

POSITION // DEZEMBER 2020

13 Thesen für einen treibhausgas- neutralen Gebäudebestand

Drängende Herausforderungen der Wärmewende

Impressum

Herausgeber:

Umweltbundesamt
Fachgebiet V 1.2
Postfach 14 06
06813 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
buergerservice@uba.de
Internet: www.umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt

 /umweltbundesamt

 /umweltbundesamt

Autoren:

Stefan Rother, Jens Schuberth, Joscha Steinbrenner
sowie
Michael Bade, Andreas Bertram, Ingmar Herda,
Caren Herbstritt, Benjamin Lünenbürger, Lennart Mohr,
Katja Purr, Christoph Rau, Ulrike von Schlippenbach,
Lizzi Sieck, Herwig Unnerstall

Satz und Layout:

le-tex publishing services GmbH

Publikationen als pdf:

www.umweltbundesamt.de/publikationen

Bildquellen:

Titel: Umweltbundesamt
S. 7: Shutterstock / Gyuszkó-Photo
S. 13: Shutterstock / Milan Bruchter
S. 18: www.co2online.de / Alois Müller
S. 26: Umweltbundesamt
S. 29: www.co2online.de / Elisa Meyer

Stand: Oktober 2020

ISSN 2363-8273

POSITION // DEZEMBER 2020

13 Thesen für einen treibhausgas- neutralen Gebäudebestand

**Drängende Herausforderungen
der Wärmewende**

13 Thesen für einen treibhausgasneutralen Gebäudebestand

- 1** Der Klimaschutz erfordert umfassendes Handeln für die Dekarbonisierung des Gebäudebestandes bis 2050. 8
- 2** Der Endenergieverbrauch und die CO₂-Emissionen des Gebäudebestands sinken zu langsam. 10
- 3** Energieeffizienz und Klimaverträglichkeit sind nicht die Kostentreiber beim Bauen und Sanieren. 13
- 4** Erst ambitionierte Gebäudestandards eröffnen Handlungsspielräume auf dem Weg zum treibhausgasneutralen Gebäudebestand. 15
- 5** Die vorhandenen Energieeinsparpotenziale werden aus aktorenspezifischen Gründen nicht gehoben. 19
- 6** Passgenaue Unterstützung muss Akteure des Bau- und Sanierungsgeschehens aktivieren und begleiten. 21
- 7** Eine CO₂-Bepreisung und die weiterführende Internalisierung der Klimakosten ermöglichen den Abbau von Wettbewerbsverzerrungen bei den Energiepreisen. 23
- 8** Durch einen Policy-Mix aus finanziellen Anreizen, Sanierungsfahrplänen und sichergestellter Förderung zielgenau vorausschauende Sanierungsaktivitäten initiieren. 25
- 9** Das Ordnungsrecht muss den Rahmen für das Erreichen der langfristigen Ziele im Gebäudebestand setzen. 28
- 10** Es dürfen nur Maßnahmen und Techniken gefördert werden, welche die Dekarbonisierung des Gebäudebestands beschleunigen. 30
- 11** Aktivierende Informationen für Gebäudeeigentümer sind heute noch nicht ausreichend vorhanden. 33
- 12** Die Wärmeplanung hilft Kommunen, ihre Rolle beim Klimaschutz stärker wahrzunehmen. 35
- 13** Über Klimaschutzeffekte hinaus bieten Sanierungen zusätzliche Vorteile für Beschäftigung, Gesundheit und Volkswirtschaft. 36

Einleitung

Angenehm temperierte Räume benötigen über das Jahr hinweg viel Energie und verursachen dadurch heute noch hohe Treibhausgasemissionen. Energieeffizienzmaßnahmen können diesen Energiebedarf verringern. Um die Treibhausgasemissionen darüber hinaus weiter zu senken, muss der verbleibende Energiebedarf treibhausgasneutral aus erneuerbaren Energien bereitgestellt werden. Erneuerbare Energien können in diesem Kontext sowohl in Form von (Fern-)Wärme oder Strom aber auch als synthetische Produkte wie Gas aus erneuerbarem Strom bereitgestellt werden. Um auch im Gebäudebestand Deutschlands die Klimaziele zu erreichen, sind umfassende Anstrengungen nötig – dabei sind die erforderlichen Maßnahmen zu einem großen Teil schon seit Jahrzehnten bekannt. Die aktuellen Fortschritte reichen nicht aus, um im Gebäudebestand bis zum Jahr 2050 die notwendige vollständige Treibhausgasneutralität zu erreichen, wie Abbildung 1 schematisch darstellt.

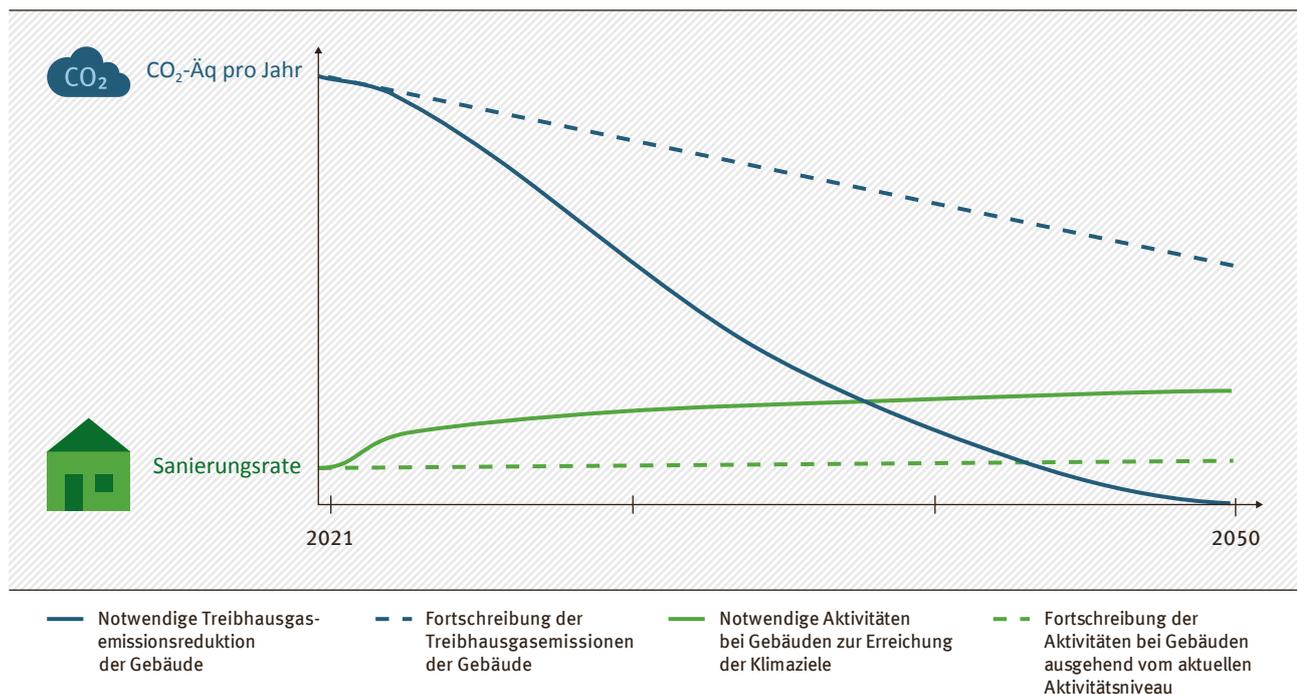
In Form von 13 Thesen beschreibt dieses Positionspapier die Ausgangssituation, die Notwendigkeit und Möglichkeiten für die Transformation des Gebäu-

debestandes und formuliert, welche Maßnahmen und Instrumente zum Erreichen der Energie- und Klimaschutzziele beitragen und welche Akteure aktiv werden müssen.

Im Oktober 2019 hat die Bundesregierung das „Klimaschutzprogramm 2030 zur Umsetzung des Klimaschutzplans 2050“ beschlossen [1]. Es adressiert auch den Klimaschutz im Gebäudebestand und beschreibt die nächsten Schritte der Bundesregierung, die Lücke zu den Klimaschutzzielen 2030 zu schließen. Da der Handlungsbedarf im Gebäudebestand mit seinen langen Reaktionszeiten groß ist, empfiehlt das Umweltbundesamt darüber hinaus gehende Instrumente, die als Diskussionsgrundlage für weitere Klimaschutzprogramme oder Sofortprogramme im Sinne einer Aktualisierung des bestehenden Klimaschutzprogramms 2030 dienen können. Das Umweltbundesamt sieht in diesen Instrumenten Wege, wie die Corona-Konjunkturpakete Deutschlands und der EU gezielt am Umweltschutz ausgerichtet werden können. Zu den Empfehlungen zählt, die Gebäudeenergiestan-

Abbildung 1

Trendentwicklung und notwendiger Verlauf der Aktivitäten und Treibhausgasemissionen im Gebäudebestand



Quelle: Eigene Darstellung



dards auf dem Niveau des „Effizienzhauses 40“ für Neubauten und des „Effizienzhauses 55“ für Sanierungen zu verankern. Darüber hinaus sollte die Förderung von Anlagentechnik für den Einsatz fossiler Brennstoffe umgehend beendet werden.

Für einen ambitionierten Klimaschutz empfiehlt das Umweltbundesamt eine wirksame CO₂-Bepreisung, um faire Wettbewerbsbedingungen zwischen fossilen Brennstoffen und erneuerbaren Energien sicherzustellen. Im Hinblick auf den Gebäudebestand müssen darüber hinaus konsistente Rahmenbedingungen geschaffen werden, um sektorspezifische Hemmnisse zu überwinden. Dafür befürwortet das Umweltbundesamt einen Dreiklang von Fordern, Fördern

und Informieren. Bestandteil dieses Konzepts ist die Einführung einer Gebäude-Klimaabgabe, deren Einnahmen zur Förderung der energetischen Gebäudesanierung verwendet werden und so die Förderung sicherstellt. Mittels verpflichtender individueller Sanierungsfahrpläne wird für Eigentümer und Eigentümerinnen ein zielkonformer Sanierungspfad identifiziert. Werden die dabei erhobenen Informationen über die Gebäude gesammelt, liefern sie einen entscheidenden Beitrag für Kommunen bei der Erstellung von Wärmeplänen. Dies ermöglicht der Bundespolitik eine zielgenaue Nachsteuerung von politischen Instrumenten für die vollständige Dekarbonisierung des Gebäudebestands.

1 *Der Klimaschutz erfordert umfassendes Handeln für die Dekarbonisierung des Gebäudebestandes bis 2050.*

Die internationale Klimakonferenz Ende 2015 in Paris hat ein eindeutiges Signal an Gesellschaft, Wirtschaft und Politik gesendet: Die Zukunft muss kohlenstoffarm und klimaresilient sein. Ziel ist es, die Erderwärmung auf deutlich unter 2 °C und möglichst auf 1,5 °C zu beschränken.

Um dieser globalen Herausforderung annähernd gerecht zu werden, hält das Umweltbundesamt eine Reduktion der Treibhausgasemissionen in Deutschland mindestens entlang eines globalen 1,5 °C-Pfades für erforderlich. Dies bedeutet bis 2030 eine Minderung gegenüber 1990 in der Größenordnung von mindestens 70 % [2].

Die Bundesregierung hat bereits mit dem Energiekonzept im Jahr 2010 den Grundstein für die langfristige Transformation gelegt. Für Gebäude wird eine Reduktion des Bedarfs nicht-erneuerbarer Primärenergie bis 2050 um 80 % gegenüber 2008 auf etwa 240 TWh angestrebt. Das ist jedoch nicht gleichbedeutend mit einer entsprechenden Reduktion der Treibhausgasemissionen des Gebäudebestandes. Mit dem Klimaschutzplan legte die Bundesregierung im November 2016 für Gebäude eine Minderung der direkten Treibhausgasemissionen um 40 % gegenüber 2014 bis 2030 fest [3]. Mit dem Klimaschutzgesetz hat die Bundesregierung das Ziel der Treibhausgasneutralität bis 2050 und den Weg dorthin festgelegt. Darin sind auch eine Treibhausgasminderung Deutschlands um mindestens 55 % für 2030 gegenüber 1990 sowie die sektoralen Beiträge des Klimaschutzplanes verbindlich verankert. Die Treibhausgasemissionen des Gebäudebestandes sollen demnach auf 70 Millionen Tonnen im Jahr 2030 sinken [4]. Um diese Ziele zu erreichen, wurde das Klimaschutzprogramm 2030 beschlossen [1]. Zwei Gutachten ermittelten, dass mit den beschlossenen Maßnahmen im Jahr 2030 noch Einsparungen von rund 8 bis 17 Millionen Tonnen CO₂ fehlen [5, 6]. Darüber hinaus sieht der Entwurf des EU-Klimagesetzes vor, die Treibhausgasneutralität der EU bis 2050 als rechtsverbindliches Ziel festzuschreiben [7]. In diesem Zuge wird

voraussichtlich auch das Ambitionsniveau für 2030 angehoben – somit wird auch Deutschland mehr Treibhausgasemissionen einsparen müssen.

Um einen ausreichenden Beitrag des Gebäudebestandes für das o. g. Ziel einer Treibhausgasneutralität in 2050 zu erreichen, bedarf es einer vollständig treibhausgasneutralen Energieversorgung mit erneuerbaren Energien, weil in anderen Sektoren wie Landwirtschaft und Industrie die Potentiale zur Treibhausgasminderung nach heutigem Kenntnisstand begrenzt sind.¹

Bereits heute sind Auswirkungen des Klimawandels bemerkbar. Sie werden sich in absehbarer Zukunft tendenziell verstärken. Dies äußert sich beispielsweise schon heute in ansteigenden Jahresdurchschnittstemperaturen und häufiger auftretenden und längeren Hitzewellen im Sommer. Diese klimatischen Einflüsse wirken auf Gebäude und deren Nutzung ein, so dass auch die Folgen des Klimawandels bei der Transformation des Gebäudebestandes berücksichtigt werden sollten [8].

Es bestehen weitere Herausforderungen, wie beispielsweise der Umgang mit natürlichen Ressourcen. Auch hier hat die Entwicklung des Gebäudebestandes über rohstoffeffiziente Bau- und Dämmmaterialien, effiziente Heiztechniken und pro-Kopf-Wohnflächenbedarf erheblichen Einfluss und muss einen wichtigen Beitrag zu den Zielen der Bundesregierung leisten [9]. Darüber hinaus können energetische Sanierungen für die Beseitigung von Gesundheitsrisiken durch Schadstoffbelastungen genutzt werden – und umgekehrt erleichtern Schadstoffsanierungen den Einstieg in die energetische Sanierung.

¹ In der Landwirtschaft ist von einem Emissionssockel auf Grund von natürlichen physiologischen Prozesse auszugehen, der hauptsächlich aus Lachgas (N₂O) Emissionen besteht. In der Industrie sind voraussichtlich manche Prozessemissionen schwer vermeidbar.

Die Bereitstellung biogener Brennstoffe für die Wärmeversorgung hat unmittelbare Auswirkungen auf die Biodiversität und Nachhaltigkeit in der Land- und Forstwirtschaft. Vor dem Hintergrund der zunehmenden Konkurrenz um fruchtbare Böden und einer globalen sicheren Nahrungsmittelversorgung geht das Umweltbundesamt davon aus, dass langfristig weder national noch global nennenswertes Potential für nachhaltige Anbaubiomasse zur energetischen Nutzung gegeben ist. In vergleichbarer Weise ist das Nutzungspotential forstwirtschaftlicher Biomasse bereits ausgeschöpft. Darüber hinaus besteht eine

Nutzungskonkurrenz zwischen der Funktion von Wäldern als Kohlenstoffsенke und -speicher und der Verwendung von Waldholz als Brennstoff [10].

Damit der Gebäudebestand zu den Zielen der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie beiträgt, bedarf es vor dem Hintergrund der langen Investitionszyklen schnellen Handelns, ambitionierter Ziele und Planungssicherheit für die unterschiedlichen Akteure, um eine Transformation hin zu einem treibhausgasneutralen, klimarobusten und ressourcenschonenden Gebäudebestand zu gestalten.

2 Der Endenergieverbrauch und die CO₂-Emissionen des Gebäudebestands sinken zu langsam.

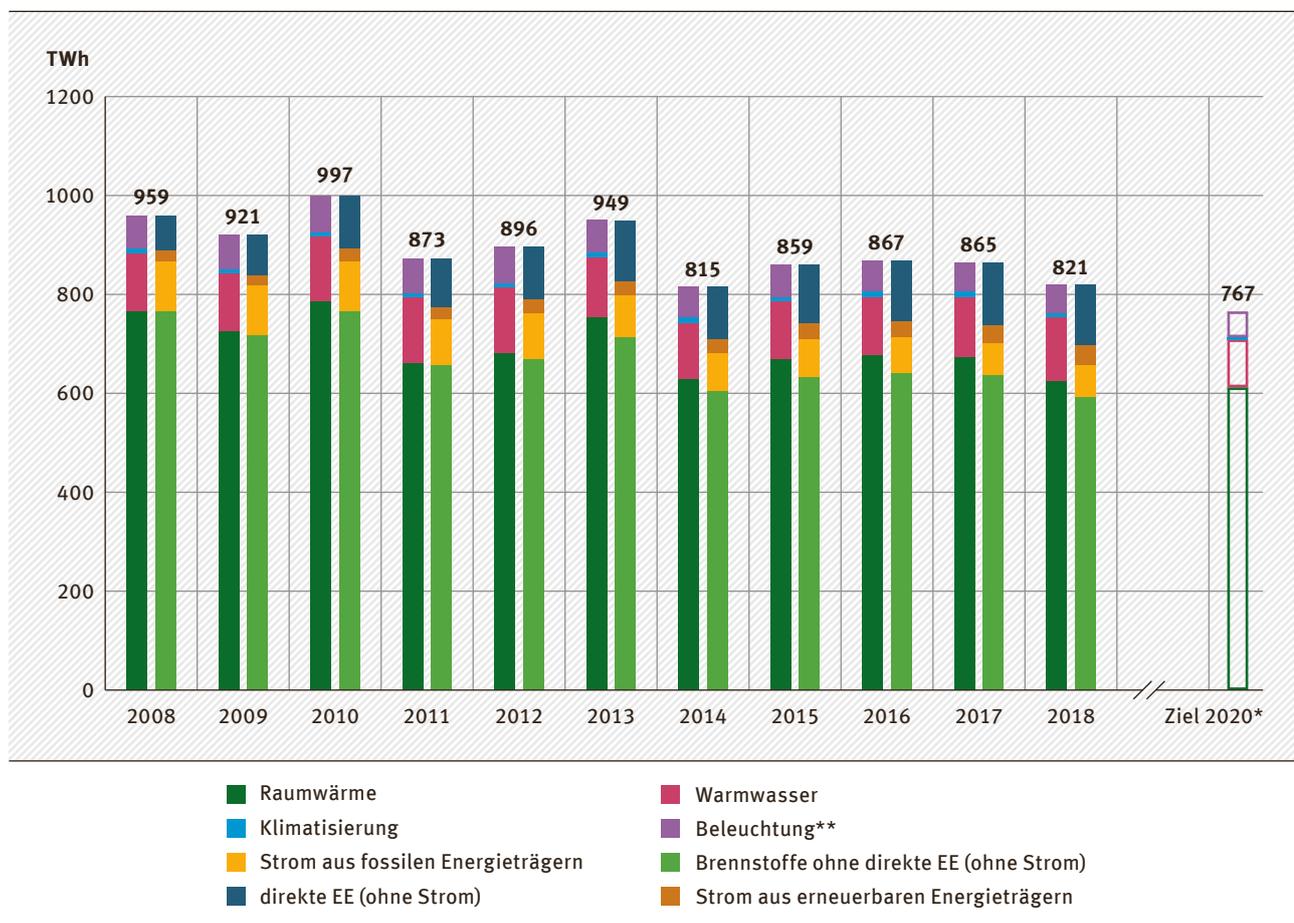
Der Endenergieverbrauch (EEV) der Gebäude reduzierte sich im Zeitraum von 2008 bis 2018 um 138 TWh oder 14,4 % (Abbildung 2). Maßgeblich für diese Entwicklung war der Rückgang des EEV für Raumwärme um 140 TWh oder 18,2 %, während der EEV für die Warmwasserbereitung stieg. Der gesamte gebäuderelevante EEV ging seit 2008 um durchschnittlich 1,5 % pro Jahr zurück. Um das Ziel für 2020 – eine Reduzierung des EEV im Gebäudebestand um 20 % gegenüber 2008 – zu erreichen, wäre jedoch eine Einsparung von durchschnittlich 1,8 % pro Jahr über den gesamten Zeitraum hinweg notwendig gewesen. Infolge des zuletzt relativ warmen Jahres 2018 reduzierte sich der gebäuderelevante EEV gegenüber 2017 überdurchschnittlich um 44 TWh oder 5,1 %.

Der Anteil der direkt genutzten erneuerbaren Energien am gebäuderelevanten EEV lag 2018 bei 14,9 % und damit einen knappen Prozentpunkt oberhalb des 2020-Ziels. Inklusive des Stroms aus erneuerbaren Energien betrug der Anteil 19,7 %.

Temperaturbereinigt sank der EEV der privaten Haushalte für Raumwärme pro m² bewohnter Wohnfläche bis 2018 gegenüber 2008 um 10,4 % von 146 auf 131 kWh/m². Jedoch reduzierte sich der absolute EEV für Raumwärme (temperaturbereinigt) nur um 24 TWh oder 4,7 %, weil die Wohnfläche um 224 Mio. m² oder 6,4 % auf 3,72 Mrd. m² wuchs. Die Ausweitung der bewohnten Wohnfläche hat somit

Abbildung 2

Gebäuderelevanter Endenergieverbrauch nach Anwendungsbereichen und Energieträgergruppen

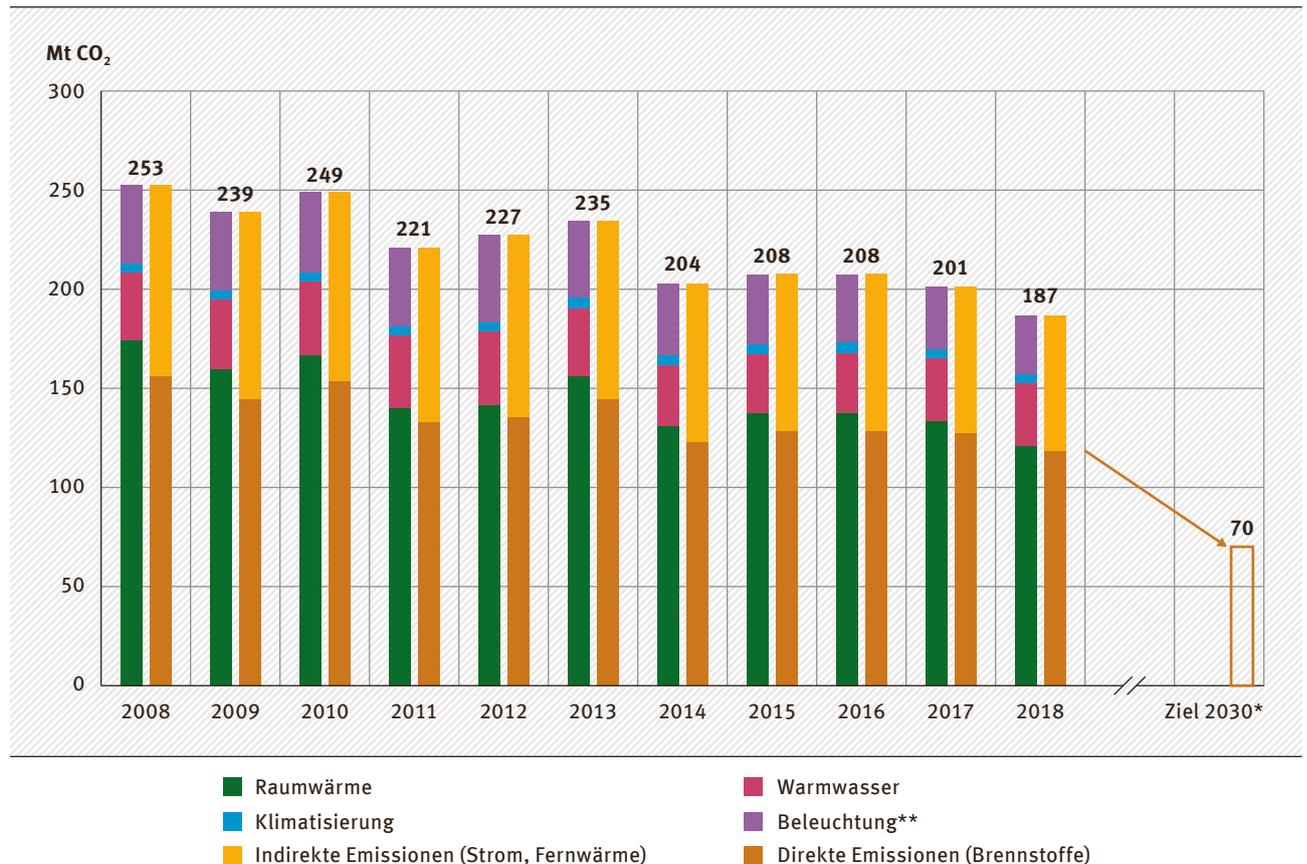


* Ziel des Energiekonzepts (2010)

** nur (fest installierte) Beleuchtung der Sektoren Industrie und GHD

Quelle: UBA-Berechnung auf Basis AGEB, Anwendungsbilanzen, Stand 05/2020; UBA, AGEE-Stat, Zeitreihen zur Entwicklung EE, Stand 03/2020

Abbildung 3

Gebäuderelevante CO₂-Emissionen nach Anwendungsbereichen und Energieträgergruppen

* Ziel gemäß Bundes-Klimaschutzgesetz (2019)

** nur (fest installierte) Beleuchtung der Sektoren Industrie und GHD

Quelle: UBA-Berechnung auf Basis AGEb, Anwendungsbilanzen, Stand 05/2020; UBA, Zentrales System Emissionen, Stand 03/2020; UBA, CO₂-Emissionsfaktoren, Stand 03/2020

den Erfolg der Maßnahmen zur Gebäudesanierung zu einem großen Teil aufgezehrt. Dies setzt die Entwicklung der letzten Jahre fort.

Im Jahr 2018 machten die gebäuderelevanten CO₂-Emissionen 26,6 % aller verbrennungsbedingten CO₂-Emissionen zur Energiewandlung aus. Gegenüber 2008 sind die gebäuderelevanten CO₂-Emissionen um rund 66 Mio. t oder 26,1 % zurückgegangen (Abbildung 3). Dies entspricht einer Reduzierung von durchschnittlich 3 % pro Jahr. Geht man davon aus, dass sich dieser langfristige Trend fortsetzt, und

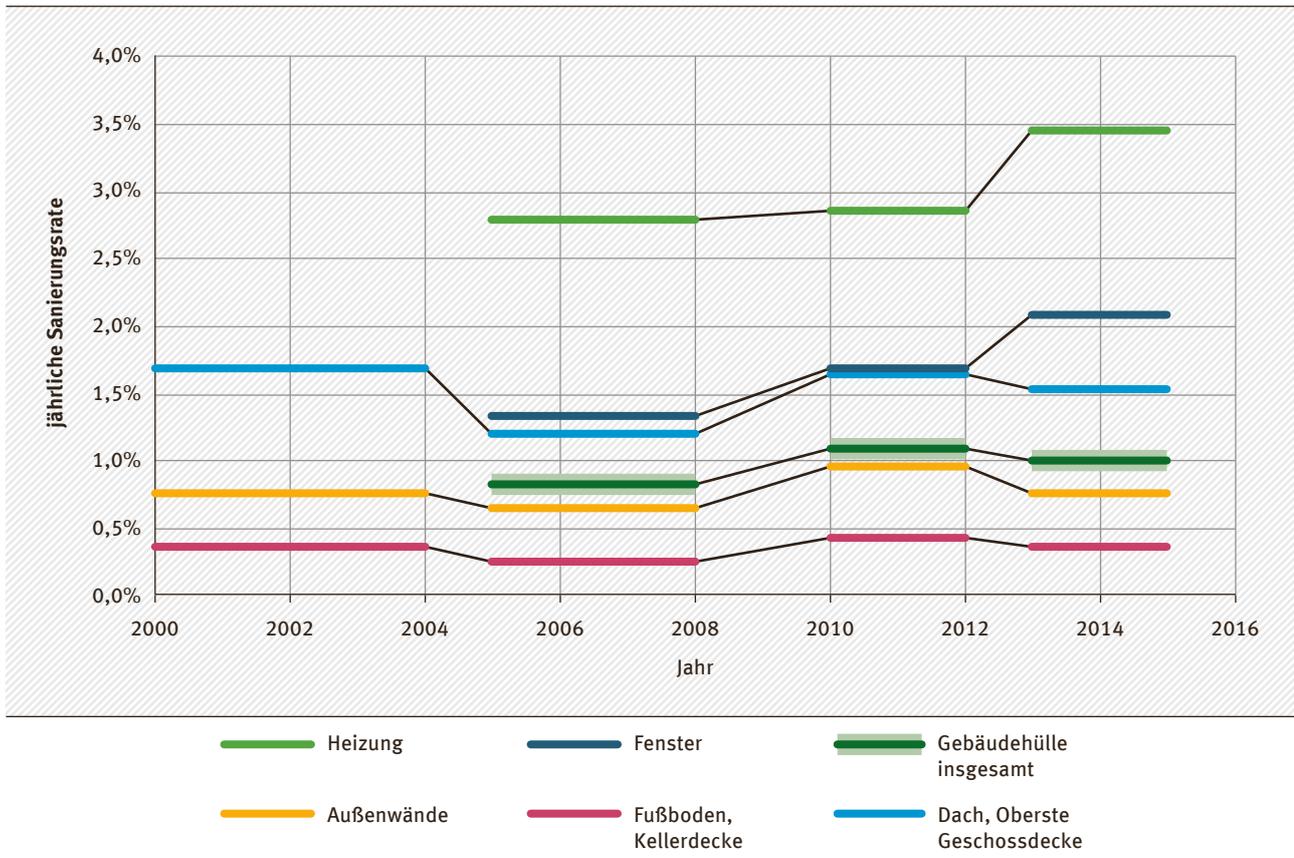
sieht man davon ab, dass die gebäuderelevanten CO₂-Emissionen zuletzt hauptsächlich aufgrund milder Winter überdurchschnittlich fielen, würde der Energieverbrauch für Gebäude in Deutschland 2050 noch rund 71 Mio. t CO₂ verursachen und mitnichten treibhausgasneutral erfolgen.

Betrachtet man ausschließlich die direkten CO₂-Emissionen der Gebäude, so betragen diese 2018 117 Mio. t. 2008 lag dieser Wert bei 151 Mio. t. Laut Klimaschutzgesetz sollen die direkten CO₂-Emissionen bereits 2030 auf 70 Mio. t reduziert werden.

Abbildung 4

Mittlere Sanierungsraten

Entwicklung der Gebäudehülle insgesamt und einzelner Bauteile bei Wohngebäuden in den angegebenen Zeiträumen



Quellen: N. Diefenbach et al., Datenbasis Gebäudebestand, Darmstadt, Dezember 2010. H. Cischinsky et al., Datenerhebung Wohngebäudebestand 2016, Darmstadt, April 2018

Um die Energieintensität der Raumwärme zu verringern, müssen umfassende Investitionen in die energetische Gebäudesanierung getätigt werden. Nach einem jeweiligen Anstieg in den Jahren 2016 und 2017 sind die Investitionen in die Gebäudesanierung in 2018 jedoch gegenüber dem Vorjahr um 3,6 % auf zuletzt 43,2 Mrd. Euro gesunken. In den Jahren 2010 bis 2015 stagnierten die Investitionen bei unter 40 Mrd. Euro pro Jahr [11].

Eine Ursache für den langsamen Rückgang der Energieintensität liegt in der nach wie vor geringen Sanierungsaktivität im Gebäudebestand (Abbildung 4): Die

Sanierungsrate der Gebäudehülle der Wohngebäude insgesamt veränderte sich seit 2005 kaum und lag auch im Zeitraum bis 2016 noch unverändert bei etwa 1 % pro Jahr (flächengemittelt; auf alle Wohngebäude bezogen). Eine Beschleunigung ist nur beim Austausch von Fenstern und Heizungen festzustellen. Nach einem vorübergehenden, geringen Anstieg von 2010 bis 2012 verringerte sich jedoch die Sanierung von Außenwänden, Dach und Kellerdecke/Fußboden wieder.

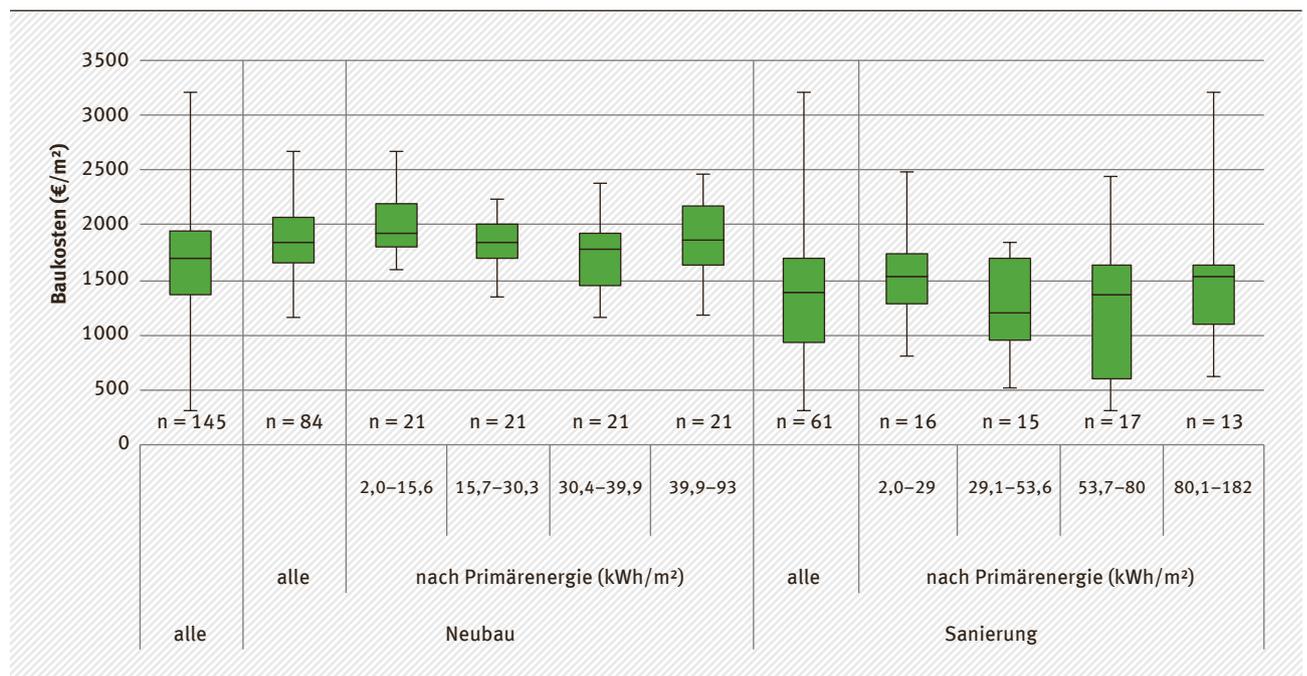
3 Energieeffizienz und Klimaverträglichkeit sind nicht die Kostentreiber beim Bauen und Sanieren.

Inwiefern Klimaschutz- und Energieeffizienzanforderungen Ursache für starke Kostensteigerungen für das Bauen und Sanieren sind, wird schon lange intensiv diskutiert. 2015 stellte die Baukostensenkungskommission der Bundesregierung fest, dass der allgemeine Preisanstieg die Entwicklung der Baukosten dominiert und Energieanforderungen nur wenige Prozentpunkte beitragen [12]. Neubauten mit niedrigem Primärenergiebedarf sind zu etwa gleichen Kosten zu errichten wie solche mit hohem Primärenergiebedarf; bei Sanierungen liegt die Obergrenze der Baukosten (oberes Quartil) bei allen Primärenergiebedarfen konstant (Abbildung 5). Eine hohe Energieeffizienz eines Mehrfamilienhauses ist also kein ausschlaggebender Kostentreiber. Auch andere Untersuchungen von Baukosten kommen zu ähnlich schwach ausgeprägten Zusammenhängen zwischen Energieeffizienz und Baukosten [13]. Im sozialen Geschosswohnungsbau in Hamburg schwanken beispielsweise die Baukosten von

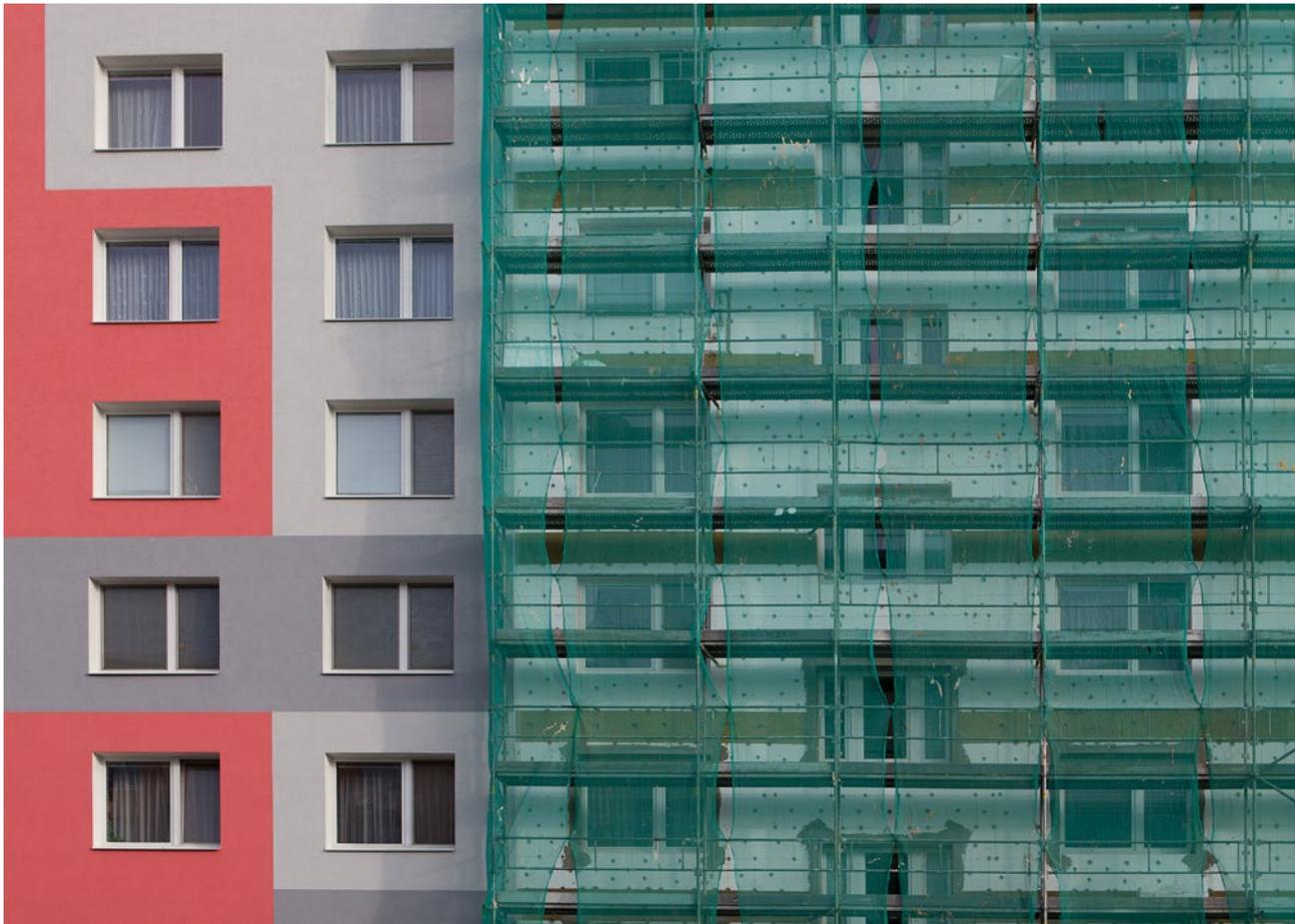
Projekten gleicher Energiestandards zwischen 520–780 €/m² innerhalb der oberen und unteren Quartile. Hingegen betrug die Baukostendifferenz unterschiedlicher Energiestandards lediglich 200 €/m² (bezogen auf die Mittelwerte). Dabei schnitten Passivhäuser mit 2450 €/m² sogar am günstigsten ab [14]. In der Heidelberger „Bahnstadt“ wurden alle Häuser als Passivhaus errichtet – bei einer Spannweite der Baukosten von 1100 €/m² (mittlere Baukosten von 1875 €/m²) [15]. In der Regel ist nicht ein einzelner Faktor ausschlaggebend für die resultierenden Baukosten, sondern das Wechselspiel aller Einflussfaktoren. Unter günstigen Umständen können Neubauten errichtet werden, die die gesetzlichen Mindestanforderungen unterschreiten, ohne dass nennenswerte Mehrkosten anfallen – die geschickte Wahl baulicher und anlagentechnischer Konzepte macht das möglich: Dazu gehören zum Beispiel Kompaktheit, geeignete Grundrisse, einfache und günstige Heiz- und Lüftungstechnik.

Abbildung 5

Baukosten bei neu errichteten und sanierten Mehrfamilienhäusern Kostengruppen 300 für Gebäudehülle und 400 für Anlagentechnik; baupreisbereinigt.



Quelle: Eigene Darstellung nach: Schubert, J. (2019), Baukosten und Energieeffizienz von Mehrfamilienhäusern. Bauphysik, 41: 55–59. <https://doi.org/10.1002/bapi.201800026>



Die Betrachtung der Investitionskosten eines Gebäudes sollte sich nicht auf die Errichtungs- oder Sanierungskosten beschränken, sondern auf die Gesamtkosten im Lebenszyklus ausgerichtet sein. Dazu zählen auch die Betriebskosten, die während der jahrzehntelangen Nutzungszeit eines Gebäudes zu tragen sind.

Politische Rahmenbedingungen müssen so gestaltet werden, dass sie klimaverträgliche Gebäudeeffizienzstandards wirtschaftlich machen oder zumindest ihre Wirtschaftlichkeit verbessern – dazu zählt auch die Besteuerung von fossilen Energieträgern (siehe These 7). Darüber hinaus ist es notwendig, die Kosten für klimaverträgliche Neubauten und Sanierungen gerecht zu verteilen; das betrifft v. a. einen zielführenden Ausgleich zwischen den Interessen der Mieter und Vermieter im Mietrecht [17, 18].

4 Erst ambitionierte Gebäudestandards eröffnen Handlungsspielräume auf dem Weg zum treibhausgasneutralen Gebäudebestand.

Laut einer Bewertung der Wirkung des Klimaschutzprogramms 2030 wird der Endenergiebedarf des Gebäudebestandes von 2015 bis 2030 voraussichtlich um 129 TWh sinken, was zumindest einem Rückgang von knapp 17 % entspräche. Der Einsatz fossiler Brennstoffe bleibt prägend. Der Anteil erneuerbarer Wärme könnte unter diesen Rahmenbedingungen bis auf 21 % im Jahr 2030 steigen. Die direkten CO₂-Emissionen der Gebäude sinken im gleichen Zeitraum demnach um 32 % auf 86,8 Mio. t CO₂e. Das Zwischenziel des Klimaschutzgesetzes für Gebäude würde damit um 16,8 Mio. t CO₂e verfehlt [5].

Um Treibhausgasneutralität im Gebäudebestand zu erreichen, sind die notwendigen Techniken grundsätzlich vorhanden [19]. Das gilt sowohl für den Schutz vor Kälte und das Heizen mit erneuerbaren Energien im Winter als auch für das vorbeugende Kühlhalten von Häusern im Sommer [20]. Diese Techniken müssen konsequent und in entsprechend hoher Qualität eingesetzt werden, damit der Energieverbrauch der Gebäude stark sinkt.

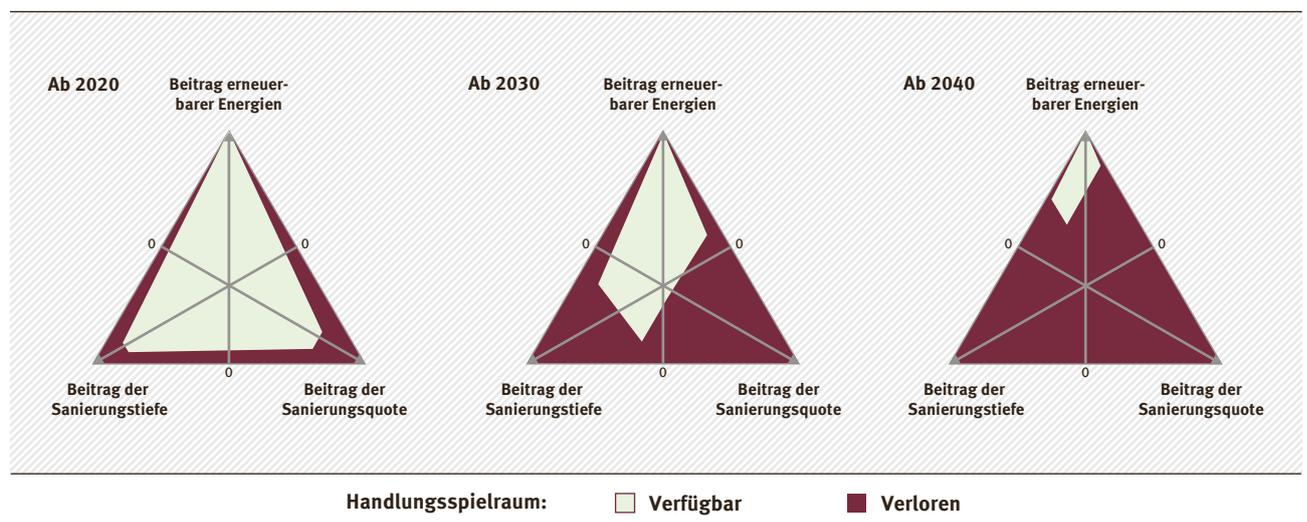
Die Handlungsspielräume, um einen vollständig dekarbonisierten Gebäudebestand im Jahr 2050 zu erreichen, sind in Abbildung 6 dargestellt. Die im

Jahr 2050 erreichbaren Beiträge der Sanierungsquote (Häufigkeit von Sanierungen), der Sanierungstiefe (Effekt einer Sanierung) und der erneuerbaren Energien ändern sich je nach Jahr der Einführung der Instrumente und Maßnahmen. Bei verstärkten frühzeitig startenden Energieeffizienzmaßnahmen ist beispielsweise weniger Wärme aus erneuerbaren Energien notwendig. Sämtliche weiterhin benötigte Energie muss erneuerbar bereitgestellt werden.

Wie gut erkennbar ist, schrumpft der Handlungsspielraum (helle Fläche) schnell durch ein verzögertes Handeln bei Sanierungsmaßnahmen. Lösungen, welche primär auf die Nutzung erneuerbarer Energien abzielen und nur geringe Anstrengungen bei der Energieeffizienz voraussetzen, erhöhen die erforderlichen Anstrengungen zur Bereitstellung der notwendigen erneuerbaren Wärme und damit auch die Belastung des gesamten Energiesystems und übersteigen das nachhaltig verfügbare Flächenpotential Deutschlands. Werden notwendige Energieeffizienzmaßnahmen nicht umgesetzt, steht letztlich nur diese Option zur Verfügung, die jedoch zu Lasten wirtschaftlicher, ökologischer oder sozialer Zielsetzungen gehen würde. Welche Mengen an erneuerbaren Energien für die Versorgung der Gebäude in Zukunft nachhaltig

Abbildung 6

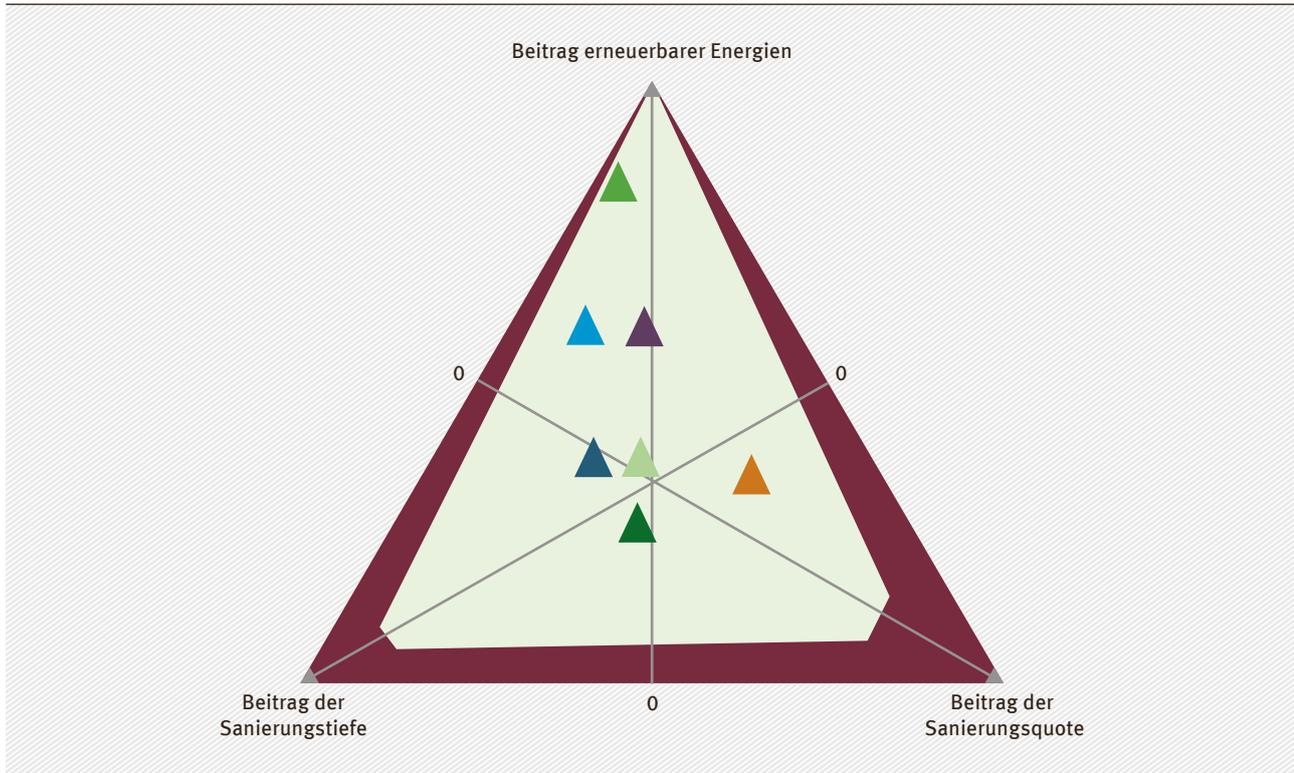
Handlungsspielraum für eine vollständige Dekarbonisierung des Gebäudebestands im Jahr 2050



Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 7

Zielbereiche von Studien für einen vollständig dekarbonisierten Gebäudebestand
Beiträge der drei dargestellten Dimensionen im Jahr 2050, bei einem Beginn der Maßnahmen im Jahr 2020



- ▲ „Treibhausgasneutrales Deutschland im Jahr 2050“ V1 & V3 [21]^I
- ▲ „Treibhausgasneutrales Deutschland im Jahr 2050“ V2 [21]^I
- ▲ „Wege in eine ressourcenschonende Treibhausgasneutralität – RESCUE“ GreenEe1 [22]
- ▲ „Klimaschutzszenarien 2050“ KS 95 [23]
- ▲ „Klimapfade für Deutschland“ 95%-Klimapfad [24]
- ▲ dena-Leitstudie „Integrierte Energiewende“ EL95 [25]^{II}
- ▲ dena-Leitstudie „Integrierte Energiewende“ TM95 [25]^{II}

I V1 und V3 unterscheiden sich wenig, während V2 von einer deutlich geringeren Sanierungsrate (1 %/a) ausgeht.

Quelle: Eigene Darstellung

II In EL95 wird Wärme überwiegend durch Strom bereitgestellt, während in TM95 ein Technikmix zum Einsatz kommt.

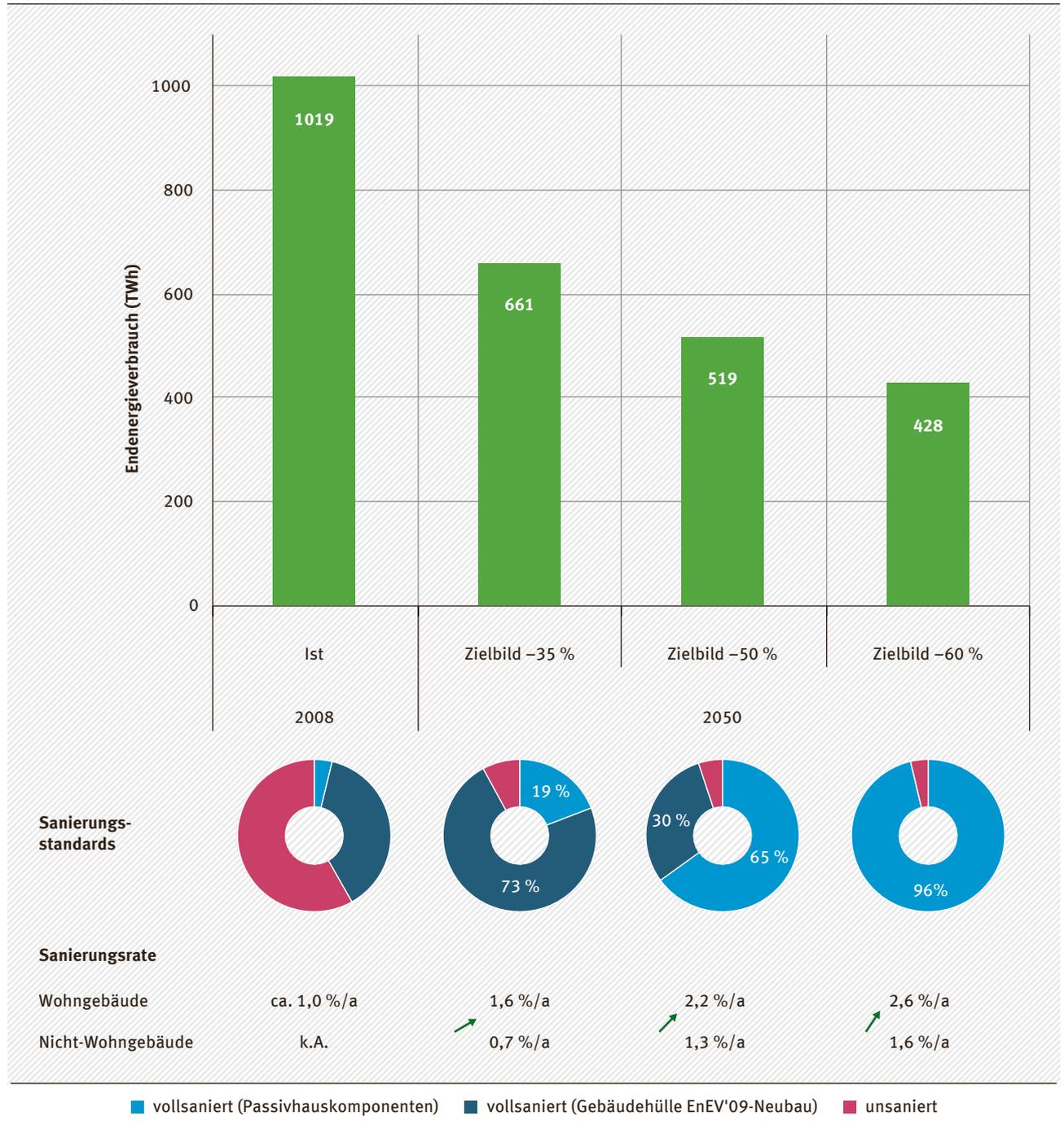
zur Verfügung stehen und welche Anstrengungen bei der Energieeffizienz notwendig sind, beurteilen Studien unterschiedlich. Die optimale Kombination hängt sehr von der Entwicklung der Gestehungskosten erneuerbarer Energien ab, sowohl im Stromsektor (z. B. dem technischen Fortschritt bei Wind- und Solarenergie) als auch bei erneuerbaren Wärmequellen. Ebenso stark ist der Einfluss der Entwicklung der Kosten für Effizienzmaßnahmen an der Gebäudetechnik und -hülle. Abbildung 7 zeigt verschiedene Zielbereiche aktueller Studien für einen vollständig dekarbonisierten Gebäudebestand im Jahr 2050.

Abbildung 8 zeigt drei Zielbilder für den energetischen Zustand des Gebäudebestands 2050. Bei moderaten Sanierungen (mit einer Sanierungsrate von 1,6 %/a – heute etwa 1 %/a – und überwiegend einem Standard der Gebäudehülle entsprechend den Neubauanforderungen 2009) sinkt die Endenergienachfrage nur leicht um 35 %, und die notwendige Menge erneuerbarer Energien verfünffacht sich („Zielbild –35 %“). Die Endenergienachfrage – und damit auch der zusätzliche Bedarf an erneuerbaren Energien – sinkt am stärksten, wenn immer anspruchsvoll mit Passivhauskomponenten saniert wird. Dieses „Zielbild –60 %“ wird mit einer Sanierungsrate von 2,6 %/a erreicht; die Nachfrage nach erneuerbaren Energien verdoppelt sich [26].

Abbildung 8

Zielbilder für den Gebäudebestand 2050

Reduktion des Endenergieverbrauchs der Gebäude von 2008 bis 2050, die notwendige energetische Qualität der Gebäudehülle im Jahr 2050 und die ab 2030 erforderliche jährliche Sanierungsrate. Alle Angaben für Wohn- und Nichtwohngebäude.



Quelle: Bürger, V. et al., Klimaneutraler Gebäudebestand 2050, Climate Change 26/2017, Dessau-Roßlau 2017

Da heute errichtete Neubauten oder sanierte Gebäude voraussichtlich bis 2050 nicht mehr umfassend energetisch saniert werden und sich Vorgaben an die energetische Qualität von Gebäuden nur sehr

träge auf den Gebäudebestand auswirken, müssen geeignete Anforderungen an die Gebäudehülle schon frühzeitig greifen.

Gute Energiestandards von Gebäuden sind auch notwendig, um Wärmepumpen effizient betreiben zu können. In der Praxis sollten Wärmepumpen mindestens das Vierfache des eingesetzten Stroms an Wärme bereitstellen (Jahresarbeitszahl 4,0); mehr als das Fünffache ist im Idealfall möglich [27]. Darüber hinaus sollten in Wärmepumpen Kältemittel zum Einsatz kommen, die selbst praktisch nicht zum Treibhauseffekt beitragen, wie natürliche Kältemittel. Strom aus erneuerbaren Energien für ihren Betrieb macht die Wärmeversorgung eines Gebäudes treibhausgasneutral. Wärmepumpen können als Sektorkopplungstechnik zusammen mit anderen Power to Heat-Anwendungen dazu beitragen, die Stromnachfrage durch neu geschaffene Flexibilität, auch mittels (Langzeit-) Wärmespeichern, an die Erzeugungsprofile von Strom aus Wind und Photovoltaik anzupassen und dadurch mehr Strom aus erneuerbaren Energien nutzbar zu machen.

Da Umgebungswärme im engbesiedelten urbanen Raum schwerer zugänglich ist, müssen Wärmenetze dort einen relevanten Anteil an der künftigen Wärmeversorgung erreichen. Höhere Dichten von Wärmeabnehmern verbessern außerdem die Voraussetzungen für einen wirtschaftlichen Betrieb von Wärmenetzen. Ein niedriges Temperaturniveau der Netze erleichtert das Erschließen von erneuerbaren Energien und Abwärme, und die Verteilverluste sinken. Auch hierfür sind Gebäude mit einem guten Energiestandard notwendig.

Die Nutzung fossiler Brennstoffe muss in den kommenden Jahren immer weiter abnehmen, wenn die Klimaziele im Gebäudebestand erreicht werden sollen. Es ist notwendig, zeitnah keine neuen Ölheizungen und in der Dekade nach 2030 keine Gasheizungen mehr zu installieren. Daher sollte auch die staatliche Förderung solcher Heizungen umgehend eingestellt werden. Ebenso wird Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) in klassischen Heizkraftwerken, welche Wärmenetze nach heutigen Maßstäben effizient versorgen, mittelfristig auf erneuerbare Energien umzustellen sein [28].

Eine Bereitstellung von erneuerbaren Energien zur Wärmeversorgung ist kurzfristiger möglich als die zeitlich aufwändigere Sanierung des Gebäudebestands, steht aber immer im Spannungsfeld zu den

Umweltwirkungen von Heizungssystemen

Das Heizen von Gebäuden wirkt sich nicht nur auf das Klima aus, sondern verursacht auch Emissionen von Luftschadstoffen und verbraucht fossile und biotische Rohstoffe. Jede Heiztechnik hat Vor- und Nachteile: Gaskessel vermeiden Luftschadstoffe, stoßen aber Treibhausgase aus. Die Verbrennung von Holz in Holz(pellet)kesseln erhöht Schadstoffe in der Luft, zudem wird sehr viel Holz als Brennstoff benötigt, was negativ für das Ökosystem Wald ist. Wärmepumpen sind im Vergleich zu Gasbrennwertkesseln schon heute klimaschonender und verursachen, gegenüber Holzheizungen, weitaus weniger Emissionen von Staub und anderen Luftschadstoffen. Hier kommt die Sanierung der Gebäude ins Spiel: Sinkt die Wärmenachfrage wegen guter Wärmedämmung, verringern sich die Umweltwirkungen aller Heiztechniken enorm. Eine andere Umweltwirkung besteht bei Luft-Wärmepumpen, die möglichst wenig Lärm emittieren sollten.

Bedürfnissen anderer Sektoren und ist durch die nachhaltige Flächen- und Ressourcenverfügbarkeit begrenzt. Heute werden über 80 % der erneuerbaren Wärme in der Gebäudeversorgung mittels Biomasse gedeckt – dieser hohe Anteil lässt sich nicht in die Zukunft fortschreiben (These 1). Es sollten daher andere erneuerbare Energien, wie Solarthermie, Tiefen-Geothermie und Umgebungswärme, eingesetzt werden. Brennwertkessel kommen nicht in Frage, weil die Herstellung von Wasserstoff oder Methan mittels Strom aus erneuerbaren Energien (nach heutigem Wissen) sehr ineffizient ist. Diese liefert beispielsweise nur 0,58 kWh Methan aus 1 kWh Strom. Wärmepumpen mit einer Jahresarbeitszahl von 3,3 können hingegen 3,3 kWh Wärme aus 1 kWh Strom bereitstellen [29].

Unabhängig vom Anteil leitungsgebundener Wärmeversorgung und den eingesetzten Heiztechniken, ist eine hohe Energieeffizienz im Gebäudebestand die zwingende Voraussetzung, um eine treibhausgasneutrale Wärmeversorgung zu erreichen. Alle Szenarien zeigen, dass Sanierungstiefe und -quote stark steigen müssen, um zu den Zielen für 2050 zu führen.

5 Die vorhandenen Energieeinsparpotenziale werden aus aktEURsspezifischen Gründen nicht gehoben.

Die im Gebäudebestand vorhandenen Energieeinsparpotenziale werden vielfach wegen einer Reihe von Hemmnissen nicht genutzt.

Die Wirtschaftlichkeit von Sanierungsmaßnahmen ist für Eigentümer methodisch nicht einfach zu berechnen, da unter anderem die künftige Entwicklung der Energiepreise nur schwer zu prognostizieren ist. Hinzu kommt, dass häufig Energieverbräuche, Energiekosten und Einsparpotentiale unzureichend transparent sind. Gebäudeeigentümern fehlt es auch oft an Informationen über die weiteren Vorteile, die mit einer energetischen Sanierung in der Regel verbunden sind, wie der Verbesserung des Wohnkomforts und der Wertsteigerung des Gebäudes. Insgesamt führt dies zu einer hohen Risikoaversion der Gebäudeeigentümer und Eigentümergemeinschaften, so dass sogar wirtschaftliche Sanierungsmaßnahmen häufig unterbleiben.

Private Eigentümer mit geringem oder mittlerem Einkommen können hohe Investitionen in energetische Sanierung mitunter nicht aufbringen. Unternehmen als Eigentümer von Nicht-Wohngebäuden investieren eher in das Kerngeschäft als in energie-sparende Maßnahmen. Die Rendite von Effizienzmaßnahmen wird weniger attraktiv eingeschätzt als andere unternehmerische Maßnahmen.

Vermieter können, je nach Ausprägung des örtlichen Wohnungsmarktes, bei energetischen Sanierungen zwar von einer Mieterhöhung profitieren, darüber hinaus auch indirekt von einer Wertsteigerung des Gebäudes. Dennoch sind sie oft nicht bereit, die hohen Investitionskosten einer energetischen Sanierung zu tragen, weil sie das notwendige Kapital nicht aufbringen können, die Amortisationszeit für zu lange halten oder den persönlichen Aufwand scheuen. Auch stoßen sie auf Widerstand von Mietern,



die steigende Mietpreise nach der Sanierung befürchten. Dieses Hemmnis ist für verschiedene Eigentümergruppen unterschiedlich stark ausgeprägt (Wohnungsgemeinschaften, Großunternehmen).

Gesundheitliche Bedenken (z. B. befürchtete erhöhte Schimmelgefahr) oder über Jahrzehnte eingeübte Gewohnheiten können Vorbehalte gegenüber neuen energieeffizienten Techniken begründen. Hohe Sanierungsinvestitionen rentieren sich häufig erst nach vielen Jahren. Die Motivation älterer Eigentümer, umfassende Sanierungsmaßnahmen durchzuführen, ist bei einem weit in der Zukunft liegenden Amortisationszeitpunkt geringer.

Die Realisierung von Modernisierungs- und Sanierungsmaßnahmen ist auf kompetente ausführende Unternehmen angewiesen. Sowohl bei Heizung als auch Dämmung entwickelt sich das Angebot an Techniken und Produkten stetig weiter. Das Gros der Unternehmen ist allerdings noch nicht für innovative Techniken und Verfahren sensibilisiert. Dies zeigt sich z. B. darin, dass sie selten proaktiv Themen, die z. B. Innovationen betreffen, erschließen und sich weiterbilden [30].

Zunehmend mangelt es an einschlägig qualifizierten Architekten, Planern der Gebäudetechnik und Handwerkern, um Sanierungen optimal zu planen und umzusetzen. Diese Fachkräfteengpässe implizieren eine bislang kaum diskutierte Verringerung des Handlungsspielraums für die Dekarbonisierung des Gebäudebestands. Falls wirtschaftlich vorteilhafte

Energieeinsparmaßnahmen nicht oder nicht sachgerecht ausgeführt werden, schadet das nicht nur dem Klimaschutz, sondern es entstehen darüber hinaus unnötig hohe Kosten für die Gebäudeeigentümer und Mieterinnen und Mieter; vor allem bei steigenden Energiepreisen für fossile Rohstoffe [31].

Die Honorarordnung für Architekten und Ingenieure setzt nur bedingt Anreize zur Erhöhung der Energieeffizienz im Gebäudebestand. Zudem liegt in der Architekturausbildung der Schwerpunkt nach wie vor auf Neubau-Gestaltung und nicht auf der Sanierung von Bestandsgebäuden. Bei Teilsanierungen besteht u. U. kein Interesse von Seiten der Handwerker, da das Auftragsvolumen zu gering ist [32].

Die Energieeinsparverordnung sieht derzeit keine Qualitätskontrolle umgesetzter Sanierungsmaßnahmen vor. Daher liegen den zuständigen Landesbehörden keine Informationen vor, in welchem Umfang Bauherren die Vorschriften der Energieeinsparverordnung tatsächlich umsetzen. Durch diese ordnungsrechtliche Lage ist es derzeit nicht möglich, einen realistischen Überblick über die Qualität der Umsetzung zu gewinnen.

Das Umweltbundesamt sieht dringenden Handlungsbedarf, die benannten Hemmnisse durch geeignete politische Instrumente abzubauen. Um den unterschiedlichsten Ansprüchen der heterogenen Akteure gerecht zu werden, ist ein Instrumentenbündel notwendig, welches auf unterschiedlichen Ebenen Wirkung entfaltet.

6 Passgenaue Unterstützung muss Akteure des Bau- und Sanierungsgeschehens aktivieren und begleiten.

Die meisten gebäude-spezifischen Instrumente setzen zu Zeitpunkten an, an welchen Gebäudeeigentümer ohnehin schon Maßnahmen umsetzen wollen. Die niedrigen Sanierungsraten deuten darauf hin, dass Gebäudeeigentümer derzeit nicht systematisch zu einer Sanierung geleitet werden. Sie sollten schon am Anfang der Beratungskette aktiv „abgeholt“ und über alle Phasen hinweg begleitet werden. Instrumente fehlen vor allem für Erstansprache und Initialberatung sowie für eine gewerkeübergreifende, durchgehende Sanierungsbegleitung bis zur abschließenden Erfolgskontrolle (Abbildung 9) [33]. Die nachgelagerten Instrumente, z. B. Energieberatung und Förderprogramme, könnten dann von einer gesteigerten Nachfrage profitieren. Zu den günstigen Anlässen für eine Sanierung zählt auch die Beseitigung von Schadstoffbelastungen in Gebäuden

(Feuchteschäden mit Folge von Schimmelbildung, Stoffeinträge durch Bauprodukte, Beseitigung von Altlasten wie Asbest oder PAK im Zuge der Sanierung). Solche Gelegenheiten sollten als Einstieg in eine energetische Sanierung genutzt werden, die, fachgerecht durchgeführt, hilft, Gesundheitsrisiken durch Schadstoffe zu verringern.

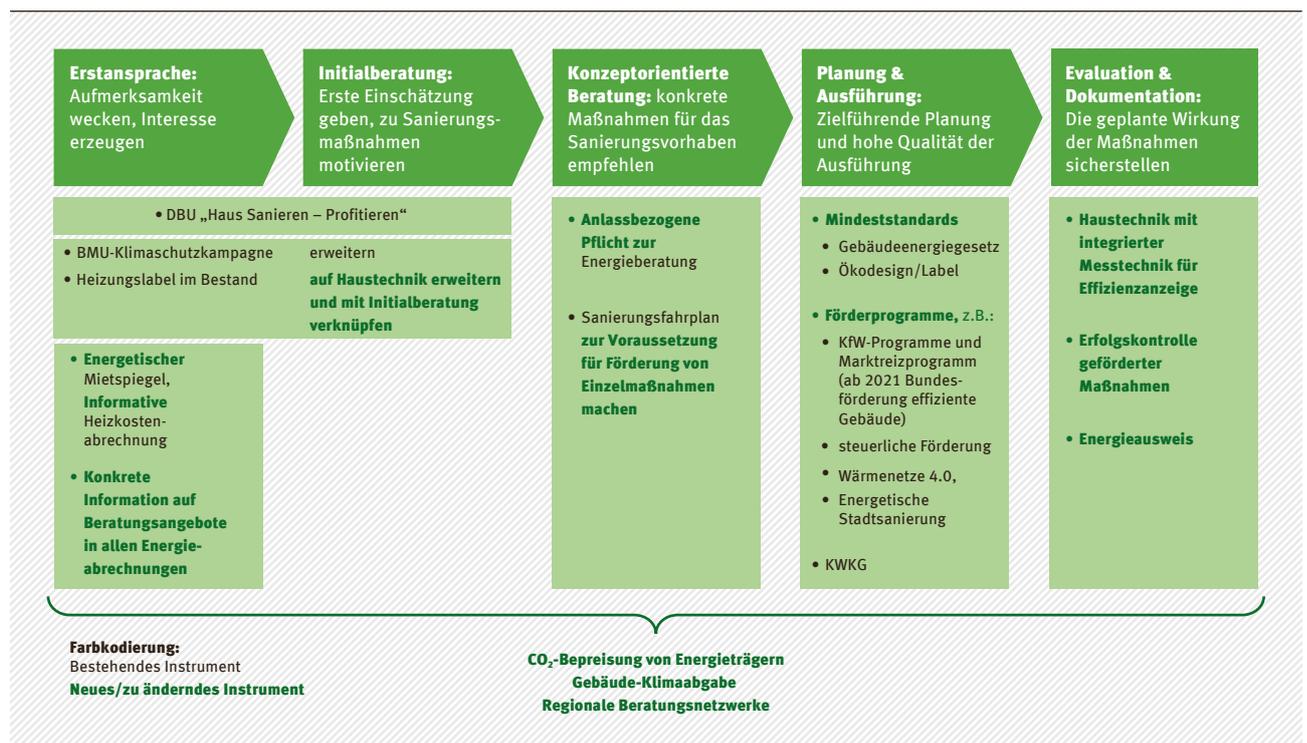
Ein auf die Energie- und Klimaziele abgestimmter Instrumentenmix sollte folgenden Kriterien genügen:

- **Zielgenauigkeit:** Umfassende Sanierungen sowie Einzelmaßnahmen müssen zu den langfristigen Energie- und Klimazielen beitragen. Das müssen ordnungsrechtliche Vorgaben und Förderprogramme sicherstellen.

Abbildung 9

Die Beratungskette der Gebäudesanierung

Die „Beratungskette“ beschreibt die Phasen, die ein Gebäudeeigentümer bei Neubau oder Sanierung durchläuft. In jeder Phase wirken andere gebäudespezifische Instrumente, die im Idealfall aufeinander aufbauen und in die nächste Phase überleiten.



Quelle: Eigene Darstellung

- ▶ **Adressatengenaugkeit:** Menschen können durch ihr tägliches Verhalten dazu beitragen, die Treibhausgasemissionen von Gebäuden zu senken. Darüber hinaus sollten die durch ein Instrument ausgelösten Anreize und Belastungen vor allem diejenigen Akteure adressieren, welche über energetische Verbesserungsmaßnahmen entscheiden.
- ▶ **Planungssicherheit:** Anreiz- und Belastungswirkungen sollten eine möglichst große Planungssicherheit bieten und rechtssicher gestaltet werden.

Förderprogramme sollten möglichst unabhängig von der aktuellen Haushaltslage des Bundes und der Länder sein.

- ▶ **Wirtschaftlichkeit:** Um die Klimaschutzziele zu erreichen, ist eine stärkere Internalisierung der externen Kosten erforderlich, die durch den Verbrauch fossiler Heizstoffe entstehen. Instrumente sollten volkswirtschaftlich sinnvolle Maßnahmen auch für Gebäudeeigentümer betriebswirtschaftlich erstrebenswert machen.

Im Lebenszyklus: Kumulierter Energieaufwand (KEA)

Der größte Beitrag von Dämmstoffen zur Ressourcenschonung besteht in der **Energieeinsparung**, die sie ermöglichen. Alle Dämmstoffe haben eine positive Energiebilanz, d. h. der Energieaufwand zu ihrer Herstellung liegt um ein Vielfaches unter der Energiemenge, die im Laufe ihrer Nutzungsphase eingespart wird – und mit der eingesparten Energie entfallen auch alle negativen Umweltwirkungen, die mit deren Bereitstellung verbunden wären. Der **Primärenergiebedarf für die Herstellung** des

jeweiligen Dämmmaterials ist recht unterschiedlich. Während beispielsweise für Zellulosedämmstoff (lose) nur 30 bis 60 kWh/m³ aufgewendet werden müssen, sind es bei Polyurethan 840 bis 1500 kWh/m³. Förderprogramme sollten diese großen Unterschiede aufgreifen (These 10). Allen Dämmstoffen gemeinsam ist jedoch, dass sich der Primärenergieaufwand durch die erzielte Energieeinsparung innerhalb einer relativ kurzen Zeit energetisch amortisiert [58].

Klimabelastung im Lebenszyklus

Die drei Beispiele zeigen: Die Sanierung zu einem sehr energieeffizienten Gebäude senkt nicht nur die Treibhausgasemissionen für Heizung. Auch die gesamte Klimabelastung im Lebenszyklus sinkt, wenn die Ökobilanz die Herstellung der Baustoffe und der Haustechnik umfasst. Das gilt auch für die meisten anderen Umweltwirkungen.



Quelle: ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg (Hrsg.), 100 % Wärme aus erneuerbaren Energien? Auf dem Weg zum Niedrigstenergiehaus im Gebäudebestand, Heidelberg 2014

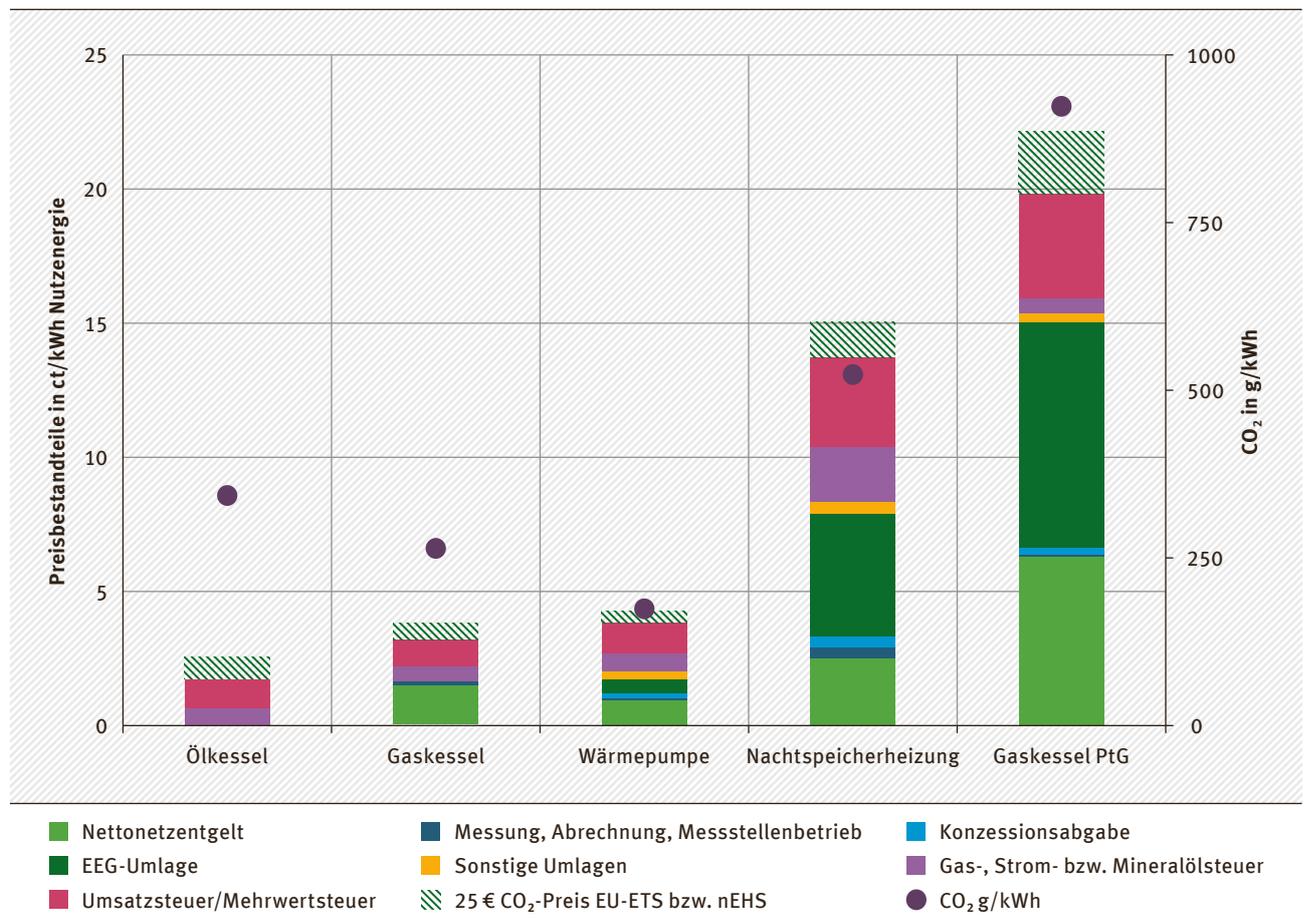
7 Eine CO₂-Bepreisung und die weiterführende Internalisierung der Klimakosten ermöglichen den Abbau von Wettbewerbsverzerrungen bei den Energiepreisen.

Die staatlich bestimmten Preisbestandteile von Endenergieträgern, z. B. die Energie- und Stromsteuer, Entgelte oder die EEG-Umlage, richteten sich bis zum Beschluss der Bundesregierung für das Klimaschutzprogramm 2030 nicht nach den spezifischen Treibhausgasemissionen, die bei der Nutzung der Energieträger entstehen. Dies gilt insbesondere auch für die Wärmeversorgung, bei der die staatlich bestimmten Energiepreisbestandteile von Erdgas und Heizöl sehr niedrig sind. Damit wird der Wettbewerb stark zu Lasten des Klimaschutzes verzerrt,

die Verbrauchsminderung und eine erforderliche energieeffiziente Sektorkopplung (hier „Power-to-Heat“ mittels Wärmepumpen) gehemmt. Zu tragen kommt dies besonders im Falle einer Sanierung, eines Neubaus oder einer Änderung der Heiztechnik in der einzelwirtschaftlichen Perspektive. Bezogen auf die Nutzenergie sind die staatlich bestimmten Bestandteile der Energiepreise bei Wärmeanwendungen in Abbildung 10 aufgetragen.

Abbildung 10

Staatlich bestimmte Preisbestandteile bei Wärmeanwendungen (Nutzenergie) für unterschiedliche Bereitstellungstechniken nach typischen Abnahmefällen



Dargestellt ist der aktuelle Zustand (2019) unter Einbeziehung des im Rahmen des nationalen Emissionshandelssystems (nEHS) beschlossenen CO₂-Preises von 25 € je Tonne CO₂ für 2021 und einer angenommenen Entlastung der EEG-Umlage in Höhe von 1,7 Cent/kWh. Für den EU-Emissionshandel (EU-ETS) wird der Zertifikatspreis ebenfalls mit 25 Euro je Tonne CO₂ angesetzt. Es wird ein Strommix von 516 CO₂ g/kWh verwendet, welcher ungefähr dem gegenwärtigen entspricht.

Quelle: eigene Darstellung auf Basis von Consentec und FH ISI (2020)

Es zeigt sich, dass die fossilen Techniken für die Bereitstellung einer kWh Heizwärme deutlich schwächer mit Abgaben, Umlagen, Steuern und Netzentgelten belastet werden als Techniken, die Strom und erneuerbare Energien nutzen (Wärmepumpe). Dies begünstigt nicht nur klimaschädliche Produkte und Techniken, sondern hemmt auch die Entwicklung und Marktdiffusion klimafreundlicher Techniken. Ein Preis von 25 Euro je Tonne CO₂ verändert die Belastungssituation und die derzeitigen Verzerrungen zu Lasten klimafreundlicher Techniken nur wenig.

Um Investitionen in Gebäude und ihre Wärmeversorgung an den Klimaschutzzielen der Bundesregierung auszurichten, bedarf es einer wirkungsvollen CO₂-Bepreisung. Dies dient auch der Internalisierung der Klimakosten. Zur Orientierung: Im Jahr 2016 betragen die Klimakosten 180 Euro je Tonne CO₂ [34]. Nötig ist auch der Abbau von klimaschädlichen Begünstigungen bei der Energieträgerbesteuerung, um Anreize für eine effiziente Energieträgernutzung und für die Energieeinsparung zu setzen. Im Ergebnis sollten Energieeinsparungen und erneuerbarer Strom preiswerter und fossile Brennstoffe teurer werden. Damit wird gewährleistet, dass Anreize für eine effizientere Gebäudehülle bei einem gleichzeitigen Umstieg auf Wärmepumpen und andere Formen der klimafreundlichen Wärmeversorgung gesetzt werden und sich ihre Marktdiffusion deutlich beschleunigt.

Einstieg in die CO₂-Bepreisung nutzen und Absicherung der Klimaschutzziele gewährleisten

Mit dem Brennstoffemissions-Handelsgesetz (BEHG) wird der Gebäudesektor ab 2021 in einen nationalen Emissionshandel (nEHS) einbezogen. Das BEHG sieht vor, dass ab 2021 für Emissionen aus Brennstoffen Emissionszertifikate abgegeben werden müssen. In der Einstiegsphase werden diese Emissionszertifikate zu Festpreisen von 25 € in 2021, ansteigend auf 55 € in 2025 verkauft. Für 2026 wird ein Preiskorridor von 55–65 € festgelegt. Für die Folgejahre ist offen, ob ein Preiskorridor beibehalten werden soll. Mit diesem Einstieg in die CO₂-Bepreisung erfolgt ein wichtiger Schritt in die richtige Richtung. Wichtig ist dabei, dass spätestens nach dem Ende der im BEHG vorgesehenen Festpreisphase eine hinreichende Lenkungswirkung zur Erreichung der deutschen Klimaziele als auch eine Internalisierung der Klimakosten erreicht wird. Im Mittelpunkt steht dabei das Ziel, dass die CO₂-Bepreisung als sektorübergreifendes Instrument

im Verbund mit anderen Instrumenten (siehe ab These 8) das sektorale Klimaschutzziel im Gebäudebestand effizient erreicht.

Verwendung der Einnahmen aus der CO₂-Bepreisung für Klimaschutz und soziale Gerechtigkeit

Die zusätzlichen Einnahmen aus der CO₂-Bepreisung fließen an die Bürgerinnen und Bürger zurück: Bund und Länder haben sich darauf geeinigt, einen wesentlichen Teil der Einnahmen aus der CO₂-Bepreisung zur Entlastung der EEG-Umlage einzusetzen. Analysen zeigen, dass die regressive Wirkung einer CO₂-Besteuerung durch eine EEG-Umlagenentlastung abgemildert werden kann. Haushalte mit niedrigen Einkommen werden im Durchschnitt stärker entlastet, weil sie in der Regel einen deutlich höheren Anteil ihres Einkommens für Energie aufwenden. Die Entlastung bei den Strompreisen durch die Gegenfinanzierung der EEG-Umlage mittels der Einnahmen aus der CO₂-Bepreisung nutzt außerdem effizienten Sektorkopplungstechniken wie Wärmepumpen und bringt so weitere Vorteile für den Klimaschutz.

Die bestehende Energiesteuer auf eine systematische Grundlage stellen

Die Europäische Kommission hat im Rahmen des European Green Deal für Mitte 2021 einen Reformvorschlag der Energiesteuerrichtlinie angekündigt. Ziel ist unter anderem, den Umweltschutz zu stärken.² Das Umweltbundesamt begrüßt diese Initiative, denn eine Reform ist seit Jahren überfällig. Ergänzend zur Einführung der CO₂-Bepreisung im Rahmen des BEHG kann die bestehende Energiesteuer auf eine systematische Grundlage gestellt werden. Die Steuersätze bei Heiz- und Kraftstoffen sollten an Maßstäben wie dem Energiegehalt der einzelnen Energieträger und ggf. weiteren Kriterien ausgerichtet werden. Im Ergebnis gilt es, die Anreize zur Nutzung umwelt- und klimaschädlicher Energieträger zu vermindern und ihre Substitution durch umweltfreundliche Alternativen zu ermöglichen und zu beschleunigen. Nach dem Vorbild anderer Länder sollten die Energiesteuersätze außerdem automatisch an die Inflation angepasst werden.

² European Commission (2019) European Green Deal, S. 5 und S. 10.

8 Durch einen Policy-Mix aus finanziellen Anreizen, Sanierungsfahrplänen und sichergestellter Förderung zielgenau vorausschauende Sanierungsaktivitäten initiieren.

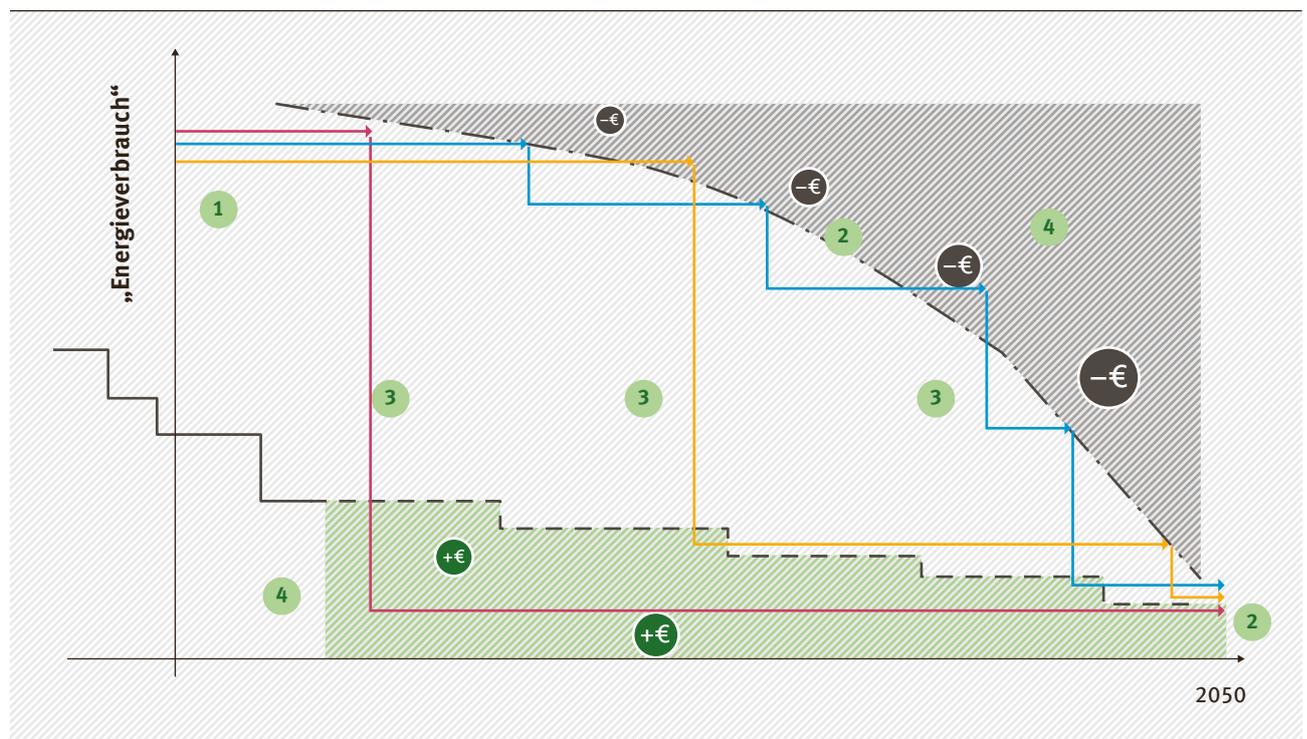
Die drei Grundelemente eines effektiven Klimaschutz-Policy-Mixes sind Fordern, Fördern und Informieren – das gilt auch für den Gebäudebestand. Der Aspekt des „Forderns“ ist dabei nicht auf Vorschriften beschränkt, sondern umfasst auch eine stärkere Anlastung der Klimakosten durch eine CO₂-Bepreisung. Dies baut bei Gebäudeeigentümern einen finanziellen Handlungsdruck auf, der sie tendenziell zu mehr und besseren Sanierungsmaßnahmen veranlasst. Zur Verstärkung der finanziellen Anreize sollte parallel die staatliche Förderung auf geeignete Weise sichergestellt werden. Entscheidend für die Effektivität eines solchen Policy-Mixes sind

ausreichend finanzielle Anreize auf der Seite des Forderns wie auch des Förderns sowie passgenaue Informationen über die erforderlichen Sanierungen.

Die Analysen des Klimaschutzprogramms 2030 haben für den Gebäudebestand eine signifikante Lücke bei der zu erwartenden Treibhausgasreduktion festgestellt, die durch eine Anpassung der bestehenden Instrumente voraussichtlich nur zum Teil geschlossen werden kann. Ergänzend sind weitere, gebäudespezifische Klimaschutzinstrumente nötig, die eine sektorale Steuerung der THG-Emissionen ermöglichen, spezifische Hemmnisse für klimage-

Abbildung 11

Konzept für einen effektiven Policy-Mix mit finanziellen Anreizen, Sanierungsfahrplänen und Förderung



- · — · — Zielniveau (gleitend, als Treppenkurve o.ä.)
- — — bestehende/zukünftige Mindestanforderungen bei grundlegender Sanierung
- → → Mögliche Erfüllungswege

- 1 Ausgangszustand beschreiben
- 2 Zielniveaus festlegen
- 3 Lösungswege ermitteln
- 4 Anreize schaffen

Quelle: Eigene Darstellung

rechte Gebäude überwinden und finanziell attraktivere Rahmenbedingungen für Gebäudeeigentümer schaffen. Nötig ist ein Konzept, welches darüber hinaus

1. dem Gesetzgeber eine Messlatte gibt, um Instrumente passgenau auszurichten, damit der gesamte Gebäudebestand die Energie- und Klimaschutzziele erreicht, und
2. Gebäudeeigentümern Informationen und Leitplanken gibt, um einen optimalen Weg für das eigene Gebäude zu den langfristigen Energie- und Klimaschutzzielen zu finden.

Das Umweltbundesamt schlägt dazu ein Konzept vor, das die energetische Qualität von Gebäuden zielgenau und adressatengenau steuert (Abbildung 11). Darüber hinaus deckt das Konzept alle Schritte der Beratungskette ab.

1. Den energetischen Zustand von Gebäuden beschreiben

Eine aussagekräftige Beschreibung der Ausgangssituation ist unverzichtbar. Gebäudeeigentümer benötigen verlässliche Informationen über den energetischen Zustand ihres Gebäudes. Zudem können bessere Informationen über den Gebäudebestand in Deutschland auch die Grundlage für zielgenaue Politiken und (Förder-)Instrumente bilden. Als Grundlage bieten sich der Energieausweis und der individuelle Sanierungsfahrplan an. Energieausweise müssen verlässlich den Standard eines Gebäudes beschreiben und die Treibhausgasemissionen ausweisen. Aufbauend auf der Registrierung von Energieausweisen sollte eine Datenbank aus den anonymisierten, energierelevanten Angaben der Energieausweise geschaffen werden, die ein Bild des Gebäudebestandes und seiner Veränderung im Laufe der Zeit erzeugt. In Dänemark oder den Niederlanden existieren solche Datenbanken schon lange.

2. Zielniveaus für Einzelgebäude und für den Gebäudebestand formulieren

Ein Zielniveau und mehrere „Zwischenziele“ sind auf zwei Ebenen nötig: für einzelne Gebäude (Entscheidungsebene: Eigentümer), und für den gesamten Gebäudebestand (Entscheidungsebene: Gesetzgeber). Sie zeigen die „Lücke“ zwischen dem aktuellen Stand und der anzustrebenden Treibhausgasneutralität im Jahr 2050 auf. Zwischenziele zeigen den kurz-

fristigen Handlungsbedarf. Die Zielniveaus sollten dabei einerseits verbindlich, andererseits bei Bedarf nachregulierbar sein.

3. Sanierungspfad(e) für Einzelgebäude oder Quartiere erarbeiten

Um solide Entscheidungen treffen zu können, müssen Gebäudeeigentümer die verschiedenen Zielniveaus und die Wege zum langfristigen Zielniveau erfahren: Welche Maßnahmen führen zum jeweils geltenden oder zum langfristigen Zielniveau? Das gilt für Einzelgebäude ebenso wie für Quartiere. Entweder wird mit einzelnen, ggf. geringinvestiven Maßnahmen, die sich auch kurzfristig rechnen, das nächste Zielniveau erreicht – der individuelle Sanierungsfahrplan identifiziert solche Schritte. Oder ein Gebäude wird in einem Schritt umfassend und zielkompatibel saniert. Wichtig ist eine zielführende Planung. Auf dieser Grundlage können Eigentümer frei entscheiden, ob und wann sie welche Maßnahmen umsetzen.

4. Wirksame Anreize zur energetischen Sanierung schaffen und soziale Flankierung gewährleisten

Ein Wechselspiel aus Antrieb und Belohnung entsteht durch drei Elemente:

- a) Ergänzend zur **CO₂-Bepreisung der Heizstoffe** (These 7) könnte eine **gebäudebezogene Klima-abgabe** eingeführt werden. Die Klimaabgabe sollte sich an der Differenz der durchschnittlich zu erwartenden Treibhausgasemissionen des Gebäudes zum aktuellen Zielniveau orientieren und im Laufe der Zeit ansteigen. Damit würden Gebäudeeigentümer einen unmittelbaren Anreiz erhalten, energetische Sanierungsmaßnahmen durchzuführen, um die Belastung durch den Beitrag zu reduzieren. Die Abgabe kann zudem so gestaltet werden, dass sie nicht auf die Betriebskosten von Mietwohnungen umgelegt werden kann und damit zielgerichtet die Vermieter adressiert, die für die Gebäudesanierung verantwortlich sind. Die Klimaabgabe setzt eine objektive Bemessungsgrundlage voraus, z. B. eine Einstufung nach Standardwerten auf Grundlage der Gebäudetypologie oder, wenn Maßnahmen die Energieeffizienz verbessert haben, mittels Energieausweis oder Sanierungsfahrplan. Die Erhebung der Abgabe könnte über die für die Grundsteuer zuständigen Finanzämter erfolgen.



Das „Haus 2019“ des Umweltbundesamtes in Berlin-Marienfelde erzeugt im Jahresverlauf mit Passivhaus-Gebäudehülle und Strom aus Photovoltaik mehr Energie, als es benötigt. Es ist Vorbild für den EU-Standard „Nearly Zero Energy Buildings“.

- b) Sicherstellen der **Förderung**, finanziert durch die Einnahmen der Klimaabgabe, der CO₂-Bepreisung oder aus anderen Quellen, etwa der Abschaffung klimaschädlicher Subventionen (vgl. These 10). Dies schafft für die Gebäudeeigentümer die notwendige Rechts- und Planungssicherheit und ermöglicht die notwendige (monetäre) Förderung für die entsprechenden Sanierungsmaßnahmen. Die Festlegung der förderfähigen Modernisierungstiefe sichert die Zielkompatibilität mit den Energie- und Klimazielen.
- c) **Soziale Flankierung gewährleisten:** In der Diskussion um eine CO₂-Bepreisung und einen ambitionierten Klimaschutz gewinnt die Frage der sozialverträglichen Gestaltung zunehmend an Bedeutung. Auch die Ergebnisse der Umfrage zum Umweltbewusstsein in Deutschland 2018 zeigen, dass eine sozial gerechte Verteilung der Kosten und die Vermeidung sozialer Härten ein zentraler Faktor für die Akzeptanz und Umsetzbarkeit von Reformen im Umweltbereich sind [36]. Es geht im Kern darum, die Anpassung an ggf. steigende Wohnkosten für einkommensschwache Haushalte und besonders belastete Gruppen zu erleichtern. Deshalb sollten flankierende Maßnahmen (z. B. spezielle Fördermaßnahmen für finanzschwa-

che Kleinvermieter, Beratungsprogramme zur Senkung der Strom- und Heizkosten³⁾ eingeführt werden.

Eine erste Wirkungsanalyse der Gebäude-Klima-abgabe geht von einem Fördermittelaufkommen von bis zu 5 Mrd. Euro aus. Die Auszahlung der Fördermittel könnte eine beträchtliche Erhöhung der Sanierungsaktivität (einschließlich kräftiger Nachfrage- und Beschäftigungsimpulse für die Bauwirtschaft, siehe auch These 13) auslösen und nach 15 Jahren bis zu 100 Mio. t CO₂-Emissionen einsparen. Für Mieter und Selbstnutzer kann es unter dem Strich, d. h. unter Berücksichtigung der Sanierungskosten und ihrer möglichen Überwälzung, zu einer relativen Einkommenserhöhung, aber auch zu einer relativen Absenkung des Einkommens der Vermieter kommen – vor allem bei einem schlechten energetischen Zustand ihrer Immobilie [37].

3 vgl. Beratung einkommensschwacher Haushalte im „StromsparCheck“

9 Das Ordnungsrecht muss den Rahmen für das Erreichen der langfristigen Ziele im Gebäudebestand setzen.

Die materiellen Anforderungen des Ordnungsrechts müssen dazu beitragen, den Treibhausgasausstoß zu verringern und das Zielniveau des Klimaschutzplans zu erreichen. Das Umweltbundesamt empfiehlt, Anforderungen für neu errichtete „Niedrigstenergiegebäude“ möglichst eng an die wörtliche Beschreibung der EU-Gebäuderichtlinie 2018/844/EU „nearly zero energy buildings“ anzulehnen und in Richtung des „Effizienzhauses 40“ fortzuschreiben.

Im Falle einer Erneuerung der Heizungsanlage oder einer umfassenden Sanierung empfiehlt das Umweltbundesamt, dass verpflichtend ein Mindestanteil des Bedarfs an Wärme und Kälte mit erneuerbaren Energien gedeckt werden muss. Im Laufe der Zeit sollte dieser Anteil ansteigen. Möglichst zeitnah sollte die Neuinstallation von Ölkesseln prinzipiell nicht mehr zulässig sein, von Gaskesseln ab 2030. Förderprogramme sind so anzupassen, dass sie denkbare unzumutbare finanzielle Belastungen einzelner Gebäudeeigentümer abfedern.

Das Gebäudeenergiegesetz (GEG) sollte ein in sich schlüssiges Vollzugskonzept erhalten, das die Bundesländer unverändert übernehmen, bei Bedarf anpassen und mittels Landesverordnung umsetzen können. So sollte im Neubau der Nachweis der Anforderungen an Energieeffizienz und Nutzungspflicht erfolgen, indem Bauherren die GEG-Berechnungsunterlagen mit dem Bauantrag einreichen; spätere Änderungen bei der Ausführung sind zu dokumentieren. Auch umfassende Sanierungen sollten soweit möglich erfasst werden. Den Bundesländern fällt es zu, die ordnungsrechtlichen Anforderungen in ausreichendem Umfang zu kontrollieren.

Darüber hinaus muss das Ordnungsrecht folgende Aspekte adressieren:

- ▶ *Treibhausgasemissionen als Bezugsgröße des Energieausweises:* Die Bezugsgrundlage der Energieeffizienzklassen des Energieausweises sollte auf Treibhausgasemissionen umgestellt werden. In Energieausweisen sollten zukünftig der Treibhausgasausstoß zusammen mit dem Endenergiebedarf

bzw. -verbrauch anzugeben sein. Gebäudeeigentümer erhielten damit zwei leicht verständliche und gut unterscheidbare Kennwerte zur Bewertung der energetischen Qualität einer Immobilie.

- ▶ *Heizungsoptimierung stärken und kurzfristig wirksame Einsparungen erschließen:* Eine Heizungsoptimierung – sie umfasst den hydraulischen Abgleich, die Einstellung der Heizungsregelung, ggf. den Austausch einzelner Heizkörper – ist Voraussetzung dafür, dass sich die erwartete Energieeinsparung durch einen Kesseltausch realisieren. In der Praxis wird sie oft nicht durchgeführt, obwohl sie sich binnen kurzer Zeit amortisiert und insbesondere der hydraulische Abgleich seit langem Bestandteil der anerkannten Regeln der Technik⁴ ist. Das GEG sollte diesen Umstand aufgreifen, indem eine Kontrolle dieser technischen Regeln durch die Bezirksschornsteinfeger beim Einbau eines neuen Wärmeerzeugers eingeführt und ein Tatbestand für eine Ordnungswidrigkeit für einen fehlenden hydraulischen Abgleich definiert wird. Darüber hinaus ist denkbar, diese Kontrolle in einem zweiten Schritt auf fünf bis zehn Jahre alte Brennwertkessel auszudehnen.
- ▶ *Biomasse-Budget und Nachhaltigkeitskriterien zur Ressourcenschonung:* Biomasse, v. a. Holz, ist zwar ein erneuerbarer Energieträger, jedoch nur in begrenztem Umfang nachhaltig verfügbar. Daher ist ein sparsamer Umgang mit diesem wertvollen Rohstoff und eine bevorzugt stoffliche Nutzung geboten. Eine energetische Nutzung soll erst am Ende einer Nutzungskaskade stehen. Die bestehende Anforderung an den Primärenergiebedarf verleitet dazu, einen begrenzt verfügbaren Energieträger in schlecht gedämmten Häusern zu nutzen. Biomasse sollte daher nur bis zu einem vertretbaren Endenergie-Zielwert von etwa 30 kWh/m² als erneuerbar (z. B. für Holz Primär-

⁴ siehe VOB Teil C, DIN 4701-10, DIN 18380, DIN 18381, DIN 14336 und DIN EN 12831. Siehe auch Urteil des LG Verden; 2 5367/08, 14. November 2012

energiefaktor 0,2 bzw. künftig Treibhausgasfaktor) und darüber hinaus vollständig (Primärenergiefaktor 1,2) gewertet werden [38]. Angelehnt an die Nachhaltigkeitskriterien, die die EU-Erneuerbare-Energien-Richtlinie [39] für den Brennstoffeinsatz von Biomasse in Anlagen ab einer Feuerungswärmeleistung von 20 MW (feste Biomasse) bzw. 2 MW (gasförmige Biomasse) vorgibt, sollten Nachhaltigkeitskriterien auch für die Anrechenbarkeit von Rohstoffen zur Wärmeerzeugung in Anlagen gemäß GEG Verwendung finden. So kann ein nachhaltiger Bezug der eingesetzten biogenen Rohstoffe sichergestellt werden. Darüber hinaus sollte Biomethan mit unterschiedlichen Primärenergiefaktoren entsprechend der verwendeten Ausgangsbiomasse bewertet werden. Zudem sollte Biomethan, wenn es in der Wärmeversorgung zum Einsatz kommt, grundsätzlich nur in KWK-Anlagen eingesetzt werden, um eine möglichst hohe Brennstoffausnutzung zu gewährleisten.

- ▶ *Ökodesign für Gebäudetechnik (integrierte Messtechnik für Effizienzauswertung):* Feldtests zeigen, dass in der Praxis beim Einbau neuer Gebäudetechnik angestrebte Energieeinsparungen oft nicht erreicht werden. Zum Beispiel betragen die Einsparungen beim Einbau eines neuen Gas-Brennwertkessels 0–40 % [40], oder die Jahresarbeitszahlen von Wärmepumpen schwanken unter

ähnlichen Einsatzbedingungen um $\pm 40\%$ [41]. Die energetische Inspektion von Klimaanlageanlagen (Art. 15 der Richtlinie 2010/31/EU, §§ 74f. GEG) weist ein Vollzugsdefizit von über 90 %⁵ auf, so dass allein hier ein geschätztes Einsparpotenzial von über 45 TWh Strom brach liegt [42]. Diese freien Potenziale führen zu überhöhten Betriebskosten, die die Betreiber finanziell schädigen. Die Betreiber haustechnischer Anlagen sollten, ähnlich der Verbrauchsanzeige in Autos, einfache und verständliche Informationen über die Energieeffizienz ihrer Anlagen erhalten. Bei zu großer Abweichung von den erwarteten Werten erhalten Betreiber ein Signal und können Maßnahmen zur Verbesserung des Betriebs einleiten, ggf. unterstützt durch das Installationsunternehmen. Dafür sind die Geräte ab Werk mit der notwendigen Messtechnik und mit Auswerte-Algorithmen auszustatten. Das kann über die Durchführungsmaßnahmen der EU-Ökodesign-Richtlinie 2009/125/EG vorgegeben werden, oder im GEG.

5 Von den etwa 300.000 bis 400.000 Klimaanlageanlagen in Deutschland müsste jährlich ein Zehntel einer energetischen Inspektion unterzogen werden. Tatsächlich registrierte das DIBt bisher jährlich nur etwa 2600 Inspektionsberichte, was einem Vollzugsdefizit von 91–93 % entspricht (vgl. Stahl, M., Neuer Schub durch neue EPBD? in: CCI 3/2017, S. 15 f.)

10 *Es dürfen nur Maßnahmen und Techniken gefördert werden, welche die Dekarbonisierung des Gebäudebestands beschleunigen.*

Die Aufgabe von Förderprogrammen im Gebäudebestand ist es, den Gebäudebestand bis zum Jahr 2050 zu dekarbonisieren. Sie schließen die Lücke zwischen gesetzlichen und Zielstandards, erhöhen die Nachfrage nach neuen Techniken und erleichtern ihren Markteintritt. Techniken, die fossile Brenn- und Rohstoffe nutzen, sind meist nicht für einen komplett dekarbonisierten Gebäudebestand nutzbar und sollten daher heute nicht mehr gefördert werden [43]. Förderprogramme sollten auf die Dekarbonisierung des Gebäudebestands abzielen, indem zielkompatible Effizienzstandards und Techniken für die Nutzung erneuerbarer Energien unterstützt werden. Umweltschädliche Subventionen abzubauen kann Finanzmittel für die Förderung von klimafreundlichen Maßnahmen und Techniken verfügbar machen. Ein fairerer Wettbewerb würde den Förderbedarf von Klimaschutztechniken verringern [44].

Gebäudestandards

Schwerpunkt der Förderung sind die KfW-Förderprogramme „Energieeffizientes Bauen und Sanieren“, ab 2021: „Bundesförderung Effiziente Gebäude“. Zielstandards für eine künftige Förderung sollten das „Effizienzhaus 55“ für Sanierung und „Effizienzhaus 40“ für neue Gebäude sein, sofern diese nicht, wie in These 9 empfohlen, zu verbindlichen Anforderungen werden. Die Erneuerung einzelner Bauteile der Gebäudehülle (Einzelmaßnahmen wie z. B. Fenstererneuerung) sollte künftig nur gefördert werden, wenn sie kompatibel mit den Klimazielen (vorrangig Verwendung von Passivhauskomponenten) und Bestandteil eines Sanierungsfahrplans sind, der das ganze Gebäude umfasst. Das stellt sicher, dass nacheinander durchgeführte Einzelmaßnahmen aufeinander aufbauen und sich nicht gegenseitig blockieren. Der sommerliche Wärmeschutz gegen ein zukünftig wärmeres Klima sollte in die Förderbedin-



Lüftung mit Wärmerückgewinnung spart Heizwärme und verbessert die Qualität der Raumluft. Eine gut geplante Anlage ist energieeffizient und kostengünstig.

gungen einfließen, um bei Neubauten wie bei Sanierungen einer Überhitzung in Hitzeperioden in den nächsten Jahrzehnten effektiv vorzubeugen. Gewicht sollte künftig auch auf die gemessenen Energieverbräuche bei Neubau und Sanierung gelegt werden. Das dient der Erfolgskontrolle, damit die geplanten Standards und die erwartete Emissionsminderung tatsächlich erreicht werden.

Bei einer ganzheitlichen energetischen Betrachtung von Gebäuden ist nicht nur der Energiebedarf im Gebäudebetrieb, sondern auch der Energieaufwand für die Herstellung, Instandhaltung und das Lebensende der Gebäudekonstruktion, die sogenannte „graue Energie“, von Bedeutung. Insbesondere die Herstellung von Baustoffen für die Errichtung von Gebäuden fällt hier ins Gewicht. Beispielsweise Holzbau oder CO₂-armer Zement können den Ressourceneinsatz oder die Klimabelastung verringern. Das Angebot solcher Baustoffe und Bauweisen nimmt zu. Eine kurzfristige Möglichkeit zur Berücksichtigung der „grauen Energie“ ist, einen neuen Fördertatbestand in die Förderprogramme auf Grundlage der KfW-Effizienzhäuser einzuführen. Als Kenngrößen kommen der kumulierte Energieaufwand (KEA) und der Carbon Footprint in Frage. In der Schweiz wird die „graue Energie“ durch die zusätzlichen Kriterien im Standard „Minergie Eco“ bereits berücksichtigt. Förderungen können an den CO₂-Vermeidungskosten im Vergleich zu einer konventionellen Bauweise und dem Mehraufwand für eine Lebenszyklus-Planung ausgerichtet werden, der für Ausschreibung und den Nachweis von Mehrinvestitionskosten für nachhaltigere Produkte anfällt.

Die steuerliche Förderung der energetischen Gebäudesanierung wurde seit mehreren Jahren diskutiert und in Folge des „Klimaschutzprogramms 2030“ ab 2020 für selbst genutztes Wohneigentum eingeführt. Die Ausgestaltung von steuerlichen Vergünstigungen sollte sich, wie die KfW-Programme, an klimaschutzkompatiblen Standards mit entsprechend hohen Förderquoten orientieren. Die steuerliche Vergünstigung sollte aus Gründen der Steuergerechtigkeit einkommensunabhängig erfolgen. Stellt sich die steuerliche Förderung als erfolgreich heraus, sollte sie auf vermietete Wohngebäude und auf Nicht-Wohngebäude übertragen werden.

Seriell Sanieren: Energetische Sanierung mit vorgefertigten Bauteilen

Einen wichtigen Beitrag zur Erreichung eines treibhausgasneutralen Gebäudebestands kann die energetische Gebäudesanierung mit vorgefertigten und dennoch individuell gestaltbaren Bauteilen (z. B. Fassadenelemente) leisten. Dies ermöglicht eine Einsparung von Kosten, Personal und Zeit und ist damit grundsätzlich geeignet, vorhandene Hemmnisse bei der energetischen Gebäudesanierung abzubauen. In Deutschland hat sich diese Art der Sanierung allerdings bisher nicht durchgesetzt. Die Anstrengungen des „Klimaschutzprogramms 2030“ mit dem Ziel eine Markteinführung zu erleichtern, sollten fortgesetzt und verstärkt werden.

Heiztechnik

Öl-Heizkessel werden seit Anfang 2020 nicht mehr gefördert, wie im Klimaschutzprogramm beschlossen wurde. Auch die Förderung von Gas-Heizkesseln ist nicht mehr zielführend und einzustellen, zumal Brennwertkessel heute bereits gesetzlicher Mindeststandard sind. Seit 2011 hatte sich die Anzahl der geförderten Brennwertkessel ohne Einbindung erneuerbarer Energie vervierfacht und der Anteil dieser Kessel am Kesselabsatz verdreifacht (Abbildung 12). Dass gegenwärtig nur noch Hybridheizungen mit ansteigenden Mindestanteilen an erneuerbaren Energien, einer gemeinsamen Steuerung und Regelung sowie ggf. einem Pufferspeicher gefördert werden, soll den Übergang zu einer dekarbonisierten Wärmeversorgung beschleunigen, statt den Status quo fortzuschreiben. Solange nicht ordnungsrechtlich vorgegeben, sollte die Ausstattung von Heizungen mit Messtechnik gefördert werden, damit überwacht werden kann, dass die Anlagen wie geplant arbeiten.

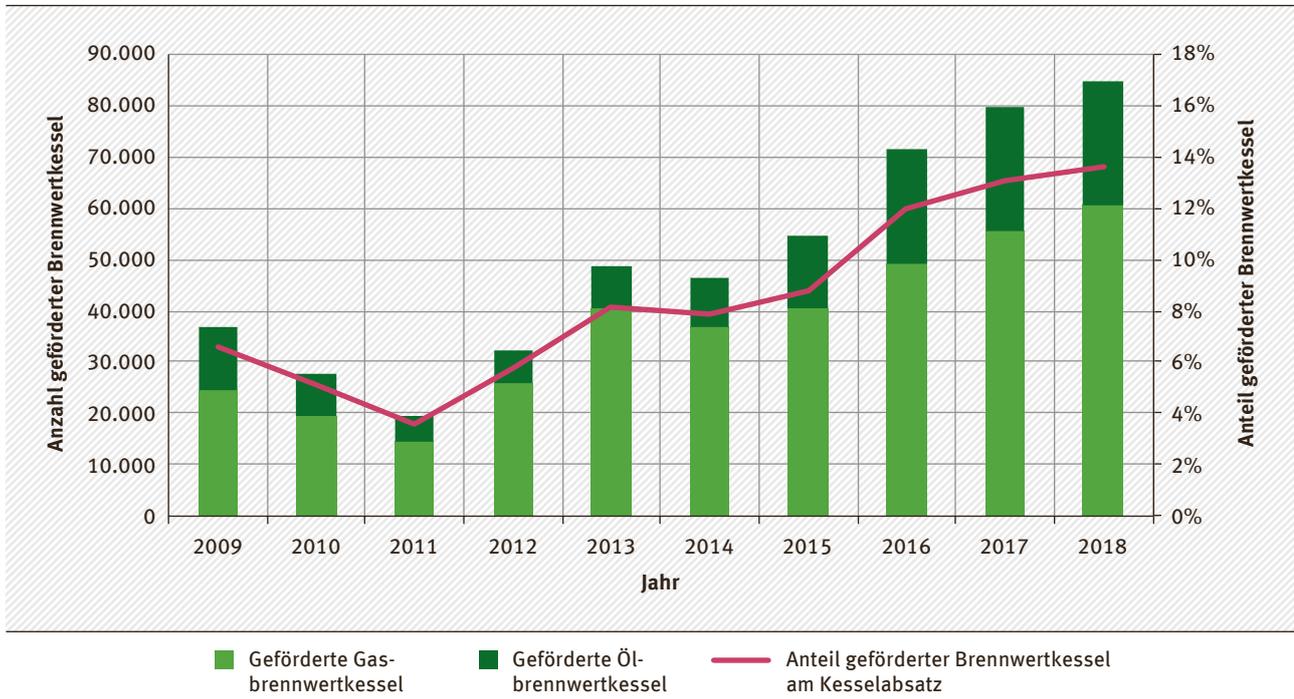
Wärmenetze und Kraft-Wärme-Kopplung

Die leitungsgebundene Wärmeversorgung wird vielerorts eine Alternative zur gebäudebezogenen und gerade in Ballungsgebieten stellenweise unverzichtbar sein. Bei der gegenwärtigen Marktsituation und mit den heutigen Förderinstrumenten ist der Ausbau oder die Dekarbonisierung von Wärmenetzen jedoch in der Regel nicht wirtschaftlich. Um langfristige Investitionen in moderne, effiziente,

Abbildung 12

Förderung von Gas- und Öl-Brennwertkesseln

Förderung von Gas- und Öl-Brennwertkesseln in den KfW-Programmen „Energieeffizient Bauen“ und „Energieeffizient Sanieren“ als Einzelmaßnahme, d. h. in der Regel ohne Einbindung erneuerbarer Energie.



Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von KfW-Bankengruppe (Hrsg.): Förderreporte 2009–2018, Frankfurt am Main 2010–2019, N. Diefenbach et al.: Monitoring der KfW-Programme „Energieeffizient Sanieren“ und „Energieeffizient Bauen“ 2016, Darmstadt/Bremen, Februar 2018. Bundesverband der Deutschen Heizungsindustrie BDH e. V.: Keine Wärmewende in Sicht: Heizungsindustrie zieht Jahresbilanz: Wärmewende? Fehlanzeige., Pressemitteilung: Köln 07.02.2019

leitungsgebundene Wärme anzureizen, müssen u. a. die bestehenden Förderinstrumente (BEG, KWKG) weiterentwickelt, aufgestockt und der Anwendungsbereich ausgeweitet sowie das Förderprogramm „Modellvorhaben Wärmenetzsysteme 4.0“ insbesondere für den urbanen Raum ausgebaut werden. Hierzu ist der in der Neufassung der EU-Richtlinie zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen (Richtlinie (EU) 2018/2001) [45] adressierte Aus- bzw. Umbau entsprechender Fernwärmeinfrastruktur zeitnah in nationales Recht umzusetzen. Dabei sollten ein hohes Ambitionsniveau angelegt und effiziente Niedertemperaturlösungen bevorzugt gefördert werden. Gleichzeitig ist bis zum Einsetzen entsprechender Lernkurven- und Skaleneffekte die Integration geeigneter innovativer Wärmequellen und Wärmespeicher zu fördern.

Bis zur Novellierung des Kraft-Wärme-Kopplungsgesetzes (KWKG) im Jahr 2017 wurden im Wesentlichen konventionelle KWK-Anlagen mit einer

relativ unflexiblen Betriebsweise gefördert. Für eine Energieversorgung, welche nachhaltig ist und nur erneuerbare Energien nutzt, bedarf es einer Weiterentwicklung hin zu modernen Strom-Wärme-Systemen mit flexiblen, stromgeführten KWK-Anlagen und hohen Anteilen erneuerbarer Wärme (einschließlich Umgebungswärme). Die Kombination verschiedener Wärmeerzeuger in Verbindung mit Wärmenetzen und Wärmespeichern kann den Wärmebedarf zuverlässig decken und zugleich die Wärme- und Stromerzeugung vom Wärmebedarf zeitlich entkoppeln. Die Novellierung des KWKG 2020 bewegte sich weiter in diese Richtung. Schritt für Schritt sollte eine weitere Verlagerung von der Förderung konventioneller KWK-Anlagen hin zu flexiblen KWK-Systemen mit hohen Anteilen erneuerbarer Wärme stattfinden. Damit wird gewährleistet, dass nur noch Förderungen für Maßnahmen vergeben werden, die mit dem Ziel einer 95 %-igen Treibhausgasreduktion in 2050 kompatibel sind.

11 **Aktivierende Informationen für Gebäudeeigentümer sind heute noch nicht ausreichend vorhanden.**

Die beiden Anfangsphasen der Beratungskette – Erstansprache und Initialberatung (These 6) – wird heute heute unzureichend angeboten. Es gibt allenfalls Ansatzpunkte in Form der BMU-Klimaschutzkampagne⁶, der DBU-Kampagne „Haus Sanieren – Profitieren“⁷ und dem Heizungslabel im Bestand⁸. Diese Ansätze sind gut und wirksam – jedoch zu verstetigen und in ihrer Breitenwirkung wie auch in der Überführung der Gebäudeeigentümer in die nächste Phase zu verstärken. Die Wege der Informationsvermittlung sollten dabei so vielfältig sein wie die Sanierungsanlässe und Ausgangssituationen der Gebäudeeigentümer. Das Umweltbundesamt empfiehlt folgende vier Instrumente:

Regionale Beratungsnetzwerke für die Gebäudesanierung können informatorische Hemmnisse abschwächen oder beheben sowie die Anzahl und Qualität energetischer Sanierungen verbessern. Ein solches Netzwerk nimmt eine gewerkeübergreifende, neutral beratende und qualitätssichernde Funktion wahr, indem es Verbraucherinformationen bündelt, gezielte Öffentlichkeitsarbeit entlang der gesamten Beratungskette durchführt und die Weiterbildung der beteiligten Planer und Handwerker sicherstellt. Von der Bundesebene aus sind die direkte und flächendeckende Ansprache und Begleitung der Akteure „vor Ort“ nicht zu leisten. In einzelnen Regionen sind unter günstigen Umständen bereits solche regionalen „Kümmerer“ entstanden, zu deren Stärken die Nähe zu den Akteuren zählt (z. B. Energie- und Umweltzentrum Allgäu, Bremer Energiekonsens, proKlima Hannover, Bauzentrum München, Energiekarawane Rhein-Neckar). Das Umweltbundesamt empfiehlt, Aufbau, Etablierung und Weiterentwicklung regionaler Beratungsnetzwerke für die Gebäudesanierung und die Durchführung von Maßnahmen bei Erstansprache oder Initialberatung zu fördern [46, 47].

Der **gebäudeindividuelle Sanierungsfahrplan** wurde 2017 für Wohngebäude erfolgreich entwickelt. Nun gilt es, dieses überaus wertvolle Informationsinstrument wirksam zu machen und in die Breite zu tragen. Dazu empfehlen wir,

- ▶ zur *Einführung* 1 Mio. Sanierungsfahrpläne zu 100 % zu fördern, um das Instrument einzuführen und Mundpropaganda anzustoßen. Komplementär dazu wird mit einem Weiterbildungspaket von Beratern die Qualifizierung für die Erstellung von Sanierungsfahrplänen gefördert, jedoch erst nach zehn durchgeführten Beratungen ausgezahlt.
- ▶ zur *Verbreitung* die Förderung von Einzelmaßnahmen für die energetische Gebäudesanierung am Sanierungsfahrplan auszurichten und die bestehende Informationspflicht für Energieversorger, mit der Abrechnung Kunden über Energieberatungsangebote zu informieren (EDL-G), ausdrücklich auf die Erstellung eines individuellen Sanierungsfahrplans und, soweit vorhanden, regionale Beratungsnetzwerke auszurichten.
- ▶ zur *Etablierung* bei jedem Eigentümerwechsel verpflichtend einen Sanierungsfahrplan zu erstellen (alternativ klassische Energieberatung), der den neuen Eigentümern die konkreten Handlungsmöglichkeiten und Perspektiven veranschaulicht.

Heizkessel, die älter als 15 Jahre sind, erhalten seit 2016 das **Heizungslabel im Gebäudebestand**. 2017 wurde bei 1,7 Millionen Heizungen die Energieeffizienzklasse ermittelt, und Gebäudeeigentümer erhielten in einem Falblatt weitere Hinweise auf die technische Verbesserung der Heizungsanlage. Das Heizungslabel sollte eine Brücke von der Erstansprache zur Initialberatung schlagen, indem auf Grundlage einer qualitativen Erfassung der Heizungsanlage in Frage kommende Verbesserungsmöglichkeiten vorgeschlagen werden. Diese vereinfachte Kurz-Beratung könnten sowohl die für die Vergabe des Heizungslabels Berechtigten (d. h. Energieberater, Installateure) als auch die Verpflichteten (d. h. Bezirksschornsteinfeger) gegen eine Aufwandsentschädigung leisten.

6 z. B. Energiesparratgeber von CO₂Online, siehe <https://www.co2online.de/service/energiesparchecks/>

7 siehe <https://sanieren-profitieren.de/>

8 siehe <https://www.bmwi.de/heizungsetikett>

Abbildung 13

Muster einer informativen Heizkostenabrechnung: Deckblatt mit den wichtigsten Kennzahlen

Ihre Heizkostenabrechnung

Sehr geehrter Herr Mustermann,

beiliegend erhalten Sie Ihre Heizkostenabrechnung. Die Abrechnung schließt mit einer Nachzahlung von **451,22 €**. Bitte überweisen Sie den Betrag bis spätestens xx.xx.201x auf folgendes Konto: IBAN: DE00 1000 0000 1000 0000 00

Ihre Abrechnung	
Ihre Kosten	1.451,22 €
Ihre Vorauszahlung	1.000,00 €
Ihre Nachzahlung	451,22 €

Wie sich Ihre Kosten berechnen, erfahren Sie im Abschnitt 1 und 2.

Zusammen mit der Heizkostenabrechnung möchten wir Sie über Ihren Endenergieverbrauch und ggf. vorhandene Einsparpotenziale informieren.

Bewertung des Endenergieverbrauchs Ihrer Wohnung und der Liegenschaft*

Der Endenergieverbrauch Ihrer Wohnung entspricht Energieeffizienzklasse F.
Ihr Verbrauch liegt über dem Durchschnitt der Liegenschaft (Energieeffizienzklasse E).

Wohnung **166 kWh je m², Jahr**

A+	A	B	C	D	E	F	G	H		
0	25	50	75	100	125	150	175	200	225	>250
niedrig						hoch				

Gebäude **145 kWh je m², Jahr**

* Bewertung erfolgt in Anlehnung an § 19 EnEV und bezieht sich auf den Durchschnitt der letzten drei Abrechnungsperioden.

Quelle: Keimeyer et al., Informativ und transparente Heizkostenabrechnung als Beitrag für den Klimaschutz, Climate Change | 01/2016, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau 2016

Die **Heizkostenabrechnung** sollte transparenter über den Heizenergieverbrauch informieren. Das bedeutet neben der verständlichen Herleitung der Heizkosten vor allem, den Heizenergieverbrauch der Wohnung mit dem Gebäude zu vergleichen und den Heizenergieverbrauch des Gebäudes in die Skala des Energieausweises einzuordnen. Erst mit solchen Informationen können die Nutzer ihren

Energieverbrauch zielgenau senken und Eigentümer zur Einleitung von Sanierungsmaßnahmen motiviert werden. Die Heizkostenabrechnung könnte Gebäudeeigentümer und Mieter zudem verlässlich über das Verhältnis des energetischen Zustands des Gebäudes zum jeweils geltenden Zielniveau der Gebäude-Klimaabgabe mit Förderfond informieren [48].

12 *Die Wärmeplanung hilft Kommunen, ihre Rolle beim Klimaschutz stärker wahrzunehmen.*

Auf Grund der lokalen Verankerung der Wärmeversorgung kommt Kommunen bei der Umsetzung der Wärmewende eine wichtige Rolle zu. Aus kommunaler Sicht ist es sinnvoll, den dafür nötigen Erneuerungs- und Modernisierungsprozess strukturiert anhand einer integrierten Wärmeplanung mitzugestalten. Ziel der Wärmeplanung ist die Identifizierung der lokal jeweils nachhaltigsten und auf Energieeinsparmaßnahmen abgestimmten Strategien für die Wärmeversorgung, eingebettet in übergreifende Stadtplanungsprozesse [49]. Die kommunale Wärmeplanung wird idealtypisch in verschiedenen Schritten – bestehend aus Bestands- und Potenzialanalyse, Konzeptentwicklung sowie der Umsetzung – durchgeführt [50]. Wird die Gebäude-Klimaabgabe mit Förderfond eingeführt (vgl. These 8) kann auf die Informationen über den energetischen Zustand der Gebäude aufgebaut werden.

Kommunen können, wenn sie nicht im Rahmen ihrer Beteiligung an Stadtwerken sogar direkte Akteure sind, zur Umsetzung der Wärmewende auf eine Reihe von Instrumenten zurückgreifen. So können Städte und Gemeinden seit der Novellierung des Baugesetzbuches (BauGB) im Jahr 2011 klimaschutzbezogene Regelungen für ihre städtebaulichen Planungen treffen, d. h. im Rahmen der kommunalen Bauleitplanung sowie bei Sanierungs-, Entwicklungs- und Umbaumaßnahmen der Stadterneuerung. Darüber hinaus bietet der städtebauliche Vertrag sehr gute Möglichkeiten zur Einflussnahme auf die Wärmeversorgung eines Quartiers, da er nicht an den Festsetzungskatalog des §9 BauGB gebunden ist, sondern zwischen der Kommune und bspw. dem Projektentwickler darüber hinausgehende Vereinbarungen ermöglicht. Städtebauliche Verträge sind

jedoch nicht in jedem Fall möglich – üblich sind sie bspw. wenn die Kommune Eigentümerin der Fläche ist, oder zumindest neues Bauland ausgewiesen wird. Die Verknüpfung informeller Fachkonzepte, wie z. B. kommunaler Wärmeversorgungskonzepte mit gesamtstädtischen oder quartiersbezogenen Entwicklungsstrategien, ist für die Entwicklung und Realisierung von Lösungen bedeutsam. Durch das Zusammenwirken von informellen Konzepten und formalen Planungsinstrumenten können Gestaltungsmöglichkeiten koordiniert, gesteuert und optimal ausgeschöpft werden.

Wichtig für die Umsetzung der kommunalen Wärmewende kann auch sein, eine zentrale Koordinierungsstelle z. B. als Stabstelle in der Verwaltung einzurichten. Mittel hierfür sowie für weitere kommunale Klimaschutzmaßnahmen stellen Förderprogramme des Bundes oder der Länder zur Verfügung.

Es gibt bereits einige Beispiele kommunaler Wärmeplanung, die erfolgreiche Lösungen für die lokale Wärmewende aufzeigen. Hierbei erkannte Hemmnisse sollten durch gesetzliche Regelungsmöglichkeiten auf Bundes- und Landesebene aufgelöst werden. Beispielsweise kann zur Erleichterung der Datenerhebung eine verpflichtende Datenbereitstellung für Energieversorger, Schornsteinfeger oder öffentlichen Stellen eingeführt werden. In Baden-Württemberg fordert das Erneuerbare-Wärme-Gesetz (EWärmeG) bereits die Nutzung erneuerbarer Wärme auch über den Neubau hinaus. Zudem sollten Möglichkeiten ausgeschöpft werden, die Förderung für die kommunale Wärmeplanung zu erweitern und den Zugang zu erleichtern.

13 *Über Klimaschutzeffekte hinaus bieten Sanierungen zusätzliche Vorteile für Beschäftigung, Gesundheit und Volkswirtschaft.*

Im Jahr 1994 genügte die verbindliche Ankündigung einer künftigen Verschärfung der energetischen Anforderung für Fenster (für das Jahr 2000 in Aussicht gestellt), um Wärmeschutzverglasungen sehr rasch in den Markt einzuführen [51]. Die Entwicklung setzte sich in den Folgejahren fort, so dass heute zu niedrigeren Kosten deutlich bessere Qualitäten am Markt erhältlich sind (Abbildung 15). Dies steigert die Wettbewerbsfähigkeit und verdeutlicht die Innovationskraft der Wirtschaft – die Politik sollte Rahmenbedingungen schaffen, welche Entwicklung dieser Art unterstützen.

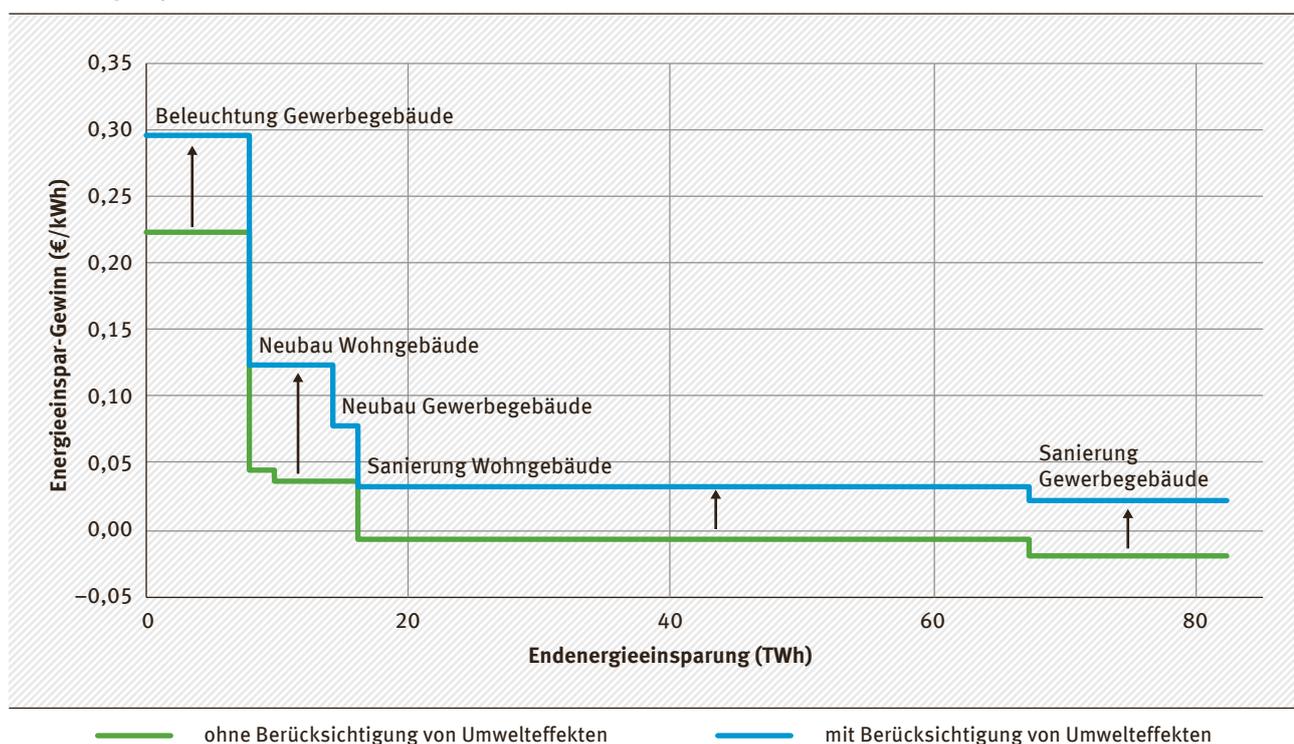
Verfehlt Deutschland die Verpflichtungen zur Minderung von Treibhausgasemissionen außerhalb des EU-Emissionshandels (Non-ETS-Bereich) – zu dem der Gebäudesektor zählt –, die aus der Lasten-

teilungsentscheidung (406/2009/EG) und der Klimaschutzverordnung (2018/842/EU) resultieren, so verbleibt, um eine Verletzung dieser Verpflichtungen zu vermeiden, u. U. nur die Option, sog. Non-ETS-Zertifikate von andern EU-Mitgliedstaaten zu erwerben. Ob und ggf. zu welchem Preis die Mitgliedstaaten bereit wären, diese Zertifikate Deutschland zu überlassen, ist völlig unklar. Dennoch könnten sich daraus in Zukunft signifikante Belastungen für den Bundeshaushalt ergeben. Diese Mittel ließen sich alternativ in Klimaschutzmaßnahmen investieren, unter anderem im Gebäudebestand, und würden damit zur Wertschöpfung in Deutschland beitragen.

Gelänge es nicht, die Energieeffizienz der Gebäude stark zu verbessern, könnte es im Jahr 2050 notwendig werden, zusätzliche erneuerbarer Energien in

Abbildung 14

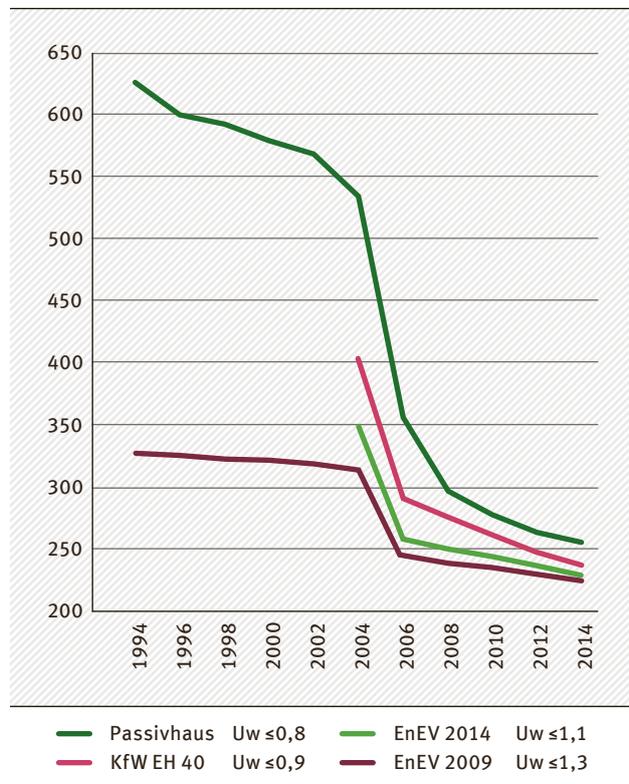
Umwelteffekte des Energieeinsatzes zu berücksichtigen, zeigt die volkswirtschaftlichen Vorteile von Energiesparmaßnahmen.



Quelle: Thema, J. et al.: The COMBI online tool for multiple impacts visualisation, Wuppertal, 2018, www.combi-project.eu/tool

Abbildung 15

Beispiel für die technische Entwicklung: Fenster sind mit besserer Energieeffizienz zu geringeren Kosten erhältlich.



Quelle: Ecofys, Schulze Darup & Partner:
Preisentwicklung Gebäudeenergieeffizienz – Initialstudie, Berlin 2014

Form von treibhausgasneutralem Gas im Wert von jährlich etwa 8 Mrd. Euro zu importieren, um die Klimaschutzziele der Gebäude zu erreichen⁹ [52].

Die energetische Sanierung von Gebäuden verringert die gesellschaftlichen Folgekosten durch Umwelt- und Gesundheitsschäden. Vor allem die Verringerung der emittierten Luftschadstoffe und Treibhausgase spielen eine wichtige Rolle. Geringere Emissionen tragen beispielsweise dazu bei, dass Atemwegser-

⁹ Agora Energiewende hat diesen Referenzwert der Kosten von zu importierendem PtG (ohne Steuern, Abgaben, Netzentgelte und Vertriebskosten) verwendet, um den Effekt auf die Gesamtkosten der untersuchten Szenarien zu bestimmen. Im Szenario BAU-PtG verursacht der Import von entsprechenden PtG Mengen, Mehrkosten in Höhe von ca. 8 Mrd. €, bei einer Unsicherheit dieses Werts von ± 2,88 Mrd. €.

krankungen seltener auftreten. Energieeinsparungen verringern die Umweltschäden des Energieeinsatzes, die hauptsächlich fossile Energieträger verursachen. Gut sanierte, energieeffiziente Gebäude weisen eine geringere Schimmelbelastung und bessere Luftqualität auf, wodurch die Gesundheitskosten sinken und die Produktivität steigt. Diese Effekte erhöhen aus volkswirtschaftlicher Sicht die Vorteilhaftigkeit von Energieeinsparmaßnahmen (Abbildung 14). Im Jahr 2030 könnten sich die vermeidbaren Umweltschäden auf 3,8 Mrd. Euro [53] belaufen. Klimapolitische Anstrengungen sind damit auch ökonomisch lohnend.

Dies zeigt auch, wie wichtig eine Internalisierung der Umweltkosten ist. Denn sie ist der Hebel, damit einzelwirtschaftlich (gerade noch) nicht lohnende Maßnahmen umgesetzt werden und gesamtwirtschaftliche Vorteile genutzt werden.

Die energetische Gebäudesanierung bietet aus gesamtwirtschaftlicher Sicht weitere Vorteile. Studien belegen, dass Investitionen in die Wärmedämmung und andere Maßnahmen zur Senkung des Energieverbrauchs in Gebäuden die Beschäftigung steigern [54, 55]. So sorgten 2018 die Investitionen in die Gebäudesanierung für rund 530.000 Arbeitsplätze [56]. Vor allem das Handwerk und die Bauindustrie profitieren erheblich von der energetischen Sanierung. Eine starke Steigerung der Energieeffizienz wird zwar etwas mehr Investitionen erfordern als ein Fokus auf erneuerbare Energien, sich aber positiver auf die Wirtschaftsleistung, Beschäftigung und Konsum auswirken. Dies bestätigt auch die aktuelle Folgenabschätzung zu den Wirkungen der Sektorziele für 2030 des Klimaschutzplans 2050. Das Bruttoinlandsprodukt steigt in Zielpfad A (Fokus auf Energieeffizienz) mit rund 1,6 % stärker als in Zielpfad B (Fokus erneuerbare Energien), welches ein Plus von rund 1,2 % gegenüber der Referenzentwicklung ausweist. In beiden Szenarien gehen von den Gebäuden ein Drittel bis zur Hälfte der gesamtwirtschaftlichen Investitions- und Einsparungsimpulse durch den Klimaschutz aus [57].

Quellenverzeichnis

- [1] Bundesregierung, Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung zur Umsetzung des Klimaschutzplans 2050, 09.10.2019
- [2] Umweltbundesamt, Treibhausgasneutralität in Deutschland bis 2050 – Politikpapier zur RESCUE-Studie, Hintergrund, Dessau-Roßlau, November 2019, <https://www.umweltbundesamt.de/en/rescue/hgp-treibhausgasneutralitaet-2050>
- [3] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, Klimaschutzplan 2050 -Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung, Berlin 2016
- [4] Bundes-Klimaschutzgesetz vom 12. Dezember 2019 (BGBl. I S. 2513)
- [5] Harthan, R. et al.: Treibhausgasminderungswirkung des Klimaschutzprogramms 2030 (Kurzbericht), CLIMATE CHANGE 12/2020, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau 2020
- [6] Kemmler, A. et al.: Energiewirtschaftliche Projektionen und Folgeabschätzungen 2030/2050, Berlin/Basel 2020
- [7] Council of the European Union, Brussels, 23 October 2020, 12261/20; Proposal for a REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL establishing the framework for achieving climate neutrality and amending Regulation (EU) 2018/1999 (European Climate Law)
- [8] Umweltbundesamt (Hrsg.), Anpassung an den Klimawandel: Bauen und Wohnen in der Stadt, Dessau-Roßlau 2012, <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/anpassung-an-den-klimawandel-bauen-wohnen-in-der>
- [9] Hrsg.: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB), Deutsches Ressourceneffizienzprogramm II, Programm zur nachhaltigen Nutzung und zum Schutz der natürlichen Ressourcen, November 2016, <https://www.bmu.de/publikation/deutsches-ressourceneffizienzprogramm-ii-programm-zur-nachhaltigen-nutzung-und-zum-schutz-der-natue/>
- [10] Umweltbundesamt: Umweltschutz, Wald und nachhaltige Holznutzung in Deutschland. Dessau-Roßlau. April 2016
- [11] Blazejczak et al. (2020): Ökonomische Indikatoren von Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz – Aktualisierte Ausgabe 2020 – Investitionen, Umsätze und Beschäftigung in ausgewählten Bereichen; Bericht zum Forschungsprojekt „Wirtschaftsfaktor Umweltschutz“ im Auftrag des Umweltbundesamtes; Reihe UMWELT, INNOVATION, BESCHÄFTIGUNG (im Erscheinen)
- [12] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB): Bericht der Baukostensenkungskommission, Berlin November 2015
- [13] vgl. B. Oschatz: Anteil der Energieeffizienz an Kostensteigerungen im Wohnungsbau, Dresden, Februar 2018
- [14] Behörde für Umwelt und Energie Hamburg (Hrsg.): Analyse des Einflusses der energetischen Standards auf die Baukosten im öffentlich geförderten Wohnungsbau in Hamburg, September 2016
- [15] R. Persch: Die Bahnstadt – ein klimaneutraler Stadtteil in Heidelberg, Vortrag auf den Berliner Energietagen, 08.05.2018
- [16] vgl. Wohnraumversorgung Berlin (Hrsg.): Wissenschaftliche Vergleichsstudie von Neubaukosten der landeseigenen Wohnungsunternehmen Berlins sowie weiterer Wohnungsunternehmen, August 2018, Berlin
- [17] vgl. Klinski et al., Rechtskonzepte zur Beseitigung des Staus energetischer Sanierungen im Gebäudebestand, Texte 36/2009, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau Oktober 2009
- [18] Kossmann, B. et al., Wege aus dem Vermieter-Mieter-Dilemma bei der energetischen Modernisierung: Einsparabhängige statt kostenabhängige Refinanzierung, Januar 2016, Kassel, https://www.uni-kassel.de/fb07/fileadmin/datas/fb07/5-Institute/IWR/Deckert/EnWorks_Dateien/Einsparabhaenger-Mietaufschlag-Langfassung.pdf
- [19] Pfluger et al., Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems in Deutschland, Modul 10.a, Mai 2017
- [20] Bürger et al., Klimaneutraler Gebäudebestand 2050, Climate Change 26/2017, Dessau-Roßlau 2017
- [21] Umweltbundesamt, Treibhausgasneutrales Deutschland im Jahr 2050, Climate Change 07/2014, Dessau-Roßlau, April 2014
- [22] Purr et al., Wege in eine ressourcenschonende Treibhausgasneutralität – RESCUE Studie, Umweltbundesamt (Hrsg.), Dessau-Roßlau, November 2019, <https://www.umweltbundesamt.de/rescue>
- [23] Öko-Institut e. V.; Fraunhofer ISI, Klimaschutzszenario 2050 – 2. Endbericht, Berlin, Dezember 2015
- [24] BCG; Prognos, Klimapfade für Deutschland, Januar 2018
- [25] Dena, ewi Energy Research & Scenarios gGmbH, dena-Leitstudie Integrierte Energiewende, Berlin, 2018
- [26] Bürger et al., Klimaneutraler Gebäudebestand 2050, Climate Change 26/2017, Dessau-Roßlau 2017
- [27] Umweltbundesamt, Umgebungswärme und Wärmepumpen, Dessau-Roßlau 2018, <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/umgebungswaerme-waermepumpen>
- [28] Günther et al., Den Weg zu einem treibhausgasneutralen Deutschland ressourcenschonend gestalten, Umweltbundesamt (Hrsg.), Dessau-Roßlau, Oktober 2017
- [29] Umweltbundesamt, Integration von Power to Gas/Power to Liquid in den laufenden Transformationsprozess, Dessau-Roßlau März 2016, <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/integration-von-power-to-gaspower-to-liquid-in-den>
- [30] Umwelt, Innovation, Beschäftigung Nr. 01/2011, Beschäftigungswirkungen sowie Ausbildungs- und Qualifizierungsbedarf im Bereich der energetischen Gebäudesanierung
- [31] Umweltbundesamt (Hrsg.), Umweltwirtschaftsbericht 2011, Dessau-Roßlau 2011; Mohaupt et al., Beschäftigungswirkungen sowie Ausbildungs- und Qualifizierungsbedarf im Bereich der energetischen Gebäudesanierung, BMU/UBA 2011
- [32] Konzepte zur Beseitigung rechtlicher Hemmnisse für den Klimaschutz im Gebäudebereich UBA Texte/2013, Teil 2.2

- [33] vgl. Weiß, J. et al.: Entscheidungskontexte bei der energetischen Sanierung, Berlin/Wuppertal, Mai 2018
- [34] Umweltbundesamt (Hrsg.) (2019): Methodenkonvention 3.0 zur Ermittlung von Umweltkosten – Kostensätze. Dessau-Roßlau. Download unter: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/methodenkonvention-30-zur-ermittlung-von>
- [35] vgl. Bürger, V. et al.: Konzepte für die Beseitigung rechtlicher Hemmnisse des Klimaschutzes im Gebäudebereich, Climate Change 11/2013, Dessau-Roßlau 2013
- [36] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit; UBA – Umweltbundesamt (Hrsg.) (2019): Umweltbewusstsein in Deutschland 2018. Ergebnisse einer repräsentativen Bevölkerungsumfrage. Berlin/Dessau-Roßlau. Download unter: https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/umweltbewusstsein_2018.pdf
- [37] K. Jacob, Verteilungswirkungen umweltpolitischer Maßnahmen und Instrumente, Texte 73/2016, Umweltbundesamt Dessau-Roßlau November 2016
- [38] Diefenbach, N: Bewertung der Wärmeerzeugung in KWK-Anlagen und Biomasse-Heizsystemen; IWU, Darmstadt 2002
- [39] Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on the promotion of the use of energy from renewable sources (recast); 30.11.2016; COM/2016/0767 final/2 – 2016/0382 (COD)
- [40] CO2Online (Hrsg.): Wirksam Sanieren: Chancen für den Klimaschutz, Feldtest zur energetischen Sanierung von Wohngebäuden, Berlin 2015, S. 37
- [41] <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/umgebungswaerme-waermepumpen#Effizienz>
- [42] M. Offermann et al., Untersuchung der Potenziale von Klima- und Lüftungstechnik als Beitrag zur Umsetzung gdes klimaneutralen Gebäudebestandes 2050, BfEE 03/2016, Köln 2018
- [43] Sechster Monitoring-Bericht zur Energiewende „Die Energie der Zukunft“ Berichtsjahr 2016; Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi); Juni 2018
- [44] Köder, Burger, Umweltschädliche Subventionen in Deutschland 2016, Umweltbundesamt (Hrsg), Dessau-Roßlau, 2016
- [45] Rat der Europäischen Union: RICHTLINIE (EU) 2018/2001 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 11. Dezember 2018 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen (Neufassung), Brüssel Dezember 2018
- [46] Thomas, S. et al.: Wirkungsanalyse bestehender Klimaschutzmaßnahmen und -programme sowie Identifizierung möglicher weiterer Maßnahmen eines Energie- und Klimaschutzprogramms der Bundesregierung, Umweltbundesamt, Climate Change 10/2016, Dessau-Roßlau 2016
- [47] vgl. auch Thamling, N. et al., Hintergrundpapier zur Energieeffizienzstrategie Gebäude, Berlin, Heidelberg, Darmstadt, Dezember 2015
- [48] vgl. Keimeyer, F. et al.: Informativ und transparente Heizkostenabrechnung als Beitrag für den Klimaschutz, Umweltbundesamt, Climate Change 01/2016, Dessau-Roßlau, Februar 2016
- [49] vgl: Orth, A.: Kommunale Wärmeplanung Umsetzung der Wärmewende auf kommunaler Ebene, Hamburg, November 2016
- [50] vgl: Deutsches Institut für Urbanistik: Klimaschutz in Kommunen Praxisleitfaden 3., aktualisierte und erweiterte Auflage. Berlin 2018
- [51] Doll C. et al.: Wirtschaftlicher Nutzen des Klimaschutzes – Kostenbetrachtung ausgewählter Einzelmaßnahmen der Meseberger Beschlüsse zum Klimaschutz, Climate Change 14/2008, Dessau-Roßlau 2008
- [52] Agora Energiewende (Hrsg.), Wert der Effizienz im Gebäudesektor in Zeiten der Sektorenkopplung, Berlin 2018
- [53] Thema, J. et al.: The COMBI online tool for multiple impacts visualisation, Wuppertal, 2018, www.combi-project.eu/tool
- [54] Dehnen, N. et al. (2015): Die Beschäftigungseffekte der Energiewende, DIW ECON, Berlin
- [55] Lehr, U. et al. (2013): Gesamtwirtschaftliche Wirkungen von Klimaschutzmaßnahmen und -instrumenten, Ökonomische Analyse der Politikszenerarien für den Klimaschutz VI, Climate Change 21/2013, Umweltbundesamt, Dessau
- [56] BMWi, Energieeffizienz in Zahlen 2020
- [57] J. Repenning et al., Folgenabschätzung zu den ökologischen, sozialen und wirtschaftlichen Folgewirkungen der Sektorziele für 2030 des Klimaschutzplans 2050 der Bundesregierung, Berlin 2019
- [58] Umweltbundesamt, Wärmedämmung – Fragen und Antworten, Hintergrundpapier, März 2016, <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/waermedaemmung>



► **Unsere Broschüren als Download**
Kurzlink: bit.ly/2dowYYI

 www.facebook.com/umweltbundesamt.de
 www.twitter.com/umweltbundesamt
 www.youtube.com/user/umweltbundesamt
 www.instagram.com/umweltbundesamt/