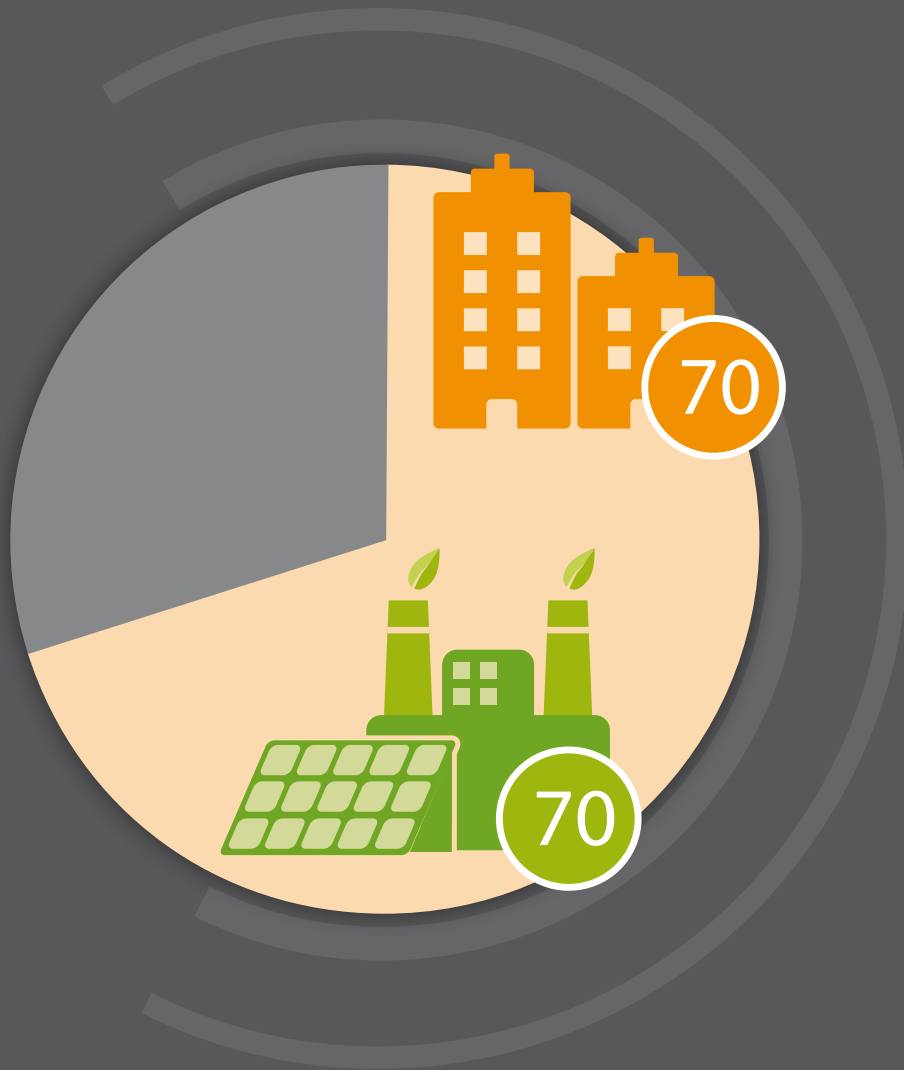


# Die 70/70-Strategie Konzept und Ergebnisse



Eine Studie des AGFW | Der Energieeffizienzverband  
für Wärme, Kälte und KWK e. V.

**Herausgeber:**

AGFW | Der Energieeffizienzverband für  
Wärme, Kälte und KWK e. V

Stresemannallee 30

D-60596 Frankfurt am Main

Telefon: +49 69 6304-1

Telefax: +49 69 6304-391

E-Mail: [info@agfw.de](mailto:info@agfw.de)

Internet: [www.agfw.de](http://www.agfw.de)

**Verlag:**

AGFW-Projektgesellschaft für Rationalisierung,  
Information und Standardisierung mbH

Stresemannallee 30

D-60596 Frankfurt am Main

Telefon: +49 69 6304-1

Telefax: +49 69 6304-391

E-Mail: [info@agfw.de](mailto:info@agfw.de)

Internet: [www.agfw.de](http://www.agfw.de)

**Verkaufspreis:**

Kostenfrei für AGFW-Mitglieder

Schutzgebühr für Nichtmitglieder

**Hinweis:**

Jede Art der Vervielfältigung, auch auszugsweise, ist nur mit Genehmigung des Herausgebers gestattet. Alle Angaben in dieser Broschüre sind nach bestem Wissen unter Anwendung aller gebotenen Sorgfalt erstellt worden. Trotzdem kann von den Autoren, den Herausgebern und dem Verlag keine Haftung für etwaige Fehler übernommen werden.

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Herausgebers unzulässig und strafbar. Das gilt vor allem für Vervielfältigungen in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrokopie oder ein anderes Verfahren), Übersetzungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Stand: Mai 2015

© AGFW, Frankfurt am Main

# Die 70/70-Strategie

PD Dr.-Ing. Markus Blesl,

**Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER)  
Universität Stuttgart,**

Dr.-Ing. Bernd Eikmeier

**Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung (IFAM)  
OE Systemanalyse, Bremen**



# Vorwort

Seit Jahren verfolgen wir eine Energiewendediskussion, die einzig auf den Strombereich abzielt. Dabei wird völlig außer Acht gelassen, dass der größere Hebel einer Energiewende im Wärmebereich liegt.

Nahezu 50% des gesamten Primärenergieverbrauchs in Deutschland geht auf das Konto der Wärmeversorgung. Als Hocheffizienztechnologie leistet die KWK schon heute einen unverzichtbaren Beitrag zum Klima- und Ressourcenschutz in Deutschland. Dabei wirken KWK-Anlagen durch ihre dezentralen und verbrauchsnahe Standorte netzentlastend und -stabilisierend zugleich.

Vielfach ermöglicht jedoch erst die Infrastruktur der Wärmeverteilung (Fernwärme - der Begriff steht für jede Art dieser Wärmeversorgungs-Infrastruktur, da Nahwärme lediglich ein Kunstwort ist) die volks- und betriebswirtschaftlich sinnvolle Einbindung von KWK und erneuerbaren Energien in die Wärmeversorgung von Städten. Darüber hinaus tragen sie heute und in Zukunft zu einem Mehr an Flexibilität und Versorgungssicherheit bei. Im Zusammenspiel von KWK-Anlage, Wärmenetz, Wärmespeicher und Power-to-District-Heat ist das System sowohl für den Strom- als auch den Wärmemarkt smart, zukunftssicher und gesellschaftlich akzeptiert.

Um dies mit Zahlen und Fakten belegt in die aktuelle Energiewendebatte einbringen zu können, hat der AGFW-Vorstand die „70/70-Strategie“ initiiert.

Ziel dieser Studie ist, zunächst über große Zahlen der Politik und Gesellschaft die Möglichkeiten der Energiewende mit dem Wärmemarkt zu verdeutlichen. Gewählt wurde daher 70/70 als einprägsame Größe und als der genannte große Hebel.

Selbstverständlich lässt sich diese Strategie auf alle Städte Deutschlands, die eine effiziente Wärmeinfrastruktur haben oder diese auf- bzw. ausbauen wollen, übertragen. Fernwärme und KWK ist keine Frage der Größe, sondern ist insgesamt eine Effizienztechnologie, deren Betrachtung und Beachtung sich lohnt.

Wir wünschen anregende Lektüre und viel Spaß beim Studium der 70/70-Strategie des AGFW.

Ihr  
Werner Lutsch  
Geschäftsführer

# Inhaltsverzeichnis

	Vorwort	4
<b>1</b>	Einleitung	6
<b>2</b>	Die 70 einwohnerstärksten Städte in Deutschland	8
<b>3</b>	Rahmenbedingungen und Varianten für den unterstellten Fernwärmeausbau in den 70 einwohnerstärksten Städten in Deutschland	10
	3.1 Erzeugungsvarianten für den Ausbau der Fernwärmeversorgung	12
	3.2 Ausbau der Fernwärmenetze	16
	3.3 Annahme der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen für den Ausbau der Fernwärmeversorgung	18
<b>4</b>	Ausbau der Fernwärmeversorgung in den 70 einwohnerstärksten Städten bis zum Jahr 2050	20
	4.1 Beitrag zur Erreichung der Klimaschutzziele auf lokaler Ebene	20
	4.2 Beitrag zur Erreichung der Energiewende	22
	4.3 Betriebswirtschaftliche Effekte der Umsetzung der 70/70-Strategie	25
	4.3.1 Methodische Vorgehensweise	25
	4.3.2 Ergebnisse der betriebswirtschaftlichen Rechnung	28
	4.3.3 Sensitivitätsanalysen der betriebswirtschaftlichen Effekte der 70/70-Strategie	30
	4.4 Beitrag zur kommunalen Wertschöpfung	32
<b>5</b>	Zusammenfassung und Ausblick	36
	Literatur	38

# 1 Einleitung

„Global denken - lokal handeln“ war und ist die Devise, welche die Diskussion über die Bekämpfung des globalen Treibhauseffektes schon immer begleitet hat. Für die Umsetzung der Klima- und Umweltschutzziele müssen die auf lokaler Ebene bestehenden kosteneffizienten Treibhausgas- und Emissionsminderungspotenziale durch effektive Energiekonzepte und CO<sub>2</sub>-Reduktionsstrategien ausgeschöpft werden. Vor diesem Hintergrund wurden in den letzten Jahren für nahezu alle Großstädte in Deutschland integrierte Energie- und Klimaschutzkonzepte erstellt. Hierbei wurden Maßnahmen und Handlungsempfehlungen erarbeitet, die nachfolgend umgesetzt werden sollen. Häufig stellte sich dabei heraus, dass bereits unter aktuellen energiepolitischen Rahmenbedingungen ein wesentlicher Teil der Maßnahmen wirtschaftlich erschließbar ist. Im Rahmen der Klimaschutzkonzepte bilden die Maßnahmen des Einsatzes und Ausbaus von Fernwärme aus KWK-Anlagen und ein verbesserter Wärmeschutz im Gebäudereich einen Schwerpunkt für eine deutliche Senkung der energiebedingten Emissionen von Kohlendioxid, da im Bereich Raumwärme bzw. im Wärmemarkt ein besonders relevanter Bereich des CO<sub>2</sub>-Reduktionspotentials liegt.

Insgesamt betragen die CO<sub>2</sub>-Emissionen in Deutschland 2012 818 Mio. t CO<sub>2</sub>/BMWi 2015. Entsprechend dieser Energiestatistik wurden von der Energiewirtschaft, d.h. vor allem für die Bereitstellung von Strom und Wärme der öffentlichen Versorgung 365 Mio. t CO<sub>2</sub> emittiert (vgl. Abbildung 1).

Darin enthalten sind die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Fernwärmebereitstellung.

Für die Wärmebereitstellung (ohne die Bewertung der eingesetzten Fernwärme bzw. des Stroms) wurden in 2012 in Deutschland rund 259 Mio. t CO<sub>2</sub> freigesetzt, dies entspricht 32 % der gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen. Hiervon wurden wiederum für die Prozesswärmebereitstellung in der Industrie 115 Mio. t CO<sub>2</sub> und weitere 144 Mio. t. CO<sub>2</sub> von den Haushalten und im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistung (GHD) emittiert. Für die Bereitstellung der Raumwärme und Brauchwarmwassererzeugung, d.h. für die Wärmeversorgung der Wohn- und Nichtwohngebäude in den Städten fallen hierbei 119 Mio. t CO<sub>2</sub> an. Hierin enthalten sind CO<sub>2</sub>-Emissionen in Höhe von 36 Mio. t CO<sub>2</sub> der 70 einwohnerstärksten Städte.

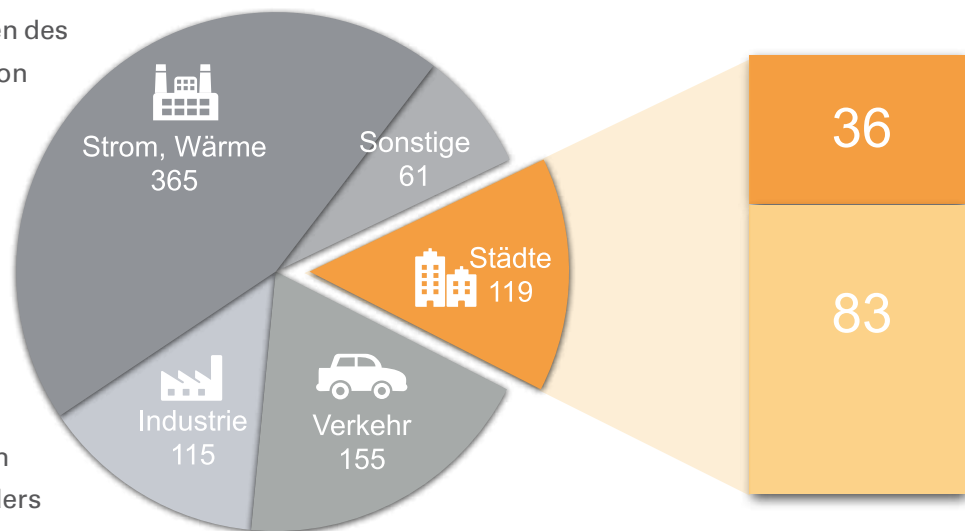


Abbildung 1: CO<sub>2</sub>-Emissionen Mio. t CO<sub>2</sub> in Deutschland nach Sektoren und Städten in Deutschland 2012

Im Wärmemarkt sind erhebliche Potenziale zur Einsparung an Primärenergie bereits erschlossen. Für die beabsichtigte Steigerung des Anteils der Wärmeversorgung auf der Grundlage erneuerbarer Energien bietet die Fern- und Nahwärmeversorgung günstige Voraussetzungen, da die Infrastruktur zur

Wärmeverteilung (Fernwärmenetz und Übergabestation) unabhängig von der Art der Wärmeherzeugung ist. Dadurch können in die Fernwärmeversorgung nahezu sämtliche erneuerbaren Energien (Biomasse/-gas, Solarthermie, Geothermie etc.) integriert werden. Hierfür ist jedoch die Gesamteffizienz der Fernwärmeversorgung weiter zu verbessern. Dies kann unter anderem die Reduktion der Verteilungsverluste bedeuten, beispielsweise durch Anpassung der Hausanlagen und der Art des Verbraucheranschlusses (Vor- oder Rücklauf) sowie die langfristige Absenkung der Vor- und Rücklauftemperaturen. Unter der Voraussetzung angemessener Rahmenbedingungen können die regionalen Versorger durch den Ausbau von Nah- und Fernwärmenetzen und der zentralen Erzeugung auch zur Steigerung des Anteils der erneuerbaren Energien an der Wärmeversorgung sowie zur Reduktion der Importabhängigkeit fossiler Energieträger beitragen. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, durch die Integration von elektrischen Heizstäben (Power to District Heat) oder Großwärmepumpen teilweise den durch die Energiewende bedingten Überschuss an elektrischer Energie aus fluktuierender Erzeugung kostengünstig in das Energiesystem zu integrieren. Eine Umgestaltung der Fernwärmeversorgung in innovative Systeme und deren intelligente Kopplung erfordern eine frühzeitige und langfristige Umstellung des Systems auf die Herausforderungen der Zukunft.

Der Aus- und Aufbau der Nah- und Fernwärmeversorgung war auch in der Vergangenheit schon immer mit kommunalen Energieversorgungskonzepten verbunden.

Die Realisation von Nah- und Fernwärmeversorgungskonzepten, aber auch von Sanierungsprogrammen im Gebäudebestand hängt wesentlich von den Kosten, die den beteiligten Parteien entstehen, ab. Daher ist bei der Erstellung von Konzepten darauf zu achten, dass die Kosten für die Versorgungsunternehmen und die Verbraucher auf einem angemessenen Niveau bleiben. Infolgedessen sind im Rahmen einer solchen Umsetzungsstrategie einerseits eine zügige Erschließung von Gebieten und ein frühzeitig hoher Anschlussgrad an die Fernwärmeversorgung umzusetzen. Andererseits sollte ein Um- und Ausbau der Fernwärmeherzeugungssysteme hin zu Erhöhung der Flexibilitätsreserven der Stromversorgung erfolgen, um durch die Erhöhung der Versorgungssicherheit Zusatzerlöse auf der Stromseite durch KWK-Anlagen und Power-to-District-Heat-Anlagen zu erwirtschaften.

Im Rahmen der nachfolgenden Untersuchung sollen die volkswirtschaftlichen und betriebswirtschaftlichen Auswirkungen des konsequenten Ausbaus der Fernwärmeversorgung für Wohn- und Nichtwohngebäude in Deutschland analysiert werden. Hierfür wird einerseits eine Fokussierung auf die 70 einwohnerstärksten Städte Deutschlands vorgenommen und andererseits ein Ausbau der Fernwärmeversorgung auf einen 70-prozentigen Anteil an der Wärmebereitstellung für Wohn- und Nichtwohngebäude (Sektoren Private Haushalte und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen) im Jahr 2050 untersucht, d. h. es werden die Auswirkungen eines 70/70 Fernwärme-Konzeptes analysiert, welches nachfolgend auch als „70/70-Strategie“ bezeichnet wird.

## 2 Die 70 einwohnerstärksten Städte in Deutschland

Zu den 70 einwohnerstärksten Städten in Deutschland gehören Städte wie beispielsweise Berlin, München, Dresden, Hamburg, Köln oder Freiburg im Breisgau, sie sind dadurch gekennzeichnet, dass sie mehr als 114.000 Einwohner haben. Diese Städte sind sowohl hinsichtlich des Anteils der dort lebenden Bevölkerung, deren Anteil am Wärmebedarf, des Endenergieverbrauchs an Fernwärme als auch hinsichtlich der CO<sub>2</sub>-Emissionen in Bezug auf den jeweiligen Anteil an Deutschland von besonderer Bedeutung. In den 70 einwohnerstärksten Städten in

Deutschland leben derzeit (2012) ca. 24 Mio. Einwohner, das entspricht in etwa 29,3 % der Gesamtbevölkerung (vgl. auch Abbildung 2). Gleichzeitig beträgt die Siedlungsfläche dieser Städte rund 179 Tausend Hektar, dies entspricht ca. 15,9 % der Siedlungsfläche in Deutschland. Dementsprechend weisen diese Großstädte eine höhere Bevölkerungsdichte als die anderen Städte in Deutschland auf, wodurch sich auch eine höhere Wärmebedarfsdichte pro km<sup>2</sup> ergibt.

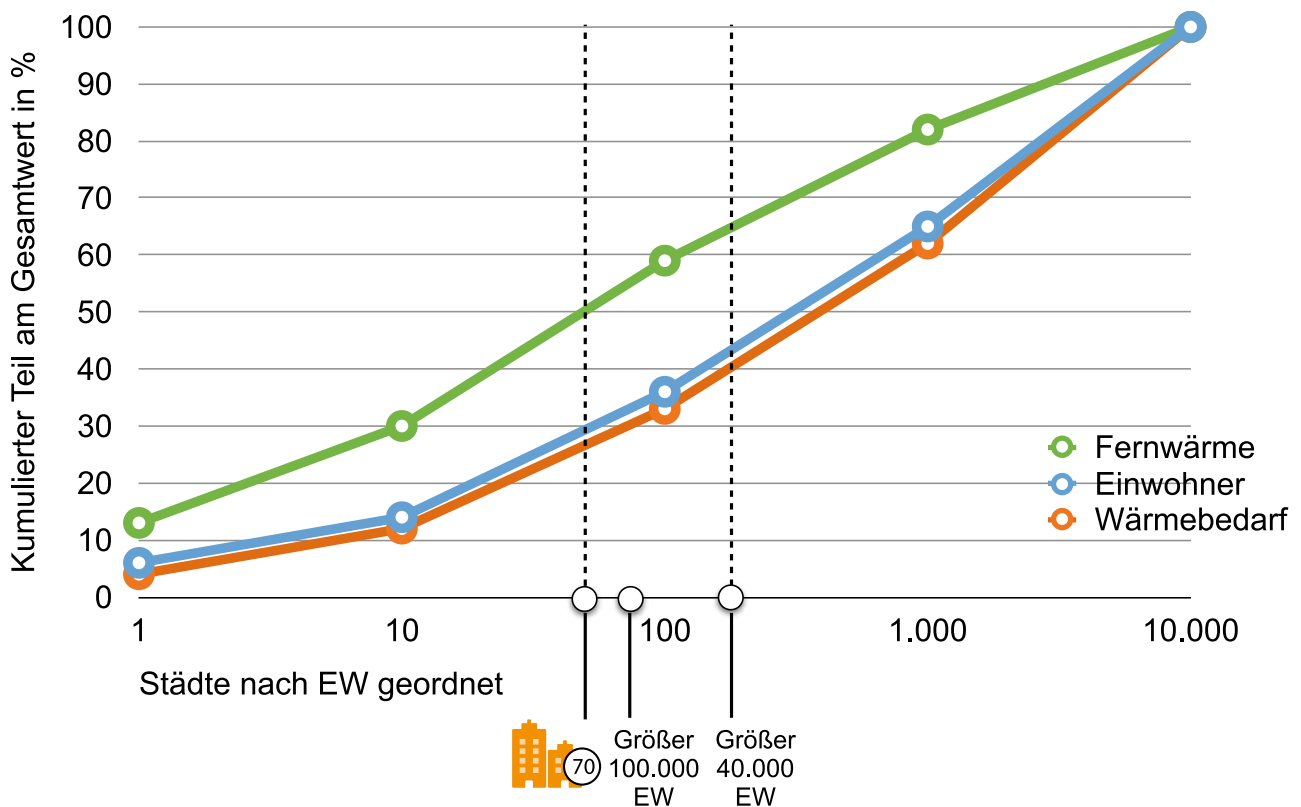


Abbildung 2: Kumulierter Fernwärmeabsatz, Wärmebedarf der Wohn- und Nichtwohngebäude und Einwohner in Deutschland in Abhängigkeit der Einwohnerstärke der Gemeinden.



Insgesamt beträgt die Wärmenachfrage innerhalb der betrachteten Städte 731PJ oder ca. 30,3 % der Wärmenachfrage der Wohn- und Nichtwohngebäude in Deutschland (Stand 2012). Im Hinblick auf die Fernwärmeversorgung der Haushalte und des Sektors GHD werden innerhalb dieser Städte ca. 131 PJ Fernwärme abgesetzt (vgl. Abbildung 1). Dies entspricht mit 52 % etwas mehr als der Hälfte des gesamten Fernwärmeabsatzes innerhalb dieser Sektoren in Deutschland. Der durchschnittliche

Anteil der Fernwärme an der Wärmeversorgung der Wohn- und Nichtwohngebäude beträgt damit ungefähr 18 % im Vergleich zum gesamtdeutschen Durchschnitt von 10,4 %.

Im Fall einer Ausweitung der Strategie auf alle Städte, die 100.000 Einwohner und mehr haben, wären 80 Städte betroffen. Im Fall der Berücksichtigung aller Städte mit mehr als 30.000 Einwohner wären dies bereits 394 Städte.

Kennwert	Deutschland gesamt	70 einwohner- stärkste Städte	Entspricht Anteil
Einwohner in Mio.	82,1	24	
Siedlungsfläche in ha	1.128.048	179.367	
Endenergie- verbrauch Fernwärme HH / GHD in PJ	250	131	

Abbildung 3: Kennwerte der 70 einwohnerstärksten Städte im Vergleich mit Gesamtdeutschland

### 3 Rahmenbedingungen und Varianten für den unterstellten Fernwärmeausbau in den 70 einwohnerstärksten Städten in Deutschland

Der Wärmebedarf der 70 einwohnerstärksten Städte wird voraussichtlich aufgrund energetischer Sanierungsmaßnahmen am Gebäudebestand bis zum Jahr 2030 auf 218 TWh bzw. bis zum Jahr 2050 auf 183 TWh abnehmen (vgl. Abbildung 2). Der prozentuale Rückgang der Wärmenachfrage innerhalb der Städte ist geringer als in Gesamtdeutschland, da der demographische Wandel bzw. die zukünftige Attraktivität der Großstädte dazu beitragen, dass der Bevölkerungsrückgang in den 70 einwohnerstärksten Städten niedriger ausfällt als im Vergleich zu Deutschland insgesamt.

Von dem Rückgang ebenso betroffen ist der Bestand der derzeit mit Fernwärme versorgten Gebäude innerhalb der betrachteten Städte. Unterstellt, dass keine Neukunden, d.h. keine zusätzlichen Kunden an

die Fernwärmeversorgung angeschlossen werden, nimmt der Endenergieverbrauch an Fernwärme im Bestand bis zum Jahr 2030 auf 23 TWh bzw. bis 2050 auf 18 TWh ab.

Die Auswertung der 70 einwohnerstärksten Städte bzw. Gemeinden in Deutschland in ihrer Gesamtheit beruht auf einem digitalen Wärmetlas des IER (vgl. z.B. /Blesl et al 2010/). Die GIS-Datenbank beinhaltet für die 11.136 Gemeinden in Deutschland (Stand Ende 2014) neben den Informationen über die Art der Flächennutzung (z.B. Verkehrsfläche, Siedlungsgebiet, u.a.), auch Gebäudeinformationen (beispielsweise Art des Gebäude und Altersklasse, Einwohneranzahl, Informationen hinsichtlich der Bebauungsstruktur und deren Einteilung in Siedlungstypen).

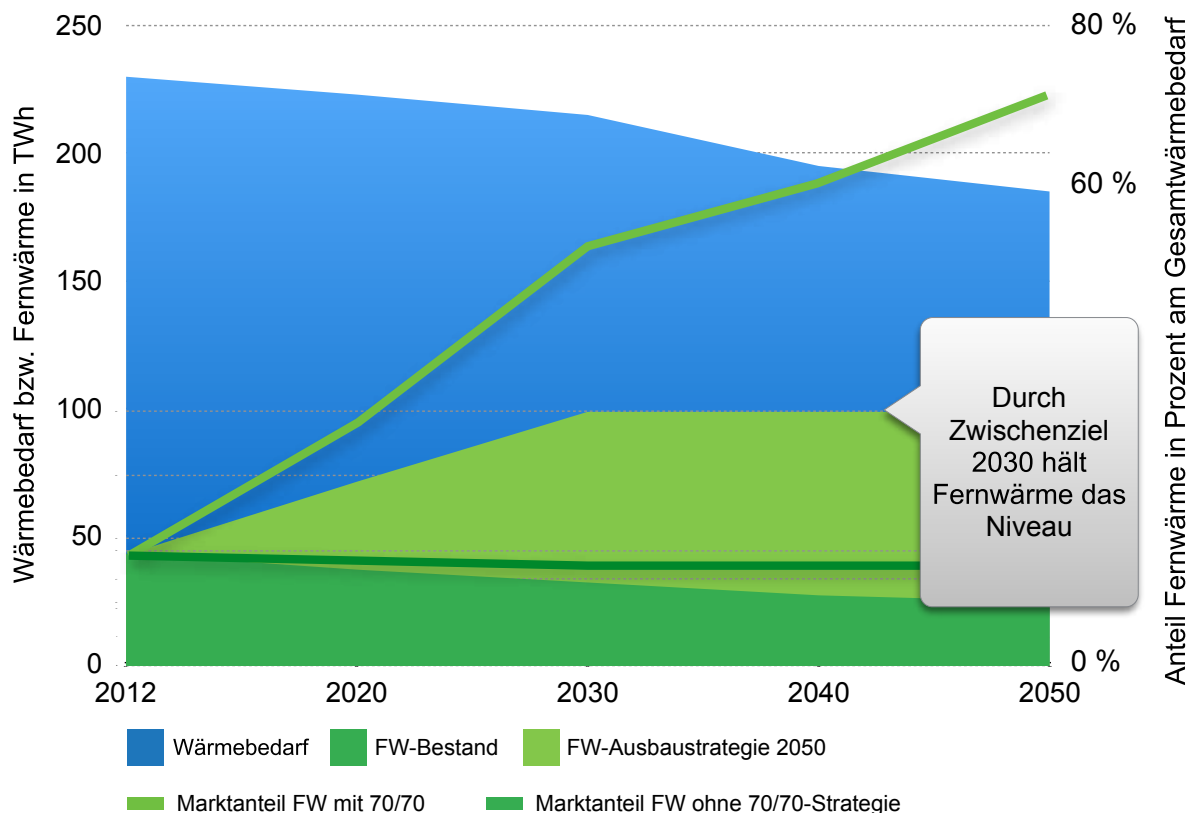


Abbildung 4: Entwicklung des Wärmebedarfs der Wohn- und Nichtwohngebäude innerhalb der 70 einwohnerstärksten Städte in Deutschland und der Anteil der Fernwärme im Fall der Ausbauvarianten

Für die Fernwärmeversorgung sind sowohl die Charakterisierung der Erzeugungsanlagen (z.B. Art der Anlage, Kapazität, Wärmenetzeinspeisung für verschiedene Jahre, u.a.), die Netzcharakteristik (z.B. Leitungen, Wärmeverluste, u.a.) als auch Informationen hinsichtlich der Abnehmerstruktur (z.B. Anschlusswert, Wärmeabnahme, Kundenart, u.a.) hinterlegt.

Um eine Projektion des Wärmebedarfs bzw. Fernwärmebestandes für den Zeitraum bis 2050 zu erhalten, wurden modellgestützt die Veränderungen der Bevölkerung, der privaten Haushalte und der Erwerbspersonen der Raumordnungsprognose 2030 prozentual auf Kreisebene fortgeschrieben. Hinsichtlich der Art der energetischen Gebäudesanierung, der Sanierungsquote im Bestand, des Neubaus und Abrisses von Gebäuden wurden die Annahmen bzw. die Projektion aus /Blesl 2014/ übernommen.

Derzeit wird in einigen Großstädten wie beispielsweise in München, Mannheim, Frankfurt oder Dresden die Fernwärmeversorgung in großem Umfang ausgebaut. Aktivitäten dieser Art können auch auf die anderen 70 einwohnerstärksten Städte übertragen werden. Daher wird im Folgenden angenommen, dass dieser Ausbau der Fernwärmeversorgung in den 70 größten Städten in Deutschland in dem Maße erfolgt, dass im Jahr 2050 70 % des Raumwärmebedarfs der Wohn- und Nichtwohngebäude über Fernwärme gedeckt werden würde. Hinsichtlich des Zeitpunkts der Zielerreichung als auch hinsichtlich möglicher Zwischenziele sind verschiedene Alternativen denkbar.

Wird in Betracht gezogen, dass innerhalb der Städte ein Ausbau um mehr als 50 Prozentpunkte zu erfolgen hat, und dass auch die Wirtschaftlichkeit des Ausbaus zu berücksichtigen ist, so ist das Jahr 2030 ambitioniert.

Andererseits sind derzeit 33% der Heizungen in Mehrfamilienhäusern /BDEW 2014/, wie sie überwiegend in Großstädten anzutreffen sind, mit Heizungen ausgestattet, die älter als 25 Jahre sind, für welche daher in den nächsten Jahre eine Ersatzinvestition ansteht. Wird hingegen für das Jahr 2030 ein Ziel von 55 % angestrebt und erst für 2050 das 70 % Ziel realisiert, so hätte dies zum einen die Auswirkung, dass das absolute Niveau des Endenergieverbrauchs an Fernwärme zwischen 2030 bis 2050 nahezu unverändert bleiben würde. Insgesamt würden durch den Ausbau bis 2030 63 TWh bzw. 2050 67 TWh des Endenergieverbrauchs an Fernwärme hinzukommen.

Zum anderen würde dies bewirken, dass die bis zum Jahr 2030 errichteten Kapazitäten der Fernwärmeerzeugungsanlagen bis zum Jahr 2050 ausreichen. Im Weiteren bewirkt dieser verzögerte Ausbau, dass aufgrund des demographischen Wandels, dem einzelne Großstädte stärker ausgesetzt sind als andere, und dem damit einhergehenden zu erwartenden geringeren Gebäudebestand, Infrastrukturinvestitionen bedarfsgerechter geplant werden können. Beispielsweise wird davon ausgegangen, dass in Städten wie Chemnitz oder Halle (Saale) die Bevölkerung bis 2025 um 8% abnimmt. Hingegen wird in Städten wie Dresden oder München mit einer Zunahme der Bevölkerung um 4% gerechnet. Im Weiteren bietet diese Variante die Möglichkeit, den weiter sanierten Gebäudebestand gegebenenfalls auch über Sekundärnetze mit einem höheren Anteil dezentraler Erzeugungsanlagen auf Basis erneuerbarer Energien zu versorgen.

Insgesamt stellt sich für den Fall des Ausbaus der Fernwärme die Frage, wie dieser zusätzliche Bedarf bereitgestellt wird. Hierbei wird KWK sicher eine Option sein.

## 3.1 Erzeugungsvarianten für den Ausbau der Fernwärmeversorgung

Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) ist ein Grundprinzip der effizienten Energieumwandlung und -bereitstellung und kann daher für alle Energieträger, die als Zwischenform in thermische Energie umgewandelt werden, eingesetzt werden. Die häufig im Zusammenhang mit KWK genannte Fernwärme kann im Prinzip mit einer Vielzahl von fossilen und erneuerbaren Energien in gekoppelten und ungekoppelten Anlagen erzeugt werden. Fernwärmeversorgung und KWK können damit einerseits zur Erreichung von Verbrauchszielen erneuerbarer Energien beitragen, andererseits kann ihre Einsatzfähigkeit jedoch auch durch die Verfügbarkeit biogener Brennstoffe oder durch die Rückkopplungen der volatilen Einspeisung von Wind- und PV-Strom hinsichtlich ihres Einsatzes beschränkt werden. Da die Fernwärmeversorgungssysteme aus wirtschaftlichen Überlegungen zum Großteil seit Jahren eine Kombination aus KWK-Anlage, Heizwerk und Wärmespeicher darstellen, kann einerseits das Heizwerk durch die Kombination mit Power-to-District-Heat (z.B. in Form von Elektrokesseln oder Großwärmepumpen) direkt einen Beitrag zur Integration von Erneuerbarem Strom aus erneuerbaren Quellen leisten. Andererseits ist jedoch auch die Integration von Biomasse/Biogas-KWK-Anlagen bzw. der Geothermie denkbar.

Im Folgenden wird daher zwischen zwei Varianten des Ausbaus unterschieden (vgl. Abbildung 5), d.h. einerseits eine heute gängige Ausbauoption mittels einer neuen Erdgas-KWK-Anlage und einem Heizwerk, deren eingesetzte fossilen Brennstoffe langfristig durch erneuerbare Energien ergänzt werden sowie andererseits eine zweite Ausbauvariante, die die Integration der erneuerbaren Energien durch

die Umstellung der Heizwerkfernwärme von Erdgas auf erneuerbare Energien bzw. verstärkte Stromanwendung (Power-to-District-Heat) berücksichtigt. Die Varianten bilden eine Bandbreite ab zwischen einer konservativen Variante und einer Variante, die den Einsatz erneuerbarer Energien und weitere Steigerung der Energieeffizienz forciert.

Im Fall der Variante **Business as Usual (BAU)** wird davon ausgegangen, dass der Ausbau der Fernwärmeerzeugung im Jahr 2020 zu 75% mittels einer Erdgas KWK-Anlage und zu 25% mittels eines Erdgas-Heizkessels erfolgt (vgl. Tabelle 1). Die Erdgas-KWK-Anlage ist dadurch charakterisiert, dass sie einen elektrischen Wirkungsgrad von 40% und einen thermischen Wirkungsgrad von 90% aufweist. Langfristig wird davon ausgegangen, dass sich bei gleichbleibendem Gesamtwirkungsgrad die Stromkennzahl eins nähert. Der Heizkessel hat einen thermischen Wirkungsgrad von 90%. Die ausgebaute Fernwärme wird mit Verteilungsverlusten von 10% dem Endkunden bereitgestellt. Hierbei wird davon ausgegangen, dass eine zukünftige Effizienzsteigerung teilweise durch weitere Absenkung der Vor- und Rücklauftemperatur erfolgt. Die eingesetzten Brennstoffe bzw. die Art der Fernwärmeerzeugung verändern sich bis 2050. Infolgedessen steigt der Anteil erneuerbarer Energien, die in KWK-Anlagen eingesetzt werden (Biomasse und Biogas) von 3% im Jahr 2020 auf 20% bis 2050 an. Die Bereitstellung der Heizwerk-Fernwärme erfolgt 2020 mit einem Anteil von 5% aus erneuerbaren Energien bzw. elektrischer Energie aus Erneuerbaren und steigt bis zum Jahr 2050 auf 30% an.



### Business as usual (BAU)

- ▶ Weitgehend erdgasbasierte Fernwärmeerzeugung  
Erdgas-KWK-Anlagen, Erdgas-Heizwerke, langfristige EE-Anteile
- ▶ Fernwärmeerzeugung  
75 % KWK/25 % HW  
Effiziente FW-Erzeugung, langfristig leichte Zunahme Anteil HW
- ▶ Effizienzverbesserung der Fernwärmenetze



### Energiewende Welt (EE)

- ▶ Fernwärmeerzeugung aus Erneuerbaren nimmt zu  
Erdgas-KWK-Anlagen, teils erneuerbare Energieträger, Power-to-Heat
- ▶ Konventionelle KWK wird langfristig durch EE substituiert
- ▶ Effizienzverbesserung der Fernwärmenetze

Abbildung 5: Kennzeichen der beiden Szenarien der 70/70-Strategie



Strategie			2012	2030	2040	2050
 BAU-Strategie	KWK	el. Wirkungsgrad	0,40	0,42	0,44	0,45
		th. Wirkungsgrad	0,50	0,48	0,47	0,45
	Anteil Erzeugung FW	KWK	0,80	0,73	0,72	0,70
		HW	0,20	0,27	0,28	0,30
	Anteil erneuerb. Brennstoffe	KWK	0,00	0,08	0,14	0,20
		HW	0,00	0,10	0,20	0,30
Verteilungsverlust FW			12 %	10 %	10 %	10 %
 EE-Variante	KWK	el. Wirkungsgrad	0,40	0,42	0,44	0,45
		th. Wirkungsgrad	0,50	0,48	0,47	0,45
	Anteil Erzeugung FW	KWK	0,80	0,62	0,49	0,36
		HW	0,20	0,38	0,51	0,64
	Anteil erneuerb. Brennstoffe	KWK	0,00	0,08	0,14	0,20
		HW	0,00	0,40	0,70	1,00
Verteilungsverlust FW			12 %	10 %	10 %	10 %

Tabelle 1: Vergleich der Annahmen im Fall der beiden Szenarien

Im Fall der „**EE-Variante**“ wird unterstellt, dass die Fernwärmeerzeugung im Zeitverlauf überwiegend aus Heizkesseln erfolgt, d.h. dass der Anteil der KWK-Anlagen an der Fernwärmeerzeugung von 2030 an leicht rückläufig ist. Die KWK-Anlage und des Heizwerk weisen analoge technische Parameter wie in der Variante BAU auf. Der im Heizwerk eingesetzte Brennstoff/Energieträger wird bis zum Jahr 2050 CO<sub>2</sub>-neutral, d.h. der Anteil der erneuerbaren Energien bzw. der Anteil, der durch Power-to-District-Heat gedeckt wird, steigt auf 100 % an.

Für die Bewertung der vermiedenen CO<sub>2</sub>-Emissionen durch die beiden Varianten der KWK-Anlagen bzw. als Alternative zur Erzeugung der Fernwärme mittels des Heizwerkes wird ein Vergleichssystem genutzt, das in Anlehnung an /IFAM et al. 2014/ auf der Wärmeseite einen Mix aus 50 % Heizöl-Heizungen und 50 % Erdgasheizungen mit einem Wirkungsgrad von jeweils 90 % unterstellt. Dieses Referenzsystem zur Bewertung der Wärmeerzeugung wird zwischen 2012 und 2050 nicht verändert. Für die Bewertung der KWK-Stromerzeugung wird davon ausgegangen, dass im Jahr 2012 durch die Stromerzeugung in KWK-Anlagen Braunkohle-Kondensationsstromerzeugung verdrängt wird, d.h. es wird von einer Gutschrift von 912 kg CO<sub>2</sub>/MWh ausgegangen. Diese Gutschrift verändert sich auf 825 kg CO<sub>2</sub>/MWh (Steinkohle-KW mit 40 % el. Wirkungsgrad) bis 2020 und auf 401 kg CO<sub>2</sub>/MWh (Erdgas-KW mit 50 % el. Wirkungsgrad) bis 2050. Die Reduktion der CO<sub>2</sub>-Gutschrift aufgrund des zukünftigen Strommixes spiegelt auch die aktuellen Entwicklungen, die durch die

Energiewende ausgelöst wurden, wider. Infolgedessen sollen einerseits die Emissionen insgesamt reduziert werden und zum anderen werden aufgrund des Ausbaus der erneuerbaren Stromerzeugungssysteme Erdgaskraftwerke als Regelkraftwerke benötigt.

Die beiden Erzeugungsvarianten des Fernwärmeausbaus weisen bis 2050 geringere spezifische CO<sub>2</sub>-Emissionen für die Bereitstellung von Wärme und Strom auf als die getrennten Referenzsysteme (vgl. Abbildung 4). Bis zum Jahr 2030 unterscheiden sich die vermiedenen spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen der beiden Ausbauvarianten der Fernwärme nur geringfügig. Die EE-Variante weist leicht geringere spezifische CO<sub>2</sub>-Emissionen als die Variante BAU auf, da der Anteil der eingesetzten erneuerbaren Energien im Heizwerk höher ist.

Nach 2030 steigt der Wert der spezifisch vermiedenen CO<sub>2</sub>-Emissionen der Fernwärmebereitstellung in der EE-Variante wieder an, da der Anteil der eingesetzten erneuerbaren Energien bzw. elektrischer Energie und damit der CO<sub>2</sub>-neutralen Energieträger überproportional im Vergleich zu den Referenzsystemen zunimmt. In der Variante BAU nimmt der Anteil der vermiedenen spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen dagegen weiter ab, da der Vorteil der KWK-Anlage infolge der abnehmenden CO<sub>2</sub>-Gutschrift durch das gewählte Referenzkraftwerk weiter abnimmt.

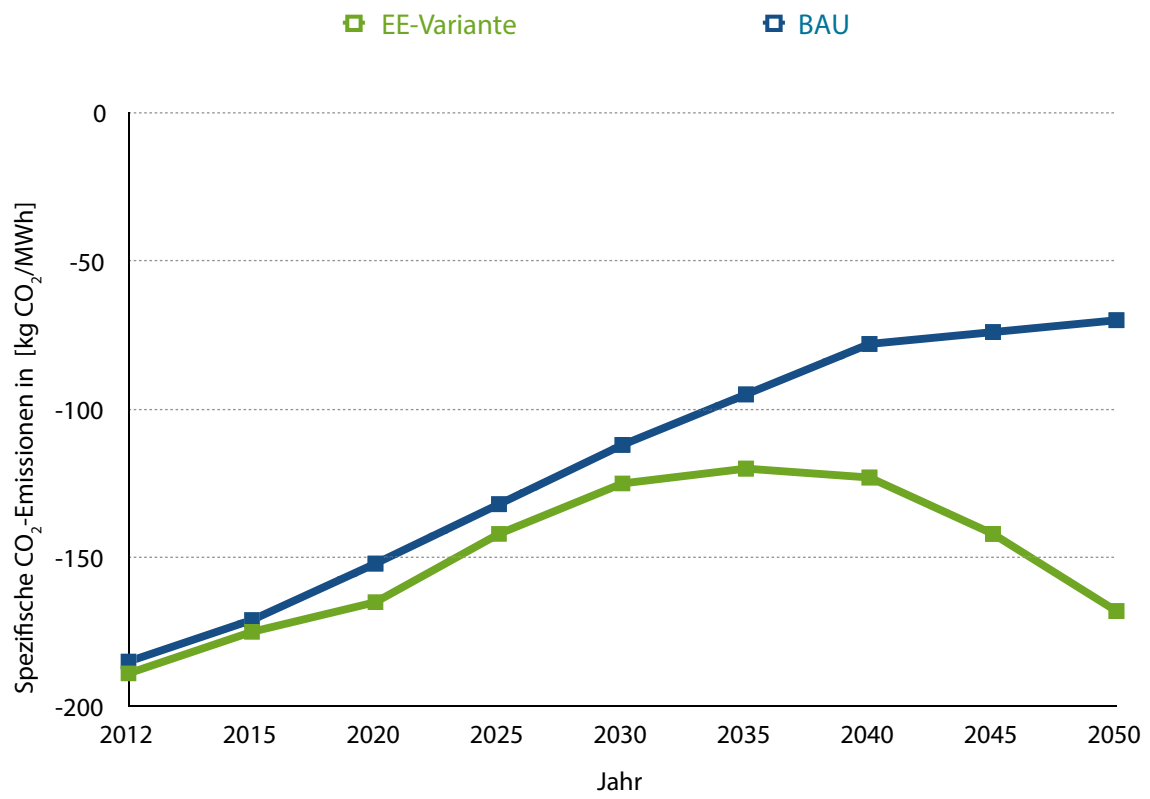


Abbildung 6: Vermiedene spezifische CO<sub>2</sub>-Emissionen der Fernwärmeerzeugung in den beiden Erzeugungsvarianten bis 2050

## 3.2 Ausbau der Fernwärmenetze

Durch die 70/70-Strategie kommt es zu einem erheblichen Ausbau der Fernwärmenetze in den ausgewählten Städten. Das Bestandsnetz, welches sich in den 70 Städten auf 11.127 km (Stand 2012) beläuft,

wird auf die Gesamtlänge von 60.061 km im Jahr 2050 ausgebaut. Dies entspricht einem Ausbaufaktor von 5,4. Abbildung 5 zeigt den zeitlichen Verlauf.

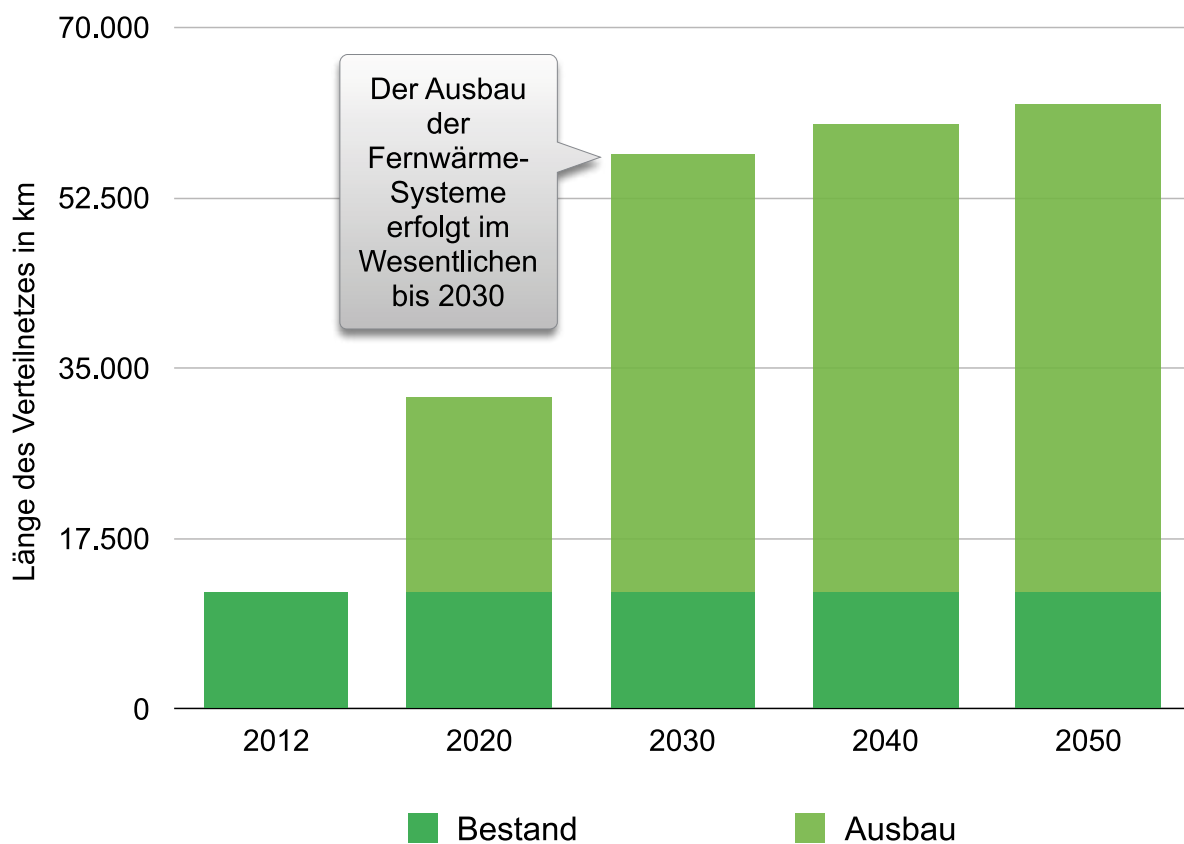


Abbildung 7: Entwicklung der Verteilnetzlängen durch die 70/70-Strategie

Es fällt auf, dass knapp 90% des Zubaus bereits bis zum Jahr 2030 erfolgt. Dies resultiert aus dem vorgegebenen FW-Anschlussgrad von 55% im Jahr 2030 sowie einer mit dem Auftraggeber abgestimmten Ausbaureihenfolge innerhalb einer Stadt. Dazu

wurden alle Modellstadt-Cluster (siehe dazu Abschnitt 4.3.1) in Abhängigkeit der Wärmedichten in drei Teilmengen (A gute / B mittlere / C weniger gute Eignung) unterteilt.



Die Ausbaureihenfolge verläuft nach folgendem Prinzip:

- Die Cluster, in denen sich bereits heute FW-Leitungen befinden, werden bis auf den festgelegten FW-Anschlussgrad (75% im Jahr 2030, 90% im Jahr 2050) weiterentwickelt in der Reihenfolge der Eignung der Cluster (nach absteigenden Wärmedichten).
- Der darüber hinaus benötigte Netzausbau erfolgt in den übrigen Clustern (bis zu einem FW-Anschlussgrad der Teilmengen A 75% / B 60% / C 40% im Jahr 2030, A 90%/B 80% / C 60% im Jahr 2050) in gleicher Priorisierung der Cluster solange, bis der Gesamtwert des FW-Anschlussgrades (im Jahr 2030 55%, im Jahr 2050 70% in Bezug auf die Gesamtstadt) erreicht ist. Daraus ergibt sich, wie vie-

le und welche Cluster einer Stadt gar nicht durch FW erschlossen werden müssen.

Da zeitgleich mit bzw. kurz nach dem Netzausbau nur ein gewisser Kundenkreis angeschlossen werden kann (Betreiber von zu diesem Zeitpunkt noch relativ neuen Heizungen können erst deutlich später hinzukommen), ist zur Erreichung der Zielvorgabe im Jahr 2030 ein Netzausbau erforderlich, der über die o.g. Anteile hinausgeht und (mehrheitlich) dem Maximalausbau des Netzes in den Clustern entspricht. Der Zuwachs von 55% im Jahr 2030 auf 70% im Jahr 2050 erfolgt insofern in hohem Maße auf Basis einer Nachverdichtung durch diejenigen Kunden, deren Heizungen erst dann ein ablösungswürdiges Alter erreicht haben.

In Abbildung 8 ist dargestellt, welche Investitionssummen sich in den einzelnen Dekaden für den Netzausbau ergeben. Knapp 90% der Investitionen sind bereits bis 2030 zu tätigen.

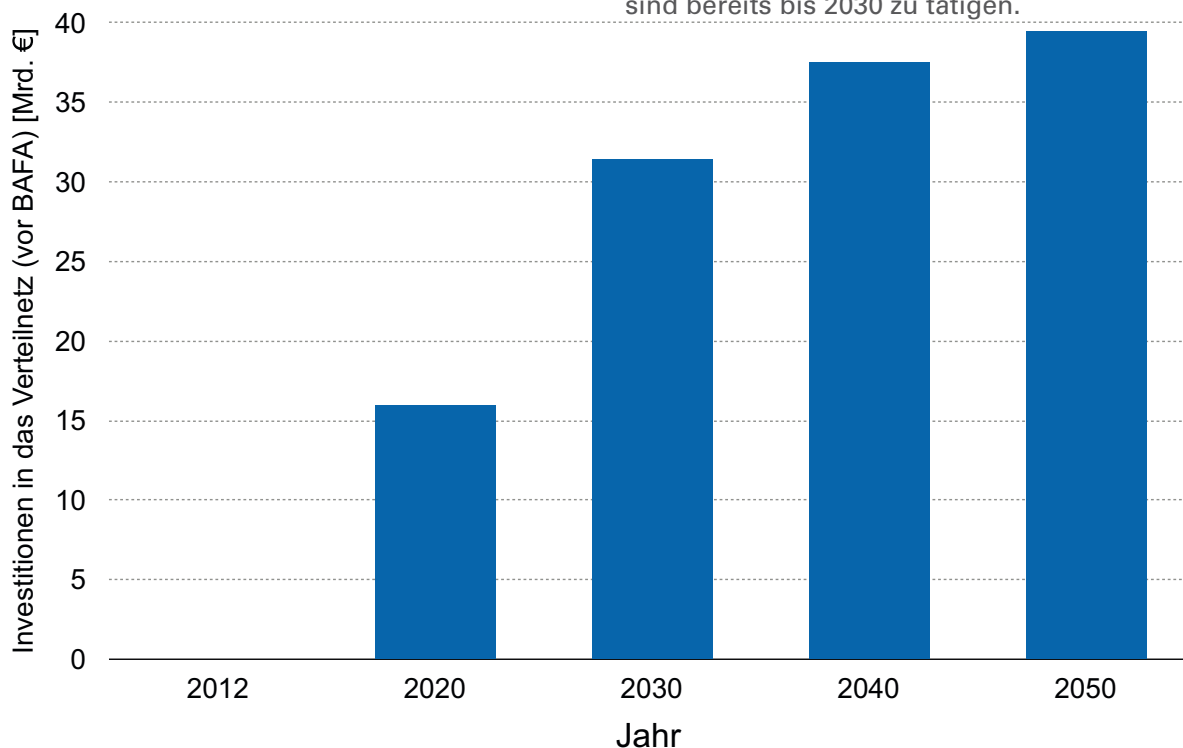


Abbildung 8: Investitionsvolumina durch den Ausbau des Verteilnetzes in der 70/70-Strategie

### 3.3 Annahme der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen für den Ausbau der Fernwärmeversorgung

Die für die betriebs- und volkswirtschaftliche Analysen der 70/70-Strategie verwendeten Rahmenannahmen (Energiepreise, Zinssätze, Bewertungsansätze etc.) orientieren sich weitgehend an denjenigen der KWK-Potenzialstudie für das Bundeswirtschaftsministerium /IFAM et al. 2014/.

So wird in Bezug auf die Entwicklung der Energieträgerpreise (vgl. Tabelle 2) von einem Anstieg ausgegangen. Hierbei steigen die Erdgaspreise frei Kraftwerk von 31€/MWh im Jahr 2014 auf 38 €/MWh im Jahr 2050 d.h. um rund 23%. Im gleichen Zeitraum wird eine Verdopplung für Steinkohle, d.h. von 9€/MWh im Jahr 2014 auf 18€/MWh im Jahr 2050 für Steinkohle frei Kraftwerk angenommen.

Hinsichtlich der zukünftig eingesetzten Biomasse wird ein konstanter Preis von 40€/MWh angesetzt. Dies entspricht einem Mischpreis, der sowohl Holzabfälle als auch Waldrestholz enthält. Für Biomethan wird ebenfalls von einem konstanten Preis (70€/MWh) ausgegangen. Dieser Preis berücksichtigt zum einen, dass hinsichtlich der Substratpreise eine konstante Entwicklung unterstellt ist und zum anderen, dass aufgrund des höheren Flexibilisierungsgrades der Biogasanlagen höhere Kosten aufgrund größer dimensionierter Speicher anfallen.

		2014	2020	2030	2040	2050
Internationaler Ölpreis	[USD <sub>2013</sub> /bbl]	116	122	129	131	133
Grenzübergangspreis Erdgas H <sub>o</sub>	[€/MWh]	27	31	32	35	35
Erdgaspreis frei Kraftwerk	[€/MWh]	31	35	36	38	38
Grenzübergangspreis Steinkohle	[t/SKE]	65	112	124	135	143
Steinkohlepreis frei Kraftwerke	[€/MWh]	9	14	16	17	18
CO <sub>2</sub> -Zertifikatspreis	[€/MWh]	5	10	42	68	80
Großhandelsstrompreis (Baseload)	[€/MWh]	36	42	67	83	87
Biomasse frei Kraftwerk	[€/MWh]	40	40	40	40	40
Biomethan frei Kraftwerk	[€/MWh]	70	70	70	70	70

Tabelle 2: Annahmen hinsichtlich der verwendeten Energieträger- und CO<sub>2</sub>-Zertifikatspreise (Quelle /IFAM et al. 2014/ und eigene Annahmen)

Sowohl für die volks- als auch für die betriebswirtschaftliche Betrachtung sind Annahmen hinsichtlich der Zinssätze notwendig. In der volkswirtschaftlichen Betrachtung wird von einem Zinssatz von 3% ausgegangen. Bei der betriebswirtschaftlichen Betrachtung wird ein Zinssatz von 7% für die Fernwärmeversorgungsunternehmen bzw. allgemein für die Energiewirtschaft, 6% für die privaten Haushalte und 7% für den Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistung unterstellt.

Die betriebswirtschaftlichen Berechnungen gehen davon aus, dass das Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG) auch zukünftig unbegrenzt fortgeführt wird (also kein Ende des KWKG beim Erreichen des 25%-Ziels) und das Förderbudget für das KWKG nicht begrenzt ist. Hinsichtlich der Ausgestaltung des KWKG wird ein Förderdesign mit einer technologie- und brennstoffneutralen Förderung angenommen. Um die Rechnungen zu vereinfachen, werden einheitliche Fördersätze für Neuanlagen und die Modernisierung der KWK-Anlagen der allgemeinen Versorgung in einer die Höhe von 5 ct/kWh angesetzt; diese leitet sich aus den Forderungen des AGFW ab /AGFW 2015/. Hinsichtlich der Förderung des Wärmenetzausbaus wird eine Fortführung der bisherigen Förderung unterstellt.

Die angesetzten Investitionskosten für die Verteilung differenzieren zwischen den städtebaulichen Verhältnissen in Ballungszentren und Stadträndern. Während im Mittel die spezifischen Kosten für den Verteilungsbau mit 750€/m (vor BAFA) angesetzt sind, wird in hochverdichteten Siedlungsbereichen von spezifischen Kosten von 900€/m ausgegangen. In Siedlungsbereichen mit niedriger Wärmedichte wird der Wert mit 600€/m entsprechend niedriger angesetzt als der Mittelwert. Das Bestandsnetz muss im Betrachtungszeitraum zu drei Vierteln erneuert werden. In der betriebswirtschaftlichen Rechnung wird hierfür nur der Anteil berücksichtigt, der dem Zubau aufgrund von Anschlussverdichtung zurechenbar ist. Im Rahmen der Berechnung der (Betriebs-)Wirtschaftlichkeit der 70/70-Strategie ist unterstellt, dass der Ausbau in großen Projekten erfolgt, die alle gefördert werden.

# 4 Ausbau der Fernwärmeversorgung in den 70 einwohnerstärksten Städten bis zum Jahr 2050

Der Ausbau der Fernwärmeversorgung auf 70% am Anteil des Wärmebedarfs der Wohn- und Nichtwohngebäude innerhalb der Städte hat unterschiedliche Auswirkungen, die im Folgenden näher analysiert werden sollen. Bei den untersuchten Auswirkungen wird auf den Beitrag zur Erreichung der Klimaschutzziele auf lokaler Ebene (vgl. Kapitel 4.1, Bearbeitung

IER), den Beitrag der 70/70-Strategie zum Erreichen der Energiewende (vgl. Kapitel 4.2, Bearbeitung IER), die betriebswirtschaftlichen Effekte (vgl. Kapitel 4.3, Bearbeitung IFAM) und den Beitrag zur kommunalen Wertschöpfung (vgl. Kapitel 4.4. Bearbeitung IER) eingegangen.

## 4.1 Beitrag zur Erreichung der Klimaschutzziele auf lokaler Ebene

Basierend auf einer Ist-Analyse des Wärmebedarfs für Raumwärme und Brauchwarmwasser der Wohn- und Nichtwohngebäude und deren anteiligen Fernwärmeversorgung wird im Folgenden für die Analyse unterstellt, dass entsprechend Abbildung 4 die Fernwärmeerzeugung in den 70 einwohnerstärksten Städten in Deutschland ausgebaut wird. Im gleichen Zeitverlauf wird berücksichtigt, dass aufgrund energetischer Sanierungsmaßnahmen bzw. des demographischen Wandels der betrachtete Wärmebedarf sowohl insgesamt als auch der des Fernwärmebestandes abnimmt. Die Bereitstellung der zusätzlichen Fernwärme bzw. die dadurch verdrängten Wärmemengen werden entsprechend dem in Kapitel 3 beschriebenen Varianten bzw. Verfahren bewertet. Darauf basierend ergeben sich die im Folgenden dargestellten Ergebnisse.

Die Fernwärmeversorgung leistet heute bereits einen erheblichen Beitrag zur Vermeidung von CO<sub>2</sub>-Emissionen innerhalb der Städte. Ohne die bestehende Fernwärmeversorgung innerhalb der 70 einwohnerstärksten Städte in Deutschland würden deren Emissionen für die Bereitstellung des

Wärmebedarfs für Brauchwarmwasser und Raumwärme bei rund 53 Mio. t CO<sub>2</sub>/a liegen (vgl. Abbildung 9). Aufgrund der bestehenden Fernwärmeversorgung liegt diese jedoch nur bei 37 Mio. t CO<sub>2</sub>/a, d.h. die bestehende Fernwärmeversorgung vermied im Jahr 2012 rund 16 Mio. t CO<sub>2</sub>.

Langfristig sind diese CO<sub>2</sub>-Emissionen aufgrund der sinkenden Wärmenachfrage durch energetische Sanierung des Gebäudebestandes rückläufig. Die Wärmedämmung spart bis zum Jahr 2030 12 Mio. t CO<sub>2</sub> ein. Nach 2030 steigt der Beitrag der energetischen Sanierung des Gebäudebestandes bis zum Jahr 2050 auf 21 Mio. t CO<sub>2</sub>-Einsparung jährlich an, da diese weiterhin in den Städten in Kombination mit Maßnahmen zum Erhalt der Gebäudehülle durchgeführt wird bzw. ein Teil der Gebäude aufgrund des demographischen Wandels wegfällt.

Gleichzeitig nimmt auch der positive Beitrag der CO<sub>2</sub>-Vermeidung durch den Fernwärmebestand ab, da auch Wohn- und Nichtwohngebäude, die derzeit mit Fernwärme versorgt sind, energetisch saniert werden und dadurch eine geringere Wärmenachfrage aufweisen.

Der Ausbau der Fernwärmeversorgung innerhalb der Städte trägt in Abhängigkeit der Ausbauvariante im Jahr 2030 mit 19 bis 21 Mio. t CO<sub>2</sub>/a zur Vermeidung der CO<sub>2</sub>-Emissionen durch Fernwärme bei. Mit Blick auf das Jahr 2050 wird deutlich, dass die unterstellte oder gewählte Fernwärmeerzeugungsvariante entscheidend für das Erreichen der langfristigen Klimaziele ist. Hierbei ist die CO<sub>2</sub>-Vermeidung jeweils in der „EE-Variante“ höher bzw. die verbleibenden CO<sub>2</sub>-Emissionen sind geringer. Dies liegt an zwei Effekten. Zum einen nimmt der positive Effekt der KWK-Stromerzeugung aufgrund des eingesetzten rein fossilen Brennstoffes in KWK-Anlagen und der rückläufigen Stromgutschrift im Referenzszenario ab (vgl. auch Abbildung 6). Zum anderen wirkt sich der zunehmende Einsatz erneuerbarer Energien, sowohl durch das Heizwerk an sich als auch den immer höheren Anteil der Fernwärmebereitstellung durch das Heizwerk, positiv auf die CO<sub>2</sub>-Bilanz aus. So wird der Vorteil der Fernwär-

meerzeugung von der Stromseite auf die Wärme-  
seite verlagert, da die Wärmeerzeugung im Heizwerk durch den Einsatz von Strom bzw. erneuerbaren Energien CO<sub>2</sub>-neutral erfolgt im Gegensatz zu den vermiedenen CO<sub>2</sub>-Emissionen im unterstellten Wärmemix aus Heizöl- und Erdgaskesseln.

Infolgedessen erfolgt in der EE-Variante die Wärmebereitstellung für die Wohn- und Nichtwohngebäude hinsichtlich CO<sub>2</sub>-emissionensneutral. Hingegen bleiben die resultierenden CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Höhe von 16 Mio. t CO<sub>2</sub> in der Variante BAU im Jahr 2050 bestehen.

Zusätzlich würde langfristig in der EE-Variante die Fernwärme alle Voraussetzungen hinsichtlich einer Quote bezüglich des Bruttoendenergieverbrauchs an erneuerbaren Energien (BEEV) erfüllen, da die Fernwärme zu 75% aus erneuerbaren Energien bereitgestellt würde.

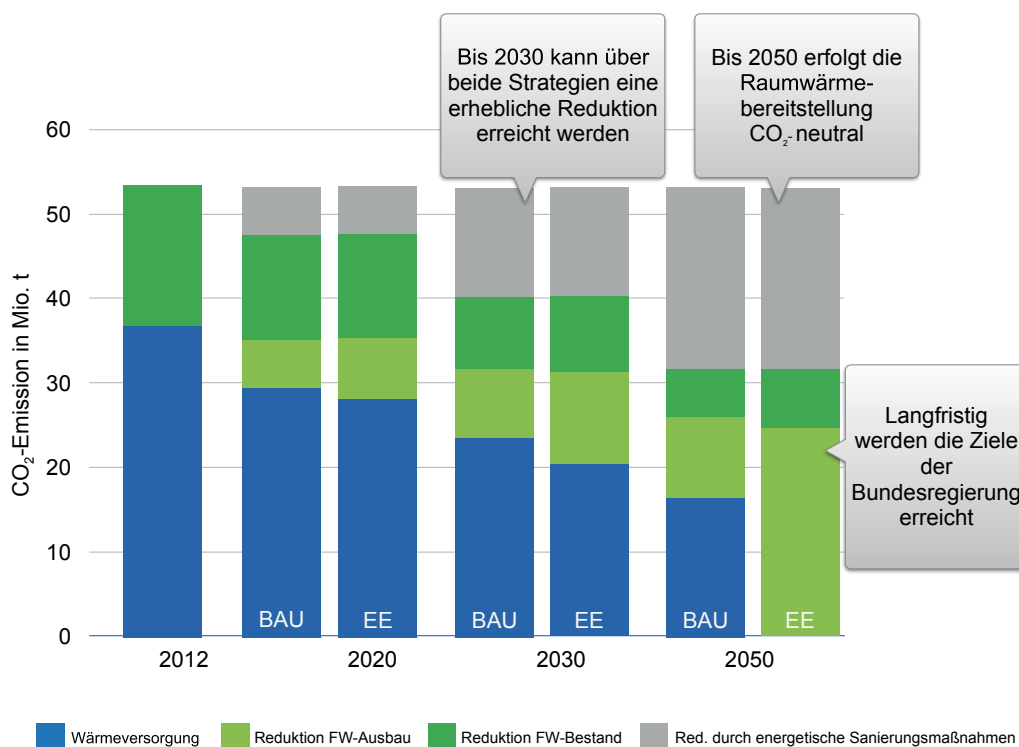


Abbildung 9: Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen aufgrund der Wärmebereitstellung für die Wohn- und Nichtwohngebäude innerhalb der 70 einwohnerstärksten Städte in Deutschland in Abhängigkeit der Ausbauvarianten

## 4.2 Beitrag zur Erreichung der Energiewende

Eingebettet in den europäischen energie- und klimapolitischen Rahmen hat die Bundesregierung im Herbst 2010 mit ihrem Energiekonzept und den Neuerungen im Sommer 2011 ein nationales Ziel- und Maßnahmenpaket für eine nachhaltige Energieversorgung vorgelegt (Bundesregierung 2011a, 2011b). Bestandteil des Energiewendekonzeptes ist unter anderem, dass ein ehrgeiziges Klimaschutzziel erreicht werden soll, das eine Treibhausgasminderung bis 2050 um 80 bis 95 % (ggü. 1990) vorsieht. Zur Zielerreichung sollen hauptsächlich die erneuerbaren Energien beitragen und bis 2050 einen Anteil von 60 % des Bruttoendenergie- und 80 % des Bruttostromverbrauchs abdecken. Im Weiteren sollen die Energieeffizienz im Allgemeinen bzw. energieeffiziente Systeme einen erheblichen Beitrag leisten.

Um den Beitrag der 70/70-Strategie zur Erreichung der Ziele der Energiewende zu analysieren, wird eine Szenarienanalyse mit dem Energiesystemmodell TIMES PanEU /Blesl 2014/ durchgeführt (vgl. Abbildung 10). Ziel des Energiesystemmodells ist die Ermittlung der kostenoptimalen Energieversorgungsstruktur bei einem vorgegebenen Nutzenergie- bzw. Energiedienstleistungsbedarf und gegebenenfalls energie- und umweltpolitischen Vorgaben, d.h. in diesem Untersuchungsfall die des Energiewendekonzeptes in Deutschland. Hierzu erfolgt eine Minimierung der diskontierten Aufwendungen des Energiesystems, wobei jedoch die einzelnen Akteure (Haushalte, Industrie, Energieversorgung) unterschiedliche wirtschaftliche Kalküle haben können.

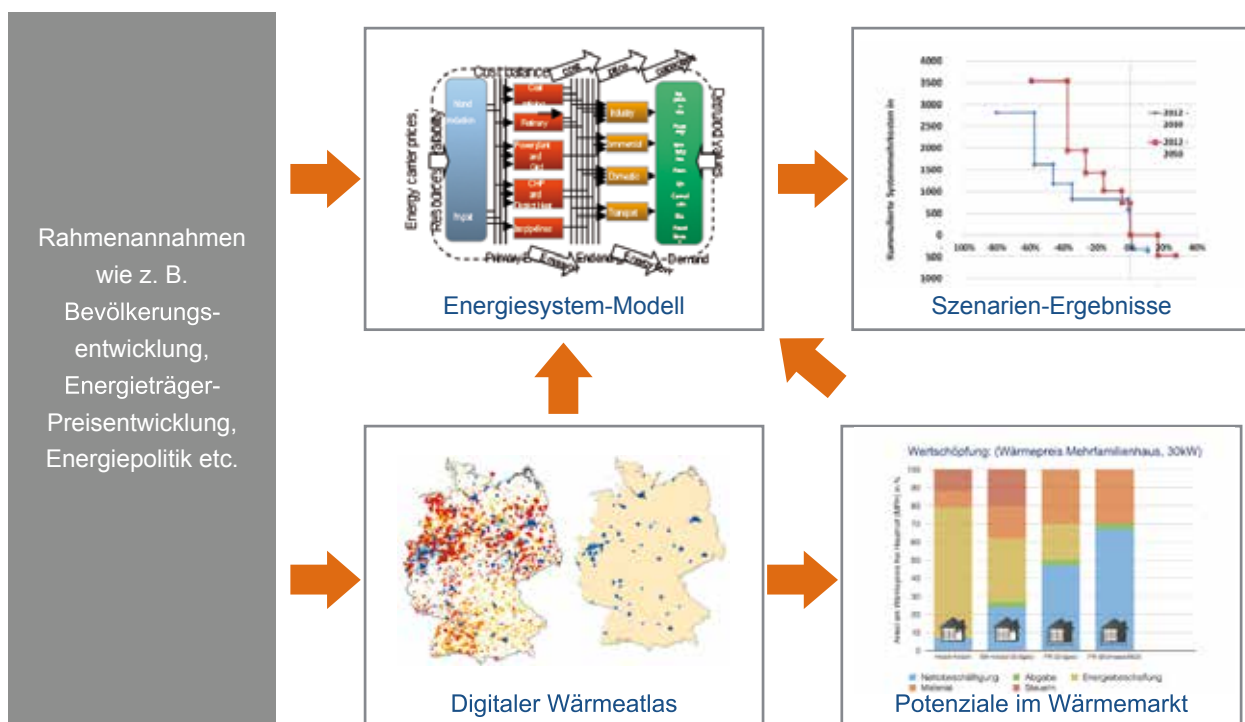


Abbildung 10: Methodischer Ansatz zur Analyse der volkswirtschaftlichen Effekte.

Für die Berechnungen wurden in das Energiesystemmodell sowohl die Rahmenannahmen (vgl. Kapitel 3.3.) als auch die Ergebnisse der Analyse des Wärmemarktes als Ganzes sowie der 70 Städte integriert. Dementsprechend wurden sowohl die Bestandsanlagen und Netze der öffentlichen Strom- und Wärmeerzeugung als auch die Potenziale und die damit verbundenen Kosten des Ausbaus sowohl der Fernwärmeerzeugungsanlagen, der Fernwärmenetze, des Anschlusses der Kunden bzw. der Investitionen in neue Kundenanlagen berücksichtigt.

Für die Szenarienanalyse wurden unterschiedliche Szenarien festgelegt. Ausgangsbasis bildet ein Szenario, das die Energiewendepolitik simuliert. Aufbauend auf diesem Szenario wurde analysiert inwieweit die 70/70-Strategie, d.h. die Maßnahme teilweise oder als Ganzes umgesetzt wird. Basierend auf dem Ergebnis, dass die 70/70-Strategie als kostengünstigste Strategie umgesetzt wird, wurden zusätzliche Szenarien gerechnet, die jeweils den Ausbau der Fernwärmeversorgung der 70/70-Strategie beschränken. Dadurch kann untersucht werden, inwieweit der Ausbau bzw. der Nichtausbau der Fernwärmeversorgung in den 70 Städten Auswirkungen hinsichtlich der volkswirtschaftlichen Systemmehrkosten hat.

Um die Energiewende umzusetzen, bewirkt der Ausbau der Fernwärme im Rahmen der 70/70-Strategie einen positiven Kosteneffekt sowohl bis 2030 als auch 2050, d.h. aus volkswirtschaftlicher Sicht ist die 70/70-Strategie wirtschaftlich. Würde das 70/70-Ausbauziel 2030 um 20% verfehlt, d.h. würde anstatt des angestrebten Ausbaus der Fernwärme um 63 TWh nur ein Ausbau um 50 TWh erfolgen, fielen für Deutschland kumulierte Mehrkosten von 800 Mio. € an.

Die Mehrkosten ergeben sich dadurch, dass andere alternative CO<sub>2</sub>-Vermeidungsoptionen mit höheren CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten benötigt werden, um unter diesen Bedingungen die CO<sub>2</sub>-Minderungsziele der Bundesregierung im Jahr 2030 zu erreichen. Mit 25 € je Tonne CO<sub>2</sub> im Jahr 2030 und 60 Euro je Tonne CO<sub>2</sub> im Jahr 2050 liegen die CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten unter den Zertifikatspreisen des Gesamtsystems. Würde das Ziel 2030 weiter verfehlt, treten in Abhängigkeit des Grads der Nichterreichung des 70/70 Ausbauziels kumulierte Mehrkosten von bis zu 2,8 Mrd. € auf. Bis 2050 verdoppeln sich die Mehrkosten. Bei einer

Verfehlung der 70/70-Strategie um 50 %, d.h. wenn in den 70 Städten nur ein Ausbau um 33 TWh erfolgen würde, ergeben sich Mehrkosten von 3,5 Mrd. €.

Der Anteil der KWK an der Nettostromerzeugung betrug im Jahr 2012 ca. 16,6% (vgl. Abbildung 12). Durch den Ausbau der Fernwärmeversorgung gemäß der 70/70-Strategie wird parallel die KWK-Wärmebereitstellung und -Stromerzeugung ausgebaut. Infolgedessen trägt die Strategie in der Variante BAU dazu bei, dem 25%-KWK-Ziel ca. 5%-Punkte bis 2020 bzw. 9%-Punkte im Jahr 2030 näher zu kommen. Bis 2030 ist der Unterschied zwischen den Varianten gering.

Damit leistet die Strategie einen erheblichen Beitrag zur Erreichung des 25%-KWK Ziels. Da zusätzlich der Ausbau der Fernwärmeversorgung in den nicht betrachteten Gemeinden, der verstärkte Einsatz von KWK in der Industrie bzw. der Ausbau der Mini-KWK-Anlagen erfolgen kann und wird, können die fehlenden Anteile zur Zielerreichung darüber erschlossen werden.

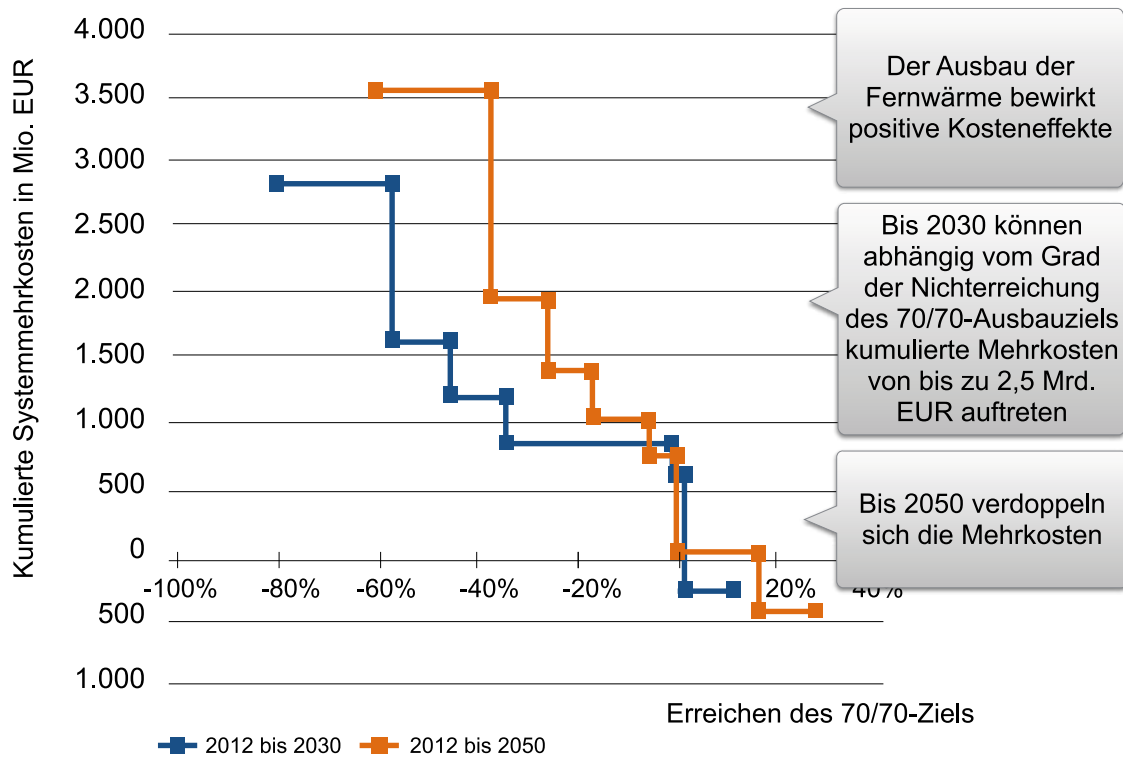


Abbildung 11: Kumulierte volkswirtschaftliche Mehrkosten der 70/70-Strategie

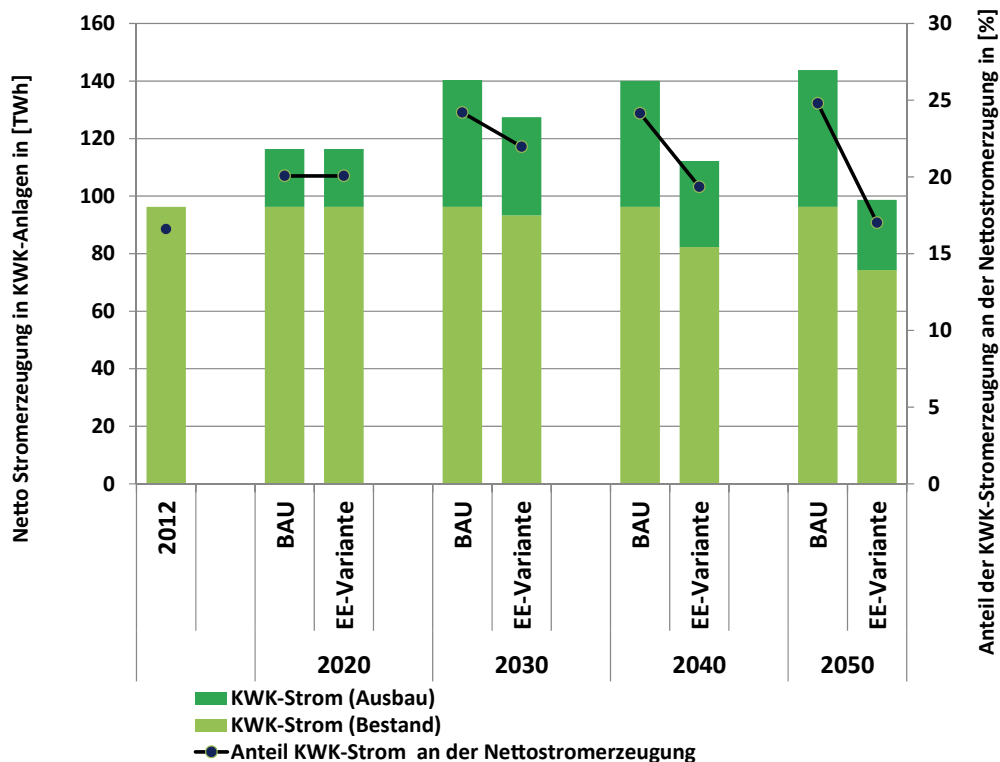


Abbildung 12: Beitrag der 70/70-Strategie zur Erreichung des KWK-Ziels



## 4.3 Betriebswirtschaftliche Effekte der Umsetzung der 70/70-Strategie

Im Rahmen der Untersuchung der betriebswirtschaftlichen Effekte wird in Abschnitt 4.3.1 zunächst die methodische Vorgehensweise vorgestellt. Dabei wird deutlich, welche Aufgabe die Modellstädte und die detaillierte Betrachtung der einzelnen Cluster spielen.

Wichtige Rahmenbedingungen und Annahmen wurden bereits in Abschnitt 3.2 und 3.3 dokumentiert.

Es schließt sich in Abschnitt 4.3.2 die Ergebnisdarstellung an; diese bezieht sich stets auf die Gesamtheit der 70 Städte.

### 4.3.1 Methodische Vorgehensweise

Die Betrachtungen beziehen sich nur den FW-Zubau, weil die Bewertung der 70/70-Ausbaustrategie im Fokus steht und nicht der Bestand.

Die 70 Städte lassen sich entsprechend der KWK-Potenzialstudie /IFAM et al. 2014/ vier Stadtkategorien zuordnen, um eine gute Homogenität innerhalb dieser Teilmengen zu erzielen:

- Städte in den alten Bundesländern (ABL) mit > 350.000 Einwohnern,
- Städte in den alten Bundesländern (ABL) mit 150.000 - 350.000 Einwohnern,
- Städte in den alten Bundesländern (ABL) mit rd. 110.000 - 150.000 Einwohnern,
- Städte in den neuen Bundesländern (NBL) mit > rd. 160.000 Einwohnern.

Die wesentlichen Daten über den aktuellen Wärmebedarf der betrachteten Sektoren (private Haushalte und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen), die Wärmebedarfsentwicklung, den aktuellen und zukünftigen FW-Absatz, sowie der Netzlängen des bestehenden FW-Verteilnetzes wurden zwischen IER und IFAM abgeglichen. Das IFAM nutzt für die betriebswirtschaftlichen Rechnungen die IER-Daten, um Konsistenz mit den volkswirtschaftlichen Analysen zu gewährleisten. Die Vorgehensweise zur Bestimmung der betriebswirtschaftlichen Effekte zeigt

Abbildung 13. Zunächst erfolgen Detailanalysen für 15 Modellstädte. Für diese Städte liegt jeweils eine GIS-basierte Wärmebedarfskarte vor, die folgende Datengrundlage bietet:

- Gebäude(teil)scharfe Auflösung der Bedarfswerte,
- Hausanschlusslänge je Gebäude (eigene Berechnung durch IFAM),
- Verteilnetzlänge je Straßenabschnitt (eigene Berechnung durch IFAM).

Die Modellstädte werden in Abhängigkeit von den Siedlungsstrukturen in einzelne Cluster (im Mittel sind es rund 45) unterteilt, um räumlich differenzierte Berechnungen anstellen zu können (siehe Abbildung 14). Weil die 70 Städte sehr unterschiedliche Ausgangssituationen hinsichtlich des derzeitigen FW-Ausbaustandes aufweisen, werden die Mittelwerte und die Bandbreiten innerhalb der Stadtkategorien ermittelt und mit den Gegebenheiten in den Modellstädten verglichen. Ist in einigen Fällen der Ist-Stand des FW-Ausbaus den Bearbeitern aufgrund nicht verfügbarer Netzpläne nicht vollständig bekannt. Damit die Modellstädte repräsentative und damit übertragbare Ergebnisse für jede Stadtkategorie liefern können, werden einzelne Skalierungen des Ausbaustandes vorgenommen.

Der Grund dafür ist, dass es nicht Aufgabe einer Modellstadt ist, die Betriebswirtschaftlichkeit für die Realität genau dieser Stadt zu ermitteln; stattdessen sollen sie die typischen (mittleren) Verteilungen an

Clustergegebenheiten wie Wärmedichten und Ausbaugrade repräsentieren und damit eine gute Übertragbarkeit der Erkenntnisse auf die Gesamtheit der 70 Städte zu ermöglichen.

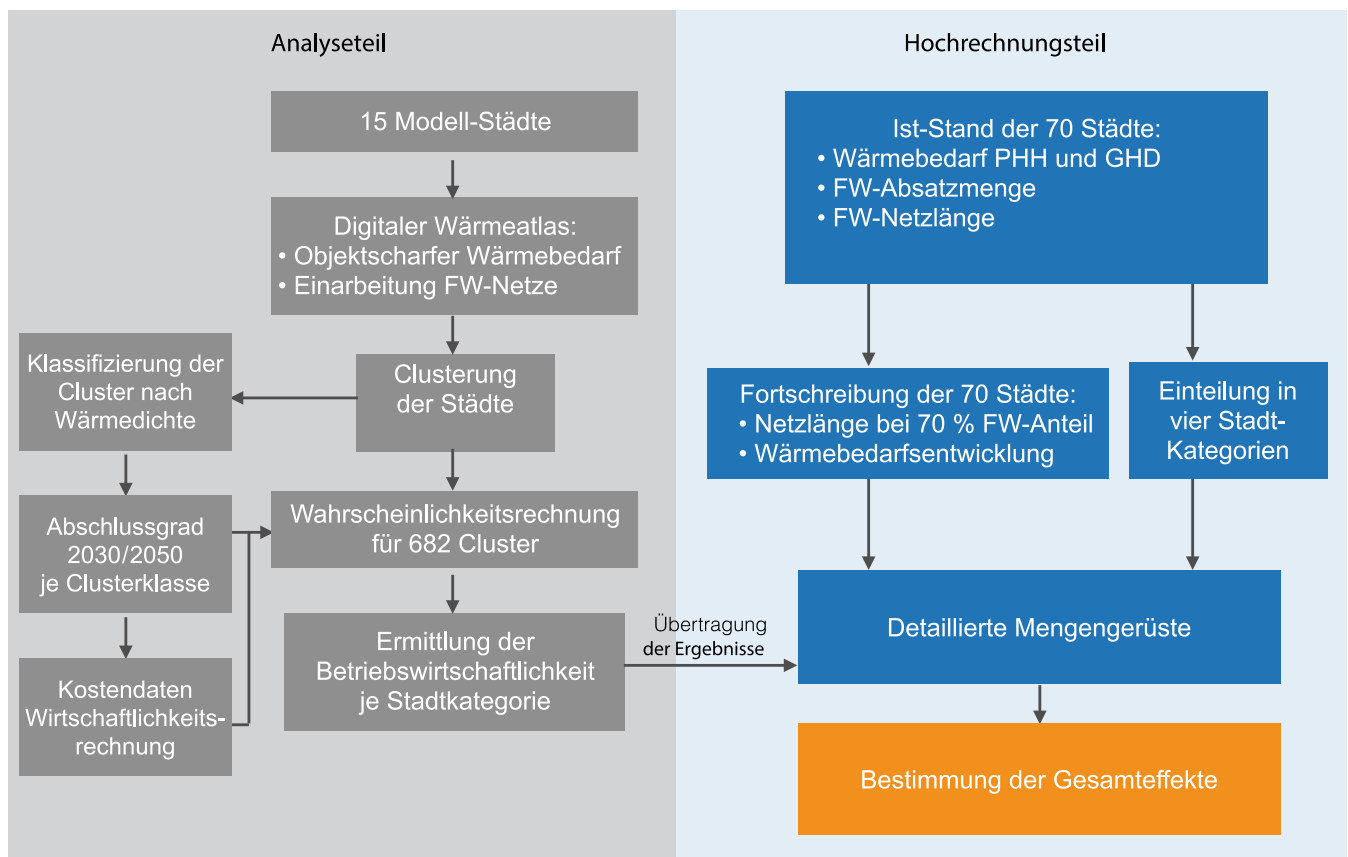


Abbildung 13: Schema der Bearbeitungsmethodik zur Bestimmung der betriebswirtschaftlichen Effekte

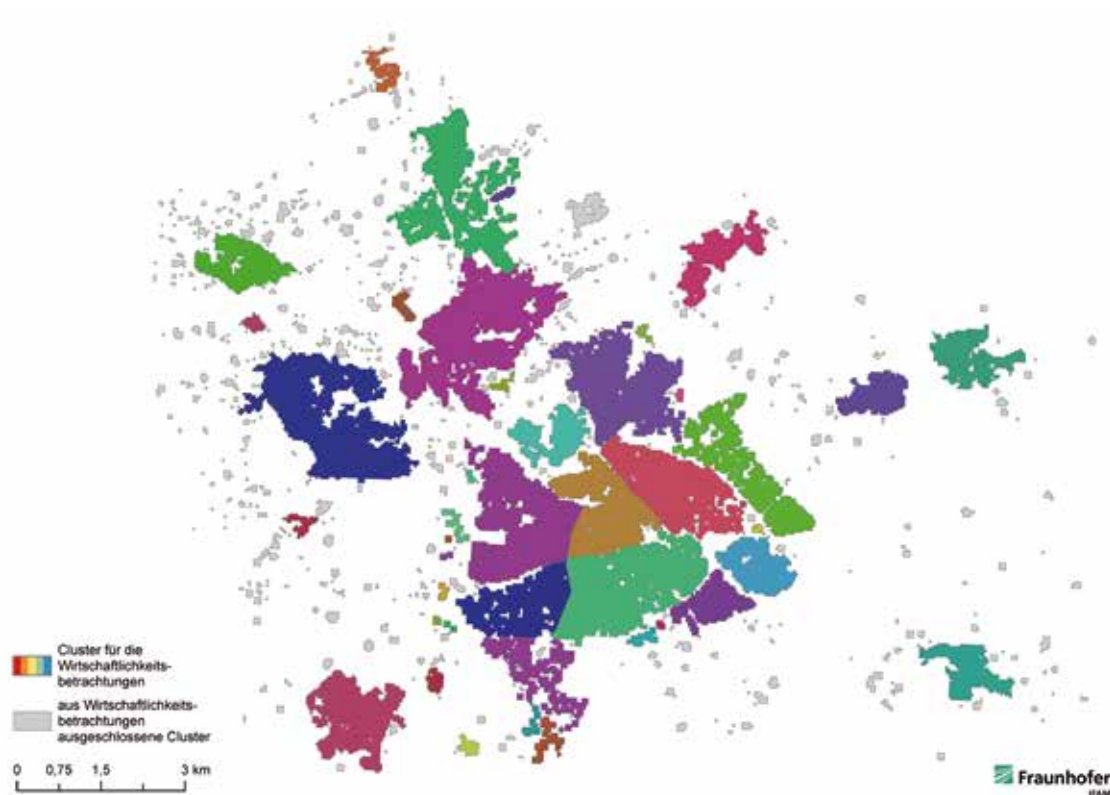


Abbildung 14: Beispiel der Clusterbildung in einer Modellstadt

Die Wirtschaftlichkeitsprüfung in einem Cluster erfolgt als wärmeseitige Bilanzierung. Für jedes Jahr werden saldiert:

- Anlegbare Fernwärmepreise  
Diese werden in einer Vollkostenrechnung für dezentrale Gaskessel ermittelt. Sie werden cluster-spezifisch angesetzt in Abhängigkeit des mittleren Gebäudewärmebedarfs.
- Wärmeerzeugungskosten  
Diese ergeben sich aus den Szenarienvorgaben und werden als DMV (discounted mean value, finanzmathematischer Mittelwert des Betrachtungszeitraums) getrennt bestimmt für die Zeiträume 2015 - 2030 und 2030 - 2050.
- Wärmeverteilungskosten  
Diese beinhalten die Investitionskosten in die Verteil- und Hausanschlussleitungen abzüglich BAFA sowie weitere Kosten für die Betriebsführung.

Für die Betrachtungszeiträume 2012 – 2030 und 2012 – 2050 wird jeweils der Barwert  $BW_{2012}$  berechnet. Die eigenständige Wirtschaftlichkeit eines Clusters ist gegeben, wenn  $BW_{2012} > 0\text{€}$  ist. Die Verrechnung der Cluster untereinander erfolgt optimiert, d. h. positive Cluster-BW werden mit negativen Cluster-BW so verrechnet, dass der maximale Zubau an FW-Absatz (in GWh/a) mit einem Summen-BW  $\geq 0\text{€}$  bestimmt wird. Daraus ergibt sich die Gesamtbilanz einer Stadt; die so ermittelte FW-Absatzmenge wird als „wirtschaftlich“ bezeichnet, der dafür ausgewiesene Prozentwert ist deren Anteil am gesamten Zubau an FW-Absatz in der Stadt.

Durch eine Mittelwertbildung der einzelnen Modellstadtergebnisse errechnen sich die wirtschaftlichen Anteile für die 4 Stadtkategorien. Durch Anwendung auf die Mengengerüste der 70 Städte ergibt sich die Gesamtbilanz der 70/70-Strategie. Diese ist für die beiden Szenarien in Abbildung 15 dargestellt.

## 4.3.2 Ergebnisse der betriebswirtschaftlichen Rechnung

Die Resultate der Berechnungen sind für die beiden Szenarien in Abbildung 15 dargestellt.

Szenario EE sind etwas höhere Erzeugungskosten zu verzeichnen, wodurch sich die Wirtschaftlichkeit

etwas verschlechtert auf einen Anteil von 95 %. Dies bedeutet, dass die am schlechtesten geeigneten Cluster beim vorgegeben FW-Ausbaupfad aus ökonomischer Perspektive nicht rentabel sind.

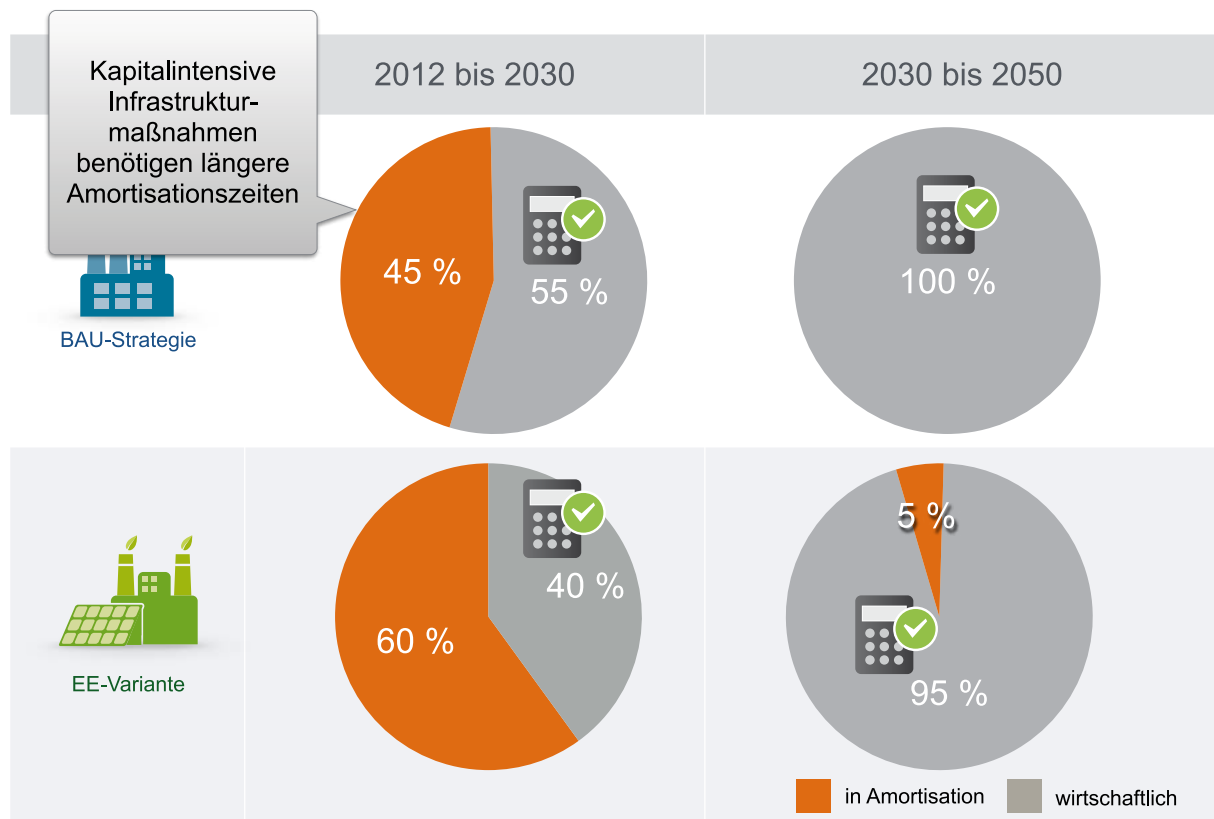


Abbildung 15: Betriebswirtschaftliche Bilanz des Ausbaus (70 Städte)

Auffallend sind die deutlich niedrigeren wirtschaftlichen Anteile bei einer Betrachtung bis 2030. Der Grund dafür ist, dass rd. 90 % der Netzinvestitionen bis 2030 anfallen (vergleiche Abbildung 8 und die dazugehörige Begründung für diesen Verlauf). Daraus ergibt sich, dass hohe Investitionskosten bis 2030 in die Bilanz eingehen, der Nutzen dieser Investitionen (Einnahmen durch Anschluss von Kunden) fällt jedoch später an (bis 2050) und liegt damit außerhalb des Bilanzierungszeitraums. In diesem

Sinne kennzeichnet die Bezeichnung „unwirtschaftlich“ bis 2030, dass sich die getätigten Investitionen noch in der Amortisationsphase befinden. Die (scheinbar) schlechte Wirtschaftlichkeit hat also rein methodische Gründe und sagt nichts darüber aus, ob diese Investitionen betriebswirtschaftlich sinnvoll sind – sie sind es, wie das Ergebnis für die Bilanz 2012 – 2050 belegt. Würde es sich bei den Verteilnetzen um bewegliche/verkäufliche Investitionsgüter handeln, ließe sich für die Netze in der Bilanz bis 2030 ein

Restwert ansetzen, wodurch sich die niedrigen Prozentzahlen für den Zeitraum 2012 – 2030 signifikant verbessern würden.

Die Refinanzierungsdauer der Verteilnetze hängt nicht nur davon ab, wann wie viele Kunden an das Netz angeschlossen werden, sondern auch von der mittleren Anschlussleistung bzw. Höhe des Wärmebedarfs. Dieser geht durch die Gebäudesanierung kontinuierlich zurück, woraus eine sich fortlaufend verlängernde Amortisationsdauer resultiert bis hin zu einer Unwirtschaftlichkeit der Investition. Daraus leitet sich die Empfehlung ab, einen Netzausbau

möglichst schnell zu realisieren, bevor der Wärmebedarfsrückgang so weit fortgeschritten ist, dass keine ausreichenden Rahmenbedingungen für solche langfristigen Strategien mehr gegeben sind bzw. ein erhöhter Förderbedarf gegeben ist.

Abbildung 16 zeigt, wie sich der Zubau im Szenario BAU auf die vier Stadtkategorien verteilt. Rund 90% des FW-Zubaus entfällt auf die Städte in den ABL; rund die Hälfte auf solche mit mehr als 350.000 Einwohnern. Dies entspricht ihrem Anteil am Nutzwärmebedarf der 70 Städte insgesamt.

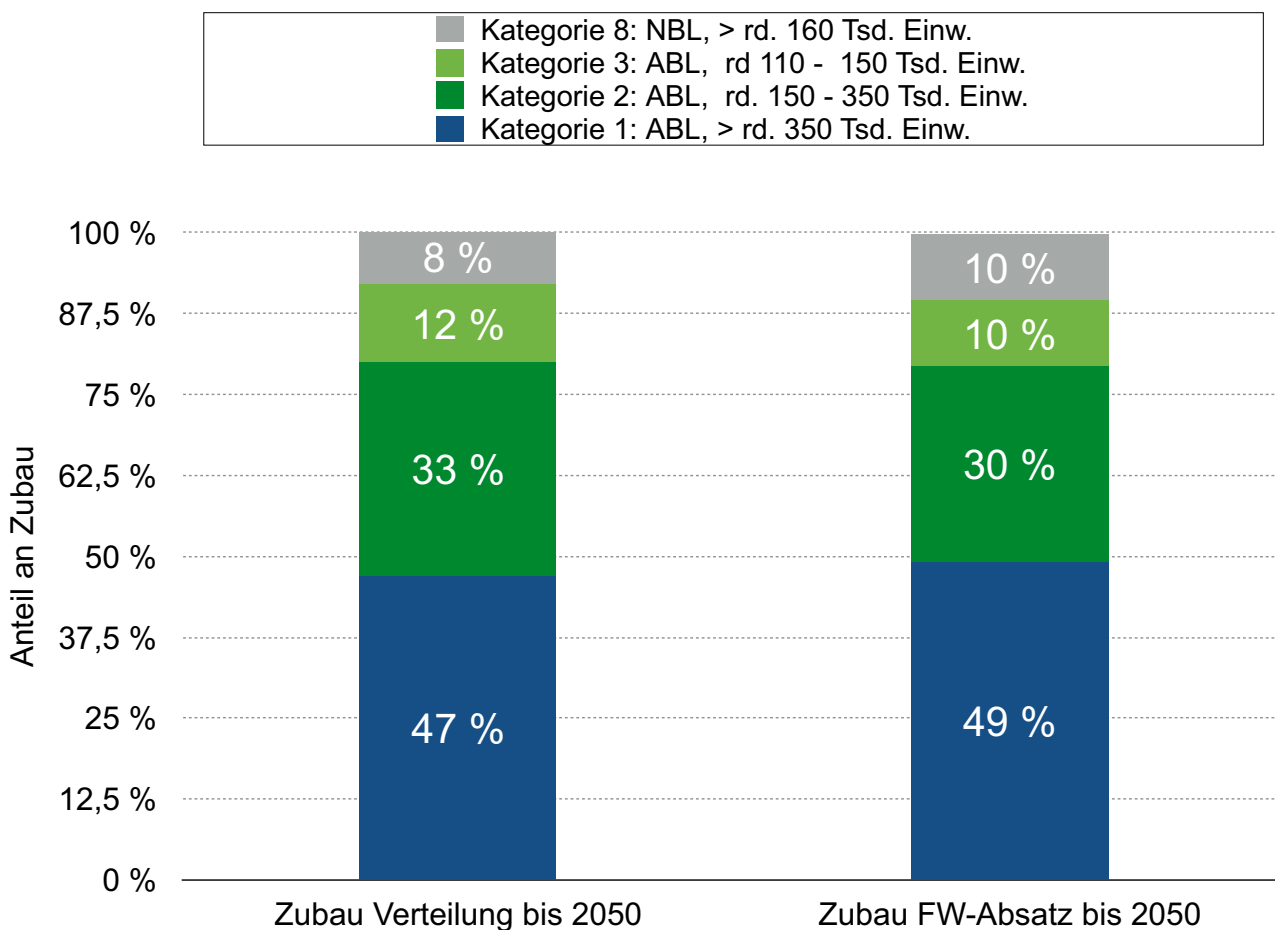


Abbildung 16: Verteilung des FW-Zubaus auf die Stadtkategorien (Szenario BAU)

### 4.3.3 Sensitivitätsanalysen der betriebswirtschaftliche Effekte der 70/70-Strategie

Im Szenario BAU hat sich auf Basis der angesetzten Rahmenbedingungen die 70/70-Strategie bis 2050 als wirtschaftlich herausgestellt. Um aufzuzeigen, in welchem Umfang sich ungünstigere Bedingungen auf das Ergebnis auswirken, werden die FW-Erzeugungskosten schrittweise um 5€/MWh erhöht.

Näherungsweise kann dies gleichgesetzt werden mit anlegbaren Wärmepreisen, die um diese Abstufungen geringer ausfallen. Das Ergebnis ist in Abbildung 17 abzulesen; dargestellt ist, in welchem Maße sich der wirtschaftliche Anteil verringert.

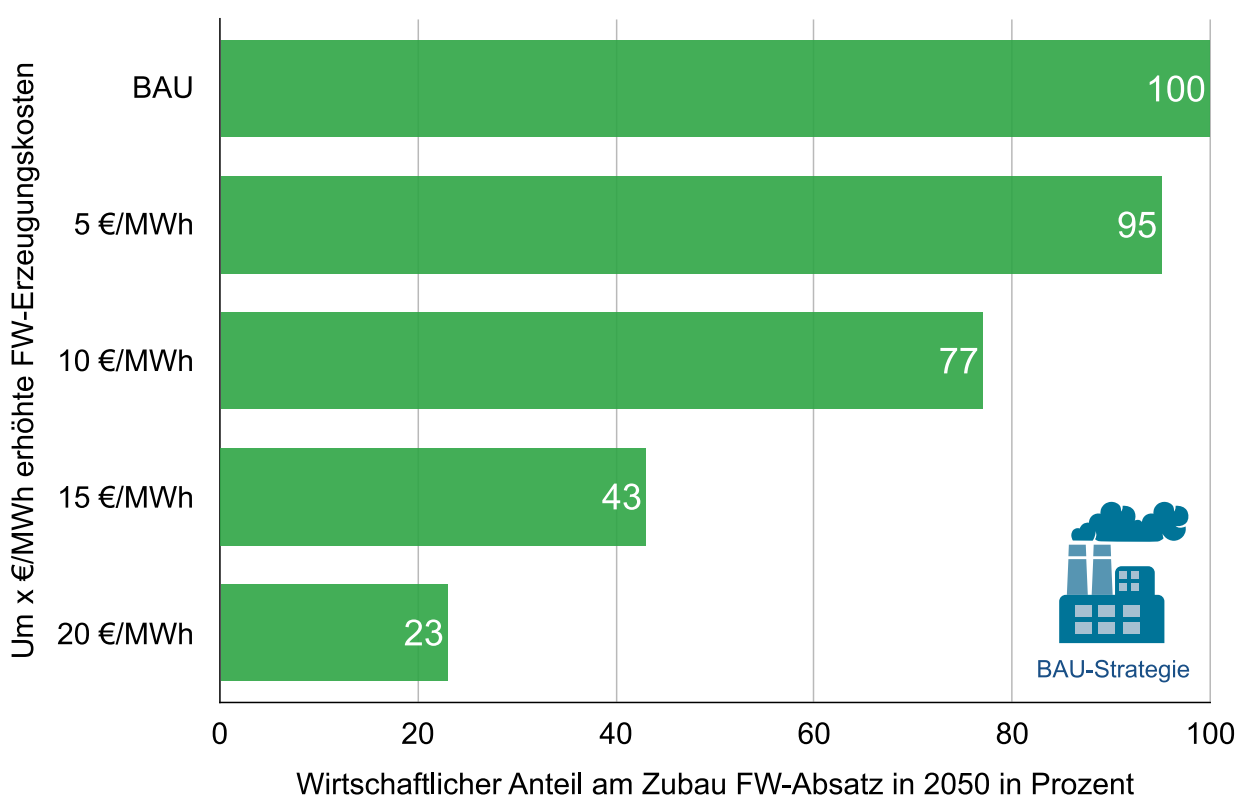


Abbildung 17: Sensitivitätsanalyse des FW-Ausbaus im Szenario BAU für den Zeitraum 2012 - 2050

Eine Verschlechterung der Erzeugungskosten um 5€/MWh wirkt sich nur geringfügig aus, die erreichten 95% wirtschaftlicher Anteil entsprechen dem Niveau des Szenarios EE. Die 70/70-Strategie erweist sich somit als robust gegenüber Veränderungen der Rahmenbedingungen, die zu einem Erzeugungskostenanstieg in dieser Größenordnung führen.

Eine über dieses Maß hinausgehende Erhöhung führt sukzessive zu einer deutlichen Reduktion des wirtschaftlichen Anteils. Der Grund dafür ist, dass die weniger gut geeigneten Cluster nach und nach aus der Wirtschaftlichkeit herausfallen bzw. dass die Überschüsse aus den besser geeigneten Clustern diese Effekte in zunehmend geringerem Maße kompensieren können.

Entsprechendes gilt für einen Vergleich der Stadtkategorien untereinander: die Reduktion der wirtschaftlichen Anteile zeigt sich am schnellsten in den Städten der Kategorien 2 und 3 (ABL, < 350.000 Einwohner), weil diese im Vergleich zu den anderen Städten geringere Wärmedichten aufweisen und entsprechend stärker auf ausreichend gute Rahmenbedingungen angewiesen sind.

Zu beachten ist, dass die für eine Teilmenge bei schlechteren Rahmenbedingungen nicht mehr gegebene Wirtschaftlichkeit nur die betriebswirtschaftliche Bewertung für den vorgegebenen Ausbaupfad der 70/70-Strategie und damit die zwingend zu erreichenden FW-Absatzmengen angibt, aber keine allgemeingültige Aussage darstellt. Die Abbildung 17 hat in diesem Sinne nur Gültigkeit für die 70/70-Strategie bis 2050. Bei einer schlechteren Bedingungen angepassten Strategie, in der bspw. geringere FW-Men-

gen als Zielvorgabe zu erreichen sind, würde sich ein anderer, ggf. höherer Wert ergeben, weil damit auf den Ausbau in sehr unwirtschaftlichen Clustern verzichtet werden könnte.

Entsprechende Sensitivitätsrechnungen wurden für unterschiedliche Varianten des KWKG durchgeführt.

Es zeigt sich, dass bei einer Vergütung von 4ct/kWh beinahe das Ergebnis des Referenzfalls erreicht wird. Bei geringeren Vergütungssätzen geht der wirtschaftliche Anteil sukzessive erst relativ moderat um rd. 9 Prozentpunkte je 1ct/kWh zurück; bei einer Absenkung von 2ct/kWh auf lediglich 1ct/kWh ist der Einbruch dann sehr deutlich. Würde das aktuell gültige KWKG fortgeschrieben, so sind noch gut drei Viertel des vorgegebenen FW-Ausbaupfades wirtschaftlich darstellbar.

Würde hingegen das KWKG komplett abgeschafft, ist die Wirtschaftlichkeit der 70/70-Strategie nur noch in Ausnahmefällen gegeben. Dies liegt daran, dass in einem solchen Szenario nicht nur die Anlagen, sondern auch die Netzförderung entfallen würde. Um aufzuzeigen, welchen Einfluss diese beiden Förderbereiche im Einzelnen haben, wurden zudem die Fälle 5 ct/kWh Vergütung, keine Netzförderung sowie keine Anlagen-, nur Netzförderung durchgerechnet. Dabei zeigt sich, dass der Wegfall der Netzförderung den wirtschaftlichen Anteil etwa halbieren, der Wegfall der Anlagenförderung von 5 ct/kWh Vergütung diesen Anteil aber auf etwa ein Viertel reduzieren würde.

## 4.4 Beitrag zur kommunalen Wertschöpfung

Die Energiewende vor Ort oder die 70/70-Strategie generiert für die Kommunen einen hohen ökonomischen Nutzwert. Heute werden jedes Jahr fossile Energien im Wert von mehreren Milliarden Euro nach Deutschland importiert. Mit dem Transfer dieser Summe in die Erdöl, Gas und Kohle exportierenden Regionen geht dieses Geld dem lokalen Wirtschaftskreislauf verloren. Die Nutzung der erneuerbaren Energien und die Steigerung der Energieeffizienz im Wärmesektor können Energieimporte durch Handwerks- und Planungsleistungen und Effizienztechnologien vor Ort ersetzen. Durch Umstrukturierung der Fernwärmeversorgung und insbesondere durch Dezentralisierung der Energieproduktion wird damit auch die Wertschöpfung auf regionaler Ebene gefördert.

Ein Hinweis auf die unterschiedliche Wertschöpfung, die sich bei der Nutzung verschiedener Heizungssysteme auf kommunaler Ebene ergeben, ist der Wärmepreis frei Haushalt. Hierfür wird in Abbildung 19 die Zusammensetzung des Wärmepreises basierend auf verschiedenen Heizungssystemen bzw. Bereitstellungspfaden eines Mehrfamilienhauses dargestellt. Es wird unterschieden zwischen einer Heizölheizung, einem Brennwertkessel auf Basis Erdgas und zweier Fernwärme basierter Hausübergabestationen. Dabei wird einmal die Fernwärme Erdgas basiert mittels KWK-Anlagen und Heizwerken bereitgestellt und das andere Mal auf Basis Biomasse und/oder Müll betrachtet. Einen Beitrag zur lokalen Wertschöpfung liefern vor allem der Nettobeschäftigungseffekt und die Abgabe, die den Kommunen direkt zu Gute kommt. Dagegen wirken sich Aufwendungen hinsichtlich der Energiebeschaffung eher negativ auf die Wertschöpfung vor Ort aus, da diese zumeist an die Energielieferländer zu zahlen sind. Erfasst werden auch Gestattungsentgelte für Fernwärmeleitung. Hinsichtlich

der Investitionen, d.h. der Produktion von Anlagen und Anlagen-Komponenten, kann nicht davon ausgegangen werden, dass diese in der Regel auf regionaler Ebene produziert werden. Investitionsnebenkosten beispielsweise für Planung und Installation sind bei der Betrachtung den Nettobeschäftigungseffekten, Grundstückskosten hingegen den Investitionen zugeordnet worden. Die Energiesteuer wird gesondert ausgewiesen. Andere, auch kommunale Steuereinnahmen, wie zum Beispiel der Anteil an der Einkommensteuer, wurden in der vereinfachten Berechnung der Zusammensetzung dem Anteil Nettobeschäftigung zugeordnet.

Entsprechend ergibt sich bei der Betrachtung der kommunalen/lokalen Wertschöpfung als Summe des Anteils Nettobeschäftigung plus Abgaben ein Indikator für dessen Nutzung in Abhängigkeit der Wahl des Heizungssystems. Der geringste Anteil weist die Heizölheizung mit rund 6 % auf; gefolgt vom Erdgas-Brennwertkessel, der aufgrund der höheren Effizienz und der Nutzung des Leitungsnetzes besser abschneidet. Die Fernwärme-Heizung schneiden mit 51 – 70 % am besten ab, da die Effizienz, die höhere Wertschöpfung durch das Wärmenetz und die Stromerzeugung sich hier positiv auswirken. Der Unterschied zwischen den Varianten ergibt sich durch die Energiebeschaffung. Können lokale erneuerbare Ressourcen in Form von Biomasse oder Müll genutzt werden, so treten dadurch höhere Beschäftigungseffekte auf, die trotz des höheren Investitionsaufwandes positive Auswirkungen auf die kommunale/lokale Wertschöpfung haben.

Im Rahmen der Studie wird unter kommunaler Wertschöpfung die Wertschöpfung verstanden, die die



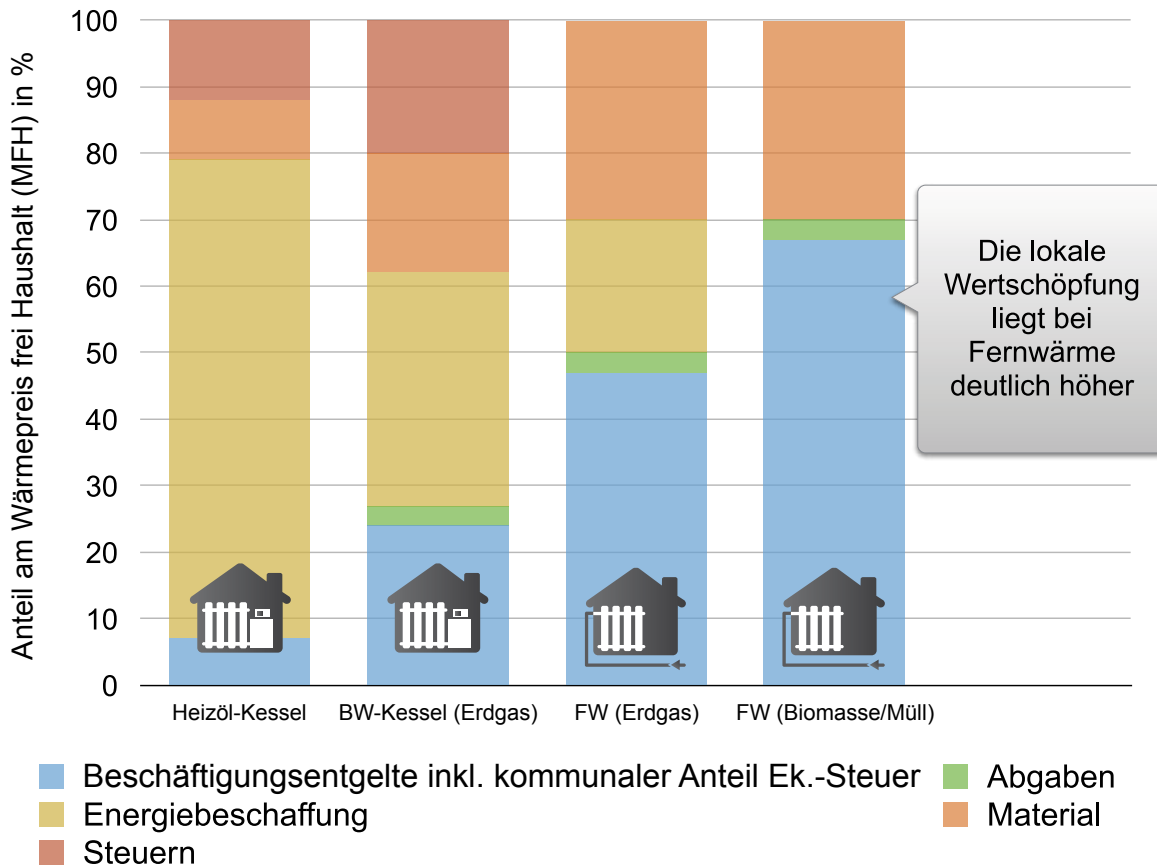


Abbildung 18: Zusammensetzung des Wärmepreises eines Mehrfamilienhauses

Kommunen selbst oder deren Einwohner bzw. deren kommunale Unternehmen generieren. Infolgedessen werden die kommunalen Steuern, d.h. der kommunale Anteil der Einkommenssteuer und die Gewerbesteuer, die Gewinne nach Steuern der kommunalen Unternehmen sowie die Nettoeinkommen von Beschäftigten in den Kommunen berücksichtigt. Vorleistungen (wie z.B. Herstellung von Fernwärmeleitungen, Übergabestationen) sind wohl bedeutend. Hierfür wurde jedoch nicht überprüft, ob diese in den betrachteten 70 Städten produziert werden. Der jährliche Effekt der kommunalen Wertschöpfung beträgt hinsichtlich der Betriebsführung der

70/70-Strategie zwischen 22 und 214 Euro je kW installierte Fernwärmeerzeugungsleistung (vgl. Tabelle 3). Die Höhe der kommunalen Wertschöpfung unterscheidet sich in Abhängigkeit des eingesetzten Energieträgers, des Arbeitsaufwands auf kommunaler Ebene, um diesen nutzbar zu machen bzw. der Gesamteffizienz der Anlage.

Durch den Ausbau der Wärmenetze infolge der 70/70-Strategie entstehen bis zum Jahr 2030 bis

	Nachsteuer- gewinn	Netto- beschäftigung	Gewerbe- steuer	Kommunaler Anteil an der Einkommen- steuer	Wertschöpfung gesamt
	[€/kW]	[€/kW]	[€/kW]	[€/kW]	[€/kW]
<b>Solarthermie</b>	15,0	30,0	3,0	2,0	<b>50,0</b>
<b>Großwärmepumpen</b>	5,0	16,0	1,0	0,4	<b>22,4</b>
<b>Power-to-Heat</b>	1,7	5,3	0,3	0,1	<b>7,4</b>
<b>Biogas-Anlage</b>	14,0	81,0	2,0	3,0	<b>100,0</b>
<b>Biomasse Großanlage</b>	33,0	171,0	3,0	7,0	<b>214,0</b>
<b>Erdgas KWK-Anlage</b>	10,7	1,2	0,4	11,8	<b>24,07</b>
<b>Fernwärmenetz</b>	17,7	1,2	0,4	18,9	<b>38,2</b>

Tabelle 3: Kommunale Wertschöpfungseffekte verschiedener Fernwärmeerzeugungsoptionen und durch die Fernwärmeverteilung (Quellen / Bost et al. 2012/ /Hirschl et al. 2010/und eigene Berechnungen)

zu 12.000 Arbeitsplätze. Weitere 1.250 Arbeitsplätze werden durch den Betrieb und die Instandhaltung der Netze entstehen. Zusätzlich werden weitere Arbeitsplätze durch die erweiterte Fernwärmeerzeugungsstruktur und ggf. die lokale Bereitstellung erneuerbarer Energien entstehen. Da die Umstellung der Heizungsanlagen langfristig notwendig ist bzw. die Effizienz der Fernwärme bzw. der Heizungssysteme nur bei Durchführung eines regelmäßigen hydraulischen Abgleichs bzw. durch kontinuierliche Umstellung von Plattenheizkörpern auf Niedertemperaturheizungssysteme gewährleistet ist, hat die Heizungsumstellung nahezu keine Auswirkungen

auf die Anzahl der Heizungsbauer vor Ort.

Für die Berechnung der kommunalen Wertschöpfungseffekte wurden wiederum nur die Effekte des Zubaus der 70/70-Strategie berücksichtigt. D.h. es wurde einerseits für die 70 Städte der entsprechende Ausbaupfad hinterlegt bzw. die zusätzlich sich verändernde Fernwärmeerzeugungsstruktur zugrunde gelegt. Damit ergibt sich das in Abbildung 20 dargestellte Ergebnis.

Bis 2030 wird durch die 70/70-Strategie insgesamt ein kommunaler Wertschöpfungseffekt zwischen

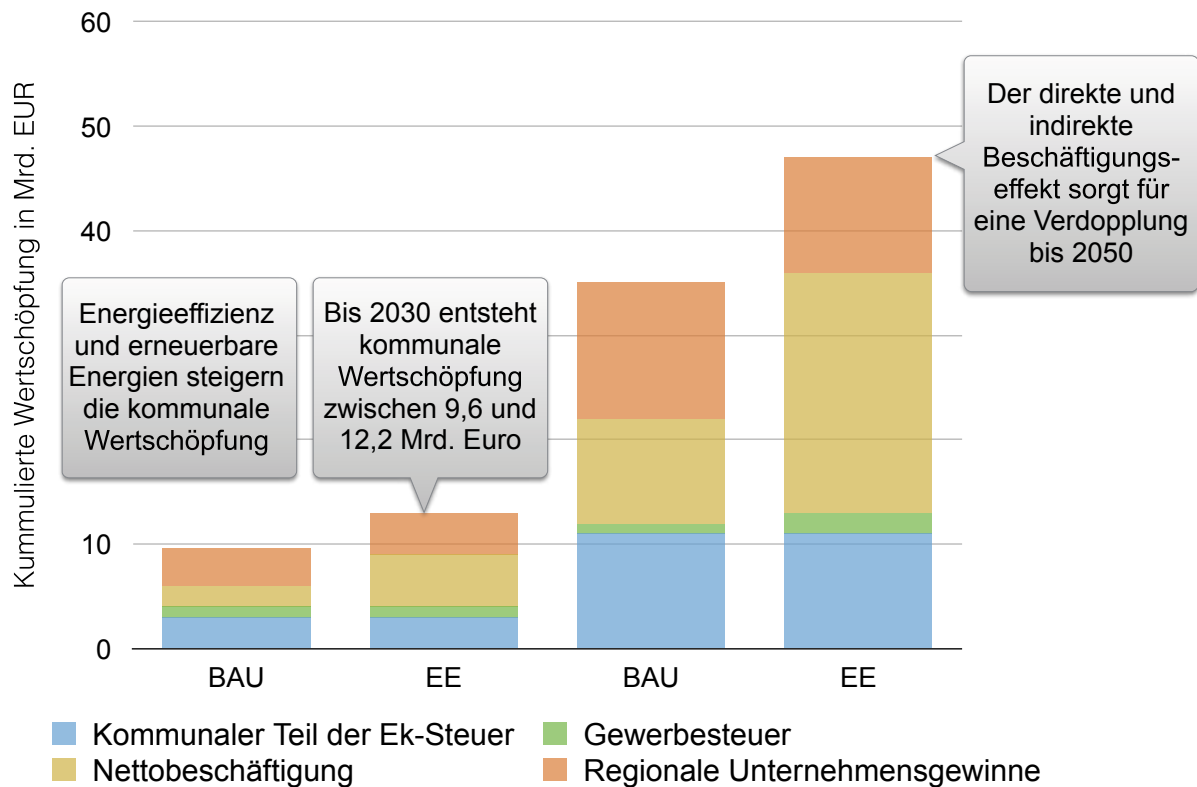


Abbildung 19: Abschätzung der kumulierten kommunalen Wertschöpfung der 70/70-Strategie

9,6 Mrd. und 12,2 Mrd. Euro erzielt. Durch den längeren Betrachtungszeitraum und durch die weitere Umstellung der Fernwärme auf erneuerbare Energie vervierfachen sich die kumulierten kommunalen Wertschöpfungseffekte des Zeitraums 2012 bis 2050. Ein Haupttreiber ist hierbei der Nettobeschäftigungseffekt, der sich mehr als versechsfacht.

Durch die Umstrukturierung der Wärmeversorgung hin zu einer Wärmenetz basierten Wärmeversorgung mit einem hohen Anteil erneuerbarer Energie wird die Wertschöpfung auf kommunaler/regionaler Ebene gefördert.

## 5 Zusammenfassung und Ausblick

Der überwiegende Anteil des Fernwärmebestands in Deutschland hat sich bisher auf die Ballungsgebiete bzw. (Groß)Städte konzentriert. Da die Fernwärmeerzeugung unabhängig von der Art des Energieträgers ist, mittels dessen die Wärme bereitgestellt wird, ist sie flexibel hinsichtlich der Umsetzung von Anforderungen in Richtung eines höheren Anteils erneuerbarer Energien bzw. dem Einsatz CO<sub>2</sub>-neutraler Erzeugungssysteme. Ein Ausbau der Fernwärmeversorgung ist daher in erster Linie eine Investition in eine Infrastruktur anstatt in eine Erzeugungstechnologie, wodurch die Möglichkeit besteht, mittelfristig auf sich ändernde energiepolitische Herausforderungen zu reagieren.

Langfristig, d.h. bis zum Jahr 2050, könnten die 70 einwohnerstärksten Städte in Deutschland ihr Ziel, im Bereich der Wärmeversorgung der Wohn- und Nichtwohngebäude klimaneutral zu sein, erreichen durch die Umsetzung der in den Klimaschutzkonzepten der Städte bereits aufgeführten Maßnahmen des Ausbaus der Fernwärmeversorgung. Mittelfristig, d.h. bis 2030, würden unabhängig von der Erzeugungsvariante der Fernwärme die energiepolitischen Treibhausgas-minderungsziele für den betrachteten Bereich erfüllt werden. Die Fernwärmeversorgung würde in den betrachteten Städten 2030 mit ca. 21 – 30 Mio. t CO<sub>2</sub> im erheblichen Umfang zur CO<sub>2</sub>-Reduktion beitragen.

Die Umsetzung des 70/70-Konzeptes wäre aus volkswirtschaftlicher Betrachtungsweise wirtschaftlich im Rahmen des Energiewendekonzeptes. Mit 25€/t CO<sub>2</sub> im Jahr 2030 und 60€/t CO<sub>2</sub> im Jahr 2050 liegen die CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten der 70/70-Strategie unter den Zertifikatspreisen des Gesamtsystems für Deutschland. Infolgedessen würde eine Nichtumsetzung des Ausbaus sowohl zu jährlichen als auch kumulierten Mehrkosten führen.

Durch den Ausbau der Nah- oder Fernwärmeversorgung und insbesondere ein stärkeres, aktives unternehmerisches Handeln in diesem Bereich können regionalökonomische Vorteile erzielt werden. Je mehr Nah- und Fernwärme aus heimischen, regenerativen Energiequellen erzeugt wird, umso weniger Kapital fließt für Energieimporte aus der Region ab und kann anderweitig in der Region eingesetzt werden. Der lokale Wertschöpfungseffekt der Nah- und Fernwärmeversorgungssysteme hängt von der Art des Versorgungssystems und dem eingesetzten Brennstoff bzw. Energieträger ab und sollte ergänzend analysiert werden, da dies eine zusätzliche wichtige Motivation darstellt, für kommunale und regionale Akteure Maßnahmen aus diesen Bereichen im Rahmen von Energie- und Klimaschutzkonzepten umzusetzen.

Die betriebswirtschaftlichen Analysen belegen, dass bei den angesetzten Rahmenbedingungen und einer Gestaltung des KWKG gemäß der AGFW-Forderung die 70/70-Strategie bis 2050 im Szenario BAU wirtschaftlich darstellbar ist.

Das Szenario EE führt zu etwas höheren Erzeugungskosten, was die Wirtschaftlichkeit der 70/70-Strategie aber nur geringfügig belastet. Dies belegt, dass die positive Bewertung der 70/70-Strategie relativ unabhängig von der gewählten Variante ist. Ergeben sich also in Zukunft Marktentwicklungen, die ab 2030 zu einem vermehrten Einsatz von erneuerbaren Energien in Heizwerken führen, so ändert dies nichts an den betriebswirtschaftlichen Vorteilen der 70/70-Strategie. Wenn die Investitionen in die Netze durch hohe Anschlussgrade refinanziert werden können, bietet diese Wärmenetz-Infrastruktur die in Zukunft wichtiger werdende Flexibilität im Hinblick auf die Zusammensetzung der eingespeisten Wärmemengen und -arten.

Hinzu kommt der grundsätzliche Vorteil, einen größeren Anteil von erneuerbarer Wärme überhaupt in hochverdichtete Siedlungsgebiete transportieren/eintragen zu können. Dezentrale Alternativen stoßen in städtischen Ballungsgebieten aufgrund von geringen Flächenverfügbarkeiten für bspw. Solarthermie bzw. von sinnvollen Transportentfernungen und -häufigkeiten von Biomasse schnell an Grenzen.

Rund 90 % des Fernwärme-Zubaus entfällt auf die Städte in den ABL, rund die Hälfte des FW-Zubaus würde in Städten mit mehr als 350.000 Einwohnern in den ABL erfolgen; diese bieten aufgrund der höheren mittleren Wärmedichten besonders günstige Voraussetzungen für einen konsequenten Ausbau einer netzgebundenen Wärmeversorgung.

Die durchgeführten Sensitivitätsrechnungen belegen, welche Bedeutung das KWKG für die Wirtschaftlichkeit der KWK-Anlagen und die untersuchte 70/70-Strategie hat – eine deutliche Verschlechterung wäre mit dem politischen 25 %-KWK-Ziel oder der hier untersuchten Strategie nicht kompatibel.

Die für den Verteilnetzausbau erforderlichen Investitionen belaufen sich auf rd. 39,8 Mrd. € (Erstinvestition, vor Einberechnung BAFA). Zur Erreichung des Zwischenziels von 55 % Fernwärmeanteil im Jahr 2030 ist es erforderlich, rund 90 % dieser Summe bereits vor 2030 zu investieren. Dies liegt nicht zuletzt daran, dass sich der Anschluss der Neukunden über einen Zeitraum von mindestens 10 Jahren erstreckt. Diese Entwicklung ergibt sich aus dem nur sukzessive möglichen Ersatz von dezentralen Heizungsanlagen. Daraus folgt zwangsläufig, dass sich bei einer Bilanzierung des Zeitraums 2012 – 2030 größere Teilmengen (in dem Szenario BAU sind es 55 %) noch in der Amortisationsphase befinden; die zwischenzeitliche Unwirtschaftlichkeit hat also rein methodische Gründe: der Großteil der Einnahmen

erfolgt erst in den Jahren nach 2030. Eine wichtige Rolle spielt in diesem Zusammenhang die energetische Sanierung der Gebäude. Durch den Rückgang des Wärmebedarfs im Gebäudebestand dauert die Amortisation der Investitionen zunehmend länger – der Netzausbau einer 70/70-Strategie sollte deshalb so früh wie möglich begonnen werden.

Eine Ausweitung des Konzeptes zum Ausbau der Fern- und Nahwärmeversorgung auf kleinere Städte erfordert gegebenenfalls andere prozentuale Ausbauziele. In diesen Gebieten liegen andere Wärmedichten vor, weshalb andere wirtschaftliche Rahmenbedingungen gelten. Eine weitere Ausweitung auf kleine Städte bietet jedoch die Möglichkeit, höhere Anteile erneuerbarer Energien in Form von Biomasse/Biogas-KWK-Anlagen in ein solches Versorgungskonzept zu integrieren, da hierfür häufiger entsprechende Flächenpotenziale innerhalb der Gemeinden vorhanden sind, ohne dass lange Transportwege in Kauf genommen werden müssen. Die Nutzung von Großwärmepumpen auf der Basis von Abwasser bzw. Grundwasser oder allgemein Power-to-District-Heat-Anlagen und zusätzliche Integration von Solarthermie könnten einen weiteren Beitrag leisten.

Insgesamt bietet die analysierte Ausbauvariante der Fernwärme bzw. auch deren Ausweitung auf kleinere Städte die Option, wirtschaftliche Potenziale des Flexibilisierungspotenzials der Strom- und Wärmeerzeugungssysteme zu erschließen, was sowohl die Integration fluktuierender Erzeugung als auch den Übergang zwischen zentralen und dezentralen Systemen und deren Wechselwirkungen vorantreibt.

# Literatur

- AGFW 2015 AGFW: KWK-Novelle – kurzfristiger Anpassungsbedarf KWKG, Frankfurt 2015; <https://www.agfw.de/strategie-und-politik/kwk/kwk-novelle/>
- BDEW 2014 BDEW: „Wie heizt Deutschland?“ BDEW-Studie zum Heizungsmarkt, Berlin 2014
- Blesl 2014 Kraft-Wärme-Kopplung im Wärmemarkt Deutschlands und Europas – eine Energiesystem- und Technikanalyse, Forschungsbericht des Instituts für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER), Band 120, Stuttgart 2014
- Blesl et al. 2010 Blesl, M., Kempe S., Huther, H.: „Verfahren zur Entwicklung und Anwendung einer digitalen Wärmebedarfskarte für die Bundesrepublik Deutschland“, Kurzbericht, AGFW, ISBN – 3-89999-016-1, Frankfurt a. M. 2010
- BMWi 2011 Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi): Energieszenarien 2011. [www.bmwi.de](http://www.bmwi.de). 07.2011
- BMWi 2015 Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi): Energiedaten 2014, <http://www.bmwi.de/DE/Themen/Energie/Energiedaten-und-analysen/Energiedaten/gesamtausgabe,did=476134.html>
- Bost et al. 2012 Bost, M., Böther, T., Hirschl, B. Kreuz, S., Neumann, A. Weiß, J.: Erneuerbare Energien Potenziale in Brandenburg 2030, iöw, Berlin 2012

- Bundesregierung 2011a Bundesregierung: Energie für Deutschland – Das Energiekonzept der Bundesregierung, 2011 [www.bundesregierung.de](http://www.bundesregierung.de)
- Bundesregierung (2011b) Bundesregierung: Eckpunktepapier – Der Weg in die Energie der Zukunft, [www.bundesregierung.de](http://www.bundesregierung.de), 7.8.2011
- Hirschl et al. 2010 Hirschl, B., Bost, M., Böther, T. Kreuz, S., Neumann, A. Weiß, J.: Erneuerbare Energien Potenziale in Brandenburg 2030, iöw, Berlin 2010
- IFAM et al. 2014 IFAM, IRRES BHKW-Infozentrum, Prognos: Potenzial- und Kosten-Nutzen-Analyse zu den Einsatzmöglichkeiten von Kraft-Wärme-Kopplung (Umsetzung der EU-Energieeffizienzrichtlinie) sowie Evaluierung des KWKG im Jahr 2014, Endbericht zum Projekt I C4- 42/13, Berlin 2014
- Schlömer 2012 Schlömer, C.: Raumordnungsprognose 2030. Bevölkerung, private Haushalte, Erwerbspersonen Analysen Bau.Stadt.Raum, Band 9, Hrsg.: BBSR, Bonn 2012



Eine Studie des AGFW | Der Energieeffizienzverband  
für Wärme, Kälte und KWK e. V

Stresemannallee 30 | D-60596 Frankfurt am Main  
Telefon: +49 69 6304-1 | Telefax: +49 69 6304-391  
info@agfw.de | www.agfw.de

22. Internationale Fachmesse und Kongress für Wärme, Kälte und KWK  
**19.-21. April 2016**, Messe Frankfurt a. Main  
[www.eneff-messe.de](http://www.eneff-messe.de)

