



# STRATEGIEN ZUR TREIBHAUSGASREDUKTION UND ZUM SYSTEMRELEVANTEN AUSBAU DER LEITUNGSGEBUNDENEN WÄRME UND KÄLTE IN DEUTSCHLAND

erarbeitet auf der Basis einer Studie des  
Fraunhofer-Instituts  
für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM  
OE Energiesystemanalyse  
von  
BEE, 8KU und AGFW  
Berlin, Frankfurt am Main  
Juli 2020

## **Geleitwort von Dr. Bernd Eikmeier, Leiter der Energiesystemanalyse am Fraunhofer IFAM:**

Der Anteil der Erneuerbaren Energien im Wärmemarkt verändert sich seit Jahren kaum und verharrt auf niedrigem Niveau; obwohl großer Handlungsbedarf für eine Dekarbonisierung der Erzeugung besteht. Technische Lösungen stehen zwar in ausreichendem Maße zur Verfügung; jedoch verhindern etliche Hemmnisse eine schnelle Zielerreichung.

Es ist grundsätzlich unstrittig, dass Wärmenetze eine wichtige Rolle bei der Versorgung von verdichteten Siedlungsstrukturen einnehmen. Das Förderprogramm Wärmenetze 4.0, das im KWKG verankerte Ausschreibungsmodul für iKWK sowie das geplante Basisförderprogramm sind Beispiele dafür, dass die Politik Handlungsbedarf zur Unterstützung der erforderlichen Entwicklungen erkannt hat. Die letzten Jahre haben jedoch deutlich gemacht, dass es eines angepassten/erweiterten Instrumentenmixes bedarf, um die Transformationsgeschwindigkeit zügig zu erhöhen.

Aus diesem Grund wurde das Fraunhofer IFAM mit einer Studie beauftragt, um den Ist-Stand strukturiert zu dokumentieren, wesentliche Hemmnisse aufzuzeigen und mögliche Maßnahmen zu deren Überwindung zu bewerten. Dies erfolgte unter Einbindung der bei den Auftraggebern verfügbaren Fachkompetenz sowie von Fachleuten von am Markt aktiven Unternehmen und der Wissenschaft, u. a. in gemeinsamen Workshops.

Im Diskussionsprozess zeigte sich, dass dieses Projekt und die inhaltlichen Arbeiten des IFAM eine wichtige Basis für die Auftraggeber waren, die zunächst durchaus unterschiedlichen Sichtweisen– insbesondere in Bezug auf die benötigte Zeit für eine Dekarbonisierung der Wärmeerzeugung bei im Wettbewerb stehenden Versorgungsunternehmen– miteinander abzugleichen und sukzessive zu einem gemeinsamen Verständnis einer Transformationsstrategie zu gelangen. Schnell wurde klar, dass dieser Prozess mehr Zeit benötigte, als für das Projekt ursprünglich vorgesehen war und dass der Bericht in hohem Maße auch die Diskussionsergebnisse sowie eigene Arbeiten und Meinungen der Auftraggeber wiedergeben sollte; die somit auch nicht unter der Autorenschaft des IFAM fallen.

Aus Sicht eines begleitenden Wissenschaftlers hat der Abstimmungsprozess belegt, dass die Umsetzung der Energiewende / Wärmewende die Beantwortung komplexer Fragen und den Abgleich kontroverser Positionen erfordert. Diese waren geprägt aus der heutigen, vielen realen Randbedingungen unterworfenen Sichtweise einerseits und dem Wunsch nach schnellstmöglicher Realisierung einer neuen Wärmewirtschaft andererseits. In einem strukturierten, konstruktiven Prozess ist es aber gelungen, nicht nur einigen Erkenntnisgewinn zu erzielen, sondern zu einem weitgehend einheitlichen Verständnis und zu gemeinsamen Empfehlungen zu gelangen.

## **Vorwort:**

Die vorliegende Studie zu Strategien zur Treibhausgas-Reduktion und zum systemrelevanten Ausbau der leitungsgebundenen Wärme und Kälte ist ungewöhnlich in zwei Hinsichten. Nicht einmal, dass in hohem Maße vollkommen überraschende Erkenntnisse und Einsichten gewonnen wurden. Ungewöhnlich ist vielmehr der Umstand, dass die etablierte und die neue Wärmewirtschaft ein gemeinsames, in die gleiche Richtung gehendes Verständnis erarbeitet haben, welches großen Beitrag Wärmenetze für die Wärmewende besonders im Ballungsraum leisten können, vorausgesetzt alle ziehen an einem Strang.

Denn Wärmenetze verknüpfen Chancen. CO<sub>2</sub>-Klimaneutralität kann direkt erreicht werden, wenn in neuen Gebäuden/Quartieren mit niedrigen Energiebedarfen passgenaue klimaneutrale Wärmequellen erschlossen werden. Durch sukzessive Umstellung der Primärenergieträger in den KWK-Anlagen kann CO<sub>2</sub>-Klimaeffizienz in Wärmesystemen erreicht werden. CO<sub>2</sub> kann eingespart werden durch Umstellung von Gebäuden mit objektgebundenen, älteren (Öl-) Heizungen auf Wärmelieferung in Wärmenetzgebieten. Und schließlich kann unmittelbar CO<sub>2</sub>-klimaneutrale Wärme (Tiefengeothermie, Bio- und Solarenergie, Abwärme, PtX usw. bei entsprechender Netztransformation in ein KWK/Wärmesystem) in die Ballungsräume gebracht werden. Wärmenetze sind die Sammelschienen für klimaneutrale, am besten Erneuerbare Wärme. Wärmenetze bringen immer mehr klimaneutrale und Erneuerbare Wärme in Städte und Quartiere.

Vorteilhaft in dem gemeinsamen Projekt von AGFW, BEE und 8KU war, dass sich Fachleute beider Gruppierungen, der etablierten und der neuen Wärmewirtschaft, auf Augenhöhe begegnen konnten und auf diese Weise die Chancen, aber auch die Grenzen der jeweiligen Technologien auf nachvollziehbare Weise sichtbar wurden. Das hat mehr Zeit gekostet als ursprünglich geplant, aber es hat auch Vertrauen und zusätzliche Erkenntnisse über Transformationsstrukturen und Umsetzungsstrategien gebracht.

Das alles konnte erfolgreich erarbeitet werden auf der Grundlage der wissenschaftlichen Expertise von Dr. Bernd Eikmeier und seinen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern aus der Abteilung „Energiesystemanalyse“ vom Fraunhofer IFAM in Bremen. Im Auftrag von AGFW, BEE und 8KU hat Dr. Eikmeier ein Gutachten zum Thema erstellt. Das Gutachten hat die Qualität der Diskussion unter den Projektpartnern gesichert und für Struktur gesorgt.

Dass AGFW, BEE und 8KU die hier vorliegende Studie als die ihre veröffentlichen, mag das zweite ungewöhnliche Element sein. Aber die auf der Basis des Fraunhofer-Gutachtens geführten Diskussionen waren fruchtbar und gingen in weiten Teilen über das für das Projekt zur Verfügung stehende Budget hinaus. Eine ganze Reihe auch zahlenmäßig unterlegter Analysen – etwa die zum CO<sub>2</sub>-Minderungspotenzial von Fernwärmeverdichtungen – weisen über den Tag hinaus.

Unmittelbar dringlich ist nun, dass die Politik entschiedene Schritte für Klimaschutz im Wärmesektor bahnt durch mehr klimaneutrale und Erneuerbare Wärme in mehr Wärmenetzen. Durch die Förderung der Transformation von Kohle-KWK in Gas-KWK und wo immer möglich in unmittelbar klimaneutrale Wärme. Durch Vorbereitung der großen Bestandswärmenetze auf Erneuerbare Wärme. Durch Verdichtung der Wärmenetze in den Ballungsräumen.

Ohne diese Infrastruktur wird die Wärmewende schwer. Dass etablierte und neue Wärmewirtschaft ein gemeinsames Verständnis zur Notwendigkeit und zu den Chancen der leitungsgebundenen Wärmewende haben zeigt, dass es kein Erkenntnisproblem mehr gibt. Sondern dass es um die Realisierung geht.

Berlin, Juli 2020

Dr. Georg Wagener-Lohse (BEE)

John Miller (AGFW)

Dr. Matthias Dümpelmann (8KU)

## Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung .....	10
2	Einleitung und Ziel der Studie .....	19
3	Stand des Wärmemarktes und der Wärmenetze in Deutschland .....	21
3.1	Definitionen der verwendeten Begriffe .....	21
3.2	Der Wärmemarkt in Deutschland .....	21
3.3	Strukturen des Gebäudesektors in Deutschland .....	23
3.4	Stand der Fernwärme in Deutschland .....	26
3.5	Stand der Erneuerbaren Energien in der Wärmeversorgung .....	35
3.6	Stand der Erneuerbaren Energien und klimaneutraler Wärme in den Wärmenetzen.....	37
3.7	Typbildung Wärmenetze.....	40
4	Wärmenetze: Nutzen, Entwicklungsszenarien, Projektbeispiele .....	47
4.1	Ziele im Gebäudebereich .....	47
4.2	Wärmebedarfsentwicklung bis 2050 .....	50
4.3	Zusammenfassung von ausgewählten Studien.....	51
4.4	Beispiele nachhaltiger Wärmenetze .....	61
5	Weichenstellungen .....	64
6	Integration von Erneuerbaren Energien und Abwärme in Wärmenetze .....	76
6.1	Hemmnis-Kategorien .....	76
A.	Wirtschaftlichkeit von leitungsgebundener Wärmeversorgung auf Basis Erneuerbarer Energien und Abwärme .....	76
B.	Physikalische Hemmnisse bei der Integration von EE und Abwärme .....	77
C.	Organisatorische Hemmnisse bei der Integration von EE und Abwärme.....	77
D.	Unzureichende gesellschaftliche Treiber .....	77
6.2	Wesentliche Eigenschaften ausgewählter EE-Erzeugungsoptionen.....	78
7	Maßnahmen.....	81
7.1	Einführung einer CO <sub>2</sub> -Bepreisung im Non-ETS-Bereich .....	82
7.2	Maßnahmen zur Modernisierung / Transformation der Wärmenetze .....	85
7.3	Entbürokratisierung und Vereinfachung von Förderprogrammen.....	88
7.4	Nutzen statt Abregeln von EE-Strom .....	90
7.5	Verpflichtende kommunale Wärmeplanung .....	92
7.6	Primärenergiefaktoren im Energieeinsparrecht .....	95
7.7	Allgemeine Nutzungspflicht für EE im Gebäudebereich.....	96
7.8	Ausfallfonds/Bürgschaften zur Besicherung von EE- und Abwärme .....	98
7.9	Abschaffung der Privilegierungen für fossile Heizsysteme.....	99
7.10	Einrichtung Kompetenzzentren Wärmenetze .....	100
7.11	Zuordnung der Maßnahmen zu adressierten Hemmnissen und Netztypen .....	101
8	Literatur .....	103
9	Anhang.....	110

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1:	Einordnung vorgeschlagener Maßnahmen zur Dynamisierung der Wärmewende im Bereich leitungsgebundener Wärmeversorgung.....	16
Abbildung 3-1:	Aufteilung des Endenergieverbrauchs nach Anwendungszwecken in Deutschland 2016.....	22
Abbildung 3-2:	Endenergieverbrauch für Prozesswärme (links) und Raumwärme nach Energieträgern in Deutschland 2016 [TWh].....	22
Abbildung 3-3:	Bevölkerung in Deutschland; Strukturelle Verteilung der 82 Mio. Einwohner auf Siedlungsstrukturen (35,7 Mio. ha) in Deutschland .....	23
Abbildung 3-4:	Strukturelle Verteilung des Gebäudewärmeverbrauchs auf die verschiedenen Gebäude- und Siedlungstypen .....	24
Abbildung 3-5:	Strukturelle Verteilung der Wohnungen auf Gebäudearten und Eigentumsverhältnisse .....	25
Abbildung 3-6:	Verwendung von Fernwärme in Deutschland [TWh] .....	27
Abbildung 3-7:	Bevölkerungsanteil Europäischer Mitgliedstaaten mit Versorgung durch Fernwärme 2013 .....	27
Abbildung 3-8:	Fernwärme-Anschlussquote von Wohngebäuden in Abhängigkeit von der Gebäudegröße.....	28
Abbildung 3-9:	Brennstoffeinsatz für die Fernwärmeerzeugung in Deutschland.....	29
Abbildung 3-10:	Entwicklung des Fernwärmenetzausbaus in Deutschland .....	30
Abbildung 3-11:	Anzahl der durch befragte Unternehmen betriebenen Anlagen und Netto-Wärmeerzeugung der Fernwärme in Deutschland 2016 .....	32
Abbildung 3-12:	Brennstoffeinsatz der Fernwärme und KWK-Strom für Haushalte u. GHD in 2016 ....	33
Abbildung 3-13:	CO <sub>2</sub> -Emissionen der Fernwärme und KWK-Strom für Haushalte u. GHD in 2016 .....	33
Abbildung 3-14:	Gesamtbrennstoffeinsatz der Fernwärme in Deutschland in 2016.....	34
Abbildung 3-15:	CO <sub>2</sub> -Emissionen der Fernwärme in Deutschland in 2016.....	34
Abbildung 3-16:	CO <sub>2</sub> -Emissionen der Fernwärme in Deutschland in 2016.....	35
Abbildung 3-17:	Anteile der Erneuerbaren Energien in den Sektoren Strom, Wärme und Verkehr in Deutschland.....	35
Abbildung 3-18:	Endenergieverbrauch für Wärme aus Erneuerbaren Energien 2016 in D.....	36
Abbildung 3-19:	Entwicklung der vermiedenen Treibhausgas-Emissionen im Wärmebereich durch die Nutzung der Erneuerbaren Energien.....	36
Abbildung 3-20:	Primärenergieeinsatz zur Fern- und Nahwärmeerzeugung 2006-2017 .....	37
Abbildung 3-21:	Zusammensetzung der Nettowärmeerzeugung für die Wärmeversorgung über Wärmenetzsysteme im Jahr 2018 .....	38
Abbildung 3-22:	Vergleich Studien zum Abwärmehaufkommen; Auswertung der Abwärmedaten bei verschiedenen Referenztemperaturen .....	38
Abbildung 3-23:	Power-to-Heat zur Nutzung Erneuerbaren Stroms .....	39

Abbildung 3-24:	Vergleich von Trassenlänge und Temperaturniveau ausgewählter Wärmenetze .....	41
Abbildung 4-1:	Möglicher Zielkorridor aus nötiger Primärenergieeinsparung und Erhöhung des Anteils der Erneuerbaren Energien von 2008 bis 2050 für einen nahezu klimaneutralen Gebäudebestand [BMW, 2015b].....	47
Abbildung 4-2:	Endenergieverbrauch und -intensität für Raumwärme Private Haushalte (witterungsbereinigt).....	50
Abbildung 4-3:	Entwicklung des Endenergieverbrauches für Raumwärme und Warmwasser in Zukunftsszenarien ausgewählter Studien bis 2050 .....	51
Abbildung 4-4:	Potenziale Erneuerbarer Wärme in TWh/a .....	51
Abbildung 4-5:	Klimaneutrale Gase in TWh/a.....	52
Abbildung 4-6:	Möglicher Bedarf für Nahwärmenetze in 3.300 Gemeinden .....	55
Abbildung 4-7:	Übersicht über die FW-versorgten Gebiete in Deutschland (2014) .....	56
Abbildung 4-8:	Erhöhung des FW-Anschlussgrades im Zuge einer Verdichtungsstrategie bei verschiedenen Sanierungspfaden bis 2050 .....	57
Abbildung 4-9:	Ausbaupotenzial neue Wärmenetze bei moderater und ambitionierter Sanierung des Gebäudebestandes .....	58
Abbildung 4-10:	Ausbaupotenzial neue Wärmenetze bei moderater und ambitionierter Sanierung des Gebäudebestandes .....	59
Abbildung 4-11:	Ausbaupotenzial neue Wärmenetze bei moderater und ambitionierter Sanierung des Gebäudebestandes .....	60
Abbildung 4-12:	Kumulierte CO <sub>2</sub> -Einsparungen der 40/40-Strategie (Szenario Dekarbonisierung).....	60
Abbildung 4-13:	Nachhaltigkeitsparameter zur Auswahl von innovativen Beispielen .....	62
Abbildung 5-1:	Sektorale Emissionen nach Klimaschutzplan.....	65
Abbildung 5-2:	CO <sub>2</sub> -Emissionen [t/a] und die Verbindung der Sektoren Gebäude und Energiewirtschaft im Bereich verdichteter Stadträume mit Fernwärmeangebot .....	66
Abbildung 5-3:	Entwicklung der am Markt verfügbaren Leistung von Kohlekraftwerken bei Umsetzung der Beschlussempfehlungen KWSB .....	68
Abbildung 5-4:	CO <sub>2</sub> -Emissionsfaktoren [g/kWh] für die Wärme- und Stromerzeugung aus verschiedenen HKW und Heizwerken entsprechend der Nationalen Klimaschutzberichterstattung .....	68
Abbildung 5-5:	Emissionen für Strom und Wärme nach der Finnischen (FM)- und nach der Carnot Methode (C).....	69
Abbildung 5-6:	CO <sub>2</sub> -Emissionen und Minderungspotenziale [t/a] für eine Durchschnittswohnung (67,2 m <sup>2</sup> ) bei verschiedenen Minderungsstrategien .....	71
Abbildung 5-7:	Entwicklung Nutzenergiebedarf [TWh] in verdichteten Stadtgebieten .....	72
Abbildung 5-8:	Entwicklung CO <sub>2</sub> -Emissionen [Mt/a] in verdichteten Stadtgebieten .....	73

---

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1-1:	THG-Emissionen ausgewählter Bereiche 1990/2016 und Zielsetzungen .....	10
Tabelle 1-2:	Emissionsminderungsziele des Klimaschutzgesetzes .....	10
Tabelle 3-1:	Anteil der 2015 aus Erneuerbaren Energien erzeugten Fernwärme .....	38
Tabelle 3-2:	Übersicht über Netztypen .....	42
Tabelle 4-1:	Übersicht von Potenzialstudien zur Fernwärme .....	53
Tabelle 7-1:	Zuordnung der Maßnahmen zu Hemmniskategorien .....	102
Tabelle 7-2:	Zuordnung der Maßnahmen zu Netztypen .....	102
Tabelle 9-1:	Liste der betrachteten Fallbeispiele .....	110

## Abkürzungsverzeichnis

AGFW	AGFW   Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e.V.
BEE	Bundesverband Erneuerbare Energie e.V.
BHKW	Blockheizkraftwerk (Motor) z.B. mit Erdgas, Biogas, Holzgas befeuert
DT EKT	Dampfturbine ausgeführt als Entnahme-Kondensations-Turbine
DT GT	Dampfturbine ausgeführt als Gegendruck-Turbine
EE	Erneuerbare Energien
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EEWärmeG	Erneuerbare-Energie-WärmeGesetz
EnWG	Energiewirtschaftsgesetz
ETS	Emission Trading System
EVU	Energieversorgungsunternehmen
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GHD	Gewerbe, Handel und Dienstleistungen
GuD	Gas- und Dampfturbine
GT	Gasturbine
HHKW	Holz-Heizkraftwerk
HS	Hausstation
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
KSG	Bundes-Klimaschutzgesetz
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KWKG	Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz
MVA	Müllverbrennungsanlage
PE	Primärenergie
PtG	Power-to-Gas
PtH	Power-to-heat
TVL	Temperatur des Netzzvorlaufs

# 1 Zusammenfassung

## Vorbemerkung: Von der Strom- zur Wärmewende

In den vergangenen Jahren ist es gelungen, den Stromsektor zu einem beachtlichen Anteil durch Erneuerbare Energien klimaschonender umzubauen. Im Wärmesektor stagniert der Einsatz klimaneutraler und erneuerbarer Energieträger dagegen wie im Bereich des Verkehrs. Die – auch international vereinbarten – Klimaschutzziele lassen sich jedoch nur erreichen, wenn es auch hier zu einer Wende kommt. Die unten stehende Tabelle zeigt, dass – neben Verkehr und Industrie – die öffentliche Energiewirtschaft (also Kraft- und Heizwerke über 50 MW) und die sog. Kleinf Feuerungsanlagen (also Wärmeerzeuger unter 50 MW, die nahezu vollständig die sogenannten sonstigen Sektoren ausmachen) heute für mehr als 50% der aktuellen THG-Emissionen stehen. Von 1990 bis 2016 konnten in diesen Bereichen nur 22 bzw. 35% Verminderung erreicht werden. Auf dem Weg zu einem 80% oder 95%-Reduktionsziel müssen beide Sektoren deshalb noch drastische THG-Einsparungen leisten.

	1990		2016		-80%	-95%
	Mt	%	Mt	Mind.%	Mt	Mt
Gesamtemissionen	1.225	100	895	27	245	61
Energieverbrauch (1)	1.036	100	771	26	207	52
Energiewirtschaft (1.A.1)	427	100	332	22	85	21
Kleinf Feuerungsanlagen (1.A.4)	208	100	135	35	42	10

Quelle: [UBA, 2018e]

Tabelle 1-1: THG-Emissionen ausgewählter Bereiche 1990/2016 und Zielsetzungen

In der Darstellung des Nationalen Klimaschutzplans (der zur Energiewirtschaft noch die flüchtigen Emissionen bei der Brennstoffherzeugung hinzurechnet und den Wärmesektor nach Nachfragesektoren bilanziert), finden sich zwar geringfügig andere Relationen; jedoch wird auch hier überdeutlich, dass sowohl in der öffentlichen Energiewirtschaft wie auch im Bereich der Wärme erhebliche Fortschritte gemacht werden müssen, wenn die Klimaziele auch nur ansatzweise erreicht werden sollen.

	1990		2014		2030	
	Mt	%	Mt	Mind. %	Mt	Mind. %
Gesamtemissionen	1.248	100	902	28	543	56,5
Energiewirtschaft	466	100	358	23	175	62,5
Gebäude	209	100	119	43	70	66,5

Quellen: [BMU, 2016], [KSG, 2019]

Tabelle 1-2: Emissionsminderungsziele des Klimaschutzgesetzes

Jenseits der mehr oder minder quotalen Verteilung von Rest-Emissionsmengen in den gängigen 80%- oder 95%-Studien oder Szenarien soll an dieser Stelle nur noch erwähnt sein, dass unter der Maßgabe, die Paris-Ziele zu erreichen, etwa im Bereich der Landwirtschaft oder bei Indust-

rieprozessen, Bereiche bestehen, in denen der THG-Ausstoß prozessimmanent sein kann. Letztlich gilt deshalb für die Energie- und Wärmewirtschaft auch die Herausforderung, vollständige Klimaneutralität zu erreichen.<sup>1</sup>

Im Ergebnis ist festzuhalten, dass die durch den Klimaschutz gebotene Energiewende am Wärmesektor nicht vorbeisehen darf, nicht zuletzt auch in Anbetracht der in Rede stehenden Menge an Endenergie (rd. 1.250 TWh/a), also deutlich mehr als das doppelte des inländischen Stromaufkommens (650 TWh/a Bruttostromerzeugung; 520 TWh/a inländischer Nettostromverbrauch).

## **Wärmewende**

Strategien der Senkung von THG-Emissionen im Wärmesektor haben zwei grundlegende Stoßrichtungen: Zum einen die Steigerung der Endenergieeffizienz – einfach zu übersetzen als gleicher Komfort bei weniger Energieeinsatz – und zum anderen die Primärenergie – oder Umwandlungseffizienz – ebenso einfach zu übersetzen als Erhöhung des Wirkungsgrades bei Umwandlung von Primär- in Endenergie. Diese Primärenergieeffizienz lässt sich im Sinne von Klimaeffizienz überdies steigern durch die Wahl des Primärenergieträgers bis hin zum Einsatz von Erneuerbaren Energien.

Stark vereinfacht formuliert und der Energieeffizienzstrategie des BMWi folgend ließe sich von einem um rund 50% niedrigeren Endenergiebedarf in Sachen Wärme ausgehen [BMW, 2014].<sup>2</sup> Dies führt konsequent zu der Frage, in welchen Bereichen hohe und in welchen Bereichen eher geringe Fortschritte in der Endenergieeffizienz zu erwarten sind und wo und wie die verbleibenden rd. 625 TWh Wärmebedarf sich sukzessive immer klimaneutraler decken lassen.

Hierfür lassen sich eine Reihe von plausiblen Annahmen treffen: Neue Wohn- und Gewerbegebäude lassen sich vergleichsweise einfach sowohl mit hinreichender Wärmedämmung für hohe Endenergieeffizienz wie auch mit klimaeffizienter neuer Heiz- und Lüftungstechnik bis hin zu Wärmepumpen, Solarthermie und ähnlichem ausstatten.

Ferner lassen sich bestehende Wohn- und Gewerbegebäude effizienter beheizen und wärmerückgewinnend belüften durch Nutzung klimaeffizienter Technik, gerade wenn eine nachträgliche Erhöhung der Endenergieeffizienz durch Dämmung schwer möglich ist.

Schwieriger stellt sich dies bei hoher industrieller Wärmeintensität, im bereits teilsanierten Geschosswohnungsbau und in Ballungsräumen dar. Hier sind KWK/Fernwärmesysteme klassische Instrumente angebotsseitiger Effizienzsteigerungen.

---

<sup>1</sup> Bei der vergleichenden Betrachtung der Strom- und Wärmeemissionen muss noch in Rechnung gestellt werden, dass im Wärmesektor der Brennstoffnutzungsgrad deutlich höher und der THG-Gehalt der Brennstoffe weit niedriger ausfällt als in der (reinen) Stromerzeugung. Dies hat zur Folge, dass die Energiewirtschaft sehr hohe THG-Emissionen bei vergleichsweise niedriger Endenergiebereitstellung aufweist; im Wärmebereich ist es umgekehrt.

<sup>2</sup> Hierbei ist zu beachten, dass abgesehen von der BDI-Studie „Klimapfade für Deutschland“ [BCG & Prognos, 2018] zum Gewerbe- oder Industriewärmebedarf wie auch zum Warmwasserbedarf keine entsprechenden Studien in gleichem Körnungsgrad vorliegen.

---

Jedoch ergeben sich auch breite KWK/FW-Potenziale außerhalb klassischer Ballungsgebiete: überall dort, wo lokale EE-Quellen (Bioenergie, Solarthermie, Geothermie etc.) verfügbar sind, lassen sich relativ leicht Vor-Ort-Systeme bis hin zu Quartierslösungen umsetzen.

In einschlägigen Studien wird von einem sinnvollen Potenzial von rd. 150 TWh/a bis über 200 TWh Leitungsgebundener Wärme ausgegangen.<sup>3</sup>

### **Wärmenetze; KWK/Fernwärmesysteme**

Wärmenetze sind folglich ein ganz wesentlicher Baustein der Wärmewende. Denn sie ermöglichen es, effizient bis klimaneutral erzeugte oder bereitgestellte Wärme für Haushalte, Gewerbe und Industrie im Ballungsraum bereitzustellen.

Der besondere Vorzug einer Wärmenetzinfrastruktur besteht darin, dass die Erzeugung oder Bereitstellung der Wärme nicht unmittelbar am Ort des Verbrauchs stattfinden muss – also in ihrer Transportfunktion. Wärmenetze eignen sich besonders für Anwendungsfälle, bei denen hohe Energiedichten und räumliche Knappheit zusammenkommen, die Wärmeerzeugung unmittelbar vor Ort also vergleichsweise schwierig ist. Allgemeiner gesagt: Die Vorteilhaftigkeit einer Fernwärmeinfrastruktur ergibt sich aus der Relation von Wärmebedarf und Flächenverfügbarkeit für eine bestimmte Wärmeproduktion.

Der Flächenbedarf für die Bereitstellung von klimaneutraler Wärme ist insgesamt unbestreitbar höher als bei konventioneller, brennstoffbasierter Wärmeerzeugung. Öl, Erdgas oder Kohle lassen sich aufgrund ihres hohen Energiegehalts sehr einfach auch in Ballungsräume mit hohen Wärmedichten transportieren und vor Ort verwenden; ihr Flächenbedarf für die Gewinnung ist eher gering. Sowohl Solarthermie wie auch Wärmepumpen erfordern ein relativ großes Flächenangebot in der Nähe der Wärmenutzung, und genau das ist in hoch verdichteten Ballungsräumen nicht leicht darzustellen. Die Fernwärmeinfrastruktur ist deshalb für die Wärmewende außerordentlich wichtig.

In mit Solarthermie, Wärmepumpen, Biomethan, holzartigen Brennstoffen o.ä. befüllten Wärmeinfrastrukturen, ggf. in Kombination mit BHKWs, können tendenziell bei höherem Flächenangebot oder geringerem Wärmebedarf entscheidende Klimaeffizienzfortschritte erzielt werden; dies gilt insbesondere bei Neubauten, die direkt auf derartige Technologien ausgerichtet werden können.

Während die grundsätzliche Eignung der Wärmenetzinfrastruktur relativ leicht gezeigt werden kann, ist die Frage, wie die bestehenden Wärmenetze sukzessive mit EE oder klimaneutralen Energien befüllt werden können, sehr viel komplexer. Die meisten Wärmenetze in Deutschland und die bei weitem größte netzgebundene Wärmemenge wird aus Anlagen mit gekoppelter Wärme und Stromerzeugung bereitgestellt, teils auf Steinkohle (SK) und Braunkohle (BK)-Basis, bei jüngeren Anlagen zumeist auf der Basis von Erdgas (EG). Der Anteil an klimaneutral bereitgestellter Wärme im deutschen Fernwärmenetz beträgt heute bereits rd. 22%.<sup>4</sup>

---

<sup>3</sup> siehe Seite 53, Übersicht Studien, Tabelle 4-1

<sup>4</sup> Destatis 2019a

Gerade neuere, insbesondere kleinere bis mittelgroße Wärmenetze werden heute schon oft auf der Basis von EE betrieben, nutzen Biomasse, Holzhackschnitzel, Solar- oder Geothermie bis hin zu Abwärme. Dies kann – insbesondere im Neubau – unmittelbar bis zu einem vollständig klimaneutralen Wärmedargebot führen. Dieser Umstand ergibt sich unmittelbar aus der Investitionslogik und lässt sich ökonomisch nur schwer auf die Dekarbonisierung von großen Wärmenetzen im Bestand übertragen.

Denn deren Wärmelast ist unvergleichlich höher als die in neuen, sehr viel kleineren Wärmenetzen. Hinzu kommt, dass große Bestandswärmenetze in Ballungsräumen kaum in der Lage sind, auf die notwendigen Flächenpotenziale zurückzugreifen, wie dies bei neueren Netzen der Fall ist. Eine in ihrer Dimension noch nicht wirklich greifbare Option ist grünes Gas, das in der Lage wäre, sukzessive klimaneutrale KWK-Anlagen zu betreiben.<sup>5</sup>

Neben diesen (idealtypisch zu beschreibenden) Unterschieden besteht zwischen großen Bestands- und (kleineren) Neubaunetzen eine Reihe von wesentlichen Gemeinsamkeiten:

Insbesondere in Verbindung mit KWK-Anlagen bieten Wärmenetze ein beachtliches Flexibilitätspotenzial in der Kopplung von Strom- und Wärmesystem und sind damit auch eine Brücke von der alten in die neue Energiewelt. Sie entschärfen zudem als Infrastruktur die Frage der Flächenverfügbarkeit, denn – zumindest in größeren – Wärmenetzen lassen sich Transportverluste durch technische Maßnahmen (Druck, Durchflussgeschwindigkeit, Dämmung) stark begrenzen. Gleichzeitig können KWK-Anlagen mit grünem Gas betrieben werden und bieten sich somit an als Energiewendedrehscheiben.

KWK und Fernwärme sind für die Wärmewende unverzichtbar. Sie sind ein wesentlicher Baustein auf dem Weg in eine klimaneutrale Energieversorgung. Die Politik hat nach Jahren der Apathie die Bedeutung von KWK und Fernwärmenetzen wiederentdeckt, zuletzt prominent mit dem BMWi-Papier „Strom 2030“ [BMWi, 2017]. KWK wird als einer der wichtigen Trends anerkannt; überdies wird festgehalten: „Wärmenetze haben als zukunftsfähige Infrastruktur eine strategische Bedeutung.“

Diese neu entdeckte und zugleich immer wichtigere Rolle setzt – das hat die Politik erkannt – eine Weiterentwicklung von KWK und Fernwärme voraus. In Bezug auf die bestehenden KWK-Anlagen bedeutet dies eine Entwicklung hin zu immer effizienterem und immer klimaneutralerem Brennstoffeinsatz bei gleichzeitiger Ausprägung der Anlagenflexibilität; in Bezug auf Fernwärmenetze geht die Politik aus von sinkenden Temperaturen und dem Einsatz von zusätzlichen Wärmequellen, etwa Solarthermie oder Industrieabwärme. Gleichzeitig muss sich aber auch die Erneuerbare Wärme, soll sie verwerfungsfrei in eine Wärmewende hineinpassen, den Fragen des Wärmebedarfs von Kunden (von den Temperaturniveaus bis zur Besicherung der Versorgung) in gleicher Weise stellen, wie die bestehende.

---

<sup>5</sup> DVGW (2018), S. 12 geht von einem heimischen Potenzial von maximal rd. 140 TWh aus. Weit höhere Potenziale werden im Rahmen möglicher Importstrategien im Rahmen des Gaspakets auf EU-Ebene diskutiert.

---

Im gleichen Maße wie in der Politik die Bereitschaft steigt, KWK als innovative Technologien zu würdigen, ist die Wärmebranche – konventionelle wie erneuerbare – gefordert, umsetzbare Lösungen vorzuschlagen.

Diesem Ziel dient die vorliegende Studie von BEE, AGFW und 8KU, die allesamt die Wärmewende als gesellschaftliches Anliegen, aber auch als unternehmerische Chance begreifen.

Nachfolgende Überlegungen zielen darauf ab, einen integrierten Politik- und Maßnahmenansatz zu beschreiben mit dem Fokus auf mehr Wärmenetze, mehr Erneuerbare Wärme und mehr EE-Wärme in den Netzen.

Die Ansatzpunkte hierfür sind die Bestands-Wärmenetze, die neuen Wärmenetze und eine klimaneutrale Befüllung der Netze.

### **Bestands-Wärmenetze**

Der eigentliche Hebel für die Erzielung einer Klimawirkung liegt nicht im Neubau, sondern im Bestand. Die Besonderheiten des städtischen Ballungsraums müssen daher stets ausreichend Berücksichtigung finden. In dicht besiedelten urbanen Zentren sind die Möglichkeiten einer energetischen Sanierung – sei es aufgrund von Denkmalschutz, sei es aufgrund hoher spezifischer Kosten – häufig eingeschränkt. In diesen wichtigen Quartieren mit hohen Wärmedichten bietet Fernwärme gute Chancen zu einer kontinuierlichen energetischen Verbesserung.

In bestehenden Fernwärmesystemen können schrittweise bestehende konventionelle Erzeugungsanlagen durch erneuerbare Anlagen ersetzt werden, wodurch sich die heute schon hoch-effizienten KWK/Fernwärmesysteme im Sinne der gewünschten Wärmeenergieumwandlung ökologisch noch weiter verbessern lassen. Eine derartige Perspektive wäre in städtischen Ballungszentren bei vorwiegender Nutzung von Einzelfeuerungsanlagen nicht gegeben.

Bei der Transformation bestehender Fernwärmesysteme sind allerdings systembedingte Anpassungszeiträume zu berücksichtigen. Der zeitliche Rahmen für die Änderung des Erzeugungsanlagenparks sowie die damit häufig verbundenen netz- und kundenseitigen Anpassungen (nicht zuletzt die zu bedienende Wärmelast oder das Temperaturniveau) müssen an der Lebensdauer der Betriebsmittel orientiert sein.

Die üblichen Transformationspfade der Fernwärmesysteme besitzen Laufzeiten von etwa 20 Jahren. Dies muss bei der Formulierung politischer Rahmenbedingungen beachtet werden und begrenzt die Transformationsgeschwindigkeit. Es macht aber auch deutlich, dass der Startschuss nicht aufgeschoben werden darf, wenn die Klimaziele 2030 und 2050 erreicht werden sollen.

Ein weiteres muss bei Bestands-Wärmenetzen in Betracht gezogen werden: Die Erhöhung der Netz-Anschlussquote erfolgt in der Tendenz häufiger durch Verdichtung in FW-versorgten Gebieten und ihrem Umfeld als durch echten Zubau von Gebäuden; das ist umso teurer, je mehr die betreffenden Quartiere durch hohe Abnahmedichte, Ballungsraumcharakter und Flächenmangel geprägt sind. Die Netzausbaukosten können hier bis zu 6 TEUR/m betragen. Im Sinne einer soliden Finanzierung von Netzausbau- oder verdichtungsmaßnahmen muss folglich beachtet werden, ob der erschließbare Wärmeabsatz dies erlaubt und/oder ob Fördermaßnahmen

unerlässlich und auch im Sinne einer Gesamt-Systemeffizienz (etwa für KWK/Fernwärmesysteme mit PtH-Modul und Wärmespeicher als Flexibilitätsoption im Strommarkt) zur Verfügung stehen.

### **Neubau-Wärmenetze**

Idealtypisch sind (kleinere) Neubau-Wärmenetze mit mittlerer Wärmedichte im ländlichen Raum, in Klein- und Mittelstädten und in wenig verdichteten städtischen Randlagen von (großen) Bestands-Wärmenetzen zu unterscheiden. Sie können leichter als Bestands-Wärmenetze mit hohen EE-Wärmeanteilen befüllt werden; insbesondere können bei Erschließung entsprechender Quartiere ganzheitliche Konzeptionen umgesetzt werden, etwa in Bezug auf eher niedrige Temperaturniveaus etc.

Der ökonomische Vergleich dieser Netze mit Bestandsnetzen im verdichteten Raum zeigt markante Unterschiede: Im Neubaunetz ist die zu erwartende Wärmeabsatzmenge niedriger; ohne industriellen Wärmebedarf ist aber auch die Chance höher, unmittelbar oder doch relativ schnell Niedrigtemperaturstandards zu erreichen. Da in weniger verdichteten Räumen auch die Netzausbaukosten geringer sind, ergibt sich die Chance, trotz der geringen Absatzmengen zumindest unter Inanspruchnahme von Fördermitteln eine Wirtschaftlichkeit darzustellen, solange es keinen ökonomischen Ausgleich für die klimaschädigende Wirkung fossiler Brennstoffe gegenüber klimaneutraler Wärme gibt.

### **Klimaneutrale Befüllung der Netze**

Der entscheidende Aspekt bei der Dekarbonisierung der leitungsgebundenen Wärmeversorgung ist die Aussicht, die Netze mit klimaeffizienter bis klimaneutraler Wärme zu befüllen.

Dies kann grundsätzlich erfolgen durch die genannten „direkten“ grünen Wärmequellen wie Solarthermie, Geothermie oder Bioenergie verschiedener Art, aber auch durch EE-Strom bei Einsatz von Wärmepumpen oder mittelbar bei Einsatz von PtH und PtG-Anwendungen. Hinzu kommt die Nutzung von Abwärme.

Bei genauer Betrachtung ergeben sich entlang der Differenzierung in Bestands- und Neubau-Wärmenetze strukturelle Unterschiede:

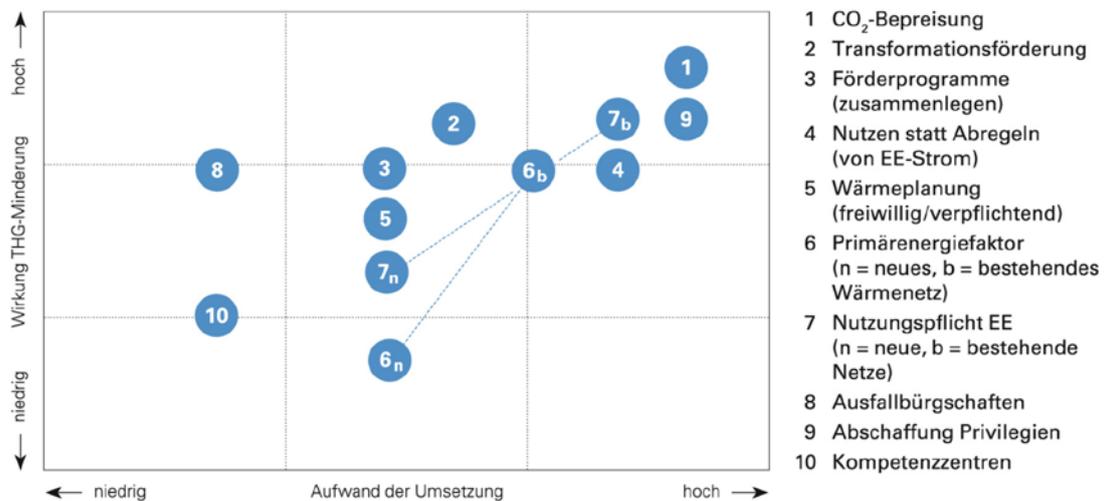
Während Neubau-Wärmenetze von Anfang an auf der Basis von EE-Wärmequellen (ganz oder in Teilen) geplant werden und folglich von der örtlichen Verfügbarkeit dieser Quellen direkt profitieren können, stellt sich bei Bestands-Wärmenetzen die Situation anders dar. Zwar ist es sinnvoll, alle lokalen EE-Wärmepotenziale zu nutzen und für die leitungsgebundene Wärmeversorgung verfügbar zu machen; jedoch ist das Volumen dieser örtlichen Potenziale oft gering oder aber noch nicht überall robust planbar wie zum Beispiel bei Geothermie.

Dies führt dazu, dass für die klimaeffiziente bis klimaneutrale Befüllung von (zumindest großen) Bestands-Wärmenetzen spezifische Strategien der EE-Wärmebeschaffung konzipiert werden müssen. Dies betrifft insbesondere die Nutzung von Abwärme, die Anwendung von PtG- und PtH-Technologien wie auch eine Klärung der Nutzen-statt-Abregeln-Strategien.

Im Ergebnis ist festzuhalten, dass Wärmenetze sowohl direkt mit EE-Wärme und Abwärme wie auch aus klimaeffizienter KWK sinnvoll und sukzessive klimaneutral zu befüllen sind. Für viele Regionen in ländlicher oder städtischer Randlage wie auch insbesondere im hoch verdichteten Ballungsraum sind Fernwärmenetze ein Schlüsselfaktor für die Wärmewende. KWK/FW-Systeme (v. a. in Kombination mit Wärmespeichern und E-Heizern) sind zudem sinnvolle Flexibilitätsoptionen im Stromsystem. KWK/Fernwärmesysteme sind daher vorzugswürdig gegenüber anderen Wärmesystemen zum einen im hochverdichteten Ballungsraum und zum anderen zur effizienten Nutzung von lokalen EE-Wärmequellen zu privilegieren.

Maßnahmen zur stärkeren Durchdringung des Wärmemarktes durch die genannten Technologien sollten wo immer möglich aus einem Guss sein, sich jedoch wo nötig entlang der oben vorgenommenen Differenzierung unterscheiden.

In der nachfolgenden Studie wird zunächst eine Bestandaufnahme des Wärmemarktes und der Wärmenetze in Deutschland vorgenommen. Daran schließt sich eine Übersicht über Nutzen, Entwicklungsszenarien und Projektbeispiele in Bezug auf Wärmenetze an. In einem weiteren Schritt werden Hemmnisse auf dem Weg zu einer klimaneutralen Wärmeinfrastruktur analysiert, bevor schließlich Maßnahmen zu ihrer Durchsetzung diskutiert und wie in der untenstehenden Skizze dargestellt in Bezug auf Aufwand und Wirkung bewertet werden.



Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 1-1: Einordnung vorgeschlagener Maßnahmen zur Dynamisierung der Wärmewende im Bereich leitungsgebundener Wärmeversorgung

## **Maßnahmen im Überblick**

### **Einführung CO<sub>2</sub>-Bepreisung im Non-ETS-Bereich**

- gleichartige Bepreisung des CO<sub>2</sub>-Gehalts der Energieträger und Gleichbehandlung aller Wärmeversorgungsformen
- wirtschaftlicher Wettbewerb der Erzeugungsoptionen
- sozial ausgewogene Ausgestaltung

### **Transformationsförderung**

- Fördersystematik für KWK und Fernwärmesysteme überarbeiten
- Transformation in Richtung klimaneutraler Fernwärme besser abstimmen
- Bessere Ausgestaltung des Umrüstbonus von Kohle-KWK-Anlagen auf Gas-KWK bzw. direkt zum Einsatz von Erneuerbaren im KWK-Prozess
- Förderung der Verdichtung sowie des für die Einspeisung klimaneutraler und erneuerbarer Wärmeerzeuger erforderlichen Umbaus des Fernwärmenetzes
- Programm „Wärmnetze 4.0“ verstetigen und verbreitern; Potenzial der iKWK voll ausschöpfen
- Basisprogramm konzipieren und die Integration von klimaneutraler Wärme in bestehende Netze voranbringen

### **Entbürokratisierung und Vereinfachung von Förderprogrammen**

- Förderstränge konsolidieren und systematisieren

### **Nutzung statt Abregeln von EE-Strom**

- Einführung von Regelungen im Strommarkt zur wettbewerblichen Bewirtschaftung von Engpässen durch Nutzen-statt-Abregeln-Modelle
- Reform des Systems von Abgaben und Umlagen
- Geographische und technologische Öffnung der Regeln in § 13 6 (a) des EnWG
- Einführung eines Mechanismus für zuschaltbare Lasten

---

## **Kommunale Wärmeplanung**

- Systematisierung kommunaler Wärmeplanung
- Bessere finanzielle Ausstattung der Kommunen für Maßnahmen der Wärmeplanung
- Förderung durch Mittel der nationalen Klimaschutz-Initiative

## **Primärenergiefaktoren im Energieeinsparrecht**

- Vergleichbarkeit unterschiedlicher Endenergieträger unter Energieeffizienzgesichtspunkten als Grundlage des Energieeinsparrechts voranbringen
- Energiesparrecht so ausgestalten, dass es weiterhin Anreize für den Anschluss neuer Gebäude in bestehenden Wärmenetzen setzt, aber gleichzeitig zur Dekarbonisierung der Wärmenetze beiträgt
- Methodenumstellung (Carnot) muss Bestandsgebäudeversorgung der Fernwärme adäquat berücksichtigen

## **Allgemeine Nutzungspflicht für EE im Gebäudebereich**

- Nutzungspflicht für klimaneutrale, insbesondere Erneuerbare Wärme
- Erhalt des Status als Ersatzmaßnahme für hocheffiziente Fernwärme

## **Ausfallfonds/Bürgschaften zur Besicherung von EE und Abwärme**

- Absicherung durch ein spezielles Kreditprogramm

## **Abschaffung der Privilegierungen für fossile Einzelfeuerungsanlagen**

## **Einrichtung von Kompetenzzentren für Wärmenetze**

- Unterstützung durch spezialisierte Zentren im Rahmen der Klima- und Energieagenturen der Bundesländer (Informationsangebote, Projektunterstützung, Vernetzung etc.)

## 2 Einleitung und Ziel der Studie

Während sich die Energiewende in Deutschland im Strombereich in der Vergangenheit dynamisch entwickelt hat, ist festzustellen, dass vergleichbare Fortschritte im Wärmebereich nicht zu verzeichnen sind. Dabei ist zu bedenken, dass mehr als die Hälfte des Endenergieeinsatzes in Deutschland zur Deckung des Wärmebedarfs für die Raumheizung sowie zur Deckung des Warmwasser- und Prozesswärmebedarfes eingesetzt wird und damit ein Anteil an den Treibhausgasemissionen von rund einem Drittel repräsentiert ist. Insgesamt schwächt sich das Tempo der Energiewende-Entwicklungen ab und es wurde im Jahr 2018 deutlich, dass die vereinbarten Klimaschutzziele für 2020 mit den aktuellen Maßnahmen nicht erreicht werden können.

Im Koalitionsvertrag der aktuellen Bundesregierung [Bundesregierung, 2018] findet sich eine Bestätigung bisheriger Ausbauziele für die Erneuerbaren Energien (in diesem Bericht im Text mit EE bezeichnet): *„Eine Voraussetzung für eine erfolgreiche Energiewende und Klimaschutzpolitik ist ein weiterer zielstrebigere, effizientere, netzsynchroner und zunehmend marktorientierter Ausbau der Erneuerbaren Energien. Unter diesen Voraussetzungen streben wir einen Anteil von etwa 65 Prozent Erneuerbarer Energien bis 2030 an und werden entsprechende Anpassungen vornehmen.“* Zum Thema Wärmenetzausbau enthält der Vertrag folgende Passagen: *„Wir wollen KWK-Anlagen und die Fernwärmeinfrastruktur ausbauen und effizienter machen“* sowie *„die Planung und Finanzierung von Energieinfrastrukturen – einschließlich der bestehenden Gas- und Wärmeinfrastruktur für die Sektorenkopplung – so reformieren, dass die verschiedenen Infrastrukturen koordiniert energiewendetauglich und kosteneffizient weiterentwickelt werden“*.

Im Wärmemarkt wächst der Anteil der EE an der Erzeugung seit Jahren kaum, obwohl eine Transformation und ausreichend schnelle Dekarbonisierung erforderlich sind. Zudem gibt es eine Diskussion darüber, welche Rolle Wärmenetze in Zukunft einnehmen können, für welche Einsatzbereiche Einzelversorgungslösungen, vor allem elektrische Wärmepumpen, angezeigt sind und wie ein sinnvolles Zusammenspiel der unterschiedlichen Versorgungsarten aussehen sollte. Um den Anteil der EE an der leitungsgebundenen Wärmezeugung zu erhöhen, müssen geeignete Strategien entwickelt werden. Das *Förderprogramm Wärmenetze 4.0* sowie das im KWKG verankerte Ausschreibungsmodul für iKWK sind Beispiele dafür, dass die Politik den Handlungsbedarf zur Unterstützung innovativer Entwicklungen erkannt hat.

Gleichwohl zeigt sich aktuell noch eine deutliche Diskrepanz zwischen der Beschreibung des Sollstandes (der zukünftigen dekarbonisierten Wärmeversorgung) und dem Ist-Stand (siehe folgendes Kapitel). Das große Delta gilt es in den nächsten Jahren zu überwinden; dies wird nur gelingen, wenn sowohl Effizienzpotenziale als auch die Potenziale der EE erschlossen werden. Unbestritten ist, dass das Ausbautempo im Wärmemarkt deutlich zunehmen muss. Dazu bedarf es eines im Vergleich zum Status quo angepassten/erweiterten Instrumentenmixes.

Die Instrumente müssen dazu beitragen, externe Effekte von Umwelt- und Klimabelastung hinreichend zu internalisieren und somit die vorhandenen Kostenvorteile der EE (die sich nur volkswirtschaftlich bemerkbar machen würden) auch möglichen Investoren/Betreibern zugänglich zu machen, da diese andernfalls in die volkswirtschaftlich teurere, aber aus Marktteilnehmersicht preiswertere fossile Variante investieren. Derzeit bestehen in erster Linie Investitionskostenzuschüsse, die aber vor dem derzeitigen Marktpreisniveau fossiler Energieträger kein adäquates

---

Mittel darstellen, um einen EE-Zubau im Bereich der leitungsgebundenen Wärme oder auch generell im Wärmemarkt zu erzielen. Die politisch gesetzten Klimaschutzziele können bei dem derzeitigen Niveau der Förderung und unter strikt ökonomischer Orientierung nicht erzielt werden.

Die vorliegende Kurzstudie beschäftigt sich zunächst mit dem Aufzeigen der Möglichkeiten und der Systembedeutung einer leitungsgebundenen Wärmeversorgung, die in zunehmendem Maße auf der Nutzung von EE und Abwärme beruhen sollte und einen wesentlichen Beitrag zur notwendigen Treibhausgasreduktion des Wärmemarktes, vor allem in verdichteten Wohngebieten, leisten kann. Der Schwerpunkt der Arbeit liegt aber auf der Betrachtung von wesentlichen Hemmnissen und Maßnahmen zu deren Überwindung, um eine verbesserte klimapolitische Wirkung zu entfalten. Dazu werden Steckbriefe der besonders relevanten Maßnahmen angefertigt.

## 3 Stand des Wärmemarktes und der Wärmenetze in Deutschland

### 3.1 Definitionen der verwendeten Begriffe

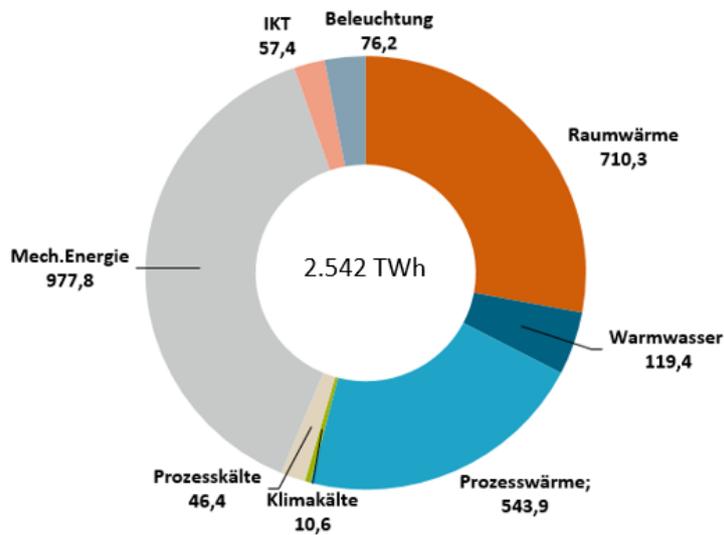
Die Verwendung der Begriffe *Fernwärme* und *Nahwärme* folgt keiner festgelegten Definition, sondern erfolgt in der Praxis in einem fließenden Übergang. Mit Fernwärme wird regelmäßig Wärme in Netzen bezeichnet, die sich über viele Kilometer Leitungslänge erstrecken und vor allem in mittleren und großen Städten zu finden sind. Als Nahwärmenetze werden Leitungssysteme charakterisiert, die räumlich deutlich begrenzt sind und mindestens wenige Gebäude, Teile eines Quartiers, eine Neubausiedlung, oder auch ganze Dörfer („Bioenergiedörfer“) versorgen und damit Leitungslängen von nur wenigen Kilometern aufweisen. Auch die Betriebstemperaturen sind so wenig Kriterium für die Definition wie die Erzeugungseinheiten und deren Leistungsklassen. Gleichwohl weisen Nahwärmenetze im Mittel niedrigere Temperaturen auf und haben typischerweise thermische Leistungen im Bereich von etwa 50 kW bis zu wenigen MW. Der BGH hat folgende Definition geliefert: *„Wird aus einer nicht im Eigentum des Gebäudeeigentümers stehenden Heizungsanlage von einem Dritten nach unternehmenswirtschaftlichen Gesichtspunkten eigenständig Wärme produziert und an andere geliefert, so handelt es sich um Fernwärme. Auf die Nähe der Anlage zu dem versorgenden Gebäude oder das Vorhandensein eines größeren Leitungsnetzes kommt es nicht an.“* [BGH, 1989]. Rechtlich umfasst der Begriff Leitungsnetze unterschiedlicher Länge und auch Contracting; dies hat u.a. das Oberlandesgericht Köln in einem Urteil vom 21.05.2007 bekräftigt [OLG, 2007]. Deshalb wird in diesem Bericht einheitlich der Begriff *leitungsgebundene Wärme* verwendet, welcher Netze aller Arten umfasst. Sofern von Fern- oder Nahwärmenetzen gesprochen wird, geschieht dies aufgrund einer diesen Begriff verwendenden Quelle mit Bezug auf die o.g., unscharfe Abgrenzung.

Die Versorgungsalternative stellen diejenigen Systeme dar, die üblicherweise als *Objekt-versorgung* oder *Einzelversorgung* bezeichnet sind. In diesem Bericht wird der letztgenannte Begriff verwendet, weil es ebenfalls keine scharfe Abgrenzung zwischen zentralen und dezentralen Systemen gibt.

Für *Abwärme*, die in diesem Zusammenhang mit der Transformation der Wärmeerzeugung auch eine wichtige Rolle spielt, liefert der AGFW folgende Definition [AGFW, 2019]: *„Wärme, die in einem Prozess entsteht, dessen Hauptziel die Erzeugung eines Produktes oder einer Dienstleistung oder der Beseitigung von Abfall- und Reststoffen oder einer Energieumwandlung ist und dabei als ungenutztes Nebenprodukt an die Umwelt abgeführt werden muss.“*

### 3.2 Der Wärmemarkt in Deutschland

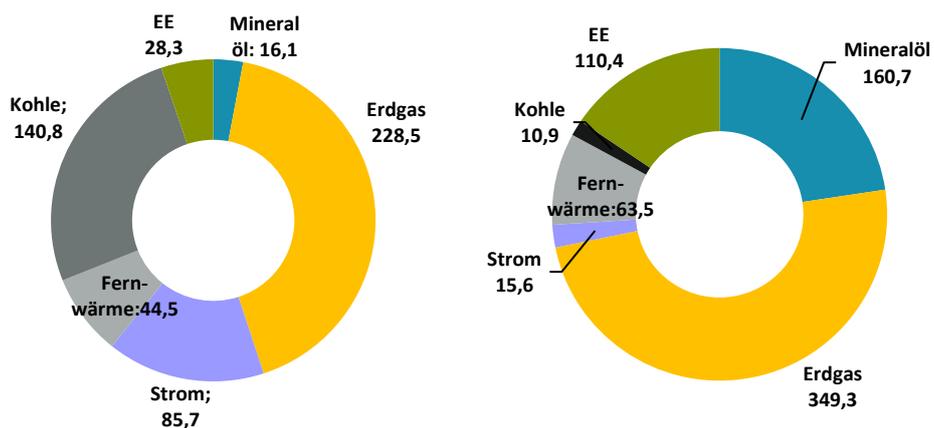
Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme repräsentieren gemäß Abbildung 3-1 mit rund 54% den größten Teil des Endenergieeinsatzes in Deutschland – eine Bedeutung, die bei den politischen Diskussionen zum Thema Energiewende häufiger nicht in ausreichendem Maße gewürdigt wird.



Quelle: [Daten AGEB, 2018], eigene Grafik

Abbildung 3-1: Aufteilung des Endenergieverbrauchs nach Anwendungszwecken in Deutschland 2016

Der deutlich größte Anteil zur Deckung des Bedarfes (Abbildung 3-2) entfällt auf den Energieträger Erdgas, der im Bereich Prozesswärme (links) 42,0% und im Bereich Raumwärme (rechts) 49,2% ausmacht. An der Gesamtmenge Erdgas hat Biomethan einen Anteil von knapp 10 TWh, alle weiteren Energieträger sind der Abbildung zu entnehmen. Die gesamte Fernwärmemenge betrug 108 TWh (Warmwasser 5,2 TWh), entsprechend 8,6% des Endenergiebedarfs für diese beiden Anwendungszwecke.



Quelle: eigene Grafik auf Basis [AGEB, 2018]

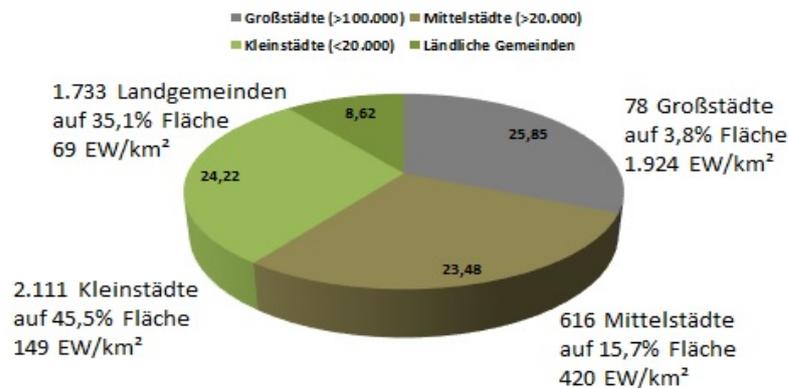
Abbildung 3-2: Endenergieverbrauch für Prozesswärme (links) und Raumwärme nach Energieträgern in Deutschland 2016 [TWh]

Der Anteil Erneuerbarer Energien erreichte 2016 im Bereich der Raumwärme 15,5%, im Bereich der Prozesswärme jedoch nur 5,2%. Den größten Anteil der EE im gesamten Wärmebereich machen dabei mit 78% biogene Energieträger aus.

### 3.3 Strukturen des Gebäudesektors in Deutschland

Für die Beurteilung von Entwicklungsmöglichkeiten der leitungsgebundenen Wärmeversorgung ist eine Übersicht über die Struktur des Gebäudebestandes von Bedeutung. Insgesamt gibt es in Deutschland 11.500 Gemeinden. Wegen der unterschiedlichen Gemeindegrößen in den einzelnen Ländern eignet sich für räumliche Analysen aber eher die Ebene der 4.620 Gemeindeverbände (Verbandsgemeinden, Verwaltungsgemeinschaften). In der folgenden Grafik ist die Verteilung der 82 Mio. Einwohner Deutschlands auf die verschiedenen Größen von Kommunen dargestellt. Auf nur 3,9% der Fläche leben 30,6% der Einwohner (1.810 EW/km<sup>2</sup>) in den 77 Großstädten mit mehr als 100.000 Einwohnern. Ein ähnlich hoher Anteil lebt jedoch auch mit 20,3 Mio. Einwohnern in 1.584 Kleinstädten (<20.000 Einwohner), deren Einwohnerdichte sich mit 206 EW/km<sup>2</sup> nur wenig von den Mittelstädten (20.000-100.000 Einwohner) mit 365 EW/km<sup>2</sup> unterscheidet.

**Bevölkerung in Deutschland in Mio. Einwohnern**  
Strukturelle Verteilung der 82 Mio. Einwohner auf 35,7 Mio. ha



von 17,8 Mio. Gebäuden (14,5 Mio. E/ZFH und 3,4 MFH) befinden sich 13 Mio. E/ZFH in Dorf- und Stadtrandgebieten mit Einwohnerdichten von 2.270 EW/km<sup>2</sup>, aber nur 1,1 Mio. E/ZFH in Bebauung mittlerer Dichte mit 7.310 EW/km<sup>2</sup>. Dagegen liegen 1,02 Mio. kleine und große MFH in Gebieten mit sehr dichter Bebauung (21.410 EW/km<sup>2</sup>) und 1,51 Mio. MFH in Gebieten mit mittlerer Dichte. 2,6 Mio. NWG liegen zum größeren Teil (40%) in Gebieten mit mittlerer Dichte, 17 % in sehr dichter Bebauung und 27 % in Industrie- und Gewerbegebieten.

Quelle: [Daten: BBSR, 2015]

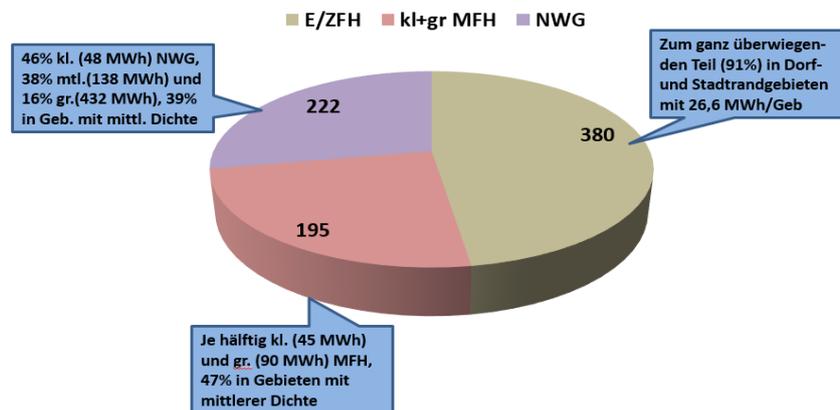
Abbildung 3-3: Bevölkerung in Deutschland; Strukturelle Verteilung der 82 Mio. Einwohner auf Siedlungsstrukturen (35,7 Mio. ha) in Deutschland

In früheren Untersuchungen zur Entwicklung der leitungsgebundenen Wärmeversorgung [Fischedick, 2006] wurden ebenfalls siedlungsstrukturelle Merkmale zugrunde gelegt (II-Dorf- und Stadtrandgebiete mit vorwiegend E-ZFH, IIIa-Bebauung mittlerer Dichte mit einem Mix von E-ZFH und MFH, IIIb-dichte und sehr dichte Bebauung mit überwiegend MFH, sowie IV- Industrie-

und Gewerbeflächen mit überwiegend Nichtwohngebäuden). Die Gesamtheit der Wohngebäude (E-ZFH, kleine und große MFH, sowie NWG in 3 Größenklassen) kann diesen zugeordnet werden. Zur Differenzierung kann die spezifische Einwohnerdichte von 2.300, 7.300 bzw. 21.400 EW/km<sup>2</sup> genutzt werden. Aus einer Berechnung über Baualtersklassen und zugehörige spezifische Energieverbräuche kann die Verteilung des gesamten Wärmeverbrauchs auf diese Gebäudetypen ermittelt werden, woraus sich 250 (II), 550 (IIIa) und 1.200 (IIIb) MWh/ha und 210 MWh/ha für Gewerbegebiete ergeben. Die erreichbaren Wärmedichten je m betragen bei vollständiger Erschließung 1,3, 2,5 bzw. 3,7 MWh und 1,7 MWh/m für den Strukturtyp IV.

Damit wird deutlich, dass die Hälfte des Wärmeverbrauchs überwiegend durch Ein- und Zweifamilienhäuser des Gebäudebestandes in Dorf- und Stadtrandgebieten entsteht, kleine und große Mehrfamilienhäuser vor allem in Gebieten mit mittlerer Dichte ein Viertel ausmachen und der Rest hauptsächlich durch Nichtwohngebäude entsteht. Gebiete mit einer hohen Dichte haben nur einen sehr kleinen Anteil.

### Verteilung Energiebedarf Gebäude (Raumheizung u. Warmwasser) 800 TWh



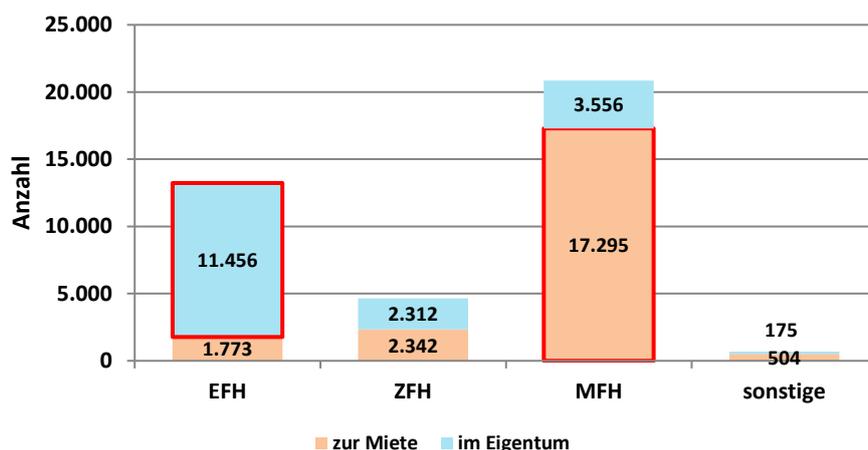
Quelle: [Daten: Fishedick, 2006], [www.bioenergiedoerfer.de](http://www.bioenergiedoerfer.de)

Abbildung 3-4: Strukturelle Verteilung des Gebäudewärmeverbrauchs auf die verschiedenen Gebäude- und Siedlungstypen

In 3.000 der 12.000 Kommunen in Deutschland bestehen Anlagen für eine Fernwärmeversorgung. Dieser Bereich der Energieversorgung hat sich, wie auch die anderen Sektoren, seit einem Jahrhundert in sehr unterschiedlichen Entwicklungsschritten herausgebildet. Zwischen 1900 und 1960 wurden große, zentrale Heizwerke vor allem mit dem Zweck errichtet, dem starken örtlichen Schadstoffausstoß und der hohen Brandgefahr durch Einzelfeuerungen entgegenzuwirken. Seit der ersten Ölpreiskrise spielte auch die Überwindung der Importabhängigkeit von teurem Öl durch den Einsatz regionaler Kohle eine wichtige Rolle. Ähnliches gilt in den neuen Bundesländern für die zentrale Nutzung des eigenen Energieträgers Braunkohle. Ab 1960 wurden strombedarfsgetrieben große Kraftwerke am Stadtrand installiert, die auch Wärme auskoppelten. Der wirtschaftliche Erfolg dieser Anlagen war vor allem vom Verkaufserlös des Stroms abhängig. In jüngerer Zeit werden Wärmenetze vermehrt als neue Option flexibler dezentraler Wärmeversorgung mit Speichermöglichkeiten betrachtet.

Damit bieten sich Wärmenetze gleichsam als „Plattformen“ an, die bei den richtigen technischen Voraussetzungen vor allem der Einbindung regenerativer Energiequellen dienen können. Diese Funktionen sind im Sinne eines verstärkten Klimaschutzes weiter auszuprägen.

Ende 2016 lag der Wohnungsbestand in Deutschland bei 40,3 Mio. (21,6% in den ostdeutschen Ländern einschl. Berlin). Sie befinden sich in 18,8 Mio. Gebäuden. Dabei handelt es sich zu 70,2% um 13,2 Mio. Ein- und Zweifamilienhäuser, die aber nur einen Anteil von 39,1% der Wohnungen umfassen (18,8 Mio. WE). 21,1 Mio. Wohnungen befinden sich in Mehrfamilienhäusern, deren Anteil in Ostdeutschland mit 26,5% überproportional ausfällt [Destatis, 2019b]. Von Bedeutung ist weiterhin, dass mit 21,9 Mio. ein etwas höherer Anteil der Wohnungen vermietet ist und nur 17,5 Mio. Wohnungen Eigentum der Nutzer sind. Mit Blick auf die Handlungsspielräume für einen verstärkten Klimaschutz ist kennzeichnend, dass sich der überwiegende Teil der Wohnungen in Mehrfamilienhäusern (MFH) nicht im Eigentum der Bewohner befindet, während es sich im Bereich der Einfamilienhäuser (EFH) umgekehrt verhält. Auch die in Anspruch genommenen durchschnittlichen Wohnflächen unterscheiden sich maßgeblich (132,5 m<sup>2</sup> für EFH im Eigentum und 64,1 m<sup>2</sup> für vermietete MFH).



Quelle: [Daten: Destatis, 2019b], eigene Grafik

Abbildung 3-5: Strukturelle Verteilung der Wohnungen auf Gebäudearten und Eigentumsverhältnisse

Ohne Frage ist es von Bedeutung, ob die Wärmenutzer sich Klimaschutzmaßnahmen leisten können. Umgekehrt geht es aber auch um die Frage, welchen Anteil am monatlichen Nettoeinkommen der verschiedenen Einkommensgruppen die Wärmekosten konkret ausmachen. Oschatz [Pfnür, 2016] hat dafür die Mittelwerte der Jahresheizkosten [BMWi, 2015] des Jahres 2014 (97 ct/m<sup>2</sup> Wfl. inkl. NK) auf den Heizkostenanteil umgerechnet und mit abnehmendem Einkommen und entsprechend abnehmender Wohnungsgröße Belastungen bis zu 5% (900-1.300 €/Mon. bei 56,5 m<sup>2</sup>) festgestellt.

Hier soll nun weiter differenziert werden, wie Energieträger und Sanierungsgrad diese Belastung beeinflussen. Dazu wird von einem Verbrauch für Raumheizung und Warmwasserbereitung von

---

204 kWh/m<sup>2</sup><sup>6</sup> ausgegangen, der für die 77% des unsanierten Bestands angesetzt werden kann. Im Falle einer Erdgasversorgung (Heizöl) mit einem Primärenergiefaktor von 1,13 (1,16) entstehen daraus 46,4 kg/m<sup>2</sup> (63,0) CO<sub>2</sub>-Emissionen oder 3,1 t (4,2) pro Wohnung und Jahr. Für die resultierenden 13,7 MWh entstanden 2016 bei Heizölversorgung Jahreskosten von 674 € (84 ct/m<sup>2</sup> mtl.). Im Falle von Erdgasversorgung lagen die Kosten allerdings bei 940 € (1,16 €/m<sup>2</sup> mtl.). In den letzten Jahren hoher Energiekosten betragen die Kosten sogar 1.217 € (1,51 €/m<sup>2</sup>) für Heizöl und 963 € (1,19 €/m<sup>2</sup>) für Erdgas, wenn jeweils die mittleren Angaben für Brennstoffbezugspreise für Haushalte nach den Angaben des BMWi angesetzt werden. Aufgrund der geringeren Umwandlungsverluste der Fernwärme am Gebäude sind für denselben Fall nur 11,5 MWh erforderlich, was Emissionen von 30 kg/m<sup>2</sup> bei gasgefeuerten Heizkraftwerken, bzw. 2,0 t/a verursacht. Die Jahreskosten lagen bei 980 € (1,21Ct/m<sup>2</sup> mtl.).

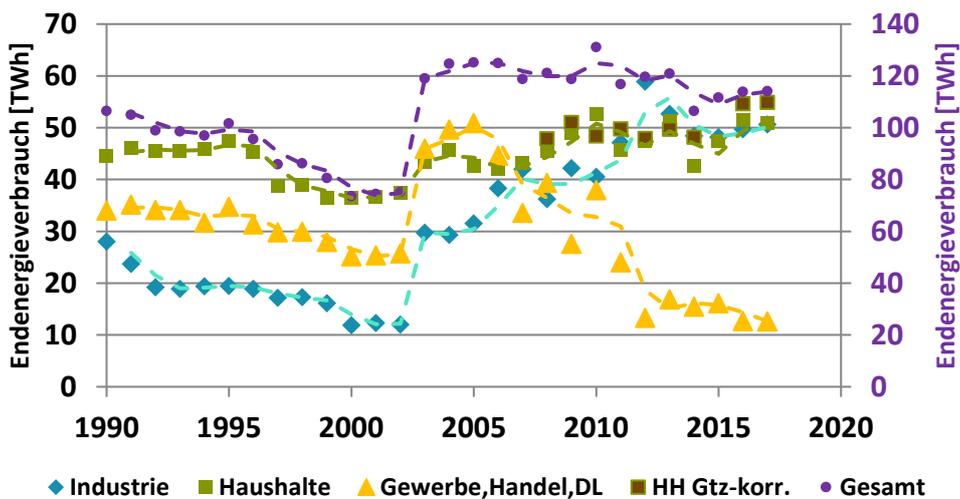
Im Falle sanierter Gebäude auf der Basis der WSchVO 95, in denen keine Standardheizkessel mehr eingesetzt werden, kann von einem Verbrauch von 130 kWh/m<sup>2</sup> (34 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> für Heizöl, 25 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> bei Erdgas) ausgegangen werden, der bei Heizöl mit Kosten von 52 ct/m<sup>2</sup> und bei Erdgas von 72 ct/m<sup>2</sup> für das Jahr 2016 verbunden ist. Hier ist der Vorteil der leitungsgebundenen Versorgung mit 120 kWh/m<sup>2</sup> (26 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>) geringer geworden. Die höheren Preise der Fernwärme führen für den Mieter zu Jahreskosten von 83 ct/m<sup>2</sup> (= 640 €/a). Im ungünstigsten Fall hoher Energiepreise können für unsanierte Gebäude bei unteren Einkommen (1.100 € netto) auch 8% Wärmekostenanteile entstehen.

### 3.4 Stand der Fernwärme in Deutschland

Die statistischen Angaben zum Thema Fernwärme wie auch zum Wärmemarkt insgesamt weisen Inkonsistenzen und Unschärfen auf. In Abbildung 3.6 ist der Verlauf der Verwendung von Fernwärme in Deutschland nach Kundengruppen und insgesamt dargestellt, wobei der Sprung im Jahr 2003 aus einer Änderung der Bilanzierungsmethodik resultiert. Auf die Kundengruppe Haushalte entfiel 2016 mit einem Verbrauch in Höhe von 51,4 TWh fast die gleiche Menge wie auf die Industrie (49,7 TWh). Deutlich geringer ist der Anteil für den Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) mit 12,7 TWh [BMW, 2018]. In [BDEW, 2017] werden geringfügig abweichende Mengen angeführt (Haushalte 49,1 TWh, Industrie 48,0 TWh, Sonstige 21,5 TWh). Die scheinbare Abnahme der letzten Jahre ist vor allem auf das wärmere Klima und den geringeren Bedarf der Haushalte zurückzuführen, wie der Vergleich mit den klimakorrigierten Werten zeigt. Deutlich wird, dass die Abgabe an den Sektor GHD rückläufig ist, was aber durch steigende Mengen in der Industrie weitgehend kompensiert wird. Eine Analyse der im Mittel leicht steigenden Endenergiemengen für die Wärme im Sektor GHD belegt, dass der Rückgang bei der Fernwärme v. a. durch einen erheblichen Zuwachs bei der Nutzung der EE bedingt wird [BMW, 2018]. Die Abgabe von Wärme an private Haushalte bleibt seit Jahren weitgehend konstant, weil die vergleichsweise geringen Effekte der Gebäudesanierung durch Neuanschlüsse ausgeglichen werden.

---

<sup>6</sup> Bezogen auf den Endenergiebedarf für Raumheizung und Warmwasser einschließlich der verschiedenen Nutzungsgrade des häufigsten Wohnungstyps in Gebäuden der Baualtersklasse 1958-1968, entsprechend 3,35 Mio. Wohnungen.

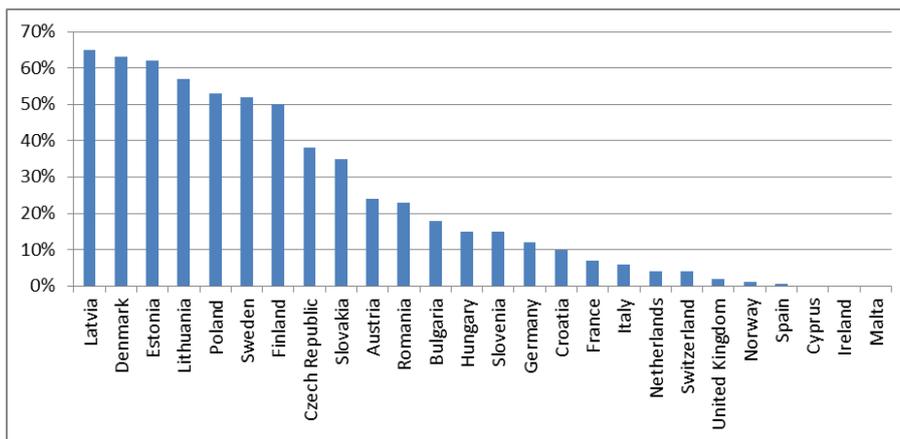


Quelle: [Daten: BMWi, 2018], eigene Grafik

Abbildung 3-6: Verwendung von Fernwärme in Deutschland [TWh]

Über die Fernwärmenutzung innerhalb der Industrie ist wenig veröffentlicht. In der kürzlich erschienenen BDI-Studie zum Klimaschutz werden für den Industriesektor 2015 707 TWh Endenergie dargestellt, für die in den einzelnen Branchen auch FW-Anteile in Höhe von insgesamt 47,9 TWh ausgewiesen sind (u.a. hohe Anteile mit 21% bzw. 16% für sonst. chem. Industrie und chem. Industrie, 12% bzw. 11% für Papier und Fahrzeugindustrie).

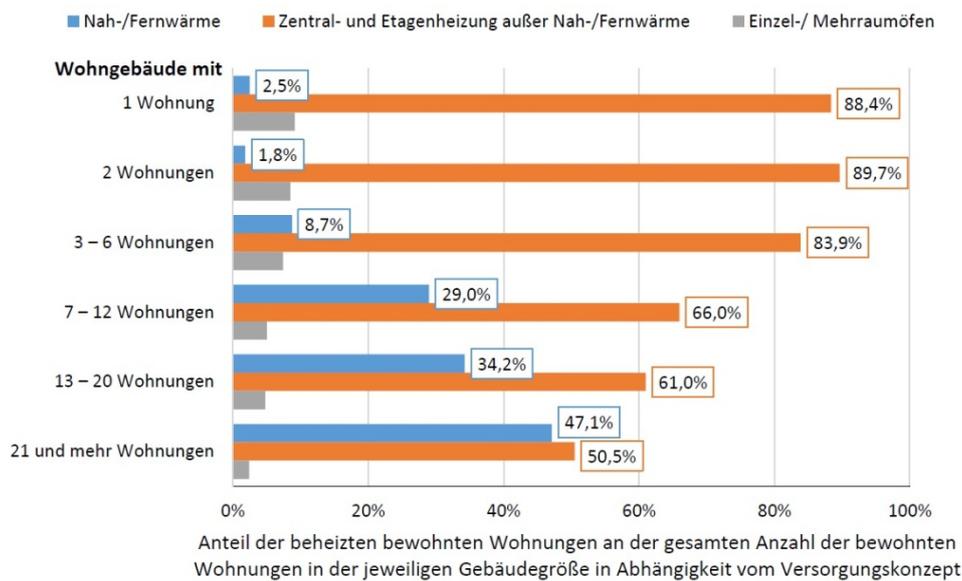
Die Fernwärme erreicht 2016 bei den Wohnungen einen Marktanteil von im Mittel 13,7%, also rd. 5,7 Mio. Einheiten. Dies verdeutlicht jedoch, dass der Anteil der Fernwärme mit 2,5% bzw. 1,8% bei den Ein- und Zweifamilienhäusern sehr gering ist, bei den Mehrfamilienhäusern aber ein gutes Drittel beträgt. Insgesamt ist der Anteil fernwärmeversorgter Gebäude in Deutschland verglichen mit anderen Mitgliedsstaaten der EU verhältnismäßig gering.



Quelle: [FBI & ITG, 2016] Dienststellen der EU-Kommission auf der Basis von Daten Euroheat & Power

Abbildung 3-7: Bevölkerungsanteil europäischer Mitgliedstaaten mit Versorgung durch Fernwärme 2013

Die regionale Verbreitung der Fernwärme in Deutschland ist heterogen. Vor allem ist in den neuen Ländern die relative Anschlussdichte höher. [FBI & ITG, 2016] In einer früheren Untersuchung hatte der AGFW herausgearbeitet, dass der Anteil fernwärmeversorgter Wohnungen bei 30% in Ostdeutschland und nur bei 9% in Westdeutschland liegt. [AGFW, 2005] Ebenfalls konnte eine deutliche Zuordnung des Fernwärmeanteils zu Siedlungstypen (ST5 Wohnblocks 32%, ST6 Hochhäuser 18%, ST7 Stadtrandbebauung 41%) und Stadtkategorien (>650.000 EW ABL, >50.000 EW NBL) festgestellt werden.



Quelle: [FBI & ITG, 2016] auf Basis Statistisches Bundesamt 2012

Abbildung 3-8: Fernwärme-Anschlussquote von Wohngebäuden in Abhängigkeit von der Gebäudegröße

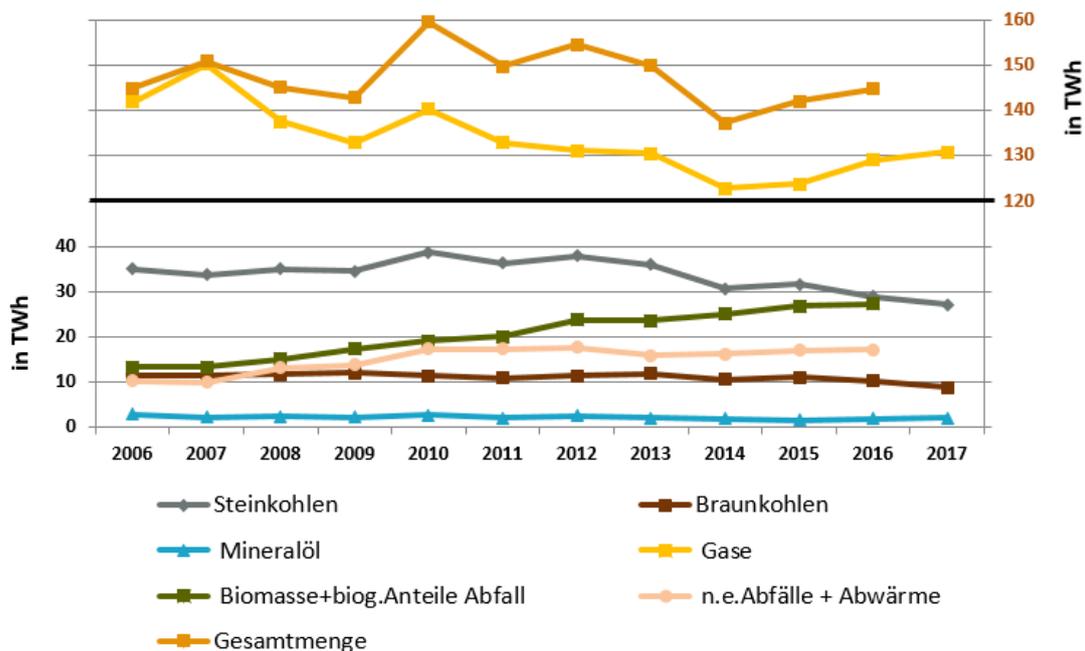
Deutlich höher mit 23,8% liegt der Anteil der Fernwärme bei den neu errichteten Wohnungen (329.000 in 2016) und damit etwa gleichauf mit Elektrowärmepumpen [BDEW, 2017].

Nahezu alle deutschen Großstädte über 100.000 Einwohner haben Fernwärmenetze. Die größten Wärmenetze befinden sich u. a. in Berlin, München, Mannheim, Dresden, Hannover, Köln, Bremen, Nürnberg, Leipzig, und Hamburg. Grundsätzlich ist eine Fernwärmeversorgung auf Gebiete beschränkt, die eine hohe Wärmedichte aufweisen, da die Verteilungskosten mit abnehmender Wärmedichte ansteigen. Etwa 550 der rund 1.000 deutschen Energieversorgungsunternehmen betreiben Nah- und Fernwärmenetze [UBA, 2007].

Eine Übersicht über die in der Fernwärmeerzeugung verwendeten Brennstoffe gibt die folgende Abbildung. Sie basiert auf einer speziellen Statistik für die Brennstoffverwendung in Heizwerken und Heizkraftwerken der öffentlichen Versorgung (Destatis, 2019a). In Bezug auf die Heizwerke ist es einfach die Brennstoffeinsätze der Nettowärmeerzeugung direkt zuzuordnen. Im Bereich der Heizkraftwerke, die sowohl Strom (oft in der Hauptsache) als auch Wärme (meist als genutzte Abwärme aber auch als Auskopplung unter Verlusten für die Stromerzeugung) erzeugen, ist es erforderlich die Gesamtbrennstoffmenge den Nutzenergieströmen zuzuordnen. Hierfür können je nach Orientierung verschiedene Methoden angewendet werden. In der offiziellen Statistik, die auch der Berechnung der Klimabelastungen durch Fernwärmeerzeugung zugrunde

liegt, wird dafür die sog. Finnische Methode verwendet, die die Strom- und Wärmeerzeugungs-wirkungsgrade zu Mittelwerten (konkret 80% für Wärme und 40% für Strom) in Beziehung setzt. Sie liefert tendenziell höhere Zuordnungen zur Wärmeerzeugung als die sog. Carnot-Methode oder die Stromgutschriftmethode, die die Basis der AGFW-Richtlinien bildet.

In der Gesamtstatistik der Deutschen Energieverwendung wird in der Zeile Heizkraftwerke (EBZ 15) ausschließlich die KWK-Wärmeerzeugung gebucht (aus der Destatis 2019a, 066, jedoch ohne den Teil, der als ungekoppelte Wärmeerzeugung ausgewiesen wird), dies sind 94,5 TWh (2016). Der Brennstoffeinsatz zur KWK Strom- und Wärmeerzeugung aus der 066 (198 TWh) wird allerdings nicht vollständig der Wärmeerzeugung der allg. Versorgung zugeordnet. Unter Verwendung dieses Ansatzes ergibt sich für 2016 der Brennstoffeinsatz in Höhe von 96,9 TWh. Die Zeile Fernheizwerke enthält die Wärmeerzeugung sowie entsprechende Brennstoffeinsätze aus der 064, sowie jene Teile aus der 066, die als ungekoppelte Wärmeerzeugung ausgewiesen wird.



Quelle: [BMWi, 2018]

Abbildung 3-9: Brennstoffeinsatz für die Fernwärmeerzeugung in Deutschland

Fernwärme aus Abwärme spielt in Deutschland bisher eine untergeordnete Rolle. Nach AGFW wurden im Jahr 2014 nur 2% der in die Wärmenetze eingespeisten Wärme aus industrieller Abwärme gewonnen. Der BDEW weist 8% bzw. entsprechend 11 TWh aus. Einer der Gründe für geringe Abwärmennutzung kann sein, dass die Wärmesenke oft nicht in der Nähe der Abwärmequelle vorhanden ist und lange Leitungen zu der jeweiligen Siedlung erforderlich sind. Eine andere Ursache wird in der mitunter aufwendigen Besicherung gesehen.

Nahwärme aus Biomasse ist vor allem in Wärmenetzen zu finden, die kleine Gebiete/Ortschaften versorgen. Das beste Beispiel dafür sind Bioenergiedörfer. Aktuell werden in Deutschland 176 Ortschaften als Bioenergiedorf definiert, in einigen davon ist allerdings die Umstrukturierung noch im Gange. Bei der Nahwärme aus Biomasse kann es sich sowohl um Wärme

aus KWK als auch aus Heizwerken handeln. Bei den meisten Bioenergiedörfern wird vor Ort erzeugtes Biogas verstromt und die im KWK-Prozess erzeugte Wärme in ein Wärmenetz eingespeist.

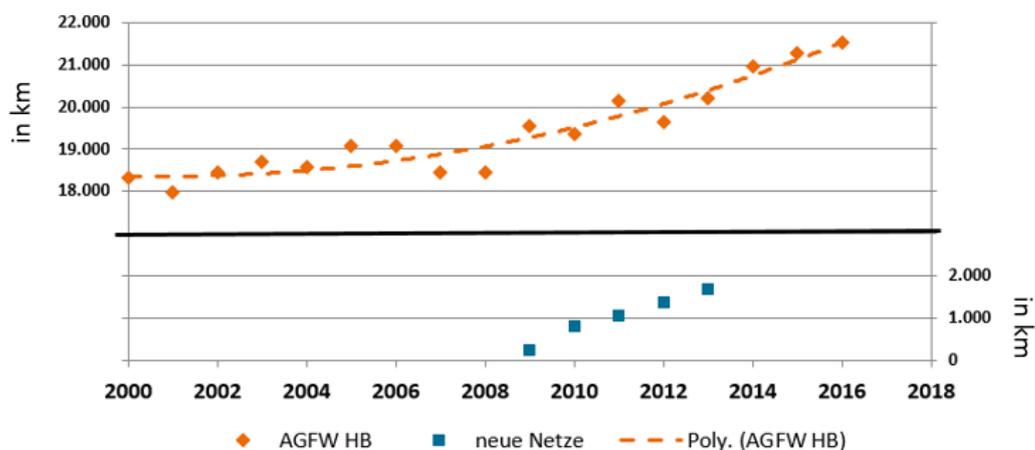
Als wesentliche Informationsquelle für die Fernwärme dient der jährlich erscheinende Hauptbericht des AGFW; die aktuelle Fassung vom August 2017 beinhaltet Zahlen für das Jahr 2016 [AGFW, 2017]. Er basiert auf Angaben von 206 Unternehmen mit einer Anschlussleistung von 38 GW.

Das Bundeskartellamt legte im Jahr 2012 das Ergebnis seiner Erhebung zur Situation der Fernwärme im Bereich von Privatkunden in den Jahren 2007 und 2008 vor. Dabei konnten 74 Unternehmen mit 1.196 Netzgebieten befragt werden, die rund 38 TWh Wärme lieferten (80% des Gesamtabsatzes in diesem Bereich). Die zugehörige Netzlänge betrug 15.535 km (2007) und wuchs um 1,6% im Jahr 2008 [Bundeskartellamt, 2012]. Für das Jahr 2016 wird im AGFW-Bericht eine Wärmenetzeinspeisung in Höhe von 76,8 TWh (ohne Lieferungen zwischen Unternehmen, sonst 83,7 TWh) ausgewiesen. Bei den angegebenen mittleren Netzverlusten von 14% werden von Kunden 66 TWh abgenommen, was in etwa den statistischen Angaben für Raumwärme und Warmwasser entspricht. Die Erzeugungsanteile für diese Mengen der Fernwärme werden ausgewiesen mit:

- 82,7% Erzeugung mit gekoppelter Stromerzeugung,
- 15,5% Erzeugung reine Wärmeerzeugung,
- 1,8% industrielle Abwärme.

Die dazugehörige Nettostromerzeugung beträgt 29,8 TWh bei erzeugten 63,5 TWh Wärme.

Abbildung 3-10 zeigt die Entwicklung des Fernwärmenetzausbaus, wie sie sich aus dem AGFW-Hauptbericht ergibt. Schwankungen sind wechselnden Beteiligten zuzuordnen. Generell zeigt sich jedoch ein zunehmendes Wachstum seit 2012, das jährlich zwischen 1,4 und 1,9% liegt. Die Grafik zeigt ebenfalls die in den letzten Jahren auf der Basis der Wärmenetzförderung des BMWi entstandenen *neuen* Wärmenetze mit einer ähnlichen Wachstumsrate.



Quellen: [AGFW, 2017], [prognos & IFAM et al.,2014]

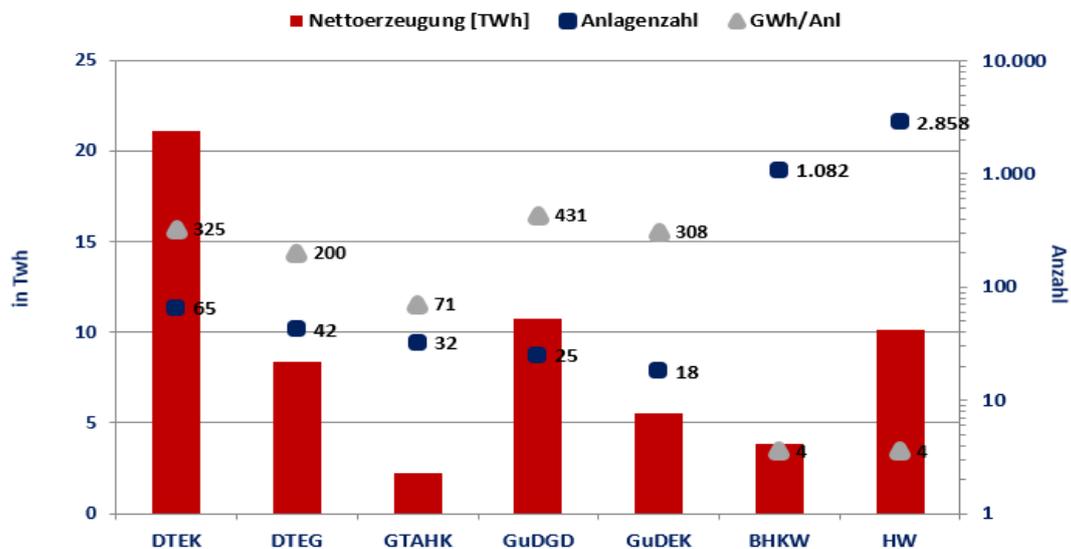
Abbildung 3-10: Entwicklung des Fernwärmenetzausbaus in Deutschland

Für 2016 wird die Länge des Fernwärmenetzes von [AGFW] mit 20.851 km angegeben. Die durchschnittliche Trassenlänge pro Hausstation (HS) liegt bei den mengenmäßig dominierenden Warm- und Heißwassernetzen im Mittel bei 57 m/HS. Der durchschnittliche Anschlusswert pro Hausstation sinkt aufgrund der Sanierung der Gebäude seit Jahren stetig und liegt 2016 bei 132 kW. Die Bandbreite der Verluste zwischen Einspeisung und Abnahme liegen für die letzten Jahre bei 11%-14%.

Abbildung 3-11 zeigt für die durch befragte Unternehmen betriebenen Anlagen die mengenmäßige Verteilung der Anlagenzahlen (blauer Marker) sowie deren Netto-Wärmeerzeugung (Säulen). Von der Anlagenzahl sind die BHKW und die HW dominierend, den höchsten Beitrag der Wärmearbeit liefern die KWK-Anlagen mit Entnahmekondensationsturbinen (DTEK), von denen sich 11 in Brandenburg, 9 in Baden-Württemberg und je 8 in Bayern und NRW befinden. Ihre durchschnittliche Wärmeengpassleistung beträgt 136 MW, die zugehörige Stromengpassleistung 64 MW. Überdies ist die Anlagentechnologie für hohe Flexibilität geeignet und damit bei steigendem Anteil von volatil einspeisenden Erneuerbaren Energien für die residuale Leistung und somit die Versorgungssicherheit einsetzbar (siehe Kapitel 8.6). Während bei den BHKWs überwiegend fossil befeuerte (KWKG-)Anlagen an Wärmenetze angeschlossen sind (Biogasanlagen aber oft direkt), sind im Bereich der Holzenergie eine Vielzahl an DT-EKT durch die verschiedenen EEG-Novellen von 2001 bis 2012 angereizt worden.

Die Grafik weist insgesamt eine Erzeugung von 62,1 TWh aus, die mit einem Anteil von 83,7% aus Anlagen mit gekoppelter Stromerzeugung (29,8 TWh) stammen. Ihnen können 102,9 TWh Brennstoffwärme zugeordnet werden, was zu einer Brennstoffnutzung von insgesamt 79,4% führt. Für die 10,1 TWh aus Heizwerken wurden nach den Angaben der Produzenten 11,7 TWh Brennstoffwärme eingesetzt, was einer Brennstoffnutzung von 86,9% entspricht. Zur Belieferung der Kunden waren allerdings als Fremdbezug weitere 1,8 TWh aus Heizwerken und 11,5 TWh aus HKW erforderlich, denen 2,1 TWh (HW) bzw. 20 TWh Brennstoff (HKW) zugeordnet werden können. Damit werden in Summe 136,7 TWh Brennstoffbedarf nachgewiesen. In der entsprechenden Statistik des BMWi findet sich für 2016 ein Wert von 145 TWh Brennstoffverbrauch. Die Abweichung von der AGFW-Statistik liegt bei rd. 5 % und erklärt sich aus der unterschiedlichen Anzahl meldender Betreiber.

Werden dazu die oben ausgewiesenen Endenergieverbräuche von Haushalten (51,4 TWh) und GHD (12,7 TWh) in Bezug gesetzt und die mittleren Netzverluste von 14% für 2016 berücksichtigt, waren 75,5 TWh Nettoerzeugung erforderlich, die aus Eigenerzeugung und Fremdbezug gewonnen werden konnten. Zusätzlich weist die BMWi-Statistik aber auch noch 49,7 TWh Fernwärmenutzung der Industrie aus, deren Brennstoffbedarf in den Übersichten der AGFW nicht ausgewiesen wird.

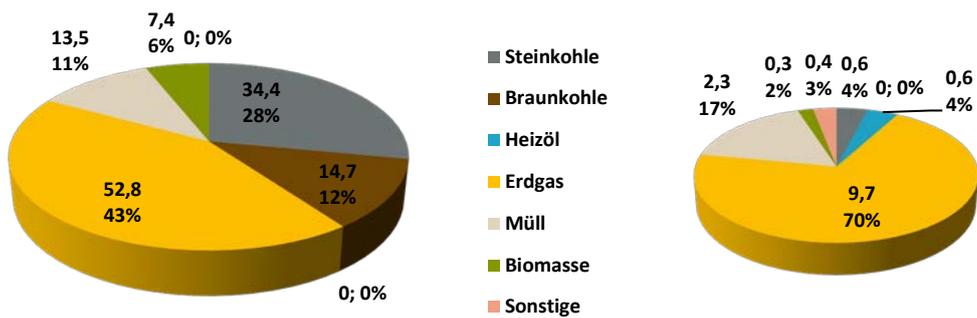


DTEK: Entnahmekondensationsanlagen, DTGD: Gegendruckanlagen, GTAHK: Gasturbine mit Abhitzeessel  
 GuDGD: Gasturbine mit nachgeschalteter Gegendruckdampfturbine, GuDEK: Gasturbine mit nachgeschalteter Entnahmekondensationsdampfturbine, BHKW: Blockheizkraftwerk, HW: Heizwerk

Quelle: [Daten: AGFW, 2017]

Abbildung 3-11: Anzahl der durch befragte Unternehmen betriebenen Anlagen und Netto-Wärmeerzeugung der Fernwärme in Deutschland im Jahr 2016

In Abbildung 3-12 ist zu sehen, wie sich der Brennstoffeinsatz für die beiden Erzeugungskategorien mit und ohne Stromerzeugung einschließlich des Bedarfs für die Fremderzeugung auf die einzelnen Energieträger aufteilt. Dabei ist links die Aufteilung bei den Heizkraftwerken, die 123 TWh des gesamten Brennstoffeinsatzes repräsentieren, und rechts diejenige bei den Heizwerken (13,8 TWh des Gesamteinsatzes) dargestellt. Während bei Heizwerken der Erdgaseinsatz deutlich überwiegt, kommt bei den Heizkraftwerken die Kohle (Stein- und Braunkohle) mit summarisch 40% auf einen fast gleich großen Anteil wie das Erdgas. Bedingt durch den Brennstoffpreis und aufgrund der Investitionskostenhöhe liegen die Anteile bei (großen) HKW-Anlagen historisch stärker bei der preiswerten Kohle, bei (verhältnismäßig kleinen) Heizwerken dominiert das teurere Erdgas, was aber geringere spezifische Investitionen ermöglicht. Dem AGFW-Hauptbericht ist zu entnehmen, wie unterschiedlich sich die Verteilung in Bezug auf einzelne Bundesländer darstellt.

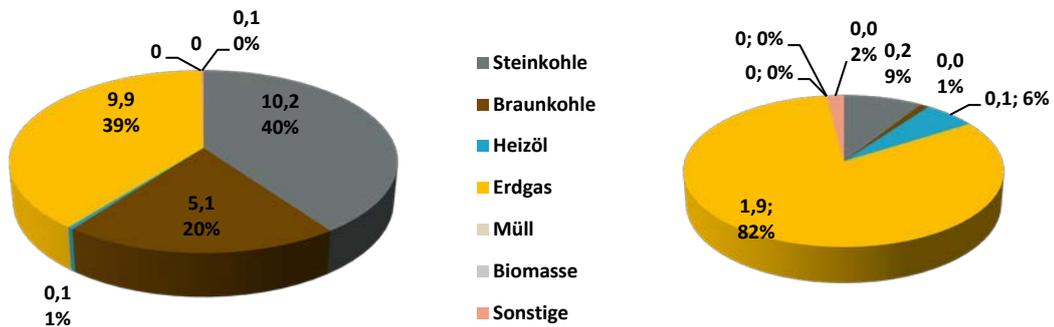


links: 123 TWh in Heizkraftwerken, 51,9 TWh an Kunden und 29,8 TWh Stromerzeugung;  
rechts: 13,8 TWh in Heizwerken erzeugte Wärme, 10,2 TWh an Kunden)

Quelle: [Daten: AGFW, 2017]

Abbildung 3-12: Brennstoffeinsatz der Fernwärme und KWK-Strom für Haushalte und GHD im Jahr 2016

In Abbildung 3-13 finden sich die zugehörigen CO<sub>2</sub>-Emissionen der Fernwärme inkl. KWK-Stroms, wiederum aufgeteilt nach HKW-Anlagen (links) und Heizwerken (rechts). Brennstoffbedingt liegen die Schwerpunkte der CO<sub>2</sub>-Emissionen (nach Carnot berechnet) bei den HKW stärker bei Kohle und bei den Heizwerken stärker beim Erdgas.

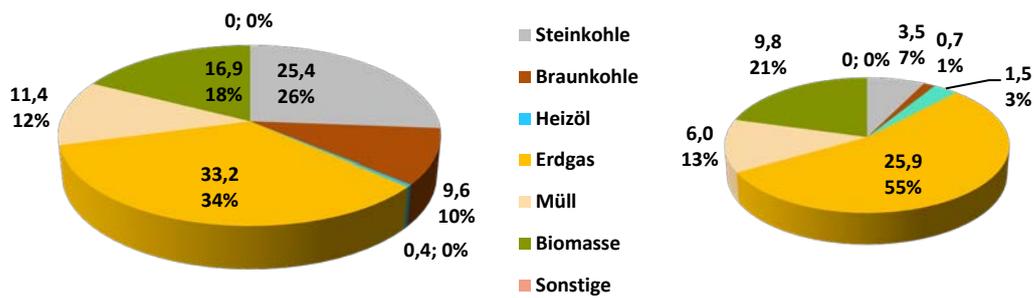


links: Heizkraftwerke: 25,5 Mio. t; rechts: Heizwerke: 2,36 Mio. t

Quelle: [Daten: AGFW, 2017]

Abbildung 3-13: CO<sub>2</sub>-Emissionen der Fernwärme inkl. KWK-Strom für Haushalte und GHD im Jahr 2016

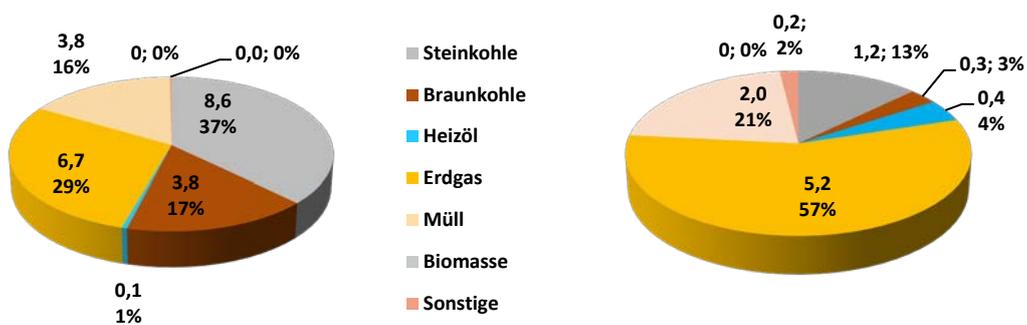
Wird auf der Basis der Umwandlungsbilanzdaten von 2016 [AGEB, 2017] die gesamte statistisch erfasste Fernwärme nach ihren Brennstoffquellen und resultierenden CO<sub>2</sub>-Emissionen ausgewertet, ergeben sich die beiden folgenden Grafiken.



links: 96,9 TWh in Heizkraftwerken; rechts: 47,4 TWh in Heizwerken erzeugte Wärme

Quelle: [Daten: AGEb, 2017]

Abbildung 3-14: Gesamtbrennstoffeinsatz der Fernwärme in Deutschland im Jahr 2016

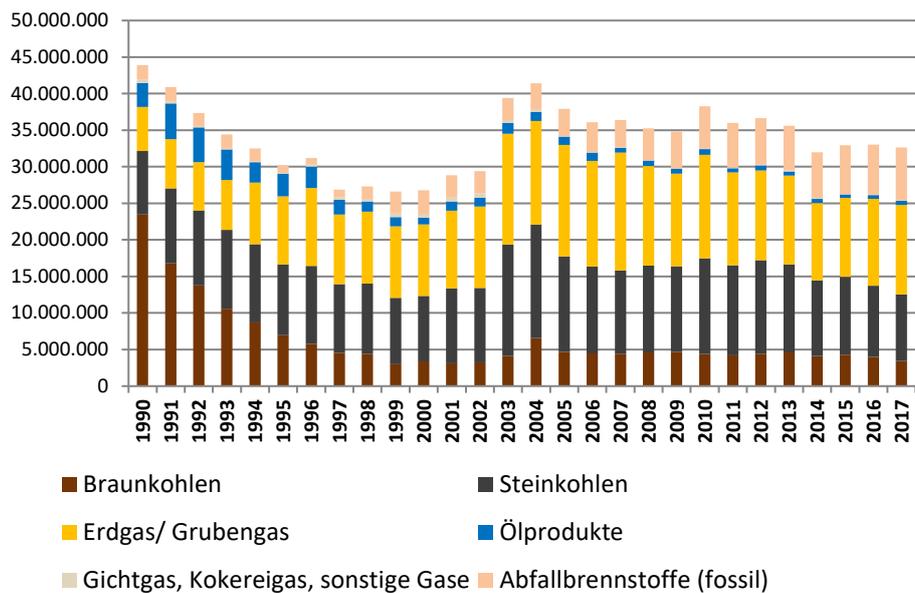


links: 22,9 Mio. t aus Heizkraftwerken; rechts: 9,0 Mio. t aus Heizwerken

Quelle: [Daten: AGEb, 2017]

Abbildung 3-15: CO<sub>2</sub>-Emissionen der Fernwärme in Deutschland im Jahr 2016

Eine Übersicht über die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Fernwärmeerzeugung, wie sie für die Nationale Berichterstattung (berechnet nach der Finnischen Methode) verwendet wird, zeigt die folgende Grafik.

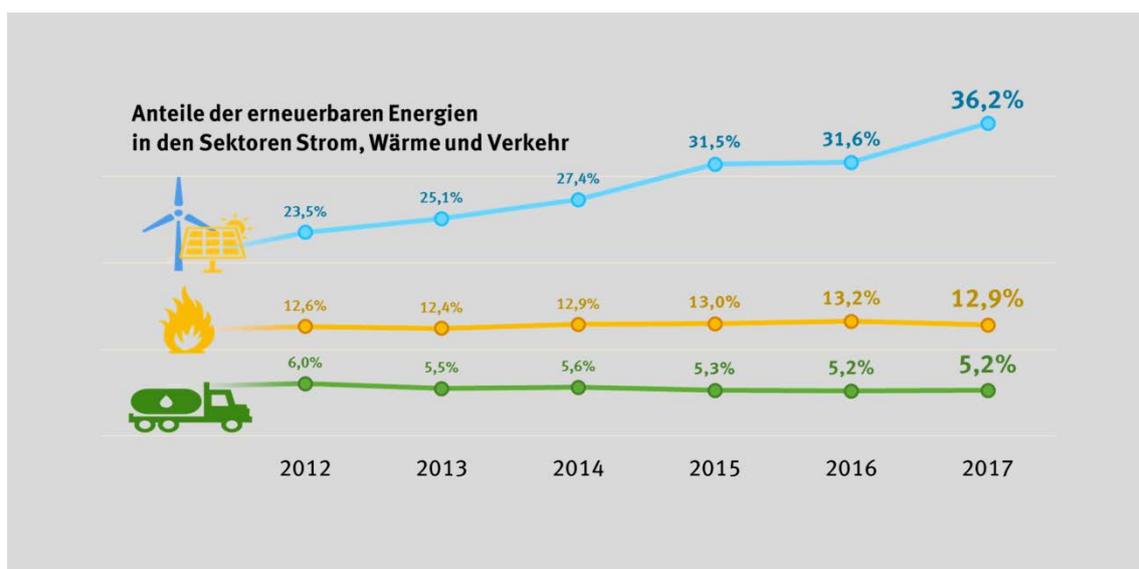


Quelle: [UBA, 2019]

Abbildung 3-16: CO<sub>2</sub>-Emissionen der Fernwärme in Deutschland im Jahr 2016

### 3.5 Stand der Erneuerbaren Energien in der Wärmeversorgung

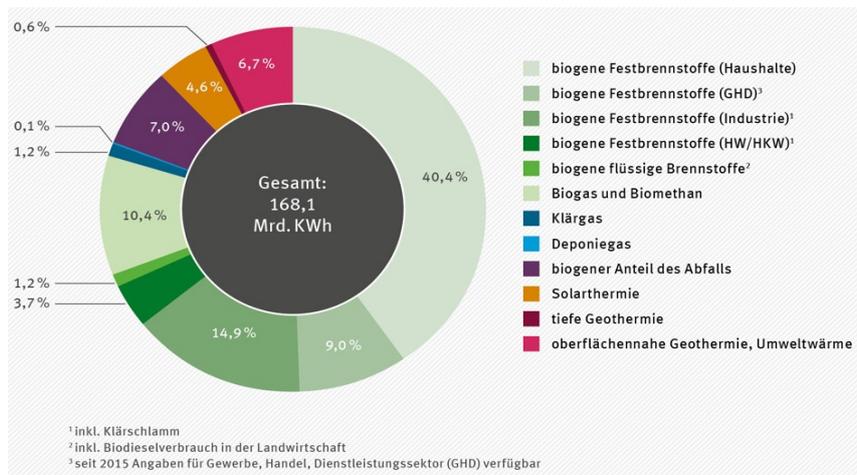
In Abbildung 3-17 ist dargestellt, wie sich die Anteile der EE in den Sektoren Strom, Wärme und Verkehr seit 2012 entwickelt haben. Dabei wird sehr deutlich, dass sich die Dekarbonisierung nur im Sektor Strom positiv entwickelt, in den Sektoren Wärme und Mobilität stagniert sie – dies belegt den Handlungsdruck. Für die Wärme liegt der Anteil der EE an der gesamten Bereitstellung bei 12,9%.



Quelle: [UBA, 2018]

Abbildung 3-17: Anteile der Erneuerbaren Energien in den Sektoren Strom, Wärme und Verkehr in Deutschland

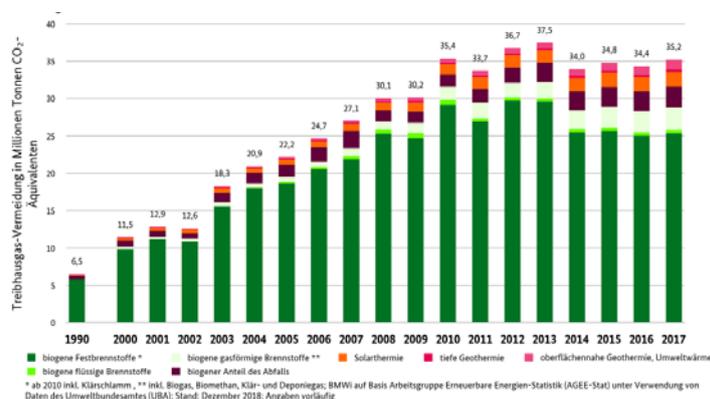
Insgesamt beläuft sich der Endenergieeinsatz aus EE im Jahr 2016 auf 168,1 TWh. Abbildung 3-18 verdeutlicht die Beiträge der einzelnen Energieträger. Mit einem Anteil von knapp 87% (inklusive des biogenen Anteils des Abfalls) bleibt die Biomasse die dominierende Wärmequelle. Im Blick auf die erreichbare Klimaschutzwirkung beim Einsatz dieser nachwachsenden Ressource wird zukünftig noch deutlicher entschieden werden müssen, in welchem Sektor und mit welcher Technik diese am höchsten ist. In [UBA, 2018b] wird ergänzend angeführt, dass der Absatz an Pellet-Feuerungsanlagen weiterhin rückläufig ist; ebenso wie der Zubau von Solarkollektoren, der sich 2017 deutlich abschwächte. Ein deutliches Marktwachstum können wie in den Vorjahren Wärmepumpen verzeichnen; mit 78.000 Einheiten (71% Luftwärmepumpen, 29% erdgekoppelte Systeme) wurde 2017 ein Rekordwert erreicht.



Quelle: [UBA, 2017]

Abbildung 3-18: Endenergieverbrauch für Wärme aus Erneuerbaren Energien 2016 in Deutschland

Durch den Einsatz der EE im Wärmebereich wurden in 2016 gemäß BMWi [2018b] 34,4 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalent eingespart. Wie aufzeigt, ist seit 2010 (der Sprung in diesem Jahr beruht auf der Einbeziehung von Klärschlamm) eine stagnierende Entwicklung zu verzeichnen.

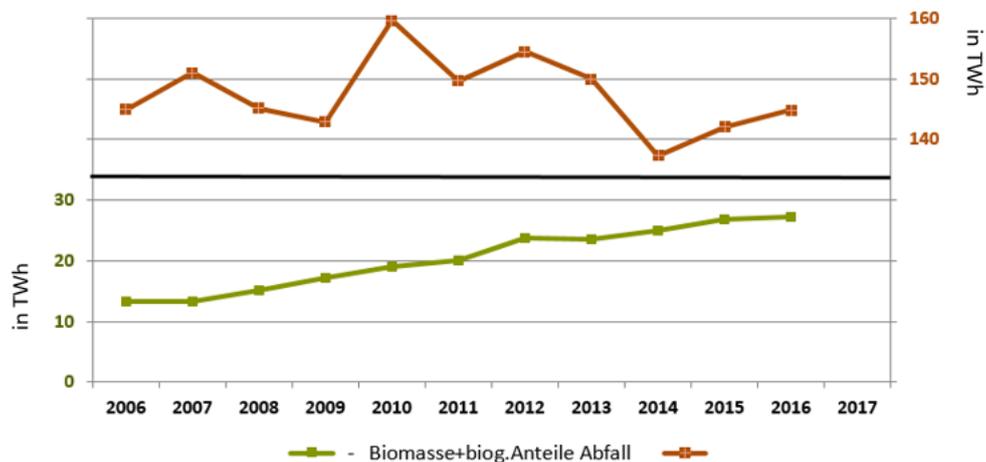


Quelle: [BMWi, 2018b], Grafik beschnitten

Abbildung 3-19: Entwicklung der vermiedenen Treibhausgas-Emissionen im Wärmebereich durch die Nutzung der Erneuerbaren Energien

### 3.6 Stand der Erneuerbaren Energien und klimaneutraler Wärme in den Wärmenetzen

Wie oben dargestellt wird leitungsgebundene Wärme im Wesentlichen in Heizkraftwerken wie auch in Heizwerken erzeugt. Erneuerbare Energien dienen deshalb als Einsatzstoffe und werden mit unterschiedlichen Wirkungsgraden in Wärme umgewandelt, die dann wiederum durch Netze mit unterschiedlichen Verlusten den Kunden zur Verfügung gestellt wird. Anteile der auf Erneuerbaren Energien basierenden Wärme fallen deshalb auf den verschiedenen Ebenen des Umwandlungs- und Transportprozesses unterschiedlich aus. Mit der Antwort des BMWi auf eine kleine Anfrage liegen von 2006-2016 Darstellungen des Brennstoffeinsatzes der Heizkraft- und Heizwerke auf Basis der AG Energiebilanzen vor, die den kontinuierlichen Anstieg des erneuerbaren Anteils auf zuletzt 18,8% zeigen. Wird der Anteil von Abfall (nicht biogen) und Abwärme hinzugezählt, ergeben sich noch höhere Werte.



Gesamtsumme ist auf der rechten Achse gezeigt – braun

Quelle: [BMWi, 2018], eigene Darstellung

Abbildung 3-20: Primärenergieeinsatz zur Fern- und Nahwärmeerzeugung 2006-2017

Nach Angaben des Statistischen Bundesamtes [StBA 2017] belief sich der Anteil der aus EE erzeugten Fernwärme inkl. des biogenen Anteils 2015 auf gerundete 14%. In Tabelle 3-1 sind die Einzelwerte angeführt, sofern diese nicht null sind.

Die Zahlen des Länderarbeitskreises Energiebilanzen ergeben in den Werten von 2015, bei denen zwei Bundesländer fehlen (NRW, MV) einen Anteil von aus EE erzeugter Fernwärme in Höhe von 16,2%, für 2014: 13,1% [LAK, 2018]. Die höchsten Werte weisen Baden-Württemberg (24,5%) und Rheinland-Pfalz (24,3%) auf, die niedrigsten das Saarland (4,4%) sowie Sachsen (5,4%).

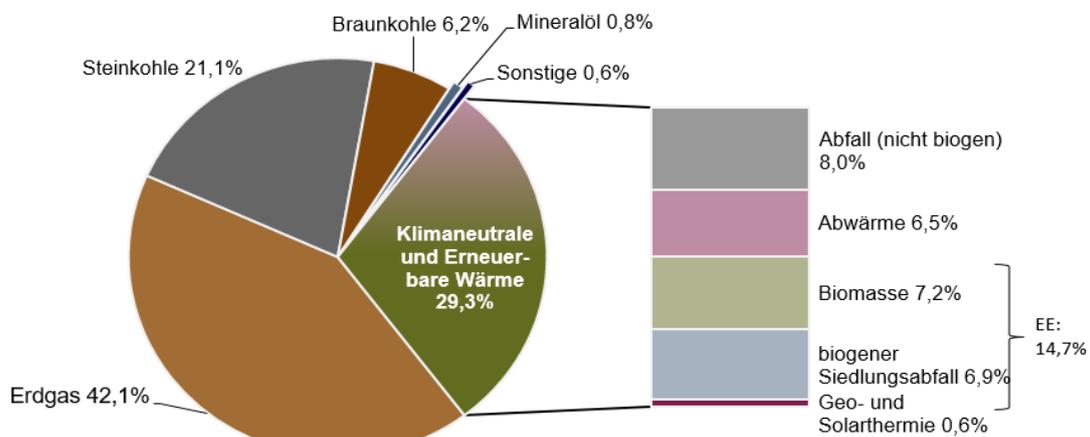
Energieträger	TWh
Fossile Energieträger	109
Biogener Anteil des Abfalls	9
Flüssige und feste biogene Stoffe	7
Biogas	2
Sonstige EE	1
<b>Summe*</b>	<b>127</b>
Summe EE ohne biogener Anteil Abfall	10
Summe EE mit biogenem Anteil Abfall	19
<b>Anteil EE inkl. biogenem Anteil Abfall*</b>	<b>14%</b>

Quelle: StBA, 2017 \* gerundet

Tabelle 3-1: Anteil der 2015 aus Erneuerbaren Energien erzeugten Fernwärme

Diese Werte werden auch in der aktuellen Statistik bestätigt. So verweist der AGFW für 2018 bei einem Umfang des Brennstoffbedarfs der Fernwärme für Gebäude von 135 TWh einen Anteil der EE-basierten Nettowärmeerzeugung in Höhe von 14,7% (19,8 TWh) und für die klimaneutrale Wärme (Abfall nicht biogen und Abwärme; in Tabelle 3.1 noch unter fossile Energieträger) in Höhe von 14,5% aus, wie darlegt.

Nettowärmeerzeugung\* zur leitungsgebundenen Wärmeversorgung 2018\*\* in Deutschland: 135 Mrd. Kilowattstunden



\* Wärmenetzeinspeisung; \*\* vorläufig

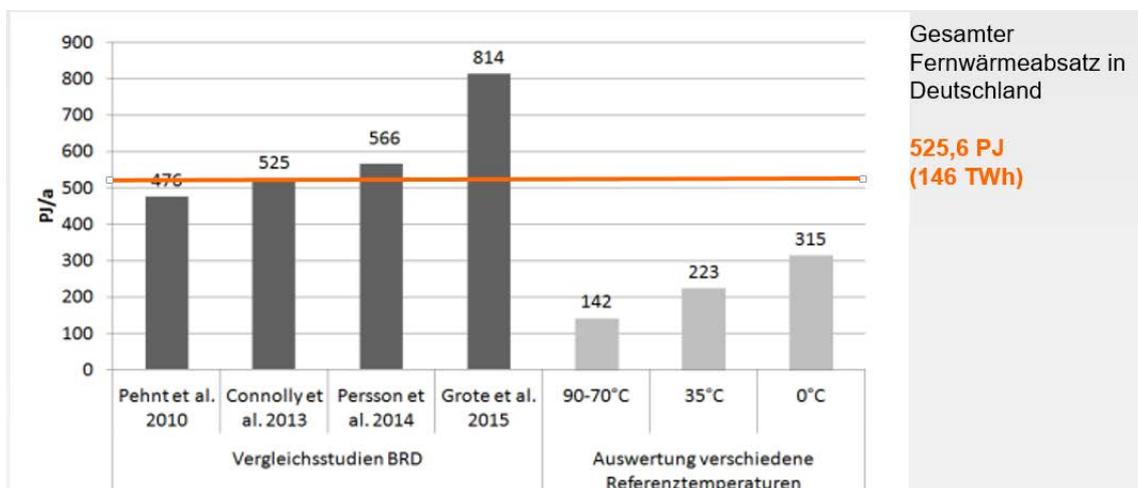
Quelle: Destatis 2019a, eigene Berechnungen; Stand: 02/2019

Abbildung 3-21: Zusammensetzung der Nettowärmeerzeugung für die Wärmeversorgung über Wärmenetzsysteme im Jahr 2018

Das Potenzial an nutzbarer Abwärme in Deutschland kann derzeit nur punktuell bzw. durch Übertragung von Wirtschaftskennzahlen anderer Länder und in Bezug auf einzelne Kategorien

der Abwärme geschätzt werden. Hintergrund ist die trotz einer zunehmenden Anzahl von Potenzialuntersuchungen nur begrenzte Datenlage. Letzteres gerade auch in Bezug auf Abwärme aus der Kategorie „Dienstleistungen“ (bspw. Wäschereien, Abwasser, Rechenzentren etc.), die eher lokal und kleinteilig sind. Der größte Anteil an Abwärme tritt in der Kategorie „Produktion“ und dort in der Metallerzeugung/-bearbeitung, der Chemischen Industrie sowie bei der Herstellung von Glas und Glaswaren, Keramik Verarbeitung von Steinen und Erden“ sowie in den Kategorien „Abfallentsorgung“ und „Energieumwandlung“ (bspw. Kondensationskraftwerke, Abgaswärme etc.) auf.

Zur Abwärme aus der industriellen Produktion existieren bereits mehrere Studien mit unterschiedlichen Ergebnissen bezüglich des theoretischen Potenzials. Hier liegt die Bandbreite zwischen rd. 130-230 TWh. Neuere Studien kommen zu dem Schluss, dass der untere Grenzwert bei 60-70 TWh liegt [Brückner, 2016], wobei ein Großteil der Abwärme in eher wenigen großen und vielen kleinen Quellen bei niedrigen Temperaturen auftritt.

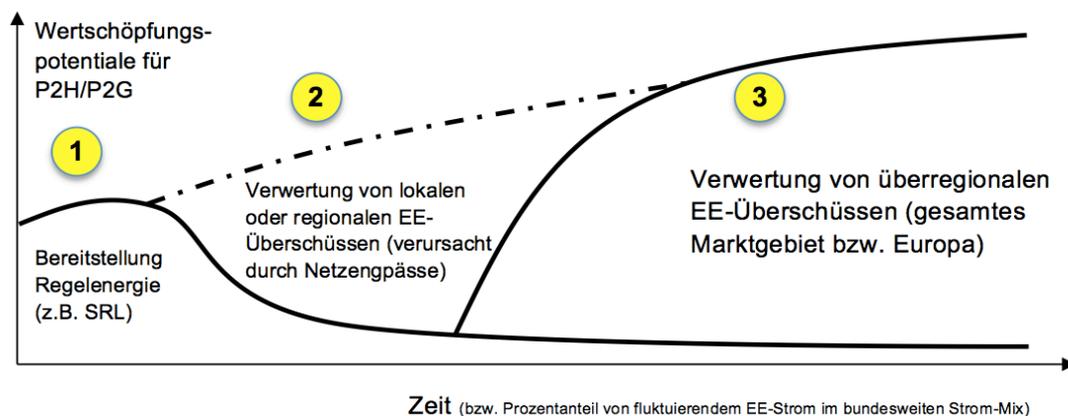


Quelle: [Brückner, 2016]

Abbildung 3-22: Vergleich Studien zum Abwärmeaufkommen (links); Auswertung der Abwärmedaten bei verschiedenen Referenztemperaturen

Power-to-Heat (Direktelektrische Wärmeerzeuger, aber auch zunehmend Wärmepumpen) werden schon heute in verschiedener Weise eingesetzt (siehe Abbildung 3-): derzeit in erster Linie als Flexibilitätsinstrument für den Strommarkt (Bereitstellung von Regelenergie; Nr. 1), aber in Zukunft auch zunehmend als Sektorkopplungsinstrument. Hier wird lokal oder regional anfallender Strom aus Erneuerbaren Energien, der sonst abgeregelt würde, im Wärmesektor genutzt (Nr.2). Gleichzeitig wird damit der Einsatz von fossiler Wärmeerzeugung und damit auch die CO<sub>2</sub>-Last dort reduziert. Vor diesem Hintergrund spielen PtH-Technologien in vielen Zukunftsszenarien – und dann auch überregional (Nr.3) – eine entscheidende Rolle im Wärmemarkt 2050 (40% an Wärmeerzeugung gem. BDI Szenario, 80%-Pfad, siehe Kapitel 4).

Der Gesamtbestand an Power-to-Heat-Anlagen in Deutschland lag 2016 in der Größenordnung von gut 500 MW [Enerstorage, 2016]. Rund drei Viertel davon sind in Fernwärmenetze eingebunden, etwa ein Viertel der Anlagen entfällt auf die Industrie.



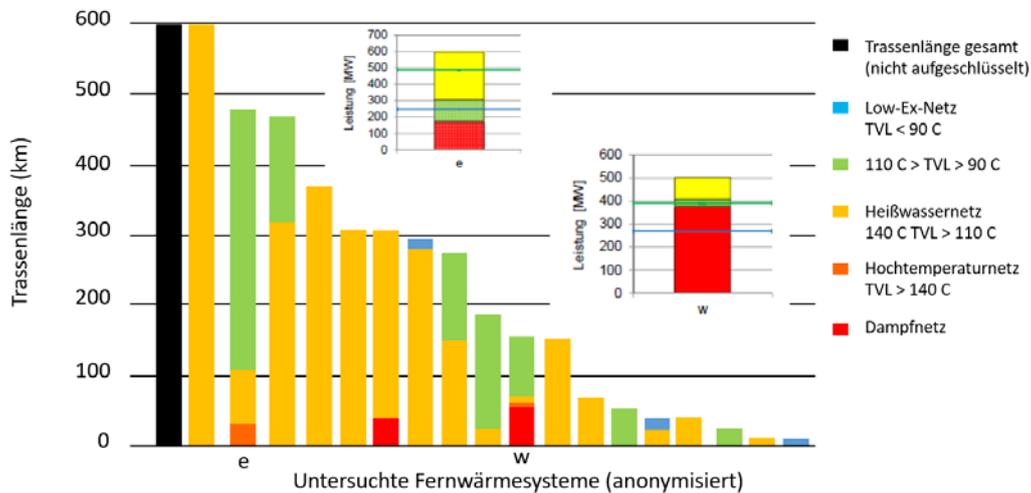
Quelle: eigene Darstellung

Abbildung 3-23: Power-to-Heat zur Nutzung Erneuerbaren Stroms

### 3.7 Typbildung Wärmenetze

Wärmenetze weisen eine sehr große Heterogenität auf, die der Bildung von Kategorien, die in sich eine homogene Teilmenge bilden, grundsätzlich entgegenstehen. Dies liegt bei den großen Wärmenetzen nicht zuletzt an dem Umstand, dass alle historisch gewachsen sind und demzufolge individuelle Ausprägungen aufweisen. Außerdem können unterschiedliche Hauptkriterien zur Abgrenzung herangezogen werden, die zu entsprechend unterschiedlichen Typisierungen führen würden.

Es gibt keine öffentlich zugängliche Datenbasis, die als geeignete Grundlage genutzt werden kann. Vom AGFW wurden freundlicherweise die Grunddaten des aktuellen Hauptberichtes zur Verfügung gestellt [AGFW, 2018]. In diesen sind allerdings alle Netze eines Unternehmens summarisch dargestellt, d. h. die Daten bieten auch keine Informationsbasis in Bezug auf einzelne Netze. Bestimmte Kriterien wie bspw. die Netztemperatur sind gar nicht enthalten. In Bezug auf die Netztemperatur ist anzumerken, dass große Netze unterschiedliche Temperaturniveaus aufweisen. Dies verdeutlicht Abbildung 3- aus der Transformationsstudie von 2014. Die Auswahl erfolgte nach den Kriterien: Größe des Systems, Osten/Westen, Homogenität des Netzes (bzgl. Temperatur, Druck) sowie Berücksichtigung einer Fernwärmeschiene. Aus der Rücksprache mit den Bearbeitern hat sich ergeben, dass es sich bei der dargestellten Stichprobe um Wärmenetze handelt, welche die reale Bandbreite recht gut widerspiegeln. Sie stehen für knapp ein Viertel der seinerzeit vorhandenen Trassenlänge und 1/5 der installierten Erzeugerkapazität. Heißwassernetze stehen bei den Anlagen >100km im Vordergrund. Nur in einem Fall liegt das Temperaturniveau eines maßgeblichen Anteils bei 90-110°C. Die Wärmemengen je m Trassenlänge liegen fast durchgängig über 2 MWh/m und in einigen Fällen bei 5-6 MWh/m. Bei den kürzeren Netzen von 10-100 km kommen auch innovative Lösungen vor, bei denen durchweg Erdgas und Reststoffe im Gegensatz zu Kohle und Erdgas vorkommen. Im Mittel liegt die Ausnutzung der installierten Erzeugerleistung bei 2.200 h.



Quelle: [AGFW, 2014]

Abbildung 3-24: Vergleich von Trassenlänge und Temperaturniveau ausgewählter Wärmenetze

Die im Folgenden vorgenommene Typisierung der Wärmenetze, in die auch eigene Marktkenntnisse sowie Erfahrungen von Netzplanern eingeflossen sind, stellt entsprechend der obigen Ausführungen eine verallgemeinernde Abgrenzung dar, zu der es in der Realität abweichende Einzelbeispiele gibt. Alle Netztypen beinhalten eine Brauchwassererwärmung bei vielen der angeschlossenen Kunden.

In dem oben bereits erwähnten Bericht des Bundeskartellamts werden vier Kategorien von Netztypen (>100km, 10-100km, 1-10 km und <1km) verwendet. Bezogen auf die Angaben des AGFW-Hauptberichts für 2007/8 handelt es sich bei den dokumentierten Ergebnissen um 84% der Netzlänge. Die fakturierte Wärmemenge an Privatkunden in Höhe von 36,9 TWh wurde zu 86,8% über Netze der ersten Kategorie geliefert. Netze zwischen 10 und 100 km transportierten nur 9%. Hinsichtlich der Durchschnittserlöse konnte bei einem Gesamtmittelwert von 8,6 ct/kWh ermittelt werden, dass Großnetze im Mittel 19% preiswerter lieferten und Kleinnetze 17% teurer, wobei die Spannbreiten bei mittleren und kleinen Netzen mit 5-15 ct/kWh ähnlich groß und nur bei Großnetzen mit 6-9 ct/kWh moderater ausfielen. Als Ursachen können hier sowohl die niedrigen fossilen Brennstoffkosten als auch die hohen Wärmedichten genannt werden.

Typ	1	2	3	4	5	6	7
	Großstadt	Mittelstadt	Kleinstadt	neueres Bestandsnetz	Ländlicher Raum	Insel	Industrie
Netzlängen	>100km	10-100km	<30/<10km	<30km	2 - 10km	<10km	<20km
Anzahl	38	65	ca. 235	> 800	> 170	siehe Typ 4	?
Anteil Wärmeabsatz	86%	9%	3%	2%			?
Temperatur	>> 100°C	> 100°C	> 100°C	70-90°C	70-90°C	> 70°C	> 100°C
Technik	häufig Dampf	selten Dampf		auch Low- ex			
Quelle	Kohle u. Gas-KWK o. MVA; große Speicher, E-Heizer	höherer EG u. BHKW Anteil; große Speicher, E-Heizer	EG BHKW Anteil auch EE	meist EE, große Speicher			GT, EG BHKW, Abwärme
Wärmedichte	bis sehr hoch 2-6 MWh/m	mittlere-hohe 2,9 MWh/m	mittlere 1,9 MWh/m	niedrig-mittlere	niedrig		
Siedlungsdichte	Mehrfamilienhaus, Industrie-Gebiete	Mehrfamilienhaus (MFH), Gewerbe-Gebiete		Mittelgroße MFH, Gewerbe	EFH, kl. MFH, Öffentliche Gebäude	Mittelgroße MFH, Gewerbe	
Sanierungszustand Gebäude	teilsaniert			gut saniert	teilsaniert	Neubau	wenige Abnehmer
Raumordnung	Stadt-Zentrum	Stadtzentrum, Möglichkeit für Biomasse-Lagerung begrenzt	abseits Zentrum, gute Möglichkeit für Biomasselagerung		Stadttrand oder ländlicher Raum	siehe Typ 3, 4	
Arrondierungsmöglichkeit	Hohe - mittlere Wärmedichten	mittlere Wärmedichten	Eingeschränkte Ausbaumöglichkeiten				

Tabelle 3-2: Übersicht über Netztypen

### Typ 1: Bestandsnetz Großstadt (> 100.000 Einwohner)

- Netzlängen häufig > 100 km
- 38 Netze > 100 km mit 400-2.000 GWh Wärmezeugung bei 400-1.000 MW Leistung decken rd. 86 % des Wärmeabsatzes ab ([Bundeskartellamt, 2012], Datenbasis deckt rund 80 % des Marktes ab), eine weitere Aufteilung ergibt 2> 700 km, 300-700 km: 11, 200-300 km: 10 und 100-200 km: 15 Netze [Bundeskartellamt, 2012]
- Typische maximale Vorlauftemperaturen im Winter >>100°C und Rücklauftemperaturen > 110°C, zumeist unterschiedliche Temperaturniveaus, gelegentlich noch Dampfnetze
- Häufig noch mit höheren Anteilen von Kohle-KWK, in etlichen Fällen Einbindung einer MVA; häufig GuD-Anlagen, meist niedrige Anteile von EE
- Hohe bis sehr hohe Wärmedichten (s. o.); der Bericht des Bundeskartellamtes weist hier einen Mittelwert von 3,5 MWh/m aus.

- Hohe Siedlungsdichten: große Mehrfamilienhäuser (Geschosswohnungsbau), Gewerbegebiete, Industriebetriebe und -areale → bietet regelmäßig Potenzial für Einbindung von Abwärme
- Versorgt teilsanierte Bestandsgebäude (gemischte Baualtersklassen, größter Abnehmer ist zumeist die gewerbliche Wohnungswirtschaft), bei denen ein sukzessiver Bedarfsrückgang in den nächsten Jahren zu erwarten ist; zu kleinen Teilen sind Neubaugebiete angeschlossen; Verdichtung
- Beinhaltet fast immer das Zentrum der Stadt → relativ hohe Netzausbaukosten; kaum nutzbare (i.d.R. sehr teure) Freiflächen für Solarthermie in der Nähe des Wärmenetzes
- Bietet im Arrondierungsgebiet in der Regel noch hohe, mindestens mittlere Wärmedichten für den Ausbau des Wärmenetzes

### **Typ 2: Bestandsnetz Mittelstadt (20.000 - 100.000 Einwohner)**

- Netzlängen meist 10-100 km
- 65 Netze 10-100 km decken rd. 9% des Wärmeabsatzes ab ([Bundeskartellamt, 2012], Datenbasis deckt rund 80 % des Marktes ab)
- Maximale Vorlauftemperaturen im Winter > 100°C, Rücklauf > 90°C, selten noch Dampfnetze
- Deutlich seltener Erzeugung aus Kohle-KWK oder Einbindung einer MVA, höherer (Erdgas-)BHKW-Anteil als in Typ 1, meist niedrige Anteile von EE
- Mittlere bis hohe Wärmedichten, 2,9 MWh/m [Bundeskartellamt, 2012]
- Mittlere Siedlungsdichten: große Mehrfamilienhäuser (Geschosswohnungsbau) mit Übergang zu kleineren Mehrfamilienhäusern, selten zu aufgelockerter Bebauung (Ein- und Zweifamilienhäuser), relativ häufig Gewerbegebiete, weniger Industriebetriebe und -areale als Typ 1 → bietet seltener Potenzial für Einbindung von Abwärme
- Vorsorgt teilsanierte Bestandsgebäude (gemischte Baualtersklassen, größter Abnehmer ist häufig die gewerbliche Wohnungswirtschaft), bei denen ein sukzessiver Bedarfsrückgang in den nächsten Jahren zu erwarten ist; zu kleinen Teilen sind Neubaugebiete angeschlossen
- Beinhaltet fast immer das Zentrum der Stadt → häufig noch relativ hohe Netzausbaukosten; zumeist ein begrenztes Angebot an (häufig recht teuren) Freiflächen für Solarthermie
- Bietet im Arrondierungsgebiet in der Regel mittlere Wärmedichten für den Ausbau des Wärmenetzes

---

### **Typ 3: Bestandsnetz Kleinstadt (< 20.000 Einwohner) / Bestandsinselnetz Mittel- und Großstadt**

- Netzlängen i.d.R. < 30 km, meist < 10 km
- In der Regel Vorlauftemperaturen im Winter > 100°C, Rücklauf > 90°C
- Erzeugung basiert in der Regel zu großen Teilen auf Erdgas, häufiger auch größere Anteile von EE als im Typ 1 und 2
- Mittlere Wärmedichten, 1,9 MWh/m [Bundeskartellamt, 2012]
- Mittlere Siedlungsdichten: in größeren Städten große Mehrfamilienhäuser (Geschosswohnungsbau) mit Übergang zu kleineren Mehrfamilienhäusern, selten zu aufgelockelter Bebauung (Ein- und Zweifamilienhäuser), zum Teil Gewerbegebiete, weniger Industriebetriebe und -areale als Typ 1; in Kleinstädten zumeist kleine Mehrfamilienhäuser und Ein-/Zweifamilienhäusern und einzelne Gewerbetunden; → bietet in beiden Fällen kaum Potenzial für Einbindung von Abwärme
- Vorsorgt teilsanierte Bestandsgebäude (gemischte Baualtersklassen), bei denen ein sukzessiver Bedarfsrückgang in den nächsten Jahren zu erwarten ist
- Befindet sich abseits des Zentrums der Stadt → niedrigere Netzausbaukosten im Vergleich zu Typ 1 und 2; häufiger ein gutes Angebot an (häufig recht teuren) Freiflächen für Solarthermie, häufig akzeptable Transport- und Lagerbedingungen für Biomasse, aber wegen Investitionskosten eher für Holz-Heiz- als Heizkraftwerke geeignet
- Bietet im Arrondierungsgebiet zumeist etwas eingeschränkte Ausbaumöglichkeiten für den Ausbau des Wärmenetzes, weil sich im Umfeld häufig keine verdichteten Siedlungsgebiete befinden bzw. diese meist niedrige bis mittlere Wärmedichten aufweisen

### **Typ 4: Bestandsnetz geringeren Alters, Quartier mit höheren Anteilen von EE**

- Netzlängen meist < 30 km, häufig in den letzten 20 Jahren neu gebaute Netze
- In der Regel Vorlauftemperaturen von rd. 70-90°C
- Erzeugung basiert in der Regel zu großen Teilen auf EE (vor allem Solarthermie, Biomasse), häufig deutlich größere Speicher bis hin zu saisonalen Wärmespeicherung
- Niedrige - mittlere Wärmedichten
- Niedrige - mittlere Siedlungsdichten: meist mittelgroße - große Mehrfamilienhäuser (Geschosswohnungsbau) mit Übergang zu kleineren Mehrfamilienhäusern in abgegrenzten Quartieren, in der Regel nur nicht produzierendes Gewerbe, in der Regel keine Industriebetriebe; sehr häufig werden höhere Anschlussgrade erreicht als bei den zuvor genannten Netztypen
- Vorsorgt in der Regel gut sanierte Bestandsgebäude jüngerer/homogener Baualtersklassen, bei denen kein Bedarfsrückgang in den nächsten Jahren zu erwarten ist

- Befindet sich abseits des Zentrums einer Stadt, häufig auch in Kleinstädten und Gemeinden (insbesondere in Baden-Württemberg und Bayern) → häufig deutlich niedrigere Netzausbaukosten im Vergleich zu Typ 1 und 2; Nutzung eines guten Angebots an Freiflächen für Solarthermie in der Nähe des Wärmenetzes, gute Transport- und Lagerbedingungen für Biomasse
- Bietet im Arrondierungsgebiet zumeist eingeschränkte Ausbaumöglichkeiten, da das Wärmenetz auf ein begrenztes Quartier ausgelegt ist, in dem der Wärmebedarf in den nächsten Jahren eher konstant ist

#### **Typ 5: Wärmenetze im ländlichen Raum („Bioenergiedörfer“)**

- Netzlängen zwischen 2 und 10 km, häufig in den letzten 20 Jahren neu gebaute Netze
- In der Regel Vorlauftemperaturen von rd. 70-90°C
- Erzeugung basiert in der Regel zu großen Teilen auf EE (vor allem Solarthermie, Biomasse), häufig deutlich größere Speicher bis hin zu saisonalen Wärmespeicherung, Multivalente kaskadenförmige Mehrleitersysteme, auch bei geringer Dichte werden Wärmequellen unterschiedlicher Temperatur-Niveaus zusammengeschlossen
- Niedrige - mittlere Wärmedichten
- Niedrige - mittlere Siedlungsdichten: überwiegend EFH und kleinere MFH, öffentliche Gebäude (Rathäuser, Schulen etc.), sowie einzelne Gewerbeobjekte; sehr häufig werden deutlich höhere Anschlussgrade erreicht, als bei den zuvor genannten Netztypen
- Häufig deutlich niedrigere Netzausbaukosten im Vergleich zu Typ 1 und 2; Nutzung eines guten Angebots an Freiflächen für Solarthermie in der Nähe des Wärmenetzes, gute Transport- und Lagerbedingungen für Biomasse
- Bietet im Arrondierungsgebiet zumeist eingeschränkte Ausbaumöglichkeiten, da das Wärmenetz auf ein begrenztes Quartier ausgelegt ist, in dem der Wärmebedarf in den nächsten Jahren eher konstant ist. Ausnahme: Neubaugebiete

#### **Typ 6: Inselnetz Neubaugebiet**

- Netzlängen zumeist < 10 km
- Häufiger Vorlauftemperaturen von < 70°C
- Erzeugung basiert in der Regel zu großen Teilen auf EE, häufig auch deutlich größere Speicher bis hin zu saisonalen Wärmespeicherung, auch erste Low-ex-Netze
- Niedrige Wärmedichten
- Niedrige - mittlere Siedlungsdichten: meist mittelgroße - große Mehrfamilienhäuser (Geschosswohnungsbau) mit Übergang zu kleineren Mehrfamilienhäusern in abgegrenzten Quartieren, in der Regel nur sehr wenig nicht produzierendes Gewerbe, in der Regel keine Industriebetriebe

- 
- Vorsorgt Neubaugebäude mit sehr geringem Wärmebedarf; ist trotzdem von größerer Relevanz, weil es eine gewisse Beispielwirkung entfaltet in Bezug auf die Konkurrenz zukunftsfähiger Versorgungskonzepte; außerdem steht die gewählte Lösung dann für zwei Dekaden fest
  - Befindet sich abseits des Zentrums einer Stadt; niedrige Installationskosten für Wärmenetz im Rahmen der Entwicklung des Neubaugebiets

#### **Typ 7: Industrielles, teils gewerbliches Wärmenetz, auch mit BHKW**

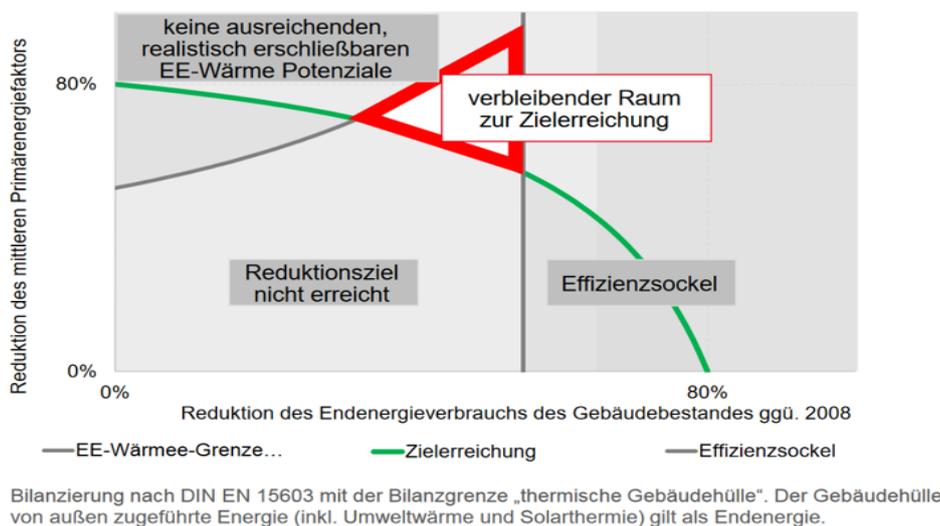
- Netzlängen zumeist < 20 km, häufig in den letzten 20 Jahren entstanden
- In der Regel Vorlauftemperaturen von 70 bis > 100 °C
- Erzeugung basiert häufig auf GT und (Erdgas-)BHKW Lieferung von Abwärme an Unternehmen in der unmittelbaren Umgebung; hier sind in den letzten Jahren die meisten Holz-HKW in der Holz- u. Möbelindustrie sowie den Sägewerken entstanden, i. e. eine Vielzahl von Anlagen mit hohem Wärmeabsatz oft im 2-stelligen jährlichen GWh-Bereich
- Häufig sind Dachflächen für Solarthermie vorhanden die allerdings wegen sehr kurzfristiger Amortisationserwartungen meist nicht, oder für PV genutzt werden
- Wärmeerzeugung ist durch Prozesswärmebedarf definiert, die Lieferung an andere beinhaltet auch die Bereitstellung von Raumwärme
- Versorgt in der Regel wenige Abnahmestellen auf begrenzten Arealen

## 4 Wärmenetze: Nutzen, Entwicklungsszenarien, Projektbeispiele

### 4.1 Ziele im Gebäudebereich

Die Bedeutung der Wärmenetze ist vor dem Hintergrund der energiepolitischen Ziele zu sehen. Im Energiekonzept der Bundesregierung [BMWi, 2010] ist das Ziel eines nahezu klimaneutralen Gebäudebestands und Reduktion des Primärenergieeinsatzes (gegenüber 2008) bis zum Jahr 2050 um insgesamt 50% formuliert. Der politische Fokus lag lange Jahre auf der Reduktion des Nutzwärmebedarfes und des Endenergieeinsatzes. Jedoch sind die realen Sanierungsraten im Gebäudebereich deutlich hinter der politischen Zielsetzung von 2%/a zurückgeblieben.

In den letzten Jahren hat sich das Verständnis zum Zusammenhang zwischen Energieeffizienz und Dekarbonisierung weiterentwickelt (siehe Abbildung 4-1; grüne Kurve). Geringere Effizienzerfolge müssen durch höhere klimaneutrale, insbesondere EE-Anteile, ausgeglichen werden müssen. Diese Wechselwirkung ist allerdings durch weitere Grenzen gekennzeichnet (graue Linien), die im Wesentlichen die Energieeffizienzstrategie der Bundesregierung darstellen [BMWi, 2015b]. Vielfältige Restriktionen wie Denkmalschutz o.ä., begrenzen bspw. die maximal erreichbare Einsparung, die unter 60% gesehen wird. Ebenso ist die Verfügbarkeit Erneuerbarer Energien begrenzt. Damit ergibt sich ein Zieldreieck, in dem die Energieeinsparung bei 35% bis 54% und die Dekarbonisierung bei 57% bis 71% liegt.



Quelle: [BMWi, 2015b]

Abbildung 4-1: Möglicher Zielkorridor aus nötiger Primärenergieeinsparung und Erhöhung des Anteils der Erneuerbaren Energien von 2008 bis 2050 für einen nahezu klimaneutralen Gebäudebestand [BMWi, 2015b]

---

Eine zentrale Frage ist demnach, wie eine Erreichung solcher hoher klimaneutraler und EE-Anteile an der Wärmeerzeugung überhaupt bzw. am besten gelingen kann, welchen Beitrag Wärmenetze dazu leisten können und ob eine darauf eher verzichtende, stark auf Einzelversorgung setzende Strategie zur Zielerreichung überhaupt geeignet wäre. Erhöhte Flexibilisierungsanforderungen auf dem Strommarkt und die damit wachsende Bedeutung der Sektorenkopplung könnte schon allein die Notwendigkeit eines Ausbaus der leitungsgebundenen Wärme sinnvoll und vorteilhaft erscheinen lassen.

Der Nutzen von Wärmenetzen ist vielfältiger Natur. Wärmenetze ermöglichen u. a.:

- Eine **Dekarbonisierung** ohne bzw. mit sehr geringen Maßnahmen im Gebäude. Mit einer Maßnahme auf Netzebene lassen sich somit zahlreiche Einzelmaßnahmen, die mit erheblichen Transaktionskosten behaftet sind, substituieren. Außerdem ermöglichen sie im noch politisch zu gestaltenden Marktumfeld einen hohen Anteil an EE auch bei Gebäuden, wo dies bei Einzelversorgung nicht möglich wäre.
- Eine **räumliche Entkopplung zwischen Erzeugung und Nutzung**. Besondere Bedeutung bekommt dieser Vorteil der Wärmenetze in hochverdichteten Siedlungsgebieten, in denen bspw. eine Versorgung mit Biomasse für flächendeckende Einzelfeuerungen in den Gebäuden ausgeschlossen ist. Dabei ist zu berücksichtigen, dass der Anteil der Stadtbevölkerung dominierend ist und voraussichtlich weiter zunimmt.
- Eine **zeitliche Entkopplung von Wärmeangebot und -nachfrage**; was insbesondere bei fluktuierender Erzeugung von Bedeutung ist. Die Speicherkapazität, die das Wärmenetz selbst bietet, kann durch die Einbindung von größeren Speichern deutlich gesteigert werden. Diese sind spezifisch deutlich günstiger als kleine Einzelspeicher in den Gebäuden, die durch das jeweilige Raumangebot limitiert sind. Eine längerfristige Entkopplung zwischen Angebot und Nachfrage bis hin zur saisonalen Speicherung ist nur über Wärmenetze realisierbar.
- Die **Integration von Abwärme, Tiefengeothermie, Bioenergie oder großen solarthermischen (Freiflächen-)Anlagen**. Ohne Wärmenetze würden diese wichtigen Optionen ungenutzt bleiben – was angesichts des Handlungsbedarfes eine nicht akzeptable Einschränkung darstellen würde.
- Den **Ausbau** und den zukunftsfähigen, kurz- bis mittelfristig deutlich flexibleren Betrieb der **Effizienztechnik KWK**.
- Die **Integration von vglw. kostengünstigen Wärmespeichern** wie auch anderen Flexibilisierungsoptionen durch Power-to-Heat-Anlagen und als Beitrag zur Stabilisierung von Stromnetzen bei hohen Anteilen von Strom aus EE, etwa durch Demand Side Management in Verbindung mit einer multivalenten Wärmeerzeugung (Anlagen- und Energieträgermix). Bei Einzelgebäudeversorgungen ist diese aus wirtschaftlichen Gründen nur in sehr begrenztem Maße möglich. Durch die multivalente Erzeugungsstruktur, wie sie z. B. in Dänemark sehr häufig betrieben wird, ist zudem auch die sehr wichtige Anpassungsfähigkeit in der anstehenden, jahrelangen Transformationsphase gegeben. Eine Entscheidung bezüglich der Erzeugungstechnik bei einer Einzelversorgungslösung (z. B. Errichtung einer neuen Gasheizung) legt die Wärmebereitstellung dieses Gebäudes für

rund zwei Dekaden fest bzw. beschränkt die Dekarbonisierungsoptionen erheblich auf die Nutzung von Erneuerbarem Erdgas (sofern keine wirtschaftlichen Nachteile über eine vorzeitige Abschaltung der Anlage in Kauf genommen werden).

- **Wirtschaftlichere Erzeugungseinheiten** aufgrund der deutlich geringeren spezifischen Investitionskosten. Zusätzliche Vorteile größerer Anlagen, die durch professionelle Akteure betrieben werden, sind z. B. andere Betriebsführungsoptionen (vor allem mit Blick auf die Sektorenkopplung), eine effizientere Abgasbehandlung, höhere Stromkennzahlen bei KWK-Anlagen oder die Nutzung bestimmter Wasserreservoirs durch Großwärmepumpen.
- Integrale bzw. **systemische Versorgungslösungen** im Rahmen von Quartierskonzepten.
- Die Bereitstellung einer **Energiedienstleistung („warmes Gebäude“)** anstelle des Eigenbetriebs eines Wärmeerzeugers durch den Gebäudeeigentümer oder einen Contractor.

In der BMWi Leitstudie Strommarkt 2.0 wird auch aus Sicht des Strommarktes und der Sektorenkopplung die Bedeutung der Wärmenetze, aber auch der KWK, bestätigt: *„Wärmenetze schaffen strategische Flexibilität für die Energiewende. Denn Wärmenetze können leichter auf EE oder andere, emissionsarme Wärmeträger umgestellt werden als eine Vielzahl einzelner Heizsysteme.“* [ISI, 2017]. Es wird betont, dass der Bedarf an flexiblen Kapazitäten, die jeweils schnell auf Strompreise oder den lokalen Wärmebedarf reagieren können, einerseits zwar sicher ansteigt, andererseits derzeit aber nur grob abschätzbar ist, welche Technologien wann genau im Strom- und Wärmesektor benötigt werden. Die große Bandbreite an Szenarien und resultierenden Ergebnissen belegt dies. Um den unvermeidbaren Unsicherheiten bestmöglich begegnen zu können, bieten Wärmenetze die strategische Flexibilität für die Betreiber, auf alle Entwicklungen kurzfristig und einfach reagieren zu können. Eine Umstellung von tausenden Einzelfeuerungen, die alternativ bei Einzelversorgungslösungen zu adressieren wäre, ermöglicht das nicht.

Zu gleichen Ergebnissen kam die Arbeitsgruppe der Plattform Strommarkt: *„Wärmenetze haben als zukunftsfähige Infrastruktur eine strategische Bedeutung. ... In dicht besiedelten Gebieten sollten überwiegend Wärmenetze die Wärmeversorgung übernehmen. Dabei verändern sie ihre Rolle: Neben Wärme „nur“ großflächig zu verteilen, sammeln sie in Zukunft Wärme aus verschiedenen Quellen und verteilen sie an die Wärmeverbraucher – häufig mit niedrigeren Temperaturen als heute.“* [BMWi, 2017].

Gleichwohl sind auch Nachteile und Herausforderungen in Bezug auf Wärmenetze zu benennen. Im Wesentlichen sind es die wirtschaftlichen Risiken, die mit der Investition in eine sehr langfristig genutzte Infrastruktur und der Unsicherheit der erreichbaren Anschlussquoten verbunden sind. Angesichts der fortlaufend hohen Dynamik in den Energieversorgungssystemen und den kaum kalkulierbaren, sich schnell ändernden politisch gesetzten Rahmenbedingungen besteht eine wachsende Unsicherheit in der Branche, ob die leitungsgebundene Versorgung aus ökonomischer Sicht eine langfristig belastbare Strategie ist. Hier wären klare, Orientierung bietende Signale aus der Politik angezeigt.

Wärmenetze, die stets mit Netzverlusten behaftet sind, müssen modernisiert und technisch weiterentwickelt werden, um mehr erneuerbar erzeugte und klimaneutrale Wärme aufnehmen zu

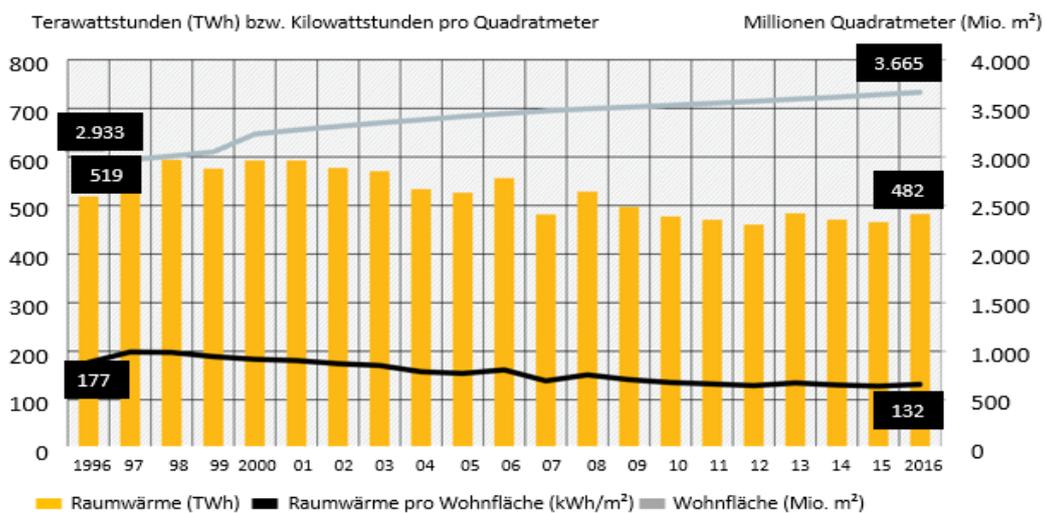
können. Dieses setzt jedoch kostenintensive Maßnahmen voraus. In denjenigen Siedlungsbereichen, in denen noch kein Wärmenetz zur Aufnahme von dekarbonisierter Wärme bereitsteht, muss dies neu errichtet werden. Die zentralen Fragen sind somit:

- Wie könnte die Weiterentwicklung dieser Infrastruktur erfolgen, um eine optimale klimapolitische und Energiewende orientierte Wirkung zu entfalten?
- Welche Flankierungen wären dazu nötig, und wie lassen sich bestehende Hemmnisse überwinden?

Mit den Herausforderungen und den Hemmnissen beschäftigt sich vertiefend Abschnitt 5.

## 4.2 Wärmebedarfsentwicklung bis 2050

Seit 1997 konnte im Sektor der privaten Haushalte klimabereinigt insgesamt eine Verringerung des Raumheizungsbedarfs (klimakorrigiert) um 17 % erzielt werden [UBA, 2018d]. Die Effizienzsteigerung je m<sup>2</sup> Wohnfläche lag bei mit rd. 25% sehr viel höher. Der relativierende Effekt verdankt sich der im gleichen Zeitraum um 22% gestiegenen genutzten Fläche.

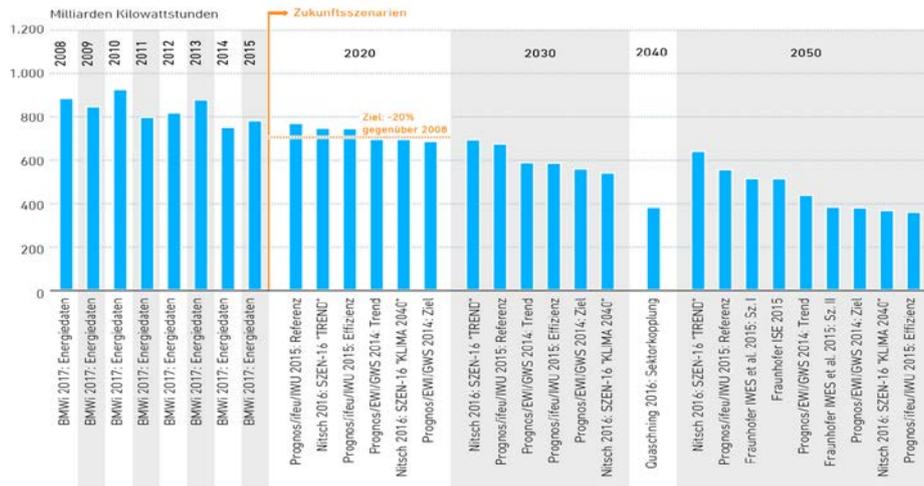


Quelle: UBA 2018

Abbildung 4-2: Endenergieverbrauch und -intensität für Raumwärme- Private Haushalte (witterungsbereinigt)

Bei allen Angaben zum Anteil oder der Menge von Erneuerbaren Energien an der Wärmeerzeugung bis 2050 ist zu berücksichtigen, dass dabei unterschiedliche Wärmebedarfsmengen zugrunde gelegt werden. Die erhebliche Bandbreite zeigt eine Metaanalyse der Agentur für Erneuerbare Energien (Abbildung 4-). Grundsätzlich besteht immer ein Spannungsverhältnis zwischen der Annahme, wie viel Einsparung unter realen Bedingungen wirklich erreichbar ist und welcher Anteil erneuerbarer Energieträger zur Dekarbonisierung zur Verfügung steht bzw. gestellt werden kann. Wenn nach ökonomischen Optimierungskriterien Einschätzungen getroffen werden, beeinflussen die Annahmen über Energiepreisentwicklungen und die Kostenentwicklung der

Technologien sowie volks- und betriebswirtschaftliche Annahmen das Ergebnis. Es ergeben sich für den Gebäudewärmebedarf Werte in 2050 zwischen rund 365 und 650 TWh/a, was einem Faktor von rd. 1,8 entspricht (vgl. Abbildung 4-). Für den Prozesswärmebedarf zeigt sich mit Werten zwischen 290 und 460 TWh eine vergleichbare Spreizung. Gleich große Anteile Erneuerbarer Energien können in zwei Szenarien eine fast doppelt so große Wärmebereitstellung bedeuten. Dies ist bei der Kurzdarstellung im folgenden Abschnitt zu bedenken.



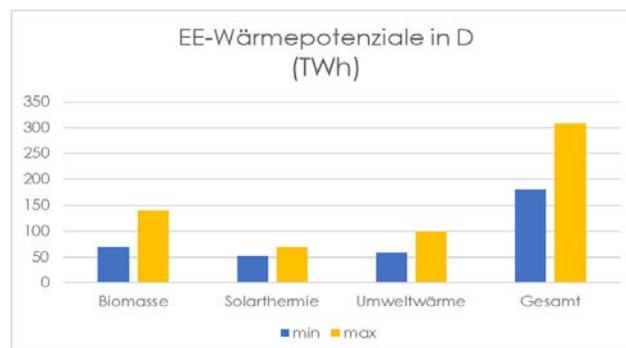
Quelle: [AEE, 2017], Grafik beschnitten

Abbildung 4-3: Entwicklung des Endenergieverbrauches für Raumwärme und Warmwasser in Zukunftsszenarien ausgewählter Studien bis 2050

### 4.3 Zusammenfassung von ausgewählten Studien

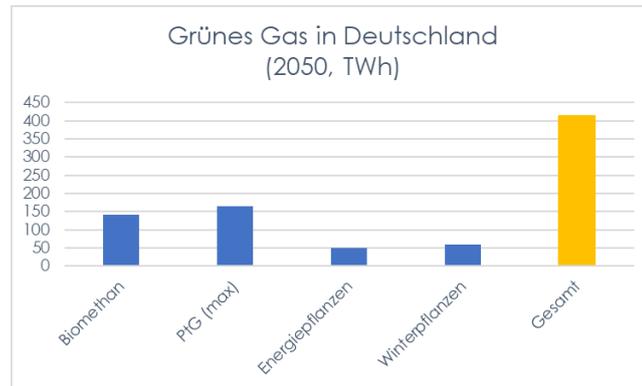
Wie schon Abbildung 4-1 zeigt, erfordert eine klimaneutrale Wärmeversorgung einen Mix aus einem sukzessiv reduzierten Endenergiebedarf bei gleichzeitig immer mehr klimaneutraler Primärenergie. Je erfolgreicher die Reduzierung des Endenergiebedarfs ausfällt, desto weniger (knappe) klimaneutrale bzw. erneuerbare Primärenergie ist erforderlich und umgekehrt.

Naturgemäß fallen einschlägige Abschätzungen der Potenziale erneuerbarer Wärmequellen höchst unterschiedlich aus. Das [BMWi, 2015b] unterscheidet zwischen minimal (realistisch) und maximal (theoretisch) zu hebenden Potenzialen und kommt in Summe auf 180 bzw. 310 TWh (ohne Tiefengeothermie und synthetische Gase). Das entspricht rd. 14 bzw. 25% des heutigen Endenergieverbrauches für Raum- und Prozesswärme sowie Warmwasser.



Quelle: eigene Darstellung nach: BMWi [2015b]

Abbildung 4-4: Potenzielle Erneuerbarer Wärme in TWh/a



Quelle: eigene Darstellung nach: DVGW [2018]

Abbildung 4-5: Klimaneutrale Gase in TWh/a

DVGW [2018] sieht demgegenüber ein doppelt so hohes Potenzial an Biogasen und schätzt die inländisch produzierbare Menge an synthetischem Gas aus PtG überdies mit maximal 140 TWh/a (Einspeisemenge in das Gasverteilnetz) ein. Hervorzuheben ist nicht zuletzt auch die potenzielle Rolle von Geothermie für die Wärmeversorgung, wobei allerdings zwischen theoretisch erschließbaren und sinnvoll umsetzbaren Potenzialen ein sehr großer Unsicherheitsfaktor besteht. [Beuth, 2017] beziffert das technische Gesamtangebot auf 1.375 TWh/a, das erschließbare und in der Wärmeversorgung nutzbare rd. 200 TWh/a und den einfach umsetzbaren, also in ein bestehendes Fernwärmegebiet integrierbaren Anteil hieran auf gut 25 TWh/a.

Wie auch immer sich dies realisieren mag: es bleibt doch klar, dass angesichts der (gemessen am Gesamtwärmebedarf) begrenzten und knappen Menge erneuerbarer Wärmeenergieträger und vor dem Hintergrund von Nutzungskonkurrenzen (etwa aus dem Bereich des Schwerlastverkehrs oder der Industrieprozesse) eine Steigerung der Endenergieeffizienz, eine möglichst effiziente Energieumwandlung und eine kluge Allokation der EE-Wärmeträger erfolgen müssen. Zu der klugen Allokation gehört es, flexibel einsetzbare Energieträger wie PtG oder Biogas bevorzugt in gekoppelten Prozessen einzusetzen und leitungsgebunden zur Wärmeversorgung einzusetzen.

Studien zum Ausbau leitungsgebundener Wärmeversorgung liegen unterschiedliche Zielsetzungen zugrunde. Regelmäßig geht es um Szenarien, die Optionen für eine 80-95%-Reduktion von Treibhausgasemissionen aufzeigen, in denen die Wärmeversorgung aber nur einen Teilbereich darstellt. Andere Arbeiten beschäftigen sich mit der Frage, welche wirtschaftlichen Potenziale für einen Wärmenetzausbau unter bestimmten Annahmen (z. B. eine Erzeugung aus KWK) gegeben sind oder welcher Umfang des Netzausbaus erforderlich ist, um eine bestimmte Marktdurchdringung zu erreichen und in welchen Fällen eine ökonomische Wettbewerbsfähigkeit besteht.

Darüber hinaus wird diese Art der Wärmeversorgung mit einer Einzelversorgung ökonomisch und ökologisch verglichen, entweder aus Sicht eines einzelnen Gebäudes oder einer bestimmten Siedlungstypologie. Aufgrund der zahlreichen unterschiedlichen Annahmen (insbesondere be-

züglich ökonomischer Inputwerte), die sich erheblich auf die Ergebnisse auswirken, ist kein direkter Detailvergleich von Studien möglich; vielmehr geht es darum, anhand von ausgewählten Beispielen Bandbreiten von Potenzialen und grundsätzliche Aussagen abzuleiten. Die folgende Auswahl zeigt, dass in den Studien erhebliche Nutzungs- bzw. Ausbaupotenziale (bzw. -erfordernisse) gesehen werden:

<b>Studie</b>	<b>Potenzial von ...bis (in TWh)</b>
<p><i>Klimapfade für Deutschland [BCG &amp; prognos, 2018]</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Referenzszenario 2050 (Erzeugung/Nutzung)</li> <li>• Zielszenario 2050, 80-95 % THG-Reduktion</li> </ul>	<p>143 - 122 140 - 126 u. 163 -139</p>
<p><i>Politiksznarien für den Klimaschutz VII – Treibhausgas-Emissionsszenarien bis zum Jahr 2035, Fern- und Nahwärme inkl. KWK-Wärme [UBA, 2018c]</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mit-Maßnahmen-Szenario (-48%THG) in 2035</li> <li>• Mit-Weiteren-Maßnahmen-Szenario (-53% THG) in 2035</li> </ul>	<p>161 146</p>
<p><i>Erfolgreiche Energiewende nur mit verbesserter Energieeffizienz und einem klimagerechten Energiemarkt – Aktuelle Szenarien 2017 der deutschen Energieversorgung [Nitsch, 2017]</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anteil der über Netze bereitgestellten Wärme in 2030 (23%)</li> <li>• Anteil der über Netze bereitgestellten Wärme in 2050 (39%)</li> </ul>	<p>223 - 274 223 - 418</p>
<p><i>Die 70/70 und 40/40 Strategie für 85% der Einwohner [IER &amp; IFAM, 2015 und IER, btu, Jung Stadtkonzepte, 2018]. Einbindung von 40% aller Gemeinden in Deutschland.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bis 2050 eine Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen um ca. 80% (ggü. 1990) und</li> <li>• Anteil der Erneuerbaren Energien und Abwärme auf 93%</li> <li>• Fernwärmeerzeugung bis 2030</li> </ul>	<p>128</p>
<p><i>Fernwärme-KWK [prognos &amp; IFAM et al.,2014]</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Betriebswirtschaftlich (bzgl. heutigem Wärmebedarf)</li> <li>• Volkswirtschaftlich (bzgl. heutigem Wärmebedarf)</li> </ul>	<p>154 249</p>
<p><i>Was kostet die Energiewende [ISE, 2014]</i></p> <p>Je nach Szenario (80, 85, 90% CO<sub>2</sub> Minderung) 12-19% Anteil Wärmenetze, für 90% ist neben 87% Wärmepumpen ein Wärmenetzanteil von 13% erforderlich</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Im 85%-Szenario werden verbleibende 521 TWh für Raumheizung und Warmwasser sowie 416 TWh für Brennstoffbasierte Prozesse der Industrie anteilig aus Fernwärme versorgt (aus Solarthermie und Erdgas)</li> </ul>	<p>92</p>

---

Tabelle 4-1: Übersicht von Potenzialstudien zur Fernwärme

Zur Erfüllung der klimapolitischen Vereinbarungen von Paris reicht eine 80%-Reduktion von Treibhausgasen bis 2050 nicht aus, d. h. der Maßstab sind (mindestens) die 95%-Reduktionsszenarien. Es gibt Studien, die eine schnellere Dekarbonisierung zur Erreichung der in Paris vereinbarten Ziele für erforderlich halten. In [Greenpeace, 2016] wird die Schlussfolgerung gezogen, dass die Emissionen aus der Energienutzung sogar vor 2035 auf null reduziert werden müssen, sofern nicht die Option negativer Emissionen eingeplant wird. Solche nationalen Bilanzen geben aber keinen detaillierten Aufschluss darüber, welche Anteile von EE oder Abwärme tatsächlich in welchem Ausbautempo in die bestehende Netz-Infrastruktur in technischer oder ökonomischer Hinsicht integriert werden können.

Wie die Ausführungen in Abschnitt 3.7 und die Abbildung 3- zeigen, sind die Wärmenetze vor allem durch hohe Vorlauf- und Rücklauftemperaturen gekennzeichnet; hinzu kommt die Heterogenität lokaler (EE-)Potenziale wie auch der Bedarfsstruktur. Da sich die Fernwärmeversorgung vor allem als Nutzung des Koppelprodukts Abwärme aus der kommunalen Stromversorgung auf Basis preiswerter fossiler Brennstoffe entwickelt hat, ist der weitere Ausbau und die Umstellung auf Erneuerbare Energien und die Einbindung von Abwärme stark von den Möglichkeiten, dem Umfang und den Kosten einer entsprechenden Transformation abhängig. Deren Erfolg hängt in hohem Maße davon ab, ob eine klimafreundliche Erzeugung Wettbewerbsvorteile erzielen kann.

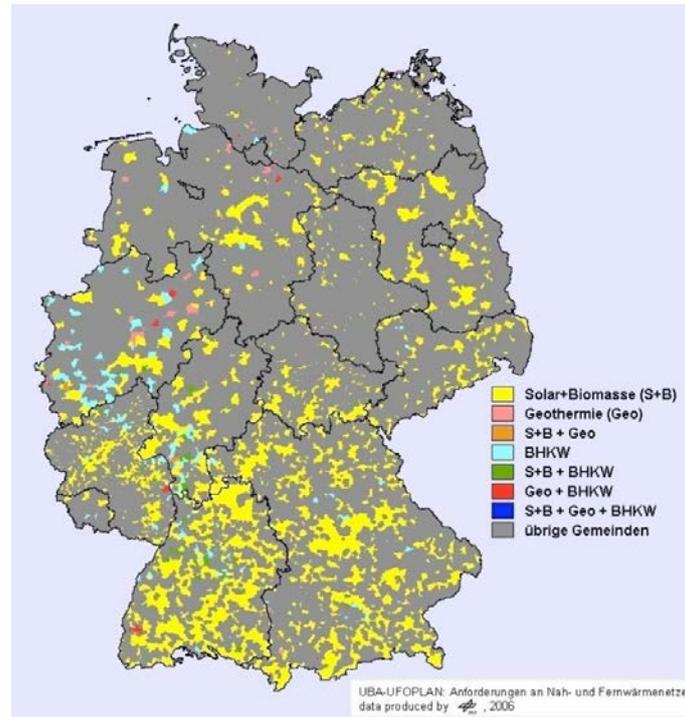
Dafür muss die Politik auf Bundes-, Landes- und kommunaler Ebene geeignete Maßnahmen ergreifen. Je ambitionierter dies geschieht, desto schneller kann der Transformationsprozess ablaufen, ohne Netzbetreiber und Endkunden ökonomisch zu überfordern. Die großstädtischen Bestandsnetze stellen in dieser Hinsicht die größten Herausforderungen dar.

Im Auftrag des Umweltbundesamtes [Fischedick, 2006] wurde 2006 eine Studie abgeschlossen, für die DLR eine Siedlungsstrukturanalyse zur Ermittlung von leitungsgebundenen Wärmepotentialen durchgeführt hat (s. u.). Bereits damals wurde „hinsichtlich der Entwicklungsmöglichkeiten der Fernwärme“ eingeschätzt, „dass die rückläufige spezifische Wärmenachfrage durch Anschlussverdichtungen in bestehenden Netzen und Ausweitungen an den Rändern zumindest teilweise kompensiert werden kann“, wenn der Raumwärmebedarf entsprechend der Nachhaltigkeitsziele zurückgeht. Aus GIS-basierten Angaben zu Gebäuden, Baualtersklassen und spez. Energieverbräuchen konnten Trassenlängen und Investitionskosten ermittelt werden.

Im Zusammenhang mit Untersuchungen zur Ausgestaltung eines Wärmegesetzes [BMU, 2009] wurde später auf der Basis dieser Daten ermittelt, dass der Unterschied der Investitionskosten zwischen dem reinen Heizkesselaustausch in den betrachteten Siedlungstypen und der Versorgung über Wärmenetze bei rd. 20% (zusätzlich für Wärmenetze) liegt.

Gemeinden, die aufgrund ermittelter Kennwerte für die Errichtung von Nahwärmestrukturen auf der Basis Erneuerbarer Energien am günstigsten erschienen, wurden mit Hilfe eines Ranking-Verfahrens ermittelt. Hierbei wurden Wirtschaftlichkeit, demographische Prognosen, Netzverluste und die Verfügbarkeit Erneuerbarer Energien berücksichtigt. Um die Nachhaltigkeitsziele

zu erreichen, wurde entsprechend der folgenden Karte für 3.300 Gemeinden ein Bedarf an Nahwärmernetzen ermittelt.

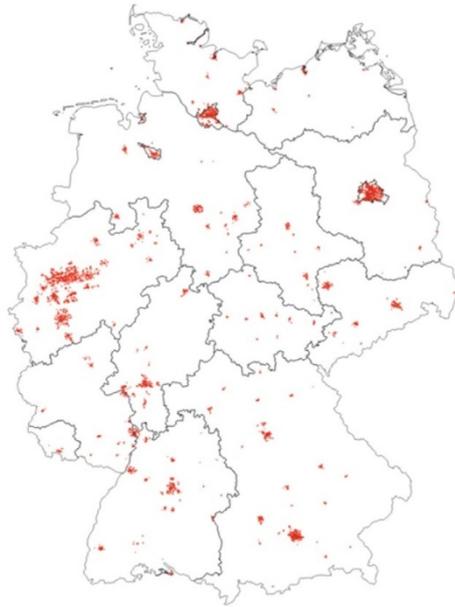


Quelle: [Fischedick, 2006]

Abbildung 4-6: Möglicher Bedarf für Nahwärmernetze in 3.300 Gemeinden

Diese Nahwärmepotenziale liegen demnach zu 92% im ländlichen Raum mit einem Nutzwärmebedarf von rund 50 TWh/a und zu ca. 8% im städtischen Raum mit einem Nutzwärmebedarf von rund 53 TWh/a. Die Karte lässt erkennen, dass die vorteilhaftesten Standorte für Nahwärme aufgrund der vorherrschenden Siedlungsstrukturen tendenziell im Süden Deutschlands liegen. Allein auf die beiden südlichen Bundesländer Baden-Württemberg und Bayern entfallen 48% dieses Potenzials. Ein auf fossilen Energieträgern basierendes BHKW-Potenzial befindet sich in Gemeinden mit städtisch geprägtem Umfeld mit hohen Gebäudedichten, ein großer Teil davon in den fernwärmefreien Gemeinden Nordrhein-Westfalens.

In einer ebenfalls GIS-basierten Analyse untersuchten die Berliner Beuth-Hochschule und ifeu [Beuth, 2017] das Potenzial Erneuerbarer Energien für die Umsetzung der aktuellen Klimaschutzziele und konnten dabei sowohl Tendenzen für die Erhaltung der bestehenden Infrastruktur als auch den Neubau aufzeigen, die erheblich durch die erreichbaren Investitionen in die Gebäudesanierung bestimmt werden. Entsprechend der angewendeten Methode konnten Fernwärmerversorgungsgebiete mit 4.300 km<sup>2</sup> und einem gesamten Wärmeverbrauch von 131 TWh entsprechend 28% der gesamten Wärmenachfrage (2011) ermittelt werden.



© Wärmetlas: GEF Ingenieur AG, casaGeo Data & Services GmbH, geomer GmbH 2014.

Quelle: [GEF Ingenieur AG, 2014]

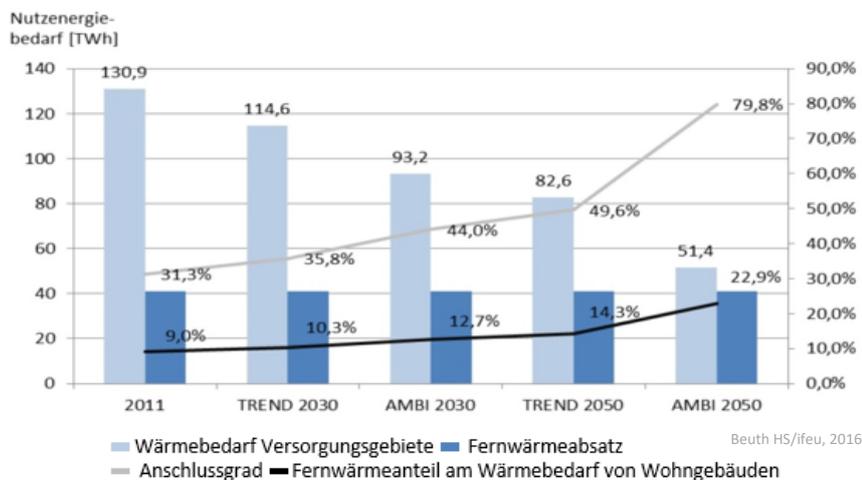
Abbildung 4-7: Übersicht über die FW-versorgten Gebiete in Deutschland (2014)

62% davon liegen in den Bundesländern NRW, Berlin, Bayern und Baden-Württemberg. Im Falle einer moderaten Sanierung des Gebäudebestandes wie bisher würde dieser Verbrauch bis 2030 um 12,2% zurückgehen und im Jahr 2050 bei 83 TWh liegen. Bei einer ambitionierteren Sanierung könnte der Rückgang 2030 bei 29% liegen und im Jahr 2050 nur noch 51 TWh betragen.

Wie die folgende Grafik zeigt, könnte bei einer Netzerhaltungsstrategie in den bestehenden Fernwärmegebieten eine weitgehende Kompensation des sanierungsbedingten Wärmeverbrauchsrückgangs durch Nachverdichtung stattfinden. Bei einem konstanten Wärmeabsatz von rund 41 TWh auf Nutzenergieebene im Wohngebäudebestand (entspricht 47,5 TWh Endenergie minus 13,5% Verteilverluste im Gebäude) lässt sich im Modell die notwendige sukzessive Steigerung der Anschlussraten in den verschiedenen Sanierungsszenarien darstellen.

Die mittlere Anschlussrate in den Versorgungsgebieten würde im Trendszenario von aktuell rund 31% auf 36% im Jahr 2030 und auf knapp 50% im Jahr 2050 ansteigen. Im ambitionierten Dämmszenario reduziert sich der Wärmebedarf in den Versorgungsgebieten bis 2030 um knapp 30% und bis 2050 um gut 60%. Die Kompensation dieses Wärmerückgangs erfordert eine umfassende Nachverdichtung der Netze mit mittleren Anschlussgraden von 44% im Jahr 2030 und 80% im Jahr 2050. Speziell im Zeitraum 2030 bis 2050 ist dieser Anschlussgrad als die obere Grenze zukünftiger Anschlussgrade und Fernwärmeanteile im Potenzialmodell anzusehen.

Zur Ermittlung von Potenzialregionen für einen Ausbau der leitungsgebundenen Wärmeversorgung kann die Refinanzierbarkeit der Trassenkosten aus der räumlichen Wärmeabnahmedichte zugrunde gelegt werden. Die relevanten Posten für einen wirtschaftlichen Wärmenetzbetrieb sind in der Regel die kapitalbedingten Kosten für die Errichtung des Netzes sowie die laufenden Brennstoffkosten.

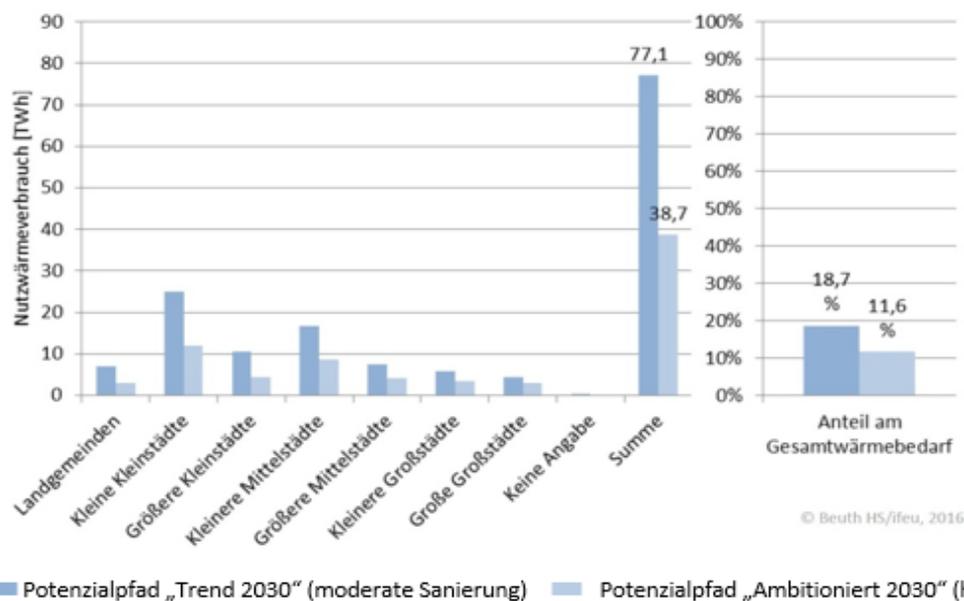


Quelle: [Beuth, 2017]

Abbildung 4-8: Erhöhung des FW-Anschlussgrades im Zuge einer Verdichtungsstrategie bei verschiedenen Sanierungspfaden bis 2050

Um eine getrennte Betrachtung von Netz- und Erzeugerkosten zu ermöglichen, lassen sich die Kosten entlang der Wertschöpfungskette in Erzeugerkosten (Investition in Erzeugeranlage und Brenn-/Hilfsstoffkosten), Verteilungskosten (Investition in Wärmenetztrassen, Hausübergabestationen und Regelungstechnik) sowie Betriebskosten und Marge gliedern. Neue Nahwärmenetze müssen sich im Abschreibungszeitraum über die Erlöse aus dem Verkauf der Wärme an die angeschlossenen Endkunden zu einem anlegbaren Wärmepreis refinanzieren (= finanzierbare Trassenkosten). Mindestabsatzdichten lassen sich damit für die Potenzialermittlung errechnen. In ländlichen Regionen mit niedriger Bebauungsdichte und einer entsprechend einfacheren Trassenverlegung über Freiflächen sowie einem höheren Anteil eigener Arbeitsleistung, fallen die Kosten tendenziell niedriger aus als in dichter bebauten Gebieten, wie durch Umfragen bestätigt wurde.

Darüber hinaus lassen sich in weniger dicht besiedelten Regionen andere Betriebs- und Erzeugerkonstellationen sowie höhere Anschlussgrade (bis 70%) realisieren, die in einem eher formalisierten Marktumfeld in urbanen Versorgungsgebieten nicht zu erwarten sind. Unter den Annahmen [Beuth, 2017] von 20 Jahren Amortisation, 4,5% Zins, 15% Netzverlusten, 90 €/MWh Absatzpreise, je 5€/MWh Marge und Overheadkosten ergibt sich eine Untergrenze von 0,48 MWh/m als Mindestwärmedichte. Im urbanen Umfeld kann nach [Beuth, 2017] nur mit 50% Anschlussgrad gerechnet werden. Aufgrund aufwändigerer Verlegearbeiten durch versiegelte Verkehrsflächen und Infrastruktureinrichtungen (Strom- und Telekommunikationskabel, Wasser- und Abwasserleitungen etc.) liegen die Trassenkosten in urbanen Regionen deutlich höher als in ländlichen Gebieten (im Modell 400 €/m). Als Absatzpreise werden 120 €/MWh angesetzt. Insgesamt ergibt sich damit ein Potenzial von 77 TWh, wenn die Sanierung wie aktuell mäßig voranschreitet.

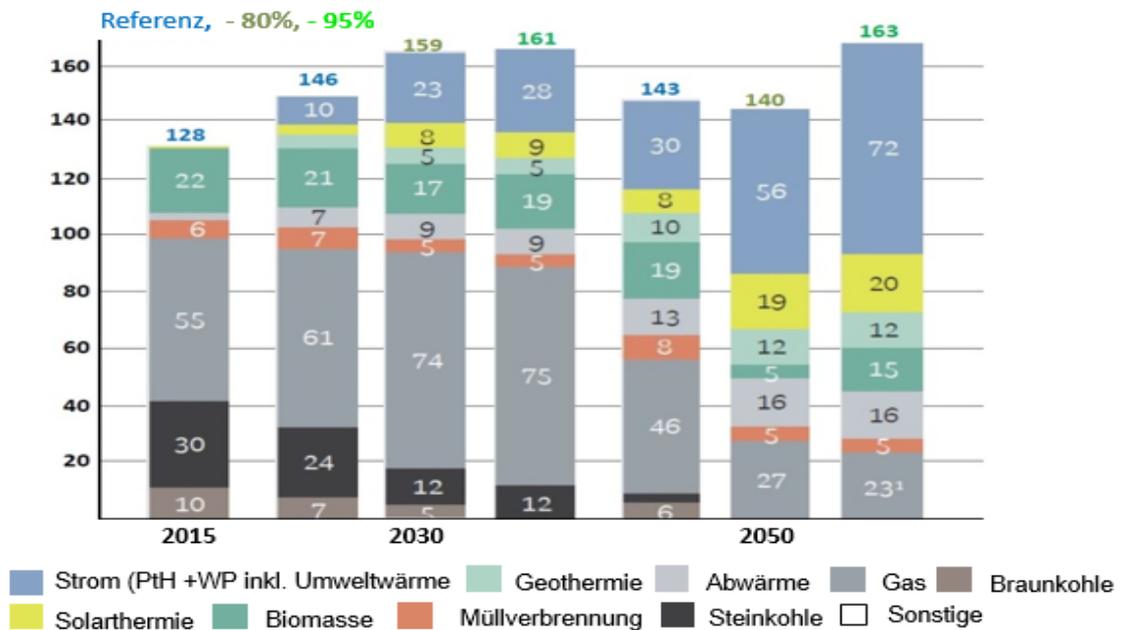


Quelle: [Beuth, 2017]

Abbildung 4-9: Ausbaupotenzial neue Wärmenetze bei moderater und ambitionierter Sanierung des Gebäudebestandes

Gut 50% davon befinden sich in kleinen Klein- und Mittelstädten, die dem urbanen Umfeld zuzuordnen sind. Bezogen auf den gesamten Wärmebedarf der Wohngebäude im Jahr 2050 („Trend“) ergibt sich daraus ein durchschnittlicher potenzieller Anteil „Nahwärme“ von 18,7%, der besonders hoch in Rheinland-Pfalz und Mecklenburg-Vorpommern (28,8%, bzw. 27,8%), Schleswig-Holstein (27%) sowie Sachsen und Thüringen (24,8% bzw. 23,5%) ist. Insgesamt kann die leitungsgebundene Wärmeversorgung damit einen Anteil von 28,5% (120 TWh) im Jahr 2030 bzw. 23,6% (75 TWh) in 2050 („Trend“) erreichen.

BCG und prognos [BCG, 2018] haben für den Bundesverband der deutschen Industrie untersucht, wie die Klimaziele -80% bzw. -95% neben einem Referenzszenario zu realisieren sind. Sie weisen darauf hin, dass „neben Wärmepumpen die Nah- und Fernwärme der einzige Endenergieträger [ist], der sich in den 80%- und 95%-Klimapfaden für das notwendige großflächige Wachstum eignet, um Beheizung durch fossile Energieträger zu ersetzen.“ Für die urbanen Gebiete sehen sie eine sehr hohe lokale Durchdringung als möglich an. Dazu muss die Fernwärme zu einem verstärkten Einsatz von EE und Strom umgebaut werden. Nach 2022 wird in beiden Klimapfaden ein Ausbau der Gas-KWK-Leistung nötig sein, der sich jedoch im Fortschreiten der Energiewende zunehmend auf flexible Spitzenlast verschieben wird. Zusätzlich sehen sie den Aufbau von PtH-Kapazitäten zwischen 11 und 15 GW bis 2050 an FW-Erzeugungsstandorten als ein kostengünstiges und flexibles Lastangebot für den Strommarkt.



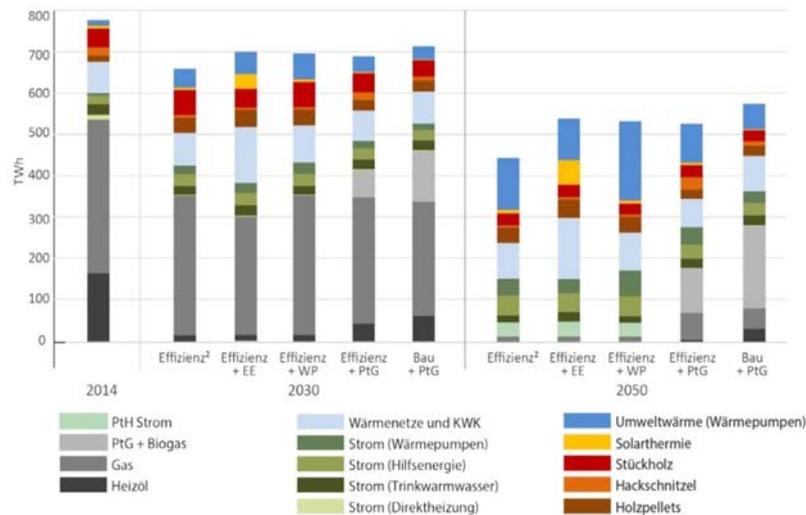
Quelle: [BCG, 2018] eigene Bearbeitung

Abbildung 4-10: Ausbaupotenzial neue Wärmenetze bei moderater und ambitionierter Sanierung des Gebäudebestandes

Ausgehend von einer Fernwärmeabgabe von 128 TWh (2015, inkl. der industriellen Fernwärme) wird im Referenzszenario ein leichter Ausbau und anschließender Rückgang auf 143 TWh gesehen. Für das notwendige 95%-Szenario erscheint jedoch ein Ausbau auf 163 TWh in 2050 erforderlich. Während bei geringen Anforderungen an den Klimaschutz auch noch Erdgas eine wichtige Rolle spielen kann, sind in 2050 bei 95% Reduzierung vor allem Stromanwendungen in Höhe von 72 TWh erforderlich. Gas kann dann nur noch zu 100% über den Stromweg bereitgestellt werden (PtG).

Zuletzt hat auch Agora Energiewende eine Analyse von Prognos, ifeu und IWU [Agora, 2018] vorgelegt, um die große Bedeutung der Energieeffizienz für eine kostengünstige Energiewende zu unterstreichen. Auf der Basis des Wärmeverbrauchs von 2011 wurde für eine THG-Minderung von 87,5 % bis 2050 gemäß Energiekonzept bei starker Zuwanderung ermittelt, dass eine 44%-Verbrauchsminderung mit -29% bei den Bauteilanforderungen und einer Sanierungsrate von bis zu 2,2% als ökonomisches Optimum mit Investitionen von jährlich 56,5 Mrd. € möglich ist. Dabei wird von einem FW-Anteil von 85 TWh (19%) ausgegangen. Kann nur eine Einsparung um -34% erreicht werden, sinken zwar die Kosten für die Sanierung der Gebäudehülle um 3,5 Mrd. €/a; um das Emissionsminderungsziel zu erreichen, müssen jedoch deutlich mehr klimaneutrale bzw. Erneuerbare Energien eingesetzt werden.

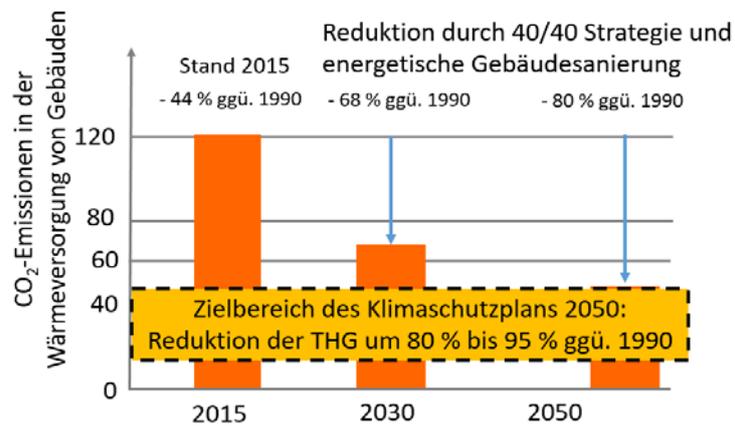
Bei Realisierung eines starken Ausbaus von Wärmepumpen könnten die Kosten netto noch um 2,9 Mrd. € vermindert werden. Bei einem breiten Mix von Erneuerbaren Energien, zu dem auch ein weiterer Ausbau der leitungsgebundenen Wärme auf 144 TWh (27%) gehört, würden Zusatzkosten von 2,5 Mrd. €/a durch höhere Anlagenkosten, Brennstoffe und die Erzeugung von Strom, Fern- und Prozesswärme sowie PtG nötig. Die Nutzung von synthetischem Gas würde je nach Pfad zusätzlich 3,7 bis 8,2 Mrd. €/a kosten.



Quelle: [Agora, 2018]

Abbildung 4-11: Ausbaupotenzial neue Wärmenetze bei moderater und ambitionierter Sanierung des Gebäudebestandes

Die 70/70- und 40/40-Strategie des AGFW betrachten Groß-, Mittel und Kleinstädte. Damit werden 85% der Bevölkerung in die Umsetzung der Wärmewende einbezogen. Die Studien bauen auf der Hypothese auf, dass der Ausbau der Fernwärme auf durchschnittlich 40% der Wärmebereitstellung in 40% der Kommunen mit einem hohen Anteil Erneuerbarer Energien bis 2050, die Energiewende im Wärmebereich ermöglicht. In den Szenarien zur Dekarbonisierung wird der Anteil Erneuerbarer Energien und klimaneutraler Wärme bis zum Jahr 2050 auf 93% gesteigert.



Quelle: [IER Stuttgart, Dr. Blesl]

Abbildung 4-12: Kumulierte CO<sub>2</sub>-Einsparungen der 40/40-Strategie (Szenario Dekarbonisierung)

Natürlich sind auch Studien zu nennen, die sich kritisch mit dem Nutzen und der Wirtschaftlichkeit von Wärmenetzversorgungen auseinandersetzen; betrachtet werden hier insbesondere [Wolff & Jagnow, 2011] und [FBI & ITG, 2016].

In der erstgenannten Studie „Überlegungen zu Einsatzgrenzen und zur Gestaltung einer zukünftigen Fern- und Nahwärmeversorgung“ [Wolff & Jagnow, 2011] wird gezeigt, dass in Fällen kleiner Versorgungsgebiete mit Gebäuden eines hohen Effizienzstandards Einzelanlagen vorteilhaft sind, wobei – am Beispiel einer Siedlung in Hannover-Kronsberg auch dargelegt wird, dass „eine ökologisch und ökonomisch sinnvolle Nahwärmeversorgung“ auch bei „Niedrigenergiehäusern mit hohem Wärmeschutzstandard“ möglich ist. Die Studie arbeitet heraus, dass negative Bewertungen einer Wärmenetzlösung vor allem aus geringen Abnehmer-/Wärmedichten, insbesondere in Verbindung mit sehr niedrigem Bedarfsniveau der Gebäude (Passivhausstandard) resultieren. Das ist keine Überraschung, denn ein solches Marktsegment sollte auch nur in begründeten Einzelfällen mit Wärmenetzen versorgt werden. In der Studie wird stattdessen eine Verdichtung von Bestandsnetzen empfohlen.

In [FBI & ITG, 2016] wird für unterschiedliche Gebäudegrößen und -qualitäten ein Vergleich von Einzelversorgung mit einer Fernwärmeversorgung in Bezug auf den Primärenergieverbrauch und die Höhe der CO<sub>2</sub>-Emissionen angestellt. Eine ungefähre Parität mit der Einzelversorgung erreicht ein wärmeleitungsgebundenes System bei einer Wärmeerzeugung aus fossiler KWK. Handelt es sich hingegen um regenerative KWK, ergibt sich ein klarer Vorteil, handelt es sich andererseits um reine Heizwerke, schneiden die Wärmeleitungssysteme deutlich schlechter ab als die Einzelversorgung.

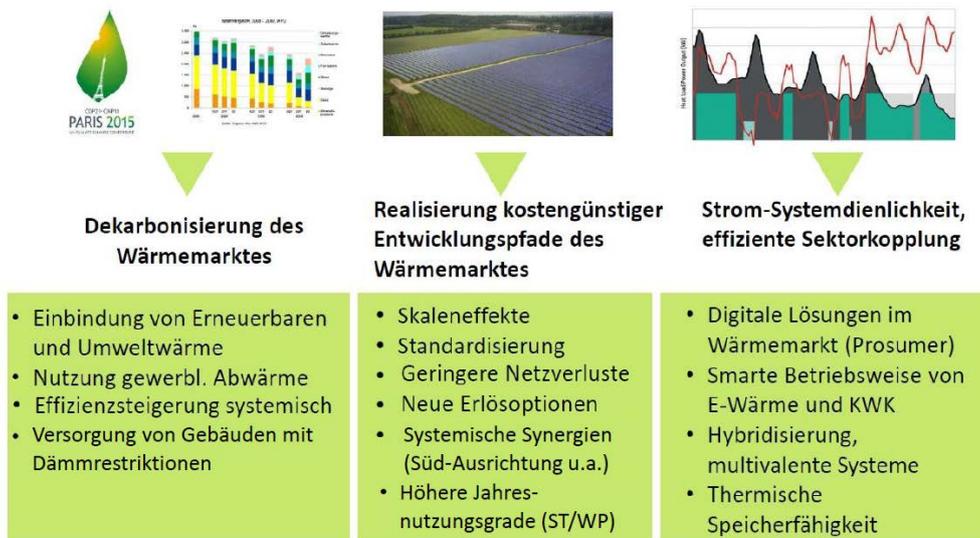
Studien, die sich kritisch mit der Fernwärme auseinandersetzen, führen aber in der Regel keine pauschalen Nachteile dieser Versorgungsvariante an. Vielmehr zeigen sie die bekannten Aspekte auf, die bei einem wirtschaftlichen Betrieb von Wärmenetzen zu beachten sind. Sie belegen, dass solche Systeme für Siedlungsstrukturen mit höheren Wärmedichten eingesetzt werden sollten. Sie führen an, in welchen Fällen es zu höheren Kosten kommt; dabei ist jedoch stets mit zu beachten, welches Reduktionsniveau bei Primärenergie erreicht werden kann und dass höhere Anforderungen mit einem zunehmenden Anteil an Erneuerbaren Energien in der Erzeugung verbunden sind. In dieser Hinsicht stimmen die grundlegenden Aussagen mit denen anderer Studien überein.

#### **4.4 Beispiele nachhaltiger Wärmenetze**

Die Chancen von CO<sub>2</sub>-reduzierten und erneuerbaren Wärmenetzen können durch verschiedene Beispiele gezeigt werden, die das Ergebnis kommunaler und unternehmerischer Initiative der letzten Jahre sind. Die Auswahl entsprechender Fallbeispiele in dieser Studie erfolgt dabei in einem zweistufigen Verfahren. Zunächst orientierte sie sich vornehmlich an zwei Aspekten:

- eine große Bandbreite abzubilden hinsichtlich der Stadtgröße, des EE-Anteils und der eingesetzten EE mit Verwendung in neuen, aber auch in bestehenden Wärmenetzen;
- die gesamte Bandbreite an Nachhaltigkeitsparametern und Erfolgsfaktoren abzubilden ohne besondere Berücksichtigung der geographischen Lage.

Eine Auswahl an untersuchten Parametern ist in Abbildung 4-13 dargestellt. Nicht zu jedem Fallbeispiel können alle Nachhaltigkeitsparameter identifiziert werden. Im zweiten Schritt der Auswahl von geeigneten Best-Practice-Beispielen wird die Liste um Fallbeispiele mit geringer Relevanz, Innovation, Reichweite oder Datengrundlage reduziert.



Quelle: [ifeu & AGFW et al., 2017]

Abbildung 4-13: Nachhaltigkeitsparameter zur Auswahl von innovativen Beispielen

Die verbleibenden Fallbeispiele werden einer qualitativen und quantitativen Bewertung unterzogen. Die Schlüsselnachhaltigkeitsparameter, die bei nahezu allen Fallbeispielen vorhanden sind, waren der Anteil der EE bzw. der Abwärme und die Art des Energieträgers. Des Weiteren konnte eine Klassifizierung des Netzes in die Kategorien „bestehendes Netz“ und „neues Netz“ durchgeführt und ferner die Größe des Siedlungsraums eingestuft werden. Zusätzlich betrachtete Parameter sind der Wärmepreis, das Temperaturniveau des Netzes, die Kosten für einen Hausanschluss und die Förderung des Projektes. Für die Sammlung der 43 Best-Practice-Beispiele (eine tabellarische Liste findet sich im Anhang in Tabelle 9-1) ergibt sich folgende Aufteilung auf wichtige Parameter:

- 15 Großstädte,  
10 mittelgroße Städte,  
4 Kleinstädte,  
15 Dörfer
- 5 mit wenig EE/Abwärme (<25%),  
15 im mittleren Bereich (25-50%)  
18 mit viel EE/Abwärme (>75%),  
6 ohne Angabe
- 27 mit Solarthermie,  
6 mit Holzhackschnitzel,  
6 mit anderen Biomasse-BHKW,  
3 mit Geothermie,  
4 mit Wärmepumpen
- 34 neue Netze,  
8 Bestandsnetze,  
2 ohne Angabe

Die ermittelten Faktoren für den Erfolg eines Wärmenetzes mit anteiliger Erzeugung aus EE sind dabei drei verschiedenen Kategorien zuzuordnen. Die beiden offensichtlichen Bereiche sind die Einhaltung der Kriterien des Klimaschutzes durch den Einsatz von EE und Abwärme und die Effizienzsteigerung des Gesamtsystems durch eine Verlustoptimierung (oft mit niedrigerer Temperatur) des Netzes sowie die perspektivisch kostengünstige Wärmeversorgung, also die mittel- bis langfristig gesteigerte Wirtschaftlichkeit durch niedrige Wärmegestehungs- und -verteilungskosten.

Daneben stellt vor allem der innovative Charakter des Netzprojektes eine Grundlage für seine Realisierung dar. Der Innovationsgrad ergibt sich aus den jeweiligen Einzelkomponenten aber vor allem aus der optimierten Kombination der Systemkomponenten. „Beispielhaft und nicht abschließend sind hier anzuführen innovative Wärmeerzeugung, saison-übergreifende Speicherkonzepte wie saisonale Großwärmespeicher, effizienzfördernde Netzoptimierungsmaßnahmen, Einbindung fluktuierender Wärmeerzeugung bzw. Energieträger, effiziente Sektorenkoppelung mit bidirektionalen Schnittstellen, Einsatz von Digitalisierungsstrategien, Maßnahmen zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit oder institutionelle Innovationen (Betreibermodell, Kundennormotivation und Akzeptanzsteigerung, Finanzierung etc.).“ [ifeu & AGFW et al., 2017].

Der Erfolg einer erneuerbaren und CO<sub>2</sub>-reduzierten leitungsgebundenen Wärme- und Kälteversorgung hängt darüber hinaus von einigen weiteren Faktoren ab. Diese lauten:

- Kommunale Strategie-Ziele (Klimaschutzkonzepte, Wärmepläne etc.)
- Verfügbarkeit von EE- und Abwärmepotenzialen/Flächenpotenzialen, insbesondere für große Solarthermie
- Starker Handlungswillen & Mut der relevanten Akteure vor Ort
- Erprobte Netzwerke vor Ort (inkl. Planer, Behörden etc.)
- Projektbeispiele als Vorlage
- Zusätzliche Kundenanreize (Synergieeffekte z. B. durch Verlegung Glasfaserkabel, Beteiligung an Anlagen etc. / gutes Marketing, Informationsveranstaltungen etc.)
- Gestiegene EnEV-Vorgaben
- Besondere Eignung von Neubaugebieten

Bei der Frage, welche Faktoren sich gut übertragen und duplizieren lassen, sind zunächst die Erarbeitung bzw. das Vorliegen klarer (Energie-/Klimaschutz-)Ziele zu nennen, die häufig der Anlass sind, um Potenzialerhebungen anzustellen.

Um höhere Planungsaufwendungen oder Kosten von innovativen EE-Projekten in Kauf zu nehmen und zu vertreten, ist heutzutage häufig noch der starke Wille der vor Ort handelnden Entscheider in zu hohem Maße erforderlich: Diese Hürde lässt sich sowohl reduzieren über administrative oder risikomindernde Maßnahmen als auch über eine Verbesserung der Wirtschaftlichkeit solcher Projekte (in Konkurrenz zu Alternativen mit fossiler Wärmeerzeugung).

Vorbildhafte Beispiele, Netzwerk-Kontakte oder Umsetzungsoptionen lassen sich durch eine Maßnahme wie ein Kompetenzzentrum intensivieren. Je höher der öffentliche Druck zur Veränderung von Versorgungsstrukturen ist, umso mehr werden sich die Fallzahlen und die Anteile der EE nach dem Vorbild dieser innovativen Beispiele mittelfristig erhöhen.

---

## 5 Weichenstellungen

Auf der Basis der voranstehenden ausführlichen Bestandsaufnahme sollen nachfolgend Zielstellungen formuliert werden mit dem Fokus auf eine möglichst effektive und zugleich effiziente Wärmewende – als integraler Bestandteil einer umfassenden energie- und klimapolitischen Strategie.

Leitungsgebundene Wärmeversorgung verfügt über ein hohes Potenzial für eine klimaneutrale Wärmeversorgung in Ballungsräumen. Nicht zuletzt transportiert sie Wärme auf EE-Basis dorthin. Dieses Potenzial verdankt sich verschiedenen Umständen:

- Wärmenetze können Wärme effizient und raumsparend verteilen. Dies ist insbesondere in hoch verdichteten Räumen wichtig. Denn dort ist erneuerbare Wärmeenergie im Vergleich zu unverdichteten Räumen schwerer zu gewinnen und zu transportieren.
- Insbesondere in Ballungsräumen fällt ein höheres Potenzial an klimaneutraler (industrieller) Abwärme an, die bei entsprechender Aufbereitung in Wärmenetzen verteilt und für Haushalte und Gewerbe nutzbar gemacht werden kann.
- Die Fernwärmeinfrastruktur kann eine klimaschonende Wärmeversorgung auch dort gewährleisten, wo endenergieseitige Effizienz durch Dämmung oder auch in Kombination mit Wärmepumpen aus Kostengründen nur schwer realisierbar ist. Dies ist vor allem im Geschosswohnungsbau der Ballungsräume von Bedeutung.

Vier Fünftel der Fernwärme entfallen auf derartige Anwendungssituationen.

Dies bedeutet aber keine Beschränkung der leitungsgebundenen Wärme auf Ballungsräume. EE-Wärmequellen (etwa Solarthermie) lassen sich bei geringer Besiedlungsdichte leichter erschließen. Aber auch dann ist es vorzugswürdig, diese Wärme leitungsgebunden zu verteilen, vor allem bei Versorgung neuer oder sanierter Gebäude, die Niedrigtemperaturen erlauben.

Kennzeichnend für alle leitungsgebundenen Wärmeanwendungen ist ihre heterogene Struktur, die stets hochgradig abhängig ist von den spezifischen Bedingungen auf der Angebots- und – mehr noch – auf der Nachfrageseite. Ihre Vorteile liegen aber stets darin begründet, dass sie Wärme effizient verteilen können und daher entweder von Beginn an mit klimaneutraler, insbesondere Erneuerbarer Wärme befüllt werden können. Im Falle der großen Bestandsnetze im Ballungsraum wird dies sukzessive erfolgen.

Während bei (neuen) Gebäuden auf der Basis hierfür erschlossener Wärmequellen unmittelbar Klimaneutralität erreicht werden kann und somit wärmebedingte Emissionen gar nicht erst entstehen, stellt sich das Entwicklungspotenzial großer Bestandsnetze anders – aber nicht minder klimaschonend – dar.

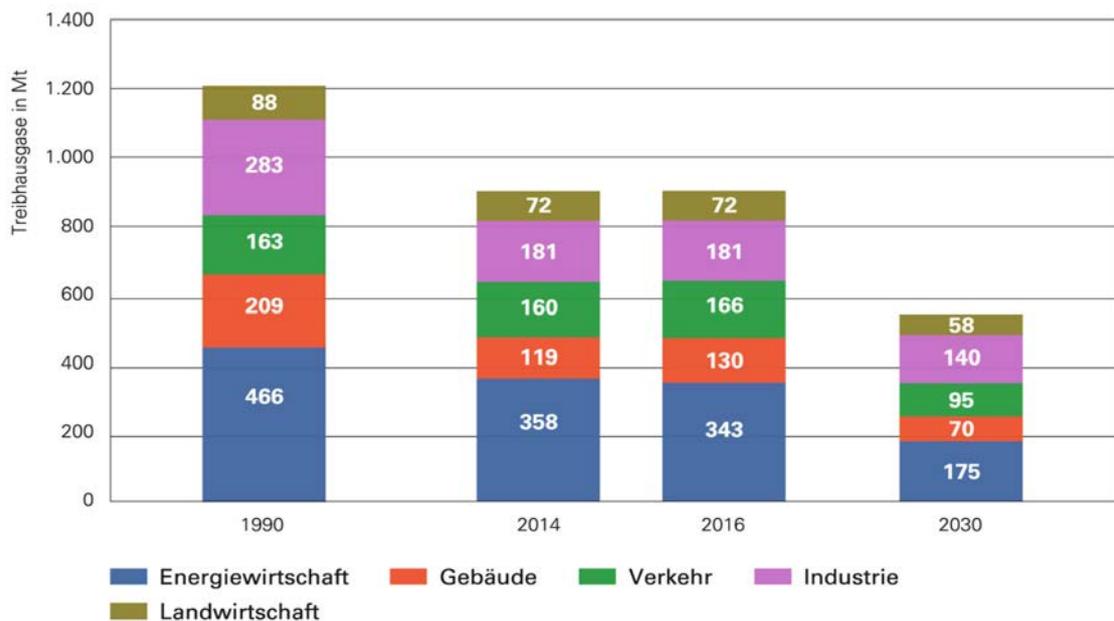
Darüber hinaus leisten Strom/FW-Systeme mit Wärmespeicher und E-Heizer einen wichtigen Flexibilitätsbeitrag für das Stromsystem leisten. Hierdurch kann eine deutlich größere EE-Menge ins Stromsystem integriert werden, so dass indirekt weitere Emissionsminderungen bewirkt werden.

Beide Ausprägungen von Fernwärme – neue klimaneutrale ebenso wie sukzessive sich umstellende Netze – tragen zum Erreichen der Klimaziele Erhebliches bei. Dies ist umso wichtiger, als die aktuelle klimapolitische Diskussion im Wärmebereich sich auf Effizienzmaßnahmen, insbesondere im Bereich der Sanierung von Gebäuden konzentriert. Hierdurch lässt sich aber nur die Hälfte der Emissionsreduzierungen erreichen - und in Ballungsräumen aus verschiedenen Gründen (Sanierungskosten, Mieterstruktur etc.) noch weniger. Es ist deshalb umso wichtiger, die verbleibenden Emissionen effizient und effektiv zu reduzieren und hierfür alle Instrumente zu nutzen.

Für die Wahl der geeigneten Instrumente ist zunächst vorzuschicken, dass die Emissionen des Wärmesektors in zwei unterschiedlichen Sektoren bilanziert werden. Zum einen im Gebäudesektor, zum zweiten im Sektor der Energiewirtschaft. Im Gebäudesektor, wie er im Klimaschutzplan der Bundesregierung abgebildet ist, geht es um die Emissionen aus der Verbrennung von Brennstoffen in Handel und Behörden (Quellkategorie 1.A.4.a), Haushalten (1.A.4.b) und sonstigen Verbrennungstätigkeiten (1.A.5, wobei es sich hier um geringe Emissionsmengen insbesondere beim Militär handelt).

Die Emissionen der Fernwärme werden weitgehend im Sektor der Energiewirtschaft bilanziert, weil diese aktuell ganz überwiegend in KWK-Anlagen erzeugt wird, die – wenn sie eine installierte Leistung von 20 MW überschreiten – zum Quellsektor der Energiewirtschaft gerechnet werden und die insoweit auch dem Emissionshandel unterfallen.

Der Klimaschutzplan der Bundesregierung aus dem Jahr 2016 ist die zentrale Grundlage der deutschen Klimapolitik. Er sieht THG-Minderungen im Gebäudesektor von 130 Mt (2016) auf 71 Mt (2030) und im Energiesektor von 343 Mt (2016) auf rd. 180 Mt (2030) vor. Bezogen auf die Ziele des Klimaschutzplans 2050, das Zwischenziel für 2030 wie auch die reale Emissionsminderung in den Jahren 2014 und 2016 ergibt sich also unstreitig auch für die (KWK/) Fernwärmesysteme eine Verpflichtung zu erheblichen weiteren Emissionsminderungen.



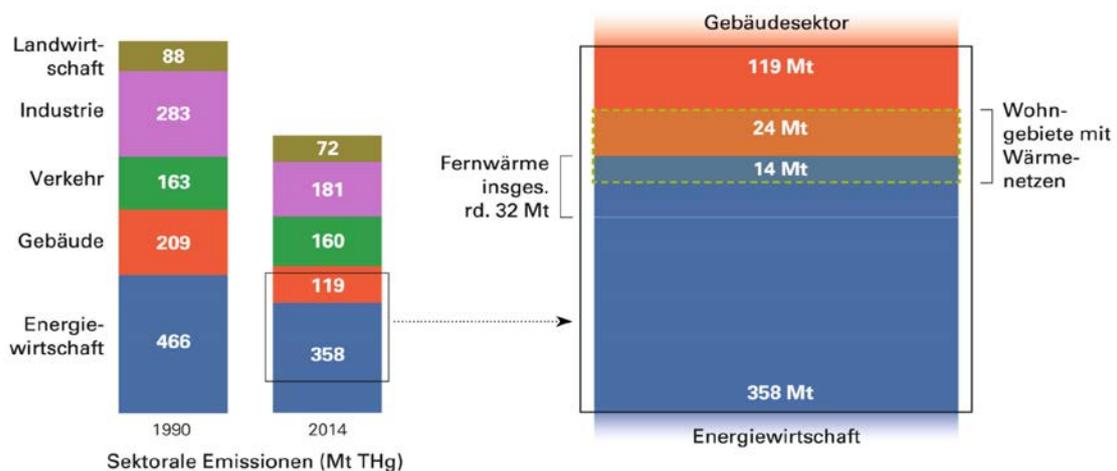
Quelle: eigene Darstellung nach [BMU 2016: Klimaschutzplan u. BMU 2019: Klimaschutz in Zahlen]

Abbildung 5-1: Sektorale Emissionen nach Klimaschutzplan (Mt THG)

Die Dekarbonisierung der Wärme erfolgt also im Sektor der Energiewirtschaft und im Gebäudesektor. Dies macht in sehr komprimierter Form die nachfolgende Grafik klar:

Die in großen KWK-Anlagen produzierten Energieformen Strom und Wärme standen 2014 für 32 Mt THG, davon rd. 14 Mt auf der Seite der in KWK erzeugten Fernwärme.<sup>7</sup> Im Gebäudesektor fielen rd. 119 Mt THG an. Dies betrifft im wesentlichen Wärme aus Einzelheizungen, nicht zuletzt ölbetriebenen.

Auf der Basis bestehender Wärmekartierungen lässt sich bestimmen, in welchen Gebieten, in denen auch Wärmenetze verfügbar sind, solche Einzelheizungen betrieben werden. Auf dieser Basis lässt sich in einem zweiten Schritt ermitteln, dass sich die Emissionen aus Einzelheizungen in bereits durch Wärmenetzen erschlossenen Wohngebieten auf rd. 24 Mt THG belaufen.



Quelle: eigene Berechnung

Abbildung 5-2: CO<sub>2</sub>-Emissionen [t/a] und die Verbindung der Sektoren Gebäude und Energiewirtschaft im Bereich verdichteter Stadträume mit Fernwärmeangebot (Basis 131 TWh Nutzenergiebedarf mit FW-Anteil von 31%)

Dies ist von weit reichender Bedeutung für die sektorübergreifende THG-Minderung im Wärmebereich. Mit klimafreundlicher Fernwärme lassen sich die THG-Minderungen sowohl im Bilanzsektor der Energiewirtschaft wie auch im Bilanzsektor der Gebäude mindern. Dies ist auch deshalb von Bedeutung, weil der Sektor Energiewirtschaft dem ETS unterfällt, der Sektor der Gebäude jedoch dem Effort-Sharing-Mechanismus. Dieser Effort-Sharing-Mechanismus führt bei Verfehlung der europäischen THG-Minderungsziele aber u.U. zu erheblichen Strafzahlungen. Dies ist der Hintergrund vor dem mögliche Emissionsminderungsstrategien für den Wärmesektor einzuordnen und zu bewerten, nicht zuletzt mit Blick auf die entsprechenden Wechselwirkungen von Technologien und Bilanzierungsmethoden.

Diese Emissionsminderungen können auf vielfältige Weise erfolgen:

<sup>7</sup> Die Aufteilung der Gesamtemissionen zwischen Strom und Wärme ist abhängig von der gewählten Methode der Bestimmung der sogenannten Primärenergiefaktoren.

1. Die Umrüstung von KWK-Anlagen auf immer klimaneutralere Energieträger (von Kohle-KWK über Gas-KWK auf z.B. Biogas-KWK) entlastet hauptsächlich den Energiesektor (bei Anlagen größer 20 MW) und den Gebäudesektor bei kleineren Anlagen.
2. Der Ersatz fossiler Einzelheizungen durch Fernwärme (entweder direkt aus klimaneutraler Fernwärme oder durch Fernwärme aus KWK) entlastet den Gebäudesektor. Gegenläufig kann ein geringer THG-Zuwachs im Energiesektor entstehen, im Saldo ergibt sich jedoch immer eine Minderung.
3. Die Umstellung oder Ergänzung der Fernwärme mithilfe klimaneutraler Energieträger entlastet beide Emissionssektoren.
4. Ferner wird mithilfe der Flexibilität aus KWK/FW-Systemen mit Wärmespeicher und PtH-Option ein indirekter Minderungseffekt erzielt, weil die gewonnene Systemflexibilität das Potenzial des Stromsystems zur Integration zusätzlicher EE-Mengen erhöht.

In Summe ergibt sich also ein erhebliches THG-Minderungspotenzial aus einer verstärkten Nutzung von (KWK)FW-Systemen – und zwar in dem Maße, in dem klimaneutrale, insbesondere erneuerbare Energieträger idealerweise in Kombination mit flexibler Erzeugung eingesetzt werden. Dies ist nicht voraussetzungslos und insbesondere beim Einsatz erneuerbarer Wärmequellen in der leitungsgebundenen Wärmeversorgung mit Umrüstungen und Transformationsstrategien verbunden.

Nachfolgend werden die genannten vier Optionen näher beschrieben:

#### **Emissionsminderung durch Umrüstung von KWK-Anlagen auf immer klimaneutralere Energieträger**

Entsprechend der oben genannten Logik eines THG-Minderungsbeitrags in der Fernwärmeversorgung durch Umstellung der KWK auf klimaschonendere oder -neutrale Primärenergieträger hat die Kommission „Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung“ in ihrem Bericht [KWSB, 2019] bereits verdeutlicht „dass ein Teil der Kohlekraftwerke, die heute am Markt sind [bis 2030], vom Netz gehen werden. Sie werden ihre technische Lebensdauer erreichen und bei steigenden CO<sub>2</sub>-Zertifikate- und Brennstoffpreisen, zunehmender Einspeisung von Strom aus erneuerbaren Energien und verschärften Umweltauflagen voraussichtlich nicht mehr wirtschaftlich betrieben werden können“.

So werden in vielen Städten bis 2022 bestehende KWK-Kraftwerke auf Kohlebasis durch neuere, CO<sub>2</sub>-ärmere Anlagen ersetzt (zum Beispiel in Kiel, Cottbus, Chemnitz, Frankfurt (Oder), Herne, Hürth) [KWSB, 2019]. Vergleichbares gilt für eine kohlebasierte KWK-Flotte von 13,3 GW, die aktuell für einen Nettowärmeabsatz in Höhe von 35,4 TWh Wärme steht [Ökoinstitut, 2018]. Dieser Trend beschleunigt sich durch den politisch beschlossenen Kohleausstieg, wobei gegenläufig zur Absicherung insbesondere der Wärmeversorgung aber auch in Bezug auf die stromseitige Versorgungssicherheit gasbasierte KWK-Kapazitäten an die Stelle der Kohleanlagen rücken.

Zu diesem Schluss kommt auch das Beratungs- und Forschungsinstitut r2b energy in seiner Analyse eines Kohleausstiegs im Rahmen der „Leitstudie Strom“ und „Monitoring Versorgungssicherheit“.

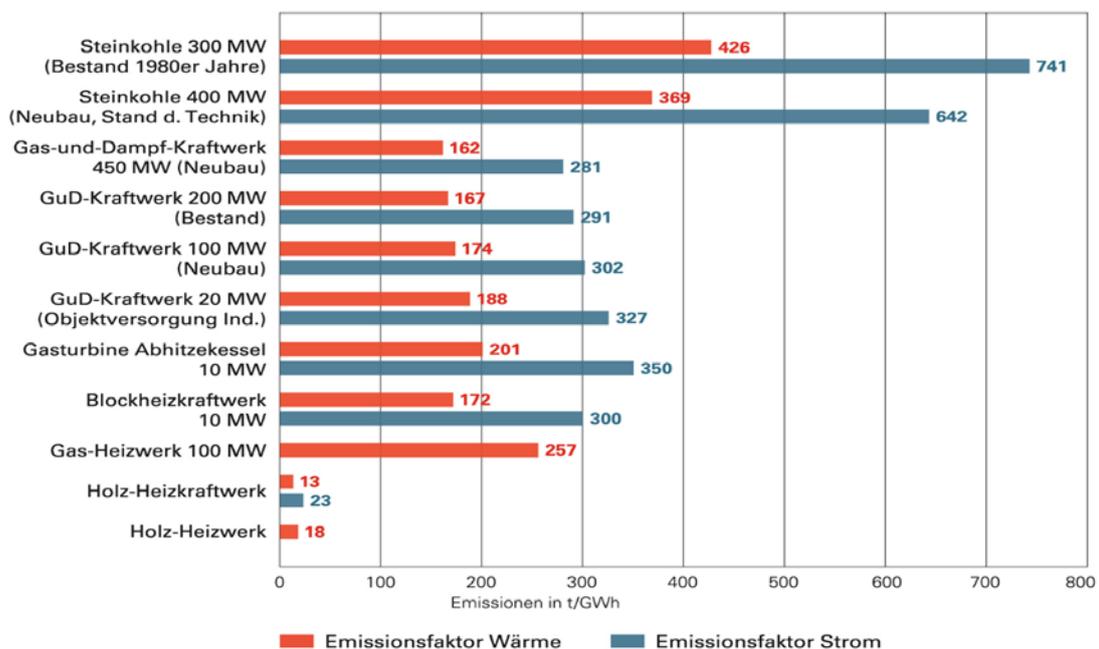


Quelle: [r2b, 2019]

Abbildung 5-3: Entwicklung der am Markt verfügbaren Leistung von Kohlekraftwerken bei Umsetzung der Beschlussempfehlungen KWSB

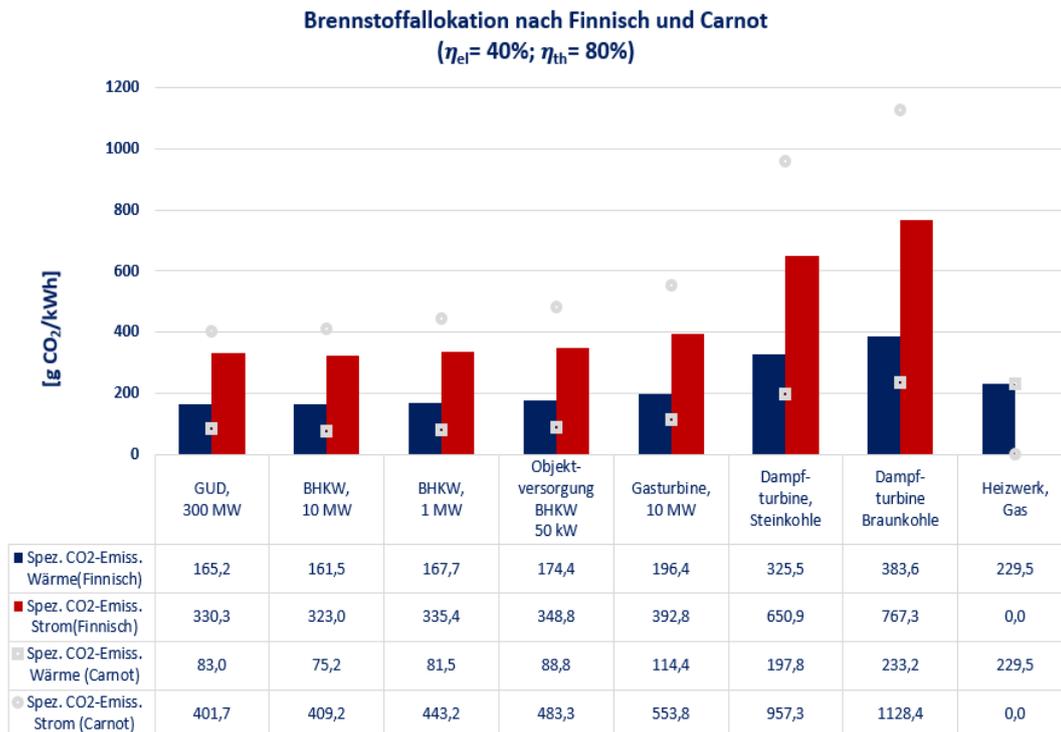
Bis zum Jahr 2030 wird ein Zubau von Erdgas-KWK-Anlagen in einer Größenordnung von 17 GW<sub>el</sub> für nötig befunden, um die Stilllegung von Altanlagen, bei Gewährleistung einer sicheren Deckung des Wärmebedarfs, zu kompensieren. Mit der Umsetzung der Empfehlungen der Kommission gehen folglich Veränderungen im Bereich der Fernwärmeerzeugung einher.

Zur Einordnung des Emissionsminderungspotenzials kann ein Blick auf die Emissionsfaktoren der Fernwärmebereitstellung beim Kunden aus verschiedenen Erzeugungsanlagen helfen. In der unten dargestellten Übersicht sind 13% Netzverluste pauschal angenommen. Die verwendeten Berechnungen entsprechen der nationalen Berichterstattung, sind also zur Erfüllung der Klimaschutzverpflichtungen der Energiewirtschaft von Bedeutung. Die Wirkungsgrade der jeweiligen Strom- und Wärmeerzeugung basieren auf der Auswertung einer Analyse der Stadtwerke München [Greller, 2015] zu Optionen für eine Transformation der Fernwärmeversorgung.



Quelle: eigene Berechnungen

Abbildung 5-4: CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren [g/kWh] für die Wärme- und Stromerzeugung aus verschiedenen HKW und Heizwerken (Sk 300 und GUD 200 entsprechen dem aktuellen Bestand in MW) entsprechend der Nationalen Klimaberichterstattung



Quelle: AGFW und AGEBA

Abbildung 5-5: Emissionen für Strom und Wärme wurden nach der Finnischen (FM)- und nach der Carnot Methode (C) dargestellt. Alle Anlagen wurden mit gleichen Wirkungsgraden Strom ( $\eta_{el}=40\%$ ) und Wärme ( $\eta_{th}=80\%$ ) berechnet.

Durch den Übergang von einem bestehenden Steinkohle-HKW auf ein modernes gasbasiertes GuD-Kraftwerk lassen sich also bereits erhebliche Emissionsminderungen (ja nach Berechnung 49% - 60%) erreichen, die im Sinne der Emissionsreduzierung durch Einsatz von klimaneutralen bzw. Erneuerbaren Energieträgern weiter optimiert werden können.

### Emissionsminderung durch Ersatz fossiler Einzelheizungen durch Fernwärme

Die zweite Option der THG-Minderung, eine zunehmende Gebäudeversorgung über Wärmenetze unter Verdrängung wenig effizienter Einzel- insbes. Ölheizungen, kann erheblich zur Beschleunigung der Dekarbonisierung im Gebäudesektor insgesamt beitragen. Diese Option setzt natürlich lokale oder über Fernwärmenetze herbei transportierbare, klimaschonende Angebote voraus. Überdies geht es für den Gebäudeeigentümer darum, die Emissionen zu einem gegenüber Mietern vertretbaren Preis zu mindern und somit anteilig zu der Emissionsreduzierung im Gebäudesektor nach dem Klimaschutzplan beizutragen.

In jedem Fall stehen Gebäudeeigentümer vor der Frage, in welcher Kombination und in welcher zeitlichen Abfolge sie ihre Wärmeversorgung anpassen. Sie werden diese Entscheidung auch im Zusammenhang mit Möglichkeiten der Betriebskostenminderung für ihre Mieter und der Finanzierbarkeit von Investitionen über Modernisierungs- bzw. Instandsetzungsregelungen treffen. Und natürlich müssen die Wärmeanbieter ihre eigenen Modernisierungsstrategien am Kundennutzen ausrichten.

---

Die klimapolitische Option des Ersatzes fossiler Einzelheizungen durch Fernwärme ist für die Fernwärmeanbieter zugleich eine Chance, ihren Fernwärmeabsatz durch Erschließung neuer Kunden stabil zu halten, wie es auch in Abb.4-7 gezeigt wurde. Der Ausbau und insbesondere die Nachverdichtung von durch Fernwärme erschlossenen Gebieten können durchaus den im Bestand durch endenergieseitige Effizienzmaßnahmen sinkenden Absatz kompensieren.

Nachfolgend wird in einem idealtypischen Szenario ein Überblick über (typisierte) Optionen, deren Klimaschutzwirkungen und den damit verbundenen Kosten gegeben.

Der Überblick basiert auf dem für Deutschland „typischsten“ Gebäude mit der „typischsten“ Wohnung von gut 67 m<sup>2</sup> Wohnfläche aus der häufigsten Baualtersklasse (1958-1968, IWU, 2015) bei einem Nutzenergiebedarf von 167 kWh/m<sup>2</sup> für Raumwärme und Warmwasser. Bei einem typischen Umwandlungsverlust im Gebäude von 18% ergeben sich unter Berücksichtigung der Vorkettenemissionen 4,2 t THG bei Nutzung von Heizöl und 3,1 t (also rd. ein Viertel weniger) bei Erdgas.

Orientiert man sich an der im Klimaschutzplan verankerten Mindestanforderung einer CO<sub>2</sub>-Minderung auf 71 Mt in 2030 (also gegenüber heute rd. 40%) für den Gebäudesektor, so bestehen verschiedene Optionen der Umsetzung aus Sicht der oben genannten „typischen“ Wohnsituation:

- (Moderate) Energetische Sanierung

So könnte die Anforderung mit einer (moderaten) energetischen Sanierung erfüllt werden. Typischerweise würde man durch Dämmmaßnahmen an Außenwänden, Kellerdecke und oberer Geschoßdecke eine Einsparung von rd. 45% gegenüber dem unsanierten Zustand erreichen können. Unterstellt man für einen solchen Fall einen Gaspreis von 7,0 Ct/kWh, so würden die monatlichen Wärmekosten von 65 auf 36 Euro sinken.

- Vollsanieung

Doch auch diese Sanierung würde für die Anforderungen des Jahres 2050 nicht ausreichen, denn dann gilt das Ziel der Klimaneutralität. Selbst eine Vollsanieung mit einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung und sehr effizienten Fenstern würde nur eine Verbrauchsminderung von typischerweise 81% ergeben. Der verbleibende Wärmebedarf müsste dann durch klimaneutrale Energieträger erbracht werden. In solchen Fällen könnten die Einsparungen die Mehrkosten nicht mehr vollständig refinanzieren.

- Fernwärmeumstieg

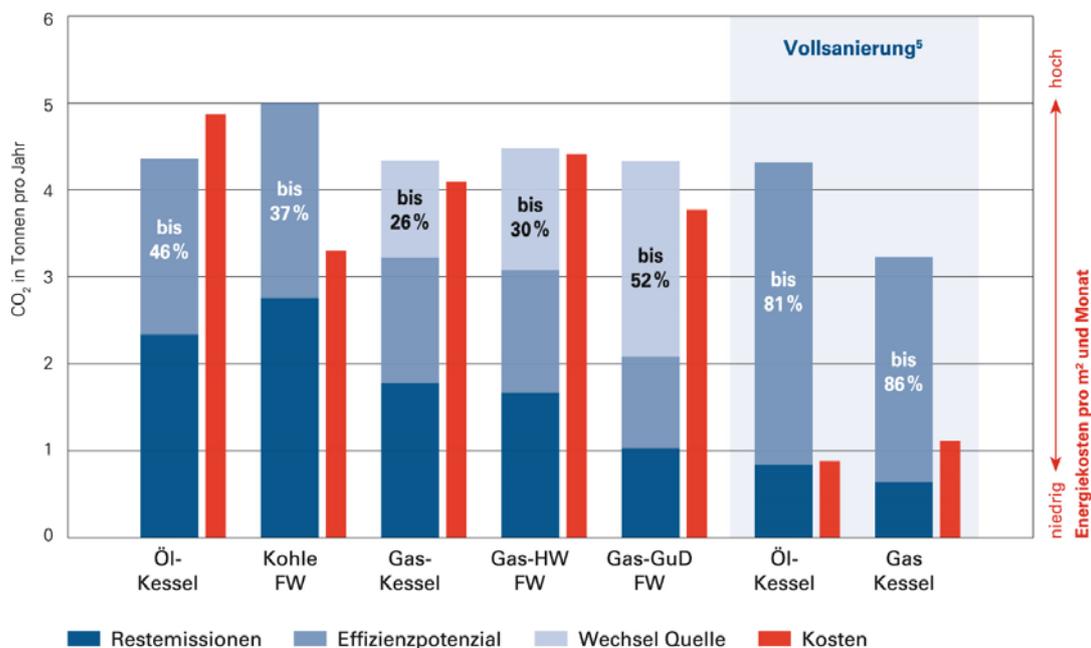
Ausgehend von einer mit einem Ölkessel versorgten Wohnung würde zur Erfüllung der Klimaschutzanforderungen für 2030 ein Umstieg auf ein FW-Angebot ohne Gebäudesanieung nur dann ausreichen, wenn die Wärme aus einem GuD-HKW auf EG-Basis (bei 13 % Netzverlusten) bezogen würde. Die Emissionen würden gegenüber der Ausgangsbasis so um 52 % vermindert. Im Falle einer steinkohlebasierten Anlage würden dagegen die Emissionen aus der Wohnungswärme um 16 % zunehmen. Auch ein Gaskessel und ein gasbetriebenes Heizwerk würden die Emissionen senken, allerdings ohne weitere (Sanierungs-)Maßnahmen nicht auf ein für 2030 adäquates Minderungslevel. Kostenvorteile ergeben sich kundenseitig in jedem Fall.

Signifikante weitere Emissionsminderungen würden sich in Kombination bereits mit (moderater) energetischer Sanierung ergeben; hierbei würden allerdings Kosten für die Sanierung entstehen. In Kombination einer Sanierung mit dem Umstieg der Fernwärmequelle auf klimaneutrale Wärme bzw. EE würde auch das Nullemissionsziel für 2050 erreicht werden können.

Ein Verbleib bei Einzelheizungen würde bis 2030 bei einer Vollsanierung erreichbar sein (das Ziel für 2050 bereits nicht mehr); den sehr niedrigen Betriebskosten stünden die allerdings sehr hohen Kapitalkosten für eine solche Vollsanierung gegenüber.

Für die Wärmewirtschaft würde der Ersatz der SK-Anlage durch EG GuD-Anlagen zur Erfüllung des 50 %-Ziels der Energiewirtschaft für 2030 ausreichen, wenn zusätzlich die Hälfte der bestehenden Gas-HKW ihre Emissionen durch Umstieg auf EE auch noch reduzieren könnten.

Die genannten Optionen sind in der folgenden Grafik nebeneinandergestellt. Sie beziehen sich auf eine Beheizung mit Heizöl (4,2 t CO<sub>2</sub>/a) und den Ersatz durch verschiedene netzgebundene Wärmeangebote (Steinkohle-Dampfkessel, Erdgas Basiertes Heizwerk und Erdgas-GuD) bzw. Erdgas im Vergleich. Ferner sind als Option Sanierungsmaßnahmen und resultierende Energiekosten nebeneinandergestellt. So mindert der Ersatz einer Ölheizung durch Fernwärme aus einer GuD-Anlage die Emissionen im Durchschnittsfall um 52%. Eine Vollsanierung würde die Emissionen um bis zu 86% im Falle der Verwendung eines Gaskessels mindern und zu sehr niedrigen Verbrauchskosten führen. Diese Optionen sind aber aufgrund der hohen Kosten in Ballungsräumen sehr oft nicht darstellbar.



Quelle: eigene Berechnung – Basis TABULA Mehrfamilienhaus 1958-1968 [IWU, 2015]

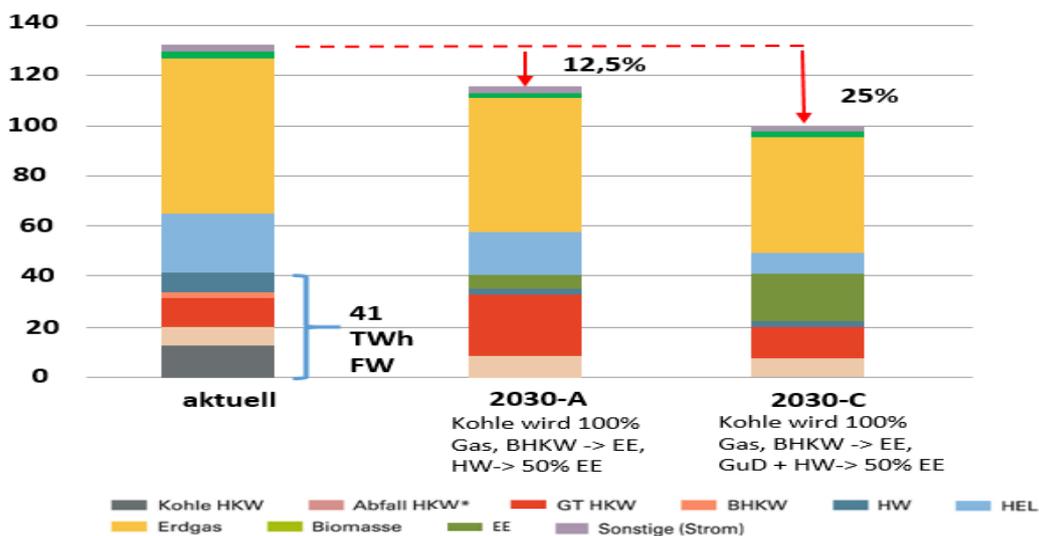
Abbildung 5-6: CO<sub>2</sub>-Emissionen und -Minderungspotenziale [t/a] für eine Durchschnittswohnung (67,2m<sup>2</sup>) bei verschiedenen Minderungsstrategien

## Fernwärme aus klimaneutralen Energieträgern

Eine weitere strategische Option zur Minderung von Emissionen ist die Ergänzung oder der Ersatz von Wärme aus (effizienten und klimaschonenden) KWK-Anlagen durch klimaneutrale bzw. erneuerbare Wärme, welche unmittelbar in das Wärmenetz eingespeist wird. Dies ist insbesondere deshalb von Belang, weil abhängig vom Grad der erreichten oder erreichbaren Minderung des Wärmeenergiebedarfs durch Sanierung mehr oder weniger klimaneutrale Wärme zur Verfügung stehen muss.

Dies ist umso wichtiger, als bei Erhöhung der Anschlussdichte zur Verdrängung von älteren Einzelheizungen ein hoher Bedarf an klimaneutraler und erneuerbarer Wärme erhalten bleibt. Sanierungsbedingte Absatzrückgänge der Fernwärme bis 2030 können ausgeglichen werden, wenn Öl-versorgte Gebäude im Umfeld erschlossen werden. Sanierungserfolge und die Verfügbarkeit von klimaneutralen bzw. erneuerbaren Wärmequellen stellen letztlich kommunizierende Röhren dar. Je weniger klimaneutrale Wärmequellen verfügbar sind, umso mehr Sanierungserfolge werden benötigt – und umgekehrt.

Dies ist umso bedeutsamer, als zweifelsfrei Kohle- und Gas-KWK-Anlagen aus Emissionsgründen ihre Produktion reduzieren müssen und werden. Je nach Erfolg der Sanierungsbemühungen der Fernwärmebestandskunden kann davon ausgegangen, dass der Absatzrückgang der Fernwärme vom Ausgangsniveau 41 TWh dann ausgeglichen werden kann, wenn Öl-versorgte Gebäude im Umfeld durch EE-basierte Wärmelieferungen im Fernwärmenetz erschlossen werden.



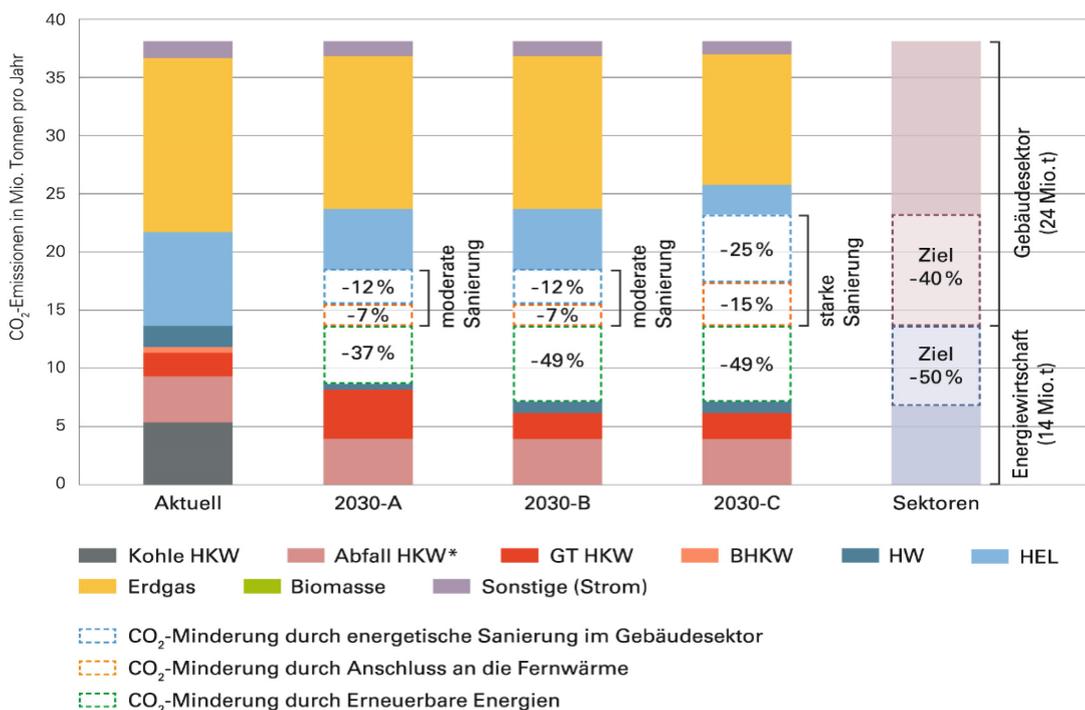
Quelle: eigene Berechnung

Abbildung 5-7: Entwicklung Nutzenergiebedarf [TWh] in verdichteten Stadtgebieten mit bereits vorhandener netzgebundener Wärmeversorgung bis 2030 mit niedriger oder höherer Verbrauchsminderung (12,5 bzw. 25%) aufgrund verschiedener Sanierungsraten. Ausgleich von daraus folgenden geringeren Wärmelieferungen durch Neuanschlüsse auf Basis EE, um den Wärmeabsatz bei 41 TWh zu halten.

Neben dem Szenario mit moderater Sanierung (absolute Verbrauchsminderung in verdichteten Gebieten 12,5%) wird unten auch ein zweites Szenario gezeigt, das von einer aus Klimaschutzgründen ambitionierten Sanierung (absolute Verbrauchsminderung -25 %) ausgeht. Die damit einhergehenden Nutzenergiebedarfe und ihre Deckung unter Einhaltung von Klimaschutzzielen sind im folgenden Bild dargestellt.

Je nach Sanierungserfolg zeigen sich höchst unterschiedliche Dekarbonisierungsoptionen aus der Nutzung klimaneutralerer bzw. erneuerbarer Energiequellen für die Fernwärme. Dabei ist die Richtung klar: die gesamte kohlebasierte Versorgung wird durch Gas-GuD bzw. jenseits dessen durch klimaneutrale Varianten ersetzt. Erdgasbasierte BHKW würden in der Tendenz auf Biomethan umgestellt werden können; desgleichen könnten erdgasbasierte Heizwerke ebenfalls auf verschiedene Quellen von EE umgestellt werden, wobei natürlich technische Randbedingungen wie das Temperaturniveau durch technische Maßnahmen einzustellen sind.

Bei niedriger Sanierungsrate oder zu wenig Vollsanieung kann, wie die nachfolgende Abbildung zeigt, zwar durch mehr EE-Einsatz fast das 50%-Ziel für die Energiewirtschaft erreicht werden, nicht jedoch das 40%-Ziel für den Gebäudesektor. Erst für Variante (C) mit höherer Sanierung würden knapp 40% erreicht.



Quelle: eigene Berechnung

\* Die dargestellten CO<sub>2</sub>-Emissionen zeigen die lokal ausgestoßenen Emissionen. Wird der CO<sub>2</sub>- und Primärenergiegehalt jedoch analog der AGFW-Arbeitsblätter FW 309-1/-6 zur genutzten Wärme aus Thermischen Abfallverbrennungsanlagen (hier Abfall HKW“) bewertet, sinken diese auf null. Letzteres vor dem Hintergrund, dass die bei der Verbrennung freigesetzten CO<sub>2</sub>-Emissionen vollständig der vorangegangenen Nutzung zugeschrieben werden.

Abbildung 5-8: Entwicklung CO<sub>2</sub>-Emissionen [Mt/a] in verdichteten Stadtgebieten mit bereits vorhandener netzgebundener Wärmeversorgung bis 2030 mit niedriger oder höherer Verbrauchsverminderung. Ausgleich von Energieeinsparungen durch Neuanschlüsse auf Basis EE.

---

Ein weiterer Ausbau der Fernwärme sollte also möglichst auf der Basis vielfältiger Formen von klimaneutralen Energieträgern, insbesondere EE erfolgen, um Klimaschutzleistungen für den Gebäudesektor zu erbringen und gleichzeitig keine Erhöhung der eigenen Belastung – auch nicht durch Erdgasnutzung – nach sich ziehen.

Die Einbindung von klimaneutraler und erneuerbarer Wärme in neue und bestehende Wärmenetze, erbringt wie gesehen je nach Ausgestaltung THG-Minderungen im Gebäudesektor wie auch im Sektor der Energiewirtschaft. Anders als die oben adressierten Minderungsstrategien über die Anpassung der Primärenergieträger in KWK-Anlagen bzw. die Verdrängung von Einzelheizungen durch effiziente und leitungsgebundene Systeme ist die Einbindung klimaneutraler Wärme in neue und bestehende Leitungssysteme insgesamt komplexer und muss stärker auch lokale Gegebenheiten mit in den Blick nehmen.

Generell gilt, dass mit der Transformation des Wärmesektors durch stärkere Nutzung leitungsgebundener Systeme erhebliche volkswirtschaftliche Vorteile verbunden sind. Betriebswirtschaftlich liegen aber auf mittlere Sicht fossile Heizungen vorne – zumindest dann, wenn wie aktuell nur wenige Impulse vom ETS ausgehen und im Non-ETS-Bereich teils erhebliche Fehlreize bestehen. In der Studie Take-Off Wärmewende [MVV, 2018, 12] heißt es hierzu: „Aus dem Preisunterschied zwischen diesen für die Wärmewende erforderlichen Alternativen und der günstigsten Option ergibt sich eine Wirtschaftlichkeitslücke.“

Diese Wirtschaftlichkeitslücke lässt sich nur durch staatliches Handeln schließen, und dies setzt einen politischen Verständigungsprozess voraus über direkte und indirekte Anreize wie auch ggf. und ergänzend ordnungspolitische Maßnahmen.

Zu den indirekten Anreizen gehört insbesondere eine CO<sub>2</sub>-orientierte Energieträgerbelastung auch im Non-ETS-Bereich.

Zu den direkten Anreizen gehört die Förderung klimaschonender Technologien – in diesem Fall die Umrüstkförderung bei KWK/FW-System von Kohle (über Gas) zu Erneuerbaren, ferner eine Förderung der Anpassung von Bestands-FW-Netzen auf EE-kompatible wie auch die Unterstützung neuer (KWK/)/FW-Systeme auf EE-Basis. Die Nutzung ordnungspolitischer Instrumente ist bei gleichzeitiger Schaffung von Förderanreizen ist effektiv, jedoch politisch heikel und daher vermutlich eher als ultima-ratio anzuwenden.

### **Emissionsminderung durch erhöhte Systemflexibilität**

KWK-Fernwärmesysteme erbringen unter Nutzung von Wärmespeichern und PtH-Aggregaten wertvolle Beiträge zu einer höheren Leistungsfähigkeit des Gesamtsystems. Ansonsten abgeregelter EE-Strom wird in das Wärmesystem überführt, so dass die entsprechende Menge an Energiezufuhr in eine KWK-Anlage oder direkt in ein Fernwärmesystem nicht erforderlich wird. Zwar stehen derartige Konzepte im Wettbewerb mit anderen Technologien aus dem Bereich „Nutzenstatt-Abregeln“; jedoch ist unmittelbar ersichtlich, dass sich durch eine derartige Sektorkopplung Systemreserven erschließen lassen, die höhere Mengen Erneuerbarer Energien im Gesamtsystem ermöglichen. Derartige Konzeptionen stehen vor einer Vielzahl von Hemmnissen. Von der Steuer- und Abgabenproblematik über einen mangelhaft ausgeprägten CO<sub>2</sub>-Preis bis hin zu einer immer noch rein regulativen Engpassbewirtschaftung. Allerdings haben die Sinteg-Pro-

jekte gezeigt, dass sich durch sektorübergreifende Nutzung nicht zuletzt im Wärmesystem größere Mengen an Erneuerbaren Energien in das System integrieren lassen und hierdurch signifikante, wenngleich noch nicht bezifferbare CO<sub>2</sub>-Minderungen entstehen.

---

## 6 Integration von Erneuerbaren Energien und Abwärme in Wärmenetze

### 6.1 Hemmnis-Kategorien

Die sukzessive Einbindung von Erneuerbaren Energien und Abwärme in die bestehende Fernwärmeinfrastruktur sowie die Umstellung der Brennstoffe in den KWK-Anlagen stehen im Mittelpunkt der Anstrengungen zur Minderung der Treibhausgasemissionen. Dabei gibt es verschiedene Hemmnisse, die der Integration von klimaneutralen und erneuerbaren Energien entgegenwirken. Um diese zu identifizieren, wurden Workshops mit den Projektpartnern und weiteren Experten durchgeführt.

Im Ergebnis wurden die auf den beiden Workshops identifizierten Einzelhemmnisse in verschiedenen Kategorien – wirtschaftliche, physikalische, organisatorische, gesellschaftliche Hemmnisse – zusammengefasst. Diese sind im Folgenden aufgeführt. Dabei ist zu berücksichtigen, dass einzelne Hemmnisse sowohl breit als auch spezifisch wirken können und dass eine trennscharfe Kategorisierung einzelner Hemmnisse nicht immer möglich ist. Daher kann es durchaus zu Überschneidungen von einzelnen bzw. mehreren Kategorien kommen.

#### A. Wirtschaftlichkeit von leitungsgebundener Wärmeversorgung auf Basis Erneuerbarer Energien und Abwärme

- Dauerhafte Auslastung unsicher
- Investition in Wärmenetze bei aktuellem Preisniveau nicht attraktiv genug / nicht konkurrenzfähig gegenüber anderen Investitionen
- Aufwand für Kundengewinnung
- Wärmelieferverordnung fordert Kostenneutralität
- Gebäudesanierung führt zu geringerem Wärmeabsatz
- Konkurrenz mit bestehender Gasnetzinfrastruktur, ggfs. Einnahmeverluste, wenn beides bei einem Unternehmen liegt
- Strukturwandel in der Energiewirtschaft begrenzt die Risikofreudigkeit der EVU
- Fossile Wärmezeugung ist insgesamt zu günstig und erhält sogar noch Fördermittel
- Niedrige Brennstoffpreise für fossile Energieträger
- Förderung von KWK-Anlagen mit fossilen Brennstoffen
- Keine Steuer o. ä., die CO<sub>2</sub>-Emission der fossilen Energieträger ökonomisch wirksam macht, zu geringe Belastungen durch CO<sub>2</sub>-Handel (HKW im ETS), damit können innovative, CO<sub>2</sub>-arme Technologien im Wettbewerb nur schwer bestehen
- Bei fluktuierenden Quellen (Solarthermie, Abwärme) Zusatzinvestitionen in Speicher möglicherweise erforderlich
- Abgabenbelastung von Strom für PtH-/Wärmepumpen-Nutzung
- Fündigkeitsrisiko Geothermie

- Hohe Kundenneigung zur Fortführung der bisherigen (dezentralen) Beheizung, Gründe:
  - Beibehaltung bekannter und gut funktionierender, technischer Lösungen
  - Wirtschaftlichkeit der bestehenden Versorgungslösung
  - Umlagefähigkeit der Sanierungskosten auf die Mieter<sup>8</sup>
- Kostenorientierung der Kunden an Brennstoffkosten statt Vollkostenvergleich
- Sehr starke Orientierung an Kosten statt an Umweltaspekten (EE-Anteile, CO<sub>2</sub>-Minderung o. ä.)

#### B. Physikalische Hemmnisse bei der Integration von EE und Abwärme

- Temperaturniveau in zahlreichen bestehenden Wärmenetzen zu hoch, um einige EE-Optionen effizient einzubinden / Absenkung aufwändig und nur langsam möglich
- Prozessumstellungen können in Gewerbe und Industrie erforderlich werden
- Verfügbarkeit von Flächen und Flächenkonkurrenz in der Nähe zum Netzeinspeisepunkt (Solarthermie) bzw. Distanz zwischen Heiz(kraft)werk und Ort der Biomasseerzeugung

#### C. Organisatorische Hemmnisse bei der Integration von EE und Abwärme

- Mangel an planerischer und technischer Expertise
- Fördermöglichkeiten sind nicht transparent genug bzw. nicht immer in vollem Umfang bekannt
- Mangelnde Bereitschaft bei Energieversorgern, bestehende Versorgungsstrategien zu verändern
- Aufwand für Einbindung und Besicherung von Abwärme, Unsicherheit über Lieferdauer von Abwärme (Standortsicherheit Lieferant)
- Beratung erfolgt durch etablierte Akteure in Richtung Einzelanlagen (Schornsteinfeger, Heizungsbauer)
- Anbindung an Wärmenetz wird eher als Restriktion durch Bindung an Versorger gesehen
- Keine Sanktionierung bei Nichterfüllung der Pflicht zum Ersatz alter Heizungen

#### D. Unzureichende gesellschaftliche Treiber

- Unklarheit über die konkrete Ausgestaltung der zukünftigen Förderung für die Transformation der Wärmenetze
- Unklarheit über langfristige Rahmenbedingungen

---

<sup>8</sup> Für einen gewerblichen Wärmelieferanten sind die Bedingungen nicht identisch.

- 
- Komplexe Rahmenbedingungen erfordern sehr spezifisches Know-how, Vielzahl an relevanten Gesetzen und Verordnungen
  - Keine treibende Wirkung durch Vorgaben für EE-Anteile in den Wärmeversorgung des Gebäudebestandes
  - Kein Mindestanteil von EE in Wärmenetzen im EEWärmeG
  - PE-Faktorberechnung von Wärmenetzen führt zu niedrigen Werten bei KWK, somit kaum ein Anreiz für Nutzung EE
  - Akzeptanzprobleme bei Geothermie

## 6.2 Wesentliche Eigenschaften ausgewählter EE-Erzeugungsoptionen

Die Einbindung Erneuerbarer Energien in die Fernwärmenetze kann über unterschiedliche Technologien erfolgen. Eine Diskussion der Einbindungsmöglichkeiten u. a. in Abhängigkeit von Temperaturniveau oder unterschiedlicher Leistungsklassen findet sich z. B. in [ifeu, GEF Ingenieur AG & AGFW, 2013] oder [Agora Energiewende, 2019].

Trotz einzelner Beschränkungen, wie z. B. der Einbindung von Wärmepumpen oder solarthermischen Flachkollektoren in Dampf- oder Hochtemperaturnetze, wird insgesamt deutlich, dass Erneuerbare Energien in ihrer Gesamtheit einen erheblichen Beitrag zur Dekarbonisierung der leistungsgebundenen Wärmeversorgung leisten können.

Die Integrationspotenziale von Erneuerbaren Energien in die Wärmenetze sind neben den ökonomischen und technischen Randbedingungen insb. auch auf Basis der lokalen Gegebenheiten und damit je nach Einzelfall zu bewerten. Dies soll an drei Beispielen knapp skizziert werden:

- Tiefengeothermale Projekte wie z. B. in München oder Schwerin verdeutlichen die lokalen Potenziale der Erdwärme zur Dekarbonisierung von Wärmenetzen. Aussichtsreiche geothermale Bedingungen sind im Norddeutschen Becken, dem Oberrheingraben sowie im Molassebecken nachgewiesen. Weitere, zur Nutzung geeignete Vorkommen werden im Thüringer Becken, im nördlichen Harzvorland sowie in der Süddeutschen Senke vermutet.
- Solarunterstützte Wärmenetze finden sich schwerpunktmäßig in Süddeutschland sowie in den ostdeutschen Ländern. Zum Februar 2019 waren nach Angaben von (Solites, AGFW & Hamburg Institut, 2019) bundesweit Anlagen mit einer Bruttokollektorfläche von rund 63.000 m<sup>2</sup> in Betrieb und weitere Anlagen mit einer Fläche von ca. 140.000 m<sup>2</sup> in Planung. Bemerkenswert ist, dass ein Großteil der sich aktuell in Planung befindenden Projekte auf die Bespeisung von städtischen Fernwärmenetzen und weniger zur Versorgung von Quartieren ausgerichtet ist. Die wirtschaftlichen Potenziale der Solarthermie-Großanlagen hängen insbesondere von der lokalen Flächenverfügbarkeit bzw. der Flächenkonkurrenz in der Nähe zu möglichen Netzeinspeisepunkten ab. Es ist davon auszugehen, dass insbesondere im Fall der großstädtischen Fernwärmenetze Flächen in erforderlicher Größe nur in einigen Kilometern Abstand zu den Versorgungsgebieten zu

finden sein werden. Dies bedeutet wiederum, dass Solarthermieanlagen auf solchen Flächen groß genug sein müssen, um die Leitungsverluste in einem wirtschaftlich und technisch vertretbaren Rahmen zu halten. Gleichzeitig wird der Solarthermie ein signifikanter Beitrag zum Klimaschutz zugewiesen, welcher im Zuge eines wesentlichen schnelleren, das bisherige Ausbauvolumen um ein Vielfaches übersteigenden Ausbau realisiert werden kann. Ebenso deuten Berechnungen von (ifeu & AGFW et al., 2017) erhebliche Kostensenkungspotenziale an.

- Die energetische Nutzung holzartiger Biomasse in Holz(heiz)kraftwerken entfällt schwerpunktmäßig auf den süddeutschen Raum, ist aber im gesamten Bundesgebiet gegenwärtig. Der Grund hierfür ist der hohe Waldanteil der beiden süddeutschen Bundesländer an der gesamtdeutschen Waldfläche. Dies begründet die historisch gewachsene energetische Holznutzung. Mittlerweile lässt sich holzartige Biomasse jedoch sehr effizient und wirtschaftlich auch über weitere Distanzen transportieren, so dass auch viele weitere Standorte für Holz(heiz)kraftwerke infrage kommen, auch ohne direkte räumliche Nähe zum Ursprungsort. Dies eröffnet neue Möglichkeiten für klimafreundliche Energieversorgungskonzepte mit Energieholz. Gleichzeitig könnte es perspektivisch zu Nutzungskonkurrenz kommen, falls die Biomasse zunehmend im Verkehr als Ersatz für emissionsintensive Brennstoffe in industriellen Prozessen benötigt wird.

Hinzu kommt, dass die Wirtschaftlichkeit der Technologien insgesamt durch gesetzliche Rahmenbedingungen beeinflusst wird, die sich schnell ändern können. Ferner bestimmen auch die Abnahmestrukturen sehr weitgehend die Chancen der Erneuerbaren in der leitungsgebundenen Wärmeversorgung.

- Die Wirtschaftlichkeit der EE-Wärmeerzeugung ergibt sich aus unterschiedlichen Faktoren. Die Tiefengeothermie und die Solarthermie weisen bspw. im Vergleich zur Bioenergie zunächst höhere Anfangsinvestitionen auf. In Ballungsräumen sind dies vor allem die Kosten für die Flächennutzung. Bei den Betriebs- und Brennstoffkosten schneiden hingegen die Solar- und die Geothermie besser ab als die Optionen, bei denen Brennstoffkosten wie für die Holzenergienutzung anfallen oder diesen gleichzusetzende Kosten wie bspw. die Abgabe, die auf die Nutzung von EE-(Überschuss-) Strom entfallen.
- Bei der Integration der EE in ein Wärmenetz ergeben sich für die Fälle mit hohen Netztemperaturen Vorteile für biogene Brennstoffe, die in Verbrennungs- oder Vergasungsprozessen genutzt werden können. Auch die Nutzung von Abwärme erfordert keine Wärmenetze mit niedrigen Systemtemperaturen. Solarthermie hat durch die hohe saisonale Abhängigkeit der Wärmeerzeugung Vorteile insb. in den sonnenreichen Monaten und kann insbesondere in diesen Zeitabschnitten andere Optionen ersetzen und insofern einsparen. Sofern ein saisonaler Speicher integriert wird, kann überschüssige Wärme gespeichert und der solare Deckungsgrad im Netz erhöht werden.
- Die Hemmniskategorie „organisatorische Schwierigkeiten“ wirkt zumeist in sehr ähnlicher Weise für alle EE, etwa eine verbesserungsfähige Transparenz und Abwicklung der Förderoptionen. Einzelne Hemmnisse wirken spezifischer. Flächenverfügbarkeiten bzw. Potenzialnutzungsmöglichkeiten wurden schon angesprochen; bei der Nutzung von Abwärme stellen sich Fragen der Besicherung und Lieferdauer.

- 
- Die mangelnde Kundennachfrage/-mehrwert und unzureichende energiepolitische Treiber sind ebenfalls von recht einheitlich wirkendem Charakter.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass es natürlich Unterschiede zwischen den EE gibt, diese jedoch im Regelfall als zweitrangig anzusehen sind gegenüber dem Ist-Stand im Vergleich zu den energiepolitischen Erfordernissen. Viele verschiedene Hemmnisse bremsen im Ergebnis vergleichbar die Nutzung der EE in Wärmenetzen. Deshalb zielen die im Kapitel 7 behandelten Maßnahmen mehrheitlich auf solche breit wirkenden Hemmnisse und nicht auf einzelne EE ab.

## 7 Maßnahmen

### Vorbemerkungen

Wie die vorherigen Kapitel gezeigt haben, schreitet der Ausbau der Erneuerbaren Energien im Wärmemarkt so langsam voran, dass die klimapolitischen Ziele bei gleichbleibendem Tempo sicher nicht erreicht werden können. Die gilt umso mehr, als die Fortschritte im Bereich der Effizienz durch deutlich gestiegene Wohnflächen weitgehend aufgezehrt wurden. In absoluten Größen liegt die temperaturkorrigierte Einsparung nur bei knapp 11 TWh jährlich. Erst in 46 Jahren wären damit auf dem Energiesparweg Null-Emissionen möglich. Eine Fortsetzung des Klimaschutzeffekts von jährlich 3,7 Mio. t THG würde jedoch bereits in 34 Jahren das Ziel der Klimaneutralität erreichen. Eine weitere Erhöhung der Klimaschutzwirkung je eingesparter Energieeinheit ist deshalb essenziell, wenn der Trend zu höheren jährlichen Energieeinsparungen nicht verstärkt werden kann. Erneuerbare Energien und klimaneutrale Wärme können dabei eine starke Wirkung entfalten. Um dies zu erreichen, ist ein Instrumentenmix erforderlich, der über den derzeitigen Status quo deutlich hinausgeht.

Wärmenetze könnten zum Klimaschutz einen deutlichen Beitrag leisten, wenn sie zu Energieträgern mit geringeren spez. THG-Emissionen als aktuell vor allem in gekoppelter Wärme- und Stromerzeugung übergehen, d. h. vor allem die kohlebasierten HKW durch Gas-HKW oder Biomasse-HKW oder Gas-HKW durch EE ersetzen. Im Falle paralleler Versorgung von Quartieren/Stadtteilen mit Wärmenetzen und Gas kann der Ausbau Gas-KWK basierter Wärmeerzeugung Vorteile beim Klimaschutz schaffen. Auch die Substitution Öl-gefeuerter objektgebundener Anlagen durch KWK-basierte Fernwärme kann einen höheren Klimaschutzeffekt bewirken als der Anschluss an das Gasnetz. In jedem Fall werden höhere Klimaschutzwirkungen erzielt, wenn EE oder klimaneutrale Wärme als Quellen der Wärmeerzeugung (auch wenn es sich nur um Teilnetze handelt) eingesetzt werden. So können bei effizienterer Verteilung mehr Abnehmer durch EE erreicht werden und dort im Regelfall höhere EE-Anteile erreichen als bei Einzelversorgungs-lösungen.

Grundsätzlich ist eine Ausgestaltung des Instrumentenmix zu fordern, die Fehlanreize zu Lasten besonders THG-arter Quellen beseitigt. Damit ist vor allem gemeint, dass derzeit bestehende Wettbewerbsunterschiede fossil-erneuerbarer Wärme zu verringern bzw. zu beseitigen sind; außerdem sollten unterschiedliche Techniken zur Nutzung der Erneuerbaren Energien vergleichbare Marktchancen erhalten.

Es ist absehbar, dass die Transformationsphase eine erhebliche politische Flankierung benötigt, weil die bisher vorherrschenden Trends von Einsparung und Substitution zur Erreichung der notwendigen Klimaziele 2020/2030/2050 nicht ausreichen. Es müssen jetzt in relativ kurzer Zeit erhebliche Veränderungen geleistet werden. Das betrifft nicht nur technische Aspekte von Versorgungslösungen, sondern auch die bestehenden und anzupassenden bzw. die neu zu entwickelnden Geschäftsmodelle der zahlreichen Akteure. Mit einer weiteren einzelfallweisen Förderung allein wird die erforderliche Transformation aber nicht möglich sein. Dazu braucht es sowohl ordnungsrechtliche Maßnahmen als auch weitere ökonomische Anreize.

---

Hinsichtlich der Wirksamkeit dieser Elemente sollte erreicht werden, dass der Förderbedarf bzw. die Notwendigkeit einer Förderung sukzessive abnehmen. Nicht die klimaschonende Lösung sollte durch Förderung ermöglicht werden. Weit wirksamer wäre es, wenn die nach und nach teurer werdende klimaschädigende Lösung bessere Wettbewerbschancen für Klimaschutz schafft. Neue Konzepte einer CO<sub>2</sub>-Bepreisung im Non-ETS-Sektor - die gleichwohl nicht zu einer sozialen Benachteiligung führen dürfen - sind deshalb zusätzlich zu anderen ordnungsrechtlichen Steuerungselementen dringend erforderlich.

Das übergreifende Problem der derzeitigen Förderung besteht darin, dass sie in sehr hohem Maße vom Interesse und Engagement des Einzelnen abhängt, von der Situation vor Ort und daher häufiger nur begrenzt in Anspruch genommen wird. Zudem reichen die derzeitigen Förderatbestände aktuell nicht aus; mit der Erweiterung beschäftigen sich einige der im Folgenden behandelten Maßnahmen. Bei der Diskussion der angemessenen Förderbudgets wird zudem häufig übersehen, dass hiermit positive Effekte, von Einnahmen aus regionaler Wertschöpfung, über Steuereffekte bis hin zur Modernisierung der Infrastruktur, geschaffen werden.

### **Kriterien zur Beschreibung und Bewertung der Maßnahmen**

Im Weiteren werden 10 Maßnahmen mit möglichen Ausgestaltungsvarianten angeführt und diskutiert. Dabei wird für jede Maßnahme zuerst eine Punktation als Kurzbeschreibung, die Hintergründe, die Maßnahme selbst und deren mögliche Auswirkungen beschrieben. Im Anschluss werden die Maßnahmen in einer Nutzen/Aufwand-Matrix (siehe Abb. 1-1, S.16) qualitativ eingeordnet. Die Matrix beschreibt auf ihrer vertikalen Achse die potenzielle Treibhausgasminde- rung und differenziert diese nach einer geringen, mittleren oder hohen Minderungswirkung. Auf ihrer horizontalen Achse wird der Aufwand abgetragen, den es zur Umsetzung der Maßnahme bedarf. Auch beim Aufwand wird entsprechend nach einem geringen, mittleren oder hohen Aufwand unterschieden. Somit ergeben sich insgesamt neun Wertungsfelder, die jeweils eine Kombination aus einer potenziellen Treibhausgaseinsparung und dem dafür erforderlichen Aufwand darstellen. Der Aufwand besteht aus unterschiedlichen Dimensionen – z. B. wirtschaftlichen Kosten, der politischen Durchsetzbarkeit oder der Akzeptanz in der Bevölkerung – und ist als qualitativer Indikator zu interpretieren. Die Einordnung der im Folgenden diskutierten Maßnahmen in diese Nutzen/Aufwand-Matrix erfolgte durch die Projektpartner.

## **7.1 Einführung einer CO<sub>2</sub>-Bepreisung im Non-ETS-Bereich**

- Gleichbehandlung von objekt- und leitungsgebundener Wärmeversorgung
- CO<sub>2</sub>-Bepreisung von eingesetzten Brennstoffen im Non-ETS-Bereich
- Berechnungsbasis CO<sub>2</sub>-Gehalt der eingesetzten Brennstoffe

### **Hintergrund**

Aktuell besteht nur im EU-Emissionshandel (ETS) ein dezidiertes THG-Bepreisungssystem. Dieser Umstand wirkt in Kombination mit sehr geringen Brennstoffpreisen für fossile Brennstoffe wettbewerbsverzerrend zulasten einer leitungsgebundenen Wärmeversorgung auf Basis Erneuerbarer Energien. Das Emissionshandelsregime bezieht die Fernwärmeerzeugung oberhalb von 20

MW mit ein, während es fossile Heizsysteme in der objektgebundenen Wärmeversorgung unberücksichtigt lässt. Daraus folgt nicht nur ein Fehlanreiz zugunsten von fossilen Einzelheizungen; es fehlt überdies ein ausreichender Preisimpuls für einen Umstieg auf Erneuerbare Energien.

Gegenwärtig werden in Deutschland Energiesteuern gemäß Energiesteuergesetz und Stromsteuern nach dem Stromsteuergesetz erhoben. Da beide Steuersätze nach dem Energiegehalt berechnet werden, ergibt sich kein CO<sub>2</sub>-orientierter Anreiz. Dies führt nicht zuletzt zu Verzerrungen im Wettbewerb zwischen treibhausgasarmen und -intensiven Energieträgern und wirkt sich dementsprechend auch auf die leitungsgebundene Wärmeversorgung aus.

Das Ziel einer konsequenten Klimapolitik sollte eine Gleichbehandlung aller Wärmeversorgungsformen und damit ein wirtschaftlicher Wettbewerb aller Erzeugungsoptionen sein. Eine Möglichkeit hier ein „Level Playing Field“ zu schaffen, ist die Bepreisung des CO<sub>2</sub>-Gehalts der Energieträger. Dieses würde den Beschaffungspreis treibhausgasintensiver Brennstoffe erhöhen und den treibhausgasarmer oder –neutraler Energieträger reduzieren. Im Ergebnis verringert sich der Kostenunterschied zwischen der Wärmebereitstellung aus fossilen und erneuerbaren Quellen. Damit entfielen auch ein wesentliches Hemmnis für den Einsatz von klimaneutralen oder erneuerbaren Energien. Dies gilt grundsätzlich sowohl in der leitungs- als auch in der objektgebundenen Wärmeversorgung.

Für den Verbraucher entsteht so ein relativer finanzieller Mehrwert über den generellen Nutzen von nachhaltiger Energieversorgung hinaus, da sich die Wirtschaftlichkeit von EEWärme gegenüber derjenigen aus fossilen Energieträgern verbessert.

### **Maßnahme**

Die Einführung einer CO<sub>2</sub>-orientierten Bepreisung wirkt ungeachtet der Erzeugungstechnologie und begünstigt auch die effiziente Verwendung fossiler Energieträger. Sie führt einerseits zu einem schnelleren Austausch von ineffizienten Altanlagen, andererseits wird die Dekarbonisierung der Wärmeerzeugung über eine höhere Belohnung der Klimaschutzeffizienz angereizt.

Sie adressiert alle Wärmenetztypen im Non-ETS-Bereich gleichermaßen. Der Effekt in Netztypen mit einem hohen Anteil an treibhausgasintensiver Wärmeversorgung ist allerdings ungleich stärker.

Die Maßnahme ist somit ein technologie- und anwendungsneutraler Treiber für den verstärkten Einsatz treibhausgasarmer Wärmeversorgungsoptionen. Darüber hinaus ermöglicht sie die effiziente Nutzung von Erneuerbarem Strom in der Wärmeversorgung im Wettbewerb mit alternativen Nutzungsfeldern wie Power-to-Gas und Elektromobilität.

Die EU-Richtlinie zur Energiebesteuerung [EC 2003/96] erlaubt grundsätzlich die CO<sub>2</sub>-basierte Bepreisung. In verschiedenen Europäischen Staaten (Dänemark, Schweden, Schweiz) hat sie maßgeblich zur dynamischen Entwicklung der Dekarbonisierung des Wärmemarktes beigetragen.

Konkret würde es bei der Maßnahme um die Einführung einer zusätzlichen CO<sub>2</sub>-Bepreisung gehen, die die verzerrenden Unterschiede der bestehenden Steuern hinsichtlich des CO<sub>2</sub>-Gehalts ausgleicht.

---

Dabei sollte der CO<sub>2</sub>-Preis (im Non-ETS-Bereich) am Beginn einer Entwicklung dazu geeignet sein, mindestens die o. g. Wettbewerbsnachteile der größeren Erzeugungsanlagen auszugleichen. Nach übereinstimmender Überzeugung ist eine Kostenbelastung von rund 25 €/t CO<sub>2</sub> erforderlich, um eine Steuerungswirkung zu entfalten. Beispiele für Ausführungsoptionen sind: (1) schrittweise Synchronisierung der CO<sub>2</sub>-Belastungen aller Non-ETS-Energieträger insgesamt auf eine Höhe; (2) Einstieg in die CO<sub>2</sub>-Bepreisung auch für Non-ETS-Energieträger (z. B. zusätzlich zur Erdgassteuer) auf der Höhe des aktuellen Zertifikatepreises mit festgelegten Wachstumsschritten.

Die Kostenbelastung einer Erzeugungsoption würde bei einer solchen Systemanpassung weniger durch die Menge des Brennstoffs geprägt als vielmehr durch den CO<sub>2</sub>-Gehalt der eingesetzten Brennstoffe. Somit tragen die fossilen Energieträger in höherem Maße die mit der Transformation im Wärmebereich verbundenen Kostenbelastungen. Die Lenkungswirkung ergibt sich durch die Höhe der effektiven CO<sub>2</sub>-Belastung und damit anhand des CO<sub>2</sub>-Gehaltes des Brennstoffs.

### **Auswirkungen**

Die Maßnahme wirkt sich auf eine Vielzahl von Stakeholdern nicht nur im Wärmesektor, sondern in der gesamten Energiewirtschaft und darüber hinaus aus. Die entstehenden Verteilungseffekte hängen sehr stark von den verschiedenen Ausgestaltungsmöglichkeiten ab und sind darüber hinaus nur schwer im Vorhinein abwägbar.

Unerlässlich ist es allerdings, die Maßnahme sozial ausgewogen auszugestalten. Eine Mehrbelastung von einkommenschwächeren Haushalten muss vermieden werden. Für Maßnahmen zur effektiven CO<sub>2</sub>-Vermeidung (und damit aus Sicht der Einzelhaushalte zur Vermeidung von steigenden Ausgaben) sind entsprechende Förderprogramme zu konzipieren. Hierfür haben sich bspw. in der Schweiz Ausgleichsmaßnahmen bewährt.

Die direkten Kosten einer Anpassung der Energiesteuer werden als eher gering eingestuft. Zunächst ist sicher mit Mehreinnahmen des Staates zu rechnen. Mindereinnahmen könnten durch die Ausgestaltung abgefangen werden. Dem steht ein enormer Nutzen bei der Auflösung des Investitionsstaus bei verschlissenen Heizungsanlagen und hinsichtlich der Reduktion von Treibhausgasemissionen nicht nur in der Wärmeversorgung, sondern in der gesamten Energiewirtschaft gegenüber. Die Technologie- und Anwendungsneutralität stellt darüber hinaus eine besondere Effizienz der Maßnahme her, sodass dieser Nutzen mutmaßlich weniger als bei anderen Maßnahmen durch Verzerrungseffekte eingeschränkt wird.

Die Auswirkung auf die Wettbewerbsposition der verschiedenen Wärmenetze hängt im Wesentlichen von ihrem Erzeugungsmix ab. Beruht dieser vor allem auf fossilen Energieträgern, so werden sich die Kosten erhöhen, die potenziellen Kosten der Alternative allerdings auch. Bei einer eher treibhausgasneutralen Wärmeerzeugung begünstigt sie hingegen die Wettbewerbsposition. Ein Ausbau und eine Verdichtung von Netzen werden demnach umso eher möglich, je emissionsärmer die Wärmeerzeugung ist. Dies begünstigt einen Zuwachs von EE und klimaneutraler Fernwärme.

Da die Maßnahme einen umfänglichen Eingriff in die energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen darstellt, würde sie sicherlich stufenweise in Verbindung mit entsprechenden Übergangsfristen eingeführt, um die Planungs- und Investitionssicherheit der Unternehmen nicht allzu sehr zu beschneiden. Nach der Einführung wirkt sich die Maßnahme recht schnell auf Investitionsentscheidungen und Anlagenbetrieb aus. Entsprechende Minderungen der Treibhausgasemissionen dürften somit sehr zeitnah spürbar sein.

Im Herbst 2019 hat die Bundesregierung einen Einstieg in eine solche CO<sub>2</sub>-Bepreisung im Non-ETS-Bereich beschlossen. Aus politischen Gründen musste ein Kompromiss gefunden werden, der zu einem sehr niedrigen Startpreis von 10 Euro/t führte. Dementsprechend konnten weiterführende Verhandlungen zwischen Bund und Ländern zu einer Erhöhung führen.

## **7.2 Maßnahmen zur Modernisierung / Transformation der Wärmenetze**

- Modernisierung über Absenkung der Netztemperatur, dabei Unterscheidung zwischen Maßnahmen im eigenen Netzbetrieb und beim Kunden
- Förderung des Einsatzes von EE, auch in Kombination mit Wärmeplanung
- Förderung des Anschlusses eines Gebäudes an ein Wärmenetz
- Förderung der Transformation von Bestandsnetzen

### **Hintergrund**

Die aktuelle Fördersystematik in Bezug auf KWK und Fernwärmesysteme ist angesichts der Herausforderungen der Wärmewende überarbeitungswürdig. Das KWKG und sein Förderinstrumentarium haben sich zwar bewährt und geben den passenden Rahmen zur Fortentwicklung dieser Effizienztechnologie; dennoch ist das Zusammenwirken der Förderinstrumente in Bezug auf eine (mittel- bis langfristig durchgreifende) Transformation in Richtung klimaneutraler Fernwärme noch besser abzustimmen.

(Strom-)Fernwärmesysteme verfügen – wie oben bereits dargelegt – über drei Optionen der Klimawirkung für die Wärmewende: Die Umrüstung der Kohle-KWK auf Gas-KWK oder direkt auf klimaneutrale KWK senkt zum einen den THG-Gehalt der bereitgestellten Wärme. Zum zweiten senkt auch die Umrüstung von Gebäuden mit älteren Öl-Einzelheizungen auf (KWK-)Fernwärme die Emissionen dieser Wärmeversorgung (und im Regelfall sinken die Gesamtemissionen auch, selbst wenn die Stromseite mit betrachtet wird). Und drittens besteht ein Minderungspotenzial dort wo klimaneutrale oder erneuerbare Wärme in bestehende oder neue Netze eingebracht wird.

Vor diesem Hintergrund besteht Handlungsbedarf im KWKG für die Umrüstung von Kohle-KWK-Anlagen auf Gas-KWK oder falls möglich direkt zum Einsatz von Erneuerbaren im KWK-Prozess. Hierfür ist eine bessere Ausgestaltung des Umrüstbonus erforderlich. Dies sollte eine der Gestaltungsaufgaben der anstehenden KWK-Novelle sein und dient gleichzeitig der Umsetzung der Empfehlungen der Kommission „Wachstum, Strukturwandel, Beschäftigung“, die eine Modernisierung der KWK empfiehlt. Die Verdichtung sowie der für die Einspeisung klimaneutraler und erneuerbarer Wärmeerzeuger erforderliche Umbau des Fernwärmenetzes sollte ebenso Gegenstand verstärkter Anstrengungen im KWKG sein. Der Neubau von Wärmenetzen, auf der Basis

---

neu erschlossener klimaneutraler Wärmequellen für definierte Abnehmer, etwa in einem Quartier, ist gerade dann vorteilhaft, wenn es sich um Neubauten oder sanierte Bestandsgebäude im Geschosswohnungsbau handelt, die insbesondere niedrige Temperaturniveaus erlauben. Dabei gilt der Grundsatz, dass die Integration von EE-Wärme umso besser gelingt, je niedriger das Temperaturniveau im Wärmenetz ist. Gegebenenfalls ist ein niedriges Temperaturniveau sogar Voraussetzung für eine EE-Wärmenetzeinspeisung.

Derzeit sind insbesondere in den großen Bestandsnetzen oft Vorlauftemperaturen deutlich über 100°C zu verzeichnen. Jedoch ist es gerade bei diesen Netzen aufwändig, eine Reduktion des Temperaturniveaus zu erzielen. Auch hängt die Möglichkeit zur Absenkung der Vorlauftemperatur im Wesentlichen von den Wärmeanforderungen der an das Wärmenetz angeschlossenen Kunden ab. In jedem Fall muss die Versorgungssicherheit gewährleistet sein.

Eine weitere Voraussetzung für Investitionen in Erhalt, Modernisierung und Transformation der Wärmenetzinfrastruktur ist deren Wirtschaftlichkeit. In der Regel ist diese bedingt durch hohe Anschlussdichten und einen entsprechenden Wärmeabsatz.

### **Maßnahmen**

Die Förderung für den Neubau von Wärmenetzen mit niedrigem Temperaturniveau wird im Rahmen des Programms Wärmnetze 4.0 gefördert, das auf ganzheitliche Modellprojekte setzt, „die zum Beispiel mit Großwärmespeichern und Großwärmepumpen kombiniert auch die Sektorkopplung verbessern und zusätzlich Abwärme integrieren.“ Hierbei kommt es darauf an, die Effekte der Innovationsförderung zu verstetigen und ihnen Breite zu geben. Auch in anderen Bereichen der Innovationsförderung wie der iKWK ist auf ausgewogene Förderbedingungen zu achten, um die Potenziale aller EE-Technologien voll auszuschöpfen.

Während im Programm „Wärmnetze 4.0“ neue Projekte mit hohen Anteilen klimaneutraler Wärme und niedrigen Temperaturen im Mittelpunkt stehen, fehlt es an klarer Unterstützung für die Integration von klimaneutraler Wärme in bestehende Netze. Hierbei kommt es ganz entscheidend darauf an, die unvermeidliche Langfristigkeit dieser Transformation zu berücksichtigen. Weder können der Anteil an klimaneutraler Wärme binnen kurzem signifikant gesteigert noch die Temperaturniveaus schnell abgesenkt werden, nicht zuletzt, weil niedrige Temperaturen ganz wesentlich auch Anpassungen auf Kundenseite voraussetzen.

Dennoch ist es natürlich unerlässlich, diese Umrüstungen voranzubringen. Dieser Transformationspfad muss so ausgestaltet werden, dass er die Substanz der Fernwärmenetze nicht gefährdet und ihre Wirtschaftlichkeit nicht bedroht. Sie sind ja gerade das Rückgrat für eine effektive Wärmewende im Ballungsraum. Es empfiehlt sich daher, die sukzessive Umrüstung von großen Bestandswärmenetzen in einem eigenen Programm abzubilden und zu fördern. Dies sollte auch die Nutzung von EE wie auch Flexibilität durch PtH und Speicher entsprechend würdigen

Die möglichen Modernisierungsmaßnahmen lassen sich deshalb unterteilen in solche, die im eigenen Netzbetrieb verortet sind und diejenigen, die beim Kunden durchzuführen sind. Letzteres kann die Wärmeinfrastruktur betreffen, aber auch die Absenkung des Temperatur-Anforderungsprofils durch eine Umstellung von Produktionsprozessen bei gewerblichen Kunden.

Wie im Folgenden beispielhaft aufgeführt, ergeben sich hierfür unterschiedliche Ausführungs- und Ausgestaltungsvarianten:

- Förderung in Abhängigkeit der erreichten Temperatur-/Rücklauf Temperaturabsenkung
- Kunden- und akteurspezifische Förderung, um die Motivation zur Durchführung von Maßnahmen zu erhöhen
- Anreiz zur Nutzung von Erneuerbaren Energien über Förderung in Abhängigkeit der eingesetzten EE an der Wärmeerzeugung

Höhere Fördersätze könnten wirksam werden, wenn Maßnahmen im Rahmen einer ganzheitlichen Wärmeplanung durchgeführt werden. Ein Beispiel für eine Orientierung an ganzheitlichen Ansätzen findet sich im EWärmeG in Baden-Württemberg. Die Nutzungspflicht nach § 4 Absatz 1 (beim Austausch oder dem nachträglichen Einbau einer Heizanlage müssen mindestens 15% des jährlichen Wärmeenergiebedarfs durch EE gedeckt werden oder der Wärmeenergiebedarf muss um mindestens 15% reduziert werden) lässt sich zu einem Drittel durch die Vorlage eines Sanierungsfahrplans erfüllen [EWärmeG, 2015].

In diesem Zusammenhang ist zu erwähnen, dass der Anschluss eines Gebäudes an ein Wärmenetz ebenfalls gefördert werden sollte. Hohe Anschlussdichten sind die Voraussetzung für eine gute Wirtschaftlichkeit der Wärmenetze. Eine explizite Förderung für den Anschluss an ein Wärmenetz, unabhängig von größeren Sanierungsmaßnahmen, gibt es derzeit in Einzelfällen, z. B. in der nordrhein-westfälischen Landeshauptstadt Düsseldorf im Rahmen des Förderprogramms Klimafreundliches Wohnen und Arbeiten in Düsseldorf [Umweltamt, 2018].

Die aufgeführten Maßnahmen lassen sich in der vom BMWi geplanten Wärmeinfrastrukturförderung für bestehende Wärmenetze und EE-Großanlagen integrieren. Dieses müsste neben den bereits beschriebenen Maßnahmen folgende Bestandteile aufweisen:

- Erhöhung der Anteile von Wärme/Kälte aus Erneuerbaren Energien, z. B. aus Solarthermie, Geothermie, Umweltwärme und Biomasse mittels einer Investitionsförderung für die EE-Wärme-Erzeugungsanlagen
- Erhöhung des Anteils von Wärme aus Power-to-Heat (Elektrokessel und/oder Großwärmepumpe) sowie des Einsatzes von Großwärmepumpen einschließlich der technischen Einbindung in die Wärmequelle (sofern nicht unter P2H gefördert)
- Erhöhung des Anteils von Abwärme
- Optimierung der Steuer- und Regelungstechnik im Wärmenetzsystem
- Reduzierung des Temperaturniveaus in bestehenden und neuen Wärmenetzen
- Umsetzung von Maßnahmen in Wärmenetzen in Bezug auf die Absenkung des Temperaturniveaus (Hausübergabestationen und Heizkörper, Haustechnik etc.)
- Wärme- und Kältenetzausbau (nicht KWK-Wärme)
- Errichtung von Wärme- und Kältespeichern (nicht KWK-Wärme)
- Risikoabsicherung für Geothermiebohrungen (siehe hierzu auch Kapitel 7.9)

---

## Auswirkungen

Die Maßnahme adressiert in erster Linie die beiden Hemmnisse physikalische Schwierigkeiten bei der Integration von einigen EE-Optionen sowie deren Wirtschaftlichkeit. Damit verbunden sind auch organisatorische Hemmnisse. Zudem kann die Wirtschaftlichkeit von Wärmenetzen in der Folge verbessert werden, weil die Netzverluste sinken. Sie wirkt auf alle Netztypen mit Ausnahme der neueren Netze, die bereits in einem ausreichend niedrigen Temperaturniveau arbeiten.

Die Maßnahme wirkt gleichwohl eher spezifisch, da die Relevanz der Temperatursenkungen nicht für alle EE in gleichem Maße erforderlich ist. Zudem bleibt der Konkurrenzbereich der objektgebundenen Wärmeversorgung von der Maßnahme nahezu unberührt. Der Aufwand ist eher gering, da die Forderung über eine neue Förderung realisierbar wäre. Außerdem sind nur bestimmte Stakeholder betroffen.

Die Kosten der Maßnahme können unabhängig von der Förderhöhe kritisch gesehen werden, da sie keine direkte EE-Wärme-Integration bedingen, sondern nur die Bedingungen verbessern bzw. die notwendigen Voraussetzungen schaffen. Dieser Nutzen darf jedoch nicht unterschätzt werden, da es der Anlass sein kann, intensiver als zuvor über die Optionen zur Integration von EE-Wärme nachzudenken (oder zum Erneuerungszeitpunkt einer abgängigen Erzeugung eine EE-Wärmeerzeugungsanlage statt einer fossilen wählen zu können). Ohne eine Förderung dürften insbesondere Maßnahmen beim Kunden regelmäßig unterbleiben. Das Kosten/Nutzen-Verhältnis ist demzufolge eher positiv zu bewerten.

Die Umsetzung der Maßnahme wäre kurzfristig möglich. Ihre Wirkung wird sich kontinuierlich über eine längere Zeit entfalten und die Investitionssicherheit erhöhen.

## 7.3 Entbürokratisierung und Vereinfachung von Förderprogrammen

- Entbürokratisierung der Fördermittelbeantragung
- Ein Ansprechpartner für unterschiedliche Fördertöpfe
- Bildung von Kompetenzzentren für FW-Förderungsmöglichkeiten

### Hintergrund

Die Förderung der treibhausgasarmen Energieversorgung erfolgt in Deutschland aktuell eher uneinheitlich. Die Basis bilden unterschiedliche Rechtsgrundlagen. Im Wesentlichen ist es das im Gesetz zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich (EEWärmeG) verankerte Marktanzreizprogramm und das Gesetz für die Erhaltung, die Modernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung (KWKG). Darin sind eine Vielzahl unterschiedlicher Fördertatbestände und ordnungsrechtlicher Vorgaben für unterschiedliche Erzeugungstechnologien, Wärmenutzer und Wärmenetztypen verankert.

Die Förderung von Abwärmenutzung erfolgt im Nationalen Aktionsplan Energieeffizienz (NAPE) und darüber hinaus gibt es regional weitere Vorgaben, wie etwa das Gesetz zur Nutzung erneuerbarer Wärmeenergie in Baden-Württemberg (EWärmeG).

Insbesondere von kleineren und weniger erfahrenen Akteuren in der Wärmeversorgung kann diese Vielfalt als unübersichtlich und daher als Hemmnis wahrgenommen werden. So ist es beispielsweise erforderlich, unterschiedliche Wärmenetzförderungen vergleichend zu betrachten. Auch die Beantragung und Abwicklung bei unterschiedlichen Förderstellen bzw. Projektträgern erhöht den Aufwand für den Fördernehmer.

Der Grad der inhaltlichen Konsolidierung der Förderstränge ist in hohem Maße variabel. Es gibt gute Gründe, etablierte Förderprogramme, wie beispielsweise das KWKG, als eigenständiges Instrument zu erhalten. Insbesondere hinsichtlich der Wärmenetzförderung, die nach wie vor im KWKG angelegt ist, sind jedoch Anpassungen vorzunehmen. Dies betrifft insbesondere die Förderung von Maßnahmen zum Umbau der Wärmenetze zur Erneuerbaren-Einspeisung, wie Temperaturabsenkung und Dampfnetznetzumstellung. In Abhängigkeit von der Ausgestaltung erfordert eine Konsolidierung erhebliche gesetzliche Anpassungen. Änderungen des EEWärmeG und des KWKG müssten vom Bundestag beschlossen werden, die Richtlinien zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung Erneuerbarer Energien im Wärmemarkt für das Marktanzreizprogramm können hingegen leichter angepasst werden können.

### **Maßnahme**

Vor dem Hintergrund einer langwierigen gesetzlichen Anpassung setzt die Maßnahme vor allem bei einer administrativen Vereinfachung, mittels einer für diesen Zweck zu entwickelnden Software an.

Die Software soll möglichst anwenderfreundlich gestaltet werden und die Beantragung der unterschiedlichen Förderprogramme in einem einzigen Portal zusammenführen. Zumal es für den Fördermittelempfänger zweitrangig ist, aus welchem Programm er den monetären Nutzen zieht bzw. welcher administrative Prozess zugrunde liegt. Priorität haben ein einfaches Antrags- und Abwicklungsschema wie auch die tatsächliche Förderhöhe. Fördertatbestände könnten grundsätzlich leichter in Anspruch genommen und treibhausgasneutrale Wärmeversorgungsoptionen konsequenter und im Sinne eines stärkeren Ausbaus der EE umgesetzt werden.

Diese Maßnahme adressiert vor allem bestehende organisatorische und planerische Schwierigkeiten bei der Einbindung von Erneuerbarer Wärme und Abwärme. Vielfach fehlt gerade Akteuren mit Abwärmepotenzialen die Erfahrung mit der Förderlandschaft. Aber auch Akteure mit Erfahrung im Wärmesektor kennen sich nicht notwendigerweise mit den Förderbedingungen für Erneuerbare Wärme aus.

Darüber hinaus kann die Konsolidierung der Förderung auch zu einer verbesserten Wirtschaftlichkeit und Wettbewerbsfähigkeit treibhausgasneutraler Wärmeversorgung führen. Die Maßnahme wirkt sich auf alle Typen von Wärmenetzen aus. Besonders hoch kann der Nutzen für kleine Netze mit tendenziell eher kleinen Akteuren eingestuft werden.

### **Auswirkungen**

Die unmittelbaren Kosten der Umstellung sind überschaubar, auch wenn das Design und die Abstimmung eines neuen Förderschemas einen gewissen Aufwand bedeuten. Falls die Förderhöhe insgesamt nicht verändert wird, ist die Maßnahme auch mittel- bis langfristig kostenneutral. Selbstverständlich würde bei mehr erfolgreichen Förderungsanwendungen auch die insgesamt angerufene Fördersumme steigen.

---

Auch wenn sich Änderungen der Förderung zunächst und unmittelbar bei der Umstellung eher negativ auf die Planungs- und Investitionssicherheit auswirken mögen: Mittel- bis langfristig wird eine einfachere administrative Abwicklung als sicher und verlässlich wahrgenommen.

Insbesondere für kleinere Akteure würde die weitläufige Förderlandschaft ein geringeres Hemmnis darstellen. Die Maßnahme wirkt unmittelbar nach Inkrafttreten der Änderung, würde aber vermutlich mit einer gewissen Übergangsfrist und Ausnahmen für den Bestandsschutz kombiniert, was die Wirkung verzögert.

#### **7.4 Nutzung statt Abregeln von EE-Strom**

- Schaffung eines Marktsegmentes für die Nutzung von sonst abgeregelten Strommengen
- Befreiung von allen Abgaben und Umlagen, die auf den Strompreis erhoben werden, sofern sonst abgeregelter EE-Strom systemdienlich genutzt werden kann
- Neutrale PEF-Bewertung für diese Strommengen

##### **Hintergrund**

Die Treibhausgasreduktion in der leitungsgebundenen Wärmeversorgung durch Einsatz von Erneuerbarem Strom ist aktuell vor allem dann gerechtfertigt, wenn es sich um die Strommengen handelt, die gegenwärtig aufgrund von Netzengpässen nicht zum Nutzer weitergeleitet werden können und die deshalb vom Netzbetreiber abgeregelt werden. Perspektivisch kann aber auch eine zeitweise bilanzielle Überdeckung des erneuerbaren Stromangebots angenommen werden, welche dann in der Wärmeversorgung ihre Senke findet. Da bei der Erzeugung des EE-Stroms keine Treibhausgasemissionen entstanden sind, trägt dessen Einsatz bei der Wärmeerzeugung, bspw. über die Einbindung von Umweltwärme, zur Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Wärmesektor bei und zwar umso mehr, je höher seine Wirkung auf die Primärenergieeinsparung ist (z.B. durch Einbindung von Umweltwärme).

Gleichzeitig wird durch die Vermeidung von Redispatch die Entlastung von in der Regel fossilen Kraftwerken jenseits des Engpasses vermieden. Hierdurch entsteht ein doppelter Treibhausgas-minderungseffekt.

Die Verwendung von Erneuerbarem Strom, selbst wenn er aus Gründen von Transportengpässen abgeregelt werden müsste, ist gegenwärtig kaum möglich. Dies ist unter anderem auf die sogenannten Letztverbraucherabgaben, also Netzentgelte, Umlagen, Stromsteuer und Konzessionsabgabe, zurückzuführen. Sie machen einen Großteil des Endkundenpreises aus und stellen ernsthafte Hürden für die Nutzung dieses Stroms in anderen Sektoren dar.

Die Gegenwärtigen Regelungen im Strommarkt, sehen die wettbewerbliche Bewirtschaftung von Engpässen nicht vor, obwohl

der finanzielle Aufwand für das regulierte Engpassmanagement – also Einspeisemanagement wie auch positiver und negativer Redispatch – im niedrigen einstelligen Mrd. Euro-Bereich liegt (2018 belief sich die Summe auf 1,4 Mrd. Euro) und sich künftig bei erheblich steigenden EE-Mengen trotz aller Anstrengungen im Bau von Übertragungsnetzen eher erhöhen dürfte.

##### **Maßnahme**

Um die Voraussetzung für die Nutzung von verfügbarem, erneuerbarem Strom in der Wärmeversorgung zu verbessern, könnte

- ein Marktsegment für sog. „Überschussstrom“ geschaffen sowie
- eine Befreiung von Umlage und Abgaben vorgenommen werden, sofern ansonsten abgeregelter Strom systemdienstlich genutzt werden kann.

Im Gesetz über die Elektrizitäts- und Gasversorgung (Energiewirtschaftsgesetz EnWG, § 13 Abs. 6a) ist die Nutzung von sonst abgeregeltem Strom in einem sehr abgegrenzten Kontext von Netzausbaubereich und Elektrodenkessel mit KWK vorgesehen. Diese Regelung sollte geographisch wie auch technologisch geöffnet werden.

Darüber hinaus beinhaltet das EnWG eine Verordnungsermächtigung für zu- und abschaltbare Lasten. Für abschaltbare Lasten wurde diese von der Bundesnetzagentur bereits umgesetzt. Die Regelungen verhindern jedoch weitgehend die Beteiligung von Akteuren aus der Wärmeversorgung. Einen entsprechenden Mechanismus für zuschaltbare Lasten gibt es bislang nicht.

Eine Verringerung der Umlagen und Abgaben führt dazu, dass der Strombezug insgesamt (oder zu Zeiten niedriger Börsenpreise bzw. in Abhängigkeit vom Grad der Netzauslastung) günstiger werden würde. Die Wirtschaftlichkeit anderweitig nicht nutzbarer Strommengen in der Wärmeversorgung würde dann hergestellt werden. Eine Flexibilisierung der Netzentgelte und/oder der Umlagen gemäß EEG, KWKG und EnWG könnte bspw. gemäß Netzauslastung, nach Schwankung des Börsen- oder Bezugspreises erfolgen. Ebenso könnten die Netzentgelte und/oder Abgaben unabhängig vom Strompreis refinanziert werden, so dass der Beschaffungspreis nicht verzerrt würde.

Eine Unterscheidung zwischen tatsächlich erneuerbarem und anderweitig günstigem Strom, wie er aktuell etwa zeitweise durch Must-Run-Kapazitäten verfügbar ist, wird durch die pauschale Veränderung der Letztverbraucherabgaben jedoch nicht gewährleistet. Es muss darauf geachtet werden, dass der EE-Strom gezielt für Wärmenetze, Power-to-Heat, KWK oder Speicherbefüllung genutzt wird und nicht für Anwendungen wie z. B. einem Heizstab, der als Ergänzung für eine fossile Objektversorgung installiert ist.

Zudem braucht der Einsatz von Strom zur Erzeugung von Wärme im Rahmen des EnWG § 13 Abs. 6a klare Regelungen zur primärenergetischen Bewertung, um hiermit Risiken für die KWK-Anlagenbetreiber zu beseitigen. Hier ist eine zumindest neutrale Bewertung des für die Wärmeerzeugung eingesetzten „Überschussstroms“ notwendig.

### **Auswirkungen**

Diese Maßnahme in all ihren Ausgestaltungsvarianten adressiert vor allem die Wirtschaftlichkeit treibhausgasarmer Wärmeversorgungsoptionen. Sie wirkt sich insbesondere auf die leitungsgebundene Wärmeversorgung aus, da die Verwendung von zeitlich schwankenden Überschüssen eine gewisse Flexibilität erfordert, die von objektgebundenen Heizsystemen schwieriger erbracht werden kann. Sie stellt einen zusätzlichen energiepolitischen Treiber für die Verbesserung der Klimaschutzbilanz der leitungsgebundenen Wärme dar. Sie adressiert vor allem die städtischen Wärmenetze, in denen in höherem Maße Power-to-Heat zum Einsatz kommt. Bei der Nutzung von abgeregeltem Strom ist jedoch die geographische Lage von größerer Bedeutung. Die Wirkung ist daher geographisch begrenzt und sehr spezifisch, da nur EE-Strom in einem sehr abgegrenzten Anwendungsrahmen von der Maßnahme erfasst werden.

---

Dementsprechend sind auch keine sehr tiefgreifenden Anpassungen zur Umsetzung der Nutzung von Erneuerbarem Strom in der Wärmeversorgung erforderlich. Die Anpassung in fast allen genannten Ausprägungen kann durch die Anpassung bzw. den Erlass von Verordnungen bewerkstelligt werden.

Die Kosten, sowohl der unmittelbaren Umstellung als auch der laufenden Umsetzung, halten sich entsprechend in Grenzen. Die Gesamtsumme der erhobenen Netzentgelte oder Umlagen sollte von der vorgeschlagenen Anpassung unbenommen bleiben. Auch die Anwendung im Netzausbaugebiet oder der Einsatz von zu- oder abschaltbaren Lasten erfolgt kostenneutral bzw. kosteneffizient und führt deshalb nicht zu Mehrkosten.

Der Nutzen ist ebenfalls punktuell. Das Potenzial für die Nutzung ansonsten abgeregelten Stroms ist eher begrenzt und selbst die perspektivisch als Überdeckung zur Verfügung stehenden Energiemengen sind vergleichsweise gering. Dort, wo aber Erneuerbarer Strom in der Wärmeversorgung zum Einsatz kommt, trägt er zweifelsohne zur Dekarbonisierung bei, und zwar umso mehr je höher die resultierende Primärenergieeinsparung ist. Darüber hinaus kann ein weiterer Nutzen in der Bereitstellung von Flexibilität für die Stromversorgung gesehen werden.

Da sich die Maßnahme nicht generell auf die Planung von Wärmeerzeugungsanlagen oder Wärmenetzen auswirkt, ist auch nicht davon auszugehen, dass sie Unsicherheiten für deren Betreiber beinhaltet. Sie könnte recht schnell und ohne Vorlauf umgesetzt werden. Die Wirkung würde sich demnach schnell durch entsprechende Investitionen entfalten und zumindest für die Lebensdauer der Investition fortbestehen.

## **7.5 Verpflichtende kommunale Wärmeplanung**

- Verpflichtung von Kommunen zur Durchführung einer Wärmeleitplanung
- Verpflichtung von Kommunen zur Umsetzung der Planung

### **Hintergrund**

Auf freiwilliger Basis sind kommunale Wärmeplanungen in Deutschland schon in zahlreichen Einzelfällen erfolgt. Die Vorteile dieser langfristigen Wärmeplanung sind vielfältiger Natur, z. B.:

- Sie stellt – auch in enger Vernetzung mit lokalen Klimaschutzkonzepten – die notwendigen Planungsdaten bereit, mit denen ein Mix von Maßnahmen zum Klimaschutz im Wärmesektor überhaupt erst wirkungsvoll werden kann.
- Günstige Zeitfenster für Infrastrukturmaßnahmen (z. B. bei ohnehin anstehenden Erneuerungsarbeiten) können genutzt werden und wirken sich kostenmindernd und akzeptanzsteigernd aus.
- Sie schafft die Grundlage zur Überwindung von Investitionshemmnissen durch Marktteilnehmer, die der Markt bisher nicht ausreichend dynamisch bewirkt hat.
- Dabei werden flächendeckend Wärmequellen und -senken sowie Abwärmepotenziale erhoben, aber auch Potenziale von Erneuerbaren Energien.
- In Szenarien lassen sich Wärmebedarfsentwicklungen sowie die Entwicklung von Neubaugebieten in den nächsten Jahren in die Planungen integrieren.

- Zukünftig benötigte Flächen (z. B. für Solarthermie oder Biomasse) können rechtzeitig erfasst und berücksichtigt werden.
- Sie bietet die Basis für integrale Lösungsansätze, was vor allem für die Etablierung von Wärmenetzen von großer Bedeutung ist, die jenseits von schleppend realisierten Einzelösungen die Möglichkeit für dynamischen und effizienten Klimaschutz schafft. Dies betrifft sowohl die räumliche Dimension von Versorgungskonzepten als auch die zeitliche, z. B. über eine mehrjährige Netzausbau- und Anschlussplanung.
- Eine Vernetzung von Akteuren wird durch eine einheitliche Planungsgrundlage und klare Entwicklungsfahrpläne unterstützt.

Eine Förderung ist durch Mittel der nationalen Klimaschutz-Initiative im Rahmen eines Klimaschutz-Teilkonzeptes Integrierte Wärmenutzung in Kommunen möglich. Darüber hinaus ist die Erstellung eines Masterplans 100% Klimaschutz förderfähig; hierbei ist eine CO<sub>2</sub>-Reduktion um 95% sowie eine Endenergieminderung um 50% gegenüber 1990 die verbindliche Zielsetzung. Auch das KfW-Förderprogramm 432 Energetische Stadtsanierung - Quartierskonzepte und Sanierungsmanagement adressiert eine Konzepterstellung, allerdings für Teilgebiete einer Stadt.

Eine Verpflichtung zur Konzepterstellung ist auf bundespolitischer Ebene bisher nicht durchsetzungsfähig gewesen. Als Gegenargument wird angeführt, dass dies verwaltungstechnisch nicht umsetzbar sei. Außerdem wird auf den zusätzlichen, nicht leistbaren personellen/finanziellen Aufwand zur Erstellung, Weiterentwicklung und Umsetzung der Pläne seitens der Städte und Kommunen verwiesen. Gegen diesen Vorbehalt spricht jedoch die hohe Nachfrage nach solchen Dienstleistungen.

Deshalb haben einige Bundesländer eigene, landesbezogene Initiativen ergriffen. In Bayern hat die Bayerische Staatsregierung bereits 2011 einen Leitfaden Energienutzungsplanung erstellt [StMUV, 2011] und fördert dessen Erstellung, mittlerweile ergänzt um ein Handbuch für Energienutzungspläne und eine Leistungsbeschreibung für Energienutzungspläne. In Thüringen wurde am 19.12.2017 der Entwurf des Thüringer Klimagesetzes beschlossen [TMUEN, 2017]. Dieses sieht vor, dass Städte und Landkreise ab spätestens 2025 Klimaschutzstrategien bzw. Wärmeanalysen und -konzepte erstellen oder vorhandene Konzepte fortschreiben müssen [stadt+werk, 2017]. Eine vorerst gescheiterte Initiative der Fraktion Bündnis 90/Die Grünen sah in Sachsen vor, kommunale Wärmenutzungspläne mit bis zu 80% zu fördern (also keine Pflicht), aber als stark motivierendes Element „die Aufstellung kommunaler Wärmenutzungspläne als Voraussetzung für die Auszahlung von Fördermitteln an Kommunen und kommunale Unternehmen für Wärmenetze, zentrale Wärmespeicher und Wärmeerzeugungsanlagen in die Förderrichtlinien des Freistaates aufzunehmen.“ [Sächs. Landtag, 2016]. Einen anderen Aspekt bei der Aufstellung solcher Konzepte regelt seit 2017 Schleswig-Holstein mit dem Gesetz zur Energiewende und zum Klimaschutz in Schleswig-Holstein, in dem dort die Rechtsgrundlage zur Bereitstellungspflicht von Daten durch Energieversorger und anderen Dritten und dem Umgang mit Datenschutzaspekten enthalten sind [MILI, 2017].

In Dänemark ist jede Kommune bereits seit 1979 gesetzlich verpflichtet, eine Wärmeplanung zu erarbeiten und die Abhängigkeit vom Import fossiler Energieträger deutlich zu verringern. Die klare Energiepolitik bot in Kombination mit diesen langfristig angelegten Wärmeplänen die nötige Planungssicherheit und war die Basis, auf der in Dänemark in den letzten Dekaden eine sehr

---

flächendeckende Wärmenetz-Infrastruktur entstanden ist, die auch in ländlich geprägte Gemeinden reicht und einen Marktanteil von rund 60% erreicht hat. Mehr als die Hälfte dieser Netzwärme stammt aus der Nutzung von Erneuerbaren Energien. So ist in dem vglw. kleinen Land bereits mehr als 1 Mio. m<sup>2</sup> Solarthermie installiert. Durch die Skalierungseffekte und andere begünstigende Umstände wie niedrige Grundstückskosten stellen diese Systeme Wärme zu wettbewerbsfähigen Erzeugungskosten bereit. So wundert es nicht, dass Dänemark regelmäßig als Musterbeispiel für eine zukunftsfähige Energiepolitik bzw. Wärmeversorgung angeführt wird.

### **Maßnahme**

Nach den Projekterfahrungen des IFAM und anderer Akteure ist es eigentlich keine Frage, ob solche Konzepte erstellt werden sollten, sondern nur wie eine Umsetzung sinnvollerweise zu erfolgen hat. Es zeigt sich regelmäßig, wie hilfreich die erarbeiteten Grundlagen für alle Akteure sind und welche Dynamik sich durch die Erkenntnisse und die regionale Vernetzung der Akteure ergeben. Was eine konsequente und flächendeckende Anwendung bewirken kann, lässt sich am oben erwähnten Beispiel Dänemark ablesen. Ohne alle Details einer solchen Maßnahme an dieser Stelle ausarbeiten zu wollen, lassen sich doch zentrale Anforderungen benennen:

- Es muss klare Vorgaben geben, welche Elemente und Aspekte eine Planung mindestens enthalten muss. Dazu bietet es sich an, entsprechende Kriterien, die prüfbar sind, zu formulieren.
- Wesentliche Elemente sind u. a. die Darstellung des aktuellen Standes und seiner Entstehung, die Beschreibung von Optionen zur Transformation des Versorgungssystems, die Identifikation der realistisch umsetzbaren Effizienzpotenziale und der jeweiligen lokalen/regionalen EE-Quellen zur Dekarbonisierung.
- Die Wärmeplanung darf nicht nur auf der „Flughöhe“ von Potenzialen und Optionen erfolgen, sondern muss konkrete Maßnahmen enthalten, wie die identifizierten Optionen genutzt werden sollen.
- Damit verbunden ist eine Zieldefinition für die nächsten Jahre, welche eine spätere Überprüfung des Zielerreichungsgrades ermöglicht und bei Abweichungen automatisch zu einem Nachsteuern führt.
- Absolut notwendig sind klare Qualitätsanforderungen sowie eine Qualitätskontrolle.

Die adressierten Hemmniskategorien sind die Überwindung organisatorischer/planerischer Schwierigkeiten sowie die Erhöhung der Nachfrage auf der Kundenseite. Außerdem wird ein zusätzlicher energiepolitischer Treiber installiert, der den Städten und Kommunen als zentrale Umsetzer und Multiplikatoren/Vernetzer eine aktivere Rolle zuweist.

### **Auswirkungen**

Die Maßnahme wirkt auf alle Netztypen und damit sehr breit. Der Aufwand ist eher gering, weil die Pflicht zur Erstellung über eine eigene Verordnung geregelt werden kann. Eine Konzepterstellung hat keine unmittelbaren wirtschaftlichen Auswirkungen. Die Auswirkungen auf Stakeholder sind überschaubar, für die Kommunen ergibt sich die Erstellungspflicht, für andere wie

z. B. Energieversorger lediglich eine Pflicht zur Datenlieferung; dafür ergibt sich aber auch für diese Akteure durch die integrale Betrachtung ein Erkenntnisgewinn.

Das Kosten/Nutzen-Verhältnis dürfte vergleichbar oder besser sein als bei der geförderten Teilkonzept-Erstellung, da mit dieser Maßnahme der Bezugsrahmen größer gesteckt wird und bspw. einen Bezug zu Klimaschutzziele erlauben. Der potenzielle Nutzen ist groß, da wichtige Voraussetzungen geschaffen werden, um Entwicklungspfade zu definieren und über die Projekte von integralerem Charakter zu planen und umzusetzen – die Konzepte erhöhen Planungssicherheit.

Die zeitliche Wirkung der Maßnahme ist demzufolge eher mittelfristig; dafür aber sehr dauerhaft, da sie etliche alternative Einzelversorgungslösungen vermeiden kann.

## **7.6 Primärenergiefaktoren im Energieeinsparrecht**

- Anschlussmöglichkeiten für neue Gebäude in bestehenden Wärmenetzen müssen aufrechterhalten bleiben und Anreize zur Einspeisung von Erneuerbaren Energien und Abwärme gestärkt werden
- Primärenergiefaktoren müssen so gewählt werden, dass Fernwärmenetze keinen Wettbewerbsnachteil gegenüber objektgebundenen Versorgungslösungen auf Basis fossiler Brennstoffe haben. Ein Methodenwechsel muss durch eine Bilanzierung begleitet werden, die die Bestandsgebäudeversorgung der Fernwärme adäquat berücksichtigt.

### **Hintergrund**

Die qualitative Steuerung von Anforderungsprofilen über Primärenergiefaktoren im Energieeinsparrecht unterliegt dem Dilemma, dass Verbesserungen bei der Anerkennung von Klimaneutralität nachteilige Wirkungen auf den Bestand von Fernwärmenetzen haben können. Gleichwohl sind diese aber für den Transport auch von klimaneutraler Wärme erforderlich. Aktuell wird im Rahmen der Vorbereitung für ein neues Gebäudeenergiegesetz eine Reform der momentan gültigen Methodik diskutiert. Die angestrebte Reform der Methodik für die Primärenergiefaktoren muss dabei so ausgestaltet werden, dass Fernwärmenetze keinen Wettbewerbsnachteil gegenüber (Einzel-)Versorgungslösungen (fossil) haben, denn sie sind als Infrastruktur der Wärmewende ein Schlüsselement.

Zweck der Primärenergiefaktoren (PEF) ist die Vergleichbarkeit unterschiedlicher Endenergieträger unter Energieeffizienz Gesichtspunkten als Grundlage des Energieeinsparrechts. Diese Faktoren haben für Einzelversorgung und Wärmenetze aber unterschiedliche Konsequenzen. Denn der PEF gilt für ein gesamtes Wärmenetz und umfasst, neben einer oft geringen Anzahl neuer Gebäude, eine meist deutlich größere Anzahl von Bestandsgebäuden. Neubauten und Kernsanierungen unterliegen grundsätzlich den Verpflichtungen des Energieeinsparrechtes. Bei hohen Primärenergieanforderungen an Neubauten können diese dann u. U. nicht an ein effizientes Fernwärmenetz angeschlossen werden, wenn das Bestandsnetz diesen hohen Anforderungen nicht entspricht. Das Ergebnis wäre, dass die Wirtschaftlichkeit des Gesamtnetzes leiden würde, da Wärmenetze den aufgrund von Effizienzinvestitionen in Gebäuden sinkenden Wärmebedarf aus ökonomischer Sicht möglichst durch Neuanschlüsse kompensieren müssen.

---

Bei einer Objektversorgung gibt es demgegenüber keinen vergleichbaren Zusammenhang. Mögliche Effizienzsteigerungen bzw. der Einsatz erneuerbarer Energien betreffen immer nur ein einzelnes Gebäude. Die Situation im Neubau wird durch mögliche Bestandsgebäude nicht beeinflusst. Dabei stellt die primärenergetische Verbesserung eines Wärmenetzes eine ungleich schwierigere und kostenaufwändigere Maßnahme dar als das bei einer Einzelgebäudeversorgung der Fall ist. Umgekehrt besteht das klimapolitisch nachvollziehbare Ziel, klimaneutrale Wärme in den PEF angemessen und als vorteilhaft zu berücksichtigen.

### **Maßnahme**

Das aktuell diskutierte neue Energiesparrecht muss also so gestaltet werden, dass es weiterhin Anreize für den Anschluss neuer Gebäude in bestehenden Wärmenetzen setzt, aber gleichzeitig zur Dekarbonisierung der Wärmenetze beiträgt.

Die Berechnungsmethode sollte demnach generell so gewählt werden, dass Fernwärmenetze keinen Wettbewerbsnachteil gegenüber (Einzel-)Versorgungslösungen (fossil) haben. Relevant ist hierbei vor allem der PEF-Bereich zwischen ca. 0,4 – 0,5.

Wenn in der Jahresbilanz der Wärmeerzeugung der Anteil der EE im Rahmen der Dekarbonisierungsstrategie steigt, muss sich dies in einem sinkenden PEF des Wärmenetzes niederschlagen. Ein Methodenwechsel – in Rede steht der Umstieg auf die Carnot-Methode – muss durch eine Bilanzierung begleitet werden, die die Bestandsgebäudeversorgung der Fernwärme adäquat berücksichtigt. Dieses könnte durch das Herausrechnen des Bestandsgebäudeanteils der Fernwärmeversorgung erfolgen, um hierdurch einen Fernwärmenetz-PEF für die Kalkulation von Neubaugebäuden zu erhalten.

## **7.7 Allgemeine Nutzungspflicht für EE im Gebäudebereich**

- Ausweitung der Nutzungspflichten und Beseitigung von Widersprüchen durch die Austauschförderung fossiler Heizkessel
- Wärmenetze heben bei Einspeisung von Erneuerbaren Energien und Abwärme Klimapotentiale in urbanen Regionen
- Mindestanteile für EE in Wärmenetzen müssten berücksichtigen, dass Wärmenetze i.d.R. den nicht verpflichteten Gebäudebestand mitversorgen

### **Hintergrund**

Die Klimaschutzziele erfordern, den Wärmemarkt bis 2050 (nahezu) komplett zu dekarbonisieren. Damit ist auch eine zunehmende Nutzung Erneuerbarer Energien in der Wärmeversorgung des Gebäudebestandes und in industriellen Prozessen entscheidend. Ausgehend von einem EE-Anteil im Wärmemarkt von rd. 14% ist eine entsprechend steil verlaufende Entwicklung notwendig, um dieses Ziel zu erreichen.

Eine bundesweite allgemeine Nutzungspflicht besteht über das EEWärmeG nur für den Neubau und überlässt die Möglichkeit zu Ersatzoptionen, bspw. zusätzliche Dämmung oder Einsatz von Fernwärme. Durch die geplante Zusammenlegung von EEWärmeG und Energieeinsparrecht zum

Gebäudeenergiegesetz stellt sich die Frage nach der Ausweitung der Nutzungspflicht auf Bestandsgebäude ebenso wie nach dem Auslaufen der Austauschförderung fossiler Heizkessel in den Förderprogrammen von KfW und BAFA.

Wärmenetze sind berechtigterweise eine Ersatzoption für Nutzungspflichten, da sie auch in dichter Bebauung zur Dekarbonisierung von Neubau und Gebäudebestand geeignet sind. Das gilt umso mehr, wenn abhängig von den regionalen Potenzialen die Nutzung von Wärme aus Erneuerbaren Energien, Abwärme und auch hocheffizienter KWK möglich ist. Eine Regelung für die Anerkennung von Fernwärme als Ersatzoption müsste eine Benachteiligung von Wärmenetzen vermeiden, die vor allem Bestandsgebäude versorgen, solange diese keinen Verpflichtungen unterliegen.

Sehr relevant sind gesetzliche Regelungen zu denjenigen Alternativen, die als Ersatz für die Erfüllung eines Pflichtanteils an EE anerkannt sind. Sind diese nicht ausreichend ambitioniert gesetzt, so werden für viele Jahre Möglichkeiten zur Dekarbonisierung vergeben und somit das Erreichen der Klimaziele behindert. Die Ersatzoptionen zur Nutzung von Erneuerbaren Energien erlauben es bspw., die Nutzungspflicht durch eine Übererfüllung der gesetzlichen Effizienzvorgaben um 15 Prozent bzw. durch Wärmebereitstellung auf Basis von KWK, Fernwärme oder Abwärme vollständig zu umgehen. In allen Fällen kann der Wärmebedarf vollständig durch fossile Brennstoffe gedeckt werden. Äußerst fraglich ist, inwieweit ein solches Ordnungsrecht auch unter Akzeptanzgesichtspunkten einen passenden Rahmen für die Dekarbonisierung des Gebäudebestands darstellt.

### **Maßnahme**

Eine Ausweitung der Nutzungspflicht wäre nach dem Beispiel des EWärmeG in Baden-Württemberg durchführbar. Dabei könnten Bestandsgebäude auch dann Nutzungspflichten unterworfen werden, wenn größere Sanierungsarbeiten oder ein Heizungsaustausch an der Gebäudehülle durchgeführt werden.

Zudem sind Widersprüche zwischen EEWärmeG, Gebäudeenergierecht und den Förderprogrammen von KfW und BAFA aufzulösen. So steht etwa die Förderung für den Ersatz veralteter Heizkessel durch eine neue fossile Wärmeversorgung im Widerspruch zu den Zielen für den Gebäudesektor. Dies gilt auch für die Option des EEWärmeG, den Einsatz Erneuerbarer Energien durch zusätzliche Dämmung zu kompensieren. In beiden Fällen entstehen langjährige Lock-In-Effekte, die auch nicht durch einen geringfügig verbesserten Wärmeschutz ausgeglichen werden können.

Fernwärme ist hingegen als Ersatzoption zu erhalten. Fernwärme ist eine Infrastruktur, die in der Wärmeerzeugung technologieneutral und zukunfts offen ist. Wärmenetze können unterschiedliche Formen der klimaschonenden Wärmeerzeugung einbinden, die unmittelbar allen angeschlossenen Gebäuden zugutekommen. Zudem lässt sich der Erzeugungsmix in einem Wärmenetz zugunsten der Klimaverträglichkeit kontinuierlich weiterentwickeln. Die Frage ist berechtigt, wie erreicht werden kann, dass Wärmenetze in zunehmendem Maße Erneuerbare Energien integrieren. Bei Wärmenetzen ist zu berücksichtigen, welche Quellen Erneuerbarer Wärme und in welchem Umfang jeweils vorhanden ist. Dabei sind in vielen Städten weniger Erneuerbare Energien als vielmehr Abwärme (z. B. aus Müllverbrennung oder Industrieprozessen)

---

sen) als CO<sub>2</sub>-freie Wärmequelle verfügbar. Zum anderen stellt eine Verpflichtung eine technologiebezogene Diskriminierung dar, solange es keine Nutzungspflichten für den an das gleiche Wärmenetz angeschlossenen Gebäudebestand gibt.

Ausführungsvarianten könnten eigene Quoten für die Deckung des Prozesswärmebedarfs für Unternehmen oder für die Betreiber von Wärmenetzen festlegen. Letzteres würde dazu beitragen, die Akzeptanz der Ersatzmaßnahme Anschluss an ein Wärmenetz des EEWärmeG zu erhöhen, da es Meinungen gibt, die eine überwiegende Bereitstellung aus (fossiler) KWK ohne die Festlegung eines Mindestanteils an EE als nicht ausreichend ansehen [BMW, 2015].

### **Auswirkungen**

Gebäude, die unter die Verpflichtungen des zukünftigen Gebäudeenergiegesetzes fallen, befinden sich nach den erforderlichen Maßnahmen im Zielkorridor für den Gebäudesektor. Eine Ausweitung der EE-Nutzungspflicht auf Bestandsgebäude, die größere Sanierungen oder einen Heizungstausch durchführen, würde zusätzliche Klimaschutzpotenziale im Gebäudebestand heben.

Die Anerkennung von Wärmenetzen als Ersatzmaßnahme sorgt bereits jetzt dafür, dass die leitungsgebundene Wärme zu den häufigsten Heizungsoptionen im städtischen Neubau zählt. In Abhängigkeit von den eingebundenen Wärmequellen kann sie eine klimaschonende und kosteneffiziente Wärmeversorgungslösung darstellen, um angeschlossene Gebäude in den Zielkorridor der Gebäudeziele zu bringen.

Die durch den Wegfall der Förderung für fossile Heizkessel freiwerdenden Mittel könnten zur Förderung von Wärmenetzanschlüssen genutzt werden. Auch die gezielte Förderung von Maßnahmen an Gebäuden, die eine Beheizung mit geringeren Temperaturen ermöglichen (Fußbodenheizung) wäre sinnvoll, um damit indirekt die Transformation von Wärmenetzen zu unterstützen.

Der Aufwand ist eher hoch, da sehr viele Eigentümer von Wohn- und Nichtwohngebäuden, in größerem Maße auch die Wohnungswirtschaft, durch zusätzliche Pflichten betroffen wären. Absatzmindernde Effekte sind bei den Anbietern fossiler Brennstoffe sowie von Anlagen zu deren Nutzung zu erwarten. Durch die geplante Einführung des GEG würde die Zahl der tangierten Gesetze und Verordnungen auf ein mittleres Maß reduziert.

Das Kosten/Nutzen-Verhältnis hängt davon ab, ob bzw. in welchem Umfang die Pflicht zur Erhöhung der EE-Anteile mit einer Förderung dieser Maßnahmen kombiniert wird. Der Nutzen ist im Vergleich zu anderen Maßnahmen höher, da die festgelegten Anteile an EE (in Abhängigkeit der erlaubten Ersatzmaßnahmen) weitgehend erreicht werden.

## **7.8 Ausfallfonds/Bürgschaften zur Besicherung von EE- und Abwärme**

- Erneuerbare Wärme aus fluktuierenden Quellen und Abwärme unterliegen größeren Ausfallrisiken und Schwankungen im Einspeisevermögen
- Absicherung der fluktuierenden Energielieferung hinsichtlich nötiger Investitionen in Reserveanlagen und des wirtschaftlichen Ausfallrisikos

### **Hintergrund**

Ein großes Hemmnis bei der Einbindung von Erneuerbaren Energien aus einer fluktuierenden

Quelle und Abwärme ist die Besicherung der Energielieferung. Dies betrifft den Ausgleich von kurzfristigen Verfügbarkeitsschwankungen und langfristiger Planungsunsicherheit. Bei Solarthermie entstehen Fluktuationen beispielsweise durch die schwankende Sonneneinstrahlung, im Fall von Abwärme mitunter durch Schwankungen im gekoppelten Produktionsprozess. Vielfach ist deshalb im Zusammenhang mit solchen Wärmequellen eine höhere Spitzen-, Speicher oder Reservekapazität erforderlich als bei plan- und steuerbaren Wärmeerzeugern. Ein weiterer wichtiger Aspekt betrifft die längerfristige Verfügbarkeit insbesondere von Abwärmepotenzialen. Die Produktionsprozesse, die zur Entstehung der Abwärme führen, unterliegen in der Regel einer Vielzahl von Wettbewerbs- und Strategieeinflüssen außerhalb der Wärmeversorgung. Dementsprechend kann die Einspeisung aus der Perspektive der leitungsgebundenen Wärmeversorgung mit Planungshorizonten von 15 bis 20 Jahren recht plötzlich wegbrechen. Für die potenziellen Abwärmelieferanten hingegen wirken langfristige Verträge, wie sie in der Energieversorgung üblich und erforderlich sind, abschreckend und wiegen ggf. den Anreiz eines Nebenerlöses auf.

### **Maßnahme**

Die Absicherung dieser Schwankungen und Unsicherheiten durch einen umlagefinanzierten Fonds, zum Beispiel vergleichbar mit der im EnWG verankerten Regelung zur Haftung für Offshore-Windenergieanlagen, durch Bürgschaften der betreffenden Kommunen oder eine ähnliche Regelung, könnte die Einbindung von fluktuierenden Erneuerbaren Energien und Abwärmepotenzialen deutlich erleichtern.

Eine solche Maßnahme adressiert vor allem organisatorische und planerische, in geringerem Umfang auch physikalische Hemmnisse bei der Integration dieser Wärmepotenziale. Insgesamt würde die Wirtschaftlichkeit der Einbindung von Erneuerbaren Energien und Abwärme verbessert. Die Maßnahme wirkt sich grundsätzlich in allen definierten Wärmenetztypen aus, wobei insbesondere städtische und industrielle Netze, die höhere Abwärmepotenziale aufweisen, profitieren würden.

### **Auswirkungen**

Die Formalisierung der Besicherung von Schwankungen stellt, je nach Ausgestaltung, einen eher geringen Aufwand dar. Würde sie parallel zur Haftung im Kontext von Offshore-Windanlagen im EnWG verankert, wäre eine Gesetzesänderung erforderlich. Mutmaßlich könnte die Umsetzung aber auch niedrigschwelliger in einer Verordnung oder sogar dezentral auf kommunaler Ebene erfolgen. Abhängig davon, wie die Umlage erfolgt bzw. die Besicherung finanziert wird, wären selbstverständlich die entsprechenden Stakeholder einzubinden.

Die Kosten der Maßnahme werden entsprechend des Volumens der Verträge, die von der Besicherung Gebrauch machen würden, als eher gering eingestuft. Zudem ist die Eintrittswahrscheinlichkeit für den Besicherungsfall eher gering. Entsprechend dürfte aber auch der Nutzen eher begrenzt bleiben. Es könnten sicherlich einige zusätzliche Potenziale gehoben werden; viele der gegenwärtigen Hemmnisse bestünden aber trotz Besicherung weiter.

Insgesamt könnte die Maßnahme recht zeitnah umgesetzt werden und würde dann mit Abschluss der ersten Verträge und über die Vertragslaufzeit Ihre Wirkung entfalten.

---

## 7.9 Abschaffung der Privilegierungen für fossile Heizsysteme in der objektgebundenen Wärmeversorgung

- Abschaffung von Förderungen und steuerlichen Vorteilen beim Austausch von Altanlagen durch neue fossile Heizsysteme in der objektgebundenen Wärmeversorgung

### Hintergrund

In der Wärmeversorgung sowie in der Energiewirtschaft insgesamt existieren immer noch Privilegien für die Nutzung fossiler Energieträger. Dies betrifft zum einen den Investitionszuschuss für fossile, wenn auch effizientere und schadstoffärmere Wärmeerzeugungsanlagen im KfW-Programm „Energieeffizient Sanieren“. Zum anderen wirken sich auch steuerliche Regelungen mitunter zugunsten fossiler Wärmeerzeugung aus.

### Maßnahme

Der Investitionskostenzuschuss der KfW für fossile Feuerungsanlagen sollte gestrichen werden. Auch die Möglichkeit zur steuerlichen Abschreibung einer neuen, fossil gefeuerten Anlage sollte hinterfragt werden. Mit der Abschaffung dieser Privilegien würde der Anreiz verstärkt, beim Austausch einer veralteten, defekten Heizungsanlage die Wirtschaftlichkeit verschiedener Alternativen zu neuen fossiler Einzelhausfeuerungsanlage genau zu vergleichen. Die Wirtschaftlichkeit erneuerbarer Heizungsformen und der Fernwärme würde im Wettbewerb gestärkt.

### Auswirkungen

Die Maßnahme beschränkt sich auf Bestandsgebäude, bei denen ein Heizungstausch notwendig wird. Ein Großteil der Einzelheizungsanlagen ist derzeit veraltet. Durch einen starken Anreiz, zu leitungsgebundener Wärme oder anderen EE-Lösungen zu wechseln, ließe sich vielfach ein wichtiger Technologiewechsel anreizen und ein Lock-In-Effekt durch neue fossile Kesselanlagen verhindern.

## 7.10 Einrichtung Kompetenzzentren Wärmenetze

- Häufig noch praktische Hemmnisse und Knowhow-Defizite bei Projekten im klein-städtischen oder ländlichen Raum
- Unterstützung durch spezialisierte Zentren im Rahmen der Klima- und Energieagenturen der Bundesländer mit u. a. allgemeinen Informationsangeboten, Projektunterstützung, Vernetzung

### Hintergrund

Die Integration von EE und Abwärme in Wärmenetze bzw. der Aus- und Aufbau von Wärmenetzen, die einen hohen EE- oder Abwärme-Anteil aufweisen, setzt spezifische Fachkenntnisse voraus. Während diese bei größeren Unternehmen noch in entsprechendem Ausmaß vorhanden sind, so stellt dies für kleine Unternehmen mit geringerer Personaldecke und weniger Erfahrungen eine größere Hürde dar. Besonders betrifft dies jedoch die kleineren Kommunen, die häufig der zentrale Initiator und Treiber für solche Aktivitäten sind; wie sie in den letzten Jahren insbesondere in Baden-Württemberg und Bayern zu beobachten waren (häufig als „Bioenergiedorf“ bezeichnet).

## **Maßnahme**

Aufbauend auf den ersten Erfahrungen des Kompetenzzentrums Wärmenetze in Baden-Württemberg sollte dieses Vorbild auf weitere Bundesländer ausgeweitet werden. Das Kompetenzzentrum Wärmenetze bei der Klima- und Energieagentur Baden-Württemberg (KEA) wurde im Juli 2015 zur Beförderung des Ausbaus energieeffizienter Wärmenetze eingerichtet. Wesentliche Aufgaben und Angebote des Kompetenzzentrums Wärmenetze sind vor allem die Information und Initialberatung vor Ort, Aufbau und Pflege eines Wissensportals, Organisation von Informationsveranstaltungen, die Vernetzung mit Energieagenturen, Initiativen, Themen- und anlassbezogenen Netzwerken und Arbeitskreisen.

Zusätzlich wird dort als weitere regionale und lokale Unterstützungsmaßnahme eine Beratungs- und Netzwerkinitiative in den zwölf Regionen in Baden-Württemberg gefördert, die das Thema Wärmenetze in der Region pro-aktiv aufgreift. Angesprochen werden Kommunen und Stadtwerke, Energiegenossenschaften, aber auch Planungsbüros, Projektentwickler und andere Umsetzungsakteure bis hin zur interessierten Bevölkerung.

## **Auswirkungen**

Spezialisierte Kompetenzzentren können helfen, organisatorische, und physikalische Schwierigkeiten für Wärmenetzprojekte zu überwinden sowie durch Informationsangebote zur Erhöhung der Nachfrage auf der Kundenseite beitragen. Als indirekte Folge ist zu erwarten, dass auf der Grundlage des zusätzlichen Wissens eine bessere Wirtschaftlichkeit zu erzielen ist, z. B. weil bestimmte Fehler vermieden werden können.

Die Maßnahme wirkt bevorzugt auf Quartiers- und Inselnetze in kleineren Städten und Kommunen im ländlichen Raum (Bioenergiedörfer), also eher spezifisch. Der Aufwand ist sehr gering, weil es sich um Beratungsleistungen handelt, die keine unmittelbaren wirtschaftlichen Auswirkungen haben und keine Änderungen bestehender Gesetze und Verordnungen erfordern. Das Kosten/Nutzen-Verhältnis ist als gut bis sehr gut zu bewerten, weil nur vergleichsweise geringe Mittel für die Beratungsperson(en) bereitgestellt werden müssen; aber keine Fördermittel, die an einzelne Durchführungsmaßnahmen geknüpft sind. Die zeitliche Wirkung der Maßnahme ist demzufolge nicht unmittelbar zu erwarten, sondern eher mittelfristig. Dafür wirken die Effekte vermutlich länger als bei anderen Maßnahmen, weil es sich in etlichen Fällen auch um neu errichtete Wärmenetzlösungen handeln wird, die dann dauerhaft alternative Einzelversorgungen ersetzen würden. Die Maßnahme schafft wichtige Voraussetzungen, um Projekte zu initiieren und deren Umsetzungschancen deutlich zu erhöhen – nicht zuletzt durch die Neutralität der Beratung sowie die Vernetzung der planenden Akteure mit denen erfolgreich realisierter Projekte.

## **7.11 Zuordnung der Maßnahmen zu adressierten Hemmnissen und Netztypen**

In den nachfolgenden Tabellen wird zusammenfassend dargestellt, welche der in den Abschnitten 1 bis 10 ausgeführten Maßnahmen auf die Hemmniskategorien aus Abschnitt 6.1 bzw. die Netztypen aus Abschnitt 3.7 wirken.

Tabelle 7-1: Zuordnung der Maßnahmen zu Hemmniskategorien

Hemmnis				
Maßnahme	Verschiedene ökonomische Hemmnisse	Physikalische Schwierigkeiten bei Integration EE / Abwärme	Organisatorische Schwierigkeiten bei Integration EE + Abwärme	Unzureichende gesellschaftliche Treiber
1. CO <sub>2</sub> -Bepreisung	X			X
2. Maßnahmen zur Modernisierung von Wärmenetzen	X	X	(X)	
3. Entbürokratisierung	(X)		X	
4. Nutzen statt Abregeln	X			X
5. Verpflichtende kommunale Wärmeplanung	X		X	X
6. Primärenergiefaktoren im Einsparrecht		(X)		X
7. Allgemeine Nutzungspflicht für EE	X	(X)		X
8. Ausfallvorsorgefonds / Bürgschaften	X	(X)	X	
9. Abschaffung Privilegien fossiler Energieträger	X			X
10. Einrichtung Kompetenzzentrum	(X)	X	X	

X: direkte Wirkung (X): indirekte Wirkung

Tabelle 7-2: Zuordnung der Maßnahmen zu Netztypen

Netztyp							
Maßnahme	1 Großstadt	2 Mittelstadt	3 Kleinstadt / Inselnetz	4 Neubaugebiet (Inselnetz)	5 Bioenergie-dörfer	6 Quartier, viel EE	7 Industrie-Netz
1. CO <sub>2</sub> -Bepreisung	X	X	X	X		X	X
2. Maßnahmen zur Modernisierung von Wärmenetzen	X	X	X				X
3. Entbürokratisierung	X	X	X	X		X	X
4. Nutzen statt Abregeln	X	X	(X)				(X)
5. Verpflichtende kommunale Wärmeplanung	X	X	X	X		X	X
6. Primärenergiefaktoren im Einsparrecht				X			
7. Allgemeine Nutzungspflicht für EE	X	X	X	(X)		(X)	X
8. Ausfallvorsorgefonds / Bürgschaften	X	X	(X)			(X)	X
9. Abschaffung Privilegien fossiler Energieträger	X	X	X	(X)		X	(X)
10. Einrichtung Kompetenzzentrum			X	X		X	

X: direkte Wirkung (X): indirekte Wirkung

## 8 Literatur

- [AEE, 2017] Metaanalyse - Zusammenspiel von Wärme- und Stromsystem, Agentur Erneuerbare Energien, Berlin, Juli 2017
- [AGEB, 2017] Anwendungsbilanzen für die Endenergiesektoren in Deutschland in den Jahren 2013 bis 2016, Berlin, November 2017
- [AGEB, 2018] Anwendungsbilanzen für die Endenergiesektoren in Deutschland in den Jahren 2017 bis 2018, Berlin, Januar 2020
- [AGFW, 2005] Perspektiven der Fernwärme und der Kraft-Wärme-Kopplung - Ergebnisse und Schlussfolgerungen aus der AGFW-Studie „Pluralistische Wärmeversorgung“, Frankfurt am Main, Januar 2005
- [AGFW, 2014] Transformationsstrategien Fernwärme - TRAFO - Ein Gemeinschaftsprojekt von ifeu-Institut, GEF Ingenieur AG und AGFW, AGFW Forschung und Entwicklung Heft 24, Frankfurt, April 2014
- [AGFW, 2014b] EnEff: Wärme - Methodische Ansätze zur Temperaturabsenkung eines gewachsenen Fernwärmenetzes - Leitfaden -, Forschung und Entwicklung Heft 26, AGFW, Frankfurt, März 2014
- [AGFW, 2017] AGFW – Hauptbericht 2016, AGFW, Frankfurt, August 2017
- [AGFW, 2018] Basisdaten zum AGFW-Hauptbericht 2016, zur vertraulichen Nutzung übermittelt von F. Uthoff am 05.03.2018
- [AGFW, 2018b] AGFW Aktuell, Ausgabe 09/18 vom 29.03.2018
- [AGFW, 2019] Leitfaden für die Erschließung von Abwärmequellen für die Fernwärmeversorgung - Kurzfassung, Frankfurt am Main, Oktober 2019
- [Agora Energiewende, 2018] Wert der Effizienz im Gebäudesektor in Zeiten der Sektorenkopplung Endbericht einer Studie vom Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg (ifeu), dem Fraunhofer IEE und Consentec, November 2018
- [Agora Energiewende, 2019] Wie werden Wärmenetze grün? Dokumentation zur Diskussionsveranstaltung am 21. Mai 2019 auf den Berliner Energietaugen. Download am 23.08.2019, <https://www.agora-energie-wende.de/veroeffentlichungen/wie-werden-waermenetze-gruen-1/>
- [BayGW, 2015] Richtlinien zur Durchführung des Bayerischen Programms zum verstärkten Ausbau von Tiefengeothermie-Wärmenetzen (Richtlinien Geothermie-Wärmenetze – BayGW), Bekanntmachung vom 12.03.2015

- 
- [BBSR, 2015] Referenz Gemeinden und Gemeindeverbände, Stadt- und Gemeindetyp, Stand 31.12.2015, <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/forschung/raumbeobachtung/Raumabgrenzungen/deutschland/gemeinden/StadtGemeindetyp/download-ref-sgtyp.xlsx>
- [BCG & prognos, 2018] Klimapfade für Deutschland, Boston Consulting Group & Prognos, Studie im Auftrag des BDI, Januar 2018
- [BDEW, 2017] Strategiepapier „Zukunft Wärmenetzsysteme“, BDEW, Berlin, 15.06.2017
- [BEE, 2017] BEE-Stellungnahme zum Referentenentwurf für ein Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung Erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden vom 23. Januar 2017, BEE, Berlin, 01.02.2017
- [Beuth, 2017] Ableitung eines Korridors für den Ausbau der erneuerbaren Wärme im Gebäudebereich, Beuth Hochschule für Technik Berlin, ifeu-Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg
- [BGH, 1989] BGH-Urteil vom 25. Oktober 1989, NJW 1990, 1181; auch <https://dejure.org/dienste/vernetzung/rechtsprechung?Gericht=BGH&Datum=25.10.1989&Aktenzeichen=VIII%20ZR%20229/88>
- [BMU, 2009] Ergänzende Untersuchungen und vertiefende Analysen zu möglichen Ausgestaltungsvarianten eines Wärmegesetzes. Endbericht, 2009
- [BMU, 2016] Klimaschutzplan 2050, Klimaschutzpolitischer Grundsätze und Ziele der Bundesregierung, Hrsg. BMU, Nov 2016
- [BMU, 2019] Klimaschutz in Zahlen, Fakten, Trends und Impulse deutscher Klimapolitik, Ausgabe 2019, Mai 2019
- [BMWi, 2010] Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung, 28.Sep 2010
- [BMWi, 2014] Sanierungsbedarf im Gebäudebestand – Ein Beitrag zur Energieeffizienzstrategie Gebäude, BMWi, Dezember 2014
- [BMWi, 2015] Zweiter Erfahrungsbericht zum Erneuerbare-Energien-Wärme-gesetz, BMWi, November 2015, [www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/zweiter-erfahrungsbericht-erneuerbare-energien-waermegesetz.html](http://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/zweiter-erfahrungsbericht-erneuerbare-energien-waermegesetz.html)
- [BMWi, 2015b] Energieeffizienzstrategie Gebäude, BMWi, November 2015, [https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/energieeffizienzstrategie-gebaeude.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=25](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/energieeffizienzstrategie-gebaeude.pdf?__blob=publicationFile&v=25)

- [BMWi, 2017] Strom 2030: Langfristige Trends – Aufgaben für die kommenden Jahre, BMWi, Januar 2017
- [BMWi, 2018] Zahlen und Fakten – Energiedaten Nationale und internationale Entwicklung & Energiedaten: Gesamtausgabe, BMWi, Stand 23.01.2018
- [BMWi, 2018b] Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2017, Grafiken und Diagramme unter Verwendung aktueller Daten der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat), Stand Dezember 2018, [www.erneuerbare-energien.de](http://www.erneuerbare-energien.de)
- [Brückner, 2016] Industrielle Abwärme in Deutschland - Bestimmung von gesichertem Aufkommen und technischer bzw. wirtschaftlicher Nutzbarkeit; Technische Universität München, Oktober 2016
- [Bundesanzeiger, 2017] Förderbekanntmachung zu den Modellvorhaben Wärmenetzsysteme 4.0 („Wärmenetze 4.0“); Fassung vom 27. Juni 2017, veröffentlicht im Bundesanzeiger am 30.07.2017
- [Bundeskartellamt, 2012] Sektoruntersuchung Fernwärme - Abschlussbericht gemäß § 32e GWB - August 2012; Bundeskartellamt August 2012
- [Bundesregierung, 2018] Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD, 19. Legislaturperiode, vom 14.03.2018, [www.bundesregierung.de/Content/DE/StatischeSeiten/Breg/koalitionsvertrag-inhaltsverzeichnis.html](http://www.bundesregierung.de/Content/DE/StatischeSeiten/Breg/koalitionsvertrag-inhaltsverzeichnis.html)
- [Destatis, 2019a] Statistisches Bundesamt, Stromerzeugungsanlagen der Betriebe im Bergbau und im Verarbeitenden Gewerbe, Fachserie 4 Reihe 6.4, 12/2019 sowie Jahresehebung „Elektrizitäts- und Wärmeerzeugung der allgemeinen Versorgung (066K)
- [Destatis, 2019b] Statistisches Bundesamt, Bestand an Wohnungen, Fachserie 5 Reihe 3, 12/2019
- [DVGW, 2018] Die Rolle von Gas im zukünftigen Energiesystem. Ecofys im Auftrag von DVGW, Oktober 2018
- [EC 2003/96] Richtlinie 2003/96/EC zur Restrukturierung der gemeinschaftlichen Rahmenvorschriften zur Besteuerung von Energieerzeugnissen und elektrischem Strom, 27. Oktober 2003
- [EEWärmeG, 2009] Gesetz zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich (Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz - EEWärmeG), zuletzt geändert am 20.10.2015
- [EWärmeG, 2015] Gesetz zur Nutzung erneuerbarer Wärmeenergie in Baden-Württemberg (Erneuerbare-Wärme-Gesetz – EWärmeG), vom 17.03. 2015

- 
- [Enerstorage, 2016] FGE-Kolloquium Aachen, enerstorage GmbH Tobias Assmann 10. November 2016; <http://www.fge.rwth-aachen.de/wp-content/uploads/2016/11/20161109-ENERSTORAGE-Einsatzmöglichkeiten-PtH.pdf>
- [Fischedick, 2006] Manfred Fischedick u.a., Anforderungen an Nah- und Fernwärmenetze sowie Strategien für Marktakteure in Hinblick auf die Erreichung der Klimaschutzziele der Bundesregierung bis 2020
- [FBI & ITG, 2016] Dezentrale vs. zentrale Wärmeversorgung im deutschen Wärmemarkt - Vergleichende Studie aus energetischer und ökonomischer Sicht, ITG Institut für Technische Gebäudeausrüstung Dresden Forschung und Anwendung GmbH & Forschungszentrum Betriebliche Immobilienwirtschaft FBI an der Technischen Universität Darmstadt, September 2016
- [f<sub>p</sub>-Liste, 2018] Liste der f<sub>p</sub>-Bescheinigungen nach FW 309-1 nach Städten sortiert, Stand: 01.02.2018, Download am 14.03.2018, <http://www.agfw.de/erzeugung/energetische-bewertung/enev-und-fernwaerme/>
- [FW 309-1, 2014] Arbeitsblatt AGFW FW 309 Teil 1 Energetische Bewertung der Fernwärme - Bestimmung der spezifischen Primärenergiefaktoren für Fernwärmeversorgungssysteme, AGFW, Mai 2014
- [FW309-1 Entwurf, 2017] Arbeitsblatt AGFW FW 309 Teil 1 Entwurf - Energetische Bewertung der Fernwärme - Bestimmung der spezifischen Primärenergiefaktoren für Fernwärmeversorgungssysteme, AGFW, 2017
- [GEF Ingenieur AG, 2014] GEF Ingenieur AG u.a., Wärmeetlas, 2014
- [Greenpeace, 2016] Was bedeutet das Pariser Abkommen für den Klimaschutz in Deutschland? Kurzstudie von NewClimate Institute im Auftrag von Greenpeace, Greenpeace Hamburg, Februar 2016
- [Greller, 2015] Greller M., Bieberbach F., Entwurf eines technischen und ökologischen Strukturwandels in der Fernwärmeversorgung, Energiewirtschaftliche Tagesfragen, S.14-17, 2015
- [HIC, 2018] Kommunalen Klimaschutz durch Verbesserung der Effizienz in der Fernwärmeversorgung mittels Nutzung von Niedertemperaturwärmequellen am Beispiel tiefegeothermischer Ressourcen, im Auftrag des UBA, FKZ 3715 41 112 0, Entwurf des Endberichts, Stand 22.02.2018
- [ISE, 2015] Was kostet die Energiewende? Wege zur Transformation des deutschen Energiesystems bis 2050, Freiburg, Nov 2015
- [IER & IFAM, 2015] Die 70/70-Strategie, Studie von IER Uni Stuttgart und Fraunhofer IFAM im Auftrag des AGFW, Frankfurt 2015

- [ifeu, GEF, AGFW 2013] Transformationsstrategien Fernwärme, Hrsg. AGFW, Apr 2013
- [ifeu & AGFW et al., 2017] Wärmenetzsysteme 4.0 – Endbericht, Studie von ifeu, AGFW, adelphi, ECOFYS, AEE im Auftrag des BMWi, Heidelberg, Berlin, Düsseldorf, Köln, April 2017
- [ISI, 2017] Vorabanalyse Langfristige Rolle und Modernisierung der Kraft-Wärme-Kopplung; Fraunhofer ISI, Karlsruhe 03.02.17, (nicht veröffentlicht)
- [IWU, 2015] Loga T., et al., Deutsche Wohngebäudetypologie, Beispielhafte Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz von typischen Wohngebäuden, 2. Auflage, Feb 2015
- [Kompetenzzentrum, 2015] Kompetenzzentrum Wärmenetze, Informationsflyer der KEA, 2015
- [KSG, 2019] Bundes-Klimaschutzgesetz, vom 12.12.2019, verfügbar unter <http://www.gesetze-im-internet.de/ksg/>
- [KWKAusV, 2017] Verordnung zur Einführung von Ausschreibungen zur Ermittlung der Höhe der Zuschlagszahlungen für KWK-Anlagen und für innovative KWK-Systeme (KWK-Ausschreibungsverordnung - KWKAusV), vom 10.08.2017
- [KWKG, 2017] Gesetz für die Erhaltung, die Modernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung (Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz - KWKG), zuletzt geändert 17.07.2017, verfügbar unter [www.gesetze-im-internet.de/kwkg\\_2016/](http://www.gesetze-im-internet.de/kwkg_2016/)
- [KWSB, 2019] Kommission „Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung“ Abschlussbericht, BMWi, Jan 2019
- [MVV, 2018] Onischka M., et al., Take-Off Wärmewende, Impulse für das neue Wärmemarktdesign, Dez 2018
- [LAK, 2018] Umwandlungsausstoß in den Ländern aus Fernwärmeerzeugung, (Stand 16.2.18 und 11.10.17), Länderarbeitskreis Energiebilanzen, verfügbar unter <http://www.lak-energiebilanzen.de/energiebilanzen/>
- [Lubinski, 2017] B. Lubinski, AGFW: Primärenergiefaktoren von Fernwärme, Vortrag auf KWK-Tagung, Dresden 10.10.2017
- [MILI, 2017] Gesetz- und Verordnungsblatt für Schleswig-Holstein, Ministerium für Inneres und Bundesangelegenheiten des Landes Schleswig-Holstein, Kiel, Ausgabe Nr. 4 vom 30.03.2017
- [Nitsch, 2017] J. Nitsch: Erfolgreiche Energiewende nur mit verbesserter Energieeffizienz und einem klimagerechten Energiemarkt – Aktuelle Szenarien 2017 der deutschen Energieversorgung, Stuttgart, 12. Mai 2017, verfügbar unter [www.fvee.de/publikatio-](http://www.fvee.de/publikatio-)

- 
- nen/publikation/?sb\_damor-  
der%5Buid%5D=5637&cHash=da6bda8b3d2a7c2951c6f65daa5  
7920b
- [Ökoinstitut, 2018] Hermann H., Bracker J., Blockscharfe Wärmeproduktion von Steinkohle-KWK-Anlagen in Deutschland, 3. Jul 2018
- [OLG, 2007] CuR, Heft 1, 2009, S. 19 ff
- [Pfnür, 2016] Pfnür A., et al, Dezentrale vs. Zentrale Wärmeversorgung im deutschen Wärmemarkt, Darmstadt, Dresden, Aug 2016
- [prognos & IFAM et al.,2014] Potenzial- und Kosten-Nutzen-Analyse zu den Einsatzmöglichkeiten von Kraft-Wärme-Kopplung (Umsetzung der EU-Energieeffizienzrichtlinie) sowie Evaluierung des KWKG im Jahr 2014, Studie von prognos, Fraunhofer IFAM, IREES und BHKW-Consult im Auftrag des BMWI, Berlin, September 2014
- [r2b, 2019] Peek M., Die Umsetzung des Kohleausstiegs und die Bedeutung der Erdgas-KWK im Jahr 2030, Vortrag 18. Jun 2019 im Rahmen „Diskussionsprozess KWK“
- [Sächs. Landtag, 2016] Fachliche und finanzielle Unterstützung sächsischer Kommunen bei der Aufstellung kommunaler Wärmenutzungspläne, Antrag der Fraktion Bündnis 90/Die Grünen, Drucksache 6/4473, Dresden, 05.03.2016
- [Solites, AGFW et al., 2019] Solare Wärmenetze. Marktstatus 2019 für Deutschland und Europa, Infoblatt Solare Wärmenetze Nr. 2, Download am 23.08.2019, <https://www.solar-district-heating.eu/documents/infoblatt-solare-warmenetze-nr-2/>
- [stadt+werk, 2017] Thüringen - Ziel: Klimaneutraler Freistaat, stadt+werk, Meldung vom 05.04.2017, [www.stadt-und-werk.de/meldung\\_26128\\_Ziel%3A+Klimaneutraler+Freistaat.html](http://www.stadt-und-werk.de/meldung_26128_Ziel%3A+Klimaneutraler+Freistaat.html)
- [StBA, 2017] Statistisches Bundesamt, Reihe 064+066
- [StMUV, 2011] Bayerische Staatsregierung: Energienutzungsplan, [www.energieatlas.bayern.de/kommunen/energienutzungsplan.html](http://www.energieatlas.bayern.de/kommunen/energienutzungsplan.html)
- [Svebio, 2017] [www.svebio.se/vi-verkar-for/koldioxidskatt/](http://www.svebio.se/vi-verkar-for/koldioxidskatt/) (Abruf vom 29.09.2017)
- [TMUEM, 2017] Thüringer Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz, Medieninformation vom 19.12.2017, [www.thueringen.de/th8/tmuen/aktuell/presse/102336/](http://www.thueringen.de/th8/tmuen/aktuell/presse/102336/)
- [UBA, 2007] Potenziale von Nah- und Fernwärmenetzen für den Klimaschutz bis zum Jahr 2020, Reihe Climate Change | 17/2007, Dezember 2007

- [UBA, 2017] Endenergieverbrauch für Wärme aus Erneuerbaren Energien 2016 in Deutschland, 2017
- [UBA, 2018] Entwicklung der Anteile der Erneuerbaren Energien 2012-2017, Umweltbundesamt auf Basis AG-Stat, 16.03.2018, [www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-in-zahlen#text-part-1](http://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-in-zahlen#text-part-1)
- [UBA, 2018b] Erneuerbare Energien in Deutschland – Daten zur Entwicklung im Jahr 2017, Umweltbundesamt, Dessau, März 2018
- [UBA, 2018c] Politikszenerarien für den Klimaschutz VII - Treibhausgas-Emissionsszenarien bis zum Jahr 2035, Climate Change 01/2018, Studie von Öko-Institut, FhG-ISI und H.J. Ziesing im Auftrag des Umweltbundesamtes, Januar 2018
- [UBA, 2018d] Energieverbrauch privater Haushalte auf Basis von Daten AGEB, eigene Berechnung für temperaturbereinigte Raumwärme, 23.2.2018, [www.umweltbundesamt.de](http://www.umweltbundesamt.de)
- [UBA, 2018e] Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen (15. Januar 2018)
- [UBA, 2019] Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2019 Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 – 2017, Mai 2019
- [Umweltamt, 2018] Förderprogramm „Klimafreundliches Wohnen und Arbeiten in Düsseldorf“, [www.duesseldorf.de/umweltamt/projekte/klimafreundliches-wohnen-und-arbeiten.html](http://www.duesseldorf.de/umweltamt/projekte/klimafreundliches-wohnen-und-arbeiten.html)
- [VwV, 2016] Förderung von energieeffizienten Wärmenetzen (VwV energieeffiziente Wärmenetze), Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums vom 4. Februar 2016
- [Wolff & Jagnow, 2011] Wolff, D. und Jagnow, K.: Überlegungen zu Einsatzgrenzen und zur Gestaltung einer zukünftigen Fern- und Nahwärmeversorgung, Wolfenbüttel/Braunschweig; nur online unter [www.delta-q.de](http://www.delta-q.de); 2011.
- [ZIV, 2017] Erhebungen des Schornsteinfegerhandwerks für 2016, Bundesverband des Schornsteinfegerhandwerks – Zentralinnungsverband (ZIV) –, Sankt Augustin, 2017, erhältlich unter: [www.schornsteinfeger.de/erhebungen.aspx](http://www.schornsteinfeger.de/erhebungen.aspx)

## 9 Anhang

Tabelle 9-1: Liste der betrachteten Fallbeispiele

Projekt	Ort	Energieträger EE	Anteil EE / Abwärme (%)	Bestandsnetz	Neues Netz	Siedlungstyp
solarcomplex	Bonndorf	Holz, Abwärme (Industrie)	100 %		X	Kleinstadt
Bioenergiedorf Büsingen	Büdingen am Hochrhein	Solarthermie (1.090 m <sup>2</sup> )	13 %		X	ländlich (Dorf)
Nahwärmenetz Chemnitz-Brühl	Chemnitz	Solarthermie (2.230 m <sup>2</sup> )	1. Stufe: 11 %		X	Großstadt
Solare Wärmenetz Craisheim Baugebiet Hiertenwiesen II	Craisheim	Solarthermie (7.300 m <sup>2</sup> ) Wärmepumpe (470 kW <sub>th</sub> ) BHKW im Fernwärmenetz	50 %		X	Mittelstadt
Kaltes Wärmenetz	Dollnstein	Low-ex-NW, 100 m <sup>2</sup> Solarthermie, Groß-WP + WP in Häusern, dezentrale Speicher	49 %		X	ländlich (Dorf)
Solar Fernwärme Dronninglund	Dronninglund (DK)	Solarthermie (37.573 m <sup>2</sup> ) Bioöl-Kessel	41 %	X		Kleinstadt
Nahwärmekonzept Eggenstein (Sanierung Schul- und Sportzentrum & solare Nahwärme)	Eggenstein	Solarthermie (1.600 m <sup>2</sup> )	40 %	X		Kleinstadt
Nahwärme Eugendorf	Eugendorf	Solarthermie, Speicher, Holzhackschnitzel	100 %		X	ländlich (Dorf)
Pilotprojekt Solarstadt Friedrichshafen-Wiggenhausen-Süd	Friedrichshafen	Solarthermie (4.050 m <sup>2</sup> )	33 %		X	Mittelstadt
Freiburg-Gutleutmatten Zentrale KWK kombiniert mit dezentraler Solarthermie	Freiburg	Solarthermie (2.000 m <sup>2</sup> )	15-20 %		X	Großstadt
Stadion Liebenau	Graz	Solarthermie (1.407 m <sup>2</sup> )		X		Großstadt
Hallerndorf	Hallerndorf	Biomasse, Solarthermie (1.300 m <sup>2</sup> )	100 %		X	ländlich (Dorf)
Hamburg Bramfeld	Hamburg	Solarthermie (1.400 m <sup>2</sup> )	49 %		X	Großstadt
Hamburg Wilhelmsburg (Energiebunker)	Hamburg	Solarthermie (1.348 m <sup>2</sup> )	67 %		X	Großstadt
Hamburg Mümmelsmannsberg	Hamburg	Solarthermie (2.000 m <sup>2</sup> )	15 %	X		Großstadt
Hamburg-Harburg	Hamburg	Solarthermie (477 m <sup>2</sup> )				Großstadt

Projekt	Ort	Energieträger EE	Anteil EE / Abwärme (%)	Bestandsnetz	Neues Netz	Siedlungstyp
Solarcity Hannover-Kronsberg	Hannover	Solarthermie (1.350 m <sup>2</sup> )	53 %		X	Großstadt
Nahwärme Hemmingen-Schwieberdingen	Hemmingen-Schwieberdingen	Biogas-BHKW (700 + 400 kW <sub>th</sub> ), Hackschnitzel-Heizung (1.500 kW <sub>th</sub> ), Holzpellet-Heizung (1.500 kW <sub>th</sub> ), Biomethan-BHKW (2.400 kW <sub>th</sub> / 2.000 kW <sub>eI</sub> ) + Gas-Spitzenlastkessel)	Schwieberdingen: 90% Hemmingen: k.A.	X		2 Kleinstädte
Wärme-Drehscheibe Henningsdorf	Henningsdorf	Solarthermie (15.000 m <sup>2</sup> (geplant), Abwärme	100 %	X		Mittelstadt
Solarsiedlung Hertten	Hertten	Biogas-BHKW, PV (190 kWp)	100 %		X	Mittelstadt
Solarenergiedorf Liggeringen	Liggeringen	Solarthermie (1.200 m <sup>2</sup> ), Holzhackschnitzel	100 %		X	ländlich (Dorf)
Solare Nahwärme Ackermannbogen	München	Solarthermie (2.900 m <sup>2</sup> )	50 %		X	Großstadt
Geothermie-Heizwerk	München	Geothermie	100 %	X		Großstadt
Solarsiedlung Oberhausen	Oberhausen	Erdsonden+WP, PV	100 %		X	Großstadt
Bioenergiedorf Mensberg	Mensberg	Holzhackschnitzel, Solarthermie	100 %		X	ländlich (Dorf)
Neckarsulm-Amorbach	Neckarsulm	Solarthermie (5.670 m <sup>2</sup> )	ca. 40 %		X	Mittelstadt
Solares Wärmenetzprojekt in Neuerkirch - Külz	Neuerkirch - Külz	Solarthermie (1.422 m <sup>2</sup> ) Hackschnitzel, Pufferspeicher (2 * 60 m <sup>3</sup> )	100 %		X	ländlich (Dorf)
Bioenergiedorf Randegg	Randegg	Holzhackschnitzel, Pellet	100 %		X	ländlich (Dorf)
Rostock-Brinckmannshöhe	Rostock	Solarthermie (1.000 m <sup>2</sup> )	60 %		X	Großstadt
Bioenergiedorf Schlöben	Schlöben	Biogas-BHKW, Hackschnitzelheizung	100 %		X	ländlich (Dorf)
Solarsiedlung Schwerte	Schwerte	Holzhackschnitzel, PV			X	Mittelstadt
Senftenberg	Senftenberg	Solarthermie (8.300 m <sup>2</sup> )			X	Mittelstadt
Solarsiedlung Steinfurt-Borghorst	Steinfurt	Solarthermie (510 m <sup>2</sup> )	34 %		X	Mittelstadt
Bioenergiedorf St. Peter im Schwarzwald	St. Peter im Schwarzwald	Holzgas-BHKW, Hackschnitzelkessel	79 %		X	ländlich (Dorf)
Burgholzhof, Sol. Wärmenetz	Stuttgart	Solarthermie (1.635 m <sup>2</sup> )	11 %		X	Großstadt
Stuttgart-Brenzstraße	Stuttgart	Solarthermie (1.000 m <sup>2</sup> )				Großstadt

Projekt	Ort	Energieträger EE	Anteil EE / Abwärme (%)	Bestandsnetz	Neues Netz	Siedlungstyp
Energiekonzept Neckarpark	Stuttgart	Abwasserwärme, Niedertemperatur-NW, WW-Bereitung mit BHKW	100 %		X	Großstadt
Geothermie Unterschleißheim	Unterschleißheim	Geothermie (27 MW, Ziel 60 MW)	65 % - 70 %		X	Mittelstadt
Bioenergiedorf Wahlsdorf	Wahlsdorf	Biogas	100 %		X	ländlich (Dorf)
Fernwärme Wels	Wels	Solarthermie (3.400 m <sup>2</sup> ) - CPC-VRK		X		Mittelstadt
Plusenergiesiedlung Wüstenrot	Wüstenrot	kaltes Nahwärmenetz, Agrothermiekollektoren	100 %		X	ländlich (Dorf)
Weihenbronn-Wüstenrot	Wüstenrot	Holzhackschnitzel, Solarthermie (dezentrale Einspeisung)	100 %		X	ländlich (Dorf)