

Wärmewende in der Stadt

Summary:

Wärmewende bedeutet Klimaneutralität bei der Erzeugung und Nutzung von Wärme bis spätestens 2050 – idealerweise früher. Und das erfordert große, neue Anstrengungen. Denn die bisherigen Erfolge auf diesem Weg – eine Reduzierung der THG-Emissionen¹ im Gebäudesektor seit 1990 von 200 auf rd. 120 Mt heute sind nicht Ergebnisse gezielter Politik, sondern vor allem der Begleitumstand der Wende im Osten der Bundesrepublik. Schnell wandelte sich damals die Wärmeversorgung. Man heizte nicht mehr mit Braunkohle-Briketts, sondern stellte zunächst auf Öl um und dann auf Gas.

Heute gelten Effizienz, Wärmepumpen, Wärmenetze und grüne Gase als wichtigste Lösungsoptionen. Doch bislang haben sie noch bei weitem nicht genug zur Minderung der THG-Emissionen beitragen. Energetische Sanierung ist – ganz gleich, welche Technologie am Ende für die Wärmeerzeugung selbst eingesetzt wird – notwendig, um die Wärmelast bis spätestens 2050 mit klimaneutralen Erzeugungstechnologien preisgünstig decken zu können.

Nachfolgend wird dargestellt, wie das Ziel der Wärmewende – eine klimaneutrale Wärmeversorgung spätestens 2050 – sich am besten erreichen lässt. Es ist von elementarer Bedeutung, die Wärmewende von den Kundinnen und Kunden und ihren Bedürfnissen aus zu strukturieren und zu gestalten. In den Ballungsräumen bedeutet das vor allem, die Situation von Mieterinnen und Mietern aber auch von industriellen Wärmekunden zu betrachten. Und es geht darum, die Wärmewende im Rahmen eines möglichst ganzheitlichen Kostenoptimierungsansatzes anzugehen.

Der Vielgestaltigkeit der konkreten Situation vor Ort muss Rechnung getragen werden. Es gibt nicht die *eine einzig richtige* Technologie für die Wärmewende. Derlei Vorfestlegungen führen in die Irre. Allerdings können robuste Hauptpfade identifiziert werden:

Je stärker ein gegebenes Wärmeversorgungsgebiet geprägt ist durch den Charakter eines Ballungsraums oder durch Geschosswohnungsbau mit zumeist hohem Mietwohnungsbestand, umso vorteilhafter ist die Nutzung von (klimaneutral gespeisten) Wärmenetzen.

Je geringer umgekehrt die Wärmedichte und je höher der Anteil vergleichsweise neuer, voll sanierter oder noch zu errichtender Gebäude ausfallen, umso eher sind Wärmepumpen vorteilhaft. Denn ihre technologische Vorteilhaftigkeit setzt eine sehr tief gehende Sanierung oder jedenfalls einen sehr guten energetischen Grundzustand geradezu elementar voraus.

Auch die Versorgung mit klimaneutralen Gasen kann vorteilhaft sein, nämlich dann, wenn die Wärmedichte zu gering ist, um den Anschluss an ein Wärmenetzsystem zu rechtfertigen und der Einsatz von Wärmepumpen (inkl. der Kosten einer eventuellen Verstärkung des Stromnetzes, des Aufbaus zusätzlicher gesicherter elektrischer Leistung und der nötigen Sanierung) teurer wäre. Dies gilt auch für Objekte, die selbst

¹ Im Folgenden werden alle klimarelevanten Emissionen von Treibhausgasen (=THG) berücksichtigt und genannt, neben dem dominierenden CO₂ auch CH₄, N₂O usw.

ZUR DISKUSSION

bei einer vollständigen Sanierung nicht allein durch Wärmepumpen ausreichend versorgt werden können. Klimaneutrale Gase wären hier eine wichtige Option am Rande von Städten.

Der Prozesswärme-Bedarf der Industrie ist aus technisch-ökonomischen Gründen vielfach nur durch klimaneutrale Gase auch im Verteilnetz zu bewerkstelligen. Gleiches gilt für Prozessgase beim Handel und Gewerbe, welche durch klimaneutrale Gase ersetzt werden könnten.

Eine Verbesserung der Endenergieeffizienz durch Sanierung ist für alle Anwendungsfälle wesentlich; je weniger Wärmeenergie und Wärmeleistung gebraucht wird, umso geringer sind die Kosten für die klimaneutralen Energien.

Bei der ökonomischen Bewertung der Optionen der Wärmewende sind die Kosten der Infrastrukturen (Aus- und Umbau der Wärme- und Gasnetze, Stromnetzverstärkungen und Erhöhung gesicherter elektrischer Leistung) mit zu beachten.

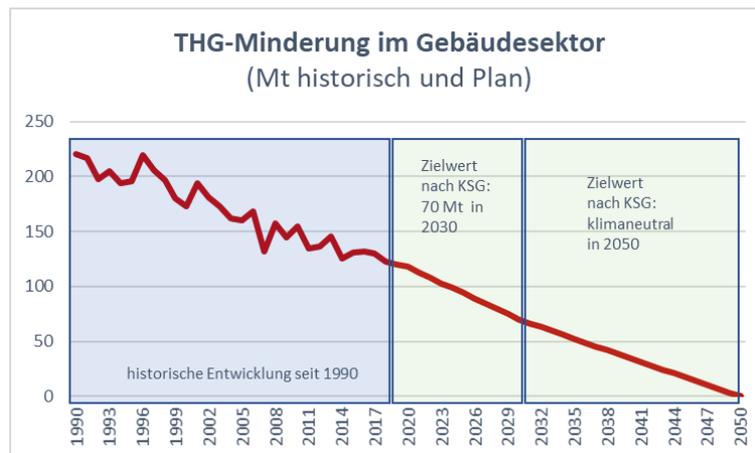
Fünf Thesen zur Wärmewende in der Stadt:

1. Eine erfolgreiche Wärmewendestrategie muss von den Kundenbedürfnissen ausgehen. Im Ballungsraum sind das ganz besonders die von Mieterinnen und Mietern wie auch die der Industrie.
2. Die Kundenbedürfnisse und die Mittel, diese Bedürfnisse zu decken (also Energieträger, Infrastrukturen usw.), fallen regional und sektoral höchst unterschiedlich aus. Entsprechend differenziert muss auch die Wärmewende vorgehen.
3. Klimaneutralität bis spätestens 2050 ist das Ziel der Wärmewende. Unterhalb dieses Ziels sind die regionalen Wärmewendestrategien nach den Gesamtkosten zu bewerten. Zu diesen Kosten zählen die Energie- und Infrastrukturkosten ebenso wie indirekte Kosten, etwa Sanierung oder die Besicherung der Wärmelieferung.
4. Grundlegende Entscheidungen bei der Wärmewende sind abhängig von der Energie-, Industrie- und Bevölkerungsdichte. In hochverdichteten Ballungsräumen empfehlen sich idealtypisch leitungsgebundene Wärmewende-Strategien, also Wärmenetze, die klimaneutrale Wärme einsammeln und kosteneffizient verteilen. Je geringer die Einwohner-, Industrie und Energiedichte ausgeprägt ist, umso mehr können Wärmepumpen ihre Vorteile ausspielen. Nicht zu vergessen ist aber die Gasnetzinfrastruktur. Sie bleibt nötig, wenn im Gesamtkostenvergleich die Nutzung von klimaneutralem Gas günstiger ist als jeweils klimaneutral betriebene Wärmepumpen oder Wärmenetze.
5. Auch kostenoptimierte Bündel von Wärmetechnologien weisen im Verhältnis zu den herkömmlichen Anwendungen Wirtschaftlichkeitslücken auf. Diese sind entschlossen, und auf der Basis der hier vorgeschlagenen Gesamtkostenbetrachtung auch kosteneffizient, durch Förderung und durch Beseitigung von Fehlanreizen zu beheben (BEW, BEG, KWKG, H2 im EnWG, Reform von Abgaben und Umlagen, Wärmelieferverordnung, kommunale Wärmepläne).

ZUR DISKUSSION

1. Vorbemerkung:

Im Bundes-Klimaschutzgesetz von 2019 (KSG) sind im Gebäudesektor THG-Minderungen um rund 50 Mt auf 70 Mt bis 2030 vorgesehen und mit dem längerfristigen Ziel der Klimaneutralität bis spätestens 2050 verbunden. Der Gebäudesektor wird verstanden als Summe der Emissionen aus den Sektoren 1.A.4.a (Feuerungsanlagen in den Bereich Gewerbe, Handel und Dienstleistungen [GHD]), 1.A.4.b. (Feuerungsanlagen in Haushalten [HH]) und 1.A.5. (Militär).²



Quelle: Klimaschutzgesetz 2019; eigene Darstellung

Die Umsetzung des Ziels einer klimaneutralen Wärmeversorgung geht aber in vielfältiger Weise über die hier genannten Bereiche hinaus. Insbesondere ist sie nicht ohne Betrachtung der Bedarfe und Bedarfsstrukturen der Anwender zu leisten. Für das hier betrachtete Feld, der Energiewende in der Stadt, schließt das auch die Industrie ein – unabhängig von der formellen Bilanzierung ihrer Emissionen.³

Wir Unternehmen im Kreis der 8KU sind ein Zusammenschluss großer kommunaler Energieversorgungsunternehmen. Unsere Aktivitäten liegen in großen und wachstumsstarken Ballungsräumen, in München, Nürnberg, Mannheim, Darmstadt, Frankfurt, Köln, Hannover und Leipzig. Mit Umsatzgrößen zwischen zwei und zehn Milliarden Euro und über 30.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern bilden wir den Mittelstand der deutschen Energiewirtschaft.

Unsere Netzinfrastruktur bringt sicher, kostengünstig und sozialverträglich klimaschonende Energie in die Ballungsräume. Energie- und Klimawende verstehen wir als Herausforderung und unternehmerische Chance, die wir aktiv nutzen. Wir investieren in Erneuerbare Energien im Strom- und Wärmesektor, beliefern private, gewerbliche und industrielle Kunden aus flexiblen und hocheffizienten KWK/Wärmenetzsystemen, die sukzessive klimaneutral betrieben werden. Mit mehr als 18 TWh stellen wir den Löwenanteil der leitungsgebundenen Wärmeversorgung in Deutschland. Das hier vorliegende Diskussionspapier

² Der militärische Sektor spielt mit zuletzt rd. 0,75 Mt THG keine große Rolle mehr.

³ Für den Emissionssektor Industrie ist im Klimaschutzgesetz ein eigener Minderungspfad von 186 Mt im Jahr 2020 auf 140 Mt im Jahr 2030 definiert, der Emissionen aus industriellen Verbrennungsprozessen (1.A.2), der Güterproduktion (2) und - zumindest theoretisch – aus CCS-bedingten Transport- und Lagervorgängen von CO₂ umfasst.

ZUR DISKUSSION

konzentriert sich auf unsere Perspektive als große Energieversorger in Ballungsräumen.

Die Herausforderungen, aber auch die Chancen dieser besonderen Situation sind groß: Die Herausforderungen, weil die Emissions- wie auch die Energiedichte in diesen Ballungsräumen unvergleichlich hoch sind. Gleichzeitig sind viele übliche Lösungsstrategien begrenzt. Dies gilt vor allem, weil Flächen knapp und teuer und folglich die Einsatzmöglichkeiten vieler klimaneutraler Energien (z.B. Solarthermie oder Grundwasser für Wärmepumpen) begrenzt sind.

Aber auch die Chancen sind groß. Urbane Ballungsräume erlauben die Koppelung verschiedenster Energie-Technologien durch vernetzte Infrastrukturen und vor allem durch den Ausgleich von Verbrauch und Erzeugung (anders gesagt: Last und Leistung), was bekanntlich bei der volatilen Einspeisung von Wind und PV ins Stromsystem von besonderem Wert ist. Gerade ein Wärmenetzsystem kann hier als gleichsam natürlicher Kurzfrist-Energiespeicher fungieren.

Erfolgskritisch für die Wärmewende in der Stadt ist aber auch die Beachtung sozialstruktureller Fragen. Großstädte sind signifikant von Mietwohnungen in großen Mehrfamilienhäusern geprägt. Der Wohnungsmarkt ist eng, ganz besonders in den Städten der 8KU-Unternehmen. Gleichzeitig gehören Mieterhaushalte eher zu den Normal- bis Geringverdienern. All dies prägt die Umsetzung einer klimaneutralen Wärmeversorgung im urbanen Raum.

Überdies ist Deutschland mit einem Anteil von gut 50% Mieterland Nr. 1 in der EU. Die zuletzt in den Ballungsräumen deutlich gestiegenen Mieten haben mit dazu beigetragen, dass der politisch heikle Sachverhalt der Wohnkostenüberbelastung deutscher Haushalte im Jahr 2019 nur in drei EU-Staaten übertroffen wurde.

Es ist kaum übertrieben zu sagen, dass die Wärmewende noch am Anfang steht. Die in Summe erheblichen THG-Minderungen im Gebäudesektor (GHD und HH) von 208 Mt (1990) auf 129 Mt (2019)⁴ sind bei genauer Betrachtung ganz wesentlich Folge der Wende, als im Osten der Bundesrepublik in seither auch nicht mehr ansatzweise erreichter Intensität Gebäude saniert oder gleich neu errichtet wurden und insbesondere die Wärmeversorgung auf Basis von Braunkohlebriketts durch Öl- und später Erdgasheizungen ersetzt wurde. Der Endenergiebedarf für die Wärmeversorgung der Haushalte sank dagegen im Vergleich der Jahre 1990 und 2019 nicht (vgl. u.), was auch daran liegt, dass die Bevölkerungszahl ebenso wie die insgesamt zur Verfügung stehende Wohnfläche signifikant gestiegen sind.

Es bleibt der kommenden Wahlperiode vorbehalten, die in den vergangenen zwei Jahren in Wirtschaft und Gesellschaft geführten Diskussionen zur Ausgestaltung der Wärmewende in politisches Handeln umzusetzen. Dass Wirtschaft und Gesellschaft bereit sind, die Wärmewende beherzt anzugehen, darf vorausgesetzt werden. Aber diese Bereitschaft findet ihre Grenzen dort, wo die gewählten Maßnahmen kurzfristig orientiert, von Partialinteressen dominiert oder wenig robust, zukunftsfest und kosteneffizient erscheinen.

⁴ Umweltbundesamt: Nationale Trendtabellen (08.12.20).

ZUR DISKUSSION

Konventionelle Wärmeenergieträger (Erdgas und Heizöl) sind heute – auch im EU-Vergleich – relativ preisgünstig. Dieser für alle Kundinnen und Kunden sehr positive Umstand führt jedoch dazu, dass auf dem Weg zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung hohe Kostenhürden überwunden werden müssen.

Die nachfolgenden Überlegungen dienen der Diskussion über möglichst vorteilhafte Wege zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung im urbanen Raum, kurz: Der Wärmewende in der Stadt.

Denn die ist mit den gegenwärtigen Strategien nicht zu erreichen. Nicht zuletzt angesichts der Vielfalt der Wärmebedarfe gehen angebotsseitige Strategien fehl, die einzelne Instrumente technologieorientiert priorisieren und dabei Nachfragestrukturen übersehen. Weder ist eine exklusive Wärmepumpenstrategie sinnvoll (die ihrerseits eine sehr weitgehende Sanierung des Bestands und einen erheblichen Ausbau der Stromnetze in der Stadt zur Voraussetzung hat) noch eine rein leitungsgebundene Wärmeversorgung oder das mehr oder minder vollständige Beibehalten von Gasnetzen, die dann klimaneutral befüllt werden. Überraschen sollte eine solche Differenzierung nicht. Und nachteilig ist die Notwendigkeit zu differenzieren genauso wenig.

Nach einer Strukturanalyse und Bestandsaufnahme des Wärmemarkts insbesondere des urbanen Raums werden in diesem Papier die bestehenden technischen Optionen für die Wärmewende in der Stadt dargestellt und auf ihre Eignung für die Nachfragestrukturen (und ihre Grenzen) hin analysiert. Eine ökonomische Abschätzung schließt sich an; Ableitungen zu erforderlichen politischen Weichenstellungen folgen. Im Unterschied zu vielen anderen Ausarbeitungen zur Wärmewende wird an dieser Stelle keine Analyse von Szenarien vorgenommen, die ihrerseits oft ja nur die Folgen eigener Annahmen beschreiben.⁵ Im Mittelpunkt steht vielmehr die Frage, für welches Marktsegment welche Technologiebündel am vorteilhaftesten sind. Unter der Vorgabe der Klimaneutralität bis spätestens 2050 können so die energiewirtschaftlichen und ökonomischen Konsequenzen bestimmter Optionen in bestimmten Marktsegmenten gegeneinander abgewogen werden. Auf dieser Basis ergeben sich Vorschläge für möglichst robuste Strategien. Angesichts der langfristigen Kapitalbindung aller Anlagen zur Erzeugung, zum Transport und zur Nutzung von Wärme ist das unerlässlich.

⁵ Eine der wenigen Ausnahmen bildet hier die BDI-Klimapfade-Studie, die auf einer Reihe angenommener Pfade eine Merit-Order der Wärmewende-Optionen errechnet.

ZUR DISKUSSION

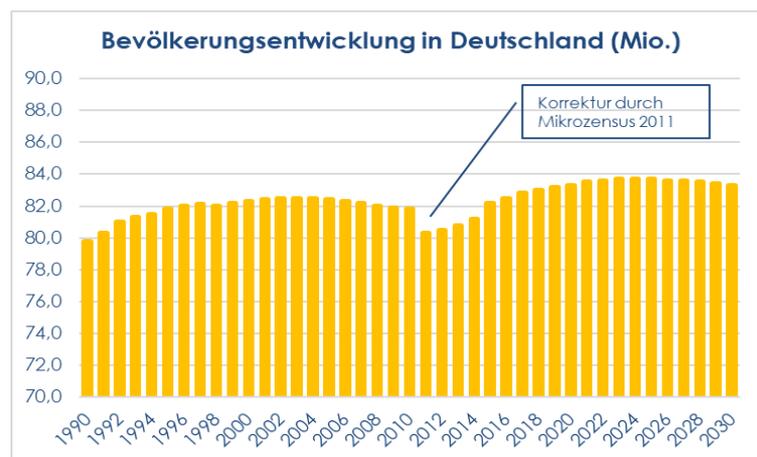
2. Der Wärmemarkt in den Ballungsräumen Deutschlands:

a. Der Wärmebedarf privater Haushalte

Der Wärmebedarf privater Haushalte ist die entscheidende Größe bei der Frage nach der Wärmewende. Das gilt in Bezug auf die Wärmemenge, aber auch in Bezug auf die politische Sensibilität dieses Bereichs. Abgesehen von der Lebensmittel- und Wasserversorgung berührt die Menschen nichts so elementar wie die Wärme. Wenn die Wärmewende gelingen soll, müssen die Strategien zur Umsetzung die Lebensbedingungen und nicht zuletzt die ökonomische Situation der Menschen in Rechnung stellen.

➤ Bevölkerung

Die Bevölkerungszahl der Bundesrepublik Deutschland ist seit 1990 von gut 79 Mio. um etwas mehr als 4% auf 83,2 Mio. im Jahr 2020 gestiegen. Erst ab Mitte der 20er Jahre wird wieder mit einem leichten Rückgang gerechnet; allerdings dürfte erst ab Mitte der 2050er Jahre die Grenze von 80 Mio. Einwohnern wieder nach unten durchbrochen werden.⁶



Quelle: Bundesinstitut für Bevölkerungsforschung;
<https://www.bib.bund.de/Permalink.html?id=10171780>

➤ Wohnfläche und Haushalte

Ende 2019 gab es nach der Zählung des Statistischen Bundesamtes in Deutschland 42,5 Mio. Wohnungen mit einer Gesamtwohnfläche von 3,9 Mrd. m². Die durchschnittliche Wohnfläche je Wohnung ist von 2015 bis 2019 nur geringfügig von 91,4 auf 91,9 m² gestiegen; gleiches gilt für die durchschnittliche Wohnfläche je Einwohner, die von 46,5 m² im Jahr 2015 auf 47,0 m² im Jahr 2019 gestiegen ist.⁷

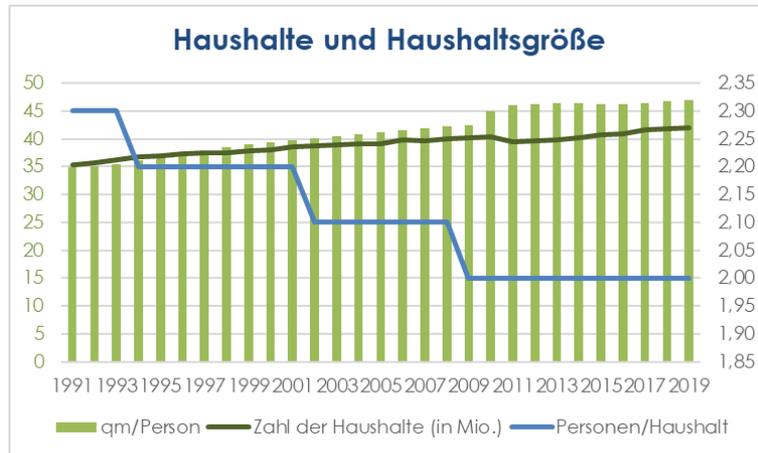
Für den privaten Energie- und insbesondere Wärmebedarf haben sich bedeutsame Veränderungen in der Anzahl der Haushalte und der Haushaltsgröße ergeben. Die Haushaltsgröße hat sich von 1991 bis

⁶ Im Ergebnis des Mikrozensus 2011 musste die Bevölkerungszahl um gut 1 Mio. nach unten korrigiert werden. Die Zahlen ab 2021 sind eine Hochrechnung des Instituts.

⁷ <https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Bauen/Tabellen/wohnungsbestand-deutschland.html?view=main>. (22.02.2012).

ZUR DISKUSSION

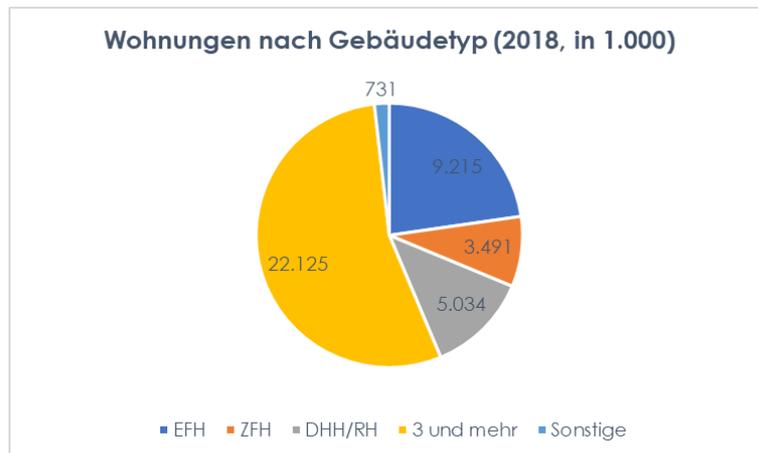
2019 von 2,3 auf 2,0 vermindert, so dass die Anzahl der Haushalte gegenüber dem Bevölkerungswachstum sogar überproportional von 35,3 auf 42 Mio. gestiegen ist. Da der Trend zu Einpersonen-Haushalten ungebrochen ist, wird die Anzahl der Haushalte in absehbarer Zeit eher weiter steigen als sinken.



Quelle: Bundesinstitut für Bevölkerungsforschung;
<https://www.bib.bund.de/Permalink.html?id=10321574>

➤ Wohnungstypologie

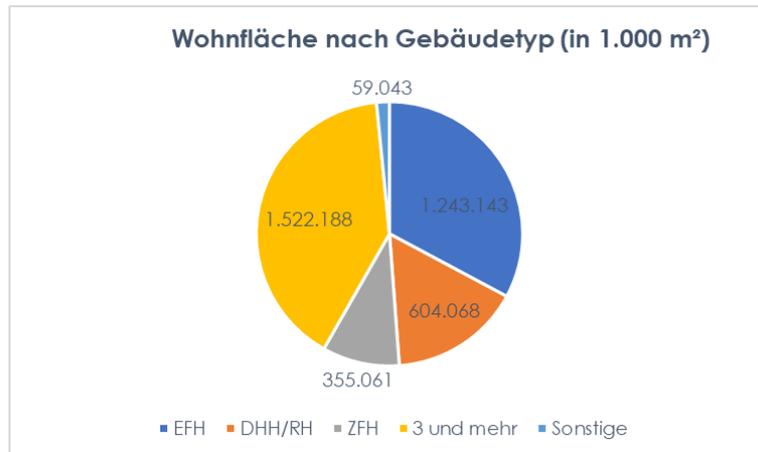
Über 22 Mio. Wohnungen befinden sich in 3- und mehr-Familienhäusern. Der zweitgrößte Anteil entfällt auf Einfamilienhäuser, gefolgt von Reihenhäusern und Doppelhaushälften wie auch Zweifamilienhäusern.



Quelle: Statistisches Bundesamt: Einkommens- und Verbrauchsstichprobe. Wohnverhältnisse privater Haushalte (2019)

Eine deutlich andere Verteilung ergibt sich in Bezug auf die Wohnfläche, die bei Einfamilienhäusern rd. 135 m² beträgt, bei Doppelhaushälften und Reihenhäusern 120, bei Zweifamilienhäusern gut 100 und bei Mehrfamilienhäusern nur rd. 70 m². Während also Mehrfamilienhäuser 55% aller Wohnungen darstellen, entfällt nur 40% der Wohnfläche auf sie; bei Einfamilienhäusern ist das Verhältnis umgekehrt. Sie stellen ein Drittel der Wohnfläche aber nur 23% der Wohnungen.

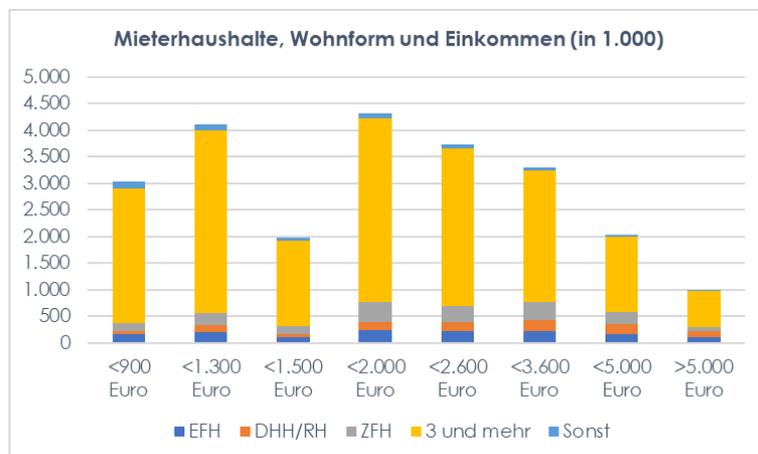
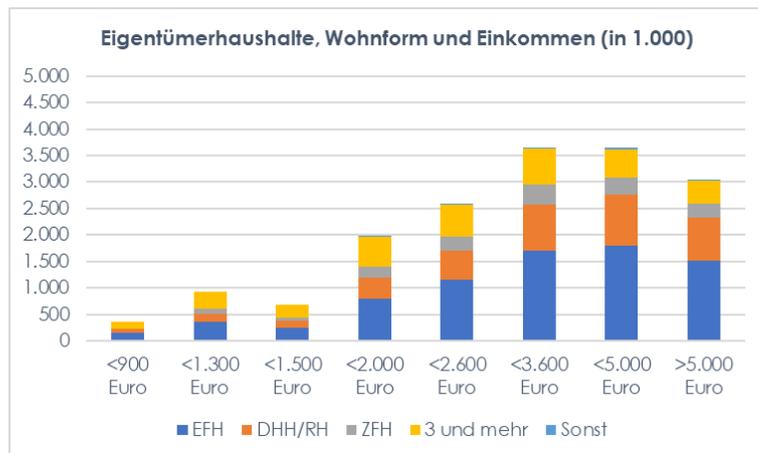
ZUR DISKUSSION



Quelle: Statistisches Bundesamt: Einkommens- und Verbrauchsstichprobe. Wohnverhältnisse privater Haushalte (2019)

➤ Einkommen und Wohnform: Miete oder Eigentum?

Zwischen Wohnungstypologie, Wohnform und überdies dem jeweiligen Haushaltseinkommen bestehen sehr eindeutige Korrelationen.



Quelle: Statistisches Bundesamt: Einkommens- und Verbrauchsstichprobe. Wohnverhältnisse privater Haushalte (2019)

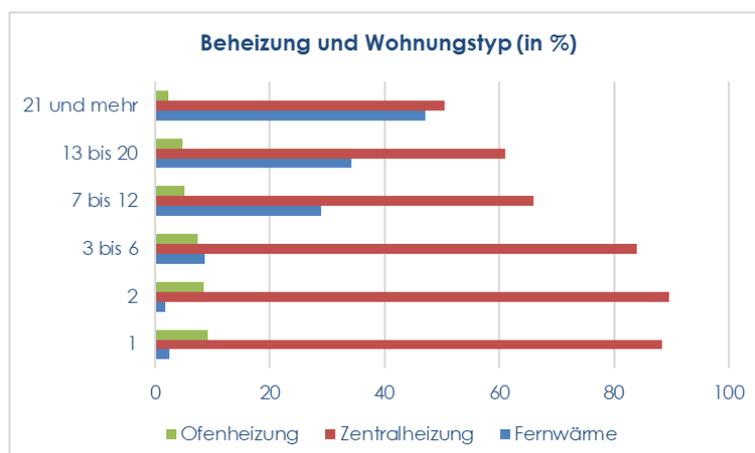
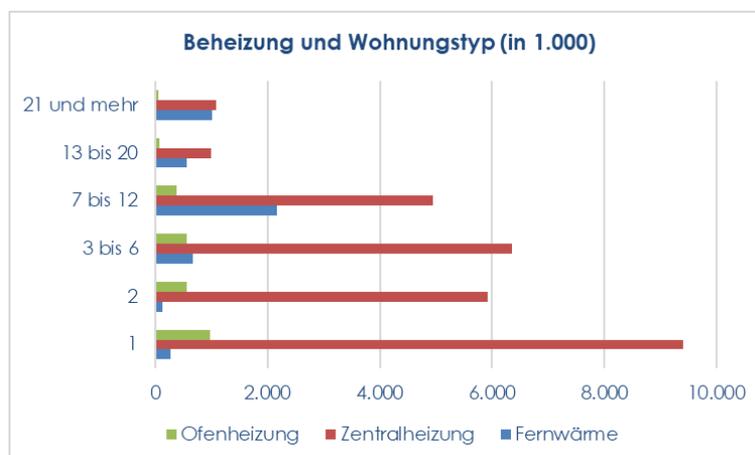
ZUR DISKUSSION

Während bei den Eigentümerhaushalten eindeutig die überdurchschnittlichen Nettohaushaltseinkommen dominieren und Einfamilienhäuser die bevorzugte Wohnform darstellen, sind Mieterhaushalte geprägt von unterdurchschnittlichem Einkommen. Mieterhaushalte sind zudem ganz eindeutig dem Mehrfamilienhaus zugeordnet.

Die relativ geringen Einkünfte vieler Mieterinnen und Mieter bedingen in Deutschland auch eine überraschend hohe Zahl von Menschen, die von ihren Wohnkosten überbelastet sind.⁸

➤ Beheizung und Wohnungstyp

Die Statistik zeigt sehr deutlich, dass in großen und sehr großen Mehrfamilienhäusern ein hoher Anteil an Fernwärme für die Wärmeversorgung eingesetzt wird.



Quelle: Statistisches Bundesamt: Einkommens- und Verbrauchsstichprobe. Wohnverhältnisse privater Haushalte (2019)

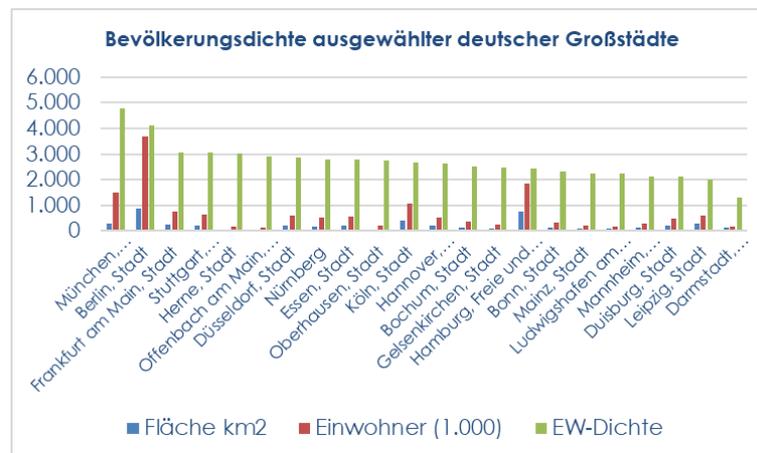
⁸ Als wohnkostenüberlastet gelten Haushalte, die mehr als 40% ihres verfügbaren Einkommens für ihre Wohnkosten aufwenden. Nach Angaben des Statistischen Bundesamts waren nur in Griechenland (36,2%), Bulgarien (16,0%) und Dänemark (15,6%) mehr Menschen von ihren Wohnkosten überbelastet als in Deutschland (13,9%); vgl. <https://www.destatis.de/Europa/DE/Thema/Bevoelkerung-Arbeit-Soziales/Soziales-Lebensbedingungen/Wohnkosten.html>.

ZUR DISKUSSION

Dies korrespondiert mit der Wohn- und Energiedichte der Ballungsräume. Fernwärme kann neben Gas also charakterisiert werden als eine zentrale Säule der Wärmeversorgung von Mieterinnen und Mietern mit normalem oder geringem Einkommen in großstädtischen Mehrfamilienhäusern. Dies ist auch bestimmend für die Unternehmen im Kreis der 8KU.

➤ Urbane Ballungsräume

Die 8KU-Unternehmen sind allesamt in wachstumsstarken, urbanen Ballungsräumen angesiedelt. Am einfachsten erschließt sich der Ballungsraumcharakter über die Bevölkerungsdichte. Sechs der acht Städte gehören zu den am dichtesten besiedelten 20 Gemeinden Deutschlands, die beiden anderen gehören zu den Top 30 bzw. Top 50. Während die Bevölkerungsdichte in Großstädten durchschnittlich etwa bei 2.000 EW/m² liegt, beläuft sie sich in Mittelstädten auf 400, in Kleinstädten auf 150 und in Landgemeinden auf rd. 70 Einwohner/m². Der Reziprokwert der Bevölkerungsdichte macht den Charakter von Ballungsräumen nochmals deutlicher: In Deutschlands dichtest besiedelter Stadt, München, stehen einem Einwohner durchschnittlich 213 m² Stadtraum zur Verfügung, die er/sie sich mit Straßen, Sportplätzen und Gewerbe, Handel, Industrie, Energieinfrastruktur und vielem anderen teilt.



Quelle: Statistisches Bundesamt: Alle politisch selbständigen Gemeinden mit ausgewählten Merkmalen am 31.12.2020 (22.02.2021)

Die Bruttowertschöpfung in den Ballungsräumen, in denen die Unternehmen im Kreis der 8KU tätig sind, betrug 2017 über 350 Mrd. Euro bzw. 64 TEUR/Einwohner im Vergleich zu deutschlandweit 3.300 Mrd. Euro bzw. 40 TEUR/Einwohner. Zwar können Auto- und Chemiestandorte wie Wolfsburg, Ingolstadt, Leverkusen oder Ludwigshafen stärker industrialisiert sein, obwohl sie in eher kleineren Städten liegen; deutlich wird aber eines: Industrie, Gewerbe, Handel und Bevölkerung sind in Ballungsräumen extrem dicht gedrängt. 15 Städte Deutschlands mit rd. 14,5 Mio. Einwohnern fallen in die Kategorie der großen Großstädte, weitere 66 in die der mittleren Großstädte mit 12,5 Mio. Einwohnern.⁹ Diese Ballungsraumeigenschaft muss bei allen Strategien der Energie- und der Wärmewende berücksichtigt werden.

⁹ Große Großstädte ab 500.000 Einwohner, mittlere Großstädte ab 100.000.

ZUR DISKUSSION

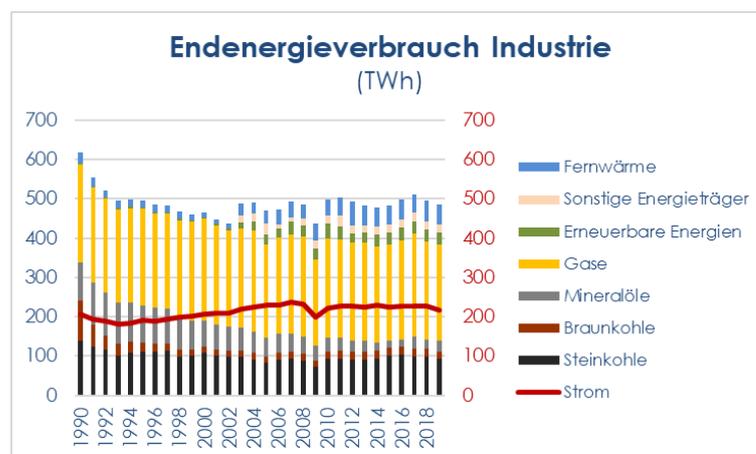
b. Wärmebedarf

Ziel der Wärmewende ist es, die THG-Emissionen aus der Erzeugung und Nutzung von Wärme bis spätestens 2050 – im Idealfall früher – klimaneutral zu machen. Diese Zielsetzung kann drei einander ergänzende Ansatzpunkte nutzen: Die Verringerung des Bedarfs, die Effizienz der Umwandlung und die Nutzung klimaneutraler Energieträger.¹⁰ Es ist einigermaßen selbsterklärend, dass die drei Perspektiven Hand in Hand gehen müssen.

Um kosteneffiziente und differenzierte Strategien entwerfen zu können, wird hier zunächst ein Blick auf die Strukturen des Wärmeverbrauchs bzw. Wärmebedarfs geworfen. Denn ohne die Nutzungsstrukturen zu kennen, kann man sie kaum im Sinne der Klimaneutralität weiterentwickeln und modernisieren. Spezifische und energieträgerscharfe Anwendungsbilanzen bestehen seit 2008. Um eine etwas weiter reichende Einordnung zu ermöglichen, wird hier zunächst ein Blick auf den Endenergiebedarf einzelner Sektoren geworfen, der seit 1990 erfasst ist.

Grob verallgemeinernd kann man sagen, dass der Endenergieverbrauch der Sektoren GHD und Haushalte (ohne Strom) den Wärmebedarf relativ gut abbildet.¹¹ Nur im Bereich der Industrie bildet Strom eine wesentliche Wärmequelle. Hierzu folgt weiter unten eine genauere Darstellung.

Beim Endenergieverbrauch in der Industrie sieht man als wesentliche Entwicklung eine deutliche Reduzierung des Braunkohle- und Mineralöleinsatzes als Folge des Umbaus der ostdeutschen Industrie zwischen 1990 und 2000/2005, die Ausweitung des Gaseinsatzes über den gesamten Zeitablauf, den gegenläufigen und bis heute anhaltenden Bedeutungsrückgang von Öl und – wenn auch von etwas geringerem Umfang – die wachsende Bedeutung von leistungsgebundener Wärme und Erneuerbaren Energieträgern. Nach den Effizienzsteigerungen der Nachwendezeit ist der Endenergiebedarf der Industrie seit dem Jahr 2000 weitgehend unverändert.



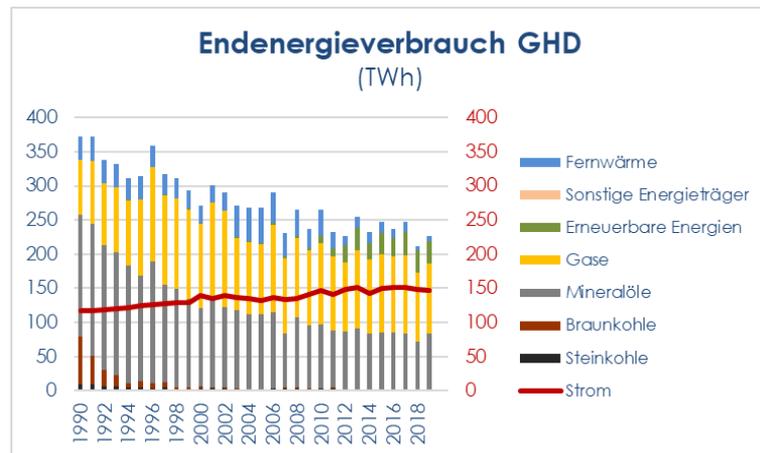
Quelle: AG Energiebilanzen Auswertungstabellen zur Energiebilanz Deutschland, September 2020.

¹⁰ Eine Verringerung des Komfortniveaus ist nicht Gegenstand der Überlegungen.

¹¹ Für landwirtschaftliche Anwendungen und für den Verkehr besteht eine eigene Zählung. Strom macht nur einen geringen Teil der Wärmeanwendungen aus.

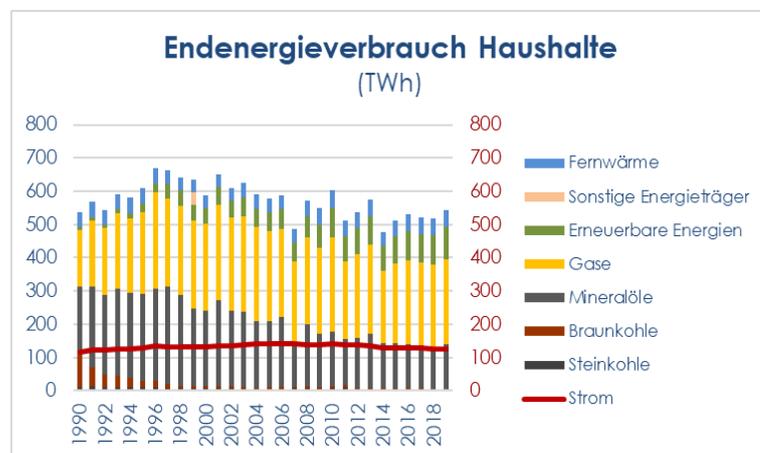
ZUR DISKUSSION

Im Bereich GHD ist seit 1990 insbesondere die Bedeutung der THG-intensiven Energieträger Kohle und Mineralöl signifikant von über 250 auf 80 TWh gesunken. Auch insgesamt ist der Energiebedarf im Bereich GHD deutlich zurückgegangen; der Gasanteil ist bis 2005 in diesem Bereich zunächst deutlich gestiegen und seither leicht rückläufig. Der Anteil an Erneuerbaren Energien ist zuletzt gestiegen; insgesamt scheint sich der Trend zur Verbrauchsminderung seit 2010 aber verlangsamt zu haben.



Quelle: AG Energiebilanzen Auswertungstabellen zur Energiebilanz Deutschland, September 2020.

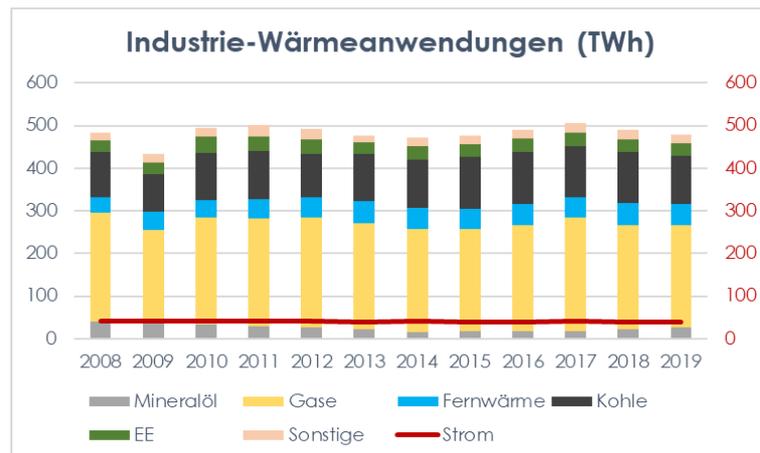
Der Endenergiebedarf der Haushalte hat sich seit 1990 in Summe nicht verändert, wohl aber zwischenzeitlich stark, meist sozialstrukturell bedingt, verändert. Zunächst ist nach der Wende der private Energiebedarf angestiegen, was im Wesentlichen mit Komfortgewinnen zu tun hatte. Zeitgleich ist im Osten der Bundesrepublik zunächst der Einsatz von Braunkohle in Heizungen fast auf null gesunken und gegenläufig der Einsatz von Öl- und zeitversetzt von Gasheizungen gestiegen wie seit etwa 2000 im gesamten Bundesgebiet. Der Öl-Anteil ist gegenläufig gesunken. Diese Modernisierungen haben vor allem eine Steigerung der Umwandlungseffizienz bewirkt mit dem Ergebnis sinkender Energieverbräuche bis etwa 2010. Seit etwa dem Jahr 2000 ist auch der Anteil von Erneuerbaren Energien gestiegen. Seit 2010 ist nur noch ein ganz geringfügig sinkender Verbrauch zu erkennen. Es ist anzunehmen, dass der Trend zu kleineren Haushalten auf mehr Wohnfläche hierfür entscheidend ist.



Quelle: AG Energiebilanzen Auswertungstabellen zur Energiebilanz Deutschland, September 2020.

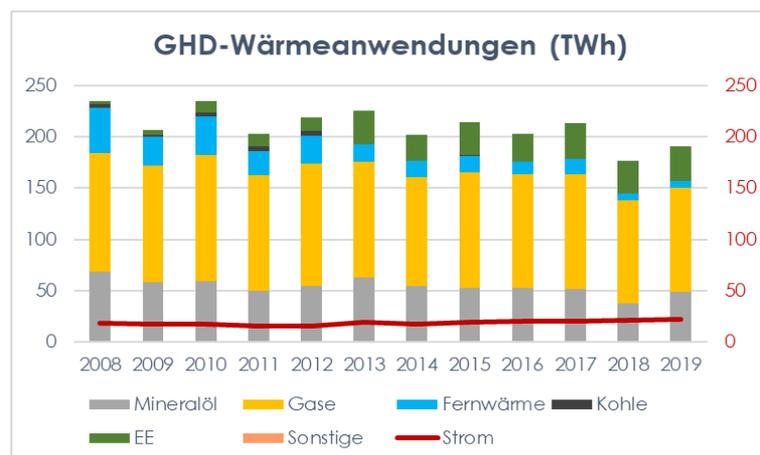
ZUR DISKUSSION

Seit 2008 werden die Wärmeanwendungen der einzelnen Sektoren differenziert betrachtet.¹² Im Industriebereich sind – abgesehen von dem deutlich erkennbaren Effekt der Finanz- und Wirtschaftskrise 2009 - nur sehr geringe Veränderungen erkennbar, v.a. die sinkende Bedeutung von Mineralöl. Unverändert auf Platz zwei liegt die Kohle – ganz wesentlich wegen ihrer Rolle als Prozessenergieträger.



Quelle: AG Energiebilanzen Auswertungstabellen zur Energiebilanz Deutschland, September 2020.

Auch im Bereich GHD hat sich die Bedeutung von Mineralöl verringert; auffällig ist ferner ein Bedeutungsschwund von Fernwärme und ein gegenläufiger Anstieg von Erneuerbaren Energien.



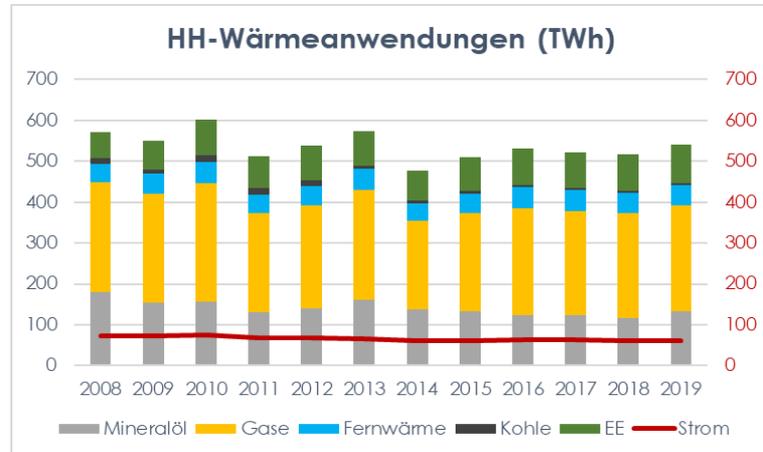
Quelle: AG Energiebilanzen Auswertungstabellen zur Energiebilanz Deutschland, September 2020.

In der differenzierten Betrachtung der reinen Wärmeanwendungen in den Haushalten zeigt das schon oben skizzierte Bild einer allenfalls ganz langsamen und ab 2014 nicht mehr sichtbaren Reduzierung des

¹² Die drei Grafiken zu den Wärmeanwendungen beinhalten nur Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme. Der Anteil Raum- und Prozesskälte ist vernachlässigenswert gering.

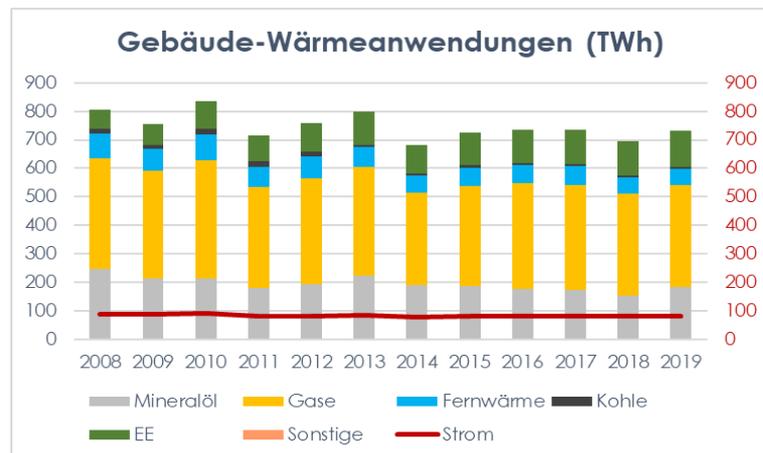
ZUR DISKUSSION

Energiebedarfs bei geringfügigem Wachstum des EE-Anteils und leicht zurückgehendem Einsatz von Heizöl.



Quelle: AG Energiebilanzen Auswertungstabellen zur Energiebilanz Deutschland, September 2020.

Abschließend sei noch ein Blick auf die im Rahmen des Klimaschutzgesetzes einschlägigen Wärmeanwendungen im Bereich der Gebäudeenergie insgesamt geworfen. Die THG-Emissionen im Gebäudesektor sind im Bereich GHD von 42 (2008) über 35 (2014) auf 33 Mt (2019) gesunken, in den Haushalten im gleichen Zeitraum zunächst von 108 auf 84 Mt gesunken und dann wieder auf 90 Mt angestiegen.

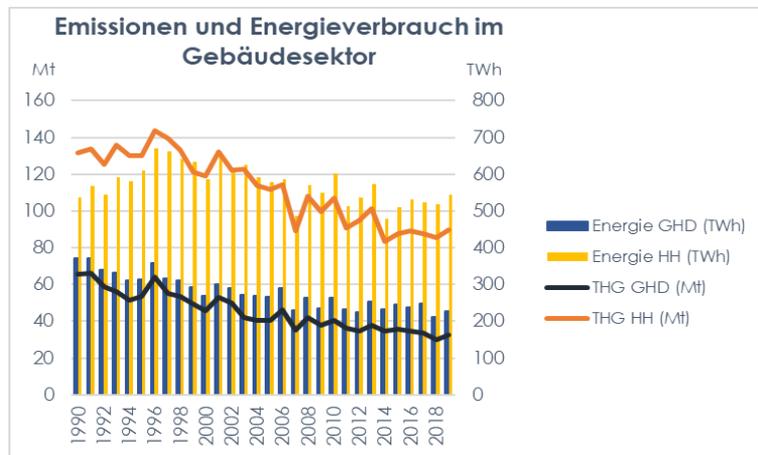


Quelle: AG Energiebilanzen Auswertungstabellen zur Energiebilanz Deutschland, September 2020.

In Summe lässt sich festhalten, dass die reale THG-Minderung in den privaten Haushalten ganz wesentlich durch den Wechsel auf klimafreundlichere Energieträger und effizientere Heizsysteme vonstattengegangen ist. Die Endenergieeffizienz hat dies zwar begünstigt; jedoch sind durch Wohnflächenausweitung diese Effekte weitgehend aufgezehrt worden. In der Vergangenheit war also der Einsatz effizienter Umwandlungstechnologien auf Basis klimafreundlicherer Energieträger deutlich erfolgreicher als die Fortschritte bei der Sanierung.

ZUR DISKUSSION

Der – allerdings bei weitem kleinere – Bereich GHD hat womöglich aufgrund einer höheren Kostensensitivität sowohl in Bezug auf die Effizienz wie auch die THG-Minderung einen sehr stetigen Minderungspfad hinter sich gebracht. Die nachfolgende Grafik zeigt das sehr eindeutig.

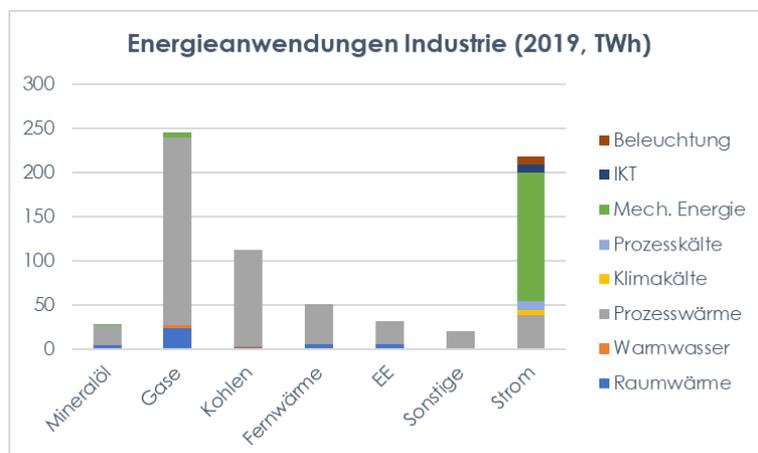


Quelle: AG Energiebilanzen Auswertungstabellen zur Energiebilanz Deutschland, September 2020; UBA: Trendtabellen.

Für die Frage möglichst effektiver THG-Minderungsstrategien ist überdies die konkrete Anwendung der Energieträger entscheidend. Nicht jede klimaneutrale Technologie ist für jede Anwendung geeignet. Dies gilt besonders in der Industrie.

Die wesentlichen industriellen Einsatzfelder von Energie sind mechanische Energie (Bewegung) und Prozessenergie, insbesondere teils hoch wärmeintensive Anwendungen von der Erzeugung und Umformung von Metallen über das Schmelzen von Kunststoffen usw.

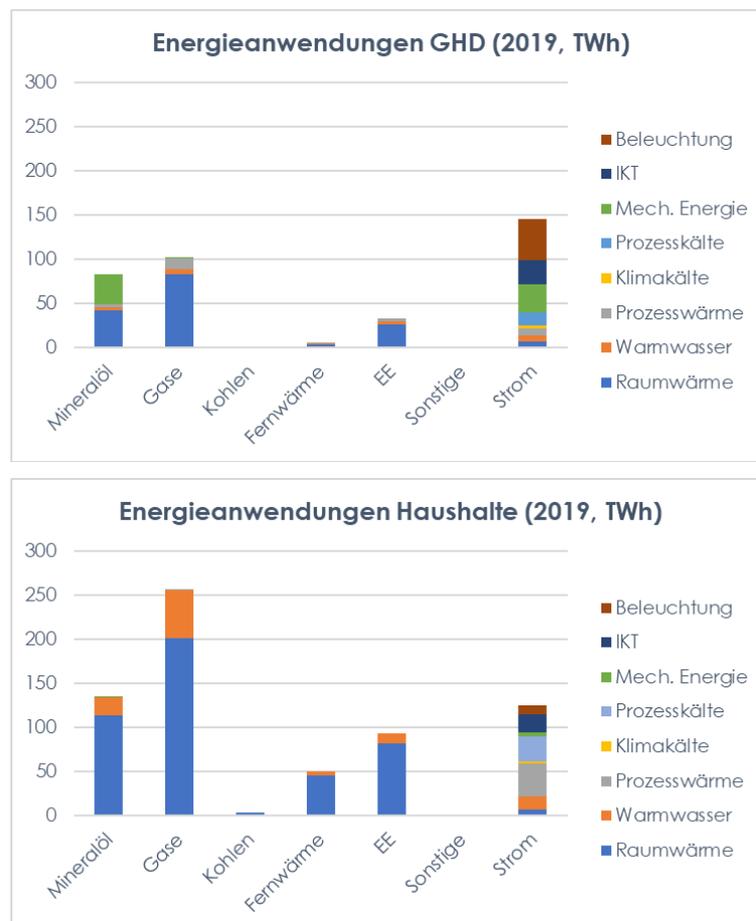
Die vergleichsweise einfach – z.B. über Wärmepumpen oder Niedrigtemperatur-Fernwärme – klimaneutral darstellbaren Anwendungen wie etwa Raumwärme und Warmwasser sind demgegenüber vom Volumen her sehr gering.



Quelle: AG Energiebilanzen: Anwendungsbilanzen zur Energiebilanz Deutschland, 08.10.2020

ZUR DISKUSSION

Anders die Energieanwendungen in den Bereichen GHD und Haushalte. Hier dominieren bei der Anwendung von fossilen Energieträgern ganz eindeutig die Bereiche Raumwärme und Warmwasser. Nur eine geringe Menge Gas wird im gewerblichen Bereich für Prozesswärme eingesetzt. Unter Beachtung bestimmter Mindesttemperaturen für Warmwasser sind also rein anwendungsseitig durchaus die Voraussetzungen gegeben, insbesondere Kohle und Öl zu ersetzen. Anwendungsrestriktionen bestehen beim Ersatz von fossilem Gas nicht; vielmehr geht es hier rein um die Frage der ökonomischen und infrastrukturellen Vorteile der einzelnen Technologiepfade bei den Wärmewendestrategien.



Quelle: AG Energiebilanzen: Anwendungsbilanzen zur Energiebilanz Deutschland, 08.10.2020

c. Schlussfolgerungen:

Die Betrachtung der Nachfrageseite führt zu wesentlichen Weichenstellungen in Bezug auf die Auswahl der technologischen Optionen bei der Wärmewende in der Stadt:

- Bei der Wärmewende in Ballungsräumen sind auf der Seite der privaten Haushalte soziale und finanzielle Aspekte unbedingt zu berücksichtigen. Der Mieteranteil ist überdurchschnittlich hoch, gerade in den großen Städten sind die Mieten zuletzt stark gestiegen; gleichzeitig gehören Mieterinnen und Mieter eher zu den mittleren und unteren

ZUR DISKUSSION

Einkommensgruppen, die von der Wohnraumkosten-Überbelastung bereits heute besonders betroffen sind.

- Auch ist die Besiedlungs- und folglich Wärmedichte ein signifikanter Faktor, der die technologischen Wahlmöglichkeiten mitbestimmt.
- Insbesondere in Ballungsräumen besteht ein signifikanter Bedarf der Industrie an Prozesswärme. Auch diese bestimmt die Auswahl der Technologien wesentlich mit.
- Eine erfolgreiche Wärmewendestrategie muss von den Kundenbedürfnissen ausgehen. Im Ballungsraum sind das ganz besonders die von Mieterinnen und Mietern wie auch die der Industrie.
- Die Kundenbedürfnisse und die Mittel, diese Bedürfnisse zu decken (also Energieträger, Infrastrukturen usw.), fallen regional und sektoral höchst unterschiedlich aus.

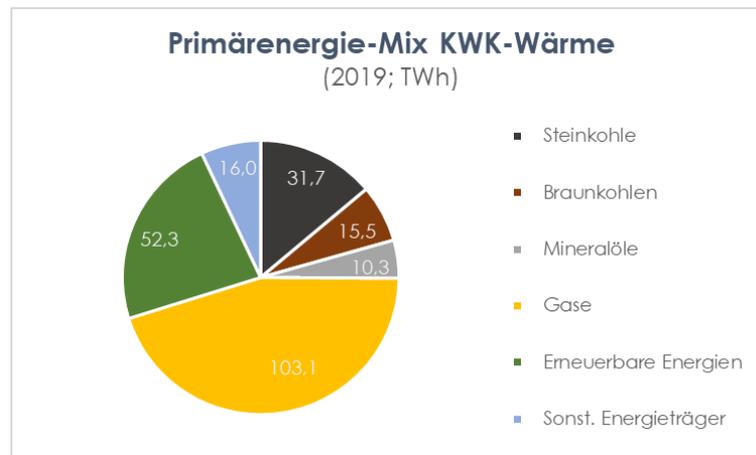
ZUR DISKUSSION

3. Technologien der Wärmewende im Ballungsraum¹³

a. Wärmenetze

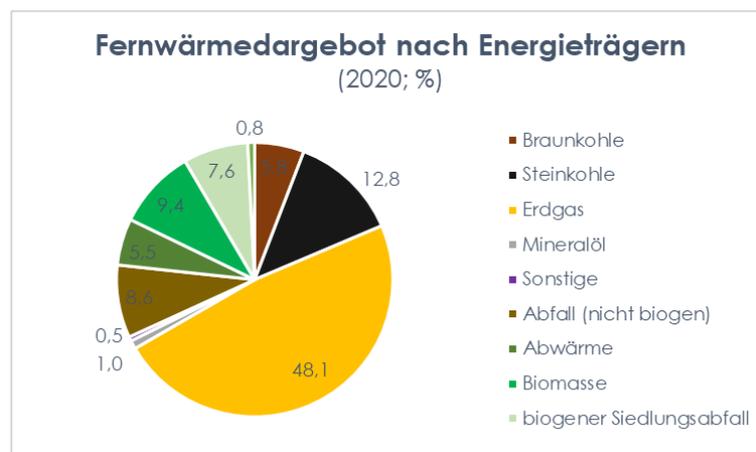
Vor allem im Ballungsraum stellt leistungsgebundene Wärme heute ein wesentliches Element in der Versorgung von Haushalten sowie Gewerbe, Handel und Dienstleistungen mit Raumwärme und Warmwasser wie auch der Industrie mit Prozesswärme dar.

Fernwärme wird heute im Wesentlichen in KWK-Anlagen erzeugt. Gas ist der wichtigste Energieträger; Erneuerbare Energieträger machen inzwischen ein Viertel der Primärenergiebasis der KWK-Wärme aus, von der ein Teil unmittelbar in der Industrie verbraucht wird.



Quelle: AG Energiebilanzen; Auswertungstabellen zur Energiebilanz, September 2020

Im Mix der leistungsgebundenen Wärmeversorgung finden sich auch und zuletzt wachsend Energieträger, die nicht in Heizwerken oder auch KWK-Anlagen erzeugt werden, darunter insbesondere Tiefengeothermie und Abwärme. Solarthermie kann fallweise eine Zukunftsoption sein - wenn auch in Ballungsräumen nicht zentral.



Quelle: BDEW: Nettowärmeerzeugung in Deutschland zur leistungsgebundenen Wärmeversorgung, 22. Januar 2021

¹³ Die Nutzung von Erneuerbaren Energien in Individuallösungen in der Wärmeversorgung im Ballungsraum (z.B. Holzpellets) ist zwar möglich, wird aber wegen Flächenrestriktionen nur in geringem Umfang angewendet; daher werden sie in diesem Aufriss der wesentlichen Technologien nicht weiter aufgeführt.

ZUR DISKUSSION

Die künftige Bedeutung der Wärmenetzsysteme ist entscheidend geprägt durch ihre Eigenschaft, verschiedene klimaneutrale Energiequellen zu bündeln und zu den Nutzern zu transportieren. Dies gilt umso mehr, je höher die jeweilige Abnahmedichte ausgeprägt ist. Je höher diese ist, umso teurer wären Einzellösungen. Zudem ermöglicht der Einsatz einer Wärmeinfrastruktur auch die Optimierung der Wärmequellen, die regionale und saisonal ganz unterschiedlich ausfallen.

So könnte etwa ein KWK-Wärmenetzsystem mit Wärmespeicher und E-Heizer in Verbindung mit der Einkopplung von Abwärme und fallweise auch Solarthermie im Sommer bei geringer Wärmelast auf die Nutzung der KWK vollständig verzichten (sofern nicht etwa andere EE-Optionen verdrängt würden). Der E-Heizer könnte auf der Basis von ansonsten abgeregeltem EE-Strom entweder zusätzlich Wärme für die Kundinnen und Kunden zur Verfügung stellen oder im Wärmespeicher aufbewahren. Die KWK-Anlage – insbesondere, wenn sie (auf mittlere Sicht) mit klimaneutralem Gas befeuert ist, wäre in diesem Fall ein reines back-up-Instrument für den Stromsektor ebenso wie für die Wärmeversorgung vor Ort.

Je nach regionaler Struktur sind in solchen Wärmekonzepten ganz unterschiedliche Technologien miteinander zu kombinieren, von der Geothermie in entsprechenden Gebieten über die Nutzung von unvermeidlicher Abwärme in Industrieregionen und Power-to-Heat-Anlagen bis hin zur Abfallverwertung und zum Einsatz von Großwärmepumpen etwa bei der Nutzung von Flusswärme.

Die energiewirtschaftlich zentrale Eigenschaft solcher Systeme ist ihre Variabilität. Das Wärmenetz bündelt verschiedenste Energieträger und nutzt dabei sowohl bekannte Sektorkopplungsstrategien (etwa KWK) wie auch neuere (Power-to-Heat).

Verschiedene neuere Studien bekräftigen, dass der Übergang zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung in den Ballungsräumen ganz wesentlich über Wärmenetzsysteme erfolgen sollte. Der Anteil der Fernwärme am gesamten Endenergieverbrauch steigt etwa im Ergebnis der Studie „Klimaneutrales Deutschland“¹⁴ von 110 TWh (= 4,4%) im Jahr 2018 auf 135 TWh (= 8,8%) im Jahr 2050.

Dies impliziert den starken Ausbau von Wärmenetzen als zentraler Infrastruktur. Wärmenetzverdichtung und die Neuanschlüsse von Abnehmern an die Wärmeinfrastruktur überkompensieren (im Modellfall) dann den Absatzrückgang durch die gleichzeitig stattfindende Gebäudesanierung. Des Weiteren wird eine zusätzliche Umstellung der Betriebsführung der Wärmenetze auch mit entsprechenden baulichen Anpassungsmaßnahmen zur Integration neuer Wärmequellen erforderlich werden.

Weitgehend analoge Ergebnisse finden sich in den Studien des Fraunhofer IEE, BDI oder des AGFW.¹⁵ Stets ist zentraler Ansatz, die

¹⁴ Agora Energiewende, Agora Verkehrswende, Stiftung Klimaneutralität: Klimaneutrales Deutschland, November 2020.

¹⁵ Fraunhofer-Institut für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik: Entwicklung der Gebäudewärme und Rückkopplung mit dem Energiesystem in -95%-Klimazielszenarien, Berlin 2020; BCG/Prognos: Klimapfade für Deutschland, Berlin 2018; AGFW: Perspektive der Fernwärme (2020); Die 40-40-Strategie (Frankfurt am Main 2018); Die 70-70-Strategie (Frankfurt am Main 2015).

ZUR DISKUSSION

Wärmeinfrastruktur zu erweitern, stets gleichen Neuanschlüsse und Verdichtung sanierungsbedingte Wärmeabsatzminderungen aus und stets wird durch Kombination verschiedener Energieträger sukzessive klimaneutrale Wärme zu den Kundinnen und Kunden gebracht.

Vorteilhaft sind Wärmenetze durch ihre Ballungsraumeignung und die Möglichkeit, unterschiedliche klimaneutrale Energieträger zentral zu bündeln und zu Kundinnen und Kunden zu bringen, nicht zuletzt solche, die von Einzelkunden niemals nutzbar gemacht werden könnten: von der Geothermie über Abwärme bis hin zu Großwärmepumpen. Fernwärmekunden haben im Vergleich zu individuellen Optionen ausgesprochen wenig Aufwand; die administrative Vorbereitung und die Durchführung von Baumaßnahmen liegen beim Wärmeunternehmen.

Überdies ist für die Zeit bis 2030/35, in der zumindest einstweilen der Anteil von gasbetriebener KWK steigen dürfte¹⁶, eine erhebliche Entlastung des Bundeshaushalts im Effort-Sharing zu erwarten. Der Ersatz von individuellen Heizungen (in Ballungsräumen sind dies häufig Ölheizungen) durch KWK-Wärme verlagert die entsprechenden Emissionen aus dem Anwendungsbereich des Effort-Sharing in den Emissionshandel. Hierdurch lassen sich ansonsten fällige Strafzahlungen (in dreistelliger Mio. Euro-Höhe pro Jahr) vermeiden.¹⁷ In urbanen Gebieten, in denen Wärmenetze und Zentral-Einzelheizungen (hauptsächlich sind dies Ölheizungen) nebeneinander bestehen, lassen sich durch deren Ersatz auf der Basis leitungsgebundener KWK-Wärme gut 20 Mt THG adressieren.

Im Sinne der Wärmewende ergeben sich eine Reihe von Standardverfahren für den urbanen Raum:

Der Ersatz fossiler Einzelheizungen durch leitungsgebundene Wärme (entweder direkt aus klimaneutraler Wärme oder durch aus KWK) entlastet den Gebäudesektor.

Die Umrüstung von KWK-Anlagen auf immer klimaneutralere Energieträger (von Kohle-KWK über Gas-KWK in Richtung KWK auf Basis klimaneutraler Gase) entlastet hauptsächlich die THG-Emissionen des Energiesektor (bei Anlagen größer 20 MW). Der Gebäudesektor wird bei kleineren Anlagen entlastet.

Und schließlich 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.

Zu den Nachteilen solcher Systeme gehört naturgemäß ihre Komplexität und Kapitalintensität. Die Wirtschaftlichkeit von Koppelprodukten wie PtG ist aufgrund des derzeit bestehenden dysfunktionalen Systems aus Steuern, Abgaben und Umlagen beeinträchtigt. Überdies verhindern das Mietrecht bzw. die Wärmelieferverordnung derzeit de facto die Wärmenetzverdichtung. Wie für die Wärmewende im Allgemeinen gilt auch in

¹⁶ So etwa die Studie von Agora Energiewende u.a. (2020); vgl. auch BMWi: Monitoringbericht Versorgungssicherheit (2019) und Strommarkt 2030.

¹⁷ Vgl. AGFW, BEE, 8KU: Strategien zur Erhöhung des Anteils klimaneutraler Wärme (2020).

ZUR DISKUSSION

Bezug auf die leitungsgebundene Wärme, dass eine signifikante Wirtschaftlichkeitslücke klafft zwischen herkömmlichen und klimaneutralen Wärmeversorgungssystemen.

b. Wärmepumpen

Seit einigen Jahren sind Wärmepumpen in neuen Wohngebäuden die am häufigsten eingesetzte Wärmeversorgungstechnologie. In neuen Gebäuden sind sie deshalb vorzugswürdig, weil sie im Idealfall mithilfe von Strom ein Mehrfaches an Umweltwärme nutzbar machen. Dieser Idealfall ist jedoch von einer Reihe von Voraussetzungen abhängig, insbesondere davon, dass die entsprechenden Gebäude so ausgestattet sind, dass ein relativ geringer Temperaturhub, also die Differenz zwischen der Temperatur der Wärmequelle und der Vorlauftemperatur des Heizwassers, ermöglicht wird. Je größer der Temperaturhub, desto mehr Strom benötigt die Wärmepumpe. Dies ist in der Regel auch der Grund für die zusätzliche Nutzung eines elektrischen Heizstabs oder auch eines Gas-Spitzenkessels, zumindest in älteren Gebäuden, deren Sanierungszustand nicht optimal ist.

Nicht vergessen darf man dabei, dass die Warmwasserversorgung aus Komfort- und Hygienegründen (Legionellen) sich nicht auf beliebig niedrige Temperaturen umstellen lässt.

Bei einer 100 m² großen Wohnung ist im Durchschnitt von einer Wärmelast von 7 bis 8 kW auszugehen. Die zur Beheizung benötigte Wärmemenge sinkt zwar bei steigendem Sanierungsgrad; jedoch sinkt die Wärmelast nicht in gleichem Maße, da bei länger anhaltenden Kälteperioden der Niedrigtemperaturstandard an seine Grenzen stößt und gleichzeitig die Effizienz der Wärmepumpe bei niedrigeren Temperaturen der Wärmequelle sinkt. Schon aus Kostengründen empfiehlt sich daher die Kombination mit einem Besicherungsinstrument (Wärmespeicher, Heizstab, Spitzenkessel).

Neben den unbedingten Vorzügen von Wärmepumpen in Bezug auf die Effizienz der Energienutzung muss jedoch beachtet werden, dass selbst bei signifikant vorangetriebener energetischer Sanierung des Gebäudebestands in ganz erheblichem Umfang Heizlast erhalten bleibt, die bei Nutzung von Wärmepumpen (auch in Verbindung mit Heizstäben) auf Seiten des Stromsystems abgesichert und in weiten Teilen neu errichtet werden müsste. Diese gleichzeitigkeitsbedingte Belastung des Stromsystems ließe sich zwar durch Nutzung von Wärmespeichern reduzieren, nicht aber vollständig vermeiden.

Ausgehend von einem aktuellen Gebäudewärmebedarf (private Haushalte und GHD) von rd. 700 TWh und rund 1.700 Benutzungsstunden ergibt sich eine Bestandswärmelast von rund 400 GW. Würde ein Viertel der Gebäude so saniert, dass sich die Wärmelast halbiert, dann entstünde immer noch ein zusätzlicher Bedarf an wohlgerneht gesicherter Leistung in Höhe von etwa 50 GW im Stromsystem. Sofern nicht die entsprechenden erheblichen Reserven im Verteilnetz verfügbar sind (beispielsweise in Gebieten, in denen ein sehr hohen Anteil älterer Nachtspeicherheizungen ersetzt werden soll), wären also teils erhebliche

ZUR DISKUSSION

Netzverstärkungen (Trafos, Umspannstationen usw.) und eine klimaneutral gespeiste Spitzenabdeckung durch thermische Kraftwerke (z.B. mit klimaneutralem Wasserstoff betriebene KWK-Anlagen) erforderlich¹⁸, die eine auf Wärmepumpen *basierende* Wärmewende im Ballungsraum nur schwer oder gar nicht umsetzbar erscheinen lässt.

Begrenzt sind derlei Szenarien auch durch die Preisbildungssystematik im Strombereich. Zwar ist in die Frage der Umfinanzierung der EEG-Kosten derzeit viel Bewegung gekommen; dennoch würde sich durch den nötigen Ausbau der Stromnetzinfrastruktur eine Preissteigerung bei den Netzentgelten ergeben. Und auch bei den Arbeitspreisen würde stromseitig zwingend eine neue Dynamik entstehen, da zu Zeiten der Wärmehöchstlast zumindest die Einspeisung von PV marginal ist und also hohe Spitzenpreise entstünden.

c. Klimaneutrale Gase

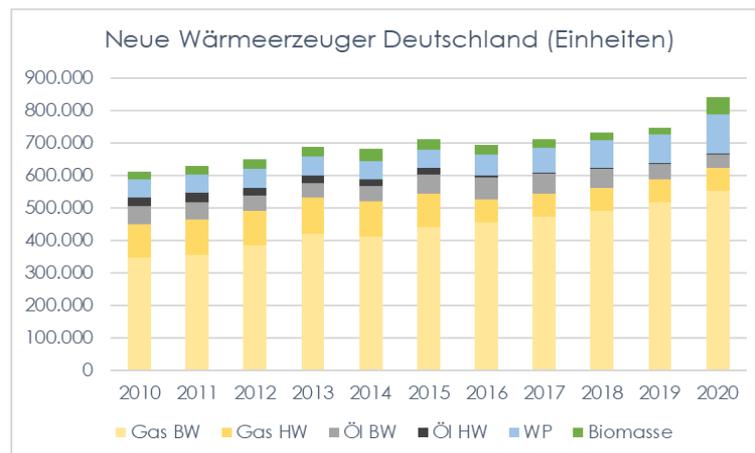
Ohne Frage ist Erdgas mit einem Primärenergieeinsatz von gut 700 TWh¹⁹ aktuell der bedeutendste Energieträger im Wärmebereich. Zwar ist klar, dass Erdgas (CH₄) im Vergleich zu Mineralöl oder Kohle der bei weitem klimaschonendste fossile Energieträger ist. Genauso klar ist jedoch auch, dass das Erreichen von Klimaneutralität bis spätestens 2050 nur bei Beendigung des Einsatzes von Erdgas möglich ist. Dabei ist der Weg dorthin durchaus komplex, denn in diesen rund 30 Jahren bis 2050 wird nach den meisten aktuellen Studien trotz absolut zurückgehender die relative Bedeutung von Erdgas zwischenzeitlich wachsen.

Zum einen, weil aktuell in den vergangenen zehn Jahren weit über 5 Mio. neue (und damit höchst effiziente) Erdgasheizungen installiert und hierdurch die spezifischen Emissionen im Wärmesektor deutlich reduziert wurden, nicht zuletzt durch Verdrängung von Ölheizungen. Und trotz des im Jahr 2020 signifikant gestiegenen Absatzes von Wärmepumpen (die zum ersten Mal in größer Zahl neu installiert wurden als Ölheizungen) bleiben Gasheizungen schlicht aufgrund ihres Bestandes für die nächsten Jahre die wichtigsten Wärmeerzeuger.

¹⁸ Die Gesamtmenge der strombasierten Wärmeanwendungen belief sich zwischen 2008 und 2019 auf Werte zwischen 120 und 130 TWh; strombasierte Wärmeanwendungen in den Haushalten (in Summe mehrheitlich Nachtspeicher) auf 60 bis 70 TWh. Hieraus ist ganz grob eine Heizlast bis maximal 35 GW (bei 2.000 Vollbenutzungsstunden [Vbh]) abzuleiten.

¹⁹ Haushalte, GHD, Industrie und Einsatz in KWK-Anlagen.

ZUR DISKUSSION



Quelle: BDH: Marktstruktur_zehn_Jahre_2020 (2021)

Zum anderen wird im Bereich KWK/Fernwärme in der Folge des vorrangigen Ausstiegs aus kohlebasierter Stromerzeugung der Einsatz von Erdgas in KWK-Anlagen vorübergehend auch absolut steigen.²⁰ Der für den Stromsektor unverzichtbare thermische Erzeugungssockel wird dann in der Folge durch Einsatz etwa von Wasserstoff klimaneutral ausgestaltet werden.

➤ Exkurs: Wasserstoff

Abgesehen vom Ausbau der Erneuerbaren Energien im Stromsystem ist in den letzten Jahren kein energiepolitisches und energiewirtschaftliches Thema so sehr mit Erwartungen versehen und wohl auch überfrachtet worden wie der Einstieg in die Wasserstoffwirtschaft. Die Erwartungen an die Rolle, die Wasserstoff für den Klimaschutz spielen kann, sind zweifelsohne zumindest langfristig berechtigt. Die Erzeugung von Wasserstoff in Elektrolyseuren (oder auch durch Methanpyrolyse) unter Nutzung von Erneuerbarem Strom erlaubt in breitem Maße klimaneutrale Anwendungen in Industrie und Energiewirtschaft. Allerdings stehen diesen Erwartungen zumindest kurz- bis mittelfristig erhebliche Hürden im Weg:

Zunächst stehen den für eine durchgängig klimaneutrale Wirtschaft (allein in Deutschland) benötigten Energiemengen nur überaus unzureichende Mengen an klimaneutralem Wasserstoff gegenüber. In der EU-Wasserstoffstrategie wird – was durchaus optimistisch gemeint ist – für 2030 eine Menge von 333 TWh angenommen – für die gesamte EU, nur etwas mehr als ein Drittel allein des deutschen Gasbedarfs.

Vor diesem Hintergrund ergibt sich logischerweise ein ernsthaftes Verteilungsproblem. Denn die sehr begrenzten Mengen sollten dort eingesetzt werden, wo es keine wirklich überzeugenden Alternativen gibt. Hieraus wird vielfach politisch abgeleitet, die in den nächsten Jahren erschließbaren Mengen exklusiv der Industrie zur Verfügung zu stellen und dies in einem eigenen Regulierungsregime zu organisieren.²¹

²⁰ Agora Energiewende (2020): Klimaneutrales Deutschland, S. 59. Ähnlich die BDI-Klimapfade-Studie.

²¹ Vgl. den Entwurf zur EnWG-Novelle des BMWi vom Beginn des Jahres.

ZUR DISKUSSION

Eine solche Exklusivität ließe sich politisch durchaus umsetzen. Es entstünden aber drei weitere Probleme: zum einen ignoriert ein solcher Exklusivitätsansatz die Tatsache, dass der industrielle Prozesswärmebedarf in einer Größenordnung von rd. 400 TWh (davon gut 200 TWh aus Gas) nicht ohne Nutzung auch des Gasverteilnetzes gedeckt werden kann. Hieraus folgt, dass die exklusive Zuordnung von Wasserstoff an wenige große Industrieunternehmen *außerhalb* der allgemeinen Versorgung volkswirtschaftlich nicht vorteilhaft ist. Zum zweiten erzeugt eine Exklusivitätsstrategie Abnahmerisiken für die Lieferanten und die Infrastrukturbetreiber mit der Folge von höheren Risikoaufschlägen für die Finanzierung. Diese könnten aber, drittens, nur mit entsprechender staatlicher Flankierung (nicht über Netzentgelte, die ja nur in der allgemeinen Versorgung angemessen sind) gemindert werden, was beihilferechtlich zumindest problematisch sein kann.

Überdies geht die vielfach vertretene These, Wasserstoff sei zu teuer und zu wertvoll für die Energiewirtschaft und den Wärmemarkt²² dort fehl, wo Alternativen zwar möglich, aber ihrerseits deutlich teurer wären. Das nicht nur wegen der Kosten des kompletten Umstiegs von Haushalten und GHD auf Wärmepumpen und klimaneutrale Fernwärme. Vielmehr würden die verbleibenden Netzkosten auf eine deutlich geringere Menge von Gas oder Wasserstoff umgelegt, mit dem Ergebnis spezifisch steigender Netzentgelte – in diesem Fall für die industrielle Prozesswärme.

Schon allein aus diesen Erwägungen heraus ist zumindest die Option auf Nutzung von klimaneutralem Wasserstoff in der allgemeinen Versorgung für die Deckung von industriellen Prozesswärmebedarfen und im Wärmemarkt offen zu halten.

Gemessen an den hier skizzierten Problemstellungen und auch aufgrund einer ganzen Reihe noch nicht geklärter Fragen (Kosten der Umstellung von Gas- auf Wasserstoffnetze, schlechte Energie-/Volumen-Relation von Wasserstoff) überrascht die derzeit von Politik und nicht wenigen Forschungsinstitutionen vorgetragene Ausschließlichkeitsrhetorik, mit der Wasserstoff ohne nähere Bewertung der Folgen für benachbarte Sektoren zwar einerseits als Schlüsseltechnologie eingeführt, andererseits aber im Einsatz limitiert wird.

In Summe lässt sich also festhalten, dass die Nutzung der bestehenden Gasnetzinfrasturktur zum Transport von klimaneutralem Gas, hauptsächlich also Wasserstoff, immer dann und auf Dauer vorteilhaft ist, wenn die Gesamtkosten der alternativen Wärmebündel – also Wärmenetze bzw. Wärmepumpen – höher ausfallen. Der notwendige Kostenabgleich wird regional höchst unterschiedlich ausfallen und ist die Voraussetzung dafür, eine kosteneffiziente Wärmewende zu erreichen.

²² Vgl. <https://bizz-energy.com/wasserstoff-der-teure-champagner-der-energiewende>.

ZUR DISKUSSION

d. Sanierung

Wärmewende-Technologien sind aus unterschiedlichen Gründen limitiert. Entweder sind sie zumindest zum heutigen Zeitpunkt deutlich teurer als die aktuell angewendeten Strategien der Wärmeversorgung oder aber das Angebot ist (noch) limitiert wie im Fall von Erneuerbaren Energien im Wärmemarkt. Dies wird sich im Zeitablauf, etwa bei Anstieg der CO₂-Preise ändern. Dennoch ist die energetische Gebäudesanierung sicher eine *no-regret*-Strategie; und für die Nutzung der technologischen Vorteile der Wärmepumpe ist sie nicht nur eine lohnende Zusatzeigenschaft, sondern elementare Voraussetzung.

Allerdings bestehen einige wesentliche Einschränkungen in Bezug auf die Sanierung:

Zunächst einmal entstehen bei der energetischen Gebäudesanierung sehr hohe Investitionskosten, die vor allem für Mieterinnen und Mieter mit geringem Einkommen problematisch hohe Zusatzbelastungen nach sich ziehen können. Tiefe Sanierungen bei durchschnittlichen Bestandswohnungen können mit vorzufinanzierenden Sanierungskosten (bei Einsatz von Wärmepumpen) von 500 Euro/m² angesetzt werden.

Bei einer durchschnittlichen Nutzungsdauer von 45 bis 50 Jahren²³ entstehen kalkulatorisch Kaltmietsteigerungen von bis zu 1 Euro/m². Auf der Basis des derzeit geltenden Mietrechts, bei dem nach § 559 BGB 8% der energetischen Modernisierungskosten auf die Miete umgelegt werden können, kann diese Regel jedoch zu einer Kaltmietsteigerung von 2 Euro/m² und mehr führen. Auch wenn eine solche Maßnahme zu einer geringeren Belastung auf der Seite des Verbrauchs von kWh beitragen würde, verlagern sich die vorzufinanzierenden Kosten auf die Seite des Mieters.

Umgekehrt tritt das Mieter/Vermieter-Dilemma ein, wenn nur der Mieter Vorteile z.B. aus geringeren Wärmekosten generiert, der Vermieter aber Sanierungskosten trägt.

Zwar könnte der Sanierungsaufwand staatlich kofinanziert werden; an den Kosten ändert dies jedoch nichts. Der Investitionsbedarf für Sanierungen kann überschlägig auf 10-15 Mrd. Euro/a bei einer Sanierungsrate von 1% angesetzt werden.²⁴

Ferner ist zu beachten, dass die Gebäudesanierungsrate in der Vergangenheit regelmäßig 1% nicht überschritten hat. Nur in den Jahren unmittelbar nach der Wende wurde im Osten der Bundesrepublik über ein Jahrzehnt eine Quote von 4% erreicht. Zwar hat im vergangenen Jahr eine offensive Förderpolitik zu vermehrten Investitionen geführt, jedoch bleibt abzuwarten, ob dies zu einer dauerhaft erhöhten Quote führt. Um

²³ Vgl. z.B. Forschungsinstitut für Wärmeschutz: Wirtschaftlichkeit von wärmedämmenden Maßnahmen (München 2015), S. 10.

²⁴ Von den derzeit rd. 3,8 Mrd. m² Wohnfläche sind rd. 3 Mrd. m² mehr als 20 Jahre alt. Bei Sanierungskosten von niedrig angesetzten 300 bis 500 Euro/m² für eine tiefe Sanierung, die den Wärmebedarf halbiert, ergeben sich kalkulatorisch jährliche Investitionen in Höhe von 10 bis 15 Mrd. Euro. Zu Wert und auch Grenzen der Effizienz vgl. Agora Energiewende: Wert der Effizienz im Gebäudesektor in Zeiten der Sektorenkopplung, November 2018.

ZUR DISKUSSION

einen ernsthaften Wärmewendebeitrag zu leisten, wären hingegen Sanierungsraten von 2,0 bis 2,5% nötig.

Überdies ist fraglich, ob (je nach Konjunktorentwicklung) im Handwerk in angemessener Geschwindigkeit geschultes Personal aufgebaut werden kann. Nur so kann gewährleistet werden, dass die Wirksamkeit von Fördermitteln im Gebäudebereich, über den aktuell nicht zufrieden stellenden Grad hinaus, gesteigert werden kann.²⁵

²⁵ Vgl. die entsprechende Anfrage der Bundestagsfraktion von Bündnis 90/Die Grünen (BT.-Drs. 19/25728).

ZUR DISKUSSION

4. Ökonomische Bewertung

a. Gesamtkostenvergleich der technologischen Optionen

Auf Basis der unter den vorstehenden Punkten 2 und 3 skizzierten Nachfragebedingungen und der technischen Einordnungen wird nun vorgeschlagen, vorzugswürdige Wege der Wärmewende auf Grundlage eines generalisierten Kosten- und Eignungsvergleich von Markt-Technologie-Kombinationen zu finden.

Ein solcher Vergleich muss zwei Randbedingungen erfüllen: Zum einen muss bis spätestens 2050 eine klimaneutrale Wärmeversorgung gewährleistet werden. Und zum zweiten muss der entsprechende Kundennutzen erreicht werden, ggf. auch unter Restrukturierung von Nachfragestrukturen²⁶. Damit ergibt sich ein Gesamtkostenvergleich von „Wärmebündeln“, also Lösungssträngen, untereinander. Zu vergleichen sind die jeweilig mit einem solchen Lösungsstrang verbundenen Gesamtkosten:

- der Erzeugungstechnologie und der klimaneutralen Brennstoffe (etwa die Kosten einer großen Wasser-Wärmepumpe und ihrer Strom- und weiteren Betriebskosten oder die Kosten für die Erzeugung und Beschaffung von klimaneutralem Gas) zuzüglich
- der Kosten der hierfür ggf. zu errichtenden oder umzubauenden Infrastruktur und Besicherung (also etwa einer Temperaturumstellung im Wärmenetz oder eines Ausbaus der Verteilnetzinfrastuktur für den Strom von Wärmepumpen) und
- der indirekten Kosten (etwa für die energetische Sanierung, die Voraussetzung für die klimaeffiziente Nutzung von Wärmepumpen ist).

Es ergeben sich verschiedene Typen von Versorgungsstrukturen für den Ballungsraum:

- Je stärker ein gegebenes Wärmeversorgungsgebiet geprägt ist durch den Charakter eines Ballungsraums oder durch Geschosswohnungsbau mit zumeist hohem Mietwohnungsbestand, umso vorteilhafter ist die Nutzung von (klimaneutral gespeister) Fernwärme.

Dies sollte selbstverständlich ergänzt werden durch sukzessive energetische Sanierung, weil in aller Regel klimaneutrale Energieträger für den Einsatz im Wärmenetzsystem begrenzt verfügbar sind. Die Verdichtung der Fernwärmeanschlüsse sorgt jedoch dafür, dass diese Sanierungen nicht auf einmal erfolgen müssen; vielmehr können sie sich in den gewöhnlichen Sanierungszyklus der Vermieter einfügen.

Je nach der Abnahmestruktur und den Bedarfen der Kundinnen und Kunden in Privathaushalten, Gewerbe und Industrie kann bei einer solchen gesamthaften Strategie die Umstellung des Fernwärmesystems auf immer klimaneutralere Energieträger kundenorientiert abgestimmt werden, was nicht zuletzt bei der Frage der Temperaturabsenkung von Belang ist. Denn die macht es zwar möglich, z.B. die begrenzten Mengen Solarthermie oder Niedrigtemperaturabwärme einzubinden. Voraussetzung hierfür ist aber wiederum, dass die kundenseitigen

²⁶ Hierzu könnte etwa die Umstellung eines Industrieprozesses auf niedrigere Temperaturen gehören.

ZUR DISKUSSION

Bedarfe dies ermöglichen. Auch eine Anpassung der Kundenanlagen kann in einem solchen Ansatz also erforderlich sein.

Je mehr es – je nach regionaler Verfügbarkeit - gelingt, Erneuerbare Wärme unmittelbar in das Wärmenetzsystem einzubinden, umso geringer kann die Einlastung gegebener KWK-Anlagen ausfallen. Diese übernehmen in einer solchen Strategie zunehmend back-up-Funktionen mit deutlich weniger Benutzungsstunden. Sie sind jedoch die Rückfallposition einer urbanen, sicheren und zugleich klimaneutralen Energieversorgung, insbesondere wenn die KWK mit klimaneutralem Wasserstoff betrieben wird.

- Bei relativ geringer Wärmedichte und gleichzeitig relativ hohem Anteil neuer, voll sanierter oder noch zu errichtender Gebäude sind Wärmepumpen vorteilhaft. Für die technologische Vorteilhaftigkeit der Wärmepumpe ist eine sehr tief gehende Sanierung elementare Voraussetzung.

Zwar wirkt die Ökonomie der Wärmepumpe auf den ersten Blick vorteilhaft. Dies gilt zumindest aus Sicht der Kundinnen und Kunden bei Neubauten mit Niedrigenergiestandard. Höher sind die Kosten bei Umstellung von Bestandsgebäuden auf Niedrigenergiestandard. Hier gehen je nach Gebäudezustand die Sanierungskosten oft deutlich über 500 Euro/m² hinaus. Überdies sind Kosten der Wärmepumpe zu kalkulieren und ferner Stromkosten. Solange Wärmepumpenstrom um den Faktor drei bis vier teurer ist als der entsprechende Preis je kWh bei Öl oder Gas ist eine Jahresarbeitszahl von 3 bis 4 Voraussetzung, um (ungeachtet der Investitionskosten) wenigstens auf der Seite der Arbeitspreise Vorteile zu generieren.

Ökonomische Grenzen sind auch auf der energiewirtschaftlichen Seite gegeben. Denn solange nicht ein echter Niedrigenergiestandard erreicht ist, besteht ein hoher Gleichzeitigkeitsgrad mit der stromseitigen Last. Dies erzeugt (bei breitem Ausrollen einer Wärmepumpenumstellung) Netzverdichtungsbedarf und erhöht die Netzkosten. Klimapolitisch sinnvoll ist ein solches breites Ausrollen von Wärmepumpen ohnehin nur dann, wenn beschleunigt Erneuerbare Energien aufgebaut werden; ansonsten würde ja schlicht die Spitzenlast im Stromsystem erhöht, was zum Einsatz der nächsten Erzeugungskohorte in der Merit-Order des Strommarktes führen würde – in der Regel wenig effiziente, ältere Kraftwerke mit höherem THG-Ausstoß.

- Die Versorgung mit klimaneutralen Gasen ist dann vorteilhaft, wenn die Wärmedichte vor Ort in einem bestimmten Stadtteil oder Quartier zu gering ist, um den Anschluss an ein Fernwärmesystem zu rechtfertigen und der Einsatz von Wärmepumpen teurer wäre.

In einem solchen Fall würden also die Kosten verglichen für den Ausbau der Wärmenetze und die Erzeugung oder Gewinnung klimaneutraler Wärme einerseits und andererseits die (privat zu tragenden oder öffentlich zu fördernden) Kosten von Wärmepumpen, des klimaneutralen Stroms, der ggf. nötigen Besicherung und des eventuellen Verteilnetzverstärkung und der privat oder per Förderung zu finanzierenden Sanierung der Gebäude. Je nach dem Ergebnis dieser

ZUR DISKUSSION

Gesamtkostenermittlung kann es sinnvoll sein, trotz hoher Preise klimaneutrale Gase einzusetzen. Wenn die vorhandene Erdgasinfrastruktur vergleichsweise günstig umgerüstet werden kann und dies durch eine entsprechende Zahl an Netznutzern gestützt wird, dann ist selbst bei relativ hohen Preisen für klimaneutrale Gase eine Vorteilhaftigkeit genau dieser Option dauerhaft gegeben. Dies gilt umso mehr, als in einem solchen Fall selbst eine erst im Laufe der Zeit durchführbare energetische Sanierung unmittelbar kostensenkend wirkt.

Analoges gilt für den Prozesswärme-Bedarf der Industrie und mitunter auch im Gewerbe. Dieser ist aus technisch-ökonomischen Gründen vielfach nur durch (sukzessive klimaneutrale) Gase aus dem Verteilnetz zu bewerkstelligen. Zwar ist es denkbar, den Hochtemperatur-Bedarf einzelner Unternehmen durch technische Vorrichtungen so zu differenzieren, dass der Bedarf an hohen Temperaturen von gewöhnlichen Bedarfen abgetrennt und u.U. beträchtlich reduziert wird.

Dennoch bleibt – je nach lokaler Gegebenheit – u.U. ein signifikanter Bedarf an Hochtemperaturwärme übrig, der gedeckt werden muss. Dies setzt voraus, dass die entsprechende Infrastruktur verfügbar ist und die transportierte/ verteilte Menge an (klimaneutralem) Gas nicht durch Netzkosten belastet ist, die in dem Maße steigen, wie die Netzauslastung sinkt.

Damit ist ein Gesamtbild skizziert, das sehr stark an lokale Gegebenheiten und Kundenbedürfnisse angelehnt werden kann. Dieses „Drei-Schalen-Modell“ ist selbstverständlich kein starres Gerüst, sondern folgt in seiner Ausprägung einer möglichst robust durchgeführten lokalen oder regionalen Optimierung der Wärmewende. Dies kann in bestimmten Ballungsräumen natürlich dazu führen, dass relativ viel Fernwärme im urbanen Zentrum mit einer weitgehend dezentralen Wärmepumpenversorgung kombiniert ist und die Gasinfrastruktur allenfalls kleine Marktnischen erreicht.

Genauso denkbar sind jedoch auch Strukturen, bei denen Wärmenetze nur eine überschaubare Rolle in einem hoch verdichteten Innenstadtbereich spielt und ein relativ hoher Anteil an klimaneutraler Gasversorgung tief sanierte und neue, mit Wärmepumpen beheizte Wohnflächen ergänzt.

ZUR DISKUSSION

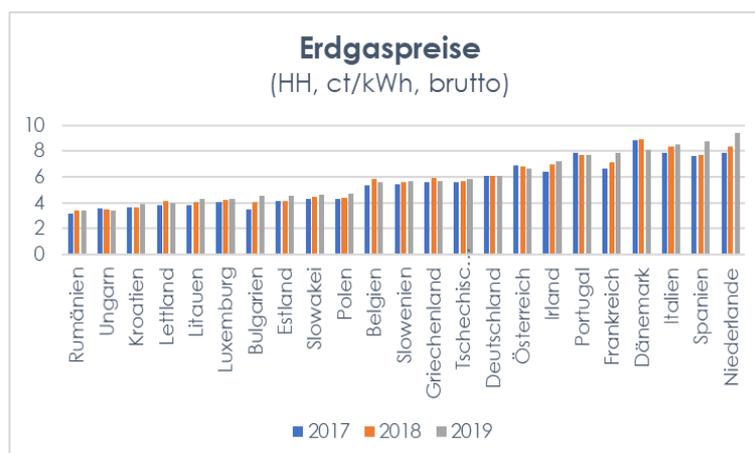
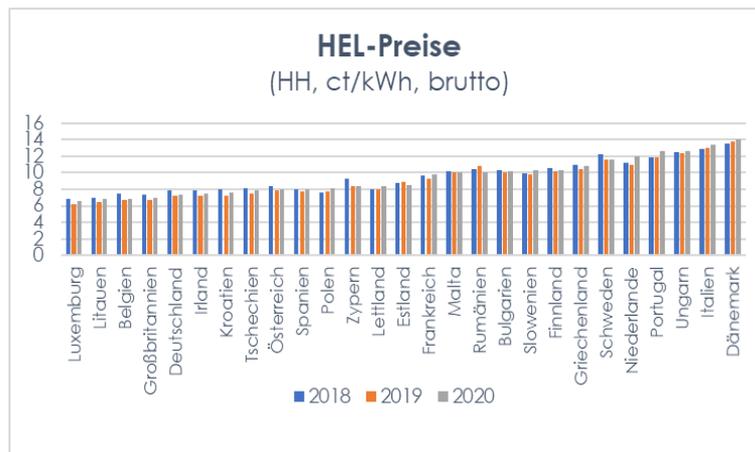
5. Politische Ableitungen

a. Wirtschaftlichkeitslücke und Förderbedarf

Die Notwendigkeit der Energiewende und - als Bestandteil hiervon – der Wärmewende ist aus Klimaschutzgründen unstrittig. Aus klimapolitischen, aber auch wirtschafts- und industriepolitischen Erwägungen ist der „Takeoff Wärmewende“²⁷ vorteilhaft und unverzichtbar. Dieser volkswirtschaftlich nicht ernsthaft zu bestreitenden These stehen erhebliche betriebswirtschaftliche Hürden im Weg, die es möglichst kosteneffizient zu überwinden gilt.

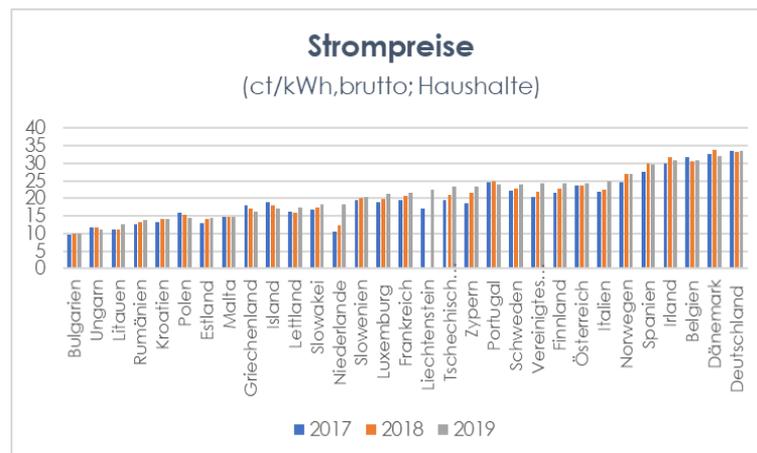
Hierbei ist zwischen drei Perspektiven zu unterscheiden:

- Zunächst zu den Energieträgern: Es ist zu beachten, dass THG-freie Energieträger heute und wohl auch auf längere Sicht teurer als konventionelle sind. Bei genauer Betrachtung zeigt sich, dass insbesondere Heizöl in Deutschland im EU-Vergleich überaus preisgünstig ist, während Gas einen Mittelfeldplatz und Strom den EU-Spitzenwert einnimmt.



²⁷ Vgl. MVV Energie AG: Takeoff Wärmewende, Dezember 2018.

ZUR DISKUSSION



Quelle: BMWi Energiedaten (2020)

Derlei Preisunterschiede sind oft genug begründet darin, dass externe Kosten (THG) nicht mit abgebildet sind und neue Erzeugungstechnologien hohe Anfangsinvestitionen gegenüber abgeschriebenen Anlagen aufweisen oder Abgaben und Umlagen je nach Energieträger unterschiedlichen Strukturen und Motiven folgen. Im Ergebnis stellt sich aber immer eine Wirtschaftlichkeitslücke zwischen alt und neu ein.

- In der Regel ist es nicht ausreichend, die reinen Erzeugungskosten zu beachten. Vielmehr sind in der Energieversorgung zumeist zu den Erzeugungs- die Infrastrukturkosten hinzu zu addieren. Wenn das unterbleibt, kann es teuren Fehleinschätzungen und- entscheidungen kommen. So sind zwar heute die (relativ wenigen) Wärmepumpen selbst bei hoher Leistungsaufnahme im Verteilnetz und in Bezug auf die gesicherte Leistung darstellbar; beim Ausrollen zu einem durchgängigen Lösungsansatz wird ein signifikanter Ausbau an Infrastruktur und ein Zubau an gesicherter thermischer Leistung erforderlich.²⁸ Auch hier ist eine Wirtschaftlichkeitslücke zu unterstellen.
- Last but not least sind regulatorische Wirtschaftlichkeitslücken zu nennen. Sie können aber in der Regel zumindest im Sinne des Ziels der Wärmewende relativ leicht aufgehoben werden. Hierzu gehören Fehlsteuerungen durch das System der Abgaben und Umlagen. Besonders nachteilig wirkt sich ein dysfunktionaler Doppelleffekt aus Wärmelieferverordnung und Mietrecht aus. Der bewirkt zwar, dass die Betriebskosten in der Miete im Vorjahresvergleich selbst bei besserer THG-Bilanz nicht steigen dürfen. Der Modernisierungskostenanteil von durch Vermieter durchgeführte Eigensanierungen darf hingegen dauerhaft in einer Größenordnung von 8% auf die Miete umgelegt werden – und zwar ohne Qualitätskontrolle.

b. Politische Positionierung

Klimaneutrale Wärmeversorgung ist also im aktuellen politischen und regulatorischen Umfeld aus vielerlei Gründen teurer als die bestehende. Hieraus entsteht eine Wirtschaftlichkeitslücke für die Wärmewende, die

²⁸ So geht etwa Agora Energiewende: Wert der Effizienz im Gebäudesektor in Zeiten der Sektorenkopplung, Berlin 2018, S. 70 im Szenario Effizienz plus Wärmepumpe von einem gegenüber dem PtG-Szenario um 30 GW höheren Last im Stromverteilnetz aus.

ZUR DISKUSSION

durch gezielte Förderung der neuen Formen der Wärmeversorgung, durch Belastung klimaschädlicher alter Formen, durch Beseitigung von Fehlanreizen und durch flankierende, zum Beispiel informierende Maßnahmen überwunden werden kann.

Das BMWi hat im Jahr 2017 eine systematische Förderstruktur für den Wärmebereich erstellt, die sowohl auf Einzeltechnologien und -anwendungen (z.B. Effizienzhäuser) wie auch auf kleine (Wärmenetze 4.0) und große Infrastrukturen (Wärmenetze, EE-Großanlagen) abzielte. Während die kleinteiligeren Vorhaben weitgehend umgesetzt sind, zieht sich der infrastrukturelle Förderteil für große Anlagen bedauerlicherweise erheblich in die Länge.

„Zielfoto“ Effizienzförderung 2020

Kategorie	Strom-sparen Private	Energieeffiziente Gebäude			Energieeffizienz in Industrie und Gewerbe	Wärme- Infrastruktur
		Wohngebäude privat	Nichtwohngebäude gewerblich	Nichtwohngebäude kommunal/sozial/gewerblich		
Einstiegsberatung	Energieberatung des vzbv					
Vertiefte Beratung		Energieberatung Wohngebäude	Energieberatung für Mittelstand, Kommunen			
Einstiegsförderung		Einzelmaßnahmen		Einzelmaßnahmen		
Systemische Förderung		Effizienzhäuser		„Klassik“ „Wettbewerb“	Wärmenetze, EE-Großanlagen	
Spezielle Förderlinien (Innovation)		Brennstoffzellen Modellvorhaben dena Modellvorhaben Gebäude 2050				Wärmenetze 4.0
		Einsparzähler				

Quelle: BMWi: Förderstrategie Energieeffizienz und Wärme aus erneuerbaren Energien, Berlin 2017

- **BEW:** Die für Großanlagen einschlägige Förderkulisse, die bereits seit mehreren Jahren angekündigte Bundesförderung effiziente Wärmenetze (BEW), ist zentral für die Flankierung klimaneutraler, leitungsgebundener Wärme. Das Programm muss – wie nach den Haushaltsberatungen im Bundestag zumindest positiv diskutiert – über die vorliegenden und im vergangenen Jahr mit der Branche diskutierten Eckpunkte hinaus verlässlich und dauerhaft mit umfangreichen Summen (2 Mrd. Euro/a) ausgestattet werden. Da zwischen BMWi und BMF inzwischen Einigkeit besteht über die Sinnhaftigkeit der BEW, sollten diese zusätzlichen Mittel politisch auch fest budgetiert werden.

Die beihilferechtliche Vorprüfung des BEW-Vorentwurfs auf EU-Ebene zieht sich leider ganz erheblich in die Länge, was bestehende Projekte bereits erkennbar belastet.

Überdies bestehen zumindest bei Betrachtung des vorliegenden Entwurfs eine ganze Reihe von Nachsteuerungsnotwendigkeiten.

So sollte die Begrenzung der maximalen Förderhöhe pro Netz und Empfänger auf 50 Mio. Euro entfallen bzw. stattdessen eine projektgrößenabhängige Deckelung vorgenommen werden. Insbesondere Projekte im urbanen Raum sind aufgrund ihrer Größe und Komplexität mit besonders hohen Kosten verbunden.

Geothermie- und Biomasseprojekte sollten auch weiterhin im Rahmen der Einzelmaßnahmen („Easy Access“) förderfähig sein, insbesondere

ZUR DISKUSSION

solche, bei denen keine größeren Netzum- und ausbaumaßnahmen erforderlich sind. Je nach Projektart kann eine Verschiebung oder Intensivierung des Förderfokus erforderlich sein (z.B. Tiefengeothermie).

Auch sind einige Strukturelemente, die aus der bestehenden Förder-systematik folgen, anzupassen. Eine Dampfnetzumstellung, welche die Voraussetzung für die Einkopplung von niedrigeren Temperaturniveaus darstellt, sollte auch ohne Erhöhung der Transportnetzkapazität möglich sein.

- **KWKG:** Das KWKG ist derzeit das einzige bestehende Förderinstrument, das (neben dem aktuellen Hauptzweck, der KWK-Förderung) die Errichtung großer Bestandswärmenetze, erneuerbare Wärme, Power-to-Heat-Einrichtungen und große Wärmespeicher fördert. Neben Anpassungsbedarf im Detail (zum Beispiel bei Kriterien für PtH-Einrichtungen oder der sehr eingeschränkten EE-Wärmeförderung) besteht das Haupthindernis in den durch sehr langsame Gesetzgebungsverfahren und durch langwierige beihilferechtliche Notwendigkeiten entstehenden Investitionsunsicherheiten.

Dass sich Rolle und Bedeutung der KWK in den nächsten Jahren stärker in Richtung der Gewährleistung von Versorgungssicherheit sowohl für Strom als auch für Wärme verschieben werden, sollte in der anstehenden Evaluierung des Gesetzes nach § 34 (2) im Jahr 2022 im Mittelpunkt stehen. Die Unverzichtbarkeit der KWK (sukzessive auf klimaneutralen Wasserstoff umgestellt) ist zuletzt in sehr unterschiedlichen Studien (BDI, Agora Energiewende/Stiftung Klimaneutralität) herausgestellt worden.

- **BEG:** Das BEG ist ein gutes Beispiel dafür, dass mitunter Details den positiven Grundansatz konterkarieren: So ist ein Fernwärmeanschluss nur förderfähig, wenn mindestens 25 Prozent der Wärme aus erneuerbaren Quellen stammen. Diese Vorgabe ist für große Wärmenetze aber nur sukzessive zu erfüllen. Daher sollte ein Anschluss bereits heute förderfähig sein, wenn eine Dekarbonisierung des Wärmenetzes mit Sicherheit erwartet werden kann.
- **Mietrecht/Wärmelieferverordnung:** Die Kombination aus bestehendem Mietrecht und bestehender Wärmelieferverordnung behindert eklatant eine nachhaltige Verdichtung der in Ballungsräumen wichtigen Wärmeinfrastruktur. Mögliche Emissionsminderungen im Wärmesektor werden hierdurch nachhaltig eingeschränkt. In der Kombination von WärmeLV und § 555b BGB werden die Voraussetzungen geregelt, unter denen die Wärmeversorgung von Mieterinnen und Mietern in der Eigenversorgung (z. B. Öl-/Gaskessel) auf eine gewerbliche Wärmelieferung (z. B. Fernwärme) umgestellt werden kann. Dabei sind die Kosten der Umstellung vom Mieter nur insoweit zu tragen, wie eine sogenannte "Kostenneutralität" vorliegt, d. h. es darf bei der Umstellung aus Mieterschutzinteressen zu keiner Kostensteigerung für den Mieter kommen. Der Kostenvergleich wird zwischen den Durchschnittskosten (zum Beispiel einer Ölheizung) der letzten drei Jahre und gewerblicher Wärmelieferung vorgenommen – es wird also eine historische Versorgung mit billigem Brennstoff und eine künftige nachhaltige vorgenommen, was zumeist zu Lasten des Klimaschutzes geht. Die

ZUR DISKUSSION

Kosten energetischer Eigensanierungen können hingegen (ohne Qualitätskontrolle!) nach § 559 BGB in Höhe von bis zu 8% jährlich auf die Mieter umgelegt werden.²⁹

Im Ergebnis wird hierdurch in den Bestandsgebäuden der Ballungsräume die mögliche Umstellung klimafreundliche oder -neutrale Fernwärme und eine für alle Seiten kosteneffiziente Verdichtung der leitungsgebundenen Wärmeversorgung verhindert. Die Wärmewende wird hierdurch de facto auf die vielfach deutlich teureren Eigensanierungsmaßnahmen gelenkt, was teils drastische Mietpreissteigerungen bewirkt oder aber den Einstieg in die Wärmewende insgesamt verhindert.

Dieser Missstand sollte umgehend durch eine Novellierung der WärmeLV behoben werden, nicht zuletzt, um für Mietwohnungen im Ballungsraum die Chance auf ebenso preisgünstigen wie wirksamen Klimaschutz zu geben.

- **Gasinfrastruktur und klimaneutrale Gase:** Selbst wenn es gelingen sollte, das zentrale Technologiebündel aus klimaneutraler Fernwärme und Wärmepumpen (auf Basis von klimaneutralem Strom) schnell und kosteneffizient zu entwickeln, ist es nicht ausgeschlossen, dass der alternative Einsatz von klimaneutralem Gas – insbesondere von Wasserstoff – bei entsprechendem Markthochlauf und auf mittlere bis längere Sicht eine kostengünstigere Lösung wäre. Dies gilt je nach regionaler Marktlage auch über den Einsatz in KWK-Anlagen hinaus und vor allem in Bezug auf den industriellen Prozesswärmebedarf. Derlei Kostenvorteile beruhen auch auf der vorhandenen, im Zweifel umzurüstenden Infrastruktur.

Vor diesem Hintergrund wäre es fahrlässig, bereits heute politische Entscheidungen zum Ausstieg aus Erdgas und der Gasnetzinfrastuktur zu treffen, während – in einem hiervon getrennten regulatorischen Rahmen – Vorbereitungen zum Aufbau eines Wasserstoffnetzes getroffen werden.

- **Reform der Steuern, Abgaben Umlagen:** Die auch für eine gelingende Wärmewende einschlägige Sektorkopplung – ganz gleich ob in Form von Power-to-Heat, Power-to-Gas oder von Wärmepumpen – steht aktuell nicht (ausschließlich) vor technischen Herausforderungen, sondern insbesondere vor ökonomischen und regulatorischen. Denn aufgrund der getrennten Entwicklung der Märkte für Strom, Gas und Wärme (analoges gilt für den hier nicht besonders berücksichtigten Kraftstoff- und Verkehrssektor) sind die Preisbildungsmechanismen im Energiesektor komplett inhomogen, und zwar nicht nur zwischen den einzelnen Commodities und ihren Infrastrukturen, sondern auch in Bezug auf ihre Abnehmer.

Eine Bereinigung des Abgaben- und Umlagensystems ist insoweit ebenso notwendig wie eine THG-Orientierung von Lenkungsabgaben und – last but not least – die Klärung des Letztverbrauchsbegriffs. Hier

²⁹ Miet- und steuerrechtlich umstritten ist trotz eines mieterfreundlichen BGH-Urteils (VIII ZR 81/19; 17. Juni 2020), wie hoch der Anteil der vom Vermieter zu tragenden Instandhaltung und der auf den Mieter umlegbaren Modernisierung bei einer energetischen Sanierung sein kann.

ZUR DISKUSSION

kann das System der Mehrwertsteuer als Orientierung gelten, bei der der tatsächliche Endverbrauch einschlägig ist.

- **Kommunale Wärmeplanung:** Kommunale Wärmepläne können bei entsprechender Ausgestaltung ein Mittel sein, Ineffizienzen bei der Umsetzung der Wärmewende vor Ort zu vermeiden. Dies setzt insbesondere belastbare Planungsdaten voraus. Zu diesen Planungsdaten gehören Wärmeregister (in denen Wärmebedarfe und Wärmequellen dargestellt sind) aber auch kommunale Maßnahmenplanungsdaten, die günstige Zeitfenster für Infrastrukturmaßnahmen (z.B. im Rahmen anstehender Erneuerungsarbeiten) anzeigen.

Dies bietet die Basis für integrierte Lösungsansätze, was vor allem für die Etablierung von Wärmenetzen von großer Bedeutung ist, weil es jenseits von schleppend realisierten Einzellösungen die Möglichkeit für dynamischen und effizienten Klimaschutz schafft. Eine möglichst einheitliche Methodik (nicht eine einheitliche Technologieentscheidung!) schafft die Voraussetzungen für Planungssicherheit bei Investitionen im Wärmemarkt – auch bei solchen mit längeren Amortisationszeiten.

Allerdings ist bei der Erstellung derartiger Planungen darauf zu achten, dass sie gerade in Bezug auf kapitalintensive Infrastrukturen keine Fehlreize auslösen, indem innerhalb von zusammenhängenden Wärmeversorgungsgebieten Teilloptimierungen vorgenommen werden. Dies kann dann geschehen, wenn in bestehenden Fernwärmegebieten Einzel- oder auch Quartierlösungen umgesetzt werden, die zwar individuellen Klimaschutz ermöglichen und kostenoptimiert sind, jedoch in Summe Nachteile erbringen.

Um kommunale Wärmeplanungen in diesem Sinne zu ermöglichen, ist neben dem Aufbau von Know-How insbesondere die Beteiligung der jeweiligen Betreiber der Wärmeinfrastruktur zu gewährleisten.

6. Zum Abschluss

Wie sich gezeigt hat, geht es bei der Wärmewende in der Stadt weniger darum, völlig neue Ansätze zu erfinden. Vielmehr ist es wichtig, die jeweiligen vor Ort befindlichen Bedarfe des Wärmemarkts auf mögliche Wärmewendeinstrumente zu beziehen und im Rahmen einer Gesamtschau möglichst kosteneffiziente Lösungskombinationen – Wärmebündel - zu finden, die sich je nach lokalen Gegebenheiten auch deutlich voneinander unterscheiden können.

Grundlegende Entscheidungen bei der Wärmewende sind abhängig von der Energie-, Industrie- und Bevölkerungsdichte. In hochverdichteten Ballungsräumen empfehlen sich idealtypisch leitungsgebundene Wärmewende-Strategien, also Wärmenetze, die klimaneutrale Wärme einsammeln und kosteneffizient verteilen.

Je geringer die Einwohner-, Industrie und Energiedichte ausgeprägt ist, umso mehr können Wärmepumpen ihre Vorteile ausspielen. Nicht zu vergessen ist aber die Gasnetzinfrastruktur. Sie bleibt nötig, wenn im Gesamtkostenvergleich die Nutzung von klimaneutralem Gas günstiger ist als jeweils klimaneutral betriebene Wärmepumpen oder Wärmenetze.

ZUR DISKUSSION

Auch kostenoptimierte technologische Wärmebündel weisen im Verhältnis zu den herkömmlichen Anwendungen Wirtschaftlichkeitslücken auf. Diese Wirtschaftlichkeitslücken sollten entschlossen durch Förderung und durch Beseitigung von Fehlanreizen behoben werden (BEW, BEG, KWKG, H2 im EnWG, Reform von Abgaben und Umlagen, Wärmelieferverordnung, kommunale Wärmepläne). Auf der Basis der hier vorgeschlagenen Gesamtkostenbetrachtung erscheint dies auch kosteneffizient umsetzbar.

Die oben gezeigte Positionierungsansätze ermöglichen dies. Sie werden von uns in einem weiteren Schritt präzisiert und in legislative Vorschläge übersetzt.