzw. Kälteversorgung aus solchen Quellen durch andere Anbieter als den Betreiber des Fernwärme- und -kältesystems“ (Europäische Kommission 23.02.2017). Sollte dieser Teil der Richtlinie angenommen werden, obläge den EU-Mitgliedsstaaten die **Ausgestaltung eines nationalen Rechtsrahmens** für die dezentrale Einspeisung durch Dritte nach dem Prinzip der Durchleitung.

Exkurs: Übertragung von Regulierungsprinzipien aus dem Stromsektor?

Bezüglich der dezentralen Einspeisung liegt eine vergleichende Betrachtung von Wärme- und Strommarkt nahe. Im Strommarkt ist das sogenannte **Prosumentenkonzept** bereits teilweise Realität. Mithilfe des EEG, das einen **verlässlichen Rechtsrahmen** für die dezentrale Einspeisung festvergüteter Strommengen bietet, können auch kleinere Anbieter und Privatpersonen ins Stromnetz einspeisen. Allerdings unterliegen Wärmenetze grundlegend **anderen technologischen Rahmenbedingungen** und unterscheiden sich aufgrund ihres lokalen, abgeschlossenen Charakters von Stromnetzen hinsichtlich Regulierungsoptionen und möglichen Organisationsformen erheblich. Fraglich ist daher, inwieweit der Vergleich mit dem Strommarkt trägt und in welchem Maße **Erfahrungswerte** aus der Reform des Strommarktes auf den Wärmesektor übertragen werden können.

Im Stromsektor sind die Entgelte durch die **Stromnetzzugangsverordnung (StromNZV)** und die **Stromnetzentgeltverordnung (StromNEV)** flächendeckend geregelt. Auch die Entflechtungsregeln des EnWG beziehen sich nur auf den Strom- und Gasmarkt. Im Unterschied zum Stromnetz bestehen keine vergleichbaren Wärmenetzzugangsregelungen für die Wärmeeinspeisung Dritter sowie keine Entflechtungsregelungen im EnWG (Bruns et al. 2012, S. 265–266). Wärmenetze sind **abgegrenzte Systeme** ohne räumlich übergreifende Vernetzung, wie es bei Strom- und Gasnetzen der Fall ist; sie bieten daher weniger Potenzial für Erzeugungswettbewerb. In den meisten Netzen wären die Wärmemärkte notwendigerweise illiquide bzw. oligopolistisch.

Grundsätzlich ist die Übertragung grundsätzlicher Regulierungsprinzipien aus dem Stromsektor analog StromNZV und StromNEV denkbar. Durch die **räumliche Begrenztheit** der Netze sowie ihre jeweiligen technischen Besonderheiten ist eine einheitliche regulatorische **Behandlung wie im Stromsektor** jedoch **kaum vorstellbar**. Zudem bringt eine denkbare Entflechtung von Netzbetrieb und Wärmebereitstellung **Probleme bei der Netzregulierung** mit sich, die im Stromsektor nicht bestehen. Ein regulatorisch undifferenziertes Vorgehen unter Missachtung dieser Besonderheiten kann sich als **praxisuntauglich** erweisen und am Ende zu **höheren Wärmepreisen** führen. Entflechtungsbestrebungen sollten grundsätzlich nur unter Berücksichtigung eines **tragbaren Geschäftsmodells** für EVUs angestrebt werden.

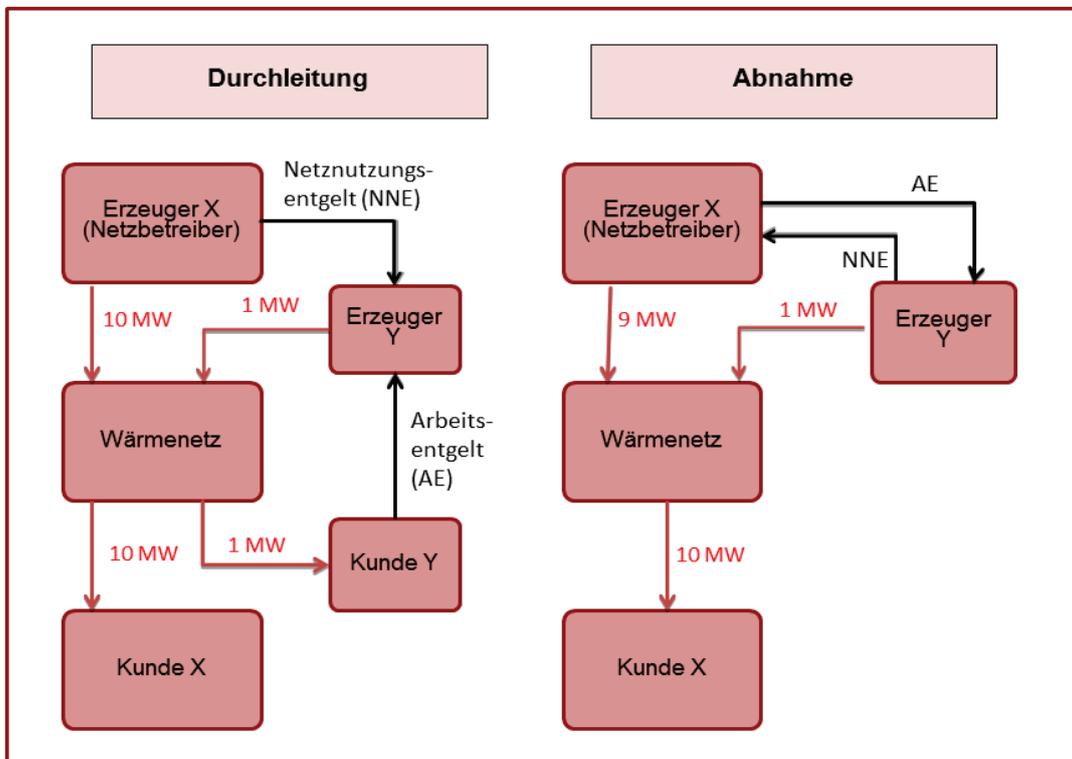
3.4 Regulierung der Wärmeeinspeisung und Wärmedurchleitung

Die zentrale Einspeisung durch Dritte ist grundsätzlich in zwei Varianten denkbar:

- Die Einspeisung zur **Durchleitung**: Der Wärmenetzbetreiber kauft die Wärmemenge bzw. die thermische Leistung dezentralen Erzeugern ab.
- Die Einspeisung zur **Abnahme** (Erzeugerwettbewerb): Der Wärmenetzbetreiber bietet dezentralen Erzeugern das Netz zur kostenpflichtigen Nutzung an.

Die Systematik der beiden Varianten ist in Abbildung 7 dargestellt. Als wesentliches Unterscheidungsmerkmal muss die unterschiedliche Beeinflussung der **Energiebilanz** des (bisherigen) integrierten Versorgers herausgestellt werden. Ein Durchleitungsmodell als Organisationsform wirkt sich dabei voraussichtlich neutral auf die Energiebilanz des Versorgers aus, da seine Wärmeenerzeugung konstant bleiben kann. Ein Abnahmemodell würde hingegen unter ceteris-paribus Bedingung zwangsläufig zu einer Minderung der erzeugten Wärmemenge des bisherigen Versorgers führen. Dieses Modell würde aufgrund der damit verbundenen Unsicherheiten hinsichtlich der Auslastung der eigenen Erzeugeranlagen unter betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten zahlreiche Fragen aufwerfen. Während aus technischer Sicht beide Optionen daher durchaus vergleichbar sind, müssen sie aus **wettbewerblicher** wie auch **wirtschaftlicher** Sicht getrennt betrachtet werden (IHK Berlin 2015, S. 38).

Abbildung 7: Differenzierung der Einspeisung zur Durchleitung und Einspeisung zur Abnahme



Quelle: Eigene Darstellung nach (IHK Berlin 2015).

3.4.1 Die Einspeisung zur Durchleitung

Wie zuvor erläutert, sind Wärmenetze derzeit in der Regel in der Hand eines vertikal integrierten Wärmeversorgers, der Erzeugung, Netzbetrieb und Vertrieb übernimmt. Eine **mögliche Alternative** dazu ist das **Durchleitungsmodell** (siehe Kapitel 3.2): Hierbei würde von Dritten dezentral erzeugte Wärme in Wärmenetze eingespeist und den Abnehmer/-innen zugeleitet, denen gegenüber der/die Wärmeerzeuger/-in als Vertreiber auftritt. Der Wärmeproduzent akquiriert Kunden entsprechend selbstständig. Technische und ökonomische Fragen der Durchleitung würden in diesem Modell zwischen Netzbetreiber und Anlagenbetreiber/-in geklärt. Der Netzbetreiber ist je nach Ausgestaltung verantwortlich für die Wärmelieferung oder tritt nur in der Funktion des „Dienstleisters“ für den Netzbetrieb auf. Ein solches Modell würde die Wahloptionen für Verbraucher deutlich steigern und durch den ausgelösten **angebotsseitigen Wettbewerb** perspektivisch zu **Kostensenkungen** für den Endkunden führen. Das Durchleitungsmodell erscheint insbesondere in verdichteten Gebieten des urbanen Raums als eine vielversprechende Organisationsform, da dann bspw. mit **Contracting**-Lösungen Bedarf und Erzeugung räumlich getrennt werden könnten.

Die **Herausforderungen** dieses Modells liegen nach Ansicht der im Rahmen des Forschungsprojekts befragten Expert/-innen insbesondere bei der **Bestimmung des Preises für die Durchleitung** (siehe hierzu auch Kapitel 5.2.2.3). Preiswettbewerb im Netz könne erst ab einer technisch bedingten Schwelle stattfinden, zudem liegen die nötigen wirtschaftlichen Informationen in vertikal integrierten Unternehmen derzeit häufig nicht vor. Der momentane Netzbetreiber hat Anreize, die **Netzkosten zu verschleiern** und dadurch entsprechende Projekte unwirtschaftlich zu gestalten (IHK Berlin 2015, S. 41). Zudem ist die Regulierung des Netzes, wie oben dargestellt, bei fluktuierender Einspeisung zur Vermeidung von Netzschäden **technisch sehr aufwändig** und lohne sich erst ab einer Leistung von ca. 1 MW. Daher sind ohne konkrete Verpflichtungen alle zukünftigen Innovationsprojekte in jedem Fall auf die **kooperative Zusammenarbeit** mit den Wärmenetzbetreibern angewiesen.

Einspeisung von Wärme durch Dritte zur Durchleitung ist derzeit in der Regel **nur bei Zustimmung des Netzbetreibers** möglich. In Hamburg hat das Kartellamt 2012 entschieden, dass Vattenfall sein Netz unter bestimmten Umständen für die Einspeisung durch Dritte öffnen muss (Verbraucherzentrale Hamburg 2012). Nach der Entscheidung wurde erwartet, dass nun Wärme aus dezentralen Anlagen im Netzbereich von Vattenfall, eingespeist würde – als mögliche Einspeiser kämen vor Ort bspw. Lichtblick oder das Bürgerprojekt KulturEnergieBunkerAltonaProjekt e.V infrage. Nach aktuellem Stand hat Vattenfall sein Netz jedoch noch nicht für Dritte geöffnet und ist bis auf weiteres alleiniger Einspeiser. Die Fragestellung der Einspeisung durch Dritte hängt in Hamburg jedoch auch von der qua Volksentscheid beschlossenen Rekommunalisierung des Hamburger Fernwärmenetzes ab, für das 2018 und 2019 eine Kaufoption besteht.

3.4.2 Die Einspeisung zur Abnahme

Eine weitere Regulierungsoption ist die Einspeisung zur Abnahme nach dem Modell **Erzeugerwettbewerb** (siehe Kapitel 3.2). Hierbei wird zentral oder dezentral erzeugte Wärme ins Netz eingespeist, wobei nur der/die Netzbetreiber/-in gegenüber den Abnehmer/-innen auftritt. Das Modell erfordert einen unabhängigen Wärmenetzbetreiber/Vertrieb, sonst kommt es unter Umständen nicht zum gewünschten Einkaufswettbewerb. Faktisch ist dann ein Unbundling bestehender Unternehmen Voraussetzung.

Fragen der Vergütung der eingespeisten Wärme werden zwischen Erzeuger/-innen und Netzbetreiber/-in geklärt. Zur Einspeisung muss **vertraglich geklärt** werden, wie die eingespeiste Wärme/Kälte vergütet wird, sodass für den/die Betreiber/-in des Netzes die **Wirtschaftlichkeit** gewahrt bleibt. Wesentlich ist dabei auch die Festlegung entsprechender **Netzentgelte**. Bestehende Projekte beruhen auf freiwilliger Übereinkunft der Parteien und erfordern ausgeglichene Entscheidungsstrukturen; die relative **Verhandlungsmacht** der Akteure ist dabei von großer Bedeutung.

Im Rahmen der im Forschungsprojekt durchgeführten Befragung von Expert/-innen stellte sich zudem heraus, dass ein **zentraler Parameter** für die Machbarkeit der dezentralen Einspeisung, insbesondere im Modell Erzeugerwettbewerb, die **Größe des Netzes** ist. Da sich, wie oben ausgeführt, bestehende Netze bzgl. **Temperaturniveau** und **Druck** voneinander unterscheiden, beide Parameter in etwa konstant gehalten werden müssen und von diesen Faktoren auch die Wirtschaftlichkeit des Netzes abhängt, scheint die Einspeisung zur Abnahme **erst ab einer gewissen Größe** des Wärmenetzes praktikabel. Insbesondere bei kleinen Netzen wurde eine Verpflichtung zur Abnahme seitens der Befragten als nicht optimal angesehen; bei größeren Versorgungssystemen könne dies jedoch der Fall sein. Nach Ansicht der befragten Expert/-innen sprächen über die derzeit deutlich **höheren Preise** hinaus insbesondere die aktuell großen eingespeisten Wärmemengen fossiler Kraftwerke gegen eine Abnahmeverpflichtung speziell von EE-Wärme. Wird der EE-Wärmeanteil gesteigert, bliebe im Falle einer Abnahmeverpflichtung viel Wärme aus Kohlekraftwerken ungenutzt.

Eine Alternative zu Abnahmeverpflichtungen könnten **verpflichtende Ausschreibungen von Wärmelieferungen** sein. Die verpflichtende Ausschreibung hat den Vorteil, dass bei diesem Modell die zentrale Steuerung von Wärmeeinspeisung und Wärmeabnahme gewährleistet bleibt. Hierfür bedarf es einer Rahmengesetzgebung durch die Politik, um die Möglichkeit zur Einspeisung Dritter zu gewährleisten. Ein möglicher Ansatzpunkt wären Anpassungen der **AVBFernwärmeV** (Verordnung über Allgemeine Bedingungen für die Versorgung mit Fernwärme). Diese regelt die Versorgung von Kunden mit Fernwärme und enthält Regelungen für Wärmelieferverträge. So begrenzt sie die **Laufzeit von Versorgungsverträgen** auf höchstens zehn Jahre und legt die Kündigungsfristen fest.

Die Versorgung mit leitungsgebundener Wärme kann auch über **Wärme-Contracting** erfolgen, was in der Wärmelieferverordnung (WärmeLV) von 2013 einheitlich geregelt ist (siehe hierzu auch Kapitel 5.2.5). Die Verordnung ermöglicht Vermietern Contracting-Verträge erstmals auch für **Bestandsmietverhältnisse** abzuschließen. Bei der Umstellung muss der Vermieter sicherstellen, dass die Wärme mit **verbesserter Effizienz** geliefert wird und dass die Kosten der Wärmelieferung nicht über den Betriebskosten für die bisherige Versorgung liegen. Die Beweislast liegt beim Vermieter. Die Wohnungs- und Contractingwirtschaft kritisiert, dass es in vielen Fällen sehr schwierig ist, diese Warmmietenneutralität bzw. **Kostenneutralität** nachzuweisen (Schürmann 2014). Hier fehlt es an einer Vernetzung der Rechtsgebiete, die auf der einen Seite das Einsparen von Energie fordern (z.B. Energierrecht) und auf der anderen Seite verhindern (z.B. Mietrecht). Das **Berechnungsverfahren** wird oftmals als zu kompliziert kritisiert, v.a. die Berechnung des Jahresnutzungsgrades, da oft keine Wärmemengenzähler installiert sind. Pauschale Anlagenaufwandszahlen ordnen den alten Anlagen teilweise eine zu hohe Effizienz zu.

3.5 Weitere regulatorische Herausforderungen neuer Organisationsformen

Die geltenden regulatorischen Rahmenbedingungen sind klar auf Wärmenetze zugeschnitten, in denen Erzeugung, Netzbetrieb und Vertrieb von Wärme **aus einer Hand** organisiert werden. Neben den Fragestellungen zur Regulierung der Wärmeeinspeisung und Wärmedurchleitung werden nachfolgend noch weitere regulatorische Handlungsfelder identifiziert:

- **Nutzungsentgelt vs. Konzessionsabgabe**

Für leitungsggebundene Wärme können – anders als für Gas- oder Stromleitungen – keine Konzessionsabgaben erhoben werden (§1 Abs. 2 KAV). Alternativ kann die Kommune jedoch im Gestattungsvertrag Nutzungsentgelte vereinbaren. Gestattungsentgelte gleichen somit den potenziellen **Einnahmeausfall** gegenüber Gasnetzen aus. Die Gestattungsentgelte bei Fernwärme liegen im Durchschnitt unter den Konzessionsabgaben für Gasnetze. Die positive Wirkung des Entgelts für die Gemeinde ist jedoch mit der negativen Wirkung für den Netzbetreiber und den Endkunden abzuwägen (Nast et al. 2009). Insgesamt sollte die Wirkung der Nutzungsentgelte jedoch nicht überschätzt werden, da die Entgelte **nur in ca. 10 Prozent der Netzgebiete** vorkommen (Bundeskartellamt 2012).

Die derzeitige Gestaltung der Konzessionsabgaben setzt keinen Anreiz zu weniger Verbrauch bzw. zu mehr Energieeffizienz, denn die Einnahmen steigen, je höher der Verbrauch ist. Es gibt Diskussionen, wie die **KAV** reformiert werden kann, um die Abgabe in Einklang mit den Zielen der Energiewende zu bringen. Hammerstein und Hoff (2014) schlagen z.B. eine auf die Netzanschlussleistung bezogene Pauschale vor. Ähnliche Überlegungen könnten auf die **Gestaltung des Nutzungsentgeltes** für Wärmenetze übertragen werden.

- **Vergabe der Wegenutzungsrechte**

Fernwärmenetze verlaufen größtenteils unter **öffentlichen** Verkehrswegen und **Grundstücken**, die sich im Eigentum der jeweiligen Kommune befinden. Für das Verlegen und den Betrieb der Leitungen ist der Fernwärmelieferant darauf angewiesen, dass die Kommune die Nutzung dieser Flächen gestattet. Bei größeren Netzen wird die Wegenutzung in einem **Gestattungs- bzw. Wegenutzungsvertrag** vereinbart. Gestattungsverträge verleihen meist ein nicht-ausschließliches Recht zum Verlegen und Betrieb der Wärmenetze. Die Kommunen als Eigentümer der öffentlichen Wege haben dabei eine Monopolstellung inne. Sie sind verpflichtet, die Wegerechtsvergabe diskriminierungsfrei zu gestalten.

Bei nicht-ausschließlicher **Einräumung des Wegerechts** werden die kommunalen Wege nicht exklusiv genutzt, sondern der Zugang wird jedem Antragsteller gewährt. In Berlin beispielsweise kann jeder öffentliche Versorger einen Antrag beim Bezirk stellen und hat damit einen gebundenen Anspruch (§12 BerlStrG). „Dieser Antrag wird in der Regel nur abgelehnt, wenn der Antragssteller kein öffentlicher Versorger ist, die Straße die Leitungskapazität erreicht hat oder es technisch nicht möglich ist. Es gibt kein rechtliches Ausschließlichkeitsprinzip, d.h. es können auch zwei oder drei Wärmenetzbetreiber in der gleichen Trasse nebeneinander ein Netz liegen haben“ (Spieß 2015). Anders ist die Situation, wenn statt einem nicht-ausschließlichen Wegerecht dem Marktteilnehmer eine **Ausschließlichkeitsstellung** gewährt wird. In diesem Fall muss die Kommune die Fernwärmenutzung ausschreiben (Bundeskartellamt 2012).

- **Planungs- und Genehmigungsverfahren**

Das Planungs- und Genehmigungsverfahren für Wärmenetze ist – verglichen mit Verfahren für Stromnetze z.B. – relativ einfach und unkompliziert, da der Bau von Pipelines für warmes Wasser bzw. Dampf **kaum Umwelt- und Akzeptanzprobleme** hervorruft (Bruns et al. 2012). Wasser bzw. Wasserdampf ist als Trägermedium ungefährlich und die Leitungen werden überwiegend unter der Erde verlegt. Der Netzbetreiber hat zudem ein ökonomisches Interesse daran, dass die Rohre gut isoliert sind und der **Wärmeverlust** - und damit eine mögliche Umweltwirkung durch Erwärmung des Bodens - so gering wie möglich gehalten wird.

Allerdings kann der zur Verlegung der Rohre notwendige Erdaushub negative Umweltwirkungen haben und erfordert entsprechende **Genehmigungsverfahren**. Wegen der Trassenverlegung kann z.B. das Fällen von Bäumen notwendig sein (Knödler 2011). Zusätzlich kann gerade im dicht bebauten Innenstadtbereich **Platzmangel und Flächennutzungskonkurrenz** bei der Verlegung der Leitungen eine erhebliche Hürde darstellen, insbesondere, wenn sich weitere Infrastrukturen im Boden befinden. Der Rohrausbau ist daher oft mit **hohen Kosten** verbunden.

Allerdings liegen kleinere Wärmenetze unter 5 km in der Regel im Geltungsbereich des Bebauungsplans und sind damit von der **Umweltverträglichkeitsprüfung** und dem Planfeststellungs- und Plangenehmigungsverfahren befreit. Im Normalfall ist eine einfache Baugenehmigung nach Landesbauordnung für ein kleines Wärmenetz ausreichend. Hinzu kommt, dass Umweltverträglichkeitsprüfungen nicht angewandt werden müssen, wenn die Wärmeerzeugungsanlage nicht (vor-)prüfungspflichtig ist (Klinski 2005). Dies trifft z.B. auf emissionsfreie Solar- und Geothermieanlagen und die zur Verteilung notwendigen Wärmenetze zu. Für einige **größere Wärmenetze** ist jedoch eine **Umweltverträglichkeitsprüfung notwendig** bzw. eine allgemeine oder standortbezogene Vorprüfung für eine Umweltverträglichkeitsprüfung (Fouquet et al. 2010).

Auch wenn das Planungs- und Genehmigungsverfahren für kleine Wärmenetze meist unproblematisch ist, so haben die ordnungs-, planungs- und kommunalrechtlichen Rahmenbedingungen in der Vergangenheit **wenig zu einer Stärkung des EE-Anteils** in Wärmenetzen **beigetragen** (Klinski 2005).

4 Regelungslandschaft für LowEx-Wärmenetze

Auf die Transformation der Wärmeversorgung können bestehende regulatorische Rahmenbedingungen hemmend oder fördernd wirken. Darüber hinaus nehmen auch einschlägige Regelungen für die dezentrale Wärmebereitstellung indirekt Einfluss. Hieraus ergibt sich eine komplexe Regelungslandschaft. Relevant ist hierbei in erster Linie die (zukünftige) Berücksichtigung der leitungsgebundenen Wärmeversorgung für energiepolitische Strategien zur Vermeidung von Treibhausgasemissionen. Denn eine zentrale Bedingung für die Umsetzung von vergleichsweise **investitionsintensiven Infrastrukturprojekten** der leitungsgebundenen Wärmeversorgung ist **ausreichende rechtliche Planungssicherheit**. Auch die mitunter abschreckende Wirkung bürokratischer Hürden gerade auf kleine Energieversorger muss bei der Steuerung der Wärmewende mitbedacht werden.

Im folgenden Kapitel werden bestehende **energiepolitische Strategien, einschlägige gesetzliche Vorgaben und ordnungspolitische Regelungen** analysiert, die für verschiedene Aspekte des LowExTra-Konzepts relevant sein können. Aus der Bestandsaufnahme der Regelungslandschaft werden anschließend zentrale regulatorische Hemmnisse für die Umsetzung von LowEx-Wärmenetzen abgeleitet und diskutiert.

4.1 Bestehende ordnungspolitische Regelungen und energiepolitische Strategien

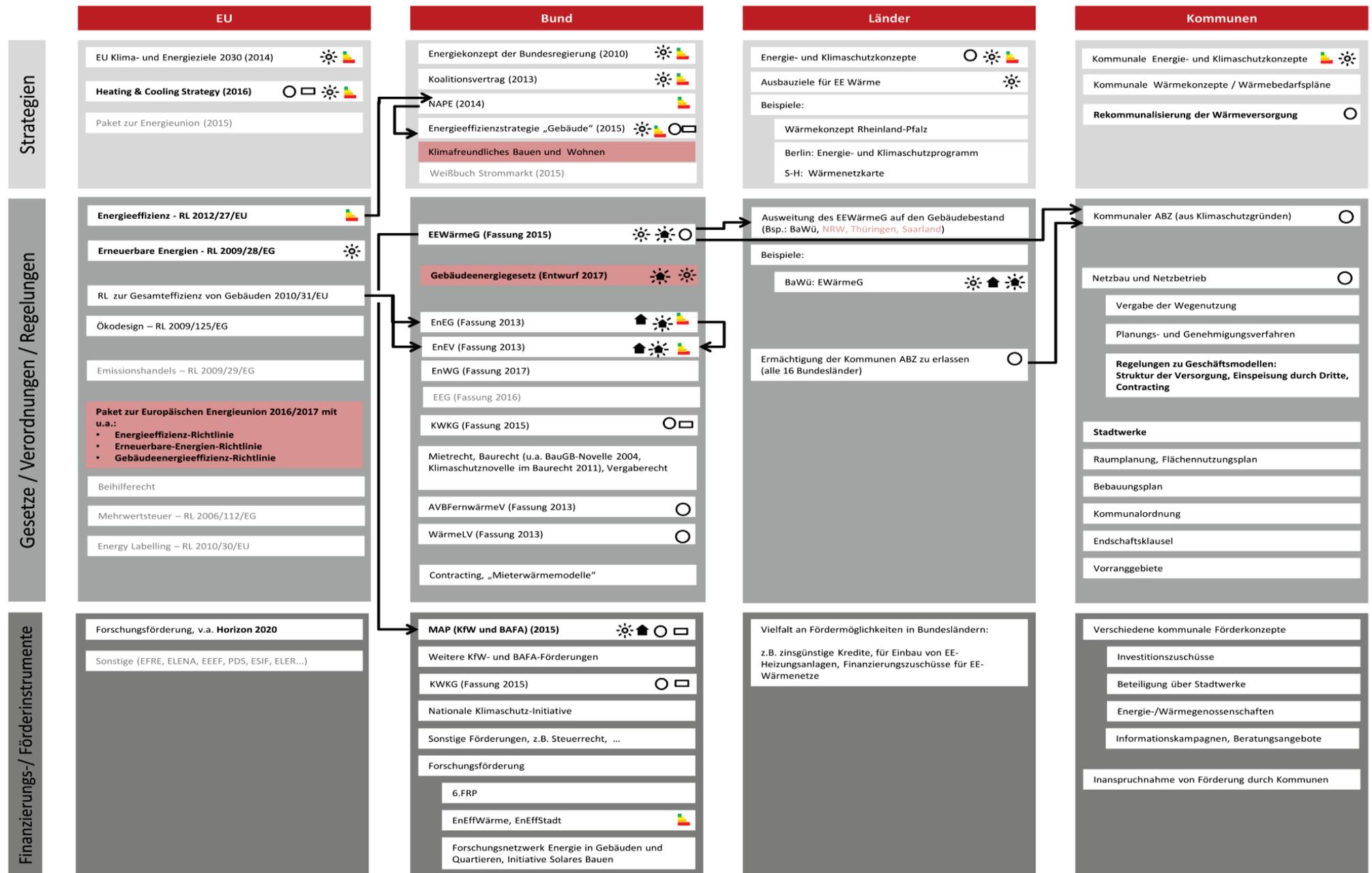
Relevante Regelungen für das LowExTra-Konzept finden sich auf **verschiedenen Governance-Ebenen**. Die folgende Abbildung 8 ist entsprechend nach europäischer, nationaler, Länder- und Kommunalebene gegliedert und bildet diese komplexe Regelungslandschaft überblickshaft ab.

4.1.1 EU-Ebene

Zu den Zielen der Energiepolitik der EU gehören der Ausbau erneuerbarer Energien und die Förderung von Energieeffizienz (Art. 194 AEUV). Der Europäische Rat hat im Oktober 2014 den Rahmen für die europäische Klima- und Energiepolitik bis 2030 beschlossen. Ziel ist es, bis 2030 einen **Anteil erneuerbarer Energien von mindestens 27 Prozent des Endenergieverbrauchs** zu erreichen und die **Energieeffizienz ebenfalls um mindestens 27 Prozent zu steigern** (Europäischer Rat 2014, S. 5–6).

Leitungsgebundene Wärme unterliegt keinen unmittelbaren Regelungen durch aktuell rechtsgültige Verordnungen, Richtlinien, Entscheidungen oder Empfehlungen des europäischen Sekundärrechts. Es existieren jedoch Regelungen und Zielvorgaben, die direkten und indirekten Einfluss auf die Transformation der leitungsgebundenen Wärmeversorgung nehmen können.

Abbildung 8: Überblick über regulatorische Rahmenbedingungen mit Relevanz für das LowExTra-Konzept



Legende:

In Planung bzw. im
Gesetzgebungsverfahren

-  Gebäudebestand
-  Neubau
-  Erneuerbare Energien
-  Energieeffizienz
-  Wärmenetze/ Kältenetze
-  Speicher

Graue Schrift: geringe Relevanz für LowExTra-Konzept

Fett: Hohe Relevanz für LowExTra-Konzept

- **EU Strategy on Cooling and Heating COM(2016)51**

Mit der im Februar 2016 veröffentlichten *EU strategy for Heating and Cooling* (Europäische Kommission 2016a) setzt die EU-Kommission das Thema Wärmewende verstärkt auf die politische Agenda und zielt auf die systematische Einbindung der Wärmeversorgung in allgemeine energiepolitische Zielsetzungen ab. Hierfür wird insbesondere die **Kopplung des Strom- und Wärmesektors** als ein zentrales Aufgabenfeld angesehen. Letzterer soll in zunehmendem Maße als Energiespeicher für die stärker fluktuierende EE-Stromerzeugung dienen (Europäische Kommission 2016a, S. 9). Die Strategie schreibt Wärmenetzen großes Potential zu, durch einen Impuls zum Ausbau von Wärme aus erneuerbaren Energien und die Steigerung von Energieeffizienz erfolgreich zur Energiewende beizutragen. Das LowEx-Konzept bietet die Chance, dieses Anforderungsprofil zu bedienen.

Der Anteil erneuerbarer Energien am europäischen Primärenergieaufwand für Wärme- und Kälteerzeugung lag im Jahr 2012 bei 18 Prozent (Europäische Kommission 2016a, S. 3). Auch die leitungsgebundene Wärme, deren europaweiter Marktanteil mit 9% knapp unter dem deutschen Niveau liegt, wird zu 40% durch Gas und zu 29% durch Kohle erzeugt; ; der Biomasseanteil liegt bei 16 Prozent (Europäische Kommission 2016a, S. 8–9). Laut Kommission sollen Fernwärmenetze zukünftig verstärkt **Strom aus erneuerbaren Quellen, Geothermie, Solarwärme, Abwärme und Siedlungsabfällen** einbinden. Im Zuge der Dekarbonisierung der Wärmeversorgung wird der Dezentralisierung der Wärmeerzeugung, die durch aktive Prosument/-innen vorangetrieben werden soll, und intelligenten Energiesystemen große Bedeutung beigemessen (Europäische Kommission 2016a, S. 11–12). Als strategischer Ansatzpunkt wird die Transparenz von Preisen und Effizienzwerten verschiedener Wärmelösungen genannt. Durch Energielabel und Möglichkeiten des Preisvergleichs für Verbraucher/-innen sollen effizientere Technologien verbreitet und kumulierte CO₂-Einsparung von 135 MT bis 2030 erreicht werden (Europäische Kommission 2016a, S. 6). LowExTra ist daher in hohem Maße kompatibel mit den Zielen der *Heating and Cooling Strategy*.

- **Erneuerbare-Energien-Richtlinie 2009/28/EG**

Artikel 3 (1) der Richtlinie gibt vor, bis zum Jahr 2020 20% des Endenergieverbrauchs der EU aus erneuerbaren Energien bereitzustellen, enthält aber **keine direkten Vorgaben für einen EE-Anteil im Wärmesektor**. Dennoch gibt die Richtlinie wichtige Impulse für den

Ausbau erneuerbarer Wärme und die Rolle von Wärmenetzen in der Umstellung auf erneuerbare Energien. Die Mitgliedsstaaten werden verpflichtet, durch nationale Gesamtziele für den EE-Anteil an der Energieversorgung zum 20%-Ziel beizutragen und flankierend Energieeffizienz und –Einsparungen zu fördern (Europäisches Parlament; Europäischer Rat 2009, Art 3 (1)).

In Art. 13 Abs. 2 wird lokalen und regionalen Verwaltungsstellen empfohlen, Wärme und Kälte aus erneuerbaren Quellen in die Planung der städtischen Infrastruktur einzubeziehen. Art. 13 Abs. 4 sieht vor, dass die Mitgliedstaaten geeignete Maßnahmen in ihre Bauvorschriften aufnehmen, um den EE-Anteil im Gebäudebereich zu erhöhen. Zudem **können die EE-Mindestanforderungen durch Fernwärme und Fernkälte erfüllt werden**, sofern diese zu einem bedeutenden Anteil aus erneuerbaren Energien erzeugt werden. Im EEWärmeG wurde diese Formulierung teilweise umgesetzt. In den Erwägungsgründen der Richtlinie werden die Mitgliedstaaten dazu aufgefordert, Mechanismen für die Förderung von Fernwärme und -kälte aus erneuerbaren Energien „in Betracht zu ziehen“.

Der Wärmesektor ist darüber hinaus verpflichtender Teil der nationalen Aktionspläne für Erneuerbare Energien (NREAP). Die Richtlinie verpflichtet die Mitgliedstaaten, in ihren NREAPs zu bewerten, ob neue, mit EE betriebene Fernwärme- und -kälteinfrastrukturen gebaut werden müssen, um das nationale EE-Ziel zu erreichen (Art. 16 Abs. 11). Im Nationalen Aktionsplan für erneuerbare Energien hat die Bundesregierung die **Notwendigkeit neuer Wärme- und Kältenetze** bestätigt (Bundesregierung 2010b). Insbesondere Quartierslösungen und Nahwärmenetze werden eine zunehmende Rolle spielen. Im Fortschrittsbericht 2011 nach Art. 22 der Richtlinie legt die Bundesregierung den aktuellen Stand der Umsetzung dar.

• Energieeffizienz-Richtlinie 2012/27/EU

Die Richtlinie gibt in Art.1 (1) das Energieeffizienzziel vor, bis zum Jahr 2020 eine **Einsparung von 20% beim Primärenergieverbrauch der Union** zu erreichen. Zudem soll sie weitere Energieeffizienz-Verbesserungen für die Zeit danach vorbereiten. Sie ändert die Richtlinien zu Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung energieverbrauchsrelevanter Produkte 2009/125/EG und über die Angabe des Energieverbrauchs 2010/30/EU und hebt die KWK-Richtlinie 2004/8/EG und die Richtlinie zur Endenergieeffizienz 2006/32/EG auf.

Für das LowExTra-Konzept relevante Aspekte der Richtlinie sind:

- Die Festlegung nationaler Energieeffizienzziele für 2020 sowie verpflichtende Energieeinsparungen der Mitgliedstaaten im Zeitraum 2014 bis 2020 von jährlich durchschnittlich 1,5 Prozent (Artikel 7 (1)).
- Art. 14 (1) i.V.m. Anhang VIII verpflichtet die Mitgliedstaaten, eine umfassende **Bewertung des Potenzials für den Einsatz der hocheffizienten KWK und der Fernwärme- und Fernkälteversorgung** durchzuführen³.

³ Das BMWi hat das Fraunhofer IFAM, das IREES, das BHKW-Infozentrum sowie prognos damit beauftragt. Die Ergebnisse wurden 2014 in der Studie „Potenzial- und Kosten-Nutzen-Analyse zu den Einsatzmöglichkeiten von Kraft-Wärme-Kopplung (Umsetzung der EU-Energieeffizienzrichtlinie) sowie Evaluierung des KWKG im Jahr 2014“ veröffentlicht. Die Studie bescheinigt große Fernwärmepotentiale, die jedoch sehr sensibel auch auf geringfügige Veränderungen der Rahmenbedingungen reagieren, siehe Wunsch et al. 2014a, S. 62.

- Art. 4 Gebäuderenovierung: verpflichtet die Mitgliedstaaten, bis 2014 eine **Investitionsstrategie zur Renovierung des Gebäudebestands** festzulegen. Die Strategie soll alle drei Jahre als Teil der Nationalen Energieeffizienz-Aktionspläne aktualisiert werden. Durch seinen Fokus auf Bestandsgebäude bietet sich diese Strategie als Ansatzpunkt für das LowExTra-Konzept an.
- Verbrauchserfassung: Wird ein Gebäude über ein Fernwärmenetz oder werden mehrere Gebäude aus einer zentralen Anlage mit Wärme, Kälte oder Warmwasser versorgt, ist ein Wärme- oder Warmwasserzähler am Wärmetauscher oder an der Übergabestelle zu installieren. Bis zum 31. Dezember 2016 sind, soweit technisch machbar und kosteneffizient durchführbar, auch individuelle Verbrauchszähler zu installieren.

- **Richtlinie zur Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden 2010/31/EU**

Die Richtlinie soll die Verbesserung der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und Gebäudeteilen unterstützen. Die Mitgliedstaaten sollen **Mindeststandards der Gesamtenergieeffizienz für neue und bestehende Gebäude** festlegen. Die Richtlinie schreibt vor, dass ab 2021 in der EU nur noch sogenannte **Niedrigstenergiehäuser** gebaut werden dürfen. Das sind Gebäude, die eine sehr hohe Gesamtenergieeffizienz aufweisen. Der fast bei null liegende oder sehr geringe Energiebedarf soll darüber hinaus aus erneuerbaren Quellen gedeckt werden. Die effiziente Wärmeversorgung durch LowEx-Netze mit niedrigem Primärenergiefaktor kann ein Mittel zum Erreichen dieser Ziele sein. Jedoch ist, wie in Kapitel 2.1 dargelegt, fraglich, ob angesichts des geringen Energieverbrauchs von Neubauten die notwendige Anschlussdichte erreicht wird.

- **Emissionshandelsrichtlinie 2009/29/EG**

Anlagen mit einer Kapazität von unter 20 MW sind nicht in das Emissionshandelssystem der EU einbezogen. Diese Schwelle bevorzugt kleinere Anlagen, da für sie keine Emissionszertifikate erforderlich sind, und stellt damit einen Anreiz gegen (sehr) große Heizkraftwerke dar. Das LowExTra-Konzept begünstigt kleinere, dezentrale EE-Anlagen und steht daher im Einklang mit den Zielen der Emissionshandelsrichtlinie.

- **Ökodesign-Richtlinie 2009/125/EG und Energy Labelling Richtlinie 2010/30/EU**

Die Richtlinien zum Ökodesign und Energy Labelling betreffen leitungsgebundene Wärme nicht unmittelbar, beeinflussen aber den wettbewerblichen Rahmen für Produkte wie individuelle Heizungen. Sie sind daher für die Machbarkeit von LowExTra indirekt relevant. Im September 2015 sind neue Richtlinien für ein verbessertes Ökodesign für Heizungen, Warmwasserbereiter und Wärmespeicher in Kraft getreten. Diese Geräte müssen nunmehr mit dem Energielabel von G bis A++ gekennzeichnet werden.

- **Paket zur Europäischen Energieunion vom 30.11.2016**

Das Vorschlagspaket zur Energieunion der Europäischen Kommission, das im November 2016 vorgestellt wurde, enthält insgesamt acht Neufassungen und Überarbeitungen zentraler energiepolitischer EU-Rechtsakte (COM(2015) 80). Für die Transformation der Fernwärmeversorgung und das LowExTra-Konzept sind dabei besonders relevant:

- Änderung der Energieeffizienzrichtlinie (derzeit 2012/27/EU)

- Änderung der Richtlinie für die Energieeffizienz von Gebäuden (bisher 2010/31/EU)
- Neufassung der Erneuerbare-Energien-Richtlinie (derzeit 2009/28/EG)

Eine Auswahl der für das LowExTra-Konzept besonders relevanter Neuerungen, die in den Kommissionsvorschlägen enthalten sind, findet sich in der nachfolgenden Tabelle.

Tabelle 1: Kommissionsvorschläge zur Energieunion (Auswahl)

Rechtsakt	Artikel	Regelungsinhalt
Energieeffizienz-Richtlinie	Art. 9a	Bis 2020 sollen Wärmemessgeräte zur Verbrauchsoptimierung fernablesbar sein und den Verbrauch auf Wohnungsebene erfassen.
Erneuerbare-Energien-Richtlinie	Art. 16 (alte Fassung)	Der garantierte Netzzugang für Elektrizität aus erneuerbaren Energien entfällt. Dies betrifft auch Strom aus KWK und beeinflusst damit gegebenenfalls die Wirtschaftlichkeitsrechnung von KWK-Anlagen.
	Art. 23 (1)	Die Mitgliedstaaten sollen den EE-Anteil an der Wärmeversorgung jährlich um einen Prozentpunkt erhöhen , ausgedrückt als Anteil am nationalen Endenergieverbrauch.
	Art. 24 (4)	Die Mitgliedstaaten legen die erforderlichen Maßnahmen für einen diskriminierungsfreien Zugang zu leitungsgebundenen Wärme- und –kältesystemen fest. Hieraus ergibt sich die Notwendigkeit, die für LowEx-Netze relevante Einspeisung durch Dritte gesetzlich zu regeln.

Quelle: Eigene Darstellung.

Das Paket zur Energieunion wird derzeit im EU-Gesetzgebungsverfahren abgestimmt. Nach derzeitigem Diskussionsstand zeichnet sich eine Stoßrichtung der energiepolitischen Ziele der Europäischen Union ab, die die Transformation der Fernwärmeversorgung in Deutschland mittelbar beeinflussen kann. So verfolgt das Paket einen stark marktorientierten Ansatz, der sich in der Streichung geschützter Marktzugänge für erneuerbare Energien ausdrückt. Das **Paket unterstützt das für LowExTra zentrale Prosumentenkonzept**: Bürger/-innen sollen das Recht haben, Energie selbst zu erzeugen, zu verbrauchen und einzuspeisen. Die Vorschläge der EU-Kommission für den Wärmebereich zielen auf eine deutliche Steigerung der Energieeffizienz und den verstärkten Einsatz erneuerbarer Wärmequellen ab. LowEx-Netze können einen Beitrag dazu leisten, diese Anforderungen zu erfüllen.

4.1.2 Bundesebene

Die Bundesregierung hat im Energiekonzept aus dem Jahr 2010 klare Ziele hinsichtlich der zukünftigen Entwicklung des Wärmeangebots und der Wärmenachfrage definiert. Die Ziele wurden im Koalitionsvertrag von 2013 bestätigt.

- Der EE-Anteil am Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte soll bei 14 Prozent bis 2020 liegen. Im Vergleich dazu betrug dieser Anteil 1990 2 Prozent und 2012 10 Prozent. Allerdings wird diese Zielvorgabe bei Fortschreiben des Trends der letzten fünf Jahre vermutlich nicht erreicht (Reuster und Reutter 2015).
- Der Wärmebedarf von Gebäuden soll bis 2020 um 20 Prozent reduziert werden und der Primärenergiebedarf von Gebäuden um etwa 80 Prozent bis 2050. Bis 2050 soll ein „nahezu klimaneutraler Gebäudebestand“ erreicht werden, d.h. ein Gebäudebestand mit einem sehr geringen Energiebedarf nach Niedrigstenergie- bzw. Passivhausstandards (Bundesregierung 2010a).

Das BMWi hat 2015 die „Energieeffizienzstrategie Gebäude“ erarbeitet, die den Sanierungsbedarf im Gebäudebestand langfristig definiert und darstellt, wie ein nahezu klimaneutraler Gebäudebestand bis 2050 erreicht werden kann (BMWi 2015a). Grundlage dafür bildet neben den Eckpunkten des Nationalen Aktionsplans für Energieeffizienz (NAPE) das Papier „Sanierungsbedarf im Gebäudebestand“. Der NAPE wurde im Dezember 2014 veröffentlicht. Er beschreibt die Energieeffizienz-Strategie der Bundesregierung für die 18. Legislaturperiode. Verschiedene Sofortmaßnahmen des Aktionsplans dienen dazu, weitere 25 bis 30 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente zu vermeiden. Zunehmend politisch thematisiert wird auch die **Kopplung der Sektoren Wärme, Strom und Verkehr**, so etwa im Weißbuch zum Strommarktdesign.

- **Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz EEWärmeG (von 2009, zuletzt geändert 2015)**

Das EEWärmeG von 2009 in der Fassung vom 20.10.2015 ist einer der wichtigsten ordnungspolitischen Eckpfeiler im Fördersystem für erneuerbare Wärme. Es setzt in Teilen die europäische Erneuerbare-Energien-Richtlinie in nationales Recht um. Wesentlicher Inhalt des EEWärmeG ist die Verpflichtung von Gebäudeeigentümern, den Wärmebedarf von neu zu errichtenden Gebäuden zu mindestens 15% durch erneuerbare Energien zu decken (Art. 5). Je nach gewählter EE-Technologie variiert dieser Wert:

- Bei Solarthermie sind es mindestens 15 Prozent,
- bei Biomasse mindestens 30 Prozent und
- bei Geothermie und Umweltwärme mindestens 50 Prozent.

Als Ersatzmaßnahmen können neben Abwärme, KWK-Anlagen und Energieeinsparungsmaßnahmen auch Nah- und Fernwärmenetze genutzt werden (Art. 7). Die Wärmenetze gelten jedoch nur dann als Ersatzmaßnahmen, wenn die die Wärme:

- zu einem wesentlichen Anteil aus erneuerbaren Energien,
- zu mindestens 50 Prozent aus Anlagen zur Nutzung von Abwärme,
- zu mindestens 50 Prozent aus KWK-Anlagen oder
- zu mindestens 50 Prozent durch eine Kombination der drei vorab genannten Maßnahmen stammt (Anlage VII).

Das BMU (2011) konkretisiert in den Anwendungshinweisen zum EEWärmeG die Definition eines „wesentlichen Anteils aus erneuerbaren Energien“. Es entspricht den in Art. 5 genannten Anteilen, d.h. mindestens 15 Prozent Solarthermie, 30 Prozent Biogas oder 50

Prozent andere erneuerbare Energiequellen. In begründeten Einzelfällen kann dieser Wert jedoch um einige Prozentpunkte unterschritten werden, z.B. im Falle eines schrittweisen Ausbaus von Fernwärmenetzen, bei dem der EE-Anteil erst im Endausbau die Werte nach dem EEWärmeG erreicht. Einen Mindestanteil an EE bei Nah- und Fernwärmenetzen sieht das EEWärmeG nicht vor. Darüber hinaus legt der Bericht die Prüfung der Machbarkeit von Niedrigtemperatur-Wärmenetzen nahe (BMU 2012b, S. 12).

Das EEWärmeG bezieht sich bislang nur auf Neubauten sowie öffentliche Bestandsgebäude bei grundlegender Sanierung und umfasst daher nur einen relativ kleinen Teil des gesamten Wärmemarkts. Art. 3 gibt den Bundesländern jedoch ausdrücklich das **Recht, die Nutzung von EE für den Gebäudebestand vorzuschreiben**. Derzeit macht lediglich Baden-Württemberg hiervon Gebrauch. Pläne für ähnliche Gesetze auf Landesebene gibt es auch in NRW (aktueller Koalitionsvertrag der NRWSPD und Bündnis 90/Die Grünen (NRW 2012)) und dem Saarland (Arbeitstitel SEEWärmeG) (AEE 2015c). In Kapitel 4.1.3 wird auf die einzelnen Landesregelungen detailliert eingegangen.

Zudem erweitert das novellierte EEWärmeG die Rechtsgrundlage für einen kommunalen Anschluss- und Benutzungszwang. Das Gesetz legt fest, dass Gemeinden und Gemeindeverbände aufgrund bestehender Ermächtigungsgrundlagen des Landesrechts **auch aus klimapolitischen Gründen einen Anschluss- und Benutzungszwang** an ein Nah- oder Fernwärmenetz vorschreiben können (Art. 16). Dies ist für LowExTra von großer Bedeutung, da es die rechtlichen Möglichkeiten für den Erlass eines Anschluss- und Benutzungszwangs deutlich erweitert.

- **Geplantes Gebäude-Energie-Gesetz GEG (Referentenentwurf 2017)**

BMWi und BMUB haben am 23.01.2017 einen Referentenentwurf für ein *Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung Erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden* vorgestellt. Das geplante Gebäudeenergiegesetz wird das EEWärmeG, das Energieeinspargesetz EnEG und die Energieeinsparverordnung EnEV auf eine gemeinsame gesetzliche Grundlage stellen. In §45 des Entwurfs wird die **Mindestanforderung für den EE- oder KWK-Anteil in Fernwärmenetzen** festgelegt. Der Entwurf definiert zudem den nach EU-Vorgaben geforderten **Niedrigstenergiegebäude-Standard für öffentliche Neubauten**. Für privatwirtschaftlich genutzte Neubauten werden weiterhin Effizienzanforderungen und die Nutzung erneuerbarer Energien festgeschrieben, der Niedrigstenergiestandard soll jedoch erst in der nächsten Legislaturperiode definiert werden. Eine Verschärfung der energetischen Anforderungen für den Gebäudebestand ist mit dem Gesetz nicht verbunden.

- **Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz KWKG (von 2002, zuletzt geändert 2015)**

Das Bundesgesetz regelt die Einspeisung und Vergütung des Stroms aus Anlagen zur Kraft-Wärme-Kopplung und damit die Förderung für die besonders effiziente Erzeugung von Strom und Wärme in KWK-Anlagen, insbesondere auf der Basis von Erdgas. Ähnlich wie beim Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) wird die Förderung (bzw. Vergütung), die Betreiber von KWK-Anlagen erhalten, auf den gesamten Stromverbrauch, also auf jede in Deutschland verbrauchte Kilowattstunde, umgelegt. Ferner hat Strom, der in KWK-Anlagen erzeugt wird, nach § 11 Abs. 1 EEG 2014 denselben Einspeisevorrang in das öffentliche Stromnetz wie Strom aus Anlagen, die nach dem EEG gefördert werden. Außerdem sieht das Gesetz **Zuschläge für den Neu- und Ausbau von Wärme- und Kältenetzen sowie Wärme- und Kältespeichern** vor. Zweck des Gesetzes ist laut §1 (1) die Erhöhung der

Nettostromerzeugung aus KWK-Anlagen aus Gründen des Umwelt- und Klimaschutzes. Das Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz wird in Kapitel 5.2.2.2 ausführlich behandelt.

- **Energieeinsparverordnung EnEV (von 2007, zuletzt geändert 2013)**

Die EnEV setzt Mindeststandards für Neubauten und Sanierungen mit dem Ziel, Energie in Gebäuden einzusparen. In die Ermittlung der energetischen Qualität fließen sowohl der bauliche Wärmeschutz als auch die Effizienz der Energieversorgung ein. Eine leitungsgebundene Wärmeversorgung geht über den sogenannten Primärenergiefaktor (PEF) in die Primärenergiebilanz des Gebäudes ein (Maaß et al. 2015). Der PEF ist mitentscheidend für die Wettbewerbsfähigkeit der verschiedenen Energieträger und der damit verbundenen Heiztechnologien. Die **derzeitige Ausgestaltung der PEF-Berechnung ist nicht an klimapolitischen Vorgaben ausgerichtet**. Diese Situation stellt daher ein Hemmnis für die Umsetzung von LowEx-Netzen mit hohem Anteil erneuerbarer Energiequellen dar. Eine ausführliche Diskussion des PEF wird in Kapitel 4.2 vorgenommen.

- **Energieeinsparungsgesetz EnEG (von 2005, zuletzt geändert 2013)**

Zusammen mit der EnEV ist das EnEG das wesentliche Instrument der Energieeffizienzpolitik der Bundesregierung. Mit der Novelle des EnEG 2013 und der EnEV 2014 werden die Vorgaben der EU-Richtlinie zur Gesamteffizienz von Gebäuden 2010/31/EU umgesetzt. Das neue EnEG schafft die gesetzliche Ermächtigungsgrundlage für die EnEV-Novelle und führt **die Pflicht zur Errichtung von Neubauten im Niedrigstenergiegebäude-Standard** ein (BMW 2015b). Diese Pflicht gilt ab 2019 für Neubauten der öffentlichen Hand und ab 2021 für alle übrigen Neubauten. Der Referentenentwurf zum Gebäudeenergiegesetz enthält eine Definition des Standards für Niedrigstenergiegebäude auf dem Niveau eines KfW-Effizienzhauses 55 für Neubauten der öffentlichen Hand, der ab Anfang 2019 verbindlich anzuwenden ist. Der seit 1.1.2016 einzuhaltende Jahres-Primärenergiebedarf soll dafür um 26% unterschritten werden, die Anforderungen an den baulichen Wärmeschutz um 12% (§21 (1) GEG-Entwurf).

- **Energiewirtschaftsgesetz EnWG – Gesetz über die Elektrizitäts- und Gasversorgung (von 2005, zuletzt geändert 2017)**

Das EnWG regelt grundlegend die Strom- und Gasversorgung in Deutschland. Das Gesetz dient der Umsetzung der EU-Richtlinien zum Elektrizitäts- und Erdgasbinnenmarkt. Das Gesetz behandelt Strom- und Gasnetze, ist jedoch für das LowExTra-Konzept relevant, da möglicherweise bestimmte Regelungen auf Wärmenetze (in abgewandelter Form) übertragen werden oder zumindest zum Vergleich dienen können (siehe hierzu auch die Diskussion der Regelungsoptionen der dezentralen Einspeisung in Kapitel 0).

Darüber hinaus enthält das EnWG Regelungen zur Entflechtung/Unbundling (§6) zur und zum diskriminierungsfreien Netzzugang (§ 20). Diese betreffen den für das LowExTra-Konzept zentralen Punkt der Einspeisung durch Dritte. Ebenfalls könnte § 45 zu Entschädigungen bei Wertverlusten durch Enteignungen für den Bau neuer Wärmenetze relevant sein.

- **Erneuerbare-Energien-Gesetz EEG (von 2000, zuletzt geändert 2016)**

Das EEG ist das zentrale Instrument für den Ausbau erneuerbarer Energien im Stromsektor. Es hat wesentlich dazu beigetragen, EE-Technologien erfolgreich im Markt zu etablieren. Zu den wesentlichen Erfolgsmechanismen des EEG gehören die **Abnahmepflicht und der Einspeisevorrang von erneuerbarem Strom** sowie garantierte Einspeisetarife über einen langfristigen Zeitraum.

Für das LowExTra-Konzept ist das EEG indirekt relevant, zum einen weil es die Wärmenutzung bei Biomasse- und Geothermie-Anlagen über einen KWK-Bonus anreizte (Clausen 2012). Mit dem EEG 2012 wurde der KWK-Bonus jedoch abgeschafft. Zum anderen könnte das EEG relevant sein als Vorbild, um bestimmte Mechanismen wie z.B. eine Abnahmepflicht auf den Wärmebereich zu übertragen.

4.1.3 Länderebene

Die politischen Ziele und rechtlichen Regelungen zur Wärmewende variieren – innerhalb der vom Bund gesetzten Vorgaben und föderalen Kompetenzregelungen – von Bundesland zu Bundesland. Unterschiede lassen sich teilweise zurückführen auf strukturelle Gegebenheiten, abweichende klima- und energiepolitische Prioritäten der Landesregierungen, sowie Wärmemärkte mit heterogenen Erzeugern und Abnehmern. So zeigt beispielsweise eine BDEW-Studie (2015), dass sich die Nutzung der Fernwärme zwischen den Bundesländern zum Teil deutlich unterscheidet. Während **bundesweit 5,2% der Wohnungen an die Fernwärmeversorgung** angeschlossen sind, kommt der Fernwärme in den drei Stadtstaaten Berlin, Hamburg und Bremen sowie in den Neuen Bundesländern eine bedeutendere Position zu: In Berlin beispielsweise liegt der Anteil der Fernwärme bei Wohngebäuden bei 15,3 Prozent, in den ostdeutschen Bundesländern zwischen sieben und elf Prozent (BDEW 2015, S. 17). **Je ländlicher geprägt ein Bundesland ist, umso seltener finden leitungsgebundene Wärmesysteme** Anwendung. So dominiert beispielsweise in Bayern, Hessen und Baden-Württemberg die Öl-Zentralheizung mit Anteilen von rund 40 Prozent (ibid.). Dezentrale Lösungen sind in diesen Bundesländern der Regelfall, was auch auf den hohen Eigenheimanteil und die Zersiedlung im ländlichen Raum zurückzuführen ist (BDEW 2015, S. 16–17).

Die Bundesländer sind für die Vollzugskontrolle der Gesetzgebung, wie etwa das EEWärmeG und die EnEV verantwortlich. Sie können auch eigene Energie- und Klimaschutzgesetze (nachrangiges Recht) sowie informelle Konzepte verabschieden. Bereits bevor auf Bundesebene Energie- und Klimaziele definiert wurden, gab es Initiativen auf Länderebene. Bspw. verabschiedete Hessen 1985 als erstes Bundesland ein Energieeinspargesetz. Viele der Konzepte sehen zwar Ausbauziele für EE-Wärme vor, wie z.B. 33% in Thüringen, 21% in Baden-Württemberg, 14% in Schleswig-Holstein und 11% Berlin jeweils bis 2020 (Wenzel et al. 2015a; Land Baden-Württemberg 2014); allerdings sind die Ziele zu den EE-Anteilen in den meisten Fällen nicht gesetzlich verankert und damit nicht verbindlich. Zudem mangelt es häufig an Instrumenten und den nötigen Haushaltsmitteln zu deren Umsetzung.

Die folgende Abbildung 9 gibt einen Überblick über die Ausbauziele der Bundesländer für EE-Wärme. Differenzierte Ausbauziele für leitungsgebundene Wärme bestehen im Einzelnen nicht.

Bislang geht **nur Baden-Württemberg mit einem eigenen Erneuerbaren-Wärme-Gesetze** über die Ziele des EEWärmeG hinaus. Neben anderen Widerständen mangelt es den Bundesländern teilweise an Finanzierungsmöglichkeiten oder es werden wirtschaftliche

Nachteile gegenüber anderen Bundesländern mit weniger ambitionierten Zielen befürchtet. Über die Umweltministerkonferenz und die Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft „Klima, Energie, Mobilität – Nachhaltigkeit“ können die Bundesländer ihre politischen Strategien koordinieren. Dennoch sind die Konzepte der Bundesländer untereinander häufig wenig abgestimmt. Die Energie- und Klimakonzepte der Bundesländer unterscheiden sich demnach teilweise erheblich hinsichtlich der Frage, welche Technologien und Akteure

Abbildung 9: Ausbauziele zum Anteil erneuerbarer Energien an der Wärmeversorgung



gefördert werden sollen. Exemplarisch werden in der Tabelle 2 einige Beispiele aufgeführt.

Quelle: Eigene Darstellung nach Wenzel et al. (2015a), AEE (2015a), Land Brandenburg (2012), Land Baden-Württemberg (2014) und Jungjohann und Spörle (2015).

Tabelle 2: Energie- und Klimakonzepte ausgewählter Bundesländer

Bundesland	Energie- und Klimakonzept
Baden-Württemberg	<p>Das Klimaschutzgesetz, das am 31. Juli 2013 in Kraft getreten ist, legt verbindliche Ziele zur Treibhausgasminderung fest. So soll der CO₂-Ausstoß des Landes bis 2020 um mindestens 25 % und bis 2050 um 90 % sinken.</p> <p>Das EWärmeG (ausgefertigt 2007, zuletzt 2015 novelliert) schreibt eine Nutzungspflicht von EE-Wärme nicht nur für Neubauten, sondern auch für den Gebäudebestand vor. Damit geht das Gesetz über das EEWärmeG des Bundes hinaus, das sich „nur“ auf Neubauten beschränkt. Mit der Novelle des EWärmeG 2015 wurde der verpflichtende erneuerbare Wärmeanteil für</p>

Bundesland	Energie- und Klimakonzept
	den Gebäudebestand von 10 % auf 15 % angehoben.
Berlin	<p>Berlin verfolgt das Ziel, bis 2050 klimaneutral zu sein und die Kohlendioxidemissionen um mindestens 85 % bezogen auf das Basisjahr 1990 zu reduzieren. Am 17. März 2016 hat das Berliner Abgeordnetenhaus das Berliner Energiewendegesetz verabschiedet. Die Strategien und Maßnahmen des Berliner Energie- und Klimaschutzprogramms sind damit bindend.</p> <p>Initiativen zu einer verpflichtenden Nutzung von EE-Wärme scheiterten bislang. Die Solaranlagenverordnung von 2001 wurde nach Intervention der Bauwirtschaft von dem damaligen Bausenator Kleemann nicht unterschrieben. Der Gesetzesentwurf für Baupflichten für EE und Energieeffizienz fand 2006 keine Mehrheit, v.a. weil Mieterhöhungen befürchtet und Schwierigkeiten bei der Regelung von Auslösetatbestand und Vollzug gesehen wurden (Wenzel et al. 2015b).</p>
NRW	<p>Mit dem Klimaschutzplan von 2015 hat das Bundesland Ziele und Strategien zur Reduktion von Treibhausgasemissionen definiert. Im Wärmebereich ist darin u.a. die Erstellung eines landesweiten Wärme- und Kältekatasters, um Potenziale für eine effiziente und erneuerbaren Energien basierende Wärme- und Kälteversorgung aufzuzeigen (Landesregierung NRW 2015). Auch die Nutzung von Niedertemperaturwärme soll ausgebaut werden. Der Anteil der erneuerbaren Energien am Primärenergieverbrauch liegt bei 4,2 %, der EE-Anteil an der Fernwärmeerzeugung bei 5,2 % (AEE 2016b).</p> <p>Im Koalitionsvertrag 2012-2017 hatten SPD und Grüne zudem ein EWärmeG NRW angekündigt, um Regelungen zu schaffen, die über das EEWärmeG des Bundes hinauszugehen (NRWSPD und Bündnis 90/Die Grünen NRW 2012). Das Vorhaben wurde jedoch nicht umgesetzt.</p>
Thüringen	<p>Die Thüringer SPD-Fraktion hat 2013 einen Gesetzentwurf für ein Thüringer erneuerbare Energien-WärmeG (ThEEWärmeG) veröffentlicht (SPD-Landtagsfraktion Thüringen 2013). Der Gesetzentwurf sieht die Einführung verpflichtender kommunaler Wärmebedarfspläne vor (§4) und verpflichtende Mindestanteile für erneuerbare Energien und Abwärme in den Wärmenetzen des Bundeslandes (§6: bis 2020 25 % EE und Abwärme, bis 2030 55 % EE und Abwärme). Bei Nichteinhaltung der Vorgaben durch den Wärmeversorger sind Ausgleichsabgaben vorgesehen. Für öffentliche Gebäude sind Sanierungsfahrpläne verpflichtend zu erstellen. Für Wohngebäude sind EE-Nutzungspflichten vorgesehen.</p> <p>Der Gesetzesentwurf wurde jedoch unter der Großen Koalition bis 2014 nicht verabschiedet. Im Koalitionsvertrag der aktuellen Regierung aus Linke, SPD und Grünen von 2014 wurde das ThEEWärmeG nicht berücksichtigt.</p>
Rheinland-Pfalz	Auf Grundlage des Landesklimaschutzgesetzes von 2014 hat Rheinland-Pfalz im November 2015 ein Klimaschutzkonzept veröffentlicht, das in

Bundesland	Energie- und Klimakonzept
	<p>einem partizipativen Prozess erarbeitet wurde. Gesetzlich verankert wurde das Ziel, seine Treibhausgasemissionen bis 2020 um 40% gegenüber dem Basisjahr 1990 zu senken; bis 2050 soll eine Minderung von mindestens 90% erreicht werden. Das Bundesland hat mit dem Klimaschutzkonzept ein umfassendes Paket an Maßnahmenvorschlägen sowie ein Teilkonzept für ein landesweites Monitoring vorgelegt. Für den Gebäudebereich setzt das Konzept die Zielmarke einer Sanierungsrate von 3% jährlich und geht im Zuge der daraus entstehenden Wärmebedarfsminderung langfristig von einer Verdrängung klassischer Fernwärmenetze aus. Hingegen wird eine Zunahme des Einsatzes von Nahwärmenetzen angestrebt und gefördert, u.a. für die Nutzung von industrieller Abwärme.</p> <p>Das im Zuge des Klimaschutzkonzepts im Februar 2017 veröffentlichte Wärmekonzept für Rheinland-Pfalz, führt diese Zielsetzungen für den Wärmesektor weiter aus. Besonderes Augenmerk wird auf die Möglichkeiten der Einbindung unterschiedlicher EE-Wärmequellen, Abwärme sowie von Wärmespeichern für die optimale Nutzung verfügbarer Wärmequellen gelegt.</p>

Quelle: Eigene Darstellung

Letztlich illustriert die Vielfalt an Ansätzen und Regelungen in den Bundesländern auch das Konzept des **Föderalismus als Experimentierfeld und Ideenwettbewerb**. Neue Strategien und Ansätze können zunächst im kleinen Maßstab getestet werden, sodass andere Bundesländer bewährte Konzepte übernehmen können.

• Anschluss- und Benutzungszwang

Die Bundesländer können die Kommunen dazu ermächtigen, in bestimmten Gebieten Anschlusszwänge für Wärmenetze zu erlassen. Auch das EEWärmeG enthält einen entsprechenden Passus, dass Gemeinden befugt sind, aus Gründen des Klima- und Ressourcenschutzes, einen Anschlusszwang zur Nutzung von Wärmenetzen zu verfügen (§ 16). Davon machen alle 16 Bundesländer Gebrauch. Dies findet sich meist in der Gemeinde- bzw. Kommunalordnung der Bundesländer wieder, z.T. auch in landesumweltrechtlichen Vorschriften, wie in Tabelle 3 dargestellt.

Tabelle 3: Rechtsgrundlagen für Anschluss- und Benutzungszwang

Bundesland	Vorschrift
Baden-Württemberg	§ 11 Abs. 1 GemO
Bayern	Art. 24 Abs. 1 Nr. 3 GO (begrenzt auf Neubauten und Sanierungsgebiete)
Berlin	§ 23 Abs. 1 BEnSpG

Bundesland	Vorschrift
Brandenburg	§ 8 Abs. 1 LImSchG; 12 Abs. 2 und 3 KVerf
Bremen	§ 1 Abs. 2 GemRechtsG
Hamburg	§ 4 Abs. 1 KliSchG
Hessen	§ 19 Abs. 2 GO
Mecklenburg-Vorpommern	§ 15 Abs. 1 KV
Niedersachsen	§ 8 Nr. 2 GO
Nordrhein-Westfalen	§ 9 GO
Rheinland-Pfalz	§ 26 Abs. 1 GemO
Saarland	§ 22 Abs. 1 KSVG
Sachsen	§ 14 Abs. 1 GemO
Sachsen-Anhalt	§ 8 Nr. 2 GO
Schleswig-Holstein	§ 17 Abs. 2 GO
Thüringen	§ 20 Abs. 2 Nr. 2 KO

Quelle: Eigene Darstellung nach Bundeskartellamt 2012, S. 45.

Die jeweilige Kommune mit leitungsgebundener Wärme kann per Satzung einen Anschluss- bzw. Benutzungszwang festlegen. Alternativ können Kommunen auch durch Regelungen in Bebauungsplänen zur Nutzung von Fernwärme verpflichtet, z.B. in besonders belasteten Gebieten zur Verbesserung des Immissionsschutzes (§9 Nr.23 Baugesetzbuch). Jedoch kann gemäß § 16 EEWärmeG ein **Anschlusszwang auch unabhängig von einem lokalen Bezug zum Zwecke des Klima- und Ressourcenschutzes** eingeführt werden (Bundeskartellamt 2012, S. 46). Dennoch entfallen nur ca. 35% der Fernwärmelieferungen in Deutschland auf Gebiete, in denen ein mindestens teilweiser Anschluss- und Benutzungszwang besteht (Bundeskartellamt 2012, S. 47–48).

In den alten und neuen Bundesländern wird in unterschiedlicher Weise von diesen Regelungsoptionen Gebrauch gemacht. In den alten Bundesländern werden Anschlusszwänge vorrangig genutzt, um die Wirtschaftlichkeit der Wärmenetze in neuen Siedlungsgebieten sicherzustellen. In den neuen Bundesländern hingegen bestehen Anschluss- und Nutzungsgebote v.a. im Gebäudebestand und kommen beim Austausch bestehender Heizungen zur Anwendung (Maaß et al. 2015, S. 52–53).

4.1.4 Kommunale Ebene

Die Wärmewende ist als Teil der Energiewende ein gesellschaftliches Großprojekt. Im Kontext der Wärmewende haben Versorgungskonzepte auf Grundlage erneuerbarer Energien einen eher lokalen Charakter und müssen dabei sehr heterogene Anforderungsprofile abdecken. Die **Kommunen sind dabei Schlüsselakteure**, insbesondere aufgrund ihrer vielfältigen Schnittstellen zu Endverbrauchergruppen. Kommunen vergeben Konzessionen für Wärmenetze und betreiben über die kommunalen Stadtwerke, teilweise in Kooperation mit Bürgergenossenschaften, eigene Wärmenetze und Kraftwerke. Kommunen erstellen darüber hinaus längerfristige Klimaschutzkonzepte und Energiepläne und können ihre eigenen Liegenschaften nutzen. Nationale Zielstellungen zur Wärmewende müssen daher **unter enger Einbeziehung der Kommunen auf die lokale Planungs- und Umsetzungsebene transferiert** werden. In dieser Funktion kommt den Kommunen in mehrfacher Hinsicht eine besondere Bedeutung zu:

- **Wärme als lokal erzeugtes Produkt**

Wärme ist, anders als Strom, regional gebunden und wird in räumlicher Nähe zum Verbraucher erzeugt. Für die Wirtschaftlichkeit ist dabei die Dichte der Wärmenachfrage (Abnahmedichte) zentraler Parameter. Die großstädtische Fernwärmeversorgung mit hoher Anschlussdichte lässt geringere Investitionskosten und Wärmeverluste pro Anschluss und gelieferter Wärmemenge zu als geringere Wärmeabnahmedichten im ländlichen Raum. Ein Richtwert in der klassischen Fernwärme ist eine Anschlussleistung von etwa 1,5 MW/km Trassenlänge. In Deutschland beträgt der durchschnittliche Wärmeabsatz darüber hinaus etwa 4000 kWh/(m²a) (Reinholz 2013). Basierend auf dem aktuellen Stand der Technik werden Wärmenetze daher überwiegend in urbanen Bereichen eingesetzt. Demzufolge wird das Klimaschutzpotenzial von lokalen und nachhaltigen Wärmequellen durch netzgebundene Übertragung in suburbanen und ländlichen Gebieten derzeit nur unzureichend genutzt. LowEx-Netze bieten neue Möglichkeiten, erneuerbare Energiequellen in die Wärmeversorgung einzubinden und erlauben es, Nah- und Fernwärme auch in weniger dicht besiedelten Gebieten wirtschaftlich zu betreiben.

- **Kommunale Wärmebedarfsplanung**

Kommunen können Wärmepolitik besonders über planerische Instrumente entscheidend mitgestalten. Allerdings wird Wärmeplanung in Deutschland bislang nicht als wichtige planerische Aufgabe der Kommunen angesehen (Maaß et al. 2015). So sind die deutschen Kommunen beispielsweise nicht dazu verpflichtet, kommunale Wärme- bzw. Energiepläne zu erstellen. Die Diskussion um die Einführung kommunaler Wärmebedarfspläne wird als ein wichtiges Hemmnis der Umsetzung von LowEx-Netzen in Kapitel 4.2 dargestellt.

- **Stadt-Land-Verhältnis**

Im Zuge der Transformation der Energieversorgung spielt das Verhältnis von Stadt- und Landgebieten eine besondere Rolle. Für das klimapolitische Ziel, bis 2050 die Energieversorgung des Gebäudebestandes in Deutschland klimaneutral zu ermöglichen, werden Umlandkommunen aufgrund der Flächennutzungskonkurrenz in Städten entscheidend dazu beitragen müssen, die urbanen Zentren mit erneuerbaren Energien zu beliefern. Schon in wenigen Jahren oder Jahrzehnten ist es denkbar, dass sich Umlandgemeinden bilanziell vollständig mit EE versorgen können. Größere Städte hingegen werden vermutlich kaum in der Lage sein, ihren gesamten Bedarf mit auf ihrem Gebiet Erzeugten EE zu decken. Wärmenetze können hier ein notwendiges Verbindungsstück darstellen.

- **Akzeptanz durch Bürgernähe**

Die kommunale Ebene bietet als kleinste räumliche Verwaltungsebene gute Voraussetzungen zur Steigerung der Akzeptanz für (Infrastruktur-)Maßnahmen im Rahmen der Transformation der Wärmeversorgung. Beispielsweise erlauben partizipative Verfahren auf kommunaler Ebene eine aktive Teilhabe von Bürger/-innen an Planungs- und Umsetzungsprozessen von Wärmenetzen. Dies kann sich auch auf die Eigentümerstrukturen der Wärmeversorgung auswirken: Lokale Energiegenossenschaften erlauben dabei zukunftsfähige Geschäftsmodelle und die Umsetzung innovativer Wärmeversorgungskonzepte in Bürgerhand.

- **Die kommunale Ebene als Reallabor für innovative Wärme- und Kältenetze**

In den etwa 11.000 Gemeinden in Deutschland findet sich eine Vielzahl guter Beispiele für innovative, kommunale Wärmenetze. Häufig gehen neue Entwicklungen bei der Wärmeversorgung von kommunalen Modellvorhaben mit Leuchtturmcharakter aus, wie im Falle der mittelfristigen Umstellung der Wärmeversorgung auf Tiefengeothermie durch die Stadtwerke München (Maaß et al. 2015, S. 45). Mehrleiter-Netze mit Prosument/-innen wurden bei den Recherchen bislang nicht identifiziert, allerdings zahlreiche Netze, die andere Teil-eigenschaften des LowExTra-Konzeptes aufweisen, wie etwa ein hoher Anteil erneuerbarer Energien, niedrige Temperaturniveaus oder Netze mit Einspeisung durch Dritte. Eine Auswahl innovativer kommunaler Wärme-/ Kältenetze findet sich in Tabelle 8 im Anhang⁴.

4.2 Hemmnisanalyse regulatorischer Aspekte

Auf die Transformation der Fernwärmeversorgung können gesetzliche Rahmenbedingungen hemmend oder fördernd wirken. Relevant ist hierbei vor allem die Einbeziehung der leitungsgebundenen Wärmeversorgung in energiepolitische Strategien zur Vermeidung von Treibhausgasemissionen. Eine zentrale Bedingung für die Investitionsbereitschaft in innovative Fernwärmeprojekte wird zukünftig die rechtliche Planungssicherheit sein. Auch die Rahmenbedingungen für die dezentrale Wärmebereitstellung nehmen indirekt Einfluss. Hieraus ergibt sich eine komplexe Regelungslandschaft, die einige Hemmnisse für die Umsetzung von LowEx-Wärmnetzen bereithält.

- **Berechnung des Primärenergiefaktors**

Der Primärenergiefaktor beschreibt das **Verhältnis der genutzten Primärenergie zur hergestellten Endenergie**. Er deckt sämtliche Aufwendungen und Verluste ab, die in Zusammenhang mit Bereitstellung des Energieträgers entstehen, d.h. bei der Gewinnung, Aufbereitung, Speicherung, dem Transport, der Verteilung und der Übergabe der Brennstoffe bis an die Bilanzgrenze „Gebäude“ des Endnutzers auftreten (AGFW 2014b). Standardwerte der brennstoffspezifischen Primärenergiefaktoren werden in der EnEV festgelegt (AGFW 2014b). Während der Faktor für Strom regelmäßig angepasst wird, um den veränderten Erzeugungsmix im Stromnetz und insbesondere den steigenden EE-Anteil mit einem sinkenden Primärenergiefaktor abzubilden, verweist die Verordnung für alle

⁴ Obwohl es zahlreiche erfolgreiche Wärmenetze aus Biomasse- und Biogasbasis gibt, sind Bioenergiedörfer für die Auflistung in diesem Bericht weniger relevant. Im städtischen Raum, auf den das LowExTra-Konzept ausgerichtet ist, sind die verfügbaren Biomasse-Ressourcen stark begrenzt. Daher kommen andere Lösungen wie Solarthermie oder Abwärme als mögliche Energiequellen in die nähere Auswahl.

anderen Brennstoffe auf die Normen DIN V 18599-1 und DIN 4701-10/A1. Hier wird nach einem nicht erneuerbaren Anteil und einen „Primärenergiefaktor insgesamt“ unterscheiden.

Entscheidend in der Berechnung für Wärmenetze ist der hier aufgeführte „nicht erneuerbare Anteil“ des Primärenergiefaktors. Für erneuerbare Energieträger beträgt dieser 0 (Solarenergie, Geothermie, Umgebungswärme), 0,2 (Holz) oder 0,5 (Biogas und Bioöl), für fossile Brennstoffe 1,1 (Steinkohle, Heizöl und Erdgas) oder 1,2 (Braunkohle). Bei allen Anlagen ist aber auch zusätzlich die als Hilfs- und Antriebsenergie eingesetzte Strommenge mit dem Faktor von aktuell 2,8 zu berücksichtigen. Für eine leitungsgebundene Wärmeversorgung aus KWK kann für fossile Brennstoffe pauschal ein Faktor von 0,7 und für KWK mit erneuerbaren Brennstoffen ein Faktor von 0 verwendet werden (AGFW 2014b). Eine genaue Berechnung des Primärenergiefaktors bei gemischten Brennstoffen erfolgt über eine **gewichtete Kalkulation aller eingesetzten Brennstoffe**, wobei auch eine Stromgutschrift für den in KWK gekoppelt erzeugten Strom zu berücksichtigen ist.

Kritiker bemängeln, dass der **Primärenergiefaktor unzulänglich** für die Beurteilung der Klimafreundlichkeit der Wärmeversorgung sei (Maaß et al. 2015). So werden z.B. Heizöl, Erdgas und Steinkohle mit dem gleichen Primärenergiefaktor bewertet, obwohl sie eine unterschiedliche CO₂-Bilanz aufweisen. Aufgrund der aktuellen Berechnungsmethodik bestehe beispielsweise kein Anreiz für die Wärmeversorger, von Kohle-KWK auf emissionsärmere Brennstoffe oder erneuerbare Wärme umzustellen, weil dies keine positive Auswirkung auf den Primärenergiefaktor habe. Im Gegenteil könne sogar der errechnete Primärenergiefaktor steigen, wenn statt KWK-Wärme erneuerbare Wärme, z.B. aus Biomasse oder Solarthermie, eingesetzt wird.

Eine mögliche Lösung dieser Problemstellungen stellt eine grundsätzliche Umsteuerung mit der **Ablösung des Zielkriteriums Primärenergiebedarf durch eine Kombination aus Endenergiebedarf und CO₂-Emission** dar (Maaß et al. 2015, S. 57). In zahlreiche Befragungen, die adelphi im Rahmen dieser Studie mit Akteuren aus der Praxis durchgeführt hat, wurde zudem die Intransparenz der Berechnung der Primärenergiefaktoren für KWK kritisiert. Zur Erreichung der Klimaziele sei Ablösung des PEF durch einen CO₂-Faktor wünschenswert. Die Berechnung des PEF bietet jedoch auch Ansatzpunkte für LowEx-Wärmenetze: So könnten z.B. unterschiedliche Faktoren für unterschiedliche Temperaturniveaus und Energiequellen berechnet werden, um den Vorzügen des Konzepts Geltung zu verschaffen.

- **Mangelnde Transparenz der für Fernwärme genutzten Energieträger**

Das EnWG schreibt in § 42 die transparente Auflistung der ökologischen Qualität von Strom gegenüber Verbraucher/-innen vor. Die Regelung besagt, dass auf Stromrechnung der Anteil der einzelnen Energieträger und Informationen über CO₂ und verursachten radioaktiven Abfall ausgewiesen werden müssen. Entsprechende **Transparenzvorschriften gibt es für Fernwärme derzeit nicht**, werden aber in der Literatur z.T. gefordert (Maaß et al. 2015). Eine solche Transparenz könnte einen großen Anreiz für Wärmeversorger auslösen, ihren EE-Anteil zu erhöhen.

Gegen die Ausweisung ökologischer Faktoren könnte jedoch sprechen, dass manche Verbraucher/-innen angesichts des hohen Steinkohle-Anteils ihrer leitungsgebundene Wärmeversorgung von bis zu 22% (BMW_i 2015f) aus ökologischen Gründen auf eine Individualheizung umstellen könnten. Da leitungsgebundene Wärmeversorgung jedoch mit langen Vertragslaufzeiten verbunden ist, könnte das bei Neubauten die Wahl hin zu einer Individualheizung mittels Gas oder Solarthermie beeinflussen, anstelle konventioneller Fernwärme. In Abhängigkeit der eingesetzten Brennstoffe können effiziente

Individualheizungen im Vergleich zu konventioneller Fernwärmeversorgung CO₂-Einsparungen erlauben (Pfnür et al. 2016, S. 53–54). In diesem Fall könnte eine Transparenzpflicht für Wärmeversorger einen Anreiz für einen ökologischeren Fernwärmemix setzen.

- **Lückenhafte kommunale Wärmebedarfspläne**

Wie in Kapitel 0 dargestellt, besteht keine Verpflichtung, kommunale Wärmebedarfspläne zu erstellen. In der Folge ist den Kommunen und anderen möglichen treibenden Kräften oft nicht bekannt, welche Wärmequellen lokal vorhanden sind. Auch können vorhandene Wärmequellen nicht planungsrechtlich gefördert werden. Mit kommunalen Wärmebedarfsplänen kann die **Datenlage bezüglich des Wärmebedarfs und potenzieller Wärmequellen erheblich verbessert** werden. Die notwendigen Daten für die Erstellung der Pläne liegen darüber hinaus bereits in den Kommunen. Allerdings können Interessenkonflikte für Kommunen als Eigentümerinnen der Stadtwerke bestehen, deren Geschäftsmodell durch neue Lösungen infrage gestellt wird.

In der Literatur findet sich daher die Forderung, dass eine klimaneutrale Wärmeversorgung künftig zur wichtigen Aufgabe von Kommunen wird und der Bund den Kommunen diese Aufgabe zuweist (Baur et al. 2015; Maaß et al. 2015, S. 51–52). Auch in der BMU Leitstudie zum EE-Ausbau (2012a) werden bereits verpflichtende kommunale Wärmepläne gefordert oder alternativ Verpflichtungen der Regionen, um die **Abstimmung der Kommunen untereinander** zu erleichtern. Eikmeier (2013) spricht sich für die Nutzung digitaler Wärmebedarfskarten aus, die u.a. einfache Übernahme der Daten in andere Tools ermöglichen, z.B. für Wirtschaftlichkeitsberechnungen.

Politisch stellt sich die Frage, ob Kommunen verpflichtet werden sollten, Wärmebedarfspläne zu erstellen oder ob statt einer Verpflichtung andere positive Anreize gesetzt werden könnten. Hierbei müssen die Kosten der Planerstellung mit dem Nutzen des Plans verglichen werden. Die **Kosten-Nutzen-Rechnung** wird dabei von Faktoren wie der Bevölkerungsdichte, der Existenz von Wärmequellen sowie der Informationslage durch bereits vorhandene Pläne, die z.B. von Fernwärmebetreibern erstellt wurden, bestimmt. In ländlichen Gegenden ohne besondere Wärmequellen kann das Kosten-Nutzen-Verhältnis durchaus ungünstig sein. Fraglich ist daher, wer von solchen Plänen profitieren kann und wer mögliche Verlierer sind, wie z.B. diejenigen, die von den potentiellen Maßnahmen des Plans negativ betroffen werden könnten. Denkbar wäre auch die Bindung an bestimmte Strukturparameter wie Gebäudezahl, Bebauungsdichte, etc.

Ein weiterer denkbarer positiver Anreiz ist auch die **Vergabe von Fördermitteln für die Kommune an die vorherige Erstellung eines Wärmebedarfsplans zu knüpfen**. Vergleichbares wurde/wird bei den Klimaschutzkonzepten bereits praktiziert, die vom Bund bzw. einigen Ländern gefördert werden. Dafür müssten vorab allerdings spezifische Anforderungen an solche Pläne erarbeitet werden.

Gegen eine Verpflichtung kann auch angeführt werden, dass die Kommunen teilweise nicht über genügend finanzielle Mittel und qualifiziertes Personal verfügen, um solche Pläne zu erstellen. Die Erstellung könnte jedoch auch an Fachexpert/-innen, wie z.B. Ingenieurbüros oder Universitäten, ausgelagert werden. Aufbauend auf kommunalen Wärmebedarfsplänen könnten raumordnerische Maßnahmen erarbeitet werden, wie z.B. die Ausweisung von Vorranggebieten für Wärmenetze in Quartieren mit ausreichend hoher Wärmedichte.

Thüringen hat hier bereits einen Versuch unternommen, kommunale Wärmebedarfspläne als Planungsinstrument vorzuschreiben. Die Stadtwerke Bielefeld haben einen

Wärmebedarfsatlas erstellen lassen, mit dem sie kurz-, mittel- und langfristige Wärmeversorgungsperspektiven für verschiedene Gebiete eruieren können (Schulz 2011). Auch der Landkreis Regen hat einen Energienutzungsplan erstellen lassen mit Wärmekataster und potenziellen Nahwärmegebieten (Technische Hochschule Deggendorf 2013). Zu weiteren Orten mit Energienutzungsplan gehören bspw. Regensburg (allerdings kein Schwerpunkt auf Wärme), Esslingen am Neckar (Schwerpunkt auf Wärme, Karten erstellt) (Stadt Esslingen am Neckar 2013) und Nürnberg (Wärmekataster erstellt) (Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft e.V. 2011).

- **Fehlender Rechtsrahmen zur dezentralen Einspeisung durch Dritte**

Um vorhandene Potentiale für erneuerbare Wärme möglichst umfänglich erschließen zu können, sieht das LowExTra-Konzept vor, dass die Abnehmer von Wärme gleichzeitig auch Wärme in das Netz einspeisen können, d.h. zu sogenannten Prosument/-innen werden. Das Netz soll dezentral organisiert und flexibel hinsichtlich der Wärmeeinspeisung und -abnahme sein. Die **Übernahme von Wärme aus Anlagen, die von Dritten betrieben werden, wird bereits vielfach praktiziert**. Eingespeist werden beispielsweise Wärmemengen aus Biomasse-BHKW, industrieller Abwärme oder Müllverbrennungsanlagen (siehe Tabelle 8 im Anhang). Allerdings existiert **bislang kein gesetzlich festgelegter Rechtsrahmen für die Einspeisung durch Drittanbieter**, insbesondere besteht kein Anspruch Dritter auf die Einspeisung und Vergütung erzeugter Wärme (Maaß et al. 2015, S. 68). Derzeit basiert die dezentrale Einspeisung daher lediglich auf freiwilligen Kooperationen der beteiligten Akteure. Wie sich aus den im Rahmen des Forschungsprojekts durchgeführten Expertenbefragungen ergab, stellt das Fehlen rechtlicher Rahmenbedingungen für die Einspeisung in Wärmenetze daher eine für LowExTra relevante Regelungslücke dar. Sie erschwert die optimale Ausnutzung aller auf einem Gebiet vorhandenen Wärmepotentiale.

Ein weiterer Aspekt betrifft das Steuerrecht. **Wohnungsbaugesellschaften verlieren beispielsweise die Gewerbesteuerbefreiung**, wenn sie erneuerbare Wärme erzeugen und gegen Vergütung ihren Mietern zur Verfügung stellen (Bohl et al. 2011, S. 22–23). Dies ist eine wesentliche Hürde für Wohnungsbaugesellschaften, in eigene dezentrale EE-Wärmeanlagen zu investieren. Diese kommen jedoch als potenziell bedeutsame dezentrale Einspeiser in das LowEx-Netz infrage. Ein möglicher Rechtsrahmen für die dezentrale Einspeisung, der sich an den in Kapitel 0 dargestellten Regelungsoptionen orientieren kann, muss diese komplexen Regulierungsfragen berücksichtigen.

4.3 Zusammenfassende SWOT-Analyse

Aus der Analyse der bestehenden Regulierungen und Förderungen lassen sich **Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken** (*Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats*, kurz SWOT) für das LowExTra-Konzept ableiten. Das Gegenteil einer Stärke bzw. einer Chance kann dabei in der Regel als Schwäche bzw. Risiko gewertet werden und wird daher aus Gründen der Übersichtlichkeit nur auf einer Seite genannt. Die hier identifizierten Hemmnisse stellen besonders **relevante Herausforderungen bei der Umsetzung innovativer Wärmenetzlösungen** dar. Teilweise werden auf Länder- und Kommunalebene bereits für einzelne dieser Problemstellungen Lösungen erprobt, soweit der föderale Rechtsrahmen dies zulässt. Die hier genannten Umsetzungshemmnisse erfordern jedoch weitere regulatorische Aufmerksamkeit und innovative Lösungsstrategien, um das LowExTra-Konzept als Ansatzpunkt einer klimaschonenden Wärmeversorgung zu ermöglichen. Im folgenden Kapitel 0 wird die Analyse der Regelungslandschaft daher mit den technischen Merkmalen des LowExTra-Konzepts verknüpft, um einen direkten Bezug zwischen den technischen Besonderheiten von LowEx-Netzen und der Umsetzbarkeit des Konzepts herzustellen.

Tabelle 4: SWOT-Analyse der bestehenden Regelungslandschaft für LowExTra

SWOT-Analyse			
Stärken	<ul style="list-style-type: none"> Die Transformation leitungsgebundener Wärme ist ein wichtiges Element der Dekarbonisierung der Wärmeversorgung, die in den Klimaschutzzielen der Bundesregierung verankert ist. 	Schwächen	<ul style="list-style-type: none"> Wärmeerzeugung und -Vertrieb in der Regel in einer Hand sowie sehr heterogene, lokal verankerte Versorgungsstrukturen und natürliche Monopole erschweren die Etablierung neuer Geschäftsmodelle.
	<ul style="list-style-type: none"> Vorschriften zu EE-Einbindung und Energieeffizienz in der Wärmeversorgung bieten einen Ansatzpunkt für LowEx-Netze 		<ul style="list-style-type: none"> Mangelnde Transparenzpflichten und PEF-Berechnungsmethode verschleiern ökologische Vorteile leitungsgebundener Wärmeversorgung.
	<ul style="list-style-type: none"> Die Relevanz von Niedrigtemperaturnetzen wird in der Forschungsförderung auf nationaler und europäischer Ebene erkannt. 		<ul style="list-style-type: none"> Teilweise mangelhafte Datengrundlage aufgrund fehlender Wärmebedarfs- und Wärmenetzausbaupläne.
	<ul style="list-style-type: none"> Anschluss- und Benutzungsgebote für Wärmenetze bereits lokal möglich. 		<ul style="list-style-type: none"> Relevante Rechtsbereiche (bspw. Miet- und Steuerrecht), sind teilweise unzureichend abgestimmt.
Chancen	<ul style="list-style-type: none"> Chance zur Übertragung von Erfahrungswerten aus dem Strommarkt und mögliche Ausbaudynamik durch geplante Gesetzesnovellen (z.B. Gebäudeenergiegesetz, EU-Vorgaben). 	Risiken	<ul style="list-style-type: none"> Fernwärmeversorgung steht in Konkurrenz zu preiswerter Gasversorgung und dezentralen Lösungen wie bspw. Wärmepumpen.
	<ul style="list-style-type: none"> Großes Potential für Abwärme- und EE-Nutzung durch netzgebundene Wärmeversorgung . Diskussion von EE-Mindesanteilen für Wärmenetze im Gebäudeenergiegesetzesentwurf. 		<ul style="list-style-type: none"> Voraussichtliche Verringerung des Wärmebedarfs (Niedrigstenergie-Standards bis 2050) verringern nachfrageseitig den Wärmeabsatz
	<ul style="list-style-type: none"> Zunehmende (Re-)Kommunalisierung und Dezentralisierung des Wärmemarkts. 		<ul style="list-style-type: none"> Strukturell niedrige Strompreise und hohes EE-Stromangebot bevorzugt dezentrale power-to-heat-Versorgung gegenüber Wärmenetzen
	<ul style="list-style-type: none"> Verbreitung kommunaler Wärmebedarfspläne kann die Datenlage für Netzausbau deutlich verbessern. 		<ul style="list-style-type: none"> Infrastrukturmaßnahmen beim Neu- und Ausbau von Wärmenetzen sowie lange Lieferverträge können auf Akzeptanzprobleme stoßen.

Quelle: eigene Darstellung

4.4 Regulatorische Stellschrauben für die Umsetzbarkeit des LowExTra-Konzepts

In der Analyse der Regelungslandschaft wurden zentrale regulatorische Hemmnisse für die Umsetzung von LowEx-Netzen identifiziert. Diese beziehen sich grundsätzlich auf einzelne der klar unterscheidbaren Merkmale des LowExTra-Konzepts, die in Kapitel 2.2 dargestellt sind. In der nachfolgenden Tabelle werden nun regulatorische Stellschrauben aufgeführt, die die **Umsetzbarkeit der einzelnen Komponenten** beeinflussen können, um abzuwägen, inwieweit die technischen Merkmale des LowExTra-Konzepts innerhalb der geltenden Regelungslandschaft für oder gegen seine Umsetzbarkeit sprechen.

Wie die Darstellung regulatorischer Stellschrauben für die technischen Merkmale des LowExTra-Konzepts zeigt, behindert beispielsweise das Fehlen klarer Regeln für die dezentrale Einspeisung durch Dritte die Umsetzbarkeit von LowEx-Netzen. Darüber hinaus erschwert die aktuelle Regelungslandschaft allgemein eine wirtschaftliche Umsetzung des LowExTra-Konzepts, auch in Bezug auf den im Forschungsprojekt vorhandenen Fokus auf den Gebäudebestand.

Beide Hürden wurden jedoch auf unterschiedlichen Ebenen bereits als regulatorisches Defizit erkannt: so sieht das **Winterpaket der EU-Kommission** zur Energieunion vor, den diskriminierungsfreien Zugang Dritter zu Wärmenetzen gesetzlich auszugestalten. Ferner wird der Gebäudebestand in Anforderungen für die Nutzung von EE-Wärme von einzelnen deutschen Bundesländern bereits eingezogen. Jedoch enthält der Referentenentwurf des **Gebäudeenergiegesetzes**, der das EEWärmeG ersetzen soll, keine entsprechende Ausweitung der EE-Anforderungen für die Wärmeversorgung von Bestandsgebäuden. Die übrigen technischen Merkmale von LowExTra unterliegen entweder keinen direkten regulatorischen Hemmnissen - hierunter fallen z.B. die Aufhebung des klassischen Vor- und Rücklaufs oder die erhöhte Anzahl der Leiter im Vergleich zu klassischen Fernwärmenetzen - oder sind nicht LowExTra-spezifisch, sondern finden sich eher in einer allgemeinen Debatte um die Zukunft leitungsgebundener Wärmeversorgung.

Tabelle 5: Übersicht verschiedener Teilaspekte zur Umsetzbarkeit des LowExTra-Konzepts

LowExTra-Merkmal	Pro Umsetzbarkeit	Contra Umsetzbarkeit
<p>Niedrigexergie-netz (hohe Energieeffizienz & hoher EE- bzw. Abwärme-Anteil)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • LowEx-Netze sind in hohem Maße geeignet, zur Erreichung der deutschen EE-Ausbau- und Klimaschutzziele beizutragen • Regelungsbestand befördert Einbindung von EE- und Abwärme in Wärmenetze sowie Energieeffizienz (bspw. durch EE-Mindestanteil am Wärmebedarf von Neubauten) • Förderung von EE-Technologien, Wärmenetzen und Wärmespeichern durch MAP und KWKG; neuerdings auch Förderung innovativer Wärmenetzsysteme • Gute Erfahrungen mit EE- Wärmenetzen in In- und Ausland (Nahwärmegenossenschaften; Bsp. Dänemark) 	<ul style="list-style-type: none"> • Berechnungsmethode des Primärenergiefaktors bildet Klimaschutzpotentiale leitungsgebundener Versorgung mit EE-Wärme nicht ausreichend ab. • EE-Mindestanteil am Wärmebedarf sind für den Gebäudebestand bisher nicht vorgesehen. • Geringer Bekanntheitsgrad leitungsgebundener Wärmetechnologien auch bei Niedrigstenergiegebäuden. • Schlechte Verfügbarkeit von Daten über lokale EE- und Abwärmequellen durch fehlende kommunale Wärmeplanung
<p>➔ Hauptgründe sprechen bei diesen Merkmal pro Umsetzbarkeit.</p>		
<p>Dezentrale Einspeisung und Prosument/-innen: Entflechtung von Erzeugung-Netz-Vertrieb</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Fremdbezug von Dritten wird bereits freiwillig praktiziert, jedoch nicht durch dezentrale EE-Anlagen. • Kartellamtsentscheidung Hamburg zu Öffnung Vattenfall-Fernwärmenetz 	<ul style="list-style-type: none"> • Versorgungsstruktur der Fernwärme aus einer Hand: Entflechtung von Erzeugung, Netzen und Vertrieb nur unter Berücksichtigung eines tragbaren Geschäftsmodells für EVU • Derzeit besteht kein Rechtsanspruch Dritter auf dezentrale Einspeisung in Wärmenetze. • Erzeugung von EE-Wärme ist für Wohnungsbaugesellschaften durch möglichen Verlust der Gewerbesteuerbefreiung unattraktiv
<p>➔ Hauptgründe sprechen bei diesem Merkmal gegen die Umsetzbarkeit.</p>		

LowExTra-Merkmal	Pro Umsetzbarkeit	Contra Umsetzbarkeit
<p>Passives Mehrleiter-Netz</p>	<ul style="list-style-type: none"> Für das Verlegen von mehreren Leitungen sind keine wesentlichen zusätzlichen Hürden zu erwarten. <p>→ Hauptgründe sprechen bei diesem Merkmal pro Umsetzbarkeit.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Negative Umweltwirkungen und Kosten durch Verlegen der Wärmerohre; Konkurrenz mit anderen im Boden verlegten Infrastrukturen
<p>Netz als Speicher</p>	<ul style="list-style-type: none"> Übertragung von Förderungen für Wärmespeicher auf Kapazitäten des LowEx-Netzes ist denkbar Wärmenetze können individuelle Wärmespeicher ersetzen. <p>→ Hauptgründe sprechen bei diesem Merkmal pro Umsetzbarkeit.</p>	
<p>Fokus Städte/urbaner Raum</p>	<ul style="list-style-type: none"> Einsatz von LowEx-Netzen als Teil- oder Sekundärnetze Wärmenetze als Bindeglied der Wärmeversorgung zwischen Stadt- und Umlandgebieten <p>→ Hauptgründe sprechen bei diesem Merkmal pro Umsetzbarkeit.</p>	
<p>Fokus Gebäudebestand statt Neubauten</p>	<ul style="list-style-type: none"> Erhöhte Fördersummen und erweiterter Katalog förderfähiger Maßnahmen für Gebäudebestand durch MAP-Novelle 2015 Wärmenetze als Option für EE-Wärme in Bestandsgebäuden <p>→ Hauptgründe sprechen bei diesem Merkmal gegen die Umsetzbarkeit.</p>	<ul style="list-style-type: none"> EEWärmeG als Hauptförderinstrument für EE- Wärme bezieht sich nur auf Neubauten. Ausweitungsmöglichkeit auf den Gebäudebestand wird bislang nur von wenigen Ländern genutzt. Mietrecht: Umstellung auf Fernwärme für Vermieter schwierig, da Kostenneutralität schwer nachzuweisen ist.

Quelle: Eigene Darstellung.

5 Förderung und Finanzierung

Die Wärmegestehungskosten erneuerbarer Energiequellen liegen derzeit in der Regel über denen auf Basis fossiler Energieträger. Dies liegt insbesondere an den hohen Investitionskosten für erneuerbare Systemlösungen. Um den Ausbau leitungsgebundener erneuerbarer Wärme voranzutreiben, muss die **Konkurrenzfähigkeit erneuerbarer Technologien gesteigert** werden. Allgemein kann konstatiert werden, dass unter dem derzeitigen Förderregime die Konkurrenzfähigkeit von Wärme aus erneuerbaren Energien unter der **fehlenden Internalisierung externer Kosten fossiler Energieträger** leidet. Ein fairer Wettbewerb, zu dem bspw. eine angemessene Bepreisung von Treibhausgasemissionen beitrüge, könnte die Transformation der Wärmeversorgung bedeutend unterstützen (Stuible 2014).

Eine weitere Möglichkeit besteht in einem verbesserten Zugang zu öffentlichen Förder- und Finanzierungsinstrumenten, die in diesem Kapitel auf unterschiedlichen Governance-Ebenen analysiert werden. Diese Instrumentarien zielen vor allem darauf ab, die Investitionskosten und infolgedessen die Wärmegestehungskosten zu reduzieren. Im Vergleich zur dezentralen Erzeugung benötigen zentrale Wärmeversorgungssysteme häufig eine **aufwändige Infrastruktur und damit verbunden hohe Investitionen**, die mit einem entsprechenden Investitionsrisiko behaftet sind. Mit Wärmenetzen können heute in der Regel nur vergleichsweise niedrige Renditen erzielt werden. Bei der Planung von zukünftigen Projekten zur leitungsgebundenen Wärmeversorgung spielt die Renditeerwartung eine entsprechend wichtige Rolle.

5.1 Randbedingungen der Förderung innovativer Wärmenetze

Aussagen zu den Wettbewerbsbedingungen erneuerbare Wärmeerzeugungstechnologien sind aufgrund der Technologievielfalt und großen Heterogenität der verschiedenen Systemlösungen nur schwer zu pauschalisieren. Potenzial für zukünftige Kostensenkungen von leitungsgebundener EE-Wärme liegt aber grundsätzlich vor allem im technischen Fortschritt sowie in Skaleneffekten durch wachsende Nachfrage. Die Wettbewerbsfähigkeit hängt dabei von den Preisen konkurrierender Energieträger ab. Trotz des anhaltend niedrigen Ölpreises⁵ ist mittel- und langfristig für fossile Brennstoffe mit größerer Preisvolatilität als im Falle erneuerbarer Energien zu rechnen, was die Konkurrenzfähigkeit von EE-Wärme beeinflussen kann. Darin liegt auch ein wesentlicher Vorteil von EE-Wärme: Nutzer/-innen genießen eine **größere Preisstabilität im Vergleich zu preislich schwankenden fossilen Energieträgern**. Aufgrund einer (teilweisen) Unabhängigkeit von Brennstoffen gewährleisten Wärmetechnologien auf Basis erneuerbarer Energieträger zudem eine höhere Versorgungssicherheit. Bei der Nutzung von Biomasse als erneuerbarer Energiequelle, etwa durch eine Pelletheizung, besteht eine Rohstoffabhängigkeit allerdings weiter.

⁵ Im Januar 2016 fiel der Ölpreis nach dem Ende der internationalen Sanktionen gegen den Iran auf unter 30 USD/Barrel von über 100 USD/Barrel Mitte 2014. Zu den Ursachen des Preisverfalls gehören das in den USA vermehrt eingesetzte Fracking, in dessen Folge die Erdölimporte der USA rapide gesunken sind, sowie das Verhalten des Swing Producers Saudi-Arabien, der trotz Preisverfalls sein Angebot nicht reduziert hat. Nach dem Ende der Sanktionen kann Iran nun wieder mehr Öl verkaufen, was den Preisdruck weiter erhöht. Kurzfristig behindert der niedrige Ölpreis voraussichtlich den Ausbau erneuerbarer Energien weltweit.

Im Folgenden werden Determinanten für Investitionsentscheidungen in Wärmetechnologien dargestellt, die für die Analyse finanzieller Förderungen innovativer Wärmenetze relevant sind und seitens der im Rahmen des Forschungsprojekts interviewten Expert/-innen betont wurden:

- **Langfristiger Investitionshorizont**

Bei Investitionen in Wärmeversorgungstechnologien handelt es sich um sehr langfristige Entscheidungen. Bei dezentralen Heizungstechnologien rechnet man mit mindestens 18- 20 Jahren Nutzungsdauer. Ist die Investition einmal getätigt, besteht für Investor/-in und Nutzer/-in eine hohe Pfadabhängigkeit. Im vorgegebenen Zeitraum für die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung, muss das für 2050 vorgesehene Niveau an Energieeffizienz und THG-Emissionen in durchschnittlich zwei Investitionszyklen erreicht werden. Aus klimapolitischen Gesichtspunkten muss ein sog. Lock-in durch langfristige Investitionen in fossile Wärmeerzeugungstechnologien unbedingt vermieden werden. Da die Technologie zur Wärmebereitstellung bei der leitungsgebundenen Versorgung nicht auf individueller Haushaltsebene erworben wird, können Wärmenetze hier eine größere Flexibilität erlauben.

- **Split-Incentive-Dilemma/Mieter-Vermieter-Dilemma**

Das Mieter-Vermieter-Dilemma besteht darin, dass die Investitionskosten für moderne Wärmeversorgungstechnologien bei Hauseigentümer/-innen liegen, durch sinkende Wärmekosten jedoch v.a. Mieter/-innen von der Investition profitieren. Dies reduziert für Hauseigentümer den Anreiz, in neue, effizientere Systemlösungen zu investieren. Dieses Dilemma betrifft in gleichem Maße die Entscheidung für den Anschluss an eine leitungsgebundene Wärmeversorgung. In Deutschland ist der Mietsektor im Vergleich zum Eigentumsmarkt vergleichsweise größer als in anderen europäischen Ländern. Dadurch tritt das Mieter-Vermieter-Dilemma verstärkt auf.

- **„Heizen ist emotional“**

Die Entscheidung über die Wärmeversorgung ist oftmals keine reine „Kopfentscheidung“, die eines rational denkenden homo oeconomicus. Dies zu einen daran, dass seitens der Verbraucher/-innen oftmals ein bedeutendes Informationsdefizit bezüglich der Handlungsoptionen in der Wärmeversorgung besteht. Andere Faktoren, wie (einseitige) Empfehlungen lokaler Heizungsinstallateur/-innen für bestimmte Wärmeversorgungstechnologien, können ebenfalls eine Rolle spielen. Darüber hinaus werden Heizungsanlagen oft erst im Falle eines Defekts ausgetauscht, sodass in der Regel kein längerer Planungshorizont zur Abwägung von Alternativen vorhanden ist. Dies kann insbesondere auch ein Informationsdefizit zu Anschlussmöglichkeiten an Wärmenetze betreffen.

- **Sinkender Wärmeverbrauch**

Das Ziel, den Energiebedarf von Gebäuden bis 2050 auf Niedrigstenergie- bzw. Passivhausstandard zu senken, wird mittel- bis langfristig den Absatz (leitungsgebundener) Wärme reduzieren. Dies kann die Rentabilität bestehender Wärmenetze stark beeinträchtigen. Bei niedrigen verbrauchsgebundenen Kosten fällt zudem die finanzielle Förderung besonders ins Gewicht.

5.2 Finanzierung und Förderung von Erneuerbaren Energien im Wärmebereich

In der Gesamtschau gibt es eine Vielfalt marktorientierter, preis- oder mengenbasierter Förderinstrumente, mit denen der Ausbau von Wärmenetzen auf Basis erneuerbarer Energien gefördert werden kann. Im Folgenden wird näher ausgeführt, mit welchen Förder- und Finanzierungsmöglichkeiten EU, Bund, Länder und Kommunen derzeit Wärmenetze, EE-Wärme, KWK und Abwärme unterstützen, und inwieweit diese auf das LowExTra-Konzept übertragen werden können.

5.2.1 EU-Ebene

Bei der finanziellen Förderung von Wärmenetzen und Wärme aus EE, KWK und Abwärme spielt die EU-Ebene eher eine untergeordnete Rolle. Relevante Förderprogramme der EU werden an dieser Stelle kurz dargestellt. Insgesamt lässt sich festhalten, dass die EU auf **marktorientierte Ansätze bei der Förderung** setzt.

- **Horizon 2020**

Die energiepolitischen Ziele spiegeln sich in der Forschungsförderung der EU wider, mit der die EU auch Projekte im Bereich Wärmenetze fördert. Mit dem Forschungsprogramm Horizon 2020 fördert die EU die **Forschung, Demonstration und Markteinführung erneuerbarer und energieeffizienter Technologien**, insbesondere für Gebäude, Industrie, Wärme- und Kältenutzung und KMUs (Europäische Kommission 2016b). Der Energy Efficiency Call 2016-2017 beispielsweise widmet sich direkt im ersten Kapitel zu Wärme und Kälte dem Thema Wärmenetze und insbesondere der Frage, wie der Anteil erneuerbarer Energien in Wärmenetzen und die Energieeffizienz der Netze erhöht werden können (Europäische Kommission 2015b).

Auch mit den Vorläuferprogrammen, dem 6. und 7. Forschungsrahmenprogramm (FRP), hat die Kommission Forschung für erneuerbare und energieeffiziente Wärmenetze gefördert. Das Budget des 6. FRP für den Bereich Nachhaltige Entwicklung, globale Veränderungen und Ökosysteme (einschließlich Energie- und Verkehrsforschung) betrug 2,12 Mrd. Euro. Die Mittel für den Energiebereich wurden kontinuierlich erhöht. Im 7. FRP entfielen allein auf den Bereich Energie 2,3 Mrd. Euro, wobei bspw. in der Kategorie Heizen und Kühlen 25 innovative Projekte mit einer Gesamthöhe von 105 Mio. Euro gefördert wurden (BMBF 2007). Ein Beispiel ist das Vorhaben SolNet III: SHINE zu solarunterstützten Nah- und Fernwärmenetzen (Universität Kassel 2015) sowie das Projekt INTrEPID (INTElligent systems for Energy Prosumers buildings at District level), dessen Ziel die Anwendung von Smart Grids im Gebäudebereich mittels der Integration erneuerbarer Energie ist (Europäische Kommission 2016d).

- **Europäischer Fonds für regionale Entwicklung (EFRE)**

Der EFRE stellt eine Fördermöglichkeit für Wärmeprojekte in Deutschland dar. Auf Basis von Kofinanzierung öffentlicher oder privater Projekte unterstützt das Programm grundsätzlich Regionen mit Entwicklungsrückstand oder Strukturproblemen. Kriterium bei der Vergabe der Fördermittel sind die betriebliche Wettbewerbsfähigkeit und die Schaffung von dauerhaften Arbeitsplätzen. Ausdrücklich erwünscht sind hierbei Maßnahmen, die der Energieeffizienz, der Forschung, der technologischen Entwicklung und dem Schutz der Umwelt dienen. Für die Verteilung der EFRE-Mittel sind i.d.R. Landesstellen zuständig, wie z.B. die Wirtschaftsministerien der Bundesländer.

In der Förderperiode 2007-2013 betrug das EFRE-Volumen in Deutschland ca. 17 Mrd. Euro (EUFIS 2015). Im Förderzeitraum 2007-2013 wurde zum Beispiel in Berlin ein Projekt zur Wärmeversorgung genehmigt (Errichtung einer Anlage zur Abwasserwärmenutzung für die Schwimmhalle am Sachsendamm). Der Anteil des Investitionsvolumens des Vorhabens machte mit 460.000 Euro bei einem Gesamtvolumen aller EFRE-Projekte in diesem Zeitraum von 875 Millionen Euro allerdings nur einen kleinen Anteil aus (SenWTF Berlin 2014). Weitere Projekte sind z.B. der Energiebunker in Wilhelmsburg in Hamburg oder das Förderprogramm „Heizen und Wärmenetze mit regenerativen Energien“ in Baden-Württemberg. Insgesamt machen jedoch sowohl in Deutschland als auch in den anderen EU-Mitgliedstaaten Energieinfrastruktur oder Energieeffizienzprojekte nur einen geringen Anteil am EFRE-Volumen aus.

- **Europäischer Fonds für strategische Investitionen (EFSI)**

Der Investitionsplan für Europa wurde von der EIB-Gruppe und der Europäischen Kommission ins Leben gerufen, um der derzeitigen Investitionsschwäche innerhalb der EU entgegenzuwirken. Der Fonds ist mit einer Garantie von 16 Milliarden Euro aus dem EU-Haushalt und einem Eigenmittelbeitrag der EIB von 5 Milliarden Euro ausgestattet. Es wird erwartet, dass bis 2018 zusätzliche Investitionen von mindestens 315 Milliarden Euro ausgelöst werden (Europäische Investitionsbank 2015). Von vier Förderschwerpunkten sind für das LowExTra-Konzept die beiden Bereiche der strategischen Infrastruktur einschließlich Energie relevant, sowie der Ausbau der erneuerbaren Energien und Energieeffizienz. Hier sind beispielsweise Investitionen in Wärmenetze und in erneuerbare Heizungsanlagen denkbar. Auch in der Mitteilung zur Energieunion weist die Kommission auf die Bedeutung des EFSI für den Energiesektor hin (Europäische Kommission 2015a).

- **Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums (ELER)**

Im Rahmen des Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums werden in der Förderperiode von 2014 bis 2020 Unternehmen, Kommunen, öffentliche Einrichtungen sowie Verbände und Vereinigungen bei der Realisierung von landwirtschaftlichen Projekten finanziell mit insgesamt 85 Mrd. Euro unterstützt (StMWi 2015). Dies bedeutet eine jährliche Unterstützung landwirtschaftlicher Projekte in Deutschland von rund 1,4 Mrd. Euro (StMWi 2015). Im Wärmesektor können Kommunen bei der Projektumsetzung von Nahwärme- und Biogasleitungen zur dezentralen Versorgung mit EE gefördert werden, wobei Erzeugungsanlagen ausdrücklich ausgenommen sind. Bedingung hierfür ist, dass die jeweilige Gemeinde weniger als 10.000 Einwohner hat.

- **Europäischer Energieeffizienzfonds (EEEF)**

Der EEEF fördert Kommunen und Regionen bei Projekten zur Energieeinsparung, erneuerbaren Energien und öffentlichem Verkehr. Voraussetzung der Finanzierung ist, dass die Projekte eine mindestens 20-prozentige Energieeinsparung aufweisen müssen. Des Weiteren ist ein mittel- bis langfristiges Konzept der Vorhaben zur CO₂-Reduzierung obligatorisch (BMW_i 2016b). Prinzipiell werden Projekte mit einem Investitionsvolumen zwischen 5 und 25 Mio. Euro gefördert. Bis Ende 2014 wurden im Rahmen des EEEF rund 185 Mio. Euro investiert. Investitionsförderungen für EE im Wärmesektor gab es besonders bei der Wärmeversorgung durch Fernwärmeanschlüsse (EEEF S.A. 2014).

- **Intelligent Energy Europe (IEE)**

Mit dem Intelligent Energy Europe Programm förderte die EU-Kommission bis 2014 Projekte in den Bereichen Energieeffizienz, erneuerbare Energien und im Transport (Europäische Kommission 2016c). Für mögliche LowEx-Netze sind Projekte von Bedeutung, die im Sektor

Wärme- und Kälteversorgung finanziell unterstützt wurden, wie z.B. die Solar District Heating Platform (SDH) zur Implementierung solarer Nah- und Fernwärmenetze, wobei Projekte in 14 europäischen Ländern verwirklicht wurden (Solites). Eine beispielhafte Realisierung des SDH-Programms ist das größte deutsche Solarkollektorenfeld in Crailsheim, Baden-Württemberg, welches rund 4,7 GWth pro Jahr in ein angeschlossenes Nahwärmenetz speist. Die SDH-Plattform besaß im Rahmen des Intelligent Energy Europe-Programms ein Gesamtinvestitionsvolumen von 1,8 Mio. Euro, wovon 75 Prozent durch die EU gefördert wurden. Ein weiteres gefördertes Projekt ist SmartReFlex, das auf dem Ausbau smarterer und flexibler Fernwärme- und Fernkältesysteme mit einem hohen EE-Anteil beruht. Dazu stehen sechs Modellregionen in vier Ländern zur Verfügung, in denen 14 neue Systeme zur Wärme- und Kälteversorgung auf Basis von EE durch lokale Stakeholder erprobt werden (Europäische Kommission 2016e).

- **European Local Energy Assistance (ELENA)**

Mit Mitteln aus dem Intelligent Energy Europe Programms unterstützte das Programm European Local Energy Assistance bis 2015 Gebietskörperschaften bei der Umsetzung nachhaltiger Energieprojekte, wozu auch energieeffiziente Fernwärmenetze und Kühlsysteme gehören (Europäische Investitionsbank 2016). Gefördert wurden auch Machbarkeits- und Marktstudien, Energieprüfungen und die Vorbereitung von Vergabeverfahren.

5.2.2 Bundesebene

5.2.2.1 Marktanreizprogramm MAP (von 1999, zuletzt 2015 novelliert)

Das Marktanreizprogramm ist im Rahmen der Zielstellung des Forschungsprojekts eines der relevantesten Förderprogramme. Es **fördert mehrere Hauptaspekte des LowExTra-Konzepts**: EE-Wärme im Gebäudebestand sowie Nahwärmenetze mit EE-Mindestanteilen. Das MAP ist mit 300 Millionen pro Jahr das zentrale Förderinstrument für Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Wärme für Bestandsbauten. Die Förderung von Neubauten besteht nur für bestimmte, innovative Anlagentypen, meist zu einem geringeren Fördersatz. Der Neubaubereich wird durch das später eingeführte EEWärmeG abgedeckt (siehe oben). Das MAP unterstützt die Umstellung von Heizungs- und Wärmearanlagen auf erneuerbare Energien (Solarthermie, Biomasse, Geothermie/ Wärmepumpe) sowie den Ausbau von Nahwärmenetzen mit einem bestimmten EE-Mindestanteil. Das MAP richtet sich an private Hausbesitzer/-innen, Unternehmen und Kommunen.

Die **anfänglich höheren Investitionskosten für EE-Anlagen** sind eine der Haupthürden für die Umstellung auf eine erneuerbare Wärmeversorgung. Die Förderungen durch das MAP setzen daher bei den Investitionskosten der EE-Anlagen an, um diese in etwa auf die geringeren Kosten für einen Gasbrennwertkessel zu reduzieren. Das MAP besteht aus zwei Säulen: 1) zinsgünstige Darlehen und Tilgungszuschüsse über das KfW-Programm „Erneuerbare Energien Premium“ und 2) Zuschüsse durch das BAFA. Die beiden Fördermechanismen von KfW und BAFA werden nachfolgend vorgestellt.

- **KfW-Programm „Erneuerbare Energien Premium“ (Fokus größere Anlagen)**

Das KfW-Programm „Erneuerbare Energien Premium“ unterstützt größere Anlagen zur EE-Nutzung im Wärmemarkt durch **zinsgünstige Darlehen und Tilgungszuschüsse**. Förderfähig sind hierbei sowohl Wärmeversorgungsanlagen als auch Wärmenetze und Wärmespeicher, die aus EE-Anlagen gespeist werden. Kleine und mittlere Unternehmen (KMU)

erhalten einen sogenannten KMU-Bonus von 10 Prozent. Eine Förderfähigkeit nach KWKG, EEG, EEWärmeG etc. schließt in der Regel eine Förderung durch dieses Programm aus.

Solarkollektoranlagen werden mit bis zu 50 Prozent der Nettoinvestitionskosten gefördert. Alternativ wurde mit der Novelle 2015 die Option der ertragsorientierten Förderung für Solarkollektoren eingeführt. Diese setzt sich zusammen aus dem jährlichen Kollektorertrag multipliziert mit der Anzahl der Module multipliziert mit 0,45 Euro. Große Biomasseanlagen und Wärmepumpen werden mit maximal 50.000 Euro je Einzelanlage gefördert. Tiefengeothermische Anlagen können eine Förderung von maximal 2 Millionen Euro je Einzelanlage erhalten, Bohrungen können maximal 2,5 Millionen je Bohrung unterstützt werden. Wärmenetze mit einem EE-Mindestanteil können einen Tilgungszuschuss von bis zu 60 Euro je Meter Trasse und maximal 1 Million Euro erhalten. Bei der Nutzung von Solarthermie liegt der Anteil beispielsweise bei 20 Prozent. Dies gilt ebenso für große Wärmespeicher mit einem Speichervolumen ab 10 m³ für Wärme aus EE. Weitere Bestimmungen zur KfW-Premium-Förderung sind in der Übersicht im Anhang dargestellt.

Energieerzeugungsanlagen, die eine Vergütung nach dem EEG oder KWKG erhalten können, können in der Regel **keine kumulierte Förderung über das KfW EE Premium Programm** erhalten. Ebenso gibt es keine Förderung für Netze mit Wärme aus KWK-Anlagen und Speicher, die nach dem KWKG förderfähig sind.

- **Investitionskostenzuschüsse des BAFA nach MAP (Fokus kleinere Anlagen)**

Das BAFA bezuschusst vor allem kleine Anlagen zur Wärmeerzeugung mit EE in Privathaushalten und Unternehmen. Dies umfasst Solarkollektoren, Biomasseanlagen und Wärmepumpen. Zusätzlich zu einer Basisförderung können verschiedene Innovations- und Zusatzförderungen in Anspruch genommen werden. Während die **Basisförderung nur Bestandsbauten** offen steht, kann die **Innovations- und Zusatzförderung auch von Neubauten** in Anspruch genommen werden. Die Basisförderung wird mit Zusatz- und Basisförderungen kumuliert. Anschlüsse an ein Wärmenetz werden in Zusammenhang mit den Erzeugungsanlagen pauschal mit 500 Euro gefördert. Eine solche Regelung könnte für LowEx-Netze genutzt werden. Weitere Bonuszahlungen in Höhe von 500 Euro gibt es z.B. für Wärmepumpen, die am Lastmanagement teilnehmen.

Die genaue Förderhöhe ist abhängig vom Typ, der Größe, dem Innovationsgrad und der Nutzungsart der Anlage. Bei Solarthermie beispielsweise liegt die Basisförderung für Kollektoren bis 40 m² zur reinen Warmwassernutzung bei bis zu 50 Euro/m². Bei kombinierten Anlagen steigt die Förderhöhe, etwa wenn neben die Anlage neben der Warmwassererzeugung auch für die Raumbeheizung genutzt wird. Die Förderung kann sich erhöhen, wenn die Solarkollektoranlage an ein Wärme- oder Kältenetz angeschlossen ist (bis zu 140 Euro/m², mind. 2.000 Euro).

Im Bereich Biomasse werden beispielsweise Pelletkessel mit bis zum 80 Euro/kW gefördert. Die Basisförderung für Wärmepumpen liegt bei bis zu 40 Euro/kW (Luftwärmepumpen) bzw. bei bis zu 100 Euro/kW bei Wärmepumpen mit Erde oder Wasser als Wärmequelle. Weitere Regelungen zu den Förderhöhen können der Übersicht des BMWi in Abbildung 19: Marktanzreizprogramm 2015, Investitionskostenzuschüsse (BAFA-Teil), Kurzübersicht Solarthermie im Anhang entnommen werden.

- **Weitere KfW-Förderungen**

Zwar ist das MAP das bedeutendste Förderprogramm der KfW für das LowExTra-Konzept. Dennoch gibt es einige weitere Programme, die entweder direkt oder indirekt Elemente des Konzepts fördern. Diese werden in diesem Absatz beschrieben.

Mit dem Investitionszuschuss "Energieeffizient Sanieren" (Programm 430) fördert die KfW die Sanierung zum KfW-Effizienzhaus sowie energetische Einzelmaßnahmen. Es dient der Verbesserung der Energieeffizienz im Rahmen des **CO₂-Gebäudesanierungsprogramms der Bundesregierung** und trägt dazu bei, das Ziel eines klimaneutralen Gebäudebestands bis 2050 zu erreichen. Zu den förderfähigen Einzelmaßnahmen gehören der Austausch einer Heizung und Warmwasserbereitung (KfW 2014). Die Einzelmaßnahmen werden mit 10% der förderfähigen Kosten und bis zu 5.000 Euro je Wohneinheit unterstützt. Eine Kombination mit der MAP-Förderung durch das BAFA ist nicht möglich. Bezuschusst werden können insbesondere

- die Förderung von Wärmeübergabestationen und Rohrnetz bei Erstanschluss an Nah- und Fernwärme sowie Erneuerung bei bestehendem Anschluss,
- Anschlusskosten für Fernwärme,
- Installationskosten (inklusive einmaliger Anschlussgebühren) bei Anschluss an Versorgungsnetz (wenn Anschlussinstallation bei Antragseingang bei der KfW nicht länger als 6 Monate zurückliegt)
- Lieferung und Einbau der solarthermischen Anlage (unter Einschränkungen).

Im Juli 2015 startete das KfW-Energieeffizienzprogramm **Energieeffizient Bauen und Sanieren im Nichtwohngebäudesektor** (KfW 2017). Das Programm wird aus Mitteln des CO₂-Gebäudesanierungsprogramms finanziert. Es gewährt Unternehmen niedrige Zinsen und Tilgungszuschüsse von bis zu 17,5 Prozent, wenn sie ihre Gebäude nach KfW-Effizienzhaus-Standard sanieren oder einzelne Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle oder der Anlagentechnik durchführen. Förderfähige Einzelmaßnahmen umfassen beispielsweise den Einbau, Austausch oder Optimierung raumluft- oder climatechnischer Anlagen inkl. Wärme- und Kälterückgewinnung und Abwärmenutzung sowie die Erneuerung und/oder Optimierung der Wärme-/Kälteerzeugung, -verteilung und -speicherung inkl. Kraft-Wärme bzw. Kraft-Wärme-Kälte-Kopplungsanlagen.

Für Unternehmen der Wohnungswirtschaft stehen keine Programme mit Zuschussförderung zur Verfügung, sondern nur vergünstigte Darlehen. Für Nichtwohngebäude bestehen nur Förderungen durch vergünstigte Kredite. Die KfW schreibt zudem weitere Förderprogramme zur Wärmeversorgung in Gebäuden aus.

- **Weitere BAFA-Förderungen**

Analog zur KfW fördert auch das BAFA über das MAP hinaus mit weiteren Programmen die Umsetzung der Energiewende-Politik der Bundesregierung. Die BAFA-Förderung erfolgt in der Regel über Zuschüsse.

- **Klimaschutzinitiative Mini-KWK**

Neben erneuerbaren Energien und Abwärme ist auch KWK eine mögliche Wärmequelle zur Einspeisung in LowEx-Netze. Mit der Klimaschutzinitiative Mini-KWK fördert das BMUB die Neuerrichtung von Mini-KWK-Anlagen bis 20kWel (BMUB 2015b). Die Förderung ist Teil der nationalen Klimaschutzinitiative. Mit der Novellierung vom 1. Januar 2015 wurden Fördersätze angehoben und Bonusförderungen eingeführt. Die Förderung können sowohl Privatpersonen als auch KMUs oder auch Kommunen in Anspruch nehmen. Sie besteht aus einem **einmaligen Investitionszuschuss, der sich an der elektrischen Leistung der Anlage bemisst**. Für Anlagen mit einer Leistung zwischen 1 und 4 kWel beispielsweise liegt der Förderbetrag bei 300 Euro je kWel kumuliert über die Leistungsstufen. Einen zusätzlichen Wärmebonus von 25 Prozent der Basisförderung gibt es für Mini-KWK-Anlagen mit einem (zweiten) Abgaswärmetauscher zur Brennwertnutzung und Anschluss an ein hydraulisch abgeglichenes Heizungssystem. Der Strombonus beträgt zusätzlich 60 Prozent der Basisförderung und wird für Anlagen gewährt, die einen besonders hohen elektrischen Wirkungsgrad aufweisen.

Zu den Fördervoraussetzungen gehört u.a., dass es sich um besonders effiziente Anlagen nach der „Liste der förderfähigen Mini-KWK-Anlagen“ des BAFA handelt. **Gefördert wird der Gebäudebestand** (Bauantrag/ Bauanzeige vor dem 1. Januar 2009). Es darf kein Anschluss- oder Nutzungsgebot für Fernwärme vorliegen. Zudem muss ein Wärmespeicher mit mindestens 60 Litern pro kWth vorhanden sein.

- **Optimierung bereits geförderter Anlagen**

Hierbei handelt es sich um eine vergleichsweise geringe Förderung mit indirektem Bezug zu LowEXtra. Mögliche zukünftige Prosument/-innen könnten sie für Wärmeerzeugungsanlagen, die in ein LowEx-Netz einspeisen, in Anspruch nehmen.

Bei der Förderung handelt es sich um einen einmaligen Zuschuss zur Optimierung einer bereits geförderten Anlage (max. 200 Euro) oder zum **Wärmepumpencheck** (max. 250 Euro) (BAFA k.A.). Die Optimierungsförderung bezieht sich auf Solarthermieanlagen, Biomasseanlagen und Wärmepumpen, deren Inbetriebnahme vor mind. 3 Jahren und max. 7 Jahren erfolgte. Förderfähige Optimierungsmaßnahmen sind beispielsweise ein hydraulischer Abgleich, die Optimierung der Heizkurve, die Anpassung der Vorlauftemperatur oder der Einsatz von Einzelraumreglern. Beim Wärmepumpencheck wird die tatsächlich erreichte Jahresarbeitszahl mit der im Förderantrag berechneten Zahl verglichen und je nach Abweichung Optimierungsmaßnahmen vorgeschlagen. Der Wärmepumpencheck darf frühestens ein Jahr nach Inbetriebnahme erfolgen.

5.2.2.2 Förderung durch das Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG)

Ein Großteil der Fernwärme in Deutschland kommt derzeit aus KWK-Anlagen (siehe hierzu ausführlich Kapitel 2.1). KWK-Anlagen sind durch die Kopplung von Strom- und Wärmeproduktion besonders effizient. Allerdings hängt der CO₂-Ausstoß auch stark von der Wahl des verwendeten Energieträgers ab. Das zentrale Regelungsinstrument für KWK ist das **Gesetz für die Erhaltung, die Modernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung** von 2002 (zuletzt geändert 2015).

- **Aktuelle Förderung von KWK**

Das KWKG fördert die Erzeugung von KWK-Strom mit einer umlagefinanzierten Förderung mit einem Zuschlag je erzeugter kWh KWK-Strom, je nach Anlagengröße, begrenzt für bestimmte Dauer. Das KWKG ist zudem ein wesentlicher Baustein zur Förderung des Neu- und Ausbaus von Wärme- und Kältenetzen. Um einen Zuschlag zu erhalten, müssen die Wärme- bzw. Kältenetze zu mindestens 60 Prozent aus KWK-Anlagen versorgt werden. Industrielle Abwärme gilt seit der Novelle 2012 auch als Wärme aus KWK.

Es werden nur öffentliche Netze gefördert, d.h. Netze, an die eine unbestimmte Anzahl von Abnehmenden angeschlossen werden kann. Die **Förderung von reinen Werks- und Eigenversorgungsnetzen ist ausgeschlossen**. §19 regelt die Höhe der Zuschlagszahlungen je Netzmeter. Der Zuschlag beträgt:

1. „für neu verlegte Wärmeleitungen mit einem mittleren Nenndurchmesser bis zu 100 Millimetern 100 Euro je laufenden Meter der neu verlegten Wärmeleitung, höchstens aber 40 Prozent der ansatzfähigen Investitionskosten,
2. für neu verlegte Wärmeleitungen mit einem mittleren Nenndurchmesser von mehr als 100 Millimeter 30 Prozent der ansatzfähigen Investitionskosten des Neu- oder Ausbaus.“

Dies entspricht der Förderung vor der KWKG-Novelle 2016. Der Zuschlag gilt ebenso für den Ausbau bestehender Wärme- und Kältenetze. Gefördert werden bei Neu- und Ausbau von Wärmenetzen alle neuen Komponenten, die zur Wärmeübertragung vom bestehenden Netz, bzw. der KWK-Anlage, bis zum Verbraucherabgang erforderlich sind. Gemäß § 10 Abs. 1 AVBFernwärmeV **endet die förderfähige Trasse an der Hausanschlussstation**, die selbst nicht gefördert wird. Nicht förderfähig sind interne Kosten, z.B. für Konstruktion, Planung und Versicherung. Der Zuschlag bei Leitungen bis zu 100 Millimeter Nenndurchmesser darf eine Gesamtsumme von 10 Millionen Euro je Projekt nicht überschreiten. Darüber hinaus fördert das KWKG seit 2012 den Neu- und Ausbau von Wärme- und Kältespeichern (§22-25), in die Wärme und Kälte aus KWK-Anlagen eingespeist wird (mit einem Zuschlag des Baus pro Kubikmeter Wasseräquivalent).

5.2.2.3 Sonstige Förderungen

- **Nationale Klimaschutzinitiative**

Die Nationale Klimaschutzinitiative des BMUB fördert netzrelevante Aspekte des LowExTra-Konzepts auf mehreren Ebenen: Beispielsweise zielt der Förderaufruf „Kommunale Klimaschutz-Modellprojekte“ auf Maßnahmen mit Modellcharakter ab, der sich unter anderem in hohen Treibhausgasminderungen im Verhältnis zur Vorhabensumme sowie einem innovativen konzeptionellen Qualitätsanspruch ausdrückt (BMUB 2016, S. 2).

- **Energiesteuer-Rückzahlung**

Laut Energiesteuergesetz gilt für BHKWs eine Energiesteuerrückerstattung des Brennstoffs Erdgas von 0,55 ct/kWh und für Heizöl von 6,135 ct/Liter.

- **Steuerliches Absetzen**

Handwerkerkosten zum Austausch der Heizungsanlage oder zur Wärmedämmung sind zu 20 Prozent über die Einkommenssteuererklärung steuerlich absetzbar, sofern sie zwischen 300 und 6.000 Euro liegen.

- **EEG (indirekt)**

Das Nahwärmenetz kann als Wärmesenke für BHKWs mit Biomethan gelten. Diese erhalten dann eine Förderung auf den produzierten Strom nach EEG. Nach §47 Abs.6 und 7, EEG 2014 kann Biomethan bilanziell durch das Erdgasnetz geleitet werden.

- **Forschungsförderung**

Die Ziele hinsichtlich der Transformation der Wärmenetze spiegeln sich auch in der Forschungsförderung der Bundesregierung wieder. Kernprogramm ist das 6. Energieforschungsrahmenprogramm (FRP) des BMWi. Das BMWi geht davon aus, dass mit energieeffizienten Wärme- und Kältenetzen große Effizienzpotenziale erschlossen werden können. Berechneten Szenarien zufolge könnten laut BMWi im Jahr 2050 circa 50 Prozent der benötigten Wärme über Wärmenetze bereitgestellt werden. Ziel der Förderung im 6. FRP ist daher, netzgebundene Wärme- und Kälteversorgungssysteme primärenergetisch, exergetisch, wirtschaftlich und ökologisch zu verbessern. Dazu zählt das BMWi sowohl Fernwärmesysteme als auch dezentrale Versorgungsstrukturen. Die Förderung ist unterteilt in die Bereiche Forschung und Entwicklung sowie Demonstration und Pilotvorhaben.

Solarthermie bietet für die in städtischen Ballungsräumen gut ausgebauten Fernwärmenetze neue Perspektiven. Sie kann sowohl fossile Energieträger ersetzen als auch die Wirtschaftlichkeit der Fernwärme insbesondere in den Sommermonaten spürbar verbessern. Das BMWi setzt deshalb in seiner Förderung der Solarisierung von Wärmenetzen insbesondere auf die Konzeptentwicklung, Demonstration und das projektbegleitende Monitoring zur Auswertung (BMWi 2015c). Auf dem Energieforschungsrahmenprogramm beruhen auch die Förderkonzepte EnEff:Stadt und EnEff:Wärme.

5.2.3 Länderebene

Ähnlich wie die allgemeinen Ausbauziele für EE-Wärme und ordnungsrechtlichen Regelungen von Bundesland zu Bundesland variieren (vgl. Kapitel 4.1.3), so gibt es auch hinsichtlich der Förder- und Finanzierungsinstrumente eine breite Vielfalt von Bundesland zu Bundesland. Die Programme bauen teilweise auf bestehende Förderungen auf, v.a. von BAFA und KfW. In vielen Fällen ist eine **Doppelförderung jedoch ausdrücklich nicht vereinbar**. Die Bundesländer nutzen ihren Handlungsspielraum, um ihre Förderung individuell auf die Gegebenheiten in ihrem jeweiligen Bundesland auszurichten, z.B. Bayern zur Geothermieförderung oder in Hessen zur Förderung der ländlichen Entwicklung.

Eine Untersuchung aller Förderinstrumente in allen 16 Bundesländern ist an dieser Stelle nicht zu leisten. Es wird daher eine Auswahl verschiedener und besonders prägnanter Förderansätze diskutiert. Einen umfangreichen Überblick über weitere Instrumente und Programme gibt die Förderdatenbank des BMWi.

- **Baden-Württemberg**

Die Landesbank Baden-Württemberg fördert den Einbau von Heizungsanlagen auf Basis erneuerbarer Energien mit Krediten bis zu 50.000 Euro zu vergünstigten Zinssätzen (L-Bank 2015). Die Förderung bezieht sich sowohl auf den Gebäudebestand als auch auf Neubauten. Die KfW stellt der Landesbank günstige Refinanzierungsmittel für das Programm zur Verfügung.

Das 2015 aufgelegte Programm „Klimaschutz-Plus“ bezuschusst energetische Sanierungen, den Einsatz erneuerbarer Energien sowie Energieberatungen jeweils für gewerblich genutzte Immobilien, Krankenhäuser und kirchliche Einrichtungen. Zudem werden Modellprojekte zur CO₂-Einspeisung gefördert (Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg 2015). Des Weiteren gibt es bei der Klimaschutz- und Energieagentur des Landes eine landesweites Kompetenzzentrum Wärmenetze.

Das baden-württembergische **Förderprogramm „Energieeffiziente Wärmenetze“** verfolgt darüber hinaus einen sehr umfassenden Förderansatz: Gefördert werden die Erstellung von Wärmeplänen, Initiativen zur Beratung und Unterstützung im Vorfeld einer Investition sowie Investitionen in energieeffiziente Wärmenetze unter Nutzung von erneuerbaren Energien, industrieller Abwärme und hocheffizienter KWK (Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg 2017). Diese Förderung kann für das LowExTra-Konzept von besonderer Bedeutung sein.

Des Weiteren fördert Baden-Württemberg **Demonstrationsvorhaben der rationellen Energieverwendung und der Nutzung erneuerbarer Energieträger**. Bezuschusst werden noch nicht am Markt eingeführte Verfahren und Anlagen, „die zu einer deutlichen Verminderung des Energieverbrauchs gegenüber dem Stand der Technik führen oder die Einsatzmöglichkeiten erneuerbarer Energieträger deutlich verbessern“ (Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg 2014). Förderberechtigt sind Unternehmen, Forschungseinrichtungen, Hochschulen, Kommunen, öffentliche Einrichtungen, Privatpersonen sowie Verbände.

- **Bayern**

In Bayern können Unternehmen und Kommunen eine **zusätzliche Förderung für Tiefengeothermie-Wärmenetze** erhalten – in Ergänzung zu einer Förderung über das KfW-Programm Erneuerbare Energien (BMW 2015d). Mit Zuschüssen und Darlehen wird der Auf- und Ausbau von Tiefengeothermie-Wärmenetzen unterstützt mit dem Ziel, möglichst viele Abnehmer zu wettbewerbsfähigen Wärmepreisen an das Geothermienetz anzuschließen. Die Förderung ist nicht mit einer Förderung nach dem KWKG kompatibel.

Darüber hinaus fördert das bayerische Staatsministerium für Wirtschaft seit dem 1. Januar 2015 im Programm „Förderung von Energiekonzepten und kommunalen Energienutzungsplänen“ die Erstellung von Energiekonzepten und Energienutzungsplänen in Kommunen mit bis zu 70 % der Kosten der Studie (StMWi 11.10.2015).

- **Hamburg**

Hamburg bezuschusst mit dem Programm „Erneuerbare Wärme“ über die Investitions- und Förderbank Investitionen in mehreren für das LowExTra-Konzept relevanten Bereichen. Förderfähig sind große Wärmepumpen, die Errichtung und Erweiterung effizienter Wärmeverteilnetze unter Einspeisung von Solarthermie, wenn die Wärmeverluste 10 % nicht überschreiten sowie die Modernisierung von Wärmeverteilnetzen, wenn der Anteil der Wärme aus EE, Abwärme und hocheffizienter KWK 50 % überschreitet und durch die Maßnahmen die in das Netz eingespeiste Wärme aus fossilen Erzeugern um mind. 10 %

verringert wird (IFB Hamburg 2015). Antragsberechtigt sind Privatpersonen, Unternehmen und Verbände. Das Programm bezieht sich auf Bestandsgebäude und Neubauten.

- **Hessen**

Die Wirtschafts- und Infrastrukturbank Hessen vergibt Zuwendungen für Nahwärmenetze in Verbindung mit geförderten Biomasse- und Biogasanlagen (hessenENERGIE 2013). Damit werden zugleich Ziele der ländlichen Entwicklung verfolgt. Die Zuschüsse liegen bei 100 Euro je Trassenkilometer und 250 Euro je angeschlossener Übergabestation.

- **Mecklenburg-Vorpommern**

Kommunen, öffentliche Einrichtungen und Verbände in Mecklenburg-Vorpommern können im Rahmen der „Klimaschutzförderrichtlinie Kommunen“ Zuschüsse für Maßnahmen zur Reduktion von Treibhausgasemissionen beantragen (Landesförderinstitut Mecklenburg-Vorpommern 2014). Zu den Förderbereichen gehören u.a. der Einsatz erneuerbarer Wärmeanlagen, Nahwärmenetze, Strom- und Wärmespeicher und Abwärmenutzung. Gefördert werden auch Studien zur lokalen Energieversorgung. Die Höhe des Zuschusses beträgt i.d.R. bis zu 50 Prozent der förderfähigen Ausgaben.

- **NRW**

Das Programm *progres.nrw* bündelt die förderpolitischen Aktivitäten zur Energiepolitik Nordrhein-Westfalens (Bezirksregierung Arnsberg 2015). Im Wärme- und Kältenetzbereich fördert das Programm Unternehmen mit Zuschüssen von bis zu 65 Prozent der förderfähigen Ausgaben, insbesondere für Neubau und Verdichtung von Fernwärme- und -kältenetzen, zugehörige Anlagen zur Auskopplung von Wärme aus industriellen Prozessen und Müllverbrennungsanlagen, Speicher in Wärme- und Kältenetzen sowie besonders innovative Systeme zur Verteilung und zum Transport von effizienter Fernwärme und –kälte.

Weitere Programmbereiche von *progres.nrw*, z.B. zur Markteinführung von erneuerbaren und energieeffizienten Technologien mit *LowExTra*-Bezug umfassen Solarthermieanlagen, Wärmeübergabestationen, dezentrale KWK-Anlagen bis 20 kW_{el} und Wärmenetze.

- **Rheinland-Pfalz**

Mit dem Zinszuschussprogramm unterstützt Rheinland-Pfalz die Entwicklung von Energiekonzepten, Machbarkeitsstudien und den Ausbau der Energieinfrastruktur in Kommunen. Gefördert werden insbesondere Investitionen in den Bau und Ausbau von Wärmenetzen in Verbindung mit Solarthermie, Wärmepumpen und Biomassefeuerungsanlagen (Kollert 2012).

Des Weiteren werden mit dem Programm „Zukunftsfähige Energieinfrastruktur“ Investitionen in Nahwärmenetze und Energieversorgungsanlagen auf Basis erneuerbarer Energien gefördert. Dieses Programm richtet sich an Firmen, Kommunen und Verbände. Gefördert werden grundsätzlich 12 Prozent der zuwendungsfähigen Ausgaben, bei einem Gesamtinvestitionsvolumen von bis zu 5 Millionen Euro (Henkes 2014). Im Rahmen des Wärmekonzepts Rheinland-Pfalz unterstützt das Land zudem die *Informationsoffensive Nahwärme*, die Erstellung eines Nahwärmeleitfadens, die Bestandsaufnahme von Beispielen guter Praxis in einem Energieatlas sowie eine Potentialstudie zur Beurteilung der Verknüpfung innovativer Speicherkonzepte mit anderen Energiesystemen (MUEEF 2017, S. 15–16).

Beispielhaft kann an dieser Stelle das bereits in Kapitel 4.1.3 erwähnte **Wärme-Konzept für Rheinland-Pfalz** genannt werden. Das Konzept basiert auf dem Landes Klimaschutzgesetz und überführt dessen generelle Zielsetzungen in eine gebündelte Strategie für den Wärmesektor inklusive einer Maßnahmenammlung. Unter Verweis auf die EU-Wärmestrategie soll die Weiterentwicklung bestehender effizienter Netzstrukturen, der Ausbau neuer effiziente (Nah-)Wärmenetze sowie die verstärkte Einbindung regenerativer Wärmequellen und Abwärme in leitungsgebundene Versorgung gefördert werden. Auch der Anschluss an ein Nahwärmenetz anstelle eines Austauschs der Heizungsanlage wird im Konzept als Option diskutiert (MUEEF 2017, S. 13–14). Das LowExTra-Konzept ist in hohem Maße anschlussfähig an die Zielsetzungen des Konzepts und die darin vorgeschlagenen Förderprogramme. Dies unterstreicht die potentielle Bedeutung von Akteuren auf Länderebene für die Umsetzung innovativer Wärmenetze, da im föderalen Ideenwettbewerb erfolgreiche Konzepte von anderen Ländern übernommen werden können.

- **Sachsen**

Im Mai 2015 hat Sachsen auf Initiative des Wirtschaftsministers Martin Dulig einen neuen Fördertopf für erneuerbare Energien, Energieeffizienz und Speicher in Höhe von 70 Millionen Euro ins Leben gerufen (Richtlinie Zukunftsfähige Energieversorgung – RL Energie/2014). Ziel ist es, den CO₂-Ausstoß des stark durch Braunkohleverstromung geprägten Bundeslandes zu reduzieren. Daher bemisst sich auch die Förderhöhe an der CO₂-Einsparung; allerdings umfasst die Förderung auch Forschungs- und Entwicklungsprojekte, sodass die tatsächlichen CO₂-Einsparung durch die neue Förderrichtlinie schwer einzuschätzen sind.

Mit Blick auf LowEx-Netze sind insbesondere folgende Förderungen relevant: Investitionen in EE-Wärmeanlagen in Kombination mit einem Wärmenetz (die Stromerzeugung aus erneuerbaren Quellen wird nicht gefördert), thermische und elektrische Speicher sowie Energieeffizienzmaßnahmen, wie die Nutzung von Abwärme. Die Sächsische Aufbaubank fördert bis zu 90 Prozent der Investitionssummen, maximal 90.000 Euro pro Projekt.

5.2.4 Kommunale Ebene

In Kapitel 0 wurde bereits auf die besondere Bedeutung der kommunalen Ebene für ordnungspolitische und planungsrechtliche Belange und den Ausbau erneuerbarer Wärmenetze eingegangen. **Kommunen haben eine doppelte Rolle inne.** Zum einen nehmen die oftmals (stark) verschuldeten Kommunen selbst Fördermittel in Anspruch, etwa von BAFA und KfW. Die Gemeinde Spakenbüll in Schleswig-Holstein hat z.B. für den Bau eines Wärmenetzes, das mit Wärme aus einer vorhandenen Biogasanlage gespeist wird, einen BAFA-Zuschuss und ein KfW-Darlehen genutzt (Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt Schleswig-Holstein 2015). Zum anderen stellen Kommunen, Stadtwerke und Energiedienstleister Fördermittel zur Verfügung, z.B. in Form von Zuschüssen für Investitionsmaßnahmen, etwa bei der Installation einer Solarthermieanlage. So fördern bspw. die Stadtwerke Tübingen den erstmaligen Anschluss eines Gebäudes an die Wärmeversorgung mit einem Zuschuss von 1.190 Euro (Stadtwerke Tübingen 2014). Die Braunschweiger Versorgungs-AG & Co. KG bezuschusst die Umstellung auf Fernwärme mit einer maximalen Fördersumme von 10.000 Euro (BS Energy 2010). Die baden-württembergische Gemeinde Badenweiler bezuschusst gemeinsam mit der Badenweiler Energie GmbH den Hausanschluss an das Fernwärmenetz mit 2.000 bis 6.000 Euro je nach Größe des Anschlusses (Behrendt 2015). Darüber hinaus gibt es zahlreiche Investitionszuschüsse für die Installation von Solarthermieanlagen, wie z.B. von der

hessischen Gemeinde Niestetal, der GWH Hiddenhausen in NRW oder der Stadtwerke Rostock (SolarContact 2016).

Insgesamt zeigt sich jedoch, dass **ordnungspolitische und planungsrechtliche Maßnahmen** der bedeutendere Hebel der Kommunen für eine Transformation der Wärmenetze sind und nicht die bislang bestehenden vergleichsweise begrenzten finanziellen Zuschüsse.

5.2.5 Weitere Finanzierungsoptionen, Anreizmechanismen und Informationsangebote

Über die vorgestellten direkten Förder- und Finanzierungsmöglichkeiten der EU, des Bundes, der Länder und der Kommunen gibt es weitere innovative Finanzierungskonzepte und Anreizmechanismen für Wärme- und Kältenetze mit Relevanz für LowExTra, auf die im Folgenden eingegangen wird.

- **Wärmeliefercontracting**

Beim Wärmeliefercontracting schließt der/die Hauseigentümer/-in bzw. Vermieter-in einen Vertrag mit einem Energiedienstleister, oftmals mittelständische Heizungsbauunternehmen, aber auch kommunale Stadtwerke oder private Energielieferant/-innen, über eine bestimmte Wärmeabnahme. Der/Die Contractor/-in stellt die Heizungsanlage zur Verfügung und ist für Betrieb und Wartung zuständig. Der/die Abnehmer/-in verpflichtet sich, dem/der Contractor/-in für eine vertraglich vereinbarte Laufzeit von maximal zehn Jahren (§32 AVBFernwärmeV) eine bestimmte Wärmemenge abzunehmen. Die Kosten für Verbraucher/-innen setzen sich aus einem **verbrauchsunabhängigen Grundpreis** für Investition, Wartung, Betrieb und Energiebereitstellung sowie einem **verbrauchsabhängigen Arbeitspreis** der Wärme zusammen.

Für LowExTra ist denkbar, dass die dezentral in das LowExTra-Netz einspeisenden Anlagen von einem Contracting-Unternehmen betrieben werden. Das könnte z.B. der bisherige integrierte Fernwärmeversorger sein oder auch eine neue, auf Contracting spezialisierte Firma. Die Machbarkeit von LowExTra würde sich erhöhen, wenn die **bisherigen integrierten Fernwärmeversorger über Contracting eingebunden** sind anstatt sie in Konkurrenz zu LowExTra zu stellen. Außerdem kann so ihr Wissen und Know-how eingebunden werden.

Es gibt einige Vorteile des Contracting-Konzepts, die bei Anwendung des Konzepts auf LowExTra genutzt werden können. Contracting ist ein innovatives Finanzierungskonzept, das das bereits oben beschriebene **Split-Incentive-Dilemma auflösen** kann. Denn durch Contracting entfallen die einmaligen Investitionskosten, die bei EE-Anlagen über den Kosten für konventionelle Anlagen liegen. Auch wenn selbstverständlich insgesamt die Investitionskosten auf den Grund- bzw. Wärmelieferpreis umgelegt werden. Aber sie fallen nicht auf einmal an und reduzieren so die Hürde, sich für eine EE-Heizungsanlage zu entscheiden. Zudem wird mit dem Ersatz der bisherigen Heizungsanlage durch eine moderne Anlage Energie gespart. Dazu ist der Wärmelieferant gemäß WärmeLV verpflichtet. §2 legt fest, dass der Wärmelieferant die voraussichtliche energetische Effizienzverbesserung oder energetisch verbesserte Betriebsführung in seiner Vertragserklärung angeben muss. Allerdings kritisiert z.B. der Berliner Mieterschutzbund, dass ein Austausch oftmals nicht vorgenommen werde, sondern stattdessen in der Regel die

(veraltete) Technik des Vermieters übernommen werde. Zudem gilt die Pflicht zur Energieeffizienz und zur Kostenneutralität erst mit der Mietrechtsreform 2013⁶ und damit nur für die Wärmeversorgung im laufenden Mietverhältnis ab dem 1.7.2013.

Vorteilhaft kann darüber hinaus gesehen werden, dass der **Markt für Wärmelieferung ein Wachstumssektor** ist, selbst wenn das Wachstum (bezogen auf die Anzahl abgeschlossener Verträge und den Umsatz) seit 2012 weniger stark gewesen ist (VfW 2015). Das Marktvolumen liegt bei etwa einer Milliarde Euro. 2014 liegt die thermische Anschlussleistung im fossilen Bereich bei gut 23 GW und im erneuerbaren Bereich bei 1,57 GW (VfW 2015). **Neue, innovative Geschäftsmodelle** werden hier entwickelt. Dies ist eine gute Voraussetzung für eine Offenheit und ein Interesse an LowExTra-Konzepten. In Berlin gehört beispielsweise die Gasag zu den größten Contracting-Firmen, die ihren Kunden Erdgas-Brennwertanlagen, wahlweise in Kombination mit Solarthermieanlagen, anbietet. Die Gasag hat zwei Modelle entwickelt: das Beistellcontracting, bei dem die neue Anlage neben den vorhandenen, noch funktionierenden Kessel gestellt wird, sowie das Vollcontracting, bei dem die neue Anlage die alte komplett ersetzt (GASAG).

Allerdings gibt es auch einige Hürden bei der Anwendung von Contracting für LowExTra. Bereits in Kapitel 3.4.2 wurde die Problematik der Mietkostenneutralität angesprochen. Der Berliner Mieterschutzbund kritisiert, dass die Heizkosten – entgegen der gesetzlich vorgegebenen Kostenneutralität – für den Vermieter durch Umstellung auf Contracting steigen. Ebenso kritisiert der Mieterschutzbund, dass für den Mieter eine Überprüfung der Heizkostenabrechnung hinsichtlich der Verletzung des Wirtschaftlichkeitsgebots wegen hoher Substantiierungsanforderungen schwierig ist (Mieterschutzbund Berlin e.V. 2014). Zwar sei das Problem des Wärmecontractings im Mietverhältnis – bspw. wann das Gebot der Wirtschaftlichkeit verletzt ist - inzwischen erkannt, werde aber in der Rechtsprechung nicht hinreichend abgebildet. Der **Nachweis der Mietkostenneutralität für den/die Vermieter/-in ist oftmals nur schwer zu erbringen**. Zudem scheint ein weiterer Ansatz zu sein, verstärkt die Nachfrage nach Contracting zu fördern.

- **Energiegenossenschaften**

Beim Bau und Betrieb von Wärmenetzen sind zunehmend auch **Bürgerenergiegenossenschaften** aktiv. Einige innovative Beispiele sind im Anhang in Tabelle 8 dargestellt. Diese Genossenschaften agieren meist lokal begrenzt im ländlichen Raum. Ihre Strukturen sind durch eine große Vielfalt unterschiedlicher Kooperationen geprägt und weisen eine unterschiedlich tiefe Integration der Versorgungskette von der Wärmeerzeugung bis zum/zur Verbraucher/-in auf. In vielen Fällen wird Wärme aus erneuerbaren Rohstoffen produziert und eine Notheizung sowie ein Nahwärmenetz zum Endverbraucher betrieben. In einigen Fällen wird auch die Abwärme lokaler Biogasanlagen genutzt (Degenhart 2010).

Eine große Herausforderung bei der Errichtung von Wärmenetzen durch Betreiber-genossenschaften ist der **hohe, langfristige Finanzierungsbedarf der Anfangsinvestitionen und der lange Amortisationszeitraum** (Clausen 2012). Gewöhnlich wird der Kapitalbedarf aus Eigenkapital-Einlagen der Genossenschaftsmitglieder, Anschlussgebühren der Endabnehmer/-innen, öffentlichen Zuschüssen und langfristigen Krediten, zum Beispiel der KfW, gedeckt (Degenhart 2010). Ein wichtiger Faktor hierbei ist

⁶ Relevant ist hier der §556c BGB: „Der Mieter hat die Kosten der Wärmelieferung als Betriebskosten zu tragen, wenn (1) die Wärme mit verbesserter Effizienz entweder aus einer vom Wärmelieferanten errichteten neuen Anlage oder aus einem Wärmenetz geliefert wird und (2) die Kosten der Wärmelieferung die Betriebskosten für die bisherige Eigenversorgung mit Wärme oder Warmwasser nicht übersteigen.“

die geringere Renditeerwartung privater Investor/-innen verglichen mit gewerblichen oder institutionellen Investoren (Maaß et al. 2015). Die Möglichkeiten der Eigenkapitalbeschaffung über Einlagen der Genossenschaftsmitglieder sind jedoch begrenzt. Primäre Zielgruppe der Mitgliedschaft sind die zu versorgenden Wärmeabnehmer/-innen, sodass nur ein begrenzter Personenkreis infrage kommt. Dabei ist auch zu beachten, dass größere Einlagebeträge keinen Einfluss auf das Mitbestimmungsrecht in der Genossenschaft haben und somit unüblich sind (Degenhart 2010). Gemäß Genossenschaftsgesetz von 2006 ist auch die Aufnahme investierender Mitglieder möglich, was jedoch in der Praxis bisher wenig angewandt wird (Degenhart 2010).

Müller und Holstenkamp (2015) untersuchen die Entwicklung der Neugründung und Neueintragung von Energiegenossenschaften. Als Energiegenossenschaften gelten die im Genossenschaftsregister des Handelsregisters eingetragenen Genossenschaften (eG), „deren Hauptzweck darin besteht, Aktivitäten im Energiesektor durchzuführen – ohne Beschränkung auf bestimmte Wertschöpfungsstufen, d. h. entlang der gesamten Wertschöpfungskette.“ Unter diese Definition fallen Gesellschaften aus vielen Teilbereichen des Energiesektors: unter anderem Photovoltaik-, Wind- oder Biogasanlagen sowie Wärmenetze und Wärmeerzeuger. Gleichzeitig deckt die Untersuchung nur einen spezifischen Teil des Bürgerenergiesektors ab, da Gesellschaften anderer Rechtsformen, wie zum Beispiel GmbH & Co. KG oder Gesellschaften bürgerlichen Rechts (GbR) nicht erfasst werden. Tabelle 6 stellt die Entwicklung der Neugründungen und –Eintragungen in den Jahren von 2006 bis 2014 dar. Der Zeitpunkt der Gründung (Unterzeichnung der Satzung durch die Genossenschaftsmitglieder) und der Zeitpunkt der vorgeschriebenen Eintragung durch das Registergericht können durch die Gründungsprüfung mehrere Monate auseinanderliegen.

Tabelle 6: Neugründung und Neueintragungen von Energiegenossenschaften in das Genossenschaftsregister des Handelsregisters

Jahr	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Neugründung	9	23	58	132	160	194	183	104	29
Neueintragung	9	8	37	90	132	195	187	172	66

Quelle: Eigene Darstellung nach Müller und Holstenkamp 2015.

Die Tabelle zeigt die **rückläufige Entwicklung der Neugründungen von Energiegenossenschaften ab 2012**. Mögliche Ursache könnten die Novellierungen des EEG in 2012 und 2014 und die damit einhergehenden Kürzungen der Einspeisetarife und Einführung von Ausschreibungsverfahren bei Photovoltaik-Freiflächenanlagen liegen. In 2014 wurden nur noch 66 Energiegenossenschaften in das Register eingetragen, davon waren nur 29 im gleichen Jahr gegründet worden. Laut Jahressumfrage des DGRV ist das Geschäftsmodell von 7 Prozent der Energiegenossenschaften die Wärmeerzeugung, von 20 Prozent der Wärmenetzbetrieb. Der größte Anteil der Energiegenossenschaften sind mit 82 Prozent Stromerzeugungsgenossenschaften (DGRV 2015).

Insgesamt stellen Energiegenossenschaften eine dezentrale und bürgernahe Form der Finanzierung dar, wenn auch seit 2012 mit rücklaufender Tendenz. Für LowExTra können Bürgergenossenschaften vielversprechende Akteure zur Umsetzung solcher Netze sein.

- **Informationskampagnen, Beratungsangebote, Bildung**

Im Rahmen der im Forschungsprojekt durchgeführten Experteninterviews wurde betont, dass ein Mangel an Information ein wichtiges Hemmnis der Transformation der Wärmeversorgung darstellen kann. **Informationskampagnen sowie Beratungs- und Bildungsangebote sind daher eine Form indirekter Förderung** innovativer Wärmenetze. Wichtig ist u.a. die Beratung von Endkund/-innen, die planen ihre Heizungsanlage zu ersetzen. Gut durchdachte, optimierte Lösungen, unter die auch ein Anschluss an ein LowEx-Netz zählen könnte, bedürfen längerer Planung und ausreichender Information. Insbesondere Informationen zu vorhandenen und geplanten Wärmenetzen seien derzeit noch schwer zu beschaffen.

Auf Bundes- und Landesebene finden sich derzeit bereits Beispiele für Informationsangebote, Schwerpunkt der Energie- und Klimaschutzinitiative Schleswig-Holstein beispielsweise sind Beratungsangebote im Wärmesektor, die zusammen mit der Energieagentur der Investitionsbank des Landes und kommunalen Partnern vorbereitet wurden (BMUB 2015a). Auch das Wärmekonzept Rheinland-Pfalz zielt mit Informations- und Kommunikationsmaßnahmen „auf die Verbreitung von handlungsrelevantem Wissen über Umsetzungs- und Fördermöglichkeiten zur Steigerung der Energieeffizienz und der Nutzung Erneuerbarer Energien ab [...]“ (MUEEF 2017, S. 26). Diese Angebote werden in Zusammenarbeit mit der Verbraucherzentrale Rheinland-Pfalz, der Energieagentur Rheinland-Pfalz und Landesforsten Rheinland-Pfalz bereitgestellt und umfassen auch eine Beratung zu möglicher Förderung von Maßnahmen (MUEEF 2017, S. 29).

Auch **neue Studiengänge oder Ausbildungsgänge** tragen zur Sensibilisierung für das Thema bei und bilden zukünftige Fachkräfte zur Umsetzung der Wärmewende aus. **Handwerker/-innen und Heizungsinstallateure/-innen kommt eine besondere Bedeutung** zu. Ihre Empfehlung ist oftmals ausschlaggebend für die Entscheidung über die zu installierende Heizungsanlage und wird nicht zuletzt vom Aus- und Fortbildungsstand des/der Handwerker/-in bestimmt. Seit 2003 gehören erneuerbare Wärmetechnologien zum regulären Ausbildungsprogramm des Heizungs- und Sanitärhandwerks (vgl. Verordnung über die Berufsausbildung zum/zur Anlagenmechaniker/in für Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik (BMW; BMBF 28.04.2016, S. 1034–1035)).

5.3 Bewertung ausgewählter Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten

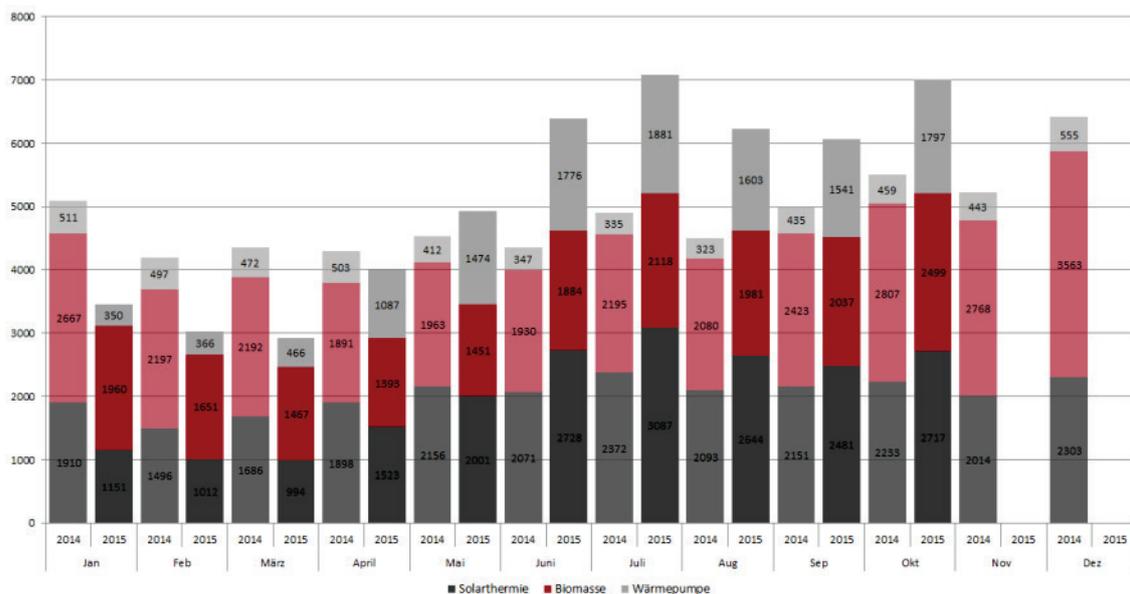
5.3.1 Bewertung der MAP-Novelle 2015 und Diskussion um ertragsabhängige Förderung

Mit der Novelle des MAP im April 2015 wurden die Fördersummen erhöht und der Katalog förderfähiger Maßnahmen deutlich erweitert (BMW 11.03.2015). Insbesondere für Wärmepumpen stiegen die Zuschüsse erheblich. Aber auch für heizungsunterstützende Solarwärme-Anlagen ist der Zuschuss auf 20 bis 25 Prozent der Investitionssumme gestiegen. Sie kann auch als Reaktion auf die Ablehnung der steuerlichen Abschreibung von Installationen im Wärmebereich gesehen werden. Die erneuerbare Energien-Branche wertet die novellierte Förderrichtlinie als erhebliche Verbesserung (Ullrich 2015). Der Bundesverband Solarwirtschaft (BSW) sieht in den verbesserten Förderbedingungen einen wesentlichen Grund für die zukünftig erwartete erhöhte Nachfrage nach Solarthermieanlagen (BSW-Solar 06.05.2015).

Im Zuge der Novelle wurde die **Umstellung von investitionskostenorientierten auf ertragsorientierte Fördersätze** diskutiert. Im Bereich Solarthermie wurde die ertragsorientierte Förderung mit der Novelle als Alternative zur Innovationsförderung eingeführt. Der angerechnete Ertrag entspricht dem im Prüfzertifikat ausgewiesenen Kollektorertrag pro Jahr, der wiederum im Solar-Keymark-Programm festgelegt ist. Nach einer einjährigen Pilotphase prüft die Bundesregierung, ob sich das System bewährt hat und das System vollständig auf die ertragsabhängige Förderung umgestellt werden soll. Das Konzept der ertragsabhängigen Förderung sorgt für mehr Markttransparenz für die Endkund/-innen. Es passt gut zum LowExTra-Konzept, da es für LowEx-Netze relevant ist zu wissen, welche Erträge von dezentralen Prosument/-innen eingespeist werden können. Eine ertragsabhängige Förderung kann dazu beitragen, bessere Daten zu erhalten.

Die **Novelle des MAP zeigt bereits erste positive Wirkungen**. Die im Oktober 2015 vom BAFA veröffentlichten Antragszahlen zeigen einen deutlichen Zuwachs im Vergleich zum Vorjahresmonat (siehe Abbildung 10). Insbesondere bei Wärmepumpen kam es zu einem starken Anstieg von bspw. 335 Anträgen im Juli 2014 auf 1.881 Anträge im Juli 2015. Auch im Bereich Solarthermie ist ein Anstieg zu verzeichnen, wenn auch weniger stark. Bei der Biomasse steigen seit April 2015 zwar die Antragszahlen absolut, sie liegen jedoch unter den Antragszahlen des jeweiligen Vorjahresmonats. Im Jahr 2014 wurden durch die KfW 64 Wärmenetze mit mehr als 50 Anschlüssen gefördert. Im Mittel hatte dieser Netztyp 88 Anschlüsse. Für die Jahre 2009 bis 2013 wurden Netze mit wenigstens 50 Anschlüssen gefördert. Allerdings ist anzumerken, dass der Zuwachs der Förderzahlen nach Inkrafttreten des novellierten MAPs auch teilweise auf „Investitionsstaus“ zurückzuführen ist, d.h. auf die Zurückhaltung geplanter Investitionen in EE-Heizungen zurückgehalten in Erwartung besserer Förderbedingungen durch das novellierte MAP.

Abbildung 10: Monatsstatistik Marktanzreizprogramm – Antragszahlen 2014/2015



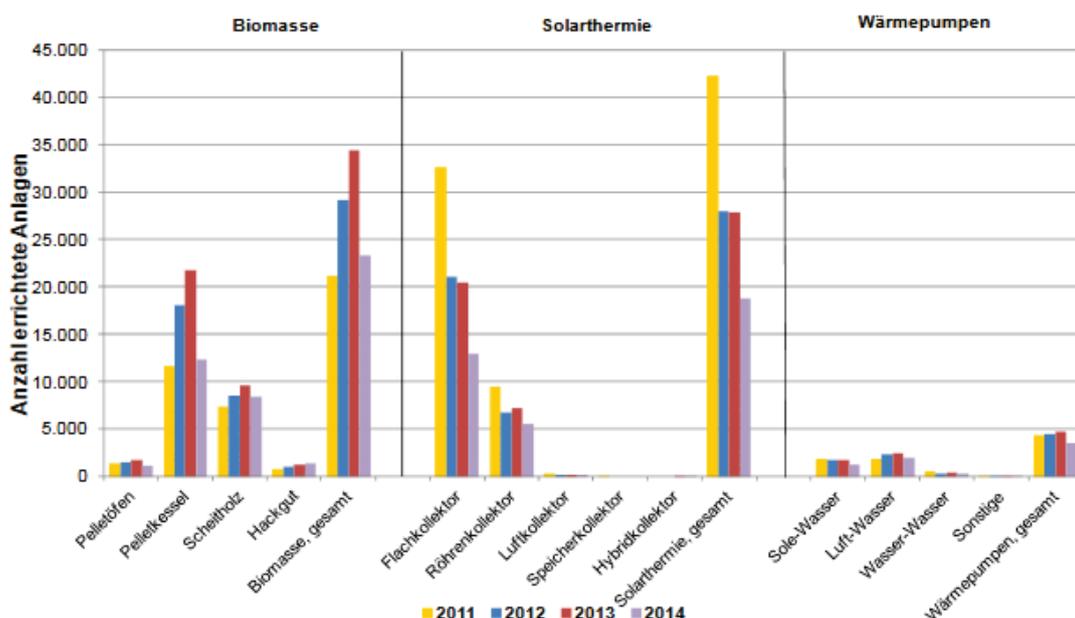
Quelle: BAFA 2015a

- **Wirkung des MAP auf den Ausbau von EE-Wärme und Bedeutung für LowEx-Netze**

Vorläufer des MAP sind die 1994 in Kraft getretenen „Richtlinien zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien“. Mit der Novelle der Richtlinien 1999 wurden sie als „Marktanreizprogramm“ bezeichnet. In den letzten 16 Jahren wurde das MAP 13 Mal novelliert, teilweise gab es auch innerhalb eines Jahres mehrfache Richtlinienänderungen. Diese **häufigen Regulierungsänderungen haben zu Investorenunsicherheiten geführt** und den Ausbau der EE-Wärme gebremst. Das jährliche Fördervolumen schwankte teilweise stark. Lag das Fördervolumen 2009 beispielsweise bei 426 Millionen Euro, wurde es 2010 auf 346 Millionen Euro gesenkt und 2011 weiterhin auf 229 Millionen Euro (EE-Wärme-Info 2015). Nach erneutem Anstieg betragen die im Jahr 2014 aufgewandten Fördermittel 218,6 Millionen Euro (Fichtner 2016, S. 27).

Zwischen 2012 und 2014 sank die Anzahl aller MAP-geförderten EE-Wärmeanlagen konstant: von 73.199 Anlagen 2012, auf 70.586 Anlagen 2013 und 55.227 Anlagen 2014 (BAFA 2015b, 2014, 2012). Insgesamt bilden die Förderzahlen die generelle Marktentwicklung von EE-Wärme in Deutschland gut ab, selbst wenn sich das MAP nur auf Bestandsgebäude bezieht und auch teilweise regenerative Heizungen ohne Förderung installiert werden. Die teilweise sehr unstete Entwicklung des MAP und damit auch des Marktwachstums von EE-Wärme lag auch daran, dass das MAP ein **budgetabhängiges Instrument** ist, d.h. die Förderung ist abhängig von der finanziellen Lage der öffentlichen Hand. Wenn das Budget aufgebraucht ist, muss die Förderung entweder gekürzt oder ausgesetzt werden oder die Vergaberichtlinie angepasst werden. Im Vergleich dazu ist bspw. das EEG budgetunabhängig, da es über die EEG-Umlage letztlich vom Stromverbraucher finanziert wird. Vor- und Nachteile von Budget(un)abhängigkeit wurden in der Literatur verschiedentlich diskutiert (vgl. z.B. Nast et al. 2006) und teilweise auch für das MAP gefordert (z.B. BMU 2012a). Budgetabhängige Förderungen und daraus resultierende schwankende Förderungen können zu Investitionsunsicherheiten führen.

Abbildung 11: Anzahl errichteter Anlagen mit MAP-Förderung über BAFA 2011-2014 nach Technologien



Quelle: Fichtner 2016, S. 16.

Im Zuge der Expertenkonsultation wurden die im MAP bestehenden **Förderobergrenzen für Netze und Speicher als problematisch** bezeichnet. Die Begrenzung der Wärmenetzförderung auf einen Mindestwärmeabsatz von 500 Kilowattstunden/Meter könne gerade die Wirtschaftlichkeit gerade kleiner Niedertemperaturnetze im Neubaubereich beeinträchtigen. Hier wurden teilweise Änderungsbedarfe gesehen. Zudem sei die aktuell geltende Förderobergrenze von 30% der für Wärmespeicher ausgewiesenen Nettoinvestitionskosten bis zu einer Grenze von 1 Mio. € pro Speicher nicht ausreichend, um Investitionen in große saisonale Speicher anzuregen, obwohl entsprechende Technologien bereits Stand der Technik sind.

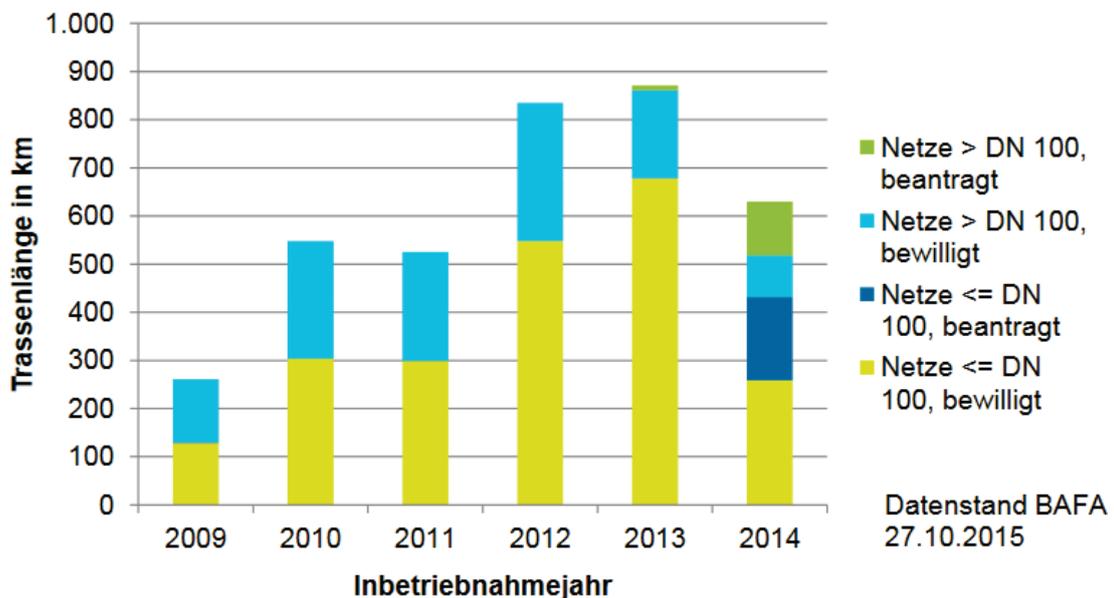
Um das 14-Prozent-Ziel bis 2020 der Bundesregierung zu erreichen, muss der Ausbau von EE-Wärme in den nächsten Jahren beschleunigt werden. Das novellierte MAP verspricht neben erhöhten Fördersätzen auch mehr Regelungssicherheit. Die nächste Evaluierung des MAP wird zeigen, ob die Novelle die gewünschten Anreize erfolgreich setzt oder ob der Gesetzgeber nachbessern muss.

5.3.2 Bewertung der KWKG-Novellen 2014 - 2016

• KWKG-Evaluierung 2014

Das KWKG wurde 2014 evaluiert (Wünsch et al. 2014b). Die in den letzten beiden Novellen eingeführte Förderung des Ausbaus von Wärmenetzen hat zu einer verstärkten Ausbauaktivität geführt, wie Abbildung 12 darstellt:

Abbildung 12: Nach KWKG geförderte Wärmenetze inklusive unbearbeiteter Anträge nach Klassen des mittleren Nenndurchmessers

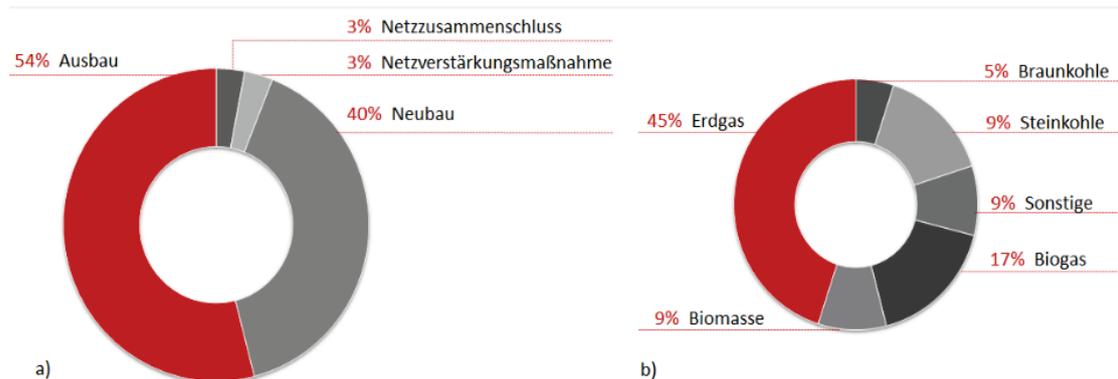


Quelle: Öko-Insitut e.V. 2015, S. 36.

Der sprunghafte Anstieg beantragter und zugelassener Trassenlängen für Wärmenetze mit Nenndurchmessern von bis zu 100 mm deutet darauf hin, dass durch die verbesserte Förderung des KWKG 2012 **verstärkt in die Netzverdichtung und den Aufbau von kleineren Wärmenetzen investiert** wurde. Die Evaluierung kommt daher zu dem Schluss, dass sich die Förderung von Wärmenetzen durch Investitionszuschüssen bewährt hat. Was jedoch Kältenetze betrifft, so lagen bis zum 1. Juli 2014 keine Anträge auf Förderung vor.

Weitere Auswertungen der Förderanträge zeigen den Anteil erneuerbarer Wärmequellen, mit denen die neu- und ausgebauten Netze gespeist werden (vgl. Abbildung 13). Der Neubau wird insgesamt dominiert von Biogas- und Biomasse und kleineren Durchmessern. Der Netzbestand wird dominiert von Erdgas und Steinkohle sowie größeren Durchmessern.

Abbildung 13: Art der Baumaßnahmen (a) und Netzeinspeisung nach Energieträgern der geförderten und beantragten Wärmenetze im Zeitraum 2009 bis 2013 bezogen auf die Investitionssumme (b)



Quelle: Eigene Abbildung nach Wunsch et al. (2014b)

• KWKG Novelle 2015/2016 und Bewertung

Das novellierte Gesetz ist am 1. Januar 2016 in Kraft getreten. Der KWK-Sektor und damit auch der Fernwärmesektor befindet sich derzeit im Umbruch (vgl. u.a. Kohl et al. 2015). KWK-Anlagen sind meist wärmegeführt. Das **Geschäftsmodell der wärmegeführten Anlagen ist jedoch kaum noch rentabel** v.a. wegen sinkender und teilweise stark fluktuierender Strompreise. Erlöse aus der Stromerzeugung fallen weg, z.B. im Winter, wenn eine hohe Wärmenachfrage besteht, aber es durch die hohe Einspeisung von Windstrom zu niedrigen oder sogar negativen Strompreisen kommt. Da die Bundesregierung bei der Energiewende jedoch zukünftig auch weiterhin auf hocheffiziente und klimafreundliche KWK setzt, sollen mit der KWKG-Novelle einige Stellschrauben neu gestellt werden, um die Wirtschaftlichkeit der Anlagen zu sichern und auch um Investitionen in öffentliche Fernwärmenetze attraktiver zu gestalten. Wichtig ist zudem die Rolle der KWK im Gesamtsystem zu definieren und sie in den Einklang mit den anderen Zielen der Energiewende zu bringen.

Zu den wesentlichen Neuerungen der Novelle gehören:

- Das neue KWK-Ausbauziel liegt bei 110 TWh bis 2020 und 120 TWh bis 2025. Über das Ausbauziel wurde während des Novellierungsprozesses stark diskutiert. Der Bundesverband Kraft-Wärme-Kopplung (B.KWK) kommt zu dem Schluss, dass dieses Ziel deutlich unter der Netto-Stromerzeugung von 25 Prozent liege, die mit KWK-Anlagen nach dem KWKG von 2012 und dem Koalitionsvertrag der Bundesregierung erreicht werden sollten (B.KWK 2015).
- Der Förderrahmen wurde von 750 Mio. Euro auf 1,5 Mrd. Euro pro Jahr verdoppelt.
- Die drei Förderbereiche Strom-KWK (§6-13), Wärme- und Kältenetze (§18-21) sowie Wärme- und Kältespeicher (§22-25) bleiben bestehen, jedoch mit Änderungen bei Förderhöhe und Förderfähigkeit.

- Die Förderhöhe für Wärme- und Kältenetze je Trassenmeter bleibt gleich. Allerdings wurden die Zuschläge je Projekt auf 20 Mio. Euro verdoppelt. Dasselbe gilt für Wärme- und Kältespeicher.
- Direktvermarktungsgebot: KWK-Strom aus Anlagen mit mehr als 100 kWel muss direkt vermarktet oder selbst verbraucht werden (§4).
- Zu den in §6 genannten förderfähigen Brennstoffen gehört Strom auf Basis von Abfall, Abwärme, Biomasse, gasförmigen oder flüssigen Brennstoffen. KWK-Anlagen auf Kohle-Basis werden künftig nicht mehr gefördert. Dennoch geht der Entwurf nicht soweit, nur noch KWK aus erneuerbaren Energiequellen zu fördern.
- Die Förderung nach dem KWKG stellt über den KWK-Anteil hinaus große Anforderung an die Effizienz der eingesetzten Speichertechnologien: So müssen 50 % der eingespeicherten Wärme aus KWK-Anlagen stammen, die Wärmeverluste des Speichers müssen unterhalb eines Werts von 15 Watt pro Quadratmeter Behälteroberfläche liegen und die geplanten Wärmeverluste dürfen maximal 40% der entnommenen Wärme betragen. Eine wirtschaftliche Realisierung großer Wärmespeicherprojekte kann dadurch gegebenenfalls behindert werden.

Aus dieser Beschreibung geht hervor, dass die Relevanz des KWKG für die Umsetzung des LowExTra-Konzepts davon abhängt, wie hoch der KWK-Anteil des zukünftigen LowEx-Netzes ist. Alle drei Förderlinien des KWKG (für Netze, Speicher und KWK-Strom) können für LowEx-Netze von Bedeutung sein. Das LowEx-Netz soll gleichzeitig als Speicher dienen, daher wäre z.B. ein Zuschlag für diese Speicherfunktion analog zum Speicher-Zuschlag des KWKG denkbar. Die Speicherfunktion ist für das LowExTra-Konzept v.a. deshalb interessant, weil dadurch Wärmeerzeugung und Wärmebedarf zeitlich entkoppelt werden können. **KWK dient zudem als Bindeglied zwischen Strommarkt und Wärmemarkt** (vgl. dazu Schulz und Brandstätter 2013).

Im Hinblick auf das LowExTra-Konzept und die Transformation der Wärmeversorgung scheint die **KWKG-Novelle an einigen Stellen jedoch nicht weit genug zu gehen**. Um beispielsweise Investitionen in großflächige Solarthermieanlagen anzuregen, könnte die Förderung der KWK in Wärmenetzen auf die Heizperiode beschränkt werden (Maaß et al. 2015). Zudem wird in der Literatur die Absenkung des Ausbauziels in der KWKG-Novelle 2016 teilweise für ein falsches Signal für den KWK-Ausbau gehalten (Maslaton 2015). Allerdings ist ein bestimmter KWK-Anteil nur begrenzt ein Wert an sich. Für die Energiewende ist es wichtiger, dass die KWK-Anlage mit wenig CO₂-intensiven Brennstoffen betrieben wird und dass KWK zur Flexibilisierung des Strommarkts beiträgt, z.B. durch Wärmespeicher oder die Umstellung von wärmegeführten auf stromgeführte Anlagen.

5.4 Allgemeine Ansatzpunkte zur Weiterentwicklung von Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten

- **Hemmnisse bei der Wahrnehmung bestehender Fördermöglichkeiten**

Das bestehende Förderregime auf europäischer sowie Bundes- und Länderebene ist umfassend, aber dadurch bedingt auch durch große Komplexität und Unübersichtlichkeit gekennzeichnet. Hinzu kommen häufig aufwändige Antragsverfahren und der damit verbundene bürokratische Aufwand.

Vorhandene Förderinstrumente für Wärmenetze, besonders nach KWKG und MAP, werden wie oben dargestellt, in hohem Maße nachgefragt. Nach Meinung der befragten Expert/innen sind **bestehende Fördermöglichkeiten jedoch insgesamt nicht ausreichend**, um umfangreiche Investitionen in zukünftige LowEx-Netze auszulösen. Dies liegt nicht zuletzt am Investitionsrisiko für (Groß-) Projekte leitungsgebundener Wärmeversorgung: So können in Einzelfällen lokale Randbedingungen (wie bspw. Nutzungskonkurrenzen im Tiefbau, bestehende bauliche Restriktionen z.B. durch Kopfsteinpflaster) die Kosten für Tiefbaumaßnahmen deutlich in die Höhe treiben.

Für die Förderung innovativer Wärmenetze als größere Infrastrukturmaßnahmen ist es deshalb wichtig, **Investitionsunsicherheiten zu vermeiden**, die bei regelmäßig wechselnden Regelungs- und Förderbedingungen auftreten können. Allerdings können auch zu erwartende Fördererhöhungen zu Investitionszurückhaltung führen, weil eine zukünftig bessere Förderung abgewartet wird⁷. Häufig wechselnde Förderbedingungen erschweren zudem den Aufbau von Kompetenzen bei der Antragsstellung und den notwendigen Produktionskapazitäten.

- **Diskussion um Einspeisetarife für EE-Wärme**

In der wissenschaftlichen und politischen Debatte um neue Förderinstrumente werden auch Einspeisetarife für Wärme aus erneuerbaren Energien diskutiert (Wenzel et al. 2015b). Analog zum Stromsektor erhofft man sich dadurch **klare, verlässliche Rahmenbedingungen**, die die Investitionssicherheit und Wirtschaftlichkeit von EE-Wärmetechnologien erhöhen können. Für das LowExTra-Konzept stellt sich die Frage, wie eingespeiste Wärme vergütet werden kann und wie eine mögliche Differenzierung nach Temperaturlevel aussehen könnte. Allerdings lässt sich das Modell des Einspeisetarifs für Strom nicht einfach auf den Wärmenetzbereich übertragen. So sind Wärmenetze individuell aufgestellt bspw. in der Regel lokal auf ein Stadtteil oder Quartier begrenzt und von den dortigen Randbedingungen abhängig. Es stellt sich die komplexe Frage, wie ein Einspeisetarif allgemein gerecht und sozialverträglich finanziert werden könnte.

Zwei konkrete internationale Beispiele für die Vergütung von Wärme sind dabei der britische **Renewable Heat Incentive** und der tschechische **Grüne Wärme Bonus**. Ersterer stellt eine Vergütung für Wärme aus erneuerbaren Energien dar. Allerdings ist diese Vergütung nicht speziell auf die Einspeisung in ein Wärmenetz ausgerichtet, sondern unabhängig von der Einspeisung oder dem Eigenverbrauch. Seit 2011 gibt es in Großbritannien Einspeisetarife für Wärme aus EE-Anlagen. Die Vergütungshöhe ist abhängig von der verwendeten Technologie sowie davon, ob es sich um Wohn- oder Nicht-Wohngebäude handelt. Für Wohngebäude (Domestic RHI) wird die Vergütung über einen

⁷ Dies war z.B. im Vorfeld der MAP-Novelle vom April 2015 zu beobachten.

Zeitraum von sieben Jahren gewährleistet, im Bereich der Nicht-Wohngebäude (Industrie, GHD sowie öffentliche Einrichtungen (Non-Domestic RHI)) über 20 Jahre. Finanziert werden die RHIs aus Steuermitteln und verwaltet durch die britische Regulierungsbehörde Office of Gas and Electricity Market (OFGEM) (Wood Energy Ltd. 2016). Die Einspeisetarife sind aufgrund von Technologiefortschritten und daraus resultierenden Kostensenkungen degressiv angelegt. Die aktuellen Höhe der Vergütung für Wohngebäude liegt zwischen umgerechnet 8 Euro-Cent pro kWh für Biomassekessel und 26 Euro-Cent pro kWh bei Solarthermieanlagen, für Nicht-Wohngebäude zwischen 1 Euro-Cent pro kWh (Biomasse) und 14 Euro-Cent pro kWh (Solarthermie) (OFGEM 2016).

Die meisten der geförderten EE-Wärmeanlagen sind nicht mit einem Wärmenetz verbunden. Im Falle eines Netzanschlusses kann jedoch überschüssige Wärme in das Netz exportiert werden und erhält ebenfalls eine RHI-Vergütung.

Die tschechische Republik vergibt einen sogenannten **Grünen Wärmebonus** für erneuerbare Wärme aus Biogas, Biomasse und Geothermie (ab 200 kW_{th} bzw. bis 7,5 MW_{el}), welche in das jeweilige Wärmenetz einspeisen (Habart 2012; Sun&Wind Energy 2013). Die Wärme muss vom lokalen Fernwärmenetz-Betreiber gegenüber fossilen Brennstoffen bevorzugt eingespeist werden (Einspeisevorrang), insofern kein Kostenanstieg der Wärmeversorgung durch die EE entsteht. Die Vergütung entspricht etwa 7,2 Euro pro produzierte MWh und von staatlicher Seite finanziert. Der tschechische Biomasseverband war maßgeblich für die Einführung Wärme Bonus verantwortlich und befürwortet die Umsetzung von Einspeisevergütungen für erneuerbare Wärme (Habart 2012).

- **Allgemeine Ansatzpunkte zur Weiterentwicklung von Fördermöglichkeiten für LowEx-Netze**

Aus der Darstellung der zahlreichen Fördermöglichkeiten wird deutlich, dass unter den bestehenden Rahmenbedingungen **ein erheblicher Investitionskostenzuschuss** nötig ist, damit innovative Wärmenetze wirtschaftlich errichtet und betrieben werden können. Diese Einschätzung wurde von den im Forschungsprojekt befragten Expert/-innen bekräftigt. Niedrige Wärmepreise und perspektivisch sinkende Wärmeabsätze gefährden auch das Geschäftsmodell konventioneller Fernwärmeversorgung. Im Falle günstiger lokaler Rahmenbedingungen können innovative Wärmenetze jedoch auch bei geringeren Förderanteilen wirtschaftlich sein. Eine Herausforderung bei der Gestaltung der Förderung liegt in der Vermeidung von Mitnahmeeffekten: Förderungen sollte (nur) dort gewährt werden, wo die Maßnahmen nicht auch ohne Förderung realisiert worden wären.

Der Nutzen ggf. überschüssiger Energien bei der Einspeisung Dritter wird bei der Investition in Wärmenetze oft nicht mitbedacht. Hierfür ist **eine Gesamtkostenbetrachtung notwendig**. Für einige Technologien, insbesondere Solarthermie, kann daher nach Ansicht der befragten Expert/-innen eine feste Einspeisevergütung zur Kostendeckung neuer Anlagen sinnvoll sein. Darüber hinaus beeinflussen weitere Faktoren die Wirtschaftlichkeitsrechnung: Bspw. fließt der Solarertrag auf einem Grundstück nicht in dessen Bewertung ein, was dazu führen kann, dass notwendige Kredite für die Technik zur Nutzung erneuerbarer Energien aufgrund mangelnder Bonität des Investors nicht gewährt werden. Ein möglicher Ansatzpunkt hierfür wären Bürgschaftsprogramme, die Banken die notwendige Sicherheit für Kredite bieten könnten, wenn der/die Kreditnehmer/-in nachweisen kann, dass eine Energiequelle auf dem Grundstück in einem nachvollziehbar quantifizierbarem Ausmaß vorhanden ist.

Zudem ist die Förderlandschaft nicht zuverlässig hinsichtlich langfristiger Planungen. Das Fehlen einer **kontinuierlichen Förderung** verhindert den Aufbau von benötigter Kompetenz

zur Implementierung der Projekte. In diesem Zusammenhang kann vor allem auf Unsicherheiten in Bezug auf die weitere Entwicklung des KWKG verwiesen werden.

- **Ein ganzheitlicher Ansatz von Komponenten- und Systemförderung**

Insgesamt sind bestehende Förderungen außerdem stark auf **einzelne Komponenten** innovativer Wärmenetze bzw. des LowExTra-Konzepts bezogen. Damit besteht die Gefahr, das übergreifende Ziel eines Systems klimafreundlicher und zukunftsorientierter Wärmeversorgung aus den Augen zu verlieren. So belohnt nach Ansicht der Interviewpartner/-innen der aktuelle Fördermix eher Netze ohne große Speicher mit geringen Solaranteilen als solche mit Speicher und hohem solarem Deckungsanteil. Neben der Förderung einzelner Komponenten sollten Fördermodelle daher eher an der **kumulierten CO₂-Einsparung des jeweiligen Wärmenetzes ansetzen**. Setzt eine Förderung an den CO₂-Einsparungen durch das gesamte Wärmenetzsystem an, erhöht dies nach Ansicht der befragten Experten/-innen die Wettbewerbsfähigkeit innovativer Netze deutlich.

Seit Juli 2017 besteht beispielhaft neben der existierenden Komponentenförderung das Förderprogramm *Wärmenetze 4.0* des BMWi, mit dem Planung und Bau „hochinnovativer multivalenter Wärmenetzsysteme der vierten Generation“ gefördert werden sollen (BMW 27.06.2017, S. 1). Hierdurch wird die Förderung auf die systemischen Effizienzpotentiale von LowEx-Netzen ausgerichtet und die nötige **Infrastruktur für Erzeugung, Speicherung und Verteilung in einem Programm förderfähig**. Das Programm bezuschusst ebenfalls die Durchführung von technischen Machbarkeitsstudien.

Ein Schritt in die Richtung stärker systemisch ausgerichteter Förderung ist auch die für solarthermische Anlagen bereits 2015 eingeführte **ertragsorientierte Förderung durch das MAP**. Das Konzept der ertragsabhängigen Förderung kann für mehr Markttransparenz für Endkund/-innen sorgen und ermöglicht perspektivisch bei dezentraler Einspeisung bessere Erkenntnisse über tatsächliche EE-Einspeisemengen. Eine vollständige Abkehr von der modularen Förderung zur Unterstützung einzelner Komponenten riskiert jedoch, individuelle Bedarfe zu verfehlen. Auf längere Frist sollte daher eine ausgewogene Kombination beider Förderansätze angestrebt werden.

6 Anhang

Tabelle 7: Primärenergiefaktoren nach EnEV 2014

Energieträger		Primärenergiefaktoren	
		Insgesamt	Nicht erneuerbarer Anteil
		A	B
Fossile Brennstoffe	Heizöl EL	1,1	1,1
	Erdgas H	1,1	1,1
	Flüssiggas	1,1	1,1
	Steinkohle	1,1	1,1
	Braunkohle	1,2	1,2
Nah-/Fernwärme aus KWK	Fossiler Brennstoff	0,7	0,7
	Erneuerbarer Brennstoff	0,7	0,0
Nah-/Fernwärme aus Heizwerken	Fossiler Brennstoff	1,3	1,3
	Erneuerbarer Brennstoff	1,3	0,1
Strom	Allgemeiner Strommix	2,8	2,4 (ab 2016: 1,8)
	Verdrängungsstrommix	2,8	2,8
Biogene Brennstoffe	Biogas, Bioöl	1,5	0,5
	Holz	1,2	0,2
Umweltenergie	Solarenergie, Geothermie, Umgebungswärme/-kälte	1,0	0,0

Quelle: Bundesregierung 2013

Tabelle 8: Innovative kommunale Wärme-/ Kältenetze (Auswahl)

Typ	Zentrale Merkmale
Bidirektionales Kalt-Wärme-Netz Fischerbach, Baden-Württemberg (2013)	<p>Hauptmerkmale und Besonderheiten?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dezentrale Einspeisung in das Wärmenetz durch Umweltenergieabsorber und Energie-Rückspeisungssystem ist möglich. Ringleitung als Nahwärmetransportsystem mit 26 Abnehmereinheiten. Jede Abnehmereinheit verfügt über eine dezentrale Wärmepumpe (respektive Klimaanlage). Es gibt keine zentralen aktiven Wärmeerzeuger. • Durch die Temperatur- und Druckunterschiede in der Leitung ist keine elektrische Antriebsenergie für die Förderpumpen notwendig. • Niedrigtemperaturnetz, d.h. Netzbetrieb im Bereich von 0°C bis 25°C zur Speisung von Sole-Wasser-Wärmepumpen, nicht isoliertes und nicht aktiv umgewälztes Leitungsnetz, Hochtemperaturwärme wird über Wärmepumpen in den 26 Abnehmereinheiten bereitgestellt. • Zentraler saisonaler Latentwärme-(Eis-)Speicher (290m³) mit Maximaltemperatur von 40°C (inklusive genutzter Umweltwärme und Abwärme), in der Heizperiode wird Wärme entzogen bis Speicher vollständig zugefroren. Sole-Ringleitung als Speicher, der von Wärmepumpen benötigten Energiemenge. <p>Auslöser für den Bau des Wärmenetzes?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Finanzierung und Betrieb durch die Genossenschaft Bürger-Energie Fischerbach eG, welche auch Windenergieprojekte in der Gemeinde initiiert und betreut. • Zusätzliche Förderung von 50.000 Euro durch den Ökologie- und Innovationsfondausschuss. • Da es sich um ein Neubaugebiet handelt, wurden die Wärmerohre gleichzeitig mit Strom- und Telefonleitungen verlegt. <p>(Bürger-Energie Fischerbach eG k.A.)</p>
Solare Nah- und Fernwärme Crailsheim Hirtenwiesen, Baden-Württemberg (2005)	<p>Hauptmerkmale und Besonderheiten?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung eines Nahwärmenetzes mit 7300m² Solarkollektorfläche (5,1 MWth) zur Wärmeeinspeisung in Neubaugebiet mit rund 260 Wohneinheiten, einer Sporthalle sowie einer Schule. • Dezentrale Wärmeeinspeisung aus integrierten Solarkollektoren auf 2300m² Dachfläche mit 100m³ Pufferspeicher und 5000m² (3,5 MWth) Solaranlage auf Lärmschutzwall mit 480m³ Pufferspeicher und saisonalem Erdsondenwärmespeicher, • Solarer Deckungsanteil der jährlichen Gesamtwärmeversorgung von 50 Prozent. Weitere 50 Prozent werden über einen Fernwärmeanschluss bereitgestellt. • Es handelt sich um ein Niedrigtemperaturnetz, da Vor- bzw.

	<p>Rücklauf­temperatur von 65°C bzw. 40°C vorherrschen.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sommerlicher Überschuss solarer Wärmemenge wird in einen saisonalen Erdsondenspeicher integriert, wodurch der jährliche solare Deckungsanteil von 50 Prozent ermöglicht wird. Darüber hinaus werden Pufferspeicher eingesetzt. <p>Auslöser für den Bau des Wärmenetzes?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Entstehung eines Neubaugebietes auf dem ehemaligen Kasernengelände der US Army gab Anlass zum Bau eines neuartigen Wärmenetzes. • Betrieb des solargestützten Nahwärmenetzes durch die Stadtwerke Crailsheim • Finanzierung über die bundesweiten Förderprogramme Solarthermie2000 bzw. Solarthermie2000plus des BMU, Fördermittel des Wirtschaftsministeriums Baden-Württemberg und der Stadt Crailsheim <p>(SolNet BW 2015)</p>
<p>Intelligentes Kalt-/Warm-Nahwärmenetz Dollnstein, Bayern (2014)</p>	<p>Hauptmerkmale und Besonderheiten?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Solarthermie und PV decken im Sommer den gesamten Wärmebedarf der Abnehmereinheiten. Im Winter werden Gas-BHKW, Holzhackschnitzel und Wärmepumpen eingesetzt. • Es handelt sich um ein Smart-Heat-Netz, d.h. die Energiebereitstellung wird intelligent und dezentral je nach Bedarf und Jahreszeit geregelt. • Die dezentrale Einspeisung von Solarthermie ist möglich. • Saisonal unterschiedliche Betriebsweise des Wärmenetzes im Sommer und im Winter: <p>Im Sommerbetrieb handelt es sich um ein Niedrigtemperaturnetz (~4400h/Jahr) mit einer Vorlauf­temperatur von 30°C aus Solarthermie. Gekoppelt wird dies mit dezentralen Wärmepumpen für Brauchwasser, wodurch 75 Prozent an Wärme­leitungsverlusten verhindert werden.</p> <p>Im Winterbetrieb beträgt die Vorlauf­temperatur 80°C und wird durch ein BHKW mit einer Heizzentrale und zusätzlich Solarthermie sowie PV-Anlagen zum Betrieb einer Grundwasser-Wärmepumpe bereitgestellt.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Übergabestationen der einzelnen Haushalte umfassen Wärmepumpen, die höhere Temperaturen nach Bedarf ermöglichen, Strom für WP aus PV-Anlagen der örtlichen Schule • 27.000 Liter Schicht­speicher mit Temperatur von 80°C sowie 15.000 Liter Niedertemperatur-Speicher mit Temperatur von 30°C. <p>Auslöser für den Bau des Wärmenetzes?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Engagierte Bürger, der Gemeinderat und das ortsansässige Heizsystem- und Wärmespeicher-Unternehmen Ratiotherm haben den Bau des Wärmenetzes initiiert.

	<ul style="list-style-type: none"> • Momentum: Verlegung neuer Wasserleitungen wurde genutzt, um gleichzeitig Fernwärmerohre zu verlegen. • Betreiber ist das Kommunalunternehmen Energie Dollnstein <p>(Kerner und Kruck 2014; Moises 2015; energy-mag 2015)</p>
<p>Gutleutmatten Solarthermie und KWK, Freiburg, Baden-Württemberg (geplante Fertigstellung 2017)</p>	<p>Hauptmerkmale und Besonderheiten?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dezentrale Solakollektoren (ca. 2000m²) ergänzen Anschluss an bestehendes BHKW-Nahwärmenetz. Dadurch wird Abschaltung des Wärmenetzes in drei Sommermonaten möglich. Neubaugebiet mit bereits sehr gutem Wärmestandard. • Versorgt wird ein Quartier mit eine Fläche von ca. 37 Hektar. • Momentan in der Kritik, da die Heizkosten möglicherweise falsch berechnet wurden und die Vergabe des Auftrags ohne Abstimmung erfolgte. <p>Auslöser für den Bau des Wärmenetzes?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beauftragung durch die Stadt im Rahmen des baden-württembergischen Förderkonzeptes „Klimaneutrale Kommune als Energiequartier Haslach“, Ziel: beispielhaftes Vorzeigeprojekt. • Gefördert wurde das Projekt durch das BAFA bzw. die KfW, durch das Programm EnWiSol der PTJ sowie das 6. Energieforschungsprogramm der Bundesregierung. • Errichtet und betrieben wird das Nahwärmenetz durch die badenova WÄRMEPLUS GmbH & Co. KG. <p>(Huenges et al. 2014; Landtag Baden-Württemberg 2015; Lutz 2015)</p>
<p>Nahwärme aus Biogas, Brugggrumbach, Bayern (2013)</p>	<p>Hauptmerkmale und Besonderheiten?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anschluss von drei lokalen Biogas-BHKW, Versorgung von ca. 65 Prozent des Gebäudebestandes in Mühlackersiedlung, 671 kWth Biogas-BHKW und 196 kWth Spitzenlast-Gasthermen, 57m³ zentraler Pufferspeicher <p>Auslöser für den Bau des Wärmenetzes?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Das Netz kam auf Initiative der ortsansässigen Genossenschaft mit hoher Beteiligung der lokalen Bevölkerung in der Mühlackersiedlung zustande. • Die Finanzierung erfolgte zu 15 Prozent aus Eigenmitteln der Genossenschaft, zu 35 Prozent aus Fremdkapital und 50 Prozent der Gesamtinvestitionen wurden durch BAFA- bzw. KfW-Fördermittel übernommen. • Betreiber ist die Bürgergenossenschaft Nahwärme Brugggrumbach eG. <p>(Nahwärme Brugggrumbach eG 2016)</p>
<p>Solare Nahwärme Ackermannbogen, München, Bayern</p>	<p>Hauptmerkmale und Besonderheiten?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Es handelt sich um ein Netz mit ca. 3.000m³ gebäudeintegrierte Solarkollektoren, 5.700m³ saisonalem Speicher und eine

(2007)	<p>Absorptionswärmepumpe.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 47 Prozent solarer Deckungsanteil • Fernwärme als Back-Up <p>Auslöser für den Bau des Wärmenetzes?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zustande kam das Netz durch die Stadtwerke München auf Bestreben der Stadt München und deren aktiver Politik zur Energieeinsparung und zum Klimaschutz. • Die Finanzierung wurde über die Stadtwerke München sowie die Bauträger der versorgten Gebäude gewährleistet. Gefördert wurde das Projekt durch das BMU sowie die Stadt München. • Betreiber sind die Stadtwerke München. <p>(SW München 2012; Mangold et al. 2007)</p>
Geothermie in Poing, Bayern (2011)	<p>Hauptmerkmale und Besonderheiten?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ersatz von Erdgas-BHKW durch Geothermieheizwerk. Das Netz blieb unverändert, wird nun aber zu 70 Prozent durch Wärme aus Geothermie gespeist. <p>Auslöser für den Bau des Wärmenetzes?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fernwärmenetz bereits bestehend (seit ca. 1993). Umstellung auf Geothermie und Rückbau der BHKW ab 2008. • Investor war die E.ON Bayern Wärme GmbH. Gefördert wurde das Projekt durch das MAP und den KfW-Tilgungszuschuss. • Betreiber ist die Bayernwerk Natur GmbH. <p>(Bayernwerk Natur 2013)</p>
Kalte Fernwärme Aurich, Niedersachsen (2010)	<p>Hauptmerkmale und Besonderheiten?</p> <ul style="list-style-type: none"> • 30°C kaltes Abwasser einer Molkerei beheizt Multifunktionshalle. • Erweiterung des bestehenden Fernwärmenetzes um eine Wärmeübertragungsstation <p>Auslöser für den Bau des Wärmenetzes?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Der Bau des Wärmenetzes wurde auf Initiative der Stadt Aurich sowie der lokalen Molkerei Rücker vorangetrieben. • Gefördert wurde das Projekt durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt. <p>(Molkerei Rücker 19.08.2011)</p>
Bioenergiedorf Büsingen, Baden-Württemberg (2013)	<p>Hauptmerkmale und Besonderheiten?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Komplette Wärmeversorgung durch EE in der Energiekommune, kompletter sommerlicher Wärmebedarf durch Solarthermie gesichert. Deckung des jährlichen Wärmebedarfs zu 13 Prozent aus Solarthermie und zu 87 Prozent aus Biomasse. • Das Bioenergiedorf Büsingen liegt in deutschem Staatsgebiet, aber in schweizer Wirtschaftsgebiet, weshalb das EEG nicht gilt. Es sind

	<p>ca. 105 Gebäude an die Wärmeversorgung angeschlossen.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sechs Pelletkessel werden mittels Wärme-Contracting betrieben. <p>Auslöser für den Bau des Wärmenetzes?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Der Bürgermeister von Büsingen gilt als treibende Kraft der Realisierung des neuen Wärmenetzes auf Basis erneuerbarer Energien. • Finanziert wurde das Projekt zu drei Vierteln durch KfW-Darlehen, ein Viertel war Aktienkapital der Solarcomplex AG und 100.000 Euro Zuschuss wurden durch das Land Baden-Württemberg aufgrund des innovativen Ansatzes gewährleistet. • Betreiber des Netzes ist die Solarcomplex AG. <p>(Solarcomplex AG 2012)</p>
<p>Fernwärme Ulm GmbH, Ulm, Baden-Württemberg</p>	<p>Hauptmerkmale und Besonderheiten?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Fernwärme Ulm ist der Fernwärmeversorger der Stadt Ulm, die den Fremdbezug durch Dritte ermöglicht. • Das bestehende Fernwärmenetz wird zu mehr als 50 Prozent aus EE (Biomasse-KWK und Müllheizkraftwerk) gespeist. Hinzu kommen externe Einspeiser (3 Biogas-, 1 Pflanzenöl- BHKW), die in das Fernwärmenetz integriert werden. <p>Auslöser für den Bau des Wärmenetzes?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Fernwärme Ulm GmbH wurde durch EnBW und die Stadtwerke Ulm als Gesellschafter (jeweils zu 50 Prozent beteiligt) gegründet. <p>(Fernwärme Ulm 2016)</p>

Quelle: Eigene Darstellung.

Abbildung 14: Marktanreizprogramm 2015, Investitionskostenzuschüsse (BAFA-Teil), Kurzübersicht Solarthermie

Förderung Solarkollektor-anlage für	Basisförderung bis 40 m ² nach Kollektorfläche		Innovationsförderung ab 20 bis 100 m ² , bel Prozesswärme unbegrenzt nach Kollektorfläche <i>oder alternativ nach Ertrag</i> <i>jährl. Kollektorertrag x Anzahl Module x 0,45 €</i>		Zusatzförderungen <i>Details zur Kumulierung siehe o.g. Richtlinien</i>										
	Neubau (N)	Bestand (B)	N	B	Kombination mit				Optimierungsmaßnahmen				Gebäudeeffizienz		
					Kessel-tausch	Biomasse-anlage bzw. Wärme-pumpe aus MAP	Anschluss Wärmenetz		bei Errichtung EE-Anlage		bestehende, MAP-geförderte Anlage				
							N	B	N	B	N	B			N
Warmwasser	---	bis zu 50 €/m ² , mind. 500 €	bis zu 75 €/m ²	bis zu 100 €/m ²	---	bis zu 500 €	bis zu 500 €	bis zu 500 €	bis zu 50 % der Basisförderung	---	bis zu 200 €	---	bis zu 50 % der Basis- bzw. Innovationsförderung		
kombinierte Raumheizung und Warmwasser		bis zu 140 €/m ² , mind. 2000 €	bis zu 150 €/m ²	bis zu 200 €/m ²											
Zuführung an Wärme-/ Kältenetz														bis zu 50 % der Nettoinvestition	
Kälteerzeugung															
Prozesswärme-bereitstellung															

Quelle: BAFA 2015c

Abbildung 15: Marktanzreizprogramm 2015, Investitionskostenzuschüsse (BAFA-Teil), Kurzübersicht Biomasse

Förderung Art der Biomasseanlage	Basisförderung 5 bis 100 kW		Innovationsförderung 5 bis 100 kW						Zusatzförderungen Details zur Kumulierung siehe o.g. Richtlinien																	
			Brennwert-nutzung		Anlagen mit Partikelfilter		Prozess-wärme		Kombination mit				Optimierungsmaßnahmen				Gebäude-effizienz									
	Neubau (N)	Bestand (B)	N		B		N		B		Solarthermie-anlage bzw. Wärmepumpe aus MAP		Anschluss Wärmenetz		bei Errichtung EE-Anlage		bestehende, MAP-geförderte Anlage		Gebäude-effizienz							
			N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B						
Pelletöfen mit Wassertasche	---	bis zu 80 €/kW, mind. 2000 €	---		mind. 2000 €	mind. 3000 €	bis zu 30 % der Nettoinvestition																			
Pelletkessel		bis zu 80 €/kW, mind. 3000 €	mind. 3000 €	mind. 4500 €	mind. 3000 €	mind. 4500 €																				
Pelletkessel mit neuem Pufferspeicher von mind. 30 l/kW Volumen		bis zu 80 €/kW, mind. 3500 €	mind. 3500 €	mind. 5250 €	mind. 3500 €	mind. 5250 €																				
Hackschnitzel-anlage mit Pufferspeicher von mind. 30 l/kW Volumen		pauschal 3500 €	mind. 3000 €	mind. 4500 €	mind. 3500 €	mind. 5250 €																				
Scheitholz-vergaserkessel mit Pufferspeicher von mind. 55 l/kW Volumen		pauschal 2000 €	mind. 3000 €	mind. 4500 €	mind. 2000 €	mind. 3000 €																				
			bei Nachrüstung 750 €				bis zu 500 €				bis zu 500 €				bis zu 50 % der Basisförderung				---		bis zu 200 €		---		bis zu 50 % der Basis- bzw. Innovationsförderung	
			bei Nachrüstung 750 €				bis zu 500 €				bis zu 500 €				bis zu 50 % der Basisförderung				---		bis zu 200 €		---		bis zu 50 % der Basis- bzw. Innovationsförderung	

Quelle: BAFA 2015c

Abbildung 16: Marktanzreizprogramm 2015, Investitionskostenzuschüsse (BAFA-Teil), Kurzübersicht Geothermie

Förderung Art der Wärmepumpe	Basisförderung bis 100 kW		Innovationsförderung bis 100 kW				Zusatzförderungen Details zur Kumulierung siehe o.g. Richtlinien													
			Hohe Jahresarbeitszahlen verbesserte Systemeffizienz		Prozesswärme		Lastmanagement	Kombination mit				Optimierungsmaßnahmen				Gebäudeeffizienz				
	Neubau (N)	Bestand (B)	N	B	N	B		Solarthermieanlage bzw. Biomasseanlage aus MAP		nicht förderfähige Solaranlage z.B. PVT		Anschluss Wärmenetz		bei Errichtung EE-Anlage				bestehende, MAP-geförderte Anlage		Qualitätscheck nach 1 Jahr
							N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B
Elektrische Wärmepumpe mit Wärmequelle Luft	---	bis zu 40 €/kW; - bei leistungs-geregelten/monov. WP mind. 1500 € - Sonstige WP mind. 1300 €	wie Basisförderung	Basisförderung plus bis zu 50 %	bis zu 30 % der Nettoinvestition, max. 60000 €	bis zu 500 €	bis zu 500 €	bis zu 500 €	bis zu 500 €	bis zu 50 % der Basisförderung	---	bis zu 200 €	Pauschal 250€	---	bis zu 50 % der Basis- bzw. Innovationsförderung					
Elektrische Wärmepumpe mit Wärmequelle Erde oder Wasser		bis zu 100 €/kW; - bei gleichz. Errichtung von Erdsonden mind. 4500 € - Sonstige WP mind. 4000 €																		
Sorptions-WP / Gasmotor.-WP alle Wärmequellen		bis zu 4500 €																		

Quelle: BAFA 2015c

Abbildung 17: Marktanzreizprogramm 2015 - KfW-Teil, Tilgungszuschüsse zu zinsgünstigen Darlehen im KfW Programm Erneuerbare Energien Premium, Kurzübersicht aller Technologien

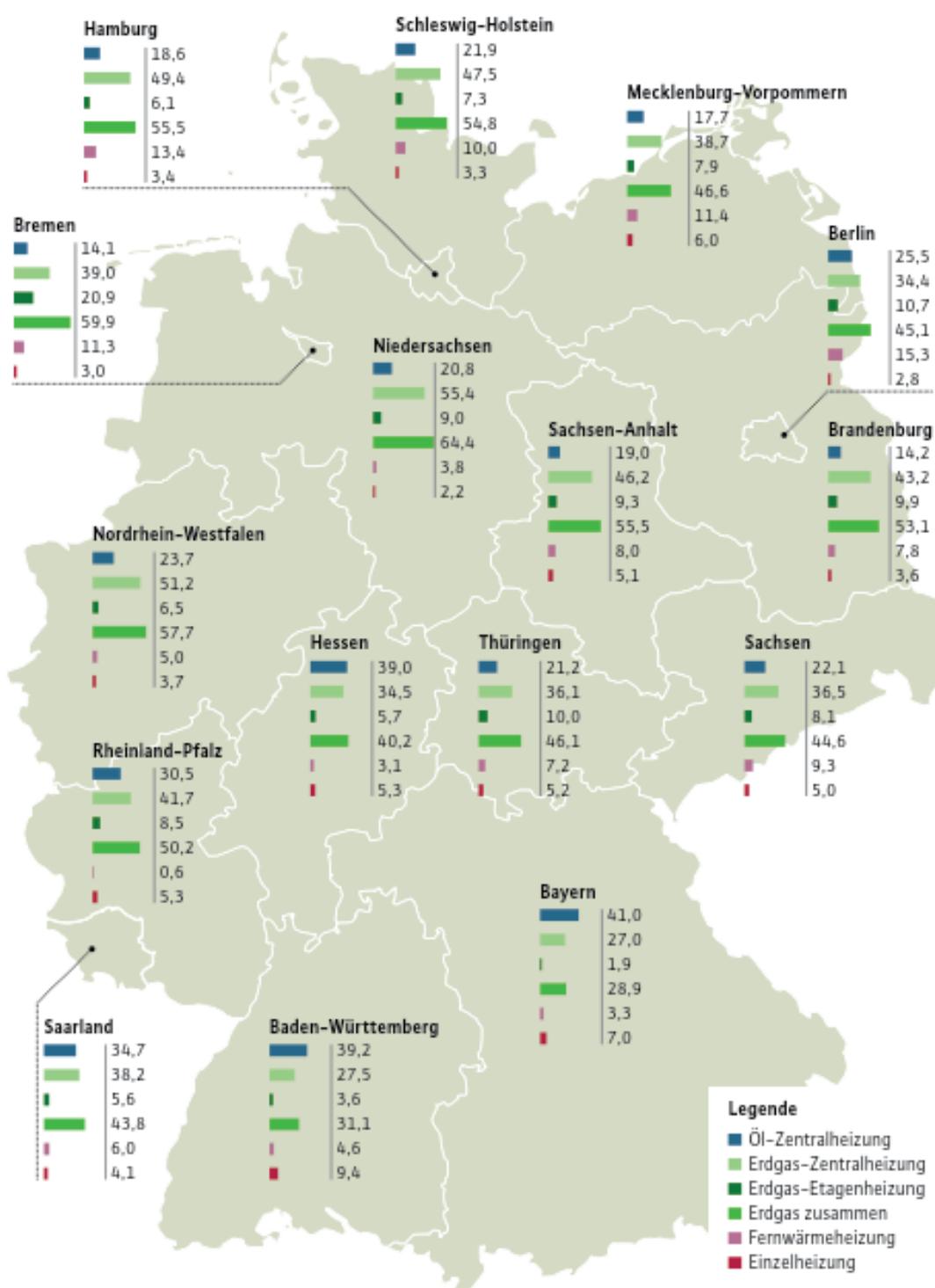
	Maßnahmen	Tilgungszuschüsse
Solar	Große Solarkollektoranlagen ab 40 m ² Bruttokollektorfläche für <ul style="list-style-type: none"> • Warmwasser • Raumheizung • kombinierte Raumheizung und Warmwasser • Prozesswärme • solare Kälte • Nutzung für Wärmenetze <i>Bei 40 bis 100 m² (Prozesswärme unbegrenzt) alternativ Investitionszuschuss BAFA</i>	<ul style="list-style-type: none"> • bis zu 30% der förderfähigen Nettoinvestitionskosten • bis zu 40%, wenn überwiegend Zuführung an Wärmenetz mit mind. 4 Nutzern • bis zu 50%, wenn überwiegend Prozesswärmeerzeugung • oder ertragsorientiert: jährlicher Kollektorertrag x Anzahl Module x 0,45 €
Biomasse	Große Biomasseanlagen zur Verfeuerung / Vergasung fester Biomasse <ul style="list-style-type: none"> • ab 100 kWth zur Wärmeerzeugung 	<ul style="list-style-type: none"> • bis zu 20 € je kWth, max. 50.000 € je Einzelanlage • Erhöhung um bis zu 10 € je kWth, wenn Pufferspeichervolumen mind. 30 l je kWth • Erhöhung um bis zu 20 € je kWth, wenn Staubemissionen max. 15 mg je m³ • insgesamt max. 100.000 € je Anlage
	<ul style="list-style-type: none"> • ab 100 bis 2.000 kWth zur kombinierten Strom- und Wärmeerzeugung (KWK) 	<ul style="list-style-type: none"> • bis zu 40 € je kWth
Wärme-pumpe	Große effiziente Wärmepumpen ab 100 kWth für <ul style="list-style-type: none"> • kombinierte Raumheizung und Warmwasser für Gebäude • Raumheizung für Nichtwohngebäude • Prozesswärme • Nutzung für Wärmenetze <i>Keine Förderung für Luft/Wasser-WP und Luft/Luft-WP</i>	<ul style="list-style-type: none"> • bis zu 80 € je kWth, mind. 10.000 €, max. 50.000 € je Einzelanlage • zusätzlich bei erdgekoppelten WP für je eine Sonde pro Vorhaben: 4 € je Meter vertikale Tiefe bis 400 m 6 € je Meter vertikale Tiefe ab 400 m
Biogas	Biogasleitungen mit mind. 300 m Luftlinie für unaufbereitetes Biogas	<ul style="list-style-type: none"> • bis zu 30 % der förderfähigen Nettoinvestitionskosten
Tiefengeothermie	Tiefengeothermieanlagen ab 400 m Bohrtiefe <ul style="list-style-type: none"> • zur Wärmeerzeugung <i>Fündigkeitsrisiko: anteilige Übernahme in separatem KfW-Förderprogramm</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Anlagen: 200 € je kWth, max. 2.000.000 € je Einzelanlage • Bohrungen: von 375 € bis 750 € je Meter Bohrtiefe, max. 2.500.000 € je Bohrung, max. 10.000.000 € insgesamt • Mehraufwand bei Bohrungen: 50 % des Mehraufwands je Bohrung, max. 50 % der Plankosten, max. 1.250.000 € je Bohrung, max. 5.000.000 € je Vorhaben
	<ul style="list-style-type: none"> • zur kombinierten Strom- und Wärmeerzeugung (KWK) <i>Fündigkeitsrisiko: anteilige Übernahme in separatem KfW-Förderprogramm</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Anlagen: [1 - (elektr. Bruttoleistung P_{el} / thermische Nennwärmeleistung Q_{th})] x 200 € je kWth, max. 1.000.000 € je Einzelanlage • Bohrungen: von 375 € bis 500 € je Meter Bohrtiefe, keine Förderung der Tiefe ab 2.500 m, max. 975.000 € je Bohrung, max. 3.900.000 € insgesamt • Mehraufwand bei Bohrungen: wie bei Wärmeerzeugung, vgl. oben
Wärme-netz	<ul style="list-style-type: none"> • Wärmenetze für Wärme aus EE mit bestimmten Mindestanteilen • inklusive Hausübergabestationen (<i>gilt nicht für Neubauten</i>) <i>Keine Förderung für Netze, die mit Wärme aus KWK-Anlagen gespeist werden, die KWKG förderfähig sind</i>	<ul style="list-style-type: none"> • bis zu 60 € je Meter Trasse, max. 1.000.000 € • bei Wärmeeinspeisung aus Tiefengeothermie, max. 1.500.000 € • 1.800 € je Hausübergabestation, bei verbindlichem Anschlussvertrag und keinem Anschlusszwang (<i>gilt nicht für Neubauten</i>)
Wärme-speicher	Große Wärmespeicher mit Speichervolumen ab 10 m ³ für Wärme aus EE <i>Keine Förderung für Speicher, die KWKG förderfähig sind</i>	<ul style="list-style-type: none"> • bis zu 250 € je m³ Speichervolumen, max. 30 % der förderfähigen Nettoinvestitionskosten, max. 1.000.000 € je Wärmespeicher

Quelle: (BMWi 2015e)

Abbildung 18: : Heizungsstruktur nach Bundesländern

Frage: Wird Ihr derzeitiges Wohnhaus bzw. Ihre derzeitige Wohnung überwiegend mit einer Zentralheizung, einer Etagenheizung, per Fernwärmeheizung oder Einzelheizung beheizt?

Basis: Hochgerechnete Anzahl Wohngebäude in Deutschland, Angaben in %*



* Nur ausgewählte Heizungs-systeme, daher keine Summation auf 100 %.

Quelle: BDEW 2015

7 Literaturverzeichnis

- AEE (Hg.) (2015a): Bundesländer mit neuer Energie. Jahresreport Föderal Erneuerbar 2014/15. Baden Württemberg.
- AEE (Hg.) (2015b): Energiewende im Wärmesektor. Metaanalyse. Agentur für Erneuerbare Energien (AEE).
- AEE (Hg.) (2015c): Landesinfo. Saarland. Online verfügbar unter <http://www.foederal-erneuerbar.de/landesinfo/bundesland/SL/kategorie/gesetze/auswahl/327-waermegesetze/>, zuletzt geprüft am 28.08.2016.
- AEE (Hg.) (2016a): Instrumente und Maßnahmen für die Wärmewende. Metaanalyse. Agentur für Erneuerbare Energien (AEE).
- AEE (Hg.) (2016b): Nordrhein-Westfalen (NRW). Föderal Erneuerbar - Bundesländer mit neuer Energie. Berlin. Online verfügbar unter http://www.foederal-erneuerbar.de/landesinfo/bundesland/NRW/kategorie/waerme/auswahl/290-anteil_der_erneuerba/#goto_290, zuletzt geprüft am 29.03.2016.
- AGFW (Hg.) (2014a): AGFW-Hauptbericht 2013. Unter Mitarbeit von Schmitz, Karin, Müller, Ullrich und John Miller. Frankfurt am Main.
- AGFW (Hg.) (2014b): Energetische Bewertung von Fernwärme. Bestimmung der spezifischen Primärenergiefaktoren für Fernwärmeversorgungssysteme. Arbeitsblatt AGFW FW 309 Teil 1. Frankfurt am Main.
- B.KWK (Hg.) (2015): Gesetz zur Neuregelung des Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetzes (KWKG 2016) tritt am 01. Januar 2016 in Kraft. Berlin (Newsletter). Online verfügbar unter http://www.bkwb.de/newsletter/archiv/2015/bkwb_newsletter_kwkg_2016_tritt_am_112016_in_kraft/, zuletzt geprüft am 29.03.2016.
- BAFA (Hg.) (k.A.): Optimierung bereits geförderter Anlagen. Online verfügbar unter http://www.bafa.de/bafa/de/energie/erneuerbare_energien/optimierung/index.html, zuletzt geprüft am 13.11.2016.
- BAFA (Hg.) (2012): Jahresbericht 2012/2013. Eschborn.
- BAFA (Hg.) (2014): Bericht 2013/2014. Außenwirtschaft, Wirtschaftsförderung, Energie und Klimaschutz. Eschborn.
- BAFA (Hg.) (2015a): Antragszahlen Januar bis Oktober des Marktanzreizprogramms. Zeitraum: Januar bis Oktober 2015 inklusive Vergleichszeitraum 2014. Online verfügbar unter http://www.bafa.de/bafa/de/energie/erneuerbare_energien/twitter_blog/2015/november/statistik_oktober.html, zuletzt aktualisiert am 05.11.2015, zuletzt geprüft am 13.11.2016.
- BAFA (Hg.) (2015b): Bericht 2014/2015. Außenwirtschaft, Wirtschaftsförderung, Energie und Klimaschutz. Eschborn.
- BAFA (2015c): Marktanzreizprogramm 2015. Investitionskostenzuschüsse (BAFA-Teil). Hg. v. BMWi.
- 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.
- Bayernwerk Natur (Hg.) (2013): Langjährige Erfahrung mit erfolgreichen Referenzen. Geothermie-Heizwerk Poing.

- BDEW (Hg.) (2015): Wie heizt Deutschland? BDEW-Studie zum Heizungsmarkt. Unter Mitarbeit von Livia Beier und Christian Bantle. Berlin.
- BDEW (2016): Entwicklung der Energieversorgung 2015. Fakten und Argumente.
- Behrendt, Michael (2015): Interesse an Zuschüssen. Fernwärme in Badenweiler. In: *Badische Zeitung - Online* 2015, 10.01.2015. Online verfügbar unter <http://www.badische-zeitung.de/badenweiler/interesse-an-zuschuessen--98606607.html>, zuletzt geprüft am 26.06.2017.
- Bezirksregierung Arnsberg (2015): Markteinführung 2015. Programm für Rationelle Energieverwendung, Regenerative Energien und Energiesparen – Programmbereich Markteinführung. Hg. v. progres.nrw.
- BMU (Hg.) (2011): Anwendungshinweise zum Vollzug des Erneuerbare-Energien-Wärmegesetzes. Nutzung von Fernwärme oder Fernkälte bei Neubauten. Hinweis Nr. 1/2011. Berlin.
- BMU (Hg.) (2012a): 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.
- BMU (2012b): Erfahrungsbericht zum Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG-Erfahrungsbericht). gemäß § 18 EEWärmeG vorzulegen dem Deutschen Bundestag.
- BMUB (Hg.) (2015a): EKI Energie- und Klimaschutzinitiative Schleswig-Holstein. Service- und Kompetenzzentrum kommunaler Klimaschutz. Online verfügbar unter <https://www.klimaschutz.de/de/zielgruppen/kommunen/foerderung/eki-energie-und-klimaschutzinitiative-schleswig-holstein>, zuletzt geprüft am 02.02.2017.
- BMUB (Hg.) (2015b): Förderung von Mini-KWK-Anlagen. Klimaschutz durch Effizienz. BAFA. Online verfügbar unter http://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/kwk_mini_kwk_flyer.pdf?__blob=publicationFile&v=3, zuletzt geprüft am 10.04.2017.
- BMUB (Hg.) (2016): Förderaufruf für investive Kommunale Klimaschutz-Modellprojekte im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative (NKI) des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit. Vom 1. Dezember 2016. Online verfügbar unter http://www.klimaschutz.de/sites/default/files/161125_fa_modellprojekte_bt-ua_final_bf.pdf, zuletzt geprüft am 11.04.2016.
- BMWi (2015a): Energieeffizienzstrategie Gebäude. Wege zu einem nahezu klimaneutralen Gebäudebestand. Hg. v. BMWi. Berlin.
- BMWi (2015b): Energieeinsparrecht. Online verfügbar unter <http://www.bmwi.de/DE/Themen/Energie/Gebaeude/energieeinsparrecht.html>, zuletzt geprüft am 03.06.2017.
- BMWi (Hg.) (2015c): Energieoptimierte Gebäude und Quartiere - dezentrale und solare Energieversorgung. Online verfügbar unter <http://www.bmwi.de/DE/Themen/Energie/Energieforschung-und-Innovationen/foerderschwerpunkte,did=679404.html>, zuletzt geprüft am 29.05.2015.
- BMWi (Hg.) (2015d): Förderung von Tiefengeothermie-Wärmenetzen / Infrakredit Tiefengeothermie. Förderdatenbank. Online verfügbar unter <http://foerderdatenbank.de/Foerder-DB/Navigation/Foerderrecherche/suche.html?get=9fa75c9c491f3106ce389b7c253b309b;views;document&doc=10701>, zuletzt geprüft am 02.02.2016.

- BMWi (Hg.) (2015e): Marktanreizprogramm (MAP). Online verfügbar unter http://www.erneuerbare-energien.de/EE/Navigation/DE/Foerderung/Beratung_und_Foerderung/Marktanreizprogramm/marktanreizprogramm.html, zuletzt geprüft am 26.06.2017.
- BMWi (11.03.2015): Richtlinien zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt. EEWärmeG 2015.
- BMWi (Hg.) (2015f): Zahlen und Fakten Energiedaten. Nationale und Internationale Entwicklung. Berlin.
- BMWi (2016a): Erneuerbare Energien in Zahlen. Nationale und internationale Entwicklung im Jahr 2015.
- BMWi (Hg.) (2016b): Europäischer Energieeffizienzfonds (EEEF). Förderdatenbank. Online verfügbar unter <http://www.foerderdatenbank.de/Foerder-DB/Navigation/Foerderrecherche/suche.html?get=6f30e7ddc4905846ffb429291a9bd4e7;views;document&doc=11531>, zuletzt geprüft am 02.02.2016.
- BMWi (27.06.2017): Förderbekanntmachung zu den Modellvorhaben Wärmenetzsysteme 4.0, Wärmenetze 4.0. In: Bundesanzeiger.
- BMWi; BMBF (28.04.2016): Verordnung über die Berufsausbildung zum Anlagenmechaniker für Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik und zur Anlagenmechanikerin für Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik. SHKAMAusbV. In: *Bundesgesetzblatt* (Teil I Nr. 20). Online verfügbar unter <https://www.bibb.de/tools/berufesuche/index.php/regulation/voanlagenmechsani2016.pdf>.
- 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 21.04.2017.
- 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.
- BS Energy (Hg.) (2010): Gefördert, sicher, umweltfreundlich. Ihr Weg zum BS|ENERGY Förderprogramm. Braunschweig. Online verfügbar unter http://www.bs-energy.de/fileadmin/redakteure/kommunikation/V02_BVA10733_Folder_Fernwarme__3_.pdf, zuletzt geprüft am 26.06.2017.
- BSW-Solar (06.05.2015): Dank neuem Marktanreizprogramm gute Aussichten für Solarwärme. Berlin.
- Bundeskartellamt (2012): Sektoruntersuchung Fernwärme. Abschlussbericht gemäß § 32e GWB.
- Bundesregierung (2010a): Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung.
- Bundesregierung (2010b): Nationaler Aktionsplan für Erneuerbare Energie gemäß der Richtlinie 2009/28/EG zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen.
- Bundesregierung (2013): Energieeinsparverordnung. EnEV, vom 18.11.2013. In: *BGBI. I*, S. 3951.
- Bürger-Energie Fischerbach eG (Hg.) (k.A.): bKWN-Eis-System Karl-May-Weg II/III. Online verfügbar unter <http://www.buerger-energie-fischerbach.de/de/bKWN/Karl-May-Weg-II+III>, zuletzt geprüft am 29.03.2016.

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 Wärmeerzeugungssystemen unter Berücksichtigung von Langzeitwärmespeicherung“. Borderstep Institut für Innovation und Nachhaltigkeit gGmbH. Hannover.

Danish Energy Agency (Hg.) (2015): Energy Statistics 2013. Data, tables, statistics and maps. Kopenhagen.

Degenhart, Heinrich (2010): Die Finanzierung von Biomasse-Nahwärme-Genossenschaften. Ein Überblick. In: *Arbeitspapierreihe Wirtschaft & Recht* (6).

Deutscher Bundestag (2006): Gesetz betreffend die Erwerbs- und Wirtschaftsgenossenschaften. Genossenschaftsgesetz - GenG, vom 16.10.2006. In: *BGBI.* (I), S. 2230. Online verfügbar unter <http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/geng/gesamt.pdf>, zuletzt geprüft am 28.08.2015.

Deutscher Bundestag (Hg.) (2015): Vor- und Nachteile verschiedener Energiespeichersysteme. Wissenschaftlicher Parlamentsdienst. Berlin (WD 8 - 3000 - 032/14). Online verfügbar unter <https://www.bundestag.de/blob/412904/ca2dd030254284687a1763059f1f4c0c/wd-8-032-14-pdf-data.pdf>, zuletzt geprüft am 20.04.2017.

DGRV (Hg.) (2015): Energiegenossenschaften. Ergebnisse der DGRV-Jahreumfrage (zum 31.12.2014). Berlin.

EEEF S.A. (Hg.) (2014): European Energy Efficiency Fund. Annual Report 2014. Bertragne. Online verfügbar unter http://www.eeef.eu/tl_files/downloads/Annual_Reports/EEEF_Annual_Report_2014.pdf, zuletzt geprüft am 02.02.2016.

EE-Wärme-Info (2015): Marktanreizprogramm. Hg. v. INER e.V. Online verfügbar unter <http://ee-waerme-info.i-ner.de/index.php?title=Marktanreizprogramm>, zuletzt aktualisiert am 21.01.2015, zuletzt geprüft am 13.11.2016.

Eikmeier, Bernd (2013): Digitale Wärmebedarfskarte als Planungswerkzeug für Nah- und Fernwärmekonzepte. Bremer Energie Institut. Oldenburg, 07.02.2013.

energy-mag (Hg.) (2015): Energiewende Deutschland – Nicht labern, machen. Online verfügbar unter <http://www.energy-mag.com/energiewende-deutschland-nicht-labern-machen/#more-8695>, zuletzt aktualisiert am 29.05.2015, zuletzt geprüft am 29.03.2016.

EUFIS (2015): Europäischer Fonds für regionale Entwicklung (EFRE). EUFIS: EU-Glossar. Online verfügbar unter <https://www.eufis.eu/eu-glossar.html?type=0&uid=71&cHash=55284e152714ddcc337d24c36a150e48>, zuletzt geprüft am 13.11.2016.

Europäische Investitionsbank (Hg.) (2015): Was ist der Europäische Fonds für strategische Investitionen? Online verfügbar unter <http://www.eib.org/efsi/what-is-efsi/index.htm>, zuletzt geprüft am 13.11.2016.

Europäische Investitionsbank (Hg.) (2016): Unterstützung für ein Höchstmaß an nachhaltigen Energieprojekten (ELENA). Online verfügbar unter <http://www.eib.org/products/advising/elena/index.htm>, zuletzt geprüft am 02.02.2016.

Europäische Kommission (2015a): Paket zur Energieunion. Mitteilung der Kommission an das europäische Parlament, den Rat, den europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss, den Ausschuss der Regionen und die Europäische Investitionsbank. Rahmenstrategie für eine krisenfeste Energieunion mit einer zukunftsorientierten Klimaschutzstrategie. Brüssel.

Europäische Kommission (Hg.) (2015b): Horizon 2020. Work Programme 2016 - 2017. 10. 'Secure, Clean and Efficient Energy'. Brüssel.

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.

Europäische Kommission (Hg.) (2016b): Financing energy efficiency. Brüssel. Online verfügbar unter <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-efficiency/financing-energy-efficiency>, zuletzt geprüft am 29.03.2017.

Europäische Kommission (Hg.) (2016c): Intelligent Energy Europe Projects Database. Online verfügbar unter <http://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/>, zuletzt aktualisiert am 02.02.2016, zuletzt geprüft am 02.02.2017.

Europäische Kommission (Hg.) (2016d): INTelligent systems for Energy Prosumer buildings at District level. INTrEPID. Online verfügbar unter http://cordis.europa.eu/project/rcn/105992_en.html, zuletzt geprüft am 02.02.2016.

Europäische Kommission (Hg.) (2016e): Smart and Flexible 100 % Renewable District Heating and Cooling Systems for European Cities (SMARTREFLEX). In: IEE Projects Database. Online verfügbar unter <http://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/en/projects/smartreflex>, zuletzt geprüft am 02.02.2016.

Europäische Kommission (23.02.2017): Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen (Neufassung). Erneuerbare-Energien-Verordnung (Vorschlag), vom 2016/0382 (COD).

Europäischer Rat (2014): Schlussfolgerungen zum Rahmen für die Klima- und Energiepolitik bis 2030.

Europäisches Parlament; Europäischer Rat (2009): Richtlinie 2009/28/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien 2001/77/EG und 2003/30/EG. RICHTLINIE 2009/28/EG. In: *Amtsblatt der Europäischen Union* (140), S. 16–62.

Fernwärme Ulm (Hg.) (2016): Fernwärme Ulm. Das Unternehmen. Online verfügbar unter <http://www.fernwaerme-ulm.de/unternehmen.html>, zuletzt geprüft am 29.03.2016.

Fichtner (Hg.) (2016): Evaluierung von Einzelmaßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt (Marktanreizprogramm) für den Zeitraum 2012 bis 2014. Evaluierung des Förderjahres 2014. Ausarbeitung im Auftrag des BMWi. Unter Mitarbeit von Achim Stuible, Daniel Zech, Hans-Friedrich Wülbeck, Evelyn Sperber, Michael Nast, Hans Hartmann et al. Stuttgart. Online verfügbar unter https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Downloads/Berichte/evaluierung-marktanreizprogramm.pdf?__blob=publicationFile&v=5.

Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft e.V. (2011): Energienutzungsplan für die Stadt Nürnberg.

Fouquet, Dörte; Prall, Ursula; Luhmann, Jochen; Jelitte, Andrea; Hoffmann, Ilka; Zeiss, Christoph; Maaß, Werner (2010): Fachliche Bewertung des Umsetzungsbedarfs der Erneuerbare-Energien-Richtlinie der EU. Untersuchung im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. FKZ 03MAP163. Kuhbier Rechtsanwälte Brüssel; Wuppertal Institut; WM Consultant.

Gähns, Swantje; Aretz, Astrid; Flaute, Markus; Oberst, Christian A.; Großmann, Anett; Lutz, Christian et al. (2016): Prosumer-Haushalte: Handlungsempfehlungen für eine sozial-ökologische und systemdienliche Förderpolitik. IÖW; GWS; RWTH Aachen.

GASAG (Hg.): GASAG-Wärme: Mehr Energie für Ihr Geschäft, weniger Energie für Ihr Gebäude. Berlin. Online verfügbar unter <https://www.gasag.de/Downloads/Geschaeftskunden/GASAG-Waerme-Produktbroschuere.pdf>, zuletzt geprüft am 02.02.2016.

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 02.02.2016.

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 28.08.2017.

Henkes, Thorsten (2014): Fördermöglichkeiten für Nahwärmenetze und Wärmespeicher. Kommunal Nahwärmekongress. Energieagentur Rheinland-Pfalz. Schifferstadt, 08.10.2014.

hessenENERGIE (Hg.) (2013): Kurzinformation zur Förderung von Nahwärmenetzen.

Huenges, Ernst; Sperber, Evelyn; Eggert, Jan; Noll, Florian; Kallert, Anna Maria; Reuß, Manfred (2014): Regenerative Wärmequellen für Wärmenetze. FVEE Jahrestagung 2014. GFZ; DLR; Fraunhofer ISE; IZES; Fraunhofer IPB; ZAE, 2014.

IFB Hamburg (2015): Erneuerbare Wärme. Produktinformation für die Förderung des Einsatzes Erneuerbarer Energien in Unternehmen, Wohngebäuden und Nichtwohngebäuden. Hg. v. IFB Hamburg. Hamburg.

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 21.04.2017.

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-LowExTra_Gesch%C3%A4ftsmodelle_2016.pdf, zuletzt geprüft am 07.04.2017.

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

Jungjohann, Arne; Spörle, Natascha (2015): Sticks and Carrots: Germany's Approach to Renewable Heating. Stuttgart, Berlin.

Kerner, Thomas; Kruck, Alfons (2014): Umsetzung eines innovativen Nahwärmeprojektes in der Gemeinde Dollnstein. Kommunalunternehmen Energie Dollnstein, 17.10.2014. Online verfügbar unter https://www.regierung.oberbayern.bayern.de/imperia/md/content/regob/internet/dokumente/bereich3/energieeffizientesbauen/6_17-10-2014_t_kerner+a_kruck_nahwaermeprojekt_dollnstein.pdf.

KfW (Hg.) (2014): Energieeffizient Sanieren - Kredit (151, 152) und Investitionszuschuss (430). Anlage zu den Merkblättern.

- KfW (Hg.) (2017): KfW-Energieeffizienzprogramm - Energieeffizient Bauen und Sanieren (Merkblatt, 276, 277, 278). Online verfügbar unter <https://www.kfw.de/KfW-Konzern/Service/Download-Center/F%C3%B6rderprogramme-%28Inlandsf.%29-%28D-EN%29/Barrierefreie-Dokumente/KfW-Energieeffizienzprogramm-Energieeffizient-Bauen-und-Sanieren-%28276-277-278%29/>, zuletzt geprüft am 10.04.2017.
- Klebsch, Ralph; Hollandt, Frank; Schwarz, Uwe; Dunkelberg, Elisa; Hirschl, Bernd (2014): Technische und wirtschaftliche Bewertung einer getrennten Betriebsführung von Netz und Erzeugung des Fernwärmenetzes von Vattenfall für den Fall eines Eigentumsübergangs auf Berlin. Abschlussbericht. Hg. v. IÖW und BLS Energieplan. Land Berlin. Berlin.
- Klinski, Stefan (2005): Überblick über die Zulassung von Anlagen zur Nutzung Erneuerbarer Energien. Der rechtliche Anforderungsrahmen für die Nutzung der verschiedenen Energien zu Zwecken der Strom-, Wärme- und Gasversorgung. Berlin.
- Knödler, Gernot (2011): Neue Moorburg-Trasse. Vattenfall-PLäne für neue Fernwärmeleitung. In: *taz*, 02.02.2011. Online verfügbar unter <http://www.taz.de/!5127453/>, zuletzt geprüft am 29.03.2016.
- Kohl, Ingmar; Edelmann, Thomas; Boehnke, Jasper; Rubner, Philipp (2015): Fernwärme, quo vadis? Ein Geschäftsfeld mit Hindernissen. Hg. v. Energiewirtschaftliche Tagesfragen. Online verfügbar unter <http://www.et-energie-online.de/AktuellesHeft/Topthema/tabid/70/Year/2015/NewsModule/423/NewsId/1450/Fernwar-me-quo-vadis-Ein-Geschäftsfeld-mit-Hindernissen.aspx>, zuletzt geprüft am 13.11.2016.
- Kollert, Irina (2012): Förderprogramme für Energieeffizienzmaßnahmen und Erneuerbare Energien. Hg. v. EOR. Speyer.
- Land Baden-Württemberg (Hg.) (2014): Integriertes Energie- und Klimaschutzkonzept Baden-Württemberg (IEKK). Beschlussfassung.
- Land Brandenburg (2012): Energiestrategie 2030 des Landes Brandenburg. Hg. v. Ministerium für Wirtschaft und Europaangelegenheiten des Landes Brandenburg. Potsdam. Online verfügbar unter http://www.energie.brandenburg.de/media/bb1.a.2865.de/Energiestrategie_2030.pdf, zuletzt geprüft am 28.08.2017.
- Landesförderinstitut Mecklenburg-Vorpommern (Hg.) (2014): Kurzinformation Klimaschutzförderrichtlinie Kommunen. Schwerin.
- Landesregierung NRW (Hg.) (2015): Klimaschutzplan NRW - Entwurf der Landesregierung. Klimaschutz und Klimafolgenanpassung. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.klimaschutz.nrw.de/fileadmin/Dateien/Download-Dokumente/Sonstiges/Anlage_a_KSP-Text_v20.0_final.pdf, zuletzt geprüft am 02.02.2016.
- Landtag Baden-Württemberg (Hg.) (2015): Fern- und Nahwärme in Freiburg. Kleine Anfrage des Abg. Adreas Glück FDP/DVP und Antwort des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft. Drucksache 15/7726.
- L-Bank (Hg.) (2015): Wohnen mit Zukunft: Erneuerbare Energien. Merkblatt. Bereich Wirtschaftsförderung. Stuttgart.
- Lund, Henrik; Werner, Sven; Wiltshire, Robin; Svendsen, Svend; Thorsen, Jan Eric; Hvelplund, Frede; Mathiesen, Brian Vad (2014): 4th Generation District Heating (4GDH). In: *Energy* 68, S. 1–11. DOI: 10.1016/j.energy.2014.02.089.
- Lutz, Simone (2015): Neubaugebiet Gutleutmatten: Streit ums Energiekonzept. In: *Badische Zeitung*, 23.10.2015. Online verfügbar unter <http://www.badische-zeitung.de/freiburg/neubaugebiet-gutleutmatten-streit-ums-energiekonzept--112883716.html>, zuletzt geprüft am 29.03.2016.

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.

Mangold, D.; Riegger, M.; Schmidt, T. (2007): Solare Nahwärme und Langzeit-Wärmespeicher. Wissenschaftlich-technische Programmbegleitung für Solarthermie2000Plus. Hg. v. Solites.

Maslaton, Martin (2015): Erheblicher Nachbesserungsbedarf bei der KWKG-Novelle. In: *neue energie* 2015, 10/2015 (10), S. 42–43.

Mellwig, Peter (2016): Wie sieht der Wärmemix der Zukunft aus? Optionspfade und Abhängigkeiten. Berliner Energietage. Berliner Energietage. ifeu, 13.04.2016.

Mieterschutzbund Berlin e.V. (Hg.) (2014): Wärmecontracting - für Mieter kein Gewinn. Berlin (Mieterschutz, 01/2014).

Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt Schleswig-Holstein (Hg.) (2015): Best-Practice-Beispiele Schleswig-Holstein. Wärmeversorgung Sprakebüll, zuletzt geprüft am 04.01.2016.

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (2014): Demonstrationsvorhaben der rationellen Energieverwendung und der Nutzung erneuerbarer Energieträger. Online verfügbar unter <http://foerderdatenbank.de/Foerder-DB/Navigation/Foerderrecherche/suche.html?get=9fa75c9c491f3106ce389b7c253b309b;views;document&doc=222&typ=KU>, zuletzt geprüft am 02.02.2016.

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (2015): Klimaschutz-Plus - Allgemeiner Programmteil. Hg. v. BMWi. Förderdatenbank. Online verfügbar unter <http://foerderdatenbank.de/Foerder-DB/Navigation/Foerderrecherche/suche.html?get=9fa75c9c491f3106ce389b7c253b309b;views;document&doc=9145>, zuletzt geprüft am 02.02.2016.

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (Hg.) (2017): Förderprogramm Energieeffiziente Wärmenetze. Online verfügbar unter <https://um.baden-wuerttemberg.de/de/energie/beratung-und-foerderung/foerdermoeglichkeiten/energieeffiziente-waermenetze/>, zuletzt geprüft am 06.04.2017.

Moises, Wolfgang (2015): Kombinierte Kalt-/Warme-Nahwärmenetze im Vergleich zu Standard-Nahwärmenetzen. Projektbeispiel "Dollnstein". Hg. v. Team für Technik GmbH.

Molkerei Rücker (19.08.2011): Mit kalter Wärme heizen. „Kalte Fernwärme Aurich“ ist Preisträger im Wettbewerb „365 Orte im Land der Ideen“. Aurich.

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

Müller, Jakob; Holstenkamp, Lars (2015): Zum Stand von Energiegenossenschaften in Deutschland. Aktualisierter Überblick über Zahlen und Entwicklungen zum 31.12.2014. In: *Arbeitspapierreihe Wirtschaft & Recht* (20).

Nahwärme Burggrumbach eG (Hg.) (2016): Nahwärmeprojekt "Mühlackersiedlung". Online verfügbar unter <http://nahwaerme-burggrumbach.jimdo.com/>, zuletzt geprüft am 29.03.2016.

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.

Nast, Michael; Leprich, Uwe; Klinski, Stefan; Bürger, Veit; Ragwitz, Mario (2006): Eckpunkte für die Entwicklung und Einführung budgetunabhängiger Instrumente zur

Marktdurchdringung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt. Endbericht. Im Auftrag des BMUB. Hg. v. BMUB. Öko-Institut e.V.; DLR; IZES; Fraunhofer ISI. Stuttgart [u.a.].

Nitsch, Joachim; Pregger, Thomas; Gerhardt, Norman; Sterner, Michael; Wenzel, Bernd (2012): Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global. Schlussbericht. Hg. v. DLR, Fraunhofer IWES und IFNE. Stuttgart, Kassel, Teltow.

NRWSPD; Bündnis 90/Die Grünen NRW (2012): Koalitionsvertrag 2012–2017. Verantwortung für ein starkes NRW – Miteinander die Zukunft gestalten. Online verfügbar unter https://gruene-nrw.de/dateien/Koalitionsvertrag_2012-2017.pdf, zuletzt geprüft am 28.08.2017.

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 02.02.2017.

Öko-Institut e.V. (Hg.) (2015): Aktueller Stand der KWK-Erzeugung (Dezember 2015). Im Auftrag des BMWi. Unter Mitarbeit von Sabine Gores, Wolfram Jörß und Carina Zell-Ziegler. Freiburg. Online verfügbar unter <https://www.oeko.de/oekodoc/2450/2015-607-de.pdf>, zuletzt geprüft am 10.04.2017.

Paar, Angelika; Herbert, Florian; Pehnt, Martin; Ochse, Susanne; Richter, Stephan; Maier, Stefanie et al. (2013): Transformationsstrategien Fernwärme. TRAFO - ein Gemeinschaftsprojekt von ifeu-Institut, GEF Ingenieur AG und AGFW. Hg. v. AGFW. Heidelberg, Leimen, Frankfurt am Main (AGFW-Reihe Forschung und Entwicklung, Heft 24). Online verfügbar unter http://www.eneff-stadt.info/fileadmin/media/Publikationen/Dokumente/Endbericht_Transformationsstrategien_FW_IFEU_GEF_AGFW.pdf, zuletzt geprüft am 06.12.2016.

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

Reinholz, Andreas (2013): BTB-Projekt Wohnen am Campus "Demokratische Netzstrukturen". Frankfurt, 23.01.2013.

Reuster, Lena; Reutter, Felix (2015): Aktueller Stand ausgewählter Energiewendeziele. Neue Daten zum Energieverbrauch 2014 und 2015. Kurzanalyse im Auftrag der Bundestagsfraktion Bündnis 90/Die Grünen. Forum Ökologisch-Soziale Marktwirtschaft. Berlin.

Schlesinger, Michael; Hofer, Peter; Kemmler, Andreas; Kirchner, Almut; Koziel, Sylvie; Ley, Andrea et al. (2014): Entwicklung der Energiemärkte - Energiereferenzprognose. 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.

Schulz, Wolfgang (2011): Planen nach Bedarf. Die Stadtwerke Bielefeld GmbH nutzt einen vom Bremer Energie Institut entwickelten Wärmebedarfsatlas als Planungsinstrument, berichtet Wolfgang Schulz. Hg. v. Energie und Management - Zeitung für den Energiemarkt.

Schulz, Wolfgang; Brandstätter, Christine (2013): Flexibilitätsreserve aus dem Wärmemarkt. Bochum: Ponte Press.

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 28.05.2017.

SenWTF Berlin (Hg.) (2014): Begünstigtenverzeichnis des EFRE in Berlin 2013. Zuletzt aktualisiert 18.07.2014. Berlin.

Solarcomplex AG (Hg.) (2012): Solarcomplex baut das 1. Bioenergiedorf mit großer solarthermischer Anlage. Online verfügbar unter <http://www.solarcomplex.de/energieanlagen/bioenergiedoerfer/buesingen.html>, zuletzt geprüft am 29.03.2017.

SolarContact (Hg.) (2016): Förderprogramme für Solarthermie in Mecklenburg Vorpommern. Online verfügbar unter <http://de.solarcontact.com/solarthermie/foerderung/mecklenburg-vorpommern>, zuletzt geprüft am 02.02.2017.

Solites (Hg.): Solar District Heating. Online verfügbar unter <http://solar-district-heating.eu/SDH.aspx>, zuletzt geprüft am 02.02.2017.

SolNet BW (Hg.) (2015): Solare Nah- und Fernwärme. Fallbeispiel Crailsheim Hiertenwiesen. Typ: Solares Wärmenetz mit Langzeitwärmespeicher und hohen solaren Deckungsanteilen für Wohngebiete und Quartiere.

SPD-Landtagsfraktion Thüringen (2013): Gesetz zum Einsatz Erneuerbarer Energien und zur effizienten Wärmenutzung in Gebäuden im Freistaat Thüringen. Thüringer Erneuerbare-Energien-Wärmegegesetz – ThEEWärmeG. Beschluss der SPD-Landtagsfraktion vom 30. Januar 2013. Erfurt.

Spieß, Jana (2015): Fernwärme in Berlin. Berlin, 14.04.2017. E-Mail an adelphi.

Stadt Esslingen am Neckar (Hg.) (2013): Energienutzungsplan Esslingen am Neckar einstimmig beschlossen. Online verfügbar unter http://www.esslingen-und-co.de/Lde/start/43+Projekte+_mehr/Energienutzungsplan.html, zuletzt geprüft am 17.06.2017.

Stadwerke Tübingen (Hg.) (2014): Förderprogramm Fernwärme Hausanschluss. Online verfügbar unter http://www.swtue.de/fileadmin/user_upload/6Waerme/Foerderprogramm_Hausanschluss.pdf, zuletzt geprüft am 26.06.2017.

StMWi (2015): Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums (ELER) (2014-2020). Hg. v. BMWi. Förderdatenbank. Online verfügbar unter <http://www.foerderdatenbank.de/Foerder-DB/Navigation/Foerderrecherche/suche.html?get=views;document&doc=2622>, zuletzt geprüft am 02.02.2017.

StMWi (11.10.2015): Richtlinien zur Förderung von Energiekonzepten und kommunalen Energienutzungsplänen. Online verfügbar unter https://www.stmwi.bayern.de/fileadmin/user_upload/stmwivt/Themen/Foerderprogramme/Dokumente/2017-01-23_Richtlinien_zur_Foerderung_von_Energiekonzepten_und_kommunalen_Energienutzungsplaenen.pdf, zuletzt geprüft am 06.04.2017.

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.

Sun&Wind Energy (Hg.) (2013): Heat incentive for the Czech Republic. Online verfügbar unter <http://www.sunwindenergy.com/news/heat-incentive-czech-republic>, zuletzt geprüft am 02.02.2017.

SW München (Hg.) (2012): Energieversorgungssystem „Solare Nahwärme Ackermannbogen“. Modellprojekt. München.

Technische Hochschule Deggendorf (2013): Energienutzungsplan Landkreis Regen.

Ullrich, Sven (2015): Bundesregierung regelt Wärmeförderung neu. Marktanreizprogramm novelliert. Hg. v. Erneuerbare Energien - Das Magazin. Online verfügbar unter http://www.erneuerbareenergien.de/bundesregierung-regelt-waermefoerderung-neu/150/436/86152/?utm_source=newsletter&utm_medium=email&utm_campaign=Newsletter%20ERE%20Free%2020150312&utm_content=Bundesregierung%20regelt%20W%E4rmef%F6rderung%20neu, zuletzt aktualisiert am 12.03.2015, zuletzt geprüft am 13.11.2016.

Universität Kassel (Hg.) (2015): SolNet-Newsletter of the Solar Heat Integration Network (SHINE). SolNet Office. Kassel. Online verfügbar unter www.solar.uni-kassel.de/solnet, zuletzt geprüft am 02.02.2017.

Verbraucherzentrale Hamburg (Hg.) (2012): Vattenfall muss Fernwärmenetz öffnen. Online verfügbar unter <http://www.vzhh.de/energie/151259/vattenfall-muss-fernwaermenetz-oeffnen.aspx>, zuletzt aktualisiert am 29.02.2012, zuletzt geprüft am 20.04.2017.

VfW (Hg.) (2015): Der VfW in Zahlen. Online verfügbar unter <http://www.energiecontracting.de/6-verband/wir-ueber-uns/docs/Zahlen2005-2014.pdf>, zuletzt geprüft am 02.02.2016.

Wenzel, Bernd; Bruns, Elke; Adolf, Matthias; Ohlhorst, Dörte (2015a): Erneuerbare Energien zur individuellen Wärme- und Kälteversorgung. Anhang: Ziele für den EE-Wärmesektor.

Wenzel, Bernd; Bruns, Elke; Adolf, Matthias; Ohlhorst, Dörte (2015b): Erneuerbare Energien zur individuellen Wärme- und Kälteversorgung. Innovationen und Herausforderungen auf dem Weg in den Wärmemarkt. Hg. v. Institut für nachhaltige Energie- und Ressourcennutzung.

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.

Wood Energy Ltd. (Hg.) (2016): Who pays for the RHI? Online verfügbar unter <http://www.rhinentive.co.uk/rhi/principles/funding/>, zuletzt geprüft am 02.02.2016.

Wünsch, Marco; Eikmeier, Bernd; Jochem, Eberhard; Gailfuß, Markus (2014a): Potenzial- und Kosten-Nutzen-Analyse zu den Einsatzmöglichkeiten von Kraft-Wärme-Kopplung (Umsetzung der EU-Energieeffizienzrichtlinie) sowie Evaluierung des KWKG im Jahr 2014. Endbericht zum Projekt I C 4 - 42/13. Hg. v. Prognos AG, Fraunhofer IFAM, IREES und BHKW-Consult. Berlin. Online verfügbar unter <http://www.irees.de/irees-wAssets/docs/publications/projektbericht-report/potenzial-und-kosten-nutzen-analyse-zu-den-einsatzmoeglichkeiten-von-kraft-waerme-kopplung.pdf>.

Wünsch, Marco; Klotz, Eva-Maria; Koepf, Marcus; Peter, Frank; Thamling, Nils; Ziegenhagen, Inka et al. (2014b): Potenzial- und Kosten-Nutzen-Analyse zu den Einsatzmöglichkeiten von Kraft-Wärme-Kopplung (Umsetzung der EU-Energieeffizienzrichtlinie) sowie Evaluierung des KWKG im Jahr 2014. Endbericht zum Projekt I C 4 - 42/13.