



Hintergrundpapier zur

Gebäudestrategie Klimaneutralität 2045

Gutachten im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz

Impressum

Hauptbearbeitung

Prognos AG
Nils Thamling
nils.thamling@prognos.com
+49 30 52 00 59-271

Dominik Rau
dominik.rau@prognos.com
+49 30 52 00 59-231

Weitere Bearbeitende

Dr. Andreas Kemmler, Prognos AG
Malek Sahnoun, Prognos AG
Purnima Kulkarni, Prognos AG
Minh Phoung Vu, Prognos AG
Prof. Dr.-Ing. Andreas Holm, FIW München
Benedikt Empl, FIW München
Michael Kamml, FIW München
Prof. Dr.-Ing. Bert Oschatz, ITG Dresden
Dr. Bernadetta Winiewska, ITG Dresden
Dr. Sara Ortner, ifeu
Dr. Helena Stange, ifeu
Dr. Veit Bürger, Öko-Institut e.V.
Benjamin Köhler, Öko-Institut e.V.
Dr. Sibylle Braungardt, Öko-Institut e.V.

Jan Fjornes, adelphi
Dr. Christian Kluge, adelphi
Andreas Schneller, adelphi
Alina Ulmer, adelphi
Ulf Jacobshagen, BBH
Johanna Riggert, BBH
Thomas Bründlinger, dena
Antonia Döring, dena
Dr. Rita Ehrig, dena
Mathias Koepke, dena
Dr. Andreas Koch, dena
Rico Krüger, dena
Christian Trottmann, EY Law
Richard Hänsel, EY Law

Review

Mathias Koepke, dena

Formaler Review

Mathias Koepke, dena
Celina Schall, dena
Natalie Gitzinger, dena

Berlin, Basel, München, Freiburg, Heidelberg, Dresden, 2022

Inhalt

1	Zusammenfassung	6
1.1	Fazit.....	6
1.2	Bisherige Entwicklungen und Handlungsbedarf.....	6
1.3	Zielbild für den Gebäudesektor	7
1.4	Der Weg zum klimaneutralen Gebäudebestand 2045	8
1.5	Handlungsbereiche und Maßnahmenbündel.....	11
2	Einleitung	14
2.1	Der Gebäudesektor.....	14
2.2	Entwicklungen und Ausblick.....	15
2.3	Studien zum klimaneutralen Deutschland.....	16
3	Zielbild für einen klimaneutralen Gebäudebestand 2045	24
3.1	Scope des Zielbilds	24
3.2	Die Wärmenachfrage von Gebäuden muss deutlich zurückgehen.....	24
3.3	Wärmepumpen werden zum zentralen Wärmeerzeuger.....	25
3.4	Wärmenetze erreichen hohe Bedeutung im städtischen Raum und müssen dekarbonisiert werden	26
3.5	Biomassennutzung nur in stark begrenzten Mengen.....	27
3.6	Ab 2025 Ausstiegsstrategie für verbleibende fossile Wärmeerzeugung notwendig.....	28
3.7	Rolle der Solarthermie bleibt untergeordnet	29
3.8	Keine Rolle von Wasserstoff im Gebäudesektor bis 2030, danach nachrangig	29
4	Szenario Klimaneutraler Gebäudebestand	31
4.1	Methodik und Rahmendaten	31
4.2	Quantitative Ableitungen aus dem Zielbild.....	38

4.3	Restriktionen	39
4.4	Szenario Ergebnisse	45
4.5	Szenarienvergleich.....	73
4.6	Folgen und resultierende Notwendigkeiten.....	76
5	Handlungsbereiche, Maßnahmen und politische Instrumente.....	80
5.1	Bestehende Programme	80
5.2	Handlungsbereiche	80
5.3	Rollout Wärmepumpe.....	83
5.4	Zielkonforme Gebäudehüllen	96
5.5	Rationeller Neubau	111
5.6	Anschluss an Wärmenetze.....	120
5.7	Begrenzung des Biomasseeinsatzes.....	132
5.8	THG-neutraler Strom am Gebäude	142
5.9	Flächensparendes und energiesparendes Verhalten	153
5.10	Ausbau von Wärmespeicherung	160
5.11	Ausstieg verbleibender fossiler Wärmeerzeuger	164
5.12	Wärmeplanung.....	170
5.13	Energieverbrauch der Anlagentechnik reduzieren	181
5.14	Die Transformation im Gebäudesektor sozialverträglich gestalten	186
5.15	Methodik zur Quantifizierung.....	203
6	Das Gutachten zur Gebäudestrategie im Kontext der Transformation des gesamten Energiesystems.....	205
6.1	Datengrundlage.....	205
6.2	Vollzug	208
6.3	Elektrifizierung und Sektorkopplung	210
6.5	Dekarbonisierung der Fernwärme	214

6.6	Notwendige Ressourcen	215
6.7	Rechtliche Herausforderungen	224
6.8	Neue/alternative Finanzierungsoptionen	226
6.9	Klimaanpassung.....	229
6.10	Versorgungssicherheit.....	230
7	Abbildungsverzeichnis	234
8	Tabellenverzeichnis	239
9	Literaturverzeichnis	241
10	Abkürzungsverzeichnis	251

1 Zusammenfassung

Bis spätestens 2045 muss Deutschland klimaneutral werden. Um dieses ambitionierte Ziel zu erreichen, müssen in allen Sektoren die Weichen in diese Richtung gestellt werden. Auch der Gebäudebereich steht damit vor einer großen Transformation. Das vorliegende Gutachten zur Gebäudestrategie Klimaneutralität 2045 (GSK) zeigt hierfür einen Zielpfad auf, sowie das dafür nötige Instrumentarium.

1.1 Fazit

Die zentralen Ergebnisse des Gutachtens zur GSK sind vorab wie folgt zusammenzufassen:

- Im Vergleich zu vergangenen Studien ist der Lösungskorridor des Zielszenarios sehr eng und auch steiler.
- Klimaneutralität 2045 im Gebäudesektor ist jedoch weiterhin erreichbar.
- Abweichungen in einzelnen Handlungsfeldern können kaum kompensiert werden und führen zur Zielverfehlung 2045
- Vor 2030 ist die Erfüllung der jährlichen Emissionsziele im Gebäudesektor kaum machbar.
- Sehr ambitionierte, teils disruptive und gut aufeinander abgestimmte Maßnahmen sind in allen Handlungsfeldern erforderlich
- Die gleichzeitige und abgestimmte Transformation des Sektors Energiewirtschaft sowie die Bereitstellung THG-neutraler Energieträger (insbesondere Strom und Fernwärme) für die Wärmeversorgung ist unabdingbar

Auf die einzelnen Punkte wird in der folgenden Zusammenfassung sowie ausführlich in den folgenden Kapiteln näher eingegangen.

1.2 Bisherige Entwicklungen und Handlungsbedarf

Der Gebäudesektor umfasst in diesem Papier die Emissionen der Sektoren Private Haushalte, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen sowie die verbrennungsbedingten Emissionen des militärischen Bereichs gemäß dem Klimaschutzgesetz. Nicht enthalten sind Gebäude des Industriebereichs sowie gebäudeferne Emissionen aus der Energiewirtschaft (Strom und Fernwärme) oder dem Mobilitätssektor. Des Weiteren sind ausschließlich Emissionen im Betrieb der Gebäude berücksichtigt, nicht jedoch der Energiebedarf und Emissionen bei der Herstellung von Baustoffen, die dem Sektor Industrie zugeordnet sind.

Verglichen mit den stärkeren THG-Reduktionen in den 1990er und 2000er-Jahren war der Rückgang der Emissionen im Gebäudesektor innerhalb des letzten Jahrzehnts hinter den Erwartungen einer stärkeren Dynamik zurückgeblieben. Trotz anhaltender Sanierungstätigkeiten wurden die Emissionswerte des Jahres 2014 seitdem nicht mehr wesentlich unterschritten (siehe Abbildung 1).

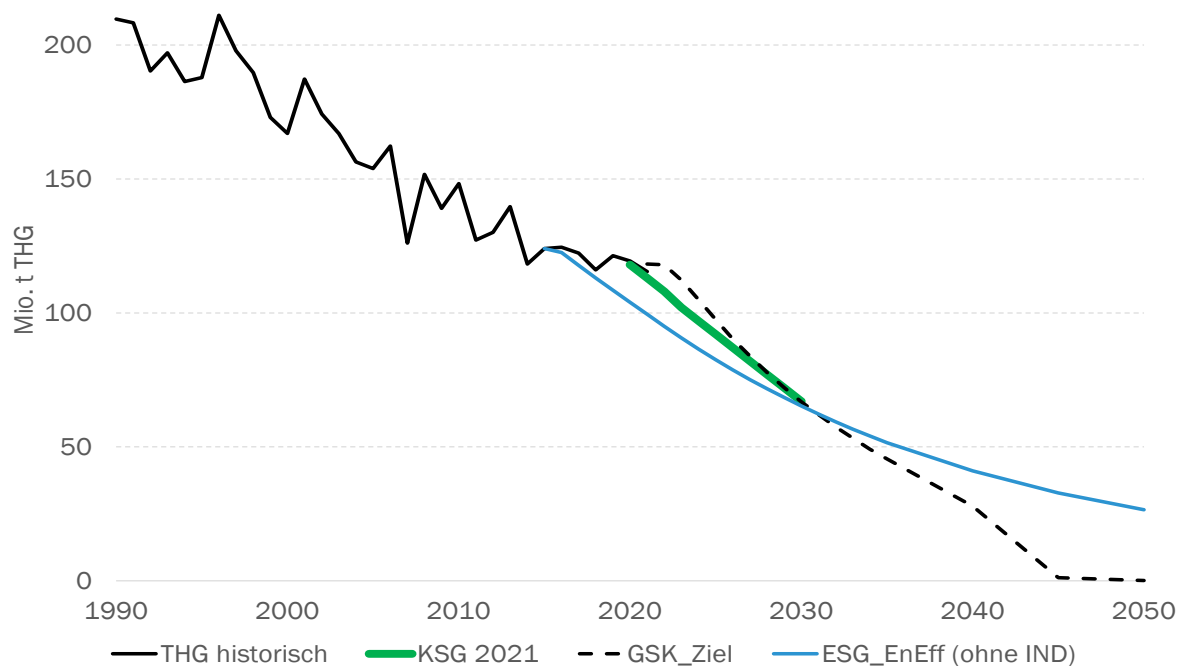


Abbildung 1: Vergleich der THG-Emissionsentwicklung in Szenarien verschiedener Studien sowie die Vorgabe des KSG; eigene Darstellung

Angesichts dieser Entwicklungen und ambitionierteren Klimaschutzzielen wird der Pfad zum klimaneutralen Gebäudebestand zunehmend steiler und anspruchsvoller. Dieser nötige Anstieg in Dynamik und Ausdauer auf dem Pfad zur Zielerreichung erfordert eine intensive Abstimmung aller Akteure und eine Vielzahl von Maßnahmen.

1.3 Zielbild für den Gebäudesektor

Die ambitionierten Zielvorgaben und der kurze Zeitraum bis zur Zielerfüllung führen zu einem eng umrissenen Zielbild, dass nur sehr wenig Spielraum lässt. Dieses Zielbild lässt sich durch die folgenden sieben Punkte zusammenfassen, welche in Kapitel 3 näher erläutert werden:

■ Die Wärmenachfrage von Gebäuden muss deutlich zurückgehen

Die energetische Sanierung bestehender Gebäude hat das größte Potenzial zur Reduktion der Wärmenachfrage des Gebäudesektors und sollte daher mit höchster Priorität behandelt werden. Hier gilt es zum einen die energetische Sanierungsrate zu steigern und zum anderen die mit einer Sanierung erreichten Effizienzstandards zu steigern. Auch bei Neubauten müssen mit Blick auf die Klimaschutzziele bestehende Verbesserungspotenziale der Energieeffizienz konsequenter genutzt werden.

■ Wärmepumpen werden zum zentralen Wärmeerzeuger

Die Standardlösung für einen neuen Wärmeerzeuger muss in sehr naher Zukunft möglichst vollkommen auf erneuerbaren Energien basieren. Im Bereich der Objektversorgung sind Wärmepumpen in allen vorliegenden Szenarien zur Klimaneutralität hierfür die zentrale Technologie. Der Einsatz von Wärmepumpen konzentriert sich nach wie vor auf ausgewählte Segmente des

Gebäudesektors wie Neubauten und energetisch weitgehend modernisierte Gebäude. Um den Absatz massiv auszubauen, muss das Einsatzgebiet für Wärmepumpen auf Bestandsgebäude mit weniger guten Effizienzstandards ausgeweitet werden.

■ **Wärmenetze erreichen hohe Bedeutung im städtischen Raum**

Wärmenetze spielen eine zentrale Rolle für eine erfolgreiche Wärmewende im Gebäudesektor. Insbesondere in urbanen bzw. dicht besiedelten Gebieten sollen Anschlüsse an Wärmenetze ausgebaut und verdichtet werden.

■ **Biomassenutzung nur in stark begrenzten Mengen**

Im Wesentlichen darf der Brennstoff Holz zukünftig nur noch in begrenztem Maße im Gebäudebestand eingesetzt werden – vor allem dann, wenn sinnvollere Optionen (v.a. Wärmepumpen und Wärmenetze) technisch oder wirtschaftlich nicht vertretbar sind. Im Neubau spielt Biomasse zukünftig keine Rolle: Andere Versorgungsoptionen sind hier nahezu immer realisierbar und die stark begrenzten Mengen an Biomasse erlauben keine weitere über Bestandsgebäude hinausgehende Nutzung und muss auch dort mittelfristig zurückgehen.

■ **Ab 2025 Ausstiegsstrategie für verbleibende fossile Wärmeerzeugung notwendig**

Schon heute ist absehbar, dass spätestens im Zieljahr 2045 nahezu keine Wärme mehr aus Gas und Öl erzeugt werden darf. Da mit einer üblichen Lebensdauer von neuen Wärmeerzeugern ein Betrieb auch über 2045 hinaus zu erwarten ist, wird eine Strategie für den Ausstieg dieser Geräte benötigt. Diese Strategie ist frühzeitig bekannt geworden und setzt mittelfristig und langfristig viele ordnungsrechtliche Anreize.

■ **Rolle der Solarthermie bleibt untergeordnet**

Im Vergleich zu anderen Wärmeerzeugern wird gebäudenaher Solarthermie eine Nischentechnologie bleiben. Die Anzahl der Solarthermie Anlagen steigt zwar geringfügig, die Bedeutung bleibt mit Ausnahme der Nutzung in Wärmenetzen aufgrund steigender Energieeffizienz aber insgesamt jedoch gering. Sonnenenergie von Gebäuden und deren Dächern bleibt dennoch ein wichtiges Thema: Ein Schwerpunkt liegt hier auf der Stromerzeugung mit Photovoltaik.

■ **Keine Rolle von Wasserstoff im Gebäudesektor bis 2030, danach nachrangig**

Der breite Einsatz von Wasserstoff im Wärmemarkt würde die Erreichbarkeit bestehender Einsparziele für Primärenergie aufgrund der sehr hohen Strombedarfs in weite Ferne rücken. Daher bedarf es eindeutiger Regelungen im Ordnungsecht, welche die unzureichende primärenergetische Effizienz von Wasserstoff berücksichtigen und seinen Einsatz in Gebäuden ausschließen.

1.4 Der Weg zum klimaneutralen Gebäudebestand 2045

Aus diesen Thesen wurde im Rahmen einer umfassenden Modellrechnung ein konkreter Zielpfad für alle Energieträger, Anwendungsbereiche und Gebäudetypen entwickelt. Eine wesentliche Erkenntnis war hierbei der enge verbleibende Umsetzungsrahmen: Alle Bereiche (z.B. gebäudenahes Handwerk, Wärmepumpenindustrie, Energiewirtschaft, Politik) müssen in den kommenden Jahren große Anstrengungen vollbringen, um die Ziele einzuhalten. Es gibt nur wenig Spielraum, um Fehlentwicklungen zu kompensieren.

1.4.1 Zielszenario „Klimaneutraler Gebäudebestand“ (KNG)

Energetische Sanierungen der Gebäudehülle sind eine zentrale Effizienzmaßnahme zur Reduktion des Raumwärmebedarfs und der damit verbundenen THG-Emissionen. Dabei spielen sowohl die

Sanierungsrate, als Maß für die Häufigkeit getätigter Sanierungsmaßnahmen, als auch die Qualität bzw. Sanierungstiefe der durchgeführten Sanierungsmaßnahmen eine Rolle. Zur Erreichung des Zielbilds werden im Zielszenario „KNG“ sowohl die Sanierungsrate deutlich erhöht, als auch die Qualität der durchgeführten Sanierungen gesteigert. Demzufolge steigen die jährlichen Sanierungsraten bei Wohngebäuden über rund 1,7 % im Jahr 2030 auf gegen 1,9 % im Jahr 2040 (jeweils bezogen auf den Gesamtwohnungsbestand). Mit der Zunahme der Sanierungsrate geht eine Zunahme der jährlich energetisch-sanierten Fläche einher. Bei den Wohngebäuden erhöht sich die zwischen 2020 und 2045 um rund 60 % auf rund 70 Mio. m²/Jahr. Bei den NWG werden im Szenarien Zeitraum rund 30 Mio. m²/Jahr energetisch saniert. Damit ist die in Abbildung 2 dargestellte Entwicklung zu erreichen: Ein Rückgang des Endenergieverbrauchs um ca. ein Drittel auf 662 TWh im Jahr 2045.

Im Folgenden wird die Beheizungsstruktur in Ein- und Zweifamilienhäusern (Abbildung 3) sowie Mehrfamilienhäusern (Abbildung 4) in den kommenden Jahren sichtbar. In beiden Fällen verläuft der Rückgang fossiler Energieträger kontinuierlich bis auf null im Zieljahr, kann durch die Effizienzgewinne der Gebäude aber durch zielkompatible Wärmeerzeuger ersetzt werden: Im Bereich der kleineren Gebäude wird dieses Bild stark durch die Wärmepumpe geprägt, im urbanen Bereich mit größeren Mehrfamilienhäusern werden Wärmenetze und Wärmepumpen mit nahezu gleicher Intensität die aktuellen Beheizungsstrukturen verdrängen.

In Summe führt der stark gesunkene Endenergieverbrauch und die Umstellung der Wärmeerzeugung zu einer starken und kontinuierlichen Reduktion der THG-Emissionen im Gebäudesektor. Wie in Abbildung 5 dargestellt, sinken die Emissionen von 120 Mio. t im Jahr 2020 auf 67 Mio. t im Jahr 2030 und auf null im Zieljahr 2045.

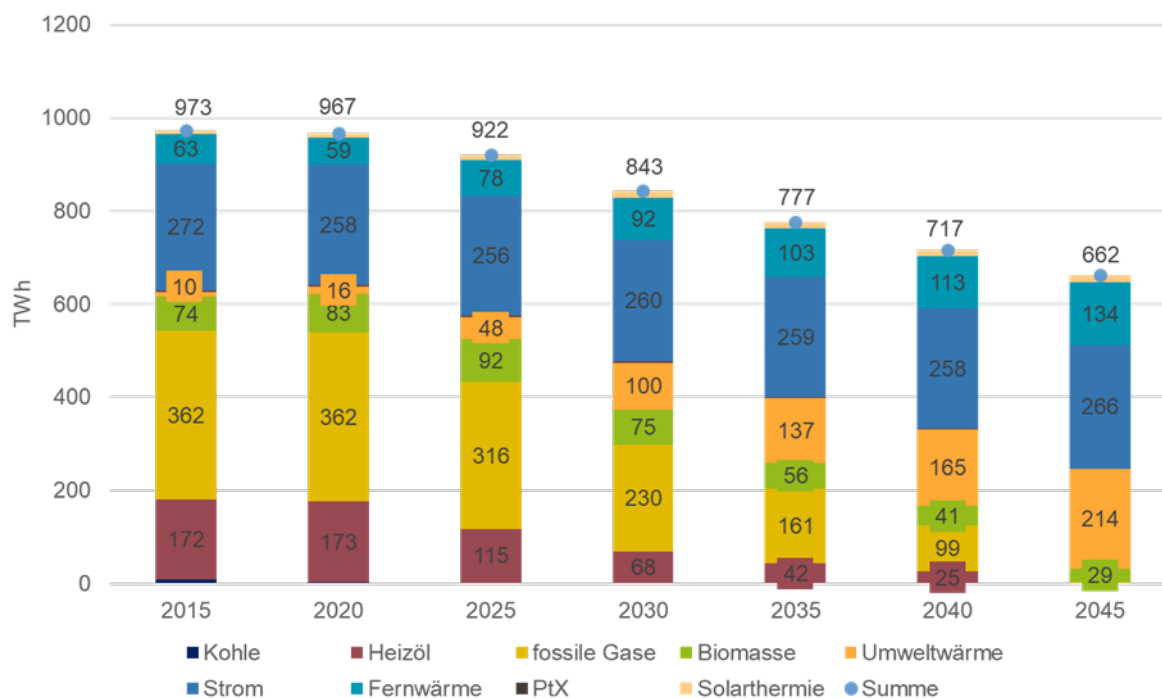


Abbildung 2: Endenergieverbrauch im Gebäudesektor, nach Energieträgern, in TWh

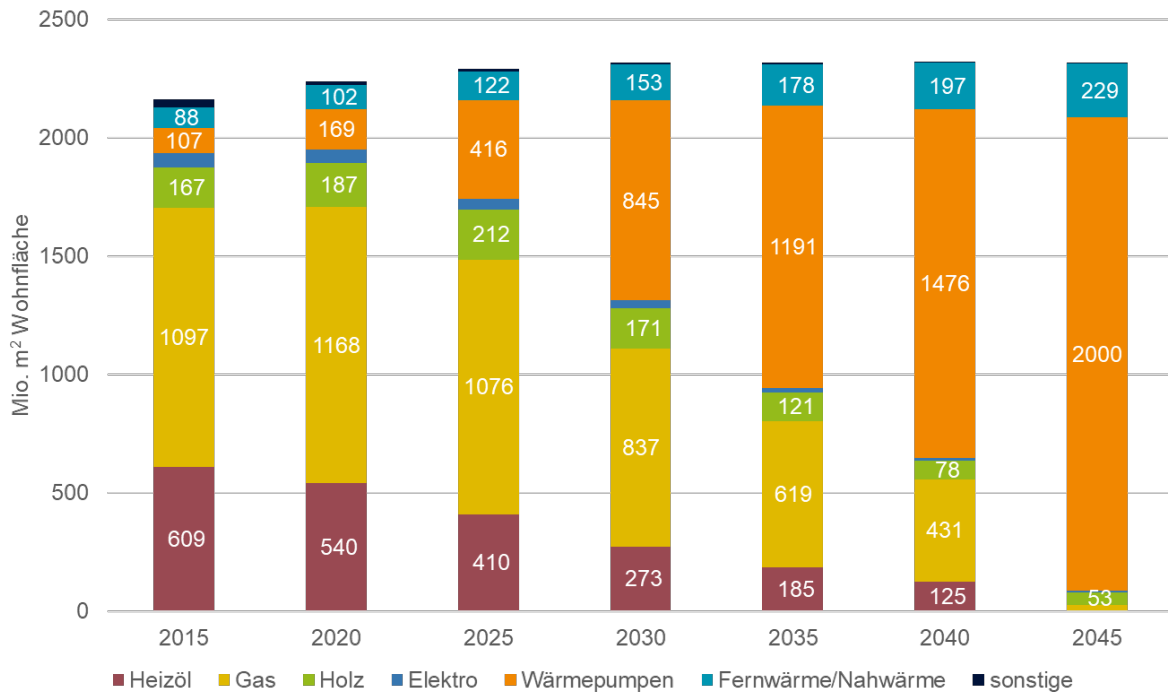


Abbildung 3: Beheizungsstruktur nach installierten Wärmeerzeugern in Ein- und Zweifamilienhäusern, aufgeschlüsselt nach Wohnfläche in Mio. m²

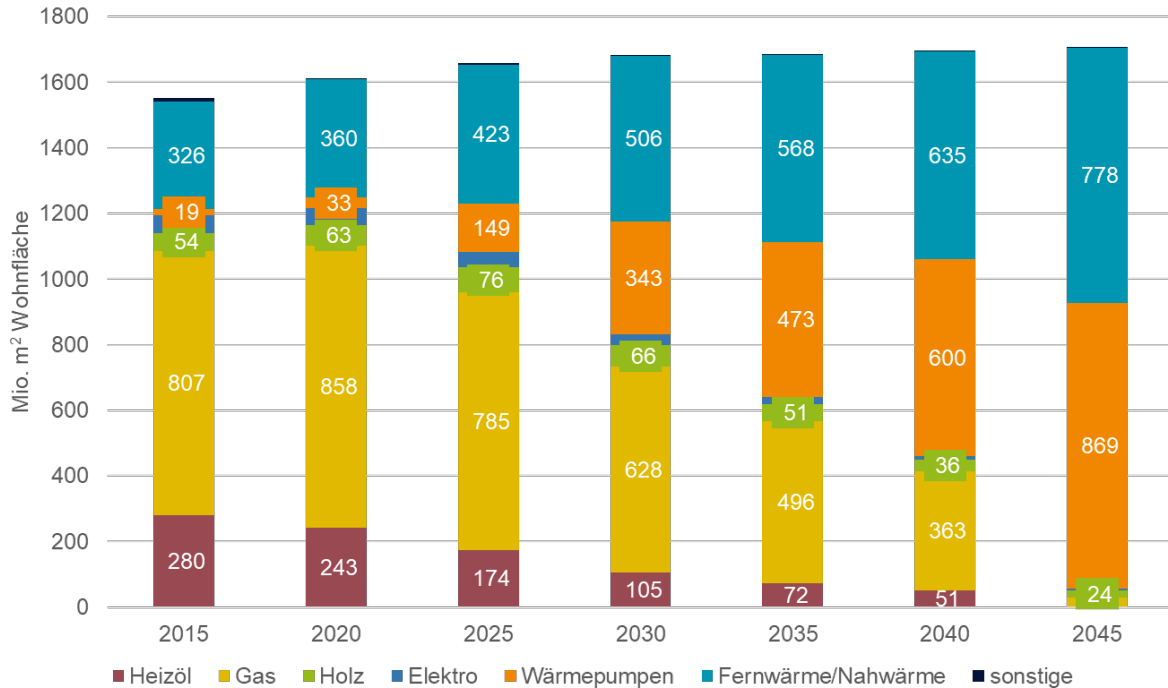


Abbildung 4: Beheizungsstruktur nach installierten Wärmeerzeugern in Mehrfamilienhäusern, aufgeschlüsselt nach Wohnfläche in Mio. m²

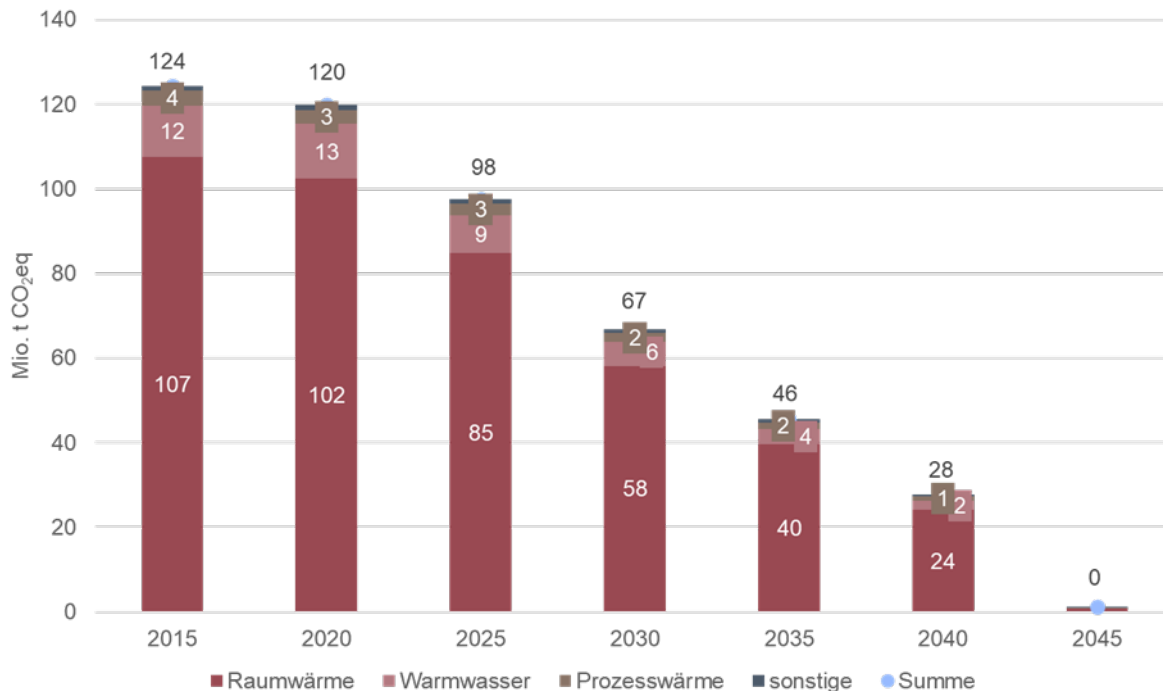


Abbildung 5: THG-Emissionen im Gebäudesektor nach Verwendungszwecken, in Mio. t CO₂eq

1.4.2 Sensitivität: Biomasse

Aufgrund begrenzter Potentiale und Sektorkonkurrenz soll der energetische Einsatz von Biomasse im Gebäudesektor stark reduziert werden (siehe Kapitel 4.3.1). In einer zusätzlich zum Hauptszenario gerechneten Sensitivität wird diskutiert, welcher zusätzliche Biomassebedarf anfallen würde, wenn der zuletzt wachsende Einsatz im Gebäudesektor nicht ausreichendeingeschränkt wird (siehe Kapitel 5.7).

In der Sensitivität liegt der Verbrauch im Jahr 2045 bei rund 94 TWh (Szenario KNG: 29 TWh) und damit ab 2030 langfristig rund 65 TWh über dem verfügbaren Biomassepotenzial, das in den Langfristszenarien bestimmt wurde. Der Biomasseeinsatz müsste in den anderen Sektoren also um rund 65 TWh verringert oder diese Menge aus dem Ausland importiert werden. Hier sind Lock-In-Effekte zu vermeiden: die Ausbaugeschwindigkeiten von Wärmepumpen und Wärmenetzen sind begrenzt. Wenn Importe und Sektorverschiebungen nicht die antizipierten Entwicklungen nehmen, muss daher weiterhin auf fossile Wärmeerzeuger zurückgegriffen werden, welche die Zielerreichung gefährden.

1.5 Handlungsbereiche und Maßnahmenbündel

Aus dem Zielbild und den Ergebnissen aus dem Hauptszenario ergibt sich ein Handlungsfeld, welches für das Erreichen der festgelegten Ziele zur Emissionseinsparung im Gebäudesektor ausgenutzt werden muss. Die Berechnungen zeigen, dass das Ziel im Jahr 2045, keine THG-Emissionen mehr zu verursachen, nur sehr knapp erreicht werden kann. Aus den Ergebnissen wird klar, dass unter den gegebenen Restriktionen alle Handlungsoptionen maximal ausgenutzt werden müssen und in der Umsetzung ambitioniert vorgegangen werden muss.

- Die drei wesentlichen Handlungsbereiche der Maßnahmenbündel sind im folgenden Zieldreieck dargestellt (s. Abbildung 6). Dabei wird auch die Verbindung zum Umwandlungssektor deutlich, ohne diesen eine Zielerreichung nicht möglich ist. Der Gebäudesektor muss dann die erneuerbaren Energien sowie treibhausgasneutrale Energieträger einbinden. Gleichzeitig muss eine Reduktion des Verbrauchs erfolgen, welche durch einen besseren baulichen Wärmeschutz möglich wird.

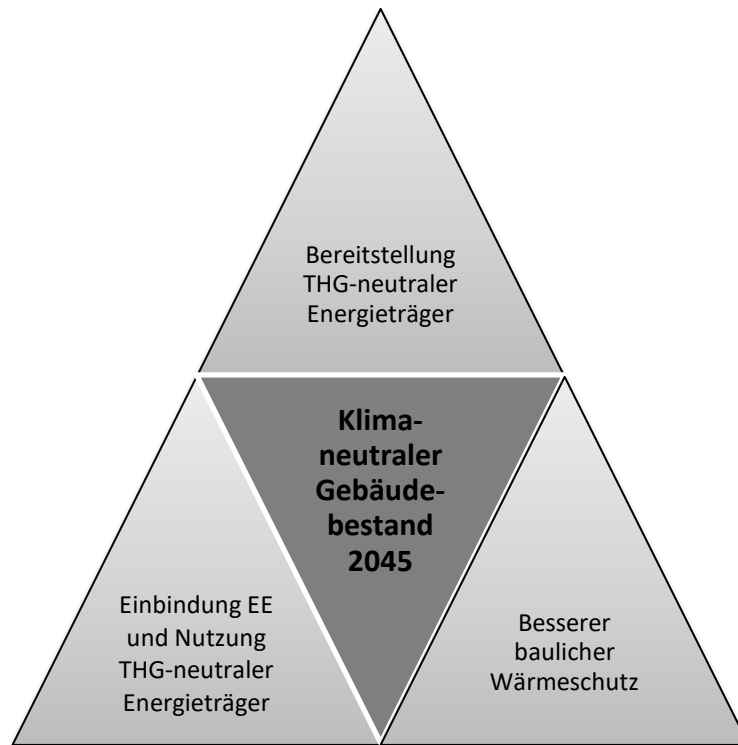


Abbildung 6: Zieldreieck für einen klimaneutralen Gebäudebestand

Die notwendigen Maßnahmenbündel, die im Detail in Kapitel 5 dargestellt werden, sind:

- Rollout Wärmepumpe
- Zielkonforme Gebäudehüllen
- Rationeller Neubau
- Anschluss an Wärmenetze
- Begrenzung des Biomasseeinsatzes
- THG-neutraler Strom am Gebäude
- Flächensparendes und energiesparendes Verhalten
- Ausbau von Wärmespeicherung
- Ausstieg verbleibender fossiler Wärmeerzeuger
- Wärmeplanung
- Energieverbrauch Anlagentechnik reduzieren
- Transformation sozialverträglich gestalten

Diese Maßnahmenbündel sowie sämtliche enthaltenen Instrumente und Maßnahmen stellen keine Liste dar, aus der nur eine Auswahl getroffen werden kann. Die Gesamtheit aller beschriebenen Maßnahmenbündel ist die Mindestanforderung für die Zielerreichung eines klimaneutralen

Gebäudebestands bis 2045. Fest stehen hier die klaren Ziele der Einzelmaßnahmen, gleichwohl besteht bei der konkreten Ausgestaltung der einzelnen Instrumente Flexibilität. Wie in den nachfolgenden Kapiteln gezeigt, sind die bisherigen Programme nach unseren Modellierungen nicht ausreichend, um die Klimaziele zu erreichen. Die Instrumentenbündel können nicht einzeln eingesetzt oder untereinander verglichen werden, da vielfältige Verbindungen und Wechselwirkungen zwischen den Einzelpaketen bestehen.

Diese Maßnahmenbündel beschreiben im Detail die Voraussetzungen, welche im Gebäudesektor für die Zielerreichung zu schaffen sind. Über diese enger definierten hinaus sind auch noch weitere Rahmenbedingungen rechtlicher (z.B. Fragen des Vollzugs) und technischer (z.B. Dekarbonisierung von Strom- und Fernwärmenetzen) Art nötig, welche teilweise auch weit über den Gebäudesektor hinausgehen. Es sind verschiedene nicht gebäudespezifische Fragen zu diskutieren, die zur Erreichung der gesetzten Ziele zusätzlich zu beachten sind. Auf diese wird näher in Kapitel 6 eingegangen.

2 Einleitung

Das vorliegende Gutachten zur GSK zeigt den Weg zur Erreichung der Klimaziele im Gebäudesektor in mehreren Schritten auf. War in der vorangehenden Effizienzstrategie Gebäude das Ziel noch eine Treibhausgaseinsparung von 80 % bis zum Jahr 2050 (BMW, 2015; Prognos et al., 2016), so haben sich die Rahmenbedingungen in den letzten Jahren in Richtung eines ambitionierteren Klimaschutzes verschoben. Ziel dieser Studie ist daher ein klimaneutraler Gebäudebestand im Jahr 2045.

In den folgenden einleitenden Abschnitten dieses Kapitels 2 wird die Abgrenzung des untersuchten Sektors und der Status Quo bezüglich der Emissionen in den letzten Jahren beschrieben. Anschließend wird noch ein Überblick über Szenarien aus den letzten Jahren gegeben, um die folgenden Ergebnisse besser einordnen zu können.

Das Kapitel 3 widmet sich dem Zielbild, welches die Grundlage der gesamten Studie bildet. Kernannahmen und grundsätzliche Richtungsentscheidungen in allen für den Gebäudesektor relevanten Bereichen, die in allen folgenden Kapiteln die wegweisenden Randbedingungen darstellen.

Die Ergebnisse der zentralen Szenario-Berechnungen für einen klimaneutralen Gebäudebestand sowie Rahmendaten und Sensitivitätsrechnungen werden in Kapitel 4 vorgestellt.

Für die Zielerreichung sind neben den bestehenden politischen Maßnahmen und Instrumenten noch eine Vielzahl weiterer Anstrengungen nötig. In Kapitel 5 werden nach einer kurzen Einordnung der Handlungsfelder und des bestehenden Instrumentenumfelds alle Maßnahmenbündel im Detail vorgestellt, die in Summe zur Erfüllung des Zielszenarios aus dem voranstehenden Kapitel führen. Jedes Maßnahmenbündel besteht aus verschiedenen Maßnahmen und Instrumenten, deren Wirkung am Ende jedes Unterkapitels quantifiziert wird.

Diese gebäudenahen Maßnahmen müssen durch Begleitmaßnahmen im weiteren Umfeld des Energie- und Gesellschaftssystems gestützt werden. Diese Einordnung des Gutachtens zur GSK in den Gesamtkontext wird schließlich in Kapitel 6 vorgenommen.

2.1 Der Gebäudesektor

Die im Klimaschutzgesetz identifizierten Handlungsfelder orientieren sich grundsätzlich an der sektoralen Abgrenzung des nationalen Inventarberichts zu den THG-Emissionen (NIR). Die hier verwendete Abgrenzung des Gebäudesektors übernimmt die Definition des Klimaschutzgesetzes. Der Gebäudesektor umfasst in dieser Abgrenzung die Emissionen der Sektoren Private Haushalte (CRF 1.A.4.b), Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (CRF 1.A.4.a) sowie die verbrennungsbedingten Emissionen des militärischen Bereichs (CRF 1.A.4.c). Im Gegensatz zur Energiebilanz wird der bauwirtschaftliche Verkehr im NIR (und im Klimaschutzplan) nicht dem GHD-Sektor, sondern dem Industriesektor zugerechnet. Trotzdem enthält der Gebäudesektor einen geringen Anteil an Emissionen, welcher nicht gebäudebezogen ist. Dies sind insbesondere die Emissionen aus der Erzeugung von Prozesswärme. Der Energieverbrauch und die damit verbundenen THG-Emissionen der Landwirtschaft werden im KSG im Sektor Landwirtschaft bilanziert, in der der Energiebilanz (und auch im THG-Inventar) erfolgt die Bilanzierung dieses Energieverbrauchs hingegen im GHD-Sektor. Der Gebäudesektor in der Abgrenzung des KSG erfasst nicht alle Gebäude. Die Nichtwohngebäude

(NWG) des Sektors Industrie werden im Industriesektor bilanziert. Dieser Teil der Gebäude war in den Jahren 2019 und 2020 gemäß den AG Energiebilanzen für rund 6 % des Raumwärmeverbrauchs verantwortlich (AG Energiebilanzen, 2021).

Emissionen, die in Zusammenhang mit Strom- und Fernwärmeerzeugung stehen, sind außerhalb der Bilanzgrenze, auch wenn die Energiemengen im Gebäude verwendet werden. Auch die Emissionen aus Herstellungsprozessen von Baustoffen (Graue Energie) sind nicht enthalten.

2.2 Entwicklungen und Ausblick

Verglichen mit den stärkeren THG-Reduktionen in den 1990er und 2000er-Jahren (bspw. ca. 3 Mio. t jährlich von 2000 bis 2010) war der Rückgang der Emissionen im Gebäudesektor innerhalb des letzten Jahrzehnts hinter den Erwartungen einer stärkeren Dynamik zurückgeblieben (2,7 Mio. t je Jahr von 2010 bis 2020). Trotz anhaltender Sanierungstätigkeiten wurden die Emissionswerte des Jahres 2014 seitdem nicht mehr wesentlich unterschritten (siehe Abbildung 7). Angesichts dieser Entwicklungen und ambitionierteren Klimaschutzziele wird der Pfad zum klimaneutralen Gebäudebestand zunehmend steiler und anspruchsvoller. In der Effizienzstrategie Gebäude (Prognos et al., 2016) aus dem Jahr 2016 lag die mittlere THG-Reduktion zur Zielerreichung noch bei 3,7 Mio. t je Jahr bis zum Zieljahr 2050. Das im Folgenden beschriebene Zielszenario der Klimaneutralität des gesamten Gebäudesektors bis 2045 fordert eine jährliche THG-Reduktion von mindestens 5,2 Mio. t und damit ca. eine Verdopplung der Anstrengungen aus den letzten Jahren. Dieser nötige Anstieg in Dynamik und Ausdauer auf dem Pfad zur Zielerreichung erfordert eine intensive Abstimmung aller Akteure und eine Vielzahl von Maßnahmen, auf die in Kapitel 5 ausführlich eingegangen wird.

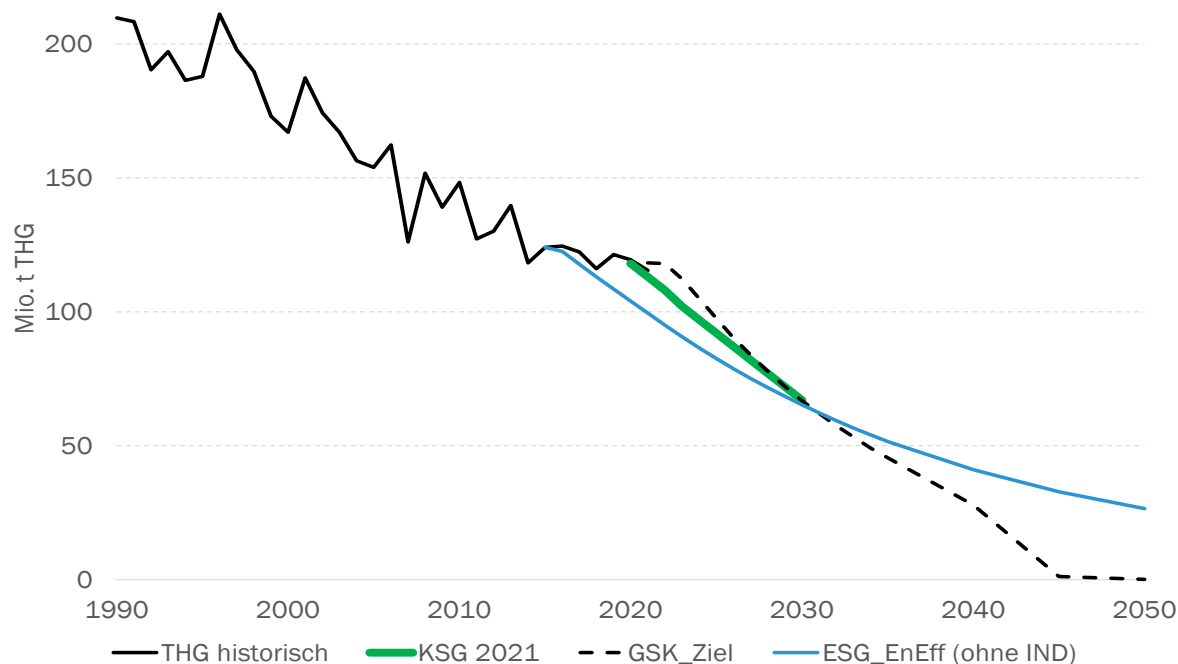


Abbildung 7: Vergleich der THG-Emissionsentwicklung in Szenarien verschiedener Studien sowie die Vorgabe des KSG; eigene Darstellung

2.3 Studien zum klimaneutralen Deutschland

Das folgende Zielbild fußt unter anderem auf anderen wissenschaftlichen Analysen aus den vergangenen zwei Jahren. Einen wesentlichen Beitrag hierzu leisten Studien, die sich den Transformationspfaden des gesamten Energiesystems hin zur Klimaneutralität Deutschlands bis zum Jahr 2045 widmen. Diese werden hinsichtlich ihrer Ergebnisse zum Gebäudebestand ausgewertet. Diese Auswertung bildet eine zentrale Grundlage für die strategischen Festlegungen des Gutachtens zur GSK. Bei der Auswertung waren folgende Fragen leitend:

- Wie hoch ist der Endenergieverbrauch des Gebäudebestandes für Raumwärme und Warmwasser in den Jahren 2030 und 2045?
- Mit welchen Technologien und Energieträgern wird diese Wärme bereitgestellt?
- Wie hoch ist der aus der Wärmebereitstellung resultierende Bedarf an Strom aus erneuerbaren Energien?

Tabelle 1 zeigt eine Übersicht der Studien sowie der zur Auswertung gewählten Szenarien. In drei der Studien wurden mehrere Szenarien entwickelt und je ein Hauptszenario ausgewiesen, das als bevorzugte Lösungsvariante betrachtet wird. Den weiteren Szenarien kommt eine explorative Rolle zu, um als weniger vorteilhaft ereignete Pfade näher zu beleuchten. In die Überlegungen zum Gutachten zur GSK fließen die Erkenntnisse aller Szenarien ein. Für die Auswertung wird jedoch ausschließlich auf die Hauptszenarien zurückgegriffen.

Tabelle 1: Ausgewertete Szenarien verschiedener Studien zur Klimaneutralität in Deutschland

Nr.	Titel	BearbeiterIn	Im Auftrag von	Ausgewählte Szenarien
1	Klimaneutrales Deutschland 2045	Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut	Stiftung Klimaneutralität, Agora Energiewende, Agora Verkehrswende	1. KNDE2045
2	Klimapfade 2.0 – Ein Wirtschaftsprogramm für Klima und Zukunft	BCG	BDI	2. Klimapfade 2.0 Zielpfad
3	Aufbruch Klimaneutralität	EWI, FIW, ITG, Uni Bremen, Stiftung Umweltenergierecht, Wuppertal-Institut	dena	3. KN 100
4	Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems in Deutschland 3	Consentec, Fhg- ISI, TU Berlin, ifeu	BMWK	4. TN-Strom
5	Deutschland auf dem Weg zur Klimaneutralität 2045	PIK, MCC, PSI, RWI, IER, Hereon, Fhg-ISI, Fhg-ISE, Fhg-IEG, Fhg-IEE, DLR-VF, DLR-VE, DLR-FK	Ariadne – Kopernikus-Projekte	5. REMod-Mix

Die Studien werden nachfolgend kurz erläutert:

2.3.1 Stiftung Klimaneutralität – klimaneutrales Deutschland

Die Studie „Klimaneutrales Deutschland 2045“ zeigt, dass Deutschland mit einer beschleunigten, umfassenden Nutzung klimafreundlicher Technik und einer starken Klimapolitik die Klimaneutralität bereits im Jahr 2045 erreichen und im Zeitraum ab 2045 mit Netto-Negativemissionen einen zusätzlichen Beitrag für den internationalen Klimaschutz leisten kann. Hierzu ist es nicht notwendig, gegenüber dem Zieljahr 2050 neue Technologiepfade zu beschreiten. Die Transformation des Energiesystems erfolgt allerdings schneller. Dies führt dazu, dass bestimmte Maschinen und Anlagen zum Teil etwas früher ausgetauscht werden. In der Studie werden keine weitergehenden Verhaltensänderungen in Form von Konsumeinschränkungen unterstellt. Allerdings werden heute erkennbare Trends zu Konsumänderungen stärker berücksichtigt, zum Beispiel beim Markthochlauf von Fleisch- und Milchalternativen und synthetischem Fleisch. Klimaneutralität 2045 kann unter Beibehaltung der zugrunde gelegten Rahmenbedingungen zur demografischen und wirtschaftlichen Entwicklung in Deutschland erreicht werden.

Für die Auswahl der notwendigen Maßnahmen zur Zielerreichung im Szenario Klimaneutrales Deutschland 2045 ist das Hauptkriterium nach wie vor die Wirtschaftlichkeit. Maßnahmen mit geringeren CO₂-Vermeidungskosten wurden in der Regel vorgezogen. Aufgrund der schnelleren Transformation fand die Frage der technischen Umsetzbarkeit und des möglichen Markthochlaufs eine noch stärkere Beachtung. Berücksichtigt wurden vor allem Technologien mit geringen technischen und wirtschaftlichen Risiken. Der zusätzliche Einsatz von CCS für die schnellere Zielerreichung wurde minimiert; wo immer möglich, wurden alternative Technologien bevorzugt.

Das Szenario Klimaneutrales Deutschland 2045 berücksichtigt die Treibhausgasemissionen sämtlicher Sektoren. Die Einteilung in die Sektoren Energiewirtschaft, Verkehr, Industrie, Gebäude, Landwirtschaft, Abfall und Landnutzung wird ebenso wie der Detaillierungsgrad der Analysen beibehalten und ermöglicht so den direkten Vergleich der Studienergebnisse.

2.3.2 BDI – Klimapfade 2.0

Mit der vom Bundesverband der deutschen Industrie (BDI) beauftragten Studie sollte ein klimapolitischer Instrumentenmix erarbeitet werden, der in allen Sektoren die Erreichung der Klimaziele im Jahr 2030 ermöglicht und die wichtigsten Weichen in Richtung Treibhausgasneutralität im Jahr 2045 stellt. Eine weitere zentrale Vorgabe war es Deutschlands Wettbewerbsfähigkeit und Industrie zu erhalten und eine soziale möglichst ausgewogene Kostenverteilung sicherzustellen.

Zur Sicherstellung der Versorgungssicherheit ist im Zielpfad die Annahme unterstellt, dass Deutschland seine Spitzenlast aus eigener Kraft decken können soll. Dies treibt die notwendige gesicherte Leistung (v.a. Erdgas/H₂ Kraftwerke) nach oben.

Ein wesentlicher Treiber des Dekarbonisierungspfades im Gebäudesektor bis 2030 war die Annahme, dass – außerhalb urbaner Gebiete, wo Anschlussmöglichkeiten an Fernwärmenetze bestehen/entstehen sollten – ein schnellstmöglicher Umstieg auf die Nutzung von Umweltwärme und

Strom erforderlich ist, da bis 2030 keine sinnvollen Alternativen verfügbar sind. Entsprechend gibt es in der BDI-Studie im Gebäudesektor bis 2030 eine vergleichsweise hohe Zahl von Wärmepumpen.

Das Effizienzniveau, auf das Wohnbestandsgebäude im Durchschnitt saniert werden sollten, um Wärmepumpen kosteneffizient einsetzen zu können, wurde als ein Verbrauchsniveau von 70 kWh/m²/a definiert. Dies entspricht dem Effizienzniveau des zum Zeitpunkt der Studie geltenden Neubaustandards. Im Bestand erfordert dies bei Ein- und Zweifamilienhäusern damit im Durchschnitt eine Halbierung des Energieverbrauchs.

2.3.3 dena – Aufbruch Klimaneutralität

Im Rahmen der dena-Leitstudie Aufbruch Klimaneutralität wurde mit dem Szenario Klimaneutralität 100 (KN100) ein Pfad zur Klimaneutralität in Deutschland und Europa entworfen und quantifiziert. Das KN100 beschreibt eine konsistente Transformation der Endverbrauchssektoren und des Energiesystems unter bestmöglicher Berücksichtigung des aktuell verfügbaren und relevanten Wissens bezüglich Abhängigkeiten und Wechselwirkungen verschiedener Systemkomponenten, Innovationsprozessen sowie techno-ökonomischer und gesellschaftlicher Entwicklungen.

Für die Endverbrauchssektoren Industrie, Verkehr und Gebäude wurden exogene Transformationspfade basierend auf Bottom-Up-Modellen entwickelt. Der Gebäudesektor wurde von FIW/ITG modelliert, Verkehr und Industrie vom EWI. Die kostenminimale Bereitstellung der Endenergiebedarfe im Umwandlungssektor wurde mit dem EWI Energiesystemmodell DIMENSION simuliert.

Ein wichtiges Merkmal der Studie ist das Zusammenbringen von wissenschaftlicher Modellierung, fachlichem Austausch mit gesellschaftlichen Akteuren und branchenspezifischer Praxiserfahrung. Die Parametrierung der Transformationspfade sowie der Energiesystemmodellierung wurde gemeinsam mit Vertretern und Experten unterschiedlichster Branchen (Multi-Stakeholder-Ansatz) diskutiert, mit dem Ziel, eine fundierte Basis für den gesellschaftlichen und politischen Diskurs zur Klimaneutralität in Deutschland zu schaffen.

Das Szenario KN100 orientiert sich am Klimaschutzgesetz 2021. Sowohl die sektorspezifischen als auch die sektorenübergreifenden Emissionsziele werden erreicht. Auf europäischer Ebene wird ebenfalls eine Emissionsminderung unterstellt, die sich an den Zielen der Europäischen Union orientiert. Bis zum Jahr 2030 wird eine Emissionsminderung von 55 % gegenüber 1990 unterstellt sowie Klimaneutralität bis 2050.

Zusätzlich werden vier Pfadausprägungen betrachtet in denen die Entwicklung der Endverbrauchssektoren in den Dimensionen Elektrifizierung und Effizienzentwicklung gegenüber dem Hauptszenario KN100 variiert werden.

2.3.4 BMWK – Langfristszenarien

Mit den Langfristszenarien soll untersucht werden, welche techno-ökonomischen Wirkungen bestimmte Pfade zur Dekarbonisierung des Energiesystems haben. Die Untersuchung erfolgt durch Modellierung diverser Szenarien für das gesamte Energiesystem zum Vergleich alternativer

Transformationspfade. Genutzt wurde ein Modellverbund unter Kopplung von spezialisierten Sektormodellen für Gebäude, Industrie, Verkehr, GHD & Geräte, Energieangebot (Strom, Wärme, Wasserstoff), Gasnetze und Stromnetze, um eine möglichst hohe Auflösung zu erreichen.

Für den Szenarienvergleich sind die Daten des Szenarios TN-Strom herangezogen worden, welches auf einen starken Einsatz von Strom in den Nachfragesektoren setzt. Dieses Szenario wurde vor der Novelle des Bundes-Klimaschutzgesetzes modelliert, so dass in diesem Szenario Treibhausgasneutralität erst im Jahr 2050 erreicht wird.

2.3.5 Ariadne – Deutschland auf dem Weg zur Klimaneutralität 2045

Im Modellvergleich kombiniert Ariadne die Realisierungen von sechs Gesamtsystem- und Sektormodellen zur Exploration möglicher Transformationspfade zur Klimaneutralität 2045 mit unterschiedlichen technologischen Schwerpunkten. Die Gesamtsystemmodelle berücksichtigen dabei sektorübergreifende energiewirtschaftliche Wechselwirkungen, während die Sektormodelle eine Perspektive auf sektorspezifische Transformationschancen und –herausforderungen ermöglichen. Die Vielfalt der Modelle erlaubt es, eine große Bandbreite an relevanten strukturellen Unsicherheiten und Optionen aufzuzeigen. Gleichzeitig werden über die Modelle hinweg robuste Eigenschaften der Transformation herausgearbeitet. Der Studienvergleich greift das Technologiemit-Szenario heraus, dargestellt aus Gesamtsystem- und Sektorsperspektive.

Big Five Szenario	Ariadne-Zielszenario	Ariadne-Modell
REMIND-Mix	Technologiemit  <ul style="list-style-type: none"> Erschließung der wirtschaftlichen Potenziale der direkten Elektrifizierung Zusätzlich Nutzung von Wasserstoff und E-Fuels EE-Importpotenzial auf 250-350TWh beschränkt (2045) Sektorübergreifende Flexibilität bei der Erreichung des 65%-Ziels für 2030. 	REMIND – modelliert Deutschlands Energieökonomie im Kontext des globalen Wandels. Es verbindet ein intertemporales makro-ökonomisches Wachstumsmodell mit einer detaillierten Darstellung des Energiesystems und der Nachfragesektoren Verkehr, Gebäude und Transport.
REMod-Mix		REMod – sektorübergreifendes Energiesystemmodell, das technisch umsetzbare und kostengünstige Klimaschutzpfade des deutschen Energiesystems bis 2050 berechnet. Die stündliche Auflösung ermöglicht eine detaillierte Modellierung von EE-Integration und Sektorenkopplung. REMod ist auch Sektorleitmodell für die Gebäudewärme.
TIMES PanEU-Mix		TIMES PanEU - 30 Regionen umfassendes Pan-Europäisches Energiesystemmodell, das auf einzelstaatlicher Ebene alle an der Energieversorgung und -nachfrage beteiligten Sektoren enthält. Das Modell unterstellt bei Berücksichtigung von Restriktionen einen vollständigen Wettbewerb zwischen verschiedenen Technologien bzw. Energieumwandlungspfaden.
FORECAST-Mix		Forecast - bottom-up Energienachfrage- und Technologiemitmodell des Industriesektors. Energieverbrauch, Emissionen und Kosten werden für acht Einzelsektoren auf Prozessebene berechnet.
DLR-Mix		DLR/DEMO/Vector21 – Modellfamilie Verkehrssektor Deutschland; DLR-DEMO: Verkehrsentwicklung in allen Bereichen und für alle Verkehrsträger; DLR-Vector21: Marktentwicklung von Fahrzeugtechnologien; DLR: Emissionen und Endenergie.

Abbildung 8: Übersicht über die verschiedenen Adriadne-Sektormodelle; Ariadne, 2021

2.3.6 Szenarienvergleich

Der nachfolgende Szenarienvergleich bezieht sich auf die Anwendungen Raumwärme (RW) und Warmwasserbereitung (WWB) in den Sektoren private Haushalte (PHH) und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) in der Abgrenzung des KSG. Bilanziert wird nach den Regeln der Energiebilanz Deutschland. Somit werden alle thermodynamischen Energieströme erfasst, die der Gebäudehülle von außerhalb zu geführt werden, um die gewünschten Temperaturen zu erhalten. Im Vergleich zur Bilanzierung nach Gebäudeenergiegesetz muss daher beachtet werden, dass bei dieser Art der Bilanzierung Umweltwärme und Solarthermie explizit als Energieträger ausgewiesen werden. In den Gutachten wurden die Daten nicht immer in der gleichen Struktur bilanziert und/oder ausgewiesen. Um die Szenarien dennoch vergleichbar zu machen, mussten an einigen Stellen Annahmen und Schätzungen getroffen werden. Weiterhin unterstützen die Verfassenden der Studien die Auswertung, indem Fragen zur Bilanzierung geklärt und bei Bedarf zusätzliche Daten zur

Verfügung gestellt wurden. Die Arbeiten zum Szenarienvergleich erfolgten zwischen Oktober 2021 und März 2022.

Abbildung 9 zeigt den Endenergieverbrauch der Sektoren private Haushalte und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen für Raumwärme und Warmwasserbereitung. Laut BMWK Energiedaten lag der Endenergieverbrauch für Raumwärme und Warmwasser im Jahr 2020 bei 727 TWh (BMWK, 2022). In allen Szenarien geht der Endenergieeinsatz für die beiden Anwendungen bis 2030 zurück. Während der EEV beim Ariadne Szenario auf etwa 675 TWh zurückgeht, sinkt er in den anderen Szenarien deutlich stärker auf einen Wert von 610 TWh bis 630 TWh. Angesichts der Trägheit des Gebäudesektors stellt dies eine große Spannweite dar. Zumindes bei 4 Studien kann von einer recht ähnlichen Aktivität der energetischen Gebäudesanierung ausgegangen werden. Bis zum Jahr 2045 gehen die Endenergieverbräuche dann deutlich stärker auseinander. Die BDI-Klimapfade 2.0 liegen mit gut 390 TWh deutlich niedriger alle anderen Szenarien. Die Szenarien Klimaneutrales Deutschland 2045, BMWK Langfristszenarien TN Strom und dena Leitstudie liegen mit gut 460 bis 510 TWh vergleichsweise nahe beieinander. Mit gut 560 TWh zeigt das Szenario Ariadne-Mix auch im Jahr 2045 den höchsten Wert.

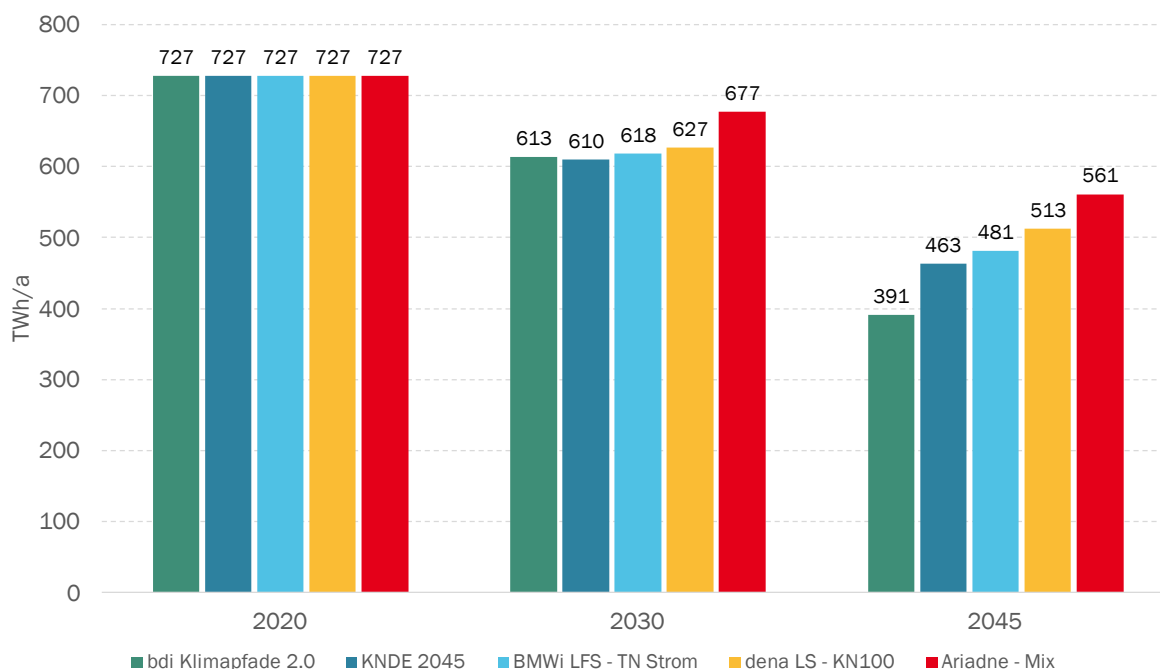


Abbildung 9: Endenergieverbrauch in den Sektoren GHD und PHH für Raumwärme und Warmwasserbereitung in TWh/a

Ein Blick auf die Energieträgerstruktur der Szenarien offenbart Gemeinsamkeiten und Unterschiede (Abbildung 10). Fernwärme und Wärmenetze erreichen in 4 der 5 Szenarien einen Anteil von knapp über 20 bis knapp unter 30 %. Lediglich im KN 100 Szenario der dena Leitstudie liegt der Anteil der Wärmenetze bei knapp unter 10 %. Der Anteil von Wärmepumpen liegt in allen Szenarien bei hohen Werten zwischen 40 % (KNDE2045) und 60% (Ariadne). Im Vergleich dazu ergibt sich für die Biomasse ein sehr uneinheitliches Bild. Während BDI-Klimapfade 2.0 und Ariadne Mix nahezu ohne Biomasse auskommen, liegt ihr Anteil in den anderen drei Szenarien zwischen 13 % und 23 %. Die Solarthermie hat in allen Szenarien einen Anteil von unter 8 %. Strombasierte Energieträger werden in meist geringen Mengen in drei Szenarien eingesetzt.

In Summe kann aus dem Vergleich eine große Einigkeit hinsichtlich der sehr großen Rolle der Wärmepumpe und der Wärmenetze abgeleitet werden. Bei der Biomasse hingegen ist ein sehr uneinheitliches Bild festzustellen. Gleiches gilt für strombasierte Energieträger, die entweder gar nicht oder mit kleineren Anteilen eingesetzt werden.

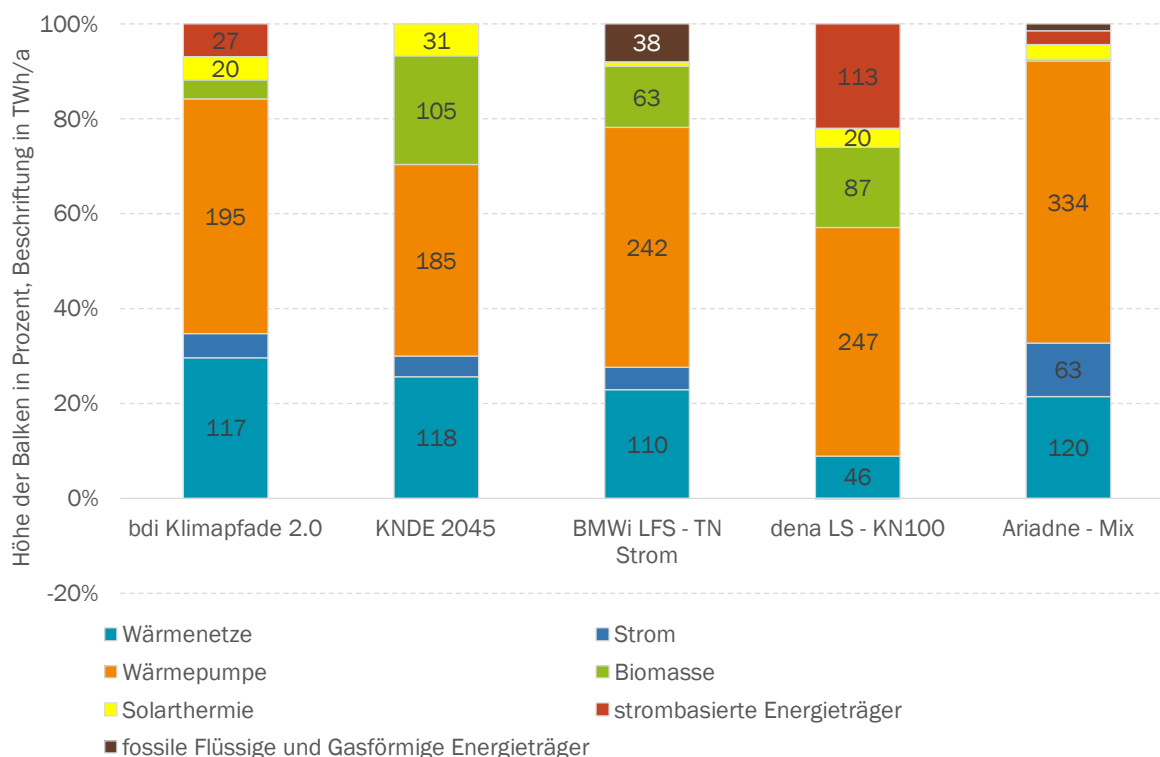


Abbildung 10: Anteile der in den Studienszenarien zur Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser genutzten Endenergieträger im Jahr 2045 in Prozent

Die direkte (Wärmepumpe) und indirekte (strombasierte Energieträger) Elektrifizierung der Wärmeversorgung erhöht die Stromnachfrage. Daher ist neben den eingesetzten Endenergieträgern die Frage nach dem aus der Wärmeversorgung resultierenden Strombedarf relevant. Hierzu machen nicht alle Szenarien konkrete Angaben. Anhand von Annahmen zu Jahresarbeitszahlen von Wärmepumpen, Wirkungsgraden von PtX Prozessen zur Erzeugung strombasierter Energieträger sowie Bereitstellungsmix der Fernwärme kann aber zumindest eine Abschätzung vorgenommen werden. Abbildung 11 zeigt die Abschätzung für alle 5 Szenarien für die Stützjahre 2030 und 2045.

In Allen Szenarien steigt der Strombedarf, der aus der Wärmebereitstellung resultiert, von aktuell knapp 50 TWh/a an. Allerdings fallen die Steigerungsraten unterschiedlich stark aus. den geringsten Strombedarf weisen im Jahr 2045 die Szenarien KNDE2045 und BMWi LFS TN Strom mit etwa 140 TWh auf, knapp gefolgt von den BDI-Klimapfaden 2.0 mit gut 170 TWh. Mit deutlichem Abstand folgen das Ariadne Mix-Szenario mit gut 280 TWh und das dena-Szenario mit knapp 300 TWh.

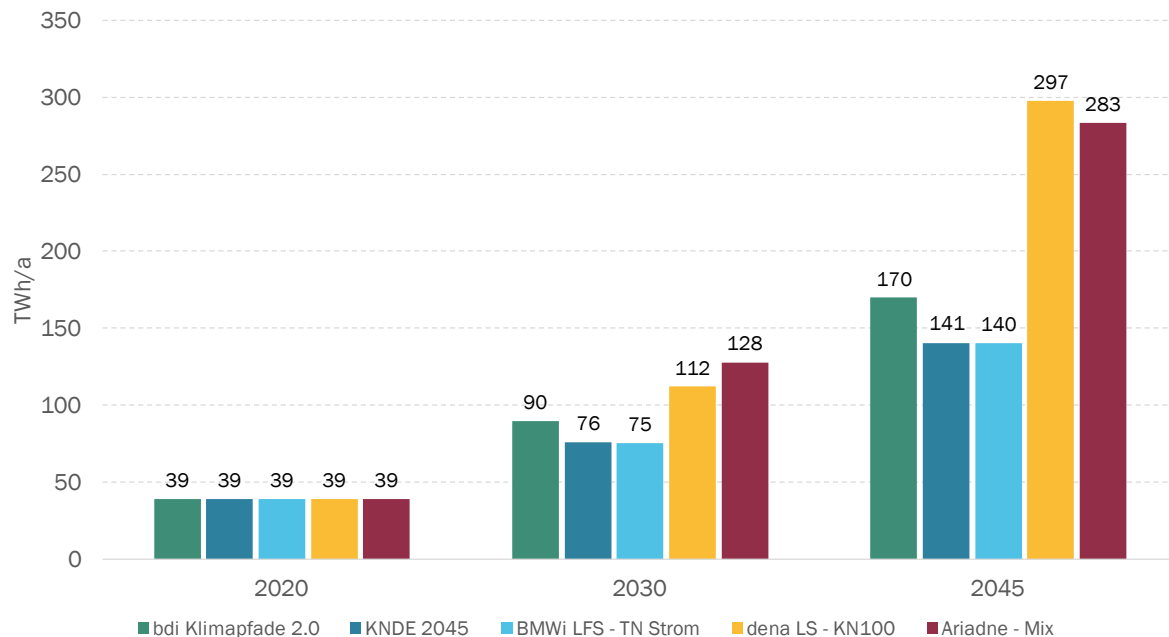


Abbildung 11: Stromnachfrage in den Studienszenarien, welche aus der Wärmebereitstellung für den Gebäudesektor resultiert, in TWh/a

Abbildung 12 zeigt schließlich, wofür der Strom in den Szenarien im Jahr 2045 benötigt wird. Es wird differenziert nach Strom für den Betrieb von Wärmepumpen und direktelektrischer Wärmeerzeugung in Gebäuden, den Strombedarf für die Erzeugung strombasierter Energieträger sowie den Strombedarf für die Bereitstellung von Fernwärme (in der Regel für den Betrieb von Großwärmepumpen und den Einsatz strombasierter Brennstoffe). Der Strombedarf zur Wärmeerzeugung in Gebäuden liegt in 4 der 5 Szenarien in einem Bereich zwischen 70 und 90 TWh/a eng zusammen. Lediglich im Ariadne Mix Szenario ist der Strombedarf im Gebäude mit knapp 200 TWh deutlich höher. Nach Rücksprache mit den Verfassenden dürfte dies aus der vergleichsweise geringen Effizienz des Gebäudebestandes (Abbildung 9) und daher geringer Arbeitszahlen der Wärmepumpen resultieren. Bei der Fernwärme ergibt sich ein ähnliches Bild. bei 4 der 5 Szenarien liegt der Strombedarf zur Fernwärmebereitstellung zwischen 50 und 75 TWh. Im dena-Szenario wird wenig Fernwärme eingesetzt (Abbildung 10), woraus auch ein geringer Strombedarf für deren Bereitstellung resultiert. Die Bereitstellung strombasierter Energieträger benötigt trotz geringer Anteile (Abbildung 11) große Strommengen. Für die im dena Szenario eingesetzten 120 TWh strombasierter Brennstoffe werden gut 200 TWh Strom aus erneuerbaren Quellen benötigt.

Mit Blick auf die 5 Szenarien kann festgehalten werden, dass eine geringe Energieeffizienz (e.g. geringer baulicher Wärmeschutz) sowie der Einsatz von strombasierten Energieträgern den Bedarf an Strom aus erneuerbaren Energien massiv in die Höhe treiben.

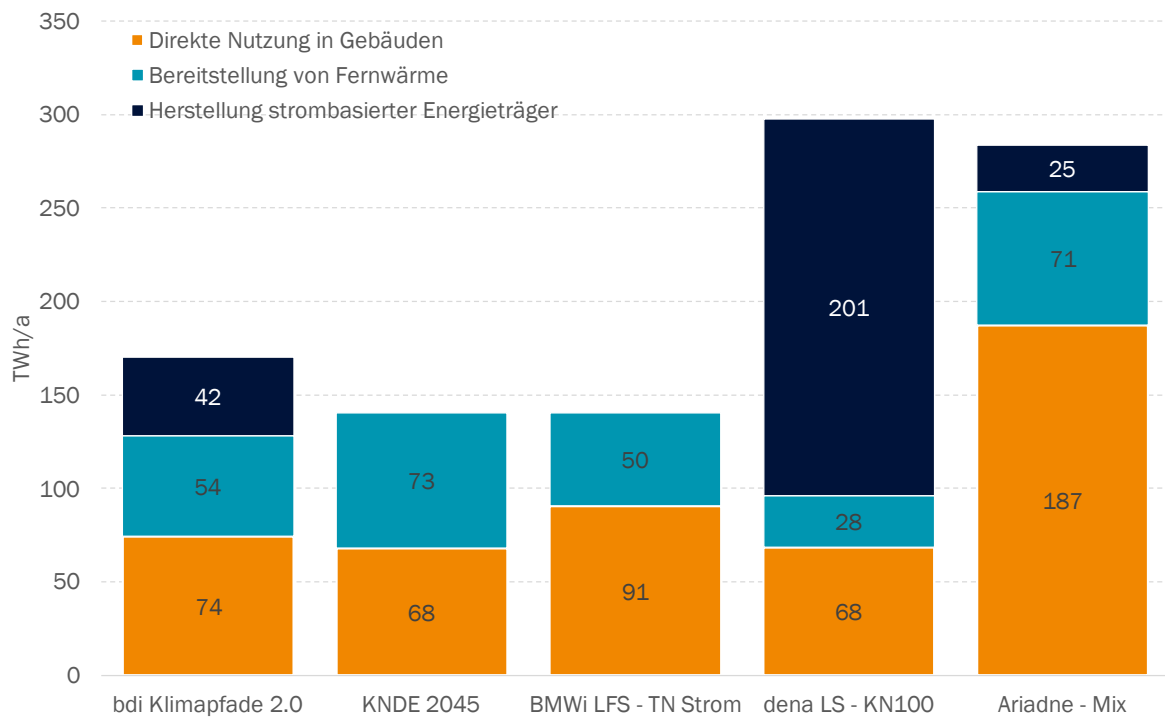


Abbildung 12: Verwendung von Strom zur Wärmebereitstellung im Jahr 2045 in verschiedenen Studienszenarien, in TWWh/a

3 Zielbild für einen klimaneutralen Gebäudebestand 2045

3.1 Scope des Zielbilds

In den folgenden Abschnitten wird mit einigen Kernthesen der Rahmen für das Zielbild eines klimaneutralen Gebäudebestands bis zum Jahr 2045 abgesteckt. Das Zielbild fokussiert größtenteils auf den engeren Gebäudesektor, ist aber auch eng verwoben mit allen anderen Bereichen des Energiesystems. Die Thesen sind das Ergebnis der Analyse der in Abschnitt 2.3 aufgeführten Studien zum klimaneutralen Deutschland und der Annahmen über die wesentlichen Rahmenbedingungen wie die Verfügbarkeiten von Energieträgern und Fachkräften. Sie wurden im Kontext dieses Projekts mit zahlreichen Forschungsinstituten erarbeitet. Sowohl das Zielszenario als auch die Maßnahmenbündel in späteren Kapiteln folgen diesen Kernthesen und führen schließlich zur Erfüllung des Zielbilds in seiner Gesamtheit und damit zu einem klimaneutralen Gebäudebestand.

3.2 Die Wärmenachfrage von Gebäuden muss deutlich zurückgehen

Alle vorliegenden Szenarien zur Klimaneutralität sehen eine deutliche Reduktion der Wärmenachfrage im Gebäudesektor vor. Von zentraler Bedeutung ist hier eine Steigerung der Aktivitäten im Bereich der energetischen Gebäudesanierung. Dabei ist das Ambitionsniveau im Vergleich zu älteren Szenarien¹, die auf eine Reduktion der THG-Emissionen von 80 % bis 95 % zielen, leicht zurückgegangen. Damit erfassen die aktuellen Szenarien bereits den Umstand, dass die energetische Sanierungsrate in der letzten Dekade nicht auf das ursprünglich gewünschte Niveau gesteigert werden konnte, und schreiben diese Erkenntnis in der Zukunft fort. In der Konsequenz bleibt die Wärmenachfrage gegenüber den alten Szenarien etwas höher. Der Umwandlungssektor muss daher mehr treibhausgasneutrale Energieträger in Form von Strom und Fernwärme liefern und wird daher etwas stärker belastet. Dennoch bleiben erneuerbare Energieträger ein begrenztes Gut. Ziel muss es daher auch aus gesamtsystemischer Sicht bleiben, den baulichen Wärmeschutz des Gebäudebestandes weiter zu verbessern. Neben den positiven Effekten für den Klimaschutz macht eine mit einer hohen Energieeffizienz der Gebäude einhergehende geringere Wärmenachfrage widerstandsfähiger gegen Energiepreisschwankungen.

Die energetische Sanierung bestehender Gebäude hat das größte Potenzial zur Reduktion der Wärmenachfrage des Gebäudesektors und sollte daher mit höchster Priorität behandelt werden. Hier gilt es zum einen die energetische Sanierungsrate zu steigern und zum anderen die mit einer Sanierung erreichten Effizienzstandards zu steigern. Weitere Handlungsstränge zur Reduktion der Wärmenachfrage des Sektors Gebäude sind die Energieeffizienzstandards von Neubauten sowie die Steigerung der Flächeneffizienz.

Die energetische Gebäudesanierung wird bislang durch mehrere Instrumente adressiert. Mit dem Gebäude-Energie-Gesetz werden Standards auf für Bauteile, die ausgetauscht oder verändert werden sollen, vorgegeben sowie einzelne Maßnahmen (Dämmung oberste Geschossdecke, Austausch alter

¹ z.B. Effizienzstrategie Gebäude oder Modell D

Wärmeerzeuger) verpflichtend gemacht. Flankiert wird dies durch die Förderung der Gebäudesanierung im Rahmen der Bundesförderung Effiziente Gebäude (BEG), dessen Fokus zuletzt stärker auf die Gebäudesanierung ausgerichtet wurde. Mit dem individuellen Sanierungsfahrplan, dem Energieausweis und einem umfangreichen Angebot der Energieberatung sollen Gebäudeeigentümer und -eigentümerinnen zudem in die Lage versetzt werden ihre Gebäude gut informiert und effizient in Richtung Klimaneutralität zu modernisieren. Trotz dieser umfangreichen Adressierung durch bestehende Instrumente sieht der Expertenrat für Klimafragen eine geringe Wahrscheinlichkeit dafür, dass der Gebäudesektor auf Basis des am 13.07.2022 vorgelegten Sofortprogramms Gebäude durch BMWK und BMWSB seine Ziele bis 2030 erreicht (Henning et al., 2022). Ein maßgeblicher Grund hierfür liegt neben einigen noch nicht ausreichend konkretisierten Maßnahmen darin, dass die Impulse zur Steigerung der energetischen Sanierungstätigkeit als wahrscheinlich nicht ausreichend eingeschätzt werden.

Auch der Neubau wird durch die o.g. Instrumente adressiert. Mit Blick auf die Klimaschutzziele sollten bestehende Verbesserungspotenziale der Energieeffizienz konsequenter genutzt werden. Die Flächeneffizienz, also die Eingrenzung des Pro-Kopf-Wohnflächenbedarfs, wird bislang nicht adressiert, obwohl auch hier Potenziale vorhanden sind.

Für die GSK bedeutet dies, dass ein besonderer Fokus auf die Reduktion der Wärmenachfrage gelegt werden sollte.

3.3 Wärmepumpen werden zum zentralen Wärmeerzeuger

Klimaneutralität erfordert den vollständigen Ausstieg aus der Wärmebereitstellung auf Basis fossiler Energieträger. Da die Lebensdauer von Wärmeerzeugern über 20 Jahre liegt, muss der Einbau neuer Wärmeerzeuger auf Basis fossiler Energieträger schon heute weitgehend eingestellt werden. Die Standardlösung für einen neuen Wärmeerzeuger muss in sehr naher Zukunft möglichst vollkommen auf erneuerbaren Energien basieren. Im Bereich der Objektversorgung sind Wärmepumpen in allen vorliegenden Szenarien zur Klimaneutralität die zentrale Technologie hierfür.

Wärmepumpen haben ihren Marktanteil in den vergangenen Jahren kontinuierlich ausbauen können. Insbesondere in den Jahren 2020 und 2021 stiegen die Absatzzahlen stark um 30 bis 40 % jährlich. Im Jahr 2021 wurden gut 150.000 Wärmepumpen installiert (BWP, 2022). Laut Szenarien werden bis zum Jahr 2030 allerdings jährlich bis zu 700.000 Wärmepumpen benötigt. Ziel muss es daher sein, den Absatz elektrisch betriebener Wärmepumpen massiv zu steigern – unabhängig von der Art der genutzten Umweltwärme und der Wärmeverteilung im Gebäude.

Der Einsatz von Wärmepumpen konzentriert sich nach wie vor auf ausgewählte Segmente des Gebäudesektors wie Neubauten und energetisch weitgehend modernisierte Gebäude. Um den Absatz massiv auszubauen, muss das Einsatzgebiet für Wärmepumpen auf Bestandsgebäude mit weniger guten Effizienzstandards ausgeweitet werden. Hierfür sind kurzfristig folgende Aspekte aufzugreifen:

- Qualifizierung des Handwerks sowie Sicherung der benötigten Anzahl an Handwerkern zum Einbau und Wartung von Wärmepumpen.
- Technologische Weiterentwicklung für stabile Arbeitszahlen auch bei hohen Systemtemperaturen.
- Vereinfachung der Technologie über Standardisierung, Modularisierung und Vorkonfektionierung.
- Ausweitung der Produktionskapazitäten für Wärmepumpen.

Eine Grundvoraussetzung dafür, dass die Wärmepumpe auch tatsächlich klimaneutrale Wärme bereitstellen können ist die vollständige Dekarbonisierung der Stromversorgung.

Mit der auf einem Wärmepumpengipfel vom 29. Juni 2022 vereinbarten Absichtserklärung erklärten die unterzeichnenden Unternehmen gemeinsam mit der Bundesregierung die Voraussetzungen dafür zu schaffen, dass ab 2024 mindestens 500.000 Wärmepumpen jährlich neu installiert werden können. Diese Absichtserklärung gilt es aus Sicht der wissenschaftlichen Begleitung des Gutachtens zur GSK nun zügig mit Inhalten und Taten zu füllen. Allerdings muss festgehalten werden, dass 500.000 jährlich neu installierte Wärmepumpen nicht ausreichen werden, um die in der Mehrheit der Szenarien berechneten 5 Mio. zusätzlichen Wärmepumpen bis zum Jahr 2030 zu installieren. Wichtige Hebel hierfür sind aus Sicht der wissenschaftlichen Begleitung, dass im Neubau ausschließlich Wärmepumpen und Fernwärme eingesetzt werden, die 65% EE-Regel deutlich auf die Nutzung von Wärmepumpen ausgerichtet wird und Bestandsgebäude zügig durch möglichst einfache und niedrig investive Maßnahmen auf den Einsatz von Wärmepumpen vorbereitet werden.

3.4 Wärmenetze erreichen hohe Bedeutung im städtischen Raum und müssen dekarbonisiert werden

3.4.1 Beschreibung / Ziel

Wärmenetze auf Basis von erneuerbaren Energien und unvermeidbarer Abwärme spielen eine zentrale Rolle für eine erfolgreiche Wärmewende im Gebäudesektor. Insbesondere in urbanen bzw. dicht besiedelten Gebieten sollen Anschlüsse an Wärmenetze ausgebaut und verdichtet werden. Auch wenn die Fernwärme aktuell in Deutschland vorwiegend auf fossile Energiequellen basiert, ist bereits heute eine hohe Zunahme der Anschlussfähigkeit von Fern- und Nahwärmenetzen von großer Bedeutung.

Gleichzeitig sollen Wärmenetze dekarbonisiert werden, indem lokal verfügbare erneuerbare Wärmepotentiale besser ausgenutzt werden. Wärmenetze können unterschiedliche Energiequellen und Technologien zusammenführen und optimieren (u. a. Abwärme aus der Industrie und aus Kläranlagen, Großwärmepumpen, tiefe Geothermie, Solar etc.). Darüber hinaus lassen sich insbesondere auf Quartiersebene innovative Konzepte umsetzen, die sowohl Strom- also auch Wärme flüsse kombinieren und flexibilisieren.

Im Rahmen dieser Strategie verliert KWK als bisher zentrales Argument für Wärmenetze – insbesondere Fernwärme - an Bedeutung. Stattdessen bekommt die Ausnutzung von lokal bzw. regional verfügbaren erneuerbaren Potentialen einen hohen Stellenwert. Dafür sind Anreize zu schaffen, damit Wärmenetze systematisch zielkonform werden und auf Basis von erneuerbaren Energien und Abwärme betrieben werden. Ohne dekarbonisierte Wärmenetze können die Klimaziele im Gebäudesektor nicht erreicht werden. Die notwendige Dekarbonisierung der Fernwärme unterliegt jedoch der Verantwortung des Umwandlungssektors. Eckpunkte für eine erfolgreiche Dekarbonisierung der Wärmenetze werden in Kapitel 6.5 vertieft. Im Folgenden wird entsprechend der Systemgrenzen des Gutachtens zur Gebäudestrategie auf die Hemmnisse und Möglichkeiten zur Steigerung der Nachfrage nach Gebäuden an Wärmenetzen eingegangen.

3.4.2 Notwendigkeit / Abhängigkeiten

Der Ausbau von Wärmenetzen erfordert einen intensiven Planungs- und Koordinationsaufwand, in den mehrere Agierende (Kommunen, wärmenetzbetreibende Unternehmen, Nutzende) einbezogen und adressiert werden. Zugleich müssen angesichts der Klimaziele 2030/45 mögliche Ausbaupotenziale zügig identifiziert und die Anschlussmöglichkeiten für Endverbraucher schnell realisiert werden. Ein schleppender Ausbau würde die Wärmewende aufgrund fehlender Alternativen im städtischen Gebiet im Gebäudebereich stark gefährden. Effiziente Genehmigungsverfahren sind daher erforderlich. Zur Erhöhung der Akzeptanz ist eine Verbesserung der Preistransparenz und -regulierung bei der Nutzung gewerblicher Wärmelieferung (Anpassung der WärmeLV und der AVBFernwärmeV) zwingend erforderlich. Zugleich sollen Kommunen finanziell und personell unterstützt werden, da ihnen eine zentrale Rolle bei der Wärmeplanung und damit verbunden dem Ausbau der Wärmenetze zukommen wird.

3.4.3 Bestehende Instrumente / Absehbare Lücke

Um den Ausbau und die Verdichtung von Wärmenetzen zu beschleunigen, müssen dafür Bedingungen erfüllt sein. Zum einen soll die fehlende bzw. mangelhafte Daten- und Planungsgrundlage durch eine entsprechende kommunale Wärmeplanung beseitigt werden. Zum anderen soll die Rolle der Wärmenetze durch Informations- und Beratungsangeboten bei den unterschiedlichen Agierenden verankert werden. Immer dort, wo Wärmenetze technisch, ökonomisch und ökologisch sinnvoll sind, soll der Wärmenetzausbau priorisiert vorangetrieben werden.

3.5 Biomassenutzung nur in stark begrenzten Mengen

3.5.1 Beschreibung / Ziel

Die zur Verfügung stehende Menge an nachhaltig erzeugbarer Biomasse ist aktuellen Analysen zur Folge kleiner als in vergangenen Studien vorgesehen. Dies hat Auswirkungen auf alle Sektoren, bedeutet aber vor allem auch im Gebäudebereich eine Abkehr von Biomasse als Brückentechnologie. Im Wesentlichen darf der Brennstoff Holz zukünftig nur noch in engen Grenzen im Gebäudebestand eingesetzt werden – vor allem dann, wenn sinnvollere Optionen (v.a. Wärmepumpen und Wärmenetze) technisch oder wirtschaftlich nicht vertretbar sind. Die Anzahl der mit Biomasse betriebenen Wärmeerzeuger wird mittelfristig also noch zunehmen. Durch die steigende Gebäudeeffizienz bleibt der Endenergieverbrauch an Biomasse bis zum Jahr 2030 allerdings nahezu konstant und wird dann bis 2045 auf ein deutlich niedrigeres Niveau absinken.

Im Neubau spielt Biomasse zukünftig keine Rolle: Andere Versorgungsoptionen sind hier nahezu immer realisierbar und die stark begrenzten Mengen an Biomasse erlauben keine weitere über Bestandsgebäude hinausgehende Nutzung.

In Wärmenetzen kann insbesondere Biomasse aus Abfall- oder Reststoffen verwertet werden. In diesen zentralen Feuerungsanlagen sind bessere Filter für Feinstaub und andere Schadstoffe einfacher umzusetzen als im dezentralen Bereich. Auch die Möglichkeit zur Generierung negativer

Emissionen durch CO₂-Abscheidung besteht in solchen zentralen Anlagen. Auch diese sind angesichts der begrenzten Biomasse-mengen nur mit Bedacht ausgebaut und eingesetzt werden.

3.5.2 Notwendigkeit / Abhängigkeiten

Um dieses Ziel zu erreichen, ist ein entsprechend stärkerer Ausbau insbesondere von Wärmepumpen und Anschlüssen an Nah- und Fernwärmenetze nötig. Auch die steigende Gebäudeeffizienz ist eine wesentliche Voraussetzung, um die geringen zur Verfügung stehenden Mengen nicht zu überschreiben.

3.5.3 bestehende Instrumente / Absehbare Lücke

Aktuell besteht nur noch eine reduzierte Förderung für Wärme aus Biomasse. In den nächsten Jahren müssen im Zuge der GEG-Novellierung und der 65 %-Regel weitere Leitplanken geschaffen werden. Ein Verbot der Biomassenutzung im Neubau wäre zusätzlich ein wesentliches Instrument, um auf dem Zielpfad dieses Gutachtens zur GSK zu bleiben.

3.6 Ab 2025 Ausstiegsstrategie für verbleibende fossile Wärmeerzeugung notwendig

3.6.1 Beschreibung / Ziel

In den vergangenen Jahren wurden noch in erheblichem Umfang neue Wärmeerzeuger mit den Brennstoffen Erdgas und Heizöl verbaut. Auch wenn dieser Trend durch die gestiegenen Energiepreise etwas gebremst wurde, bleiben die Absatzzahlen weiterhin auf einem hohen Niveau. Im Rahmen einer Gebäudestrategie Klimaneutralität ist jedoch schon heute absehbar, dass spätestens im Zieljahr 2045 nahezu keine Wärme mehr aus Gas und Öl erzeugt werden darf. Da mit einer üblichen Lebensdauer von neuen Wärmeerzeugern ein Betrieb auch über 2045 hinaus zu erwarten ist, wird eine Strategie für den Ausstieg dieser Geräte benötigt.

In Ausnahmefällen werden Heizkessel, die heute mit Erdgas betrieben werden, mit lokalen Biomasse- oder Wasserstoffnetzen versorgt werden können. Im Rahmen dieses Vorhabens gehen wir jedoch nur von begrenzten Verfügbarkeiten von Biomasse und Wasserstoff aus. Daraus folgend ist nicht mit einer vollständigen Substitution des Erdgases durch neue Energieträger im heutigen Erdgasnetz zu rechnen. Aus klimapolitischen Gründen ist der Weiterbetrieb mit Erdgas ebenfalls keine Option.

Es wird also eine Strategie nötig sein, die frühzeitig bekannt ist, mittelfristig viele Anreize setzt und langfristig auf Ordnungsrecht setzt. Einen Vorschlag für solche Maßnahmen findet sich in Kapitel 5.11 dieses Berichts.

3.6.2 Notwendigkeit / Abhängigkeiten

Eine solche Strategie erfordert eine umfangreiche Begleitung durch langjährige Informationskampagnen und weiterhin starke Förderung der Alternativen (wie heute durch das BEG).

Nur so ist insbesondere auch die politische Durchsetzbarkeit von ordnungsrechtlichen Maßnahmen in späteren Jahren möglich.

Weiterhin hängt der Erfolg stark an der Zielerfüllung des Energieumwandlungs-Sektors: Die Strom- und Fernwärmeerzeugung muss im gleichen Zeitraum ebenfalls die Transformation zur Klimaneutralität geschafft haben, um Wärmepumpen und Fernwärme auch zu attraktiven und sinnvollen Alternativen zu machen.

Zusätzlich zur Förderung der Alternativen sind auch die industriepolitischen Voraussetzungen zu schaffen, um den Umstieg von fossilen Erzeugern zu ermöglichen. Eine erfolgreiche Umsetzung bspw. des Rollout Wärmepumpe (s. auch Kapitel 0) ist hier entscheidend.

3.6.3 Bestehende Instrumente / Absehbare Lücke

Aktuell bestehen schon Vorgaben, die den Einbau neuer Ölkessel ab spätestens 2027 komplett verbieten und durch die 65 %-Regel den Einbau von Öl- und Gaskesseln schon ab 2024 deutlich seltener machen. Dies wird die Zahl der Geräte bis 2040 schon deutlich kleiner machen, jedoch bleibt dennoch eine ausreichende Notwendigkeit von mehreren 100.000 Anlagen, die ohne weitere Maßnahmen auch über das Jahr 2045 hinaus betrieben werden würden.

3.7 Rolle der Solarthermie bleibt untergeordnet

Im Vergleich zu anderen Wärmeerzeugern wird gebäudenahe Solarthermie eine Nischentechnologie bleiben. Es wird erwartet, dass Anteile von ca. 5 % des Endenergiebedarfs im Gebäudebereich auch in den kommenden Jahren nicht wesentlich überschritten werden. Die Anzahl der Solarthermieanlagen steigt zwar geringfügig, die Bedeutung bleibt aufgrund steigender Energieeffizienz insgesamt jedoch gering.

Interessante Optionen für Solarthermie sind dagegen größere Solarthermieanlagen zur Versorgung von Wärmenetzen als auch die Kombination mit Biomassekesseln und die Nutzung der Solarthermie zur Regenerierung von Erdwärmesonden.

Sonnenenergie von Gebäuden und deren Dächern bleibt dennoch ein wichtiges Thema: Ein Schwerpunkt liegt hier auf der Stromerzeugung mit Photovoltaik, welche mehrere Vorteile gegenüber reiner Solarthermie hat. Siehe hier auch im Detail das spätere Kapitel 5.8 („THG-neutraler Strom am Gebäude“).

3.8 Keine Rolle von Wasserstoff im Gebäudesektor bis 2030, danach nachrangig

Mit der nationalen Wasserstoffstrategie der Bundesregierung wird erklärt, dass der Einsatz von Wasserstoff aus erneuerbarem Strom unverzichtbar für das Erreichen von Klimaneutralität in Deutschland ist (BMW, 2020). Weiterhin legt die Strategie fest, dass der Einsatz prioritär in den Bereichen erfolgen sollte, in denen keine größeren Pfadabhängigkeiten geschaffen werden oder in denen keine alternativen Dekarbonisierungsoptionen bestehen. Prioritär sind damit vorwiegend der industrielle Sektor (Prozessenergie, stoffliche Nutzung, Grundstoffe etc.), die Energiewirtschaft (regelbare Kraftwerkskapazitäten) sowie Teile des Mobilitätssektors (Schwerlasttransporte etc.). Für

den Gebäudesektor stehen mit Wärmenetzen, Wärmepumpen, Solarthermie und in geringem Umfang Biomasse diverse Technologien zur Verfügung, die vorteilhaft gegenüber dem Einsatz von Wasserstoff sind.

In den ausgewerteten Szenarien wird Wasserstoff allenfalls in geringen Mengen für die Wärmeversorgung eingesetzt. Lediglich in der dena Leitstudie liegt sein Anteil bei etwa 20 % im Jahr 2045 – für seine Erzeugung sind 200 TWh Strom aus erneuerbaren Quellen nötig. Der hohe Strombedarf ist der zentrale Nachteil von Wasserstoff gegenüber anderen Technologien. Die Bereitstellung von Wärme mittels Wasserstoff benötigt 6- bis 10-mal so viel Strom wie die Bereitstellung von Wärme mittels Wärmepumpe. Bei Solarthermie, Biomasse und Wärmenetzen liegt der Strombedarf nochmals deutlich niedriger. Aufgrund physikalischer Grundgesetze (Hauptsätze der Thermodynamik) wird technologischer Fortschritt die geringe Gesamteffizienz der Wärmebereitstellung mittels Wasserstoff im Vergleich zu den anderen Technologien nicht wesentlich verbessern können. Der hohe Strombedarf ist an mehreren Stellen problematisch:

- Hohe Kosten für Verbrauchende sind zu befürchten. Es besteht ein Risiko, durch Engpässe bei der Verfügbarkeit Preise auf dem Markt zuzulassen, die für viele Kaufenden heute nicht erwartbar sind.
- Lokale und globale EE-Strompotenziale sind begrenzt.
- Anfälligkeit für Rohstoffknappheiten bleiben bestehen. Im Gegensatz dazu sind Wärmepumpen gepaart mit heimischer EE-Stromproduktion kaum anfällig für Rohstoffkrisen jeglicher Art.

Weiterhin fehlen bislang Konzepte zur Umstellung des ggf. verbleibenden Erdgasverteilnetzes und ausnahmslos aller angeschlossenen Geräte auf den Betrieb mit Wasserstoff. Ziel ist es daher, eine Schaffung eines klaren Rahmens zur energiewirtschaftlichen Bewertung von Wasserstoff im Wärmemarkt.

Die Bundesregierung hat sich zum Ziel gesetzt, den Primärenergieverbrauch bis zum Jahr 2020 um 20 %, bis 2030 um 30 % und bis zum Jahr 2050 um 50 % gegenüber dem Jahr 2008 zu senken (siehe Energiekonzept 2010 und Energieeffizienzstrategie 2050). Der breite Einsatz von Wasserstoff im Wärmemarkt würde die Erreichbarkeit dieses Ziels aufgrund der sehr hohen Strombedarfs in weite Ferne rücken. Daher bedarf es eindeutiger Regelungen im Ordnungsecht, welche unzureichende primärenergetische Effizienz in Gebäuden, wie bspw. beim Einsatz von Wasserstoff, unterbinden. Aufgrund der Notwendigkeit, künftig ausschließlich Wärmeerzeuger auf Basis erneuerbarer Energien gilt gleiches für den Einbau von Erdgaskesseln. Gleichzeitig sollte die Nutzung von Wärmenetzen und Wärmepumpen massiv ausgeweitet werden sowie die Wärmenachfrage von Bestandsgebäuden reduziert werden.

4 Szenario Klimaneutraler Gebäudebestand

4.1 Methodik und Rahmendaten

4.1.1 Methodik

Grundsätzlicher Charakter des Szenarios

Das Zielszenario Klimaneutraler Gebäudebestand (KNG) beschreibt eine Entwicklung des Gebäudesektors, die kompatibel mit dem Klimaschutzgesetz (KSG) ist und bis zum Jahr 2045 Treibhausgasemissionen vollständig vermeidet. Wichtiges Zwischenziel bildet das Jahr 2030 mit einer maximalen Emissionsvorgabe von 67 Mio. t CO₂-Äq. Die im KSG vorgegebenen Zielvorgaben für die einzelnen Jahre bis zum Jahr 2030 werden im Szenario KNG nicht durchwegs eingehalten. Ausgehend von den Zielverfehlungen in den Jahren 2021 und voraussichtlich auch 2022 kann durch die zusätzlichen Maßnahmen nach Einschätzung der Auftragnehmer nicht innerhalb eines Jahres auf den vorgegebenen Zielpfad eingeschwenkt werden.

Mit steigendem Ambitionsgrad der THG-Reduktionsziele und kürzer werdender Restzeit, um dieses Ziel zu erreichen, verkleinert sich der Lösungsraum für mögliche Zielpfade (vgl. Zieldiskussion in der Energieeffizienzstrategie Gebäude 2015; Prognos et al. 2016). Unter zusätzlich angenommenen Randbedingungen wie der starken Knappheit synthetischer Energieträger auch in Zukunft und einem eng begrenzten Wechsel von fossilen Wärmeerzeugern hin zu Wärmepumpen und erneuerbaren Wärmenetze verengt sich der Lösungsraum auf den im folgenden beschriebenen Pfad. Dieser orientiert sich am abgestimmten Zielbild der daraus abgeleiteten Parametrisierung (vgl. Kapitel 3 und 4.2).

Zielszenarien

Zielszenarien folgen einer umgekehrten Form des logischen Schließens: Hier wird ein zu erreichendes Ziel auf einen zukünftigen Zeitpunkt festgelegt. Im Szenario wird dann untersucht, welche Maßnahmen im Zeitverlauf notwendig sind, um dieses Ziel zu erreichen. Bei den Maßnahmen handelt sich primär um technische Maßnahmen. Davon können dann gegebenenfalls die Instrumente (politische Maßnahmen) abgeleitet werden. Die abgeleiteten Aussagen definieren, was geschehen muss, damit ein bestimmtes Ziel erreicht wird.

Das Szenario KNG ist ein Zielszenario (vgl. vorstehende Box). Bestehende und neue politische Maßnahmen sind implizit mitabgebildet, werden aber nicht explizit dargestellt, dies gilt auch für die im Kapitel 5 beschriebenen zusätzlichen Maßnahmenbündel. Da es sich beim Szenario KNG um ein Zielszenario handelt, haben die Energiepreise keinen direkten Einfluss. Die Energiepreise beeinflussen jedoch die im Szenario genutzten Energiekosten und im Vergleich zu einer Referenzentwicklung eingesparten Energiekosten.

Gebäudesektor: Sektorabgrenzung

Wie bereits im Detail in Abschnitt 2.1 beschrieben, folgt die hier verwendete Abgrenzung des Gebäudesektors der Definition des Klimaschutzgesetzes. Die genauen Abgrenzungen sowie der Umgang mit gebäudenahen aber nicht direkt gebäudebezogenen Anwendungen ist im obenstehenden Abschnitt genau dargestellt.

Energiemodelle

Ausgangspunkt für die Szenarien bildet die Berechnung der Endenergienachfrage. Ausgehend davon werden anschließend die direkten THG-Emissionen (Quellenbilanz) berechnet. Für die Berechnung des Energieverbrauchs im Gebäudesektor werden zwei Modellen eingesetzt, eines für den Sektor Private Haushalte (inkl. der Wohngebäude) und ein Modell für den Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) mit dem Großteil der NWG.

- **Modell Private Haushalte:** Zentrale Bausteine des Sektormodells Private Haushalte sind das Gebäudemodell zur Berechnung des mit den Wohnflächen verbundenen Energieverbrauchs- für Raumwärme, Warmwasser und Haustechnik sowie Kohortenmodelle zur Berechnung des Verbrauchs von Elektrogeräten und der Beleuchtung. Es handelt sich um ein Bottom-up-Simulationsmodell. Dies erlaubt eine detaillierte Abbildung einer Vielzahl von einzelnen Technologien. Bei der Fortschreibung der Effizienzentwicklung wird die Lebensdauer der Gebäude, Bauteile, Wärmeerzeuger und Geräte berücksichtigt. Zentrale Treiber für die Fortschreibung sind die Bevölkerung und die Haushaltsstruktur (Zahl und Größe der Haushalte). Der künftige Energieträgermix ergibt sich durch die Entwicklung der Marktanteile bei Neubauten und bei Heizungs-Erneuerungen. Als Hauptergebnis wird der sektorale Energieverbrauch nach Verwendungszwecken, Anwendungen und Energieträgern erzeugt.
- **Modell GHD:** die Berechnung der Energienachfrage im Sektor GHD wird mit einem Bottom-up-Simulationsmodell durchgeführt. Das Modell besteht aus zwei Bestandteilen, einem zur Berechnung des mit den Nutzflächen verbundenen Energieverbrauchs für Raumwärme und einem zur Berechnung des mit der Effizienz und Struktur verbundenen Energieverbrauchs für alle andere Anwendungen, wie Beleuchtung, Klimakälte, Prozesswärme usw. Die Anzahl der Erwerbstätigen und die Bruttowertschöpfung je Branche agieren als Treiber für die Fortschreibung des Endenergieverbrauchs. Als Ergebnis wird der Energieverbrauch nach Branchen, Anwendungen und Energieträgern erzeugt.

Der Zeithorizont der Modellierung ist das Jahr 2050, der Schwerpunkt der Betrachtung liegt beim Zwischenziel 2030 und dem Zieljahr 2045. Modelliert werden durchgehende Jahreswerte bis zum Jahr 2050.

4.1.2 Rahmendaten

Rahmendaten sind wichtige Treiber des Energiesystems, werden von diesem aber selbst nicht oder nur sehr wenig beeinflusst.

Bevölkerung und Haushalte

Zentrale Leitvariablen für den Energieverbrauch in Wohngebäuden sind die Bevölkerung, die Zahl der Haushalte und daraus abgeleitet die Zahl der Wohnungen. Für die Fortschreibung der Bevölkerungsentwicklung werden bis zum Jahr 2040 die Annahmen des Projektionsberichts 2021 übernommen (Öko-Institut et al. 2021), welche auf Vorgaben der Europäischen Kommission basieren (EU-COM, 2020). Für den Zeitraum nach 2040 liefert der Projektionsbericht keine Angaben, deshalb wird auf die Bevölkerungsszenarien des deutschen statistischen Bundesamtes zurückgegriffen. Die Fortschreibung erfolgt nach 2040 mit der Wachstumsrate des Szenarios G2-L2-W3 der 14. Bevölkerungsvorausrechnung (destatis 2019). Dieses unterstellt ein durchschnittliches Wanderungssaldo 311.00 Personen pro Jahr.²

Die Bevölkerung in Deutschland ist im Betrachtungszeitraum 2020 bis 2035 leicht zunehmend und nach 2035 wieder leicht rückläufig (Tabelle 2, Abbildung 13). Die Zahl der Einwohner steigt von 83,2 Mio. im Jahr 2020 auf 83,8 Mio. im Jahr 2035 und verringert sich bis 2045 auf 83,3 Mio. Insgesamt ergibt sich im Zeitraum 2020 bis 2045 eine Zunahme von 0,1 %.

Die Zahl der privaten Haushalte übersteigt im Jahr 2045 mit 42,2 Mio. den Wert des Jahres 2020 um 0,6 Mio. (+1,4 %). Da sich die mittlere Haushaltsgröße im Zeitverlauf verringert, steigt die Zahl der Haushalte stärker als die Zahl der Bevölkerung: Die annähernd gleich bleibende Bevölkerung verteilt sich auf mehr Haushalte.³ Die Zahl der bewohnten Wohnungen entspricht zu jedem Zeitpunkt annähernd der Zahl der Haushalte. Mit der Zahl der Haushalte erhöht sich im Szenario auch die Zahl der bewohnten Wohnungen.

² Dabei wird angenommen, dass im Jahresdurchschnitt 311.000 Personen mehr nach Deutschland zuwandern als von hier fortziehen.

³ Die Haushaltsstruktur basiert grundsätzlich auf den Annahmen des Statistischen Bundesamtes (destatis 2020) sowie einer eigenen Trendfortschreibung nach 2040. Für das Szenario wurde die Haushaltsstruktur leicht angepasst: Die Zahl der kleinen Haushalte (1 und 2 Personen) wurden verringert und die Zahl der Haushalte mit 3 oder mehr Personen entsprechend erhöht. Im Ergebnis ergibt sich im Jahr 045 eine mittlere Haushaltsgröße von 1,97 Personen, im Vergleich zu den Originalwerten mit 1,90 Personen je Haushalt. Dies entspricht einer Erhöhung um 4 %. Dadurch konnte die Gesamtzahl an Haushalten reduziert werden, wodurch sich auch die Zahl der Wohnungen entsprechend reduziert. Vergleiche dazu das Kapitel zur Suffizienz.

Tabelle 2: Bevölkerung, Zahl der privaten Haushalte und Haushaltsstruktur, 2015 bis 2050

	Einheit	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Bevölkerung	Mio.	81.7	83.2	83.6	83.8	83.8	83.6	83.3	83.0
Haushalte	Mio.	40.5	41.6	42.2	42.5	42.3	42.3	42.2	42.0
davon									
1 Person	%	41%	42%	43%	43%	44%	44%	45%	45%
2-Personen	%	34%	33%	33%	33%	32%	31%	31%	31%
3-Personen	%	12%	12%	11%	11%	12%	12%	12%	12%
4-Personen	%	9%	9%	9%	9%	9%	9%	9%	9%
5 / 5+ Personen	%	3%	4%	3%	3%	3%	3%	3%	3%
mittlere Haushaltsgröße*	#	2.02	2.00	1.98	1.97	1.98	1.97	1.97	1.97

* in Personen je Haushalt

Quelle: destatis 2019; 2020, Öko-Institut et. al .2021 und eigene Annahmen

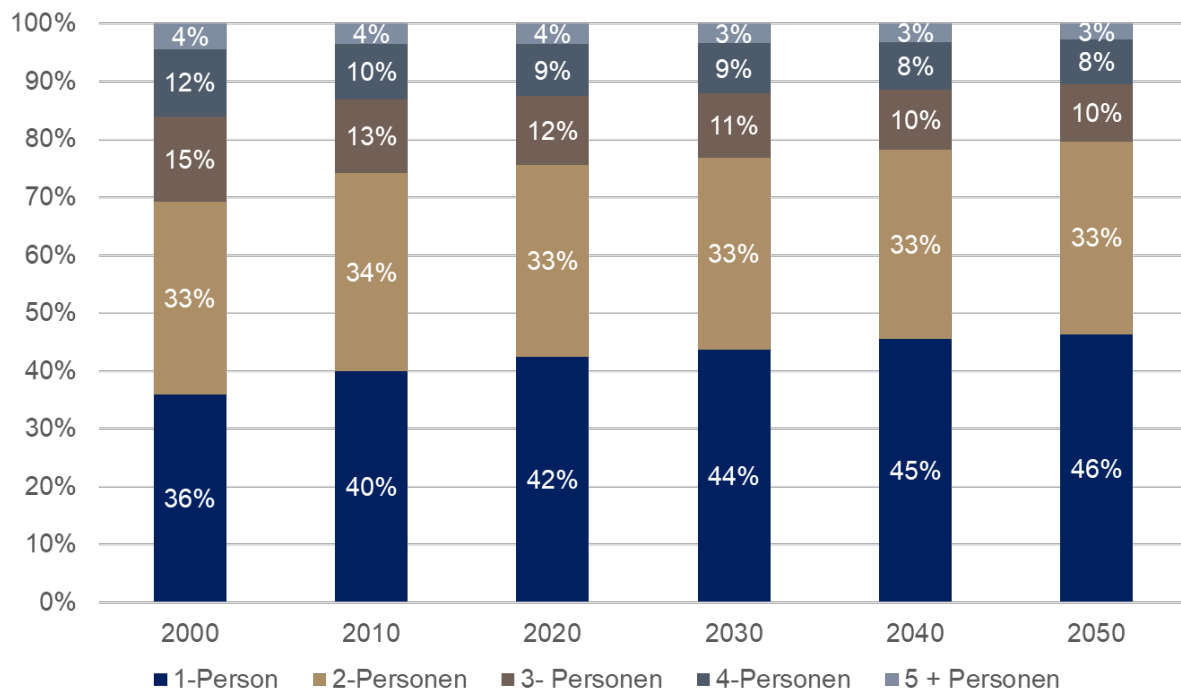


Abbildung 13: Entwicklung der Haushaltsstruktur von 2000 bis 2050, Anteile der Haushalte nach Haushaltsgröße

BIP, Bruttowertschöpfung und Erwerbstätige

Wichtige Leitvariablen für die Verbrauchsentwicklung bei den Nichtwohngebäuden sind die Bruttowertschöpfung (BWS) sowie die Zahl der Erwerbstätigen (nach Branchen). Die in dieser Studie verwendete Vorgabe für das Bruttoinlandsprodukt (BIP) wurde dem Projektionsbericht 2021 übernommen. Anhand dieser Vorgabe wurden mit dem Gesamtwirtschaftlichen Modell VIEW der Prognos AG die Entwicklungen für die einzelnen Wirtschaftsbranchen bezüglich BWS und Zahl der Erwerbstätigen berechnet.

Das BIP nimmt zwischen 2015 und 2045 mit einer durchschnittlichen jährlichen Rate von 1,1 % zu und liegt im Jahr 2045 bei 4.177 Mrd. Euro₂₀₁₅ (Tabelle 3). Die Bruttowertschöpfung entwickelt sich proportional zum BIP und beträgt im Jahr 2045 3.762 Mrd. Euro₂₀₁₅. Dies entspricht einer Zunahme gegenüber dem Jahr 2015 um 38 %. Im GHD-Sektor zeigen sich die stärksten Zunahmen bei den Branchen Verkehr und Nachrichten (+56 %) sowie im Gesundheitswesen (+59 %). Der Anteil des GHD-Sektors an der gesamten Bruttowertschöpfung verändert sich im Betrachtungszeitraum nicht wesentlich und liegt im Mittel der Jahre bei 78 %.

Tabelle 3: Entwicklung des BIP und der Bruttowertschöpfung nach Branchen, Fokus auf die Branchen des GHD-Sektors, 2015 bis 2050, in Mrd. Euro₂₀₁₅

	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
BIP	3.022	3.072	3.387	3.530	3.699	3.922	4.177	4.455
BWS	2.722	2.767	3.051	3.180	3.332	3.533	3.762	4.013
davon								
Baugewerbe	133	138	142	144	148	153	159	168
Handel	282	289	314	324	335	350	367	384
Verkehr, Nachrichten	265	274	313	331	353	381	412	448
Beherbergung, Gaststätten, Heime	44	30	49	52	54	56	59	63
Kreditinstitute u. Versicherungen	127	121	127	132	137	144	151	161
Sonst. betr. Dienstleistungen	758	762	832	870	913	968	1.034	1.112
öffentliche Verwaltung	175	196	207	212	220	233	249	266
Schulen	130	140	149	154	160	171	184	198
Gesundheit/Krankenhäuser	215	246	262	275	290	313	342	373
Summe GHD	2.129	2.196	2.395	2.494	2.611	2.769	2.959	3.172

Quelle: BIP basierend auf Öko-Institut et al., übrige Werte eigene Berechnungen

Die Zahl der Erwerbstätigen ist ein wichtiger Treiber für die beheizte Nutzfläche. Die Zahl der Erwerbstätigen ist in den vergangenen Jahren angestiegen (Tabelle 4). Im Szenarienzeitraum nimmt die Zahl der Erwerbstätigen und auch der Fläche ab, von 44,4 Mio. im Jahr 2020 über 41,1 Mio. im Jahr 2030 auf 38,3 Mio. im Jahr 2045 (-14 % ggü. 2020). Ursächlich hierfür ist hauptsächlich die demografische Entwicklung: Die Bevölkerung stagniert und wird älter, die Zahl der Personen im

Erwerbsalter nimmt ab. Der Anteil der Erwerbstätigen an der Bevölkerung verringert sich von 53 % im Jahr 2020 auf 46 % im Jahr 2045.

Tabelle 4: Entwicklung der Erwerbstätigen nach Branchen, Fokus auf die Branchen des GHD-Sektors, 2015 bis 2050, in Mio.

	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Erwerbstätige	43,1	44,4	43,6	41,1	39,5	38,9	38,3	37,4
davon								
Baugewerbe	2,4	2,5	2,4	2,3	2,2	2,1	2,0	2,0
Handel	5,9	5,9	5,8	5,4	5,2	5,2	5,1	4,9
Verkehr, Nachrichten	3,4	3,6	3,5	3,3	3,2	3,1	3,1	3,0
Beherbergung, Gaststätten, Heime	1,8	1,7	1,8	1,7	1,6	1,6	1,6	1,5
Kreditinstitute u. Versicherungen	1,2	1,1	1,1	1,0	0,9	0,9	0,9	0,8
Sonst. betr. Dienstleistungen	9,2	9,6	9,4	8,9	8,6	8,5	8,3	8,2
öffentliche Verwaltung	2,6	2,7	2,6	2,5	2,4	2,4	2,4	2,3
Schulen	2,4	2,6	2,5	2,4	2,3	2,3	2,3	2,2
Gesundheit/Krankenhäuser	5,5	6,0	6,0	5,7	5,4	5,4	5,4	5,3
Summe GHD	34,4	35,7	35,2	33,2	31,9	31,4	31,0	30,3

Quelle: eigenen Berechnungen

Energie- und CO₂-Preise

Die unterstellte langfristige Entwicklung der Grenzübergangpreise für Energie orientiert sich wie der Projektionsbericht 2021 am World Energy Outlook der international Energy Agency - IEA (2020; Szenario *stated policies*). Am aktuellen Rand werden aktuelle Marktdaten (Monats- und Future-Preise) berücksichtigt, mit Stand April 2022.⁴ Im Szenario wird unterstellt, dass ab 2025 bis zum Jahr 2030 die aktuellen höheren Preise mit den langfristigen Preisszenarien der IEA konvergieren.

Unter Berücksichtigung von Kosten für Aufbereitung, Transport und Vertrieb sowie Steuern und Abgaben werden aus den Grenzübergangspreisen Endverbraucherpreise hergeleitet (Tabelle 5, Abbildung 14).⁵ Berücksichtigt wurde, dass ab 2021 auf die Energieträger Heizöl und Erdgas entsprechend ihrem spezifischen CO₂-Gehalt ein Zuschlag in Höhe des im BEHG festgelegten CO₂-Preises erhoben wird. Für den Zeitraum nach 2026 gibt es im BEHG keine Vorgaben zum CO₂-Preis. Hier wurde die Entwicklung der nominalen CO₂-Preise gemäß des Projektionsberichts übernommen und in reale Preise umgerechnet.

⁴ Der starke Preisanstieg 2021 und 2022 wird grundsätzlich berücksichtigt, wird mit den Daten Stand April 2022 jedoch voraussichtlich etwas unterschätzt.

⁵ Die unterstellten Endverbraucherpreise sind identisch zu einem parallel beim BMWK laufenden Vorhaben zum Gebäudeenergie-Gesetz (GEG).

Die Preise für GHD-Kunden sind in der Regel tiefer als für private Haushalte. Ursachen hierfür sind die in der Regel höheren Abnahmemengen sowie der Wegfall der Mehrwertsteuer.

Tabelle 5: Entwicklung der Endkundenpreise für Energie, in Cents₂₀₂₀/ kWh und des CO₂-Preises im BEHG, in Euro/t CO₂

	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Erdgas	8,0	7,1	11,0	10,7	12,1	13,2	14,2	13,9
Heizöl	6,6	5,6	9,3	11,2	13,0	14,4	15,6	15,3
Strom Haushalte	31,4	32,0	31,4	30,1	29,3	30,1	30,4	30,8
Strom GHD	22,1	22,8	22,3	21,5	20,9	21,5	21,7	22,0
Fernwärme, Haushalte	7,8	10,9	12,0	12,0	12,7	13,4	14,1	14,4
Fernwärme, GHD	6,1	8,6	9,3	9,3	9,8	10,4	10,9	11,2
grüner Wasserstoff (H ₂)				25,1	21,7	18,3	17,5	16,8
CO ₂ -Preis im BEHG (in Euro ₂₀₂₀ /t)			50	105	152	190	220	200

Quelle: eigenen Berechnungen, basierend IEA 2020

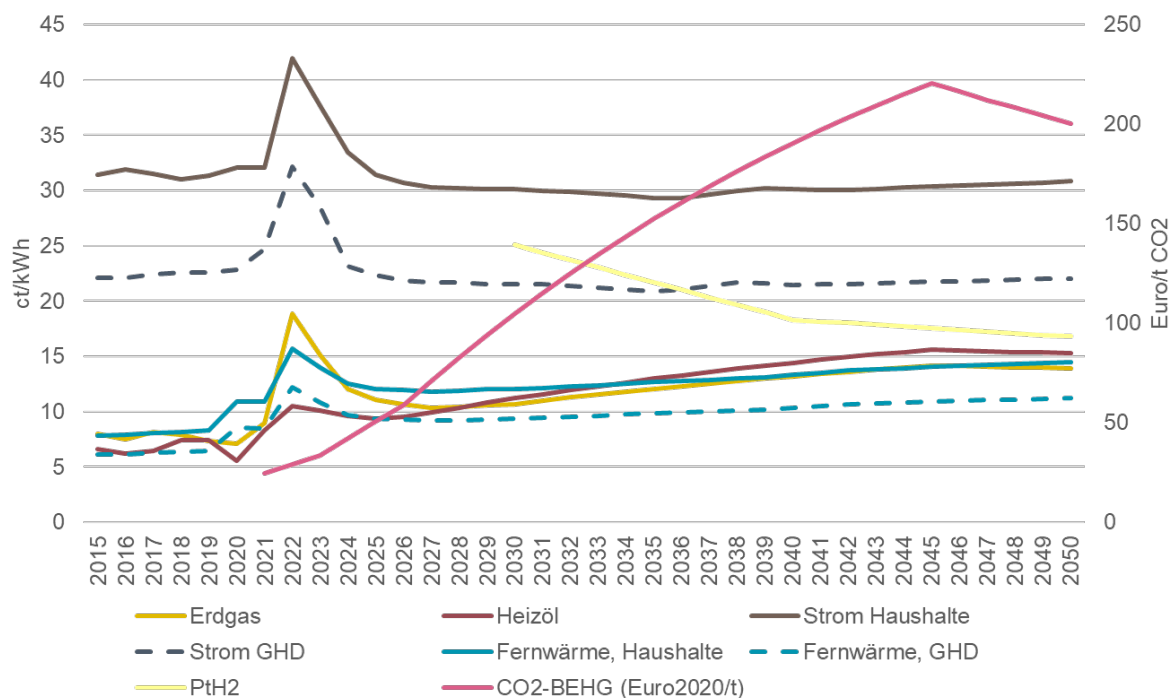


Abbildung 14: Entwicklung der Endkundenpreise für Energie, in Cents₂₀₂₀/kWh und des CO₂-Preises im BEHG, in Euro/t CO₂; entsprechend Tabelle 5

Witterung und Klima

Die Witterungsbedingungen beeinflussen die Nachfrage nach Raumwärme und nach Klimakälte. Sie sind entscheidend für das Verständnis von Energieverbrauchsschwankungen zwischen aufeinanderfolgenden Jahren. Im Szenarienzeitraum (2022 bis 2050) wird grundsätzlich von einer Normwitterung ohne jährliche Witterungsschwankungen ausgegangen (Witterungskorrekturfaktor = 1). Berücksichtigt wird jedoch eine langfristige Erwärmung des Klimas. Bei der Umsetzung der Klimaerwärmung in den Modellrechnungen wird vereinfacht von einer linearen Erwärmung ausgegangen. Als Indikator für den benötigten Raumwärmebedarf wird hier die Gradtagzahl 15_20 verwendet (Maßzahl mit Heizgrenze 15°C und mittlerer Raumtemperatur 20°). Die Klimaerwärmung reduziert die Zahl der Heizgradtage um rund 0,2 % pro Jahr. Bis ins Jahr 2050 verringert sich dadurch der Raumwärmebedarf um rund 11 % gegenüber dem hier verwendeten Klima-Referenzzeitraum 1990 bis 2010 (Tabelle 6). Grundlage für diese Abschätzungen bildet aktuelle Klimaszenarien, publiziert beispielsweise in UBA 2021 (Abbildung 5, basierend auf dem RCP-Szenario 4,5).⁶ Der Raumwärmebedarf verringert sich durch das wärmere Klima, gleichzeitig steigt die Temperatur auch im Sommer und erhöht den Bedarf nach Klimakälte. Der Kühlbedarf erhöht sich bis 2050 um rund 15 % gegenüber 2005. Grundlage für diese Abschätzungen sind Angaben der EU-Kommission (EU-COM, 2016).

Tabelle 6: Entwicklung der Gradtagzahlen und Kühlgradtage

	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Gradtagzahl 15_20	3.342	3.107	3.367	3.327	3.287	3.246	3.206	3.166
Witterungskorrekturfaktor	0,94	0,87						
Klimakorrekturfaktor			0,94	0,93	0,92	0,91	0,90	0,89
Kühlgradtage*	164	168	173	177	182	186	189	193

Normwitterung hier als durchschnittliche Witterung der Jahre 1990 bis 2010 mit 3.568 Gradtagen.

* Kühlgradtage: keine Realdaten, ausschließlich Modellwerte

Quelle: eigene Berechnungen basierend auf UBA, 2021 (Abbildung 5, Szenario RCP 4.5) und EU-COM 2016

4.2 Quantitative Ableitungen aus dem Zielbild

Vor der Berechnung des Zielszenarios werden aus dem in Kapitel 3 hergeleiteten Zielbild für einen klimaneutralen Gebäudebestand quantitative Vorgaben abgeleitet. Diese quantitativen Vorgaben beziehen sich auf zentrale Stellgrößen in Bezug auf die THG-Emissionen, sie dienen als Leitplanken bei der Szenarienberechnung. Grundlage für die Vorgaben sind aktuelle Energieszenarien, an denen Vertreter der Studierersteller beteiligt waren, u.a. die dena-Leitstudie, die Langfristszenarien, der Projektionsbericht und die Szenarien im Rahmen der Roadmap Energieeffizienz. Die Vorgaben werden für die Jahre 2030 und 2045 festgelegt. Sie sind als indikative Richtgrößen zu verstehen, die nicht exakt getroffen werden müssen. Die Vorgaben werden deshalb auch als Bandbreiten angegeben. Zwingend eingehalten werden müssen die Ziele für die THG-Emissionen in den Jahren

⁶ Eigene approximative Umrechnung der Temperaturveränderung bis 2050 gegenüber 1970-2010 (gemäß Abbildung 5 in zitierter UBA-Studie) in Veränderung 2050 gegenüber 1990-2010).

2030 und 2045. Aufgrund der großen Trägheit des Gebäudebestandes werden die im KSG vorgesehenen Ziele bis einschließlich 2029 im Gebäudesektor jedoch nicht durchgehend erreicht, was nur durch politisch schwer umsetzbare Maßnahmen zu ändern wäre.

Die quantitativen Vorgaben für das Szenario KNG sind in Tabelle 7 beschrieben. Die Sanierungsrate bezieht sich auf die energetisch sanierte Fläche in Relation zur gesamten Gebäudefläche im jeweiligen Jahr. Die Sanierungstiefe entspricht dem Nutzenergieverbrauch nach der durchgeführten Sanierung je Quadratmeter Wohnfläche. Diese spezifischen Verbrauchswerte werden bei Vollsanierungen erreicht. Bei Teilsanierungen gelten für die modernisierten Bauteile identische Bauteilanforderungen, der spezifische Verbrauch der Gebäude bleibt aber höher als bei Vollsanierungen, da nicht alle Bauteile des Gebäudes energetisch verbessert werden. Die Jahresarbeitszahl (JAZ) der Wärmepumpen ist ein Maß für die Effizienz der Wärmepumpen. Die Vorgaben beziehen sich auf die Erzeugung für die Raumwärme im Jahr, in dem die Wärmepumpe eingebaut wird. Für die Erzeugung von Warmwasser liegt die JAZ in der Regel etwas tiefer. Für die Nichtwohngebäude gelten jeweils vergleichbare Anforderungen.

Tabelle 7: Eckwerte für das Zielszenario: Quantitative Vorgaben für die Jahre 2030 und 2045 und Vergleich mit Werten des Jahres 2015

	Einheit	2015	2030	2045
Sanierungsrate bezogen auf Gesamtbestand	Prozent	ca. 1,1	1,6 - 1,7	1,8 - 2,0
Sanierungstiefe (Raumwärme EFH)	kWh/m ²	ca. 80	50 - 60	40 - 50
Sanierungstiefe (Raumwärme MFH)	kWh/m ²	ca. 60	35 - 45	25 - 35
Zahl der installierten Wärmepumpen	Mio.	>1	4 - 6	10 - 15
JAZ Wärmepumpen (Raumwärme Neubau)		3,2 - 3,7	4,0 - 4,8	5-6
JAZ Wärmepumpen (Raumwärme teil-/saniert)		2,5 - 2,8	2,9 - 3,5	3,5 - 4
Wärmenetze: Wohnungsanschlüsse	Mio.	6	7 - 8	9 - 14
verfügbares Biomassepotenzial (Gebäudesektor)	TWh	75		20 - 30
Einsatz Wasserstoff	TWh	-	0	0
THG-Emissionen	Mio. t CO ₂ eq	125	65 - 67	0

Quelle: eigene Darstellung

4.3 Restriktionen

4.3.1 Biomasse

Die energetische Nutzung von Biomasse ist für viele Sektoren attraktiv, weil bereits erprobte technische Lösungen existieren. Feste Biomasse kann z. B. in der Industrie zum Erreichen hoher Prozesstemperaturen eingesetzt werden. Im Mobilitätssektor können Biokraftstoffe dort genutzt werden, wo eine Elektrifizierung besonders herausfordernd ist, wie z. B. bei schweren Nutzfahrzeugen. Im Gebäudesektor ist die Nutzung von Biomasse vor allem für Gebäude interessant,

bei denen für einen effizienten Einsatz einer Wärmepumpe Sanierungsmaßnahmen durchzuführen wären und keine leitungsgebundene Wärmenetzinfrastruktur vorhanden ist. Gleichzeitig ist die Verfügbarkeit von Biomasse stark begrenzt, und eine Übernutzung kann sogar zu steigenden Emissionen führen: beispielsweise wird bei intensiver Holznutzung weniger CO₂ im Wald gespeichert, da die entnommene Menge über die für den Klimaschutz relevanten Zeiträume nicht durch nachwachsende Biomasse ersetzt werden kann. Eine direkte energetische Holz-Nutzung von dafür eingeschlagenen Bäumen verursacht mehr Treibhausgasemissionen als für die Erzeugung der gleichen Menge Wärme eingesetzten fossilen Energieträger.

Im Jahr 2020 wurden rund 85 TWh Wärme in privaten Haushalten und im GHD-Sektor aus fester Biomasse bereitgestellt, darunter rd. 44 TWh in Einzelfeuerungen.

Entsprechend der Langfristszenarien betrug 2020 das gesamte Brennstoffpotenzial für Biomasse in allen Sektoren aus Rest- und Abfallstoffen, heimischer Anbaubiomasse und Biomasseimporten rd. 333 TWh und reduziert sich auf rd. 278 TWh im Jahr 2030 und rd. 253 TWh in den Jahren 2040 und 2050.

Die Allokation der beschränkt verfügbaren und nutzbaren Biomasse auf die verschiedenen Sektoren ist nicht Teil des Gutachtens zur GSK. Für das hier als für die Gebäude voraussichtlich zur Verfügung stehende angenommene Potenzial von 20 bis maximal 30 TWh im Jahr 2045 wird auf die Langfristszenarien III Bezug genommen.

In den Langfristszenarien wird der Einsatz von Biomasse vorrangig in der Industrie und im Verkehrssektor gesehen, weil im Gebäudesektor – trotz der technischen Herausforderungen im Einzelfall – mit der Wärmepumpe und Wärmenetzen eine im Vergleich einfach zu nutzende Alternative zur Verfügung steht. Zum Vergleich mit dem daher im Hauptszenario stark eingeschränkten Biomasseeinsatz – d.h. starke Abnahme des Absatzanteils von Biomassekesseln auf unter 1 % bis 2030 – wurde auch eine Sensitivität mit höherem Biomasse-Einsatz im Gebäudesektor berechnet (siehe Sensitivität 1 in Abschnitt 4.4.2): wenn der Biomasse-Anteil bis 2030 bei etwa 10 % verbleibt und erst danach leicht abnimmt, besteht ein zusätzlicher Biomasse-Bedarf von rund 27 TWh im Jahr 2030 bzw. 65 TWh im Jahr 2045 welcher durch Einsparungen in anderen Sektoren oder Importe gedeckt werden müsste.

4.3.2 Power-to-X

Der Begriff Power-to-Gas bzw. Power-to-Liquid (PtG, PtL) steht für verschiedene Verfahren, mit denen strombasierte Brenn-, Kraft- und (chemische) Grundstoffe hergestellt werden. Diese Verfahren können unter dem Oberbegriff Power-to-X (PtX) zusammengefasst werden. Der elektrische Strom sollte aus erneuerbaren Quellen stammen, um THG-neutrale Produkte erzeugen zu können. Für die Wärmeerzeugung in Gebäuden kommen hauptsächlich gasförmige Produkte (PtG) infrage. Die Herstellung und Verwendung von Wasserstoff, PtG oder PtL ist jedoch mit hohen Umwandlungsverlusten und daher auch mit hohen Kosten verbunden. Strombasierte Brennstoffe benötigen viel erneuerbaren Strom. Wasserstoff ist der Grundstoff für alle PtG- und PtL-Produkte. Im Wasserstoff sind nur rund 70 Prozent der Energie des eingesetzten Stroms enthalten, das heißt man verliert schon gut 30 Prozent der Energie bei der Wasserstoffherstellung. Weitere Verluste entstehen beim Transport oder in Syntheseschritten (z.B. mit CO₂ zu synthetischem Methan) und im Falle von Heizkesseln letztlich bei der Verbrennung in Endgeräten. Dann liegt die Größenordnung der Verluste, je nach Produkt, Prozesskette und Endgerät, bei rund 50 Prozent der ursprünglichen elektrischen

Energie. Auch wenn der Wasserstoff in einer Brennstoffzellen-Heizung genutzt wird, ergibt sich lediglich eine geringe Gesamteffizienz von weniger als 50 Prozent (Agora Verkehrswende et al, 2018). Wollte man den heutigen Wärmebedarf für Gebäude von rund 750 TWh allein durch Wasserstoff oder synthetisches Methan decken, wären hierfür ca. 1.500 TWh erneuerbar erzeugter Strom notwendig. Die benötigten erneuerbaren Stromerzeugungskapazitäten sind so groß, dass voraussichtlich Importe in großem Umfang benötigt werden. Dadurch ist der Einsatz von PtX im Gebäudebereich mit Risiken durch Importabhängigkeit behaftet.

Synthesegase wie synthetisches Methan benötigen zusätzlich zum treibhausgasneutralen Wasserstoff auch treibhausgasneutralen Kohlenstoff – dieser kann in einer klimaneutralen Wirtschaft nur aus Luft in Form von CO₂ gewonnen werden. Die Synthese von Kohlenwasserstoffen aus CO₂ ist eine hochkomplexe Technologie, die noch mit erheblichen Unsicherheiten belastet ist.

Der Transport von synthetischem Methan kann im vorhandenen Gasnetz ohne zusätzlichen Aufwand erfolgen. Die bestehenden Gasnetze können aber Wasserstoff nur zu geringen Anteilen transportieren. Derzeit gilt nur eine Beimischung bis 10 Volumenprozent als unbedenklich. Bei höheren Wasserstoffanteilen muss die Gasnetzinfrastruktur angepasst werden, dies gilt insbesondere dann, wenn reiner Wasserstoff eingesetzt werden soll.

Der Einsatz von PtX im Gebäudebereich ist auch mit hohen Kosten verbunden. Aufgrund der hohen Umwandlungsverluste, der Transportkosten dürfte der Endkundenpreis für strombasiertes Methan rund 4- bis 8-mal so hoch sein wie Erdgas heute (Prognos, 2020a). Andere Experten rechnen hingegen damit, dass eine hohe Nachfrage nach grünen Gasen die Preise etwas weniger steigen ließe. Unter sehr optimistischen Annahmen könnte der Preis für strombasierten grünen Wasserstoff langfristig 100 EUR/MWh erreichen (Aurora Energy Research, 2020).

4.3.3 Gebäudedämmung

Auch sehr gut gedämmte und hocheffiziente Gebäude haben immer noch einen Energiebedarf für Beheizung und Warmwasser. Das trifft mit Einschränkungen sogar auf neue Gebäude zu, beschreibt aber vor allem den beim Gebäudebestand auch bei der Umsetzung bestmöglicher Energiesparmaßnahmen an Hülle, Luftdichtheit und Anlagentechnik noch verbleibenden Energiebedarf. Physikalisch ist dieser Restbedarf durch die physikalisch nicht auf „null“ zu bekommenden Verluste durch Transmission durch flächige Bauteile und Wärmebrücken, Lüftung, sowie durch den Warmwasserbedarf der Gebäude bedingt. Dem entgegen stehen die Wärmegewinne aus Personen und allen elektrischen Verbrauchern, sowie die solaren Gewinne durch die Fenster. In einigen Berechnungsmodellen ist der Sockel-Nutzwärmebedarf daher der verbleibende Rest, wenn alle Gebäude auf den bestmöglichen Stand saniert würden, bzw. in diesem Standard neu gebaut werden. Dieser Betrag verbleibt und kann nicht weiter reduziert werden, es sei denn durch die Verringerung der Anzahl von Gebäuden.

Dabei hat sich die Einschätzung, was „bestmöglich gedämmt“ bedeutet über die Zeit deutlich verändert. Beispielsweise durch Weiterentwicklungen bei Fenstern und Dämmstoffen oder durch immer bessere Wärmerückgewinnungen bei Lüftungsgeräten. Zudem verringert sich durch den Klimawandel der für die Beheizung notwendige Sockelwärmebedarf und es ist auch durch verbesserte Effizienz von Elektrogeräten mit immer kleineren internen Gewinnen durch Abwärme zu rechnen. Eine

methodische Analyse des Sockelbedarfes wurde von (Jochum et al., 2015) in Zusammenarbeit mit ifeu erstellt.

In dem beschriebenen Modell werden die „bestmöglich gedämmten“ Bauteile mit U-Werten von $0,08 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ für Dach und Kellerdecke, sowie $0,10 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ für die Fassade angesetzt. Der bestmöglich verfügbare U-Wert der Fenster beträgt $0,50 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Diese Werte zeigen schon die Diskrepanz zu typischen Neubau-U-Werten oder den bei Sanierungen üblicherweise erreichten U-Werten, die deutlich darüber liegen. Auch noch aktuell werden deutlich höhere U-Werte bei neuen Gebäuden oder in Sanierungen realisiert, deren Bauteil-Lebenserwartung bis zum Ende der Betrachtungszeit im Jahr 2045 heranreichen und die in dieser Zeit eben nicht mehr weiter verbessert werden. Beispielsweise sind Dämmdicken von etwa 14-16 cm an Außenwänden üblich, was bei einem Ausgangs-U-Wert der Wand vor der Sanierung von $0,9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ zu einem sanierten U-Wert von $0,16 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ führt, wenn 16 cm graues EPS mit der Wärmeleitfähigkeit $0,032 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ eingesetzt werden. Dieser Wert ist von dem o.g. theoretischen „bestmöglich gedämmten“ U-Wert von $0,10 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ noch weit entfernt. Das ist einer der Gründe, warum der tatsächliche bzw. realistische Sockelbedarf über dem theoretisch möglichen Sockelbedarf für den zu 100 % „bestmöglich gedämmten“ Gebäudebestand liegt. Um den U-Wert von $0,10 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ im gedämmten Fall zu erreichen wäre für den o.g. Ausgangsfall eine Dämmdicke von fast 30 cm nötig, was zwar möglich, aber doch eher die Ausnahme ist.

Nachfolgend werden weitere Restriktionen beschrieben, die den Sockelbetrag, der beim Gebäudebestand für den Energiebedarf für Heizung und Warmwasser verbleiben wird, erhöhen. In einigen Studien werden diese Restriktionen unter „Verringerung des theoretischen Einsparpotenzials“ beschrieben, was letztendlich aber auch auf eine Erhöhung des Sockelbetrags hinausläuft und daher hier in einem gemeinsamen Kapitel behandelt wird.

Typische Restriktionen betreffen dabei entweder das Baurecht (z.B. Trauf- und Firsthöhen, Grenzabstände), die Gebäude selbst (z.B. Denkmalschutz, unklare Eigentümerverhältnisse, wirtschaftliche Restriktionen), die Interaktion des Gebäudes mit der Nachbarbebauung oder dem öffentlichen Raum (z.B. Gehwegbreite, Durchfahrten, Kellerräume), die Bauteile (z.B. Spaltweite im Zweischaligen Mauerwerk, vorgehängte Fassaden) oder können auch statischer oder bauphysikalischer Natur sein (z.B. Dachlasten, Tragfähigkeitsbegrenzungen für sehr dicke und schwere Wärmedämmverbundsysteme (WDVS), Dämmdickenbeschränkungen bei Innendämmung, etc.). Dazu kommen noch Sanierungen generell kritisch gegenüberstehende Eigentümer und oftmals auch fehlendes Wissen oder falsche Angewohnheiten von Planern und Handwerkern (siehe auch Kapitel 6.6.1 „Fachkräfte“, Weiterbildung und Qualifizierung).

Auch aus der architektonischen Perspektive können die Gebäude in ihrem Erscheinungsbild durch zusätzliche Dämmschichten beeinträchtigt werden (ifeu et al., 2018). Umso mehr je dicker die Dämmung ausgeführt wird. In (ifeu et al., 2014) wurde ein Leitfaden für den sensiblen Umgang mit dem baulichen Erbe bei energetischen Sanierungen erstellt, der den Umgang mit dieser Thematik erleichtert.

Bei praktisch allen Gebäuden mit denkmalgeschützten Fassaden ist eine Außendämmung nicht realisierbar. Unter Denkmalschutz stehen etwa 3 % der älteren Gebäude in Deutschland. Dazu kommen noch erhaltenswerte Fassaden und Bauweisen, die kaum von außen dämmbar sind, wie z.B. Klinkerfassaden oder sehr zerklüftete Fassaden. In der Folge verbleiben diese Bauteile ungedämmt

und werden nur optisch und funktional ertüchtigt, oder erhalten eine Innendämmung. Aus Vorsicht und Unkenntnis der Planenden und dem Wunsch der Bewohnenden nach einem möglichst geringen Wohnflächenverlust werden diese Innendämmungen dann meistens eher dünn ausgeführt. Typische Ziel-U-Werte liegen bei Innendämmung zwischen 0,35 und 0,65 W/(m²·K) und damit weit entfernt zum o.g. „bestmöglich gedämmten“ Bauteil von 0,10 W/(m²·K) in der rechnerischen Ermittlung des Sockelbedarfes. Werden nur Innendämmungen zur Erhöhung der Oberflächentemperatur und Schimmelvermeidung durchgeführt, liegen die U-Werte oft noch deutlich höher. Die Schätzungen zur Anzahl der schwer bzw. nicht von außen dämmbaren Fassaden liegen zwischen 10 und 20 % bei den Wohngebäuden.

Dämmdickenrestriktionen gibt es auch bei vorgehängten hinterlüfteten Fassaden und im zweischaligen Mauerwerk mit Luftspalt. Dämmdicken, die zu sehr effizienten Bauteilen führen würden, sind nur bei Umbau der Fassade möglich, da die üblicherweise vorhandenen Luftspalte von 4 oder 6 cm für eine Sanierung auf einen niedrigen U-Wert einfach nicht ausreichen. Für vorgehängte Fassaden kommt das einem Abbau und vollständigen Neuaufbau mit deutlich größeren Abständen zum Bestandsuntergrund gleich. Das ist meist unwirtschaftlich und in vielen Fällen auch technisch nicht unter Wiederverwendung der Bekleidung lösbar. Für das zweischalige Mauerwerk wäre theoretisch auch die vollständige Ausdämmung des Zwischenraums verbunden mit einem zusätzlichen WDVS auf der Vorsatzschale denkbar. Das führt jedoch zu einer kompletten Änderung des Erscheinungsbilds und bedeutet einen großen Aufwand für die Herstellung der beiden Dämmarbeiten. Der Einsatz eines WDVS ohne Füllung des Hohlraums scheidet wegen der Hinterlüftung und der im Spalt auftretenden Konvektion ohnehin aus.

Bei der Dämmung des Zwischenraums kommt erschwerend noch hinzu, dass zusätzlich zu den begrenzten Platzverhältnissen, die dafür zur Verfügung stehenden Dämmstoffe oft auch nicht die niedrigsten Bemessungswerte der Wärmeleitfähigkeit aufweisen. Typische Hohlraumdämmstoffe liegen zwischen 0,035 W/(m·K) und 0,045 W/(m·K). In einem 6 cm breiten Lufthohlraum ist damit höchstens ein zusätzlicher Wärmedurchlasswiderstand von 1,7 m²·K/W erreichbar. Bei einem Ausgangs-U-Wert von 0,9 W/(m²·K) wird damit bestenfalls ein Ziel U-Wert von 0,35 W/(m²·K) erreicht. Durch die Wärmebrückenwirkung der Verbindungsanker der Vorsatzschale mit der Tragschale dürfte der tatsächlich erreichbare U-Wert noch etwas darüber liegen. Der Anteil der zweischaligen Außenwände ist vor allem im Norden und Westen Deutschlands sehr hoch. Viele Mehrfamilienhaus-Wohngebäude aus den 60er und 70er Jahren haben großflächige, vorgehängte Fassaden, bspw. Waschbetonplatten. Zusammengenommen dürften sich diese Restriktionen deutlich auf den Sockelbedarf auswirken, bzw. das theoretische Einsparpotenzial deutlich mindern.

Dazu kommt noch der Themenbereich der Wärmebrücken an bestehenden Gebäuden, die im Rahmen von Sanierungen nur mit großen Planungs- und Ausführungsaufwand optimierbar sind. Im Gegensatz zu Neubauten, bei denen das wichtigste Prinzip der Wärmebrückenminimierung, die Durchgängigkeit der Dämmebene, gut umgesetzt werden kann, ist bei Bestandsgebäuden oft ein Einpacken von Anschlussbauteilen (z.B. an einbindenden oder auskragenden Bauteilen) oder die kleinteilige Einpassung von Leibungsdämmungen notwendig. Trotzdem sind die bei Neubauten gut erreichbaren Werte für Wärmebrückzuschläge ($\Delta U_{WB} < 0,02 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ bzw. $0,01 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ in Passivhäusern) für Bestandsgebäude nicht erreichbar. Damit tragen auch wärmebrückenoptimierte Sanierungen immer noch zur Erhöhung des Sockelbedarfs bei.

Statische Restriktionen ergeben sich vor allem bei der Sanierung von Dächern durch die oftmals geringe Tragfähigkeit von bestehenden Dachstuhl und Sparrendimensionen. Um den o.g. U-Wert von $0,08 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ für „bestmöglich gedämmte“ Dächer zu erreichen, sind bei einem Ausgangs-U-Wert des nicht sanierten Daches von $0,9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ je nach Bemessungswert der verwendeten Dämmstoffe Aufbauhöhen für die Aufsparrendämmung von 30 cm (PUR/PIR $0,027 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$) oder 46 cm (Mineralwolle / Holzfaser $0,040 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$) notwendig. Das entspricht einer zusätzlichen Dachlast von 46 kg pro Quadratmeter Dach (bei $100 \text{ kg}/\text{m}^3$ für Mineralwolle bzw. Holzfaser) bzw. $20 \text{ kg}/\text{m}^2$ (bei ca. $65 \text{ kg}/\text{m}^3$ für PUR/PIR). Bei solchen Lasten dürften die allermeisten Sparrendächer und Flachdächer in Deutschland in ihrer Tragreserve erschöpft sein. Zudem sind solche Dämmdicken unwirtschaftlich bzw. werden von den Herstellern gar nicht erst angeboten. Auch wenn bei der Kombination von Zwischensparrendämmung mit Aufsparrendämmung die Aufbauhöhe kleiner ausfallen kann, ändert sich beim zusätzlichen Gewicht auch durch die etwas leichtere Zwischensparrendämmung nur wenig.

Neben der fehlenden Wirtschaftlichkeit und der möglicherweise statisch kritischen Auflast, ist eine große Aufbauhöhe bei der Aufsparrendämmung oft aus konstruktiven Gründen (Nachbarbebauung z.B. Reihenhaus) oder auch aus dem Baurecht (Trauf- und Firsthöhen) beschränkt. Selbst ambitionierte Neubau-Konstruktionen reichen kaum an den o.g. Wert von $0,08 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ heran. Typische U-Werte aus Sanierungen liegen darüber und tragen damit ebenfalls zum Sockelbetrag bei.

Für die Planung der Luftdichtheit von Gebäuden gilt ein den Wärmebrücken vergleichbares Prinzip. Auch hier ist bei Neubauten die luftdichte Ebene gut durchgängig plan- und ausführbar, sind bei bestehenden Gebäuden im Nachhinein oft jedoch mit sehr großem handwerklichem Aufwand verbunden. Vor allem die bestehenden Bauteilanschlüsse bei Fenstern, Türen und Dachstuhl zur Außenwand sind hier nachträglich nur sehr schwierig so dicht zu bekommen wie es für ein sehr effizientes Gebäude und den Einsatz von kontrollierter Lüftung mit Wärmerückgewinnung notwendig ist. Eine größere Undichtigkeit ist immer mit erhöhten und unkontrollierten Wärmeverlusten durch Lüftung verbunden. Hier sind also ebenfalls Erhöhungen des rechnerischen Sockelbedarfs einzurechnen bzw. Abminderungen beim theoretischen Reduktionspotenzial.

Der Energiebedarf für Warmwasser wird in den gängigen Berechnungsmodellen meist über einen Ansatz pro Quadratmeter Wohnfläche berücksichtigt. Daher wird sich dieser auch nicht durch die Erhöhung der Gebäudeeffizienz verringern lassen. Zudem sind Effizienzgewinne bei der Warmwasserbereitung durch Verbesserungen bei der Anlagentechnik eher überschaubar.

Es verbleibt also, egal wie viel und wie gut gedämmt wird, für den Gebäudebestand und auch sogar für sehr effiziente Neubauten immer eine gewisse Menge Energie, die für die Beheizung und Warmwasserbereitung benötigt wird. Anhand des *Gebäudemodell Deutschland von FIW und ITG* wird der theoretisch erreichbare Sockelbetrag auf etwa 200 TWh für Bestandsgebäude abgeschätzt. Hierbei wurden sehr hohe Dämmstandards im gesamten Gebäudebestand durch Sanierung und hohe Neubaustandards erreicht. Eine weitere Reduktion dieses Sockels ist nur durch sehr große Anstrengungen und über einen langen Zeitraum möglich. Die hierbei erreichbare untere Grenze liegt laut (Jochum et al., 2015) mit den oben angegebenen „bestmöglichen“ theoretischen Bauteilwerten bei etwa 134 TWh. Ausgehend von dem theoretischen Sockelbetrag ergeben sich in dem Szenario des hier vorliegenden Gutachtens zur GSK realistisch erreichbare Werte mit deutlich höheren Sockelbeträgen, da einige Gebäude gar nicht dämmbar sind und sich die o.a. Restriktionen deutlich auswirken (vgl. Kapitel 4.4.1). Zudem steht der theoretische Wert am Ende einer längeren Zeit

andauernder Sanierungstätigkeiten. In der hier untersuchten Zeit bis 2045 sind diese in nicht ausreichendem Maße durchführbar, weshalb die Ergebnisse der Szenarien in den folgenden Abschnitten höhere Werte aufweisen. Gebäude werden, um den Ansprüchen der Nutzer z.B. im Hinblick auf die thermische Behaglichkeit zu genügen, auch in Zukunft eine nicht unerhebliche Menge Energie verbrauchen. Trotzdem ist die Verbesserung der Effizienz der Hüllen und Anlagen der richtige Weg, denn mit Effizienz kann der Energieverbrauch um einen guten Anteil reduziert und der Einsatz Erneuerbare Wärmeerzeuger ermöglicht werden.

4.3.4 Fachkräfte

In den kommenden Jahrzehnten wird der Arbeitsmarkt in Deutschland großen Veränderungen unterworfen sein. Vor allem aufgrund des demografischen Wandels werden in nahezu allen Branchen viele Arbeitskräfte in den Ruhestand gehen und nur teilweise durch nachrückende bzw. neu ausgebildete Fachkräfte ersetzt werden können. Schon heute sind aufgrund der hohen Nachfrage im Baubereich und im Handwerk lange Wartezeiten nicht mehr unüblich.

Auf die Energiewende im Gebäudebereich hat dies unmittelbaren Einfluss. Sowohl bei der Aufgabe, einige Millionen Wärmeerzeuger einzubauen und auszutauschen, als auch für die energetische Modernisierung des Gebäudebestands werden einige hunderttausend Fachkräfte benötigt, die absehbar ohne politische Maßnahmen nicht alle verfügbar sein werden.

Im Hauptszenario der vorliegenden Studie wird angenommen, dass die Fachkräftebedarfe alle gedeckt werden können und dass dem Zielpfad gefolgt werden kann. Um die Auswirkungen einer Abweichung davon aufgrund eines verstärkten Fachkräftemangels abschätzen zu können, wurden im Rahmen des Projekts konkrete Annahmen getroffen. Daraus resultierend wurden in einer Sensitivität des Hauptszenarios die Wirkungen untersucht. Näheres zu den Annahmen als auch die Ergebnisse sind in Kapitel 4.4.4 beschrieben. Ein genauerer Blick auf die Größe der Herausforderung Fachkräfte und Lösungsmöglichkeiten wird in Kapitel 6.6.1 geben.

Engpässe bei Materialien durch Rohstoffknappheit, angespannte Lieferketten oder niedrige Produktionskapazitäten sind nicht berücksichtigt, stellen aber ähnliche Herausforderungen dar. Die untenstehenden Ergebnisse lassen sich zu Teilen übertragen. Hieraus wird der Handlungsbedarf insbesondere auch aus Sicht der Industrie- und Rohstoffpolitik deutlich.

4.4 Szenario Ergebnisse

Die Berechnung eines Szenarios für den Gebäudesektor dient zur Konkretisierung des entworfenen Zielbildes. Mit dem Szenario kann aufgezeigt werden, wie ausgehend von heutigen Gebäudebestand ein klimaneutraler Gebäudebestand erreicht werden kann. Dabei werden technische und zeitliche Restriktionen berücksichtigt.

Aus dem Vergleich des Zielszenarios mit einem Weiter-wie-bisher-Szenario zeigt zudem den Handlungsbedarf auf, der für die Zielerreichung notwendig ist. Dies dient als Grundlage für die Ausgestaltung und Bewertung der Maßnahmenbündel, aber auch für die Berechnung der notwendigen zusätzlichen Investitionen und Fachkräfte.

4.4.1 Hauptszenario: Klimaneutraler Gebäudebestand

Flächenentwicklung

Der größte Teil des Energieverbrauchs im Gebäudesektor wird für die Erzeugung von Raumwärme aufgewendet. Die Höhe des Raumwärmeverbrauchs steht in engem Zusammenhang mit der beheizten Gebäudefläche. Bei den Wohngebäuden ist die Entwicklung der Gebäudefläche eng an diejenige der Bevölkerung geknüpft, da in der Regel jeder Haushalt eine Wohnung belegt. Die Zahl der Haushalte ist dadurch ein wichtiger Treiber für die Entwicklung der Gesamtwohnfläche. Die unterstellten Bevölkerungs- und Haushaltsentwicklungen sind im Kapitel zu den Rahmendaten beschrieben (Kapitel 4.1.2). Die Zahl der privaten Haushalte übersteigt im Jahr 2045 mit 42,2 Mio. den Wert des Jahres 2020 um 0,6 Mio. (+1,4 %).

Die Entwicklung der Wohnfläche hängt nicht nur von der Zahl der Wohnungen, sondern auch deren Größe ab. Die mittlere Wohnungsgröße verändert sich im Zeitverlauf aufgrund von Gebäudezugängen (Neubau) und Abgängen (Abriss) sowie strukturellen Verschiebungen zwischen Ein- und Zweifamilienhäusern (EZFH) sowie Mehrfamilienhäusern (MFH). Im Szenario KNG wird von einer leicht ansteigenden jährlichen Abrissrate ausgegangen, diese steigt bei EZFH von rund aktuell rund 0,1 % auf 0,2 % in 2050, bei den MFH auf 0,25 %. In den Jahren bis 2025 verbleibt die Zahl der neu gebauten Wohnungen in etwa auf dem Niveau der letzten Jahre (250-300 Tsd/Jahr). Aufgrund der stagnierenden Zahl an Haushalten, ist der Wohnungsneubau in den Jahren nach 2025 rückläufig. Ergänzend zum Neubau von Wohnungen können auch bestehende Wohnungen vergrößert oder große Wohnungen in mehrere kleine Wohnungen geteilt werden. Die Leerstandsquote steigt im Szenario KNG an von 2,8 % im Jahr 2020 auf 5 % im Jahr 2050⁷. Im Jahr 2010 entfielen rund 60 % der neugebauten Wohnungen auf EZFH. Im Jahr 2020 lag dieser Anteil bei noch 40 %. Im Szenario wird dieser Trend fortgeschrieben, der Anteil der EZFH an den Neubauten sinkt auf noch 20 % im Jahr 2050. Die Fläche der neugebauten EZFH wies in den vergangenen 20 Jahren eine steigende Tendenz auf. Aufgrund des unterstellten Suffizienz-Kriteriums setzt sich dieser Trend im Szenario nicht fort. Unterstellt wird eine leichte Reduktion der spez. Wohnfläche, im Mittel der Jahre liegt diese im Szenariozeitraum bei rund 145 m² je Wohnung. Die Neubaufäche in MFH wies in den vergangenen Jahren hingegen eine sinkende Tendenz auf, diese wird im Szenario fortgeschrieben. Im Mittel der Jahre 2020 bis 2050 wird eine Fläche von rund 75 m² unterstellt.

Die aus diesen Annahmen resultierende Gesamtwohnfläche steigt von 3.852 Millionen m² im Jahr 2020 auf 4.004 Millionen m² im Jahr 2030 (Abbildung 15). Nach 2030 bis 2050 verbleibt die Fläche in etwa bei 4.000 Millionen m² im Jahr 2050, was auch auf die unterstellten Suffizienzmaßnahmen zurückzuführen ist (vgl. Fußnote in Kapitel 4.1.2 zur mittleren Haushaltsgröße). Die Pro-Kopf-Wohnfläche steigt im Szenario von 45 m² im Jahr 2020 auf 46 m² im Jahr 2030 und verbleibt in den Folgejahren auf diesem Niveau.

⁷ Würde im Szenario eine höhere Leerstandsquote und/oder eine höhere Abrissrate unterstellt, würde sich eine höhere Neubaumenge einstellen. Dadurch würde jedoch der Materialeinsatz für Neubauten ansteigen und die Wohnfläche insgesamt zunehmen.

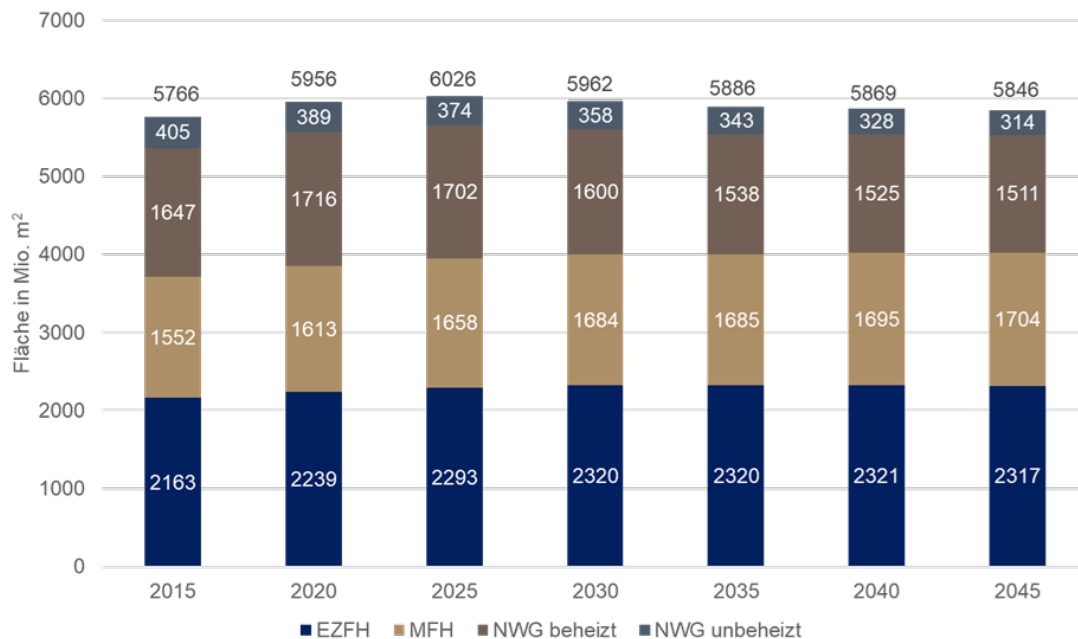


Abbildung 15: Entwicklung der Flächen nach Gebäudetypen, Fläche der Nichtwohngebäude unterteilt nach beheizt und unbeheizt, in Mio. m²

Die Gebäudeflächen der Nichtwohngebäude (NWG) des GHD-Sektors werden in der Modellierung anhand der Zahl der Erwerbstätigen nach Branchen sowie der branchenspezifischen Fläche je Erwerbstätigen hergeleitet. Die Zahl der Erwerbstätigen geht mittel- und längerfristig deutlich zurück (Kapitel 4.1.2). Ursachen sind die rückläufige Bevölkerung und der abnehmende Anteil der Bevölkerung im Erwerbsalter (dies aufgrund der älter werdenden Bevölkerung). Die Gesamtfläche der NWG im GHD-Sektor nimmt ab von 2.105 Millionen. m² im Jahr 2020 über 1.958 Millionen m² im Jahr 2030 auf 1.825 Millionen m² im Jahr 2045. Dies entspricht einem Rückgang um 13 %. Die mittlere Fläche je Erwerbstätigen beträgt im Szenarienzeitraum rund 59 m², im Szenarienzeitraum zeigt sich keine wesentliche Veränderung. Annähernd 20 % dieser Fläche werden nicht beheizt, dieser Teil der Fläche hat keinen Einfluss auf den Raumwärmebedarf.

Die Fläche der NWG des Industriesektors sowie der Landwirtschaft werden im Rahmen dieser Arbeit nicht betrachtet. Der mit diesen Flächen verbundene Energieverbrauch (und die THG-Emissionen) werden im KSG nicht im Gebäudesektor, sondern in der Industrie, respektive im Sektor Landwirtschaft bilanziert.

Die Gesamtfläche des Gebäudesektors verändert sich im Zeitraum 2020 bis 2045 nicht wesentlich (-2 %). Der Rückgang der Fläche in NWG (-280 Millionen m²) wird durch den Anstieg in den Wohngebäuden (+170 Millionen m²) weitgehend ausgeglichen.

Effizienz-Vorgaben

Energetische Sanierungen der Gebäudehülle sind eine zentrale Effizienzmaßnahme zur Reduktion des Raumwärmebedarfs und der damit verbundenen THG-Emissionen. Aus diesem Grund nimmt die Reduktion der Wärmenachfrage in Gebäude eine zentrale Stelle im Zielbild ein (Kapitel 3.2). Dabei

spielen sowohl die Sanierungsrate, als Maß für die Häufigkeit getätigter Sanierungsmaßnahmen, als auch die Qualität bzw. Sanierungstiefe der durchgeführten Sanierungsmaßnahmen eine Rolle. Zur Erreichung des Zielbilds werden im Szenario KNG sowohl die Sanierungsrate deutlich erhöht, als auch die Qualität der durchgeführten Sanierungen gesteigert.

Bei energetischen Sanierungen wird unterschieden zwischen Teilsanierungen (Modernisierung einzelner Bauteile) und Gesamt- bzw. Vollsanierungen, bei denen alle relevanten Bauteile modernisiert werden (Außenhülle, Dach, Boden, Fenster). Bei der Modellierung werden zur Vereinfachung Teilsanierungen zu Vollsanierungen zusammengefasst und in Vollsanierungsäquivalenten ausgedrückt. Die im Folgenden genannten Sanierungsraten beziehen sich auf Vollsanierungsäquivalente. Sie berechnen sich aus der im Jahr i sanierten Gebäudefläche im Verhältnis zur Gesamtfläche im Jahr i .

Gemäß der Studie Datenerhebung Gebäudebestand 2016 des IWU zur Sanierungstätigkeit wurden bei den EZFH im Zeitraum 2010 bis 2016 jährlich rund 1,4 % der Altbauten energetisch saniert, bei den MFH rund 1,6 % (IWU 2018). Umgerechnet auf den gesamten Gebäudebestand ergibt sich für diesen Zeitraum eine Sanierungsrate von rund 1,1-1,2 %. Die IWU-Studie zeigt bei den einzelnen Bauteilen deutliche Unterschiede. Hoch waren im Altbau die Modernisierungsraten bei den Bauteilen Fenster und Dach/Obergeschoss, mit jährlichen Modernisierungsraten zwischen 2-2,5 %. Bei den Bauteilen Fassade und Böden lag die Rate bei rund 1 % oder geringer.

Im Szenario KNG wird die Sanierungsaktivität deutlich angehoben. Die jährlichen Sanierungsraten steigen bei Wohngebäuden über rund 1,7 % im Jahr 2030 auf gegen 1,9 % im Jahr 2040 (jeweils bezogen auf den Gesamtwohnungsbestand). Nach 2040 wird die Rate wieder leicht rückläufig (Abbildung 16). Ursächlich hierfür ist das Bauteil Fenster: Aufgrund der hohen Modernisierungsrate in den vergangenen Jahren, die im Szenarienzeitraum weiter ansteigt, sind bis etwa 2040 alle Fenster modernisiert oder es wurden in Neubauten bereits hocheffiziente Fenster eingebaut. Eine weitergehende Modernisierung würde nur geringen Zusatznutzen leisten, insbesondere bei effizienten Gebäuden mit klimaneutraler Wärmeversorgung. Bei den NWG steigt die Sanierungsrate im Szenario KNG auf rund 1,7-1,8 %.

Mit der Zunahme der Sanierungsrate geht eine Zunahme der jährlich energetisch sanierten Fläche einher. Bei den Wohngebäuden erhöht sich die zwischen 2020 und 2045 um rund 60 % auf rund 70 Mio. m²/Jahr. Bei den NWG werden im Szenarienzeitraum rund 30 Mio. m²/Jahr energetisch saniert.

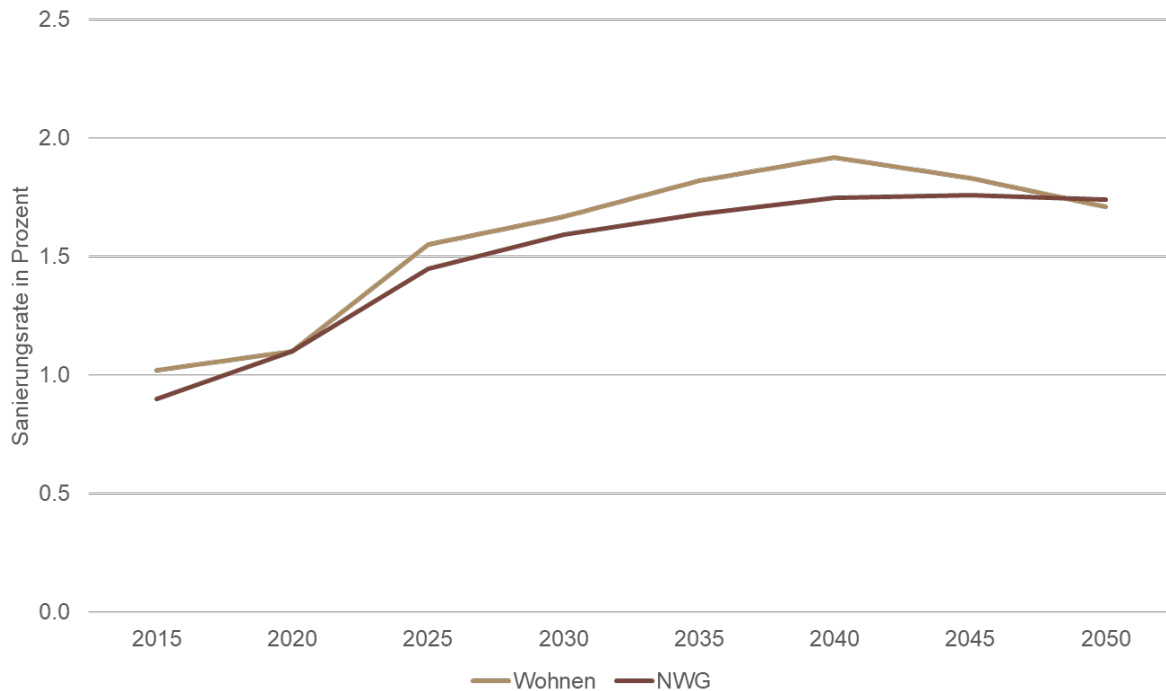


Abbildung 16: Entwicklung der Sanierungsrate für Wohn- und Nichtwohngebäude im Szenario KNG

Bei einer energetischen Sanierung gilt: je geringer der Energieverbrauch nach einer Sanierung ausfällt, desto höher ist die Sanierungstiefe der ausgeführten Sanierungsmaßnahmen. Aktuell liegt der mittlere flächenspezifische Heizwärmebedarf (Nutzenergie) nach Gesamtsanierungen bei EZFH bei schätzungsweise 75 kWh/m² Wohnfläche, bei MFH bei rund 60 kWh/m². Im Szenario KNG soll die Sanierungstiefe bereits ab 2025 dem Effizienzhaus-Standard 70 entsprechen, ab 2040 dem Effizienzhaus-Standard 55. Bei den EZFH entspricht dies einer Reduktion des spez. Heizwärmebedarfs auf unter 60 kWh/m² in 2025 und auf unter 50 kWh/m² im Jahr 2040. Bei den MFH liegt im Szenario der spez. Heizwärmebedarf ab 2025 bei rund 45 kWh/m² und ab 2040 bei rund 35 kWh/m² (Tabelle 8). Dabei beziehen sich die spezifischen Verbrauchswerte jeweils auf die Nutzenergie für Raumwärme, ohne das Warmwasser.

Mehrfachsaniierungen der einzelnen Bauteile sind für die Zielerreichung unter diesen Vorgaben nicht notwendig. Die in den Sanierungen der Jahre 2020 bis 2045 unterstellten Sanierungsstandards sind zielkompatibel: Wird eine Gebäude (oder ein Bauteil) im jeweiligen Jahr nach den in Tabelle 8 beschriebenen Standards saniert, entspricht das Gebäude (oder das Bauteil) langfristig dem angestrebten Zielbild. Eine nochmalige energetische Sanierung (Zweitsanierung) ist nicht notwendig. Abgeleitet gilt dies für den Ersatz einzelner Bauteile im Rahmen von Teilsanierungen, sofern diese einen zu im Rahmen Vollsanierungen erreichten Bauteil-Effizienzstandard erreichen.

Neubauten werden im Szenario KNG im Zeitverlauf ebenfalls effizienter (Tabelle 8). Ab dem Jahr 2023 sollen die Neubauten dem Effizienzhaus-Standard 55 entsprechen, ab 2025 den Effizienzhaus-Standard 40. Nach 2025 nimmt der mittlere Verbrauch neugebauter Gebäude geringfügig weiter ab.

Tabelle 8: Spezifische Verbrauchswerte für Neubauten und sanierte Wohngebäude (Vollsanierungen), in kWh/m² Wohnfläche, Nutzenergieverbrauch für Raumwärme, ohne Warmwasser

	2010	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Neubau							
EZFH	65	40	25	23	23	23	22
MFH	45	35	20	20	19	19	19
Vollsanierungen							
EZFH	90	73	58	55	51	48	43
MFH	67	60	44	41	38	35	30

Quelle: eigene Berechnung

Auch die Wärmeerzeuger, die Wärmeverteilung, Haustechnikanlagen, die Beleuchtung und Elektrogeräte werden im Szenario KNG energieeffizienter. Die unterstellte Entwicklung des Nutzungsgrads von Wärmeerzeugern ist in Tabelle 9 beschrieben. Die Angaben beziehen sich auf im jeweiligen Jahr neu in Bestandsgebäude eingebaute Anlagen. Beim Einbau in neue Gebäude sind die Nutzungsgrade meist leicht höher, aufgrund der geringeren Verluste bei der Wärmeverteilung. Für die Wärmepumpen sind beide Fälle angegeben: der Einbau in Bestandsgebäude und der Einbau in Neubauten. Dabei Neubauten können die Anlagen mit tiefen Vorlauftemperaturen betrieben werden, dadurch liegt der erreichte Nutzungsgrad deutlich über dem Mittel der Bestandsgebäude. Sowohl im Bestand als auch beim Neubau steigen die Effizienzen der Wärmepumpen bis zum Jahr 2045 deutlich an. Bei den übrigen Wärmeerzeugern werden nur noch geringe Fortschritte erzielt.

Tabelle 9: Nutzungsgrad von Wärmeerzeugern beim Einbau in Bestandsgebäude, in Prozent bezogen auf die Erzeugung von Raumwärme

	2010	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Heizöl	88%	90%	90%	91%	92%	92%	93%
Erdgas	93%	93%	94%	-	-	-	-
Biomasse	82%	84%	85%	-	-	-	-
Wärmepumpen - Neubau	318%	345%	386%	426%	447%	468%	493%
Wärmepumpen - Bestand	255%	265%	282%	299%	314%	329%	344%
Fernwärme	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%

Wärmepumpen: gemittelt über Luft- und Sole-Wärmepumpen.

Fernwärme: ohne Umwandlungsverluste bei der Wärmeerzeugung und Transport zum Gebäude

Quelle: eigene Berechnung

Absatzstruktur

Eine weitere wichtige Maßnahme zur Erreichung der THG-Ziele ist im Szenario KNG die tiefgreifende Umstellung der Wärmeversorgung. Für die Erreichung des Klimaneutralen Gebäudebestands sollen

Wärmepumpen zum zentralen Wärmeerzeuger werden (Kapitel 3.3) und auch die Wärmenetze eine hohe Bedeutung erlangen, insbesondere im städtischen Raum (Kapitel 3.4). Parallel zu dieser Entwicklung ist ein Rückgang und nach 2030 ein Ausstieg aus der fossilen Wärmeerzeugung notwendig (Kapitel 3.6). Aufgrund der sehr begrenzten Biomassepotenziale und der Priorisierung in anderen Sektoren, muss auch der Einsatz von Biomassekesseln und Kaminöfen deutlich zurückgehen (Kapitel 3.5). Potenzialrestriktionen liegen im Gebäudesektor auch beim Einsatz von Wasserstoff und synthetischem Methan (PtG) vor (s. Kapitel 4.3.2).

Aufgrund dieser strategischen Vorgaben und der notwendigen Reduktion der THG-Emissionen bereits bis zum Jahr 2030 ergibt sich eine schnelle und starke Veränderung der Absatzstruktur. Der Anteil von Gas- und Heizölheizungen an den in Wohngebäuden eingebauten Wärmeerzeugern (inkl. Fernwärme) lag im Jahr 2020 noch bei rund 70 %. Dieser Anteil verringert sich im Szenario KNG bis 2025 auf noch rund 5 % und nimmt dann weiter ab (Abbildung 17). Eingebaut werden ab 2025 fast ausschließlich Wärmepumpen und Fernwärmeanschlüsse.

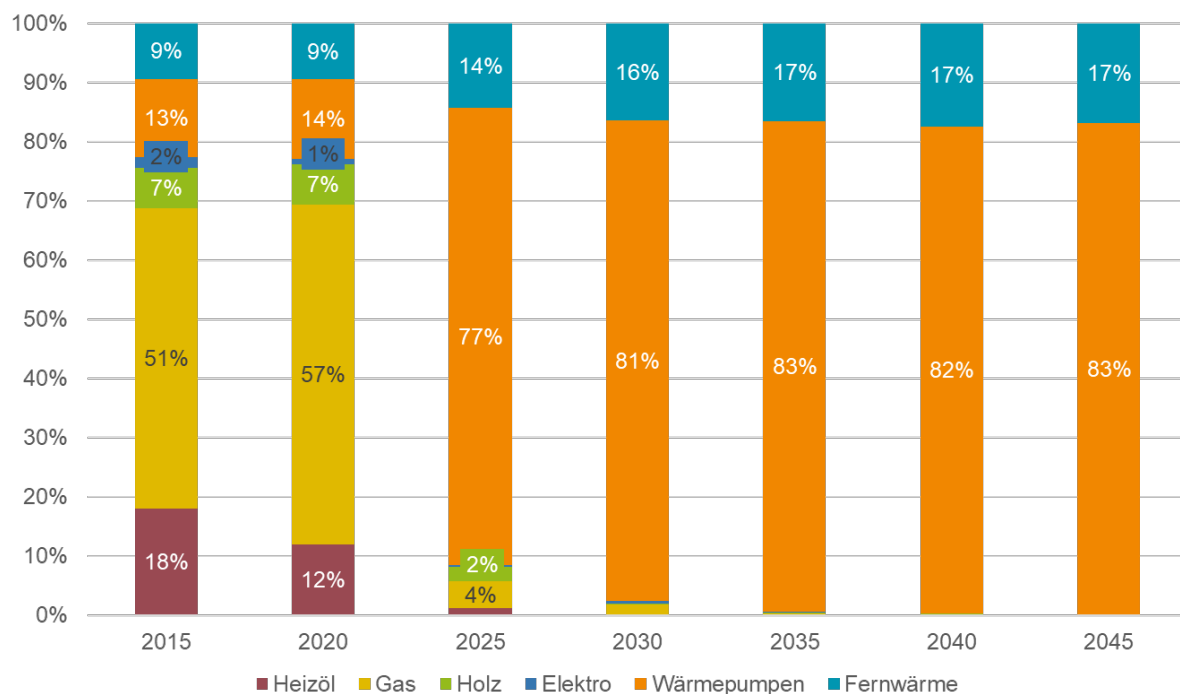


Abbildung 17: Absatzstruktur der neueingebauten Wärmeerzeuger, summiert für Neubau und Ersatz im Bestand, sowie für EZFH und MFH

Bei den eingebauten Wärmepumpen handelt es sich mehrheitlich um Luftwärmepumpen. Bei den EZFH steigt der Anteil der Luft-Wärmepumpen im Szenario KNG von rund 75 % langfristig auf rund 85 %, bei den MFH steigt der Anteil von rund 55 % auf 65 %. Wasser-Wärmepumpen wurden nicht explizit berücksichtigt, es wird davon ausgegangen, dass die Anteile dieser Technologie gering bleiben. Nicht abgebildet in der Modellierung des Gebäudesektors ist die Erzeugung der Fernwärme und die dazu eingesetzten Groß-Wärmepumpen. Hier dürften der Einsatz Wasser-Wärmepumpen verbreitet sein, die Grundwasser oder auch Wasser aus Flüssen oder Seen nutzen.

Ergebnisse Gebäudestruktur

Die Entwicklung der Gebäudeflächen nach Neubau, saniert und unsaniert im Szenario KNG ist in Abbildung 18 beschrieben. Dabei ist zu berücksichtigen, dass bei der Modellierung (und bei der Darstellung) Teilsanierungen als Vereinfachung zu Vollsanierungen zusammengefasst werden. Als Startzeitpunkt für die Betrachtung wurde das Jahr 2000 gewählt. Neubauten ab 2000 entsprechen näherungsweise einem Baustandard nach EnEV 2002 oder besser.

Aufgrund der abnehmenden Neubauaktivität nach 2030 wächst die Fläche des Neubaus ab dann nur noch langsam an. Von der Gesamtgebäudefläche entfallen im Jahr 2045 rund 25 % auf die Kategorie Neubau (Baujahr 2000 oder jünger). Aufgrund energetischer Sanierungen verringert sich der unsanierte Anteil der Gebäudefläche, während der sanierte Anteil zunimmt. Bis zum Jahr 2045 steigt der Anteil der seit 2000 sanierten Fläche auf 55 %. Die restlichen rund 20 % wurden entweder vor dem Jahr 2000 saniert oder bleiben bis 2045 unsaniert. Dabei handelt es sich wie oben beschrieben um Vollsanierungsäquivalente. In der Realität wären demnach nicht 20 % der Gebäudeflächen vollständig unsaniert, sondern es handelt sich dabei um die aggregierten, im Rahmen von Teilsanierungen nicht modernisierten Gebäude- bzw. Bauteilflächen. Nach 2045 werden weitere energetische Modernisierungen durchgeführt und der Anteil der unsanierten Flächen nimmt weiter ab. Entsprechend nimmt auch der Energieverbrauch nach 2045 weiter ab.

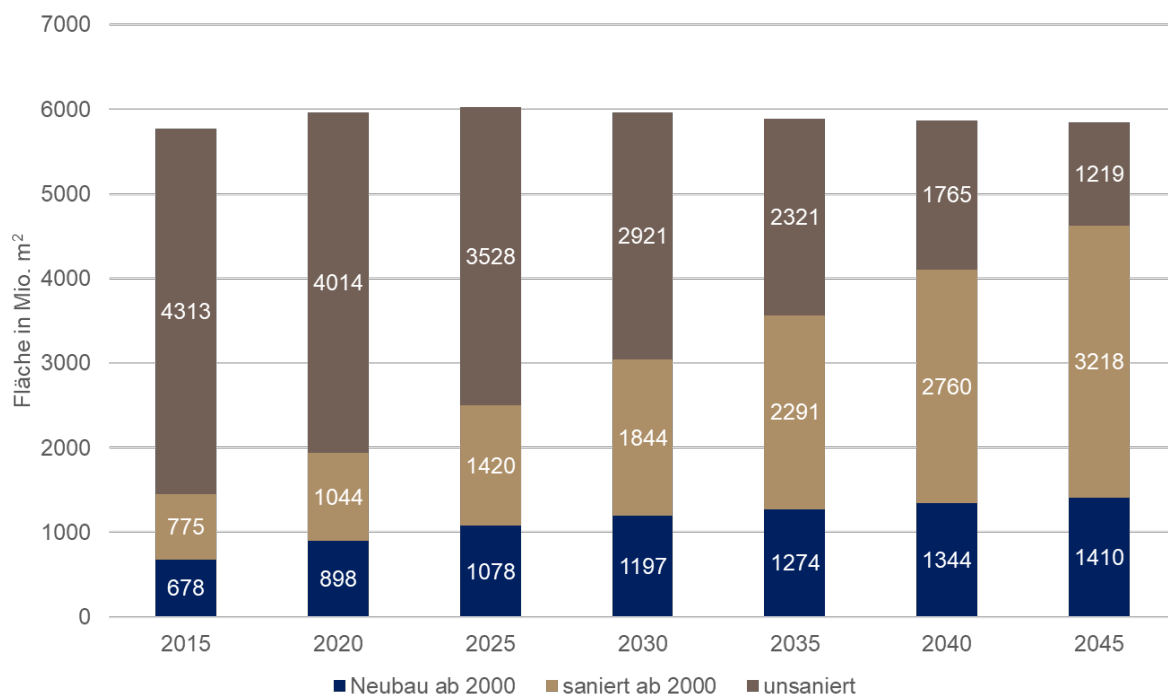


Abbildung 18: Gebäudeflächen nach Neubau, saniert und unsaniert, bezogen auf das Jahr 2000, in Mio. m²

Bei der Modellierung des Szenario KNG wird von einer mittleren Lebensdauer der Wärmeezeuger von 25 Jahren ausgegangen. Dadurch werden rechnerisch jährlich rund 3 – 4 % der Wärmeezeuger ausgetauscht. Die neu abgesetzten Wärmeezeuger diffundieren in den Anlagenbestand und verändern die Bestandsstruktur. Durch die hohen Anteile der Wärmepumpen und Fernwärme bei den Anlagenabsätzen (Abbildung 17) steigt der Anteil dieser Wärmeezeuger an der Beheizungsstruktur

des Gebäudebestands im Zeitverlauf an. In den nachfolgenden Abbildungen ist die Entwicklung der Beheizungsstruktur (die Aufteilung der Gebäudeflächen nach Wärmeerzeugern) für die Gebäudetypen EZFH (Abbildung 19), MFH (Abbildung 20) und NWG (Abbildung 21) dargestellt.

Der Anteil der mit Wärmepumpen beheizten Fläche steigt bei den EZFH von rund 7,5 % im Jahr 2020 über 36 % im Jahr 2030 auf rund 85 % im Jahr 2045. Knapp 10 % der Wohnfläche entfallen im Jahr 2045 auf die Fernwärme. Da die Anteile der Biomasse, Öl- und Gasheizungen an den Absätzen stark zurückgehen und nach 2030 kaum mehr neue eingebaut werden, gehen die Anteile dieser Wärmeerzeuger im Szenarienzeitraum deutlich zurück. Der Anteil der Gasheizungen verringert sich von 52 % im Jahr 2020 über 36 % im Jahr 2030 auf einen Restbestand von 1 % im Jahr 2045.

Wärmenetze sind besonders geeignet in dicht bebauten Gebieten und deshalb primär relevant für MFH und NWG, entsprechend steigt der Anteil der Fernwärme bei den MFH und NWG stärker als bei den EZFH. Der mit Wärmenetzen beheizte Anteil der Wohnfläche in MFH steigt bis zum Jahr 2045 auf über 45 %. Aber auch bei den MFH werden die Wärmepumpen zum wichtigsten Wärmeerzeuger, der Anteil steigt von 2 % im Jahr 2020 auf rund 50 % im Jahr 2045. Die Entwicklung der Beheizungsstruktur der NWG ist vergleichbar mit derjenigen der großen Wohngebäude (MFH). Bis zum Jahr 2045 steigt der Anteil der mit Fernwärme beheizte Gebäudefläche auf 48 %, weitere 42 % entfallen auf Wärmepumpen.

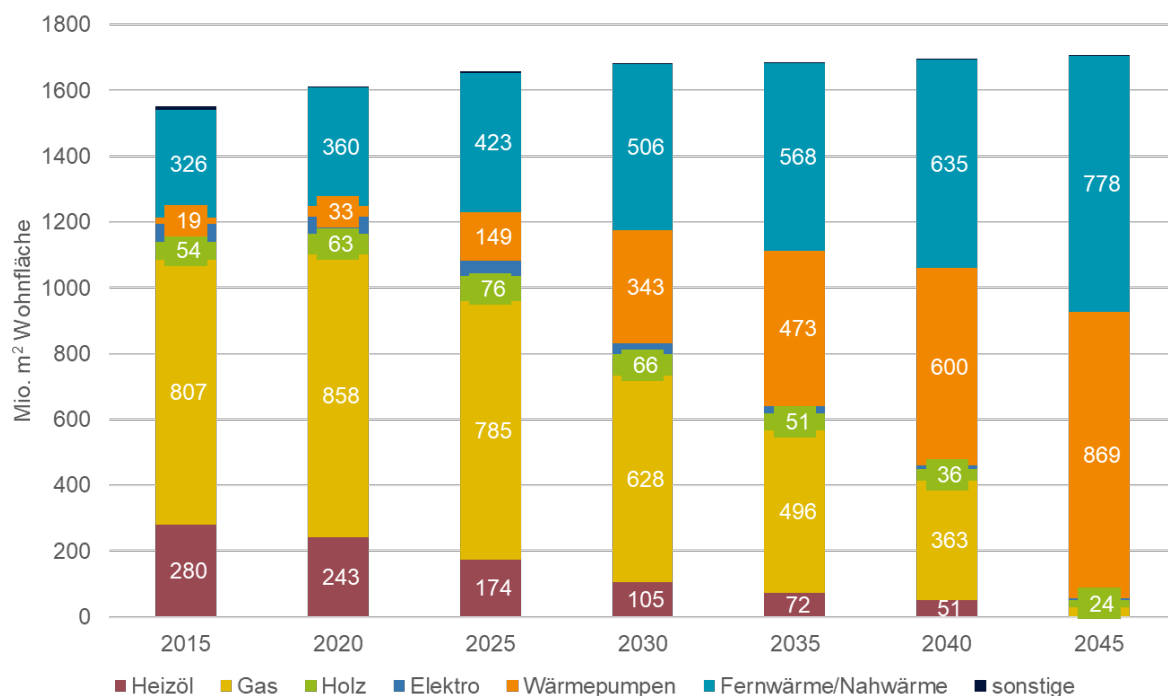


Abbildung 19: Beheizungsstruktur nach installierten Wärmeerzeugern in Ein- und Zweifamilienhäusern, aufgeschlüsselt nach Wohnfläche in Mio. m²

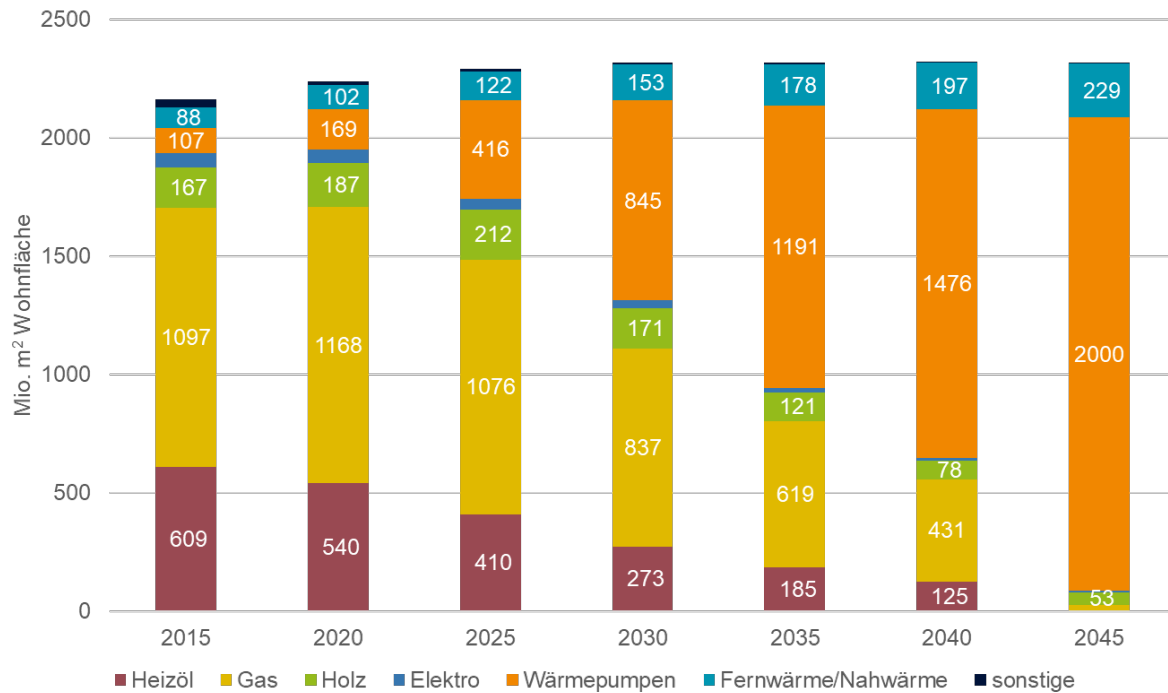


Abbildung 20: Beheizungsstruktur nach installierten Wärmeerzeugern in Mehrfamilienhäusern, aufgeschlüsselt nach Wohnfläche in Mio. m²

Aufgrund des begrenzten Biomassepotenzials und der zunehmenden Verlagerung der Biomasseverwendung in den Industriesektor, ist bei allen Gebäudetypen der Anteil von fester Biomasse (Holz) rückläufig und liegt 2045 bei noch rund 2 %. Deutlich rückläufig ist auch der Anteil der konventionellen Elektroheizungen. Die wenigen im Jahr 2045 verbleibenden Restbestände an Gasheizungen werden im Szenario KNG mit Biomethan betrieben. Solarthermische Anlagen unterstützen die Erzeugung von Raumwärme. Der erzeugte Anteil steigt im Szenario KNG an, bleibt aber auch langfristig unter 5 % (Kapitel 3.7).

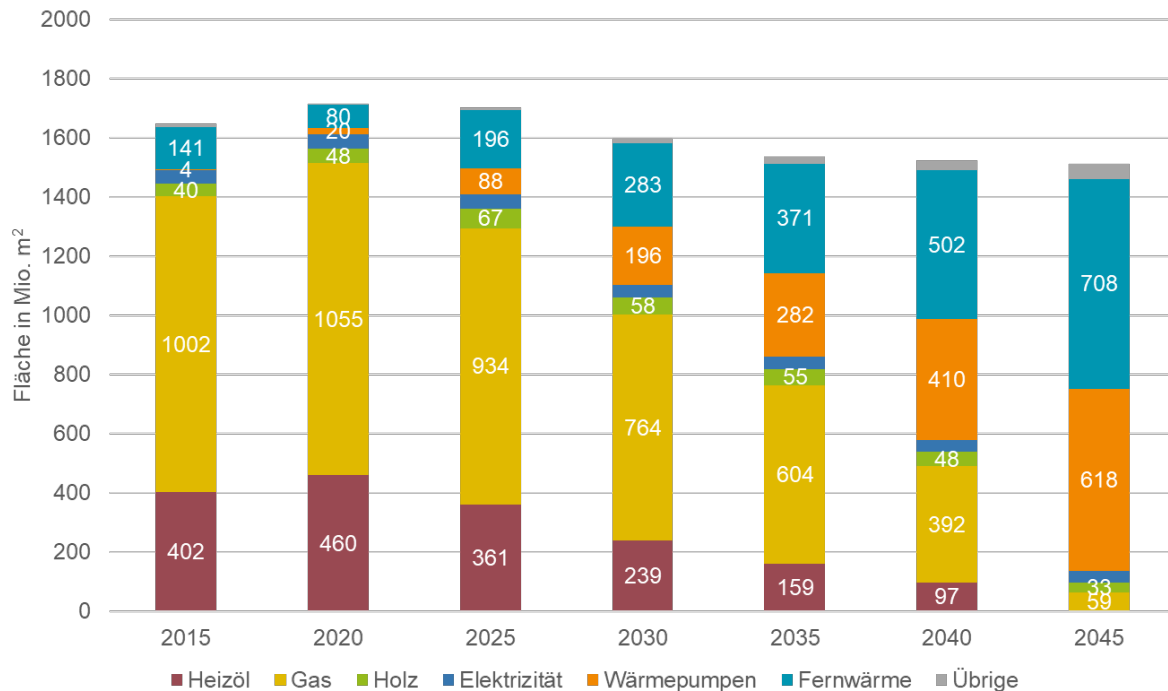


Abbildung 21: Beheizungsstruktur nach installierten Wärmeerzeugern in Nichtwohngebäuden, aufgeschlüsselt nach Wohnfläche in Mio. m²

Bis zum Jahr 2045 steigen die Anteile der Wärmepumpen und Fernwärme an der beheizten Gebäudefläche stark an. Damit verbunden ist eine Zunahme der installierten Wärmepumpen. Die Zahl der betriebenen Wärmepumpen erhöht sich von rund 1 Mio. Anlagen im Jahr 2020 über rund 6,5 Mio. Anlagen im Jahr 2030 auf mehr als 16 Mio. im Jahr 2045. Damit verbunden sind stark ansteigende jährliche Einbaumengen (Abbildung 22). Im Jahr 2021 wurden rund 150 Tsd. Wärmepumpen eingebaut (BDH, 2022). Im Szenario KNG erhöht sich die Zahl ab dem Jahr 2024 auf 600 – 700 Tsd. Anlagen. Dies entspricht etwa dem Niveau der im Jahr 2021 verkauften Gasheizungen. Da der Einbau einer Wärmepumpe aufwändiger ist als der Einbau einer Gasheizung, steigt die nachgefragte Arbeitsleistung an (Kapitel 6.6.1). Die eingebauten Wärmepumpen werden im Zeitverlauf aufgrund von technischen Weiterentwicklungen und Optimierungen zusehends effizienter (Tabelle 9). Die mittlere Jahresarbeitszahl (JAZ) im Segment Wohngebäude steigt von rund 3,1 im Jahr 2020 über 3,4 im Jahr auf rund 3,6 im Jahr 2045. Bei Neubauten sind dann die JAZ deutlich höher (Tabelle 9). Ein zunehmender Anteil der elektrischen Wärmepumpen wird flexibel gesteuert und der Betrieb dem Angebot an fluktuierender Stromerzeugung aus Wind und PV angepasst. Als Speicher dienen dabei einerseits Wasserspeicher wie z. B. Pufferspeicher, andererseits wird auch die Masse der Gebäudehüllen als thermischer Speicher genutzt. Diese Speicher dienen nur dem kurzzeitigen Ausgleich. Aufgrund der hohen Anzahl an Wärmepumpenanlagen ergibt sich dennoch ein erhebliches Lastverschiebungspotenzial (vgl. dazu auch Kapitel 6.2).

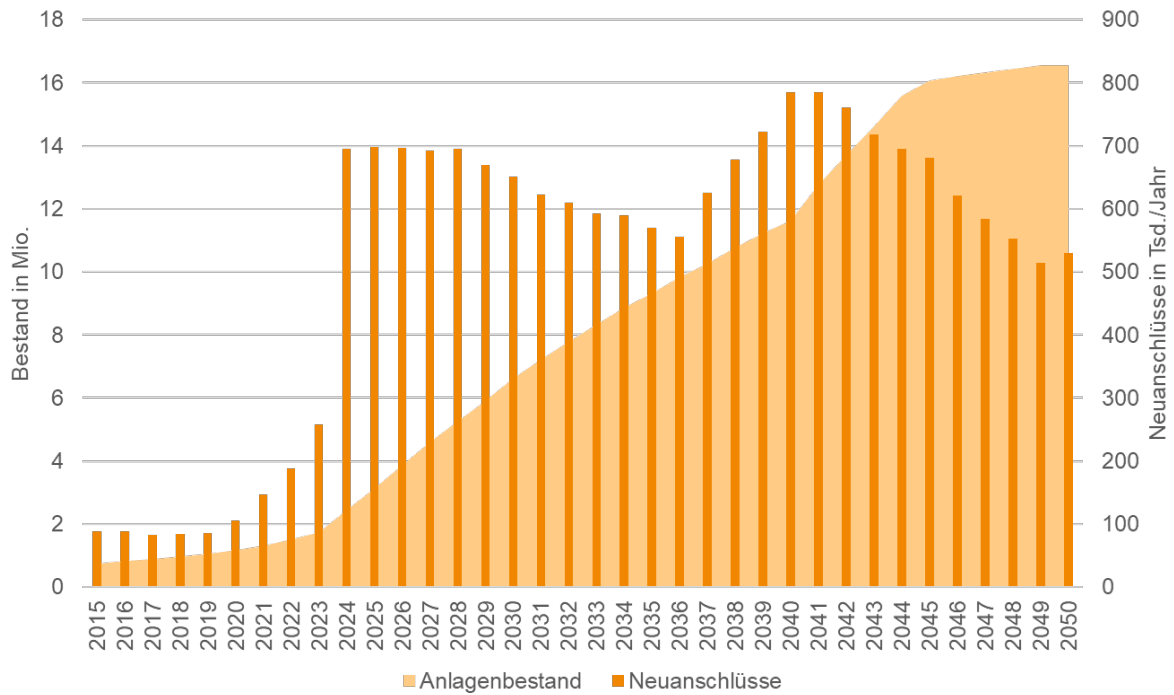


Abbildung 22: Neuanschlüsse und Bestand an Wärmepumpen; Neuanschlüsse beinhalten auch den Ersatz bestehender Anlagen

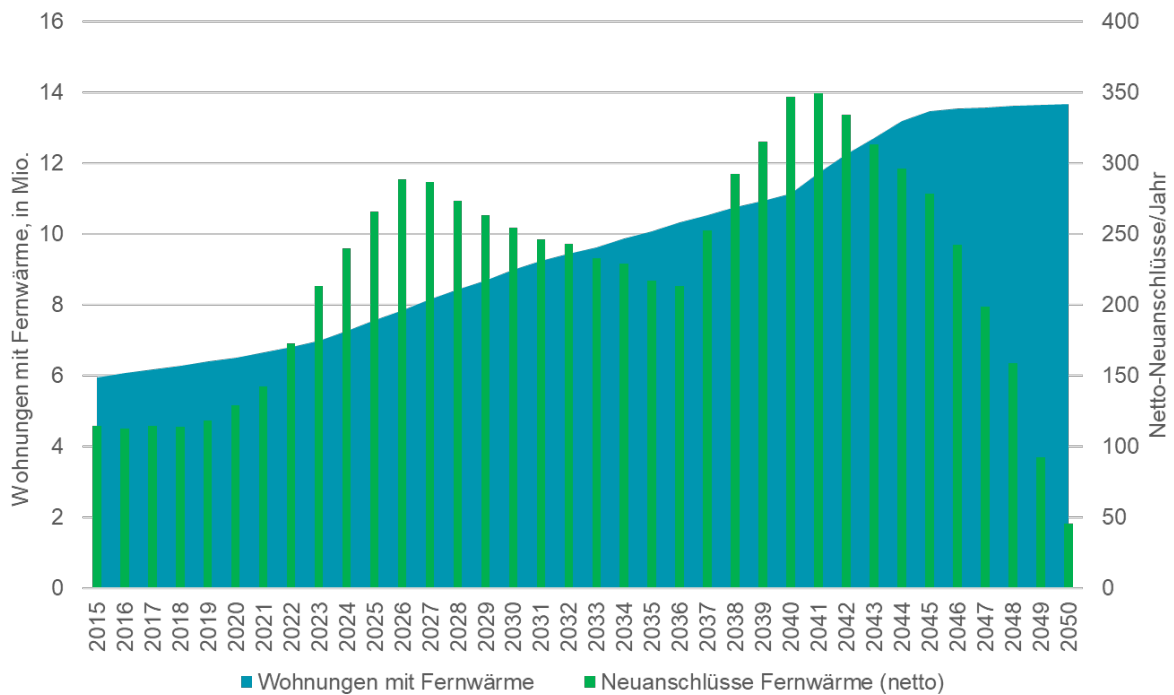


Abbildung 23: Zubau und Bestand von Fernwärmeanschlüssen in Wohngebäuden

Die Zahl der ans Fernwärmenetz angeschlossenen Wohnungen erhöht sich im Szenario von 6,5 Mio. im Jahr 2020 auf 13,5 Mio. Wohnungen im Jahr 2045 (2030: 9 Mio. Wohnungen). Die Zahl der jährlichen Netto-Neuanschlüsse erhöht sich von rund 120 Tsd. im Jahr 2020 auf durchschnittlich rund 250 Tsd. (Abbildung 23). Dies entspricht in etwa einer Verdoppelung des aktuellen Ausbautempos.

Sowohl die Zahl der installierten Wärmepumpen als auch der ans Fernwärmenetz angeschlossenen Wohnungen liegt am oberen Rand oder leicht höher als die vorab festgelegten Zielmengen (vgl. Kapitel 4.2 zur Quantifizierung des Zielbilds). Dies hängt mit dem sehr begrenzten Angebot an Biomasse sowie dem Verzicht auf die Option PtX zusammen. Dadurch bleiben die Wärmepumpen und die Fernwärme die einzigen verfügbaren Optionen für den Ersatz der fossilen Erzeugung, der für die Zielerreichung zwingend notwendig ist.

Ergebnisse Energieverbrauch

Der Endenergieverbrauch des Gebäudesektors verringert sich im Szenario KNG bis zum Jahr 2045 gegenüber 2020 um 32 % auf 662 TWh (Abbildung 24). Ursachen für den Rückgang sind hauptsächlich die effizienteren Gebäude, Wärmeerzeuger, Anlagen und Elektrogeräte. Im Sektor GHD spielen auch rückläufige Zahl an Erwerbstätigen und die damit verbundene Abnahme der Gebäudefläche eine Rolle. Der Raumwärmeverbrauch wird zudem durch die Klimaerwärmung beeinflusst, dass wärmer werdende Klima verringert den Bedarf nach Raumwärme (Tabelle 6).

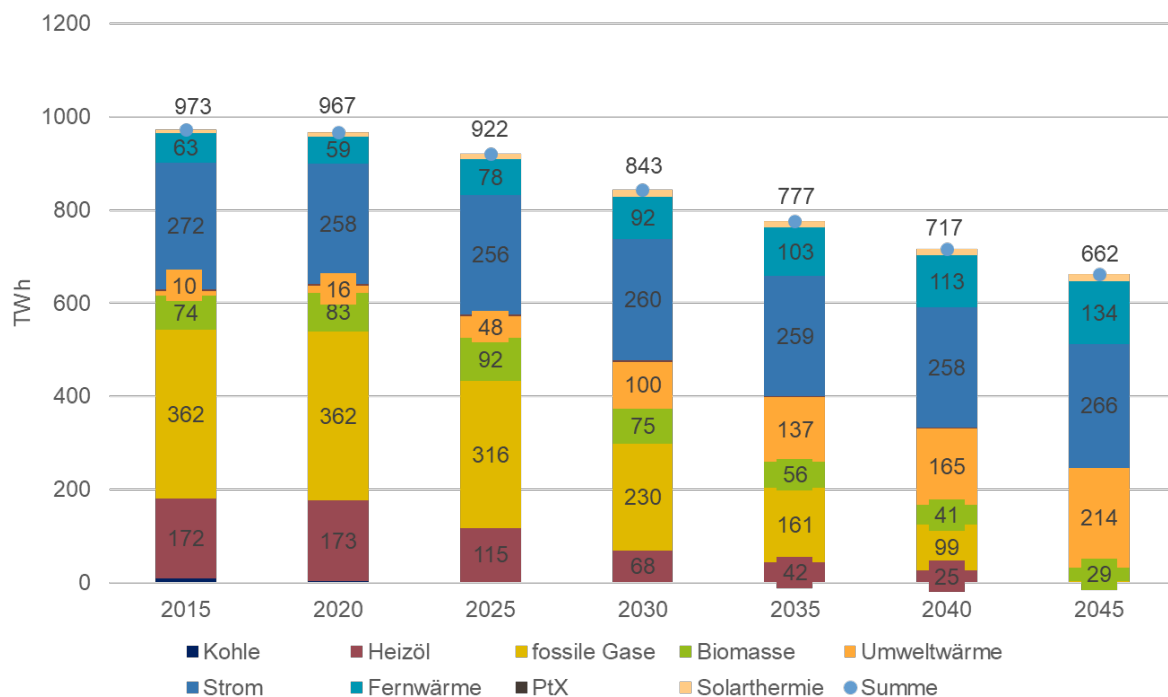


Abbildung 24: Endenergieverbrauch im Gebäudesektor nach Energieträgern, in TWh

Werden beim Endenergieverbrauch nur die gebührenpflichtigen Energieträger betrachtet, also der Endenergieverbrauch ohne Solarthermie und ohne Umweltwärme, verringert sich der Energieverbrauch deutlich stärker und zwar von 942 TWh im Jahr 2020 auf 433 TWh im Jahr 2045. Dies entspricht einer Reduktion um 54 %.

Der Verbrauch des Gebäudesektors wird dominiert durch den Verbrauch für Raumwärme. Aufgrund der beschriebenen Veränderung der Beheizungsstruktur nimmt der Anteil der fossilen Energieträger am Endenergieverbrauch stark ab. Der Anteil der Energieträger Erdgas, Heizöl und Kohle sinkt von 56 % im Jahr 2020 über 35 % im Jahr 2030 auf null im Jahr 2045.

Der Verbrauch an Biomasse zeigt am aktuellen Rand (2020, 2021) eine steigende Tendenz auf, unter anderen aufgrund der attraktiven Förderung und der damit erzielten hohen Absatzzahlen (BDH, 2022). Im Szenarienzeitraum nimmt der Biomasseverbrauch stark ab. Er verringert sich bis zum Jahr 2030 auf 75 TWh, im Jahr 2045 liegt er unter 30 TWh, davon entfallen rund 6 TWh auf Biogas. Die langfristigen Potenzialvorgaben werden eingehalten. Die anvisierte Menge 2030 wird leicht übernutzt, u.a. aufgrund des Anstiegs am aktuellen Rand, der im Szenario bis zum Jahr 2023 fortschreitet. Nach 2045 nimmt der Verbrauch an Holz und auch Biogas im Gebäudesektor weiter ab.

Trotz des rückläufigen Verbrauchs an Biomasse, nehmen der Verbrauch und die Bedeutung der erneuerbaren Energien im Zeitraum 2020 – 2045 deutlich zu. Der Anteil der erneuerbaren Energieträger Biomasse, Umweltwärme und Solarthermie am Sektorverbrauch erhöht sich von 11 % im Jahr 2020 auf 39 % im Jahr 2045 (2030: 22 %). Dies ist überwiegend auf den Einsatz von Umweltwärme in Wärmepumpen zurückzuführen. Dieser Verbrauch steigt bis zum Jahr 2045 auf 214 TWh (2020: 16 TWh). Der Verbrauch an Solarthermie steigt auf 15 TWh im Jahr 2045 und erreicht einen Anteil von rund 4 % am Verbrauch für die Erzeugung von Raumwärme und Warmwasser.

Der Fernwärmeverbrauch steigt im Szenario KNG sehr stark an und erhöht sich bis 2030 um über 30 TWh auf 92 TWh. Im Jahr 2045 liegt der Verbrauch bei 134 TWh. Im Vergleich zum Jahr 2020 entspricht dies einer Zunahme um 125 %. Parallel zum Ausbau der Wärmenetze muss auch die Erzeugungsstruktur umgebaut, so dass die Wärme bis zum Jahr 2045 THG-frei erzeugt wird.

Strombasierte Energieträger wie erneuerbar erzeugter Wasserstoff oder synthetisches Gas werden im Szenario KNG nicht im Gebäudesektor eingesetzt. Dieser strategische Entscheid ist auf das begrenzte Potenzial und die hohen Kosten für diese Energieträger zurückzuführen (Kapitel 4.3.2). Emissionsfreie Wärme kann kostengünstiger über Wärmepumpen und Wärmenetze bereitgestellt werden.

Trotz dem starken Anstieg der Zahl an betriebenen elektrischen Wärmepumpen zur Erzeugung von Raumwärme und Warmwasser verändert sich der Stromverbrauch im Szenarienzeitraum nicht wesentlich (Abbildung 25). Der Verbrauch beträgt in allen Jahren im Zeitraum 2020 bis 2045 rund 260 TWh. Der Stromverbrauch für Wärmepumpen steigt zwar stark an und liegt im Jahr 2045 bei 78 TWh (2030: 42 TWh). Effizienzsteigerungen bei Beleuchtung, IKT-Geräten und Haushaltsgeräten sowie der Rückgang des Stromverbrauchs konventioneller Wärmeerzeuger (für Raumwärme und Warmwasser) kompensieren den Mehrverbrauch durch Wärmepumpen. Beispielsweise kann durch die starke Durchdringung mit LED der Verbrauch für die Beleuchtung bis zum Jahr 2045 um annähernd 30 TWh verringert werden. Der Stromverbrauch für Haushaltsgeräte und gewerbliche Prozesse (mechanische Energie) verringert sich zwischen 2020 und 2045 um 12 TWh, der Verbrauch für IKT- und Kleingeräte nimmt um 8 TWh ab. Gedämpft wird der Anstieg des Stromverbrauchs auch durch die rückläufige Zahl an Erwerbstätigen im GHD-Sektor.

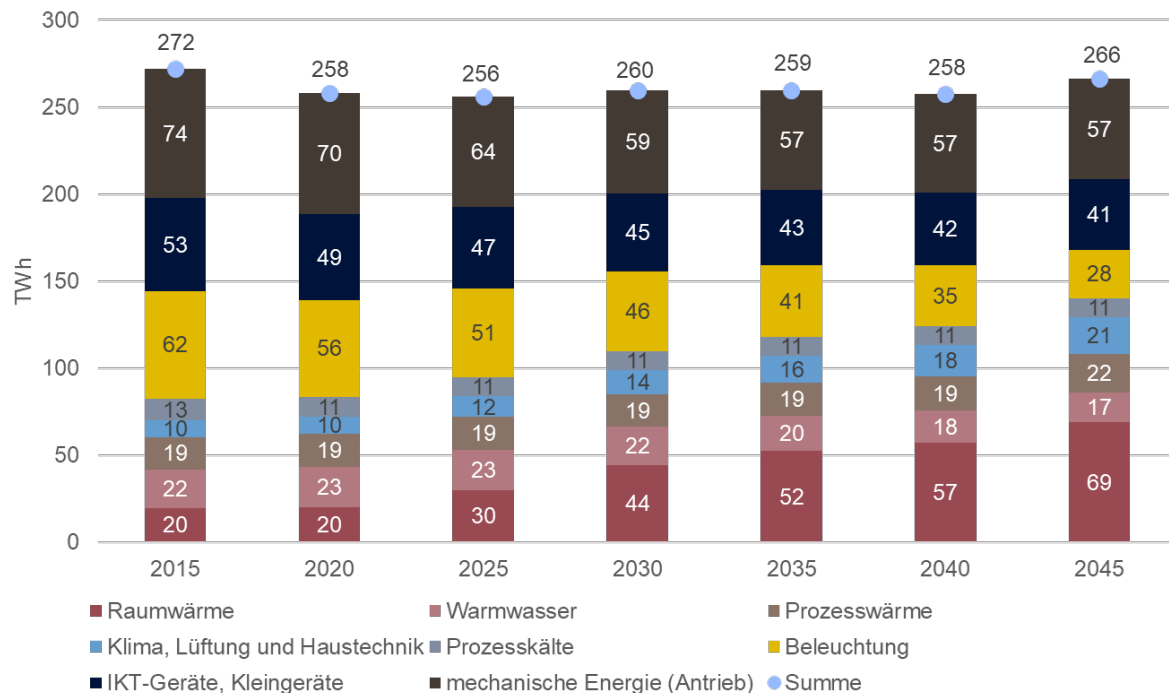


Abbildung 25: Stromverbrauch im Gebäudesektor nach Verwendungszwecken, in TWh

Der Gebäudesektor ist nicht nur ein Stromverbraucher, sondern auch ein Stromerzeuger. So werden durch Photovoltaikanlagen (PV) auf Gebäudedächern zunehmend größere Strommengen erzeugt. In einer Studie von der Agora Energiewende zusammen mit Prognos und Consentec (2022) wurde untersucht, wie der deutsche Stromsektor bis zum Jahr 2035 klimaneutral werden kann. Gemäß dieser Studie könnte die installierte PV-Leistung auf Dächern bis zum Jahr 2030 auf 111 GW steigen (PV insgesamt: 215 GW, entsprechend den Vorgaben des EEG 2023). Bis zum Jahr 2045 könnte sich die installierte Leistung auf Dächern mit den aktuellen Ausbauplänen sogar bis auf 156 GW erhöhen. Damit verbunden ist eine Stromerzeugung von rund 100 TWh im Jahr 2030 beziehungsweise 140 TWh im Jahr 2045. Die Stromerzeugung aus Auf-Dach-PV deckt somit längerfristig etwas mehr als die Hälfte des Stromverbrauchs des Gebäudesektors.

Ein Teil dieses erzeugten Stroms wird direkt in den Gebäuden verbraucht (Eigenverbrauch), der Rest wird ins Stromnetz eingespeist. Laut Arbeiten des Fraunhofer ISE liegen typische Eigenverbrauchsquoten für Haushalte heute im Bereich von 20 - 40 % (Fraunhofer ISE, 2022). Die Höhe der Eigenverbrauchsquote ist von verschiedenen Faktoren abhängig.

Erhöhend wirken:

- Das Vorhandensein neuer Stromverbraucher, wie beispielsweise einer Wärmepumpe oder ein Elektrofahrzeug
- Ein Batteriespeicher
- Flexible Stromtarife, welche die Eigennutzung anreizen
- Eine stärkere Ost-West-Ausrichtung der PV-Anlage, wodurch sich die Erzeugung stärker über den Tag verteilt wird

Demgegenüber stehen Eigenverbrauchsmindernde Faktoren wie beispielweise:

- Eine größere PV-Anlage (mehr Leistung und dadurch Erzeugung je Haushalt)
- Effizienzmaßnahmen, die den Stromverbrauch vermindern

Der Verbrauch für die Verwendungszwecke Raumwärme und Warmwasser ist von zentraler Bedeutung für den Energieverbrauch des Gebäudesektors. Insgesamt verringert sich dieser Verbrauch im Zeitraum 2020 bis 2045 um 35 %. Der Rückgang ist bei der Raumwärme mit 36 % höher als beim Warmwasser (-28 %; Abbildung 26). Dabei verringert sich der spezifische Raumwärmeverbrauch über alle Gebäude von rund 112 kWh/m² Wohn- bzw. Nutzfläche auf unter 72 kWh/m² (-35 %). Bei den Gebäudetypen zeigen sich leichte Unterschiede:

- Bei den EFZH nimmt der mittlere spezifische Raumwärmeverbrauch im Bestand ab von 135 kWh/m² im Jahr 2020 auf 84 kWh/m² Wohnfläche im Jahr 2045 (-38 %). Hinzu kommt ein Verbrauch für Warmwasser, der im Jahr 2045 durchschnittlich rund 14 kWh/m² beträgt (Endenergie). Ein durchschnittliches EFZH verbraucht demnach im Jahr 2045 noch knapp 100 kWh/m² Wohnfläche.
- Bei den MFH verringert sich der mittlere spezifische Raumwärmeverbrauch im Bestand von 100 kWh/m² im Jahr 2020 auf 60 kWh/m² Wohnfläche im Jahr 2045 (-40 %). Hinzu kommt ein Verbrauch für Warmwasser, der in MFH im Jahr 2045 durchschnittlich rund 20 kWh/m² beträgt (Endenergie). Ein durchschnittliches MFH verbraucht demnach im Jahr 2045 noch rund 80 kWh/m² Wohnfläche.

Bei allen oben beschriebenen spezifischen Verbrauchswerten ist die genutzte Umwelt- und Solarwärme mitberücksichtigt. In MFH ergibt sich ein höherer Energieverbrauch je m² Warmwasser als in EFZH, da die Pro-Kopf-Wohnfläche in MFH in der Regel geringer ist als in EFZH, der Pro-Kopf-Warmwasserverbrauch sich zwischen den Gebäudetypen nicht wesentlich unterscheiden dürfte. Die beschriebenen Werte beziehen sich auf die Wohnfläche. Bezogen auf die Gebäudenutzfläche nach GEG sind die spezifischen Verbräuche um etwa den Faktor 1,2 bis 1,3 geringer.

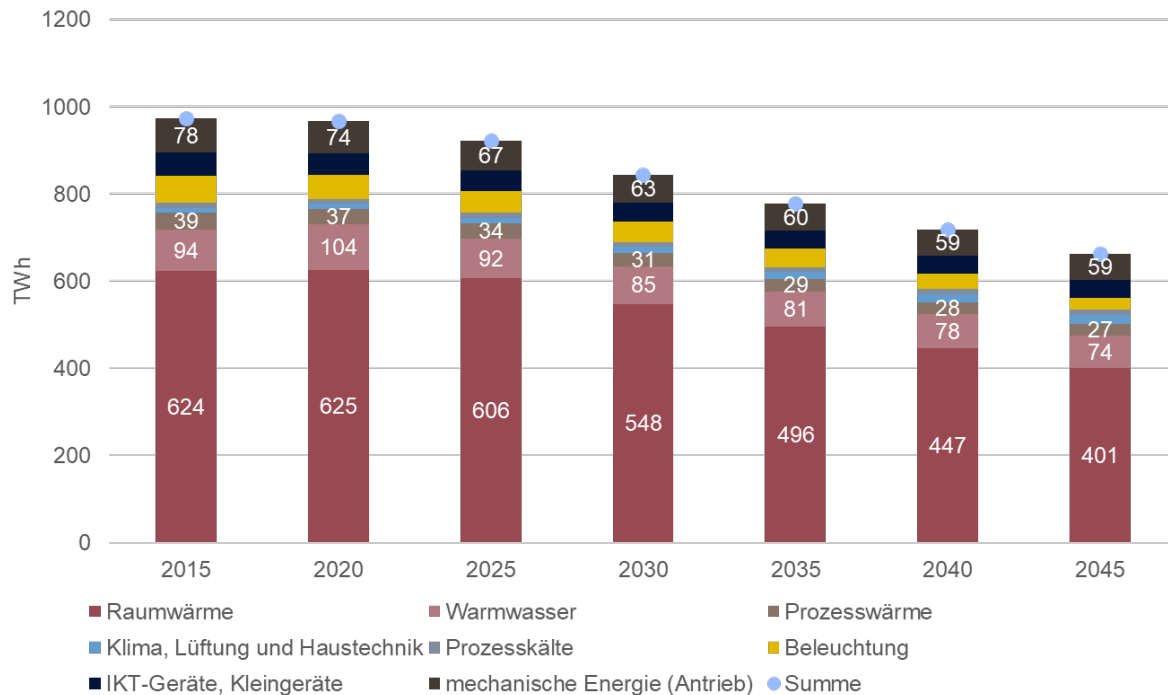


Abbildung 26: Energieverbrauch im Gebäudesektor nach Verwendungszwecken, in TWh

Ergebnisse THG-Emissionen

Die mit dem Energieverbrauch direkt verbundenen THG-Emissionen des Gebäudesektors verringern sich im Szenario KNG von 120 Mt. CO₂eq im Jahr 2020 auf 67 Mt. CO₂eq im Jahr 2030 – die Zielvorgabe des KSG wird knapp erreicht (Abbildung 27). Über 85 % der THG-Emissionen entstehen bei der Erzeugung der Raumwärme.

Die jährlichen Zielvorgaben des KSG bis zum Jahr 2030 werden im Szenario KNG in den meisten Jahren verfehlt (Tabelle 10). Die Maßnahmen des beschlossenen Sofortprogramms für Gebäude aus dem Jahr 2022 sind bereits berücksichtigt, führen aufgrund von Trägheitseffekten im Gebäudebereich dennoch nicht zu Anpassungen, um vor 2030 wesentliche Effekte zu erzielen und die Zielwerte zu erreichen. Da die Auswirkungen des russischen Angriffskriegs auf die Ukraine im Szenario nicht berücksichtigt sind, dürften die Emissionen im Jahr 2022 und gegebenenfalls auch 2023 im Szenario etwas überschätzt sein, da die anvisierten Sparbemühungen nicht berücksichtigt sind. Im Jahr 2021 unterscheiden sich die THG-Emissionen im Szenario KNG um rund 3 Mt. CO₂eq von den vom UBA publizierten THG-Emissionen für den Gebäudesektor (115 Mt. CO₂eq). Dies dürfte hauptsächlich darauf zurückzuführen sein, dass die THG-Berichterstattung auf dem abgesetzten Heizöl aufsetzt, während bei der Modellierung der Verbrauch an Heizöl abgebildet wird. Da Heizöl in Tanks gelagert wird, können sich in einzelnen Jahren bedeutende Differenzen zwischen der abgesetzten und der verbrauchten Heizölmenge ergeben – dies trifft mit hoher Wahrscheinlichkeit auch auf das Jahr 2021 zu. Im Verlauf der Jahre gleichen sich die Differenzen wieder aus.

Bis zum Jahr 2045 sinken die THG-Emissionen auf nahezu null. Auch im Zeitraum 2030 bis 2045 entfällt ein Großteil der Reduktion auf die Raumwärme. Die im Jahr 2045 verbleibenden geringfügigen Restemissionen sind im Wesentlichen auf die Biomasse zurückzuführen. Bei deren Verbrennung werden neben CO₂, welches derzeit noch rechnerisch als THG-neutral betrachtet wird, auch geringe

Mengen an CH₄ und N₂O emittiert. Die Emissionen dieser Gase werden in der THG-Bilanz und bei den Zielvorgaben berücksichtigt.

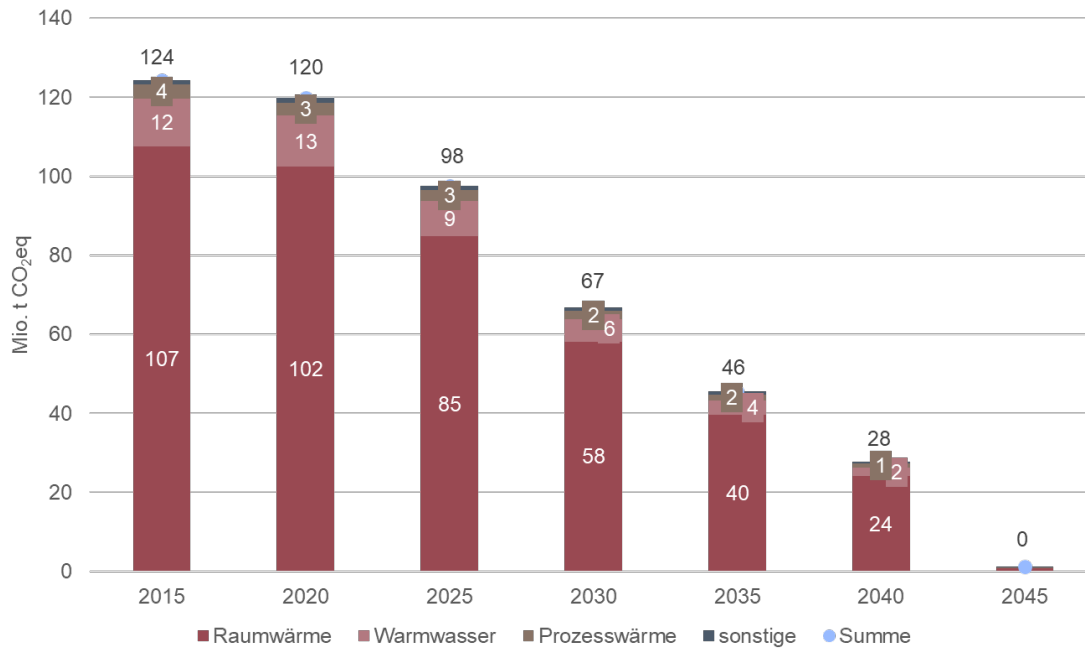


Abbildung 27: THG-Emissionen im Gebäudesektor nach Verwendungszwecken, in Mio. t CO₂eq

Tabelle 10: THG-Emissionen im Gebäudesektor, Einzeljahre 2020 bis 2030, in Mio. t CO₂eq

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Szenario KNG	120	118	116	112	105	98	90	84	78	72	67
Vorgabe KSG	118	113	108	102	97	92	87	82	77	72	67

Quelle: eigene Berechnung

Vergleich mit den Zielszenarien der Energieeffizienz-Strategie Gebäude (ESG) aus dem Jahr 2015

Im Rahmen der Energieeffizienz-Strategie Gebäude im Jahr 2015 wurden zwei Zielszenarien für den Gebäudesektor berechnet. Ein direkter Vergleich dieser Szenarien mit dem Szenario KNG ist aufgrund der unterschiedlichen Sektorabgrenzung und den unterschiedlichen Zielvorgaben schwierig. In der ESG 2015 wurden unter dem Gebäudesektor alle Gebäude subsumiert, auch die Gebäude der Industrie. Es wurden jedoch nur die gebäuderelevanten Anwendungen betrachtet: Energieverbrauch für Raumwärme, Warmwasser, Beleuchtung und Haustechnik. Dies steht im Gegensatz zur Sektorabgrenzung im KSG, welche für das Szenario KNG angewandt wird. Bei dieser Abgrenzung werden alle Anwendungen in den Sektoren GHD und Private Haushalte berücksichtigt, inkl. der gewerblichen Prozesse, der mechanischen Energie und der Elektrogeräte. Der Verbrauch der Industriegebäude wird hingegen in der KSG-Abgrenzung nicht im Gebäudesektor bilanziert.

Die Zielvorgaben in der ESG 2015 orientierten sich nicht direkt an den THG-Emissionen, sondern am nichterneuerbaren Primärenergieverbrauch. Dieser soll im Zeitraum 2008 bis 2050 um 80 % verringert werden. Die beiden Zielszenarien in der ESG 2015 spannen einen Zielkorridor auf. Das eine Szenario legt für die Zielerreichung einen starken Fokus auf Effizienzmaßnahmen (Szenario Effizienz), das andere legt den Fokus auf den EE-Zubau (Szenario Erneuerbare Energien). In Bezug auf die Entwicklung des Raumwärmeverbrauchs zeigen sich in den Szenarien folgende Entwicklungen:

- Im Zielszenario Effizienz verringert sich der Raumwärmeverbrauch im Zeitraum 2008 bis 2050 um 64 %. Wird der Zeitraum 2020 bis 2045 betrachtet ergibt sich eine Reduktion um 51 %.
- Im Zielszenario Erneuerbare Energien nimmt der Raumwärmeverbrauch im Zeitraum 2008 bis 2050 um 43 % ab. Bezogen auf den Zeitraum 2020 bis 2045 liegt die Reduktion des Raumwärmeverbrauchs bei 32 %.
- Im vorliegenden Zielszenario KNG sinkt der Raumwärmeverbrauch im Zeitraum 2008 bis 2050 um 49 %. Für den Zeitraum 2020 bis 2045 ergibt sich eine Reduktion um 36 %.

Die Entwicklung im Szenario KNG liegt demnach im Zielkorridor, der durch die beiden Szenarien der ESG 2015 aufgespannt wird. Das Szenario KNG liegt in Bezug auf die Effizienzentwicklung etwas näher am Szenario Erneuerbare Energien. Dämpfend auf die Effizienzentwicklung im Szenario KNG im Vergleich zu den Szenarien der ESG 2015 wirken die höhere Bevölkerung (und die damit höhere Zahl an Erwerbstätigen), aber auch die Entwicklung in den Jahren 2015 - 2021. In diesen Jahren werden in den Szenarien der ESG 2015 bereits zusätzliche Effizienzmaßnahmen unterstellt, während das Szenario KNG in diesen Jahren der effektiven Entwicklung folgt.

In Bezug auf die unterstellten Effizienzvorgaben zeigen sich folgende Unterschiede: im Szenario KNG liegt die Sanierungsrate leicht unter 2 %, im Szenario Effizienz liegt sie leicht über 2 % und im Szenario Erneuerbare Energien bei rund 1,5 %. Bei der Sanierungstiefe liegt das Szenario KNG in etwa auf dem Niveau des Szenarios Effizienz. Die Energieeffizienz hat im Szenario KNG einen hohen Stellenwert, auch wenn die Reduktion des Raumwärmeverbrauchs etwas schwächer ausfällt als im Szenario Effizienz der ESG 2015.

4.4.2 Sensitivität 1: Biomasse

Die Potenziale an Biomasse sind sehr begrenzt (Kapitel 4.3.1). Basierend auf den strategischen Vorgaben der Langfristszenarien III soll der energetische Einsatz von Biomasse im Gebäudesektor stark reduziert werden. Die verfügbaren Potenziale sollen hauptsächlich im Industriesektor und teilweise im Verkehr als Biotreibstoffe eingesetzt werden. Am aktuellen Rand (2020 und 2021) sind die Absätze an Biomassekesseln jedoch gemäß BDH-Absatzstatistiken deutlich angestiegen. Um diesen Trend zu brechen und den Biomasseeinsatz im Gebäudesektor zu verringern, braucht es daher starke Anreize und politische Maßnahmen sowie eine angepasste Kommunikation (Kapitel 5.7).

In der Sensitivität Biomasse wird diskutiert, welcher zusätzliche Biomassebedarf anfallen würde, wenn der Einsatz im Gebäudesektor nicht ausreichend durch zusätzliche Regulierungen eingeschränkt wird. Dazu wird das Szenario KNG mit einer Sensitivität verglichen, in der der Biomasseeinsatz nicht wesentlich eingeschränkt wird. In der Sensitivität bleibt die Biomasse eine Option zum Ersatz der fossilen Heizsysteme. Der Anstieg des Anteils der Biomassekessel an den Absätzen der Wärmeerzeuger setzt sich fort. In der Sensitivität liegt er bei Wohngebäuden im Zeitraum 2022 bis 2030 bei rund 10 %, nach 2030 wird der Anteil wieder leicht rückläufig. Zum Vergleich, im Szenario

KNG verringert sich der Anteil der Biomassekessel auf knapp 3 % in 2025, ab 2030 liegt der Anteil unter 1 %. Das heißt, Biomassekessel werden im Szenario KNG nur noch in ganz wenigen Ausnahmefällen neu eingebaut. Aufgrund der höheren Anteile an Biomassekesseln in der Sensitivität Biomasse, müssen für die Zielerreichung 2030 und 2045 etwas weniger Wärmepumpen und Wärmenetze zugebaut werden.

In Bezug auf die Effizienzentwicklung unterscheidet sich die Sensitivität nicht vom Hauptszenario KNG. Die zunehmende Effizienz dämpft den Anstieg des Biomasseverbrauchs. In der Sensitivität steigt der Verbrauch an Biomasse (Holz und Biogas) bis zum Jahr 2030 auf 102 TWh (Szenario KNG 75 TWh), im Jahr 2045 liegt der Verbrauch bei rund 94 TWh (Szenario KNG 29 TWh). In der Sensitivität liegt der Biomasseverbrauch langfristig somit rund 65 TWh über dem Szenario KNG und dadurch auch rund 65 TWh über dem verfügbaren Biomassepotenzial, das in den Langfristszenarien bestimmt wurde. Dies hätte zur Folge, dass entweder der Biomasseeinsatz in den anderen Sektoren um rund 65 TWh verringert werden müsste oder dass diese Menge aus dem Ausland importiert werden müsste.

Die Ausbaugeschwindigkeiten von Wärmepumpen und Wärmenetzen sind jedoch begrenzt, weshalb das Risiko von Lock-In-Effekten besteht. Im Zielszenario KNG wurden ohnehin bereits sehr hohe Ausbaugeschwindigkeiten angenommen. Bei weiteren Verzögerungen des Ausbaubeginns wären noch steilere Ausbaupfade nötig, die mit den verfügbaren Kapazitäten an Fachkräften und Materialien nicht oder nur sehr schwer zu decken wären. Wenn Importe und Sektorverschiebungen nicht die in der obenstehenden Sensitivität antizipierten Entwicklungen nehmen, muss daher aus Mangel an Alternativen weiterhin auf fossile Wärmeerzeuger zurückgegriffen werden, welche die Zielerreichung gefährden. Die Ergebnisse verdeutlichen die Relevanz von Maßnahmen, wie sie in Abschnitt 5.7 dargestellt werden.

4.4.3 Sensitivität 2: Begrenzter Fernwärmeausbau

In der Sensitivität begrenzter Fernwärmeausbau wird untersucht, welche Auswirkungen ein begrenzter, bzw. verlangsamter Ausbau der Fernwärme hätte. Unterstellt wird ein Ausbautempo, das in etwa dem Ausbau in der Referenzentwicklung entspricht. Dabei wird weiter angenommen, dass der langsamere Ausbau der Fernwärme nicht zu einem noch schnelleren Zubau an Wärmepumpen, sondern zu einem langsameren Rückgang fossiler Systeme führt. Damit verbunden sind höhere THG-Emissionen. Die Entwicklung der Effizienz entspricht grundsätzlich derjenigen im Szenario KNG. Geringe Differenzen ergeben sich beim mittleren Anlagennutzungsgrad aufgrund der unterschiedlichen Beheizungsstruktur.

Beheizungsstruktur

In Abbildung 28 ist die Beheizungsstruktur in Wohngebäuden in der Sensitivität begrenzter Fernwärmeausbau beschrieben. Wie in der Referenzentwicklung setzt sich der rückläufige Trend beim Heizöl fort und auch die mit Gas beheizte Fläche nimmt deutlich ab. Dem gegenüber steigt der Anteil der Wärmepumpe deutlich an (2045: 72 %). Auch der Anteil der mit Fernwärme beheizte Wohnfläche steigt an, aber deutlich geringer als im Szenario. Im Jahr 2045 beträgt der Anteil in der Sensitivität 19 % (Szenario KNG: 25 %). Aufgrund des langsameren Zubaus der Fernwärme nehmen die Anteile von Gas und Heizöl etwas langsamer ab als im Szenario KNG. Im Jahr 2045 betragen die Anteile an der beheizten Wohnfläche noch 6 % respektive 2 %.

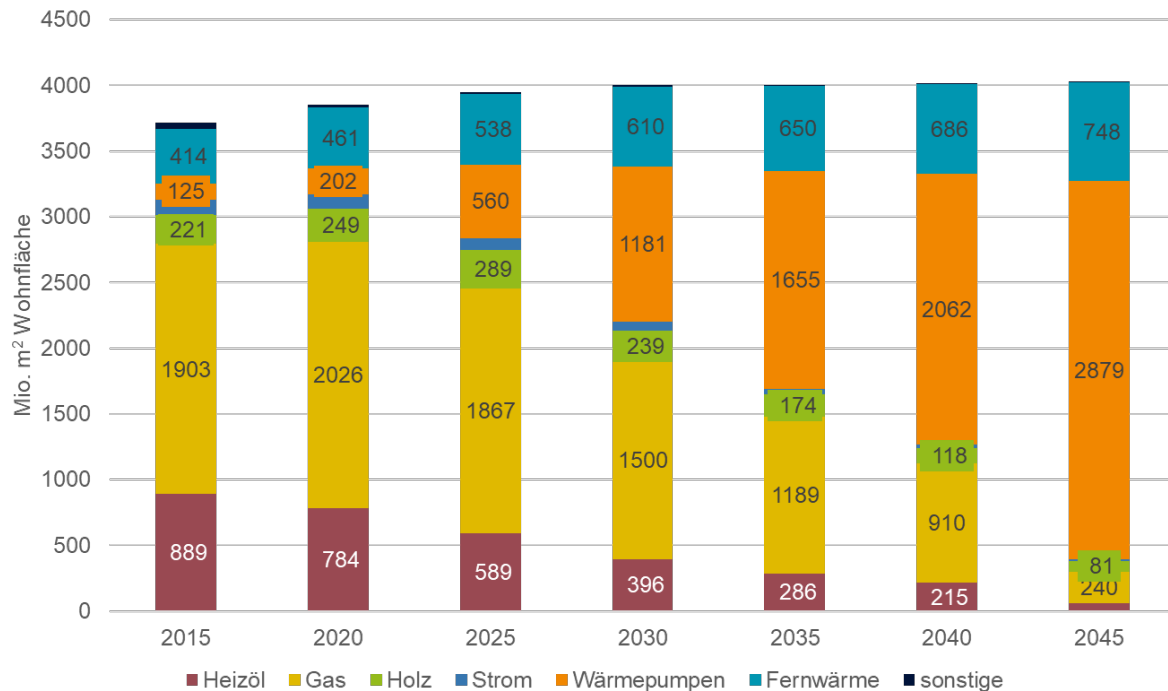


Abbildung 28: Beheizungsstruktur von Wohngebäuden in der Sensitivität Fernwärme nach Wärmeerzeugern, in Mio. m² Wohnfläche

Endenergieverbrauch

Die Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern in der Sensitivität begrenzter Fernwärmeausbau ist in der Abbildung 29 dargestellt. Aufgrund der identischen Annahmen bezüglich der Effizienzentwicklung unterscheidet sich die Entwicklung des Endenergieverbrauchs nicht wesentlich von derjenigen im Szenario KNG. Die geringen Abweichungen erklären sich mit den unterschiedlichen Nutzungsgraden der eingesetzten Wärmeerzeuger.

Aufgrund des verlangsamten Ausbaus der Fernwärme steigt der Fernwärmeverbrauch weniger stark an als im Szenario KNG. In der Sensitivität erhöht sich der Fernwärmeverbrauch im Zeitraum 2020 bis 2045 um 33 % auf 78 TWh. Zudem verbleiben in der Sensitivität im Jahr 2045 höhere Restverbräuche an fossilem Erdgas (42 TWh) und Heizöl (8 TWh).

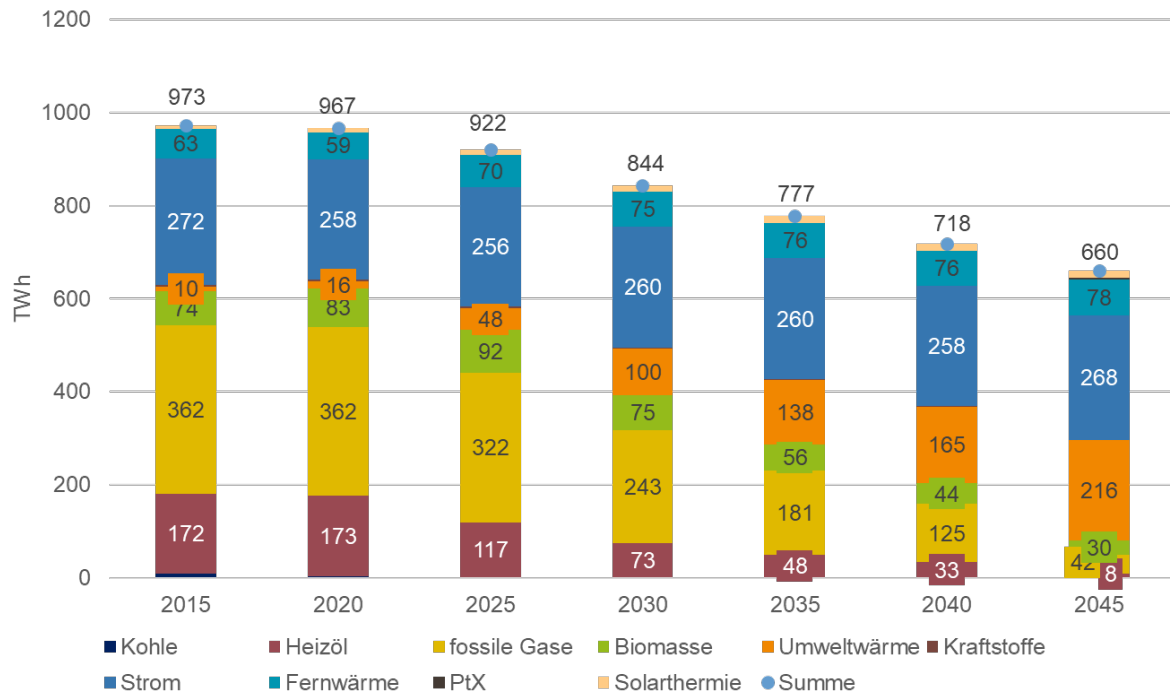


Abbildung 29: Endenergieverbrauch nach Energieträgern in der Sensitivität Fernwärme, in TWh

THG-Emissionen

Aufgrund des verbleibenden Verbrauchs an fossilem Erdgas und Heizöl verringern sich die THG-Emissionen in der Sensitivität begrenzter Fernwärmeausbau bis zum Jahr 2045 nicht auf null. Es verbleiben THG-Emissionen im Umfang von 11 Mio. t CO₂eq (Abbildung 30). Für das Jahr 2030 ergeben sich in der Sensitivität THG-Emissionen im Umfang 71 Mio. t CO₂eq. Das sind rund 4 Mio. t CO₂eq mehr als im Szenario KNG.

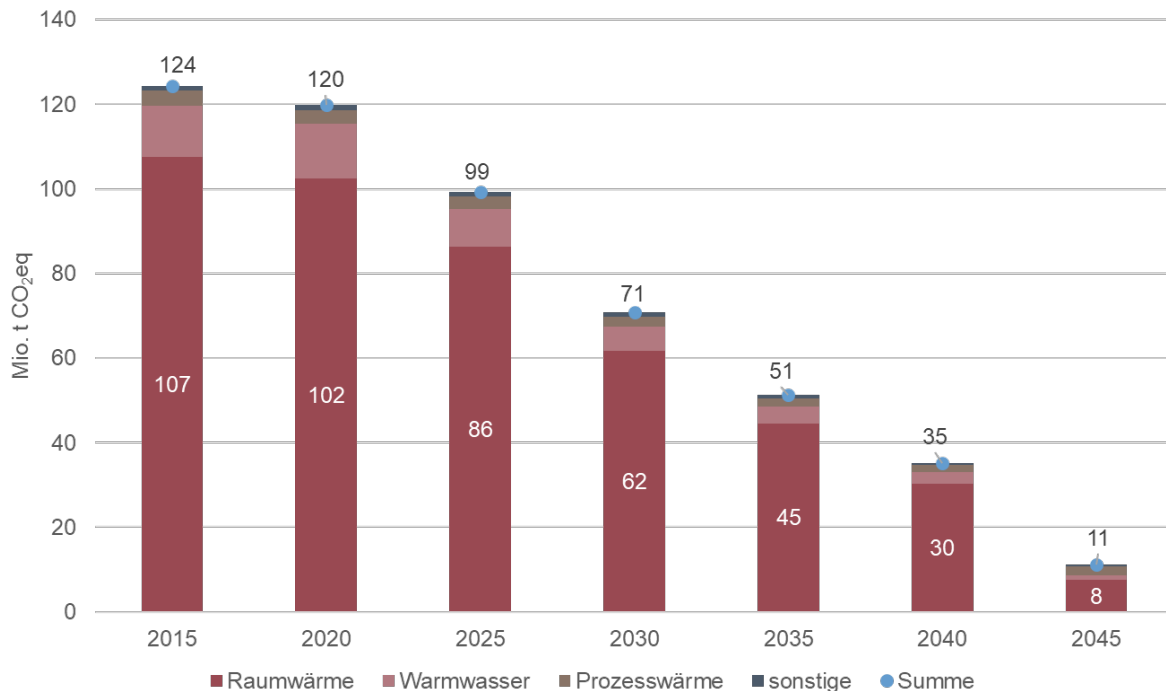


Abbildung 30: THG-Emissionen nach Anwendungen in der Sensitivität begrenzter Fernwärmeausbau, in Mio. t CO₂eq

4.4.4 Sensitivität 3: Begrenzte Fachkräfte beim Ausbau von Wärmeerzeugern - Sensitivität Wärmepumpe

In dieser Sensitivität wird untersucht welchen Effekt ein starker Fachkräftemangel auf den Ausbau der Wärmepumpen ausübt. Für die Sensitivität wird der Bestand an Fachkräften für den Einbau von Wärmeerzeugern auf dem Niveau des Jahres 2022 eingefroren (rund 34 Tausend Vollzeitäquivalenten gemäß Kapitel 4.3.4). Es wird angenommen, dass sich diese Begrenzung nicht wesentlich auf den Ausbau der Wärmenetze auswirkt, der langsamere Zubau der Wärmepumpen führt in der Sensitivität primär zu einem langsameren Rückgang der fossilen Gas- und Heizölkessel. Wie bei der Sensitivität Fernwärme gilt auch für die Sensitivität Wärmepumpen, dass die Entwicklung der Effizienz grundsätzlich derjenigen im Szenario KNG entspricht. Geringe Differenzen ergeben sich beim mittleren Anlagennutzungsgrad aufgrund der unterschiedlichen Beheizungsstruktur.

Beheizungsstruktur

Die Entwicklung Beheizungsstruktur in Wohngebäuden in der Sensitivität Wärmepumpen ist in der Abbildung 31 dargestellt. Wie im Hauptszenario KNG nehmen die Anteile der Gas- und Heizölheizungen ab, während die Anteile der Wärmepumpen und der Fernwärme deutlich zunehmen. Im Vergleich zum Szenario KNG nimmt jedoch die mit Wärmepumpen beheizte Fläche weniger rasch zu, während gleichzeitig die mit Gas und Öl beheizte Fläche weniger rasch abnimmt. Bei den Wohngebäuden verringert sich in der Sensitivität der Anteil der mit Gas beheizten Wohnfläche auf 49 % im Jahr 2030 (Szenario KNG 37 %) und 19 % im Jahr 2045 (Szenario KNG: 1 %). Der Anteil der Wärmepumpe steigt in der Sensitivität von 5 % im Jahr 2020 über 15 % im Jahr 2030 auf 50 % im Jahr 2045. Das sind dann 21 %-Punkte weniger als im Szenario KNG mit einem Anteil der Wärmepumpe von 71 %.

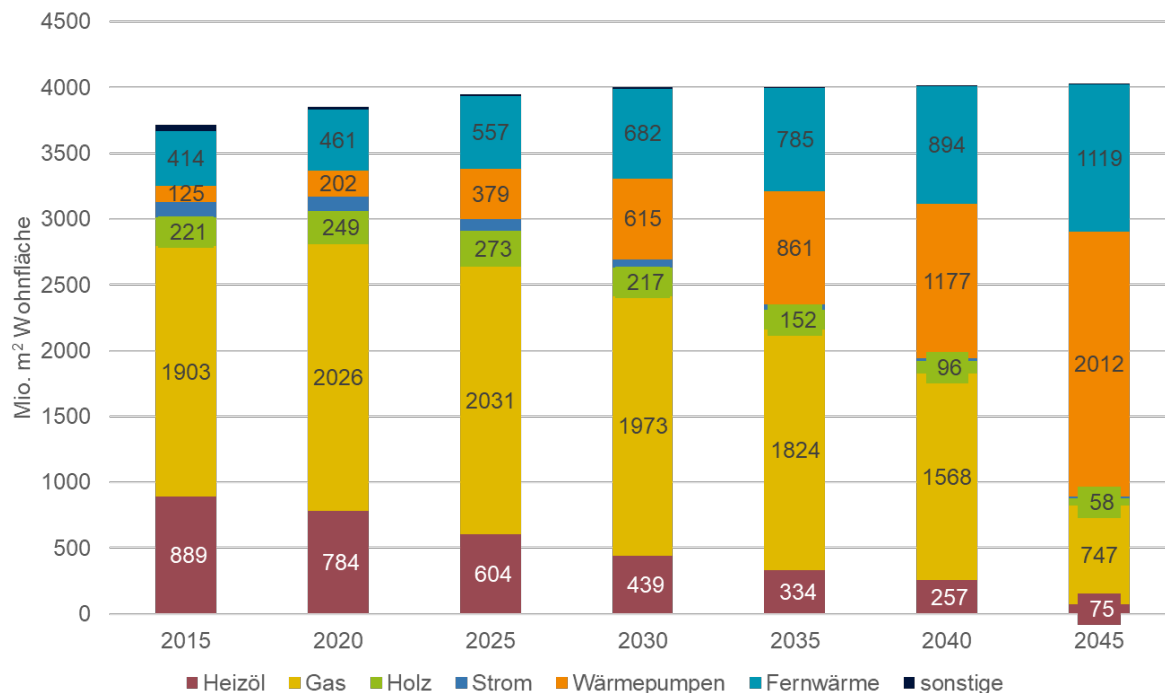


Abbildung 31: Beheizungsstruktur von Wohngebäuden in der Sensitivität Wärmepumpe nach Wärmeerzeugern, in Mio. m² Wohnfläche

Endenergieverbrauch

Die Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern in der Sensitivität Wärmepumpe ist in der Abbildung 29 und Abbildung 32 abgebildet. Aufgrund der identischen Annahmen bezüglich der Effizienzentwicklung unterscheidet sich auch bei der Sensitivität Wärmepumpe die Entwicklung des Endenergieverbrauchs nicht wesentlich von derjenigen im Szenario KNG. Der geringfügig tiefere Verbrauch ist auf den leicht höheren mittleren Jahresnutzungsgrad der eingesetzten Wärmeerzeuger zurückzuführen.

Aufgrund des beschränkten Angebots an Fachkräften, fällt der Zubau an Wärmepumpen verlangsamt aus. Im Vergleich zum Hauptszenario werden weniger Wärmepumpen zugebaut und der Stromverbrauch (für Wärmepumpen) steigt weniger an als im Hauptszenario, während der Verbrauch an Heizöl und insbesondere Erdgas langsamer abnimmt. In der Sensitivität Wärmepumpe verringert sich der Stromverbrauch aller Anwendungen im Zeitraum 2020 bis 2045 um 6 % auf 242 TWh (Szenario KNG: 266 TWh). Zudem verbleiben in der Sensitivität Wärmepumpen im Jahr 2045 Restverbräuche an fossilem Erdgas (75 TWh) und Heizöl (5 TWh).

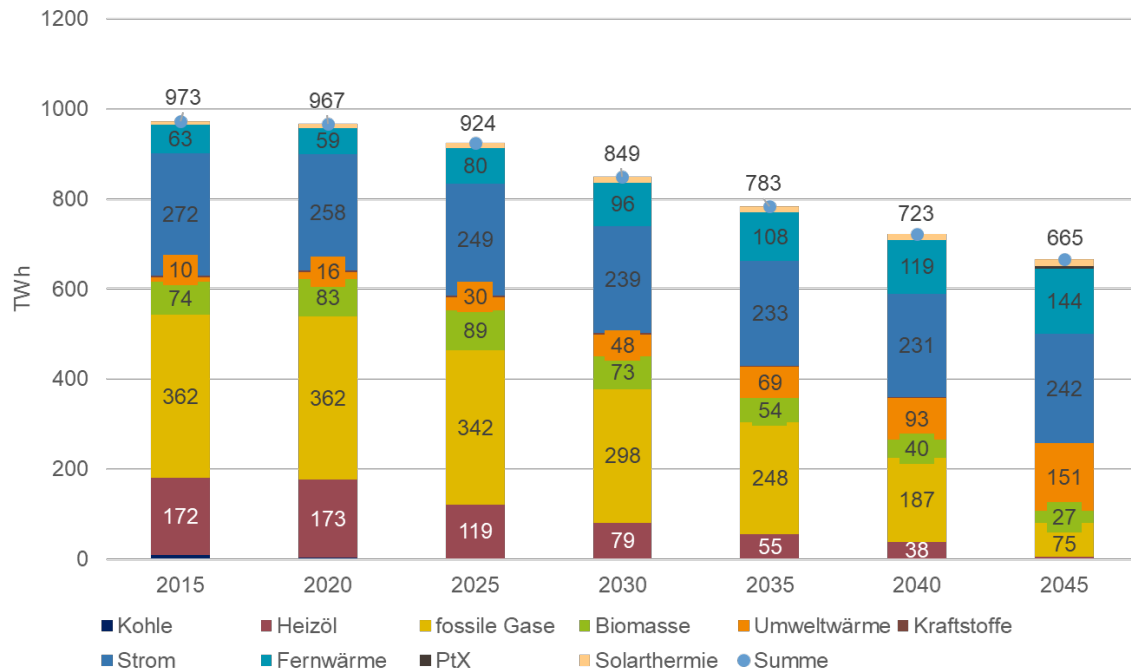


Abbildung 32: Endenergieverbrauch nach Energieträgern in der Sensitivität Wärmepumpe, in TWh

THG-Emissionen

Aufgrund des verbleibenden Verbrauchs an fossilem Erdgas und Heizöl verringern sich die THG-Emissionen in der Sensitivität Wärmepumpe bis zum Jahr 2045 nicht auf null. Es verbleiben THG-Emissionen im Umfang von 17 Mio. t CO₂eq (Abbildung 33). Für das Jahr 2030 ergeben sich in der Sensitivität THG-Emissionen im Umfang 84 Mio. t CO₂eq. Das sind 17 Mio. t CO₂eq mehr als im Szenario KNG.

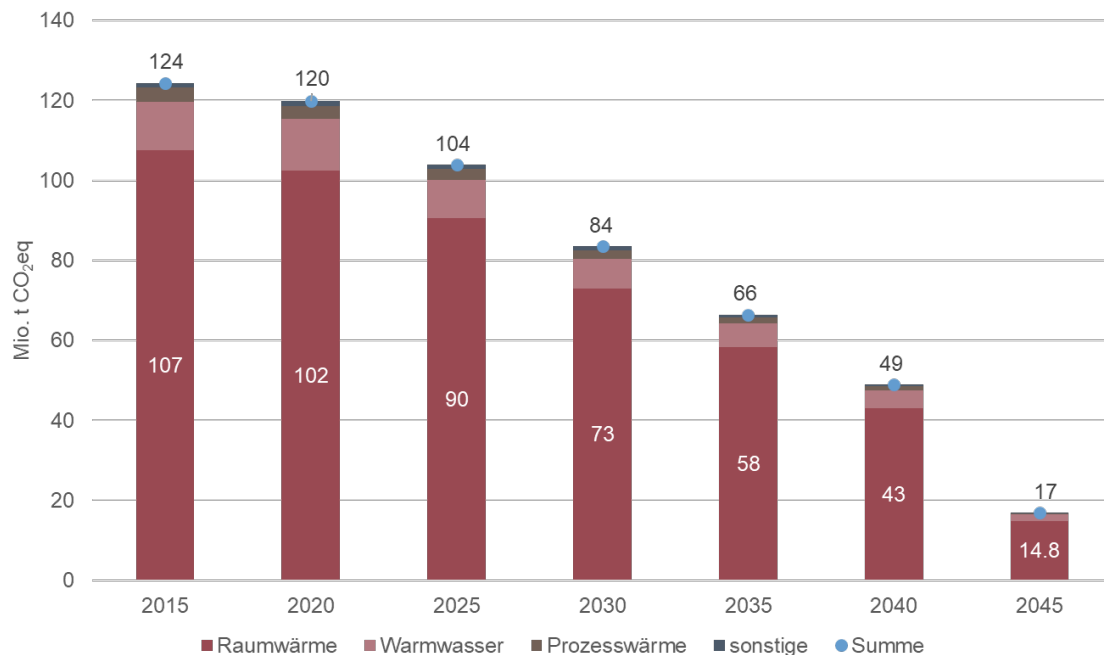


Abbildung 33: THG-Emissionen nach Anwendungen in der Sensitivität Wärmepumpe, in Mio. t CO₂eq

4.4.5 Referenzentwicklung

Ergänzend zum Hauptszenario KNG und den Sensitivitäten wird auch eine Referenzentwicklung berechnet. Diese hat die Funktion eines Hilfsszenarios – sie zeigt die Fortentwicklung des Gebäudesektors die einträte, wenn der Entwicklungspfad durch die aktuell geltenden Regelungen bestimmt würde. Berücksichtigt werden dabei die Maßnahmen des Klimaschutzprogramms 2030 mit Umsetzungsstand Frühjahr 2020. Das heißt, die Maßnahmen des Klimaschutzsofortprogramms 2021 und auch die diskutierten Maßnahmen des Klimaschutzsofortprogramms 2022 sind in der Referenz nicht berücksichtigt. Unberücksichtigt sind auch die stark gestiegenen Energiepreise im Jahr 2022.

Die berechnete Referenzentwicklung dient primär als rechnerischer Bezug zur Abschätzung des Handlungsbedarfs, als Grundlage für die Ausgestaltung der Maßnahmenbündel (Kapitel 5) sowie der Berechnung der notwendigen zusätzlichen Investitionen (4.6.2).

Beheizungsstruktur

Die Entwicklung Beheizungsstruktur in Wohngebäuden ist Abbildung 34 beschrieben. In der Referenzentwicklung setzt sich der rückläufige Trend beim Heizöl fort, der Anteil der mit Heizöl beheizten Wohnfläche verringert sich von 20 % im Jahr 2020 auf noch 6 % im Jahr 2045. Die mit Gas beheizte Fläche steigt in den ersten Jahren noch leicht an, nimmt jedoch nach 2025 ab. Im Jahr 2045 liegt in der Referenzentwicklung der Anteil von Gas an der Wohnfläche bei noch 37 % (2020: 53 %). Dem gegenüber steigen die Anteile der Wärmepumpe (2045: 28 %), Fernwärme (2045: 17 %) und Biomasse (2045: 10 %). Die Sanierungsrate erhöht sich in der Referenz von knapp 1,2 % in 2020 auf 1,4 % im Jahr 2030. Ursächlich für den Anstieg für diese Entwicklungen sind die Maßnahmen des Klimaschutzprogramms 2030 (u.a. das ausgebaute BEG, die steuerliche Förderung und der CO₂-Preis im BEHG) sowie die im Zeitverlauf ansteigenden Energiepreise.

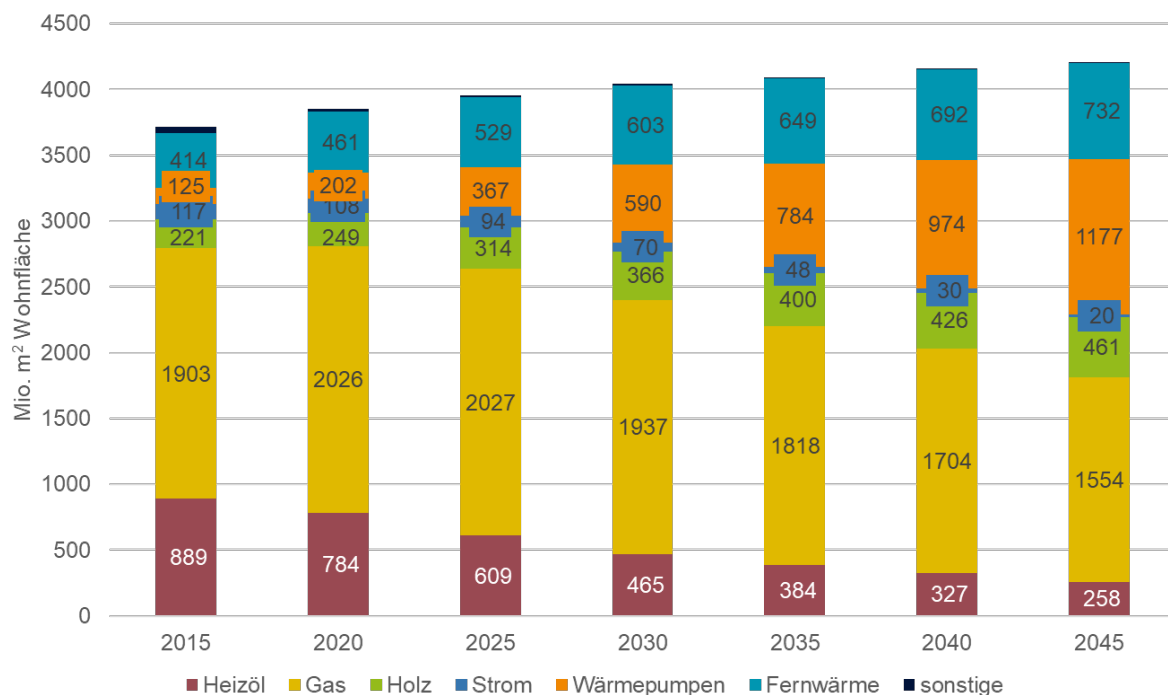


Abbildung 34: Beheizungsstruktur von Wohngebäuden im Referenzszenario nach Wärmeerzeugern, in Mio. m² Wohnfläche

Endenergieverbrauch

In Abbildung 35 ist die Entwicklung der Endenergieverbrauchs nach Energieträgern in der Referenzentwicklung im Zeitraum bis 2045 beschrieben. Aufgrund der zunehmenden Effizienz und den rückläufigen Anteilen an der Beheizungsstruktur sind die Verbräuche der fossilen Energieträger rückläufig. Im Zeitraum 2020 bis 2045 verringert sich der Heizölverbrauch um 80 %, der Erdgasverbrauch um 47 %. Die umgesetzten Effizienzmaßnahmen dämpfen auch den Anstieg der erneuerbaren Energie und den Stromverbrauch. Der Stromverbrauch verringert sich im Zeitraum 2020 bis 2045 um rund 20 TWh (-8 %). Zwar nimmt auch in der Referenzentwicklung der Stromverbrauch für den Betrieb von Wärmepumpen zu, es überwiegt jedoch die Wirkung der zunehmenden Effizienz, insbesondere bei der Beleuchtung (LED).

THG-Emissionen

Die mit dem Energieverbrauch verbundenen THG-Emissionen verringern sich bis zum Jahr 2030 auf 87 Mio. t CO₂eq (Abbildung 36). Im Vergleich zum Sektorziel gemäß des KSG von 67 Mio. t CO₂eq ergibt sich eine Zielverfehlung von 20 Mio. t CO₂eq. Bis zum Jahr 2045 verringern sich die THG-Emissionen des Gebäudesektors auf 51 Mio. t CO₂eq.

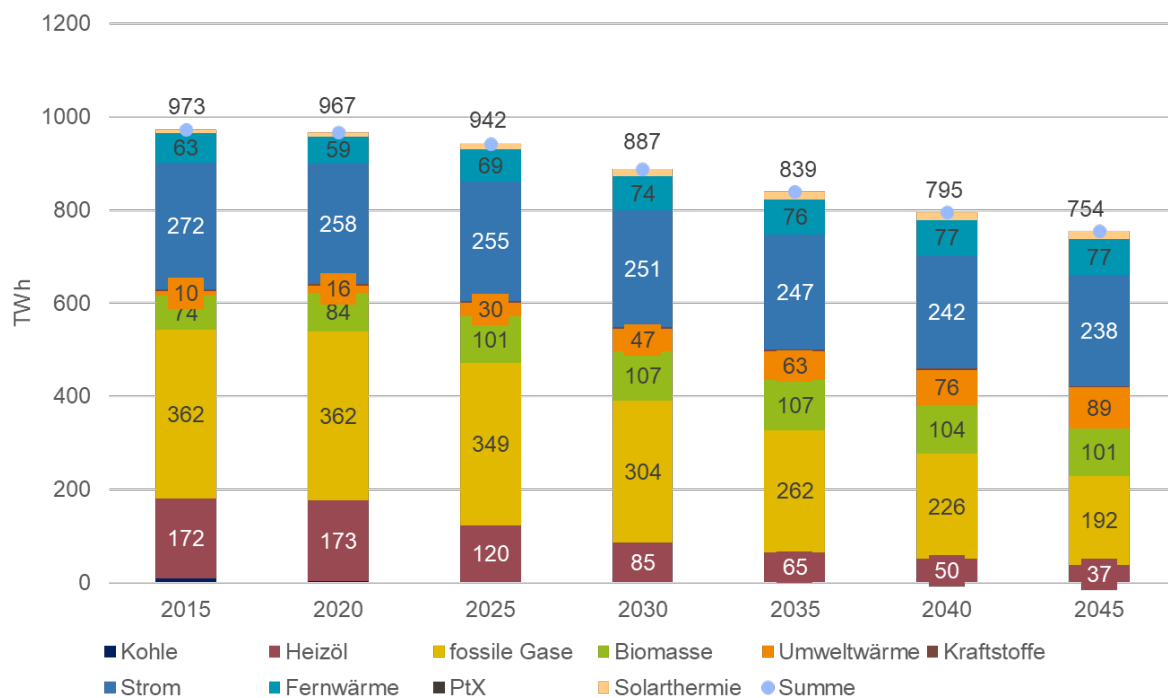


Abbildung 35: Endenergieverbrauch im Referenzszenario nach Energieträgern, in TWh

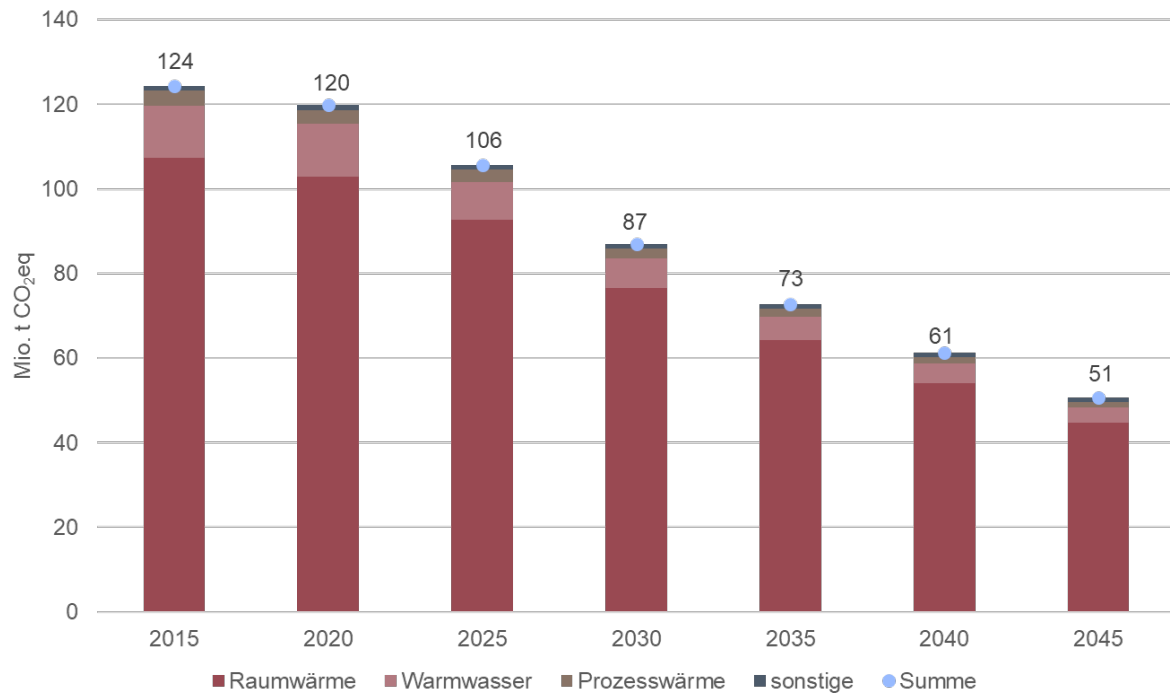


Abbildung 36: THG-Emissionen im Referenzszenario nach Anwendungen, in Mio. t CO₂eq

4.5 Szenarienvergleich

Im folgenden Unterkapitel werden die Szenarien beziehungsweise die Sensitivitäten verglichen. Der Vergleich beschränkt sich auf eine Handvoll Schlüsselindikatoren: THG-Emissionen (Abbildung 37), Endenergieverbrauch (Abbildung 38), Stromverbrauch (Abbildung 39) und Fernwärmeverbrauch (Abbildung 40).

Im Hauptszenario KNG verringern sich die THG-Emissionen bis zum Jahr 2030 auf 67 Mio. t CO₂eq, bis zum Jahr 2045 werden die Emissionen auf nahezu null gesenkt. In der Referenzentwicklung (aktuell geltendes Recht und beschlossene Änderungen) werden die THG-Ziele mit 87 Mio. t CO₂eq im Jahr 2030 und 51 Mio. t CO₂eq im Jahr 2045 deutlich verfehlt. In der Sensitivität Fernwärme wird das Emissionsziel im Jahr 2030 um 4 Mio. t CO₂eq und das Ziel für das Jahr 2045 (Klimaneutralität) um 11 Mio. t CO₂eq verfehlt. In der Sensitivität Wärmepumpen beträgt die Verfehlung bei 17 Mio. t CO₂eq im Jahr 2030 und ebenso 17 Mio. t CO₂eq im Jahr 2045. Dies zeigt die hohe Bedeutung der Fachkräfte insbesondere für die Erreichung der Ziele 2030. In der Sensitivität Biomasse folgt die Entwicklung der THG-Emissionen weitgehend dem Hauptszenario KNG.

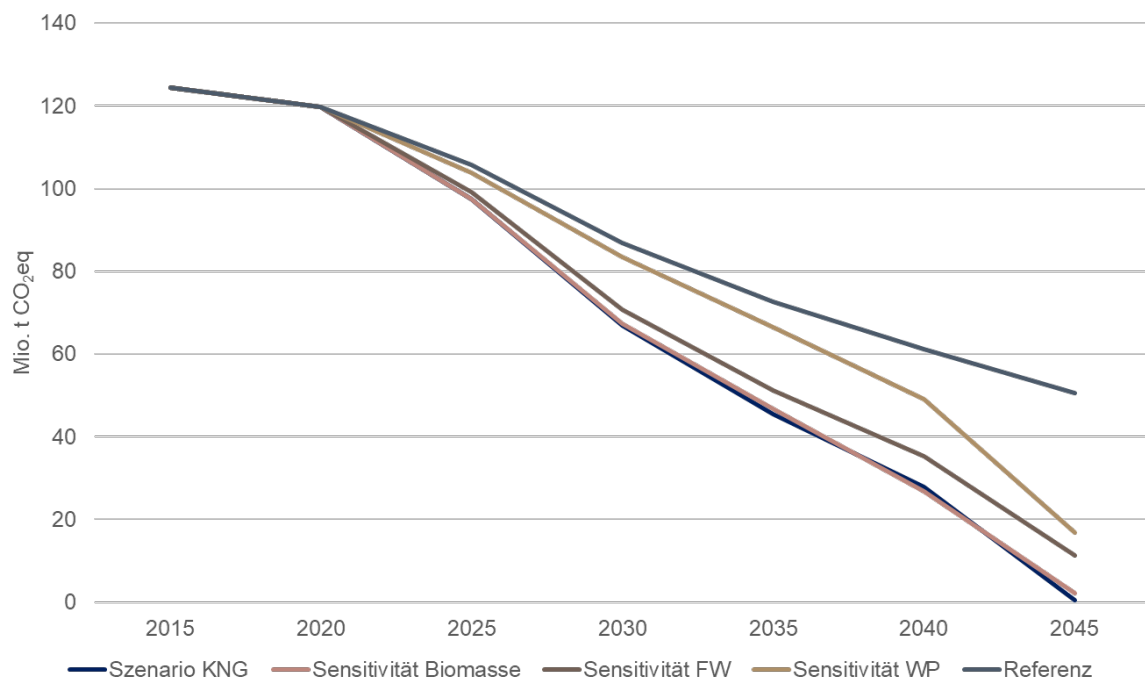


Abbildung 37: Vergleich der Szenarien und Sensitivitäten: Entwicklung der THG-Emissionen, in Mio. t CO₂eq

In den drei Sensitivitäten wird grundsätzlich von einer zum Hauptszenario KNG identische Effizienzentwicklung ausgegangen. Entsprechend gibt es keine relevanten Unterschiede in Bezug auf die Entwicklung des Endenergieverbrauchs (dies allerdings nur, wenn die Umweltwärme mitgerechnet wird). Im Szenario KNG verringert sich der Endenergieverbrauch (inkl. Umweltwärme) im Zeitraum 2020 bis 2045 um 32 % auf 662 TWh. In der Referenzentwicklung fällt der Rückgang geringer aus, der Endverbrauch reduziert sich im Zeitraum 2020 bis 2045 um 22 % auf 754 TWh.

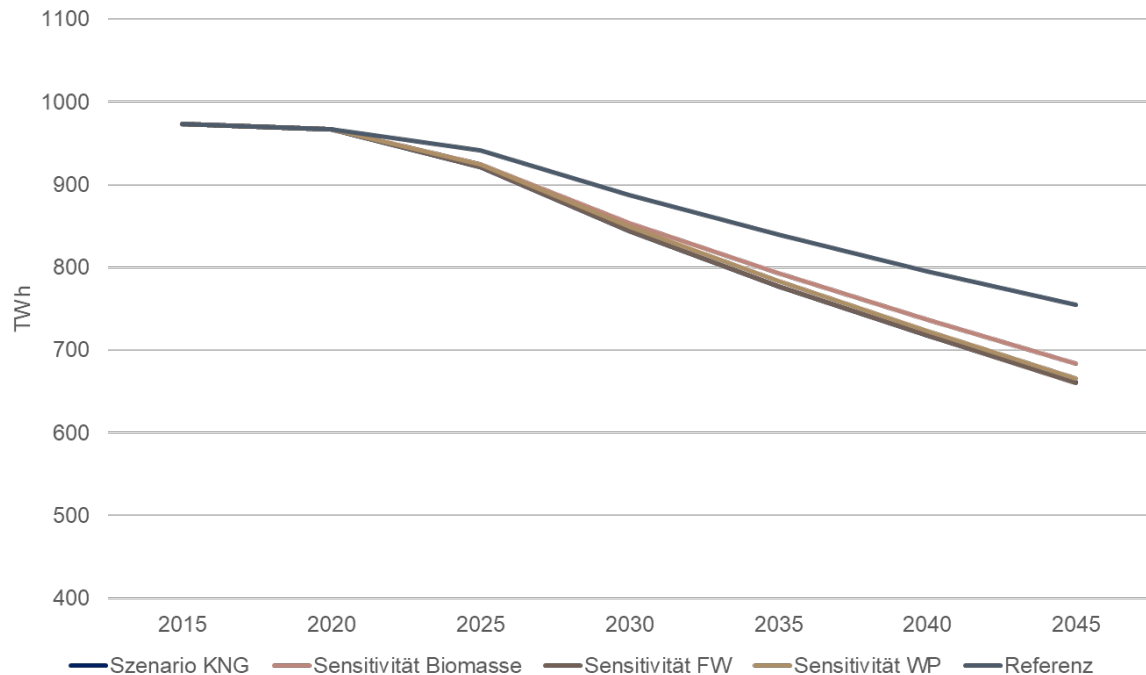


Abbildung 38: Vergleich der Szenarien und Sensitivitäten: Entwicklung des Endenergieverbrauchs, in TWh

Der Stromverbrauch verändert sich im Szenario KNG und in der Sensitivität Fernwärme im Zeitraum 2020 bis 2040 nicht wesentlich. Der Mehrverbrauch durch elektrische Wärmepumpen wird durch Effizienzgewinne kompensiert. Die forcierte Stilllegung der letzten verbleibenden fossilen Kessel lässt den Verbrauch zwischen 2040 und 2045 kurzzeitig leicht ansteigen. Nach 2045 zeigen die Berechnungen jedoch bereits wieder einen leichten Rückgang (weitere Effizienzgewinne bei dann nahezu stagnierendem Anlagenbestand). In der Sensitivität Biomasse werden im Vergleich zum Hauptszenario KNG mehr Biomassekessel betrieben, dafür werden weniger Wärmepumpen zugebaut und die Fernwärme weniger ausgebaut. Der Stromverbrauch liegt in der Sensitivität Biomasse dadurch im Jahr 2045 rund 5 TWh unter dem Verbrauch im Szenario KNG.

In der Sensitivität Wärmepumpe verläuft der Zubau der Wärmepumpen stark verlangsamt und auch die Zunahme des Stromverbrauchs ist bis zum Jahr 2040 geringer als in den übrigen Szenarien (hohe Effizienz und begrenzter Einbau von Wärmepumpen). Nach 2040 steigt der Verbrauch aufgrund der verlangsamteten Effizienzgewinne und des weiter zunehmenden Einbaus von Wärmepumpen an, verbleibt aber bis 2045 deutlich unter dem Verbrauch im Szenario KNG und in der Sensitivität Fernwärme. In der Referenzentwicklung setzt sich der rückläufige Verbrauchstrend fort. Bis zum Jahr 2045 nimmt der Stromverbrauch um 8 % ab im Vergleich zum Jahr 2020.

Der Einsatz von Fernwärme steigt in allen betrachteten Szenarien und Sensitivitäten an. Am geringsten ist der Anstieg bis zum Jahr 2045 in der Referenzentwicklung und in der Sensitivität Fernwärme (gebremster Fernwärme-Ausbau). In diesem Szenario bzw. Sensitivität erhöht sich der Fernwärmeverbrauch um 32 % respektive 33 % im Zeitraum 2020 bis 2045. In der Sensitivität Wärmepumpe nimmt der Fernwärmeverbrauch im gleichen Zeitraum um 146 %, im Szenario KNG um 128 % zu. In der Sensitivität Biomasse ist die Zunahme mit 111 % leicht geringer als im Szenario KNG.

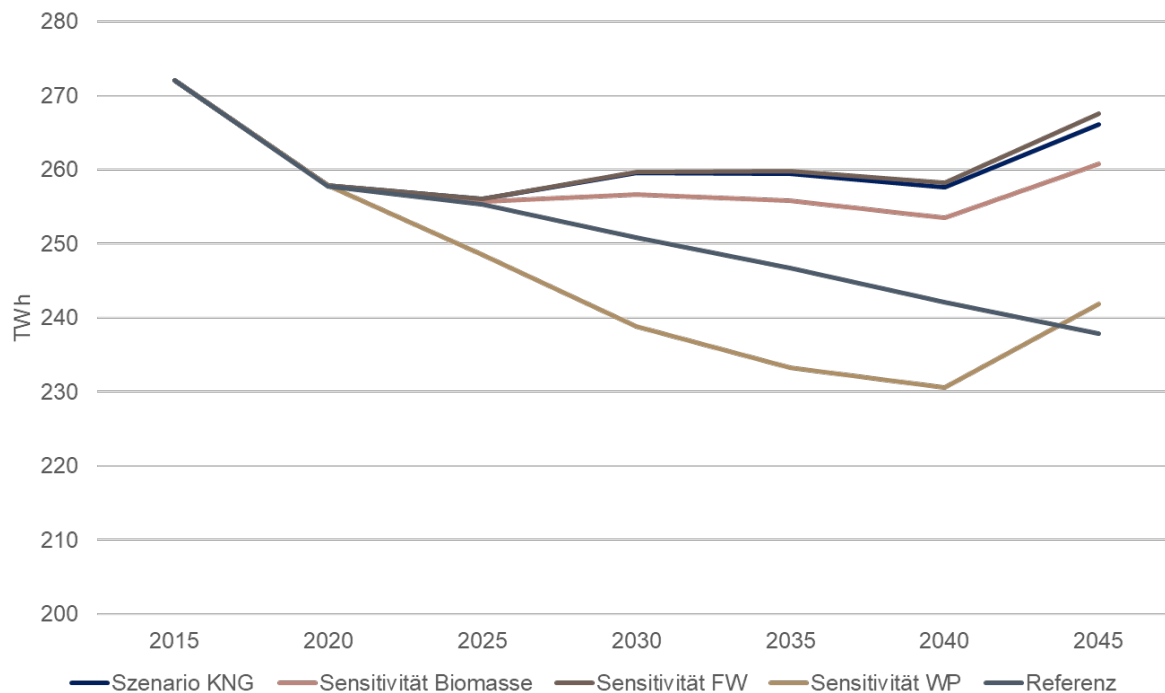


Abbildung 39: Vergleich der Szenarien und Sensitivitäten: Entwicklung des Stromverbrauchs, in TWh

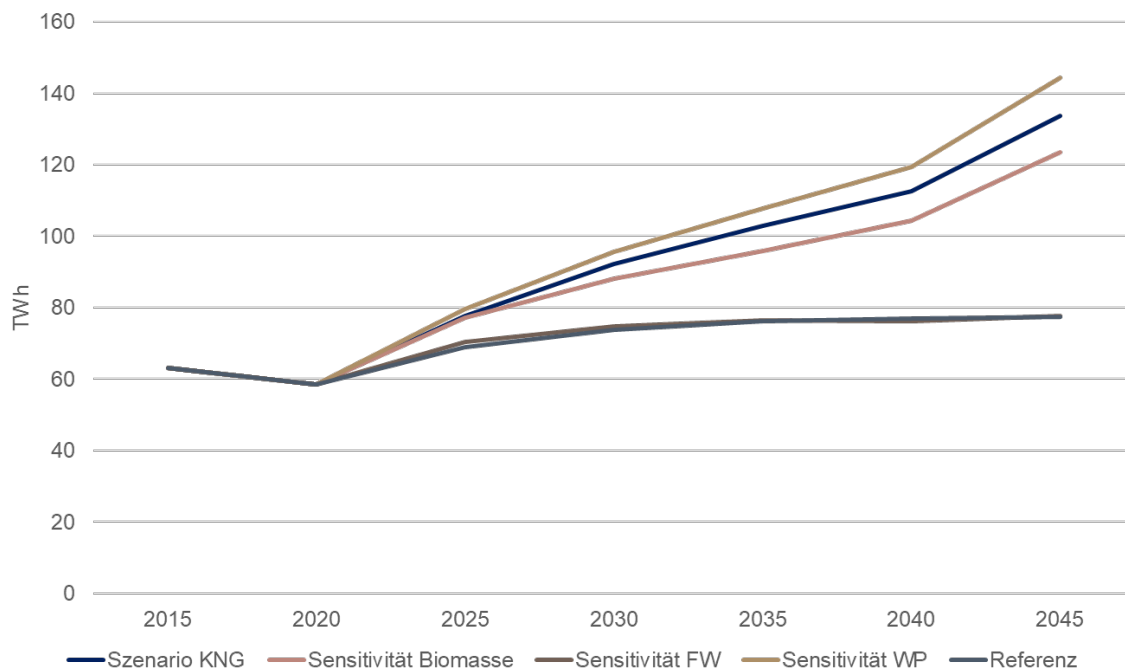


Abbildung 40: Vergleich der Szenarien und Sensitivitäten: Entwicklung des Fernwärmeverbrauchs, in TWh

4.6 Folgen und resultierende Notwendigkeiten

4.6.1 Hoher Ambitionsgrad erfordert Umsetzung ALLER Maßnahmenbündel

Die berechnete Referenzentwicklung berücksichtigt das Klimaschutzprogramm 2030. Dieses beinhaltet im Gebäudebereich u.a. die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) sowie das Brennstoffemissionshandels-Gesetz (BEHG) mit einer CO₂-Bepreisung. Auch aufgrund dieser Maßnahmen verringern sich die THG-Emissionen im Gebäudesektor stärker als in früheren Referenzszenarien, beispielsweise derjenigen der ESG 2015. Dennoch verbleibt auf Basis der Regulierung im Jahr 2030 eine Zielverfehlung von mindestens 20 Mio. t CO₂eq⁸.

Die Technologien zur Reduktion der THG-Emissionen sind grundsätzlich vorhanden, wobei weitere technologische Entwicklungen die Zielerreichung erleichtern. Um das Sektorziel nach dem KSG zu erreichen, gilt es den Einsatz dieser Technologien stärker anzureizen, dazu sind umfassende, zusätzliche Maßnahmen notwendig. Dies gilt insbesondere vor dem Hintergrund, dass sich der Gebäudesektor aufgrund der langen Lebensdauern der Anlagen und Bauteile nur langsam verändert – jedes Jahr werden nur geringe Anteile des Bestandes erneuert. Dadurch diffundieren die zielkompatiblen Technologien nur langsam in den Gebäudebestand. Gleichzeitig verbleiben bis zum Jahr 2030 nur noch wenige Jahre und die Einführung der neuen Maßnahmen erfordert zusätzlich Zeit.

Das Klimaschutzziel 2030 im Gebäudesektor ist daher schwer erreichbar. Hierfür und auch für das Ziel der Klimaneutralität 2045 müssen alle im folgenden Kapitel 5 vorgeschlagenen Maßnahmenbündel vollständig, zügig und ambitioniert umgesetzt werden. Zudem müssen bestehende Hemmnisse zeitnah abgebaut werden und die in den folgenden Kapiteln beschriebenen kritischen Randbedingungen für die Zielerreichung beachtet werden. Dazu zählen u.a. die Beseitigung von Liefer- bzw. Versorgungsengpässen und der Abbau bzw. die Vermeidung des Fachkräftemangels (Kapitel 6.6).

Ein zentraler Hebel zur Reduktion der THG-Emissionen ist die Nutzung THG-neutraler Energieträger, wie beispielsweise erneuerbarer Strom oder erneuerbare (Fern-)Wärme. Dies erfordert ergänzend zu den Maßnahmen im Gebäudesektor auch umfangreiche Maßnahmen im Sektor Energiewirtschaft.

4.6.2 Notwendige Mehrinvestitionen

In diesem Unterkapitel werden die zusätzlichen Investitionen abgeschätzt, die für das Erreichen der Klimaneutralität im Gebäudesektor aufgebracht werden müssen. Für die Berechnung der Zusätzlichkeit werden die Investitionen im Szenario KNG mit denjenigen in der Referenzentwicklung verglichen (Differenzbildung). Ergänzend werden diesen Mehrinvestitionen die durch die zusätzlichen Maßnahmen eingesparten Energiekosten gegenübergestellt. Für diesen Vergleich werden die Mehrinvestitionen annualisiert. Das heißt, die Differenzinvestitionskosten werden mit einem volkswirtschaftlichen Zinssatz über die technische Lebensdauer der Investitionsgüter annuitätisch in jährliche Kosten bzw. Differenzkosten umgesetzt, die sich aus den Teilen Zins und Tilgung zusammensetzen. Dadurch werden die Kosten der Investition gleichmäßig über die Lebensdauer der

⁸ Zum Vergleich: In der Projektion des Projektionsberichts 2021 (Öko-Institut et al., 2021) verringern sich die THG-Emissionen im Gebäudesektor bis zum Jahr 2030 auf rund 91 Mio. t CO₂eq. Hier ergibt sich eine Zielverfehlung von annähernd 24 Mio. t CO₂eq.

Investition verteilt. Dies ermöglicht eine Gegenüberstellung mit den durch die Maßnahmen jährlich eingesparten Energieträgerkosten. Bei der Berechnung der Annuitäten wird ein Zins von 4 % unterstellt.

Bei den Mehrinvestitionen werden Investitionen für energetische Sanierungen, Wärmeerzeuger, Haustechnikanlagen sowie Elektrogeräte, Beleuchtung und Prozesse berücksichtigt. Die Mehrinvestitionen im Bereich Gebäudehülle berechnen sich aus der im Vergleich zur Referenzentwicklung zusätzlich energetisch sanierten Flächen und spezifischen Sanierungskosten (Euro/m²). Bei den spezifischen Kosten wird der im Szenario KNG höhere Effizienzstandard berücksichtigt. Quelle für die Sanierungskosten sind Angaben des IWU und der dena, die mit dem inflationsbereinigten Baupreisindex an das Preisniveau 2021 angepasst wurden (IWU, 2014a; IWU, 2014b; Dena, 2010). In die Berechnungen sind nur die energiebedingten Mehrkosten eingeflossen, nicht aber die Ohnehin-Kosten. Es wird davon ausgegangen, dass die energetischen Sanierungen in der Regel im Rahmen einer ohnehin stattfindenden Instandhaltung durchgeführt werden. Bei den Wärmeerzeugern fließt unter anderem die unterschiedliche Absatzstruktur und die Anlagenkosten in die Berechnungen ein. Die Anlagenkosten basieren auf unterschiedliche Quellen, u. a. auf Herstellerangaben, Gutachten (Prognos, 2022), BDEW-Heizkostenvergleich (ITG, 2021) etc. Dabei wird mitberücksichtigt, dass durch die Gebäudeeffizienz die mittlere Anlagengröße im Zeitverlauf abnimmt. Im Szenario KNG nehmen die Investitionen in Wärmepumpen und Fernwärmeanschlüsse zu, während diejenigen in Gas- und Biomassekessel deutlich abnehmen. Bei der Fernwärme wurden nur die Kosten für die Gebäudeanschlüsse berücksichtigt, ohne die Aufwände für den Netzausbau und die Wärmeerzeugung. Differenzinvestitionen in den Bereichen Elektrogeräte, Beleuchtung und Prozesse werden vereinfacht über anlegbare Kosten abgeschätzt.⁹

Nicht betrachtet wird im Wohnbereich der Neubau. Aufgrund der unterstellten Suffizienzmaßnahmen fällt der Wohnflächenzuwachs im Szenario KNG geringer aus als in der Referenzentwicklung. Die Neubauf Flächen sind geringer, da vermehrt kleinere Wohnungen benötigt werden und neue Wohnungen vermehrt aus bestehenden Flächen gebildet werden. Ein Vergleich der Investitionen in den Neubau ist deshalb schwierig. Grundsätzlich müssen im Szenario KNG in diesem Bereich jedoch deutlich weniger Investitionen getätigt werden. Die spezifischen Neubaukosten werden auf rund 2500-3000 Euro/m² als Erfahrungswerte aus Evaluierungen von Förderprogrammen geschätzt.

Die kumulierten Mehrinvestitionen im Szenario KNG sind in der Tabelle 11 dargestellt (sowohl nicht annualisierte als auch annualisierte Werte). Insgesamt kumulieren sich die Mehrinvestitionen bis zum Jahr 2045 auf 448 Milliarden Euro (nicht annualisierte Werte). Der Großteil der Mehrinvestitionen entfällt auf den Bereich Wärmeerzeuger (58 %). Auf die Gebäudehülle entfallen 27 % und auf die übrigen Maßnahmen 15 %. Eine Erklärung für den vergleichsweise geringen Anteil der Gebäudehülle im Vergleich zu den Wärmeerzeugern ist die bereits in der Referenzentwicklung deutlich ansteigende Sanierungsaktivität (aufgrund Klimaschutzprogramm 2030).

Die kumulierten annualisierten Mehrinvestitionen fallen aufgrund der Verteilung über die Lebensdauer geringer aus als die Investitionen, insbesondere im Bereich Gebäudehülle (hohe Lebensdauer der Bauteile).

⁹ Ausgehend von den in diesen Bereichen eingesparten Energiekosten und der Lebensdauer der Anlagen bzw. Geräte werden Investitions-Deltas abgeschätzt.

Tabelle 11: Kumulierte zusätzliche Investitionen im Szenario KNG gegenüber dem Referenzszenario und annualisierte Investitionen, jeweils in Mrd. Euro₂₀₂₀

	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Investitionen						
Gebäudehülle	0	12	35	61	90	120
Wärmeerzeuger	0	34	95	130	155	259
Übrige Maßnahmen	0	5	11	26	45	68
Summe	0	51	141	217	290	448
Annualisierte Investitionen						
Gebäudehülle	0	1	8	21	42	71
Wärmeerzeuger	0	4	27	65	112	185
Übrige Maßnahmen	0	2	8	18	35	61
Summe	0	7	43	105	189	317

Quelle: eigene Berechnung

Werden nicht nur die zusätzlichen Investitionen (Mehrinvestitionen), sondern die gesamten Investitionen im Szenario KNG betrachtet, ergeben sich höhere Investitionsvolumina. Für Wärmeerzeuger, Anlagen, energetische Sanierungen der Gebäudehülle (exkl. Ohnehin-Kosten) sowie weitere Effizienzmaßnahmen ergeben sich jährliche Investitionen in der Höhe von rund 60-65 Milliarden Euro. Zum Vergleich, das gesamte Bauvolumen in Deutschland lag im Jahr 2018 gemäß Berechnungen des DIW bei annähernd 400 Milliarden Euro. Kumuliert über den Zeitraum 2020 bis 2045 ergeben sich im Szenario KNG in den oben beschriebenen Bereichen Investitionen von rund 1,4 Billionen Euro. Das sind rund 45 % mehr als in der Referenzentwicklung. Nicht berücksichtigt sind dabei wie oben erwähnt Investitionen in den Wohnungsneubau (rund 80-100 Milliarden Euro p.a.) sowie Investitionen in die Instandhaltung der Gebäude.

Den Mehrinvestitionen im Szenario KNG stehen zusätzlich eingesparte Energiekosten gegenüber. Diese werden aus dem Energieverbrauch nach Energieträgern und den Energiepreisen (Tabelle 5) hergeleitet. Für die Jahre 2015 bis 2020 ergeben sich so jährliche Energiekosten im Gebäudesektor von rund 120 Milliarden Euro. Im Referenzszenario verbleiben die jährlichen Energiekosten trotz Effizienzgewinnen aufgrund der steigenden Energiepreise bis zum Jahr 2045 im Bereich von 110 - 120 Milliarden Euro. Im Szenario KNG hingegen nehmen die Energiekosten durch die Effizienzmaßnahmen und die Umstellung auf Strom und erneuerbare Energie im Zeitverlauf zunehmend ab. Bis zum Jahr 2045 verringern sich die jährlichen Energiekosten auf noch rund 85 Milliarden Euro, das sind dann 24 Milliarden weniger als im Referenzszenario (Abbildung 41). Eingespart werden Kosten für Erdgas, Heizöl, aber auch für biogene Energieträger, während die Ausgaben für Strom und Fernwärme im Vergleich zur Referenz zunehmen. Kumuliert bis zum Jahr 2045 ergeben sich 283 Milliarden an eingesparten Energiekosten.

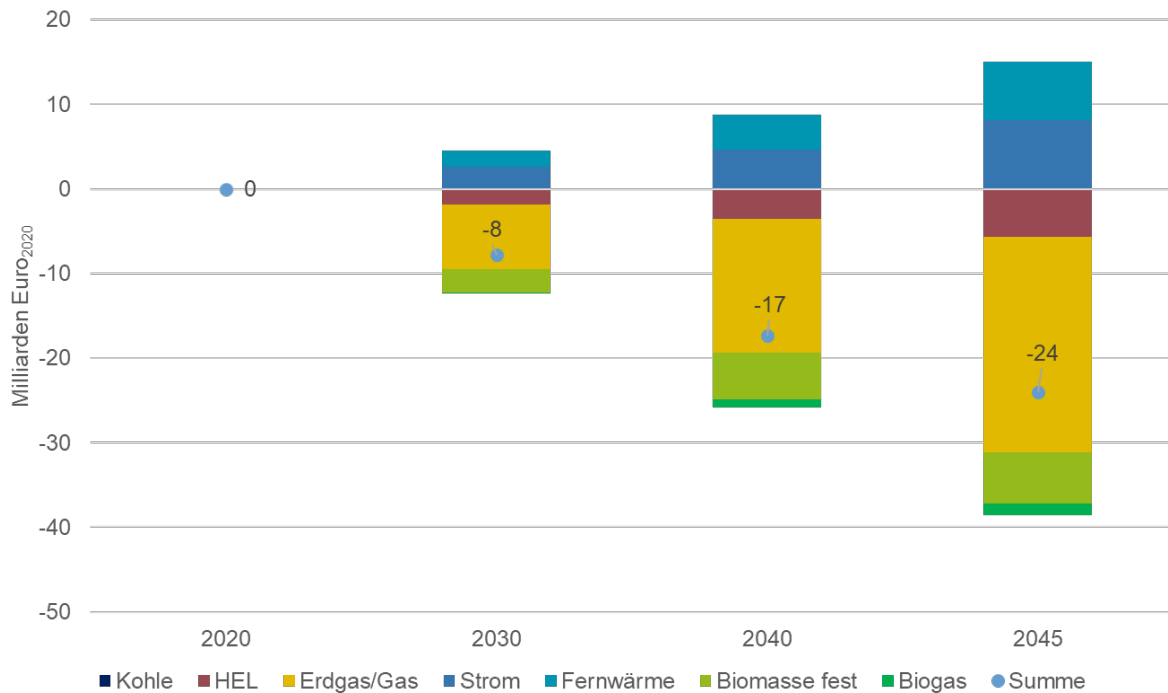


Abbildung 41: Jährlich eingesparte Energiekosten im Szenario KNG im Vergleich zur Referenzentwicklung, in Mrd. Euro₂₀₂₀

In Tabelle 12 sind die annualisierten Mehrinvestitionen und die zusätzlich eingesparten Energiekosten im Szenario KNG im Vergleich zur Referenzentwicklung gegenübergestellt. Bis zum Jahr 2025 sind die eingesparten Energiekosten noch leicht höher als die Mehrinvestitionen. Ab 2025 steigen die kumulierten annualisierte Mehrinvestitionen leicht stärker an als die eingesparten Energiekosten. Bis zum Jahr 2045 ergibt sich eine geringe Differenz von 35 Milliarden Euro. Im Mittel entspricht dies jährlichen Zusatzkosten von rund 1,5 Milliarden Euro. Wichtig: Nicht berücksichtigt sind hier die vermiedenen Kosten durch den Beitrag zur Reduktion der Klimaerwärmung. Die oben erwähnten Minderinvestitionen durch den geringeren Flächenverbrauch sind in dieser Kostenbetrachtung ebenfalls nicht enthalten. Nicht berücksichtigt sind auch mögliche positive Rückkoppelungen innerhalb der Volkswirtschaft, beispielsweise durch die Reduktion von Energieimporten und der Effekte der zusätzlich getätigten Investitionen auf die Beschäftigung und das Wirtschaftswachstum.

Tabelle 12: Vergleich der Mehrinvestitionen und der eingesparten Energiekosten; Szenario KNG gegenüber dem Referenzszenario, in Milliarden Euro₂₀₂₀

	2020	2025	2030	2035	2040	2045
annualisierte Mehrinvestitionen	0	7	43	105	189	317
eingesparte Energiekosten	0	-11	-40	-95	-173	-283
Differenz	0	-4	3	10	17	35

Quelle: eigene Berechnung

5 Handlungsbereiche, Maßnahmen und politische Instrumente

5.1 Bestehende Programme

Derzeit gibt es eine Vielzahl an Programmen/Gesetzen, um die THG-Emissionen zu reduzieren und die Energieeffizienz des Gebäudesektors zu verbessern. Während der Bearbeitung des Projekts haben sich äußere Einflüsse und Randbedingungen geändert und kurzfristig- und mittelfristige Maßnahmen (wie z.B. das Sofortprogramm Gebäude vom 13.07.2022) zu einem anderen Ausgangszustand geführt. In Kapitel 4.4.5 wird dieser Referenzzustand beschrieben und gezeigt, dass die bestehenden Maßnahmen für die Zielerreichung nicht ausreichen. Nachfolgend sind die größten bestehenden Programme aufgelistet und die Ziele kurz erklärt.

- **KSSP 2022:** Das KSSP (Klimaschutz-Sofortprogramm) wird im Jahr 2022 erarbeitet und befindet sich zum Abschluss des Gutachtens zur GSK noch in der Abstimmung. Es wird aufgelegt, um die Anforderungen aus dem KSG (Bundes-Klimaschutzgesetz) einzuhalten. Das Eckpunktepapier zum KSSP enthält dabei Einzelmaßnahmen, die unter anderem das BEG und GEG betreffen.
- **BEG (Bundesförderung für effiziente Gebäude):** Die BEG enthält Förderprogramme für Wohngebäude/Nichtwohngebäude sowie Einzelmaßnahmen. Ziel ist die Förderung von Gebäudesanierungen (s. KfW-Förderungen). Insbesondere Dämmung der Gebäudehülle sowie eine Verbesserung der Anlagentechnik wird angestrebt.
- **KfW-Förderungen:** Die KfW (Kreditanstalt für Wiederaufbau) stimuliert als Teil der BEG über Darlehen die Investitionen in Gebäudesanierungen.
- **GEG (Gebäude-Energie-Gesetz):** Das GEG ersetzt seit 2020 das Energieeinspargesetz die Energieeinsparverordnung und das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz. Ziel ist die Reduzierung des Energieverbrauchs im Gebäudesektor. Das GEG wird derzeit weiterentwickelt um die Anforderungen aus der EPBD (EU-Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden) mit aufzunehmen.
- **Bundesförderung Serielles Sanieren:** Ziel des Förderprogramms ist, die serielle Sanierung aus der Pilotphase zu heben und stärker im Markt zu etablieren. Gefördert wird die Erstellung von Durchführbarkeitsstudien, die Entwicklung und Erprobung serieller Sanierungskomponenten für individuelle Pilotprojekte sowie der Aufbau von Produktionskapazitäten.
- **KKB (Koordinierungsstelle Klimaneutrale Bundesverwaltung):** Die KKB erstellt ein Maßnahmenprogramm zu verschiedenen Themenfeldern der Bundesverwaltung darunter fallen auch die über 5.900 Liegenschaften.
- **Energiewechsel-Kampagne des BMWK:** Das BMWK startet im Sommer 2022 eine Kampagne in der die Industrie, der Mittelstand und Verbrauchende zum Energiesparen, zu mehr Energieeffizienz und Energieträgerwechsel motiviert werden sollen.

5.2 Handlungsbereiche

Das Zielbild in Kapitel 3 und die Ergebnisse aus dem Hauptszenario in Kapitel 4.4.1 ergeben das Handlungsfeld, das für das Erreichen der festgelegten Ziele zur Emissionseinsparung im Gebäudesektor ausgenutzt werden muss. Die Berechnungen zeigen, dass das Ziel im Jahr 2045,

keine THG-Emissionen mehr zu verursachen, nur sehr knapp erreicht werden kann. Aus den Ergebnissen wird klar, dass alle Handlungsoptionen maximal ausgenutzt werden müssen und in der Umsetzung ambitioniert vorgegangen werden muss (vgl. Kapitel 0). Damit die Optionen umgesetzt werden können und ihre maximale Wirksamkeit erreichen, ist es darüber hinaus notwendig die Vernetzung der diversen Bereiche zu betrachten. Einzelne Instrumente sind nicht ausreichend, um die Ziele zu erfüllen. Es müssen Maßnahmenbündel betrachtet werden, die in ihrem Gesamtumfang eine Zielerreichung erlauben.

Die drei wesentlichen Handlungsbereiche der Maßnahmenbündel sind im folgenden Zieldreieck übersichtlich dargestellt (s. Abbildung 42). Dabei wird auch die Verbindung zum Umwandlungssektor deutlich, ohne diesen eine Zielerreichung nicht möglich ist. Der Gebäudesektor muss dann die erneuerbaren Energien sowie treibhausgasneutrale Energieträger einbinden. Gleichzeitig muss eine Reduktion des Verbrauchs erfolgen, welche durch einen besseren baulichen Wärmeschutz möglich wird.

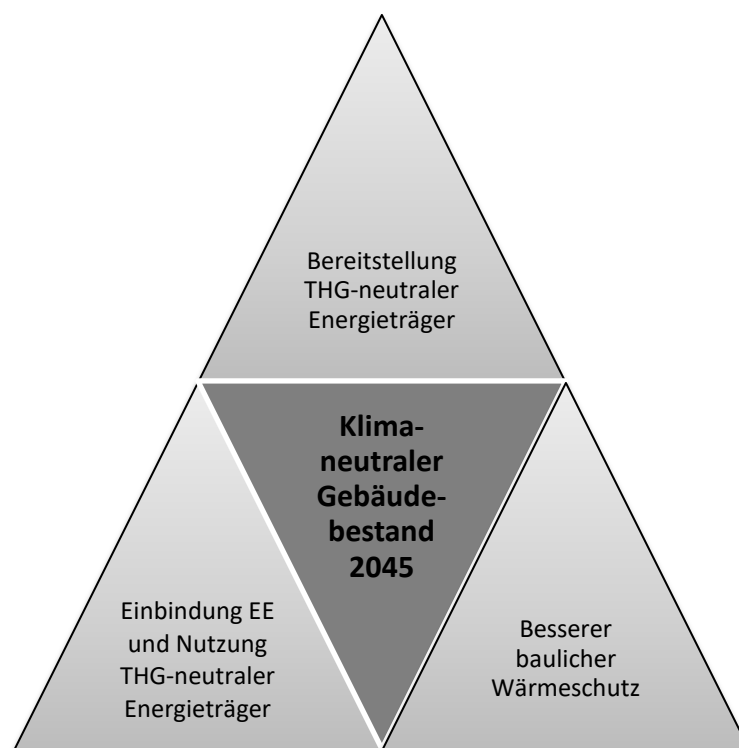


Abbildung 42: Zieldreieck für einen klimaneutralen Gebäudebestand; eigene Darstellung

Die notwendigen Maßnahmenbündel, die in den folgenden Kapiteln dargestellt werden, sind:

- Rollout Wärmepumpe
- Zielkonforme Gebäudehüllen
- Rationeller Neubau
- Anschluss an Wärmenetze
- Begrenzung des Biomasseeinsatzes
- THG-neutraler Strom am Gebäude
- Flächensparendes und energiesparendes Verhalten
- Ausbau von Wärmespeicherung

- Ausstieg verbleibender fossiler Wärmeerzeuger
- Wärmeplanung
- Energieverbrauch Anlagentechnik reduzieren
- Transformation sozialverträglich gestalten

Vorangestellt wird noch das folgende Kapitel zur Methodik, nach denen diese Maßnahmenbündel bezüglich Energieeinsparung und Klimawirkung quantifiziert wurden.

Ebenso gilt wie schon in Abschnitt 4.6.1 beschrieben: Die folgenden Maßnahmenbündel sowie sämtliche enthaltenen Instrumente und Maßnahmen stellen keine Liste dar, aus der nur eine Auswahl getroffen werden kann. Die Gesamtheit aller beschriebenen Maßnahmenbündel ist die Mindestanforderung für die Zielerreichung eines klimaneutralen Gebäudebestands bis 2045. Wie in den vorangegangenen Kapiteln gezeigt, sind die bisherigen Programme nach unseren Modellierungen nicht ausreichend, um die Klimaziele zu erreichen. Deshalb ist nachfolgend ein Set aus Instrumentenbündeln dargestellt, das auf die Zielerreichung ausgerichtet ist. Die Instrumentenbündel können nicht einzeln eingesetzt oder untereinander verglichen werden, da vielfältige Verbindungen zwischen den Einzelpaketen bestehen. Die Vielzahl an Verbindungen und Wechselwirkungen zwischen den Maßnahmenbündeln, die in den folgenden Kapiteln noch ausführlicher betrachtet werden, sind in Abbildung 43 dargestellt.

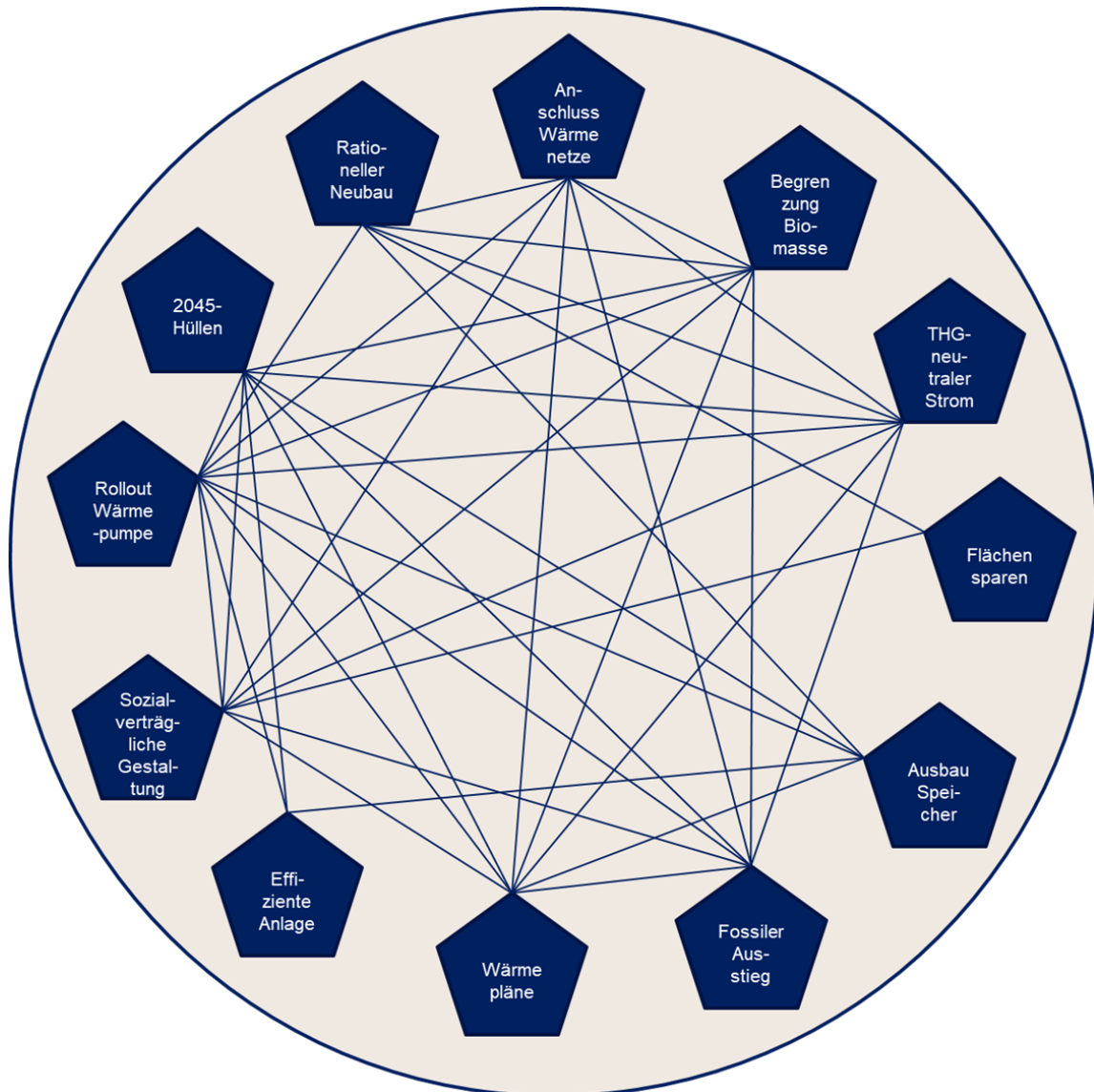


Abbildung 43: Wechselwirkungen zwischen den Maßnahmenbündeln des Gutachtens zur GSK, eigene Darstellung

Die Maßnahmenbündel werden bezüglich Treibhausgas- und Primärenergieeffekten quantifiziert. Die Methodik hierfür ist in Kapitel 5.15 dargestellt.

5.3 Rollout Wärmepumpe

5.3.1 Hauptziel

Wärmepumpen werden im zukünftigen Wärmemarkt die dominierende Heizungstechnologie sein. In Verbindung mit THG-neutralem Strom tragen sie entscheidend zur Erreichung der angestrebten Klimaneutralität im Gebäudesektor bei. Im Neubau, insbesondere im Bereich der Ein- und Zweifamilienhäuser, sind Wärmepumpen bereits aktuell die am häufigsten eingesetzte Lösung zur Wärmeversorgung. Zur Erreichung der Klimaschutzziele ist jedoch ein forciertes Einsatz von

Wärmepumpen auch in größeren Mehrfamilienhäusern und Nichtwohngebäuden sowie insbesondere im Bereich der Bestandsgebäude zwingend erforderlich.

Das betrachtete Instrumentenbündel soll im Wesentlichen zu dem entsprechend dem Zielbild erforderlichen Zubau von Wärmepumpen im Bereich der Bestandsgebäude beitragen.

Rollout Wärmepumpe	
Voraussetzungen schaffen	
Steigerung der Handwerkerkapazität	<ul style="list-style-type: none">- Qualifizierungsoffensive „Wärmepumpe“
Handwerker-Offensive	<ul style="list-style-type: none">- Erhöhung der Verfügbarkeit von Wärmepumpen:- Dialog mit WP-Herstellern- Erweiterung der Produktpalette um preiswerte Geräte mit größeren Leistungen
Informationswege	<ul style="list-style-type: none">- Beratungsoffensive für Verbraucher und Energieberater
Vollzug	<ul style="list-style-type: none">- Kontrollstellen für Umsetzung der 65%-EE-Vorgabe im Bestand schaffen (Schornsteinfeger einbeziehen)
Umsetzung	
Fördern	<ul style="list-style-type: none">- Verstetigen der BEG-Förderung - Förderung für Wärmepumpen-Einbau im Bestand mindestens auf aktuellem Niveau- ggf. temporär höhere Fördersätze in MFH- und NWG-Bereich- Forschungsförderung (Entwicklung vereinfachter Installationskonzepte, WP für höhere Systemtemperaturen)
Fordern/rechtlicher Rahmen	<ul style="list-style-type: none">- Einführen der 65%-EE-Regel im Rahmen der GEG-Novelle- Verpflichtung zum Einbau netzdienlicher Wärmepumpen (SmartGrid-ready)- Verpflichtung zur Nutzung von Regelalgorithmen, die einen aus energiewirtschaftlicher Sicht sinnvollen Betrieb der Wärmepumpe gewährleisten- Begrenzung und Flexibilisierung der Strompreise (z.B. Netzentgelte), um wirtschaftliches Verhältnis zu Kosten fossiler Alternativen zu erreichen
Vollzug	<ul style="list-style-type: none">- Nachweis der Einhaltung der 65%-EE-Vorgabe bei zuständigen Behörden bzw. Beauftragten- Beratung und Stakeholder-Information

Beratungsoffensive für Verbraucher

- Breit angelegte öffentlich finanzierte Feldtests

5.3.2 Relevante Instrumente

	Kurzbeschreibung	Wirkungsdauer
Verpflichtung zur Nutzung Erneuerbarer Energien im Gebäudeenergiegesetz	Im Rahmen der GEG-Novelle soll die 65%-EE-Regel für neue Heizungen zeitnah eingeführt werden. Bei der Ausgestaltung des Instruments soll eine klare Priorisierung von Wärmepumpen als Erfüllungsoption angestrebt werden. Die 65%-EE-Vorgabe soll insbesondere ihre Wirkung im Gebäudebestand entfalten. Die wirtschaftlichen Härtefälle müssen dabei möglichst durch Förderung abfangen werden.	kurz- bis mittelfristig
Wärmepumpen-Strompreise begrenzen	Die zukünftigen Strompreise für Wärmepumpen sollen in einem wirtschaftlichen Verhältnis im Vergleich zu fossilen Alternativen (insbesondere Erdgas) liegen. Neben der Abschaffung der EEG-Umlage sind weitere Instrumente zur Flexibilisierung (z.B. Netzentgelte) erforderlich, um ein wirtschaftlich akzeptables Verhältnis zu Kosten fossiler Alternativen zu erreichen. Flexible Strompreise können sowohl den netzverträglichen Betrieb von Wärmepumpen als auch die Anpassung der Stromnachfrage an das Angebot von erneuerbarem Strom fördern. Die Ausgestaltung hängt stark von der Entwicklung der zukünftigen Energie- und CO ₂ -Preise ab.	mittel- bis langfristig
Qualifizierungsoffensive „Wärmepumpe“	Die Qualifizierungsoffensive ist insbesondere an die SHK-Handwerker, Planer, Energieberater und Schornsteinfeger gerichtet. Dabei sollen die Berufsgruppen in Hinblick auf Planung, Beratung und Einbau von Wärmepumpen geschult werden. Als Maßnahme ist ein Zuschuss zu den Weiterbildungskosten (entweder Übernahme der Weiterbildungskosten oder Ersatz des Umsatzausfalls, z.B. 500 € pro Mitarbeiter pro Tag) denkbar.	mittel- bis langfristig
Handwerker-Offensive	Die Offensive soll dem Fachkräftemangel entgegenwirken, durch Informations- und Werbemaßnahmen sollen zusätzliche Personen für eine Ausbildung im Heizungshandwerk gewonnen werden. Die Handwerker-Offensive ergänzt die Qualifizierungsoffensive „Wärmepumpe“. Die Ausgestaltung hängt stark von der erwarteten Nachfrage (bedingt durch den zukünftigen rechtlichen Rahmen sowie die Förderung) sowie der erwarteten Verfügbarkeit von Wärmepumpen ab. Denkbar wären folgende Maßnahmen:	mittel- bis langfristig

	Kurzbeschreibung	Wirkungsdauer
	<p>Verstärkte Offensive an Gymnasien, um Abiturienten für eine Ausbildung im Heizungshandwerk zu gewinnen, sowie Ansprechen von Studienabbrechern</p> <p>Stützen des Lehrlingsgeldes zur Steigerung der Attraktivität der Ausbildung im Heizungsbereich auch ggü. anderen Handwerksausbildungen</p>	
Starker Dialog mit WP-Herstellern mit Fokus auf Fertigungskapazitäten und Verfügbarkeit von Wärmepumpen	Der Dialog mit den Wärmepumpenherstellern soll zur Steigerung der Fertigungskapazitäten und der Verfügbarkeit von Wärmepumpen beitragen, damit die zukünftige Nachfrage gedeckt werden kann und Lieferengpässe weitgehend verhindert werden können. Die Ausgestaltung hängt stark von der erwarteten Nachfrage (bedingt durch den zukünftigen rechtlichen Rahmen und die Förderung) sowie den erwarteten Handwerkerkapazitäten ab.	kurz- bis mittelfristig
Verstetigen der BEG-Förderung	Eine gezielte Förderung ist insbesondere zur Abfederung der ggü. den Lösungen mit niedrigen Investitionskosten (Brennwertkesseln) auftretenden deutlich höheren Investitionskosten erforderlich. Diese soll im Bestand zumindest auf aktuellem Niveau weiter fortgesetzt werden.	kurz- bis mittelfristig
Anreizen des Wärmepumpeneinsatzes in MFH- und NWG-Bereich	Die Hemmnisse für den bisher sehr eingeschränkten Einsatz von WP im Bereich der Mehrfamilienhäuser und NWG sollen behoben werden. Hier spielt insbesondere die Verfügbarkeit geeigneter preiswerter Geräte eine große Rolle. Ggf. können temporär höhere Fördersätze einen geeigneten Impuls geben.	mittel- bis langfristig
Anforderungen an den netzdienlichen Betrieb von Wärmepumpen	Eine Verpflichtung zum Einbau netzdienlicher Wärmepumpen (SmartGrid-ready) und Regelalgorithmen, die einen aus energiewirtschaftlicher Sicht sinnvollen Betrieb der Wärmepumpe gewährleisten, soll Bestandteil des zukünftigen rechtlichen Rahmens werden.	mittel- bis langfristig
Förderung der Entwicklung vereinfachter Installationskonzepte	Die Entwicklung vereinfachter Installationskonzepte für Wärmepumpen soll gefördert werden. Als Zielgröße wird hier die Begrenzung der Installationszeit und -komplexität definiert. Kurzfristig sollte u.a. mindestens Einbau kleiner WP ohne Elektriker möglich sein. Sinnvolle automatisierte Regelungseinstellungen könnten zusätzlich die Installationszeit verkürzen.	mittel- bis langfristig
Lösungsschablonen für Problemgebäude	Im Rahmen geeigneter Kampagnen sollen Möglichkeiten, z.B. zur Absenkung der Systemtemperaturen und für spezielle Installationsformen (z.B. Keller, Schacht/Sondenbohrung im Straßenbereich), benannt werden. Die Lösungsschablonen für Problemgebäude sollen eine Ergänzung zur Qualifizierungsoffensive „Wärmepumpe“ darstellen.	mittel- bis langfristig

	Kurzbeschreibung	Wirkungsdauer
Beratungsoffensive für Verbraucher	Die an die Verbraucher gerichtete Beratungsoffensive soll insbesondere die Verständnishürden hinsichtlich der Wärmepumpentechnologie abbauen, Vertrauen stärken und durch breit angelegte öffentlich finanzierte Wärmepumpentests die Effizienz der Wärmepumpen in unterschiedlichen Gebäudetypen mit variierendem baulichem Wärmeschutz veranschaulichen.	mittel- bis langfristig
Förderung und intensivierte Information für kalte Wärmenetze	Gerade im urbanen Raum ist die Bereitstellung einer geeigneten Wärmequelle oft ein Hindernis für den Einsatz von WP. Durch die Bereitstellung kalter Wärmenetze können diese Hemmnisse beseitigt werden, gleichzeitig wird die Wirtschaftlichkeit von WP-Anwendungen verbessert. Kalte Wärmenetze sind zunächst durch eine Informationskampagne bei allen potenziellen Interessenten bekannt zu machen, die Errichtung ist durch geeignete Förderung zu unterstützen.	mittel- bis langfristig

5.3.3 Beschreibung

Voraussetzungen schaffen

Steigerung der Handwerkerkapazität

Der forcierte Zubau von Wärmepumpen im Gebäudesektor, insbesondere im Bereich der Bestandsgebäude, kann nur dann erfolgen, wenn sichergestellt wird, dass die vorhandenen Handwerkerkapazitäten die ggü. dem Status quo steigende Nachfrage an Wärmepumpen entsprechend realisieren können und kein Handwerkermangel und daraus folgend weiterer Anstieg der Endkundenpreise entsteht.

Es müssen Maßnahmen ergriffen werden, damit die zur Umsetzung der Maßnahmen erforderlichen zusätzlichen Fachkräfte verfügbar sind. Für die bereits vorhandenen Fachkräfte im Handwerk sind Schulungen insbesondere zur Wärmepumpen- und WP-Hybrid-Installation¹⁰ vorzubereiten und umzusetzen. Die Qualifizierungsoffensive ist insbesondere an die SHK-Handwerker, Planer, Energieberater und Schornsteinfeger gerichtet. Dabei sollen die Berufsgruppen in Hinblick auf Planung, Beratung und Einbau von Wärmepumpen geschult werden. Als Maßnahme ist ein Zuschuss zu den Weiterbildungskosten (entweder Übernahme der Weiterbildungskosten oder Ersatz des Umsatzausfalls, z.B. 500 € pro Mitarbeiter pro Tag) denkbar. Die Handwerker-Offensive soll grundsätzlich dem Fachkräftemangel entgegenwirken. Denkbar sind folgende Maßnahmen:

- Verstärkte Offensive an Gymnasien, um Abiturienten für eine Ausbildung im Heizungshandwerk zu gewinnen, sowie Ansprechen von Studienabbrechern
- Stützen des Lehrlingsgeldes zur Steigerung der Attraktivität der Ausbildung im Heizungsbereich auch ggü. anderen Handwerksausbildungen

¹⁰ WP-Hybridheizungen bestehen aus einer Wärmepumpe und mindestens einem weiteren Wärmeerzeuger, z.B. einem Gas- oder Öl-Brennwertkessel oder auch Solarthermie- und anderen erneuerbaren Anlagen.

Die Handwerker-Offensive ergänzt die Qualifizierungsoffensive „Wärmepumpe“.

Erhöhung der Verfügbarkeit von Wärmepumpen:

Der forcierte Zubau von Wärmepumpen kann nur dann erfolgen, wenn die Verfügbarkeit von Wärmepumpen gegeben ist und keine Lieferengpässe entstehen.

Der Dialog mit den Wärmepumpenherstellern soll zur Steigerung der Fertigungskapazitäten und der Verfügbarkeit von Wärmepumpen beitragen, damit die zukünftige Nachfrage gedeckt werden kann und Lieferengpässe weitgehend verhindert werden können. Darüber hinaus soll die Produktpalette um Geräte mit größeren Leistungen für den MFH- und den NWG-Bereich erweitert werden.

Informationswege

Die Beratungsoffensive für Verbraucher/Eigentümer soll sowohl auf Werbekampagnen des Bundes, als auch auf verpflichtender Aufklärung, z.B. durch schornsteinfegende Personen basieren. Dabei könnten Schornsteinfegerinnen und Schornsteinfeger im Rahmen der regelmäßigen Feuerstättenschau die Eigentümerinnen und Eigentümer auf die Einhaltung der 65-Prozent-EE-Vorgabe bei einem Heizungstausch und die möglichen Erfüllungsoptionen hinweisen.

Vollzug

Um den Vollzug zu gewährleisten, müssen geeignete Kontrollstellen für die Umsetzung der 65%-EE-Vorgabe im Bestand geschaffen werden. Eine Einbeziehung der schornsteinfegenden Person über die Feuerstättenschau durch den bevollmächtigten Bezirksschornsteinfegenden nach § 14 Schornsteinfeger-Handwerksgesetz wäre denkbar (Gesetz für das Handwerk von schornsteinfegenden Personen).

Umsetzung

Forderungen/rechtlicher Rahmen

Die Anpassung des rechtlichen Rahmens durch das zeitnahe Einführen der 65%-EE-Vorgabe für neue Heizungen stellt eine der wichtigsten Instrumente zur Einschränkung des Einbaus fossiler bzw. nicht zielkompatibler Lösungen dar. Bei der Ausgestaltung des Instruments soll eine klare Priorisierung von Wärmepumpen als Erfüllungsoption angestrebt werden. Die 65%-EE-Vorgabe soll insbesondere ihre Wirkung im Gebäudebestand entfalten. Darüber hinaus soll eine Vorschrift zum Einbau netzdienlicher Wärmepumpen (SmartGrid-ready) und Regelalgorithmen, die einen aus energiewirtschaftlicher Sicht sinnvollen Betrieb der Wärmepumpe gewährleisten, Bestandteil des zukünftigen rechtlichen Rahmens werden. Zusätzlich sollen die zukünftigen Strompreise für Wärmepumpen im sinnvollen Verhältnis im Vergleich zu fossilen Alternativen (insbesondere Erdgas) liegen. Neben der Abschaffung der EEG-Umlage sind weitere Instrumente zur Flexibilisierung (z.B. Netzentgelte) erforderlich, um sinnvolles Verhältnis zu Kosten fossiler Alternativen zu erreichen.

Die rechtlichen Instrumente zur Umsetzung der 65%-EE-Anforderung müssen mit ausreichend zeitlichem Vorlauf kommuniziert werden, so dass die Geräteherstellenden und handwerklichen Fachkräfte sich darauf einstellen können.

Förderungen

Eine gezielte Förderung ist insbesondere zur Abfederung der ggü. den Lösungen mit niedrigen Investitionskosten (Brennwertkesseln) auftretenden deutlich höheren Investitionskosten erforderlich. Diese soll im Bestand zumindest auf aktuellem Niveau weiter fortgesetzt werden. Im Bereich der Mehrfamilienhäuser und Nichtwohngebäude sind tendenziell höhere Fördersätze denkbar, um den Wärmepumpeneinsatz in MFH- und NWG-Bereich anzureizen. Eine gezielte Förderung von kalten Wärmenetzen, die als Wärmequelle für Wärmepumpen dienen, kann helfen die Hemmnisse bei der Bereitstellung einer geeigneten Wärmequelle zu ersetzen.

Beratung und Stakeholder-Information

Zu den weiteren flankierenden Maßnahmen gehört die Beratung. Die an die Kundschaft gerichtete Beratungsoffensive soll insbesondere die Verständnishürden hinsichtlich der Wärmepumpentechnologie abbauen, Vertrauen stärken und durch breit angelegte öffentlich finanzierte Wärmepumpentests die Effizienz der Wärmepumpen in unterschiedlichen Gebäudetypen mit variierendem baulichem Wärmeschutz veranschaulichen.

Als Teil einer Beratungsoffensive für SHK-Handwerk und Energieberatende sollen außerdem im Rahmen geeigneter Kampagnen Möglichkeiten, z.B. zur Absenkung der Systemtemperaturen und für spezielle Installationsformen (z.B. Keller, Schacht/Sondenbohrung im Straßenbereich), benannt werden. Die Lösungsschablonen für Problemgebäude sollen Ergänzung zur Qualifizierungsoffensive „Wärmepumpe“ darstellen. Insbesondere kommunale, aber auch sonstige Betreiben von Wärmenetzen sind für das Erfordernis kalter Wärmenetze zu sensibilisieren.

Vollzug

Der Nachweis der Einhaltung der 65%-EE-Vorgabe ist bei zuständigen Behörden bzw. Beauftragten zu erbringen, dabei sind allerdings die erforderlichen Kapazitäten im Bereich der Behörden zu berücksichtigen. Dies könnte, z.B. im Rahmen der Mitteilungspflicht der Eigentümerinnen und Eigentümer nach § 1 SchfHwG über Änderungen an kehr- und überprüfungspflichtigen Anlagen, den Einbau neuer Anlagen und die Inbetriebnahme stillgelegter Anlagen sowie die dauerhafte Stilllegung einer kehr- und überprüfungspflichtigen Anlage erfolgen.

5.3.4 Wechselwirkungen

Wechselwirkungen innerhalb des Bündels

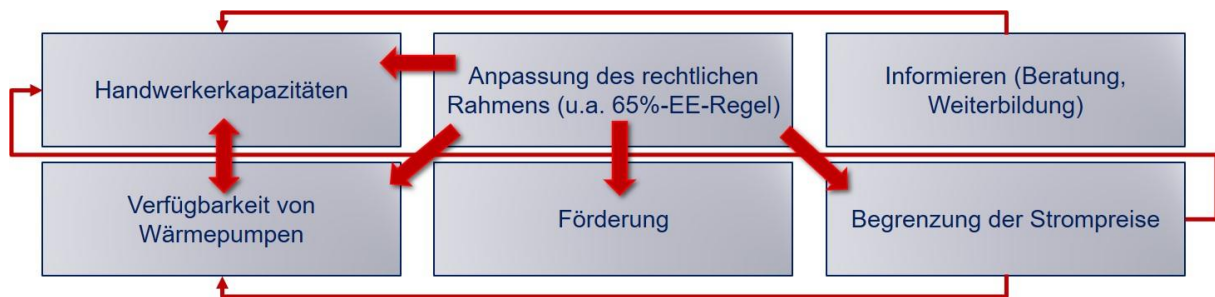


Abbildung 44: Wechselwirkungen innerhalb des Bündels Rollout Wärmepumpe; eigene Darstellung

Der massive Zubau von Wärmepumpen im Gebäudesektor, insbesondere im Bereich der Bestandsgebäude, kann nur durch ein gut aufeinander abgestimmtes Bündel aus Anpassungen des rechtlichen Rahmens, entsprechenden Förderungen, Einbinden und Informieren aller Agierenden sowie Sicherstellung der erforderlichen Kapazitäten realisiert werden:

- Durch die Anpassung des rechtlichen Rahmens (u.a. die 65%-EE-Regel) wird zunächst sichergestellt, dass der Einbau fossiler bzw. nicht zielkompatibler Lösungen eingeschränkt wird und der Einbau von Wärmepumpen priorisiert wird.
- Der forcierte Zubau kann nur dann erfolgen, wenn die Verfügbarkeit von Wärmepumpen gegeben ist und keine Lieferengpässe entstehen.
- Gleichzeitig muss sichergestellt werden, dass die vorhandenen Handwerkskapazitäten die ggü. dem Status quo steigende Nachfrage an Wärmepumpen entsprechend realisieren können und kein Mangel an handwerklichen Personen und daraus folgend weiterer Anstieg der Endkundenpreise entsteht.
- Eine gezielte Förderung ist insbesondere zur Abfederung der ggü. den Lösungen mit niedrigen Investitionskosten (Brennwertkesseln) auftretenden deutlich höheren Investitionskosten erforderlich. Diese soll zumindest auf aktuellem Niveau weiter fortgesetzt werden.
- Um die Wirtschaftlichkeit des Einbaus von Wärmepumpen in Bestandsgebäuden zu verbessern, müssen die zukünftigen Strompreise in einem aus Sicht eines Endkunden wirtschaftlich sinnvollen Verhältnis im Vergleich zu fossilen Alternativen (insbesondere Erdgas) liegen.
- Zusätzlich zu den genannten Maßnahmen ist eine Beratungsoffensive für die Verbrauchenden erforderlich.

Wechselwirkungen mit anderen Instrumentenbündeln

- **THG-neutraler Strom:** Der massive Zubau von Wärmepumpen im Gebäudesektor und steigende Nachfrage aus anderen Sektoren erfordern einen stark beschleunigten Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung sowie einen beschleunigten Ausbau der Stromnetze. Der Gebäudesektor kann dabei wesentlich zur Steigerung der PV-Stromerzeugung sowie zu einer netzdienlichen Stromnachfrage von Wärmepumpen beitragen.
- **Ausstieg verbleibender fossiler Wärmeerzeuger und Reduktion des Biomasse-Einsatzes:** Der Ausstieg aus der verbleibenden fossilen Wärmeerzeugung in den Jahren 2040 bis 2045 führt dazu,

dass die Nachfrage nach Wärmepumpen gesteigert wird, insbesondere dort, wo kein Anschluss an Wärmenetze möglich ist. Die Reduktion des Biomasseeinsatzes führt dazu, dass Wärmepumpen vermehrt in Bestandsgebäuden im ländlichen Raum, als Alternative zu Biomasseheizungen eingesetzt werden.

- **Zielkonforme Gebäudehüllen:** Die Verbesserung des baulichen Wärmeschutzes schafft tendenziell bessere Voraussetzungen für den Einbau einer Wärmepumpe, so dass hier davon ausgegangen werden kann, dass der Zubau an Wärmepumpen durch höhere Sanierungsrate beschleunigt wird.
- **Anschluss an Fernwärme:** Wärmepumpen werden sowohl zentral als auch dezentral zum zentralen Wärmeerzeuger. Ein erfolgreicher Rollout ist notwendig, um die ambitionierten Ziele zu erreichen. Speziell für Randgebiete oder weniger dicht bebaute städtische Gebiete muss für die einzelnen Kommunen geprüft werden, ob eine dezentrale Versorgung mittels Wärmepumpen oder eine Quartierslösung bzw. Wärmenetz am besten geeignet scheint.
- **Rationeller Neubau:** Im Neubau, insbesondere im Bereich der Ein- und Zweifamilienhäuser, sind Wärmepumpen bereits aktuell die am häufigsten eingesetzte Lösung zur Wärmeversorgung. Durch die beschriebenen Verbote für den Einsatz fossiler Energietragenden im Neubau wird der Anteil von Wärmepumpen an der Beheizungsstruktur zukünftig steigen.
- **Zukunft der Gasnetze:** Ein forciertes Zubau von Wärmepumpen wird unterstützt, wenn feststeht, dass Erdgas in einem bestimmten Gebiet über die Lebensdauer einer Gasheizung nicht mehr zur Verfügung stehen wird.

Kritische Randbedingungen für die Umsetzung – Abminderung des Potentials

Fachkräftemangel und Geräteverfügbarkeit

Die fehlende Verfügbarkeit von gut ausgebildeten Fachkräften mit den erforderlichen speziellen WP-Kenntnissen im Bereich Handwerk, Planung und Energieberatung sowie die Lieferengpässe verhindert kurz- bis mittelfristig den forcierten Zubau von Wärmepumpen. Das Einführen der 65%-EE-Vorgabe wird in den ersten Jahren mit hoher Wahrscheinlichkeit die Probleme verstärken.

Vorzieheffekte und Attentismus

Höhere Anforderungen an den Austausch von Wärmeerzeugern vor dem Inkrafttreten der 65%-EE-Anforderung würden zu gewissen Vorzieheffekten führen. Der Ersatz alter Heizungen würde damit bis vor dem Inkrafttreten der Regelung schneller erfolgen, allerdings in der Regel durch Wärmeerzeuger, welche die 65%-EE-Anforderung nicht erfüllen. In den ersten Jahren nach dem Inkrafttreten wäre hingegen ein verlangsamter Austausch alter Heizungsanlagen durch Reparatur und Aufschub einer Neuinstallation zu erwarten. Insgesamt dürften die negativen Effekte überwiegen, es werden also bei einer langfristigen Betrachtung weniger Heizungsanlagen erneuert. Eine quantitative Abschätzung der Vorzieheffekte und des Attentismus ist generell schwierig. In Anbetracht der aktuell extrem dynamischen Veränderung der Energiepreise, der stark steigenden Baukosten sowie der unsicheren Versorgungslage mit Energie und Gütern ist eine belastbare Bewertung dieser Effekte jedoch nicht möglich.

Wirtschaftlichkeit

Sollten die zukünftigen Strompreise für Wärmepumpen nicht im sinnvollen Verhältnis im Vergleich zu fossilen Alternativen (insbesondere Erdgas) liegen und der Betrieb einer Wärmepumpe sich nicht

wirtschaftlich darstellen würde, könnte ein verlangsamter Austausch alter Heizungsanlagen durch Reparatur und Aufschub einer Neuinstallation (solange rechtlich zulässig) vermehrt auftreten.

Vollzug

Instrumente mit Forderungen entfalten dann eine deutlich stärkere Wirkung, wenn der Vollzug sichergestellt werden kann.

5.3.5 Quantifizierung

Basis für die vorliegende Abschätzung der Wirkung des Instrumentenbündels „Rollout Wärmepumpe“ ist das vom FIW München zusammen mit dem ITG Dresden für die „Gebäudestudie“ im Rahmen der „dena-Leitstudie Integrierte Energiewende“ (dena 2018) entwickelte und in den Folgeuntersuchungen, darunter weiterentwickelte Gebäude- und Anlagenmodell „Deutschlandmodell“ (ITG, FIW 2021), welches den Gebäudebestand in Deutschland entsprechend seiner Flächen, baulichen Zustände, Energietragenden und Anlagentechnik abbildet.

Für die Abschätzung der Wirkung des Instrumentenbündels werden zunächst zwei Szenarien entwickelt, die sich hinsichtlich der Entwicklung des baulichen Wärmeschutzes und der Beheizungsstruktur an dem Hauptszenario und der Referenzentwicklung orientieren. Dabei wird ermittelt, wie stark der Zubau von Wärmepumpen in dem Zeitraum 2022 bis 2045 erfolgen muss, um die im Hauptszenario für 2045 vorgesehene Anzahl an Wärmepumpen zu erreichen. In einem zweiten Schritt werden die damit zu erwartenden Endenergie- Primärenergie und Treibhausgaseinsparungen im Vergleich zum Referenzszenario ermittelt.

Gemäß der Referenzentwicklung würde die Anzahl der mit Wärmepumpen beheizten Gebäude im Jahr 2045 ca. 6 Mio. betragen. Durch die zusätzliche Wärmepumpen-Offensive, die auf dem betrachteten Instrumentenbündel basiert, würde die Anzahl der mit Wärmepumpen beheizten Wohngebäude bis zum Jahr 2045 auf rund 15 Mio. ansteigt. Eine Gegenüberstellung der Entwicklung im Referenz- und Zielszenario ist in Abbildung 45 dargestellt. Ergänzend dazu wird in der darauffolgenden Abbildung die modellierte Entwicklung des Wärmepumpenbestandes in Wohngebäuden nach Wärmequelle im Zielszenario abgebildet.

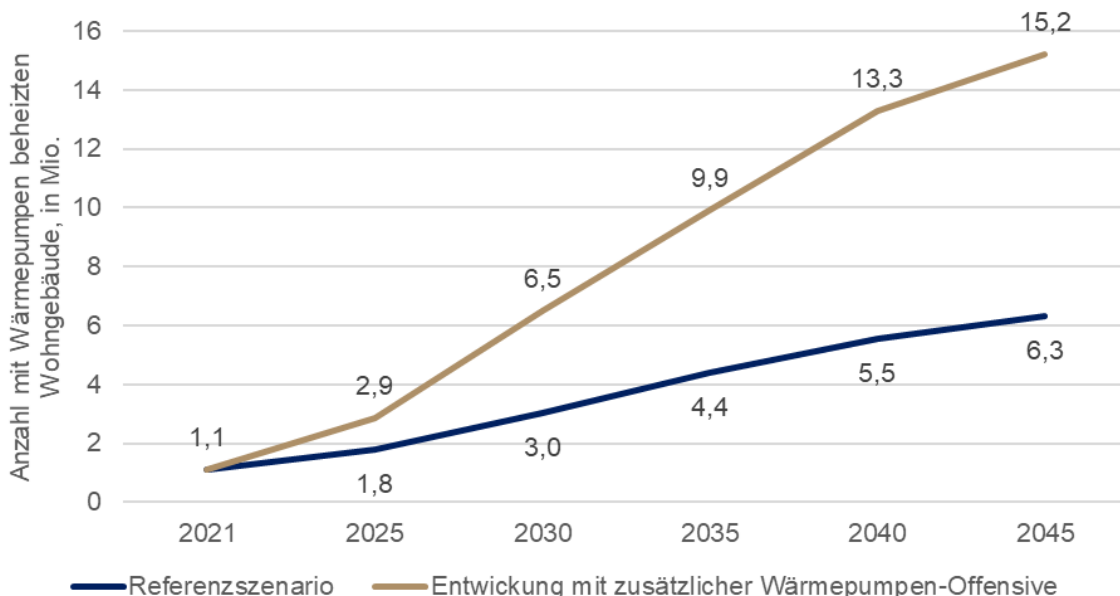


Abbildung 45: Entwicklung der Anzahl der Wärmepumpen in Wohngebäuden – Basis der Quantifizierung

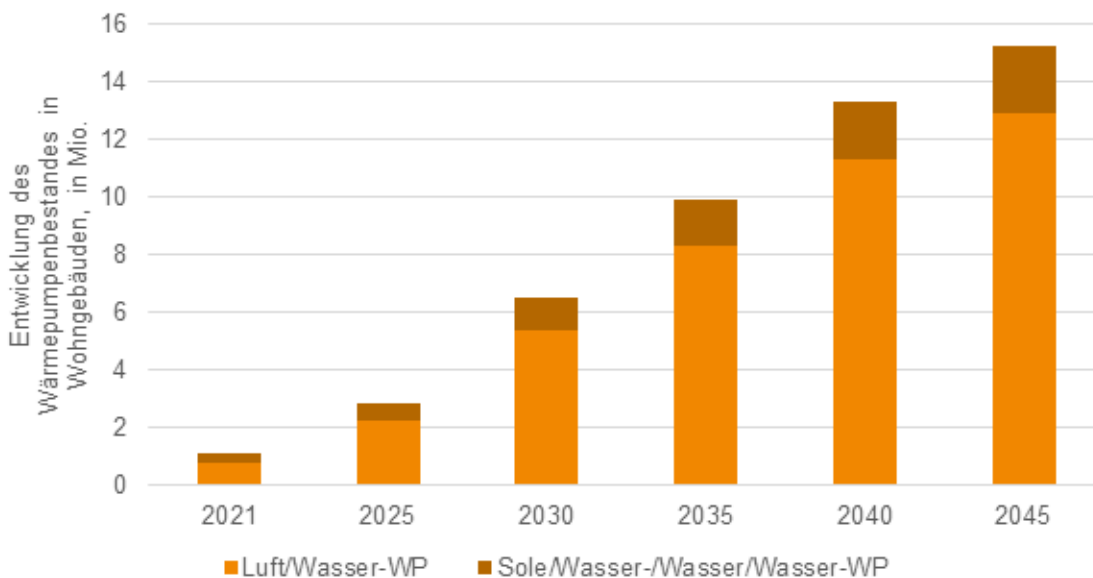


Abbildung 46: Entwicklung des Wärmepumpenbestandes in Wohngebäuden nach Wärmequelle mit zusätzlicher Wärmepumpen-Offensive

Energie und Treibhausgasemissionen

Die ermittelte jährliche Endenergieminderung je Energietragenden stellt folgende Abbildung dar. Die für den Zeitraum 2031 bis 2045 ausgewiesenen Werte entsprechen jeweils der mittleren Endenergieminderung im Zeitraum von fünf Jahren. Die seit 2022 kumulierte Endenergieminderung je Energietragenden enthält Abbildung 48.

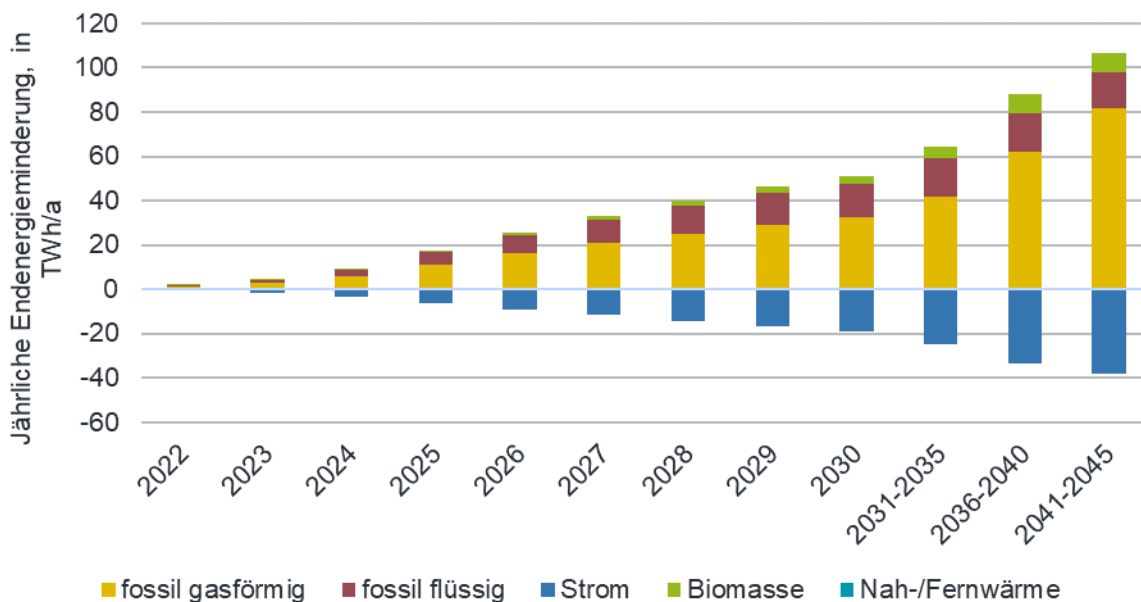


Abbildung 47: Jährliche Endenergieminderung mit Wärmepumpen-Offensive

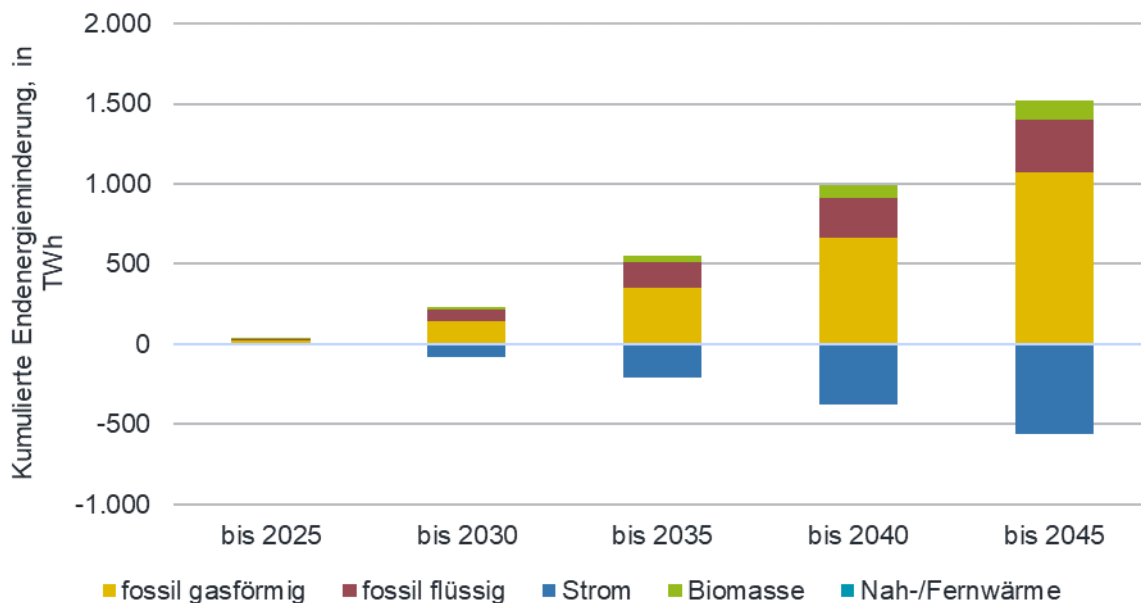


Abbildung 48: Kumulierte Endenergieminderung seit 2022 mit Wärmepumpen-Offensive

Die resultierende jährliche THG-Minderung für die Jahre 2022 bis 2030 sowie die mittlere jährliche THG-Minderung nach Quellenbilanz für die Zeiträume 2031-2035, 2036-2040 sowie 2041-2045 wird in Abbildung abgebildet. Die Ergebnisse basieren auf der Annahme, dass die Emissionsfaktoren für gasförmige und flüssige Energietragende bis 2045 konstant bleiben.

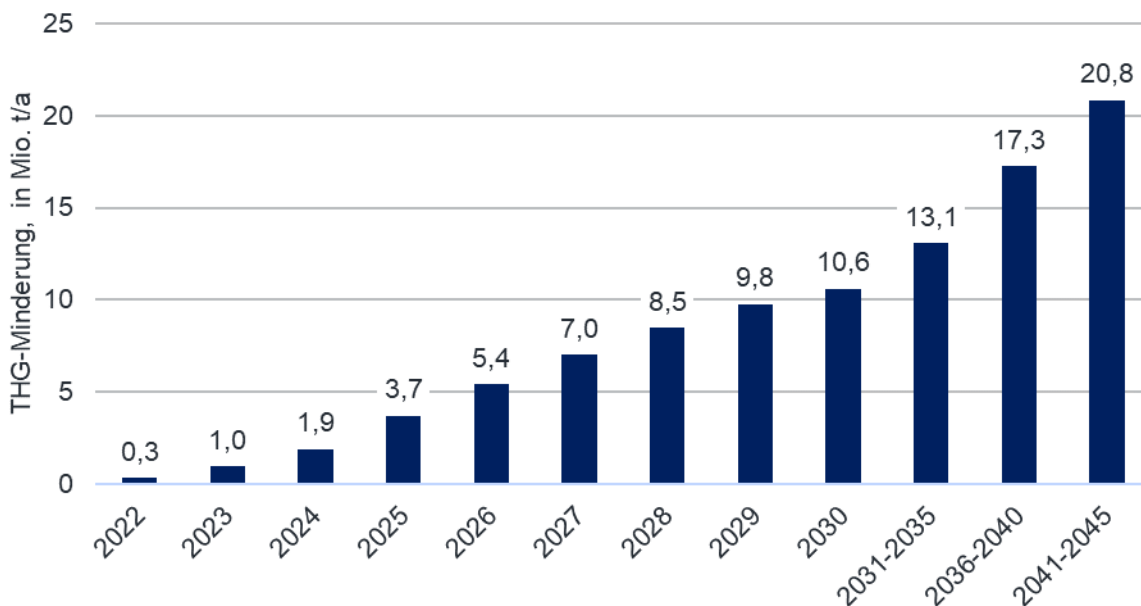


Abbildung 49: Jährliche THG-Minderung (Quellenprinzip) mit Wärmepumpen-Offensive

Tabelle 13 und Tabelle 14 enthalten alle weiteren (vorläufigen) Quantifizierungsergebnisse als Jahreswerte und kumulierte Werte, darunter die Primärenergiereduzierung und THG-Minderung nach Verursacherprinzip. Diese Werte werden nach Vorliegen der finalen Primärenergie- und THG-Faktoren aktualisiert.

Tabelle 13: Quantifizierungsergebnisse des Maßnahmenbündels Rollout Wärmepumpe (Jahreswerte)

Jahreswerte	Einheit	2025	2030	2035	2040	2045
Endenergiereduzierung (EEV)	TWh/a	11,4	32,1	44,4	61,9	70,2
Primärenergiereduzierung (nicht erneuerbar)	TWh/a	8,9	30,9	52,2	85,9	111,5
Primärenergiereduzierung (gesamt)	TWh/a	8,4	26,3	38,1	61,6	70,5
Treibhausgaseinsparungen (nach Quellenbilanz)	Mt CO ₂ -Äq./a	3,7	10,6	14,6	19,2	21,3
Treibhausgaseinsparungen (nach Verursacherbilanz)	Mt CO ₂ -Äq./a	1,1	4,5	14,6	19,2	21,3

Tabelle 14: Quantifizierungsergebnisse des Maßnahmenbündels Rollout Wärmepumpe (kumulierte Werte)

kumulierend ab 2022	Einheit	bis 2025	bis 2030	bis 2035	bis 2040	bis 2045
Endenergieerduzierung (EEV)	TWh	21,6	147,5	344,9	616,0	958,8
Primärenergieerduzierung (nicht erneuerbar)	TWh	15,9	129,7	363,2	743,8	1.290,7
Primärenergieerduzierung (gesamt)	TWh	14,2	113,9	284,1	552,8	896,1
Treibhausgaseinsparungen (nach Quellenbilanz)	Mt CO ₂ -Äq.	6,9	48,3	113,6	199,8	304,0
Treibhausgaseinsparungen (nach Verursacherbilanz)	Mt CO ₂ -Äq.	1,8	17,3	82,6	168,9	273,0

Die Berechnungsergebnisse zeigen die herausragende Bedeutung des Wärmepumpeneinsatzes für die Erreichung der Ziele.

5.4 Zielkonforme Gebäudehüllen

5.4.1 Hauptziel

Das Ziel des Instrumentenbündels Zielkonforme Gebäudehüllen ist die starke Reduktion des Wärmebedarfs und somit Reduktion von THG-Emissionen durch eine Verbesserung des baulichen Wärmeschutzes von Bestandsgebäuden durch eine ambitionierte energetische Ertüchtigung der Gebäudehülle. Die bisher gebauten Wohngebäude und Nichtwohngebäude verursachen auch in den kommenden Jahren den Großteil des Energiebedarfs und der Emissionen im Gebäudesektor. Einerseits ist die Reduktion des Energieverbrauchs durch einen verbesserten baulichen Wärmeschutz essenziell, andererseits erlauben nur geringere Vorlauftemperaturen einen effizienten Technologiewechsel bei der Beheizung des Gebäudebestands. Zusätzlich wirkt sich eine Bauteilsanierung positiv auf den Komfort, Leistungsfähigkeit und Gesundheit der Nutzer beheizter und gekühlter Gebäude aus.

Das Bündel adressiert durch die gewählten Instrumente die Sanierungsrate und Sanierungstiefe sowohl durch fördernde Maßnahmen, als auch durch Förderprogramme und Informationen für eigentumsbesitzende und teilhabende Personen.

Zielkonforme Gebäudehüllen

Voraussetzungen schaffen

Datengrundlage

- Gebäuderegister einführen
- Energetischen Mindeststandard für den Gebäudebestand (MEPS) definieren
- Rechtssichere Energieausweise und vereinfachte Datenerfassung ermöglichen

Informationswege

- Aus- und Weiterbildungsoffensive für die Energieberatung
- Verbreitung des Niedertemperatur-Ready (NT-ready) Standards
- Rechtzeitige Kommunikation zu langfristig geplanten Sanierungsverpflichtungen mit Unterstützungsangeboten.

Vollzug

- Entsprechende Stellen in der Verwaltung schaffen

Umsetzung

Fördern

- BEG auf zielkonforme Bestandssanierung ausrichten
- Ausreichende Förderung einkommensschwacher Haushalte zur Erfüllung von Sanierungspflichten
- Schwerpunkte bei serieller, gemeinschaftlicher und Quartierssanierung.

Fordern/rechtlicher Rahmen

- Stufenplan Sanierungsverpflichtungen "worst first" (MEPS)
- Energieausweise bei jeder Eigentumsübergabe
- Prüfung von verpflichtendem Sanierungsfahrplan für NT-Ready Standard in Verbindung mit Energieausweisen
- Prüfung Umgestaltung Modernisierungsumlage
- Einführung Teilwarmmiete als Mietvertragsoption
- Abbau von Hürden für serielle Sanierungen
- Verschärfte Mindestanforderungen an Bauteile bei Austausch im GEG und Prüfung von Nachrüstpflichten

Vollzug

- Kontrolle der Sanierungspflichten über ein Gebäuderegister
- Verkaufs- und Vermietungsverbote bei Nicht-Einhaltung, Mietminderung bei bestehenden Verträgen

Beratung und Stakeholder-Information

- Aus- und Weiterbildungsoffensive für die Energieberatung
- Schaffung lokaler Anlaufstellen für Information, Vermittlung von Beratung, Koordination von gemeinschaftlicher Sanierung, Quartierssanierung

5.4.2 Relevante Instrumente

	Kurzbeschreibung	Wirkungsdauer
BEG auf (zielkonforme) Sanierung ausrichten	<p>Die Förderung wird auf die zielkonforme Sanierung des Bestandes ausgerichtet. Die Fördersätze werden im Hinblick auf das Anforderungsniveau, Umweltwirkung, und Eigenleistung überprüft. Ein Schwerpunkt wird auf die Förderung von Gebäuden sehr schlechter Effizienzklassen bzw. alte Gebäude gelegt.</p> <p>Eine erhöhte Förderung für Bauprodukte mit geringer Umweltwirkung kann graue Emissionen verringern.</p> <p>Gekoppelte Sanierungsmaßnahmen werden gezielt gefördert</p>	Langfristig
Stufenplan MEPS	<p>Sanierungsverpflichtung für die Gebäude mit den schlechtesten Effizienzklassen im GEG („worst first“). Die Anforderung wird stufenweise nach jeweils 5 Jahren verschärft. Als erstes wird Gebäudeklasse H zur Sanierung verpflichtet, in den nächsten Schritten sind die Gebäudeklassen G, E und F nach jeweils fünf Jahren betroffen. Bei der Ausgestaltung der Sanierungsverpflichtung sollte eine Sanierung auf Zielniveau angereizt werden, um mehrfache Sanierungen innerhalb weniger Jahre zu vermeiden. Kommunen informieren die Betroffenen zeitnah über zukünftige Sanierungsverpflichtungen und Förderprogramme.</p>	Langfristig
BEG: Finanzielle Unterstützung einkommensschwacher Haushalte	<p>Prüfung einer einkommensabhängigen Förderung in der BEG für selbstbewohnte Gebäude um einkommensschwachen Haushalten ambitionierte Sanierungen bzw. die Erfüllung von Sanierungspflichten zu ermöglichen.</p>	Langfristig
Verschärfte Mindestanforderung bei Bauteilaustausch	<p>Die Mindestanforderungen an Bauteile beim Austausch im GEG werden verschärft. Eine an Bau-Alter oder U-Wert geknüpfte Nachrüstpflicht wird geprüft. Für Aufzugsschächte wird die Nachrüstung mit einer automatisierten Verschlussklappe für permanente Lüftungsöffnungen verpflichtend (bei Dach- oder Fassadensanierung oder als generelle Anforderung).</p>	Kurzfristig
Sanierungsplan/-Offensive öffentliche Gebäude	<p>Eine (Selbst-)Verpflichtung zur Sanierung öffentlicher Gebäude auf ein zielkonformes Niveau erfolgt zeitnah und entsprechende Mittel (für Kommunen ggf. durch Förderprogramme des Bundes oder Länder) werden bereitgestellt.</p>	Mittelfristig

	Kurzbeschreibung	Wirkungsdauer
Förderprogramm serielles Sanieren	<p>Durch serielles Sanieren wird die Sanierungsrate erhöht und hochwertige Sanierungen in Verbindung mit einer Kostensenkung erreicht.</p> <p>Dafür werden Bauplanungs- und bauordnungsrechtliche Hürden identifiziert und beseitigt, Prozesse der Normung und Standardisierung angepasst und das Förderprogramm innerhalb des BEG ausgeweitet. Modulares und serielles Sanieren wird durch Typengenehmigungen beschleunigt und die Förderung auf modulare Sanierung mit digitaler Prozessunterstützung ausgeweitet.</p> <p>Die Rahmenbedingungen werden darüber hinaus durch Kooperationen mit der Bauindustrie, technologische Unterstützung bei der Sanierung und dem Abbau von Hürden bei der Inanspruchnahme verbessert.</p>	Mittelfristig
Quartiersprogramm serielles Sanieren	Eine erhöhte Förderung für gemeinsame iSFP und deren Umsetzung im Konvoi für Sanierungsgemeinschaften – mehrere Gebäude werden gemeinsam im Konvoi und zeitlich abgestimmt saniert und beauftragen die Leistungen gemeinsam – erreicht mehr Sanierungen.	Mittelfristig
Unterstützungspaket Quartierssanierungen in gemeinsamer Beschaffung	<p>Sanierungsgemeinschaften erhalten Unterstützung durch:</p> <p>Musterverträge – erleichtern die Abwicklung und Umsetzung von Projekten</p> <p>Überarbeitung des rechtlichen Rahmens (Haftung, Finanzierung) zur Erleichterung gemeinschaftlicher Beschaffung</p> <p>Stakeholder-Commitments – z. B. durch die Immobilienwirtschaft und Kommunen</p> <p>Finanzierung von Koordinatoren.</p>	Mittelfristig
Energiekostenaufteilung überarbeiten	Durch rechtliche Anpassungen im Mietrecht und der Betriebs- und Heizkostenverordnung wird die Energiekostenaufteilung zwischen Mieter und Vermieter entsprechend 5.14.3 angepasst. Damit wird das Mieter-Vermieter-Dilemma bei energetischen Sanierungen überwunden und mehr Sanierungen an der Gebäudehülle erreicht.	Langfristig
Modernisierungs- Umlage umgestalten	Im Zuge der Einführung von Sanierungsverpflichtungen wird die Modernisierungsumlage umgestaltet um eine einseitige Belastung der Mietenden zu vermeiden: wenn eine Verpflichtung zur Sanierung besteht, könnte sie ggf. stark gesenkt oder abgeschafft werden. Bei freiwilligen Sanierungen kann eine Senkung der Umlage in Kombination mit einer Umgestaltung der Förderung, so dass diese dem Vermieter zu Gute kommt, oder die in Inanspruchnahme von Förderung als Voraussetzung für die Umlage geprüft werden.	Mittel- bis langfristig
Energieausweise stärken und mit iSFP koppeln	Energieausweise werden rechtssicher vereinheitlicht und die Datenerfassung für EFH/ZFH vereinfacht. Die Erstellung eines Energieausweises wird bei jeder Eigentumsübergabe verpflichtend und die Verbindung mit einer verpflichtenden Erstellung eines individuellen	Mittelfristig

	Kurzbeschreibung	Wirkungsdauer
	Sanierungsfahrplans (iSFP) zur Erreichung des NT-ready Standards geprüft. Langfristig ist eine generelle Pflicht für Energieausweise und deren Aktualisierung anzustreben.	
Aus- und Weiterbildungsoffensive Energieberater	In den Berufsgruppen der Architekturschaffenden, des Bauingenieurwesens und schornsteinfegenden Personen wird die Fortbildung zum Energieberatenden gezielt beworben. Darüber hinaus werden in Zusammenarbeit mit den Verbänden entsprechend des jeweiligen legislativen Handlungsspielraums Maßnahmen entwickelt und durchgeführt, welche die Tätigkeit und Ausbildung zum Energieberatenden attraktiver machen.	Kurz- bis mittelfristig
Kommunale Anlaufstelle und Kampagne für aufsuchende Energieberatung	Die Kommunen werden mit Mitteln ausgestattet um lokale Anlaufstellen für die Information und Vermittlung von Beratung und Förderung für von (langfristig) von Sanierungsverpflichtungen betroffenen sicherzustellen. Die Stellen koordinieren aufsuchend Energieberatung und gemeinschaftliche Beschaffungen. Fachpersonal für Koordination für Quartierssanierungen sind hier angesiedelt.	Kurzfristig
Reallabor Bestandssanierungen und Umbauten	Aus mehreren exemplarischen Vorhaben an WG und NWG werden Informationen für die Anpassung des rechtlichen Rahmens für Bestandssanierungen abgeleitet und Kostenbetrachtungen (auch für den Planungsaufwand) durchgeführt. Das Ergebnis dient als Basis für die Weiterentwicklung der Förderung.	Mittelfristig
Steuerrückzahlung zeitnahe Sanierung	Der Übergang von Eigentum (Erbe / Erwerb) wird steuerlich begünstigt, wenn eine Sanierung innerhalb von fünf Jahren erfolgt.	Mittelfristig

5.4.3 Beschreibung

Voraussetzungen schaffen: Datengrundlage

Um die Energieeinsparziele zu erreichen, sollte die Einhaltung von Verpflichtungen gut kontrollierbar sein. Dafür muss ein Gebäuderegister geschaffen werden. Hierfür ist eine rechtssichere Vereinheitlichung der Energieausweise notwendig, die die Basis für das Gebäuderegister bilden. Für die Mindesteffizienzstandards (MEPS) ist eine zielkonforme Definition zu treffen und die Erfassung zu regeln. Vor allem bei EFH und ZFH muss die Datenerfassung auf Gebäudeebene vereinfacht und verbessert werden.

Für die Instrumente sind vor allem Gebäude vor 2002 relevant, da diese erhöht sanierungsbedürftig sind. Die Datengrundlage für solche älteren Gebäude ist nicht sehr gut, weshalb hier oft Annahmen nötig sind und auf eine allgemeine Gebäudetypologie – beispielsweise TABULA¹¹ - zurückgegriffen

¹¹ TABULA – IWU 2016 <https://episcopo.eu/building-typology/>

wird. Ein Gebäuderegister verbessert die Datengrundlage mit deren Hilfe die Instrumente gezielter ausgerichtet und umgesetzt werden können.

Um eine bessere Informationsgrundlage für die Anpassung des rechtlichen Rahmens und der Förderung für Bestandssanierungen zu schaffen, sollten exemplarische Sanierungen an Wohn- und Nichtwohngebäuden in Reallaboren durchgeführt werden.

Voraussetzungen schaffen: Informieren

Um die Förderinstrumente umzusetzen, ist eine Aus- und Weiterbildungsoffensive von Energieberatern nötig. Diese müssen den energetischen Zustand von Bestandsgebäuden einschätzen und als Experten die Umsetzung der Sanierung planen und begleiten. Durch eine Standardisierung von Bauteilen, Sanierungsabläufen und Berechnungen können energetische Betrachtungen und Sanierungen schneller und kostengünstiger umgesetzt werden.

Um über mögliche Sanierungen und Zielzustände informieren zu können muss die Definition für „NT-Ready“ und verbreitet und gesetzlich oder als Norm etabliert werden (Mellwig et al., 2021). Sobald zukünftige Sanierungsverpflichtungen gesetzlich festgelegt sind, muss zeitnah an die Betroffenen kommuniziert werden, wann eine Sanierung durchgeführt werden muss. Kommunen könnten über die Grundsteuer feststellen, welches Alter das Gebäude hat und Kontakt aufnehmen, so dass eine fällige Sanierung frühzeitig angekündigt wird. Zielkonforme Maßnahmen an der Gebäudehülle können so unter Umständen vorzeitig mit durchgeführt werden, wenn weitere Instandsetzungen an dem Gebäude notwendig sind. Schnelle und kurzfristig günstigere Pinselsanierung, d. h. Erneuerung (z. B. Streichen) ohne energetische Verbesserungen bzw. minimale Instandsetzung sind zu vermeiden. Wichtig ist, dass die betroffenen Personen nicht nur die Information über die verpflichtende Sanierung erhalten, sondern gleichzeitig umfassende Unterstützungsangebote und z.B. Hinweise auf Möglichkeiten zur Förderung erhalten. Eine kommunale Anlaufstelle ist notwendig, für deren Einrichtung die Kommunen auch finanzielle Mittel benötigen.

Umsetzung Förderung

Maßnahmen an der Gebäudehülle sind oft mit hohen Investitionskosten und einer zeitintensiven Umsetzung verbunden. Gerade einkommensschwache Haushalte führen deshalb oft keine oder nur notwendige Modernisierungen oder Instandsetzungsmaßnahmen durch. Haushalte mit geringem Vermögen bzw. Einkommen werden ggf. auch nicht in der Lage sein, Sanierungsverpflichtungen umzusetzen. Für die Akzeptanz zukünftiger Verpflichtungen ist eine finanzielle Unterstützung im Bedarfsfall daher zentral. Eine „Basis-Förderung“ für alle bei vorzeitiger Erfüllung oder Übererfüllung der Sanierungsverpflichtungen wird angestrebt. Ergänzend muss eine Zusatzförderung für bedürftige Haushalte umgesetzt werden. Der Nachweis der Bedürftigkeit muss für diese Art der Förderung dringend rechtssicher gestaltet sein. Auch eine einkommensabhängige Umgestaltung der BEG, z.B. für selbstbewohnte Gebäude ist denkbar.

Es müssen Instrumente entwickelt werden um sicherzustellen, dass die Last der Sanierungskosten im vermieteten Bestand nicht einseitig von Mietenden durch die Modernisierungsumlage getragen wird. Ein Ansatz dafür ist das sogenannte „Drittelmodell“ (Mellwig et al., 2019), bei dem sich die Last auf die drei Akteure (Vermietende, Mietende und öffentliche Hand) verteilt. Aktuell besteht für Vermietende kaum finanzielles Interesse daran Förderungen für Sanierungen zu beantragen: die Förderung muss von der Investitionssumme anhand derer die Modernisierungsumlage – welche die Miete langfristig

erhöht – abgezogen werden. Im Drittelmodell wird vorgeschlagen, dass dieser Abzug nicht mehr erfolgen muss – dafür aber die Modernisierungsumlage stark gesenkt wird (siehe Abschnitt Umsetzung Forderungen).

Als Vorbereitung auf die Einführung harter Sanierungsverpflichtungen (MEPS) dient die Einführung erhöhter Fördersätze für die energetisch schlechtesten Gebäude („Soft“ –MEPS) – so kann die Anzahl der gleichzeitig zu sanierenden Gebäude entzerrt werden.

Die Mittel der Bundesförderung effiziente Gebäude sollten zukünftig allein auf die Sanierung von Bestandsgebäuden ausgerichtet sein. Die Fördersätze müssen im Hinblick auf Anforderungsniveau, Umweltwirkung und Eigenleistung überprüft und ein Schwerpunkt auf die Erfüllung von MEPS bzw. alte Gebäude (vor 2002) gelegt werden. Eine erhöhte Förderung für Bauprodukte mit geringer Umweltwirkung zur Verringerung von grauen Emissionen sollte geprüft werden.

Um das Einsparpotenzial gekoppelter Sanierungen – z.B. Kombination von Wärmepumpeneinbau mit einer ambitionierten Verbesserung des baulichen Wärmeschutzes – auszunutzen, könnte diese gezielt durch einen erhöhten Fördersatz im Vergleich zu Einzelmaßnahmen gefördert werden, wobei auf eine einfache und auch für den Laien nachvollziehbare Ausgestaltung geachtet werden sollte.

Um die Sanierungsrate zu steigern, sollte das Förderprogramm für die serielle Sanierung innerhalb der BEG ausgeweitet und die modulare Sanierung mit digitaler Prozessunterstützung gezielt gefördert werden. Auch eine erhöhte Förderung für gemeinsame iSFP und deren Umsetzung im Konvoi für Sanierungsgemeinschaften – mehrere Gebäude werden gemeinsam und zeitlich abgestimmt saniert und die Leistungen gemeinsam von den Eigentümerinnen und Eigentümern beauftragt – könnten mehr Sanierungen erreichen. Die Quartierssanierung wird auch durch Musterverträge erleichtert. Die Erstellung solcher Musterverträge kann durch das entsprechende Ministerium beauftragt werden und dann unter anderem durch Geldgebende, wie z.B. Banken verbreitet werden. Die Erleichterung gemeinschaftlicher Beschaffung durch die Umgestaltung des rechtlichen Rahmens muss geprüft und an entsprechender Stelle umgesetzt werden. Kommunen und Landkreise sollen dazu angehalten werden, entsprechend große Sanierungen organisatorisch zu unterstützen. Die Finanzierung von Koordinierenden für solche Vorhaben könnte durch den Bund erfolgen. Da Sanierungen von Gebäuden der öffentlichen Hand eine Vorbildwirkung (u.a. auf die Privatwirtschaft) haben und Machbarkeit demonstrieren, sollen diese Gebäude durch eine grundlegende Sanierung auf ein zielkonformes Niveau gehoben werden. Eine entsprechende (Selbst-)Verpflichtung sollte mit der Bereitstellung von finanziellen Mitteln (z.B. von Bund/Ländern für die Kommunen) zur Unterstützung der Umsetzung einhergehen.

Als neues Fördermodell könnte der Übergang von Eigentum (Erbe / Erwerb) steuerlich begünstigt werden, wenn eine zielkonforme Sanierung innerhalb von fünf Jahren erfolgt.

Umsetzung Forderungen/Rechtlicher Rahmen

Eine Sanierungsverpflichtung für die Gebäude mit den schlechtesten Effizienzklassen im GEG erlaubt die Erfüllung des „worst first“-Ansatzes. Die Anforderung wird stufenweise nach jeweils 5 Jahren verschärft. Als erstes wird Gebäudeklasse H zur Sanierung verpflichtet, in den nächsten Schritten sind die Gebäudeklassen G, E und F nach jeweils fünf Jahren betroffen. Bei der Ausgestaltung der Sanierungsverpflichtung sollte eine Sanierung auf Zielniveau angereizt werden, um mehrfache Sanierungen innerhalb weniger Jahre zu vermeiden. Die MEPS-Vorgaben wurden im Agreement

(general approach) des Europäischen Rates vom 25.10.2022 gegenüber dem Entwurf der Kommission deutlich abgeschwächt. Das hier genannte Vorgehen darf durch diese Abschwächung jedoch nicht limitiert werden, da die Sanierung der schlechtesten Gebäude ausschlaggebend für die Zielerreichung ist. Die Vorgaben der EU stellen allenfalls eine Untergrenze für die Deutschen Ziele dar.

Damit die Anforderungen umgesetzt werden können ist der Energiebedarfs- oder Energieverbrauchsausweis wesentlich. Damit mehr solche Energieausweise erstellt werden, sollte zusätzlich zur Verpflichtung bei Vermietung oder Verkauf eine Verpflichtung zur Erstellung bei jeglicher Form von Eigentumsübergabe eingeführt werden. Langfristig ist eine generelle Pflicht für Energieausweise und eine regelmäßige (z. B. alle 15 Jahre) oder anlassbezogene Aktualisierung anzustreben. Die verpflichtende Erstellung eines ggf. verkürzten iSFP in Verbindung mit der Erstellung eines Energieausweises sollte geprüft werden. Der zu erstellende iSFP sollte den NT-Ready Standard als Meilenstein haben, mit einer sinnvollen Kombination aus baulichem Wärmeschutz und richtig gewählten Heizflächen.

Damit Sanierungsverpflichtungen nicht zu starken sozial ungerechten Belastungen für Mietende führen, sollte eine Umgestaltung der Modernisierungumlage geprüft werden: wenn eine Verpflichtung zur Sanierung besteht, könnte sie ggf. stark gesenkt oder abgeschafft werden. Bei freiwilligen Sanierungen kann eine Senkung der Umlage in Kombination mit einer Umgestaltung der Förderung, so dass diese dem Vermieter zu Gute kommt (siehe Abschnitt Umsetzung Förderung), oder die in Inanspruchnahme von Förderung als Voraussetzung für die Umlage geprüft werden.

Als weiterer Ansatz zur Reduktion des Nutzer-Investor-Dilemmas sollte die Möglichkeit von Teilwarmmieten – z.B. als „Prozentmodell“ als neues Mietvertragsmodell geschaffen werden (Klinski et al., 2021). Dafür sind voraussichtlich Anpassungen des BGB (Mietrecht) und der Betriebs- und Heizkostenverordnung erforderlich (siehe Abschnitt 5.4).

Seriell und modulares Sanieren hat das Potenzial die Sanierungsrate zu erhöhen und hochwertige Sanierungen in Verbindung mit einer Kostensenkung zu erreichen. Gleichzeitig kann durch Vorfertigung die Bauzeit und somit die Belastung für Bewohnende und Anwohnende reduziert werden. Um dieses Potenzial auszuschöpfen, müssen Bauplanungs- und bauordnungsrechtliche Hürden identifiziert und beseitigt werden. Prozesse der Normung und Standardisierung sollten angepasst werden, um modulares und seriell Sanieren durch Typengenehmigungen zu beschleunigen. Gemeinsam mit der obersten Bauaufsicht müssen Wege für einen schnellen Markteintritt vorbereitet werden und entsprechende vorhandene Hürden abgebaut und der Prozess beschleunigt werden. Hierbei ist es auch notwendig, dass einheitliche Voraussetzungen für die Genehmigung von Baumaßnahmen mit vorgefertigten Elementen geschaffen werden (Landesbauordnungen).

Eingeführt werden sollten zudem verschärfte Mindestanforderungen im GEG an Bauteile bei Sanierungen, z. B. bei einem Fensterwechsel eine verschärfte Anforderung (3-fach Verglasung bzw. U-Wert von $0,9 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$). Denkbar ist auch Austauschverpflichtungen gekoppelt an Baujahr oder den U-Wert einzuführen.

Für Aufzugsschächte sollte eine Verpflichtung zur Nachrüstung einer automatisierten Verschlussklappe für permanente Lüftungsöffnungen bei (bei Dach- oder Fassadensanierungen oder als generelle Nachrüstpflicht) etabliert werden.

Umsetzung Beratung und Stakeholder-Information

Für die Beratung von Sanierungswilligen ist eine große Zahl an Energieberatenden notwendig. Ein Mangel an Informationen darf den Umsetzungswillen der Entscheider nicht limitieren. Das Netzwerk der Energie-Effizienz-Sachverständigen soll ausgebaut und ergänzend dazu werden Sachverständige im Bereich Bauphysik und Bestandsanalyse ausgebildet und eingebunden werden. Vor allem bei Eigentümerinnen und Eigentümern - aber teilweise auch bei Fachleuten – müssen Hemmnissen bzw. Mythen und Vorurteile durch Kommunikation wissenschaftlicher Erkenntnisse abgebaut werden. Mythen wie beispielsweise die Angst vor „Schimmel“ nach einer energetischen Sanierung der Gebäudehülle müssen verständlich und wissenschaftlich fundiert aufbereitet werden. Fachpersonal sind mit entsprechenden Informationen und Argumentationen auszustatten. Als Informationsbasis und erste Anlaufstelle kann hierzu bereits das bestehende „Gebäudeforum klimaneutral“ dienen.

In den Berufsgruppen der Architekturschaffenden, des Bauingenieurwesens und schornsteinfegende Personen sollte die Fortbildung zum Energieberatenden gezielt beworben werden. Darüber hinaus sollten in Zusammenarbeit mit den Verbänden Maßnahmen entwickelt und durchgeführt, welche die Tätigkeit und Ausbildung zum Energieberatenden attraktiver machen.

Insbesondere für die Akzeptanz von zukünftigen Sanierungsverpflichtungen ist die Schaffung von ggf. durch den Bund oder Länder ausreichend finanzierten lokalen Anlaufstellen essentiell. Eine kommunale Stelle könnte erste Informationen ausgeben, Energieberatung vermitteln und Unterstützung anbieten.

Mit einer von solchen kommunalen Stellen koordinierten aufsuchender Energieberatung kann die Hürde, eine Energieberatung in Anspruch zu nehmen, gesenkt werden. Wenn die Beratung vor Ort stattfindet, kann die Qualität der ersten Einschätzung durch den Energieberatenden gesteigert werden. Durch eine höhere Zahl von Beratungen können mehr hochwertige Sanierungen erreicht werden. Eine weitere Aufgabe der kommunalen Beratungsstelle könnte die Identifikation von Multiplikator-Personen und deren Unterstützung in der Verbreitung von Informationen sein.

Auch Personen, welche für die Koordination für Quartierssanierungen verantwortlich sind, könnten bei der kommunalen Beratungsstelle angesiedelt sein. Sie könnten die Gründung von Sanierungsgemeinschaften anstoßen und die Umsetzung von großen Sanierungsvorhaben erleichtern.

Vollzug

Die Einhaltung von Sanierungsverpflichtungen sollte mit Hilfe des einzuführenden Gebäuderegisters durch die unteren Bauaufsichtsbehörden kontrolliert werden. Dies könnte in einem ersten Schritt durch Stichproben erfolgen. Das Nichteinhalten der Sanierungsverpflichtung sollte ein Verkaufs- oder Vermietungsverbot auslösen. Für bestehende Mietverträge könnte ein Anspruch auf starke Mietminderung entstehen. Mietende und potentielle Kaufinteressierte sollten ein Recht auf Einsicht in das Gebäuderegister haben, um die Einhaltung von Sanierungsverpflichtungen prüfen zu können.

Bisher sehen die Verordnungen zur Umsetzung des GEG – in Bayern beispielsweise die Verordnung zur Ausführung energiewirtschaftlicher Vorschriften (AVEn) – keine regelmäßigen Kontrollen über die Stichprobenkontrolle von Energieausweisen und Inspektionsberichten hinausgehend vor. Die Überprüfungen erfolgen bisher anlassbezogen. Durch das Umsetzen einer regelmäßigen Kontrolle bei

der Umsetzung von Verpflichtungen bei der Sanierung wird der gesetzliche Rahmen öfter eingehalten und so die Einsparungswirkung verbessert.

Wechselwirkungen innerhalb des Bündels

Die Instrumente basieren auf der Datengrundlage, die durch ein Gebäuderegister geschaffen werden muss. Insbesondere für den Stufenplan MEPS ist diese Basis dringend notwendig. Dabei ist eine frühzeitige Information der Betroffenen ausschlaggebend. Bei der neu ausgerichteten BEG-Förderung werden energetisch hochwertige Sanierungen besonders angereizt und dabei für einkommensschwache Haushalte besonders unterstützt. Diese Instrumente und die Sanierungsoffensive bei öffentlichen Gebäuden resultieren in einem Mehrbedarf an Energieberatern für anstehende Sanierungen. Um dafür gerüstet zu sein, wird die Aus- und Weiterbildungsoffensive gestartet.

Die Kommunikation der Maßnahmen, die Beratung sowie Information ist in allen Bereichen nötig. Die Betroffenen müssen vorzeitig informiert werden und eine frühzeitige Sensibilisierung für die Dringlichkeit der zu unternehmenden Maßnahmen ist notwendig. Darüber hinaus ist die Sicherstellung der Kapazitäten für die Sanierungen ausschlaggebend. Auch die Teilwarmmiete bietet die Möglichkeit die Sanierungsrate zu erhöhen, hier werden zusätzliche Anreize – über die BEG-Förderung hinaus – gesetzt.

Bei den Förderprogrammen können Mitnahmeeffekte eintreten. Wenn eine ohnehin geplante Maßnahme wie etwa die Sanierung der Außenwand gefördert würde. Wie auch bei anderen Maßnahmen der Effizienz können sich bei der Verbesserung des baulichen Wärmeschutzes durch ein geändertes Nutzerverhalten Einsparungen verringern.

5.4.4 Wechselwirkung

Mit anderen Instrumentenbündeln

Anlagentechnik

- Die Anlagentechnik leistet einerseits einen großen Anteil der Einsparung und stellt andererseits Anforderungen an die Gebäudehülle (NT-Ready)

Rollout Wärmepumpen

- Der Einbau von Wärmepumpen sollte im gleichen Zug mit der Verbesserung des Wärmeschutzes erfolgen.

Fachkräftepaket

- Auf den Ebenen der Beratung, Planung, Umsetzung der Sanierungen, sowie der Bearbeitung der Förderungen müssen genug Arbeitskräfte mit entsprechender Ausbildungsqualität vorhanden sein.
- Modulare Vorfertigung und serielle Sanierung kann dem Fachkräftemangel entgegenwirken

Datengrundlagepaket

- Besonders in beim baulichen Wärmeschutz ist die Datengrundlage essentiell. Je mehr Gebäude erfasst sind und je besser deren energetischer Zustand bekannt ist umso leichter und schneller lassen sich entsprechende Maßnahmen umsetzen und ihr Vollzug kontrollieren.

Sektorübergreifende Betrachtung – Netzdienlichkeit von Gebäuden

Durch Elektromobilität und die Elektrifizierung der Gebäude wird der Strombedarf deutlich steigen. Die zunehmende Abhängigkeit von Strom wird neue Anforderungen an das Stromsystem stellen. Außerdem erzeugen oder speichern viele Verbraucher ihren Strom vor Ort, so dass Stromflüsse im Stromnetz immer häufiger in beide Richtungen gehen. Das wird voraussichtlich sehr schnell zu einer bedeutenden, bisher kaum beachteten zusätzlichen elektrischen Lastendiskussion führen. Elektrische Beheizungssysteme werden die Hauptlast des Strombedarfs der Gebäude in den Winter verschieben. Das bedeutet für das Stromnetz neben einer vermehrten Anzahl an Erneuerbare Energien-Erzeugern wie Windräder und PV-Anlagen auch auf der Abnahmeseite ein völlig anderes System. Die Frage, wann der Strom gebraucht wird und die Wechselwirkung zwischen Netz und Gebäude stehen zunehmend im Vordergrund.

Gebäude haben das Potenzial, die Integration erneuerbarer Energieressourcen erheblich zu unterstützen, indem sie die Schwankungen der Wind- und Solarstromerzeugung durch Flexibilität auf der Nachfrageseite ausgleichen. Immer häufiger wird an oder in Gebäuden Strom erzeugt, wobei dezentrale Energieressourcen wie Solarenergie auf dem Dach und Batteriespeicher den Bedarf an Großanlagen verringern und die Nachhaltigkeit und Zuverlässigkeit vor Ort verbessern können.

Zukunftsorientierte gedämmte Gebäude reduzieren die Spitzenlast im Winter um den Faktor 2-3. Diese Spitze bestimmt die benötigte Netzkapazität. Berücksichtigt man die geplante Redundanz, so entspricht die dreifache Verringerung der Spitzenlast eher einem deutlichen höheren Faktor. Die benötigte Netzkapazität steht in direktem Zusammenhang mit den Kosten für den Übergang zum Netz für erneuerbare Energien. Eine Verschiebung der Lasten in netzoptimale Zeiten kann bei effizienten Gebäuden ohne Komfortverlust erfolgen und zu einer weiteren deutlichen Entlastung des Netzes führen.

Das bedeutet, dass in Zukunft von netzeffiziente Gebäude relevant werden. Diese sind so konzipiert, dass sie über eine ganzheitlich optimierte Mischung aus Energieeffizienz, Energiespeicherung, erneuerbarer Erzeugung und Lastflexibilitätstechnologien verfügen. Darüber hinaus ist eine intelligente Steuerung ausschlaggebend, um die Netzdienlichkeit sicher zu stellen. Netzeffiziente Gebäude ermöglichen ein niedrigeres, „flacheres“ und flexibleres Energielastprofil, was wiederum zu einem widerstandsfähigeren und produktiveren Stromnetz führt. Somit werden hohen Netzkosten und evtl. Unterbrechungen vermeiden, die mit Nachfragespitzen und Netzüberlastungen verbunden sind.

Durch den Einbau netzdienlicher Wärmepumpen in Kombination mit einer korrespondierenden Gebäudehülle und Energieerzeugung vor Ort (Solardachpflicht) gewährleisten netzeffiziente Gebäude einen aus energiewirtschaftlicher Sicht sinnvollen Gebäudebetrieb. Gebäude werden vom Verbraucher in eine flexible Energiequelle und Speicher verwandeln, ohne beim Nutzer Komfort und Bequemlichkeit zu verlieren (vgl. Kapitel 5.105.9).

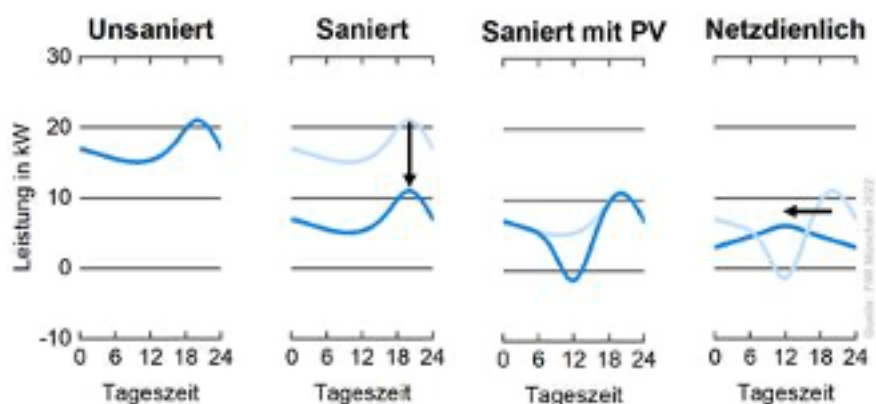


Abbildung 50: Exemplarischer Einfluss einer effizienten Gebäudehülle auf die Heizlast eines Gebäudes während eines kalten Wintertages.

Der thermische Energiebedarf von Gebäuden bietet erhebliche Reserven zur Stabilisierung der elektrischen Netze und zur Bedienung negativer Residuallasten. Die Energieversorgung von Gebäuden sollte daher auf eine Weise erfolgen, dass diese Potenziale möglichst weitgehend erschlossen werden können. Das setzt vor allem bei bestehenden Gebäuden eine entsprechende Gebäudehülle voraus. Gut gedämmte Gebäude können die Spitzen der Heizlast durch ein netzdienliches Absenken (oder Anheben) der Raumtemperatur in die „günstigeren“ Stunden verschieben. Die thermische Behaglichkeit kann dabei bei hoch gedämmten Gebäuden deutlich länger erhalten bleiben. Auch im Falle einer Netzüberlastung sind gut gedämmte Gebäude weniger anfällig für kurze Ausfälle bei der Energieversorgung als ungedämmte oder schlecht gedämmte.

Kritische Randbedingungen für die Umsetzung – Abminderung des Potentials

Fachkräfte

Die fehlende Verfügbarkeit von gut ausgebildeten Fachkräften im Bereich Handwerk, Planung und Energieberatung verhindern eine schnelle Umsetzung von Sanierung. Eine hohe Verfügbarkeit an Fachkräften ist essenziell, um die Sanierungsrate zu steigern und dabei die Qualität der Sanierungen zu verbessern.

Datengrundlage

Eine schlechte Datengrundlage sowie ein fehlendes Gebäuderegister machen eine systematische Vorgehensweise bei der Sanierung, Festlegung von Reihenfolgen und Potentialabschätzungen schwierig. Daten über den Gebäudebestand sind vielfach unzureichend oder nicht zugänglich. Eine einheitliche Datenbasis ist einer der Faktoren für die erfolgreiche Umsetzung der GSK.

Vollzug

Instrumente mit Forderungen sind nur sinnvoll, wenn der Vollzug sichergestellt werden kann. Dazu sind neben einer einheitlichen Datenbasis (siehe Datengrundlage) auch die vermehrte Ausbildung und Einstellung von Fachpersonal zur Kontrolle relevant.

5.4.5 Quantifizierung

- Berechnungen wurden mit dem Deutschlandmodell von FIW und ITG durchgeführt
- Die Beheizungsstruktur entspricht in großen Teilen der Beheizungsstruktur im Referenzszenario. Mit der Einschränkung, dass Gebäude mit einer baulichen Sanierung einen NT-ready Standard erreichen und diese Gebäude teilweise mit einer Wärmepumpe ausgerüstet werden. Darüber hinaus werden keine Energieträgerwechsel zusätzlich angesetzt. Dieser Umstieg geschieht aufgrund weiterer Bündel (wie z.B. Wärmepumpenrollout und Ausstieg verbleibender fossiler Wärmeerzeuger)
- Die Entwicklung der Sanierungstiefe und Sanierungsrate entspricht dem Zielszenario, was in den in Abbildung 51 dargestellten Sanierten Gebäuden resultiert

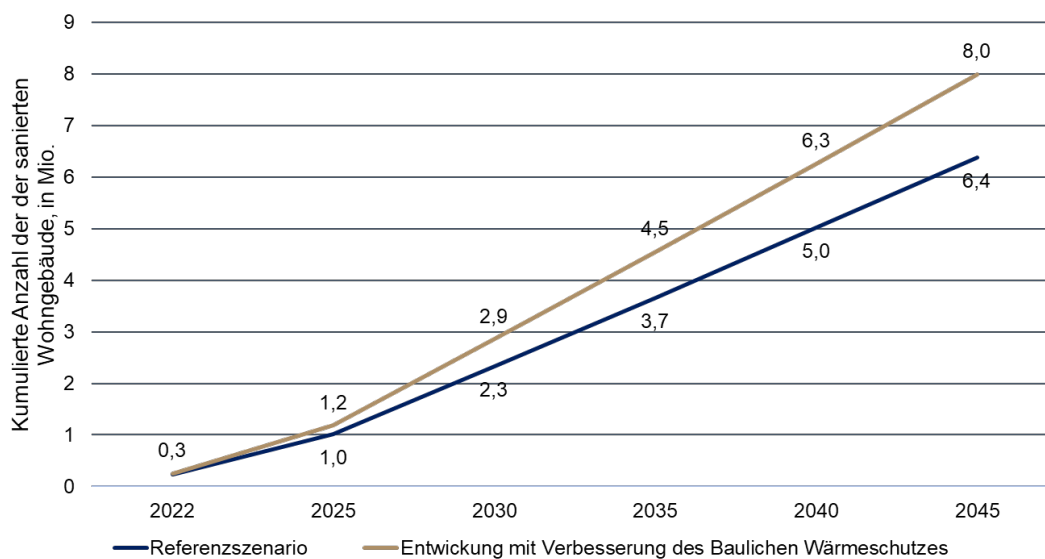


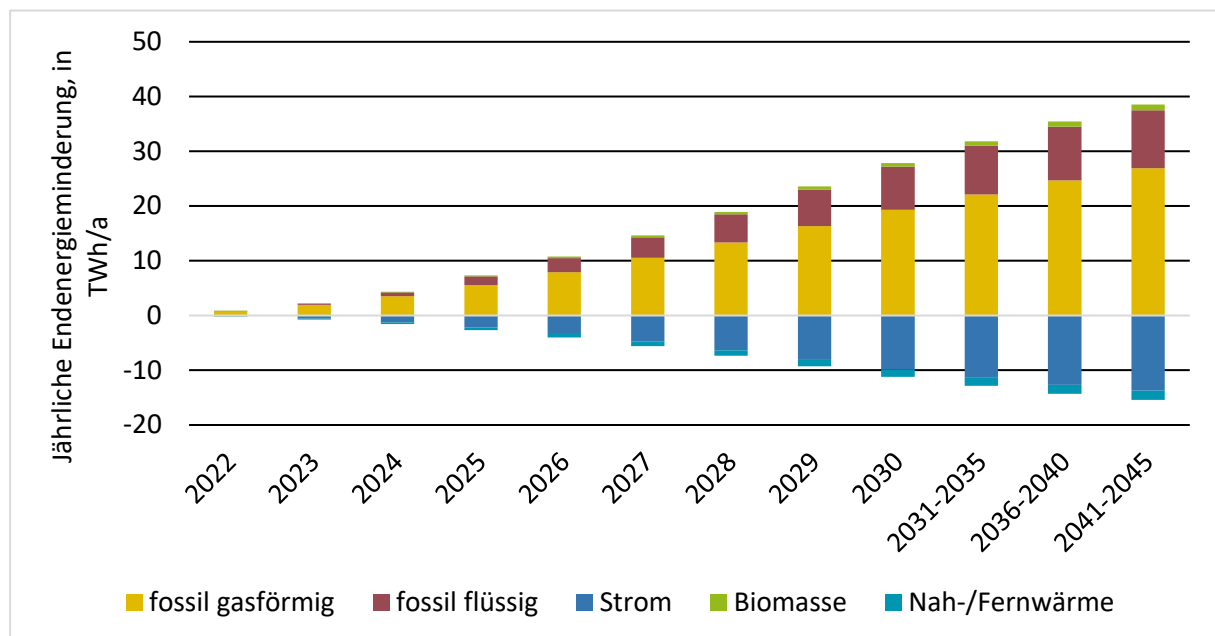
Abbildung 51: Vergleich der Zahl sanierter Gebäude zwischen Referenzszenario und durch das Maßnahmenbündel zielkonforme Gebäudehüllen

Tabelle 15: Quantifizierungsergebnisse des Maßnahmenbündels zielkonforme Gebäudehülle (Jahreswerte)

Jahreswerte	Einheit	2025	2030	2035	2040	2045
Endenergieerduzierung (EEV)	TWh/a	4,65	16,67	18,95	21,14	23,12
Primärenergieerduzierung (nicht erneuerbar)	TWh/a	5,85	25,89	31,94	37,42	41,22
Primärenergieerduzierung (gesamt)	TWh/a	4,12	16,29	19,56	22,81	25,61
Treibhausgaseinsparungen (nach Quellenbilanz)	Mt CO ₂ -Äq./a	1,55	6,00	6,84	7,60	8,25
Treibhausgaseinsparungen (nach Verursacherbilanz)	Mt CO ₂ -Äq./a	1,22	6,14	7,74	9,12	10,12

Tabelle 16: Quantifizierungsergebnisse des Maßnahmenbündels zielkonforme Gebäudehülle (kumuliert)

kumulierend ab 2022	Einheit	bis 2025	bis 2030	bis 2035	bis 2040	bis 2045
Endenergiereduzierung (EEV)	TWh	9,73	68,01	162,76	268,45	384,04
Primärengiereduzierung (nicht erneuerbar)	TWh	11,56	96,84	256,56	443,66	649,76
Primärengiereduzierung (gesamt)	TWh	8,48	63,76	161,58	275,63	403,66
Treibhausgaseinsparungen (nach Quellenbilanz)	Mt CO ₂ -Äq.	3,08	23,65	57,84	95,86	137,13
Treibhausgaseinsparungen (nach Verursacherbilanz)	Mt CO ₂ -Äq.	2,30	21,99	60,71	106,31	156,89

**Abbildung 52: Jährliche Endenergieminderung –Verbesserung des Baulichen Wärmeschutzes**

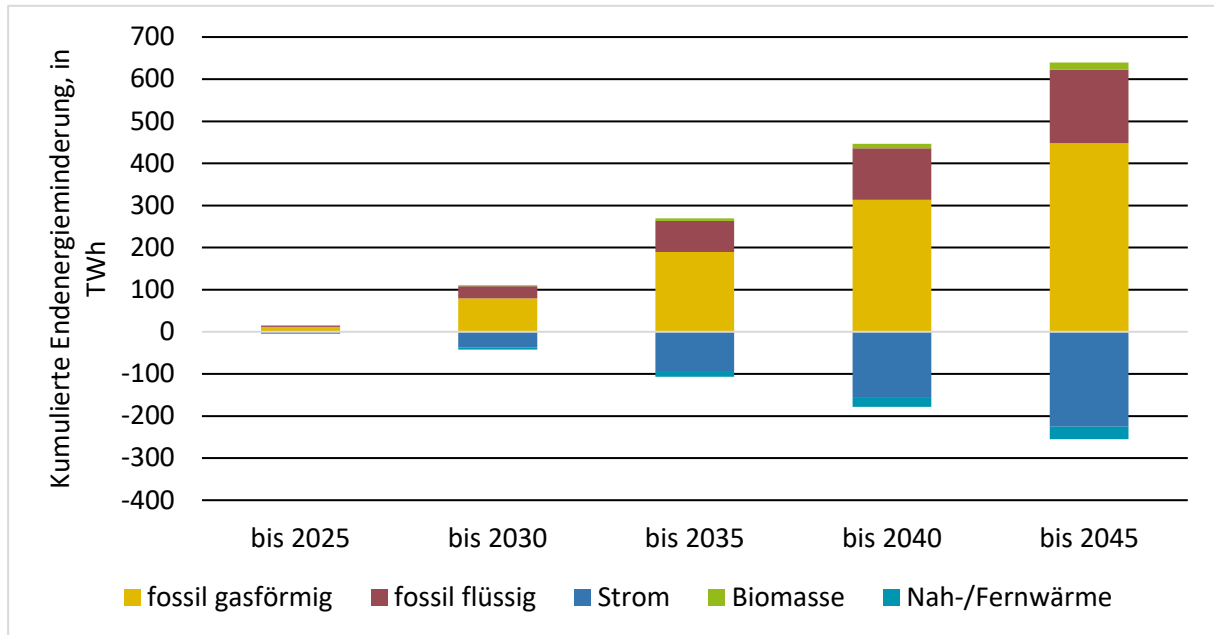


Abbildung 53: Kumulierte Endenergieminderung ab 2022 –Verbesserung des Baulichen Wärmeschutzes

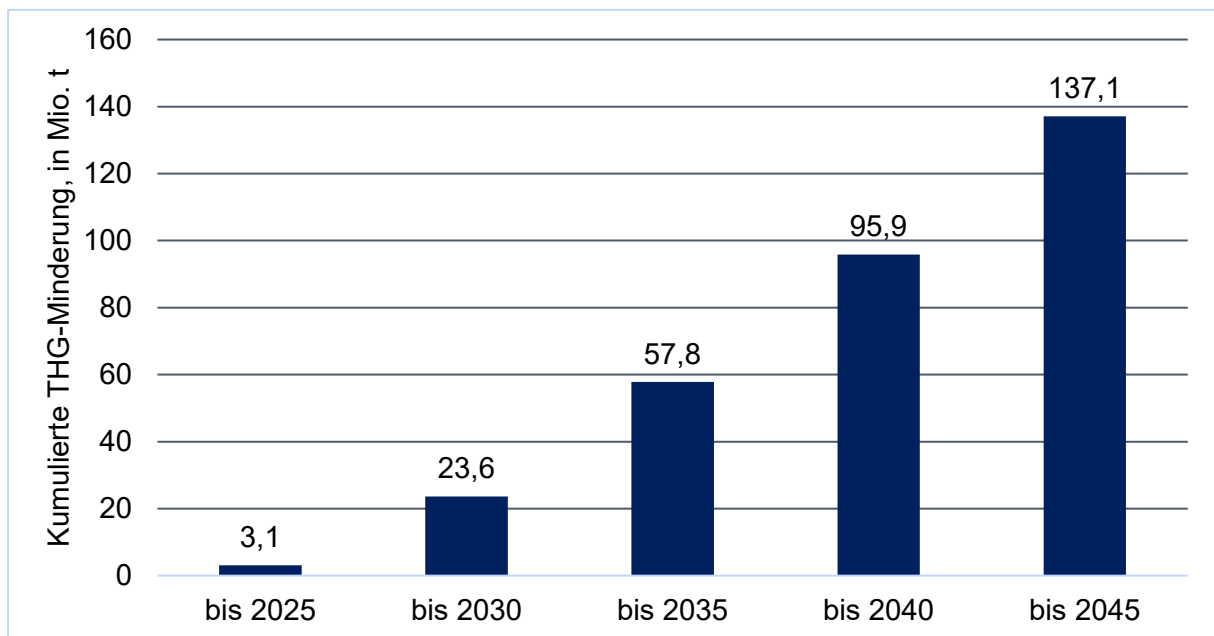


Abbildung 54: Kumulierte THG-Minderung (Quellenprinzip) –ab 2022 –Verbesserung des Baulichen Wärmeschutzes

5.5 Rationeller Neubau

5.5.1 Hauptziel

Der Begriff rationelles Bauen fand bereits Mitte des 20. Jh. Beachtung, wobei in dieser Zeit der Schwerpunkt auf Standardisierung und Wirtschaftlichkeit lag. In diesem Bündel ist der Fokus erweitert und beinhaltet zusätzlich Suffizienz Komponenten und die Zweckmäßigkeit des Bauens. Der Neubau muss das größtmögliche THG-Emissionseinsparungspotential ausnutzen, da die heute gebauten Gebäude auch nach dem Jahr 2045 genutzt werden und über das Zieljahr hinaus Energie benötigen. Jeder Neubau ist eine zusätzliche sektorübergreifende Belastung für Ressourcen und Energie. Das Anpassen des gesetzlichen Rahmens bietet die Möglichkeit die Emissionen stark zu reduzieren. Die Verschärfung der Anforderungen im Neubau und die Förderung innovativer Gebäude im BEG sind richtungsweisend für den gesamten Gebäudesektor. Förderungen für Neubauten sollen nur noch im sehr ambitionierten Bereich bei sehr großen Einsparungseffekten möglich sein.

Darüber hinaus ist die Fragestellung nach wirklich neu zu errichtenden Gebäuden vom Bedarf abhängig. Die statistisch erfasste Wohnflächenentwicklung zeigt einen weiteren Zuwachs der Wohnfläche pro Person obwohl genug Wohnfläche vorhanden ist. Diese Fläche ist jedoch oft nicht an den Orten mit hohem Bedarf vorhanden. Der Bedarf kann meist auf anderen Wegen abgedeckt werden und damit Neubau vermeiden. Diese rationelle Nutzung der vorhandenen Ressourcen wirkt sich positiv auf die Emission von THG aus. Neubauten „auf der grünen Wiese“ sind stark zu reduzieren. Der Fokus der vorliegenden Strategie liegt auf der Sanierung, Umnutzung oder Aufstockung. Eine Verschiebung der Priorität ist auch notwendig, da der Neubau mehr Fachkräfte als eine Sanierung bindet. Die eingesetzten Fachkräfte können in der Sanierung eine höhere Wirkung bei der Reduktion der THG-Emissionen erzielen.

Rationeller Neubau	
Voraussetzungen schaffen	
Datengrundlage	<ul style="list-style-type: none"> – Einheitliche Erfassung und Speicherung der Gebäudedaten für ein Gebäudekataster – Erfassung von ausgewiesenem Bauland und Bebauungsvorgaben
Informationswege	<ul style="list-style-type: none"> – Architekturschaffende und Planende auf neue Restriktionen im Neubau vorbereiten
Umsetzung	
Fördern	<ul style="list-style-type: none"> – Vorfertigung und Modulares Bauen – Erstellung von Ökobilanzen
Fordern	<ul style="list-style-type: none"> – Keine fossilen Energieträger im Neubau – Verschärfung der Bauteilanforderungen – Energieausweise enthalten LCA-Ergebnisse

<ul style="list-style-type: none"> - Neubauten müssen Plusenergiehäuser sein <p>Vollzug</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kontrolle über Gebäuderegister <p>Beratung und Stakeholder-Information</p> <ul style="list-style-type: none"> - Weiterbildung Planenden und Architekturschaffenden - Abbau von Hürden für serielle Sanierungen - Verschärfte Mindestanforderungen an Bauteile bei Austausch im GEG und Prüfung von Nachrüstpflichten <p>Vollzug</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kontrolle der Sanierungspflichten über ein Gebäuderegister - Verkaufs- und Vermietungsverbote bei Nicht-Einhaltung, Mietminderung bei bestehenden Verträgen <p>Beratung und Stakeholder-Information</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aus- und Weiterbildungsoffensive für die Energieberatung - Schaffung lokaler Anlaufstellen für Information, Vermittlung von Beratung, Koordination von gemeinschaftlicher Sanierung, Quartierssanierung

5.5.2 Relevante Instrumente

	Kurzbeschreibung	Wirkungsdauer
Verschärfung der Mindestanforderung im Neubau	Verschärfung der gesetzlichen Mindestanforderung in Bezug auf die Anlagentechnik und die Dämmeigenschaften der Gebäudehülle. Plusenergiehäuser sind Stand der Technik und sollen im Bereich von Ein- und Zweifamilienhäusern der Standard werden. BEG-Förderung anpassen: nur noch sehr ambitionierte Neubau-Standards fördern, Aufstockung als neun Fördertatbestand aufnehmen	Kurzfristig
BEG auf Null- und Plusenergiehäuser ausrichten	Förderung nur noch bei Null- und Plusenergiehäusern; Anpassung des Förderprogramms um einen ambitionierten Neubau mit sehr niedrigen THG-Emissionen im gesamten Gebäudelebenszyklus zu ermöglichen.	Langfristig
Ersatzneubau in BEG fördern	Ersatzneubau nur fördern, wenn es mit Schaffung von zusätzlichen Wohneinheiten verbunden ist oder eine Sanierung auf EH55 wirtschaftlich und technisch nicht vertretbar ist.	Langfristig
kein alleinstehender Neubau / Verdichtung Fördern	Der Neubau von alleinstehenden EFH muss eingeschränkt werden. Neubau soll schwerpunktmäßig in verdichteten Räumen als Ersatzneubau stattfinden. Geschosswohnungsbau ist Ein- und Zweifamilienhäusern vorzuziehen.	Kurzfristig

	Kurzbeschreibung	Wirkungsdauer
keine fossilen Energieträger im Neubau	Im Neubau sind keine fossilen Energieträger und Biomasse zur Erzeugung von Raumwärme erlaubt. Der Fokus liegt auf Neubauten mit zielkompatiblen Energieträgern (Wärmepumpen, Fernwärme).	Kurzfristig
Energieausweis für neue Gebäude ausbauen	Energieausweise für Neubauten werden veröffentlicht, außer wenn diese Veröffentlichung aus schwerwiegenden Gründen nicht stattfinden kann oder soll. Die Ergebnisse der LCA sind verpflichtend im Energieausweis oder einem Gebäuderessourcenpass anzugeben.	Mittelfristig
Vorfertigung und Modulares Bauen stärken	Ein Förderprogramm für die Vorfertigung und modulares Bauen von Geschosswohnungen stärkt die Entwicklung solcher Bauweisen. Damit wird auch dem Fachkräftemangel begegnet.	Mittelfristig
Fernwärme in Neubaugebieten	Die Planung eines Neubaugebiets ist in die kommunale Wärmeplanung einzubinden und dabei der Anschluss und die Sinnhaftigkeit eines Fernwärmenetzes verpflichtend in Abstimmung mit dem Fernwärmenetzbetreiber und ggf. der Kommune zu prüfen. Bei großem Einsparpotential (bzw. in Netzentwicklungsgebieten) ist das Fernwärmenetz verpflichtend umzusetzen oder es sind geeignete Maßnahmen zu treffen, die einen zukünftigen Anschluss ermöglichen. Bei Quartiersneubauten sind Wärmenetze/Quartierslösungen bevorzugt zu behandeln.	Mittelfristig

5.5.3 Beschreibung

Datengrundlage

Um die Daten von neugebauten Gebäuden dauerhaft zu speichern, muss eine passende Infrastruktur geschaffen werden. Ein Gebäudekataster mit entsprechenden Datenschutzrechtlichen Vorgaben kann dies leisten. In Bezugnahme auf die Bündel „Zielkonforme Gebäudehüllen“ und „Flächenspannendes Bauen und Wohnen“ ist es wünschenswert eine einheitliche Datenstruktur und Regelung zu entwickeln. Für neue Gebäude sind Informationen bezüglich des Energieausweises, LCA-Daten und der Ressourcenpass – Bauteilspezifische Informationen über enthaltene Materialien – zu hinterlegen.

Im Weiteren müssen die Daten der Neubauten so detailliert wie möglich dauerhaft und sicher erfasst werden, um den Informationsverlust von Gebäudeeigenschaften zu vermeiden. Diese Information bietet auch in Zukunft Optimierungsoptionen und die Einsparung von Ressourcen durch Urban Mining.

Informieren

Wie auch in dem Instrumenten Bündel „Flächenspannendes Bauen und Wohnen“ müssen Architekturschaffende und Planende informiert werden. Dabei müssen einerseits die Änderungen in

den Vorgaben frühzeitig kommuniziert werden als auch eine Sensibilisierung für die Problematik des alleinstehenden Neubaus geschaffen werden.

Die Informierung kann einerseits frühzeitig durch Energieberaterverbände, Aufklärung der Bauherrschaft (z.B. durch Banken als Geldgebende), Kammern für Architekturschaffende und Ingenieurwesen erfolgen. Andererseits muss in der Ausbildung des zukünftigen handwerklichen Fachpersonals, Energieberaternden, Architekturschaffenden und Personal des Ingenieurwesens ein tiefgreifenderes Verständnis für die Themen Energieeffizienz, Treibhausgasemissionen und Umweltschutz erfolgen.

Umsetzung Förderung

Förderungen für den Neubau werden allgemein abgebaut und nur noch in zwei Fällen vergeben:

- Förderungen für Null- und Plusenergiehäuser. Das Ziel dabei ist den Neubau klimaneutral zu machen. Durch die hohe Qualität kann EH55 heute bereits als Neubau Standard angesehen werden. Deshalb ist eine Reduzierung des Förderprogramms notwendig. Die Förderung von Plusenergiehäusern mit rationeller Flächennutzung und einer Ökobilanz des Gebäudes müssen gestärkt werden. Das Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude soll Voraussetzung für die Neubauförderung sein.
- Die Förderung von Ersatzneubau steht im Konflikt mit der Reduzierung der grauen Energie da ein Neubau mehr graue Energie verursacht als eine Sanierung von Bestand. Das Instrument ist so auszurichten, dass eine Förderung nur bei der Erfüllung weiterer Faktoren möglich ist. Diese Faktoren können z. B. die Schaffung von zusätzlichen Wohneinheiten, das Errichten von Sozialwohnungen, eine geringere Schadstoffbelastung des Bauwerks oder eine Mindestquote für Recycling-Material sein.
- Zusätzlich kann ein Förderprogramm für mehr Vorfertigung und modulares Bauen aufgelegt werden, um auch den Fachkräftemangel zu adressieren. Dieses kann helfen den Neubau in Zukunft auch ohne Förderung wirtschaftlicher zu machen. Modulares Bauen soll helfen Gebäude vielseitiger zu machen und der Nutzung anzupassen. In einer Studie wurden fast 23 Mängel pro Bauvorhaben (IFB 2019) bei dem Neubau von Ein- und Zweifamilienhäusern gefunden. Welche durch Vorfertigung und modulares Bauen reduziert werden können.

Umsetzung Forderung

In diesem Instrumentenbündel sind für die effektive Zielerreichung eine Reihe von Gesetzen/Vorschriften notwendig:

- Verschärfung der Mindestanforderungen im Neubau
- Durch die stetigen Verbesserungen von Baustoffen und Bauteilen sollten die gesetzlichen Anforderungen angepasst und erhöht werden. Eine Anpassung des GEG ist bereits in Planung. Zusätzlich sollten Grenzwerte für graue Emissionen und Energie eingeführt werden. Für die Verschärfung wird eine stufenweise Erhöhung der vorgeschriebenen Effizienz von Neubauten (Effizienzhausstandard) empfohlen. Optional kann für die Einführung der Gebäudeökobilanz (vereinfachte Anforderungen), anfangs eine Förderung unterstützend wirken.
- Langfristig sind die Grundlagen zu schaffen, um den Einsatz grauer Energie, graue Emissionen sowie die Lebenszykluskosten zu berücksichtigen. Dabei geht es insbesondere um die planungsbegleitende LCA. So können THG-Emissionen in der Planungsphase sichtbar gemacht und

vermieden werden. Langfristig muss auch zur Dokumentation ein digitaler Gebäuderessourcenpass eingeführt werden, welcher im Gebäudebereich zur zwingend notwendigen Kreislaufwirtschaft beiträgt.

- Im Neubau sollen zukünftig keine fossilen Energieträger mehr zum Einsatz kommen. Auch die Biomasse wird nicht mehr im Neubau eingesetzt. Der Fokus liegt auf „kaminlosen Neubauten“, also Neubauten mit zielkompatiblen Energietragenden (z. B. Wärmepumpen, Fernwärme)
- Der Neubau von alleinstehenden EFH „auf der grünen Wiese“ wird verboten, wenn damit Ortschaften weiter zersiedelt werden. Weitere Flächeninanspruchnahme muss reduziert werden, um auch hier mit den Zielen des „Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz“ (Bundesregierung 2020) konform zu sein. Neubau soll schwerpunktmäßig in den bisherigen Siedlungsräumen stattfinden. Verdichtung von bestehenden Siedlungen soll so gefördert werden, um mehr Wohnraum auf geringerer Fläche zu erreichen. In diesem Zuge soll die Aufstockung durch Förderung zusätzlich angereizt werden. Aufstockung fällt bisher in Neubau bezüglich Förderung, Aufstockungen müssen vereinfacht werden und sollte als neue Förderkategorie Aufstockung und Umnutzung integriert werden. Alleinstehende EZFH sind möglichst zu vermeiden, Geschosswohnungsbau ist aufgrund von geringer Flächenversiegelung und hoher Effizienz vorzuziehen.

Umsetzung Beratung und Stakeholderinformation

Eine frühzeitige Zielkommunikation ist wichtiger Bestandteil des Pakets, damit sich Planende und Bauherrschaft auf die kommenden Änderungen einstellen und langfristige Planungen angepasst werden können.

Vollzug

Bei einem neuen Gebäude ist der Energieausweis zu veröffentlichen, wenn kein begründeter Widerspruch vorliegt. Energieausweise sind im Gebäuderegister zu hinterlegen, um die Datengrundlage im Neubau zu verbessern; LCA-Ergebnisse sind verpflichtend im Energieausweis von neuen Gebäuden anzugeben.

Laut § 5 Abs. 1 Satz 1 „Verordnung zur Ausführung energiewirtschaftlicher Vorschriften“(AVEn) ist die Einhaltung der Anforderungen des GEG nur mit einer Erfüllungserklärung vor Baubeginn nachzuweisen. Die Regelungen zu reduzierten Kontrollen folgen den Gedanken der Deregulierung. Dieser Weg sollte hier fortgeführt werden, denn dieser hat sich bisher im Bereich Neubau bewährt.

Wechselwirkungen innerhalb des Bündels

Mitnahme- und Vorzieheffekte

Vorzieheffekte sind bei einer frühen Ankündigung und späten Umsetzung zu erwarten. Auch können Restriktionen im Neubau zu einer Beschleunigung des Neubaus vor Inkrafttreten der Änderung führen.

Strukturelle Effekte

Durch die voraussichtlich geringere Nachfrage an Bauland können wichtige Einnahmequellen der Kommunen wegfallen. Spekulationsgrundstücke um Ortschaften/Städten sind möglicherweise kaum

noch interessant, wenn auf absehbare Zeit keine Neubauprojekte im EZFH-Bereich genehmigt werden. Die Verdichtung von Städten kann auch negative Effekte mit sich bringen, wenn z.B. weitere Grünflächen versiegelt werden. Diese Aspekte müssen zwingend berücksichtigt werden, wenn Stadtplanende weitere Verdichtungen anstreben.

Reboundeffekte

Effekte die gegenläufig sind können bei dem Ersatzneubau auftreten. Durch geringere Neubauförderungen und weniger EZFH-Baugenehmigungen können Reboundeffekte durch einen erhöhten Anteil an Abriss und Ersatzneubau entstehen.

5.5.4 Wechselwirkung

mit anderen Handlungssträngen/Instrumentenbündeln

Sozialer Wohnungsbau ist notwendig um alle Teile der Bevölkerung mit ausreichend bezahlbarem Wohnraum zu versorgen. Fokussierung Neubauförderung auf bezahlbaren Wohnraum. Inwiefern dies durch Neubau oder angemessene Sanierung erfolgt, muss abgewogen werden.

- Rollout Wärmepumpe
- Im Neubau soll die Kaskade der Wärmeerzeugung (1.Fernwärme, 2. Wärmepumpe) beachtet werden
 - Anschluss an Wärmenetze
 - Erhöhter Netzleistung bei Wärmenetzen durch vermehrten Anschluss
 - Wärmenetze für Neubaugebiete
- Fachkräftemangel
- Erhöhter Bedarf an gut ausgebildeten Fachkräften
- Weiterbildung von Fachkräften notwendig Fachkräftemangel
- Datengrundlagepaket
- Gezielter Biomasseinsatz

Kritische Randbedingungen für die Umsetzung – Abminderung des Potenzials

- Fachkräftemangel Der Neubau hat einen besonders hohen Bedarf an Fachkräften. Im Hinblick auf die THG-Emissionseinsparungen können in anderen Maßnahmen mehr Einsparungen durch die Fachkräfte erfolgen (vgl. Zielkonforme Gebäudehüllen)
- Die Bereitstellung THG-Neutraler Energieträger ist eine wichtige Komponente um Klimaneutralität zu erreichen.
- Sozialer Wohnungsbau ist notwendig um alle Teile der Bevölkerung mit ausreichend bezahlbarem Wohnraum zu versorgen. Fokussierung von Förderungen auch auf bezahlbaren Wohnraum. Inwiefern dies durch Neubau geschehen muss oder angemessene Sanierung/Aufstockung möglich ist, muss abgewogen werden.
- Insbesondere im ländlichen Raum ist mit großem Widerstand gegen EZFH Verbote und die Reduzierung der Biomasse zu rechnen.

5.5.5 Quantifizierung

- Berechnungen wurden mit dem Deutschlandmodell von FIW und ITG durchgeführt
- Basis für die Berechnung der Einsparung ist das Referenzszenario.
- Der Neubau wird durch das vorliegende Bündel dahingehend verändert, dass weniger neu gebaute EZFH angesetzt werden.
- Der Neubaustandard wird entsprechend dem Zielszenario angehoben
- Die Beheizungsstruktur der neu gebauten Gebäude entspricht der Beheizungsstruktur, die im Zielszenario für die neu gebauten Gebäude angesetzt wird

Tabelle 17: Quantifizierungsergebnisse des Maßnahmenbündels Rationeller Neubau (Jahreswerte)

Jahreswerte	Einheit	2025	2030	2035	2040	2045
Endenergiereduzierung (EEV)	TWh/a	-0,87	2,13	3,60	5,14	5,73
Primärenergiereduzierung (nicht erneuerbar)	TWh/a	-0,08	4,18	6,05	8,33	10,07
Primärenergiereduzierung (gesamt)	TWh/a	-1,64	2,12	3,82	5,49	5,83
Treibhausgaseinsparungen (nach Quellenbilanz)	Mt CO ₂ -Äq./a	0,37	1,10	1,42	1,78	1,97
Treibhausgaseinsparungen (nach Verursacherbilanz)	Mt CO ₂ -Äq./a	-0,15	0,96	1,43	1,97	2,36

Tabelle 18: Quantifizierungsergebnisse des Maßnahmenbündels Rationeller Neubau (kumuliert)

kumulierend ab 2022	Einheit	bis 2025	bis 2030	bis 2035	bis 2040	bis 2045
Endenergiereduzierung (EEV)	TWh	-4,68	-0,12	17,87	43,59	72,22
Primärenergiereduzierung (nicht erneuerbar)	TWh	-3,52	8,82	39,06	80,71	131,08
Primärenergiereduzierung (gesamt)	TWh	-7,72	-4,77	14,35	41,78	70,95
Treibhausgaseinsparungen (nach Quellenbilanz)	Mt CO ₂ -Äq.	0,54	4,68	11,78	20,68	30,55
Treibhausgaseinsparungen (nach Verursacherbilanz)	Mt CO ₂ -Äq.	-1,34	1,25	8,37	18,21	30,01

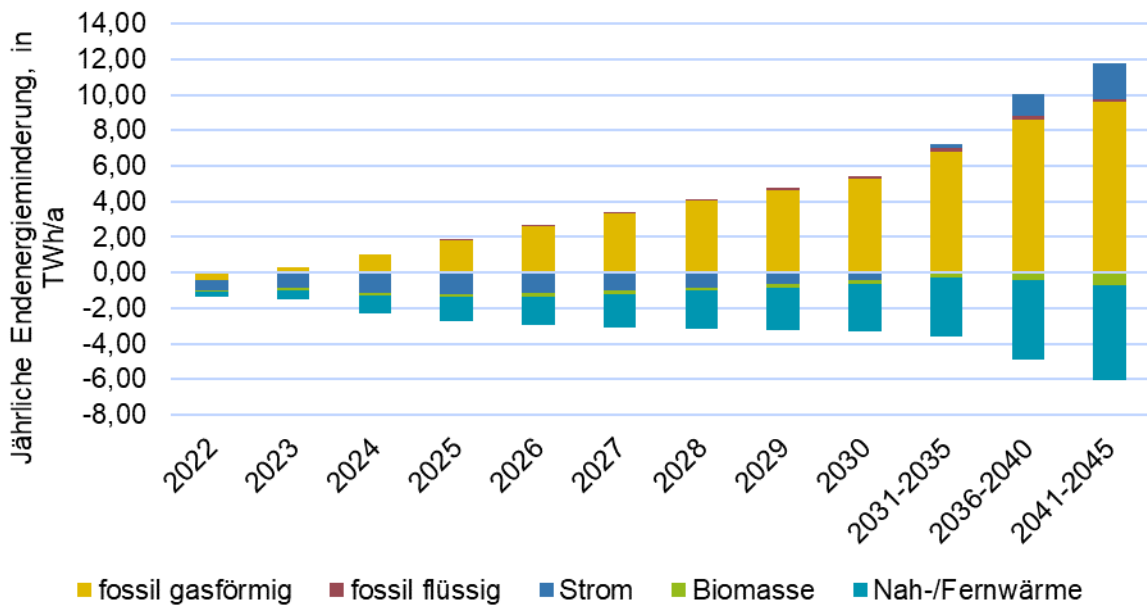


Abbildung 55: Jährliche Endenergieminderung – Rationeller Neubau

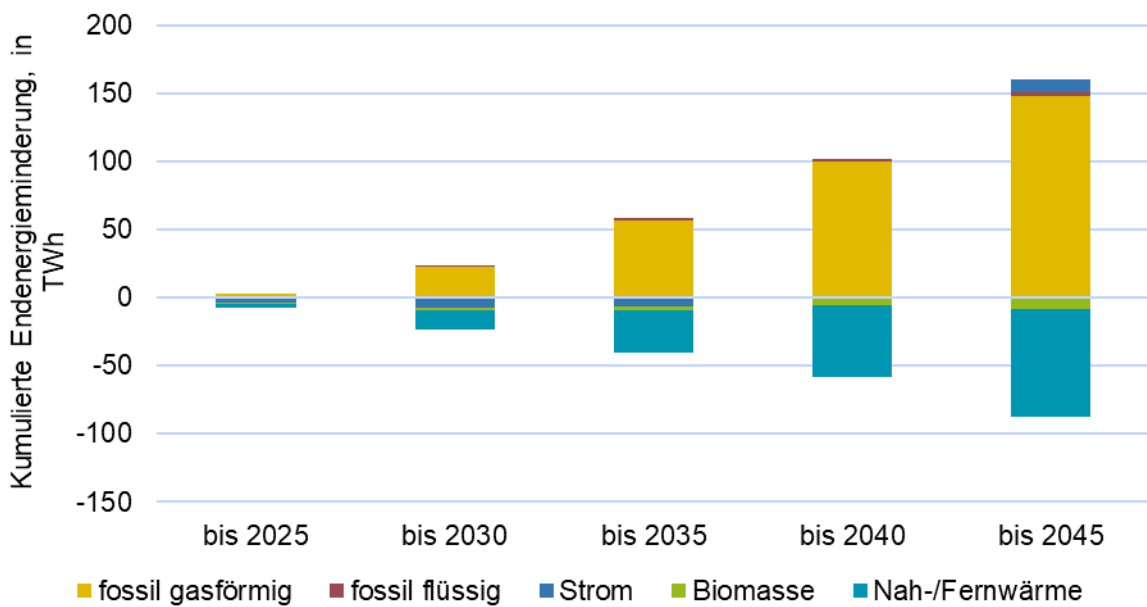


Abbildung 56: Kumulierte Endenergieminderung ab 2022 – Rationeller Neubau

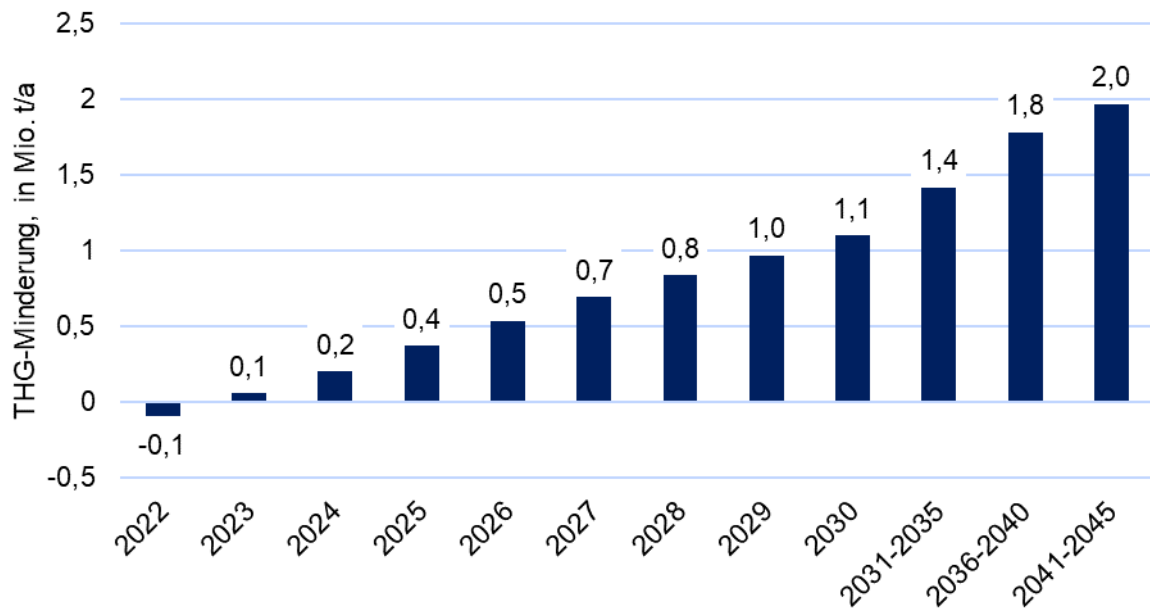


Abbildung 57: Jährliche THG-Minderung (Quellenprinzip) – Rationeller Neubau

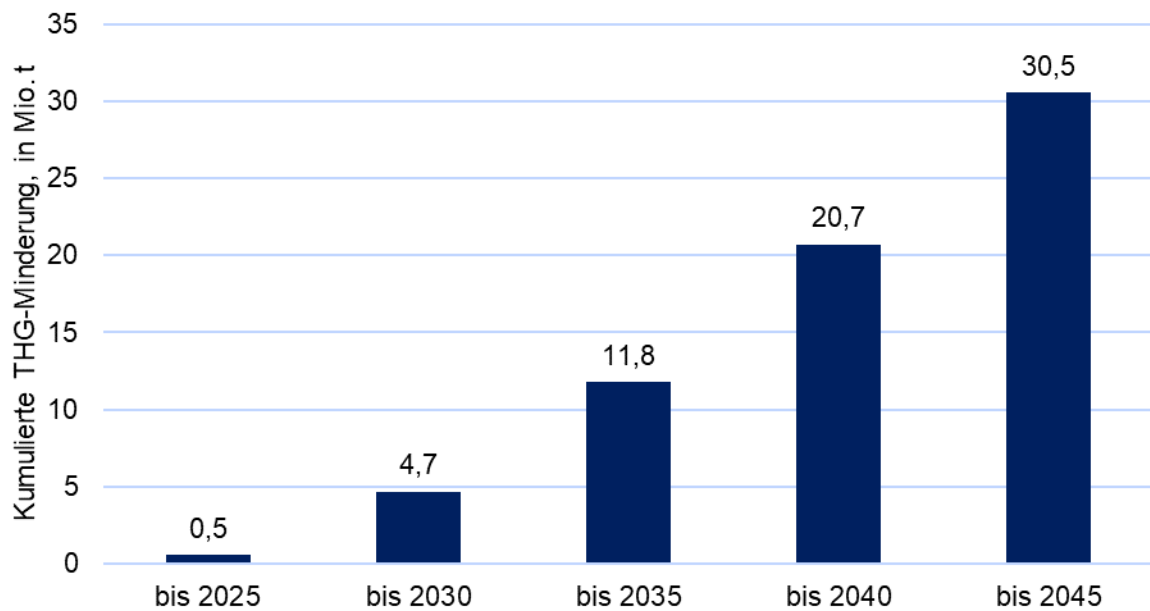


Abbildung 58: Kumulierte THG-Minderung (Quellenprinzip) – Rationeller Neubau, ab 2022

5.6 Anschluss an Wärmenetze

5.6.1 Hauptziel

Wärmenetze sind vor allem in urbanen bzw. dicht besiedelten Gebieten mit ausreichender Wärmedichte eine der Zieltechnologien, die wesentlich zum Gelingen der Wärmewende beitragen werden.

Das Ziel dieses Instrumentebündels liegt darin, den Anteil der wärmenetzversorgten Gebäude zu steigern. Dies erfolgt einerseits durch Verdichtung bestehender Wärmenetzgebiete, aber auch durch den Ausbau von Wärmenetzen und die Erschließung neuer Gebiete durch zentrale Wärmenetzinfrastruktur. Unter Wärmenetzen werden im folgenden sowohl Fern- als auch Nahwärmenetze (u. a. auch Quartierslösungen) zusammengefasst.

Die im Zielszenario dargestellte Entwicklung erfordert neben der Verdichtung bestehender Wärmenetze, auch die Errichtung von Quartierslösungen in dicht bebauten Neubaugebieten mit geeigneten Wärmequellen und die Analyse der Möglichkeit von Niedertemperaturwärmenetzen in allen kommunalen Wärmeplanungen. Eine konsequente Umsetzung der Wärmeplanungen und ein Ausbau der Wärmenetze in Gebieten, in denen sie sowohl aus ökologischer, als auch technischer und ökonomischer Sicht sinnvoll sind, ist unbedingt erforderlich.

Disclaimer: Der Fokus im Kontext der des Gutachtens zur GSK liegt darauf, die Nachfrage der Eigentümerinnen und Eigentümern nach einem Wärmenetzanschluss zu steigern. Der Ausbau und die Dekarbonisierung von Wärmenetzen steht nicht im Fokus, ist aber Voraussetzung für die Zielerreichung.

Anschluss an Wärmenetze	
Voraussetzungen schaffen	
Datengrundlage	– Kommunale Wärmeplanung
Informationswege	– Frühzeitige Ankündigung der Rolle der Wärmenetze auf lokaler Ebene (u. a. private Agierende, Wohnungsbaugesellschaften, Kommunen)
Umsetzung	
Fördern	– Keine Anpassungen
Fordern/Regulatorischer Rahmen	– Preistransparenz verbessern und Preisregulierung prüfen – Anpassung der Wärmelieferverordnung zur Erleichterung des Anschlusses von Mietshäusern – 65 % Erneuerbare-Energien-Regelung im GEG: Festlegung von Wärmenetzen als Erfüllungsoption
Vollzug/Evaluierung	

- Ggf. Ombudsstelle für die Preistransparenz und –Regulierung
- Prüfung der erreichten Ausbauraten nach Vorliegen der kommunalen Wärmeplanungen und Evaluierung der Förderprogramme (BEW, BEG)

Beratung und Stakeholder-Information

- Unterstützung der Kommunen bei der Anschluss- und Benutzungspflicht
- Erarbeiten von Lösungen für den Umstieg von Etagenheizungen auf zentrale Versorgung
- Angebot von Zwischenlösungen für Heizungstausch in zukünftigen Wärmenetzgebieten entwickeln

5.6.2 Relevante Instrumente

	Kurzbeschreibung	Wirkungsdauer
Wärme-lieferverordnung anpassen	Aufgrund der Maßgabe Kostenneutralität in der Wärmelieferverordnung, sind die Möglichkeiten der gewerblichen Wärmelieferung – im Wesentlichen der Fernwärme – eingeschränkt, da die Betriebskosten der Wärmelieferung die bisherigen Betriebskosten nicht übersteigen dürfen. Dabei müssen bei Wärmelieferungen Investitionskosten über die Betriebskosten abgebildet werden. Anpassungen der Bewertungsmethodik werden vorgeschlagen.	Langfristig
Preistransparenz und -regulierung	Die aktuelle Preissetzung für leitungsgebundene Wärme ist für Endkaufende oft schwer nachvollziehbar. Es wird vorgeschlagen, die Transparenzpflicht zu erhöhen, eine Preisdatenbank einzurichten, sowie die Einführung einer Ombudsstelle und die Regulierung der anzurechnenden Markt- und Kostenbestandteile zu prüfen.	Langfristig
Kommunen beim (Aus-)bau von Wärmenetzen unterstützen	Kommunen sollten bei der Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung mit Blick auf Ausbau der Wärmenetze unterstützt werden, z. B. in der Kommunikation mit der betroffenen Bürgerschaft und bei der Gestaltung von Anschluss- und Benutzungspflichten.	Langfristig
GEG Anpassungen – 65 % Erneuerbare-Energien-Regelung	Bei der Einführung der 65 % -Erneuerbaren-Energien-Regelung für neu eingebaute Heizungsanlagen sollten Wärmenetze als mögliche Zieltechnologie explizit genannt werden ¹² .	Langfristig

¹² Das Konzeptpapier zur Umsetzung der 65 % erneuerbare Energien Regelung vom 14. Juli 2022 sieht in beiden Vorschlägen Wärmenetze als zulässige Option an.

	Kurzbeschreibung	Wirkungsdauer
Erarbeiten von techn. Lösungen für den Umstieg von Etagenheizungen auf zentrale Versorgung	Der Umstieg von Etagenheizung auf zentrale Versorgung stellt für Wohnungseigentümer eine Herausforderung dar und behindert den Umstieg auf Wärmenetze (aber auch andere Versorgungslösungen). Der Bund soll die Entwicklung von technischen Lösungen anstoßen, die ohne viel Aufwand in der Breite eingesetzt werden können.	Langfristig
Festlegung und Kommunikation von Zwischenlösungen	Wenn ein Heizungstausch in zukünftigen Wärmenetzgebieten vor dem Ausbau der Wärmenetze notwendig wird, ist es erforderlich, dass Zwischenlösungen vorhanden sind und betroffene Eigentümerin und Eigentümer über diese informiert werden.	Langfristig

5.6.3 Zu schaffende Voraussetzungen für eine Steigerung der Wärmenetzanschlüsse

Datengrundlage

Die Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanungen (siehe auch Maßnahmenbündel 5.6) sind die wesentlichen Datengrundlage für die Instrumente, um die Zahl der Wärmenetzanschlüsse zu erhöhen. Die Durchführung einer kommunalen Wärmeplanung, bei der gebietsscharf die aus ökologischer, technischer und ökonomischer Sicht geeigneten Wärmeversorgungssysteme identifiziert werden, muss sichergestellt sein. Nur dann können mit geeigneter Kommunikation auch die Personen mit Gebäudeeigentum und Entscheidungstragende darüber informiert werden, ob ein Wärmenetzanschluss die für sie geeigneten Versorgungslösung ist.

Informationen

Um die Zahl der Wärmenetzanschlüsse bis 2040 in dem vom Zielszenario dargelegten Umfang zu steigern, ist es unabdingbar, die involvierten Agierenden hinsichtlich deren Möglichkeiten und der Zielsetzung zu informieren. Dazu zählen unter anderem die Eigentümerinnen und Eigentümer bzw. jene, die für den Einbau bzw. den Ersatz von Wärmeversorgungssystemen zuständig sind (z. B. Wohnungsbaugesellschaften, Investierende, vor allem im Bereich Nichtwohngebäude/GHD). Zudem müssen Kommunen hinsichtlich der wichtigen Rolle von Wärmenetzen sensibilisiert werden und sich der zentralen Bedeutung der Wärmeplanung bewusstwerden.

Darüber hinaus ist es wichtig, dass Eigentümerinnen und Eigentümer über die Vorzüge und den Beitrag der Wärmenetze informiert werden und Vorurteile, wie beispielsweise Bedenken hinsichtlich undurchschaubarer Preispolitik, aus dem Weg geräumt werden.

5.6.4 Umsetzung

Förderung

Es werden keine Anpassungen vorgeschlagen.

Anpassungen regulatorischer Rahmen

Um die Zahl der Wärmenetzanschlüsse zu steigern wird eine Reihe ordnungsrechtlicher Instrumente vorgeschlagen:

Preistransparenz und –regulierung als Basis für gesteigerte Akzeptanz bei Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümern

Die Preisgestaltung für Fernwärme setzt sich meist aus drei Komponenten zusammen: (1) dem Grund- bzw. Leistungspreis, der sich meist an der vertraglich zugesicherten Wärmeleistung orientiert, (2) einem pauschalen Mess- und Verrechnungspreis und (3) einem verbrauchsabhängigen Arbeitspreis (Bundeskartellamt 2012). Um bei den standardmäßigen langen Verträgen bei Fernwärme auch Kostenentwicklungen abbilden zu können, sieht die AVBFernwärmeV Preisgleitklauseln vor, in denen sowohl Preisveränderungen bei der Erzeugung und Bereitstellung von Fernwärme berücksichtigt werden können als auch Entwicklungen der Preise auf dem Wärmemarkt.

Auch wenn die für die Berechnung der Preisbestandteile zugrundeliegenden Formeln ein Maß an Transparenz und Nachvollziehbarkeit aufweisen müssen, ist die konkrete Ausgestaltung für viele Endkaufende nicht nachvollziehbar. Da ein Umstieg auf eine alternative Wärmeversorgungslösung bei einem bestehenden Wärmenetzanschluss nur beschränkt möglich ist, kann die für sie undurchsichtige Preisgestaltung potenziellen Endkaufende abschrecken. Vor diesem Hintergrund wird vorgeschlagen, dass

- die Transparenzpflicht der Versorgungsunternehmen gegenüber den Endverbrauchenden erhöht wird: die relevanten Kostenbestandteile bei der Preisgestaltung sollen einfach zugänglich und verständlich erklärt veröffentlicht werden. Denkbar ist beispielsweise die verpflichtende Veröffentlichung auf der Homepage der Versorger inklusive indikativen Wärmepreisen für verschiedene Versorgungsfälle (z. B. Einfamilienhaus oder Wohnung im Mehrfamilienhaus).
- eine zentrale nationale Datenbank zu regionalen Fernwärmepreisen eingerichtet wird, wie sie beispielsweise in Dänemark oder Schweden schon vorhanden ist. Aufgrund der unterschiedlichen Kostenstruktur vor Ort – beispielsweise aufgrund von Abnehmerdichte aber auch Gesteungskosten für die Wärme – müssten Kostenunterschiede für unterschiedliche Versorgungsgebiete entsprechend eingeordnet werden.
- eine Regulierung der anzurechnenden Markt- und Kostenelemente geprüft wird. Beispiele für Länder mit regulierten Fernwärmepreisen sind u. a. Dänemark, Niederlande oder Estland (Tilia GmbH et al. 2022). Es wäre zu analysieren, ob eine Regulierung auch in Deutschland sinnvoll und notwendig ist und wie eine Umsetzung erfolgen könnte. Es sollte untersucht werden, ob beispielsweise eine Ombudsstelle eingerichtet werden kann, die im Falle von Unsicherheiten oder Beschwerden von Verbrauchende aktiv wird und unterstützt.

Anpassung der Wärmelieferverordnung

Um Wärmenetze als geeignete Versorgungslösung im vermieteten Wohnungsbestand leichter zu ermöglichen, muss die Wärmelieferverordnung angepasst werden. Die Begrenzung der Umlagefähigkeit von Investitionen im vermieteten Wohnungsbestand nach Wärmelieferverordnung mit der Maßgabe der Kostenneutralität erschwert oft den Anschluss neuer Gebäude an Wärmenetze: In Mietwohnhäusern mit laufendem Mietverhältnis kann die Wärmeversorgung nur umgestellt werden, wenn die Kosten der Wärmelieferung die Betriebskosten für die bisherige Eigenversorgung mit Wärme oder Warmwasser nicht übersteigen. Während bei Eigenversorgung – beispielsweise durch eine Gas-Zentral- oder Gasetagenheizung – nur die Kosten für den gelieferten Brennstoff und die Wartung berücksichtigt werden (im Wesentlichen verbrauchsgebundene Kosten), werden im Falle von Wärmelieferungen auch die Investitions- und Betriebskosten für die zentrale Wärmeerzeugung und die Netzinfrastruktur in den Endkundenpreisen abgebildet (Vollkosten inklusive Investitionen und verbrauchsgebundenen Kosten). Zudem sieht der Kostenvergleich vor, dass die Kosten der letzten drei Abrechnungszeiträume herangezogen werden und zukünftige Preisentwicklungen (inkl. bevorstehender Anpassungen des CO₂-Preises) oder zukünftigen EE-Anforderungen (z. B. die 65 %-EE-Anforderung) werden nicht berücksichtigt. Eine Umstellung auf einen Wärmenetzanschluss ist daher meist nur durch einen Investitionskostenzuschuss des Vermietenden zulässig und wird deshalb oft nicht umgesetzt. Vor diesem Hintergrund wird vorgeschlagen, dass folgende Anpassungen der Wärmelieferung geprüft und umgesetzt werden:

- **Berücksichtigung von ökologischen Aspekten der Wärmeversorgung**, z. B. durch Vorgaben eines Referenzsystems, dass die 65 %-EE-Anforderung erfüllt.
- **Prospektive Berechnungsgrundlage**: an Stelle des retrospektiven Kostenvergleiches, sollten die zukünftigen Kosten unter Berücksichtigung von prognostizierten (und ggf. zentral festgelegten) Preissteigerungen, CO₂-Steuern, etc. betrachtet werden.
- **Prüfung des Prinzips der kurzfristigen Kostenneutralität aus Mieterschutzperspektive**: es wäre zu prüfen unter welchen Bedingungen Abweichungen von einer kurzfristigen Kostenneutralität erlaubt sein sollten, weil so den Mietenden langfristig weniger Kosten entstehen.

Klare Festlegung in der Ausgestaltung der 65 %-Erneuerbare-Energien-Regelung: Anschluss an Wärmenetze als geeignete Option zulässig.

Die Diskussionen zur Einführung der 65 %-Erneuerbare-Energien-Regelung hat einige Endkaufende hinsichtlich der zulässigen Wärmeversorgungsoptionen verunsichert, da der Anteil von erneuerbaren Energien in Wärmenetzen meist noch unter 65 % liegt. Eine klare Kommunikation, dass der Anschluss an Wärmenetze als zulässige Versorgungsoption anerkannt wird – wie es das Konzeptpapier des BMWK vom 14. Juli 2022 beinhaltet – ist unbedingt notwendig, um den Anschluss an Wärmenetze nicht zu behindern. Darüber hinaus kann nach Vorliegen der kommunalen Wärmeplanungen und der Evaluierung der Wirkung der 65 %-Erneuerbare-Energien-Regelung analysiert werden, ob eine Nachweispflicht für Eigentümerinnen und Eigentümer, die sich für eine alternative Option entscheiden, eingeführt werden muss, dass der Anschluss an ein bestehendes bzw. geplantes Wärmenetz nicht möglich ist, falls der Ausbau unter den Erwartungen liegt.

Beratung und Stakeholder-Information

Die Beratung von Kommunen und die Information von Endkaufenden ist essenziell um die Anzahl der Wärmenetzanschlüsse zu steigern. Vorgeschlagen werden dafür:

Praktische Unterstützung von Kommunen, bei der Umsetzung bzw. Ausbau von Wärmenetzen

Wenn in der kommunalen Wärmeplanung geeignete Wärmenetzgebiete identifiziert wurden, ist eine konsequente Umsetzung erforderlich. Kommunen können bereits nach dem jeweils einschlägigen Landesrecht per Satzung Gebiete festlegen, in denen die Pflicht zum Anschluss und der Benutzung von Wärmenetzen besteht. Dieser ordnungsrechtliche Schritt kann jedoch auf eine geringe Akzeptanz bei Endkaufenden stoßen. Kommunen sollten daher praktische Unterstützung bei der Umsetzung der Wärmeplanung – speziell mit Blick auf den Bau und Ausbau von Wärmenetzen erhalten. Konkret könnte das Kompetenzzentrum Kommunale Wärmewende (KWW)

- bei der adressatengerechten Kommunikation über die zielkonforme Wärmeversorgung in einzelnen Gebieten unterstützten, z.B. mit
 - Vorbereitung von Informationsunterlagen oder
 - Hilfe bei der Durchführung von lokalen Informationsworkshops, bei denen gezielt jene Bürgerschaft adressiert werden, die in potenziellen Wärmenetzgebieten wohnen.
- Entscheidungshilfen vorbereiten, die es Endkaufende erlauben, sich selbst über die Eignung ihres Wohngebiets für eine zentrale Versorgung zu informieren und bei Interesse geeignete Anlaufstellen auf kommunaler Ebene oder bei Versorgern zu identifizieren.
- Mustersatzungen und Handlungsleitfäden bereitstellen für Kommunen welche die Einführung von Anschluss- und Benutzungszwang abwägen.

Zudem wäre es hilfreich, auf eine bundesweite Regelung hinsichtlich Anschluss- und Benutzungszwang hinzuarbeiten, da diese aktuell auf Landesebene geregelt werden und unterschiedliche Möglichkeiten beinhalten. Dies beinhaltet auch eine systematische Zusammenstellung der Hemmnisse, die sich aus den unterschiedlichen Landesregelungen ergeben.

Zudem sollte darauf hingewirkt werden, dass bei der Erstellung von Quartiers- und Sanierungskonzepten lokale Wärmenetze mit einem hohen Anteil erneuerbarer Energien als eine mögliche Versorgungslösung zu betrachten sind.

Entwicklung von Konzepten für den Umstieg von Etagenheizungen auf zentrale Versorgung

Rund 4,3 Millionen Wohnungen wurden 2018 in Deutschland mittels Etagenheizungen beheizt (destatis 2019). Die Umrüstung von Etagenheizungen oder Einzelöfen auf zentrale Versorgung ist aufgrund der fehlenden Installationen im Gebäude meist nur mit entsprechendem baulichen Aufwand und zusätzlichen Kosten möglich. Die Erarbeitung von technischen Lösungen und Standard-Konzepten, die in vielen Fällen angewandt werden können, kann den Umstieg auf zentrale Wärmeversorgungsoptionen erleichtern und sollte vom Bund initiiert werden. Auch Möglichkeiten für Unterstützungsangebote für die Kommunikation mit den einzelnen Eigentümerinnen und Eigentümern (Eigentumsgesellschaften, Wohnbaugenossenschaften, etc.) und den koordinierten Umstieg innerhalb

eines Gebäudes– beispielsweise aufgrund der unterschiedlichen Altersstruktur der Heizungen – sollten geprüft und erarbeitet werden.

Vollzug/Evaluierung

Nach Vorliegen der kommunalen Wärmeplanungen und der Evaluierung der verschiedenen Förderprogramme (z. B: BEW oder BEG Förderung) sollte eine Gegenüberstellung der erreichten Ausbauraten und Planungen erfolgen, um ggf. weitere notwendige Anpassungen des regulatorischen Rahmens zu identifizieren.

Wechselwirkungen innerhalb des Bündels

Die vorgeschlagenen Instrumente dienen dazu, die Zahl der Wärmenetzanschlüsse zu steigern, in dem einerseits die rechtlichen Rahmenbedingungen angepasst werden, um mehr Anwendungsfälle für Wärmenetzversorgung zu schaffen aber andererseits auch die Akzeptanz auf Seiten der Endkaufenden zu steigern. Dabei treten keine Mitnahme- und Vorzieheffekte, Nachlaufeffekte, strukturelle Effekte, Spillover Effekte oder Rebound Effekte auf.

5.6.5 Wechselwirkung

Wechselwirkung mit anderen Handlungssträngen/Instrumentenbündeln

- **Wärmeplanung:** Die kommunale Wärmeplanung ist das zentrale Instrument, um geeignete Wärmenetzgebiete zu identifizieren und durch Kommunikation und Information die Grundlage für einen erfolgreichen Wärmenetzausbau zu schaffen.
- **Zukunft der Gasnetze:** Eine klare Ankündigung der Bundesregierung hinsichtlich der zukünftigen Rolle ist notwendig, da aktuell viele Gebiete über eine doppelte leitungsgebundene Wärmeversorgung verfügen und dies zu höheren volkswirtschaftlichen Kosten führt.
- **Rollout Wärmepumpe:** Wärmepumpen werden sowohl zentral als auch dezentral zum zentralen Wärmeerzeuger. Ein erfolgreicher Roll-Out ist notwendig, um die ambitionierten Ziele zu erreichen. Speziell für Randgebiete oder weniger dicht bebaute städtische Gebieten muss für die einzelnen Kommunen geprüft werden, ob eine dezentrale Versorgung mittels Wärmepumpen oder eine Quartierslösung bzw. Wärmenetz am besten geeignet scheint.
- **Ausstieg verbleibende Fossile und Reduktion des Biomasse-Einsatz:** Der Ausstieg der verbleibenden fossilen Energieträger und die Reduktion des Biomasseeinsatzes führen dazu, dass die Nachfrage nach Wärmenetzen gesteigert wird. Eine koordinierte Planung ist notwendig, um im Falle einer Ersatzinvestition den Anschluss an ein Wärmenetz zu ermöglichen.
- **Rationeller Neubau:** Bei der Planung von Neubaugebieten sollte die Möglichkeit von Wärmenetzen (v. a. Quartierslösungen) in Gebieten mit geeigneter Wärmequelle mitberücksichtigt werden (Wechselwirkung auch mit der Wärmeplanung).

Kritische Randbedingungen für die Umsetzung – Abminderung des Potenzials

Wesentlich für die Steigerung der Wärmenetzanschlüsse ist die Akzeptanz auf Seiten der Endkaufenden. Das vorgeschlagene Instrumentenbündel zielt mit Informationsmaßnahmen darauf ab, dass das Bewusstsein der Endkaufenden für Wärmenetze als potenziell geeignete

Wärmeversorgungslösung gesteigert wird. Durch die Erhöhung der Preistransparenz und Prüfung der Preisregulierung soll die skeptische Haltung hinsichtlich der Preisgestaltung reduziert werden.

Parallel zur Schaffung der Nachfrage ist es erforderlich, dass auf Seiten der Versorgenden das entsprechende Angebot durch den Ausbau einer erneuerbaren Wärmenetzinfrastruktur ermöglicht wird, und die Dekarbonisierung von Bestandswärmenetzen erfolgt. Die Bundesförderung effiziente Wärmenetze setzt wichtige ökonomische Anreize, jedoch stellen wie in anderen Bereichen die beschränkten Kapazitäten bzw. Fachkräfte eine Herausforderung dar, die es von den zuständigen Ressorts entsprechend zu adressieren gilt (siehe auch 6.5).

Das Zielszenario sieht schon kurzfristig einen signifikanten Zuwachs der Wärmenetzanschlüsse vor. Dies erfordert schon vor der finalen Ausarbeitung der kommunalen Wärmeplanungen eine stetige Verdichtung bzw. stetigen Ausbau bestehender Wärmenetze. Für Gebiete, die erst zukünftig mit Wärmenetzen versorgt werden können, ist es wichtig, geeignete Zwischenlösungen zu kommunizieren, um den Wärmenetzausbau aufgrund geringer Anschlussdichte nicht zu erschweren oder unterbinden.

5.6.6 Quantifizierung

Neben der finanziellen Förderung des Ausbaus der erneuerbaren Wärmenetzinfrastruktur benötigen die Energieversorgungsunternehmen ausreichend Eigenkapital um die anstehenden Investitionen tätigen zu können. Beteiligungsmodelle für Bürgerschaft und weitere Agierende können dazu beitragen ausreichend Eigenkapital bereitzustellen. Beteiligungs- und Teilhabemöglichkeiten sind ein zentrales Anliegen der Bürgerschaft. Sie können damit auch die Akzeptanz für Wärmenetze insgesamt erhöhen. Beteiligungsmöglichkeiten sollten nicht nur in sog. Bioenergiedörfern geschaffen werden. Sie sind auch im Rahmen von Quartierslösungen oder über Genossenschaftsmodelle, die sich an Wärmenetzen/ Stadtwerken beteiligen können, auch bei größeren Wärmenetzen möglich. Entsprechende Möglichkeiten sollten geprüft und ggf. verfolgt werden.

Die Abschätzung der Wirkung des Instrumentenbündels „Steigerung der Wärmenetzanschlüsse“ wird unter zwei Gesichtspunkten quantifiziert: zunächst wird ermittelt wie stark der Wärmenetzausbau erfolgen muss, um die im Zielszenario für 2045 vorgesehene Bereitstellung von Endenergie durch Wärmenetze zu erreichen. In einem zweiten Schritt werden die damit zu erwartenden Endenergie- und Treibhausgaseinsparungen im Vergleich zum Referenzszenario ermittelt.

Das Zielszenario sieht vor, dass im Jahr 2045 rd. 130 TWh Endenergie durch Wärmenetze bereitgestellt werden. Dies entspricht einer Steigerung von 74% im Vergleich zum Referenzszenario und 93 % gegenüber dem Jahr 2022. Eine Gegenüberstellung der Entwicklung im Referenz- und Zielszenario ist in Abbildung 58 dargestellt.

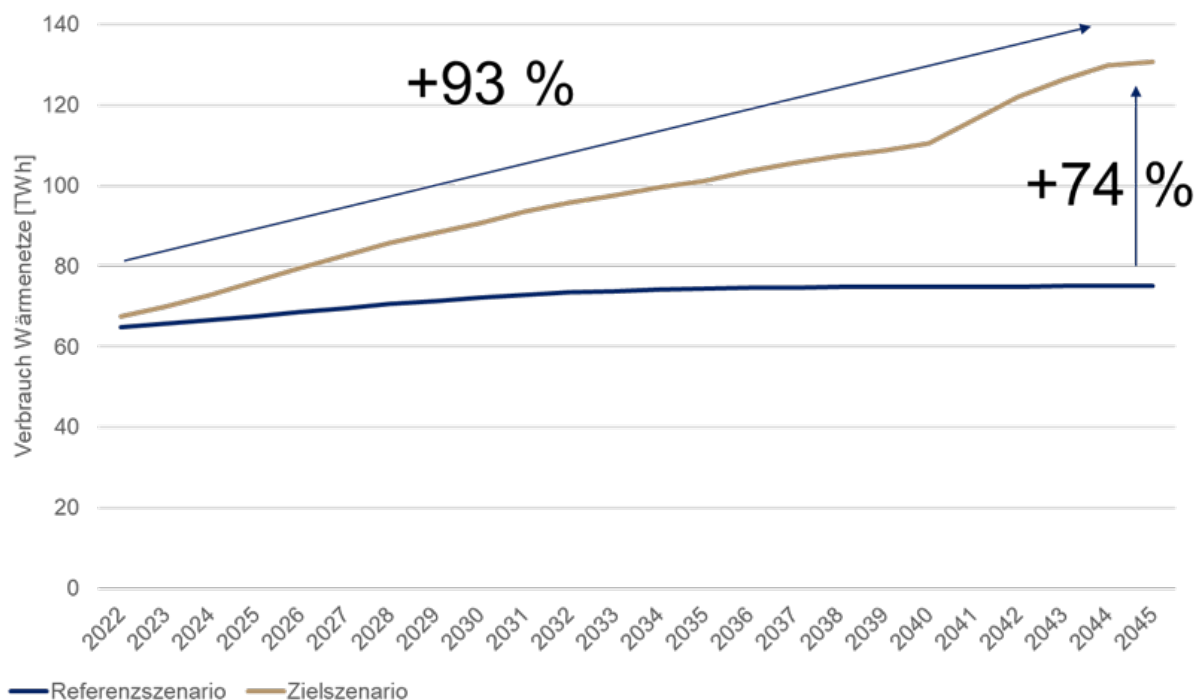


Abbildung 59: Endenergieverbrauch durch Wärmenetze im Referenz- und Zielszenario

Möglichkeiten des Wärmenetzausbaus

Unter Berücksichtigung der Endenergieentwicklung des Zielszenarios und auf Basis des gebäudescharfen Wärmeatlas 2.0 des ifeu (ifeu 2020) erfolgt eine Auswertung der Wärmenetzpotenziale. Dabei werden die bundesweiten Ergebnisse hinsichtlich der Endenergieverbrauchsentwicklung des Zielszenarios entsprechend der Gebäudefunktion (Private Haushalte, Nichtwohngebäude) räumlich disaggregiert und Wärmedichten [MWh/ha] auf Basis von 100 x 100 m Rasterzellen abgeleitet (ifeu 2021). Wärmedichten sind ein geeigneter Indikator für die Vorauswahl von Gebieten, die sich für zentrale Wärmeversorgung präqualifizieren: Je höher die Wärmedichte, umso besser eignen sich Gebiete für die zentrale Versorgung. In der Literatur werden Grenzwerte zwischen 70 MWh/ha für Neubaugebiete (KEA 2020) und 150 MWh/ha (von Hertle et. al. 2015; Hausladen et al. 2011) bis 175 MWh/ha für Bestandsgebiete genannt.

Abbildung 60 zeigt die Klassifizierung des gesamten Wärmeverbrauchs entsprechend des Zielszenarios für die verschiedenen Wärmedichten. Damit die erforderlichen 130 TWh an durch Wärmenetze bereitgestellte Endenergie unter Berücksichtigung eines Anschlussgrades von 95 % im Jahr 2045 möglich sind, ist die Erschließung aller Gebiete mit einer Wärmedichte von mehr als 140 MWh/ha notwendig.

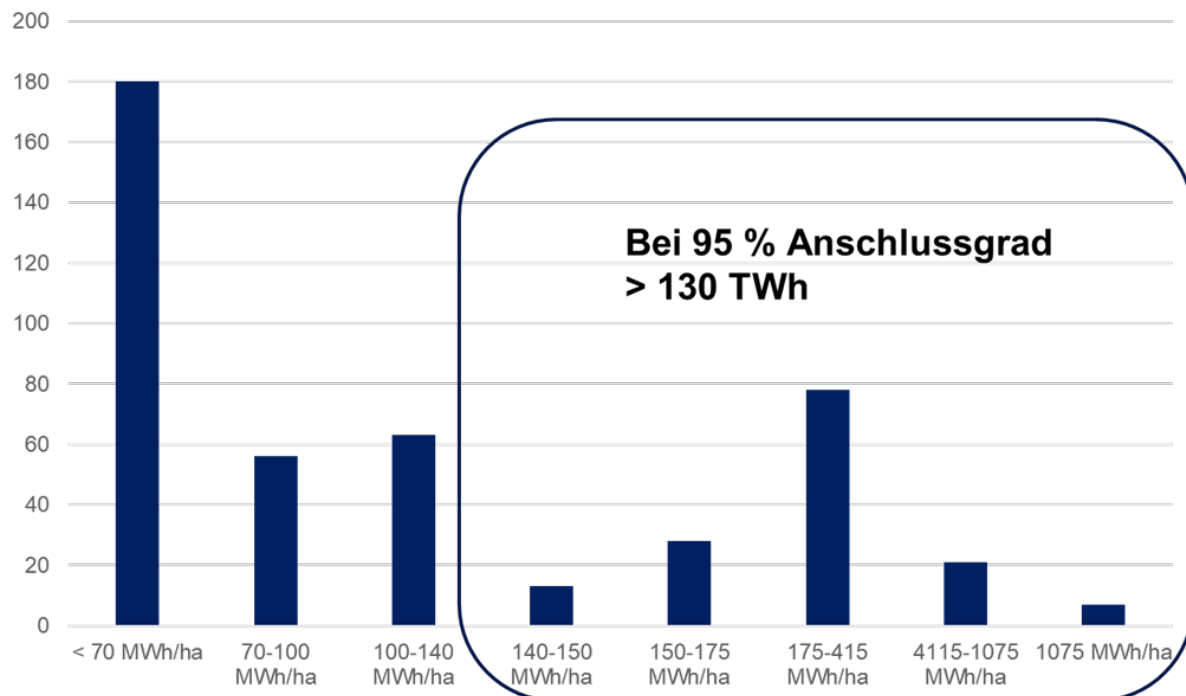


Abbildung 60: Auswertung des Wärmeverbrauchs anhand der Wärmedichte auf Basis des Endenergieverbrauchs im Zielszenario

Wirkungsabschätzung

Um die mit dem Wärmenetzausbau einhergehenden Einsparungen zu quantifizieren, wurde folgende Vorgehensweise gewählt:

- Ermittlung der Differenz der mit Wärmenetzen versorgten Wohnfläche im Ziel- und Referenzszenario
- Ermittlung des durchschnittlichen spezifischen Nutzwärmeverbrauchs je Energietragenden im Referenzszenario auf Basis des Endenergieverbrauchs und der im Modell zugrundeliegenden Nutzungsgrade
- Festlegung des durch Wärmenetze substituierten Energieträgermix auf Basis der Entwicklungen im Referenzszenario
- Berechnung des durchschnittlichen, spezifischen Endenergieverbrauchs für Wärmenetze im Referenzszenario

Gegenüber dem Referenzszenario werden im Zielszenario im Jahr 2045 83 % zusätzliche Wohnfläche mittels Wärmenetze versorgt, dies entspricht einer Steigerung von 178 % im Vergleich zu 2022 (zusätzliche 270 Mio. m² Wohnfläche im Bereich private Haushalte und rd. 500 Mio. m² Wohnfläche im Bereich GHD/NWG). Die Entwicklung im Referenz- und Zielszenario ist in Abbildung 64 dargestellt.

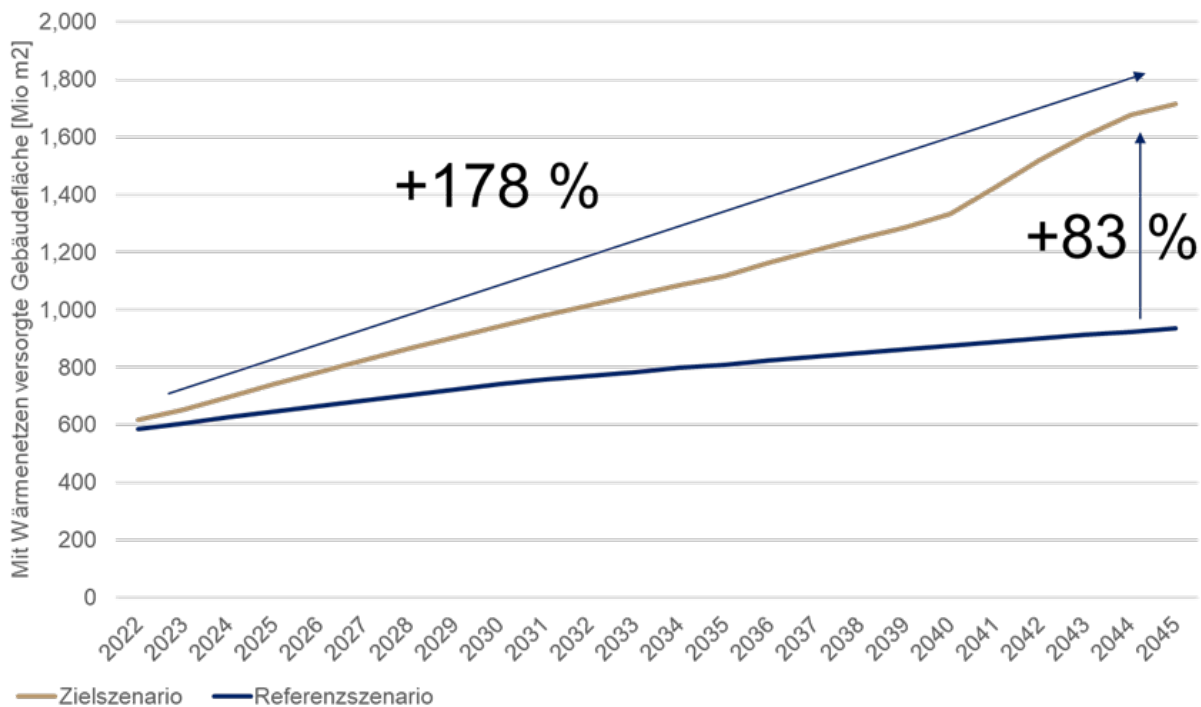


Abbildung 61: Entwicklung der mit Wärmenetzen versorgten Wohnfläche im Referenz- und Zielszenario

Der durch den vorliegenden Handlungsstrang im Zielszenario im Vergleich zum Referenzszenario durch Wärmenetze substituierte Endenergiemix wird auf Basis des Referenzszenarios abgeleitet und ist in Abbildung 62 dargestellt. Dabei wird der Energieträgermix im Zeitverlauf ohne Fernwärme angesetzt.

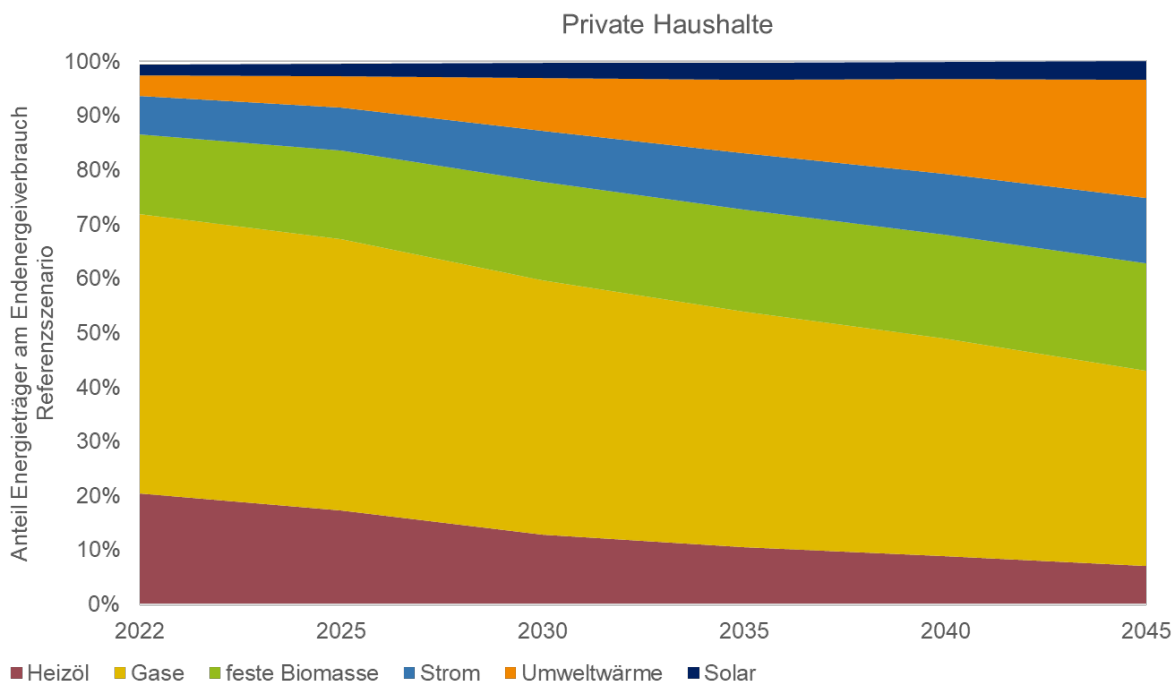


Abbildung 62: Durch Wärmenetze im Zielszenario substituierte Energieträger in privaten Haushalten, abgeleitet auf Basis des Referenzszenarios

Unter Berücksichtigung eines durchschnittlichen Wärmenetzverbrauchs des Referenzszenarios im Zeitverlauf (rd. 101 kWh/m² Wohnfläche für Ein- und Zweifamilienwohngebäude, 82 kWh/m² Wohnfläche für Mehrfamilienwohngebäude und rd. 96 kWh/m² für NWG im Zieljahr 2045)¹³ und des spezifischen Nutzwärmeverbrauchs der verschiedenen Energieträger und der Nutzungsgrade ergibt sich der Mehrverbrauch von Wärmenetzen aufgrund des Instrumentenbündels und die dadurch substituierten Energiemengen nach Energieträger, dargestellt in Tabelle 19 und Tabelle 20. Es ist ersichtlich, dass vor allem Gas, aber auch Biomasse durch Wärmenetze substituiert werden. Der Mehrverbrauch, der sich in Summe ergibt, resultiert einerseits aufgrund der unterschiedlichen Nutzungsgrade, aber auch aufgrund der Tatsache, dass Solarthermie und Umweltwärme in der tabellarischen Darstellung nicht berücksichtigt sind.

Tabelle 19: Quantifizierungsergebnisse des Maßnahmenbündels Anschluss an Wärmenetze (Jahreswerte)

Jahreswerte	Einheit	2025	2030	2035	2040	2045
Endenergie­reduzierung (EEV) ¹⁴	TWh/a	-0,01	-0,34	-4,29	-4,21	-9,72
Primärenergie­reduzierung (nicht erneuerbar)	TWh/a	1,5	7,6	10,7	21,0	42,4
Primärenergie­reduzierung (gesamt)	TWh/a	-0,6	-0,7	-5,6	-5,6	-14,5
Treibhausgas­einsparungen (nach Quellenbilanz)	Mt CO ₂ -Äq./a	2,0	3,9	4,8	6,2	9,3
Treibhausgas­einsparungen (nach Verursacherbilanz)	Mt CO ₂ -Äq./a	0,4	2,0	2,8	5,2	10,0

Tabelle 20: Quantifizierungsergebnisse des Maßnahmenbündels Anschluss an Wärmenetze (kumuliert)

kumulierend ab 2022	Einheit	bis 2025	bis 2030	bis 2035	bis 2040	bis 2045
Endenergie­reduzierung (EEV)	TWh	-0,28	-0,78	-22,23	-43,26	-91,87
Primärenergie­reduzierung (nicht erneuerbar)	TWh	3,8	26,1	79,7	184,7	396,6
Primärenergie­reduzierung (gesamt)	TWh	-1,8	-5,6	-33,5	-61,7	-134,2
Treibhausgas­einsparungen (nach Quellenbilanz)	Mt CO ₂ -Äq.	5,2	21,3	45,3	76,5	122,2

¹³ Netzverluste sind bei der Betrachtung nicht berücksichtigt.

¹⁴ Die negative Endenergie­reduzierung im Zeitverlauf gibt sich einerseits aufgrund unterschiedlicher Wirkungsgrade (Netzverluste bei Wärmenetzen wurden nicht angesetzt), aber auch aufgrund der Tatsache, dass Umgebungsenergie und Solarthermie, die u. a. durch Fernwärme ersetzt werden, nicht in der Berechnung berücksichtigt sind.

kumulierend ab 2022	Einheit	bis 2025	bis 2030	bis 2035	bis 2040	bis 2045
Treibhausgaseinsparungen (nach Verursacherbilanz)	Mt CO ₂ - Äq.	0,9	6,8	20,8	46,9	96,7

Da die Maßnahmen darauf abzielen, bei anstehenden Investitionsentscheidungen in Wärmenetze zu investieren, fallen Kosten vor allem für die Informations- und Beratungsangebote an.

5.7 Begrenzung des Biomasseeinsatzes

5.7.1 Hauptziel

Biomasse steht nur in begrenztem Umfang zur Verfügung. Die Nutzung fester Biomasse im Gebäudebereich soll bis 2045 stark zurückgehen (vgl. Kapitel 4.3.1). Sie sollte daher in Bereichen eingesetzt werden, in denen andere erneuerbare Energien bzw. eine komplette Elektrifizierung nicht oder nur zu sehr hohen Kosten eingesetzt bzw. umgesetzt werden können. Im Gebäudebereich sollte Biomasse damit nur eingesetzt werden, wenn ein Anschluss an ein Wärmenetz nicht möglich und/oder die Absenkung der Heizkreistemperaturen zur Einbindung anderer erneuerbarer Energien, insbesondere Wärmepumpen, technisch nicht umsetzbar ist.

Die im Zielszenario dargestellte Entwicklung der Nutzung fester Biomasse für die Wärmebereitstellung in Gebäuden erfordert eine drastische Reduktion der installierten Biomasse-Zentralheizungen und Einzelraumfeuerungsanlagen/Komfortöfen. Dies erfordert auf der einen Seite Klarheit bezüglich der zukünftigen Einsatzbereiche, andererseits aber auch Einschränkungen hinsichtlich Installation neuer und Betriebsdauer bereits installierter Biomasse-Zentralheizungen und Einzelraumfeuerungsanlagen. Darüber hinaus ist es wichtig, dass der Energiebedarf von Gebäuden drastisch reduziert wird, damit insbesondere Wärmepumpen leichter und effizienter eingesetzt werden können, und Alternativen in ausreichendem Umfang und flächendeckend zur Verfügung stehen, v. a. Wärmenetze und Wärmepumpen.

Begrenzung des Biomasseeinsatzes

Voraussetzungen schaffen

Datengrundlage

- Informationen über Bestand Biomasse-Zentralheizungen und Einzelraumfeuerungsanlagen
- Information über energetischen Zustand der Gebäude und künftige Versorgungsoptionen (Gebäuderegister)

Informationswege

- Beratung der Eigentümerinnen und Eigentümer sowie Nutzerinnen und Nutzer v.a. über SHK-Handwerk, Schornsteinfegenden und Energieberatende

Vollzug

- Kontrollstellen für Umsetzung der 65 %-EE-Vorgabe im Bestand schaffen

Umsetzung
<p>Fördern</p> <ul style="list-style-type: none"> – Fokussierung der Förderung von Biomasseheizungen auf Problemgebäude
<p>Fordern</p> <ul style="list-style-type: none"> – GEG-Anpassungen: 65 % EE-Regel mit strengen Kriterien für den Einbau einer Biomasse-/ Holzheizung, Einführung eines Betriebsverbots für alte Holzheizungen ab 2040 und Verbot im Neubau – Ausweitung der Anwendung strenger Emissionsgrenzwerte Holz-Einzelraumfeuerungen auf weitere Bestandsanlagen – 1. BImSchV
<p>Vollzug</p> <ul style="list-style-type: none"> – Kontrolle durch Schonsteinfegende; Nachweis Einhaltung 65 %-EE-Vorgabe und Kriterien für Holznutzung bei zuständigen Behörden
<p>Beratung und Stakeholder-Information</p> <ul style="list-style-type: none"> – Nationale Biomassestrategie – Beratungsoffensive für Verbrauchende und weitere beteiligte Interessengruppen

5.7.2 Relevante Instrumente

	Kurzbeschreibung	Wirkungsdauer
GEG: Verbot von Biomasse im Neubau	Der Einbau von Biomasseheizungen, -kesseln und -öfen (feste, flüssige und gasförmige Biomasse) wird in Neubauten verboten, da die Vorlauftemperaturen in diesen Gebäuden und die Heizleistungen niedrig sind und sie damit effizient mit anderen erneuerbaren Energien versorgt werden können.	Kurzfristig
GEG-Anpassung 65 % EE-Regel neue Heizungen	Neu eingebaute Heizungen müssen ab dem 01.01.2024 Wärme zu mindestens 65 % aus erneuerbaren Energien bereitstellen. Biomasse sollte möglichst nur genutzt werden, wenn Wärmepumpen nicht genutzt werden können und der Anschluss an ein Wärmenetz nicht möglich ist; Fokussierung auf „Problemgebäude“ durch Nebenanforderungen an die Nachhaltigkeit der eingesetzten Biomasse und die Kombination z.B. mit einer Solarthermie Anlage	Kurzfristig
GEG: Betriebsverbote alter Biomasseheizungen	Analog zum Betriebsverbot alter Öl- und nun auch Gaskessel wird die Betriebsdauer von Biomasseheizungen zeitlich beschränkt. Analog dem Vorschlag begrenzter Betriebslaufzeiten im Konzeptpapier zur Umsetzung des 65 %-EE-Ziels (BMWK & BMWSB 2022) wird die maximale Einsatzdauer sukzessive von 30 auf 20 Jahre reduziert.	Langfristig

	Kurzbeschreibung	Wirkungsdauer
Förderung von Biomasse-Anwendungen auf Problemgebäude fokussieren (z. B. Denkmalschutz)	Die Förderbedingungen in der BEG werden so angepasst, dass Biomasseheizungen nur noch eine minimale Förderung ¹⁵ erhalten. Bei Festsetzung der Förderhöhe muss darauf geachtet werden, dass die Beihilfefreiheit der BEW insgesamt nicht gefährdet wird. Für Problemgebäude kann ein Förderbonus gewährt werden. Um den Förderbonus zu erhalten, muss ein Nachweis erbracht werden, dass andere erneuerbare Optionen (v. a. Wärmepumpen) oder der Anschluss an ein Wärmenetz technisch nicht möglich sind oder mit unbilligen Härten verbunden sind. Die genaue Ausgestaltung muss noch geprüft werden.	Kurzfristig
1. BImSchV – Anpassung	Stammholz sollte nicht für die Wärmeerzeugung genutzt werden. In Gebäuden wird dieses v. a. in Einzelraumfeuerungen (Kaminöfen etc.) genutzt. Eine Ausweitung der in der 1. BImSchV festgelegten Emissionsgrenzwerte der Stufe 2 (1. BImSchV, Anlage 4) auf Bestandsanlagen, die vor 2015 eingebaut wurden, kann die Nutzung beschränken.	Mittelfristig
Nationale Biomassestrategie	Durch die Nationale Biomasse-Strategie sollen die zentralen Bereiche für die Biomassenutzung, aber auch die Bereiche, in denen Biomasse keine Zukunft hat, identifiziert werden.	Langfristig

5.7.3 Beschreibung

Datengrundlage

Voraussetzung für dieses Bündel ist das Bestehen einer zentralen Datenbank (z. B. Gebäuderegister, s. auch Kapitel 6.1). Hier sollten innerhalb der nächsten Jahre die bestehenden Wärmeerzeuger und deren Alter zentral erfasst sein. Wichtig für dieses Bündel sind neben Informationen zu der primären, i. d. R. zentralen Wärmeversorgung auch Informationen über Holz-Einzelraumfeuerungsanlagen. Darüber hinaus sind für die Einordnung, ob in einem Gebäude auch eine andere primäre Wärmebereitstellung möglich ist als über Biomasse, Informationen über den energetischen Zustand sowie Sanierungsmöglichkeiten relevant, welche idealerweise ebenfalls in einer zu schaffenden zentralen Datenbank enthalten sind.

Informieren

Grundlage für die Information aller relevanter beteiligten Interessengruppen ist idealerweise die nationale Biomassestrategie, welche derzeit erarbeitet wird. Aufgrund der Dringlichkeit im Gebäudebereich Weichen zu stellen, ist allerdings die Information der beteiligten Interessengruppen auch vor Fertigstellung der nationalen Biomassestrategie wichtig. Dies betrifft v. a. Maßnahmen und Weichenstellungen, die in den nächsten Jahren umgesetzt werden müssen (Keine Biomassenutzung im Neubau, Einführung 65 %-EE-Regel, Ausweitung der Anwendung der strengen Grenzwerte der

¹⁵ Ob eine weitere Absenkung unter die aktuell geltende Förderquote von 10 % möglich ist, ohne die Beihilfefreiheit zu gefährden, ist zu prüfen.

Stufe 2, Anlage 4 der 1. BImSchV). Betriebsverbote werden erst zu einem späteren Zeitpunkt relevant, müssen aber auch rechtzeitig kommuniziert werden (vgl. Kapitel 5.11.3).

Mit Informationen müssen insbesondere Eigentümerinnen und Eigentümer erreicht werden. Zentrale Agierende für die Ansprache dieser sind Handwerksunternehmen (v. a. SHK-Handwerk) und Energieberatende. Für den Strang ist es daher essenziell, dass auch diese Agierende durch Informations- und Weiterbildungskampagnen geschult werden und diese die Anforderungen des Strangs entsprechend an die Eigentümerinnen und Eigentümer kommunizieren.

Umsetzung Förderungen

Für einen gezielten Biomasseeinsatz muss die Förderung zielgerichtet ausgestaltet sein. Ist das Ziel zukünftig deutlich weniger Biomasse für die Gebäudeheizung zu nutzen, sollte dementsprechend auch die Förderung von Biomasseheizungen auf ein Minimum reduziert werden. Eine komplette Einstellung der Förderung ist beihilferechtlich schwierig, wohingegen eine Anpassung und ggf. Differenzierung der Fördersätze möglich sind. Ein Schritt in diese Richtung erfolgte durch die Anpassungen der Förderbedingungen der BEG im Juli 2022: die Förderquote wurde für Biomasseheizungen deutlich auf 10 % reduziert. Um Biomasse in Zukunft v. a. in „Problemgebäuden“, also Gebäuden, die auch langfristig nicht an ein Wärmenetz angeschlossen oder mit einer Wärmepumpe versorgt werden können, zu konzentrieren, sollte der allgemeine Fördersatz weiter abgesenkt (wenn das möglich ist ohne die Beihilfefreiheit zu gefährden) und ggf. ein Kriterien-basierter Bonus für „Problemgebäude“ eingeführt werden. Darüber hinaus ist zu prüfen, ob die Förderung von Biomasseheizungen an weitere Kriterien geknüpft werden kann, wie z.B. die Pflicht zur Installation einer Solarthermieanlage und eines Pufferspeichers. Insgesamt ist davon auszugehen, dass die finanzielle Förderung (absolut) für Biomasseheizungen im Vergleich zu den vergangenen Jahren (bis Juli 2022) deutlich sinken werden. Allerdings steigt der Förderbedarf für die Alternativen (energetische Sanierung der Gebäudehülle, Wärmepumpen, Wärmenetze), welche in den jeweiligen Maßnahmenbündeln beschrieben sind.

Umsetzung Forderungen

Für die Umsetzung der Ziele sind Anpassungen insbesondere am GEG und der 1. BImSchV erforderlich. Durch Anpassungen am GEG werden in erster Linie Biomasse-Zentralheizungen adressiert, wobei auch Einzelraumfeuerungen durch das Gesetz adressiert werden könnten. Zentral ist die zeitnahe Ausgestaltung der 65 %-EE-Regel mit Blick auf die Nutzung fester Biomasse. Um zu gewährleisten, dass Biomasse nur in Gebäuden genutzt wird, in denen keine anderen Optionen zur Verfügung stehen, sind strenge Kriterien für den Einbau einer Biomasse-/ Holzheizung zu definieren. Die Anforderungen können sich auf die Nachhaltigkeit der eingesetzten festen Biomasse beziehen, oder auch Technologiekombinationen. Denkbar ist die Anforderung, dass zur Erfüllung der 65 %-EE-Regel der Einbau einer Biomasseheizung nur in Kombination mit einer Solarthermie-Anlage für die Trinkwassererwärmung als Erfüllungsoption gilt. Gleichzeitig ist es durch die Einführung der 65 %-EE-Regel wichtig die Nutzung von fester Biomasse in Neubauten zu unterbinden/verbieten und dies ebenfalls im GEG zu verankern. Spätestens 2030 sollte das Betriebsverbot alter Biomasseheizungen verankert und kommuniziert werden, damit sich beteiligte Interessengruppen frühzeitig darauf einstellen können. Die 1. BImSchV adressiert die Holznutzung letztlich in allen Feuerungsstätten mit einer thermischen Leistung von bis zu 1 MW, insbesondere auch in Einzelraumfeuerungsanlagen. In Anlage 4 der 1. BImSchV sind Grenzwerte für Staub und Kohlenmonoxid in zwei Stufen definiert. Die

Grenzwerte der Stufe 1 sind weniger streng und gelten für Anlagen, die zwischen dem 22. März 2010 und 31. Dezember 2014 errichtet wurden. Darüber hinaus müssen ältere Anlagen zu definierten Stichtagen so nachgerüstet werden, dass sie die Grenzwerte der Stufe 1 ebenfalls einhalten. Die strengeren Grenzwerte der Stufe 2 gelten bislang nur für Anlagen, die nach dem 31. Dezember 2014 errichtet wurden.

Umsetzung Beratung und Stakeholder-Information

Für die Umsetzung ist die Information und Beratung der Eigentümerinnen und Eigentümer zentral. Diese müssen sowohl über die Hintergründe informiert werden, weshalb der Einsatz fester Biomasse für die Gebäudeheizung zukünftig stark reduziert werden muss, als auch über Alternativen zur Nutzung fester Biomasse. Die Argumentation hierfür liefert idealerweise die Nationale Biomassestrategie der Bundesregierung, kann aber auch aus den Klimaschutzziele auf europäischer Ebene und der tatsächlichen Emissionswirkung der Verbrennung fester Biomasse (s. oben) abgeleitet werden. Zur Information der Eigentümerinnen und Eigentümer eignen sich Informationskampagnen des Bundes. Zentral ist die Ansprache der Eigentümerinnen und Eigentümer durch Energieberatende, Schornsteinfegende (z. B. im Rahmen der Feuerstättenschau) und das SHK-Handwerk. Darüber hinaus sollten die gezielte Biomassenutzung und die damit verbundenen Einschränkungen der Nutzung in Gebäuden fester Bestandteil der Energieberatung werden. Damit die entsprechenden beteiligten Interessengruppen informieren und beraten können, sind Informationsbereitstellung und Weiterbildungsangebote für diese Beteiligten relevant.

Vollzug

Für den Vollzug müssen entsprechende Voraussetzungen geschaffen werden. Zentral ist ein Gebäuderegister mit Daten zu den bestehenden Anlagen, in dem ersichtlich ist, welcher Energietragenden zur Wärmeerzeugung verwendet wird und in welchem Jahr die Anlage eingebaut wurde. Ebenso sind Stellen der öffentlichen Hand zu schaffen, die Zugriff auf diese Daten haben und mit der Aufgabe betraut sind, Eigentümerinnen und Eigentümer frühzeitig zu informieren und die gesetzlichen Anforderungen durchzusetzen. Eine enge Zusammenarbeit insbesondere mit Schornsteinfegende und Energieberatenden ist hier empfehlenswert.

Wechselwirkungen innerhalb des Bündels

Mitnahme- und Vorzieheffekte

Vor dem eigentlichen Inkrafttreten der 65 %-EE-Regel und eines Einbauverbots von Biomasseheizungen in Neubauten kann die gesetzliche Verankerung und Kommunikation hierzu dazu führen, dass einzelne Eigentümerinnen und Eigentümer vor dem Stichtag des Inkrafttretens versuchen noch eine Biomasseheizung zu installieren. Der Effekt wurde in der Quantifizierung berücksichtigt, ist allerdings vernachlässigbar klein, da der Zeitraum zwischen Verabschiedung und Inkrafttreten begrenzt ist. Die Einführung strenger Kriterien für die Nutzung fester Biomasse im Rahmen der 65 %-EE-Regel führt dazu, dass vor Inkrafttreten eines Betriebsverbots die Anzahl von Biomasseheizungen stark zurückgeht, weshalb das Betriebsverbot selbst nur noch wenige Anlagen betrifft, insbesondere Anlagen, die vor Inkrafttreten der 65 %-EE-Regel installiert sind und noch nicht ausgetauscht werden mussten. Es kann davon ausgegangen werden, dass die frühzeitige Veröffentlichung des Betriebsverbotes zu einem vorzeitigen Rückgang des Anlagenbestands vor dem

tatsächlichen Inkrafttreten führt. Dies ist bei der Quantifizierung berücksichtigt, allerdings ist der Effekt im Verhältnis zur Wirkung der 65 %-EE-Regel vernachlässigbar klein.

Sonstige Rebound- oder Spill-Over-Effekte sowie strukturelle Wechselwirkungen sind aus diesem Maßnahmenbündel nicht zu erwarten.

5.7.4 Wechselwirkung

mit anderen Handlungssträngen/Instrumentenbündeln

- Anschluss an Fernwärme/ Wärmenetze: Eine Alternative für die Wärmebereitstellung in Gebäuden, für die nachgewiesen werden muss, dass sie in einem Gebäude nicht nutzbar ist.
- Rollout Wärmepumpen: Eine Alternative für die Wärmebereitstellung in Gebäuden, für die nachgewiesen werden muss, dass sie in einem Gebäude nicht nutzbar ist.
- Ausstieg aus verbleibender fossiler Wärmeerzeugung: Biomasse ist eine erneuerbare Alternative, die auch hohe Temperaturen bereitstellen und damit in Gebäuden auch ohne weitere energetische Verbesserungen eines Gebäudes genutzt werden kann. Der Ausstieg aus der verbleibenden fossilen Wärmeerzeugung kann die Biomassenutzung erhöhen, wenn nicht sichergestellt ist, dass fossile Energieträger nicht durch Biomasse ersetzt werden (in diesem Kontext v.a. 65 %-EE-Regel relevant, vgl. Kapitel 5.7.2).
- Wärmeplanung: Identifikation von Heizungsoptionen in definiertem geografischem Gebiet; dies muss berücksichtigen, dass Biomasse nur noch in geringem Umfang für die Wärmebereitstellung in Gebäuden verfügbar ist
- Besserer baulicher Wärmeschutz: Sanierungsrate und -tiefe steigern, wodurch Nutzungsmöglichkeiten anderer erneuerbarer Wärmetechniken erhöht wird und die Notwendigkeit Biomasse zu nutzen reduziert wird.

Kritische Randbedingungen für die Umsetzung – Abminderung des Potenzials

Kommunikation und Verständnis: in der Bevölkerung wird die Nutzung von Biomasse für die Gebäudeheizung als nachhaltige erneuerbare Option wahrgenommen. Eine Einschränkung der Nutzung wird daher schwer vermittelbar sein. Dies betrifft insbesondere die Anpassungen im GEG: strenge Anforderungen an die Nutzung von Biomasse im Rahmen der 65 %-EE-Regel, sowie langfristig die Reduktion der zulässigen Betriebszeiten von Biomasseheizungen (Betriebsverbot). Letzteres wird parallel zum Betriebsverbot fossiler Heizungen eingeführt, wodurch gleichzeitig mehrere Heizungstechniken in ihrer Nutzung eingeschränkt werden. Es ist daher wichtig frühzeitig offen zu kommunizieren, was die Gründe sind und welche Alternativen es gibt. Eine entsprechend ausgestaltete Unterstützung/ Förderung der Alternativen hilft dabei, die Akzeptanz für diese und die Einschränkung der Nutzung von Biomasse zu erhöhen.

Einzelraumfeuerungen: Insbesondere in Einzelraumfeuerungsanlagen (Kaminöfen etc.) wird Stammholz genutzt, das perspektivisch nicht mehr energetisch genutzt werden sollte. Die Nutzung von Einzelraumfeuerungen erfolgt i. d. R. nicht primär zur Beheizung eines Gebäudes, sondern ist u. a. durch Komfort-/ Behaglichkeitsaspekte getrieben. Um die Nutzung von Holz in Einzelraumfeuerungen zu reduzieren, müssen daher psychologische Aspekte und Verhaltensmuster adressiert werden. Flankierend zu den Anpassungen an der 1. BImSchV sind daher Kommunikationskampagnen erforderlich, die die Gründe klar aufzeigen. Die Nutzung von

Einzelraumfeuerungen kann auch über Luftreinhaltepläne der Kommunen eingeschränkt werden. Auch diese können bei der entsprechenden Kommunikation unterstützt werden.

Für die Kommunikation mit den Agierenden kann die Nationale Biomassestrategie die entsprechenden Grundlagen und Argumente liefern. Diese sollte entsprechend fundiert erstellt und ihre Ergebnisse anschaulich aufbereitet werden.

5.7.5 Quantifizierung

In diesem Bündel wird lediglich die Wirkung auf den Holz-Endenergieverbrauch quantifiziert, nicht jedoch die Treibhausgasemissionen. Grund ist, dass das Ziel des Bündels die Reduktion der Biomassenutzung ist und die Emissionsminderung nicht im Fokus steht. Die Quantifizierung erfolgte auf Basis folgender Parameter und Setzungen:

- Grundlage der Quantifizierung ist die Differenz zwischen Referenz- und Zielszenario von: Gebäude mit Biomasse-Zentralheizung, durch Biomasse-Zentralheizung beheizte Wohn- und Nutzfläche, Anzahl der Wohneinheiten mit Holz-Einzelraumfeuerungen.
- Für die Ermittlung der Endenergieeinsparung durch diesen Strang ist die Entwicklung des spezifischen Endenergieverbrauchs in Neubau und Bestandsgebäuden, bzw. je Einzelraumfeuerungsanlage des Referenzszenarios zugrunde gelegt. Eine Bedarfsreduktion in den Gebäuden durch höhere Effizienzstandards in Bestand und Neubau im Zielszenario ist damit nicht berücksichtigt.

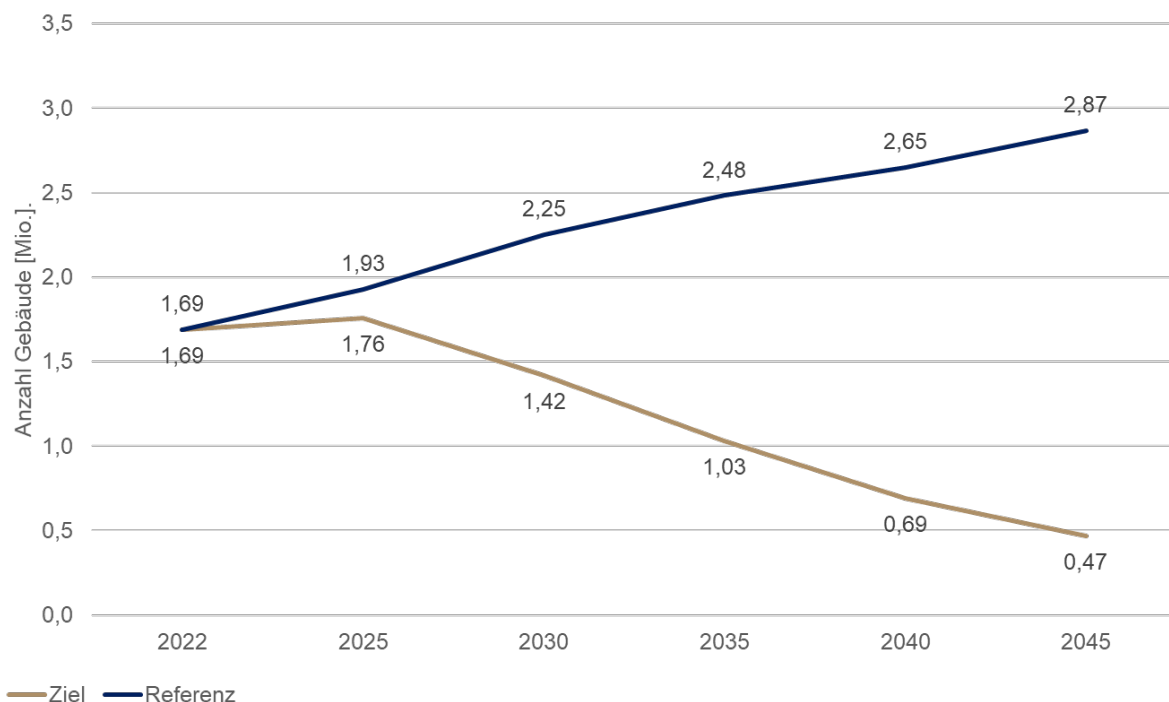


Abbildung 63: Anzahl der Gebäude mit Biomasse-Zentralheizung im Referenz- und Zielszenario

Die Entwicklung der mit fester Biomasse beheizten Gebäude ist in Abbildung 63 dargestellt. Im Referenzszenario steigt die Anzahl der mit fester Biomasse beheizten Gebäude von 1,69 Millionen im

Jahr 2022 auf 2,87 Millionen Gebäude im Jahr 2045 an. Im Zielszenario ist ein leichter Anstieg der mit fester Biomasse beheizten Gebäude bis 2025 zu beobachten (von 1,69 auf 1,76 Millionen). Nach 2025 zeigen das Verbot von Biomasseheizungen im Neubau und vor allem die Umsetzung der 65 %-EE-Regel bei neu eingebauten Heizungen Wirkung und die Anzahl der mit fester Biomasse beheizten Gebäude sinkt auf nur noch 0,47 Millionen Gebäude 2045. Das sind 84 % weniger Gebäude als im Referenzszenario.

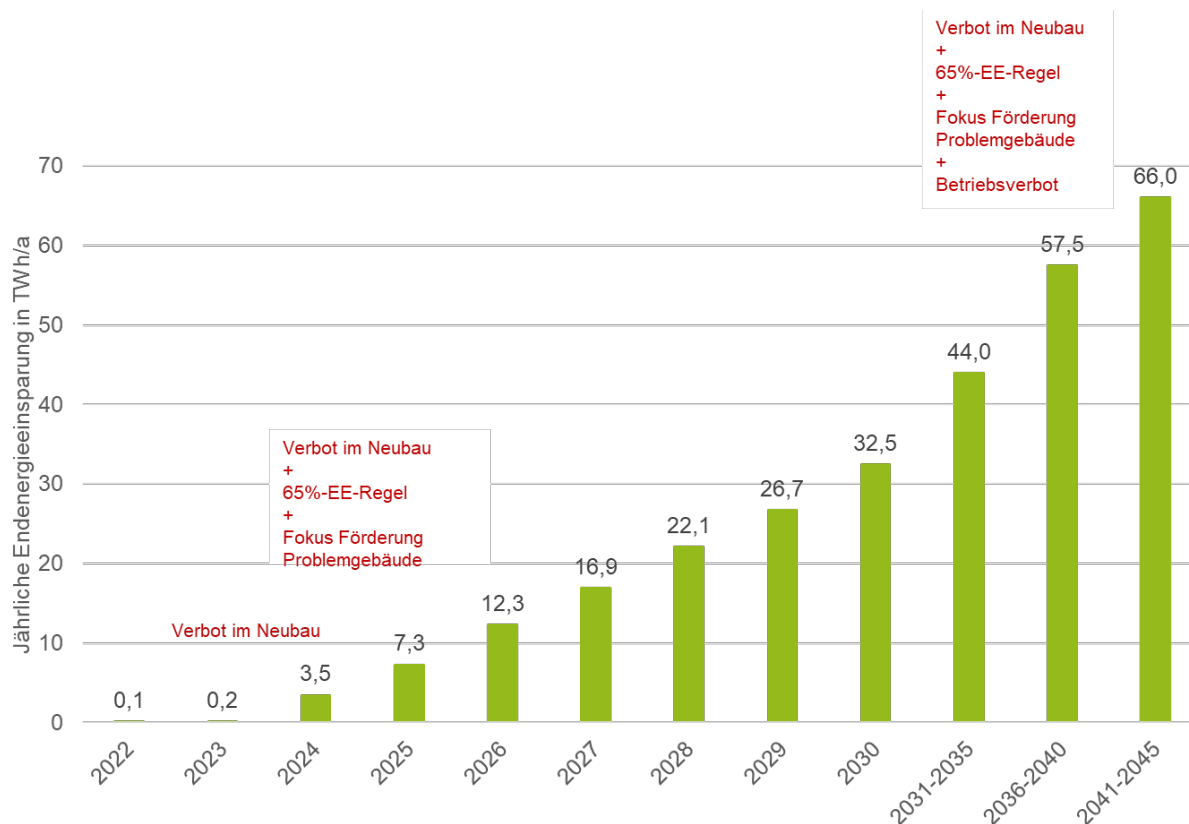


Abbildung 64: Jährliche Holz-Endenergieeinsparung in Zentralheizungen

Die mit der Reduktion der Anzahl der mit fester Biomasse beheizten Gebäude im Vergleich zum Referenzszenario verbundene Endenergieeinsparung in den einzelnen Jahren bis 2030, sowie im Mittel der Jahre 2031-2035, 2036-2040 und 2041-2045 sind in Abbildung 64 dargestellt (vergleiche auch Sensitivität 1: Biomasse in Kapitel 4.4.2). In den Jahren 2022 und 2023 ist die jährliche Holz-Endenergieeinsparung mit 0,1 bzw. 0,2 TWh/a noch gering. Nach Inkrafttreten des Einbauverbots von Biomasseheizungen im Neubau und der 65 %-EE-Regel steigt die jährliche Endenergieeinsparung von 3,5 TWh/a 2024 auf 32,5 TWh/a 2030 und im Mittel der Jahre 2041 bis 2045 auf 66,0 TWh stark an. Nahezu die gesamte Einsparung im Vergleich zum Referenzszenario ist auf die Einführung der 65 %-EE-Regel zurückzuführen. Dies unterstreicht die Notwendigkeit strenge Anforderungen an den Einbau von Biomasse-Zentralheizungen zu stellen (Nachhaltigkeitsanforderungen an die eingesetzte feste Biomasse, Beschränkung auf Problemgebäude, nur in Kombination mit anderen erneuerbaren Energien wie z. B. Solarthermie).

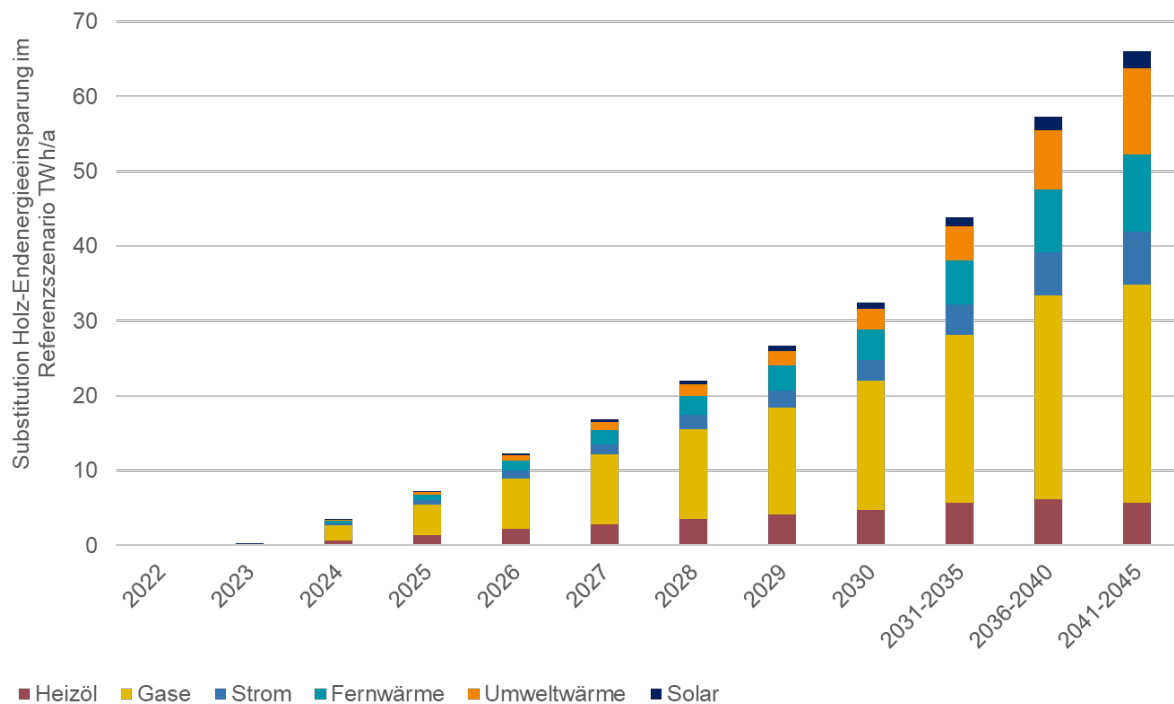


Abbildung 65: Substitution von Energieträgern im Referenzszenario durch Holz-Endenergieeinsparung, abgeleitet auf Basis des Energieträgermix ohne feste Biomasse des Referenzszenarios, in TWh/a

Würde die in Abbildung 64 dargestellte Holz-Endenergieeinsparung auch im Referenzszenario erreicht, da Holz nur noch in Problemgebäuden eingesetzt wird, müsste die Entsprechende Endenergie durch andere Energieträger bereitgestellt werden. Wird der Energieträgermix des Referenzszenarios ohne feste Biomasse zugrunde gelegt, ergibt sich der in Abbildung 65 dargestellte Substitutionsmix. Die geringere Nutzung fester Biomasse würde insbesondere durch Gase ersetzt (über 50 % bis 2035, 2036 bis 2045 zwischen 44 % und 48 %). Bis 2030 würde ein Anteil von bis circa 20 % auch durch Heizöl ersetzt. Wärmepumpen (Strom und Umweltwärme in Abbildung 65) spielen ab 2030 eine wichtige Rolle bei der Substitution. Dies zeigt, wie wichtig es ist, dass alle in diesem Hintergrundpapier zur GSK Klimaneutralität 2045 beschriebenen Handlungsbereiche, Maßnahmen und Instrumente umgesetzt werden, damit nicht eine geringere Holznutzung durch fossile Energien substituiert wird.

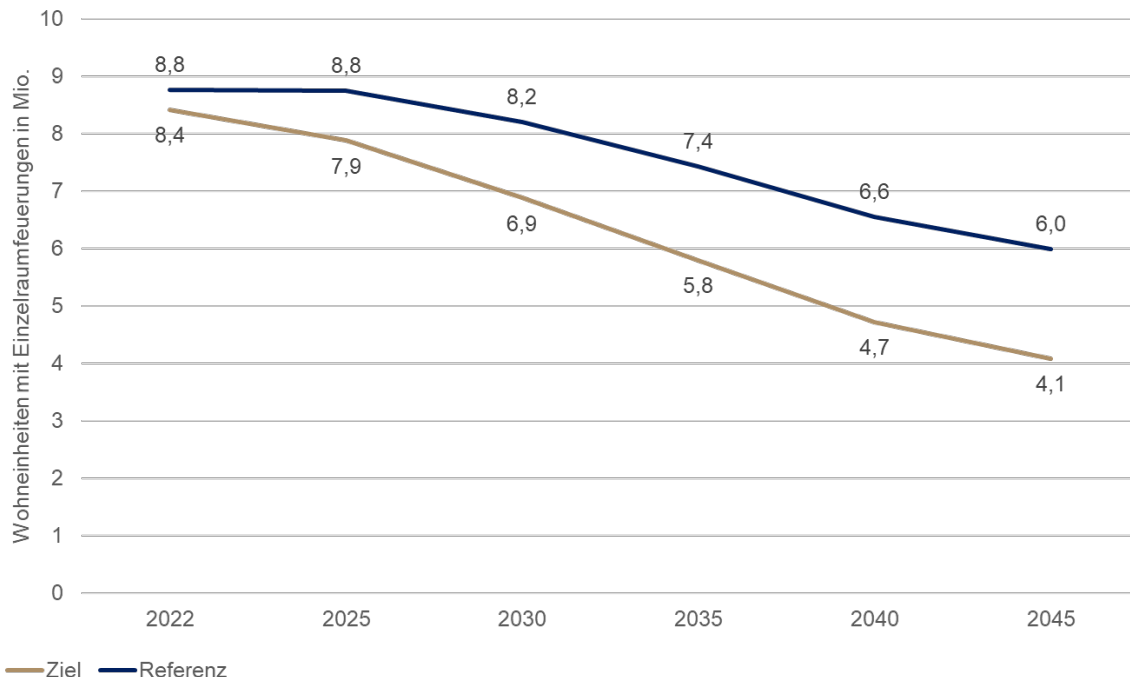


Abbildung 66: Anzahl der Wohneinheiten mit Biomasse-Einzelraumfeuerungen im Referenz- und Zielszenario

Die Entwicklung der Wohneinheiten mit Holz-Einzelraumfeuerungen ist in Abbildung 66 dargestellt. Im Referenzszenario sinkt die Anzahl der Wohneinheiten mit Holz-Einzelraumfeuerungen von 8,8 Millionen im Jahr 2022 auf 6,0 Millionen im Jahr 2045 an. Im Zielszenario sinkt die Anzahl der Wohneinheiten stärker von 8,4 Millionen 2022 auf 4,1 Millionen 2045. Das sind rund 32 % weniger Wohneinheiten als im Referenzszenario.

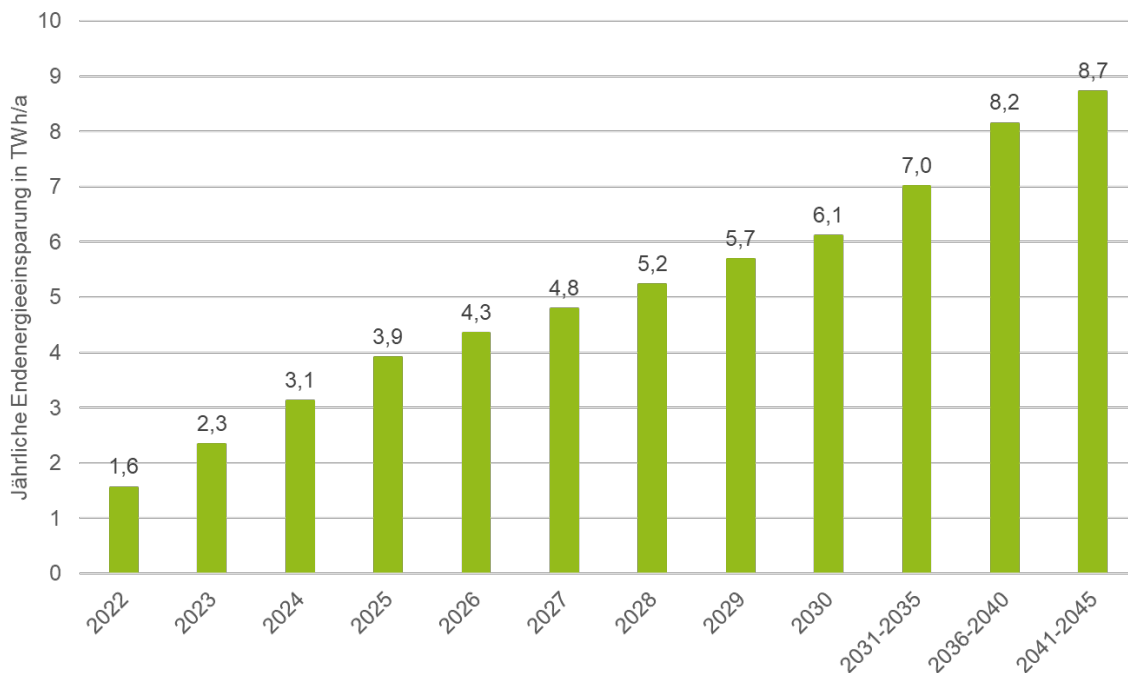


Abbildung 67: Jährliche Holz-Endenergieeinsparung in Einzelraumfeuerungen

Die mit der Reduktion der Anzahl der Wohneinheiten mit Holz-Einzelraumfeuerungen im Vergleich zum Referenzszenario verbundene Endenergieeinsparung in den einzelnen Jahren bis 2030, sowie im Mittel der Jahre 2031-2035, 2036-2040 und 2041-2045 sind in Abbildung 67 dargestellt. Die jährliche Einsparung steigt von 1,6 TWh/a 2022 auf im Mittel 8,7 TWh/a zwischen 2041 und 2045.

Die folgenden Werte sind für das jeweils angegebene Jahr.

Tabelle 21: Quantifizierungsergebnisse des Maßnahmenbündels gezielter Biomasseeinsatz (Jahreswerte)

Jahreswerte	Einheit	2025	2030	2035	2040	2045
Endenergieerduzierung (EEV)	TWh/a	11,2	38,6	51,0	65,6	74,8
Primärenergieerduzierung (nicht erneuerbar)	TWh/a	2,2	7,7	10,2	13,1	15,0
Primärenergieerduzierung (gesamt)	TWh/a	13,5	46,3	61,2	78,7	89,7

Die kumulierten Einsparungen in Fünf-Jahres-Schritten sind in der folgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 22: Quantifizierungsergebnisse des Maßnahmenbündels gezielter Biomasseeinsatz (kumuliert)

kumulierend ab 2022	Einheit	bis 2025	bis 2030	bis 2035	bis 2040	bis 2045
Endenergieerduzierung (EEV)	TWh	22,0	158,7	413,5	741,6	1.115,4
Primärenergieerduzierung (nicht erneuerbar)	TWh	4,4	31,7	82,7	148,3	223,1
Primärenergieerduzierung (gesamt)	TWh	26,4	190,4	496,3	889,9	1.338,5

Durch eine gezieltere Förderung des Biomasseeinsatzes in Gebäude sinken die Ausgaben für die Förderung. Je nach eingesetzter Alternative (s. auch Kapitel 4.4.2) liegen die Kosten höher oder niedriger als bei dem Einsatz von Biomasse für die Gebäudeheizung und Trinkwarmwassererwärmung. Darüber hinaus erfordert das Maßnahmenbündel umfangreiche Informations- und teilweise Weiterbildungsaktivitäten, die mit Kosten verbunden sind.

5.8 THG-neutraler Strom am Gebäude

5.8.1 Hauptziel

THG-neutraler Strom soll insbesondere in Verbindung mit Wärmepumpen zur Erreichung der angestrebten Klimaneutralität im Gebäudesektor beitragen. Das betrachtete Instrumentenbündel soll im Wesentlichen den Beitrag des Gebäudesektors zur Steigerung der PV-Stromerzeugung und zum

netzdienlichen Betrieb anreizen. Zusätzlich sind Maßnahmen im Energiesektor erforderlich, die jedoch nicht Bestandteil der eigentlichen GSK sind.

THG-neutraler Strom am Gebäude	
Voraussetzungen schaffen	
Bürokratieabbau und Vereinfachung	
	<ul style="list-style-type: none">– einheitliche technische Anschlussbedingungen– einheitlicher Standard– digitale Netzanmeldung– automatisierte Anmeldung im Marktstammdatenregister– Recht auf Inbetriebnahme durch Elektrofachkraft bei kleinen Anlagen– Vereinfachung von Mieterstrommodellen
Informationswege	
	<ul style="list-style-type: none">– Beratungsoffensive für Verbrauchende und Energieberatende
Vollzug	
	<ul style="list-style-type: none">– Kontrollstellen für Einhaltung der PV-Pflicht schaffen
Umsetzung	
Fördern	
	<ul style="list-style-type: none">– BEG-Förderung um PV bei Bestandsgebäuden erweitern
Fordern/rechtlicher Rahmen (Gebäudesektor)	
	<ul style="list-style-type: none">– GEG-Novelle mit PV-Pflicht im Neubau (NWG, WG)– Weitere GEG-Novelle mit PV-Pflicht im Bestand bei Dachsanierungen– Vorschrift zum Einbau von netzdienlichen Wärmepumpen (SmartGrid-ready)– Vorschrift zur Nutzung von Regelalgorithmen, die einen aus energiewirtschaftlicher Sicht sinnvollen Betrieb der Wärmepumpe gewährleisten
Fordern/rechtlicher Rahmen (Energiesektor, nicht Bestandteil des Gutachtens zur Gebäudestrategie)	
	<ul style="list-style-type: none">– Novelle des Kohleausstiegsgesetzes– Ausstieg aus fossiler KWK
Vollzug	
	<ul style="list-style-type: none">– Nachweis der Einhaltung der PV-Pflicht bei zuständigen Behörden bzw. Beauftragten
Beratung und Stakeholder-Information	
	<ul style="list-style-type: none">– Beratungsoffensive für Verbrauchenden

5.8.2 Relevante Instrumente

	Kurzbeschreibung	Wirkungsdauer
PV-Pflicht durch Anpassung des Gebäudeenergiegesetzes	Einführen einer PV-Pflicht zeitnah im Neubau sowohl für Nicht- als auch für Wohngebäude und perspektivisch auch im Bestand bei Dachsanierungen	mittel- bis langfristig
BEG-Förderung um PV erweitern	Die aktuelle BEG-Förderung um eine PV-Förderung bei Bestandsgebäuden erweitern - Dies würde die Attraktivität der Lösung steigern und damit die im Bestand vorhandenen Dachpotenziale erschließen. Dabei sind Wechselwirkungen mit dem EEG zu berücksichtigen.	kurz- bis mittelfristig
Anforderungen an den netzdienlichen Betrieb von Wärmepumpen	Vorschrift zum Einbau von netzdienlichen Wärmepumpen (SmartGrid-ready) und Regelalgorithmen, die einen aus energiewirtschaftlicher Sicht sinnvollen Betrieb der Wärmepumpe gewährleisten.	mittel- bis langfristig
Beratungsoffensive für Verbraucher	Flankierend zu den rechtlichen Maßnahmen und Förderaspekten soll eine an die Verbraucher gerichtete Beratungsoffensive gestartet werden.	mittel- bis langfristig
Bürokratieabbau und Vereinfachung	z.B. einheitliche technische Anschlussbedingungen, einheitlicher Standard digitale Netzanmeldung, automatisierte Anmeldung im Marktstammdatenregister, Recht auf Inbetriebnahme durch Elektrofachkraft bei kleinen Anlagen etc. Mietstrommodelle vereinfachen	kurz- bis langfristig
Novelle des Kohleausstiegsgesetzes (Energiesektor)	Im Rahmen der Novelle des Kohleausstiegsgesetzes soll der Kohleausstieg auf 2030 vorgezogen werden. Um das umsetzen zu können, ist jedoch ein massiver Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung sowie ein beschleunigter Ausbau der Stromnetze erforderlich. Gleichzeitig ist ein Ausstieg aus fossiler KWK erforderlich.	mittel- bis langfristig

5.8.3 Beschreibung

Voraussetzungen schaffen

Bürokratieabbau und Vereinfachung

Für den forcierten Zubau von PV-Anlagen sind ein gewisser Bürokratieabbau und Vereinfachungen bei der Inbetriebnahme und Registrierung erforderlich. Das betrifft u.a. einheitliche technische Anschlussbedingungen, digitale Netzanmeldung, automatisierte Anmeldung im Marktstammdatenregister sowie Recht auf Inbetriebnahme durch Elektrofachkraft bei kleinen Anlagen. Auch eine weitere Vereinfachung von Mietstrommodellen wäre für einen forcierten PV-Zubau im vermieteten Bereich förderlich.

Informationswege

Flankierend zu den rechtlichen Maßnahmen und Förderaspekten soll eine an die Verbrauchenden und Energieberatenden gerichtete Beratungsoffensive gestartet werden.

Vollzug

Kontrollstellen bzw. Nachweisverfahren für die Einhaltung der PV-Pflicht müssen geschaffen werden.

Umsetzung

Fordern/rechtlicher Rahmen (Gebäudesektor)

Die Regelungen zu PV-Pflicht sollen wegen dem Bezug zum Gebäude im Gebäudeenergiegesetz verankert werden. Mit einer zeitnahen GEG-Novelle soll eine PV-Pflicht im Neubau sowohl für Nicht- als auch für Wohngebäude eingeführt werden. Mittelfristig soll darüber hinaus auch im Bestand bei Dachsanierungen eine Pflicht zum Einbau einer PV-Anlage im GEG verankert werden. Damit würde die PV-Pflicht dazu beitragen, Dachflächenpotentiale möglichst umfänglich zu heben.

Darüber hinaus soll eine Vorschrift zum Einbau netzdienlicher Wärmepumpen (SmartGrid-ready) und Regelalgorithmen, die einen aus energiewirtschaftlicher Sicht sinnvollen Betrieb der Wärmepumpe gewährleisten, Bestandteil des zukünftigen rechtlichen Rahmens werden.

Fördern

Gebäude sind in der Vergangenheit fast ausschließlich als passive Energieverbraucher angesehen worden. Zukünftig sollen Gebäude eine aktivere Rolle im Energiesystem. Um die Dachflächenpotentiale im Bestand zu heben, wäre daher eine Erweiterung der BEG-Förderung um eine PV-Förderung bei Bestandsgebäuden sinnvoll. Dies würde die Attraktivität der Lösung steigern und insbesondere in den Jahren vor dem Einführen einer PV-Pflicht im Bestand den PV-Zubau beschleunigen. Dabei sind Wechselwirkungen mit dem EEG zu berücksichtigen.

Fordern/rechtlicher Rahmen (Energiesektor, nicht Bestandteil der GSK)

Ergänzend zu den rechtlichen Vorgaben im Gebäudeenergiegesetz sollten weitere Maßnahmen, die durch die GSK nicht adressiert werden, im Energiesektor umgesetzt werden. Das betrifft insbesondere den vorgezogenen Kohleausstieg und den Ausstieg aus fossiler KWK. Dies ist allerdings nur dann möglich, wenn ein intensivierter Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung sowie ein beschleunigter Ausbau der Stromnetze bis dahin erfolgt.

5.8.4 Wechselwirkung

Wechselwirkungen innerhalb des Bündels

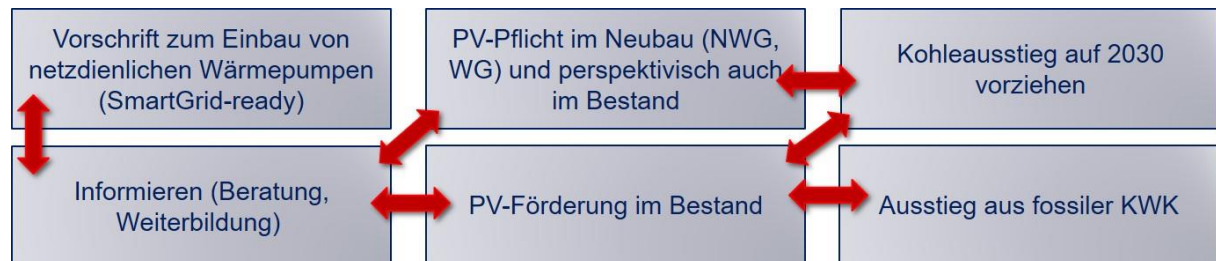


Abbildung 68: Wechselwirkungen innerhalb des Bündels THG-neutraler Strom am Gebäude

THG-neutraler Strom soll im Gebäudesektor insbesondere in Verbindung mit Wärmepumpen zur Erreichung der angestrebten Klimaneutralität beitragen. Der massive Zubau von Wärmepumpen im Gebäudesektor und steigende Nachfrage aus anderen Sektoren erfordern jedoch einen stark beschleunigten Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung sowie einen beschleunigten Ausbau der Stromnetze. Der Gebäudesektor kann dabei wiederum wesentlich zur Steigerung der PV-Stromerzeugung sowie zu einer netzdienlichen Stromnachfrage von Wärmepumpen beitragen. Hierzu sind folgende Maßnahmen denkbar:

- Durch die Anpassung des rechtlichen Rahmens, u.a. das Einführen einer PV-Pflicht für alle Neubauten (Wohn- und Nichtwohngebäude), wird zunächst sichergestellt, dass die Neubauten zielkompatibel sind und der PV-Zubau steigt.
- Der PV-Zubau wird zusätzlich durch eine neue PV-Förderung für Bestandsgebäude, die in der BEG-Förderung verankert ist, beschleunigt. Dies würde die Attraktivität der Lösung steigern und damit die im Bestand vorhandenen Dachpotenziale erschließen. Perspektivisch ist eine Erweiterung der PV-Verpflichtung auf Bestandsgebäude vorzusehen.
- Darüber hinaus kann der Gebäudesektor durch den Einbau von flexiblen Wärmepumpen und Regelalgorithmen, die einen aus energiewirtschaftlicher Sicht sinnvollen Betrieb der Wärmepumpe gewährleisten, netzdienlich agieren.
- Flankierend zu den rechtlichen Maßnahmen und Förderaspekten soll eine an die Verbraucher gerichtete Beratungsoffensive gestartet werden.
- Ergänzend dazu sollten weitere Maßnahmen, die durch die GSK nicht adressiert werden, im Energiesektor umgesetzt werden:
- Im Rahmen der Novelle des Kohleausstiegsgesetzes soll der Kohleausstieg vorgezogen werden. Dies ist allerdings nur dann möglich, wenn ein intensivierter Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung sowie ein beschleunigter Ausbau der Stromnetze bis dahin erfolgt.
- Ergänzend dazu ist ein Ausstieg aus fossiler KWK durchzuführen.

Mit anderen Instrumentenbündeln

- **Rollout Wärmepumpe:** Der massive Zubau von Wärmepumpen im Gebäudesektor und steigende Nachfrage aus anderen Sektoren erfordern einerseits einen stark beschleunigten Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung sowie einen beschleunigten Ausbau der Stromnetze. Andererseits kann der Gebäudesektor wesentlich zur Steigerung der PV-Stromerzeugung sowie zu einer netzdienlichen Stromnachfrage von Wärmepumpen beitragen.

- **Ausstieg verbleibender fossiler Wärmeerzeuger:** Die perspektivische PV-Pflicht für Bestandsgebäude bei Dachsanierungen kann den Ausstieg aus der verbleibenden fossilen Wärmeerzeugung beschleunigen, da in diesem Zusammenhang auch ein Erzeugerwechsel Richtung strombasierter Systeme angestrebt werden kann.
- **Zielkonforme Gebäudehüllen:** Die steigenden Sanierungsraten und die Verbesserung des baulichen Wärmeschutzes im Zuge einer Dachsanierung würde die perspektivische PV-Pflicht für Bestandsgebäude auslösen und damit die PV-Zubauraten steigern.
- **Anschluss an Fernwärme/Wärmenetze:** Die anstehende Dekarbonisierung der Wärmenetze kann zu steigenden PV-Zubauzahlen führen, insbesondere dann, wenn Wärmepumpen zum Einsatz kommen. Gleichzeitig könnte, je nach Ausgestaltung der Regelungen zu PV-Pflicht und 65%-EE-Vorgabe, die Steigerung der Wärmenetzanschlüsse die Anlagenkonzepte substituieren, die sonst mit PV-Anlagen ausgeführt wären.
- **Rationeller Neubau:** Im Neubau, insbesondere im Bereich der Ein- und Zweifamilienhäuser, sind Wärmepumpen bereits aktuell die am häufigsten eingesetzte Lösung zur Wärmeversorgung. Durch die geplanten Verbote für den Einsatz fossiler Energieträger im Neubau wird der Anteil von Wärmepumpen an der Beheizungsstruktur zukünftig steigen.
- **Zukunft der Gasnetze:** Der forcierte PV-Zubau in Verbindung mit vermehrtem Einsatz von strombasierten Systemen, kann den Gasausstieg und damit die Überlegungen zum Netzzrückbau in einem bestimmten Gebiet beeinflussen.

Kritische Randbedingungen für die Umsetzung – Abminderung des Potentials

Erschließung der vorhandenen Dachpotenziale im Bestand

Die Erschließung der Dachpotenziale im Bestand ist für den erforderlichen PV-Zubau im Gebäudesektor entscheidend. Bei nicht ausreichenden finanziellen (z.B. Förderung, Strompreisentwicklung) Anreizen oder fehlenden bzw. zu spät eingeführten rechtlichen Vorgaben zur PV-Pflicht im Bestand wird der PV-Zubau mit großer Wahrscheinlichkeit nicht in dem für das Zielbild vorgesehenen Maße realisiert.

Verfügbarkeit (Technologie und Fachkräfte)

Mit dem Bündel werden keine Instrumente zur Steigerung der Produktionskapazitäten bzw. Verfügbarkeiten adressiert. Ggf. sind zusätzliche Instrumente erforderlich, um die gestiegene Nachfrage zu decken. Der forcierte PV-Zubau wäre mit einem erhöhten Handwerkerbedarf verbunden. Ggf. müssten auch hier Instrumente zur Fachkräftegewinnung überprüft werden.

Bürokratieabbau

Werden keine bzw. nicht ausreichende Maßnahmen zum Bürokratieabbau und grundsätzlichen Vereinfachungen vorgenommen, kann sich das negativ auf den zukünftigen PV-Zubau auswirken.

Maßnahmen im Energiesektor

Die Umsetzungschancen für den vorgezogenen Kohleausstieg und den Ausstieg aus fossiler KWK sind abhängig vom Zubau erneuerbarer Energien zur Stromerzeugung und Ausbau der Stromnetze.

Vollzug

Instrumente mit Forderungen sind nur sinnvoll, wenn der Vollzug der PV-Pflicht sichergestellt werden kann.

5.8.5 Quantifizierung

Installierte Leistung und PV-Stromerzeugung

Die PV-Anlagen werden im Rahmen des vorliegenden Gutachtens zur GSK sowohl im Hauptszenario (vgl. Kapitel 4.4.1) als auch in der Referenzentwicklung (vgl. Kapitel 4.4.5) nicht quantifiziert.

Für die Quantifizierung des Beitrages des Gebäudesektors zum Zubau der PV-Kapazitäten werden daher die im Rahmen erarbeiteten Modellierungsansätze berücksichtigt (ITG/ FIW, 2021).

Gemäß den Angaben der Agentur für Erneuerbare Energien betrug die installierte Leistung von Photovoltaik – Dachflächenanlagen 2017 rund 31 GW. Die installierte Leistung von Photovoltaik – Freiflächenanlagen lag 2017 bei 10,8 GW. Der Anteil von Dachanlagen an der installierten PV-Leistung im Jahr 2017 betrug damit 73,2 % (AEE, 2022).

Die Anteile der jährlich neu installierten Leistung von Photovoltaik-Dachanlagen an den gesamten PV-Installationen bewegten sich im Zeitraum 2015 bis 2018 zwischen 62,1 % und 84,9 %, 2018 lag der Anteil bei 74 % (vgl. Abbildung 69).

PV-Dachanlagen haben daher einen dominierenden Anteil an der bisherigen PV-Stromerzeugung in Deutschland. Für den zukünftigen Zubau von PV-Kapazitäten sind weiterhin gebäudenah installierte PV-Anlagen, insbesondere PV-Dachanlagen, von großer Bedeutung. Perspektivisch kann auch von einer steigenden Bedeutung von fassadenintegrierten PV-Anlagen ausgegangen werden.

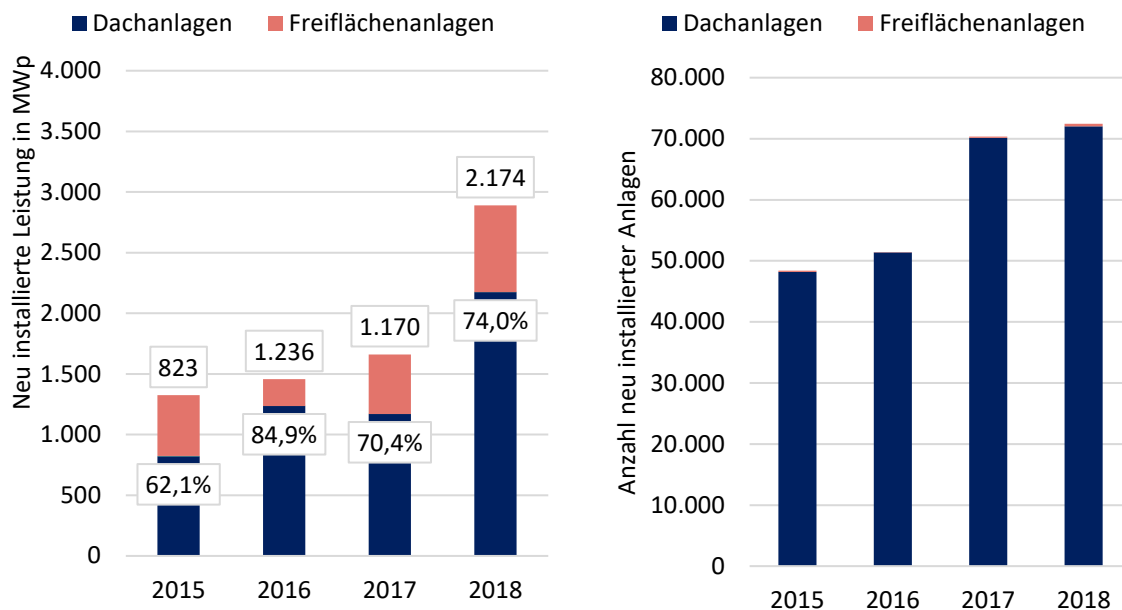


Abbildung 69: Jährlich neu installierte Photovoltaik (links: Leistung, rechts: Anzahl) aufgeteilt in Dach- und Freiflächenanlagen, Quelle der Zahlenwerte: Agentur für Erneuerbare Energien

PV-Anlagen an Gebäuden stellen eine sehr gute Option zur Beteiligung der Gebäudeeigentümer und -nutzer an den klimapolitisch erforderlichen Transformationsprozessen dar. Die zu erwartende Umstellung der Wärmeversorgung in Richtung strombasierter Lösungen, vor allem Wärmepumpen, sowie die stark zunehmende Elektromobilität dürften den Trend zu mehr PV-Anlagen an Gebäuden deutlich beschleunigen.

Die kumulierte installierte Leistung der aus Sicht der Gebäude modellierten gebäudenahen PV-Anlagen (Wohngebäude + GHD) stellt folgende Abbildung dar. Dabei werden zwei Pfade aufgezeigt: Referenzszenario und Zielszenario mit zusätzlicher PV-Offensive. Bis zum Jahr 2045 steigt die insgesamt installierte Leistung von 40 GW auf rund 180 GW in dem Zielszenario. Die Differenz zu der unterstellten Referenzentwicklung ohne zusätzliche PV-Offensive beträgt ca. 53 GW.

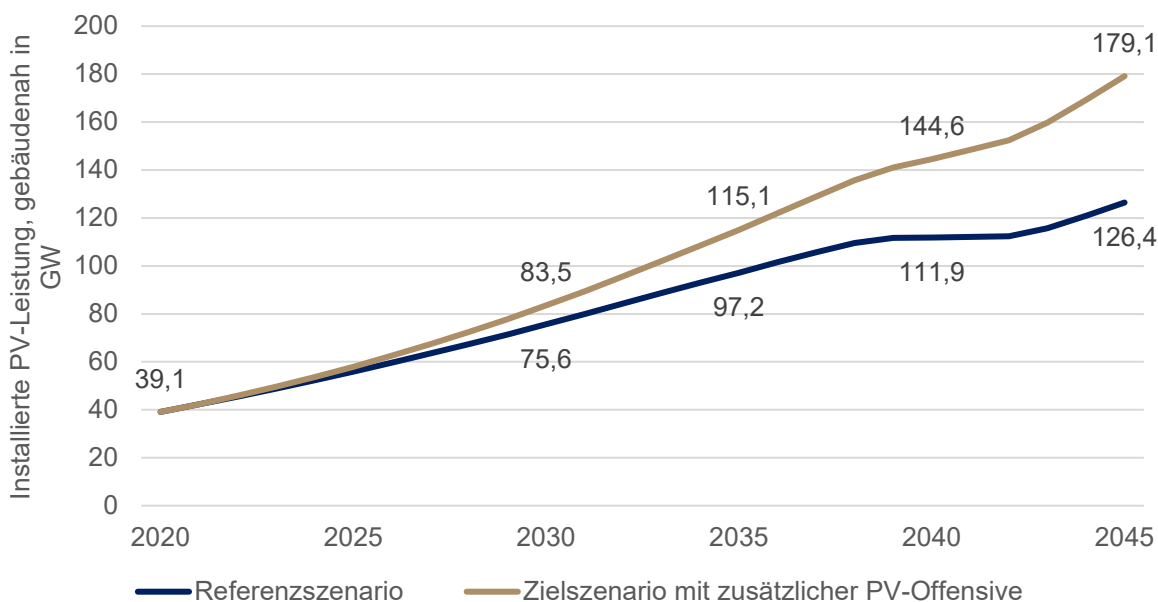


Abbildung 70: Kumulierte installierte Leistung von gebäudenah installierten PV-Anlagen im Referenz- und Zielszenario

Gegenüber dem Referenzszenario steigt die PV-Stromerzeugung um 7,9 TWh/a im Jahr 2030 und ca. 51 TWh/a im Jahr 2045. Durch den forcierten Zubau von Batteriespeichern wird die PV-Strom-Eigennutzung im Zielszenario um 31 TWh/a im Jahr 2045 ggü. dem Referenzszenario gesteigert.

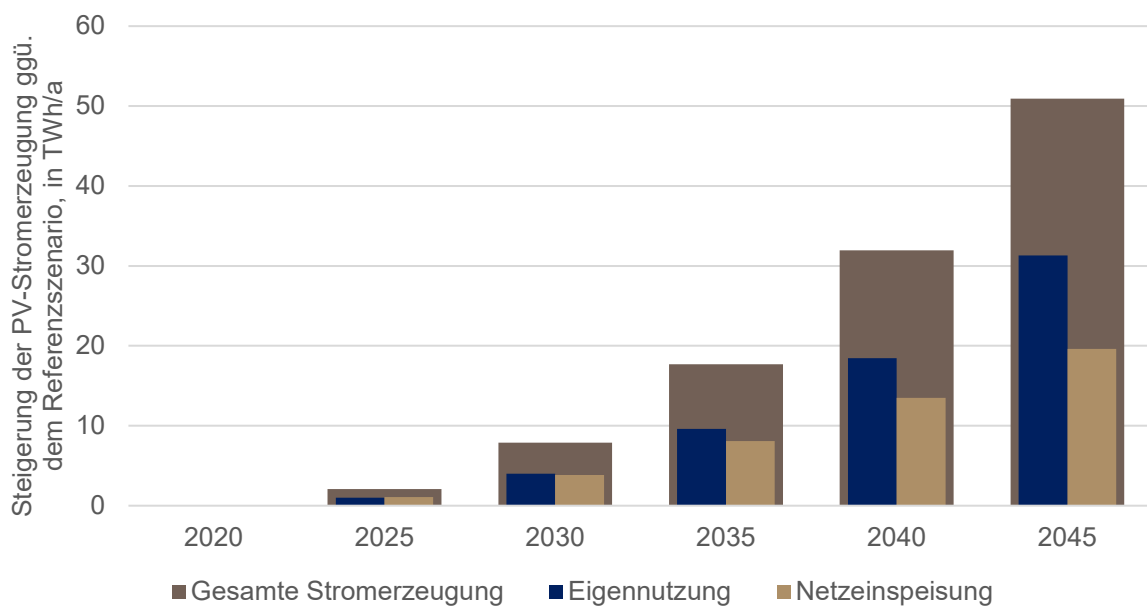


Abbildung 71: Steigerung der PV-Stromerzeugung durch eine intensivierte PV-Offensive gegenüber dem Referenzszenario, unterteilt nach Eigennutzung und Netzeinspeisung, in TWh/a

Energie und Treibhausgasemissionen

Der intensivierte PV-Zubau im Gebäudesektor beeinflusst die Beheizungsstruktur und führt zu höherem Zubau von Wärmepumpen beim gleichzeitigen Rückgang von Gas- und Ölheizungen gegenüber der Referenzentwicklung. Die Wirkung des Instrumentenbündels „THG-neutraler Strom“ wird analog der Quantifizierung für „Rollout Wärmepumpe“ mit dem Deutschlandmodell von FIW München und ITG Dresden quantifiziert.

Die ermittelte jährliche Endenergieminderung je Energieträger stellt folgende Abbildung dar. Die PV-Strom-Erzeugung (Eigennutzung und Netzeinspeisung) wird bei der Bestimmung der Endenergieminderung ggü. dem Referenzszenario nicht berücksichtigt. Die berechnete Einsparung beschreibt ausschließlich die Effekte, die durch die infolge des forcierten Zubaus von PV-Anlagen geänderte Beheizungsstruktur entstehen. Die für den Zeitraum 2031 bis 2045 ausgewiesenen Werte entsprechen jeweils der mittleren Endenergieminderung im Zeitraum von fünf Jahren. Die seit 2022 kumulierte Endenergieminderung je Energieträger enthält Abbildung 73.

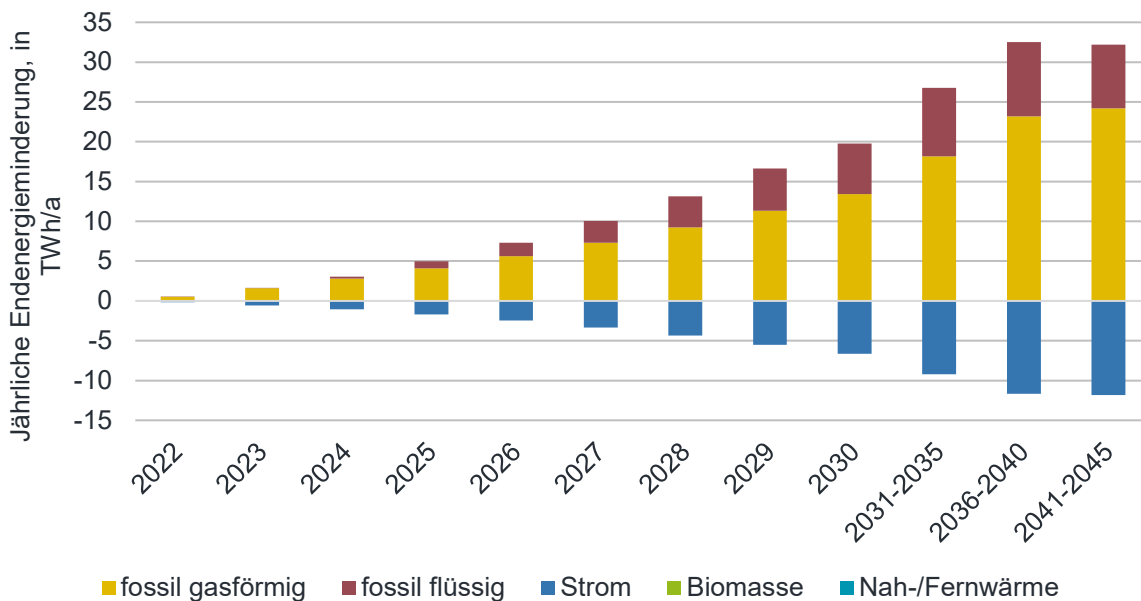


Abbildung 72: Jährliche Endenergieminderung durch die PV-Offensive nach Energieträgern, in TWh/a

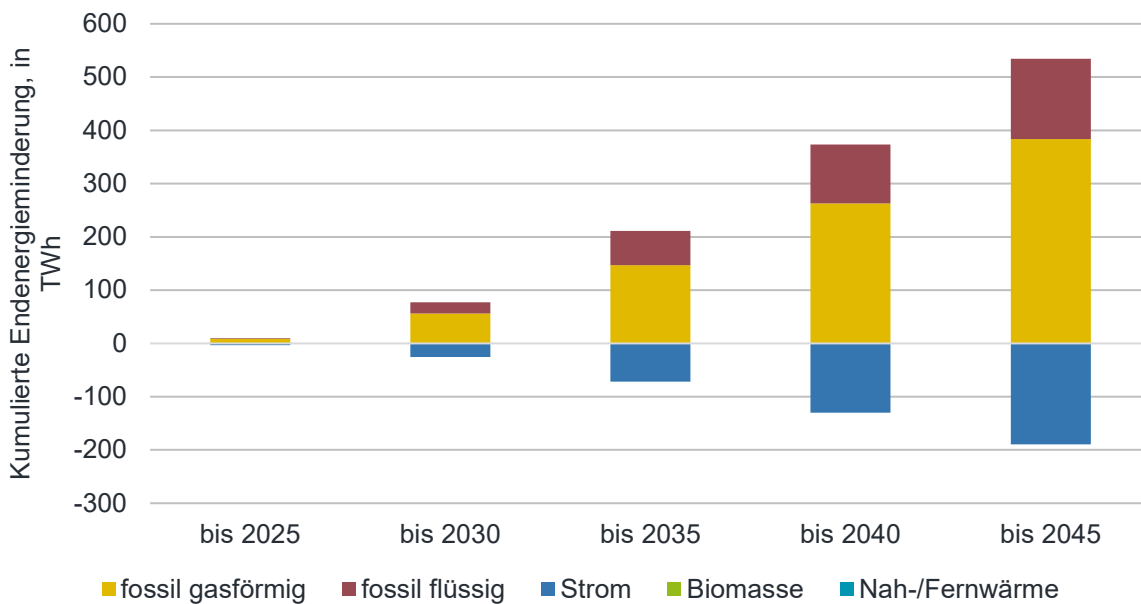


Abbildung 73: Kumulierte Endenergieminderung durch die PV-Offensive seit 2022 nach Energieträgern, in TWh

Die resultierende jährliche THG-Minderung der PV-Offensive, die eine veränderte Beheizungsstruktur im Gebäudesektor bewirkt, für die Jahre 2022 bis 2030 sowie die mittlere jährliche THG-Minderung nach Quellenbilanz für die Zeiträume 2031-2035, 2036-2040 sowie 2041-2045 wird in Abbildung 74 abgebildet. Die Ergebnisse basieren auf der Annahme, dass die Emissionsfaktoren für gasförmige und flüssige Energieträger bis 2045 konstant bleiben.

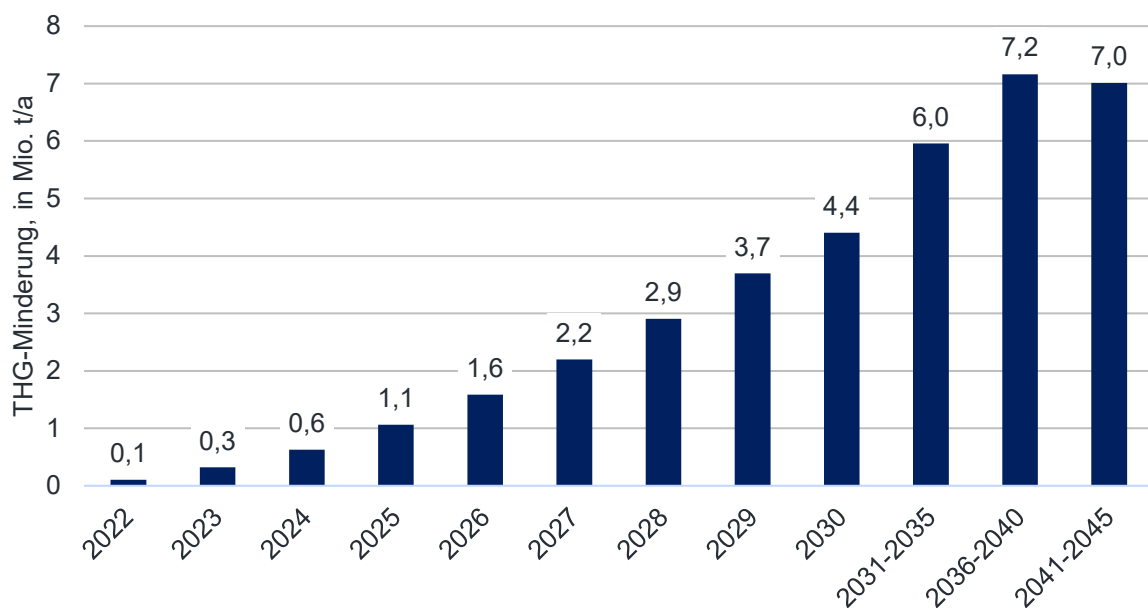


Abbildung 74: Jährliche THG-Minderung (Quellenprinzip) – PV-Offensive, in Mio. tCO₂eq/a

Tabelle 23 und Tabelle 24 enthalten alle weiteren (vorläufigen) Quantifizierungsergebnisse als Jahreswerte und kumulierte Werte, darunter die Primärenergiereduzierung und THG-Minderung nach Verursacherprinzip. Diese Werte werden nach Vorliegen der finalen Primärenergie- und THG-Faktoren aktualisiert. Zusätzlich wird die Steigerung der PV-Stromerzeugung durch gebäudenah installierte Anlagen gegenüber dem Referenzszenario ausgewiesen.

Tabelle 23: Quantifizierungsergebnisse des Maßnahmenbündels PV-Offensive (Jahreswerte)

Jahreswerte	Einheit	2025	2030	2035	2040	2045
Endenergiereduzierung (EEV)	TWh/a	3,3	13,2	19,6	21,1	20,1
Primärenergiereduzierung (nicht erneuerbar)	TWh/a	2,8	14,0	24,9	31,7	34,9
Primärenergiereduzierung (gesamt)	TWh/a	2,4	11,2	17,3	20,8	19,7
Treibhausgaseinsparungen (nach Quellenbilanz)	Mt CO ₂ -Äq./a	1,1	4,4	6,7	7,2	6,9
Treibhausgaseinsparungen (nach Verursacherbilanz)	Mt CO ₂ -Äq./a	0,3	2,3	6,7	7,2	6,9
Steigerung der PV-Stromerzeugung, gebäudenah PV-Anlagen	TWh/a	2,1	7,9	17,7	32,0	50,9

Tabelle 24: Quantifizierungsergebnisse des Maßnahmenbündels PV-Offensive (kumuliert)

kumulierend ab 2022	Einheit	bis 2025	bis 2030	bis 2035	bis 2040	bis 2045
Endenergie­reduzierung (EEV)	TWh	6,7	51,3	139,0	243,3	345,1
Primärenergie­reduzierung (nicht erneuerbar)	TWh	5,5	50,2	161,4	317,4	494,4
Primärenergie­reduzierung (gesamt)	TWh	4,4	40,9	119,0	222,0	322,2
Treibhausgaseinsparungen (nach Quellenbilanz)	Mt CO ₂ -Äq.	2,1	16,9	46,7	82,5	117,6
Treibhausgaseinsparungen (nach Verursacherbilanz)	Mt CO ₂ -Äq.	0,6	7,3	37,1	72,9	107,9
Steigerung der PV-Stromerzeugung, gebäudenah­e PV-Anlagen	TWh	4,7	31,1	98,1	227,5	442,3

5.9 Flächensparendes und energiesparendes Verhalten

5.9.1 Hauptziel

Die Pro-Kopf Wohnfläche stieg in den letzten Jahren stetig an und bisherige Projektionen gehen davon aus, dass sich dieser Trend (ohne politische Steuerung) fortsetzt (z.B. Fraunhofer ISI et al., 2022, Öko-Institut et al. 2021). Eine Nettozunahme der Wohnfläche sowie die stetige Erhöhung der Neubaurate gehen mit einer Zunahme des Energie-, Ressourcen und Flächenbedarfs einher. Das Instrumentenbündel zielt darauf ab, durch eine Verringerung des Leerstands, eine bedarfsangepasste Wohnraumnutzung, flexibles Bauen sowie flächensparende Wohnkonzepte die Zunahme der Wohnfläche zumindest zu dämpfen. Mit der Dämpfung der Wohnflächenzunahme ist ein deutliches Einsparpotenzial verknüpft.

Die neue Bundesregierung verfolgt das Ziel, pro Jahr 400.000 neue Wohnungen zu realisieren. Die Aktivierung bestehender Wohnflächen bzw. die Umwidmung von Gewerbe- in Wohnflächen würde auf dieses Ziel einzahlen.

Flächensparendes und energiesparendes Verhalten	
Voraussetzungen schaffen	
Datengrundlage	– Informationen über Leerstand (Leerstandskataster) und weitere Potenzialflächen
Informationswege	

– Sensibilisierung von Architekturschaffenden, Planenden und der Immobilienwirtschaft
Umsetzung
Fördern – Förderprogramm „Wohnflächengenerierung im Bestand“
Fordern – Einführung einer Leerstandsabgabe oder Ausweitung Zweckentfremdungsverbot – Verpflichtendes flexibles Bauen
Vollzug – Leerstandskataster, Potenzialflächenregister
Beratung und Stakeholder-Information – Informations-/Motivationskampagnen (Empty Nester/Senioren und Seniorinnen, Wohnungswirtschaft)

5.9.2 Relevante Instrumente

	Kurzbeschreibung	Wirkungsdauer
Förderkulisse im Bereich Neubau auf MFH ausrichten	Ausrichten der Förderkulisse für Neubauten (z.B. Energieeffizientes Bauen, ggf. Nachfolgeregelungen für das Baukindergeld) auf Mehrfamilienhäuser	Langfristig
Förderprogramm „Wohnflächengenerierung im Bestand“	Einrichten eines Förderprogramms, dessen Förderelemente darauf abzielen, bestehende Wohnflächenpotenziale besser zu nutzen. Gefördert werden alternative Wohnkonzepte, flexibles Bauen und Sanieren, Einrichtung kommunaler Wohnraumberatungsstellen, Umnutzung/Umwidmung ungenutzter Gewerbeflächen zu Wohnzwecken, Aufstockung von Wohngebäuden, Ausbau Speicherböden, Bauprojekte mit barrierefreien, altersgerechten kleineren Wohnungen, Mobilisierung leerstehender Einliegerwohnungen	Langfristig
Informationskampagne „Remanenz“	Gezielte Informationsangebote für Senioren und Seniorinnen sowie „Empty Nester ¹⁶ “ in großen Häusern oder Wohnungen	Langfristig
Einführung einer Leerstandsabgabe oder Ausweitung Zweckentfremdungsverbot	Option 1: Einführung einer Leerstandsabgabe bei langfristigem unbegründeten Leerstand Option 2: Ausweitung des Zweckentfremdungsverbots auf dauerhaften Leerstand	Langfristig

¹⁶ Unter „Empty Nestern“ versteht man eine Gruppe von Personen, deren Kinder nicht mehr im gemeinsamen Haushalt leben und die damit mehr Wohnfläche pro Kopf zur Verfügung haben.

	Kurzbeschreibung	Wirkungsdauer
Verpflichtendes „flexibles“ Bauen	Gesetzliche Verpflichtung, Ein- und Zweifamilienhäuser ab einer bestimmten Mindestgröße (bezogen auf die Wohnfläche) so zu bauen, dass eine spätere Teilung des Gebäudes möglich ist; bei MFH: Verpflichtung, planerisch sicherzustellen, den Anteil tragender Innenwände zu reduzieren, um späteren Rückbau/Umbau zu erleichtern. ¹⁷	Langfristig
Innenentwicklungsmaßnahme	Aktivierung unbebauter Grundstücke (Baulücken) im Innenbereich von Kommunen	Mittelfristig

5.9.3 Beschreibung

Datengrundlage

Für einige der oben diskutierten Instrumente müsste in den Kommunen erst die notwendige Datengrundlage geschaffen werden. Dies gilt insbesondere für die ordnungsrechtlichen Instrumente, die auf eine Verringerung des Leerstands abzielen. Hierzu muss der Leerstand flächendeckend erfasst werden (Leerstandskataster).

Informieren

Das Instrumentenbündel erfordert insbesondere eine Sensibilisierung von Architekturschaffenden, Planenden und der Immobilienwirtschaft für die entsprechenden Themen. Planende benötigen Informationen über geeignete Wohnungszuschnitte, die mit kleineren Pro-Kopf Wohnflächen auskommen. Eine Sensibilisierung der Menschen für die Thematik führt ggf. zu einer steigenden Nachfrage nach kleineren Wohnungen. Eine Neuausrichtung der Förderung auf MFH muss begründet und mit einer Vorlaufzeit kommuniziert werden. Gleiches gilt für ordnungsrechtliche Elemente des Instrumentenbündels (z.B. Leerstandsabgabe).

Umsetzung Förderung

Laut Neubaustatistik lag der wohnflächenbezogene Anteil von Mehrfamilienhäusern in 2021 bei rund 46 % (Destatis 2022). Mehrfamilienhäuser verfügen über geringere wohnungsspezifische Wohnflächen und weisen aufgrund einer höheren Kompaktheit in der Regel geringere spezifische Energieverbräuche auf. Es sollte geprüft werden, die Förderkulisse so auszurichten, dass Anreize bestehen, den über die Wohnflächengenerierung im Bestand hinausgehenden Neubaubedarf insbesondere durch Mehrfamilienhäuser mit kleineren Wohnungen zu decken. Ansatzpunkte sind dabei beispielsweise die Bundesförderung effiziente Gebäude (BEG) sowie ggf. Nachfolgeregelungen für das auslaufende das Baukindergeld. Im Neubau soll damit der wohnflächenbezogene Anteil von Mehrfamilienhäusern steigen.

¹⁷ Vgl. z.B. Stroetmann et al. (2021): Adaptive Gebäudestrukturen zur Erhöhung der Ressourceneffizienz von Geschossbauten im städtischen Raum (https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/bbsr-online/2022/bbsr-online-04-2022-dl.pdf?__blob=publicationFile&v=2)

Fördergelder sollten jedoch vorwiegend in den Umbau des Gebäudebestandes gehen. Das Instrumentenbündel umfasst deswegen die Einrichtung eines Förderprogramms „Wohnflächengenerierung im Bestand“, das unter anderem folgende Förderbausteine umfasst:

- Alternative Wohnkonzepte, die gezielt auf eine Reduktion der spezifischen Wohnfläche abzielen (gemeinschaftliches Wohnen, shared spaces, generationenübergreifendes Bauen, das zukünftigen Wohnungswechsel innerhalb der geförderten Gebäude vorsieht usw.)
- Flexibles Bauen (Ziel: spätere Teilbarkeit, Umnutzung des Gebäudes) sowie Teilung bestehender Wohnungen
- Einrichtung kommunaler Wohnraumberatungsstellen (Beratung zu baulichen, rechtlichen, organisatorischen Fragen, Einrichtung von Wohnungstauschplattformen, Hilfe bei der Suche nach alternativem Wohnraum, Umzugsförderung, usw.)
- Umnutzung/Umwidmung ungenutzter Gewerbeflächen zu Wohnzwecken (dadurch Reduktion der Neubaunotwendigkeit)
- Entwicklung geeigneter Bauprojekte mit barrierefreien, altersgerechten kleineren Wohnungen
- Aufstockung von Wohngebäuden; Ausbau Speicherböden (z.B. im Zuge einer energetischen Dachsanierung)
- Mobilisierung leerstehender Einliegerwohnungen

Umsetzung Forderung

Das Instrumentenbündel umfasst eine Reihe ordnungsrechtlicher Elemente:

- Der Anteil der unbewohnten Wohnungen lag 2018 deutschlandweit bei 8,2 %. Die Leerstandsquote erfasst alle Wohnungen, die zum Zeitpunkt der Erhebung nicht bewohnt sind, aber gegebenenfalls zu diesem Zeitpunkt vermietet sind (destatis, 2018). Welcher Anteil der unbewohnten Wohnungen „marktaktiv“ (also prinzipiell bewohnbar) ist, ist nicht bekannt. Um Wohnraum in dauerhaft leerstehenden, aber prinzipiell bewohnbaren Wohnungen zu aktivieren („aktivierbare“ Leerstände), werden verschiedene Optionen in Betracht gezogen:
 - Option 1: Einführung einer Leerstandsabgabe, die anfällt, wenn ein Gebäude oder eine Wohnung unbegründet länger als eine gesetzlich festgelegte Höchstdauer (z.B. 3 Monate) leer steht. Die Leerstandsabgabe wird in einer Höhe festgesetzt, dass Anreize bestehen, Gebäude/Wohnungen dem Wohnungsmarkt wieder zur Verfügung zu stellen. Im Falle eines begründeten Leerstands entfällt die Abgabe.
 - Option 2: Ausweitung des Zweckentfremdungsverbots auf dauerhaften Leerstand.¹⁸
- In 2020 lag die durchschnittliche Wohnfläche eines neuen Einfamilienhauses bei rund 153 m² (Destatis 2022). Infolge des Remanenzeffektes werden große Wohneinheiten über viele Jahre hinweg von einzelnen Personen bewohnt. Geprüft werden sollte eine gesetzliche Verpflichtung, Ein- und Zweifamilienhäuser ab einer bestimmten Mindestgröße (bezogen auf die Wohnfläche) so zu bauen, dass eine spätere Teilung des Gebäudes möglich ist (vorzusehen sind dabei beispielsweise ein zweiter Eingang oder Wasseranschlüsse für weitere Bäder/Küchen usw.).¹⁹

¹⁸ Die regelungstechnische Kompetenz für Zweckentfremdungsverbote liegt bei den Bundesländern. Einige Bundesländer haben entsprechende Regelungen eingeführt, die auch längeren Leerstand als Zweckentfremdung einstufen (z.B. Bayern, Baden-Württemberg, Nordrhein-Westfalen).
¹⁹ Diese Maßnahme liegt allerdings im Kompetenzbereich der Länder.

- Viele Kommunen verfügen im Innenbereich über Baulücken, minder- oder fehlgenutzte Grundstücke oder kleinteilige Nachverdichtungspotentiale. Zu prüfen wäre eine Erweiterung des Städtebaurechts in Form einer Einführung des Instruments der Innenentwicklungsmaßnahme (IEM) (BBSR 2018). Das Instrument zielt darauf ab, die im Innenbereich einer Gemeinde verstreut verteilten Potenzialflächen für den Wohnungsbau zu mobilisieren. Im Vordergrund steht eine freiwillige Mobilisierung durch die Eigentümerinnen und Eigentümer. Nehmen diese keine Bebauung vor, wird eine Bauverpflichtung (unter Fristsetzung) ausgesprochen. Das Instrument führt zwar nicht zu einer reduzierten Wohnfläche, spart allerdings die Flächeninanspruchnahme im Außenbereich einer Kommune. Gleichzeitig müssten auch mögliche Konflikte mit anderen städtebaulichen Entwicklungszielen diskutiert werden, z.B. im Bereich Klimaanpassung, Freiflächen usw., die einer baulichen Nachverdichtung entgegenstehen könnten.

Umsetzung Beratung und Stakeholder-Information

Das Ziel, die Wohnflächenzunahme zu dämpfen, kann u.a. dadurch erreicht werden, indem die Haushalte „bedarfsgerechter“ auf den bestehenden Wohnraum verteilt werden. Ein klassischer Grund für die Wohnflächenzunahme ist der sogenannte Remanenzeffekt. Er liegt dann vor, wenn in einem Gebäude oder einer Wohnung, z. B. infolge des Auszugs der Kinder, die Pro-Kopf-Wohnfläche der verbleibenden Bewohnenden steigt. In einem solchen Fall ließe sich die Pro-Kopf-Fläche durch einen Umzug der verbleibenden Bewohnenden in eine kleinere Wohnung reduzieren. Hierzu sind viele Informationen und Überzeugungsarbeit notwendig. Informationskampagnen, die gezielt Empty Nester/Senioren und Seniorinnen adressieren, können hierbei einen wertvollen Beitrag leisten. Dabei sollte im vermieteten Bereich die Wohnungswirtschaft stark eingebunden sein und eigeninitiativ den Wohnungstausch von bestehenden Mietenden ermöglichen. Im Rahmen der Kampagne müssten bestehende Angebote wie Wohnungstauschportale stärker beworben werden. Hierüber können sich Betroffene informieren, inwieweit alternative Wohnraumangebote für sie vergleichbar attraktiv wären (z.B. räumliche Nähe zur alten Wohnung, Preis, Größe, Rahmenbedingungen der Vermietung).

Vollzug

Insbesondere die ordnungsrechtlichen Instrumente bedürfen einer Vollzugskontrolle. Instrumente wie die Leerstandsabgabe oder die Aufnahme lang dauernder Leerstände unter dem Dach eines Zweckentfremdungsverbotens erfordern eine flächendeckende Erhebung entsprechender Leerstände (Leerstandskataster). Außerdem ist zwischen begründetem und unbegründetem Leerstand zu differenzieren. Laut Koalitionsvertrag möchte die Bundesregierung die Kommunen dabei unterstützen, Potenzialflächenregister einzuführen. Da Leerstand das Potenzial darstellt, das am einfachsten sowie ökologischsten und ökonomischsten zu heben ist, sind die Potenzialflächenregister inkl. Leerstand zu verstehen. Eine gesetzliche Verpflichtung zum flexiblen Bauen müsste in die Baugenehmigungs- bzw. Bauanzeigeverfahren integriert werden (und liegt damit im Kompetenzbereich der Länder).

Wechselwirkungen innerhalb des Bündels

Die vorgeschlagenen Instrumente dienen dazu, in einem ersten Schritt die bestehenden Flächenpotenziale zu identifizieren und zu aktivieren (Reduktion Leerstand, Informationskampagnen) bzw. zukünftige Flächenpotenziale zu schaffen (flexibles Bauen und Sanieren). Die Förderelemente des Instrumentenbündels zielen darauf ab, die entsprechenden Flächenpotenziale zu realisieren.

Mitnahme- und Vorzieheffekte

Wie bei den meisten Förderprogrammen sind auch bei den hier diskutierten Fördermengen Mitnahmeeffekte denkbar. Wenn eine ohnehin geplante Maßnahme (zum Beispiel der Bau eines neuen Mehrfamilienhauses mit vielen kleinen Wohnungen) gefördert würde.

Reboundeffekte

Wie bei Effizienzmaßnahmen sind auch bei diesem Instrumentenbündel Reboundeffekte denkbar, z.B. in der Form eines geänderten Heizverhaltens nach einer Verringerung der Pro-Kopf Fläche.

5.9.4 Wechselwirkung

Mit Anderen Handlungssträngen/Instrumentenbündeln

Rationeller Neubau: Hier sollte der Gedanke des flexiblen Bauens integriert werden (sowohl bei Fördern als auch bei Förderern). Bei diesem Instrumentenbündel handelt es sich um Maßnahmen, die außerhalb der Effizienz der Gebäudehülle und Anlagentechnik oder der Umstellung der Energiequellen liegen. Die sich daraus ergebende geringere Abhängigkeit kann ein Vorteil dieses Bündels sein. Beispielsweise werden hier andere Fachkräfte benötigt als für die Sanierung oder Umrüstung von Anlagen.

Besonders die Datengrundlage ist eine ausschlaggebende übergeordnete Notwendigkeit, die die Umsetzung der Maßnahmen erleichtert oder überhaupt erst erlaubt.

Kritische Randbedingungen für die Umsetzung – Abminderung des Potenzials

Der Erschließung der vorhandenen Flächenpotenziale stehen zahlreiche Hemmnisse entgegen, z.B.:

- Mangelndes Bewusstsein über den Zusammenhang zwischen Größe der Wohnfläche und Klimawirkung.
- Gerade mit dem Remanenzeffekt verbinden sich erhebliche Flächenpotenziale. In einer alternden Gesellschaft dürften diese in Zukunft weiter steigen. Es besteht aber eine sehr große Herausforderung, diese Potenziale zu aktivieren (emotionale Bindung der Bewohnenden an ihr Haus) und zu realisieren. Um die soziale Bindung zu erhalten, sollten die kleineren Wohnungen in räumlicher Nähe zum bestehenden Haus/Wohnung zur Verfügung gestellt werden. In vielen Fällen liegt die Einstiegsrente der kleineren Wohnung über der Rente des langjährigen bestehenden Mietvertrags für die aktuelle (größere) Wohnung.
Durch die „Nähe“ zu den Bewohnenden sollten diese Aktivitäten auf Ebene der Kommunen umgesetzt, allerdings finanziell und prozessual durch den Bund unterstützt werden. Denkbar wäre auch ein finanzieller Zuschuss zur Deckung möglicher Mietdifferenzen zwischen altem und neuem Mietvertrag.
- Nach Öko-Institut et al. (2017) stehen einer deutlichen Reduzierung der Pro-Kopf-Wohnfläche Restriktionen aus der Verfügbarkeit kleiner Wohnungen gegenüber. Für die vielen 1-Personenhaushalte stehen schlichtweg viel zu wenig kleine Wohnungen zur Verfügung. Auch dies stellt ein Hemmnis für die Flächenreduktion dar.

5.9.5 Quantifizierung

In Klimaschutzszenarien wird die Entwicklung der Wohnfläche i.d.R. exogen vorgegeben, d.h. es findet weder eine Instrumentierung der Flächenentwicklung noch eine Quantifizierung der damit verbundenen Wirkungen statt.

Viele der oben dargestellten Instrumente resultieren in einem verminderten Bedarf an neu zugebauter Wohnfläche und damit einer Reduktion des Energiebedarfs für die Errichtung von Neubauten sowie den Energiebedarf während ihrer Nutzungsphase. Ersterer Effekt hat allerdings keine Wirkungen auf das Gebäudeziel des Klimaschutzgesetzes, sondern führt zu Emissionsminderungen im Bausektor, die bei der Industrie bilanziert werden.

Die Emissionsminderung, die sich mit dem geringeren Energiebedarf der Nutzungsphase verbindet, ist gering, da angenommen wird, dass das Instrumentenbündel vorwiegen den Bedarf an Neubauten verringert, die ohnehin einen geringen Energiebedarf aufweisen. Die Bedeutung des Instrumentenbündels resultiert vor allem aus einem verminderten Bedarf an Ressourcen (weniger Baustoffe) sowie Flächen. Diese Effekte werden seitens der Zielarchitektur des Klimaschutzgesetzes zwar nicht abgebildet, sie bedienen jedoch wichtige Nachhaltigkeitsdimensionen jenseits des so abgebildeten Klimaschutzes.

Die meisten der Instrumente sind noch im Ideenstatus, Fragen zur Ausgestaltung (z. B. im Hinblick auf den Vollzug) sind weitgehend offen (z.B. Vollzug der Leerstandsabgabe) und bedürfen ggf. vertiefter rechtlicher Prüfung. Einige Instrumente liegen im Kompetenzbereich der Länder. Mangels empirischer Daten und Erfahrungen ist für die meisten der Instrumente eine quantitative Wirkungsabschätzung nicht darstellbar. Für einige der Instrumente lassen sich zumindest die Flächenreduktionspotenziale abschätzen (z.B. Flächenpotenzial des bestehenden Leerstands). Aus diesem Grund kann nur eine sehr überschlägige Abschätzung der möglichen Gesamtwirkung des Instrumentenbündels erfolgen.

Tabelle 25: Quantifizierungsergebnisse des Maßnahmenbündels Flächensparendes und energiesparendes Verhalten (Jahreswerte)

Jahreswerte	Einheit	2025	2030	2035	2040	2045
Endenergieerduzierung (EEV)	TWh/a	0,11	0,29	0,32	0,30	0,24
Primärenergieerduzierung (nicht erneuerbar)	TWh/a	0,10	0,20	0,19	0,14	0,09
Primärenergieerduzierung (gesamt)	TWh/a	0,13	0,30	0,34	0,31	0,25
Treibhausgaseinsparungen (nach Quellenbilanz)	Mt CO ₂ -Äq./a	0,011	0,023	0,024	0,020	0,014
Treibhausgaseinsparungen (nach Verursacherbilanz)	Mt CO ₂ -Äq./a	0,026	0,046	0,044	0,031	0,019

Tabelle 26: Quantifizierungsergebnisse des Maßnahmenbündels Flächensparendes und energiesparendes Verhalten (kumuliert)

kumulierend ab 2022	Einheit	bis 2025	bis 2030	bis 2035	bis 2040	bis 2045
Endenergieerduzierung (EEV)	TWh	0,20	1,37	2,97	4,47	5,69
Primärenergieerduzierung (nicht erneuerbar)	TWh	0,19	1,08	2,04	2,74	3,18
Primärenergieerduzierung (gesamt)	TWh	0,23	1,50	3,18	4,72	5,96
Treibhausgaseinsparungen (nach Quellenbilanz)	Mt CO ₂ -Äq.	0,02	0,12	0,24	0,34	0,41
Treibhausgaseinsparungen (nach Verursacherbilanz)	Mt CO ₂ -Äq.	0,05	0,26	0,48	0,64	0,73

Energie und Treibhausgasemissionen

Gegenüber dem Referenzszenario verfügt das Zielszenario in 2030 über eine rund 1 % und in 2045 über eine um rund 4,5 % geringere Wohnfläche. Entsprechend sinkt der Pro-Kopf Flächenbedarf. Die geringere Fläche spiegelt sich in einer geringeren Neubauaktivität wider. Im Betrachtungszeitraum bis 2045 werden rund 140 Mio. m² weniger EZFH-Wohnfläche zugebaut als in der Referenzentwicklung; im Bereich der MFH liegt die Differenz bei rund 50 Mio. m². Gleichzeitig ändert sich das Verhältnis der neu zugebauten Flächenanteile von EZFH und MFH. Lag der Flächenanteil neu gebauter MFH in 2021 bei rund 44 %, steigt dieser bis 2045 auf rund 65 % an.

5.10 Ausbau von Wärmespeicherung

5.10.1 Hauptziel

Das Gebäude der Zukunft spielt eine immer größer werdende Rolle im Energiesystem und wird ein zentraler Baustein darin sein. Der Gebäudebestand kann als Wärmespeicher nutzbar gemacht werden. Insbesondere, wenn eine Verbesserung des baulichen Wärmeschutzes an den bestehenden Gebäuden dazu führt, dass eine die thermische Masse der Gebäude von der Umgebung entkoppelt wird und zu einem anderen Zeitpunkt nutzbar ist. In Verbindung mit größeren Warmwasserspeichern wird die zeitliche Unabhängigkeit von Erzeugung und Verbrauch weiter erhöht. Diese Low-Tec-Ansätze der Speicherung in der Baumasse von Gebäuden und die Verwendung von Wasser als bewährtes Speichermedium erlaubt eine kostengünstige und robuste Wärmespeicherung. Dadurch werden Kopplungsoptionen über die Grenzen des Gebäudesektors hinaus möglich. Die Entkopplung von Erzeugung und Verbrauch stärkt die Resilienz des Gebäudesektors. Die Gebäude können zukünftig auch für den Energiesektor im Demand-Side-Management zur Verfügung stehen. Saisonale Speicher mit sensibler Wärmespeicherung sind bereits im Einsatz. Diese können insbesondere bei Kopplung mit den volatilen Erneuerbaren Energien mehr Flexibilität ins Energiesystem bringen.

Thermochemische Speicher weisen einen hohen Wirkungsgrad auf jedoch machen hohe Investitionskosten diese oft unattraktiv (Kallert et al.,2021). Hier besteht auch weiterer Forschungsbedarf.

Dieses umfassende und sektorübergreifende Ziel benötigt ein Bündel an Instrumenten und Konkretisierungen, um die volle Wirksamkeit entfalten zu können. Bei der Umsetzung wird einerseits neben Maßnahmen an Gebäuden und an der Infrastruktur auch das Zusammenspiel mit dem Energiesystem ermöglicht und vereinfacht. Andererseits wirkt sich die System- und Versorgungssicht durch die Instrumente auf Entscheidungen auf der Gebäudeebene aus. Begleitend werden durch eine intensive Forschungsaktivität Schwächen, Unsicherheiten und Chancen identifiziert und Lösungen erarbeitet.

Ausbau von Wärmespeicherung	
Voraussetzungen schaffen	
Datengrundlage & Informationswege	<ul style="list-style-type: none">- Schnittstellen für eine einheitliche, intelligente Steuerung der Wärmeversorgung in Quartieren und Gebäuden schaffen- Speicherkapazitäten im Gebäudekataster erfassen
Forschung	<p>Forschungsoffensive „Smart-City“ zur Steigerung der Flexibilität und Resilienz im Gebäudesektor, u. a. folgende Aspekte:</p> <ul style="list-style-type: none">- Kopplung von Speichern (thermischen Masse, Tagesspeicher), Laden (Auto, Batterie) und Verbrauchen (Wärmeerzeuger) untersuchen- Nutzungskopplungen für Speicherbecken untersuchen- Untersuchungen zu steigendem Kühlbedarf und der Nutzung von z.B. Eisspeichern
Umsetzung	
Fördern	<ul style="list-style-type: none">- Solarthermie in Kombination mit Speicher/Regeneration von Erdwärme in der BEG explizit und gesondert fördern- Förderung von saisonalen Wärmespeichern auch in Nahwärmenetzen- Bessere Dämmung von Wärmespeichern
Fordern	<ul style="list-style-type: none">- Verpflichtende Mindestgröße von Wärmespeichern- Netzdienliche E-Mobilität im Neubau
Vollzug	<ul style="list-style-type: none">- Kontrolle mittels Gebäuderegister
Beratung und Stakeholder-Information	

- Einbindung von Herstellern von Anlagentechnik (insbesondere Wärmepumpen) und Netzbetreibenden, um einheitliche Standards zu verschaffen

5.10.2 Relevante Instrumente

	Kurzbeschreibung	Wirkungsdauer
Förderung der Solarthermie in Kombination mit Speicher/Regeneration von Erdwärme	Förderung der Solarthermie in Kombination mit Speicher/Regeneration von Erdwärme	Kurzfristig
Förderung von Saisonalen Wärmespeichern	Wärme-Überschüsse aus dem Sommer in die Heizperiode verschieben (saisonal) Auch für kalte Nahwärmenetze fördern.	Mittelfristig
Vergrößerung der Wärmespeicher im Gebäude	Verpflichtende Mindestgröße für Wärmespeicher. Schaffung von Resilienz durch Entkopplung von Erzeugung und Verbrauch.	Kurzfristig
Wärmespeicher auf der Kaltseite der Wärmepumpe	Wärmespeicher auf der Kaltseite der Wärmepumpe fördern (Vgl. Eisspeicher). Ziel ist es auch mehr Sole-Wasser, Wasser-Wasser Wärmepumpen zu installieren.	Kurzfristig
Neubauten E-Mobilität-ready machen	Ordnungsrechtliche Vorgabe bei Neubauten um alle neuen Gebäude auf netzdienliche E-Mobilität vorzubereiten. Ein- und Ausspeisen von Strom ist in der Breite vorzusehen.	Langfristig
Nutzungskopplungen für Speicherbecken erforschen	Thermische Massen als Wärmespeicher aktivieren z. B. Löschwasserspeicher / Regenwasserspeicher anlegen und nutzen	Langfristig
Förderung von besserer Dämmung der Warmwasserspeicher	Reduzierung der Wärmeverluste (bei Vakuumspeichern Außenaufstellung und Verlagerung des Platzbedarfs nach außen)	Kurzfristig
Smart-City – Das Gebäude als Energiesystem	Für die Flexibilität des Stromsystems kommen Wärmepumpen in Kombination mit Wärmespeichern in Zukunft eine große Rolle zu. Die Bereitstellung von Speicherkapazität und Steuerung von Lasten wird für ein	Langfristig

	Kurzbeschreibung	Wirkungsdauer
	volatiles Energiesystem essenziell. Schnittstellen für eine einheitliche Steuerung müssen verpflichtend werden. Vgl. „SG-READY-LABEL“. Das Gebäude muss sowohl als Wärmespeicher (Gesamtmasse), Verbraucher und Energieerzeuger neu betrachtet werden.	

5.10.3 Beschreibung

Forschen & Entwickeln

Dieser Handlungsstrang erfordert eine große Forschungs- und Entwicklungsoffensive, die über die obenstehende Liste an Maßnahmen hinausgeht. Dieses Bündel dient als Basis für eine übergeordnete, zukunftsweisende Vision zur (neuen) Rolle des Gebäudes. Daher sollen sukzessiv mehr bzw. relevantere Instrumente in diesem Rahmen entstehen, die auf die neusten technologischen Entwicklungen eingehen und zweckdienlich sind. Als praktisches Beispiel: Aus unserer Sicht müssen auch Low-Tech-Strategien wie der Einsatz von PCM (phase change material), also Latentwärmespeichern (z. B. in Warmwassertanks) weiter erforscht und für den Gebäudebereich weiterentwickelt werden. Für eine konsistente Strategie sind dann auch hier die Aspekte der Rückbaubarkeit und eine sortenreine Trennung aus Kapitel 6.6.2 Materialien und Rohstoffe zu berücksichtigen.

Datengrundlage

Voraussetzung für dieses Bündel ist eine systematische, digitalisierte Vernetzung der unterschiedlichen Energieflüsse um das Gebäude. So soll beispielsweise eine Wärmepumpe in der Lage sein, auf Preissignale im Stromsektor zu reagieren und sowohl den Wärmespeicher als auch ggf. die PV-Dachanlage zu sinnvollen Zeiten in Einsatz zu bringen. Solche intelligenten Regelungen existieren bereits im Markt, dennoch soll hier die Systemsicht durch Fernablesung und -steuerung noch stärker einbezogen werden, um das volatile Energiesystem auszugleichen.

Informieren

Die stark steigende, notwendige Integration von Wärmepumpen und Ladeeinrichtungen ist eine große Herausforderung für Netzbetreiber. Hier soll zügig ein nachhaltiger Umgang mit der Dimensionierung von Wärmepumpen und die daran hängenden Wärmespeicher gefunden werden. Ein Austausch mit den entsprechenden Akteuren aus dem Umwandlung- und Gebäudesektor soll stattfinden.

Umsetzung Förderungen

Es sollen Anreize für innovative Lösungen, die zur Resilienz und Flexibilität des Gebäudes beitragen, geschaffen werden. Unter anderem können Lösungen wie (saisonale Wärmespeicher in der Nahwärme/-kälte, bessere Dämmung von Wärmespeichern, Einsatz von Solarthermie zur

Regeneration von Erdwärme) durch Informationskampagnen und erhöhte Fördersätze attraktiver gestaltet werden.

Umsetzung Forderungen

Die Größe von Wärmespeichern spielt eine zentrale Rolle bei der Frage der Versorgungssicherheit bzw. Flexibilität von Gebäuden. Hier soll eine zu definierende sinnvolle Mindestgröße, die den Gesamtsystemanforderungen gerecht wird, verpflichtend werden.

Wechselwirkungen innerhalb des Bündels

Mitnahme- und Vorzieheffekte, sonstige Rebound- oder Spill-Over-Effekte sowie strukturelle Wechselwirkungen sind aus diesem Maßnahmenbündel nicht zu erwarten.

5.10.4 Wechselwirkung mit anderen Instrumenten

- Die Mindestgröße der Wärmespeicher soll zügig definiert und umgesetzt werden, um diesen Aspekt im gleichen Zug mit dem Rollout der Wärmepumpe zu berücksichtigen.
- Kommunale Wärmepläne müssen den Aspekt der Wärmespeicherung mitbetrachten.

5.11 Ausstieg verbleibender fossiler Wärmeerzeuger

5.11.1 Hauptziel

Auch wenn der russische Angriffskrieg in der Ukraine sowie die gestiegenen Öl- und Gaspreise den Markt schon sehr verändert haben, werden auch in den kommenden Jahren weiterhin fossile Wärmeerzeuger sowohl in Bestands- als auch Neubauten eingebaut werden.

Diese heute und innerhalb der vergangenen Jahre bezogenen Geräte werden mit Blick auf verfassungsrechtlich bindende Klimaziele nicht bis ans Ende ihrer technischen Lebensdauer betrieben werden können. Dies stellt für die Eigentümerinnen und Eigentümer sowie Investierenden auch eine wirtschaftliche Herausforderung dar, da viele Geräte zum Zeitpunkt der Außerbetriebnahme noch nicht vollständig abgeschrieben oder finanziert sein dürften. In vielen Fällen sind hier Entschädigungen vorzusehen. Zusätzlich werden viele Anschlüsse nicht mehr mit Gas beliefert werden können, wenn Gasnetze zukünftig nicht mehr in Betrieb sein werden.

Insbesondere da diese Konsequenzen heute schon absehbar sind, ist die Vorbereitung der Öffentlichkeit und eine Transparente Information über die geplanten Maßnahmen lange im Voraus hier enorm wichtig.

Wir sehen hier als Hauptinhalt des Maßnahmenbündels ein Betriebsverbot ab 2040 vor (stufenweise bis 2045 je nach Kesselalter), begleitet durch frühzeitige Informationskampagnen und Förderung von alternativen Wärmeerzeugern insbesondere in der Zeit zwischen 2030 und 2040.

Ausstieg verbleibender fossiler Wärmeerzeuger zwischen 2040 und 2045	
Voraussetzungen schaffen	
Datengrundlage	
– Eintragung von bestehenden Kesseln im noch zu schaffenden Gebäuderegister	
Informationswege	
– Frühzeitige politische Kommunikation (bis spätestens 2025) über den folgenden Pfad und zukünftige Betriebsverbote	
Vollzug	
– Umsetzung von Betriebsverboten ab 2040 durch Schornsteinfegende	
Umsetzung	
Fördern	
– Parallele Förderung aller Alternativen ist insbesondere auch 2030 bis 2040 wichtig.	
– BEG bis 2030, Zusatzförderung ab 2035, Entschädigungszahlungen ab 2040.	
Fordern	
– stufenweise Betriebsverbot aller noch mit Erdgas oder Heizöl betriebenen Kessel	
– Beginnend mit ältesten im Jahr 2040, endend mit neueren bis hin zum Komplettverbot ab 2045.	
Vollzug	
– Kontrolle über Gebäuderegister	
– Durchsetzung über Schornsteinfegende	
Beratung und Stakeholder-Information	
– Zusätzlich zur politischen Kommunikation muss auch die Energieberatung und jedes Verkaufsgespräch von Herstellern das Ziel im Bild haben um Verbrauchende frühzeitig aufzuklären.	

5.11.2 Relevante Instrumente

	Kurzbeschreibung	Wirkungsdauer
Zukünftige Betriebsverbote fossiler Wärmeerzeuger	Möglichst bald beschlossene Betriebsverbote ab dem Jahr 2040 für alle noch verbleibenden fossilen Wärmeerzeuger. Stufenweise Umsetzung bis spätestens 2045.	Langfristig
Abwrack-Prämie für ineffiziente Gaskessel / Entschädigungszahlungen	Ergänzend zu den Betriebsverboten wird eine zur BEG zusätzliche Entschädigung bei Umstellung auf nicht-fossile Erzeugung eingeführt. Abgeschwächt kann diese auch schon vor den Betriebsverboten als Abwrackprämie eingeführt werden.	Mittelfristig

	Kurzbeschreibung	Wirkungsdauer
Rechtzeitige Information/Beratung zu Betriebsverboten	Die Informationen für Eigentümerinnen und Eigentümer ausreichend lange vorab mitteilen, ist aus Akzeptanzgründen entscheidend für den Erfolg des ganzen Instrumentenbündels. Information über den Zeitpunkt des Betriebsverbotes schon beim Kauf, Schornsteinfegende und Energieberatende informieren Bestandsbesitzende frühzeitig. Eintragung von noch existierenden Kesseln in zu schaffenden Gebäuderegister.	Kurzfristig
Bivalente Wärmeerzeugung zukunftssicher planen	Fossile Wärmeerzeuger, die ab 2024 in dem dann gültigen Rechtsrahmen noch eingesetzt werden dürfen, müssen so ausgestaltet sein, dass im Falle einer energetischen Gebäudesanierung die erneuerbare Wärmeerzeugung die komplette Versorgung übernehmen kann. Konkret heißt das: 65 %-EE-Regel für unsanierte Gebäude, 100 %-EE-Regel für neue Wärmeerzeuger im sanierten Bestand und auch im Neubau. Darüber hinaus müssen alle neu eingebauten Gas-Geräte zukünftig vollständig mit Wasserstoff betreibbar sein, um so eine spätere Umstellung einzelner Netzabschnitte auf 100%-H ₂ nicht zu behindern.	Kurzfristig

5.11.3 Beschreibung

Datengrundlage

Voraussetzung für dieses Bündel ist das Bestehen einer zentralen Datenbank (z.B. Gebäuderegister, s. auch 6.1). Hier sollten innerhalb der nächsten Jahre die bestehenden Wärmeerzeuger und deren Alter zentral erfasst sein. Darauf aufbauend kann der stufenweise Ausstieg geplant und durchgesetzt werden.

Informieren

Wie bereits oben beschrieben ist die frühzeitige Information über die geplanten Maßnahmen ein Schlüsselinstrument dieses Bündels. Betriebsverbote lassen sich nur mit einer angemessenen Übergangszeit und nach langer Ankündigung durchsetzen. Diese Information kann sowohl durch Werbekampagnen des Bundes, als auch durch verpflichtende Aufklärung von Energieberatende und Schornsteinfegende als auch in Energierechnungen und anderen möglichen Wegen geleistet werden. Um Sicherheit bei allen Beteiligten zu schaffen, wird empfohlen ein Gesetz hierzu schon frühzeitig (möglichst bis ca. 2025 und allerspätestens bis 2030) zu verabschieden, auch wenn das Inkrafttreten der Forderungen erst ab 2040 folgt.

Umsetzung Förderungen

Dieses Maßnahmenbündel umfasst keine eigenen Förderungen. Eine fortlaufende Förderung der alternativen Wärmeerzeuger durch das BEG ist jedoch nötig, um den Umstieg zu gewährleisten.

Umsetzung Forderungen

Die gesetzliche Festlegung des zukünftigen Betriebsverbotes sollte möglichst bald erfolgen, um Entschädigungszahlungen aufgrund vorzeitiger Außerbetriebnahmen zu vermeiden. Möglichst schnell ist auch eine Anpassung der 65 %-Regel vorzunehmen: Für unsanierte Gebäude ist die Regel ausreichend, da nach einer zukünftigen Sanierung durch den niedrigeren Wärmebedarf gewährleistet ist, dass erneuerbare Energien die vollständige Wärme bereitstellen können. Für Neubauten und bereits sanierte Bestandsgebäude ist dies auf eine „100 %-Regel“ auszuweiten, um schon heute zu vermeiden, dass in den Jahren 2040 bis 2045 zu viele fossil versorgte Wärmeerzeuger bestehen.

Vollzug

Bis zum Stichtag, an dem erste Betriebsverbote in Kraft treten, müssen entsprechende Voraussetzungen geschaffen werden. Wie bereits oben beschrieben, ist ein Gebäuderegister mit Daten zu den bestehenden Anlagen zu erstellen. Hieraus muss ersichtlich sein, welcher Energieträger zur Wärmeerzeugung verwendet wird und in welchem Jahr die Anlage eingebaut wird. Ebenso sind Stellen der öffentlichen Hand zu schaffen, die Zugriff auf diese Daten haben und mit der Aufgabe betraut sind, frühzeitige Hinweise an die betreffenden Eigentümerinnen und Eigentümer zu senden und nach dem Stichtag auch die Durchsetzung zu begleiten. Eine enge Zusammenarbeit mit Schornsteinfegern, Energieberatern, Energieversorgern und Ableseunternehmen ist hier empfehlenswert.

Wechselwirkungen innerhalb des Bündels

Mitnahme- und Vorzieheffekte

Schon vor dem eigentlichen Inkrafttreten von Betriebsverboten ist davon auszugehen, dass allein schon die öffentlich bekannte Entscheidung zu einem verstärkten Rückgang von fossil betriebenen Wärmeerzeugern führt. Dies ist in der Quantifizierung berücksichtigt. Es bestehen Überschneidungen mit Effekten, die aus der Einführung der 65 %-Regel resultieren, was ebenfalls berücksichtigt wurde.

Sonstige Rebound- oder Spill-Over-Effekte sowie strukturelle Wechselwirkungen sind aus diesem Maßnahmenbündel nicht zu erwarten.

5.11.4 Wechselwirkung mit anderen Handlungssträngen/Instrumentenbündeln

- Die Zukunft der Gasnetze steht in enger Wechselwirkung mit diesem Bündel. Zunehmend weniger an das Netz angeschlossene Haushalte bergen technische und auch regulatorische Herausforderungen.
- Erfolgreicher Rollout Wärmepumpe sowie ausreichende Förderung von erneuerbaren Wärmeerzeugern ist nötig, um Alternativen zu schaffen.
- Dekarbonisierung der Strom- und Fernwärmeerzeugung ist nötig, um diese Alternativen Klimaneutral zu gestalten.

- Kommunale Wärmepläne müssen den Ausstieg aus den dezentralen fossilen Erzeugern einplanen und frühzeitig zentral Alternativen bereitstellen, wo dies möglich ist.

5.11.5 Quantifizierung

Energie und Treibhausgasemissionen

Die resultierenden Endenergie- und THG-Einsparungen können den folgenden Abbildungen entnommen werden. Dabei ist zu bemerken, dass die Einspareffekte der 65%-Regel hier bereinigt sind. Ohne die rechtzeitige Einführung der hier betrachteten Instrumente, reicht die 65%-Regel allein nicht aus, um einen klimaneutralen Gebäudebestand im Jahr 2045 zu erreichen.

Die folgenden Werte sind für das jeweils angegebene Jahr.

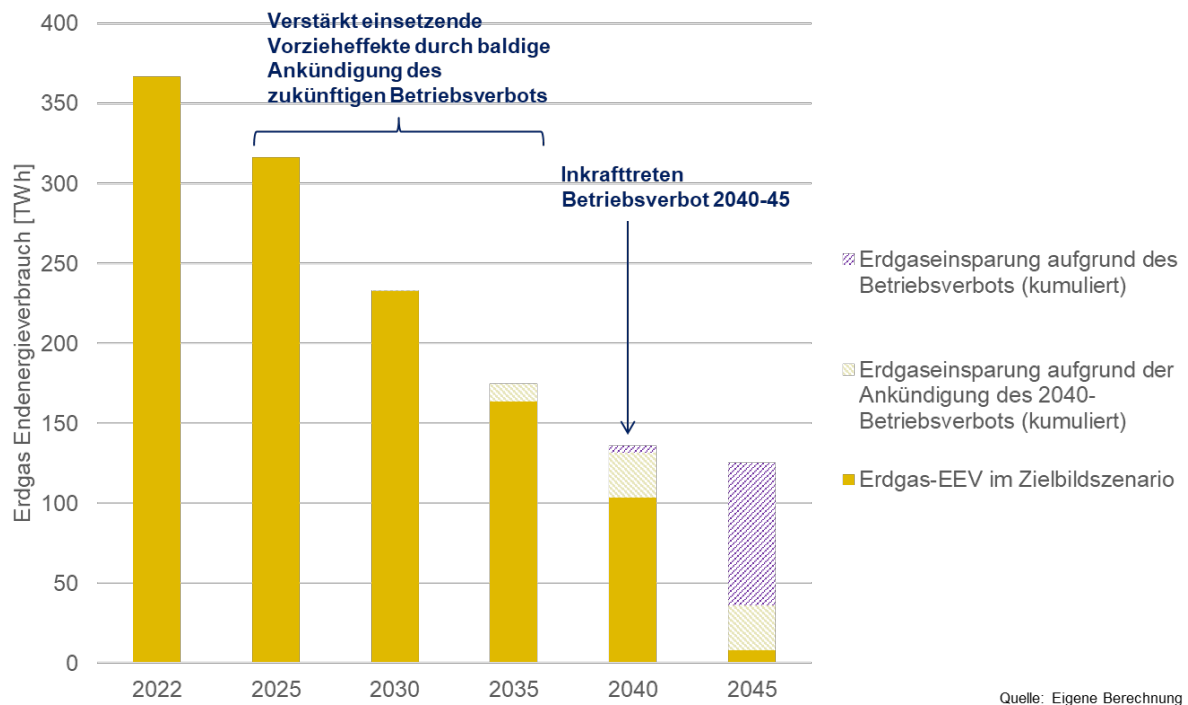


Abbildung 75: Endenergieeinsparung für den Energieträger Erdgas in Folge des einzuführenden Betriebsverbots 2040-45

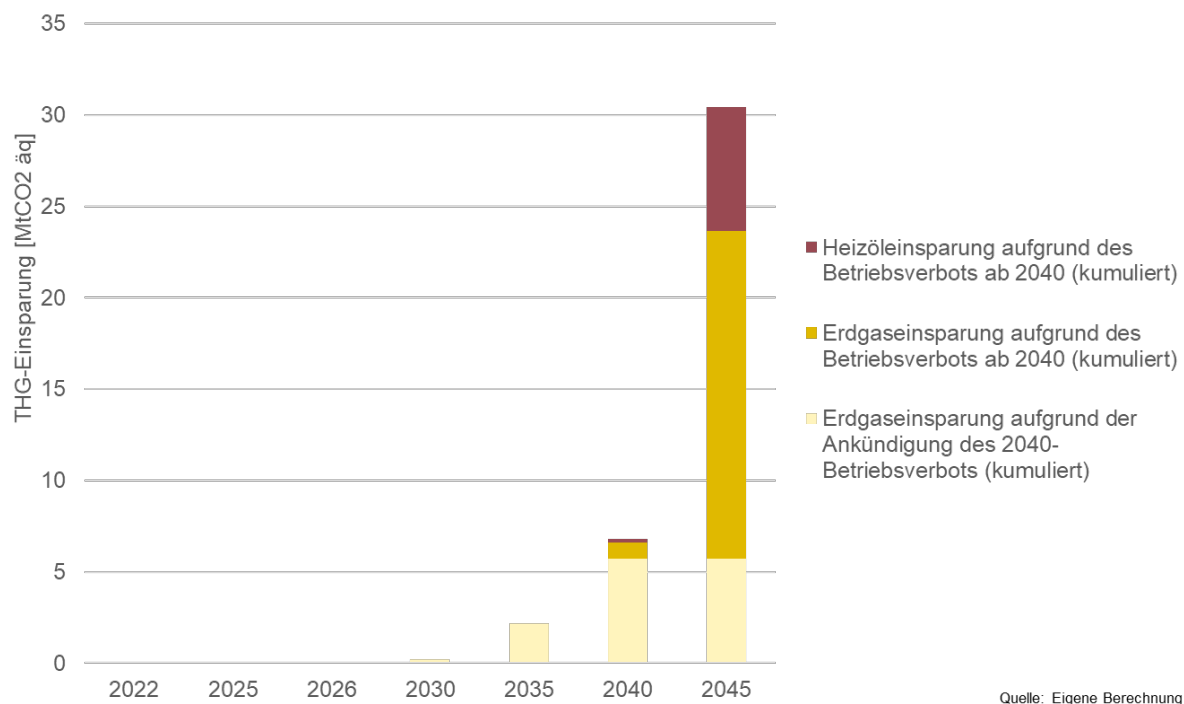


Abbildung 76: Kumulierte THG-Einsparung (nach Quellenbilanz) des Maßnahmenbündels Ausstieg verbleibender fossiler Wärmeerzeuger zwischen 2040 und 2045, in Mio. t CO₂eq

Tabelle 27: Quantifizierungsergebnisse des Maßnahmenbündels Ausstieg verbleibender fossiler Wärmeerzeuger (Jahreswerte)

Jahreswerte	Einheit	2025	2030	2035	2040	2045
Endenergieerduzierung (EEV)	TWh/a	-	1	1,8	5,1	11
Primärenergieerduzierung (nicht erneuerbar)	TWh/a	-	1,1	1,9	5,6	12,1
Primärenergieerduzierung (gesamt)	TWh/a	-	1,1	1,9	5,6	12,1
Treibhausgaseinsparungen (nach Quellenbilanz)	Mt CO ₂ -Äq./a	-	0,2	0,4	1,1	2,3
Treibhausgaseinsparungen (nach Verursacherbilanz)	Mt CO ₂ -Äq./a	-	0,2	0,4	1,3	2,8

Die kumulierten Einsparungen in Fünf-Jahres-Schritten sind in der folgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 28: Quantifizierungsergebnisse des Maßnahmenbündels Ausstieg verbleibender fossiler Wärmeerzeuger (kumuliert)

kumulierend ab 2022	Einheit	bis 2025	bis 2030	bis 2035	bis 2040	bis 2045
Endenergieerduzierung (EEV)	TWh	-	1	10,9	33,4	142,7
Primärenergieerduzierung (nicht erneuerbar)	TWh	-	1,1	12	36,8	157
Primärenergieerduzierung (gesamt)	TWh	-	1,1	12	36,8	157
Treibhausgaseinsparungen (nach Quellenbilanz)	Mt CO ₂ -Äq.	-	0,2	2,2	6,8	30,5
Treibhausgaseinsparungen (nach Verursacherbilanz)	Mt CO ₂ -Äq.	-	0,2	2,6	8,1	36,0

Die Umsetzung des Maßnahmenbündels führt in den Jahren bis 2040 nicht zu Mehrkosten, die über bestehende Systeme und Vorschläge hinausgehen. Durch ohnehin vorgeschriebene regelmäßige Besuche durch Schornsteinfegende sowie durch Erfassung von Kerndaten in einer Gebäudedatenbank lassen sich die vorgeschlagenen Maßnahmen mit überschaubarem Aufwand umsetzen. Erst ab 2040 entstehen Kosten für den Bundeshaushalt, wenn bei der Abschaltung verbleibender fossiler Erzeuger vor Ablauf der Lebensdauer bzw. Abschreibungszeit auch Entschädigungen nötig sein werden. Die Kosten für Entschädigungen fallen umso geringer aus, je frühzeitiger ein zukünftiges Betriebsverbot als Gesetz verabschiedet wird.

5.12 Wärmeplanung

Wärmeplanung	
Voraussetzungen schaffen	
Datengrundlage	
<ul style="list-style-type: none"> - Informationen über Gebäudebestand und Heizstrukturen - Informationen über Potenziale (Wärmequellen) 	
Informationswege	
<ul style="list-style-type: none"> - Die Länder informieren die Kommunen, welche alle relevanten Agierende einbeziehen 	
Vollzug	
<ul style="list-style-type: none"> - Gesetz für die kommunale Wärmeplanung durch den Bund - Der Bund schafft die gesetzlichen Rahmenbedingungen für die Wärmeplanung 	

Umsetzung
<p>Fördern</p> <ul style="list-style-type: none"> - Finanzierung der Aufstellung eines Wärmeplans - Finanzierung von Personal in den Kommunen - Förderung von Maßnahmen zur Umsetzung der Wärmepläne
<p>Fordern</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verpflichtende Herausgabe von Daten zu Gebäuden und Heizstrukturen - Möglichkeit der Ausgestaltung von Gaskonzessionsverträgen seitens der Kommunen
<p>Vollzug</p> <ul style="list-style-type: none"> - Länder verpflichten die Kommunen - Methodischen und inhaltliche Vorgaben durch die Länder
<p>Beratung und Stakeholder-Information</p> <ul style="list-style-type: none"> - Unterstützung von Kommunen durch Kompetenzzentren und / oder Energieagenturen

5.12.1 Hauptziel

Ziel der verpflichtenden kommunalen²⁰ Wärmeplanung ist es, im Sinne einer ganzheitlich nachhaltigen Stadt- und Raumentwicklung sowie der Daseinsvorsorge seine räumliche Abstimmung für die Erschließung von erneuerbaren Wärmequellen, der damit verbundenen Infrastrukturen und Wärmesenken zu erarbeiten, welche konsequent auf das Ziel der Klimaneutralität im Jahr 2045 ausgerichtet ist. Sie hat daher die Aufgabe, ein konsistentes Zielbild für die Wärmeversorgungsoptionen aus erneuerbaren Energien, also die Potenziale und den Bedarf, systematisch und gebietsspezifisch zusammenzuführen. Die Wärmeplanung umfasst vier wesentliche Prozesse: (1) eine Bestandsanalyse, (2) eine Potenzialanalyse, (3) die Aufstellung eines Zielszenarios und (4) die Entwicklung einer Wärmewendestrategie.

Das Instrumentenbündel “verpflichtende Wärmeplanung” umfasst sowohl die Pflicht zur kommunalen Wärmeplanung und eine Verbindlichkeit zur Umsetzung, als auch die Schaffung der dafür notwendigen rechtlichen und finanziellen Handlungsmöglichkeiten der Kommunen. Die daraus zu erfüllenden Aufgaben seitens der Kommune gehen somit über die Erstellung eines reinen Fachgutachtens hinaus.

5.12.2 Relevante Instrumente

	Kurzbeschreibung	Wirkungsdauer
Pflicht zur kommunalen Wärmeplanung	Verpflichtung für Kommunen einen Wärmeplan innerhalb eines vorgeschriebenen Zeitraums unter Beachtung der Zielvorgaben (Landesklimaschutzgesetze) zu entwickeln.	Kurzfristig: verbindlicher Wärmeplan aller betroffener Kommunen (z.B. ab 10.000 – 20.000 Einwohnern).

²⁰ Der Bund kann die Kommunen nicht verpflichten. Jedoch ist dieser Begriff gebräuchlich.

	Kurzbeschreibung	Wirkungsdauer
		Mittelfristig: die Fortschreibung und Umsetzung der wichtigsten Maßnahmen mit breiter Wirksamkeit und erste Evaluation. Langfristig: Langfristige Evaluationszyklen (Anpassung, Fortschreibung) und weitere Maßnahmen.
Rechtliche Handlungsmöglichkeiten für Kommunen verbessern	Die Kommune muss ausreichende Handlungsoptionen beim Datenzugriff und -schutz (Bestandsdaten, Potenzialdaten) bekommen, um eine sinnvolle Wärmeplanung entwickeln zu können. Es muss möglich sein, (Gas)Konzessionsverträge auszugestalten, dass erneuerbare Energien Vorrang erhalten und perspektivisch ein Rückbau der Gasinfrastruktur planbar und ermöglicht wird.	
Länderfinanzierungsausgleichsgesetz ändern (Kosten trägt Bund)	Um den personellen und technischen Aufwand (z.B. eigenes Personal zur Begleitung und Koordination des Wärmeplanungsprozesses, Vergabe externe Gutachten) zu bewältigen, müssen die Kommunen mit den notwendigen finanziellen Mitteln ausgestattet werden.	

5.12.3 Beschreibung

Datengrundlage

Zur Erstellung eines Wärmeplans ist die Erfassung und Bewertung der Wärmesenken und Wärmequellen unabdingbar. Häufig werden diese auch als Bestands- und Potenzialdaten beschrieben.

Zu den Bestandsdaten gehören z. B. Infrastrukturen wie Wärme- und Gasnetze, vorhandene Wärmeerzeuger und -speicher, Versorgungsstruktur der Gebäude, Ist-Zustand der Gebäude und Verbrauchsarten wie Heizwarmwasser, Trinkwarmwasser und Kälte (Riechel und Walter 2021). Hierfür eignen sich einheitliche Gebäuderegister, deren Schaffung auch in anderen Instrumentenbündeln gefordert wird. Ferner ist auch die Entwicklung der Einwohnerzahl und Bevölkerungsstruktur ein wichtiger Aspekt, da diese den zukünftigen Energiebedarf für die langfristige Fortschreibung eines Wärmeplans in einer Kommune aufzeigen.

Zu den Potenzialdaten gehören Informationen über die vorhandenen Möglichkeiten der Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien und nicht vermeidbarer Abwärmepotenziale auf dem Gebiet einer Kommune. Hierfür ist meistens die Erstellung detaillierter Gutachten durch externe Dienstleister notwendig. Erste Anregungen zu Potenzialen können, wenn vorhanden, digitalen Wärmekatastern oder Potenzialkarten entnommen werden. Dazu gehören z.B. Abwärmepotenziale aus Gebäuden, Industrie und Rechenzentren, sowie Potenziale im Bereich Biomasse, Solarthermie oder Geothermie. Bedarfe und Potenziale müssen anschließend bilanziert und kartografisch

verschnitten werden um Eignungsbereiche der zentralen oder dezentralen Wärmeversorgung auszuweisen. In Gebieten der dezentralen Versorgung müssen Eigentümerinnen und Eigentümer selbst gemäß Vorgaben eine individuelle Wärmeversorgung, z.B. durch eine Wärmepumpe, installieren. In Gebieten der zentralen Versorgung kommen Fern- oder Nahwärmenetze zum Einsatz. Alle Daten müssen für die Erstellung eines Zielszenarios in räumlich aufgelöster Darstellung vorliegen und sollten in regelmäßigen Zeitabständen (z.B. alle 5 Jahre) fortlaufend aktualisiert werden.

Weitere wichtige Aspekte, speziell für die Ermittlung der Bestandsdaten, ist der Detaillierungsgrad der Daten sowie die Zugänglichkeit von Daten die z.B. bei Schornsteinfegenden und Energieversorgenden liegen. Aus Gründen des Datenschutzes sind Daten der Heizungsstrukturen und Verbräuche oft nur eingeschränkt verfügbar. Die Nutzbarkeit dieser Daten, sofern vorhanden, ist von den Regelungen innerhalb der Landesklimaschutzgesetze als auch von den allgemeinen Vorgaben der DSGVO abhängig. Bisher werden Daten meist für 3 bis 5 Gebäude aggregiert, was die Verwaltung vor eine Herausforderung stellt, aussagefähige Rückschlüsse auf die Anforderungen in einzelnen Gebäuden oder Gebieten zu ziehen. Kommunen bevorzugen daher gebäudespezifische Daten. Der Datenabruf von Schornsteinfegenden oder Energieversorgenden ist in vielen Bundesländern kritisch oder oft schlicht nicht möglich. Die Klimaschutzgesetze Baden-Württembergs, Schleswig-Holsteins, Hamburg und Thüringens zeigen, dass hier wirkungsvolle Regelungen in den Klimaschutzgesetzen gefunden werden können. Auch wenn die Veröffentlichung von Daten in aggregierter Form ausreichend ist, sollten für die Analysen gebäudespezifische Daten bereitgestellt werden, welche ausschließlich für die Wärmeplanung genutzt werden und anschließend gelöscht werden. Die Herausgabe von Daten sollte zudem kostenneutral und die Möglichkeit der Nutzung der Daten durch Energiedienstleister geregelt sein. Letztlich sollte für eine effiziente Nutzung vorhandener Daten auch der Zugriff auf die Ergebnisse vorhandener Energieaudits und Transformationskonzepte im Bereich der Industrie erfolgen können.

Um den Aufwand für Kommunen gering zu halten und die Aussagefähigkeit von erhobenen Daten sicherzustellen, sollten alle Daten einem standardisierten Format entsprechen und digital verarbeitet werden, damit sie einfacher darstellbar und zu verarbeiten sind. Zudem eignen sich vorgefertigte Berechnungsgrundlagen und Tools, zum Beispiel bereitgestellt von Kompetenzzentren oder Landesenergieagenturen, um den Kommunen die Berechnung und Darstellung von Daten zu erleichtern (z.B. CO₂-Bilanzierung, Wirtschaftlichkeit von Maßnahmen, Erstellung von Karten).

Informieren

Die Wärmeplanung ist ein auf Verwaltungsebene tiefgreifendes Instrument welches im Kern sowohl die Aufstellung eines Wärmeplans seitens der Kommune vorsieht, als auch die Sicherstellung und Koordination von dessen Umsetzung. Von besonderer Bedeutung ist es daher, die betroffenen Kommunen frühzeitig über die Einführung einer Verpflichtung zu informieren. Diese müssen sich organisatorisch auf den Wärmeplanungsprozess einstellen, relevante Bereiche der Verwaltung (z. B. Stadtplanung, Fachamt für Umwelt, Klima oder Energie, Tiefbauamt, Kämmerei, Liegenschaftsamt, etc.) sowie den lokalen Wärmeversorger frühzeitig mit einbeziehen und qualifiziertes Personal vorhalten oder bei entsprechend bereitgestellten Fördermöglichkeiten anwerben. Die Praxis hat in Baden-Württemberg gezeigt, dass Kommunen, welche sich frühzeitig mit Aspekten einer Energie- oder Wärmeplanung oder anderen vorbereitenden Maßnahmen beschäftigt haben, handlungsfähiger waren (Kluge et al., in prep.). Energieagenturen sind sowohl von Seiten der Kommunen und durch die Beauftragung durch die Landespolitik frühzeitig mit einzubeziehen, da diese als überregionale

Ansprechpartner dienen und Koordinatoren der interkommunalen Zusammenarbeit sein können. Vor allem wenn die Möglichkeit der Bildung von überregionalen Planungsgemeinschaften mehrerer Kommunen gegeben ist, haben Energieagenturen sich in der Praxis als koordinierender Agierender herausgestellt.

Zu informierende Agierende aus der Energiewirtschaft sind Energieversorgende (privat und kommunal), Netzbetreiber (privat und kommunal) und Schornsteinfeger. Diese werden von den Kommunen angesprochen und in den Prozess eingebunden. Gesetzliche Regelungen bezüglich Datenbereitstellung (Verpflichtung und Format) sowie der Konzessionsverträge, soweit Kommunen hier Handlungsfähigkeit eingeräumt werden, sind maßgebend für die reibungslose Abwicklung. Für die Erstellung von technischen Gutachten oder Wärmeplänen für einzelne Kommunen kommt auch Fachplanenden, Architekturschaffenden und Energieberatern eine wichtige Rolle zu. Vor allem kleine Kommunen sind oft in hohem Maße auf externe Dienstleister angewiesen. Hier können Datenbanken für Anbieter von Dienstleistungen oder Technologien bereitgestellt durch die Länder oder Energieagenturen von Vorteil sein. Industrie- und Gewerbeunternehmen sowohl in der Rolle als Wärmeabnehmer, als auch als möglicher Breitere von Abwärme sind während der Planung und Umsetzung zentrale Agierende. Sie müssen von der Kommune im Planungsprozess identifiziert und angesprochen werden.

Generell ist zu empfehlen, alle Agierende über eine geplante Verpflichtung frühzeitig zu informieren, da der hohe Bedarf an Fachkräften zu Engpässen führen könnte und sich Agierende aus der Wirtschaft bezüglich Investitionen und Personal strategisch aufstellen müssen. Im Gesetzgebungsprozess sollten außerdem Erfahrungen von Kommunen aus den Ländern mit einer etablierten Wärmeplanung berücksichtigt werden (z.B. Baden-Württemberg) aber auch Vorreiter-Kommunen aus anderen Bundesländern mit einbezogen werden.

Die Bürgerschaft sollte frühzeitig in adressatengerechter Form der Kommunikation der Stadt bzw. Stadtwerke hinsichtlich der Prozesse der Wärmeplanung, sowie zulässiger bzw. geeigneter Versorgungsoptionen in einzelnen Gebieten informiert werden. Informationskampagnen sollen vor allem der Akzeptanz der Maßnahmen dienen und Entscheidungshilfen für einen anstehenden Heizungstausch bieten, um die Bürgerschaft in die Lage zu versetzen informierte Investitionsentscheidungen zu treffen und Fehlinvestitionen zu vermeiden. Vor dem Hintergrund der Einführung der 65%-Regel wird ein solches Vorgehen besonders wichtig.

Umsetzung Förderungen

Für die Wärmeplanung ist zwischen der Förderung zur Erstellung eines Wärmeplans und der Förderung von Maßnahmen zur Umsetzung der Wärmeplanung zu differenzieren. Die aktuelle Förderlandschaft ist aufgrund der verschiedenen Fördermittelgebenden (EU, Bund und Länder) komplex. Für die freiwillige Aufstellung von Wärmeplänen werden erfahrungsgemäß Förderprogramme der nationalen Klimaschutzinitiative (NKI), Programme innerhalb der Städtebauförderung, sowie EU-Mittel des EFRE-Strukturprogramms in Anspruch genommen. Kommunen, welche die Aufstellung von Wärmeplänen koordinieren und verantworten sollen, benötigen geschultes Personal für Verwaltungsaufgaben und die Koordination (z. B. Klimaschutzmanagerinnen/Personen). Diese werden zum Teil bereits über KfW Programme (z. B. KfW 432) gefördert, wobei die begrenzte Förderlaufzeit die langfristige Planung und Fortschreibung eines Wärmeplans hemmen können. Für die Umsetzung von Maßnahmen dient hauptsächlich die

Bundesförderung effiziente Gebäude (BEG) und die Bundesförderung effiziente Wärmenetze (BEW). Diese sehen Transformationspläne und Machbarkeitsstudien, systemische Förderungen sowie die Förderung von Einzelmaßnahmen vor. Eine Verknüpfung dieser beiden Förderprogramme mit den Anforderungen der Wärmeplanung sollte in Betracht gezogen werden, ggfs. durch einen eigenen Förderstrang. Ein weiterer planungsrelevanter Aspekt ist der nationale Brennstoffemissionshandel, der mit einem definierten Preispfad einen verstärkten finanziellen Anreiz für den Umstieg auf erneuerbare Wärme setzt.

In einzelnen Bundesländern bestehen bereits Finanzierungsmechanismen für die Umsetzung der landesgesetzlichen Pflicht zur Wärmeplanung oder entsprechende Mechanismen sind geplant. In Baden-Württemberg erhalten Kommunen eine jährliche Zuweisung zur Finanzierung der entstehenden Kosten in Form von „Konnexitätszahlungen“. Diese sind abhängig von der Einwohnerzahl der Kommunen und dienen zur Deckung der Kosten der Planerstellung und Fortschreibung sowie für beauftragte Planungsbüros. Bei diesen Mitteln besteht keine Zweckbindung oder begrenzte Laufzeit soweit die gesetzlichen Pflichten der KWP gemäß §7d (2) KSG BW erfüllt sind. Die in Schleswig-Holstein geplante Pflicht zur Wärmeplanung sieht ebenso eine „pauschale Zuweisung zuzüglich eines Aufschlags je Einwohner zur Finanzierung der entstehenden Kosten“ (§7 (9) EWKG) innerhalb der ersten drei bzw. sechs Jahre vor. Wichtig ist die Vollkostenerstattung der kommunalen Planungsträger, als auch der vollständige Ausgleich der Kosten im Bereich der Infrastrukturanpassungsmaßnahmen, beispielsweise Erschließung klimaneutraler Wärmequellen.

Die Finanzierung von Personal in den Kommunen ist ein zentraler Aspekt um die Handlungsfähigkeit der Kommunen zu sichern. Ähnlich der Vorgehensweise in BaWü und SH sollten Landesförderprogramme die Finanzierung von Personal in den Kommunen berücksichtigen. Die Förderlandschaft für Maßnahmen zur Umsetzung ist bereits vielseitig, wobei Kommunen Beratungsmöglichkeiten, z. B. durch Kompetenzzentren oder Energieagenturen, bereitgestellt werden sollten. Letztlich sollte die Förderung nicht von einer erfolgreichen Umsetzung der Wärmeplanung abhängig gemacht werden, wenn sich aus bestimmten Gründen Maßnahmen wirtschaftlich, ökologisch oder technisch als nicht umsetzbar herausstellen. Es ist daher nicht nur die Aufgabe des Bundes und der Länder den Kommunen eine ausreichende Finanzierung für Investitionen in benötigte Erzeugungsanlagen und Infrastruktur zur Wärmeversorgung bereitzustellen, sondern auch die Finanzierung des benötigten Personals zu ermöglichen.

Falls eine Mindesteinwohnerzahl für eine verpflichtende Wärmeplanung angestrebt wird, sind kleinere Kommunen von der Pflicht, aber auch der Möglichkeit der Förderung ausgenommen. Um allen Kommunen die Möglichkeit zu bieten einen Wärmeplan aufzustellen und umzusetzen, sollte der gesamte Förder- und Finanzierungsrahmen jeder Kommune zur Verfügung stehen, auch jenen, die von einer Verpflichtung nicht betroffen sind. Diese sollten jedoch gleiche Vorgaben zu erfüllen haben oder eingeschränkte Förderung erhalten falls diese Vorgaben in freiwilligen Wärmeplänen nicht erfüllt werden sollen. Nach dem Beispiel in Baden-Württemberg könnte dies über die Bildung von Planungsgemeinschaften kleinerer Kommunen geschehen.

Umsetzung Forderungen

Das Instrument der Wärmeplanung sieht zu allererst die verpflichtende Einführung der Wärmeplanung durch ein Bundesgesetz vor. Diese Verpflichtung sollte sowohl die Aufstellung von Wärmeplänen, als

auch die Umsetzung von Maßnahmen beinhalten. Die Verpflichtung für Kommunen muss und Vorgaben zu Erstellung der Pläne sollten auf Ebene der Länder erfolgen.

Im selben Zug ist eine vom Bund zu treffende Regelung der verpflichtenden Bereitstellung von Daten (Energieversorgende und Schornsteinfegende), deren Nutzungsrechte (Nutzung für die Wärmeplanung durch Kommunen und Energiedienstleistende) und ausreichenden Detaillierungsgrad (gebäudescharf) zu finden, die den Kommunen ausreichende gesetzliche Handlungsmöglichkeiten zur Datenbeschaffung ermöglicht.

In laufende Konzessionsverträgen ist aktuell kein Eingriff aufgrund einer Wärmeplanung möglich. Hier sollte den Kommunen die Möglichkeiten eingeräumt werden, laufende Gas-Konzessionsverträge als Maßnahme in Wärmeplänen anzupassen, was die Einflussnahme auf die Laufzeit (§ 46 Abs. 2 S. 1 EnWG) oder einen Ausstieg miteinschließt. Bei der Ausgestaltung künftiger Gas-Konzessionsverträge sollte die Sicherstellung einer klimaverträglichen Wärmeversorgung als Auswahlkriterium herangezogen werden (Senders, 2022). Hier ist der rechtliche Rahmen weiter zu klären und ggfs. anzupassen.

Der Anschluss- und Benutzungszwang bietet die Möglichkeit die Anschlussgrade effektiv zu erhöhen und zur Wirtschaftlichkeit einer leitungsgebundenen Wärmeversorgung beizutragen. Dies wird zum Teil erfolgreich in einzelnen Kommunen auch im Bestand umgesetzt, wenn die nötige Transparenz und Akzeptanz gegeben sind. Im Neubau wird ein Anschlusszwang bereits häufiger in Grundstücksverträgen mit aufgenommen. Es sollte hier auf eine bundesweite Regelung hinsichtlich der rechtlichen Handlungsmöglichkeiten eines Anschluss- und Benutzungszwangs hingearbeitet werden, da hier auf Landesebene unterschiedliche Regelungen bestehen. Eine Vereinheitlichung im Vorgehen, den Abläufen und die Bereitstellung von Leitfäden kann Kommunen bei der Umsetzung dieser ordnungsrechtlichen Maßnahme unterstützen.

Umsetzung Beratung und Stakeholder-Information

Kommunen kommt eine Schlüsselrolle in der Wärmeplanung zu, da sie Wärmepläne aufstellen, mit den betroffenen Agierenden kommunizieren und Zielszenarios bzw. Umsetzungsstrategien entwickeln und festlegen. Sie gehen auf relevante Agierende wie Energieversorgende, Schornsteinfegende, externe Dienstleistende oder Technologieanbieter zu. Dementsprechend wird ein Beratungsangebot für Kommunen benötigt, da besonders kleinere Kommunen oftmals nicht die notwendigen administrativen und fachlichen Kompetenzen und Kapazitäten haben. Auch bei der Aushandlung von Abwärmelieferverträgen zwischen Unternehmen und Wärmenetzbetreibern und der Absicherung des Ausfallrisikos einer Abwärmelieferung können Beratungsangebote, Konzepte für Back-Up Mechanismen und Musterverträge die Nutzung von Abwärme verbessern. Das Kompetenzzentrum Wärmewende (KWW) und weitere Beratungsstellen auf Bundes- und Landesebene sollten entsprechende bundesweite Angebote bereitstellen. Diese sollten ein breites Beratungs- und Informationsangebot – mit Leitfäden oder Berechnungs-Tools bereitstellen, die von Kommunen genutzt werden können. Wie am Beispiel der KEA-BW zu sehen ist, können Landesenergieagenturen eine wichtige Rolle spielen, um länderspezifische Regelungen besser zu adressieren. Weiterbildungsangebote können zusätzlich für mehr Expertise beim bestehenden Personal in der Verwaltung sorgen.

Vollzug

In diesem Instrument ist die bundeweite Einführung einer verpflichtenden Wärmeplanung über ein Bundesgesetz vorgesehen. Die Länder sind für die Ausgestaltung und Übertragung auf Kommunen verantwortlich. Sie legen auch fest, welche Kommunen davon betroffen sind, was über eine Mindesteinwohnerzahl definiert werden kann. Hier können die Klimaschutzgesetze der Länder als Grundlage für rechtssichere Regelungen dienen. Der Bund kann und muss jedoch zusätzlich Vorgaben und Regelungen zur Datenbereitstellung, dem Konzessionsrecht, der Förderung und Finanzierung von Wärmeplänen und Maßnahmen, sowie zum Abbau des planungsrechtlichen Aufwands machen. Die Konzeptionierung einer Wärmeplanung und deren Koordination obliegt den Kommunen.

Um den Kommunen die notwendige Handlungsfähigkeit einzuräumen, sollten die bereits angesprochenen Punkte im Bereich der Bereitstellung von Daten, der Finanzierung von Personal in den Kommunen und der Beeinflussung von Konzessionsverträgen berücksichtigt werden. Des Weiteren sollten gerade im Bereich des Planungs- und Genehmigungsrechts der Bürokratieabbau, die Digitalisierung und eine Beschleunigung gerichtlicher Verfahren fokussiert werden.

Da einzelnen Kommunen bereits freiwillig oder aus anderen Gründen Energie- oder Wärmepläne in verschiedenen Formen ausgearbeitet haben, sollte diesen Kommunen die Möglichkeit der Verwertbarkeit dieser Planungen innerhalb einer neu eingeführten Verpflichtung eingeräumt werden, sofern diese die Vorgaben erfüllen. Generell ist es erforderlich Kommunen aufgrund der ihnen zugewiesenen Gewährleistungsfunktion eine ausreichende Vorlaufzeit für organisatorische, finanzielle und personelle Vorbereitungen einzuräumen.

In Bezug auf die Erstellung und Umsetzung von Wärmeplänen sollten konkrete Zeitpläne bzw. Meilensteine ausgegeben werden. Langfristig stellt dies die Fortschreibung und das Monitoring von Wärmeplänen, der Erreichung der Zielszenarios, sowie von Umsetzungsmaßnahmen sicher. Um eine Verbindlichkeit der Wärmeplanung sicherzustellen, sollten eindeutige Haftungsregeln der CO₂ und Energiebilanzen seitens der Kommune oder dem beauftragten Wärmenetzbetreiber definiert werden.

Wechselwirkungen innerhalb des Bündels

Mitnahme- und Vorzieheffekte

In vereinzelt Kommunen wurden bereits auf freiwilliger Basis auch außerhalb von Verpflichtungen und Förderungen Wärmepläne umgesetzt. Dies stellt aber eher eine Ausnahme dar, womit die zu erwartenden Mitnahmeeffekte als gering anzunehmen sind.

Seitens der Fernwärmenetzbetreiber sind bereits in einigen Kommunen Dekarbonisierungsfahrpläne oder Transformationspläne für die Wärmenetze erstellt worden. Im Zuge der Bundesförderung effiziente Wärmenetze ist mit der Erstellung einer relevanten Anzahl weiterer Transformationspläne zu rechnen. Diese können einen wesentlichen Input bei der Erstellung der Wärmeplanung leisten. Wiederum sollte die strategische Zielsetzung der Transformationspläne frühzeitig mit der Kommune abgestimmt werden um die Konformität mit der (noch ausstehenden) Wärmeplanung zu gewährleisten.

Es ist nicht mit relevanten Vorzieheffekten zu rechnen.

Nachlaufeffekte

Die Nachlaufeffekte hängen vom Evaluierungszeitpunkt der Wärmeplanung ab. Grundsätzlich ist die Wärmeplanung als fortlaufender und nicht endender Prozess zu verstehen. Jedoch kann anhand der aufzustellenden Zielszenarios in den einzelnen Kommunen ein Nachlaufeffekt auftreten. Wird die Wirkung des Wärmeplans z.B. bis 2030 bewertet, wird diese relativ gering ausfallen, weil ein großer Teil der Maßnahmen erst deutlich später umgesetzt wird.

Strukturelle Effekte

Mögliche positive strukturelle Faktoren ergeben sich aus der aktuellen Energiekrise und dem Wunsch nach weniger Abhängigkeit in der Gasversorgung. Die kommunale Wärmeversorgung bietet die Möglichkeit die Wärmeversorgung aus lokalen erneuerbaren Quellen sicherzustellen und folglich eine resilientere und flexiblere Wärmeversorgung zu gestalten. Auch die steigenden Kosten nicht erneuerbarer Wärmeerzeugung durch die CO₂-Bepreisung steigert sowohl den Anreiz zu kommunalen Wärmeplänen, als auch die Akzeptanz in Kommunen und der Bevölkerung.

Demgegenüber stehen jedoch negative strukturelle Effekte. Der Fachkräftemangel, sowohl beim Personal in den Kommunen, als auch bei Dienstleistenden oder Technologieanbietenden kann die Handlungsfähigkeit von Kommunen und die zeitliche Erreichbarkeit der Ziele und Vorgaben negativ beeinflussen. Vor allem im ländlichen Raum sind Kommunen benachteiligt, da diese weniger Personal vorhalten können und oft erhöhte Schwierigkeiten bei der Suche nach Fachkräften haben. Die niedrige Sanierungsrate erschwert zudem die Einbindung bestimmter erneuerbarer Wärmeversorgungstechnologien in einzelnen Gebäuden und kann somit das Potenzial bestimmter Technologien, beziehungsweise die Zahl der Abnehmenden reduzieren.

Spill-Over Effekte (Übertragungseffekte)

Übertragungseffekte bestehen vor allem im Bereich der angebotenen Wärmeversorgungstechnologien aber auch bei den Ambitionen zur Gebäudesanierung. So ist zu erwarten, dass die Nachfrage nach bestimmten Technologien bundesweit stark steigt (z.B. Wärmepumpen), wodurch sich neue regionale Wertschöpfungsketten ergeben können. Auch ist ein Anstieg von Wärmenetzanschlüssen zu erwarten. Da Gebäude für die Einbindung bestimmter erneuerbarer Wärmeversorgungstechnologien eine gewisse Energieeffizienz aufweisen müssen, ist eine flächendeckende Steigerung der Sanierungsrate möglich.

Reboundeffekte

Diese Effekte sind schwer absehbar, da Einsparpotenziale abhängig von den spezifischen Gegebenheiten in einzelnen Gebieten oder Gebäuden sind (z.B. Gebäudezustand, Wärme-Technologie, Einfluss des Klimas, etc.). Grundsätzlich können Maßnahmen, die dazu führen, dass die Kosten für die Temperierung von Gebäuden sinken oder weniger stark steigen, zu einer Anpassung des Nutzerverhaltens führen und somit einen Teil der erzielbaren Einsparungen abschöpfen. Reboundeffekte in relevanter Größenordnung erwarten wir für dieses Instrumentenpaket nicht.

5.12.4 Wechselwirkung

Mit anderen Handlungssträngen/Instrumentenbündeln

Die Wärmeplanung ist ein verknüpfendes Element und stellt somit einen systematischen Bezug zu den im folgenden aufgeführten Instrumenten her:

- **Bereitstellung netzgebundene Wärme:** Wärmeplanung dient der Identifikation räumlich geeigneter EE-Wärmeerzeugungsoptionen und von Abwärmepotenzialen für Wärmenetze, sowie von Gebieten, in denen der Ausbau und die Nachverdichtung von Wärmenetzen die beste Option mit Blick auf die klimaneutrale Wärmeversorgung darstellt.
- **Anschluss an Wärmenetze:** Die Wärmeplanung dient der Ermittlung der gebietsspezifischen Anschlussperspektive als auch der tatsächlichen Erhöhung der Anschlussgrade an EE-Wärmenetze.
- **Ausbau dezentrale Wärmespeicherung:** Die Wärmeplanung dient der Identifikation von Bereichen für bestimmte Wärmespeicheroptionen und saisonale Wärmespeicherbedarfe.
- **Ausstieg verbleibende Fossile:** Kommunen können mit der Wärmeplanung den Umstieg auf EE-Wärme gestalten, sofern nötige rechtliche Handlungsoptionen gegeben sind (Konzessionsverträge, Satzungen, ggfs. Anschluss- und Benutzungszwang).
- **Ausstieg Erdgas:** Kommunen können mit der Wärmeplanung den Rückbau (Umbau) der Gasnetze gestalten, sofern nötige rechtliche Handlungsoptionen gegeben sind (Gaskonzessionsverträge).
- **Rollout Wärmepumpen (Vorschlag: Ausbau und Nutzung von klimaneutralen Energiequellen):** Die Wärmeplanung dient der Identifikation von Eignungsbereichen für eine dezentrale Wärmeversorgung mit Erneuerbaren Energien und Abwärme bei denen Wärmepumpen eine Schlüsseltechnologie darstellen.
- **Gezielter Biomasseeinsatz:** Die Wärmeplanung dient der geeigneten Lenkung des nachhaltigen energetischen Einsatzes von Biomasseressourcen.
- **THG neutraler Strom:** Die Wärmeplanung muss den erhöhten Strombedarf für bestimmte EE-Wärmeversorgungsoptionen (z.B. Wärmepumpen) mitdenken und sollte Möglichkeiten zur Nutzung von Überschussstrom im Wärmesektor berücksichtigen.
- **Zielkonforme Gebäudehüllen:** Für die Einbindung und Eignung von EE-Wärme in bestimmten Gebieten (Bestandsgebäude) ist die Sanierung von Gebäuden ausschlaggebend.
- **Rationeller Neubau:** Die Wärmeplanung kann gebietsspezifische Vorgaben zu Wärmeversorgungsoptionen im Neubau machen (z.B. keine fossile ET, dezentrale EE-Wärme, etc.). Mindestanforderungen der Energieeffizienz im Neubau vereinfachen die Einbindung von EE-Wärme und erweitern die Optionen innerhalb der Wärmeplanung.
- **Energieverbrauch der Anlagentechnik reduzieren / Energie- und Flächensparendes Verhalten:** Sollte in der Wärmeplanung mitbedacht werden (z.B. generationengerechtes Wohnen; Reduktion des Flächenverbrauchs und der Bodenversiegelung).

Kritische Randbedingungen für die Umsetzung – Abminderung des Potenzials

- Verbindlichkeit innerhalb der Wärmeplanung:
 - Verbindlichkeit zur Umsetzung über Wechselwirkungen oder Förderbedingungen herstellen
 - Wärmeplanung als übergeordnete Leitinstanz (z.B. in der Raumplanung) einordnen
 - Regelmäßige Überprüfung / Monitoring der Entwicklung und ggfs. Anpassung des Wärmeplans bis zur abgeschlossenen Umsetzung

- Verbindliche Agierenden- und Öffentlichkeitsbeteiligung für eine verbesserte Transparenz und gesellschaftliche Akzeptanz
- Unzureichende rechtliche Handlungsoptionen der Kommunen
 - Ermöglichung der Datenabfrage (Bundesgesetzgebung für Datenschutzregelungen notwendig) im notwendigen Detaillierungsgrad (z.B. Schornsteinfegendendaten, Gebäudedaten, Abwärmepotenziale der Industrie, Datensätze zum lokalen Geothermiepotenzial etc.)
 - Ermöglichung der Beeinflussung von Konzessionsverträgen (Rückzug Gasversorgung)
- Unzureichende Finanzierung / Förderung:
 - Personelle Ressourcen in den Kommunen nicht ausreichend (Mittelbereitstellung, Qualifizierungsangebote, Fachkräftemangel)
 - Finanzierungsausgleich für Kommunen nicht gewährleistet (z.B. für Personal, externe Dienstleistungen / Gutachten)
 - Unzureichender CO₂-Preis (schnelles Schließen der Preislücke zu fossilen Energieträgern) bzw. unzureichende oder nicht an die Ansprüche der Wärmeplanung angepasste Förderprogramme
- Kommunikation / Information und Verwaltung:
 - Fehlende Kooperationsbereitschaft bei der interkommunalen Zusammenarbeit (nicht alle Kommunen haben ausreichende EE-Potenziale oder ausreichend Kapazitäten in der Verwaltung)
 - Unzureichende Kommunikation / Verantwortungsaufteilung zwischen den Agierenden der Wärmeplanung (Kommune, Energieversorgende, Bürgerschaft, Industrie, Energieagenturen, etc.)
 - Unzureichende Beratungsmöglichkeiten (Kompetenzzentren Kommunale Wärmeplanung, Energieagenturen, Leitfäden) und Berechnungstools (bundeseinheitliche Bestands- und Potenzialanalyse) für Kommunen
 - Unzureichende gesellschaftliche Akzeptanz (Kosten, Umlagen, Mieterschutz)
- Unzureichende Verfügbarkeit Planungsbüros / Dienstleistende / Handwerkliches Fachpersonal / Anlagentechnik / -komponenten
- Unzureichende Sanierungsstrategie für Gebäude zur Einbindung von EE-Wärme
 - Die Umsetzung von Effizienzmaßnahmen ist eine Grundlage zur Dekarbonisierung der kommunalen Wärme
- Interessenkonflikte zwischen Agierenden

5.13 Energieverbrauch der Anlagentechnik reduzieren

5.13.1 Hauptziel

Um die Ziele zur Reduktion der Treibhausgasemissionen bis 2045 zu erreichen, muss neben dem beschleunigten Ausbau der Erneuerbaren Energien auch die Energieeffizienz gesteigert werden, um Verbrauchsreduktionen zu erzielen. Im Gebäudesektor (Wohn- und Nichtwohngebäude) spielt dabei die Energieeffizienz der Anlagentechnik für Heizung, Kühlung und Lüftung hierfür eine große Rolle. Sowohl alte als auch neue Anlagen weisen hohe Verluste auf, wenn sie nicht optimal betrieben werden. Daher besteht ein großes Energie-Einsparpotenzial in der Optimierung des Betriebs – sowohl von neuen als auch von Bestandsanlagen. Um dieses Einsparpotenzial zu heben, muss zunächst mit der notwendigen Messtechnik eine Datengrundlage geschaffen werden, auf deren Basis eine regelmäßige Prüfung der Betriebseffizienz stattfinden kann. So können Maßnahmen zur Reduktion des Energieverbrauches der Anlagentechnik identifiziert und umgesetzt werden.

Dieses Maßnahmenbündel wird in Rahmen dieses Vorhabens nicht quantifiziert. Erstens wird im Vergleich zu den anderen Bündeln eine geringe Wirkung bzw. Einsparung erwartet. Zweitens handelt es sich bei diesem Bündel um einige kleinteilige Maßnahmen mit vielen Wechselwirkungen zu anderen Bereichen, die eine Quantifizierung schwierig machen.

Energieverbrauch der Anlagentechnik reduzieren	
Voraussetzungen schaffen	
Datengrundlage	<ul style="list-style-type: none"> – Verbesserung der Datengrundlage für die Betriebsoptimierung durch verpflichtende Mess- und Zählkonzepte für neu eingebaute Anlagen
Konzeptentwicklung und Information	<ul style="list-style-type: none"> – Entwicklung von Mess- und Zählkonzepten – Ausgestaltung der Betriebsüberwachung/Effizienzprüfung kleiner Anlagen – Ausgestaltung Audits größere Anlagen
Vollzug	<ul style="list-style-type: none"> – Gebäuderegister einführen.
Umsetzung	
Fördern	<ul style="list-style-type: none"> – Gezielte Forschungs- und Innovationsförderung für die Anlagentechnik – Fortgesetzte Förderung von Effizienzmaßnahmen für die Anlagentechnik – Förderung der Entwicklung und Anreize bei der Förderung für die Nutzung von Zertifizierungen für Qualitätssicherungsprozesse bei größeren neuen Anlagen
Fordern	<ul style="list-style-type: none"> – Verpflichtung eines Mess- und Zählkonzeptes für neue Anlagentechnik – Prüfung von Nachrüstpflichten bei der Messtechnik (Wärmemengenzähler) für bestehende Anlagen

- Verpflichtende regelmäßige Kontrolle der Effizienz im Betrieb
- Verpflichtende Optimierung der Anlagentechnik und Nutzerschulung

Vollzug

- Prüfung durch Sachverständige
- Eintragung ins Gebäuderegister
- Umlagefähigkeit der Betriebskosten in vermieteten Gebäuden nur bei erfolgter Betriebseffizienzkontrolle und ggf. Optimierung. Beratung und Stakeholder-Information
- Frühzeitige Kommunikation zur breiten Einführung von Messkonzepten und –einrichtungen
- Aus- und Weiterbildung des Kreises der Prüfenden

5.13.2 Relevante Instrumente

	Kurzbeschreibung	Wirkungsdauer
Verpflichtung eines Mess- und Zählkonzeptes für die Anlagentechnik	Sowohl im Neubau als auch beim Austausch von Anlagen im Bestand sollte die Erstellung und Umsetzung eines Mess- und Zählkonzeptes für die Anlagentechnik verpflichtend werden, um die Datengrundlage für die Optimierung des Betriebs zu schaffen. Für größere Anlagen könnte auch bei bestehenden Anlagen eine Pflicht zur Nachrüstung einer Grundausstattung geprüft werden (z.B. Wärmezähler).	Mittelfristig
Regelmäßige Betriebsüberwachung/Effizienzprüfung	Die Effizienz der Anlagentechnik im Betrieb soll regelmäßig kontrolliert werden. Für kleinere Heizungsanlagen (z.B. EFH oder kleine MFH): Jährliches Monitoring der Betriebseffizienz z.B. durch den Schornsteinfegende. Für Anlagen ab definierter Größe: Regelmäßige Audits für die Anlagentechnik inklusive Messungen (temporär oder dauerhaft).	Kurzfristig
Verpflichtende Optimierung der Anlagentechnik und Nutzerschulung	Verpflichtung zu grundlegenden Maßnahmen der Anlageneffizienz (hydraulischer Abgleich, Dämmung) bei Installation einer neuen Heizung bzw. bei Bestandsanlagen ggf. nach der ersten Effizienzprüfung. Regelmäßige Prüfung und Nutzerschulung (NWG) oder Information (WG) der Nutzenden zu optimierten Einstellungen der Anlagentechnik.	Mittelfristig
Förderung von Effizienzmaßnahmen der Anlagentechnik	Fortsetzung der Förderung von Maßnahmen zur Verbesserung der Anlageneffizienz. Regelmäßige Überprüfung, ob eine Erweiterung des Maßnahmen-Katalogs sinnvoll ist. –	Kurzfristig
Forschungs- und Innovationsförderung Anlagentechnik	Gezielte Forschungs- und Innovationsförderung für die Anlagentechnik	Mittelfristig

	Kurzbeschreibung	Wirkungsdauer
Zertifizierung Energieeffizienz für neue Anlagen	(Optional) Qualitätssicherungsprozess für die Planung, die Installation, Inbetriebnahme und initiale Betriebsoptimierung größerer Anlagen: Förderung der Entwicklung entsprechender Zertifizierungen bzw. Setzung von Anreizen zu deren Nutzung.	Langfristig

5.13.3 Beschreibung

Voraussetzungen schaffen: Datengrundlage

Um die Effizienz einer Anlage bestimmen und ggf. durch Anpassungen zu optimieren, werden Daten zum Betrieb der Anlage, z.B. zum Verbrauch, benötigt. Diese Daten müssen in ausreichender Auflösung und für längere Zeiträume vorliegen. Bisher fehlt oft die installierte Technik um die Daten zu erfassen und zu speichern. Durch ein verpflichtendes Mess- und Zählkonzept für die Anlagentechnik kann die Datengrundlage für eine Betriebsoptimierung geschaffen werden.

Voraussetzungen schaffen: Information und Konzeptentwicklung

Um verpflichtende Mess- und Zählkonzepte für neue Anlagen bzw. Nachrüstmaßnahmen für bestehende Anlagen einführen zu können, müssen hierfür Mindestanforderungen entwickelt werden. Die Anforderungen an das Konzept sollten in Abhängigkeit der Anlagengröße gestuft werden. Damit verbunden werden könnte die Entwicklung von Konzepten für die – ebenfalls nach Anlagengröße abgestufte – Betriebsüberwachung. Bei größeren Anlagen ist für die regelmäßige Qualitätssicherung der Einsatz von Fachpersonal für Energieaudits und eine digitale Betriebsüberwachung sinnvoll. Für kleinere Heizungsanlagen (z. B. EFH oder kleine MFH) könnte das Monitoring beispielsweise durch Schornsteinfegende stattfinden, die bei Bedarf eine Optimierung durch den Fachbetrieb anregen bzw. einfordern. Gerade bei der zukünftig zu erwartenden steigenden Anzahl der Wärmepumpen im Bestand und von Hybridheizungen ist es sinnvoll, dass in regelmäßigen Abständen ein Sachverständiger die Betriebsdaten (z.B. Jahresarbeitszahl) prüft. Bei der Ausgestaltung der Konzepte sollte auf eine ausreichende Kommunikation mit den Verbänden der entsprechenden Stakeholder geachtet werden (z. B. Handwerksverbänden, Schornsteinfegenden, Heizungsbauenden) um eine gute Umsetzbarkeit in der Praxis sicherzustellen.

Eine für den Nutzer leicht verständliche Anzeige zur Effizienz bei neuen Anlagen – z.B. durch eine Ökodesign-Anforderung auf EU-Ebene – ist erstrebenswert.

Voraussetzungen schaffen: Vollzug

Für einen vereinfachten Vollzug und zur Verbesserung der Datengrundlage – welche zukünftig z. B. auch Vergleiche ähnlicher Gebäude erlaubt – wäre es sinnvoll Informationen zur regelmäßig durchgeführten Qualitätssicherung (Energie-Audit, jährliches Prüfungsergebnis des Schornsteinfegenden) in dem zu schaffenden Gebäuderegister/Gebäudedatenbank zu speichern.

Umsetzung: Förderungen

Maßnahmen zur Verbesserung der Anlageneffizienz (z.B. Heizungsoptimierung, Wärmerückgewinnung bei Lüftungsanlagen) sollten auch weiterhin in der Bundesförderung Effiziente Gebäude (BEG) gefördert werden. Zudem sollte, der Katalog an förderfähigen Maßnahmen regelmäßig auf mögliche Ergänzungen überprüft werden.

Gleichzeitig sollte durch gezielte Forschungs- und Innovationsförderung die Entwicklung hocheffizienter Anlagentechnik unterstützt werden, z.B. von auf den Einsatz in Bestandsgebäuden ausgerichteter Wärmepumpen oder die Optimierung der Steuerung des Zusammenspiels mehrerer Wärmeerzeuger.

Für größere neue Anlagen kann ein Qualitätssicherungsprozess mit einem externen Sachverständigen sinnvoll sein, um ein optimaler Ablauf und Ineinandergreifen der Planung, Installation, Inbetriebnahme und anfänglicher Optimierung im Betrieb sicherzustellen. Die Entwicklung entsprechender Normen und Zertifizierungen (Beispiel: „Qualitätssiegel Raumluftechnik“) sollte finanziell gefördert und ihre Nutzung ggf. durch Anforderungen in den Förderbedingungen für größere Anlagen angereizt werden.

Umsetzung: Forderungen

Die vorgeschlagenen ordnungsrechtlichen Instrumente bauen direkt aufeinander auf. In drei Schritten soll so eine Reduzierung des Energieverbrauches der Anlagentechnik erreicht werden:

- **Verpflichtendes Mess- und Zählerkonzept für belastbare Daten:** um die Erfassung der Daten zu ermöglichen, die für eine regelmäßige Überprüfung der Betriebseffizienz sind, werden verpflichtende Mindestanforderungen an die Messtechnik für neue Anlagen vorgeschrieben. Geprüft werden sollte zudem eine Pflicht zur Nachrüstung einer Grundausstattung – z.B. Wärmemengenzähler – für bestehende Anlagen ab einer bestimmten Größe (siehe vorhergehenden Abschnitt zur Schaffung der Voraussetzungen).

Regelmäßige Betriebsüberwachung: Eine verpflichtende und zur Prüfung der Betriebseffizienz auf Basis der durch die Ausstattung mit der notwendigen Messtechnik geschaffenen Datengrundlage sollte eingeführt werden. Abgestuft nach Anlagengröße sollten unterschiedliche Arten der regelmäßigen oder dauerhaften Überwachung bzw. Prüfung der Betriebseffizienz vorgeschrieben werden (siehe Vorschlag zur Konzeptentwicklung im Abschnitt zur Schaffung der Voraussetzungen). Bei größeren Anlagen könnte bspw. ein dauerhaftes Energiemanagement gefordert werden, und bei kleineren Anlagen (EFH, kleinere MFH) eine jährliche Überprüfung durch einen Sachverständigen (z. B. Schornsteinfegende).

- **Verpflichtung von Maßnahmen zur Optimierung der Anlagentechnik:** bestimmte grundlegende Maßnahmen (z.B. hydraulischer Abgleich – wie im Energiesicherungspaket für Mehrfamilienhäuser bereits vorgesehen -, Dämmung von Rohren/Warmwasserspeicher) zur Erhöhung der Energieeffizienz sollten verpflichtend vorgeschrieben werden. Zu prüfen wäre, ob bei größeren Anlagen weitere Optimierungsmöglichkeiten, die sich aus der Prüfung der Betriebseffizienz ergeben, ebenfalls innerhalb zu bestimmender Zeiträume verpflichtend umgesetzt werden sollten.

Umsetzung: Vollzug

Die Erfüllung der Mindestanforderungen an die vorhandene Mess- und Zähltechnik bei neuen Anlagen, bzw. ggf. Nachrüstpflichten für bestehende Anlagen sowie die Verpflichtungen von Maßnahmen zur Optimierung der Anlagentechnik sollten bei der regelmäßigen Prüfung der Betriebseffizienz kontrolliert werden. Die Durchführung und das Ergebnis der Prüfung der Betriebseffizienz sollte in dem zu schaffenden Gebäuderegister festgehalten werden.

Für vermietete Gebäude könnte geprüft werden, die Umlagefähigkeit der Betriebskosten an die durchgeführte Prüfung der Betriebseffizienz und ggf. Ausführung von Optimierungsmaßnahmen zu knüpfen.

Umsetzung: Beratung und Stakeholder-Information

Essentiell für dieses Instrumentenbündel ist die Information und Aus- bzw. Weiterbildung der Personen, welche die Prüfung der Betriebseffizienz vornehmen. Nach Entwicklung der entsprechenden Prüfkonzepte muss dieser Personenkreis rechtzeitig informiert werden, um seiner Aufgabe nachzukommen. Eine frühzeitige Kommunikation ist auch für Herstellende und Planende wichtig. Ebenfalls informiert werden müssen die betroffenen Eigentümerinnen und Eigentümer.

Wechselwirkungen innerhalb des Bündels

Insbesondere bei der Umsetzung der Forderungen sind wichtige Wechselwirkungen zu erwarten, da die regelmäßige Betriebsüberwachung auf eine ausreichende Datengrundlage angewiesen ist, für die wiederum Mindestanforderungen an Datenerfassung und –Speicherung erfüllt sein müssen. Daher ist die oben ausgeführte Reihenfolge von Relevanz.

5.13.4 Wechselwirkung

Mit Anderen Handlungssträngen/Instrumentenbündeln

Eine relevante Wechselwirkung ist mit dem Instrumentenbündel „Rollout Wärmepumpen“ zu erwarten, da insbesondere bei Wärmepumpen und Hybrid-Heizungen eine Überprüfung der Effizienz im Betrieb sinnvoll ist. Beim den demnächst in großer Zahl eingebauten Geräten sollte von Anfang an eine ausreichende Messtechnik vorhanden sein, um eine spätere Optimierung im Betrieb so einfach wie möglich zu machen.

Kritische Randbedingungen für die Umsetzung – Abminderung des Potenzials

Für den Erfolg der hier beschriebenen Instrumente bei der Reduktion des Energieverbrauches der Anlagentechnik ist die Motivation und Verfügbarkeit der ausführenden Fachkräfte essentiell. Deren Vertreter sollten daher von Anfang an in die Entwicklung der Prüfkonzepte mit einbezogen werden, um diese praxistauglich und in den Arbeitsalltag gut integrierbar zu gestalten. Die Aufgrund des Fachkräftemangel nur sehr beschränkt zur Verfügung stehende Arbeitszeit – sowohl der Prüfenden als auch der mit der Optimierung beauftragten Fachkräfte – ist ein limitierender Faktor. Bei einer stimmigen Entwicklung und Umsetzung der Konzepte zur (digitalen) Betriebsüberwachung besteht ggf. aber auch das Potenzial Arbeitsabläufe zu vereinfachen und so eine bessere Allokation von Kapazitäten im Fachhandwerk zu ermöglichen.

5.14 Die Transformation im Gebäudesektor sozialverträglich gestalten

5.14.1 Hauptziel

Die politischen Instrumente, die die Gebäudestrategie Klimaneutralität ermöglichen sollen, haben Auswirkungen auf die Wohnsituation der Betroffenen, die Kosten des Wohnens und damit auch auf die Bezahlbarkeit von Wohnraum. Um die Sozialverträglichkeit und Akzeptanz der politischen Instrumente zu gewährleisten, sind entlastende Mechanismen insbesondere für einkommensschwache Haushalte notwendig.

Ziele der nachfolgend beschriebenen Instrumente sind: (1) die Unterstützung bei der Bezahlbarkeit von Energiekosten, (2) eine sozialgerechte Verteilung der Investitionskosten (Mietende/Vermietende) und die Gestaltung von Förderung, sowie (3) die Vereinbarkeit von sozialer Gerechtigkeit mit einer klimaverträglichen Gebäudestrategie.

5.14.2 Relevante Instrumente

	Kurzbeschreibung	Zielgruppe
Klimageld	Über die Abschaffung der EEG-Umlage hinaus soll ein sozialer Kompensationsmechanismus in Form eines monatlich oder jährlich pro Kopf ausgezahlten Klimageldes entwickelt und umgesetzt werden.	Selbstnutzende Eigentümerinnen und Eigentümer sowie Mietende
Erweiterung bestehender Förderprogramme um soziale Komponenten	Für die sozialgerechtere Verteilung von Fördermitteln eignet sich die Erhöhung der Fördersätze in der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) für einkommensschwache Haushalte bzw. kleine Unternehmen. Das Programm der energetischen Stadtsanierung bietet Potential sozialgerecht weiterentwickelt zu werden.	Eigentümerinnen und Eigentümer
Generationengerechtes Wohnen	Ziel des Instruments ist die bessere Verteilung von Wohnraum. Es betrifft die finanzielle Förderung von Wohnungstauschprojekten , die Schaffung kommunaler Aktionsstellen zur effizienten Wohnraumnutzung oder bundesweite Wohnbörsen, aber auch Maßnahmen der Förderung im Bereich Wohnungstausch.	Selbst nutzende und Mietende

	Kurzbeschreibung	Zielgruppe
Bezahlbaren Wohnraum schaffen	Dieses Instrument sieht die Erhöhung der Mittel für den sozialen Wohnungsbau und die steuerliche Förderung und Investitionszulagen für gemeinnützige Wohnungsgesellschaftsmodelle vor, um bezahlbaren Wohnraum zu verstetigen.	Mietende und Selbstnutzende
Reform der Energiekostenaufteilung: Einführung der Teilwärmiete oder eines Drittelmodells	Um das Dilemma der Energiekostenaufteilung zu überwinden, wird das Modell der Teilwärmiete vorgeschlagen, welche Auswirkungen auf die Modernisierungsumlage hätte. Als Alternative wäre das Instrument Drittelmodell denkbar, hierbei können Kosten für energetische Modernisierungen zwischen Staat, Vermietende und Mietende aufgeteilt werden und die Modernisierungsumlage abgesenkt werden.	Vermietende und Mietende

5.14.3 Beschreibung

Nachfolgend werden die einzelnen Instrumente des Instrumentenbündels beschrieben. Da es sich um ein Bündel an Instrumenten handelt, wird an dieser Stelle die Struktur der Instrumentenbeschreibung angepasst, indem die Effekte der einzelnen Instrumente in einem gemeinsamen Abschnitt beschrieben werden.

Klimageld

Wirkungsbeschreibung

Mit einem Klimageld würde die Bürgerschaft einen Betrag aus den Einnahmen der nationalen CO₂-Bepreisung für Wärme und Verkehr (nach BEHG) zurückerhalten, unabhängig davon, wie viel CO₂ sie durch Heizen und Autofahren verursacht haben. Ziel des Instrumentes ist es, die mit der CO₂-Bepreisung einhergehende finanzielle Mehrbelastung sozialgerechter zu gestalten, die Akzeptanz für die nationale CO₂-Bepreisung für Wärme und Verkehr bei der Bürgerschaft zu steigern und

gleichzeitig die Lenkungswirkung der CO₂-Bepreisung zum klimafreundlichen Verhalten nicht zu untergraben. Für unterschiedliche Einkommensgruppen und unterschiedliche Energieverbrauchsmuster stellt die CO₂-Bepreisung eine nicht proportional verteilte Mehrbelastung dar. Haushalte mit geringem Einkommen geben einen größeren Anteil ihres Einkommens für Heizkosten und Kraftstoffe aus auch wenn sie im Durchschnitt absolut weniger Energie verbrauchen als einkommensstarke Haushalte (BMW, 2019). Vor allem Personen mit niedrigem Einkommen sollten daher vom Klimageld profitieren, damit es nicht zur Verstärkung von sozialen Ungleichheiten kommt. Der Koalitionsausschuss hatte am 23. März 2022 beschlossen, dass noch in diesem Jahr ein einfacher Auszahlungsweg für Direktzahlungen an die Bürgerschaft möglichst über die Steuer-Identifikationsnummer entwickelt werden soll. Dabei ist der genaue administrative Mechanismus noch offen. Bei der Wahl eines geeigneten Auszahlungskanals sind daher alle Trade-Offs auf Seiten der Verwaltungs- und Auszahlungsinfrastruktur sowie der Empfangenden zu berücksichtigen und gegeneinander abzuwiegen (Kellner et al. 2022).

Datengrundlage

Für die Auszahlung des Klimageldes werden je nach Zahlungskanal unterschiedliche Kontaktinformationen benötigt. Bei einer Direktauszahlung werden die Kontoverbindungen der berechtigten Personen benötigt. Die rechtliche Voraussetzung für ein Register von Kontoverbindungen der Bürgerschaft möchte die Regierung nach aktuellem Stand mit Artikel 18 Nr. 6 des JStG 2022 (Änderung von § 139b der Abgabenverordnung) schaffen. Für die abschließende Evaluation des richtigen Rückzahlungskanals werden verlässliche Informationen über die potentiellen Kosten verschiedener Rückzahlungskanäle benötigt. Dies umfasst auch Informationen über die entsprechenden Transaktionskosten, den zusätzlichen Aufwand z.B. im Bereich Personal oder IT-Infrastruktur, und über Schnittstellen mit weiteren Systemen (Kellner et al. 2022). Wird die Auszahlung des Klimageldes abhängig vom Einkommen gestaltet müssen neben den Kontaktinformationen auch Einkommensdaten vorliegen.

Informieren

Das Klimageld ist an Einnahmen des BEHG gekoppelt. Dieser Sachverhalt sowie die entlastende Wirkung des Klimageldes sollten breit kommuniziert werden, auch um die Akzeptanz des BEHG zu erhöhen (Kellner et al. 2022).

Umsetzung Förderungen

Es gibt verschiedene Ausgestaltungsformen der Klimageld Auszahlung. An dieser Stelle wird eine einkommensabhängige Rückzahlung pro Kopf empfohlen, wobei sich die genaue Höhe aus den Einnahmen durch die CO₂-Bepreisung und dem Empfängerkreis ergeben sollte. Verschiedene Studien gehen dabei von einer Spanne von durchschnittlich 130 bis 240 Euro pro Kopf aus (Färber und Wieland 2022; Wolfsteiner 2022).

Umsetzung Forderungen

Für das Klimageld muss eine Rechtsgrundlage für den Rückzahlungsmechanismus und -kanal geschaffen werden. Entsprechende Anpassungen müssen in der Abgabenordnung §139b geschaffen werden, um die steuerliche Identifikationsnummer zu diesem Zweck nutzen zu können. Wie vom Bundesministerium der Finanzen (BMF) vorgeschlagen, sollten die Bürgerinnen und Bürger dazu

angehalten werden, selbst ihre Kontodaten über ihre Privatbank an das Bundeszentralamt für Steuern zu übermitteln (BMF 2022; Wolfsteiner 2022).

Umsetzung Beratung und Stakeholder-Information

Haushalte sollten über das Klimageld, seinen Zweck und sein Zusammenspiel mit der CO₂-Bepreisung aufgeklärt werden, damit sie diese Rückzahlung auch effektiv für die Kompensation der durch die CO₂-Bepreisung höhere finanzielle Belastung nutzen können. Die Aufklärung zu der Lenkungswirkung der CO₂-Bepreisung, kann dazu führen, dass die eigenen Energieverbrauchsmuster mit Blick auf Klimaverträglichkeit trotz Klimageld angepasst werden.

Vollzug

Beim **Klimageld** muss besonders darauf geachtet werden, dass die Rückerstattung tatsächlich bei der Bürgerschaft ankommt und sie eine geringe Fehlerrate bei den Überweisungen aufweist. Da es nach aktuellem Stand schwierig ist, die gesamte Bevölkerung automatisch vollständig abzudecken, ist eine manuelle Erfassung einzelner Gruppen erforderlich. Individuell zu bearbeitenden Sonderfällen sollten allerdings möglichst geringgehalten werden (Kellner et al. 2022).

Auf ein Antragsverfahren sollte zur möglichst breiten Streuung des Klimageldes verzichtet werden (ebd.). Eine Beauftragung der Übermittlung der Kontodaten über die eigene Hausbank sollte für den Erhalt des Klimageldes ausreichen und Transaktionskosten niedrig halten.

Erweiterung bestehender Förderprogramme um soziale Komponenten

Wirkungsbeschreibung

Rund 1,5 Millionen selbstnutzende Hausbesitzende gehören zum unteren Einkommensdrittel, was ca. 11 Prozent aller Eigenheimbesitzenden entspricht, und Leben in Häusern mit einem erhöhten Energieverbrauch und älteren Heizsystemen (Öko-Institut, 2022). Die Förderhöhe der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) ist allein an die zu erreichende Effizienzklasse bzw. Heizungsart gekoppelt (max. 45%-Förderquote). Einkommensschwache Eigenheimbesitzende können sich trotz der BEG-Förderung Sanierungsmaßnahmen oder den Tausch der Heizung kaum leisten. In Österreich erlaubt das Programm „Sauber heizen für alle“ seit Anfang 2022 eine Förderung für einkommensschwache Haushalte für den Tausch eines fossilen gegen ein förderfähiges Heizsystem (z.B. Fernwärmeanschluss, Wärmepumpen) von 75 oder 100 Prozent, abhängig zweier Einkommensgrenzen (1454 Euro und 1694 Euro).

Dieses Instrument ist daher an selbstnutzende Hausbesitzende mit einem Nettoeinkommen unterhalb der „Armutgefährdungsschwelle“ adressiert, wobei Empfangende von Sozialhilfeleistungen ausgenommen sind. Diese Schwelle liegt bei 60 Prozent des Median des monatlichen Äquivalenzeinkommens der Bevölkerung in Privathaushalten auf Basis der OECD-Skala (UBA, 2020). Auch Personen in Rente bedürfen laut der Studie des Öko-Instituts einer Besserstellung in der Förderlandschaft und sollten in die Gruppe der Anspruchsberechtigten inkludiert werden. Da Rentenbeziehende jedoch im höheren Alter seltener Sanierungen durchführen eignen sich Tauschprogramme um diesen Menschen die Möglichkeit zu geben in kleinere, bereits sanierte Wohnungen zu ziehen (siehe Kapitel „Generationengerechtes Wohnen“).

Für die sozialgerechtere Verteilung von Fördermitteln eignet sich die Erhöhung der Fördersätze in der BEG für einkommensschwache Haushalte. Laut einer Studie des Öko-Instituts sind Investitionen bei Haushalten im unteren Einkommensdrittel in Höhe von 7,16 Mrd. Euro pro Jahr bis 2030 notwendig, um Gebäude mit dem höchsten Energieverbrauch (<160 kWh/m²) auf den Zielstandard EH 70 zu bringen (Öko-Institut, 2022). In der BEG sollte daher eine Förderquote von 100 Prozent für Hauseigentümerinnen und Hauseigentümer unter der aktuellen Armutsgefährdungsschwelle eingeführt werden, um vor allem der bisher wenig adressierten Zielgruppe von Eigentümerinnen und Eigentümer im ländlichen Raum Zugang zu Fördermöglichkeiten für Sanierungsmaßnahmen oder einem Heizungstausch zu ermöglichen. Die angestrebte Förderquote von 100 Prozent ergibt sich aus der Tatsache, dass Menschen der unteren Einkommensgruppe rund 11 Prozent und die obere Einkommensgruppe weniger als 1 Prozent für Energiekosten aufwenden und die unteren Einkommensgruppen zusätzlich keinerlei Sparmöglichkeiten besitzen (Dobbins, 2022).

Neben der Erweiterung der BEG um soziale Komponenten, eignet sich auch die sozialgerechte Weiterentwicklung des Programms der Energetischen Stadtsanierung. Es unterstützt Konzeptentwicklungen und investive Maßnahmen auf Quartiersebene. Der Schwerpunkt des Förderprogramms der Energetischen Stadtsanierung sollte auf sozial benachteiligte Gebiete gelegt werden (Ökoinstitut et al., 2021). Dies könnte beispielsweise zusätzliche Fördermittel oder differenzierte Förderbedingungen in ausgewiesenen Gebieten mit sozialen Missständen nach § 171e „Maßnahmen der Sozialen Stadt“ (BauGB) beinhalten.

Diese sozialen Ausgleichsmaßnahmen in der Förderung betreffen die Instrumente „Zielkonforme Gebäudehüllen“, „Anschluss an Wärmenetze“, „Rollout Wärmepumpen“ und „Ausstieg aus verbleibenden fossilen Wärmeerzeugern“.

Datengrundlage

Sowohl für Anpassungen im BEG als auch im Förderprogramm Stadtentwicklung ist eine ausreichende Datenlage zur Identifikation der Zielgruppe notwendig. Beispielsweise ist festzustellen, wie viele einkommensschwache Eigentümerinnen und Eigentümer von Wohnungen oder Häusern sind und dementsprechend die dann aufgestockte Förderung im BEG in Anspruch nehmen könnten. Eine Annäherung findet sich in der Kurzstudie des Öko-Instituts „Sanierung bei vulnerablen Hauseigentümer*innen“ (Öko-Institut, 2022). Ebenso müssen auf Gemeindeebene Daten zur Identifikation benachteiligter Quartiere geschaffen werden, um eine räumlich und sozial differenzierte Förderung (Feststellung von „Sanierungsgebieten“) für Quartiere zu ermöglichen.

Informieren

Über die Möglichkeiten der Förderungen sollte in den einzelnen Programmen hingewiesen werden.

Umsetzung Förderungen

Dieses Instrument betrifft ausschließlich die Förderprogramme in der Bundeförderung für effiziente Gebäude (BEG) sowie die Programme der energetischen Stadtsanierung.

Vollzug

Die angepassten Fördersätze sollten in den einzelnen Programmen ausgewiesen werden.

Generationengerechtes Wohnen

Wirkungsbeschreibung

Der Wohnraumbedarf in Deutschland steigt beständig, wobei die genutzte Wohnfläche pro Person (m²) altersabhängig und sehr unterschiedlich verteilt ist. Benötigte ein Ein-Personenhaushalt einer Person der Altersgruppe über 75 Jahren im Jahr 1978 noch 55 m², so sind es im Jahr 2010 bereits 78 m² (BBSR, 2022). Die UBA-Studie „Flächensparendes Wohnen“ schlüsselt die Entwicklung der Zahl der Haushalte nach zwei Zielgruppen („Seniorenschaft mit großen Wohnflächen“ und „Bald in Rente“) und beziffert hier den Anstieg sowohl für Personen mit Haus als auch andere Wohnformen (UBA, 2019). Gerade ältere Personen verbleiben oft aus emotionalen oder finanziellen Gründen in großen Wohnungen oder Häusern, die sie vorher mit der gesamten Familie bewohnt haben. Über 50% der in Rente lebenden würden zwar in eine kleinere, altersgerechte Wohnung ziehen (Pantera, 2020), allerdings sind diese kaum verfügbar. Gerade bei älteren Personen besteht sowohl Potenzial für Suffizienz-Maßnahmen (UBA, 2021) als auch insgesamt ein großes Energieeinsparpotenzial, wenn Wohnraum bedarfsgerechter verteilt wird und Sanierungsmaßnahmen durch einen „Generationenwechsel“ in einer Wohnung oder einem Gebäude angeregt werden.

Ziel dieses Instruments ist es, dass Eigentümerschaft sowie Mieterschaft hinsichtlich des Wohnraums ineffizient genutzter Wohneinheiten Beratung und (organisatorische) Unterstützung zu bestehenden Alternativen und Handlungsoptionen für eine insgesamt energieeffizientere Wohnraumnutzung erhalten. Des Weiteren sollen die Ambitionen für eine Sanierung bzw. die Sanierungsrate durch einen „Generationenwechsel“ in getauschten Wohnungen gesteigert werden. Ältere Menschen die in großen und unsanierten Wohnungen leben, können freiwillig in kleinere, barrierefreie und bereits sanierte Wohnungen umziehen können. Wenn jüngere Familien in die dadurch freiwerdenden Wohnungen umziehen, ist die Durchführung von Sanierungsmaßnahmen durch den Vermietenden wahrscheinlicher bzw. die Ambitionen der jüngeren Mietenden diese voranzutreiben größer. Hierzu eignen sich Wohnungstauschprogramme für Personen im Rentenalter, wie sie bereits vereinzelt angeboten werden. Um dem Wunsch des Verbleibens im vertrauten Quartier oder Haus entgegenzukommen, eignet sich die Ausschöpfung der Potenziale zur Wohnungsteilung (siehe Kapitel „rationeller Neubau“).

Datengrundlage

Um diese Zielgruppe zu identifizieren, quantifizieren und adressieren, werden belastbare Daten zur Bevölkerungsstruktur sowie der aktuellen altersabhängigen Wohnraumstrukturen benötigt. Der letzte Zensus erfolgte im Jahr 2011, weshalb die aktuelle Datenlage nicht ausreicht bzw. nicht die heutige Situation widerspiegelt. Der Zensus 2022 wird hier die geeignete Datengrundlage bieten. Um Wohnungstauschprogramme anbieten zu können, sind aber auch Daten über die Verfügbarkeit von freiem Wohnraum erforderlich.

Informieren

Um Wohnungstauschprogramme in die breite Anwendung zu bringen, eignen sich Informationsmaßnahmen, sowohl für die Bürgerschaft, als auch Kommunen oder Fachpersonal im Quartiersmanagement. Hier sollten kommunale Aktionsstellen zur effizienten Wohnraumnutzung sowie bundesweite Wohnbörsen geschaffen werden. Gezielte Informationskampagnen können die

emotionale Bereitschaft eines Umzugs fördern und der Zielgruppe die Vorteile eines Wohnungstausches aufzeigen.

Umsetzung Förderungen

Bisher werden keine KfW-Programme für einen Wohnungstausch angeboten. Um dem hohen Aufwand, den Transaktionskosten eines Umzugs, sowie der ggfs. fehlenden Wirtschaftlichkeit eines Umzugs entgegenzuwirken, sollten geeignete Förderprogramme angeboten werden. Aus diesem Grund sollte eine finanzielle Förderung von Wohnungstauschprojekten mit gleichbleibender Miete pro m² als auch die Erstattung von entstehenden Zusatzkosten gegeben sein (z.B. Zuschüsse für den Umzug oder ein ergänzendes KfW Förderprogramm).

Für die Förderung der Wohnungsteilung sollten Eigentümerinnen und Eigentümer finanzielle Unterstützung für die Planung und Durchführung von Umbauarbeiten zur Schaffung einer zweiten abgeschlossenen Wohnung in ihrem Haus erhalten. Auch hier können KfW-Programme, z.B. „Wohnen im Alter“ oder „Energieeffizient Sanieren“, evtl. aber auch Landesprogramme, angeboten werden.

Umsetzung Forderungen

Dieses Instrument sollte ein Freiwilliges Angebot für ältere Menschen darstellen und keine gesetzlichen Verpflichtungen nach sich ziehen. In Österreich gibt es jedoch ein Recht auf Wohnungstausch (§13 des Mietrechtsgesetzes), welches den Tausch von Wohnungen zwischen zwei Mietenden gesetzlich erlaubt, sofern die Wohnungen sich im selben Gemeindegebiet befinden und die Hauptmietverhältnisse älter als 5 Jahre sind. Dieses Recht auf Wohnungsaustausch sollte auch in Deutschland Anwendung finden, damit freiwillige Wohnungstausche eine rechtliche Grundlage bekommen.

Umsetzung Beratung und Stakeholder-Information

Vor allem Kommunen sind für die Schaffung von Beratungsangeboten, bzw. spezifischen Wohnungstauschprogrammen zuständig. Daher sollten diese für das Thema sensibilisiert werden und Leitfäden für Tauschprogramme und notwendige Förderangebote bereitgestellt werden. Auch lokale Beratungsstellen, z.B. Wohnberatung der Caritas, Verbraucherzentralen, Quartiersmanagements können bei solchen Vorhaben Unterstützung leisten.

Vollzug

Wichtig für die Umsetzung ist vor allem die Mitnahme der Nettokaltmiete. Nur wenn die Miete beim Umzug in eine kleinere Wohnung konstant bleibt, kann ein Anreiz für ältere Menschen geschaffen werden. Im Normalfall sind selbst Mieten für kleinere Wohnungen teurer als Wohnungen mit älteren Mietverträgen. Für Wohnungstauschprogramme müssen zudem genügend barrierefreie und sanierte Wohnungen zur Verfügung stehen, welche für Personen im Rentenalter attraktiv und möglichst nah am alten Lebensmittelpunkt sind. Ein Vorbild für die Vermittlung von Untervermietung ist das Projekt „Wohnen für Hilfe“, in welchem ein Träger des Angebots, z.B. Vertretende kommunaler Einrichtungen, Wohlfahrtsverbänden oder Non-Profit-Organisationen, die Zielgruppen und die Modalitäten bestimmen (UBA, 2019). Es besteht aber auch die Möglichkeit, ungenutzten Wohnraum in Wohnungen umzuwidmen und Genehmigungen für Nutzung / Renovierung der öffentlichen Hand zu ermöglichen. Die Umsetzung durch Kommunen sollte durch den Bund unterstützt werden. Hier gibt es Erfahrungen

mit Teilen des Instrumentes, z.B. Umzugsunterstützung/-vermittlung im sozialen Wohnungsbau bzw. in kommunalen Wohnungsbaugesellschaften, sowie Wohnen für Hilfe (UBA, 2019).

Bezahlbaren Wohnraum schaffen

Wirkungsbeschreibung

Ziel sollte es sein, eine Anzahl von 100.000 neu geschaffenen Sozialwohnungen pro Jahr und einen Gesamtbestand von 2 Millionen Sozialwohnungen bis 2030 zu erreichen (Pestel-Institut 2022). Zu diesem Zweck sollten **die Mittel für den sozialen Wohnungsbau erhöht** werden. Dabei ist zu beachten, dass das Schaffen von Wohnraum mit Verbräuchen von Material und Energie, sowie dem Ausstoß von CO₂ verbunden ist. Aus diesem Grund, sollte das Schaffen des Wohnraums vor allem Analog zu Kapitel 5.10 durch Umnutzung von Leerstand und gewerblichen Flächen erzielt werden. Dies ist neben den ökologischen Aspekten außerdem günstiger. Der Median der entsprechenden Umbaukosten liegt nach Daten ARGE Kiel bei ca. 1.200 €/m² Wohnfläche (ebd.). Das ist weit günstiger als die Kosten für entsprechenden Neubau. Auch sollten effiziente Wohnraumstrukturen, wie Wohnungsteilung und Wohnungstausch, berücksichtigt und das generationengerechte Wohnen mitgedacht werden, damit der neu geschaffene Wohnraum auch gemäß den Klimaneutralitätszielen erfolgen kann. Der Neubau von sozialem Wohnraum sollte den energie- und klimapolitischen Anforderungen aus Kapitel 5.10 und 5.6 entsprechen.

Die **steuerliche Förderung von gemeinnützigen Wohnungsgesellschaftsmodellen** durch eine Senkung der Körperschaft-, Gewerbe-, Grund- und Grunderwerbsteuer der Umsatzsteuer senkt die Kostenmiete und ermöglicht es, günstige Mieten rentabel anzubieten. Eine **Investitionszulage** von 10-25 % würde dafür sorgen, dass nur geringfügig Kapitalmarktmittel für Bauvorhaben aufgewendet werden müssen, was eine Begrenzung der jährlichen Mietsteigerung auf 1 % wirtschaftlich machen würde. Darüber hinaus könnten ca. 25 % mehr Wohnungen gebaut/ erschlossen werden. Gemeinnützige Wohnungsgesellschaftsmodelle sollen dauerhaft Sozialwohnungen anbieten. In der gegenwärtigen Wohnraumförderung fallen 4% der Sozialwohnungen jährlich aus der Sozialwohnungs-Bindung, was netto zu einem jährlichen Rückgang an Sozialwohnungen führt. Durch die Verstetigung der Sozialwohnungs-Bindung würde der Anteil an Sozialwohnungen mit jeder zusätzlichen Wohnung stetig ansteigen. Bezahlbarer Wohnraum könnte so langfristig erhalten bleiben (Kiehle 2018). Effekt: bis 2032 eine Million bezahlbare Wohnungen (Gesetzesentwurf). Aus diesem Grund sollte allgemein auch für nicht-gemeinnützige Wohnungsgesellschaften die Bindungsfrist verlängert werden.

Datengrundlage

Um den sozialen Wohnungsbau entsprechend zu fördern, werden zum einen Bestandsdaten der Wohngebäude und -einheiten sowie zu den Eigenheimen einkommensschwacher Haushalte benötigt. Um das Potential von sozialer Wohnfläche zu erschließen, werden Daten zu bebaubaren Flächen, sowie sozial nutzbaren Bestandsgebäuden oder gewerblichen Neubauten (z.B. Supermärkte), die mit sozialem Wohnraum aufgestockt werden können, benötigt. Hemmnisse von Umnutzungen, Aufstockungen, Nachverdichtungen und Neubauten sollten geprüft und Maßnahmen zur Überwindung dieser identifiziert werden.

Für die Förderung gemeinnütziger Wohnungsgesellschaftsmodelle sind die Geschäftsmodelle der beantragenden Wohnungsgesellschaften eine notwendige Datengrundlage.

Informieren

Das Instrumentenbündel erfordert insbesondere eine Aufklärung von Eigentümerinnen und Eigentümern jeder Art, egal ob Privatpersonen oder Unternehmen.

Umsetzung Förderungen

Der bisherige Haushaltsentwurf der Bundesregierung sieht bis 2026 insgesamt 14,5 Milliarden Euro an Programmmitteln für den sozialen Wohnungsbau vor: 2 Mrd. Euro im Jahr 2022, 2,5 Mrd. Euro im Jahr 2023, 3 Mrd. Euro im Jahr 2024, 3,5 Mrd. Euro im Jahr 2025 und 3,5 Mrd. Euro im Jahr 2026.

Das Pestel-Institut stellt fest, dass diese Mittel für über 100 000 Sozialwohnungen bei einer anvisierten Miete von 6,5 Euro pro m² sowie einer gewünschten Eigenkapitalrendite in Höhe von 3 % nicht reichen werden. Sollen die Sozialwohnungen ebenfalls den höchsten Effizienz-Standard aufweisen, werden für 100 000 Wohnungen 8,5 Mrd. Euro Subventionen benötigt. Selbst bei niedrigeren Standards, die ohne teure technische Anlagen (z.B. Lüftungsanlage) auskommen, wäre eine Erhöhung der Mittel nötig. Beim niedrigsten GEG-Standard beläuft sich der Subventionsbedarf auf 5 Mrd. Euro für 100.000 Sozialwohnungen (Pestel-Institut 2022). Dies hängt nicht zuletzt mit den hohen Baukosten zusammen. Dabei rechnet die Studie mit einer angenommenen durchschnittlichen Inflationsrate von 2 Prozent. Vor dem Hintergrund derzeitiger Entwicklungen ist allerdings mit Inflationsraten von deutlich über 2 Prozent und an die 10 Prozent zumindest in den kommenden Jahren zu rechnen. Der Subventionsbedarf ist entsprechend noch höher.

Gemeinnützige Wohnungsgesellschaftsmodelle können über die Befreiung von der Einkommens- oder Grunderwerbssteuer bzw. Körperschaftssteuer gefördert werden sowie über Investitionszulagen in Höhe von 10-20 % der Investitionskosten bei Neubau und Bestandserwerb. Für den Umfang der steuerlichen Subvention der gemeinnützigen Wohnungsgesellschaftsmodelle schlagen Holm et al. (2017) eine Förderung in Höhe der bisherigen Förderung der konventionellen Wohnungswirtschaft in Höhe von 8 Mrd. Euro vor.

Umsetzung Forderungen

Für das Instrumentenbündel müssen insb. im Bereich der Förderung gemeinnütziger Wohnungsgesellschaftsmodelle ordnungsrechtliche Elemente den definitorischen Rahmen von Gemeinnützigkeit abstecken. Die Wohnungsgemeinnützigkeit muss explizit im Zivilrecht verankert werden, da § 55 AO (Selbstlosigkeit) auf wohngemeinnützige Unternehmen nur eingeschränkt Anwendung findet. Denn gemeinnützige Wohnungsunternehmen sollen befugt sein, Eigenkapitalrenditen zu erwirtschaften. Allerdings unter der Auflage, dass Wohnungsunternehmen ihre Wohnungen nur an natürliche Personen vermieten dürfen, deren Einkommen unterhalb einer bestimmten Grenze liegt und deren Wohnungen in Gebieten mit angespannten Wohnungsmärkten liegen (Deutscher Bundestag 2020).

Vollzug

Bei der Erhöhung der Mittel für den sozialen Wohnungsbau sollte kontrolliert werden, ob mit den Geldern tatsächlich sozialer bzw. bezahlbarer Wohnraum entsteht. Bei der Förderung gemeinnütziger Wohnungsgesellschaftsmodelle muss die Wohngemeinnützigkeit analog zur allgemeinen

Gemeinnützigkeit der entsprechenden Unternehmen durch das Finanzamt im Rahmen der Steuererklärung geprüft und im Drei-Jahres-Zyklus verliehen werden.

Reform der Energiekostenaufteilung: Einführung der Teilwarmmiete oder eines Drittelmodells

Wirkungsbeschreibung

Das aktuelle „Kaltmietensystem“, verursacht ein Mietenden-Vermietenden-Dilemma. Da Mietende gegenwärtig die anfallenden Heizkosten vollständig zahlen müssen, gibt es für Vermietende nicht genügend Anreize energetische Sanierungen durchzuführen. Mietende können keinen Einfluss auf die bauliche und technische Beschaffenheit des Gebäudes nehmen, sie können die Senkung ihrer Heizkosten aktuell nur durch eine Verbrauchsreduktion erzielen. Durch die steigenden Energiekosten sowie die in den nächsten Jahren steigenden Kosten der CO₂-Bepreisung wird diese Mehrbelastung, bei einem schon angespannten Wohnungsmarkt, mehrheitlich von den Mietenden getragen.

Als Lösungsweg wird das Modell der **Teilwarmmiete**, wie bereits im Koalitionsvertrag vorgeschlagen. In Bezug auf das bestehende rechtliche Umfeld hätte das Teilwarmmietenmodell Auswirkungen auf die mietrechtliche Modernisierungsumlage, da durch das neue Modell auch Vermietende von einer Verbrauchskostenreduzierung profitieren würden. Für Mietende bleibt die Sanierung nur warmmietenneutral, wenn die Modernisierungsumlage vollständig von dem Warmmietenmodell ersetzt wird, entsprechend groß ist die Eingriffstiefe in den bestehen gesetzlichen Rahmen.

Im alternativen **Drittelmodell** werden Kosten für energetische Modernisierungen (energetische Gebäudesanierung oder Wärmedämmung) zwischen Staat, Vermietenden und Mietenden aufgeteilt. Ambitioniertere Fördermaßnahmen würden höhere Investitionen in tiefere Sanierungen zur Folge haben (Thomas et al., 2021). Härtefälle für Mietenden sollen abgefangen werden, indem bei Modernisierungen, die eine unzumutbare Härte verursachen, Differenz zwischen alter und neuer Bruttomiete vom Staat übernommen wird. Als letzte Komponente des Instrumentenbündels sollte die Modernisierungsumlage von 8% auf 1,5% sinken (Mellwig und Pehnt, 2019).

Die Maßnahme dient dem sozialen Ausgleich von Mietenden, da die Modernisierungsumlage stark gesenkt werden kann und die Maßnahmen für Mietende dadurch in der Regel warmmietenneutral sind. Zudem werden durch das Abfangen von Härtefällen besonders einkommensschwache Haushalte berücksichtigt.

Datengrundlage

Die benötigten Informationen/ bzw. die Datengrundlage, die für das Modell der Teilwarmmiete vorliegen muss, hängt von seiner Ausgestaltung ab. Für das Prozentmodell (Klinski et al., 2021) muss der gemessene Verbrauch²¹ (Heizkostenabrechnung) der Jahre vor der Umstellung auf das Teilwarmmietenmodell berechnet werden, welcher sich durch die Multiplikation des durchschnittlichen Verbrauchs²² mit dem Energiepreis ergibt. Das Prozentmodell hat einen besonderen Vorteil, da keine Temperaturmessung notwendig ist (vs. Referenztemperatur-Modell). So muss keine zusätzliche kostenaufwendige Messtechnik installiert werden (Klinski et al., 2021).

²¹ Die Erfassung der Verbräuche erfolgt in den einzelnen Wohneinheiten anhand von Heizkostenverteiltern bzw. Wärmemengenzählern.

²² Die Grundheizkosten pro Wohneinheit berechnen sich anhand der Wohnflächen der jeweiligen Wohnungen.

Als Datenbasis für das **Drittelmodell** müssen in erster Linie alle Kostenströme (Energiekosten, Energiesteuer) unterschiedlicher Modernisierungs-Maßnahmen erfasst werden, die für verschiedene Agierende anfallen. Zudem werden Fördermittel, Steuererleichterungen und ausgelöste Mehreinnahmen erfasst (Mellwig und Pehnt, 2019). Das Erfassen der Marktlage (Verhältnis Wohnraumangebot zu Nachfrage) ist weiterhin entscheidend für das Instrument, da das Modell für unterschiedliche Marktlagen berechnet wird.

Informieren

Unmittelbar beteiligte Agierende durch das Instrumentenbündel sind insbesondere Vermietende, sowie Mietende. Diese müssen bezüglich der mietrechtlichen Änderungen, die im Instrument vorgesehen sind, sensibilisiert werden.

Die Haupt-Akteure des **Teilwarmmietenmodells** sind generell Mietende und Vermietende, da die Heizkosten anteilig zwischen Mietenden und Vermietenden aufgeteilt werden sollen.

Im **Drittelmodell** gibt es drei Haupt-Akteure: Vermietende, Mietende und öffentliche Hand. Besonders einkommensschwache Haushalte/WBS-Berechtigte sollen durch das Drittelmodell geschützt werden (Härtefallregelung). Die Öffentliche Hand gibt Sanierungsziele vor und beeinflusst das Marktgeschehen teilweise.

Umsetzung Förderungen

Das Instrument der **Teilwarmmiete** beinhaltet keine Förderungen als Teil des Instruments per se. Jedoch wird bei der Betrachtung und Berechnung des Instruments jeweils eine Variante mit und eine ohne Förderung betrachtet (Klinski et al., 2021). Ob Vermietende eine Förderung für die Sanierung in Anspruch nehmen, wirkt sich ausschlaggebend auf die zu tragenden Kosten aus. Eine Refinanzierung der Investition über die Energieeinsparungen ist nur dann gegeben, wenn für die Sanierung Förderung gewährt wird (bzw. wenn sich die Maßnahmen über die Energiekosteneinsparungen refinanzieren). Es muss auch mitbedacht werden, dass das Instrument keine ausreichenden Anreize für tiefe energetische Sanierungen gibt, und aus diesem Grund gemeinsam mit staatlichen Förderungen betrachtet/gedacht werden sollte (Klinski et al., 2021).

Die Anpassung von Fördermaßnahmen stellt einen wesentlichen Baustein des **Drittelmodells** dar. Insgesamt sollen Fördermaßnahmen zielkonformer werden, und dem Ambitionsniveau der Klimaschutzziele angepasst werden.²³ Bei Bereitstellung des entsprechenden Förderbudgets könnte eine Steigerung der Sanierungsrate erreicht werden (Gaßner et al., 2019).

Umsetzung Forderungen

Im Grunde ist das **Teilwarmmietenmodell** verfassungsrechtlich möglich und auch mit der EU-Energieeffizienzrichtlinie vereinbar (Klinski et al., 2021). Um das Modell der Teilwarmmiete in das bestehende Mietrechtsgefüge einzubauen, sollten energieverbrauchsbezogene Regelungen im

²³ Eine detaillierte Erklärung der Änderung/Anpassung oder Abschaffung der Förderungen kann in der Studie (Mellwig und Pehnt, 2019) auf Seite 15-16 nachgelesen werden.

Gebäudeenergierecht (Heizkostenverordnung und Gebäudeenergiegesetz), sowie mietrechtliche Regelungen im BGB auf gesetzlicher Ebene vorgenommen werden.

Das Teilwarmmietenmodell hätte beachtliche Auswirkungen auf die mietrechtliche Modernisierungsumlage nach § 559 BGB, da durch das neue Modell auch Vermietenden von einer Verbrauchskostensenkung profitieren würden. Grundsätzlich ist noch zu prüfen, ob die Modernisierungsumlage im Zuge der Wärmekostenteilung vollständig entfallen oder nur modifiziert/verringert würde. Fest steht, dass Sanierungen für Mietende nur warmmietenneutral bleiben, wenn die Modernisierungsumlage vollständig von dem Warmmietenmodell ersetzt wird²⁴. Um diesbezüglich eine genaue Prognose stellen zu können, müsste das Teilwarmmietenmodell im Kontext eines weiteren Instrumentenkatalogs, wie beispielsweise staatlichen Förderungen betrachtet werden (Klinski et al., 2021).

Während das **Drittelmodell** einige Anpassungen der Förderkulisse beinhaltet, umfasst es zudem auch einige ordnungsrechtliche Elemente, welche sich im Grunde auf 1.) eine Härtefallregelung und 2.) die Senkung der Modernisierungsumlage beziehen. Nach einer rechtlichen Begutachtung konnte festgestellt werden, dass die einzelnen Elemente des Modells als rechtskonform bewertet werden können (Gaßner et al., 2019).

Die Härtefallregelung (§559 (4) BGB) soll dem Schutz einkommensschwächerer Haushalte vor unzumutbaren Mieterhöhungen durch Modernisierungen dienen. Während es naheliegend wäre, einfach die schon gesetzlich verankerten Regelungen zu übernehmen, kann die Dimension eines Härtefalls bzw. die Frage, was genau einen Härtefall ausmacht und wann dieser vorliegt, neu definiert und gesetzlich verankert werden (Gaßner et al., 2019). Auch die Änderung der Modernisierungsumlage von 8% auf 1,5% kann als rechtlich unproblematisch beurteilt werden (ibid.).

Umsetzung Beratung und Stakeholder-Information

Beratungs- oder Stakeholder-Information/Weiterbildungskomponenten spielen im Rahmen des Instrumentenbündels keine wesentliche Rolle, da es im Grunde um Änderungen im Mietrecht beziehungsweise um die Änderung der bestehenden Förderlandschaft geht.

Es ist jedoch zu beachten, dass insbesondere die **Teilwarmmiete** mit einem erheblichen administrativen Mehraufwand einhergeht, da sämtliche Mietverträge sowie teilweise Sozialleistungen in Deutschland angepasst werden müssen. In dem Sinne sollten ausreichend Informationen und Beratungsmöglichkeiten verfügbar sein.

Bezüglich des **Drittelmodells**, ist fraglich ob die angedachten Förderungen so pauschal für alle Agierende wirken, oder ob diese im Sinne der „Carbon Contracts for Difference“ individuell angepasst werden müssten. In diesem Fall müssten Fachkräfte, die solche Zertifizierungen vornehmen könnten, entsprechend ausgebildet werden (Thomas et al., 2021).

Vollzug

Die Kontrolle der Umsetzung ist besonders relevant für das Instrumentenbündel, da Mietenden vor erhöhten Kosten geschützt werden müssen und der rechtliche Rahmen dazu dienen muss, dieses Ziel

24 <https://www.umweltbundesamt.de/en/publikationen/teilwarmmietenmodelle-im-wohnungsmietrecht-als>

zu erreichen. Im Grunde bestehen die gleichen Kontrollformen, wie auch im aktuellen Mietrecht, nach denen nach Vertragsbruch entsprechend geahndet wird.

In der Konzeption gehen beide Instrumente von einer rechtlichen Verpflichtung der Umsetzung und einem vollständigen Vollzug der Regelungen aus. Bezüglich des Modells der **Teilwärmiete** werden jedoch mögliche Streitfälle zwischen Vermietenden und Mietenden mitbedacht. Zudem wird betont, dass es durch eine vereinfachte Rechtslage zu keiner Mehrzahl an Konflikten kommen sollte. Eine Gefahr, die jedoch mitbedacht werden muss, ist, dass Vermietende im Zeitraum der Umstellung der Mietverträge versuchen könnten, die Mieten zu erhöhen. Aus diesem Grund wird empfohlen, klare gesetzliche Angaben bezüglich der Umstellung von Mietverträgen vorzugeben (Klinski et al., 2019).

Auch im **Drittelmodell** wird die Gefahr, dass Vermietende die Regelungen des Mietrechts nicht einhalten könnten, mitbedacht. Um zu verhindern, dass Vermietende im Zuge einer Modernisierung Mietende mit zu hohen Kosten durch falsch kalkulierte Abrechnungen belasten können, soll das Mietrechtsanpassungsgesetz (MietAnpG 2019) wirksam sein, welches in solch einem Fall Vermietende mit einem Ordnungsgeld bestraft. Zudem sollten hier unabhängige fachkundige Personen, wie Energieberatende oder auch die Verbraucherzentralen zur Verfügung stehen, um transparente und qualitativ hochwertige Berechnungen sicherzustellen (Mellweg und Pehnt, 2019).

Effekte des Instrumentenbündels

Mitnahme- und Vorzieheffekte

Für das Klimageld, die Schaffung von bezahlbarem Wohnraum und die Reform der Energiekostenverteilung sind keine Mitnahme- und Vorzieheffekte zu erwarten.

Da das Drittelmodell und die Teilwärmiete das Ziel verfolgen, einen stärkeren Anreiz für Vermietende zu setzen in energetische Gebäudesanierungen zu investieren und sie selbst stärker von Kosteneinsparungen profitieren würden, könnte man davon ausgehen, dass es einen Vorzieheffekt gibt und schneller saniert wird. Es ist jedoch zu beachten, dass die Wirksamkeit des Instruments stark von der tatsächlichen Umsetzung durch die vermietenden Parteien abhängt. Wenn Vermietende nicht genügend Anreize in der Senkung des Heizenergieverbrauchs sehen, dann ist die Wirkung des Instruments fraglich.

Nachlaufeffekte

Für das **Klimageld** und die **Schaffung von bezahlbarem Wohnraum** bestehen keine solche Effekte.

Bei der **Reform der Energiekostenaufteilung** sollte man sich mit den Zielen und der geplanten Wirkungsdauer auseinandersetzen. Das Erreichen einer fairen Energiekostenaufteilung und einer sozialen Entlastung von Mietenden kann möglicherweise sehr lange dauern. In diesem Sinne sollten Nachlaufeffekte verhindert werden. Besonders bei der Teilwärmiete könnte es zu Nachlaufeffekten kommen, da die Umsetzung in Wohnungsmietverträgen in Deutschland, sowie von Sozialleistungen einen erheblichen Aufwand für Politik und Verwaltung bedeutet. Insbesondere die Integration in das bestehende Mietrechtssystem ist möglich aber auch komplex und birgt Herausforderungen. Auch für Vermietende und Mietende kann es zu einem Aufwand kommen, da ggf. Mietverträge an entsprechend neues Mietrecht angepasst werden müssten.

Strukturelle Effekte

Für das **Klimageld** gilt, je höher der CO₂-Preis, desto höher die Mehrbelastung bei den Wohnkosten der Haushalte. Ein statisches Klimageld verliert mit dem steigenden CO₂-Preis seine Effektivität in der Entlastungsleistung, weil es die steigende Belastung nicht proportional abfedert. Dem können nur eine steigende Energieeffizienz oder eine Umstellung auf Wärme aus erneuerbaren Energien entgegenwirken. Alternativ eine Dynamisierung des Klimageldes, das mit steigendem CO₂-Preis ansteigt. Dies wäre durch die durch den steigenden CO₂-Preis höheren Einnahmen des BEHG finanzierbar. Die Lage auf den angespannten Mietmärkten macht es im Vergleich zu teureren Wohnungen und den damit verbundenen Rendite-Erwartungen weniger attraktiv in sozialen oder **bezahlbaren Wohnraum** zu investieren. Die hohen Rohstoffpreise machen zudem Bauvorhaben teuer und der Fachkräftemangel kann solche Vorhaben verzögern, da nicht genügend handwerkliches Personal zur Verfügung stehen. Diese Faktoren machen dieses Instrumentenbündel zum einen notwendig, zum anderen können sie aber auch dessen Erfolg hemmen, da z.B. trotz hoher Fördersummen nicht mehr Fachkräfte zur Verfügung stehen.

Bei der **Reform der Energiekostenaufteilung** sind verpflichtende und ambitionierte Modernisierungsstandards wichtig, jedoch bestehen Schwierigkeiten bei der Umsetzung eines KfW-Effizienzhaus 40, da dies nicht überall problemlos möglich ist aufgrund von Beschränkungen durch Baurecht, Städteplanung, Brandschutz und eingeschränkte Akzeptanz (IWU, 2021). Zudem ist ein administrativer Mehraufwand zu erwarten, welcher qualifiziertes Personal bei dem Aufsetzen von neuen Mietverträgen (Teilwarmmiete), der Unterstützung bei Förderanträgen (Drittelmodell)...etc. voraussetzt. Hier kann ein Fachkräftemangel die Instrumente in ihrer Wirkung hemmen. Beim **Drittelmodell** kann die Marktlage (Verhältnis von Wohnraumangebot zu Nachfrage) einen Einfluss auf die Wirkung des Instruments haben (Mellwig und Pehnt, 2019).

Spill-Over Effekte (Übertragungseffekte)

Das **Klimageld** und die **Reform der Energiekostenaufteilung** zielen auf eine Entlastung der (insb. einkommensschwachen) Haushalte ab. Somit kann dies dazu führen, dass die Haushalte durch das Bündel ein höheres verfügbares Einkommen aufweisen, was sowohl zu Investitionen in private Klimaschutzmaßnahmen, wie z.B. energieeffiziente Haushaltsgeräte oder in andere private Investitionen zur Steigerung der Lebensqualität oder z.B. Bildung, führen kann. Auf der anderen Seite kann es dadurch auch eine auf den Einkommenseffekt zurückzuführende Mehrnachfrage nach Energie nach sich ziehen. Dies ist insbesondere bei der direkten Auszahlungsvariante des Klimageldes denkbar, wo die Sichtbarkeit der Erstattung besonders hoch ist (Kellner et al. 2022).

Es ist zu erwarten, dass das Klimageld einerseits geeignet ist die Akzeptanz der CO₂-Bepreisung zu verbessern. Andererseits ist sie durch ihren eher progressiven Charakter (kleine Einkommen profitieren relativ gesehen stärker) ein Instrument zur sozial gerechten Umverteilung der Einnahmen aus der CO₂-Bepreisung. Dieser Aspekt wird noch verstärkt, wenn das Klimageld nur bis zu einem gewissen Höchsteinkommen gezahlt wird, wobei sich das wiederum negativ auf die Akzeptanz und den bürokratischen Aufwand auswirken kann.

Rebound-Effekte

Rebound-Effekte können auf Haushaltsebene in Folge von Effizienzmaßnahmen entstehen (Santarius 2012). So kommt es aufgrund der gestiegenen Energieeffizienz zu einer höheren Nachfrage nach

Energie. Typische Gründe für den Rebound-Effekt sind, dass in Folge der gestiegenen Effizienz der Energieeinsatz günstiger oder als ökologischer wahrgenommen wird. Außerdem können Rebound-Effekte auch in Folge einer Umstellung auf den Verbrauch erneuerbarer Energie entstehen (Lenk et al. 2022, Kegel et al. 2022).

Da Instrumente des sozialen Ausgleichs allerdings weder Energieeffizienzsteigerungen induzieren, noch direkt auf den Verbrauch von Erneuerbaren abzielen, ist auch nicht davon auszugehen, dass sie Rebound-Effekte direkt induzieren.

Allerdings können die Instrumente des sozialen Ausgleichs zu einem Einkommenseffekt führen. Wie oben beschrieben, können auch Einkommenseffekte zu einem Mehrverbrauch von Energie führen. Rebound-Effekte und Einkommenseffekte sind analytisch zu trennen. Außerdem macht es der Einkommenseffekt wahrscheinlicher, dass es in Folge von Energieeffizienzsteigerungen zu Rebound-Effekten kommt.

5.14.4 Wechselwirkungen

Mit anderen Handlungssträngen/Instrumentenbündeln

Die Instrumente für einen sozialen Ausgleich sollen soziale Aspekte der im Projekt aufgezeigten Instrumentenbündel betrachten und stehen somit in systematischem Bezug zu den folgenden politischen Instrumenten:

Das **Klimageld** hat eine entlastende Querschnittswirkung auf durch den nationalen CO₂-Preis-bedingt steigende Wärmekosten.

Die **Erweiterung bestehender Förderprogramme um soziale Komponenten** dient der Maßnahmenförderung von Eigentümerinnen und Eigentümern bzw. für Quartiere im Bereich der Notwendigkeit von Gebäudesanierungen (siehe Zielkonforme Gebäudehüllen), im Bereich von Um- und Ausbaumaßnahmen von EE-Wärmenetzen (siehe Anschluss an Wärmenetze, Begrenzung des Biomasseeinsatzes, Ausbau Wärmespeicher), sowie in den Maßnahmenförderungen für den Heizungstausch (Betriebsverbot), im Bereich der dezentralen Wärmeversorgung (siehe Ausstieg verbleibende fossile Energieträger, Rollout Wärmepumpen, THG-neutraler Strom am Gebäude).

Die **Reform der Energiekostenaufteilung: Einführung der Teilwarmmiete oder eines Drittelmodells**: Dieses Instrument dient der Entlastung von Mietenden bei entstehenden Mehrkosten durch Sanierungsmaßnahmen (siehe Zielkonforme Gebäudehüllen) sowie durch Um- und Ausbaumaßnahmen von EE-Wärmenetzen (siehe Anschluss an Wärmenetze, Begrenzung des Biomasseeinsatzes, Ausbau Wärmespeicher).

Das Instrument **Generationengerechtes Wohnen** dient der effizienteren Nutzung und Anpassung der Wohnraumverteilung (siehe Flächensparendes und energiesparendes Verhalten, rationeller Neubau). Großes Potential für Suffizienz-Maßnahmen (Wohnraum und Energiebedarf) haben Wohnungstausch-Initiativen um ältere Menschen den Umzug in altersgerechte, barrierefreie und vor allem kleinere Wohnungen zu ermöglichen, als auch Neubauten für die spätere Doppelnutzung vorzubereiten.

Das Instrument der **Schaffung von bezahlbarem Wohnraum** hat eine entlastende Querschnittswirkung auf steigende Kaltmieten im Rahmen des Gutachtens zur Gebäudestrategie. Durch die Maßnahme des Wärmechecks hat es darüber hinaus eine Wechselwirkung zu fast allen energetischen Instrumenten, da Verbrauchende über den Umgang mit der neuen effizienten Technik und effizienten Wohnräumen aufgeklärt werden.

Die politischen Instrumente Energieverbrauch der Anlagentechnik reduzieren und Wärmeplanung: Diese Instrumente führen zu keinen relevanten Mehrkosten bei den Verbrauchenden und benötigen somit keine sozialen Ausgleichsmechanismen.

Kritische Randbedingungen für die Umsetzung – Abminderung des Potenzials

Klimageld

- Damit das Klimageld auch in der Breite in Anspruch genommen wird, ist es zentral, dass die Inanspruchnahme für die Bürgerschaft einfach und wenn möglich ohne Eigeninitiative möglich ist.
- Für die Akzeptanz des Instrumentes und des BEHG ist entscheidend, dass die Bürgerschaft entsprechend über beide Instrumente und ihren Zusammenhang aufgeklärt sind.
- Sowohl der Informationsstand zum Instrument, als auch die Zahlungsfrequenz und die Benennung des Instrumentes beeinflussen dessen Wirksamkeit. Die Zahlungsfrequenz und Benennung können einen Einfluss auf die Sichtbarkeit des Instrumentes und auf die Verwendung der ausgezahlten Mittel durch die Haushalte haben (Kellner et al. 2022).

Energiekostenaufteilung Vermietender und Mietenden

- Teilwarmmiete:
 - Die Wirkung dieser Maßnahme hängt stark von der tatsächlichen Umsetzung der Vermietenden ab – falls diese keinen Anreiz in der Senkung des Heizenergieverbrauchs des Gebäudes sehen, hat die Maßnahme keine starke Wirkung.
 - Administrativer Mehraufwand: Wohnungsmietverträge in Deutschland, sowie Sozialleistungen müssten angepasst werden.
 - Integration in das bestehende Mietrechtssystem möglich, aber birgt auch Herausforderungen (Mietverträge müssten neu aufgesetzt werden).
- Drittelmodell:
 - Komplexe Beantragung der Förderung kann die Beanspruchung von Vermietenden hemmen.²⁵
 - Ambitionierte Modernisierungsstandards sind wichtig, jedoch Schwierigkeiten bei der Umsetzung eines KfW-Effizienzhaus 40 z.B. nicht überall problemlos möglich (Baurecht, Städteplanung, Brandschutz, Akzeptanz).²⁶
 - Wirkung auf die Erhöhung von energetischen Sanierungen nicht ganz klar vorrauschaubar: falls der Grund ist, dass energetische Sanierungen für Vermietende aktuell finanziell nicht attraktiv

²⁵ https://www.deutscher-verband.org/fileadmin/user_upload/documents/Veranstaltungen/3_plus/Kurzstudie_Sanierungshemmnisse_Aug2021.pdf

²⁶ https://www.iwu.de/fileadmin/publikationen/gebäudebestand/2021_IWU_SteinEtAl_Runder-Tisch-Neue-Impulse-zum-nachhaltigen-Klimaschutz-im-Gebäudebestand-Materialband-zur-Abschlussdokumentation.pdf

genug sind, ist unklar, ob das Drittelmodell hier Einfluss hat, da weniger Rendite durch Modernisierungen erzielbar ist.²⁷

Soziale Anpassung der Förderprogramme:

- BEG (EM und WG):
 - Die Wirkung ist mit der Unsicherheit verbunden, wie viele Haushalte diese Förderung potenziell annehmen würden. Zudem müssen die Einkommensgrenzen so gestaltet werden, dass genügend Haushalte profitieren würden. Die Höhe der Förderung muss ausreichend sein, damit einkommensschwache Eigentümerinnen und Eigentümer eine Förderung überhaupt in Anspruch nehmen können.
- Energetische Stadtentwicklung:
 - Eine Datengrundlage für die Identifikation benachteiligter Quartiere muss geschaffen werden, um eine räumlich und sozial differenzierte Förderung für Quartiere zu ermöglichen.

Bezahlbarer Wohnraum:

- Die Erhöhung der Mittel für Sozialwohnungen muss beträchtlich sein. Allein für den Neubau und die Sanierung benötigter 25.000 bezahlbarer und klimafreundlicher Wohnheimplätze für Studierende wird nach Berechnungen des DSW ein Budget von 2.6 Milliarden Euro bis 2027 benötigt (DSW, 2021).
- Der Neubau von Sozialwohnungen kann nicht die einzige Lösung sein. Auch die Umnutzung von Bestandsgebäuden zu Sozialwohnungen ist notwendig. Sowohl aus Kosten- als auch aus ökologischen Gründen, da Neubau mit besonders großem Energie- und Materialverbrauch einhergeht.

Generationengerechtes Wohnen:

- Für Wohnungstauschprogramme müssen genügend barrierefreie und sanierte Wohnungen zur Verfügung stehen, welche für Personen im Rentenalter attraktiv und möglichst nah am alten Lebensmittelpunkt sind. Diese stehen in vielen Regionen kaum zur Verfügung oder müssen geschaffen werden.
- Es fehlen belastbare Daten zu aktuellen und altersabhängigen Wohnraumstrukturen (letzter Zensus 2011).
- Für verschiedene soziale Ausgleichsmechanismen ist eine Bestimmung der Gebäude-Energiestandards notwendig. Dafür sollte es ein einheitliches und vor allem einfach verständliches System geben, damit der Nachweis über den Energiestandard auch für Endkonsumenten leicht ersichtlich ist (z.B. zur Nachweiserbringung bei Wohngeld).

²⁷ https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2020/2020_07_Warmmieten/A-EW_190_Mieterschutz_Klimaschutz_WEB.pdf

5.15 Methodik zur Quantifizierung

In den folgenden Kapiteln werden die Maßnahmenbündel beschrieben und teilweise quantifiziert. Die Quantifizierung erfolgt auf Basis der Referenzentwicklung (vgl. Kapitel 4.4.5) und in Übereinstimmung mit dem Methodikpapier zur ex-ante Abschätzung der Energie- und THG-Minderungswirkung von energie- und Klimaschutzpolitischen Maßnahmen (ISI et al. 2022). In den Maßnahmenbündeln wirken die genannten relevanten Einzelinstrumente zusammen. Daraus ergibt sich die bei der Quantifizierung angegebene Einsparung. **Diese Einsparungen können für eine Gesamtwirksamkeit aller Maßnahmenbündel nicht addiert werden, da die einzelne Quantifizierung keine Wechselwirkungen und Überlappungen der Maßnahmenbündel abbildet.** Das Zusammenspiel der Bündel ist im Hauptszenario abgebildet. Dort wird die gesamte Wirksamkeit aller hier dargestellten Maßnahmenbündeln angenommen.

Die verwendeten Primärenergiefaktoren und CO₂-Faktoren sind in der anliegenden Tabelle dargestellt und beruhen für Strom auf der Studie „Klimaneutrales Stromsystem 2035“ (Agora Energiewende et al., 2022) sowie für Fernwärme auf der Studie „Klimaneutrales Deutschland 2045“ (Agora Energiewende et al., 2021).

Tabelle 29: Nichterneuerbare Primärenergiefaktoren für die Quantifizierung

Mittelwerte über Jahre	Einheit	2025	2030	2035	2040	2045
fossil gasförmig	-	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
fossil flüssig	-	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
Strom	-	1,01	0,48	0,14	0,02	0,01
Biomasse	-	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Nah-/Fernwärme	-	0,89	0,74	0,48	0,29	0,09

Tabelle 30: Gesamt-Primärenergiefaktoren für die Quantifizierung

Mittelwerte über Jahre	Einheit	2025	2030	2035	2040	2045
fossil gasförmig	-	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
fossil flüssig	-	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
Strom	-	1,72	1,39	1,21	1,14	1,09
Biomasse	-	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
Nah-/Fernwärme	-	1,20	1,17	1,14	1,14	1,17

Tabelle 31: Treibhausgas-Faktoren nach Verursacher-Bilanz für die Quantifizierung

Mittelwerte über Jahre	Einheit	2025	2030	2035	2040	2045
fossil gasförmig	Mt CO ₂ - Äq./PJ EE	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
fossil flüssig	Mt CO ₂ - Äq./PJ EE	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09

Mittelwerte über Jahre	Einheit	2025	2030	2035	2040	2045
Strom	Mt CO ₂ - Äq./PJ EE	0,10	0,05	0,01	0,00	0,00
Biomasse	Mt CO ₂ - Äq./PJ EE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nah-/Fernwärme	Mt CO ₂ - Äq./PJ EE	0,06	0,05	0,03	0,02	0,01

Tabelle 32: Treibhausgas-Faktoren nach Quellen-Bilanz für die Quantifizierung

Mittelwerte über Jahre	Einheit	2025	2030	2035	2040	2045
fossil gasförmig	Mt CO ₂ - Äq./PJ EE	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
fossil flüssig	Mt CO ₂ - Äq./PJ EE	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
Strom	Mt CO ₂ - Äq./PJ EE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Biomasse	Mt CO ₂ - Äq./PJ EE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nah-/Fernwärme	Mt CO ₂ - Äq./PJ EE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

6 Das Gutachten zur Gebäudestrategie im Kontext der Transformation des gesamten Energiesystems

Die Maßnahmenbündel aus dem vorangegangenen Kapitel beschreiben im Detail die Voraussetzungen, die im Gebäudesektor für die Zielerreichung zu schaffen sind. Über diese enger definierten und oft technischen Maßnahmen hinaus sind auch noch weitere Rahmenbedingungen nötig, die teilweise auch weit über den Gebäudesektor hinausgehen. In den folgenden Kapiteln sollen rechtliche, organisatorische und nicht Gebäudespezifische technische Fragen diskutiert werden, die zur Erreichung der gesetzten Ziele zusätzlich zu beachten sind.

6.1 Datengrundlage

In den Kapiteln zu einzelnen Maßnahmenbündeln wurde auf den jeweiligen Bedarf an Datenerfassung, deren Verarbeitung, Analyse und Verfügbarkeit hingewiesen. Dieses Kapitel wirft deshalb nochmals einen konsolidierten Blick auf die Frage der Datengrundlage im Rahmen der Erstellung und Umsetzung einer GSK.

Grundsätzlich liegt die Voraussetzung einer sinnvollen Entscheidungsfindung von Politik zwischen verschiedenen Handlungsalternativen am Grad der vorliegenden Informationen. Um Entscheidungen treffen zu können, sind beobachtbare und messbare Informationen in Form von Daten notwendig. Je unvollkommener die Informationslage (z. B. durch nicht-Vorhandensein, nicht-Verfügbarkeit, Uneinheitlichkeit, etc. von Daten), desto höher ist die Ungewissheit mit der eine Entscheidung getroffen wird und folglich das Risiko einer Fehlentscheidung. Darüber hinaus stellt solche eine Unvollkommenheit der Datenlage ein Hemmnis für den Vollzug (siehe Kapitel 6.9) von zu etablierenden Instrumenten dar.

Wie bereits angeklungen, ist das Vorliegen belastbarer Daten im Gebäudebereich Voraussetzung dafür, effektive Maßnahmen für die Energie- und Klimapolitik ableiten zu können sowie die Möglichkeit, diese durchzusetzen und zu evaluieren. Hierbei ist nicht nur die einmalige Erfassung relevant für die Umsetzung solcher Maßnahmen, sondern ein dauerhaft breiter Wissenstand (z. B. des aktuellen Gebäudebestandes, dessen Versorgungsstruktur, etc.), welcher aktuelle und zukünftige Entwicklungen beinhaltet (dauerhaftes Monitoring). Ohne Kenntnisse des gegenwärtigen und zukünftigen energetischen Zustandes der Gebäude und Quartiere (siehe u. a. Kapitel zum baulichen Wärmeschutz und zur Senkung des Energieverbrauchs der Anlagentechnik) lassen sich Maßnahmen nicht ableiten, deren Umsetzung nicht kontrollieren und deren Wirksamkeit nicht abschätzen. Daher ist es besonders wichtig, dass eine zu schaffende Datenbasis für die Umsetzung der GSK verstetigbar ist und so zu einer dauerhaft aktuellen Beschreibung des Gebäudebestands beiträgt.

6.1.1 Datenbedarf

Innerhalb des Gesamtgebäudebestandes gibt es unterschiedliche Agierende und Gebäudekulissen, welche differenzierte Ansätze notwendig machen. Exemplarisch hierfür ist die Unterscheidung zwischen Wohn- und Nichtwohngebäuden. Darüber hinaus ist es notwendig, die jeweiligen Gebäude- und Typologien zu den Eigentümerinnen und Eigentümern zu kennen (Mietende, Vermietende, EFH,

MFH, Gewerbeimmobilien etc.). Je nach Kategorie sind verschiedene Maßnahmen hin zur Klimaneutralität notwendig, welche wiederum auf unterschiedlichen Daten basieren müssen, da das Wissen über eine Kategorie häufig nicht ausreichende Schlussfolgerungen über eine andere Kategorie zulässt. Dies ist insbesondere dort der Fall, wo Personen mit Typologien bezüglich Eigentum unterschieden werden müssen (Nutzenden-Investierenden-Dilemma) sowie zwischen Nutzungskategorien (Wohn- und Nichtwohngebäude). Aber auch innerhalb der jeweiligen Gebäudekulisse gibt es große Unterschiede, welche erfasst werden müssen: So reicht der jährliche Heizenergieverbrauch im Wohnbereich vom Energieplushaus mit negativer Jahresbilanz bis zum unsanierten Altbau mit über 400 kWh/m²a. Da sich hier logischerweise die größten Einsparpotenziale bei den größten Verbrauchenden befinden, müssen diese rausgefiltert und klar erkennbar werden. Ebenfalls exemplarisch kann hier der Vergleich im Nichtwohnbereich zwischen einem Handelsgebäude und einer Beherbergungsstätte genannt werden. In einem Supermarkt kann aufgrund des deutlich höheren Stromverbrauchs²⁸ die Gebäudetechnik (erneuerbare Energien) der größte Hebel beim Klimaschutz sein. In Hotels hingegen ist dies häufig die Sanierung der Gebäudehülle.

6.1.2 Aktueller Stand und Möglichkeiten zur Verbesserung der Datengrundlage

Für Deutschland lässt sich konstatieren, dass die aktuelle Datengrundlage bezüglich der oben exemplarisch genannten Aspekte als noch unzureichend für eine effektive Politik hin zur Klimaneutralität beschrieben werden muss. Dies gilt ebenfalls für die in den Maßnahmenkapiteln beschriebenen konkreten Bedarfe, wie z. B. (a) der Bestand und Ausbauvorhaben von Gas- und Wärmenetzen, (b) die Fernablesung und Steuerung von Energieflüssen rund um das Gebäude für eine systematische, digitalisierte Vernetzung zum Ausbau von Speichern, (c) den energetischen Zustand samt vorhandener Erzeugenden einzelner Gebäude in einer Datenbank (Gebäuderegister) oder (d) ein verpflichtendes Mess- und Zählkonzept für die Anlagentechnik, um damit eine systematische Verbrauchsübersicht zu schaffen, die u.a. eine Betriebsoptimierung zulässt.

Sehr gravierend ist die Informationsunvollkommenheit bei den energetischen Zuständen und entsprechenden Energieverbräuchen der Gebäude, insbesondere im Nichtwohngebäudebereich. So konnte auch das groß angelegte Projekt *ENOB:dataNWG*, welches konzipiert wurde, um erstmals die Strukturen des Bestands der Nichtwohngebäude in Deutschland sowie den Stand und die Dynamik der energetischen Modernisierung zu erheben, keine zufriedenstellenden Daten zum tatsächlichen Brennstoff- und Stromverbrauch liefern. Die Ergebnisse lassen durch die relativ geringe Fallzahl keine erwartungstreue Hochrechnung auf die Grundgesamtheit aller GEG-relevanten Nichtwohngebäude zu. Auch zur allgemeinen Struktur und Anzahl der Nichtwohngebäude (ohne energetische Merkmale) können angesichts der aktuell vorliegenden Statistiken und Studien keine hinreichend genauen Angaben gemacht werden (beispielsweise die Flächenverteilung der Nichtwohngebäude auf die verschiedenen Kulissen (Handel, Gastgewerbe, Lagerhallen etc.)). Zudem spiegelt das Projekt die Trägheit bestimmter Methoden wider. So betrug die Laufzeit rund fünfeneinhalb Jahre und die Ergebnisse weisen zum Zeitpunkt der Veröffentlichung einen Mangel an Aktualität vor.

²⁸ Der Stromverbrauch liegt beim Einzelhandel im Lebensmittelbereich durchschnittlich bei mehr als dem dreifachen gegenüber dem Verbrauch an Wärme (EHI 2022).

Aufgrund der vorhandenen und zunehmenden Dringlichkeit bei der Einhaltung der Klimaziele sollte die jeweilige Dauer der Datenbeschaffung unbedingt mitberücksichtigt werden. Als Beispiel kann hier die rechtssichere Vereinheitlichung von Energieausweisen und das Abschöpfen von entsprechenden Daten darin für ein zentrales Gebäudekataster dienen. Diese Daten können dann, unter der Einhaltung von datenschutzrechtlichen Vorgaben, für politisch notwendige und wissenschaftliche Zwecke verwendet werden. Bei den bisherigen Ausstellungspflichten (z.B. Neuvermietung) können diese jedoch viele Jahre bis zu einem aussagekräftigen Ergebnis in Anspruch nehmen, weshalb Vorstöße auf europäischer Ebene (z.B. EPBD) hin zu weiterreichenden Verpflichtungen begrüßenswert sind und schnell umgesetzt werden müssen. Des Weiteren weisen die wenigen vorhandenen Daten im Nichtwohnbereich (beispielsweise das Zusammenfassen im GHD-Sektor) eine mangelnde Differenzierung auf. Trotz der deutlichen Unterschiede in dieser Gebäudekategorie werden die Gebäude häufig gleichartig behandelt.

Im Wohngebäudebereich ist die Datengrundlage prinzipiell besser, als im Nichtwohnbereich. Auch wenn die allgemeine (ohne energetische Merkmale) Struktur und Anzahl der Wohngebäude deutlich besser dokumentiert sind, fehlen auch hier, besonders im Bereich der Energieverbräuche, wichtige Daten (amtlich oder mit entsprechendem Zugang). Die Mehrheit der existierenden Ansätze zur Bestimmung der energetischen Gebäudequalität basieren auf Stichproben und Hochrechnungen, welche nicht bzw. nur schwer verstetigt werden können. Auch das größte auf empirische Daten aufbauende Projekt Deutschlands (*Wohnen und Sanieren von co2online*) weist aufgrund der Abhängigkeit von Datenspenden Mängel im Bereich der Verlässlichkeit auf. Auf europäischer Ebene sind dagegen empirische Ansätze bereits heute weitverbreitet und im Rahmen der EED-Novelle dabei, in der Fläche noch besser Fuß zu fassen. Mit Ausnahme von Rumänien und Deutschland basiert die Datengrundlage der europäischen Mitgliedsstaaten auf Datenbanken und Gebäuderegistern, welche vor allem auf Daten der dortigen Energieausweise basieren. Dieser empirische Ansatz lässt aufgrund der deutlich höheren zur Verfügung stehenden Datenmengen eine bessere Evaluierung des Gebäudebestandes zu.

Die mangelnde Datengrundlage in der Bundesrepublik sowie ein fehlender geeigneter empirischer Ansatz (Gebäudekataster, Energieausweisdatenbanken, Leerstandskataster, Verbrauchsregister, etc.) machen eine systematische Vorgehensweise bei wichtigen Prozessen auf dem Weg zur Klimaneutralität (Sanierung, Festlegung von Reihenfolgen und Potenzialabschätzungen, Vollzug von ordnungsrechtlichen Vorgaben) schwierig. Bestehende Daten über den Gebäudebestand sind vielfach unzureichend oder nicht für relevante Stellen zugänglich. Eine ausführliche und differenzierte Datenbasis ist jedoch einer der wichtigsten Faktoren für die erfolgreiche Umsetzung der GSK, worauf hier in einzelnen Kapiteln im Detail hingewiesen wurde. Der künftige Fokus in dieser Hinsicht muss auf einer empirischen und verstetigbaren Methode liegen, welche sowohl quantitativ als auch qualitativ ausreichende Informationen zum Gebäudebestand und Verbräuchen für vielfältige Prozesse und Agierende liefert. Hierbei können insbesondere die Eigentümerinnen und Eigentümer deutlich mehr und besser bei der Datenbeschaffung mit einbezogen werden, um offizielle Stellen bei der Erhebung zu entlasten und so der Fachkräftemangelproblematik adäquat zu begegnen. Ein Beispiel wäre die Einführung einer Gebäudeeigentümergeklärung vergleichbar oder gar im Zusammenhang mit der Steuererklärung, die entweder für alle Eigentümerinnen und Eigentümer gilt oder an bestimmte Grenzwerte (Gebäudegröße, Energieverbrauch) gekoppelt werden kann. Diese Methode hätte den Vorteil, dass sie schnell und flächendeckend umsetzbar wäre. Dies gilt ebenfalls für das Erheben von Daten durch das Schornsteinfegendenhandwerk. Prinzipiell können Erhebungen überall dort angedacht werden, wo Eigentümerinnen und Eigentümer mit Verwaltung, anderen staatlichen

Agierenden oder qualifizierten Dritten in Kontakt kommen: Beim Neubau, bei baugenehmigungspflichtigen Sanierungen oder bei der Bewilligung von Fördermaßnahmen in Zusammenarbeit mit Energieberatern (siehe auch: Vollzugskapitel 6.2 unten). Auch neue Technologien können hier mitgedacht werden. So können Geodaten und der Sanierungsstand von Gebäuden gegebenenfalls auch mittels virtueller Methoden oder halb-automatisiert erfasst werden.

6.2 Vollzug

Die Darstellung einer singulären Vollzugslösung kann der Maßnahmenpluralität des vorliegenden Gutachtens zur GSK nicht gerecht werden. Eine Herausforderung ergibt sich bereits daraus, dass bislang eine flächendeckende und ausreichende Datengrundlage (siehe Kapitel 6.1) über den Gebäudebestand und dessen energetischen Standard fehlt. Unter Beachtung, dass zudem sowohl zwischen den Maßnahmen als solchen, aber auch der Zuständigkeit von Bund und Ländern beim Maßnahmenvollzug differenziert werden muss, ist vielmehr eine Vielzahl verschiedener Vollzugsansätze denkbar. Ziel dieses Kapitels ist es daher, verschiedene Vollzugsansätze darzustellen, die durch die Implementierung von Kontrollmechanismen bzw. die Nutzung bereits implementierter Kontrollmechanismen erfolgsversprechend erscheinen.

Ausgangspunkt der Untersuchung eines effektiven und zugleich effizienten Vollzugs ist die Frage, wann Eigentümerinnen und Eigentümer im Rahmen von Antrags- und Genehmigungsverfahren mit der Verwaltung interagieren oder aber anderweitig als Eigentümerinnen und Eigentümer gegenüber Dritten sichtbar werden. Die daran anknüpfende Frage nach der Vollzugsweise und dem Vollzugaufwand lässt sich sowohl nach der Gebäudeart (Neubau/Bestand), als auch nach dem Anlass der Interaktion unterschiedlich beantworten:

- Neubauten und geförderte Bestandsgebäude: Bei der Errichtung von Neubauten kommen Eigentümerinnen und Eigentümer naturgemäß mit Behörden in Kontakt. Im Zuge der Beantragung einer Förderung haben Eigentümerinnen und Eigentümer Nachweise zu ihrem Gebäude zu erbringen.
- Bestandsgebäude bei Sanierung ohne Förderung: Werden Bestandsgebäude saniert, aber keine Förderung beantragt, kommt es darauf an, ob die Sanierung eine Genehmigungspflicht nach der jeweiligen Landesbauordnung hervorruft und damit eine Behördeninteraktion notwendig wird.
- Bestandsgebäude im Allgemeinen: Eine Bestandsaufnahme von Bestandsgebäuden losgelöst von existierenden Impulsen dürfte unter dem Gesichtspunkt der dafür aufzuwendenden Ressourcen nicht zielführend sein. Bei allen Bestandsgebäuden gibt es aber eine Reihe von wiederkehrenden Anlässen, die als Anknüpfungspunkt für eine Kontrolle dienen können. Zudem kann danach unterschieden werden, ob es sich um ein vermietetes oder ein von der Eigentümerin oder des Eigentümers selbst bewohntes Gebäude handelt. Auch sind nicht alle Vorgänge universell auf jedes Gebäude (bspw. aufgrund unterschiedlicher Energieversorgung) anwendbar. Exemplarisch aufzuzählende Anlässe sind die Heizungsablese, die Kontrolle durch Schornsteinfegende, die Kontrolle von Feuermeldern, der Verkauf von Grundstücken, die Beantragung eines Energieausweises oder auch die regelmäßige Entrichtung von Energiekosten. Weitere Anlässe sind auch die steuerlichen Vorgänge von Vermietenden, die bspw. im Rahmen der Einkünfte Erzielung nach § 21 EStG Werbungskosten für Sanierungen geltend machen können, oder aber auch – und gerade im Jahr 2022 angesichts der Grundsteuerreform besonderes relevant – die Entrichtung der Grundsteuer durch den jeweils Steuerpflichtigen. Mit der 2022 stattfindenden Hauptfeststellung

müssen die Grundsteuerpflichtigen u.a. Angaben zum Baujahr der auf ihren Grundstücken befindlichen Gebäude machen.

In allen Fällen setzt der Vollzug voraus, dass die im Rahmen der jeweiligen Interaktion erlangten Daten zum Zwecke der Ermittlung des Gebäudebestands, des Vollzugs der Befolgung von Sanierungsvorgaben oder der Nachverfolgung des energetischen Standards von Gebäuden verwendet werden dürfen. Je nach angestrebter Lösung wird es daher aus unserer Sicht erforderlich sein, die datenschutzrechtlichen Voraussetzungen dafür zu schaffen, dass die im Rahmen der genannten Anlässe erlangten Daten für den Maßnahmenvollzug genutzt werden dürfen.

Für die verschiedenen Stufen der Erfassung und Prüfung zur Einhaltung von Regeln und auch zur Durchsetzung von Maßnahmen bei Nicht-Einhaltung ist Personal notwendig, das in verschiedenen Institutionen angesiedelt sein kann. Die unzureichende Durchsetzung des Gebäudeenergiegesetzes durch die Bundesländer in der Vergangenheit (vgl. DUH 2019) zeigt, dass in den zuständigen Behörden bislang keine ausreichenden finanziellen und personellen Ressourcen verfügbar waren. Um dieses Problem zu lösen, sind verschiedene Lösungen denkbar:

- Unterstützung durch den Bund bei Zuständigkeit der Länder, um sicherzustellen, dass die Länder ausreichend Budget für den Vollzug zur Verfügung haben und zusätzliches Personal einstellen können, wobei die finanzverfassungsrechtlichen Vorgaben (Konnexitätsgrundsatz) zu beachten sind.
- Einbeziehung von externen Sachverständigen, die ohnehin häufig bei den Gebäuden vor Ort sind und die nötige Expertise aufweisen. Als Beispiele sind hier Energieberatende, Schornsteinfegende und Energiedienstleistende (Heizungsablesung und Betriebskostenabrechnung) zu nennen. Bei der Einbeziehung von Privaten stellt sich neben der bereits angesprochenen Datenschutzproblematik das zusätzliche Problem, dass Private nicht ohne Weiteres verpflichtet werden können, über die von ihnen zu erbringende Dienstleistung hinaus noch weitere (für das Gebäudeenergiegesetz relevante) Daten zu erheben.
- In Verbindung mit Grundbuchänderungen könnten auch Notare einbezogen werden und die Prüfung von möglichen Dokumenten/Zertifikaten vornehmen.
- Im Hinblick auf die Geltendmachung der Werbungskosten im Rahmen der Einkommenserzielung aus § 21 EStG und auch der Entrichtung der Grundsteuer sind die Finanzämter zu nennen, wobei im Hinblick auf Letztere beachtet werden muss, dass aus föderalistischen Gründen unterschiedliche Grundsteuermodelle existieren und daher wohl nicht von einer einheitlichen Vorgehensweise der Finanzämter auszugehen ist.

Der mögliche Nachweis der Einhaltung geltender Regeln kann verschiedene Ausprägungen aufweisen. Einerseits kann auf bestehenden Dokumenten aufgebaut werden, wie dem Energieausweis, Energierechnungen oder der Heizkostenabrechnung. Alternativ sind auch andere neue Lösungen denkbar, die in der Einführung aufwändiger sind, aber für den Vollzug deutlich vorteilhafter sein können: Ein (idealerweise digitaler) Gebäudepass mit Kennzahlen zu Wärmeerzeugern, Effizienzstandard und allgemeinen Gebäudedaten könnte im Zuge eines Gebäuderegisters eingeführt werden. Eigens für die Überprüfung des Gebäudeenergiegesetzes eingeführte Zertifikate (erstellt durch externe Sachverständige) könnten ebenfalls eine rechtssichere Grundlage für einen geregelten Vollzug darstellen. Unabhängig von der genauen Ausgestaltung besteht allerdings dessen Notwendigkeit: Solch ein Nachweis kann als Grundlage für mögliche Konsequenzen dienen und dadurch zusätzlich zur Umsetzung der geltenden Regularien motivieren.

Schließlich wäre die Etablierung von Sanktionsmechanismen bei fehlender Maßnahmenumsetzung für einen effektiven Vollzug notwendig. Es ist davon auszugehen, dass die Etablierung von Belohnungssystemen (bspw. Zertifikate/Plaketten für Gebäude oder gewisse steuerliche Vorteile) nicht die gleichen Erfolge verspricht wie die Etablierung von Sanktionen oder sonstigen (finanziellen) Nachteilen. Denkbar wäre jedoch die energetische Sanierung von Gebäuden mit steuerlichen Sofortabschreibungen zu belohnen (vgl. § 82a EStDV 2000). Anknüpfend an die oben vorgenommene Einordnung in Gebäudekategorien bzw. Interaktionsanlässe sind auch die potentiellen Konsequenzen unterschiedlich auszugestalten. Gerade im Falle einer begehrten Förderung scheint es mittels der vorhanden verwaltungsverfahrensrechtlichen Vorschriften mit wenig Aufwand umsetzbar, die Förderzusage unter Auflagen in Gestalt von Nachweispflichten zu stellen. In eine ähnliche Richtung führen Überlegungen zum Widerruf von Bewilligungsbescheiden, wenn Nachweise über die Befolgung der Sanierungsvorgaben nicht erbracht werden, die allerdings wohl einen höheren Verwaltungsaufwand bedeuten. Bei den wiederkehrenden Anlässen in Bezug auf Bestandsgebäude sind die potenziellen Anknüpfungspunkte für Sanktionen an das jeweilige Ziel des Anlasses zu knüpfen.

6.3 Elektrifizierung und Sektorkopplung

Die zunehmende Elektrifizierung im Gebäudebereich erfordert einen sektorübergreifenden Systemansatz. In den Szenarien der in Kapitel 2.3 vorgestellten Studien zur Klimaneutralität wird die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien, insbesondere aus Photovoltaik- und Windkraftanlagen, deutlich ausgeweitet. Da diese Energiequellen nicht regelbar sind, werden zum einen Speicherkapazitäten (Batterien, Pumpspeicher etc.), mehr Leitungen aus dem Ausland und regelbare Kraftwerke benötigt. Zum anderen ist eine Flexibilisierung der Stromnachfrage eine zentrale Anforderung. Je flexibler die Verbrauchsseite reagieren kann, desto besser kann die Erzeugung aus Wind- und Solarenergie genutzt werden. Zudem kann der Einsatz von brennstoffbasierten Kraftwerken dadurch reduziert werden.

Als Schlüsseltechnologie im Gebäudesektor machen Wärmepumpen im Jahr 2030 ein Drittel und 2045 zwei Drittel des Endenergieverbrauchs²⁹ des Gebäudesektors aus (vgl. Abschnitt 4.4.1). **Eine flexible und an die Lastsituation im Stromnetz angepasste Betriebsweise der Wärmepumpen ist daher sehr relevant für ein effizientes und robustes Energiesystem.** Die thermische Trägheit der Gebäude und der Einsatz von Wärmespeichern ermöglichen einen flexiblen Einsatz von Wärmepumpen. Dafür sollte der überwiegende Teil der zu installierenden Wärmepumpen in der Lage sein, auf Strompreissignale und ggf. auf eine Fernsteuerung reagieren zu können. Weiterhin sind Investitionsförderungen und ordnungsrechtliche Vorgaben für die Speicher- und Regelungstechnik wichtige Politikinstrumente.

In Gebäuden wird Strom verbraucht. Mit Hilfe von PV-Dachanlagen wird aber auch zunehmend Strom erzeugt. Wie bereits im Abschnitt 4.4.1 erwähnt, könnte sich bis zum Jahr 2045 die installierte Leistung auf Dächern mit den aktuellen Ausbauplänen bis über 150 GW erhöhen. Damit verbunden ist eine Stromerzeugung von rund 100 TWh im Jahr 2030 beziehungsweise 140 TWh im Jahr 2045. **Die**

²⁹ ohne Einbezug der Umweltwärme in der Bilanz

Stromerzeugung aus PV-Dachanlagen deckt somit bilanziell längerfristig mehr als die Hälfte des Stromverbrauchs des Gebäudesektors.

Neben Wärmepumpen wird auch der Hochlauf der Elektromobilität zunehmend eine wichtige Rolle beim gebäudenahen Stromverbrauch spielen. Ein größerer Teil der Ladevorgänge von Elektro-Pkws wird voraussichtlich zu Hause erfolgen, insbesondere bei Ein- und Zweifamilienhäusern. Da die Batteriegröße der Fahrzeuge und die mögliche Reichweite bei den meisten Nutzenden die tägliche Fahrstrecke oft um den Faktor fünf bis zehn übersteigt, können die Fahrzeuge in einem gewissen Maße flexibel geladen werden. **Darüber hinaus können Elektrofahrzeuge durch bidirektionales Laden (auch Vehicle-to-Grid genannt) zudem als Stromspeicher agieren.** In einem Gutachten von der Agora Energiewende zusammen mit Prognos und Consentec (2022) wird davon ausgegangen, dass bis 2035 etwa ein Viertel der Elektrofahrzeuge Vehicle-to-Grid fähig sind. Gekoppelt mit Eigennutzung von PV-Dachanlagen und ggf. mit der Wärmepumpe und dem zusammenhängenden Pufferspeicher stellt dieses System eine Chance zur Optimierung des gesamten Stromverbrauchs im Gebäudesektor sowie eine Entlastung im Umwandlungssektor (weniger EE-Abregelung und Back-up-Kapazitäten) dar. Dieser sektorübergreifende Ansatz sollte im politischen Handeln künftig noch stärker berücksichtigt werden, indem die unterschiedlichen Sektoren enger verzahnt gedacht werden. Die Entwicklung einer gemeinsamen, konkreteren Strategie, die sich mit den Wechselwirkungen befasst, ist in diesem Rahmen empfehlenswert.

Direkte Strom-zu-Wärme-Anwendungen (Power-to-Heat, PtH) wie Heizstäbe oder Elektrodenkessel bieten darüber hinaus eine günstige Flexibilitätsoption. Deren Einsatz ist vor allem in Regionen mit sehr hohem Anteil an Erneuerbaren Energien sinnvoll. **Bei Überangebot von grünem Strom** kann dieser mithilfe von **PtH-Anwendungen in Wärmenetzen (Nah- und Fernwärme)** integriert werden, statt ihn abzuregeln. Für einzelne sehr gut gedämmte Häuser (vor allem Passivhäuser) kann ein Einsatz von direkten Stromheizungen in Erwägung gezogen werden.

Zusammenfassend birgt die zunehmende Elektrifizierung im Gebäudesektor enormes Potential für ein effizientes Gesamtsystem und ist der zentrale Treiber für einen klimaneutralen Gebäudebestand. Ein flexibles und an die Lastsituation im Stromnetz angepasstes Betriebsverhalten von Wärmepumpen und Elektro-Pkw sind dabei eine wichtige Grundlage für ein effizientes und robustes Energiesystem. Bei der Implementierung von politischen und technischen Maßnahmen sollte die Netzdienlichkeit stets mitbedacht werden.

6.4 Zukunft der Gasnetze

Derzeit wird ein erheblicher Anteil der Wärmeversorgung von Gebäuden über Erdgasnetze bereitgestellt. Der Umstand, dass sich Deutschland zum Zeitpunkt der Erstellung des vorliegenden Berichts in einer Gasmangellage (Alarmstufe nach Notfallplan Gas) befindet, wurde bei der Untersuchung der Zukunft der Gasnetze bewusst nicht berücksichtigt. Die aktuell vorherrschende Gasmangellage verdeutlicht zwar die Notwendigkeit der Abkehr von einer fossilen Wärmeversorgung, ist aber nicht Auslöser der vorgenommenen Untersuchung. Vielmehr steht die Schaffung der Klimaneutralität im Gebäudesektor im Fokus.

Zur Erreichung des Ausstiegs aus der Energieversorgung mit fossilen Energieträgern im Allgemeinen und Erdgas im Besonderen darf nicht nur an das Gebäude selbst (vgl. Kapitel 5.12) angeknüpft werden. Die GSK muss vielmehr in einen Kontext mit der vorherrschenden

Energieversorgungsinfrastruktur gesetzt werden. Eine Wärmeversorgung von Gebäuden ohne Erdgas als Teil der GSK bedarf daher gleichzeitig einer Strategie für die Zukunft der Gasnetze, insbesondere der Gasverteilnetze.

Die Berücksichtigung der Zukunft der Gasnetze ist von einer erheblichen Komplexität geprägt. Es wird daher im Folgenden lediglich überblicksartig dargestellt, welche Hürden zu überwinden sind. Die Abkehr von einer Wärmeversorgung mittels Erdgases ist – wie dargestellt – für die Treibhausgasneutralität von Gebäuden notwendig, angesichts der bestehenden Versorgungsstruktur und dem Versorgungsbedürfnis jedoch mit vielen Herausforderungen verbunden. Dies beruht vor allem auf der bisher nicht vorgesehenen Endlichkeit der Wärmeversorgung über Erdgasnetze, die es zu durchbrechen gilt.

Im Kontext der GSK sind insbesondere drei Szenarien denkbar, bei denen das Zusammenspiel der Gasnetzinfrastruktur und der Gebäude sichtbar wird. Die erste Situation ist diejenige, dass in einem bestimmten Gebiet kein Gasnetz vorhanden ist. In diesem Fall muss der Gasnetzausbau verhindert werden, um eine Zunahme der fossilen Wärmeversorgung zu unterbinden. Im zweiten Fall ist zwar ein Gasnetz vorhanden, das betreffende Gebäude aber nicht an das vorhandene Netz angeschlossen. In dieser Konstellation gilt es Neuanschlüsse zu unterbinden, um auch hier einer Zunahme der fossilen Wärmeversorgung entgegenzuwirken. Im dritten Fall ist das Gebäude an das Gasnetz angeschlossen und es erfolgt eine Wärmeversorgung mittels Erdgases. Hier wird es erforderlich sein, eine Stilllegung der Anschlüsse bzw. die Trennung von Anschlüssen sowie auch die Stilllegung bzw. den Rückbau des bestehenden Netzes vorzubereiten bzw. vorzunehmen. Wie bereits in Kapitel 3.8 und 5.12 dargelegt, wird Wasserstoff im Gebäudesektor bis 2030 keine und danach lediglich eine nachrangige Rolle spielen. Denkbar sind allerdings Ausnahmefälle, in denen eine gasbasierte Wärmeversorgung auch weiterhin eine Option darstellen könnte, z. B. bei Gebäuden, die nah an Gasnetzen liegen, welche industrielle Kunden mit Wasserstoff versorgen. In diesen Ausnahmefällen muss der Blick darauf gerichtet sein, dass die Infrastruktur der Versorgung auf synthetische Gase („H₂-ready“) vorbereitet wird.

Der klimaschutzbedingte Ausstieg aus der Erdgasversorgung sowie die Einschätzung, dass Wasserstoff bei der Gebäudewärme bis 2030 keine und danach auch nur eine nachrangige Rolle spielen wird, führt zu einem deutlichen Rückgang der Nachfrage nach gasförmigen Brennstoffen mit entsprechenden Auswirkungen auf die Gasnetzinfrastruktur. Dies stellt die Unternehmen in der Gasversorgung, ihre Anteilseignende sowie Eigentümerinnen/Eigentümer und Investierende vor große Herausforderungen. Teile des Gasverteilnetzes werden nicht mehr gebraucht und können stillgelegt werden, Investitionen in das Gasnetz sind neu zu bewerten. Betreibende von Gasinfrastruktur haben allerdings nach den geltenden rechtlichen Rahmenbedingungen kaum Handlungsmöglichkeiten, um Pläne zum Rück- und Umbau des Gasnetzes umzusetzen. Um Fehlinvestitionen in (neue) fossile Wärmeerzeuger und Energieinfrastruktur zu vermeiden, müssen jetzt die Weichen gestellt werden. Damit der Umbau oder die Stilllegung von Gasnetzen durch die Betreibenden der Gasinfrastruktur vorgenommen werden können, bedarf es einer Anpassung des aktuellen Regulierungsrahmens. Diese Anpassungen des rechtlichen Rahmens müssen unmittelbar initiiert werden, damit Betreibende von Gasnetzen Rechtssicherheit hinsichtlich ihrer Handlungs- und Entwicklungsmöglichkeiten erlangen.

6.4.1 Notwendige Anpassung des Regulierungsrahmens

In Kontext des Regulierungsrahmens ist zunächst die Reform der Anschlusspflicht nach §§ 17, 18 EnWG zu nennen. Gasnetzbetreiber müssen eine Möglichkeit erhalten, Kaufende den Anschluss zu verweigern oder zu kündigen. Derzeit sind die Begründungsanforderungen sehr streng, insbesondere können strategische Ziele eigentlich nicht berücksichtigt werden. Zum aktuellen Zeitpunkt gelten darüber hinaus für die Stilllegung von Gasnetzanschlüssen strenge Anforderungen, sodass die Stilllegung nur im Ausnahmefall zulässig ist, wenn das Vorhalten von inaktiven Gasnetzanschlüssen für den Netzbetreiber wirtschaftlich unzumutbar ist.

Des Weiteren muss die Finanzierung eines etwaigen Rück- und Umbaus gesichert sein. Gasnetzbetreiber müssen Rechtssicherheit erhalten, ob und in welchem Umfang Rück- und Umbaukosten über Netzentgelte finanziert werden können. Dasselbe gilt für Rückstellungen, die nach den Vorgaben des HGB für künftige ungewisse Verbindlichkeiten zu bilden sind. Hierbei ist zu beachten, dass die Berücksichtigung von Stilllegungs-, Rück- und Umbaukosten sowie von Rückstellungen in den Netzentgelten zu einem Anstieg der Netzentgelte und damit der Preise für (alle) Gaskaufende führen würde. Zudem würde die Bildung von Rückstellungen eine Schmälerung von Gewinnen und damit auch der Ausschüttungen an Anteilseignenden bedeuten. Für viele Kommunen, die an Unternehmen der Gasversorgung beteiligt sind, würden damit Einnahmen wegfallen. Eine (Teil-)Kompensation von diesen Einnahmeeinbußen kann jedoch im Zuge des Ausbaus der Wärmenetzinfrastruktur erfolgen, sofern das betreffende Unternehmen sowohl Wärme- als auch Gasnetzbetreiber bzw. die Kommune an beiden Unternehmen beteiligt ist.

Im Hinblick auf die erforderliche Anpassung der Nutzungsdauer von Erdgasleitungsinfrastrukturen wurde die Bundesnetzagentur in dem zur Konsultation gestellten Beschlussentwurf zur Festlegung von kalkulatorischen Nutzungsdauern von Erdgasleitungsinfrastrukturen („KANU“) tätig. Es ist jedoch eine weitere Anpassung des Regulierungsrahmens erforderlich, um das bisher vorherrschende Konstrukt der standardisierten, gewissermaßen unendlichen Nutzung von Gasnetzen zu durchbrechen und eine höhere Flexibilität für Netzbetreiber zu schaffen. Das gilt insbesondere auch für die weiterhin vorgesehenen langen Abschreibungszeiten von 40 bis 50 Jahre für bestehende Anlagegüter in der Gasversorgung. Hier müssen auch Lösungen für Investitionen in Gasnetze gefunden werden, die vor 2023 aktiviert wurden und bislang von den vorgesehenen Abschreibungsverkürzungen der KANU-Festlegung nicht adressiert werden. Gasnetzbetreiber müssen die Möglichkeit haben, Abschreibungen mittels Sonderabschreibungen über verkürzte Zeiträume vorzunehmen.

Zudem ist eine Anpassung des Konzessionsrechts dahingehend erforderlich, dass Konzessionen für den Betrieb von Erdgas- und synthetischen Gasnetzen medienübergreifend vergeben werden können. Es bedarf außerdem einer Klarstellung des Umgangs mit stillgelegten Anlagen, Rückbaupflichten und weiteren Pflichten nach Auslaufen einer Konzession.

6.4.2 Synergieeffekte durch kommunale Wärmeplanung und alternative Wärmerversorgung

Ein wichtiges Instrument für eine erfolgreiche Abkehr von der erdgasbasierten Wärmeversorgung ist die kommunale Wärmeplanung. Die im Zuge der kommunalen Wärmeplanung gewonnenen Erkenntnisse stellen die – auch für die Gasnetzstrategie notwendige – Datengrundlage über die

existierenden Gasnetze und die mit Erdgas versorgten Gebäude dar. Auch wenn die oben benannten (regulatorischen) Hürden überwiegend die Betreibenden der Gasinfrastruktur betreffen, ist ein enger Austausch zwischen den Agierenden der Wärmeversorgung erforderlich. Durch eine Zusammenarbeit mit den Agierenden der kommunalen Wärmeplanung lassen sich nützliche Synergieeffekte schaffen. Die Ausweisung von Wärmeversorgungsarten für die jeweiligen Gemeindegebiete schafft für Gasnetzbetreiber eine Planungshilfe, wo eine Stilllegung bzw. der Rück- und Umbau von Gasnetzen zu erfolgen hat. Im Zuge dessen kann auch ermittelt werden, wo im Ausnahmefall eine Versorgung mit Wasserstoff oder anderen synthetischen Gasen erforderlich sein wird (insbesondere von Ankerkunden der Industrie, s.o.). Auch die betroffenen Eigentümerinnen und Eigentümer werden somit frühzeitig über die Möglichkeiten ihrer zukünftigen Wärmeversorgung informiert.

Die Abkehr von der Nutzung der Gasinfrastruktur wird zudem begünstigt, wenn die Möglichkeiten, sich mit Erdgas zu versorgen, eingeschränkt werden und zugleich wirtschaftlich attraktive Alternativlösungen (ggf. auch als Zwischenlösungen) angeboten werden. Ein erfolgreicher Rollout von Wärmepumpen und der Anschluss an die Fernwärme werden unterstützt, wenn feststeht, dass Erdgas in einem bestimmten Gebiet über die Lebensdauer einer Gasheizung nicht mehr zur Verfügung stehen wird.

6.5 Dekarbonisierung der Fernwärme

Wärmenetze werden im vorliegenden Gutachten zur GSK eine hohe Bedeutung – vor allem im städtischen und dicht besiedelten Raum – zugeschrieben. Vor allem auch durch die Ausnutzung lokal verfügbarer Potenziale an erneuerbaren Energien bzw. unvermeidbarer Abwärme können Wärmenetze zur Versorgungssicherheit beitragen. Neben der Steigerung der Hausanschlüsse ist für eine zielkonforme Ausgestaltung jedoch auch der Wärmenetzausbau und die Dekarbonisierung von bestehenden Wärmenetzen erforderlich.

Die kommunale Wärmeplanung, die in Abschnitt 5.6 ausgeführt wird, schafft die Voraussetzungen für den Ausbau und die Dekarbonisierung der Wärmenetze. Des Weiteren sind Anpassungen am regulatorischen Rahmen notwendig. Ein Vorschlag zu einem abgestimmten Maßnahmenbündel zur Dekarbonisierung von Wärmenetzen wurde in Ortner et al. (laufend) als „Erneuerbares Wärme Infrastrukturgesetz“ (EWG) vorgeschlagen und wird im Folgenden kurz dargelegt.

Die neue Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW), die im September 2022 starten soll, wird künftig eine der wichtigsten Säulen für die Dekarbonisierung der Wärmenetze darstellen, da sowohl Investitionen in Einzeltechnologien als auch systemische Maßnahmen zur Transformation von Wärmenetzen gefördert werden. Wärmenetze erfordern allerdings Investitionen mit einem langen Zeithorizont. **Daher ist ein gesetzlicher Anspruch auf die BEW wichtig, um Orientierung und Investitionssicherheit zu geben**, wie es beispielsweise im früheren EEWärmeG für die Förderung der Nutzung erneuerbarer Energien für die Wärme- und Kälteerzeugung im Gesetz vorgesehen war.

Die Einführung der BEW ist auch wichtiger Schritt dahin, die das **KWKG als bisherig sehr relevantes Finanzierungsinstrument bei der Dekarbonisierung der Wärmenetze zu ersetzen**, da perspektivisch bei zunehmendem Ausbau der erneuerbaren Wärme die Förderung von erneuerbarer Wärme über eine Stromumlage finanzwissenschaftlich schwierig wäre. Zudem ist es bei der Weiterentwicklung des KWKG aus Wärmeperspektive essenziell, dass keine Fehlanreize für Investitionen in fossile Wärmeerzeugung mehr bestehen.

Darüber hinaus sind auch verbindliche Dekarbonisierungsziele mit dem Ziel der

Klimaneutralität 2045 erforderlich. Verpflichtende Dekarbonisierungsfahrpläne, die verbindlichen Ziele beinhalten, existieren bereits in Thüringen, Hamburg und Berlin. Im Klimaschutzgesetz in Thüringen ist festgehalten, dass die Fernwärmeversorgung bis 2040 klimaneutral aufgebracht muss und die Versorgungsunternehmen werden verpflichtet, entsprechende Konzepte zu entwickeln, die den Pfad zur Zielerreichung aufzeigen. Im Klimaschutzgesetz in Hamburg ist festgelegt, dass Wärmenetze bis 2050 durch klimaneutrale Wärme gespeist sein müssen, das Berliner Energiewende- und Klimaschutzgesetz sieht eine klimaneutrale Fernwärmeversorgung zwischen 2040 und 2045 vor. Die Festlegung von verpflichtenden Dekarbonisierungszielen und zugehörigen Dekarbonisierungsfahrplänen bzw. Fernwärmeentwicklungskonzepten, wie Sie in Ortner et al. (laufend) vorgeschlagen werden, ist ein zentrales Element für die zielkonforme Transformation von einzelnen Wärmenetzen. In Ortner et al. (laufend) wird ein verbindlicher Dekarbonisierungsanteil an der Fernwärmeerzeugung im Jahr 2035 in Höhe von 70 % vorgeschlagen, der 2045 dann bei 100 % liegen soll. Indikative Anteile für die Jahre ab 2027 und 2030 werden angegeben, sind jedoch unverbindlich. Da die lokalen und situativen Gegebenheiten der einzelnen Wärmenetze variieren können, kann die Möglichkeit der Abweichung von den Zielvorgaben innerhalb eines Toleranzbereichs für einzelne Netze vorgesehen werden. Die Verbindlichkeit der Zielerreichung muss jedenfalls sichergestellt werden, beispielsweise könnten Strafzahlungen angedacht werden. Eine enge Verzahnung der Anforderungen an die Fernwärmeentwicklungskonzepte und die Transformationspläne, die im Rahmen der BEW-Förderung erforderlich ist, ist anzustreben, um den Planungs- und Koordinationsaufwand der Wärmenetzbetreiber gering zu halten.

6.6 Notwendige Ressourcen

Das entwickelte Zielbild erfordert ein schnelleres Tempo bei der Reduzierung des Wärmebedarfs und bei der Dekarbonisierung der Wärmeversorgung. Das erfordert sowohl materielle als auch personelle Ressourcen, die in diesem Abschnitt tiefer beleuchtet werden. Beim Thema Fachkräfte wurde auf Wunsch des Auftraggebers eine detailliertere Quantifizierung durchgeführt, um den Fachkräftebedarf im Rahmen der KNG tiefer analysieren zu können und mögliche Lösungswege für das begrenzte Fachkräfteangebot im Gebäudebereich aufzugreifen.

6.6.1 Fachkräfte

Zahl der benötigten Fachkräfte

a) Wärmeerzeuger

Das entwickelte Zielbild für einen klimaneutralen Gebäudebestand fordert einen Paradigmenwechsel in der Wärmeversorgung, weg von fossilen Energietragenden hin zu elektrischen Wärmepumpen und Fernwärme (siehe Abschnitt 3). Der damit verbundene Fachkräftebedarf wird hier quantifiziert und analysiert.

Als erster Schritt wurden die Anlagenabsatzzahlen aus der Modellierung aufbereitet und nach Technologien (Wärmepumpen, Erdgaskessel, Fernwärmeanschlüsse, Biomasse), nach Gebäudetypen (EFH, MFH, GHD) und Gebäudeart (Bestand, Neubau) gegliedert. Darüber hinaus wurde der Installationsaufwand nach Anlagentyp und Einbautyp (Neubau/Modernisierung) auf Basis

von ITG-Berechnungen bestimmt und anschließend auf folgende Berufsuntergruppen (gemäß Klassifikation der Berufe 2010) aufgeteilt:

- „3421 Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik (SHK)“ zur Planung und Installation von Anlagen
- „5252 Führende von Erdbewegungs- und verwandten Maschinen“ für die notwendigen Bohrungen (nur Sole-WP)
- „4321 Umweltschutzverwaltung. & -beratung“ zur Energieberatung und Baubegleitung

Der Aufwand ist abhängig von der Anlagengröße. Für größere Anlagen in MFH oder NWG ist der Aufwand höher als für kleine Anlagen in EFH. Auch ist der Aufwand beim Ersatz einer Anlage im Gebäudebestand (Modernisierung) in der Regel etwas höher als beim Neubau – insbesondere, wenn beim Ersatz ein Technologiewechsel anfällt (z.B. Wechsel von einer Gasheizung zu einer Wärmepumpe). Bei Sole-Wärmepumpen fällt außerdem Arbeit für die Erdbohrung an. Die unterstellten Arbeitstage für die betrachteten Technologien sind in Tabelle 33 nach Gebäudetyp beschrieben. Der Einbau des Wärmeerzeugers wird in der Regel von mehreren Fachkräften durchgeführt, so dass die Einbauzeit geringer ist als die in der Tabelle dargestellte Arbeitszeit in Arbeitstagen.

Der Arbeitsaufwand für den Einbau einer Wärmepumpe ist aktuell um etwa den Faktor 3-4,5 höher als bei einer konventionellen Gasbrennwertheizung. Allerdings darf angenommen werden, dass sich bei den Wärmepumpen Lerneffekte zeigen werden und die Effizienz beim Einbau zunimmt – u.a. aufgrund einer weiteren Vereinfachung der Wärmepumpenanlagen, der Standardisierung von Prozessen und zunehmender Erfahrung der Fachkräfte. In der Abschätzung des Fachkräftebedarfs wird eine durch Lerneffekte entstehende Arbeitszeitreduktion bei Wärmepumpen um 30 % bis 2025 und 40 % nach 2030 unterstellt. Bei den übrigen Technologien wird keine weitere Verringerung der Arbeitszeit angenommen. Bei der Fernwärme wurde nur die Arbeitszeit für den Gebäudeanschluss betrachtet. Nicht berücksichtigt wurde die Arbeitszeit für eine allfällige Erweiterung des Wärmenetzes (Tiefbau) und der Wärmeerzeugung.

Tabelle 33: Mittlere benötigte Arbeitszeit für den Einbau eines Wärmeerzeugers bei der Modernisierung eines bestehenden Gebäudes, im Jahr 2021, nach Gebäudetypen, in Arbeitstagen

	EFH	MFH	NWG
Luft-Wasser-Wärmepumpe	14,5	27,8	33
Planung & Installation	13,2	25,7	30,5
Energieberatung und Baubegleitung	1,3	2,1	2,5
Sole-Wasser-Wärmepumpe	18,3	34,1	40,6
Planung & Installation	13,3	25,7	30,6
Bohrung	3,8	6,3	7,5
Energieberatung und Baubegleitung	1,3	2,1	2,5
Gas	5,0	6,9	9,4

	EFH	MFH	NWG
Biomasse	8,0	12,4	15,0
Fernwärmeanschluss	4,0	6,2	7,5

Quelle: basierend auf Berechnungen ITG

Installationsfreundlichere Geräte und Lerneffekte der Installateure werden bei den Wärmepumpen zum einem im Zeitverlauf verringerten Installationsaufwand führen. Es wird eine Verringerung der Installationszeiten von -30 % bis 2025 und -40% bis 2035 unterstellt. Bei den anderen Wärmeerzeugern wird von einem gleichbleibenden Installationsaufwand ausgegangen.

In einem nächsten Arbeitsschritt wurden die anlagenspezifischen Arbeitszeiten mit den aus dem Szenario KNG abgeleiteten Anlagenabsätzen multipliziert. Daraus folgt der ermittelte Fachkräftebedarf für den Einbau der Wärmeerzeuger nach Technologien. Es wird darauf hingewiesen, dass der Bedarf hier zu Vollzeitäquivalenten zusammengefasst ist. In Realität verteilt sich die Arbeit auf deutlich mehr Arbeitskräfte, die jedoch nicht ausschließlich Wärmeerzeuger, sondern auch Sanitäranlagen (z.B. Bäder) und andere Haustechnikanlagen installieren.

Da der Einbau der Wärmepumpen mit vergleichsweise hohen Arbeitszeiten verbunden ist und die Zahl der eingebauten Wärmepumpen stark zunimmt, steigt die benötigte Arbeitszeit für den Einbau von Wärmeerzeugern von rund 32 Tsd. Vollzeitäquivalenten im Jahr 2021 auf über 55 Tsd. im Jahr 2024. Aufgrund der steigenden Effizienz beim Einbau nimmt der Bedarf an Arbeitszeit nach 2024 wieder leicht ab, verbleibt aber in etwa auf dem Niveau von 50 Tsd. Vollzeitäquivalenten. Das sind über 50 % mehr als im Jahr 2021. In anderen Abschätzungen wird der zusätzliche Bedarf an Fachkräften höher eingeschätzt. Der Zentralverband Sanitär Heizung Klima (ZVSHK) beispielsweise schätzt den zusätzlichen Bedarf auf rund 60 Tsd. handwerkliches Fachpersonal. Die Differenz lässt sich zu großen Teilen durch den hier angenommenen Effizienzfortschritt beim Einbau erklären. Würde dieser nicht unterstellt, ergäbe sich bei der hier durchgeführten Abschätzung ein zusätzlicher Bedarf von annähernd 10 Tsd. Vollzeitäquivalenten. Ein Teil der Differenz könnte auch eine unterschiedliche Abgrenzung zurückzuführen sein. Während hier vollzeitäquivalente betrachtet werden, dürfte in der ZVSHK die Personen gemeint sein (Teil- und Vollzeitbeschäftigte). Dämpfend auf den Fachkräftebedarf aus dem SHK-Bereich wirkt sich auch der Ausbau der Wärmenetze aus, da die Gebäudeanschlüsse mit geringem Arbeitsaufwand verbunden sind. Darüber hinaus wurde in diesem Gutachten eine vollständige Verschiebung der Fachkräfte von Gaskesseln hin zu Wärmepumpen angenommen.

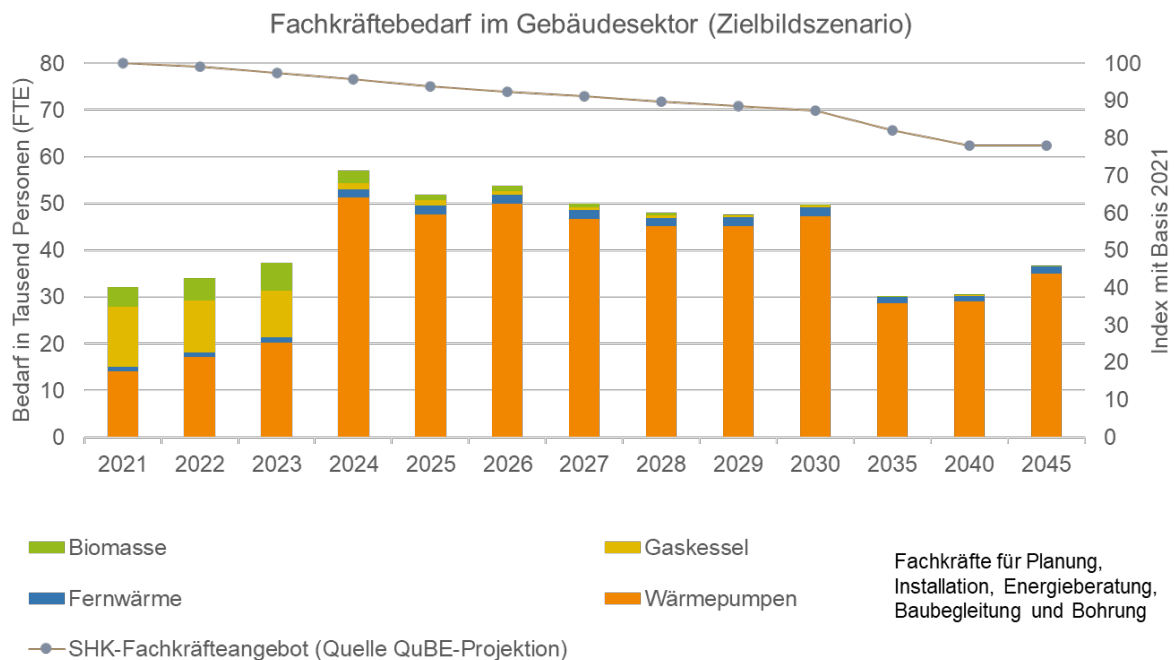


Abbildung 77: Benötigte Fachkräfte für den Einbau von Heizungen (in Tausend Vollzeitäquivalenten) sowie das Angebot an Fachkräften im Bereich SHK (als Index mit dem Jahr 2021 als Basis)

Nach Angaben des Datenportals der BIBB-IAB-Qualifikations- und Berufsprojektionen (QuBe 2020) lag der Arbeitskräftebedarf im Jahr 2021 bei rund 320 Tsd. Personen in der Berufsgruppe Klempnerei, Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik (Berufsgruppe 342 gemäß Kldb2010). Nach Angaben des Mikrozensus entfallen knapp 200 Tsd. Erwerbstätige innerhalb dieser Berufsgruppe auf den in diesem Kontext relevanten Teilbereich Planung und Installation (Berufsuntergruppe 3421 Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik (SHK)). Für den Einbau eines Wärmeerzeugers sind weitere Tätigkeiten notwendig, u.a. in den Bereichen Energieberatung und Baubegleitung sowie Bohrung (im Falle von Sole-Wärmepumpen). In diesen Bereichen gibt es nach der aktuellen QuBE-Projektion rund 30 Tsd. respektive 55 Tsd. Beschäftigte.

Gemäß Angaben des Zentralverbands Sanitär Heizung Klima (ZVSHK) gibt es in Deutschland gegenwärtig (2022) insgesamt rund 396 Tsd. Beschäftigte im SHK-Bereich. Dazu werden Fachpersonal für Installation und Heizungsbau, Klempnerarbeiten, Spenglerarbeiten, Ofen- und Luftheizungsbau sowie Behälter und Apparatebau gezählt. Davon sind nach Schätzungen des ZVSHK rund 40 % mit dem Einbau von Heizungen beschäftigt, dies entspricht rund 160 Tsd. Beschäftigten.

Grundsätzlich übersteigt das gesamte Fachkräfteangebot im SHK-Bereich den Bedarf an Fachkräften, die allein für den Einbau der Wärmeerzeuger benötigt werden. Diese Fachkräfte sind jedoch nicht ausschließlich für den Einbau von Wärmeerzeugern zuständig. Bei einer stärkeren Priorisierung des Heizungseinbaus kann sich ein Mangel an Arbeitskräften in anderen Bereichen ergeben, z.B. im Sanitärbereich. Zudem sind die notwendigen Qualifikationen für den Einbau von Wärmepumpen nicht immer gegeben und es bedarf entsprechender Weiterbildungsmaßnahmen (vgl. unten den Abschnitt zu den Lösungsmöglichkeiten). Erschwerend kommt hinzu, dass das Fachkräfteangebot im SHK-Bereich in den kommenden Jahren ohne die Einführung zusätzlicher Maßnahmen abnehmen wird (Abbildung

77). Die QuBE-Projektion zeigt einen Rückgang des Fachkräfteangebots im SHK-Bereich von über 10 % bis zum Jahr 2030. Dies ist unter anderem auf die Altersstruktur der Fachkräfte zurückzuführen. In den kommenden Jahren gehen mehr Fachkräfte in Rente als neue nachkommen.

Aus diesen Abschätzungen ergibt sich, dass in den kommenden Jahren **eine stark ansteigende Nachfrage nach Fachkräften zum Einbau von Wärmeerzeugern auf ein abnehmendes Angebot an Fachkräften trifft.**

b) Energetische Sanierungen

Die strategische Vorgabe zur Reduktion des Wärmebedarfs der Gebäude soll auch durch eine Erhöhung der Sanierungsaktivität erreicht werden. Für die zusätzlichen und umfassenderen Sanierungen (höhere Sanierungstiefe) sind ebenfalls zusätzliche Fachkräfte notwendig. In Abbildung 78 ist die Abhängigkeit der äquivalenten Vollzeitarbeitsplätze von der jährlichen Modernisierungsquote für Eigenheime und Geschosswohnungen dargestellt.

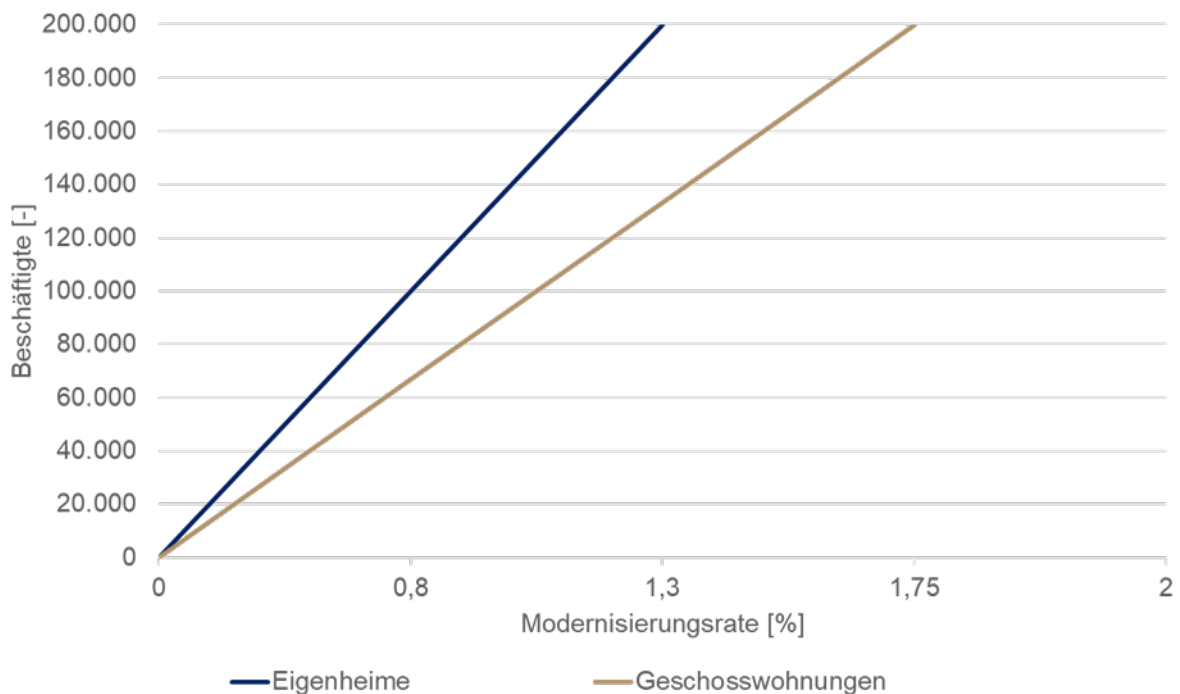


Abbildung 78: Einfluss der Modernisierungsrate für Eigenheime und Geschosswohnungsbauten auf die Anzahl der Vollzeitbeschäftigten mit Bezug zur Gebäudehülle

Quelle: Eigene Berechnungen

Insgesamt sind derzeit 400.000 Beschäftigte mit der Planung und Ausführung der Gebäudehülle in Deutschland tätig. Davon entfallen gut 180.000 auf den Neubau und 215.000 auf die Modernisierung. Dabei entfallen jeweils 80 % der Stellen auf die Ausführung der Gebäudehülle. Rund 215.000 zusätzliche Arbeitsplätze können im Bauhandwerk entstehen, wenn zur Erreichung der Klimaziele der Gebäudebestand bis 2045 energetisch modernisiert wird. Nur so kann die erforderliche Erhöhung der Sanierungsquote bewerkstelligt werden. Weitere 67.000 Arbeitsplätze werden zudem im Neubau von energiesparsamen Gebäuden entstehen. Wichtig ist, dass die Sanierung überwiegend von kleinen und mittleren Betrieben gestemmt werde. Besonders diese Betriebe werden aber nur dann zusätzliche

Mitarbeiter einstellen, wenn die wirtschaftliche Entwicklung planbar sei. Dafür müssten auch die politischen Rahmenbedingungen stimmen.

c) Lösungsmöglichkeiten

Da vor allem der Bedarf an beruflich qualifizierten Fachkräften steigen wird, liegt der Fokus der nachfolgend aufgeführten Lösungsmöglichkeiten auf diesem Bereich.

Die Umsetzung der Maßnahmen im Gebäudesektor (Planung und Einbau Wärmeerzeuger, energetische Sanierung) verlangt von Fachkräften teils veränderte Kompetenzen bzw. die Anwendung erworbener Kompetenzen im Rahmen von neuen Technologien. Herausforderung bei der Qualifizierung von Fachkräften besteht unter anderem darin, dass der Handlungsdruck sehr hoch ist und die Maßnahmen bereits kurzfristig angegangen werden müssen. Zentral wird es daher sein, die bestehenden Beschäftigten durch Schulungen in die Lage zu versetzen die entsprechenden Maßnahmen umzusetzen.

■ Förderung von Weiterbildungen:

Kosten für Weiterbildungen sowie der zeitliche Aufwand sind gerade für kleinere Betriebe ein zentrales Hemmnis für den Besuch von Weiterbildungen. Schulungen sollten daher gefördert und ggf. auch Verdienstauffälle kompensiert werden. Dabei sollte geprüft werden, ob ein dezidiertes Förderprogramm zur Weiterbildung oder eine Anpassung bestehender Instrumente (z.B. Qualifizierungschancengesetz) besser geeignet ist. Bei der Gestaltung einer Förderung ist zu beachten, dass der Verwaltungsaufwand für Betriebe beherrschbar bleibt und nicht eine weitere Hürde bei der Weiterbildung stellt.

■ Alltagskompatible Gestaltung von Weiterbildungen

Mit dem Ziel, Hürden für eine Weiterbildungsbeteiligung abzubauen, sollten Weiterbildungsformate entwickelt werden, die passgenau und alltagskompatibel sind (bessere Vereinbarkeit mit Berufstätigkeit), insbesondere durch Onlineformate und modulare Weiterbildungsgänge.

■ Prüfung von Inhalten der Aus- und Fortbildungsordnungen

Inhalte von Ausbildungs- und Fortbildungsgängen sollten mit Blick auf zentrale Technologien und veränderte Arbeitsprozesse geprüft und ggf. an neue Kompetenzanforderungen angepasst werden. Parallel könnten Zusatzqualifikationen überarbeitet bzw. neu geschaffen werden, sofern diese als zügige Anpassungsmöglichkeiten in einem ersten Schritt dienen. Dies bedarf zunächst einer ergebnisoffenen Prüfung unter Einbeziehung der Sozialkooperierenden.

■ ‚Grüne Berufsorientierung‘ an Schulen stärken:

Eine gezielte Berufsorientierung kann helfen, mehr Jugendliche für Ausbildungsberufe im Gebäudesektor zu gewinnen. Neben Informationen über die Vielfalt der Tätigkeiten und Aufstiegsmöglichkeiten, sollte – um die Zielgruppe der ‚klimaschutzsensiblen‘ jungen Menschen zu erreichen – insbesondere aufgezeigt werden, dass die Ausübung entsprechender Berufe essenziell für den Klimaschutz ist. Neben Aktivitäten an Schulen kann eine Social-Media-Kampagne die Ansprache der Jugendlichen unterstützen. Bei der Berufsorientierung an Gymnasien gilt es praktische Angebote

zur Berufsorientierung auszubauen, die gleichwertig über die verschiedenen Optionen der berufsqualifizierenden Qualifizierung informieren und mit Praxis Einblicken begleiten. Dies könnten Besuche bei Ausbildungs- /Handwerksmessen oder Projektwochen in Betrieben sein.

■ **Studienabbrecher/-innen und Studienzweifler/-innen auf berufliche Perspektiven im Gebäudesektor aufmerksam machen:**

Studienabbrecher/-innen sind eine potenzielle Zielgruppe der Fachkräftegewinnung im Gebäudesektor. Die Zusammenarbeit von Handwerkskammern und Hochschulen sollte daher systematisch ausgebaut werden, um Studienabbrecher/-innen als Auszubildende zu erreichen.

■ **Gezielte Gewinnung von Frauen:**

Frauen sind im Handwerk deutlich unterrepräsentiert. In einigen energiewende-relevanten Berufen sind Frauen nur eine seltene Minderheit (Deutscher Bundestag, 2019). Im Bau- u. Ausbaugewerbe beträgt der Frauenanteil aktuell knapp 7 %, im Elektro- u. Metallgewerbe knapp 3 %, im SHK-Bereich nur 1 % (ZDH, 2019). Bei der verstärkten Gewinnung von Frauen für energiewenderelevante Handwerksberufe geht es einerseits darum, in der Kommunikation potenzieller Auszubildenden geschlechtsspezifische Berufsbilder aufzulösen. Entsprechende Initiativen und Aktivitäten gibt es bereits – wie die [Initiative Klischeefrei](#) – und sollten weiter gestärkt werden. Andererseits braucht es auch Veränderungen der Arbeitsorganisation, wie Möglichkeiten der Teilzeitarbeit, um eine verbesserte Vereinbarkeit von Familie und Beruf zu schaffen. Digitale Assistenzsysteme und andere technologische Entwicklungen, die körperliche Arbeitserleichterungen erlauben, können die Attraktivität der Berufe für Frauen erhöhen.

■ **Teilqualifizierungen für Un- und Angelernte:**

Ein weiteres Fachkräftepotential liegt in Un- und Angelernten. Für sie bieten sich insbesondere Teilqualifizierungen an, mit denen sie schrittweise eine Berufsqualifizierung nachträglich erwerben können. Teilqualifizierungen können begleitend zur Beschäftigung oder in Voll-/Teilzeit absolviert werden. Das Ziel sollte in einer vollwertigen Berufsausbildung liegen. Die ‚Arbeitgeberinitiative Teilqualifizierung‘³⁰ bietet z.B. bereits die Teilqualifizierung Anlagenmechaniker/-in für Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik (SHK) an. Der Ausbau und die flächendeckende Verbreitung entsprechender Qualifizierungen, Angebote für Beratung und Information von Betrieben und potenziellen Fachkräften kann helfen das Fachkräftepotential dieser Zielgruppe zu heben. Teilqualifizierungen können auch einen Berufswechsel erleichtern.

■ **Zuwanderung beruflich qualifizierter Fachkräfte:**

Das im März 2020 in Kraft getretene Fachkräfteeinwanderungsgesetz (FKEG) erleichtert die Zuwanderung von qualifizierten, auch nichtakademischen Fachkräften aus Drittstaaten nach Deutschland. Mit gezielten Beratungs- und Vermittlungsprogramme für Personen aus dem Ausland speziell in Berufen der Energieeffizienz könnten ausländische Fachkräfte in den entsprechenden Berufen gewonnen werden. Aktuell gibt es Pilotprojekte zur Gewinnung ausländischer Fachkräfte für das deutsche Handwerk. Das vom BMWK geförderte Programm ‚HabiZu – Handwerk bietet Zukunft‘³¹,

³⁰ <https://www.nachqualifizierung.de/>

³¹ <https://www.sequa.de/projekte-programme/habizu-handwerk-bietet-zukunft>

das durch ‚sequa‘, dem Zentralverband des deutschen Handwerks und der Bundesagentur für Arbeit durchgeführt wird, versucht Fachkräfte aus Bosnien und Herzegowina für dauerhafte Beschäftigungsverhältnisse in Handwerksbetrieben zu rekrutieren. Arbeitgebende für Anlagenmechanik für Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik (HWK-Bezirk Potsdam) sind eine von drei adressierten Gewerken. Bei dem ebenfalls durch das BMWK geförderten Projekt ‚Hand in Hand for International Talents‘ soll ein idealtypischer Zuwanderungsprozess für ausländische Fachkräfte mit Berufsausbildung entwickelt und erprobt werden. Durchführende Organisationen sind die Bundesagentur für Arbeit und DIHK Service GmbH; Partnerländer sind Vietnam, Brasilien und Indien. Erfahrungen solcher Projekte sollten evaluiert und für eine erfolgreiche Umsetzung des Fachkräfteeinwanderungsgesetzes genutzt werden.

6.6.2 Materialien und Rohstoffe

Um die angenommenen Sanierungsquoten und Sanierungstiefen zu erreichen sind neben dem in Kapitel 6.6.1 beschriebenen Fachkräftebedarf auch die erforderlichen Materialien zu betrachten. Einerseits kann die Verfügbarkeit der Materialien ein limitierender Faktor z.B. beim Erreichen der Sanierungsziele oder der kosteneffizienten Beschaffung neuer Materialien sein. Andererseits wirkt sich der Gebäudesektor durch die Energie und Emissionen für die Herstellung der Materialien auf andere Bereiche – wie z.B. den Industriesektor – aus. Auch die anderen Bereiche müssen die entsprechenden Ziele für das Erreichen der THG-neutralität einhalten.

Die Verfügbarkeit von Materialien ist stark von den benötigten Rohstoffen und deren Quellen abhängig. Recycling kann ein Ansatz sein der Knappheit entgegenzuwirken. In der Deutschen Abfall-Bilanz sind von den etwa 410 Mio. t rund 230 Mio. t Bau- und Abbruchabfälle (destatis 2020). Dabei werden laut dem Monitoring Bericht 2018 vom Gesamtbedarf an Gesteinskörnungen nur 12,5 % mit Recycling-Baustoffen ersetzt. Die Recyclingquote von Bauabfällen auf Gipsbasis liegt nur bei 4,7 % (44,9 % gehen in den Bergbau und 50,4 % werden beseitigt). Zum Vergleich: Bei Straßenaufbruch liegt die Recyclingquote bei ca. 93 % (Kreislaufwirtschaft Bau, 2021). Eine höhere Recycling- und Wiederverwendungsquote führen zu einem reduzierten Bedarf an neuen Materialien und deren Rohstoffen. Um diese Quote zu erhöhen können Instrumente wie ein Gebäuderessourcenpass oder ein Materialpass eingeführt werden. Durch genaue Informationen zu den einzelnen Baustoffen werden zirkuläre Stoffströme oder eine Kaskadennutzung möglich. Essentieller Bestandteil für eine höhere Recycling- oder Wiederverwendungsquote ist das Konstruieren mit lösbaren Verbindungen. Sobald Baustoffe verklebt werden oder keinen monolithischen Aufbau aufweisen, ist die sortenreine Trennung mit mehr Aufwand verbunden und in vielen Fällen unrentabel. Siehe dazu auch *„Prüfung möglicher Ansätze zur Stärkung des Recyclings, zur Schaffung von Anreizen zur Verwendung recycelbarer Materialien und zur verursachergerechten Zuordnung von Entsorgungskosten im Bereich der Bauprodukte“* (Ramboll et al. 2021).

Das *„Deutsches Ressourceneffizienzprogramm III“* (BMU 2020) enthält Vorschläge zur Recycling freundlicheren Gestaltung des Bausektors. Die Umsetzung der Vorschläge führt zu einer höheren Recyclingquote, welche letztendlich nicht nur den Deponiebedarf, und die Emissionen aus der Baustoffherstellung reduziert, sondern schont auch die verbleibenden Ressourcen. Urban Mining also die Bewirtschaftung der in der Anthroposphäre gelagerten Stoffe wird in Zukunft ein wichtiger Faktor für die Baustoffversorgung. Massenmäßig ist mit über 95 % der Bausektor das größte anthropogene Lager in Deutschland (UBA 2022).

Zur Einordnung der Verfügbarkeit von Materialien wird der Sanierungsfall betrachtet. Der Materialverbrauch für die Sanierung eines Gebäudes ist geringer als für den Neubau, da vor allem materialintensive tragend Konstruktionen erhalten bleiben. Dabei werden, um die Gebäudehülle energetisch zu sanieren, insbesondere Dämmstoffe benötigt. Bei einer annähernden Verdopplung der Sanierungsrate ist mit einem deutlich steigenden Dämmstoffbedarf zu rechnen. Auf Basis von Marktdaten der Interconnection Consulting Group (IV 2021) ist auch zu erkennen, dass die Dämmstoffmengen stetig steigen und eine Umverteilung (z. B. durch reduzierten Neubau) die Material Verfügbarkeit in der Sanierung erhöhen kann. Die für die Zielerreichung notwendigen Materialmengen stellen mit den aktuell schon verfügbaren und geplanten Produktionskapazitäten keinen allzu großen Engpass dar. Ähnliches gilt auch für die transparenten Bauteile der Gebäudehülle.

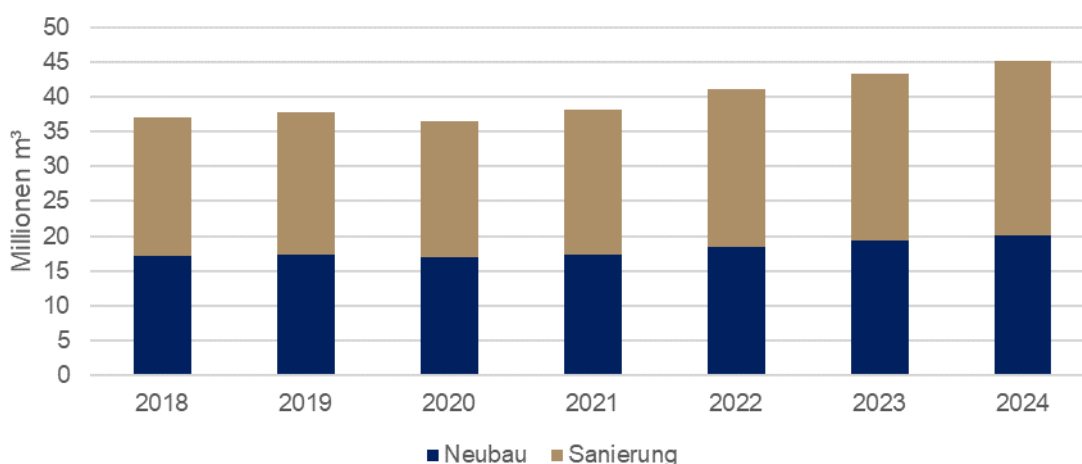


Abbildung 79: Entwicklung des Dämmstoffmarkts in Deutschland dargestellt als Volumenabsatz der Dämmstoffe unterteilt nach Neubau und Sanierung in den Jahren von 2018 – 2024. Quelle: Interconnection Consulting Group (IC 2013)

Neben der Verfügbarkeit der Materialien sind die Energie und die Emissionen für die Produktion von Baustoffen ausschlaggebend um die Auswirkung des Gebäudebereichs auf andere Bereiche (z.B. den Industriesektor) zu erfassen. Dies ist mit einer Ökobilanz oder LCA (*life cycle assessment*) möglich, mit deren Hilfe eingesetzte Rohstoffe und die enthaltene Energie dokumentiert werden kann. Anhand der Schritte: Ziel und Untersuchungsrahmen festlegen, Sachbilanz, Wirkungsabschätzung und der abschließenden Auswertung und Interpretation kann nach DIN EN ISO 14040/44 der umweltrelevante Einfluss erfasst werden. Die Ökobilanzierung von Gebäuden ist in der DIN 15978 normativ geregelt und gibt den Rahmen für die Erstellung einer Ökobilanz von Gebäuden.

Für das Erfassen des nicht erneuerbaren Anteiles der Primärenergie hat sich der ursprünglich in der Schweiz eingeführte Begriff der „Grauen Energie“ auch in Deutschland etabliert. Dieser Begriff ist allerdings nicht eindeutig definiert und wird deshalb auch unterschiedlich verwendet bzw. interpretiert. Die Schweizer Definition laut SIA 2032 (Schweizerischer Verein für Ingenieurwesen und Architekturschaffende) bezeichnet als Graue Energie „die gesamte Menge nicht-erneuerbarer Primärenergie, die für alle vorgelagerten Prozesse, vom Rohstoffabbau über Herstellungs- und Verarbeitungsprozesse und für die Entsorgung, inkl. der dazu notwendigen Transporte und Hilfsmittel, erforderlich ist.“ Graue Emissionen sind die bei diesen Prozessen freiwerdenden THG-Emissionen.

Die Ermittlung der Grauen Energie und der Grauen Emissionen erfolgt mit Hilfe von Ökobilanzen (SIA, 2020).

Werden Ökobilanzen Planungsbegleitend durchgeführt, können Umweltwirkungen noch vor Baubeginn abgeschätzt und reduziert werden. Dies ist möglich durch einen Baustoffvergleich, hier kann die Auswahl bei gleichen technischen Eigenschaften zugunsten von Materialien mit einer besseren EPD (*Environmental Product Declaration*) fallen. Eine so vorgenommene Optimierung der Umweltwirkungen wirkt sich im Bereich der Herstellung der Baustoffe aus und wird bilanziell im Industriesektor erfasst. Auch die Industrie wird die Produktion zielkonform ausrichten und somit ihren Beitrag zum Erreichen der THG-Neutralität leisten. Dabei ist der Fokus einerseits auf der Gesamteffizienz der Produktion aber auch beim Einsatz der Energieträgerwahl zu sehen.

6.7 Rechtliche Herausforderungen

6.7.1 Einleitung

Die aufgezeigten und ambitionierten Maßnahmen und Instrumente verfolgen im Einzelnen auch den Ansatz des „Forderns und Förderns“, also (ordnungs-)rechtlicher Handlungspflichten (beispielsweise bestimmte energetische Maßnahmen durchzuführen), welche gleichzeitig durch Zuwendungen³² (welche Durchführung solcher Maßnahmen finanziell unterstützen) unterstützt werden. Dies ist aktuell rechtlich nur unter bestimmten Voraussetzungen möglich.

Dabei ist festzuhalten, dass nachfolgende Aussagen insbesondere Zuwendungen im Sinne von staatlichen Leistungen im Blick haben, die im Ermessen der Behörde stehen. Hierbei handelt es sich beispielsweise um Fördermaßnahmen und -programme des Bundes, welche im Gebäudesektor verbreiten sind und in der Vergangenheit – gemessen an ihrer Inanspruchnahme – teilweise sehr erfolgreich waren.

Zuwendungen auf Bundesebene sind nach Maßgabe von Grundsätzen des Europa- und Verfassungsrechts, des Haushaltsrechts und des jeweiligen Fachrechts zu bewerten.

Nachfolgend sollen nur die wesentlichen Aspekte kurz angesprochen werden. Eine ausführliche Darstellung des rechtlichen Handlungsrahmens erfolgt im Kurzgutachten zu „Fordern und Fördern“³³, auf wir uns ausdrücklich beziehen (Veröffentlichung durch BMWK steht zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieses Berichts kurz bevor, ist jedoch noch nicht erfolgt).

6.7.2 Rechtlicher Rahmen

Verfassungsrecht

Das Verfassungsrecht steht grundsätzlich weder unter dem Gesichtspunkt des Subsidiaritätsprinzips noch aufgrund des Wirtschaftlichkeitsgrundsatzes einer Parallelität von Fordern und Fördern

³² Zuwendungen Sinne des § 14 (in Verbindung mit § 26 Abs. 1 S. 1) HGrG, § 23 (in Verbindung mit § 44 Abs. 1 S. 1) BHO.

³³ BMWK, Referat II C 2 Kurzgutachten zu „Fordern und Fördern“ aus dem Jahr 2022 (Veröffentlichung nach Abschluss der Arbeiten an diesem Bericht).

entgegen. Zu beachten ist jedoch die föderale Kompetenzordnung und das europäische Beihilfenrecht.³⁴

Haushaltsrecht

Haushaltsrechtliche Einschränkungen ergeben sich regelmäßig aus den in § 23 BHO (in Verbindung mit § 14 HGrG) kodifizierten materiellen Voraussetzungen, zum einen dem erheblichen Bundesinteresse, zum anderen der Wahrung des Subsidiaritätsprinzips.

Während wir unterstellen, dass das erhebliche Bundesinteresse vor dem Hintergrund der (verfassungs-)rechtlich bindenden Klimaziele meist begründet werden kann, bedarf die Parallelität des Forderns und Förderns identischer Vorgänge einer genaueren Betrachtung: Wo gesetzliche Pflichten zu erfüllen sind, ist eine zusätzliche finanzielle Förderung bislang regelmäßig nicht notwendig.

Diese rechtlichen Vorgaben sind beispielsweise bei den Instrumentenbündeln zur „Bauliche Wärmedämmung“ und zum „Flächensparenden und energiesparenden Verhalten“ zu beachten.

Bei der baulichen Wärmedämmung ist bei der Ausgestaltung des Zweckes darauf zu achten, dass die verschärften Mindestanforderungen beim Bauteilaustausch nicht gleichzeitig über Förderprogramme für serielles Sanieren in einer Art und Weise unterstützt werden, dass die Vereinbarkeit mit § 23 BHO nicht mehr gewährleistet ist. So wäre beispielhaft die Forderung zum Einbau des „Dämmmaterials Glaswolle“ und die gleichzeitig die Co-Finanzierung durch eine Förderung mit dem Förderungszweck „Förderung zum Einbau von Glaswolle“ möglicherweise nicht mit den gesetzlichen Haushaltsvorgaben vereinbar.

Ebenso ist bei der Ausgestaltung der Anforderungen an „flexibles Bauen“, wie im Instrument „Flächensparendes und energiesparendes Verhalten“ beschrieben, dass keine Parallelität zu den durch ein Förderprogramm „Wohnflächengenerierung im Bestand“ entsteht.

Das angesprochene Gutachten nennt mehrere Beispiele, wie bestimmte Formen eines Forderns und gleichzeitigen Förderns gestaltet werden könnten:³⁵

- Zuwendungen zur Erreichung einer vorzeitigen Erfüllung sind mit Blick auf das Zeitmoment beim Klimaschutz zulässig. Wählt man eine temporale Perspektive, ergibt sich mit Blick auf § 23 BHO kein Konflikt zwischen Fordern und Fördern.³⁶
- Zulässig ist eine Förderung bestimmter Einzelmaßnahmen auch dann, wenn gesetzlich zwar vorgegeben ist, dass ein bestimmtes Gesamtziel erreicht werden muss, aber nicht, wie dies geschehen soll, beispielsweise, weil ein verpflichtender Effizienz-Standard auf verschiedene Art und Weisen erreicht werden kann, die Fördermaßnahme sich aber nur auf eine dieser möglichen Maßnahmen bezieht.
- Zuwendungsrechtskonform ist es nach hier vertretener Auffassung zudem, im Fall von wahlobligatorischen Verpflichtungen bestimmte Umsetzungsmöglichkeiten zu fördern. Besteht etwa

³⁴ Siehe hierzu BMWK, Referat II C 2 Kurzgutachten zu „Fordern und Fördern“ aus dem Jahr 2022 (Veröffentlichung nach Abschluss der Arbeiten an diesem Bericht), unter 7 und 8.

³⁵ Siehe hierzu BMWK, Referat II C 2 Kurzgutachten zu „Fordern und Fördern“ aus dem Jahr 2022 (Veröffentlichung nach Abschluss der Arbeiten an diesem Bericht), unter 6.4.

³⁶ Nach Ansicht des Gutachtens kann eine Zuwendung selbst dann erfolgen, wenn die fragliche Maßnahme zeitlich vor der Anwendbarkeit bspw. der GEG-Verpflichtung zwar nicht umgesetzt, aber begonnen worden ist. Zur Höhe der Zuwendung gilt nach Auffassung des Gutachtens, dass sich die Förderung auf die Gesamtkosten beispielsweise einer Anlage beziehen kann, auch wenn deren Nutzung teilweise in einen Zeitraum fällt, in dem der Betrieb der entsprechenden Anlage verpflichtend ist.

eine gesetzliche Verpflichtung, dass jede neu eingebaute Heizung auf der Basis von X % erneuerbarer Energien betrieben werden, steht § 23 BHO einer Förderung der Verwendung bestimmter Heizungen (z.B. von solarthermiebetriebenen Heizungen) nicht entgegen.

Der vorstehende Befund steht in einem bestimmten Spannungsverhältnis zu Fragen des Eigentumsschutzes. Denn gesetzliche Pflichten, bestehende Gebäude aus Gründen des Klimaschutzes zu ertüchtigen, können in bestimmten Konstellationen einen unzulässigen Eingriff in das Eigentum (Art. 14 GG) bedeuten.³⁷ Obgleich es sich bei diesen Pflichten nicht um eine – entschädigungspflichtige – Enteignung im Sinne Art. 14 Abs. 3 GG handeln wird, könnte in bestimmten Konstellationen eine unzulässige Inhalts- und Schrankenbestimmung gemäß Art. 14 Abs. 1 S. 2 GG vorliegen. Zu denken ist an Fälle, in denen ein Gebäude mit hohem Aufwand saniert werden muss, Eigentümerin oder dem Eigentümer diese Kosten jedoch durch eine wirtschaftliche Nutzung des Gebäudes (Vermietung, Verpachtung) nicht refinanzieren kann, etwa aufgrund lokal niedriger Mietzinsen (bzw. eines Überangebots freier Flächen) oder in denen eine Überwälzung an den Mietenden nicht möglich ist. Erschwerend können Vorgaben des Denkmalschutzes hinzutreten. In derlei (Ausnahme-)Fällen erscheint eine Förderung der Modernisierungsmaßnahmen aus eigentumsrechtlichen Gründen geboten. Ist hier eine haushaltsrechtskonforme Ausgestaltung eines Zuschusses nicht möglich, wäre über einen gesetzlich fixierten Leistungsanspruch nachzudenken.

Fachrecht

Des Weiteren sind die fachrechtlichen Vorgaben der einzelnen Maßnahmen und Instrumente zu beachten. Unter anderem müssen die Vorgaben des GEG berücksichtigt werden, welche teils angepasst werden sollen.³⁸

6.8 Neue/alternative Finanzierungsoptionen

Um die Klimaziele des Gebäudesektors zu erreichen, ist eine substantielle Erhöhung der Sanierungsrate erforderlich. Dabei kann nicht nur auf öffentliche Fördergelder gesetzt werden. Auch weitere Finanzierungsoptionen können ihren Beitrag leisten, die Sanierung des Gebäudebestands in Deutschland zu erhöhen. In diesem Abschnitt werden drei alternative Finanzierungsmodelle beschrieben, die in Deutschland noch nicht weit verbreitet aber vielversprechend sind. Jeder Beschreibung folgt eine Einschätzung zu notwendigen Anforderungen an den deutschen politischen Kontext, um eine Verbreitung dieser Modelle zu ermöglichen.

On-Bill Modelle dienen der Finanzierung von Energieeffizienzmaßnahmen an Gebäuden. Ein Energieversorgungsunternehmen übernimmt die Finanzierung einer oder mehrerer Energieeffizienzmaßnahmen. Die Energierechnung des Unternehmens fungiert als Rückzahlungsvehikel für die Investition. Die Kaufenden zahlen, über die gesamte Vertragszeit, einen festgelegten Aufpreis auf die Energierechnung. Dabei wird darauf geachtet, dass die Rückzahlungen die durch die Energieeffizienzmaßnahmen realisierten Kostenersparnisse nicht überschreiten. Nach Ablauf des Vertrages profitieren die Eigentümerinnen und Eigentümer von den Kosteneinsparungen. Der Vorteil dieses Modells gegenüber anderen Modellen ist, dass für die Eigentümerinnen und

³⁷ Siehe hierzu etwa BVerfG, Beschluss der 3. Kammer des Ersten Senats vom 18.07.2019, 1 BvL 1/18, abrufbar unter: juris.

³⁸ Siehe hierzu BMWK, Referat II C 2 Kurzgutachten zu „Fordern und Fördern“ aus dem Jahr 2022 (Veröffentlichung nach Abschluss der Arbeiten an diesem Bericht), unter 6.3.3.

Eigentümer keine große Startinvestition anfällt, sondern diese vollständig über die Vertragslaufzeit geglättet wird. Die hohe Startinvestition stellt ein zentrales Hemmnis für Eigentümerinnen und Eigentümer (insbesondere mit niedrigeren Einkommen) dar, in die Modernisierung ihrer Immobilie zu investieren (Becker und Fjornes, 2022). Die Versorgungsunternehmen können entscheiden, ob sie die Programme aus eigenem Kapital (On-Bill Financing - OBF) oder mit Hilfe eines Finanzinstitutes (On-Bill Repayment - OBR) finanzieren. Vor allem in den USA wird das großflächig im Wohnungssektor genutzt aber es gibt auch schon entsprechende Programme in europäischen Ländern (Bianco et al. 2020a). Großflächig implementiert findet man es im Vereinigten Königreich, lokal z.B. in Tübingen, wo die Stadtwerke On-Bill-Finanzierung anbieten (Stadtwerke Tübingen 2021).

In Deutschland steht es Energieversorgungsunternehmen frei, verschiedene kommerzielle Angebote zu machen, was auch Abrechnungsangebote, wie On-Bill, miteinschließen kann (Paulus et al. 2022). Dazu muss ein Unternehmen allerdings zunächst eine Genehmigung der entsprechenden Marktbehörde erhalten. OBF-Programme schließen zudem eine gewerbliche Kreditvergabe mit ein, welche ebenfalls genehmigungspflichtig ist (Bianco 2020b). Da die Kreditvergabe in der Regel eine Dienstleistung von Finanzinstituten ist, können OBF-Programme mit nationalen Kreditvorschriften konfliktieren, sofern entsprechende Versorgungsunternehmen nicht als Finanzinstitute registriert sind oder entsprechende Tochtergesellschaften gründen (Bianco 2020a). Dieser Mehraufwand ist für viele Energieversorgungsunternehmen wahrscheinlich unattraktiv. Entsprechend scheinen lediglich OBR-Modelle sinnvoll implementierbar in Deutschland (Paulus et al. 2022). Ein weiterer Punkt für die Verbreitung von On-Bill-Modellen in Deutschland sind die Standardlaufzeiten von Verbraucherverträgen nach §309 Nr. 9 BGB. Die kurzen Mindestvertragslaufzeiten bei Energieverträgen im Wohngebäudesektor setzen für On-Bill-Modelle einen eingeschränkten Ausgestaltungsrahmen. Nur Teilsanierungen und kleinere Projekte mit kurzen Amortisationszeiten lassen sich so in On-Bill-Modellen abbilden. Möglichkeiten der Verlängerungen der Energievertragslaufzeiten müssten daher mit politischen Agierenden und Interessengruppen erörtert werden (Bianco et al., 2022).

Ein anderes Modell ist das aus den USA stammende **Property Assessed Clean Energy (PACE)**, welches auf der Ausgabe von Kommunalanleihen aufbaut, um Energieeffizienzmaßnahmen in Wohn- und Nicht-Wohngebäuden zu finanzieren (Castellazzi et al. 2017). Kommunen nehmen durch diese Anleihen Mittel ein, mit denen sie dann die energetische Sanierung von Wohn- und Geschäftsgebäuden oder andere energetische oder klimabezogene Maßnahmen zu finanzieren (PACENation 2019). Rückzahlungsvehikel ist hierbei die Grundsteuer auf die für einen privaten Investierenden, der entsprechendes Kapital geliehen hat, ein Aufschlag gesetzt wird. Um sich für eine Förderung zu qualifizieren, müssen Eigentümerinnen und Eigentümer über ein bestimmtes Eigenkapital verfügen (Vaze et al. 2020). Die entsprechende Immobilie dient hier als Sicherheit und die Schuld ist nicht an ihre Eigentümer:innen, sondern direkt an die Immobilie gebunden (Castellazzi et al. 2017). In den USA sind Rückzahlungszeiträume von zehn bis 20 Jahren üblich (U.S. Department of Energy 2021). Aus PACE-Projekten ziehen die Immobilieneigentümer:innen in der Regel umgehend einen finanziellen Vorteil, da die jährlichen Energiekosteneinsparungen PACE-finanzierter Maßnahmen meist die Rückzahlungen für die Finanzierung übersteigen (Paulus et al. 2022). Auch können die Finanzierungskosten und die Energiekosteneinsparungen in der Regel mit betroffenen Mietparteien geteilt werden, da die Rückzahlungen über die Grundsteuer für eine Immobilie laufen (PACENation 2019).

Um PACE-Programme in Deutschland implementieren zu können, müssten zunächst die rechtlichen Rahmenbedingungen geschaffen werden, um einen Aufschlag auf die Grundsteuer als Rückzahlungsvehikel zu ermöglichen (Paulus et al. 2022). Damit verbunden wäre auch die Frage der Kostenumlage des Aufschlags auf die Mietparteien. Zum einen wäre diese Umlage entscheiden, um das Mietenden-Vermietenden-Dilemma anzugehen. Zum anderen müsste gewährleistet sein, dass durch die entsprechenden neu geschaffenen Rahmenbedingungen, Mieterschutzregelungen, wie die Mietpreisbremse nicht umgangen werden können (ebd.). Vorteile von PACE wären zum einen, dass Rückzahlungsverpflichtungen bei Verkauf der Immobilie übertragen werden können. Sie sind also nicht personengebunden. Zum anderen ermöglicht es der lange Rückzahlungszeitraum, auch tiefe und besonders kostenintensive Maßnahmen zu finanzieren (ebd.; Castellazzi et al. 2017; U.S. Department of Energy 2021). Letztlich kann der Umstand, dass bei der Rückzahlung des Kredits über die Grundsteuer niedrige Ausfallraten zu erwarten sind, zu niedrigen Zinssätzen der Finanzierung beitragen (Vaze et al. 2020).

Green Leases oder grüne Mietverträge sind Mietverträge, die auf die umweltschonende Nutzung und Bewirtschaftung einer Immobilie ausgelegt sind und entsprechend mindestens eine Regelung dazu enthalten. Themen, die abgedeckt werden können, sind vor allem die Reduktion von Verbräuchen und Abfällen, sowie Emissionen, aber auch entsprechende Erhaltungs-, Modernisierungs- und sonstigen Baumaßnahmen. Klauseln können so z.B. den Einsatz von strom- und wassersparenden Geräten oder von Recycling-Konzepten festlegen, oder Vereinbarungen über bauliche Maßnahmen zur Effizienzsteigerung oder PV-Installation enthalten (Paulus et al. 2022). Grüne Mietverträge sind ein Instrument, dass vor allem auf Nachhaltigkeit fokussierte Unternehmen zur Erreichung ihrer selbstauferlegten Nachhaltigkeitsziele nutzen können. Entsprechend findet es vor allem im gewerblichen Sektor Anwendung (BBP - Better Buildings Partnership 2013). Steht der Abschluss eines solchen Vertrages in Zusammenhang mit einer grünen Zertifizierung der betroffenen Immobilie, soll dies einen Anreiz für Vermietende und Mietende schaffen, die Immobilie nachhaltig zu nutzen (Binkowski 2014). Durch einen grünen Mietvertrag kann auch die Aufteilung der Kosten und Nutzen entsprechender Maßnahmen zwischen Mietenden und Vermietenden geregelt werden, was helfen kann, Interessensdivergenzen der beteiligten Parteien zu überbrücken und auch beide Parteien an Vorteilen, wie Energiekosteneinsparungen, zu beteiligen (Castellazzi et al. 2017).

In Deutschland ist das Konzept wenig verbreitet, da zum einen die rechtlichen Voraussetzungen die mögliche Gestaltungsfreiheit im deutschen Mietrecht bei Wohngebäuden einschränkt. Auch gibt es zu vielen möglichen Regelungen noch keine Rechtsprechung für deren Absicherung. Zum anderen, weil durch grüne Mietverträge regelbare Energieeffizienzmaßnahmen teilweise schon standardisierte und gesetzlich vorgeschriebene Instrumente auf dem Immobilienmarkt sind (Paulus et al. 2022). Da aber die nachhaltige Nutzung und Bewirtschaftung von Immobilien immer stärker in den Fokus von Eigentümerinnen und Eigentümern rückt (Green Lease Projektgruppe 2012), steigt auch das Interesse an grünen Mietverträgen und "Nachhaltigkeitsklauseln", insbesondere bei größeren nachhaltigkeitsorientierten Konzernen, die ihre Immobilien zertifizieren lassen wollen (Paulus et al. 2022). Besonders erfolgreich sind grüne Mietverträge dann, wenn die entsprechenden Regelungen "weich" gestaltet sind und so nicht als festgelegte Verpflichtungen, eher als Empfehlungen verstanden werden. Dies hat auch damit zu tun, dass Unternehmen in Deutschland noch wenig Erfahrung mit dem Konzept haben und vor Verpflichtungen daher zurückschrecken (Paulus et al. 2022; Zentraler Immobilien Ausschuss e.V. 2018). Um die Verbreitung grüner Mietverträge zu unterstützen, sollten Mietende und Vermietende bei der Wahrnehmung dieser Möglichkeit unterstützt werden. Zum Beispiel durch eine Informationskampagne zur Aufklärung über das Instrument, das Schaffen von Anreizen für

das Einführen grüner Mietverträge oder die Förderung des Einsatzes umweltschonender Baustoffe, Energiesysteme und Ressourcen (Paulus et al. 2022).

6.9 Klimaanpassung

Gebäude, die heute gebaut oder saniert werden, zielen (mit wenigen Ausnahmen) immer auf den Schutz und die Kontrollierbarkeit des umbauten Raums ab. Dabei sind im Gebäudesektor Lebensdauern von 50-80 Jahre üblich. Durch die lange Lebensdauer der Gebäude und aufgrund ihrer Unbeweglichkeit sind Immobilien in Hinsicht auf die Änderungen der Umgebungsbedingungen besonders sorgfältig zu planen.

Die Änderung des Klimas, welche überwiegend durch die Zunahme von Wetterextrema wahrgenommen wird, spielt auch für den Gebäudebestand und zukünftige Bauten eine große Rolle. Langfristig sind für den Gebäudebestand auch die dauerhaften Änderungen wichtig. Deutschland befindet sich in einer kühlgemäßigten Klimazone (Köppen-Geiger-Klassifizierung Klimaregion in M. Kottek et al., 2006). Mit einer Heizperiode von rund acht bis neun Monaten liegt bisher das Hauptaugenmerk der Gebäude in Deutschland auf dem winterlichen Wärmeschutz. Die immer schneller fortschreitenden Klimaänderung führt zu Änderungen der Heiz- und Kühlperioden. Untersuchungen zeigen, dass sich europäische Städte klimatisch mit etwa 20 km/a nach Süden bewegen. Dabei ist sowohl mit wärmeren Wintern als auch mit wärmeren Sommern zu rechnen erwartet wird ein durchschnittlicher Anstieg von 3,5°C – 4,7°C (Bastin et al., 2019). Diese Änderungen müssen beim Bau oder der Sanierung von Gebäuden mitgedacht werden. Passive Maßnahmen wie Verschattung oder Begrünung sollten dabei Vorrang vor technischen Lösungen wie Klimaanlage haben. Auch architektonisch kann durch ein gutes A/V-Verhältnis sowie sinnvolle Fensterorientierung bereits viel Energie eingespart werden. Vollverglasungen bei Bürogebäuden sind zu vermeiden. In Kombination mit einer an die klimatischen Bedingungen angepassten Dämmstärke lassen sich auch hohe Ansprüche an den Innenraumkomfort realisieren.

Spezifischer ist das sogenannte Mesoklima (Standortklima) insbesondere in Städten oder Regionen dichter Bebauung treten hier eigene Effekte auf, die in Zukunft noch mehr Berücksichtigung finden müssen. Hier müssen langfristige Lösungen gefunden werden, um in den Städten die Temperaturen auch im Sommer erträglich zu halten. Vermehrt auftretende Starkregenereignisse sind in Regionen mit hoher Flächenversiegelung und/oder Hanglagen zunehmend ein Problem. Eine in Zukunft lebenswerte Umgebung kann nur geschaffen werden, in dem die Städte bereits heute resilienter gestaltet werden.

Für die folgenden Klimatelemente sind Beispiele genannten die besonders im Gebäudesektor zu berücksichtigen sind. Die Auflistung ist in Anlehnung an Brasseur et al., 2016 und Hausladen et al., 2012 entstanden.

- Solarstrahlung: Längere Hitzeperioden führen zu insgesamt mehr Sonnenstunden und damit einer erhöhten UV-Belastung und einem Temperaturanstieg
- Temperatur: Wetter Extrema wie lang andauernde Hitzewellen werden beispielsweise durch den Wärmeinseleffekt (UHI, urban heat island) in den Städten weiter verstärkt. Die Speichermassen der Bauwerke führen insbesondere in dicht besiedelten zu stark ansteigenden Temperaturen in Gebäuden. Die Nachtauskühlung wird im städtischen Gebiet weniger effektiv.

- **Luffeuchte:** Eine hohe Luffeuchte reduziert die Kühlleistung des Körpers deutlich. Die Wärmeabgabe durch Verdunstungskühlung wird reduziert. Eine hohe Luffeuchte bei hohen Temperaturen bedeutet eine erhöhte Belastung des Kreislaufs und es gilt hier insbesondere vulnerable Gruppen besonders zu schützen.
- **Wind:** Durch vermehrt auftretende Unwetter können auch die Windbelastungen und Schäden an Gebäuden zunehmen. Längere Windstille hingegen führt bei fehlender Luftmischung zu Smog Problemen in Städten und Industrieregionen.
- **Niederschlag:** Vermehrt auftretende Starkregenereignisse führen insbesondere nach längeren Trockenperioden zu Überschwemmungen und Ansteigenden Gewässerständen. Zuflüsse zu Kläranlagen können mit den Wassermassen überfordert sein. Gleiches gilt für die Kanalisation und Gebäudekeller. Regenrückhalte Einrichtungen können hier Abhilfe schaffen und gleichzeitig als Reservoir für nachfolgende Trockenzeiten dienen.
- **Nehmen Niederschläge ab,** können aufgrund der Grundwasserabsenkung auch Statik-Probleme an Gebäuden auftreten. Fehlende Reinigungseffekte der Niederschläge können auch Luftschadstoffkonzentrationen ansteigen lassen.
- **Steigender Meeresspiegel:** Neben dem steigenden Wasserpegel an den Küsten sind auch Sturmfluten zu berücksichtigen.

Die Klimaänderung ist multifaktoriell und muss immer ganzheitlich betrachtet werden. Neben den Gebäuden selbst ist auch die Infrastruktur an den Klimawandel anzupassen. Eine Adaption an die kommende Veränderung ist zwingend notwendig da bereits jetzt absehbar ist, dass Klimaänderungen stattfinden (siehe auch: IPCC, 2022).

6.10 Versorgungssicherheit

6.10.1 Einleitung

Mit dem russischen Angriffskrieg ist die Versorgungssicherheit schlagartig in das Bewusstsein von Politik und Verbrauchenden zurückgekehrt. Neben Gasimporten aus Russland und zukünftig verstärkt über LNG-Terminals sind unter anderem Einschränkungen beim Strombezug (beispielsweise wegen Leitungskapazität oder aufgrund eingeschränkter Produktion französischer Kernkraftwerke bei Niedrigwasser) Gegenstand der Diskussion. Darüber hinaus stellen die Kraftwerke und Transportnetze für die Energie sogenannte kritische Infrastrukturen dar, dessen Funktionalität auf digitalen Prozessen basiert. Auch die IT-Sicherheit ist ein Aspekt der Versorgungssicherheit, verstanden als sichere leitungsgebundenen Versorgung der Allgemeinheit mit Elektrizität und Gas.³⁹ Eine zukünftige Störungen der Versorgungssicherheit könnten freilich auch ganz andere, derzeit nicht identifizierte Ursachen haben.

6.10.2 Problemstellung

Alle Maßnahmen, die den Energieverbrauch des Gebäudesektors senken oder die eine Eigenversorgung durch Erneuerbare Energien ermöglichen, sind a priori geeignet, die Versorgungssicherheit erhöhen. Über diese Selbstverständlichkeit hinaus soll nachfolgend der Frage

³⁹ BNetzA, abrufbar unter: <https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/Versorgungssicherheit/start.html>.

nachgegangen werden, wie die Versorgungssicherheit durch geeignete Maßnahmen im Gebäudesektor zusätzlich gefördert werden kann. Zwei Aspekte sind in jüngerer Zeit in den Focus gekommen:

6.10.3 Starrer Privilegierungsbegriff

Die verringerten Gasimporte aus Russland lassen die Ausrufung der Notfallstufe (im Sinne des Notfallplans Gas) zumindest möglich erscheinen. In diesem Fall wären hoheitliche Maßnahmen zur Deckung des lebenswichtigen Bedarfs (u.a. Rückgriff auf Gasreserve und Speicherinhalte), vor allem aber die Abschaltung von Industriekunden möglich. Letztere sind – anders als bspw. Haushalte – nicht nach § 53a EnWG privilegiert und vor Abschaltung geschützt.

Die Diskussion der letzten Monate hat gezeigt, dass diese naturgemäß statische Aufteilung zwischen privilegierten und nicht-privilegierten Verbrauchenden dort an Grenzen kommt, wo die grundsätzlich nicht-privilegierte Produktion systemrelevanter Güter (bspw. Medizinprodukte) gegen privilegierten Haushaltsverbrauch (Sauna) abgewogen werden soll.⁴⁰

6.10.4 Transparenz / Preissignale und Fernsteuerbarkeit

Zunächst ist zu postulieren, dass ein großer Teil der Gebäudenutzenden, insb. Haushalte nur unzureichend und zeitversetzt über die notwendigen Informationen verfügen, um den Energieverbrauch, die eigene Effizienz und die hieraus folgenden Kosten abschätzen zu können und Verhaltensänderungen bzw. Einsparmaßnahmen in die Wege zu leiten. Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass die bestehenden gesetzlichen Informationspflichten grundsätzlich geeignet sind, dem Letztverbrauchenden sachdienliche Informationen zu verschaffen. Es liegt aber in der Natur der Sache, dass diese vielfach nicht verstanden oder mangels Anreize ggf. nicht beachtet werden.

Während eine Pflicht, über Smart Meter zu messen und abzurechnen und detailliert zu informieren, mittlerweile bei Strom, Gas und Wärme umgesetzt ist, ergibt sich bei der Regelbarkeit bestimmter Lasten, der Aufteilung zwischen Vermietenden und Mietenden sowie der Aufteilung des Verbrauchs in eine begünstigte „Basisversorgung“ und einen darüberhinausgehenden, zusätzlichen Verbrauch ein differenziertes Bild:

Tabelle 34: Bestehende Instrumente für Transparenz und Steuerung

	Gas	Strom	Wärme
Smart Meter	Smart Meter nach § 40a EnWG, MsbG	Smart Meter nach § 40a EnWG, MsbG	Einrichtung fernablesbarer Zähler nach § 3 Abs. 3 ff. FFVAV (Fernwärme- oder Fernkälte-Verbrauchserfassungs- und -Abrechnungsverordnung)

⁴⁰ Siehe hierzu BNetzA, Merkblatt „Lebenswichtiger Bedarf bei geschützten und nicht geschützten Kunden in einer nationalen Gasmangellage“ vom 05.09.2022

	Gas	Strom	Wärme
Information des Versorgenden über Verbrauch und Einsparpotential	RLM-Kunden: § 50h EnWG, sonst § 40 EnWG, § 9 EnSikuMaV (Kurzfristenergieversorgungssicherungsmaßnahmenverordnung) ⁴¹	§ 40 EnWG	§ 5 FFVAV; § 9 EnSikuMaV
Unterschiedliche Tarife / Netzentgelte bei netzdienlicher Steuerung	§ 14b EnWG	§ 14a EnWG	/
„Basisversorgung“	/	„Strompreisbremse“ finanziert durch „Zufallsgewinne“, derzeit in Arbeit: <i>„Die Strompreisbremse soll dazu beitragen, dass die Stromkosten insgesamt sinken. Zudem soll der Anstieg der Netzentgelte im deutschen Stromnetz gedämpft werden.“⁴²</i>	/
Kostenaufteilung Vermietenden / Mietenden	/	/	Entwurf eines CO ₂ KostAufG (Kohlendioxidkostenaufteilungsgesetz) Verordnung zur Umsetzung der Richtlinie (EU) 2018/ 2002 und 2018/2001 derzeit Überarbeitung, da Bundesrat eine Weiterentwicklung der Energieausweise als Grundlage der Kostenaufteilung wünscht, da hierdurch <i>„eine deutlich größere Steuerungswirkung zur Erreichung der klimapolitischen Ziele und für eine faire Kostenauftei-</i>

⁴¹ Die Verordnung zur Sicherung der Energieversorgung über kurzfristig wirksame Maßnahmen (Kurzfristenergieversorgungsmaßnahmenverordnung, EnSikuMaV) tritt nach § 13 am 28. Februar 2023 wieder außer Kraft.

⁴² Strompreis: Günstigerer Preis für Basisversorgung (bundesregierung.de)

	Gas	Strom	Wärme
			lung“ erfolgen könne. ⁴³
Verbot, bestimmte Verbrauchenden zu nutzen (bzw. über bestimmte Temperatur zu heizen)	§§ 4 ff. EnSiKuMaV	§§ 4 ff. EnSiKuMaV	§§ 5 ff. EnSiKuMaV

Die vorstehende holzschnittartige Aufstellung zeigt ein in relativ kurzer Zeit gewachsenes und auf verschiedene Gesetze und Verordnungen verteiltes Maßnahmenbündel.

Insbesondere bei den in der EnSiKuMaV als temporäre Notfallmaßnahme geregelten Nutzungsverboten stellt sich die Frage, wie ein gleichheitsgerechter Vollzug erfolgen kann. Lässt man diese Notfallmaßnahmen außen vor, ist zu fragen, ob eine privilegierte „Basisversorgung“ oder „Warmmiete“ auch bei Gas und Wärme (außerhalb von Mietverhältnissen) sinnvoll umgesetzt werden könnte (und sollte). Die sogenannte „Gaspreisbremse“ zielt ebenso auf eine gesicherte Basisversorgung ab. An deren Ausgestaltung zeigt sich, dass rechtliche Herausforderungen zu bewältigen sind. Demnach ist unter anderem zu beachten, dass im Falle zukünftiger Engpässe sicher andere Maßstäbe an Typisierung, Gleichbehandlung und Sozialverträglichkeit anzulegen sind, als wenn außerhalb von Engpässen und mit dem primären Ziel der Dekarbonisierung zusätzliche Anreize gesetzt werden, wie die Diskussion um das CO₂KostAufG zeigt. *A priori* könnte eine geplante Strompreisbremse jedoch Impulse für die allgemeine Weiterentwicklung der Tarife geben.

Weiter wäre – ggf. im Rahmen einer Evaluation der vorstehenden Normen in ein bis zwei Jahren – zu prüfen, wie man Energieversorgende (Stadtwerke, Energiedienstleistende etc.) erleichtern könnte, in einzelnen Quartieren „medienübergreifend“ durch die Steuerung von dezentralen Erzeugern, Speichern (E-Mobilität) und Verbrauchenden einen „medienübergreifenden Bilanzkreisausgleich“ zu erzielen. Ziel wäre, Markttagierende unter bestimmten Bedingungen einen erleichterten Zugriff auf Energieanlagen zu gestatten, welche dieser Agierende gerade nicht betreibt oder beliefert.

43 BR-Drucksache 246/22 (Beschluss), S. 2.

7 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Vergleich der THG-Emissionsentwicklung in Szenarien verschiedener Studien sowie die Vorgabe des KSG; eigene Darstellung	7
Abbildung 2: Endenergieverbrauch im Gebäudesektor, nach Energieträgern, in TWh	9
Abbildung 3: Beheizungsstruktur nach installierten Wärmeerzeugern in Ein- und Zweifamilienhäusern, aufgeschlüsselt nach Wohnfläche in Mio. m ²	10
Abbildung 4: Beheizungsstruktur nach installierten Wärmeerzeugern in Mehrfamilienhäusern, aufgeschlüsselt nach Wohnfläche in Mio. m ²	10
Abbildung 5: THG-Emissionen im Gebäudesektor nach Verwendungszwecken, in Mio. t CO ₂ eq	11
Abbildung 6: Zieldreieck für einen klimaneutralen Gebäudebestand.....	12
Abbildung 7: Vergleich der THG-Emissionsentwicklung in Szenarien verschiedener Studien sowie die Vorgabe des KSG; eigene Darstellung	15
Abbildung 8: Übersicht über die verschiedenen Adriadne-Sektormodelle; Ariadne, 2021	19
Abbildung 9: Endenergieverbrauch in den Sektoren GHD und PHH für Raumwärme und Warmwasserbereitung in TWh/a	20
Abbildung 10: Anteile der in den Studienszenarien zur Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser genutzten Endenergieträger im Jahr 2045 in Prozent.....	21
Abbildung 11: Stromnachfrage in den Studienszenarien, welche aus der Wärmebereitstellung für den Gebäudesektor resultiert, in TWh/a.....	22
Abbildung 12: Verwendung von Strom zur Wärmebereitstellung im Jahr 2045 in verschiedenen Studienszenarien, in TWh/a	23
Abbildung 13: Entwicklung der Haushaltsstruktur von 2000 bis 2050, Anteile der Haushalte nach Haushaltsgröße	34
Abbildung 14: Entwicklung der Endkundenpreise für Energie, in Cents ₂₀₂₀ /kWh und des CO ₂ -Preises im BEHG, in Euro/t CO ₂ ; entsprechend Tabelle 5	37
Abbildung 15: Entwicklung der Flächen nach Gebäudetypen, Fläche der Nichtwohngebäude unterteilt nach beheizt und unbeheizt, in Mio. m ²	47
Abbildung 16: Entwicklung der Sanierungsrate für Wohn- und Nichtwohngebäude im Szenario KNG	49
Abbildung 17: Absatzstruktur der neueingebauten Wärmeerzeuger, summiert für Neubau und Ersatz im Bestand, sowie für EZFH und MFH.....	51

Abbildung 18: Gebäudeflächen nach Neubau, saniert und unsaniert, bezogen auf das Jahr 2000, in Mio. m ²	52
Abbildung 19: Beheizungsstruktur nach installierten Wärmeerzeugern in Ein- und Zweifamilienhäusern, aufgeschlüsselt nach Wohnfläche in Mio. m ²	53
Abbildung 20: Beheizungsstruktur nach installierten Wärmeerzeugern in Mehrfamilienhäusern, aufgeschlüsselt nach Wohnfläche in Mio. m ²	54
Abbildung 21: Beheizungsstruktur nach installierten Wärmeerzeugern in Nichtwohngebäuden, aufgeschlüsselt nach Wohnfläche in Mio. m ²	55
Abbildung 22: Neuanschlüsse und Bestand an Wärmepumpen; Neuanschlüsse beinhalten auch den Ersatz bestehender Anlagen	56
Abbildung 23: Zubau und Bestand von Fernwärmeanschlüssen in Wohngebäuden	56
Abbildung 24: Endenergieverbrauch im Gebäudesektor nach Energieträgern, in TWh	57
Abbildung 25: Stromverbrauch im Gebäudesektor nach Verwendungszwecken, in TWh	59
Abbildung 26: Energieverbrauch im Gebäudesektor nach Verwendungszwecken, in TWh	61
Abbildung 27: THG-Emissionen im Gebäudesektor nach Verwendungszwecken, in Mio. t CO ₂ eq	62
Abbildung 28: Beheizungsstruktur von Wohngebäuden in der Sensitivität Fernwärme nach Wärmeerzeugern, in Mio. m ² Wohnfläche.....	65
Abbildung 29: Endenergieverbrauch nach Energieträgern in der Sensitivität Fernwärme, in TWh	66
Abbildung 30: THG-Emissionen nach Anwendungen in der Sensitivität begrenzter Fernwärmeausbau, in Mio. t CO ₂ eq	67
Abbildung 31: Beheizungsstruktur von Wohngebäuden in der Sensitivität Wärmepumpe nach Wärmeerzeugern, in Mio. m ² Wohnfläche.....	68
Abbildung 32: Endenergieverbrauch nach Energieträgern in der Sensitivität Wärmepumpe, in TWh	69
Abbildung 33: THG-Emissionen nach Anwendungen in der Sensitivität Wärmepumpe, in Mio. t CO ₂ eq	69
Abbildung 34: Beheizungsstruktur von Wohngebäuden im Referenzszenario nach Wärmeerzeugern, in Mio. m ² Wohnfläche.....	70
Abbildung 35: Endenergieverbrauch im Referenzszenario nach Energieträgern, in TWh.....	71
Abbildung 36: THG-Emissionen im Referenzszenario nach Anwendungen, in Mio. t CO ₂ eq.....	72

Abbildung 37: Vergleich der Szenarien und Sensitivitäten: Entwicklung der THG-Emissionen, in Mio. t CO ₂ eq	73
Abbildung 38: Vergleich der Szenarien und Sensitivitäten: Entwicklung des Endenergieverbrauchs, in TWh	74
Abbildung 39: Vergleich der Szenarien und Sensitivitäten: Entwicklung des Stromverbrauchs, in TWh	75
Abbildung 40: Vergleich der Szenarien und Sensitivitäten: Entwicklung des Fernwärmeverbrauchs, in TWh	75
Abbildung 41: Jährlich eingesparte Energiekosten im Szenario KNG im Vergleich zur Referenzentwicklung, in Mrd. Euro ₂₀₂₀	79
Abbildung 42: Zieldreieck für einen klimaneutralen Gebäudebestand; eigene Darstellung	81
Abbildung 43: Wechselwirkungen zwischen den Maßnahmenbündeln des Gutachtens zur GSK, eigene Darstellung	83
Abbildung 44: Wechselwirkungen innerhalb des Bündels Rollout Wärmepumpe; eigene Darstellung	90
Abbildung 45: Entwicklung der Anzahl der Wärmepumpen in Wohngebäuden – Basis der Quantifizierung	93
Abbildung 46: Entwicklung des Wärmepumpenbestandes in Wohngebäuden nach Wärmequelle mit zusätzlicher Wärmepumpen-Offensive	93
Abbildung 47: Jährliche Endenergieminderung mit Wärmepumpen-Offensive	94
Abbildung 48: Kumulierte Endenergieminderung seit 2022 mit Wärmepumpen-Offensive	94
Abbildung 49: Jährliche THG-Minderung (Quellenprinzip) mit Wärmepumpen-Offensive	95
Abbildung 50: Exemplarischer Einfluss einer effizienten Gebäudehülle auf die Heizlast eines Gebäudes während eines kalten Wintertages.	107
Abbildung 51: Vergleich der Zahl sanierter Gebäude zwischen Referenzszenario und durch das Maßnahmenbündel zielkonforme Gebäudehüllen	108
Abbildung 52: Jährliche Endenergieminderung –Verbesserung des Baulichen Wärmeschutzes	109
Abbildung 53: Kumulierte Endenergieminderung ab 2022 –Verbesserung des Baulichen Wärmeschutzes	110
Abbildung 54: Kumulierte THG-Minderung (Quellenprinzip) –ab 2022 –Verbesserung des Baulichen Wärmeschutzes	110
Abbildung 55: Jährliche Endenergieminderung – Rationeller Neubau	118

Abbildung 56: Kumulierte Endenergieminderung ab 2022 – Rationeller Neubau.....	118
Abbildung 57: Jährliche THG-Minderung (Quellenprinzip) – Rationeller Neubau.....	119
Abbildung 58: Kumulierte THG-Minderung (Quellenprinzip) – Rationeller Neubau, ab 2022.....	119
Abbildung 59: Endenergieverbrauch durch Wärmenetze im Referenz- und Zielszenario	128
Abbildung 60: Auswertung des Wärmeverbrauchs anhand der Wärmedichte auf Basis des Endenergieverbrauchs im Zielszenario	129
Abbildung 61: Entwicklung der mit Wärmenetzen versorgten Wohnfläche im Referenz- und Zielszenario	130
Abbildung 62: Durch Wärmenetze im Zielszenario substituierte Energieträger in privaten Haushalten, abgeleitet auf Basis des Referenzszenarios	130
Abbildung 63: Anzahl der Gebäude mit Biomasse-Zentralheizung im Referenz- und Zielszenario	138
Abbildung 64: Jährliche Holz-Endenergieeinsparung in Zentralheizungen	139
Abbildung 65: Substitution von Energieträgern im Referenzszenario durch Holz- Endenergieeinsparung, abgeleitet auf Basis des Energieträgermix ohne feste Biomasse des Referenzszenarios, in TWh/a	140
Abbildung 66: Anzahl der Wohneinheiten mit Biomasse-Einzelraumfeuerungen im Referenz- und Zielszenario	141
Abbildung 67: Jährliche Holz-Endenergieeinsparung in Einzelraumfeuerungen	141
Abbildung 68: Wechselwirkungen innerhalb des Bündels THG-neutraler Strom am Gebäude... ..	146
Abbildung 69: Jährlich neu installierte Photovoltaik (links: Leistung, rechts: Anzahl) aufgeteilt in Dach- und Freiflächenanlagen, Quelle der Zahlenwerte: Agentur für Erneuerbare Energien	148
Abbildung 70: Kumulierte installierte Leistung von gebäudenah installierten PV-Anlagen im Referenz- und Zielszenario	149
Abbildung 71: Steigerung der PV-Stromerzeugung durch eine intensivierete PV-Offensive gegenüber dem Referenzszenario, unterteilt nach Eigennutzung und Netzeinspeisung, in TWh/a	150
Abbildung 72: Jährliche Endenergieminderung durch die PV-Offensive nach Energieträgern, in TWh/a	151
Abbildung 73: Kumulierte Endenergieminderung durch die PV-Offensive seit 2022 nach Energieträgern, in TWh	151
Abbildung 74: Jährliche THG-Minderung (Quellenprinzip) – PV-Offensive, in Mio. tCO ₂ eq/a	152

Abbildung 75: Endenergieeinsparung für den Energieträger Erdgas in Folge des einzuführenden Betriebsverbots 2040-45	168
Abbildung 76: Kumulierte THG-Einsparung (nach Quellenbilanz) des Maßnahmenbündels Ausstieg verbleibender fossiler Wärmeerzeuger zwischen 2040 und 2045, in Mio. t CO ₂ eq	169
Abbildung 77: Benötigte Fachkräfte für den Einbau von Heizungen (in Tausend Vollzeitäquivalenten) sowie das Angebot an Fachkräften im Bereich SHK (als Index mit dem Jahr 2021 als Basis)	218
Abbildung 78: Einfluss der Modernisierungsrate für Eigenheime und Geschosswohnungsbauten auf die Anzahl der Vollzeitbeschäftigten mit Bezug zur Gebäudehülle Quelle: Eigene Berechnungen	219
Abbildung 79: Entwicklung des Dämmstoffmarkts in Deutschland dargestellt als Volumenabsatz der Dämmstoffe unterteilt nach Neubau und Sanierung in den Jahren von 2018 – 2024. Quelle: Interconnection Consulting Group (IC 2013).....	223

8 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Ausgewertete Szenarien verschiedener Studien zur Klimaneutralität in Deutschland ..	16
Tabelle 2: Bevölkerung, Zahl der privaten Haushalte und Haushaltsstruktur, 2015 bis 2050	34
Tabelle 3: Entwicklung des BIP und der Bruttowertschöpfung nach Branchen, Fokus auf die Branchen des GHD-Sektors, 2015 bis 2050, in Mrd. Euro ₂₀₁₅	35
Tabelle 4: Entwicklung der Erwerbstätigen nach Branchen, Fokus auf die Branchen des GHD-Sektors, 2015 bis 2050, in Mio.	36
Tabelle 5: Entwicklung der Endkundenpreise für Energie, in Cents ₂₀₂₀ / kWh und des CO ₂ -Preises im BEHG, in Euro/t CO ₂	37
Tabelle 6: Entwicklung der Gradtagzahlen und Kühlgradtage	38
Tabelle 7: Eckwerte für das Zielszenario: Quantitative Vorgaben für die Jahre 2030 und 2045 und Vergleich mit Werten des Jahres 2015.....	39
Tabelle 8: Spezifische Verbrauchswerte für Neubauten und sanierte Wohngebäude (Vollsanierungen), in kWh/m ² Wohnfläche, Nutzenergieverbrauch für Raumwärme, ohne Warmwasser	50
Tabelle 9: Nutzungsgrad von Wärmeerzeugern beim Einbau in Bestandsgebäude, in Prozent bezogen auf die Erzeugung von Raumwärme	50
Tabelle 10: THG-Emissionen im Gebäudesektor, Einzeljahre 2020 bis 2030, in Mio. t CO ₂ eq	62
Tabelle 11: Kumulierte zusätzliche Investitionen im Szenario KNG gegenüber dem Referenzszenario und annualisierte Investitionen, jeweils in Mrd. Euro ₂₀₂₀	78
Tabelle 12: Vergleich der Mehrinvestitionen und der eingesparten Energiekosten; Szenario KNG gegenüber dem Referenzszenario, in Milliarden Euro ₂₀₂₀	79
Tabelle 13: Quantifizierungsergebnisse des Maßnahmenbündels Rollout Wärmepumpe (Jahreswerte).....	95
Tabelle 14: Quantifizierungsergebnisse des Maßnahmenbündels Rollout Wärmepumpe (kumulierte Werte)	96
Tabelle 15: Quantifizierungsergebnisse des Maßnahmenbündels zielkonforme Gebäudehülle (Jahreswerte).....	108
Tabelle 16: Quantifizierungsergebnisse des Maßnahmenbündels zielkonforme Gebäudehülle (kumuliert).....	109

Tabelle 17: Quantifizierungsergebnisse des Maßnahmenbündels Rationeller Neubau (Jahreswerte).....	117
Tabelle 18: Quantifizierungsergebnisse des Maßnahmenbündels Rationeller Neubau (kumuliert)	117
Tabelle 19: Quantifizierungsergebnisse des Maßnahmenbündels Anschluss an Wärmenetze (Jahreswerte).....	131
Tabelle 20: Quantifizierungsergebnisse des Maßnahmenbündels Anschluss an Wärmenetze (kumuliert).....	131
Tabelle 21: Quantifizierungsergebnisse des Maßnahmenbündels gezielter Biomasseeinsatz (Jahreswerte).....	142
Tabelle 22: Quantifizierungsergebnisse des Maßnahmenbündels gezielter Biomasseeinsatz (kumuliert).....	142
Tabelle 23: Quantifizierungsergebnisse des Maßnahmenbündels PV-Offensive (Jahreswerte) .	152
Tabelle 24: Quantifizierungsergebnisse des Maßnahmenbündels PV-Offensive (kumuliert)	153
Tabelle 25: Quantifizierungsergebnisse des Maßnahmenbündels Flächensparendes und energiesparendes Verhalten (Jahreswerte)	159
Tabelle 26: Quantifizierungsergebnisse des Maßnahmenbündels Flächensparendes und energiesparendes Verhalten (kumuliert)	160
Tabelle 27: Quantifizierungsergebnisse des Maßnahmenbündels Ausstieg verbleibender fossiler Wärmeerzeuger (Jahreswerte).....	169
Tabelle 28: Quantifizierungsergebnisse des Maßnahmenbündels Ausstieg verbleibender fossiler Wärmeerzeuger (kumuliert).....	170
Tabelle 29: Nichterneuerbare Primärenergiefaktoren für die Quantifizierung	203
Tabelle 30: Gesamt-Primärenergiefaktoren für die Quantifizierung	203
Tabelle 31: Treibhausgas-Faktoren nach Verursacher-Bilanz für die Quantifizierung	204
Tabelle 32: Treibhausgas-Faktoren nach Quellen-Bilanz für die Quantifizierung	204
Tabelle 33: Mittlere benötigte Arbeitszeit für den Einbau eines Wärmeerzeugers bei der Modernisierung eines bestehenden Gebäudes, im Jahr 2021, nach Gebäudetypen, in Arbeitstagen	216
Tabelle 34: Bestehende Instrumente für Transparenz und Steuerung.....	231

9 Literaturverzeichnis

AEE (2022): Solarenergie in Deutschland, Agentur für Erneuerbare Energien (AEE), verfügbar unter <https://www.foederal-erneuerbar.de/landesinfo/bundesland/D/kategorie/solar>, zuletzt geprüft am 17.10.2022

AG Energiebilanzen (2021): Anwendungsbilanzen zur Energiebilanz Deutschland. Endenergieverbrauch nach Energieträgern und Anwendungszwecken, Stand Mai 2021

Agora Verkehrswende, Agora Energiewende und Frontier Economics (2018): Die zukünftigen Kosten strombasierter synthetischer Brennstoffe. Verfügbar unter: https://www.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2017/SynKost_2050/Agora_SynCost-Studie_WEB.pdf

Agora Energiewende (2020): Wie passen Mieterschutz und Klimaschutz unter einen Hut? Verfügbar unter https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2020/2020_07_Warmmieten/A-EW_190_Mieterschutz_Klimaschutz_WEB.pdf

Agora Energiewende, Prognos, Öko Institut, Wuppertal Institut (2021): Klimaneutrales Deutschland 2045. Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann. Verfügbar unter: https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2021/2021_04_KNDE45/A-EW_231_KNDE2045_Langfassung_DE_WEB.pdf

Agora Energiewende, Prognos, Consentec (2022): Klimaneutrales Stromsystem 2035. Wie der deutsche Stromsektor bis zum Jahr 2035 klimaneutral werden kann. Verfügbar unter: https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2021/2021_11_DE_KNStrom2035/A-EW_264_KNStrom2035_WEB.pdf

Ariadne (2021): Deutschland auf dem Weg zur Klimaneutralität 2045 – Szenarien und Pfade im Modellvergleich. Verfügbar unter: https://ariadneprojekt.de/media/2022/02/Ariadne_Szenarienreport_Oktober2021_corr0222.pdf

Aurora Energy Research (2020): Hydrogen in the Northwest European energy system.

Bastin, JF., Clark, E., Thomas, E., Hart, S., Van den Hoogen, J., Hordijk, J. (2019): Understanding climate change from a global analysis of city analogues, 2019, verfügbar unter <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0217592>

Becker, J; Fjornes, J. (2022): Investitionsplan zur Finanzierung der Wärmewende für einkommensschwache Haushalte, laufendes Projekt im Auftrag des BMWK

BBP - Better Buildings Partnership (2013): Green Lease Toolkit. London.

BBSR (Hg.) 2018: Planspiel zur Einführung einer „Innenentwicklungsmaßnahme“ („Innenentwicklungsmaßnahmegebiet“) in das Baugesetzbuch (<https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/ministerien/bmi/verschiedene->

[themen/2018/innenentwicklungsmassnahme-dl.pdf?jsessionid=189A0A74CDDC70DAB8506CF994AE4685.live21302?_blob=publicationFile&v=1\)](https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/bbsr-online/2022/bbsr-online-04-2022-dl.pdf?blob=publicationFile&v=1)

BBSR (2022): Adaptive Gebäudestrukturen zur Erhöhung der Ressourceneffizienz von Geschossbauten im städtischen Raum, Verfügbar unter [https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/bbsr-online/2022/bbsr-online-04-2022-dl.pdf?_blob=publicationFile&v=2](https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/bbsr-online/2022/bbsr-online-04-2022-dl.pdf?blob=publicationFile&v=2)

BDH (2022): Heizungsindustrie: Starke Marktentwicklung 2021. Verfügbar unter <https://www.bdh-industrie.de/presse/pressemeldungen/artikel/heizungsindustrie-starke-marktentwicklung-2021>, zuletzt geprüft am 14.11.2022

Bianco, V; Michele, P.; Sonvilla, P. ; Reed, P.; Pradob, V. (2022): Business models for supporting energy renovation in residential buildings. The case of the on-bill programs, verfügbar unter <https://doi.org/10.1016/j.egy.2022.01.188>

Bianco, Vincenzo (2020b): Upscaling the residential sector with on-bill schemes. Replicability potential in the EU. Online verfügbar unter https://storage.googleapis.com/renonbillwebsite.appspot.com/image/multimedia/17_12_2020_10_15/201202_ROB_WP2_D2.3_Barriers_Analysis_Final_v2.pdf, zuletzt geprüft am 30.06.2021

Bianco, Vincenzo; Marchitto, Annalisa; Jankovic, Ivan (2020a): Overview of On-Bill Building Energy Renovation Schemes. RenOnBill D2.1. University of Genova: Genova. Verfügbar unter: <https://www.renonbill.eu/knowledge-sharing/overview-of-on-bill-buildings-energy-renovation-schemes?briefings=on&factsheets=on&infographics=on&language=any&reports=on&tools=on&page=1>

Binkowski, Sergio (2014): Corporate Real Estate (I): Aufwertung des Immobilienbestandes mit Green Lease-Verträgen. In: Schulz, Thomas; Bergius, Susanne (Hrsg.): CSR und Finance. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

BMF (2022). Entwurf eines Jahressteuergesetzes 2022, Bundesministerium der Finanzen. Verfügbar unter: https://drive.google.com/file/d/1mHiUq_hZaR5uX8JYubNG_HbybTPwoCH0/view?usp=sharing

BMU (2020): Deutsches Ressourceneffizienzprogramm III – 2020 bis 2023. Programm zur nachhaltigen Nutzung und zum Schutz der natürlichen Ressourcen https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/ressourceneffizienz_programm_2020_2023.pdf, zuletzt abgerufen am 17.10.2022.

BMWi (2019): Energiepreise und effiziente Klimapolitik – Gutachten des Wissenschaftlichen Beirats beim Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, online unter: [https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Ministerium/Veroeffentlichung-Wissenschaftlicher-Beirat/gutachten-energiepreise-effiziente-klimapolitik.pdf?_blob=publicationFile&v=10](https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Ministerium/Veroeffentlichung-Wissenschaftlicher-Beirat/gutachten-energiepreise-effiziente-klimapolitik.pdf?blob=publicationFile&v=10)

BMWi (2015): Energieeffizienzstrategie Gebäude – Wege zu einem nahezu klimaneutralen Gebäudebestand. Berlin. 2015, online unter: <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/energieeffizienzstrategie-gebaeude.html>

BMWi (2020): Die Nationale Wasserstoffstrategie.

<https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/die-nationale-wasserstoffstrategie.html>

BMWK (2022): Zahlen und Fakten: Energiedaten – nationale und internationale Entwicklung (Version 09.12.2021), verfügbar unter <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/energiedaten-gesamtausgabe.html>

BMWK & BMWSB (2022): 65 Prozent erneuerbare Energien beim Einbau von neuen Heizungen ab 2024 – Konzeption zur Umsetzung. Stand: 14. Juli 2022. Herausgegeben von Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen.

Verfügbar unter https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/65-prozent-erneuerbare-energien-beim-einbau-von-neuen-heizungen-ab-2024.pdf?__blob=publicationFile&v=6

Brasseur, Guy P.; Jacob, Daniela; Schuck-Zöller, Susanne (Hg.) (2016): Klimawandel in Deutschland. Entwicklung, Folgen, Risiken und Perspektiven. 1. Aufl. 2017. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

Bundeskartellamt. „Sektoruntersuchung Fernwaerme“, 2012.

http://www.bundeskartellamt.de/SharedDocs/Publikation/DE/Sektoruntersuchungen/Sektoruntersuchung%20Fernwaerme%20-%20Abschlussbericht.pdf?__blob=publicationFile&v=3

Bundesregierung (2020): Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie. Weiterentwicklung 2021. Verfügbar unter:

<https://www.bundesregierung.de/resource/blob/998006/1873516/3d3b15cd92d0261e7a0bc8f43b7839/2021-03-10-dns-2021-finale-langfassung-nicht-barrierefrei-data.pdf#page=270>, zuletzt abgerufen am 18.10.2021.

BWP (2022): Absatzzahlen von Wärmepumpen. Verfügbar unter:

<https://www.waermepumpe.de/presse/zahlen-daten/absatzzahlen/>, zuletzt abgerufen am 16.10.2022

Castellazzi, Luca; Paolo Bertoldi und Marina Economidou (2017): Overcoming the split incentive barrier in the building sector. Unlocking the energy efficiency potential in the rental & multifamily sectors. Luxembourg: European Commission.

Dena (2018): dena-Leitstudie „Integrierte Energiewende“ – Impulse für die Gestaltung des Energiesystems bis 2050; Teil A: Ergebnisbericht und Handlungsempfehlungen (dena), Teil B: Gutachterbericht (ewi Energy Research & Scenarios gGmbH), Hrsg.: Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena).

Dena (2010): dena-Sanierungsstudie. Teil 1: Wirtschaftlichkeit energetischer Modernisierung im Mietwohnungsbestand. Begleitforschung zum dena-Projekt „Niedrigenergiehaus im Bestand“. Online verfügbar unter https://www.dena.de/fileadmin/dena/Dokumente/Pdf/9122_dena-Sanierungsstudie_Teil_1.pdf

destatis (2018): „Wohnen in Deutschland – Zusatzprogramm des Mikrozensus 2018“.

destatis (2019): 14. koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung, Wiesbaden.

destatis (2020): Entwicklung der Privathaushalte bis 2040. Ergebnisse der Haushaltsvorausberechnung 2020, Statistisches Bundesamt (Destatis), 2020

destatis (2020): Kurzübersicht Abfallbilanz 2020 – Zeitreihe. Verfügbar unter: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/Abfallwirtschaft/Tabellen/liste-abfallbilanz-kurzuebersicht.html;jsessionid=0C2B3B9A380A2AFF20873482A909C987.live712#613014>, zuletzt abgerufen am 17.10.2022.

destatis 2022: Bautätigkeit und Wohnungen (Fachserie 5, Reihe 1), Statistisches Bundesamt (destatis).

Deutscher Bundestag (2019): Anteil neu geschlossener Ausbildungsverträge von Frauen: rund 1,5 % (2018). Verfügbar unter: <https://dipbt.bundestag.de/dip21/btd/19/143/1914360.pdf>

Deutscher Bundestag (2020): Entwurf eines Gesetzes zur neuen Wohngemeinnützigkeit (Neues Wohngemeinnützigkeitengesetz – NwohnGG). Drucksache 19/17307.

Dobbins, Audrey (2022): System analysis of the significance of energy poverty on household energy use and emissions in Germany – Forschungsbericht, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung der Universität Stuttgart.

DSW (2021): Wohnraum für Studierende Statistische Übersicht 2021, Deutsches Studentenwerk (DSW), Berlin

DUH (2019): Vollzug der EnEV durch die Bundesländer, Deutsche Umwelthilfe e.V., 2019. Online verfügbar unter https://medien.enev-online.de/infos_2019/190828_deutsche_umwelthilfe_umfrage_laender_enev_vollzug_gebaeudesanierung.pdf, zuletzt geprüft am 06.09.2022

EHI – Retail Institute e. V. (Hg.) (2022): EHI-Studie zum Energiemanagement im Handel. Online verfügbar unter <https://www.ehi.org/news/stromfresser-beleuchtung-und-kuehlung/>, zuletzt geprüft am 15.09.2022.

EU-COM (2020): Impact Assessment Accompanying the document Communication from the commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee of the regions. Stepping up Europe's 2030 climate ambition Investing in a climate-neutral future for the benefit of our people. European Commission Staff Working Document (SWD(2020) 176 final). Online verfügbar unter https://ec.europa.eu/clima/policies/eu-climate-action/2030_ctp_en, zuletzt geprüft am 17.09.2020.

Färber, G., Wieland, J. (2022): Rechtliche und Verwaltungsorganisatorische Möglichkeiten der Umsetzung einer Klimaprämie.

Fraunhofer ISE (2022): Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland. Verfügbar unter <https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/aktuelle-fakten-zur-photovoltaik-in-deutschland.pdf>

Fraunhofer ISI, Consentec, TU Berlin, Ifeu, E&R (2021): Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems in Deutschland 3, Treibhausgasneutrale Hauptszenarien, Modul Gebäude

Fraunhofer ISI, Prognos und Öko-Institut (2022): Methodikpapier zur ex-ante Abschätzung der Energie- und THG-Minderungswirkung von energie- und klimaschutzpolitischen Maßnahmen, Kurzpapier im Rahmen des Vorhabens «Projektionen zu nationalen und europäischen Energie- und Klimazielen und zu Wirkungen von Einzelmaßnahmen und Maßnahmenprogrammen» im Auftrag des BMWK.

Gaßner, H., (2019): Faire Kostenverteilung bei energetischer Modernisierung – rechtliche Rahmenbedingungen einer Umwandlung der Modernisierungsumlage gemäß § 559 BGB in ein sozial gerechtes und ökologisches Instrument

Green Lease Projektgruppe (2012): Green Lease Der grüne Mietvertrag für Deutschlan. Regelungsempfehlungen zur nachhaltigen Nutzung und Bewirtschaftung von Immobilien, Hamburg.

Hausladen, Gerhard, und Thomas Hamacher (2011). *Leitfaden Energienutzungsplan*. Technische Universität München, 2011.
[https://www.bestellen.bayern.de/application/eshop_app000009?SID=1388310026&ACTIONxSESSxS HOWPIC\(BILDxKEY:%27stmug_klima_00003%27,BILDxCLASS:%27Artikel%27,BILDxTYPE:%27PDF%27\)](https://www.bestellen.bayern.de/application/eshop_app000009?SID=1388310026&ACTIONxSESSxS HOWPIC(BILDxKEY:%27stmug_klima_00003%27,BILDxCLASS:%27Artikel%27,BILDxTYPE:%27PDF%27)).

Hausladen, Gerhard; Liedl, Petra; Saldanha, Mike de (2012): Klimagerecht bauen. Ein Handbuch. Basel: Birkhäuser.

Hertle, Von Hans, Martin Pehnt, Benjamin Gugel, Miriam Dingeldey, und Kerstin Müller (2012): „Wärmewende in Kommunen – Leitfaden für den klimafreundlichen Umbau der Wärmeversorgung“, 2015, 124.

Henning, Hans-Martin; Knopf, Brigitte; Bettzüge, Marc Oliver; Heimer, Thomas (2022): Prüfbericht zu den Sofortprogrammen 2022 für den Gebäude- und Verkehrssektor: Prüfung der den Maßnahmen zugrundeliegenden Annahmen gemäß § 12 Abs. 2 Bundes-Klimaschutzgesetz, Expertenrat für Klimafragen, 2022

Holm, A.; Horlitz, S.; Jensen, I. (2017): Neue Wohnungsgemeinnützigkeit – Voraussetzungen, Modelle und Erwartete Effekte, Rosa Luxemburg Stiftung

IEA (2020): World Energy Outlook (WEO), International Energy Agency, 2020.

IFB e.V. (2019): Analyse baubegleitender Qualitätskontrollen unabhängiger Bauherrenberater des BSB. Verfügbar unter: https://www.bsb-ev.de/fileadmin/user_upload/1_Startseite/Politik_und_Presse/Analysen_und_Studien/BSB_Studie_Baualtaet_beim_Nebau_von_Ein-_und_Zweifamilienhaeusern.pdf, abgerufen am 02.09.2022.

ifeu et al. (2014): 100 % Wärme aus erneuerbaren Energien? Auf dem Weg zum Niedrigstenergiehaus im Gebäudebestand, Heidelberg, 2014, verfügbar unter: https://www.ifeu.de/fileadmin/uploads/EE_Waerme_Endbericht-Band-0-Zusammenfassung-V5.pdf

ifeu, Fraunhofer IEE und Consentec (2018): Wert der Effizienz im Gebäudesektor in Zeiten der Sektorenkopplung. Studie im Auftrag von Agora Energiewende

ifeu (2020): Wärmeatlas 2.0: GIS-Modell des Nutzenergiebedarfs für Raumwärme und Warmwasser im deutschen Gebäudebestand, abrufbar unter:

https://www.ifeu.de/fileadmin/uploads/Modellbeschreibung_W%C3%A4rmeatlas_2.0.pdf

ifeu (2021): Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems in Deutschland 3: Treibhausgasneutrale Hauptszenarien, Modul Gebäude, abrufbar unter:

<https://www.langfristszenarien.de/enertile-explorer-wAssets/docs/LFS-Gebaeude.pdf>

IPCC (2022): Summary for Policymakers [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, M. Tignor, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Lösschke, V. Möller, A. Okem (eds.)]. In: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Lösschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 3–33, siehe unter:

https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_SummaryForPolicymakers.pdf

Fraunhofer ISI; Prognos AG, Öko-Institut e.V. (2022): Methodikpapier zur ex-ante Abschätzung der Energie- und THG-Minderungswirkung von energie- und klimaschutzpolitischen Maßnahmen. Kurzpapier im Rahmen des Vorhabens «Projektionen zu nationalen und europäischen Energie- und Klimazielen und zu Wirkungen von Einzelmaßnahmen und Maßnahmenprogrammen» im Auftrag des BMWi (AP 1.2).

ITG (2021): BDEW-Heizkostenvergleich Altbau 2021: Ein Vergleich der Gesamtkosten verschiedener Systeme zur Heizung und Warmwasserbereitung in Altbauten, im Auftrag vom BDEW, 2021, verfügbar unter https://www.bdew.de/media/documents/BDEW-HKV_Altbau.pdf

ITG, FIW (2021): dena-Leitstudie Aufbruch Klimaneutralität. Klimaneutralität 2045 – Transformation des Gebäudesektors. Herausgegeben von der Deutschen Energie-Agentur GmbH (dena). Online verfügbar unter

https://www.dena.de/fileadmin/dena/Dokumente/Landingpages/Leitstudie_II/Gutachten/211005_DLS_Gutachten_ITG_FIW_final.pdf

IWU (2014a): Häuser sparsamer als verlangt – Investive Mehrkosten bei Neubau und Sanierung – Einfamilienhäuser. Institut Wohnen und Umwelt (IWU). Online verfügbar unter

https://www.iwu.de/fileadmin/user_upload/flyer/Mehrkosten_geg_EnEV_EFH_End.pdf

IWU (2014b): Häuser sparsamer als verlangt – Investive Mehrkosten bei Neubau und Sanierung – Mehrfamilienhäuser. Institut Wohnen und Umwelt (IWU). Online verfügbar unter

https://www.iwu.de/fileadmin/publikationen/buergerinfo/2016_IWU_Flyer-Mehrkosten-geg-EnEV-MFH.pdf

IWU (2018): Datenerhebung Gebäudebestand 2016, Darmstadt

IWU (2021): Runder Tisch „Neue Impulse zum nachhaltigen Klimaschutz im Gebäudebestand“. Materialband zur Abschlussdokumentation, 2021, Darmstadt

Jochum et al. (2015): Dämmbarkeit des deutschen Gebäudebestands. Endbericht, Juli 2015, https://www.ifeu.de/fileadmin/uploads/Beuth_ifeu_Daemmbarkeit_des_deutschen_Gebaeudebestands_2015.pdf

Kallert, A., Lamvers, E., Young, JY., (2021): Thermische Energiespeicher für Quartiere, im Auftrag der Dena, verfügbar unter https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2021/dena-STUDIE_Thermische_Energiespeicher_fuer_Quartiere.pdf

KEA (2020): Kommunale Wärmeplanung: Handlungsleitfaden, erstellt im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg von der KEA-Klimaschutz und Energieagentur Baden-Württemberg.

Kegel, J.; Lenk, C.; Ouanes, N.; Wiesenthal, J.; Weiß, J.: Prosumerverhalten und Energiewende: Wie wirken sich Verhaltensänderungen von Prosumerhaushalten auf das Energiesystem aus?, Arbeitspapier im Projekt EE-Rebound, 2022

Kellner M., Roofls C., Rütten K., Bergmann T., Hirsch J. et al. (2022): Entlastung der Haushalte von der CO₂-Bepreisung: Klimageld vs. Absenkung der EEG-Umlage. Kopernikus-Projekt Ariadne, Potsdam.

Kiehle-Beratung: Wohnen (2018): Mietsenkungs- und Mengeneffekt des Investitionsprogramms des Bundes. Neue Wohngemeinnützigkeit. Wohnungswirtschaftliche Bewertung. Abschlussbericht. Berlin: Bündnis 90/ Die Grünen.

Klinski, S., Braungardt, S. & Keimeyer, F. (2021). Teilwarmmietenmodelle im Wohnungsmietrecht als geeignetes Anreizinstrument zum Klimaschutz? Kurzstudie zur rechtlichen und praktischen Machbarkeit. Umweltbundesamt.

Kluge, C.; Borghardt, S.; Schneller, A. (2022): Forschungsbericht. Empirische Untersuchungen zur Anwendungspraxis kommunaler Planungsbehörden. Berlin: adelphi research gGmbH.

Kottek, M., Grieser, J., Beck, C., Rudolf, B., Rube, F. (2006): World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated verfügbar unter: <https://www.klimadiagramme.de/Frame/koeppen.html>

Kreislaufwirtschaft Bau (2021): Mineralische Bauabfälle Monitoring 2018. Bericht zum Aufkommen und zum Verbleib mineralischer Bauabfälle im Jahr 2018. Verfügbar unter: <https://kreislaufwirtschaft-bau.de/Download/Bericht-12.pdf>, zuletzt abgerufen am 17.10.2022.

Lenk, C.; Torliene, L.; Weiß, J.; Wiesenthal, J.: Wie wirken Rebound-Effekte von Prosumern? Ökologische und ökonomische Bewertung auf Haushaltsebene, Arbeitspapier im Projekt EE-Rebound, 2022

Mellwig P., Pehnt M. (2019): Sozialer Klimaschutz in Mietwohnungen; ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg. Verfügbar unter https://www.bund.net/fileadmin/user_upload_bund/publikationen/energiewende/energiewende_soziale_r_klimaschutz_mietwohnungen.pdf

Mellwig P., Pehnt M., Lempik J. (2021): Energieeffizienz als Türöffner für erneuerbare Energien im Gebäudebereich, im Auftrag des Verbandes für Dämmsysteme, Putz und Mörtel e.V., 2021, Heidelberg

Öko-Institut (2022): Energetische Sanierung schützt Verbraucher*innen vor hohen Energiepreisen – Vorschläge für eine soziale Ausrichtung der Förderung, Kurzstudie im Auftrag der Deutschen Umwelthilfe.

Öko-Institut, Freie Universität Berlin, IREES GmbH (2017): Konzept zur absoluten Verminderung des Energiebedarfs: Potenziale, Rahmenbedingungen und Instrumente zur Erreichung der Energieverbrauchsziele des Energiekonzepts, im Auftrag des Umweltbundesamts, 2017, Dessau-Roßlau

Öko-Institut, Fraunhofer ISI, IREES, Thünen-Institut (2021): Projektionsbericht 2021 für Deutschland. Bericht im Auftrag des Umweltbundesamtes und des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU). Download unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/372/dokumente/projektionsbericht_2021_u_ba_website.pdf

Ortner, S., Pehnt, M., Over, M., Blömer, S., Ochse, S., Bohn, K., Rein, M., Möhring, P., Westholm, H., Sandrock, M., Roth, T., Kühne, J. (laufend): Dekarbonisierung von Energieinfrastrukturen: Entwicklung eines Unterstützungsrahmens am Beispiel von Wärmenetzen, Forschungsprojekt im Auftrag des UBAS, Veröffentlichung voraussichtlich Ende 2022.

PACENation (Hrsg.) (2019): What is PACE Financing? Zuletzt eingesehen am 28.07.2021, unter <https://www.pacenation.org/what-is-pace/>.

Pantera (2020): Neues Wohnen 2020 Silver Society. Verfügbar unter https://www.pantera.de/wp-content/uploads/2020/09/Studie_NeuesWohnen_Silver-Society-1.pdf

Paulus, Jasmin; Nadine Nitsche, Anton Barckhausen, Milan Matušek und Anna Erbacher (2022): Energieeffizienzmaßnahmen für Mieter/-innen im Einzelhandel. Berlin: adelphi

Pestel-Institut (2022): Bezahlbarer Wohnraum 2022. Neubau – Umbau – Klimaschutz. Im Auftrag von Verbändebündnis „Soziales Wohnen“. Hannover: Pestel-Institut

Prognos (2020): Kosten und Transformationspfade für strombasierte Energieträger. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie, online unter: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/Studien/transformationspfade-fuer-strombasierte-energetraeger.pdf>

Prognos (2022): Kurzgutachten zur aktuellen Wirtschaftlichkeit von Wärmepumpen: Kostenbetrachtungen in Mehrfamilienhäusern aus der Perspektive von Mieter*innen und Vermieter*innen. Im Auftrag des Bundesverbands Wärmepumpe e.V., online verfügbar unter https://www.waermepumpe.de/fileadmin/user_upload/waermepumpe/05_Presse/01_Pressemitteilung_n/Finale_Ergebnisdokumentation_Langfassung_221010.pdf

Prognos, ifeu & IWU (2016): Hintergrundpapier zur Energieeffizienzstrategie Gebäude (ESG). Erstellt im Rahmen der Wissenschaftlichen Begleitforschung zur ESG (BfEE - Bundesstelle für

Energieeffizienz, Hrsg.), 2016, online unter

https://www.prognos.com/sites/default/files/2021-01/20151220_prognos_hintergrundpapier_ees.pdf

QuBe (2020): Qualifikation und Beruf in der Zukunft. Ein Projekt des Bundesinstitut für Berufsbildung. 6. Welle. Online verfügbar unter <https://www.bibb.de/de/11727.php>

Ramboll, Fraunhofer IMP (2021): Abschlussbericht: Prüfung möglicher Ansätze zur Stärkung des Recyclings, zur Schaffung von Anreizen zur Verwendung recycelbarer Materialien und zur verursachergerechten Zuordnung von Entsorgungskosten im Bereich der Bauprodukte. Im Auftrag des UBA.

https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021_01_11_texte_05-2021_bauprodukte_recycling.pdf, zuletzt abgerufen am 17.10.2022.

Riechel R.; Walter J. (2021): Kurzgutachten Kommunale Wärmeplanung; Hrsg. Umweltbundesamt; https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/texte_12-2022_kurzgutachten_kommunale_waermeplanung.pdf

Santarius, Tilman (2012): Der Rebound-Effekt – Über die unerwünschten Folgen der erwünschten Energieeffizienz, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH.

Senders (2022): Wärmeplanung und Gaskonzessionen, Würzburger Studien zum Umweltenergie recht Nr. 27 vom 30.03.2022. Verfügbar unter https://stiftung-umweltenergierecht.de/wp-content/uploads/2022/03/Stiftung_Umweltenergierecht_Senders_Waermeplanung-und-Gaskonzessionen_2022-03-30.pdf, zuletzt abgerufen am 17.10.2022.

SIA 2032 (2020): Graue Energie- Ökobilanzierung für die Erstellung von Gebäuden.

Stadtwerke Tübingen (2021): Förderprogramm Heizungspumpe. Online verfügbar unter: <https://www.swtue.de/service/foerderprogramme/heizungspumpe.html>, zuletzt geprüft am 28.07.2021.

Tilia GmbH, TU Wien, IREES; Öko-Institut, Fraunhofer ISI (2022): District Heating and Cooling in the European Union: Overview of Markets and Regulatory Frameworks under the Revised Renewable Energy Directive, <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/4e28b0c8-eac1-11ec-a534-01aa75ed71a1/language-en>

Thomas, S., Bierwirth, A., März, S., Schüwer, D., Vondung, F., von Geibler, J., & Wagner, O. (2021): CO2-neutrale Gebäude bis spätestens 2045 (Zukunftsimpuls Nr. 21). Wuppertal Institut.

U.S. Department of Energy (Hrsg.) (2021): Property Assessed Clean Energy Programs. Zuletzt eingesehen am 28.07.2021, unter <https://www.energy.gov/eere/slsc/property-assessed-clean-energy-programs>.

UBA - Umweltbundesamt (Hg.) (2019): Wohnen und Sanieren - Empirische Wohngebäudedaten seit 2002 Hintergrundbericht. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/hintergrundbericht-wohnen-sanieren>, zuletzt geprüft am 08.09.2022.

UBA - Umweltbundesamt (Hg.) (2019b): Flächensparend Wohnen - Energieeinsparung durch Suffizienzpolitiken im Handlungsfeld „Wohnfläche“. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-09-05_texte_104-2019_energieverbrauchsreduktion_ap1_wohnen_final.pdf, zuletzt geprüft am 08.09.2022.

UBA (2021): Wohnfläche Trends. Verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/daten/private-haushalte-konsum/wohnen/wohnflaeche#zahl-der-wohnungen-gestiegen>, zuletzt geprüft am 17.10.2022

UBA (2022): Das anthropogene Lager. URL: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/abfall-ressourcen/abfallwirtschaft/urban-mining/das-anthropogene-lager#status-quo-bestand-dynamik-und-eigenschaften>, zuletzt geprüft am 17.10.2022.

Vaze, Prashant; Lionel Mok; Mathilde Bossut; Abhinaya Chandrasekaran und Eduard MacLean (2020): Feasibility study for a financial instrument and a review of existing retrofit loan schemes: EuroPACE

Wolfsteiner, Andreas (2022): Wirksamer Preis auf CO2 plus Klimadividende: Der smarte Weg zur Klimarettung oder politisch riskant? Diskussionspapier. Verfügbar unter: <https://www.klima-retten.info/PDF/CO2-Preis-Diskussionspapier.pdf>

ZDH, 2019: Gesellen- und Abschlussprüfungen nach Ausbildungsberufen. Verfügbar unter: https://www.zdh-statistik.de/application/stat_det.php?LID=1&ID=MDQ3NzY=&cID=00812

ZIA Zentraler Immobilien Ausschuss e.V. (2018): Green Lease - Der grüne Mietvertrag für Deutschland. Perspektiven der Immobilienwirtschaft. Berlin.

10 Abkürzungsverzeichnis

BDI	Bundesverband der deutschen Industrie
BEG	Bundesförderung für effiziente Gebäude
BEHG	Brennstoffemissionshandelsgesetz
BEW	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BMWSB	Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen
BWS	Bruttowertschöpfung
EE	Erneuerbare Energien
EPBD	Energy Performance of Buildings Directive
EPD	Environmental Product Declaration
EWI	Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln
EWG	Erneuerbares Wärme Infrastrukturgesetz
EZFH	Ein- und Zweifamilienhäuser
FIW	Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V.
FKEG	Fachkräfteeinwanderungsgesetz
GEG	Gebäude-Energie-Gesetz
GSK	Gebäudestrategie Klimaneutralität 2045
GHD	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen
IEA	International Energy Agency
ITG	Institut für Technische Gebäudeausrüstung Dresden
JAZ	Jahresarbeitszahl
KANU	Kalkulatorische Nutzungsdauer
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
KKB	Koordinierungsstelle Klimaneutrale Bundesverwaltung

KSG	Klimaschutzgesetz
KSSP	Klimaschutz-Sofortprogramm
KNG	Klimaneutrale Gebäude
KWW	Kompetenzzentrum Kommunale Wärmewende
LCA	Life cycle assessment
MFH	Mehrfamilienhäuser
NKI	Nationalen Klimainitiative
NWG	Nichtwohngebäude
PCM	Phase change material
PHH	Private Haushalte
PtG	Power-to-Gas
PtL	Power-to-Liquid
PtX	Power-to-X
PV	Photovoltaik
RW	Raumwärme
SHK	Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik
THG	Treibhausgase
TWh	Terrawattstunden
WWB	Warmwasserbereitung
WDVS	Wärmedämmverbundsysteme
ZVSHK	Zentralverband Sanitär Heizung Klima

