Karlsruher Institut für Technologie

Univ. Prof. Dr.-Ing. Kunibert Lennerts
Tobias Kropp, Jan Zak

siz energieplus
steinbeis innovations zentrum

Univ. Prof. Dr.-Ing. M. Norbert Fisch
Thomas Wilken, Dr. Christian Kley, Simon Marx

VERANTWORTUNG ÜBERNEHMEN

Der Gebäudebereich auf dem Weg zur Klimaneutralität

Extended Executive Summary | November 2021

Gutachten im Auftrag des ZIA Zentraler Immobilien Ausschuss e.V., Berlin

KIT – Karlsruher Institut für Technologie

© privat

Kunibert Lennerts

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Kunibert Lennerts ist seit dem Jahr 2000 Universitätsprofessor für Facility Management und seit 2012 Leiter des Instituts Technologie und Management im Baubetrieb (TMB) an der Exzellenzuniversität Karlsruher Institut für Technologie (KIT). Er wurde für diese erste deutsche Universitätsprofessur für Facility Management berufen, nachdem er als Bereichsleiter Immobilien und Facility Management in der Zentrale der Deutsche Bahn Immobiliengesellschaft mbH in Frankfurt am Main für einen der heterogensten und umfangreichsten Immobilienbestände Deutschlands verantwortlich war. Er studierte Wirtschaftsingenieurwesen (Dipl.-Wi.-Ing.) an der Universität Karlsruhe (TH) und als MBA-Stipendiat an der University of Texas at Austin (UT). Er promovierte mit summa cum laude im Bauingenieurwesen (Dr-Ing.) an der Fridericiana. Er ist Autor zahlreicher Veröffentlichungen auf dem Gebiet des Facility Managements, der Lebenszykluskosten, der Nachhaltigkeit, der Digitalisierung im Immobilienbereich sowie des Krankenhausmanagements. Außerdem ist er Gastprofessor am Harbin Institute of Technology (HIT) in China. Er war viele Jahre Mitglied des Präsidiums der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB) und des Vorstands des Instituts der Deutschen Wirtschaft (IW Köln). Zudem ist er als Gründungsmitglied aktiv im Nachhaltigkeitsbeirat der ECE, Leiter der Arbeitsgruppe Bestandsimmobilien der Energie Task Force des Zentralen Immobilien Ausschuss (ZIA) und Mitglied der Leitung des KIT Innovation Hub „Prävention im Bauwesen“. Ferner ist er Geschäftsführender Gesellschafter der ikl GmbH.

© ikl GmbH

Jan Zak

Jan Zak ist Geschäftsführer der ikl Ingenieurbüro Prof. Dr.-Ing. Kunibert Lennerts GmbH mit den Beratungsschwerpunkten Nachhaltigkeit, ESG-Beratung und dem nachhaltigen Betrieb von Immobilien durch computergestütztes Facility Management (CAFM). Herr Zak war u.a. beteiligt an Forschungsprojekten des Bundes zum Aufbau und der Entwicklung des Deutschen Gütesiegels nachhaltiges Bauen und arbeitet als Mitglied des Fachausschusses der DGNB an der Weiterentwicklung des DGNB Systems mit. Das Studium der Architektur an der Universität Karlsruhe schloss Jan Zak als Diplom Ingenieur ab.

© Tobias Kropp

Tobias Kropp

Tobias Kropp ist Doktorand im Institut für Technologie und Management für Baubetrieb (TMB) am Karlsruher Institut für Technologie (KIT). Seine Tätigkeitsfelder umfassen Themen der Nachhaltigkeit, beispielsweise Bauen im Bestand und energetische Sanierung, sowie die Digitalisierung in Form von prozessbezogenen Datenanalysen (u.a. Process Mining) zur Optimierung gebäuderelevanter Ressourcenaufwendungen. Das Studium zum Bauingenieur M.Sc. absolvierte Tobias Kropp am KIT mit Auslandsstudium an der Universitat Politècnica de València (Spanien).

Steinbeis-Innovationszentrum **siz** energieplus

© privat

Manfred Norbert Fisch

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Manfred Norbert Fisch studierte von 1969 - 1976 Maschinenbau und Energietechnik an der FH Friedberg und der Universität Stuttgart und schloss diese als Diplom-Ingenieur Maschinenwesen/Energietechnik ab. 1984 promovierte er zum Dr. Ing. an der Universität Stuttgart auf dem Gebiet der „Technischen Nutzung von Sonnenergie“. Anschließend war er Abteilungsleiter für die rationelle Energietechnik und Solartechnik beim Institut für Thermodynamik und Wärmeübertragung (ITW) an der Universität Stuttgart. Von 1996 bis 2019 war er ordentlicher Professor und Direktor des Instituts für Gebäude- und Solartechnik (IGS) in der Fakultät Architektur und Bauingenieurwesen der TU Braunschweig. Seine Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkte waren die Systemlösungen für energieeffiziente Wohn- und Nichtwohngebäude und Quartiere. Professor Fisch gründete und leitet bis heute mehrere renommierte Ingenieur-Gesellschaften sowie Steinbeis Transfer- und Innovationszentren für die technische Nutzung der Sonnenenergie, nachhaltiges und energieeffizientes Bauen, rationelle Energieversorgung von Gebäuden und Stadtquartieren. Er ist Gründer und Mitinhaber der Green Hydrogen Esslingen GmbH, eines der ersten Unternehmen in Deutschland zur Produktion von Grünem Wasserstoff. Für seine Arbeit wurde Professor Fisch mit zahlreichen Preisen ausgezeichnet, darunter der Deutsche Bauphysik Preis, der Deutsche Solarpreis, der Deutsche Gebäudetechnik-Preis 2019 der Nachhaltigkeitspreis der DGNB und 2021 Löhn-Preis Wirtschaftsförderung Baden-Württemberg.

© privat

Christian Kley

Dr.-Ing. Christian Kley ist stv. Leiter des Steinbeis-Innovationszentrum siz energieplus mit Sitz in Braunschweig und Stuttgart. Der Fokus des Unternehmens im Steinbeis-Verbund liegt auf der praxis- und anwenderorientierten Umsetzung von Projekten mit der Sorgfalt wissenschaftlicher Standards. Seine Tätigkeitsfelder umfassen u.a. das klimaneutrale Bauen, die Wasserstofftechnologie und die Energiekonzeption und -simulation von Gebäuden und Quartieren. Neben der Forschungstätigkeit beim siz ist Herr Kley als Projektleiter für Energiekonzeption bei EGS-plan in Stuttgart tätig. Er ist erster Preisträger des Uponor „Blue U Award“ im Jahr 2015. Nach seinem Studium, das er mit dem M.Sc. in Gebäudeklimatik an der Hochschule Biberach abschloss, promovierte er an der TU Braunschweig zum Dr.-Ing.

© privat

Thomas Wilken

Dipl.-Ing. Architekt Thomas Wilken ist stv. Leiter des Steinbeis-Innovationszentrum siz energieplus. Seine Tätigkeitsfelder umfassen das nachhaltige und klimaneutrale Bauen sowie die Entwicklung zukunftsfähiger Quartierskonzepte. Parallel zu seiner Forschungstätigkeit beim siz ist Herr Wilken als Prokurist und Projektleiter für Bauphysik und technische Gebäudeausrüstung bei energydesign braunschweig tätig. Herr Wilken ist langjähriger DGNB-Auditor und Preisträger des TGA-Awards 2016. Herr Wilken schloss das Studium der Architektur an der TU Braunschweig als Diplom-Ingenieur ab.

© EGS-plan

Simon Marx

M.Sc. Simon Marx ist beim Steinbeis-Innovationszentrum siz energieplus als Projektleiter tätig. Seine Tätigkeitsschwerpunkte sind u.a. klimaneutrale Gebäude und Quartiere sowie die Sektorenkopplung. Seit 2020 ist er Projektleiter bei EGS-plan im Bereich Energiekonzeption. Herr Marx schloss das Studium der Umweltingenieurs-wissenschaften an der RWTH Aachen mit dem Master of Science ab.

Einleitung

Die Klimadebatte hat mit der Entscheidung des Bundesverfassungsgerichts vom April 2021 Fahrt aufgenommen. Vorherige politische Entscheidungen wurden innerhalb kürzester Zeit angepasst und Ziele neu konkretisiert. Bis 2045 soll nun die Klimaneutralität erreicht und bereits 2030 eine deutliche Reduzierung der Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) umgesetzt werden. Mit der Aktualisierung des Klimaschutzgesetzes (2021) werden den Sektoren Energiewirtschaft, Gebäude, Verkehr, Industrie, Landwirtschaft und Abfallwirtschaft konkrete und verschärfte Einsparziele gesetzt (Abbildung 1). Im Jahre 2020 wurden dem Gebäudesektor 120 Mio. Tonnen THG-Emissionen nach dem Quellprinzip zugeordnet. Danach sind in der Bilanz für Gebäude ausschließlich THG-Emissionen von unmittelbar vor Ort eingesetzten fossilen Energieträgern enthalten, z.B. die für die Beheizung, die Warmwasserbereitung oder die Stromerzeugung aus der Kraft-Wärme-Kopplung. Beim Quellprinzip werden THG-Emissionen aus der Energiebereitstellung für den Bezug von Strom und Fernwärme hingegen dem Energiesektor zugeordnet, THG-Emissionen aus der Herstellung von Baustoffen und Materialien für die Gebäudeerrichtung dem Industriesektor sowie indirekt dem Energiesektor zugerechnet. Auf Basis dieser Abgrenzung muss der Gebäudebereich bis 2030 unter der Berücksichtigung des Zubaus ca. 50 Prozent der jährlichen THG-Emissionen im Vergleich zu 2020 oder rund 53 Mio. Tonnen THG-Emissionen im Jahr 2030 gegenüber 2020 reduzieren.

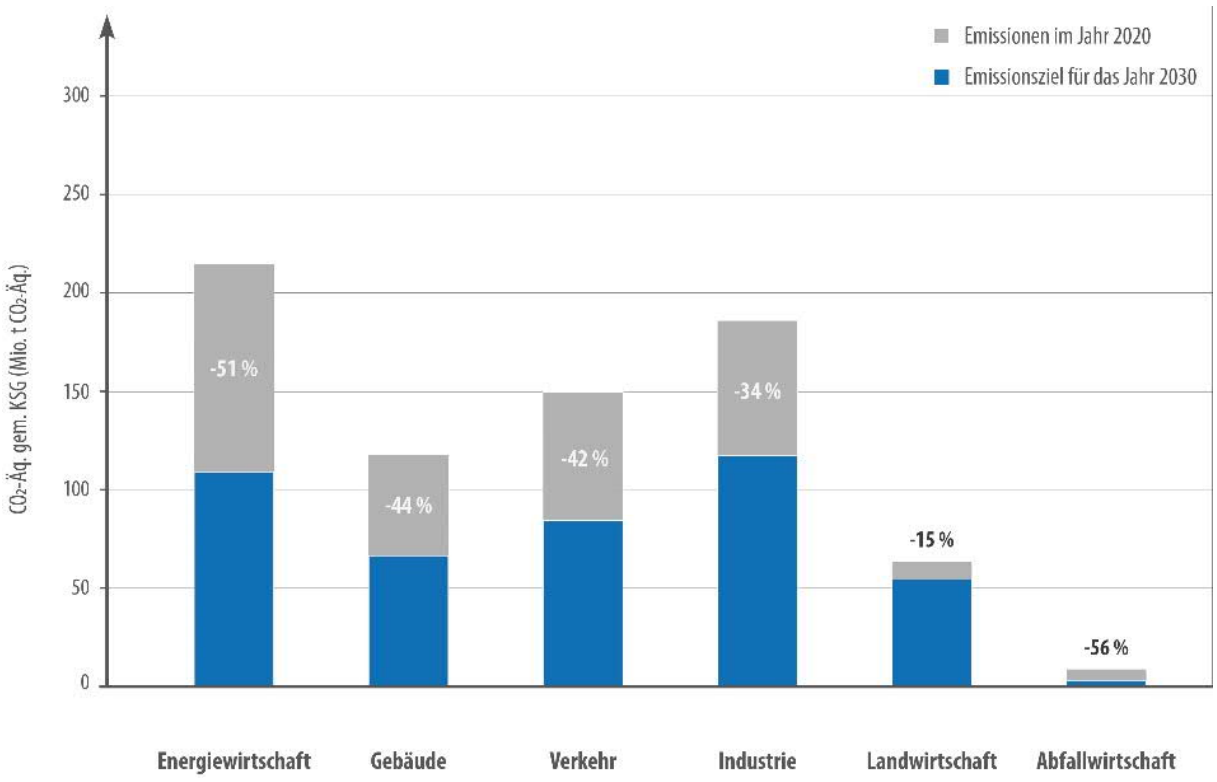


Abbildung 1 THG-Einsparziele nach Sektoren bis 2030 (nach Klimaschutzgesetz der Bundesregierung 2021 [1] gegenüber THG-Emissionen aus 2020 [2])

Im Gegensatz zum Quellprinzip werden nach dem Verursacherprinzip alle THG-Emissionen dort bilanziert, wo sie entstehen. Somit werden alle gebäuderelevanten THG-Emissionen dem Gebäude und nicht anderen Sektoren zugeordnet (Abbildung 2).

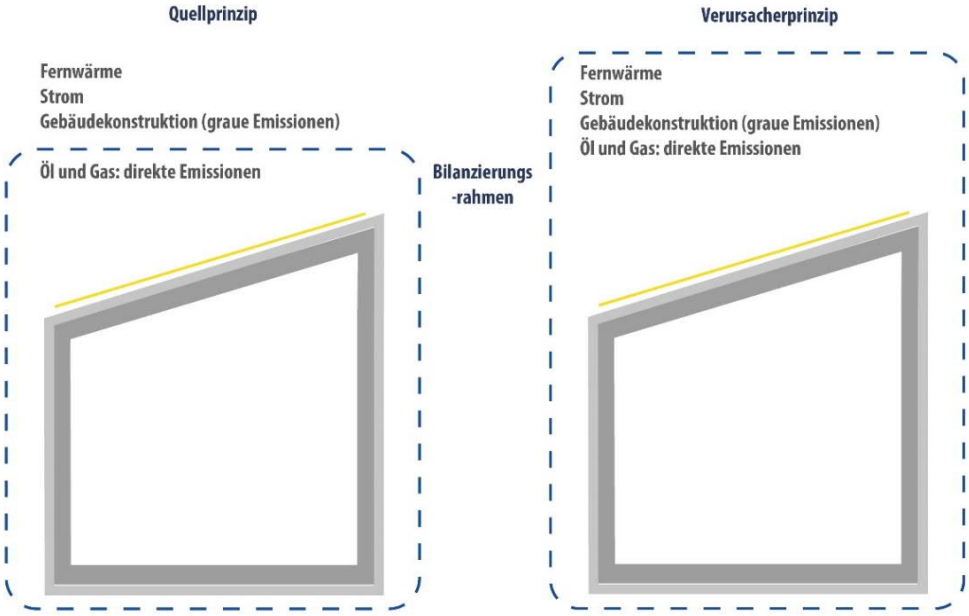


Abbildung 2 Darstellung der Bilanzrahmen von Quell- und Verursacherprinzip für den Gebäudesektor

Von den gesamten THG-Emissionen entfallen auf den Gebäudesektor nach dem Quellprinzip rd. 16 Prozent und ca. 40 Prozent nach dem Verursacherprinzip (Abbildung 3).

Der Immobiliensektor ist sich seiner gesamtgesellschaftlichen Verantwortung bewusst und bilanziert deshalb nach dem Verursacherprinzip. Das Verursacherprinzip bildet daher die Basis für alle weiteren Überlegungen unserer Studie. Grundlage für die Erreichung der Gebäudeziele ist die zeitgleiche Dekarbonisierung des Energiesektors mit den Bilanzanteilen Fernwärme und Strom sowie des Industriesektors mit Zement und Stahl.

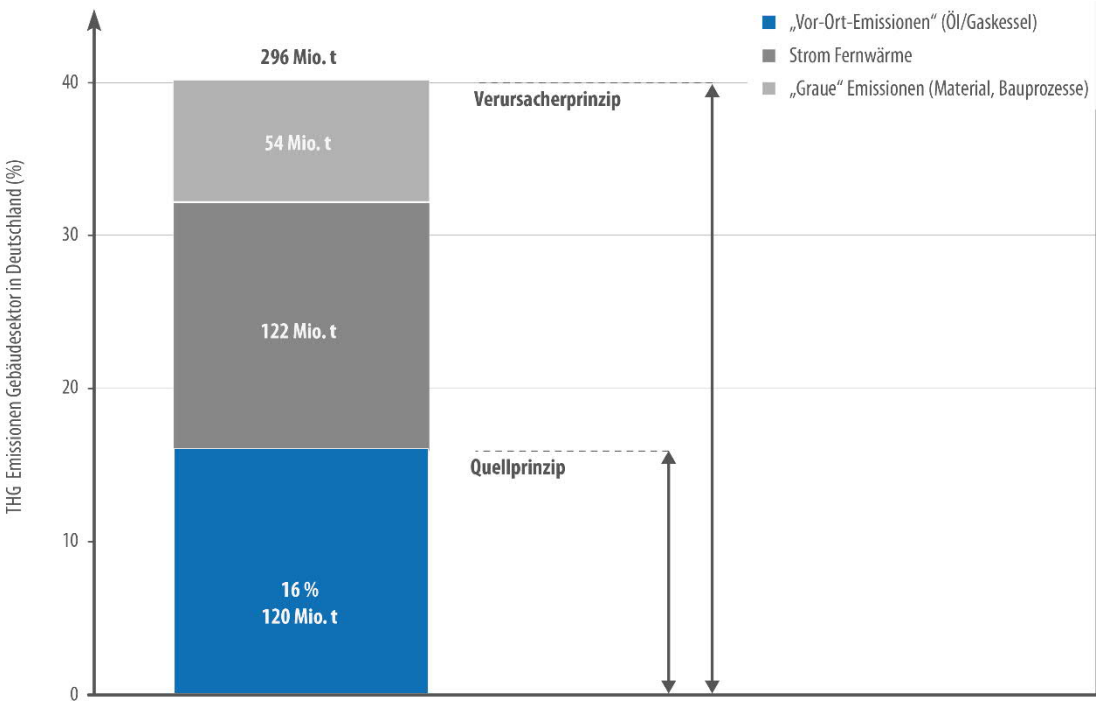


Abbildung 3 Treibhausgasemissionen im Gebäudesektor differenziert nach Quell- und Verursacherprinzip

Angesichts der geforderten Dimension, einer annähernden Halbierung der THG in zehn Jahren, und des engen Zeitfensters zur Erreichung der Klimaneutralität wird deutlich, dass nur schnell umsetzbare Maßnahmen mit den zur Verfügung stehenden materiellen, personellen und finanziellen Ressourcen zum Ziel führen können. Der nahezu von allen politischen Parteien formulierte Wille, verstärkt in den Klimaschutz zu investieren, könnte vor allem dadurch unterstützt werden, dass die nächste Bundesregierung die Verantwortlichkeiten Energie, Bau und Umwelt in einem Ministerium bündelt.

Um die fortschreitende Erderwärmung mit dem vereinbarten Temperaturziel des Pariser Abkommens (max. 1,5 K) zu stoppen, ist es wichtig, sich nicht nur auf einen THG-Emissionszielwert für das Jahr 2045 zu beschränken, sondern die gesamten bis dahin entstehenden THG-Emissionen zu berücksichtigen. Die Einführung von THG-Emissionsbudgets, welche die konstruktiven Aufwände (graue THG-Emissionen) und die THG-Emissionen des Betriebs ganzheitlich betrachten, ermöglichen einen technologieoffenen Ansatz.

Die Reduzierung des Energieverbrauchs muss wirtschaftlich optimiert und unter Berücksichtigung einer effizienten Nutzung erneuerbarer Energien erfolgen. Der Neubau wird in den kommenden Jahren den Ressourcenverbrauch und die damit verbundenen grauen THG-Emissionen massiv erhöhen. Zur Erreichung der Klimaschutzziele ist es daher erforderlich, den Fokus auf die wirtschaftliche, technologie- und maßnahmenoffene Bestandssanierung zu richten.

Für die Zielerreichung ist die Energieversorgung von entscheidender Bedeutung. Der notwendige Transformationsprozess hin zu einem klimaneutralen Betrieb bietet auch hier die Möglichkeit bei ganzheitlicher Betrachtung wirtschaftliche, gestalterische und ökologische Kriterien abzuwägen. Diskussionen um weitere Verschärfungen gesetzlicher Anforderungen für den Neubau gehen bezüglich personeller und materieller Ressourcen an den Realitäten und Erfordernissen vorbei. Der Rückgang der erwerbsfähigen Bevölkerung durch den demografischen Wandel wird den bereits bestehenden Mangel an Arbeitskräften weiter verschärfen.

Es ist notwendig, die Relevanz der Bestandssanierung zu stärken, weil hier die großen Potentiale zu heben sind. Dabei sollte der Umgang mit vorhandener und identitätsstiftender Bausubstanz baukulturell und gesellschaftlich von höchstem Interesse sein. Das Engagement von Eigentümern, Investoren, Architekten und Ingenieuren sowie den genehmigenden Behörden ist eine gesellschaftspolitische Aufgabe. Es ist dabei weniger ein Risiko als eine Chance. Das notwendige Maß an Veränderung bietet die Möglichkeit, die Steigerung der Effizienz mit der Aufwertung der Immobilien und der Verbesserung von Aufenthaltsqualitäten zu verbinden. Klimaneutralität lässt sich durch eine Fokussierung auf die Sanierung der Gebäudehülle allein nicht erreichen, sondern die beschleunigte Dekarbonisierung der Strom- und Wärmenetze ist hierfür entscheidend.

Wichtig ist eine positive Grundstimmung, mit der durch technologie- und maßnahmenoffene Förderprogramme, orientiert an den THG-Emissionsbudgets, die Ziele erreicht werden, anstatt sie durch gesetzliche Verpflichtungen zu erzwingen. Wichtig ist, dass auf allen Ebenen ein entschiedenes Handeln erfolgen muss. Vor dem beschriebenen Hintergrund ergeben sich eine Reihe konkreter Empfehlungen, die jenseits abstrakt erscheinender Zahlen unmittelbar umgesetzt werden können. Dazu haben wir zwölf Thesen aufgestellt:

1. Förderung schnell wirkender Maßnahmen

Das ambitionierte Ziel einer Halbierung der THG-Emissionen bis 2030 macht es erforderlich, sich auf Maßnahmen mit schnellen Umsetzungserfolgen zu konzentrieren. Dazu zählt die Betriebsoptimierung, die Solarisierung der Dachflächen zur Stromproduktion, der Ausbau von und der Anschluss an Fernwärmenetze sowie der Umstieg auf Wärmepumpen. Der Ausbau der Photovoltaik ist dabei nicht mit einer Verpflichtung verbunden. Vielmehr sollte die vorhandene Wirtschaftlichkeit und die kurze Amortisationszeit stärker publiziert werden. Der positive Einfluss auf die Gebäudebilanz muss Berücksichtigung finden und kann zusätzliche Anreize schaffen. Eine langfristig festgelegte Einspeisevergütung für Solarstrom wird für Kalkulationssicherheit im kleinen bis mittleren Leistungsbereich sorgen. Für Wohnungsunternehmen, Vermieter und Anbieter von Mieterstrom-Produkten sind die regulatorischen Hürden bei der Solarisierung der Gebäude bis spätestens Ende 2022 zu beseitigen. Gleiches gilt für die Etablierung von Mieterstrommodellen durch gewerbliche Anbieter. Neben der Vereinfachung gesetzlicher Vorgaben z.B. im EEG, sollte die Nutzung von Flächenpotentialen auf großen Gewerbe- oder Industrieimmobilien forciert werden. Dies gelingt etwa durch weitere Anreize in Form von steuerlichen Erleichterungen und durch eine Vermeidung der Gewerbesteuerinfektion beim Betrieb von Photovoltaik-Anlagen.

Erläuterung

Mit der Betriebsoptimierung und der Solarisierung von Dachflächen lassen sich erhebliche Potentiale zur Reduzierung der THG-Emissionen erschließen. Bei Wirtschaftsimmobilien sind durch Betriebsoptimierungen im Mittel bis zu 30 Prozent der Endenergie zur Konditionierung [3] oder insgesamt eine Vermeidung von jährlich ca. zehn Mio. Tonnen THG Emissionen möglich. Für den Bereich der Wohnimmobilien sind 8 – 10 Prozent realistisch. Aufgrund dieser Relevanz, einem i.d.R. günstigen Kosten-Nutzenverhältnis, der niedrigen CO_2-Vermeidungskosten und der zeitnahen Umsetzungsmöglichkeiten, sollte der aktuelle Fördersatz für Effizienzmaßnahmen an der Anlagentechnik in der BEG-Förderung von derzeit 20 Prozent deutlich erhöht werden. Mit der Förderung ist die Implementierung eines technischen Monitorings verbunden, um zukünftig die Identifikation und Korrektur fehlerhafter Anlagenfunktionen auf digital erfasster Basis zu ermöglichen.

PV-Anlagen können im Rahmen der Bundesförderung nur im Zusammenhang mit systemischen Maßnahmen gefördert werden. Im Kontext einer ganzheitlichen Sanierung und der Zielgröße Klimaneutralität wird deutlich, dass der Umstieg auf ein Anlagenkonzept mit Wärmepumpe und Photovoltaik im Vergleich zu Varianten mit fossilen Energieträgern die geringsten Investitionskosten verursacht. Unter Berücksichtigung der CO_2-Bepreisung fällt der Vorteil noch stärker aus. Der Einsatz und der Ausbau von Fernwärme ist bei zukunftsfähiger Netzqualität mit hohen regenerativen Anteilen und geringen Emissionen grundsätzlich zu forcieren.

Eine gesetzliche Verpflichtung, PV-Anlagen auf Dächern von Neubauten und bei der Sanierung zu installieren, ist nicht zielführend. Am Beispiel des EEWärmeG lässt sich nachvollziehen, wo die Defizite und Risiken im Zusammenhang mit der Umsetzung liegen. Die PV-Plicht könnte ohnehin nur für Neubauten vorgegeben werden, weil heterogene Gebäudebestände einen verbindlichen Einsatz bei Sanierungen fraglich machen. Damit ist das Potential zu gering, um einen nennenswerten Beitrag im Kontext

zu den notwendigen Zuwachsraten zu erbringen. Vielmehr sollte die vorhandene Wirtschaftlichkeit und die kurze Amortisationszeit stärker publiziert werden. Der positive Einfluss auf die Gebäudebilanz muss bei der Ausweisung des CO_2-Fußabdrucks Berücksichtigung finden und kann zusätzliche Anreize schaffen. Der Vergleich zwischen der Bereitstellung von einer Kilowattstunde durch PV-Anlagen und den Kosten zur Vermeidung durch eine Verbesserung der Gebäudehülle zeigt, dass das Potential von Erneuerbaren Energien höher ist.

Bei den heutigen PV-Systemkosten von rund 800 bis 1.200 €/kW_p und einem Jahresstromertrag von ca. 900 bis 1.100 kWh/kW_p ergibt sich ein Wert von rund 1 Euro Investition pro erzeugter Kilowattstunde PV-Strom. Dämmstärken jenseits von 20 cm sind im Vergleich dazu nicht nur nachteilig bei der Ressourceneffizienz, sondern auch im Kosten-Nutzenverhältnis. Durch eine weitere Degression der Kosten bei den Erneuerbaren Energien werden die Vorteile des Ausbaus signifikanter und wirtschaftlicher.

Eine langfristig festgelegte Einspeisevergütung für Solarstrom wird für Kalkulationssicherheit im kleinen bis mittleren Leistungsbereich sorgen. Bedingt durch die unvermeidbare Netzeinspeisung als Konsequenz einer maximalen Solarisierung sind verbindliche Regelungen erforderlich (Abbildung 1.1).

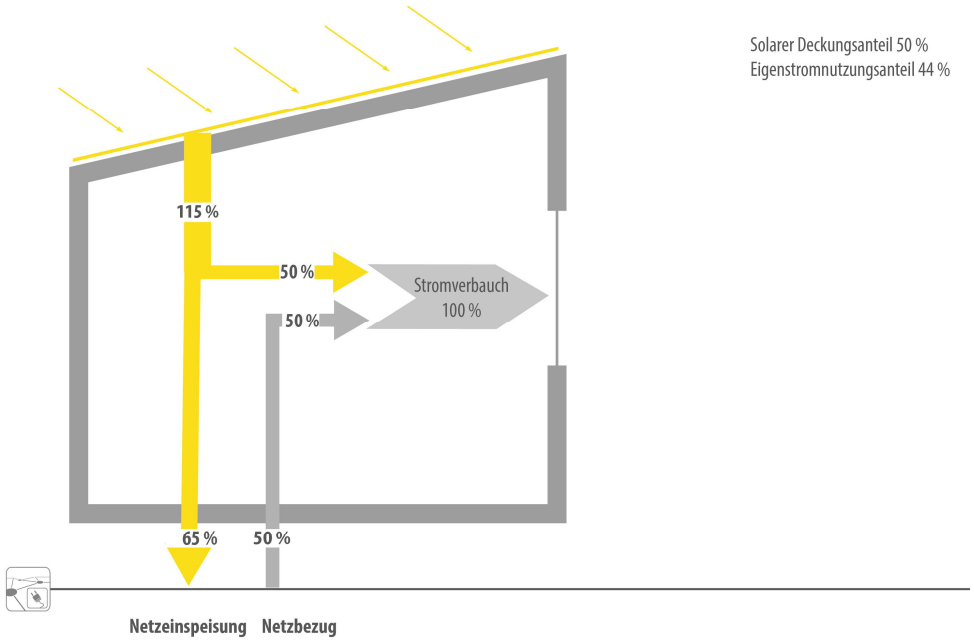


Abbildung 1.1 Gemessene PV-Jahres-Strombilanz am Beispiel des Stadt-Aktivhauses in Frankfurt a. M., 65 Prozent der Stromproduktion wird eingespeist und trägt zur Dekarbonisierung der Stromnetze bei.

Für Wohnungsunternehmen, Vermieter und Anbieter von Mieterstrom-Produkten sind die regulatorischen Hürden bei der Solarisierung der Gebäude bis Ende 2022 zu beseitigen. Gleiches gilt für die Etablierung von Mieterstrommodellen durch gewerbliche Anbieter. Neben der Vereinfachung gesetzlicher Vorgaben z.B. im EEG, sollte die Nutzung von Flächenpotentialen auf großen Gewerbe- bzw. Industrieimmobilien durch weitere Anreize wie steuerliche Abschreibungsprogramme forciert werden.

Zur Erreichung einer THG-Neutralität im Wohnungsbau wird für jeden Quadratmeter Wohnfläche eine Photovoltaik-Anlage mit einer Leistung von 60 W_p zum Ausgleich der verursacherbedingten Emissionen benötigt. Umgerechnet entspricht das einer Fläche von ca. 0,3 Quadratmeter. Ähnlich wie im gewerblichen Bereich sollten auch für private Investition steuerliche Anreize geschaffen werden, um den Ausbau zu beschleunigen.

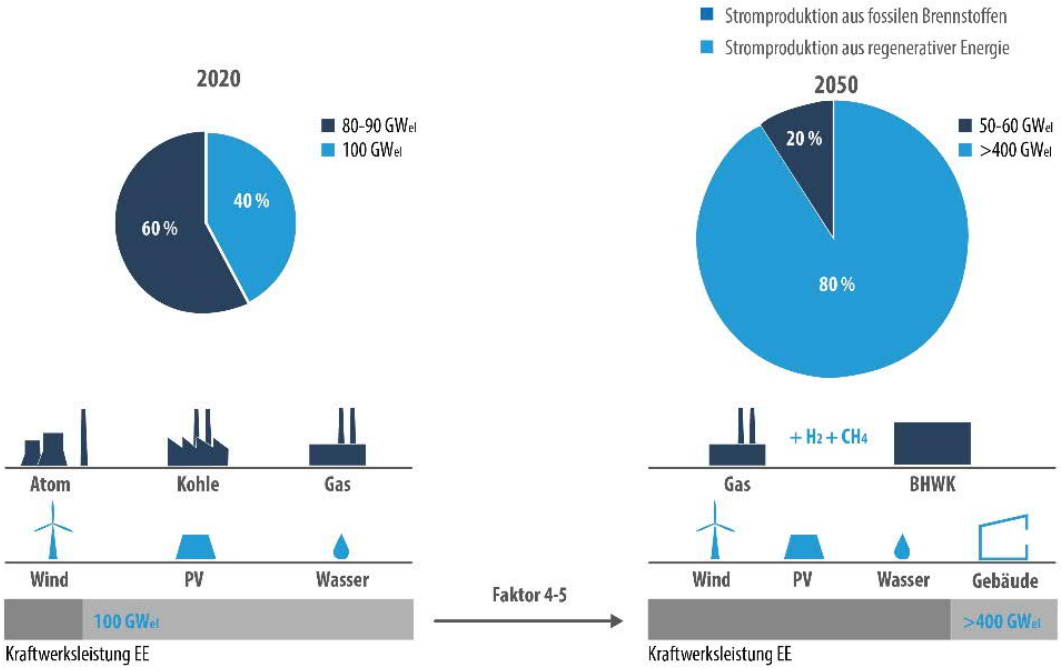


Abbildung 1.2 Strom-Mix in Deutschlang im Vergleich von 2020 zu 2050: Zunahme der Anteile aus erneuerbaren Energien um den Faktor 5

Die Energiewende und das Erreichen der Klimaschutzziele erfordern einen massiven Ausbau der PV- und Windkraft-Anlagen. Im Minimum muss die installierte Leistung um den Faktor 5, und zwar von rund 100 GW_{el} 2020 auf mehr als 500 GW_{el} im Jahr 2050 steigen (Abbildung 1.2).

Der schleppende Ausbau der zurückliegenden Jahre muss überwunden werden. Notwendig ist eine Zubaurate von PV-Anlagen von 8 bis 10 GW_{el} pro Jahr, um die gesetzten Ziele der Dekarbonisierung des Stromnetzes bis 2045 zu erreichen (inkl. der Berücksichtigung des zunehmenden Nettostrombedarfs). Mit einem Potential auf den Dachflächen von Neubauten im Wohn- und Nichtwohngebäudebereich mit etwa 1 bis 1,5 GW_{el} und auf Bestandsgebäuden mit etwa 3 bis 3,5 GW_{el} wird deutlich, dass ein erheblicher Teil durch Freiflächenanlagen bereitzustellen ist (Abbildung 1.3).

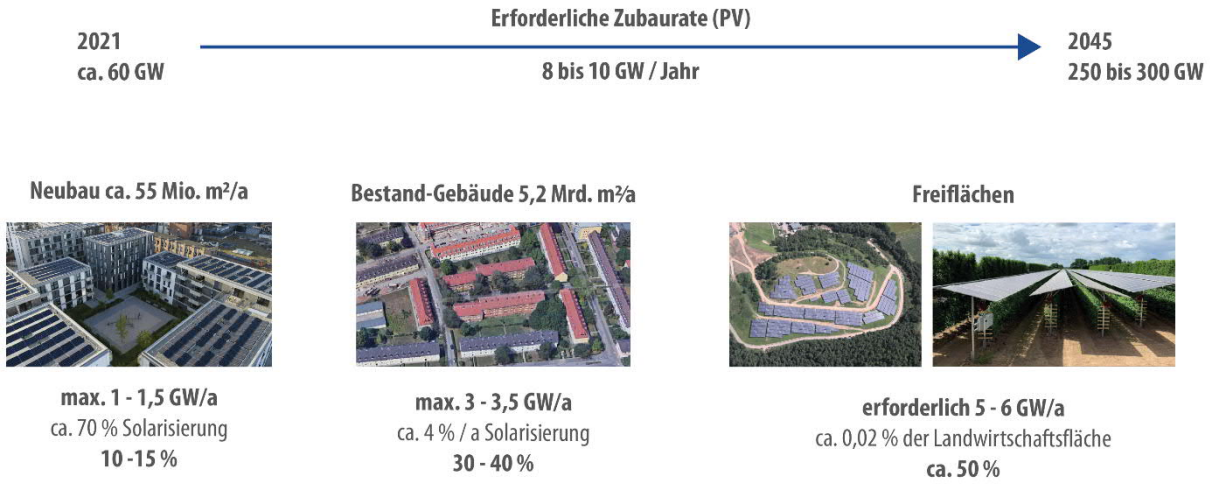


Abbildung 1.3 Erforderliche jährliche Zubaurate PV-Anlagen bis 2045 – Potential Gebäude-Dachflächen

2. Vereinfachung und Umstellung der Regularien

Die auf europäischer und nationaler Ebene vorhandene heterogene Gesetzeslage im Gebäude- und Energieversorgungs-Sektor bedarf einer Harmonisierung und grundlegenden Vereinfachung. Die gesamte Regulatorik muss stringent von Primärenergiebedarf auf THG-Emissionen umgestellt und vereinfacht werden. Dies gilt u.a. für die geplante Novellierung des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) im Jahr 2022 – verbunden mit der Einführung einer validierten Bewertungsmethode. Diese muss zwingend für eine Vereinfachung und Reduzierung der Verordnungen genutzt werden. Grundlage für die Bestimmung der Ziele des Gebäudesektors ist eine Bilanzierung nach dem Verursacherprinzip (siehe ZIA-Positionspapier). Nur wenn THG-Emissionen für den Energiebedarf im Gebäude sowie perspektivisch auch für den Materialaufwand in der Herstellung und Sanierung dem Gebäude zugerechnet werden, kann der Gebäudesektor seinen Teil der Verantwortung zur Erreichung der Klimaziele übernehmen und zielführende Strategien entwickeln. Zur Erreichung der wirtschaftlichen Effizienzpotentiale sind die im Neubau geltenden Mindestanforderungen für die Gebäudehülle beizubehalten. Ein verschärftes Ordnungsrecht ist nicht notwendig.

Erläuterung

Betrachtet man Abbildung 2.1, so hat der interessierte Leser mehr als 3.000 Seiten Regularien zum Klimaschutz zu bewältigen, die für den Gebäudebereich relevant sind. Diese Zahl versteht sich ohne die zugehörigen technischen oder sonstigen Anhänge (allein der Technische Anhang des finalen Berichts zur Taxonomie der EU umfasst beispielsweise über 590 Seiten). Selbst durch das Gebäudeenergiegesetz (GEG), welches im Grunde genommen drei gültige Regelwerke vereint, fand keine nennenswerte Vereinfachung statt. Die Menge und Komplexität, der im Gebäudesektor zu berücksichtigenden Regularien nehmen stetig zu und sind selbst für Experten kaum noch zu handhaben. Eine Vereinfachung der Regularien ist deshalb dringend geboten. In diesem Zuge ist auch die Umstellung von dem seit den 1990er Jahren etablierten Indikator Primärenergiebedarf hin zur konsequenten Bewertung und Verwendung der Treibhausgas-Emissionen durchzuführen.

Die meisten Regularien im Gebäudesektor definieren Zielwerte nach dem **Quellprinzip**. Die Immobilienbranche bilanziert Verbräuche und THG-Emissionen jedoch auf Grundlage des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) und im Bewusstsein ihrer gesellschaftlichen Verantwortung nach dem **Verursacherprinzip**. Bis auf die Energieeffizienzstrategie Gebäude gibt es keine Veröffentlichung, die für den Gebäudesektor THG-Emissionsziele nach dem Verursacherprinzip vorgibt. Die Energieeffizienzstrategie Gebäude definiert zwar Zielwerte für die THG-Emissionen für den Gebäudesektor, überträgt diese jedoch nicht auf spezifische nutzflächenbezogene Zielwerte.

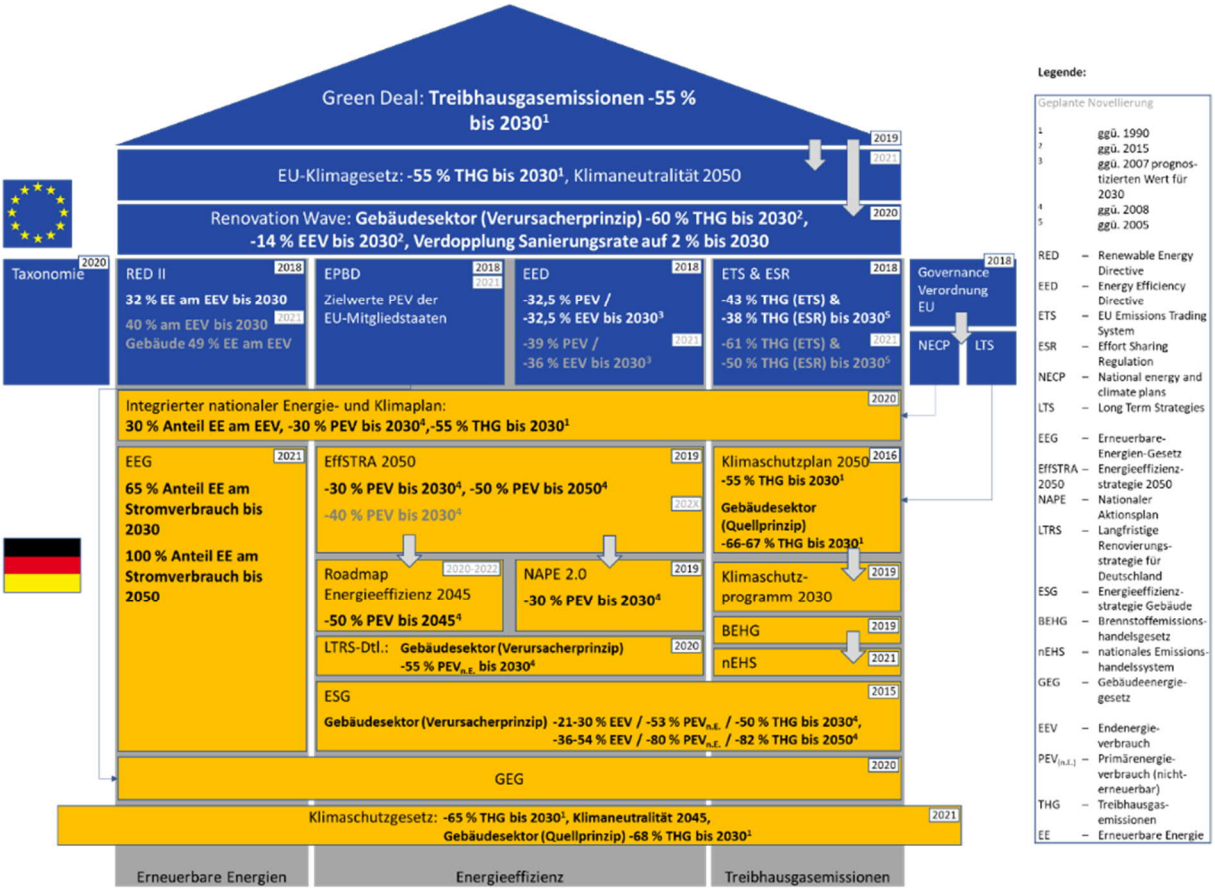


Abbildung 2.1 Politisches Haus des Klimaschutzes [4]

Tabelle 2.1 Gebäudesektor bezogene Zielvorgaben nach Energieeffizienzstrategie Gebäude und KSG (2021) [4]

Jahr	Endenergieverbrauch Verursacherprinzip [PJ]	Primärenergieverbrauch nicht erneuerbarer Verursacherprinzip [PJ]	THG-Emissionen Verursacherprinzip [Mio. t CO_2-äq]	THG-Emissionen Quellprinzip [Mio. t CO_2-äq]
2030	< 2.453 - 2.757 und 24-32 % Anteil erneuerbarer Energien	< 1.997 - 2.008	< 152 - 153	< 67
2040	< 1.966 - 2.465 und 30–43 % Anteil erneuerbarer Energien	< 1.299 -1.309	☒ k.A.	☒ k.A.
2050 / 2045	< 1.597 - 2.243 und 34-50 % Anteil erneuerbarer Energien	< 827 - 840	< 55 - 57 und „nahezu klimaneutraler Gebäudebestand“	„Netto-Treibhausgas-neutralität!“
	Wohngebäude 74 - 104 kWh/(m²a) Nichtwohngebäude 100 - 139 kWh/(m²a)	Wohngebäude ~40 kWh/(m²a) Nichtwohngebäude ~52 kWh/(m²a)	?	?

Tabelle 2.1 zeigt eine Übersicht der derzeit gültigen Forderungen. Es bleibt anzumerken, dass sämtliche Zielwerte nach dem Verursacherprinzip von 2015 sind (ersten drei Spalten in Tabelle 2.1). Sie entsprechen nicht mehr den aktuellen Anforderungen aus dem Green Deal (2019) und dem aktualisierten Klimaschutzgesetz von 2021, dessen Anforderungen an den Gebäudesektor sich in der vierten Spalte von Tabelle 2.1 wiederfinden (es bleibt anzumerken, dass es keine speziellen Zielwerte für den Gebäudesektor für die Jahre nach 2030 im aktualisierten Klimaschutzgesetz von 2021 gibt).

Bis dato findet das Übertragen nationaler Gesamtziele für THG-Emissionen auf den Gebäudesektor und ferner auf Einzelgebäudeebene nicht statt (Tabelle 2.1). Mit der aktuellen Regulatorik, die den Fokus nicht auf die für den Klimaschutz maßgebenden THG-Emissionen legt, ist eine zielführende Ausrichtung von Maßnahmen durch private oder gewerbliche Immobilieneigentümer zum Einhalten der Pariser Klimaschutzziele nicht erreichbar. Abbildung 2.2 zeigt am Beispiel eines Energieausweises für Wohngebäude, dass für die derzeit noch optional nach dem GEG zu bestimmenden THG-Emissionen (wenn eine Bilanz nach § 103 „Innovationsklausel“ des GEG erfolgt) auf Gebäudeebene lediglich einen freien Kasten im oberen rechten Ausweisbereich vorgesehen ist. Dies verdeutlicht den geringen Stellenwert der gebäudespezifischen THG-Emissionen in der aktuellen Regulatorik, die von Akteuren der Immobilienwirtschaft jedoch zwingend beachtet und umgesetzt werden muss. Ohne das Übertragen der Sektorenziele bezogen auf die THG-Emissionen nach dem Verursacherprinzip auf spezifische Quadratmeter (Nutzfläche nach GEG) und die Anpassung der gesamten Regulatorik des Gebäudesektors darauf, ist ein sicheres und klimaschutzkonformes Handeln nicht möglich. Die Umstellung auf THG-Emissionen verbunden mit der Beibehaltung der Gebäudehüllenstandards würde eine massive und technologieoffene Vereinfachung verbunden mit einem Innovationsschub ermöglichen.

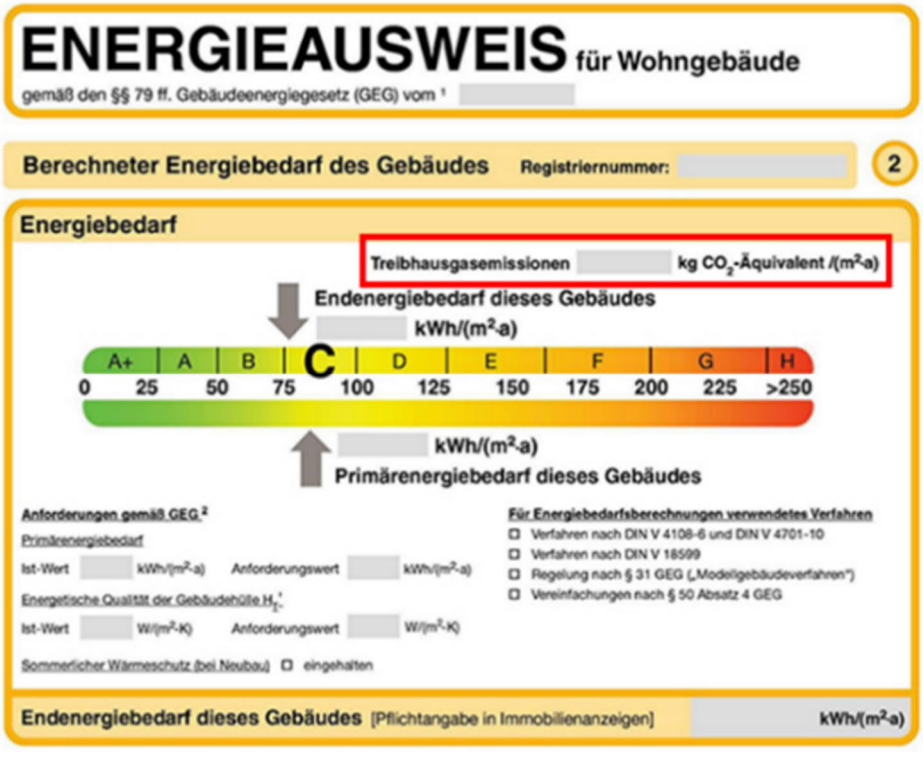


Abbildung 2.2 Ausschnitt aus Muster eines Energieausweises für Wohngebäude [5]

3. Sanierung im Fokus

Der Fokus zur Reduzierung der THG-Emissionen liegt in der Sanierung des Bestands. Das umfasst die integrale Planung zur Reduzierung der Energieverbräuche und Nutzung Erneuerbarer Energie unter wirtschaftlicher Optimierung (geringste CO_2-Vermeidungskosten). Dabei ist die zu erwartende Effizienzsteigerung der Gebäudetechnik sowie die weitere Dekarbonisierung der Strom- und Wärmenetze zu berücksichtigen. Materialeinsatz und Ressourceneffizienz machen deutlich, dass Abriss und Neubau bis zum Faktor 5 über den grauen THG-Emissionen für eine Sanierung liegen. Dies gilt solange die Materialien und Bauprodukte wie Beton, Stahl, Glas, PV-Module, Batterien, etc. insbesondere bei der Herstellung hohe CO_2-Emissionen verursachen. Nach dem Quellprinzip werden diese bei den Sektoren Industrie und Energiewirtschaft bilanziert. Mit der Bundesförderung Effiziente Gebäude (BEG) kann kurzfristig durch Konkretisierung und Schärfung eine Steuerungswirkung wahrgenommen werden. Die für eine erfolgreiche Umsetzung erforderlichen, langfristig ausgerichteten Energieversorgungskonzepte sollten als förderfähige Maßnahme etabliert werden.

Erläuterung

Der Ressourcenverbrauch im Bauwesen ist erheblich. Die Errichtung von Gebäuden verursacht rund 20 Prozent der nationalen, gebäudebezogenen THG-Emissionen, bilanziert nach dem Verursacherprinzip. Ebenso ist der Gebäudebereich mit rund 63 Prozent des bundesweiten Netto-Müllaufkommens [6] verantwortlich für wenig nachhaltige Prozesse. Durch die Sanierung der Gebäudebestände und die Sicherung einer weiteren Nutzung lassen sich gegenüber dem Neubau etwa 80 Prozent der THG Emissionen vermeiden (Abbildung 3.1).

Abbildung 3.1 Vergleich der grauen TGH-Emissionen für den Bau eines dreigeschossigen Mehrfamilienhauses im Vergleich zu einer ganzheitlichen Sanierung (KG 300 und 400)

Mit einer gezielt auf den Erhalt und die Weiterentwicklung von Bausubstanz ausgerichteten Förderung kann der Materialeinsatz verringert und die Ressourceneffizienz in erheblichem Umfang gesteigert werden. Zusätzlich bietet sich die Chance identitätsstiftende, urbane Situationen aufzuwerten und zu verbessern. Die Förderung von Neubauten ist aus sozialpolitischen Gründen und höherer Investitionskosten durch politisch geforderte Energiestandards weiterhin ein wichtiges Ziel der nächsten Bundesregierung. Aus Klimaschutzperspektive sind die Klimaschutzziele aber über den Bestand zu erreichen, da hier der größte Hebel liegt.

Bei Betrachtung der THG-Emissionen im Neubaubereich wird deutlich, dass mit einer Dimension von rund 44 Millionen Tonnen pro Jahr nahezu das gesamte Potential der jährlichen Einsparungen durch Betriebsoptimierungen, den Ausbau Erneuerbarer Energien oder Reduzierung des Verbrauchs im negativen Sinne kompensiert wird. Mit einer stärkeren Fokussierung auf die Sanierung der Bestände reduziert sich der Anteil erheblich (Abbildung 3.2).

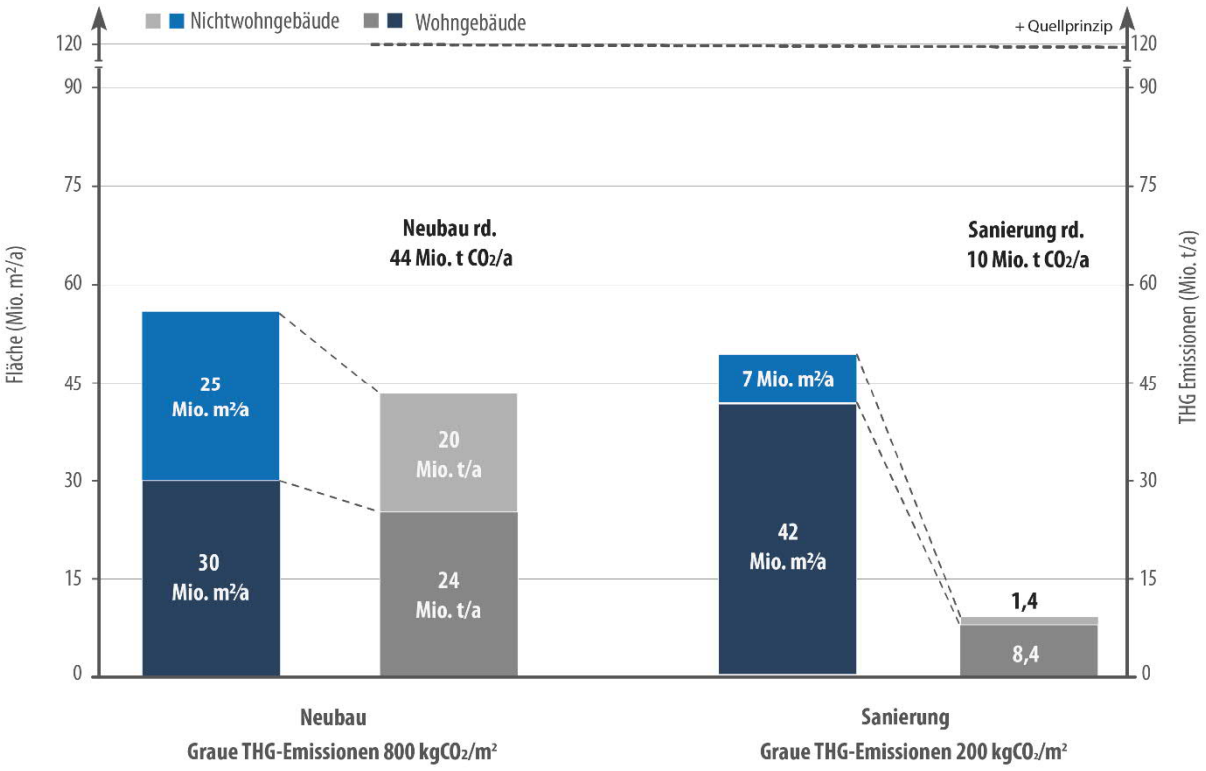


Abbildung 3.2 Graue THG-Emissionen im Gebäude-Sektor, Vergleich von Neubau und Sanierung

Die seit Juli 2021 geltende Bundesförderung Effiziente Gebäude (BEG) muss kurzfristig konkretisiert und geschärft werden. U.a. sollten langfristig ausgerichtete Energieversorgungskonzepte als förderfähige Maßnahme etabliert werden, um eine erfolgreiche Entwicklung der Gebäudebestände darstellen und die Potentiale ausweisen zu können. Der Förderreport 2021 der KfW [7] gibt für das erste Halbjahr 2021 ca. 150.000 geförderte, energieeffiziente Neubauten oder Neubaueinheiten an, während Sanierungen mit knapp 99.000 geförderten Projekten in Form von Einzel- sowie systemischen Maßnahmen bei etwa zwei Drittel der Projekte liegen.

Abbildung 3.3 zeigt bezogen auf Wohngebäude die Entwicklung des jährlichen Investitionsvolumens der KfW, für die Jahre 2018 bis 2020. Hierbei handelt es sich um die Summe aus den gewährten Zuschüssen und der Summe aus den erteilten Darlehen. Im Gegensatz zu 2018 hat sich das Investitionsvolumen im Jahr 2020 mehr als verdoppelt. Rund 80 Prozent der Mittel, von den 26,5 Mrd. €, sind dabei in die Förderung von Neubauten geflossen (Abbildung 3.3).

Im ersten Halbjahr 2021 setzt sich dieser Trend fort. Trotz der erheblichen Tilgungszuschüsse erreicht das Fördervolumen der Sanierung mit 3,2 Mrd. € wieder nur etwa ein Fünftel der Neubauförderung mit knapp 16 Mrd. € [7] (Abbildung 3.3). Da sich durch den Neubau nahezu keine THG-Emissionen vermeiden lassen, muss die Fokussierung und die Stärkung der Aktivitäten auf der Sanierung der Gebäudebestände liegen.

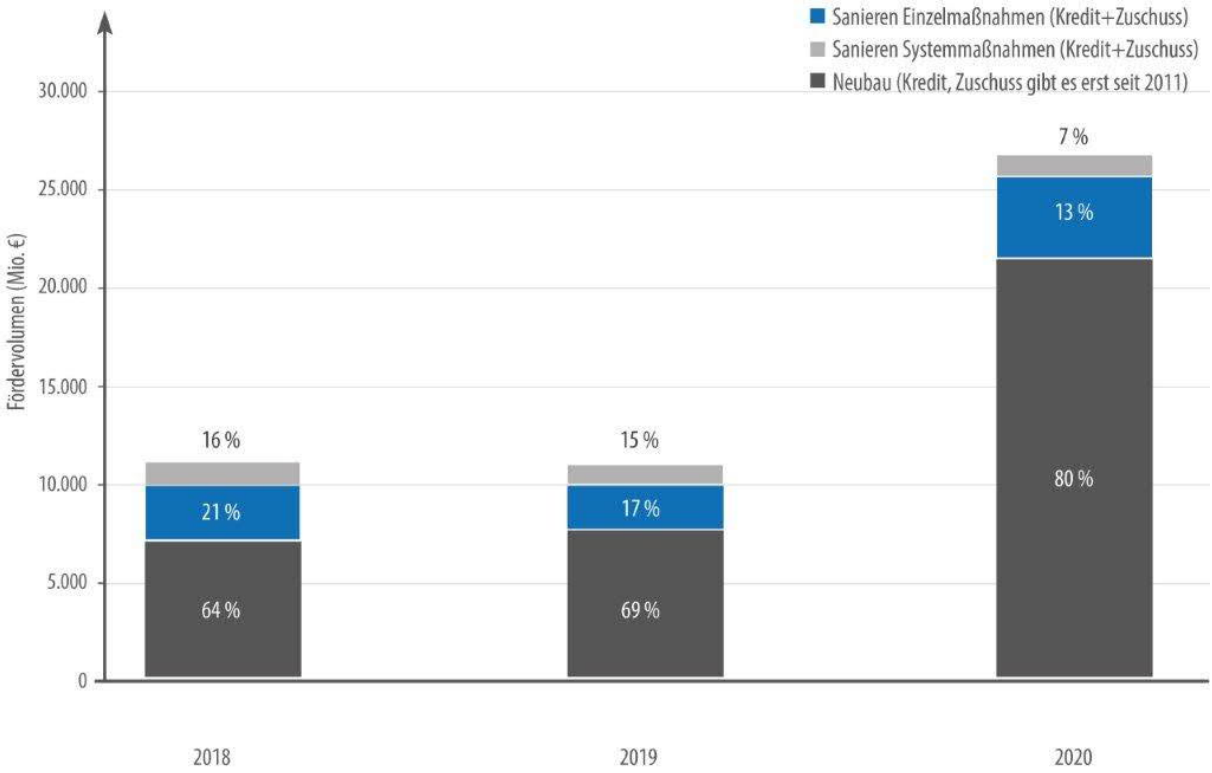


Abbildung 3.3 Entwicklung des jährlichen Investitionsvolumens für Effizienzhäuser (systemische Maßnahmen) bei Sanierung und Neubau sowie Einzelmaßnahmen bei der Sanierung ([4] mit Daten aus [8–10])

Bei der Errichtung eines unterkellerten, dreigeschossigen Mehrfamilienhauses in Massivbauweise entstehen THG-Emissionen bei den Sektoren Industrie, Energie- und Bauwirtschaft in Höhe von rd. 800 bis 900 kg CO_2 pro Quadratmeter, (Abbildung 3.1 und Abbildung 3.4). Die THG-Emissionen können auf Grundlage des Verursacher-Prinzips durch eine maximale Solarisierung über die Betriebsphase zwar reduziert werden, aber selbst bis 2050 wird keine Klimaneutralität (CO_2-Null) erreicht. Der asymptotische Verlauf der CO_2-Reduktion ist durch die weitere Dekarbonisierung des Netzstroms in der Zukunft bedingt.

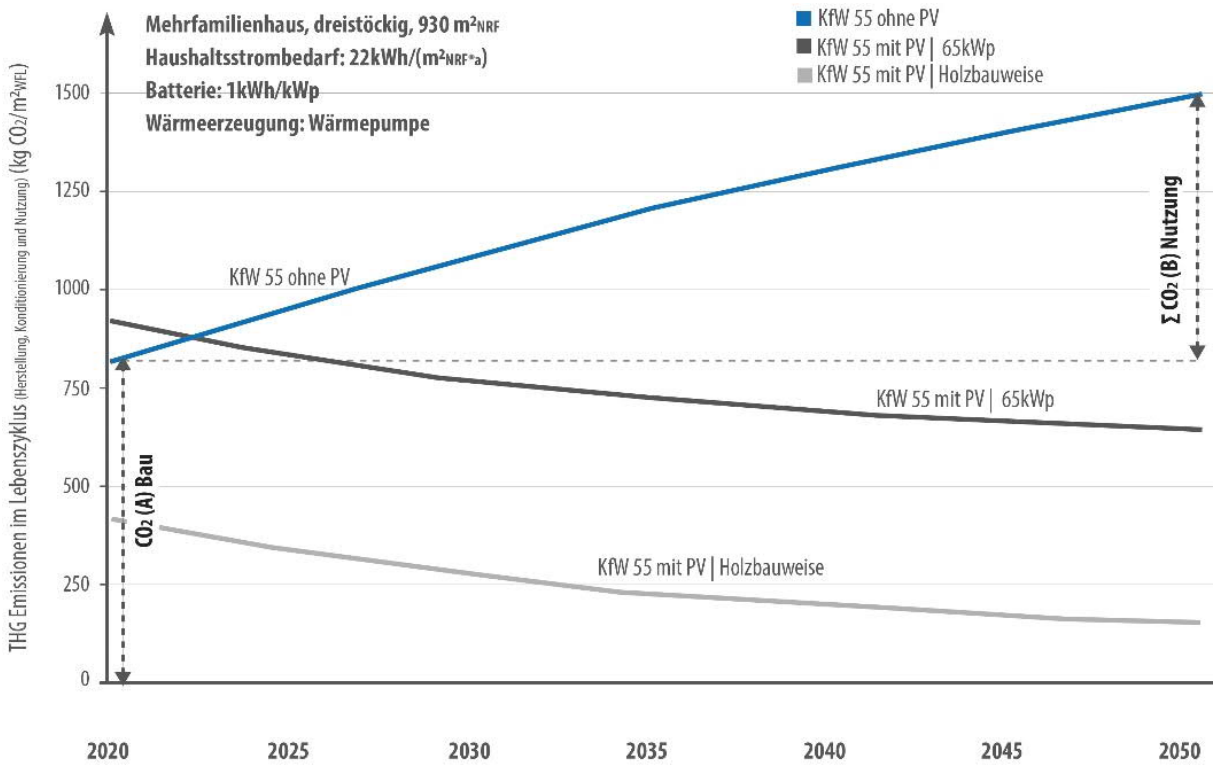


Abbildung 3.4 CO_2-Emissionen über den Lebenszyklus eines Mehrfamilien-Hauses nach dem Verursacherprinzip

Neubauten sind erforderlich, können aber mit den heute verfügbaren Materialien und ohne eine strukturierte Kreislaufwirtschaft selbst als Holzbau keinen positiven Beitrag zu den Klimaschutzzielen leisten (Abbildung 3.4). Trotzdem ist der Trend zum Baustoff Holz, insbesondere durch die gesetzten Klimaschutzziele vorhanden: Anteil bei Ein- und Zweifamilien-Häusern 23 Prozent, im Fertigteilbau dominiert Holz mit 88 Prozent (Jahr 2020).

4. Fahrpläne für die Sanierung

Die Erstellung von Sanierungsfahrplänen für die Immobilienwirtschaft kann unterstützen, die Ziele mit konkreten Zeitfenstern zu versehen. Hierzu sind gesetzliche Rahmenbedingungen zu schaffen, damit diese Sanierungsfahrpläne vergleichbar und verifizierbar sind. Die Erstellung von Sanierungsfahrplänen wird als Teil der Energieausweise empfohlen, um Transparenz über die notwendigen energetischen Sanierungsmaßnahmen aufzuzeigen. Grundlage für diese Sanierungsfahrpläne sind die Festlegung von verbindlichen THG-Emissionsfaktoren der künftigen Energieversorgung (u.a. Strom, Fernwärme), die Definition der Bilanzierungsgrenzen sowie die Festlegung der Preise für CO_2 (vgl. These 8).

Für die Sanierung ganzer Immobilienbestände in Form von Quartieren oder Portfolios sind einheitliche Datenbanken, in denen die ökologischen und ökonomischen Informationen aus den Sanierungsfahrplänen gespeichert und regelmäßig aktualisiert werden, ein wirksames Instrument zur Steuerung der Erreichung der Klimaziele des Gebäudesektors (vgl. These 12).

Erläuterung

Die Klimaschutzziele im Gebäudesektor erfordern eine ganzheitliche Transformation der energetischen Gebäudeperformance und der Wärmeerzeugungssysteme im Bestand. Sanierungsfahrpläne zeigen konkret auf, mit welchen technischen und baulichen Maßnahmen sowie den zugehörigen Kosten eine optimierte Energieverbrauchs- und Emissionsreduzierung in der einzelnen Immobilie bzw. eines Gebäudeportfolios erreicht werden kann. Sie bilden eine belastbare Informationsgrundlage, um Entscheidungen für Umsetzungsmaßnahmen treffen zu können und damit eine Planungssicherheit für Immobilienbesitzer zu schaffen. Von Sanierungsfahrplänen profitieren sowohl Eigentümer einzelner Gebäude als auch Halter größerer Immobilienbestände. Die Daten aus diesen Sanierungsfahrplänen können bei Aggregierung in einer Datenbank eine wichtige Grundlage für die Klimastrategie der Politik sein (vgl. These 12).

Sanierungsfahrpläne sind ein anerkanntes und in Teilen bereits rechtlich verankertes Werkzeug (§9 EWärmeG BW) für das Anstoßen emissionsmindernder Maßnahmen. So wird beispielsweise im Gebäudeenergiegesetz (GEG) in § 84 der Energieausweisersteller zur Angabe von Modernisierungsempfehlungen zur Verbesserung der Energieeffizienz verpflichtet. Auch an anderen Stellen spielen Sanierungsfahrpläne eine wesentliche Rolle, wie zum Beispiel der individuelle Sanierungsfahrplan (iSFP) für Wohngebäude, der auch im BEG Berücksichtigung findet.

Sanierungsfahrpläne für Gebäude bestehen in der Regel aus einer Bewertung des Ist-Zustands nach einem ersten Beratungsgespräch und einer Datenaufnahme vor Ort. Darauf aufbauend werden Sanierungsvorschläge ermittelt und in einen Sanierungsfahrplan überführt. Dieser wird abschließend in einem Bericht dokumentiert und dem Eigentümer für die weitere Entscheidungsfindung erläutert.

Bisher werden jedoch rechtlich keine einheitlichen Anforderungen an den Rahmen zur Erstellung von Sanierungsfahrplänen gestellt. Dadurch ist die Vergleichbarkeit von Sanierungsfahrplänen nicht gegeben.

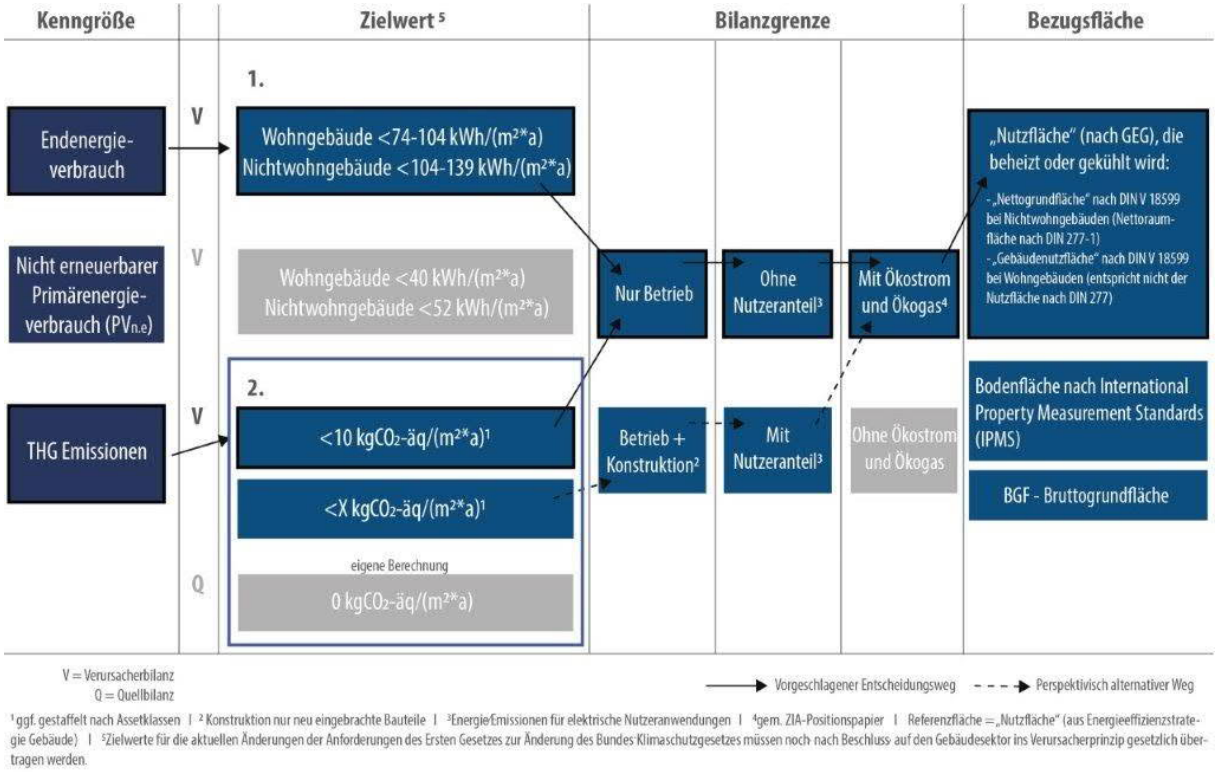


Abbildung 4.1 Lösungsvorschlag für das Konzept zur Entwicklung von Sanierungsfahrplänen mit Zielwerten für 2045 [11]

Neben einheitlichen Zielwerten und Bezugsflächen ist die Definition der Bilanzgrenze ein entscheidender Faktor. Das ZIA-Positionspapier „Bilanzierungsgrenzen und Key Performance Indicators (KPIs) für Sanierungsfahrpläne" [11] (siehe Abbildung 4.1) als auch das DGNB-Rahmenwerk für klimaneutrale Gebäude und Standorte [12] zeigen Lösungsvorschläge für das Konzept zur Entwicklung von Sanierungsfahrplänen mit Zielwerten für 2045. Die Ausrichtung der Key Performance Indikatoren (KPI) auf THG-Emissionen und Endenergieverbrauch wird beiderseits empfohlen. Wesentliche Unterschiede ergeben sich bei der Bilanzgrenze des Betriebs, beim Nutzerstrom oder auch bei der Anrechnung von Ökostrom und Ökogas. Für eine zukünftige Vergleichbarkeit von Sanierungsfahrplänen bedarf es einer klaren Strukturierung und Festlegung der Bilanzgrenze für Wohn- und Nichtwohngebäude. Unter Berücksichtigung des geltenden GEG sollte eine einheitliche Bezugsfläche festgelegt werden.

Eine Verknüpfung der Sanierungsfahrpläne mit dem Energieausweis ist sinnvoll. Insbesondere könnten die Regeln für die Notwendigkeit der Erstellung eines Energieausweises (Neubau, umfassende Sanierung, Verkauf, Vermietung, öffentliche Zugänglichkeit) auch auf die Erstellung der Sanierungsfahrpläne angewendet werden. Grundlage der Sanierungsfahrpläne sollte stets der Energiebedarfsausweis sein. Dieser basiert auf standardisierten Nutzungsprofilen und ermöglicht damit Vergleiche im Gegensatz zum nutzerspezifischen Verbrauchsausweis. Im Energiebedarfsausweis und auch im darauf aufbauenden Sanierungsfahrplan sollten die spezifischen THG-Emissionen in [$kgCO_2$-äq/(m^2·a)] als Anforderungswert ausgewiesen werden. Über die Integration der Label CO_2-A Konstruktion und CO_2-B Betrieb kann sichergestellt werden, dass Umsetzungsmaßnahmen zukünftig auch Graue THG-Emissionen berücksichtigen und die Sanierungsfahrpläne budgetorientiert, technologieoffen und damit zielführend an den Pariser Klimazielen ausgerichtet werden. Ergänzend dazu sollte der spezifische Endenergiebedarf und ggf. im Sinne einer europäischen Konformität auch der nicht-

erneuerbare Primärenergiebedarf aufgeführt werden. Die entsprechenden Kennzahlen sollten jährlich auf realer THG-Emissions- bzw. Verbrauchsbasis im Ausweis ergänzt und fortgeschrieben werden.

Die Methodik zur Erstellung einheitlicher Sanierungsfahrpläne ist für Wohn- und Nichtwohngebäude politisch zu definieren. Dabei müssen auf nationaler Ebene THG-Emissionsfaktoren einzelner Energieträger für zukünftige Jahre festgelegt werden, damit Sanierungsfahrpläne nicht nur bei der Ist-Zustandsbewertung und in der Darstellung, sondern auch in den zugrundeliegenden Berechnungen für zukünftige Zustände vereinheitlicht werden. Zusätzlich sind CO_2-Preise beziehungsweise CO_2-Preis-Szenarien für die Jahre bis 2045 festzulegen, um den Beratern und Planern Berechnungssicherheit für Wirtschaftlichkeitsanalysen zu ermöglichen.

Über die Betrachtung von Einzelgebäuden hinaus können auch Sanierungsfahrpläne für Quartiere und Portfolios Ziele in einem größeren Maßstab adressieren (siehe Abbildung 4.2). Besonders zielführend sind hierbei Betrachtungen über Gebäudegrenzen hinaus, womit es möglich wird, Interdependenzen zwischen den einzelnen Immobilien in den Maßnahmen optimal zu berücksichtigen. Auch dazu sind Rahmenbedingungen politisch vorzugeben.

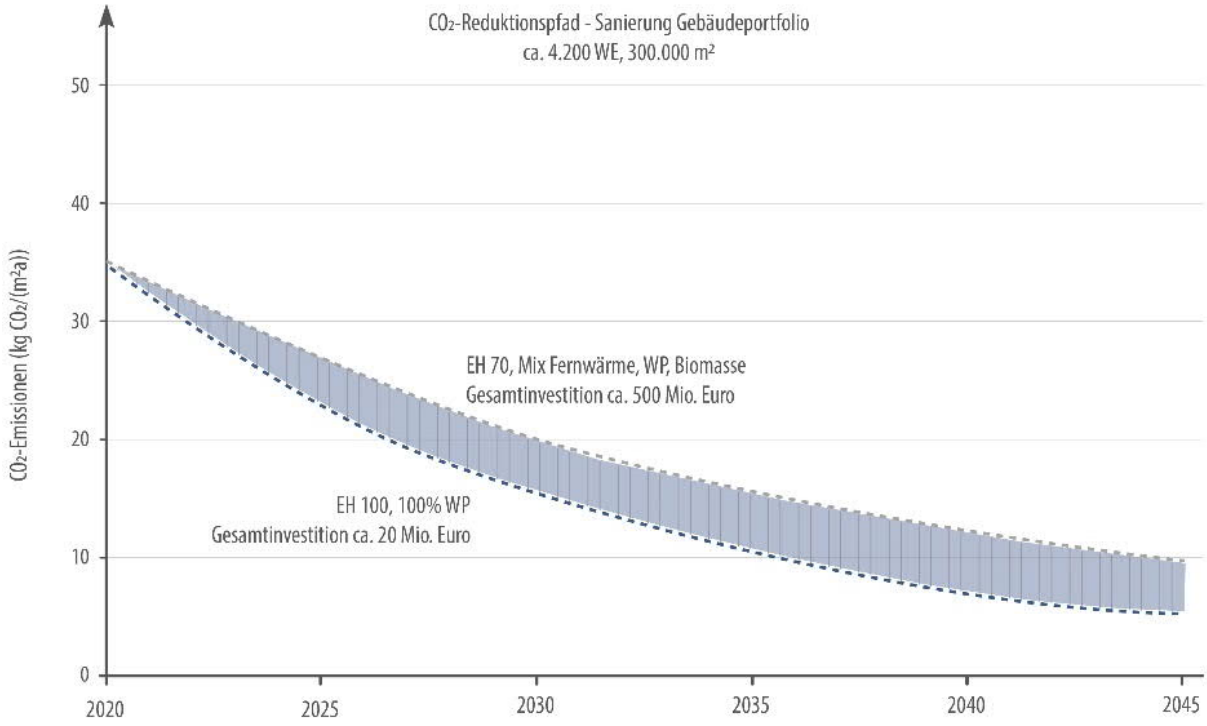


Abbildung 4.2 Reduktionspfad zur Klimaneutralität – Szenarien für ein Wohngebäude-Portfolio

5. Die Anforderung an die Gebäudehülle nicht weiter verschärfen

Das Potential zur weiteren Verbesserung der Gebäudehülle ist ausgereizt. Noch mehr Dämmung, als das geltende GEG im Kontext der Referenzgebäude fordert, führt nur noch zu geringen (theoretischen) Einsparungen des Heizwärmebedarfs und aufgrund des Ressourcenaufwands zu erhöhten THG-Emissionen. Deshalb sollte es keine weitere Verschärfung der Anforderungen an die Gebäudehülle für den Neubau geben.

Erläuterung

Der bauliche Wärmeschutz steht in der öffentlichen Diskussion häufig im Mittelpunkt, wenn es darum geht, die Energieeffizienz von Gebäuden zu steigern. Dabei sind die Potentiale durch die kontinuierliche Anhebung der Anforderungsniveaus in den letzten Jahrzehnten weitgehend erschöpft und i.d.R. nur noch rechnerisch zu erzielen. Ganzheitlich betrachtet steigen die THG-Emissionen sogar aufgrund des erhöhten Ressourcenaufwands. Eine weitere Verschärfung bei Neubauten, sowohl bei Wohn- wie bei Nichtwohngebäuden, über das aktuell gültige Niveau des GEG hinaus ist daher weder energetisch noch wirtschaftlich bzw. ökologisch zielführend.

Mit einer gesetzlichen Absenkung des Anforderungsniveaus von Effizienzhaus 55 auf 40 und einer Wärmeversorgung zu 100 Prozent durch Wärmepumpe ließen sich die äquivalenten THG-Emissionen pro Quadratmeter Gebäudenutzfläche um lediglich ca. 1 (NWG) bis 2,5 kg (WG) reduzieren (Abbildung 5.1). Im Vergleich der Jahre 2021 und 2045 wird deutlich, dass die Dekarbonisierung des Netzstroms der entscheidende Faktor für die Erreichung der Klimaschutzziele ist und nicht eine Verschärfung der Vorgaben zum baulichen Wärmeschutz.

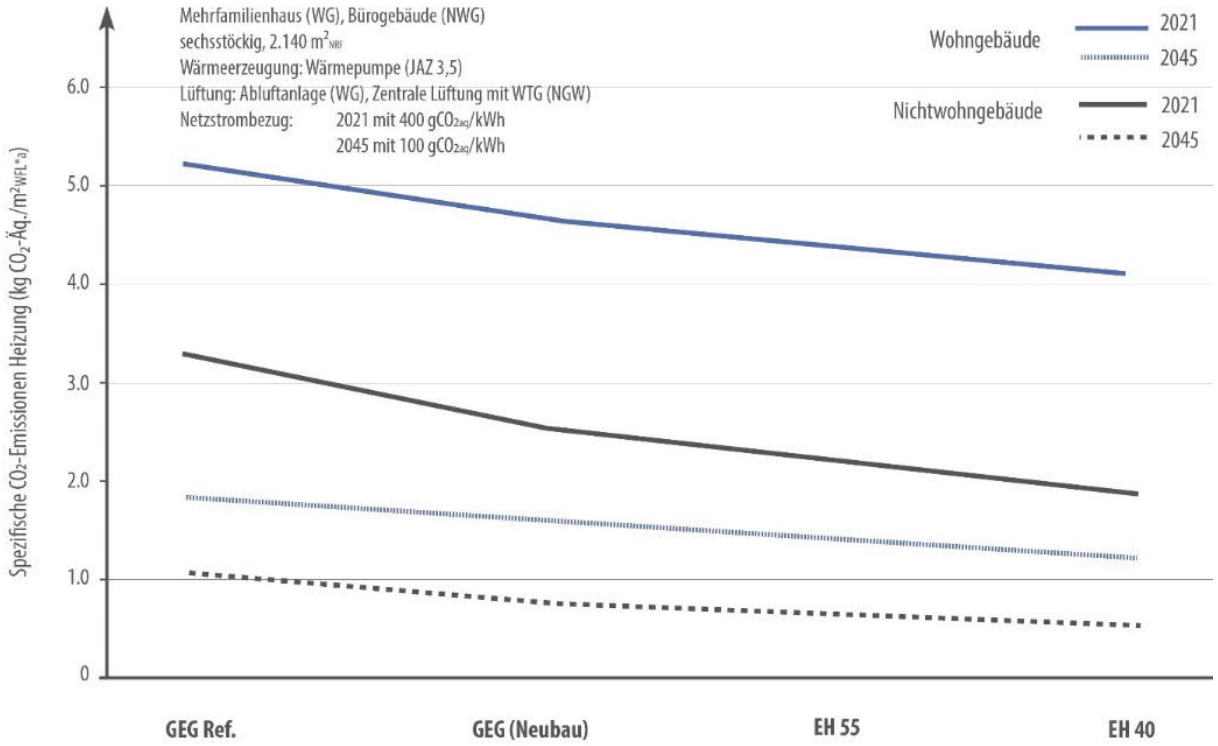


Abbildung 5.1 Flächenbezogene THG-Reduzierung für Neubauten unterschiedlicher Energie-Standards

Skaliert auf das Jahr 2030 und einen unterstellten Zubau von ca. 25 Mio. Quadratmeter bei Nichtwohngebäuden und etwa 30 Mio. Quadratmeter bei Wohngebäuden nehmen die THG-Emissionen für den Heizwärmebedarf um rd. 4 Mio. Tonnen pro Jahr zu. Den Berechnungen ist der GEG-Mindeststandard beim baulichen Wärmeschutz für alle Gebäude zugrunde gelegt und eine Versorgungsstruktur, die je zur Hälfte den Bedarf durch Gaskessel bzw. elektrische Wärmepumpe deckt, siehe Abbildung 5.2. Ein rechnerisches Einsparpotential von lediglich 0,5 Mio. Tonnen CO_2 pro Jahr ließe sich erzielen, wenn alle Gebäude als Effizienzhaus 55 statt nach gesetzlichem Standard gebaut werden und weitere 1,0 Mio. Tonnen CO_2 pro Jahr durch die Absenkung auf den Standard „Effizienzhaus 40“. Die Größenordnung ist unbedeutend im Vergleich zu den heutigen THG Emissionen des Gebäudesektors mit 120 Mio. Tonnen, ermittelt nach dem Quellprinzip (Abbildung 5.2).

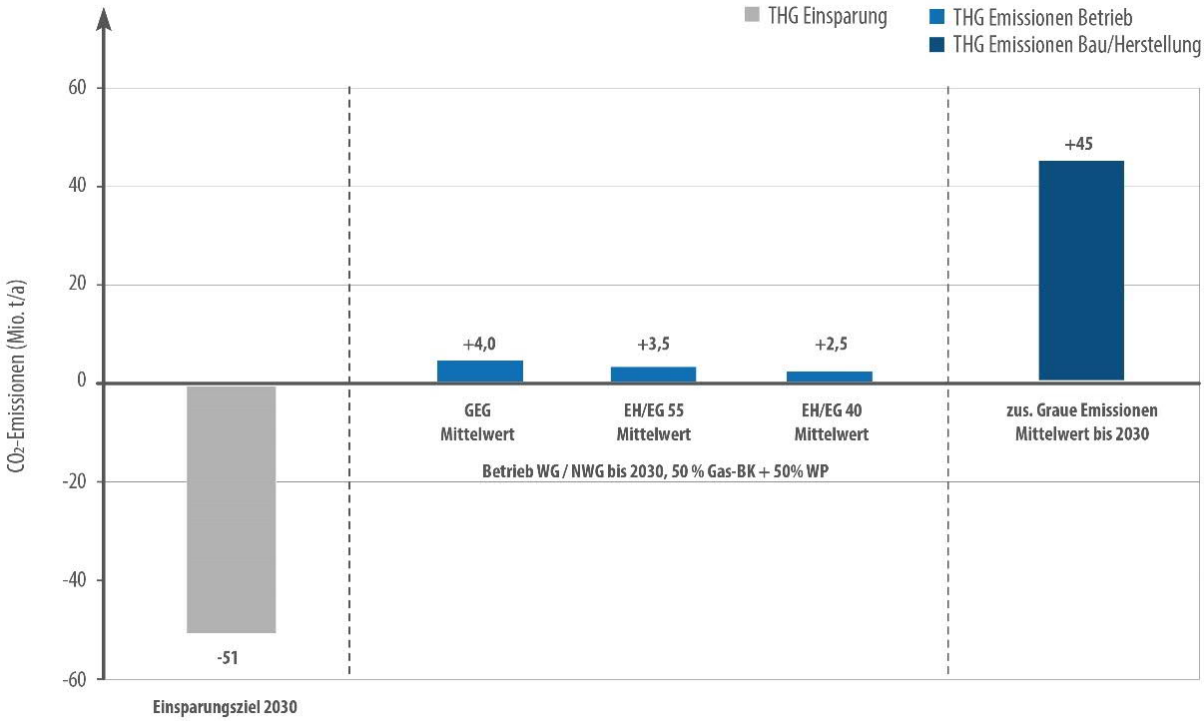


Abbildung 5.2 THG-Emissionen im Gebäudesektor – Reduktionsziel bis 2030 und Zuwachs durch Neubau und Graue Emissionen im Jahr 2030

Vor diesem Hintergrund ist die beabsichtigte Vorgabe des Bundes, die Liegenschaften im Standard Effizienzhaus 40 zu errichten bzw. auf ein ebenfalls hohes Anforderungsniveau zu sanieren, klimapolitisch nicht zielführend und steuerpolitisch fraglich. Die Notwendigkeit zur Umsetzung schnell wirkender Maßnahmen erfordert die Setzung der Prioritäten bei den günstigsten Kosten-Nutzenverhältnissen. Nur mit der Dekarbonisierung der Versorgungsnetze werden die Klimaschutzziele erreichbar sein. In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, dass sich der ökologische Fußabdruck stromversorgter Gebäude automatisch verbessert, je höher der Anteil der Erneuerbaren Energien im Stromnetz ist.

Berücksichtigt man darüber hinaus den zusätzlichen Ressourcenverbrauch durch das Mehr an Material und Rohstoffen, wird deutlich, dass die Diskussionen um eine Verschärfung an den Klimaschutzzielen vorbeigehen.

Auch aus wirtschaftlicher Sicht ist ein überhöhter Dämmstandard in der Regel nicht darstellbar. So führt z.B. der Passivhaus-Standard im Vergleich zum gesetzlich geforderten Niveau nach GEG (Abbildung 5.3), das seit 2016 unverändert gilt, zu höheren jährlichen Jahresgesamtkosten von 10 bis 12 € pro Quadratmeter und Jahr (Abbildung 5.4). Zwar lassen sich unabhängig vom Energiestandard die THG-Emissionen nach dem Verursacher-Prinzip mit den Bilanzbestandteilen Betrieb, Herstellung und Nutzerstrom durch den Holzbau gegenüber einer massiven Bauweise um bis zu zwei Drittel senken, dennoch werden die klimaschädlichen Emissionen zunächst massiv erhöht. Erst durch eine Verteilung auf den Lebenszyklus ist eine Tilgung des ökologischen Fußbadrucks möglich, was aber für den Zeitpunkt der Emissionen und die aktuelle gesamtgesellschaftliche Aufgabe unerheblich ist.

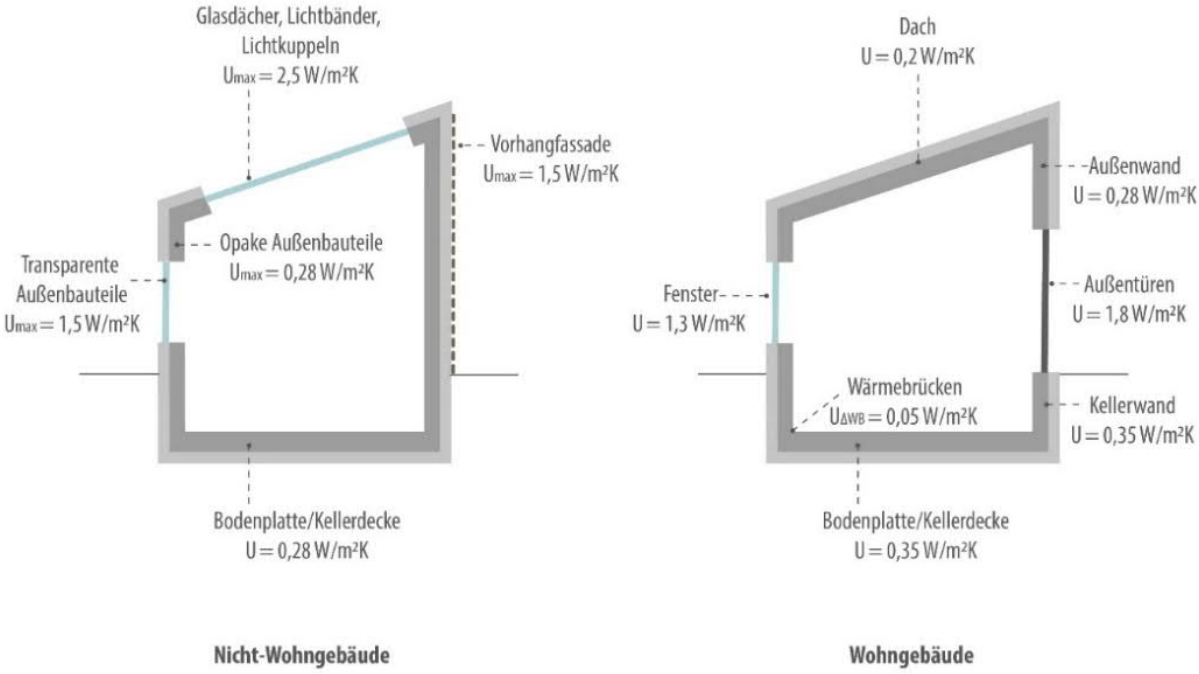


Abbildung 5.3 Anforderungsniveau an die Gebäudehüllen nach Gebäudeenergiegesetz (GEG) 2020

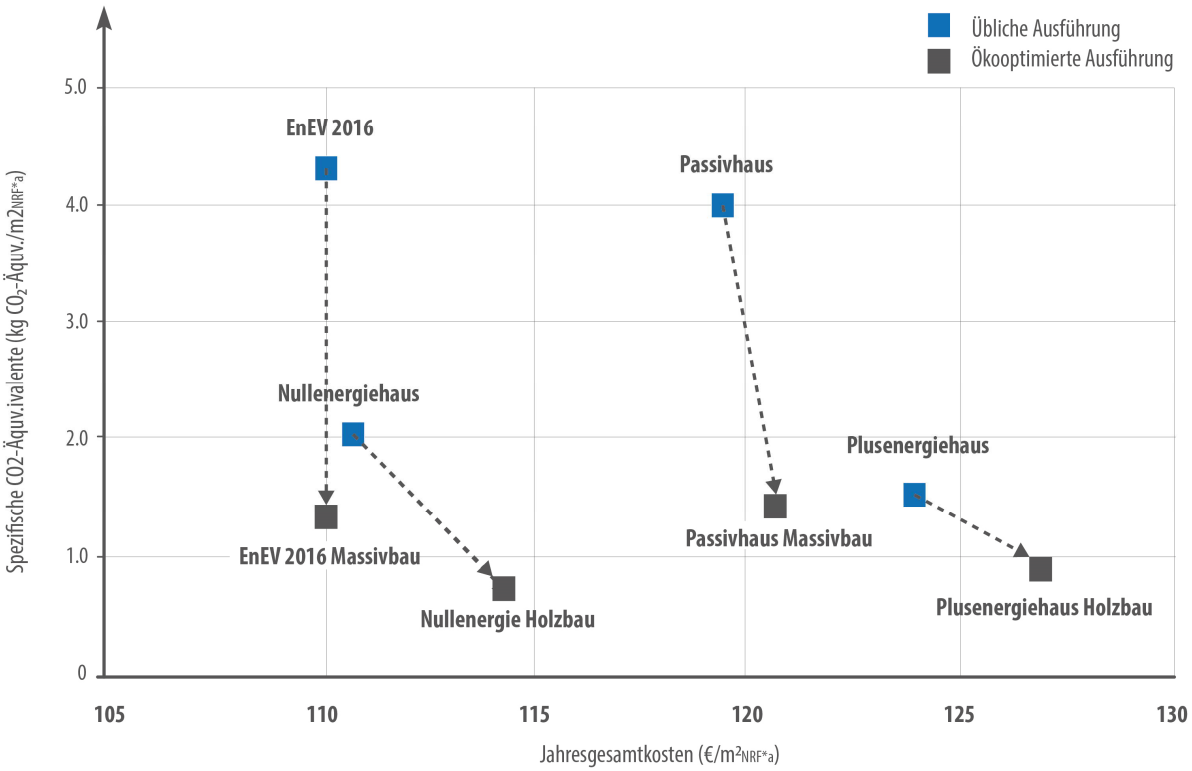


Abbildung 5.4 Jahresgesamtkosten nach VDI 2067 (kapital-, betriebs- und bedarfsgebundene Kosten) und Treibhauspotential verschiedener Energiestandards nach dem Verursacherprinzip inkl. Nutzerstrom

Um mit einfachen und transparenten Vorgaben die Klimaschutzziele für den Neubau dennoch erreichbar werden zu lassen, sollte der aktuelle, gesetzliche Neubaustandard mit einer maximalen Solarisierung der Dachflächen umgesetzt werden. Dabei ist es völlig ausreichend, die Vorgaben auf die THG-Emissionen zu begrenzen. Eine Verschärfung der Anforderungen an den baulichen Wärmeschutz ist insbesondere für Nichtwohngebäude weder klimapolitisch noch vor dem Hintergrund der Ressourceneffizienz zielführend. Die mögliche Einsparung an THG-Emissionen steht in keinem Verhältnis zum wirtschaftlichen und energetischen Aufwand. Eine äquivalente Reduzierung ist durch den ohnehin erforderlichen massiven Ausbau der erneuerbaren Energien schneller und wirksamer umzusetzen. Zusätzlich trägt die Dekarbonisierung der Stromnetze durch (dezentrale) Einspeisung aus regenerativen Quellen dazu bei, die Klimaschutzziele sektorenübergreifend zu erreichen.

Ausreichend ist z.B. eine kontrollierte Abluft zur Gewährleistung lufthygienischer Qualitäten, Lüftungsanlagen mit effizienter Wärmerückgewinnung, wie sie für höhere energetische Standards erforderlich sind, können nutzerabhängig, nicht aber als verpflichtende Komponente eingesetzt werden. Ohne Betrachtung einer Förderung ergeben sich die niedrigsten CO_2-Vermeidungskosten.

6. Dekarbonisierung der Wärmeversorgung

Die Transformation zur klimaneutralen Wärmeversorgung des Gebäudebestands muss beschleunigt werden. Notwendig ist die zeitnahe Verdrängung fossiler Energieträger durch die Umstellung auf strombasierte Wärmeerzeuger, wie z.B. elektrische Wärmepumpen, und der Ausbau sowie die Dekarbonisierung der Fern- bzw. Nahwärmenetze. Jetzt sind politische Weichenstellungen notwendig, um zeitnah ausreichende Strommengen aus Erneuerbaren Energien zu produzieren sowie die erforderliche Infrastruktur zur Verteilung und Speicherung aufzubauen. Hier ist der Quartiersansatz verstärkt zu berücksichtigen. Eine Dekarbonisierung der Infrastrukturen muss parallel erfolgen und fällt in den Verantwortungsbereich der Energiewirtschaft. Wo immer möglich sollten dezentrale Abwärmepotentiale z.B. aus der elektrolytischen Erzeugung von Wasserstoff oder der Nutzung von Überschussstrom aus regenerativen Quellen nach dem Prinzip power-to-heat erschlossen und integriert werden (Kopplung der Sektoren). Hingegen ist Grüner Wasserstoff nicht für die Beheizung von Gebäuden, sondern im ganzheitlichen Kontext der Energiewende zielführender in den Sektoren Industrie und Verkehr einzusetzen.

Erläuterung

Das Ziel einer dekarbonisierten Wärmeversorgung kann im Wesentlichen mit zwei standardisierbaren und vor allem übertragbare Anlagenkonzepten erreicht werden. Neben dem konsequenten Ausbau von Nah- und Fernwärmenetzen ist der Umstieg auf eine strombasierte Wärmebereistellung durch elektrische Wärmepumpen ökologisch und energetisch von hoher Relevanz. Das Konzept Wärmepumpe bietet zusätzlich den Vorteil, durch dezentrale Photovoltaikanlagen den solaren Deckungsanteil zu erhöhen und den Ausbau der erneuerbaren Energien auf Gebäudeebene zu forcieren. Die Studie future:solar [13] aus 2015, die in einem Szenario eine 100 Prozent erneuerbare Versorgung am Beispiel für den Sanierungsfall Mehrfamilienhäuser in der Jahresbilanz berechnet, kommt zu demselben Ergebnis und zeigt, dass neben den ökologischen Kriterien auch der Wirtschaftlichkeitsvergleich zugunsten der Lösungen Fernwärme und Wärmepumpe ausfällt. Noch nicht betrachtet wurde eine Bepreisung der THG-Emissionen. Eine Berücksichtigung würde sich auf beide Varianten bei der durch die Energiewirtschaft eingeleiteten Dekarbonisierung der Netze bis 2030 noch deutlicher auswirken.

Das Beispiel in Abbildung 6.1 zeigt Jahresgesamtkosten und bildet die vollständige, bilanzielle regenerative Deckung inkl. Nutzerstrom ab. Für die Varianten mit Gas erfolgt zur Vergleichbarkeit ein Ausgleich der Emissionen durch Einspeisung von PV-Strom in das öffentliche Netz. Dieser Ausgleichsmechanismus verliert mit Abnahme des THG-Faktors im bundesdeutschen Strommix zunehmend an Wirkung, was zusätzlich gegen den Neu- oder Weiterbetrieb spricht. Diese Kernaussage ist übertragbar auf Nichtwohngebäude und gilt in gleicher Weise für Neubauprojekte. Vor dem Hintergrund der aktuell geführten Debatten ist das Zeitalter fossil betriebener Wärmeerzeuger vorbei. Neben dem für 2026 definierten Ende für Ölkesselanlagen sollte bereits heute der nächste Schritt sein, ein Ausstiegsszenario für Gasgeräte zu konkretisieren. In diesem Kontext sollte auch der Bau leitungsgebundener Infrastruktur zur Gasversorgung von Neubauquartierten zeitnah als Variante ausgeschlossen werden.

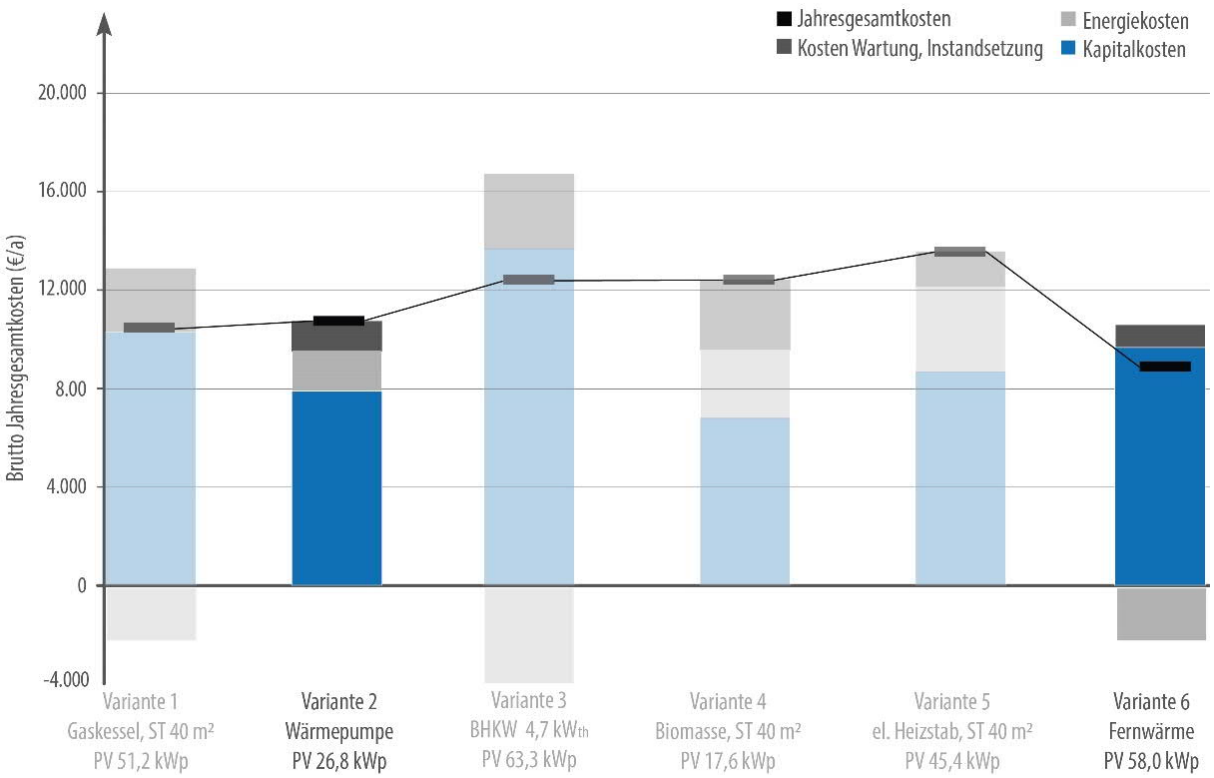


Abbildung 6.1 Jahresgesamtkosten für die Sanierung zum klimaneutralen Mehrfamilienhaus für verschiedene Wärmeversorgungs-Systeme [13]

Als Schlüsseltechnologie wird Wasserstoff für die Energiewende eine entscheidende Rolle spielen. Eine Beibehaltung der bisherigen verbrennungsbasierten Wärmeversorgung bei vollständiger Substituierung von fossilen Energieträgern mit Wasserstoff wäre jedoch aufgrund der Umwandlungsverluste aus volkswirtschaftlicher Perspektive nicht empfehlenswert [14]. Neben einem entsprechend notwendigen Ausbau der Kapazitäten, der als schnell umzusetzende Maßnahme unrealistisch ist, lässt sich „Grüner Wasserstoff“ klimawirksamer in der Energiewirtschaft, der Industrie oder im Schwerlastverkehr verwenden. Eine Verbrennung, um Niedertemperaturwärme zur Beheizung von Gebäude bereitzustellen, ist im Gesamtkontext einer sektorengekoppelten Energiewende nicht vertretbar, wohl aber die Abwärmenutzung bei der Erzeugung zur Steigerung der Effizienz. Das große Abwärme-Potential für eine fünfzigprozentige H_2- Produktion (in Bezug zum Bedarf 2030 und 2045) zeigt Abbildung 6.2. Im Jahr 2045 könnte aus der Abwärme rd. 20 Prozent des Wärmebedarfs des Gebäudesektors gedeckt werden. Grundsätzlich gilt, dass die Nutzung von Abwärme zur Dekarbonisierung der Wärmenetze erschlossen werden muss. Sollte das Temperaturniveau für eine klassische Versorgung nicht ausreichen, ist auch eine indirekte Nutzung über Wärmepumpen zielführend.

Bei der elektrolytischen Wasserstofferzeugung entsteht Abwärme, deren Nutzung in Fernwärmenetzen einen großen Beitrag bei der Wärmewende leisten wird. Ein Beispiel aus der Praxis ist das Stadtquartier „Neue Weststadt Esslingen“, dessen Wohngebäude erstmals mit Elektrolyse-Abwärme beheizt werden. Durch die Abwärmenutzung steigt die Effizienz bei der Wasserstofferzeugung von 55 Prozent auf 85 Prozent und der Wärmebedarf im Quartier wird zu 50 Prozent aus der erneuerbaren Abwärme gedeckt [15].

	2030	2045
H2 Bedarf	1,5 Mio. t / a	12 Mio. t / a
Energieäquivalent	49,5 TWh / a	396 TWh / a
Produktion 50 % in D	24,8 TWh / a	198 TWh / a
Erneuerbare Energien	41,3 TWh / a	330 TWh / a
Abwärme durch H2-Produktion	12,4 TWh / a	99 TWh / a
Versorgung Bestand (Sanierung)	165 Mio. m²	1.320 Mio. m²

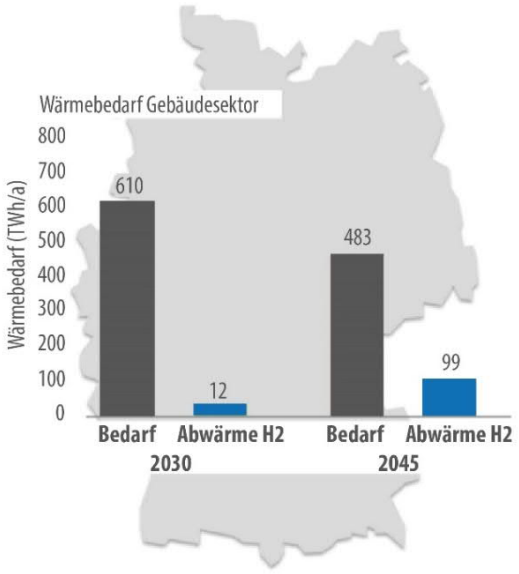


Abbildung 6.2 Abwärme-Potential für eine 50%ige Wasserstofferzeugung in Deutschland (50 % Import)

7. Transparenz durch Digitalisierung der Betriebsdaten - Smart Readiness Indicator (SRI)

Grundlage für die zielgerichtete Umsetzung effizienter Maßnahmen ist eine Digitalisierung der Verbrauchserfassung für Wärme und Strom. Ziel muss es sein, alle Gebäude bis 2025 mit digitaler und fernauslesbarer Mess- und Datentechnik auszustatten, um die jederzeitige Bewertung der THG-Emissionen der Gebäude zu ermöglichen. Die Daten müssen online für den Eigentümer und Nutzer zur Optimierung des Betriebs verfügbar gemacht und automatisiert mit Benchmarks zur Plausibilisierung versehen werden. Der in der EU-Gebäudeeffizienzrichtlinie (EPBD) optional geforderte Smart Readiness Indicator zur Bewertung der Intelligenzfähigkeit von Gebäuden wird einen wesentlichen Beitrag zur beschleunigten Digitalisierung des Gebäudebestands leisten.

Erläuterung

Grundlage für alle Strategien zur Reduzierung der THG-Emissionen im Gebäudebestand sowie zur Überprüfung der Zielerreichung ist die Messbarkeit. In der Praxis liegen Verbrauchsdaten häufig gar nicht oder lediglich als Abrechnung der Energieversorger in Papierform vor. Es gibt mit der europäischen Energy Efficiency Directive (EED) ein Regelwerk, das seit Oktober 2020 fernauslesbare Messsysteme (Smart-Meter) im Bereich der Wärmeversorgung von Gebäuden vorschreibt. Eine flächendeckende Umrüstung soll bis spätestens 1. Januar 2027 umgesetzt werden. Im Bereich der Stromzähler geht mit Inkrafttreten des Messstellenbetriebsgesetzes (MsbG) eine Verpflichtung zur Umrüstung auf digitale Messeinrichtungen (nach MsbG: „Messeinrichtung, die den tatsächlichen Elektrizitätsverbrauch und die tatsächliche Nutzungszeit widerspiegelt und über ein Smart-Meter-Gateway sicher in ein Kommunikationsnetz eingebunden werden kann“) einher. Fernauslesbare Messsysteme (Smart Meter) sind nur unter bestimmten Voraussetzungen (z.B. Verbraucher > 6.000 kWh/a) vorgeschrieben. Ab 2032 soll der Gebäudebestand flächendeckend im Strombereich entsprechend durch digitale Messeinrichtungen und, wo vorgeschrieben, durch fernauslesbare Messsysteme ausgestattet sein.

Fehlende Auskunftspflichten sowie Datenschutzregelungen verhindern derzeit, dass Eigentümer Mieterverbräuche erfassen und für die Erarbeitung von Klimakonzepten verwenden können. Dieses Hemmnis ist spätestens mit der Einführung der fernauslesbaren Messtechnik durch den Gesetzgeber zu beseitigen. Eine Digitalisierung der Verbrauchserfassung für Wärme und Strom in Form von digitaler und fernauslesbarer Mess- und Datentechnik ist bereits heute problemlos technologisch umsetzbar und sollte daher deutlich früher als in den bisherigen Regelungen vorgesehen flächendeckend eingeführt werden. Das Jahr 2025 ist hierfür ein realistisches Ziel. Die geplante Einführung von digitaler Messtechnik allein bringt noch keinen wesentlichen Mehrwert für die Eigentümer und Nutzer. Nur durch die Anwendung von Smart Metern in Kombination mit intelligenten Kommunikationseinheiten und der damit verbundenen Möglichkeiten der Live-Darstellung von Verbräuchen und THG-Emissionen können Aktion und Wirkung für die Nutzer erlebbar werden. Zusätzlich sollten auch Vergleichswerte angezeigt werden, sodass ein Bewusstsein für Verbräuche und THG-Emissionen geschaffen wird und zum Einsparen animieren (Abbildung 7.1).

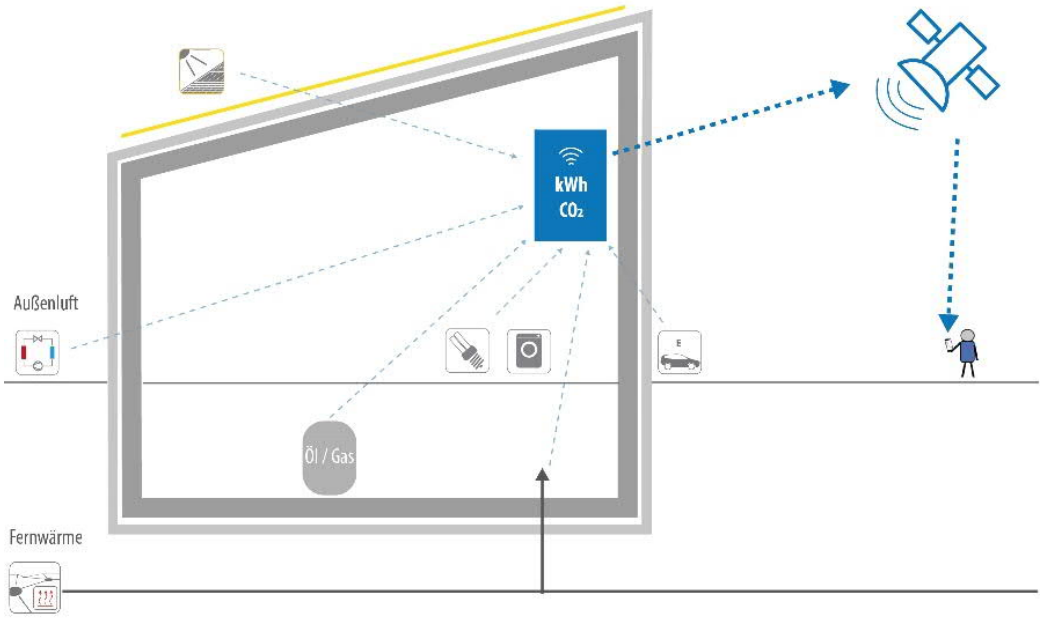


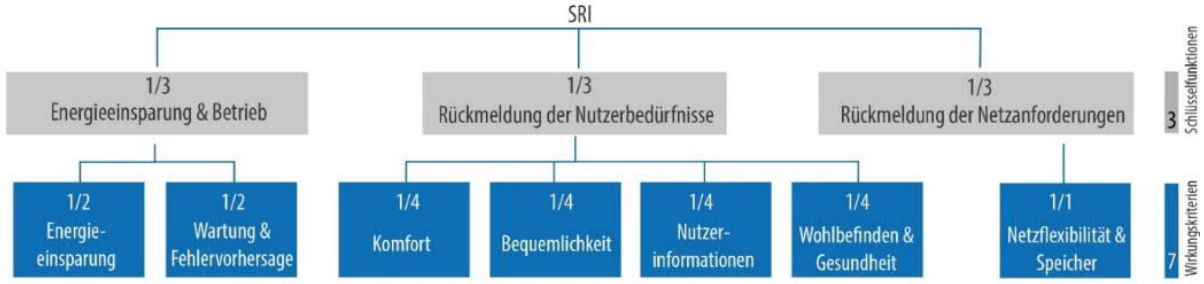
Abbildung 7.1 Fernauslesbare Zähler für Wärme und Strom zur Bewertung der THG-Emissionen [4]

Über die digitale Verbrauchserfassung hinaus, bietet die generelle Digitalisierung des Gebäudes ein hohes Einsparpotential. Zum Benchmarking der Digitalisierung des Gebäudes wird innerhalb der EU-Gebäudeeffizienzrichtlinie (EPBD) optional der Smart Readiness Indicator (SRI) vorgeschlagen (Abbildung 7.2). Dieser bietet Möglichkeiten die Intelligenzfähigkeit von Gebäuden zu bewerten. Auch europäische Vergleiche (Benchmarks) sind durch die einheitliche Bewertungsmethodik möglich. Der SRI wird in drei gleichgewichtete Schlüsselfunktionen eingeteilt (Abbildung 7.3):

1. Energieeinsparung & Betrieb
2. Rückmeldung der Nutzerbedürfnisse
3. Rückmeldung der Netzanforderungen

Abbildung 7.2 Informationen zum Smart Readiness Indicator ([4] auf Grundlage von Informationen aus *[16, 17]*)

Der SRI wird als Prozentsatz zwischen 0 und 100 Prozent angegeben. Je nach erreichter Prozentzahl wird das Gebäude einem Bereich von I bis IV zugeordnet, der sogenannten SRI-range (Abbildung 7.3). Das geschätzte Einsparpotential der thermischen beziehungsweise elektrischen Energie lässt sich durch eine Erhöhung des SRIs und der entsprechenden SRI-range abhängig von Standort (z.B. in Westeuropa), Gebäudetyp und dem zugrundeliegenden SRI-Wert auf bis zu 60 Prozent (thermisch) beziehungsweise 16 Prozent (elektrisch) beziffern (Abbildung 7.3) [17]. Im Rahmen der Überarbeitung des GEG sollte die Einführung des europäischen SRI ernsthaft geprüft werden.



Region Westeuropa	Wohngebäude		Nichtwohngebäude	
Einsparungen	thermische	elektrische	thermische	elektrische
SRI range I -> II	10 %	8 %	30 %	8 %
SRI range I -> III	22 %	14 %	55 %	14 %
SRI range I-> IV	29 %	16 %	60 %	16 %
SRI range II -> III	12 %	6 %	25 %	6 %
SRI range II -> IV	19 %	8 %	30 %	8 %
SRI range III -> IV	7 %	2 %	5 %	2 %

SRI range I : 0 - 25 % SRI range II : 25 - 50% SRI range III : 50 - 75% SRI range IV : 75 -100%

Abbildung 7.3 Aufbau des Smart Readiness Indicators sowie Einsparpotentiale ([4] in Anlehnung an [17, 18])

8. Festlegung der CO_2-Bepreisung bis 2045

Um Planungssicherheit zu gewährleisten, sind jahresgenaue CO_2-Preise gemäß Brennstoffemissionshandelsgesetz (BEHG) zunächst bis 2030 festzulegen. Die Einnahmen aus der CO_2-Bepreisung sollten direkt für den Klimaschutz eingesetzt werden, z.B. mit dem Ziel zur Strompreissenkung für Wärmepumpen. Für die Zeit bis 2045 sollte die Wirkung als Steuerungsinstrument durch Vorgabe von Preiskorridoren gezielt ausgebaut werden. Damit verfügt die Politik über ein Instrument mit langfristiger Steuerungswirkung. Soweit erforderlich, sollten Maßnahmen zur Sozialverträglichkeit flankierend umgesetzt werden. Die Weiterentwicklung des in Vorbereitung befindlichen EU-ETS ist dabei zu berücksichtigen.

Erläuterung

Mit Inkrafttreten des Brennstoffemissionshandelsgesetz (BEHG) wurde auf deutscher Ebene das nationale Emissionshandelssystem (nEHS) eingeführt, das unter anderem eine CO_2-Bepreisung der Wärmebereitstellung in Gebäuden durch fossile Brennstoffe umsetzt. Bis 2026 sind derzeit feste Preise oder Preiskorridore je Tonne CO_2 festgeschrieben. Im Anschluss soll sich eine freie Preisbildung am Markt etablieren, sofern nicht 2025 entschieden wird, dass Preiskorridore fortgeführt werden. Hierdurch ist eine Planungssicherheit für langfristige Maßnahmen im Rahmen der Lebens-zyklusbetrachtungen nicht gegeben.

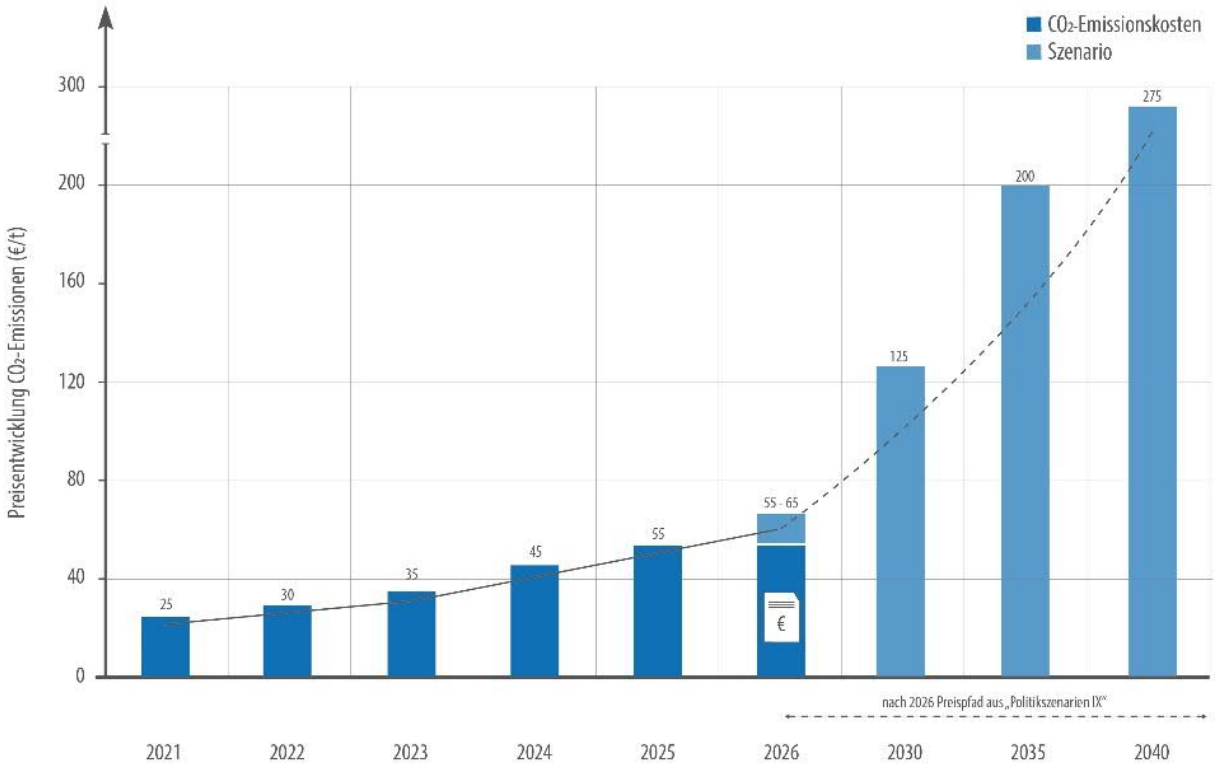


Abbildung 8.1 Preisentwicklung für die Emissionszertifikate im nEHS bis 2026 und Unsicherheiten im Zeitraum nach 2026 ([4] in Anlehnung an [21])

Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) verwendet in aktuellen Modellrechnungen Werte, die aus dem vom BMU geförderten Projekt, genannt „Politikszenarien IX“, stammen. Das Projekt „Politikszenarien IX“ geht von einem CO_2-Preis von 65 €/t in 2026 aus und nimmt eine jährliche Steigerung um 15 €/t auf 125 €/t in 2030, 200 €/t in 2035 und bis zu 275 €/t in 2040 an. Dieser Preispfad wurde auch im Projektionsbericht der Bundesregierung 2019 [19] verwendet, um die THG-Minderungswirkung der Einzelmaßnahmen aus dem Klimaschutzprogramm 2030 abzuschätzen. Dies ist eine Forderung der EU, wonach die EU-Mitgliedsstaaten verpflichtet sind, alle zwei Jahre eine Schätzung zur Entwicklung der nationalen THG-Emissionen für die nächsten ca. 20 Jahren vorzunehmen. Der Projektionsbericht für 2021 wird derzeit noch zurückgehalten und ist lediglich als Entwurfsversion [20], die sich noch in Ressortabstimmung befindet, einsehbar. Auch in diesem Entwurf wurde für Modellrechnungen der Preispfad nach dem Projekt „Politikszenarien IX“ gewählt. Abbildung 8.1 zeigt die geplante CO_2-Preisentwicklung nach den „Politikszenarien IX“.

Abbildung 8.2 zeigt für ein Wohngebäudeportfolio auf, welche Mehrkosten nach diesem Szenario möglich sind. Ein Mittelwert von fast 0,5 € monatlicher Mehrkosten je Quadratmeter Wohnfläche aus der CO_2-Bepreisung bedeutet bereits im Jahr 2030 eine massive Belastung der Haushalte. Für eine Wohnung mit 125 Quadratmetern würde dies monatliche Mehrausgaben von über 60 € bedeuten. Die Modellberechnungen nach den „Politikszenarien IX“ sind jedoch nur ein mögliches Szenario. Derzeit ist nach dem nEHS noch völlig unklar, in welcher Höhe die CO_2-Bepreisung im Zeitraum nach 2026 zu erwarten ist. Um die Auswirkungen der CO_2-Bepreisung in den Sanierungsfahrplänen angemessen berücksichtigen zu können, ist die Immobilienwirtschaft auf langfristige Sicherheiten bezüglich der CO_2-Preise angewiesen. Solange das nEHS in Deutschland Anwendung findet, ist eine Richtung bzw. ein Korridor für die CO_2-Preise für bevorstehende Jahre politisch festzuschreiben.

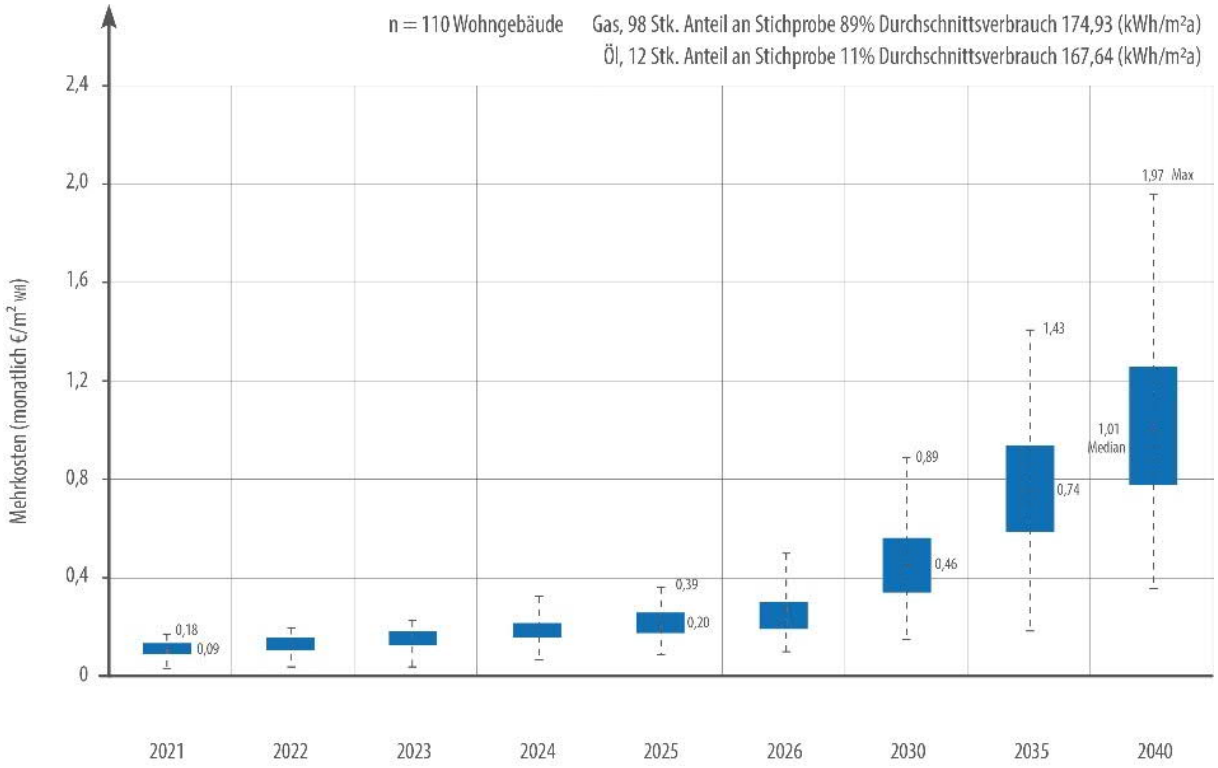


Abbildung 8.2 Boxplots der monatlichen Mehrkosten durch CO2-Bepreisung für eine Stichprobe von 110 Wohngebäuden Preispfad aus „Politikszenarien IX“ [4]

9. Einführung von THG-Emissionsbudgets

Zur Erreichung der Pariser Klimaschutzziele (max. 1,5 Grad Ziel) sind die kumulierten globalen THG -Emissionen begrenzt. Die konkreten Maßnahmen erhalten mit dem CO_2-Indikator einen transparenten und dokumentierbaren Maßstab für Konstruktion (CO_2-A) und Betrieb (CO_2-B) eines Gebäudes. Die Bildung von THG-Emissionsbudgets bis 2045 aus diesen beiden Indikatoren ist die Grundlage, um Fehlallokationen von Ressourcen zu vermeiden. Diese Kennwerte für THG-Emissionen müssen künftig wesentlicher Bestandteil des Energieausweises sein. Damit gelingt der Maßstabssprung von global relevanten, aber kaum greifbaren Dimensionen auf die Gebäudeebene und die konkrete Auswirkung. Allein die Einführung von Bezugsgrößen wird die Auseinandersetzung mit dem Aspekt Ressourcen und den damit verbundenen Emissionen forcieren, insbesondere im Kontext einer Bepreisung von THG-Emissionen.

Der Gebäudebereich kann damit seinen Teil der Verantwortung übernehmen und die geforderte Degression klimaschädlicher THG-Emissionen als Verursacher dokumentieren. Digitale Schnittstellen und eine umfangreiche Vernetzung gehören unausweichlich dazu.

Erläuterung

Der Weltklimarat hat zur Erreichung der Pariser Klimaziele von 1,5 Grad ein verbleibendes globales THG-Emissionsbudget errechnet.

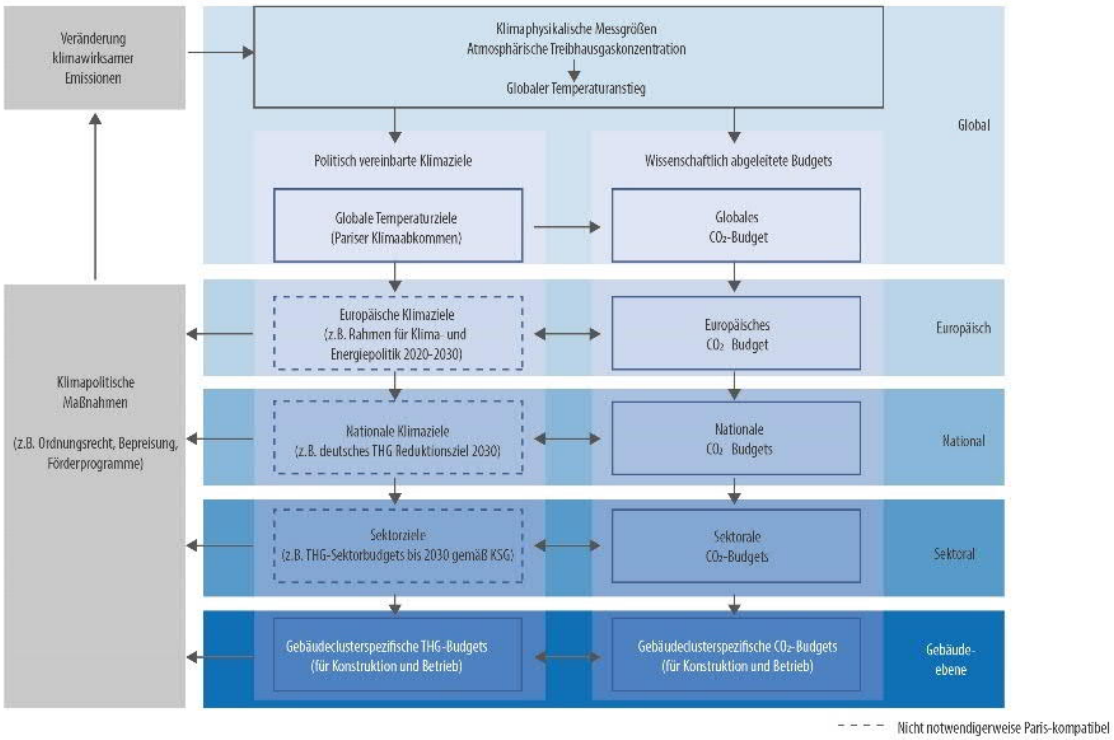


Abbildung 9.1 Das CO_2-Budget als Grundlage bestehender Klimaziele auf verschiedenen Ebenen ([4] in Anlehnung an [22])

Das „Umweltgutachten 2020“ des Sachverständigenrats für Umweltfragen (SRU) [22] berücksichtigt dieses und bemängelt deshalb, dass der aktuelle politische Rahmen aufgrund der alleinigen Ausrichtung an jahresbezogenen Zielwerten (für beispielsweise 2030 und 2045/2050) für die Einhaltung der Anforderungen aus dem Pariser Klimaschutzabkommen nicht zielführend ist. Die Fokussierung auf Zielwerte lässt das absolute THG-Emissionsbudget außer Acht, das zum erfolgreichen Klimaschutz zwingend nicht überschritten werden darf. Abbildung 9.1 veranschaulicht, dass eine Transformation der aktuellen politischen Klimaziele hin zu THG-Emissionsbudgets benötigt wird, die auf die einzelnen Sektoren aufzuteilen sind. Für den Gebäudesektor sind deshalb gebäudeclusterbezogene THG-Emissionsbudgets bezogen auf die Nutzfläche nach dem GEG für Konstruktion und Betrieb notwendig. Dadurch können Immobilieneigentümer Maßnahmen zielgerichtet, technologieoffen und nach dem Wirtschaftlichkeitsprinzip planen und umsetzen. Beide Möglichkeiten sind auf der untersten Ebene in Abbildung 9.1 dargestellt.

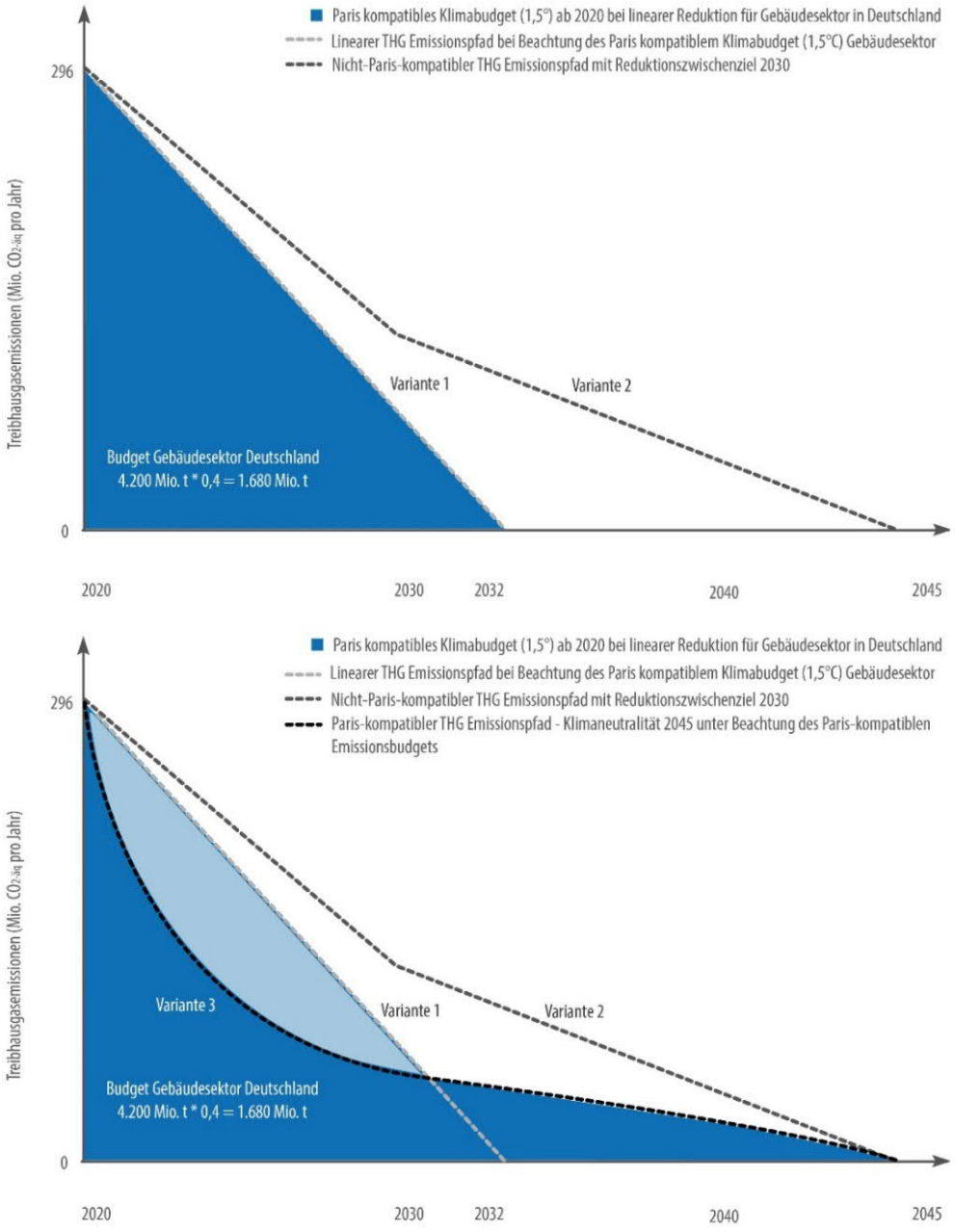


Abbildung 9.2 THG- Emissionspfade in Mio. Tonnen zur Einhaltung der Pariser Klimaziele in Deutschland (schematisch) ([4] in Anlehnung an [22])

Nach SRU [22] steht Deutschland für die Einhaltung des 1,5 Grad Ziels ein THG-Emissionsbudget von insgesamt ca. 4.200 Millionen Tonnen zur Verfügung. Unter der Annahme, dass der Gebäudesektor auch weiterhin 40 Prozent der nationalen Treibhausgase emittiert, würde nach dem Verursacherprinzip ein THG-Emissionsbudget von rund 1.680 Mio. Tonnen verbleiben. Abbildung 9.2 verdeutlicht, dass bei linearer Reduzierung (Variante 1) der im Jahr 2020 im Gebäudesektor angefallenen 296 Millionen Tonnen THG-Emissionen, die Klimaneutralität bereits 2032 erreicht werden müsste, um das THG-Budget von 1.680 Millionen Tonnen (in der Grafik dunkelblau dargestellt) für ein 1,5 Grad Ziel gemäß Pariser Abkommen einzuhalten. Allein durch die Definition von Zielwerten zur Reduktion der THG Emissionen für die Jahre 2030 und 2045 ist das Temperaturziel nicht zu erreichen (Variante 2). Variante 3 zeigt, dass eine Verlängerung des Klimaneutralitätszeitpunkts über 2032 hinaus eine verstärkte Reduzierung der THG-Emissionen in den Jahren bis 2030 erfordert. Das unterstreicht die in These 1 formulierte Forderung nach „schnell wirkenden Maßnahmen“ und zeigt die entscheidende Bedeutung für die Erreichung der Klimaschutzziele.

Um den Budgetzielen aus dem Pariser Klimaabkommen gerecht zu werden, könnte ein flächenbezogener Zielwert bis 2045 für das Budget von THG-Emissionen für den Betrieb (Label CO_2-B) und für die Konstruktion (Label CO_2-A) aus den bisherigen Zielen abgeleitet werden. Das „Gutachten zur Verschärfung der EnEV und Zusammenlegung EnEV / EEWärmeG für Wirtschaftsimmobilien“ des ZIA [23] hat bereits eingehend beleuchtet, dass die grauen THG-Emissionen, die in der Konstruktion von Immobilien enthalten sind, einen deutlichen Anteil an den aktuellen gebäudebezogenen THG-Emissionen in Deutschland ausmachen.

Nur die gleichzeitige Berücksichtigung der THG-Emissionen aus Konstruktion und Betrieb erlaubt den Vergleich verschiedener Umsetzungsstrategien vom Neubau bis zur Sanierung. Gleichzeitig wird nur durch die Berücksichtigung eines THG-Emissionsbudgets bis 2045 sichtbar, welche Auswirkungen der Umsetzungszeitpunkt der unterschiedlichen Maßnahmen hat. So können beispielsweise unterschiedliche Maßnahmen aufgrund sich ändernder THG-Emissionsfaktoren zum gleichen Zielwert im Jahr 2045 führen, sich jedoch in den bis dahin insgesamt emittierten THG-Emissionen deutlich voneinander unterscheiden.

Wichtig ist, dass es sich bei dem Budgetansatz nicht um zusätzliche Verschärfungen handelt, sondern lediglich um eine andere für die Erreichung der Klimaziele zielgerichtetere Methodik, die in einem ganzheitlichen Ansatz technologieoffene und innovationsfreudige Ideen fördert. Der geforderte Budgetzielwert könnte pro Quadratmeter gemäß GEG, je nach Gebäudecluster, definiert werden. Dadurch wird eine transparente und dokumentierbare Entscheidungsgrundlage für die konkreten Maßnahmen bereitgestellt.

10. Förderbonus für tatsächlich erreichte Emissionsminderungen

Die Förderung von Maßnahmen zur Transformation des Gebäudebestands ist essenziell für die Zielerreichung. Die Förderlandschaft muss weiter ausgebaut und die finanziellen Mittel erhöht werden.

Erforderlich ist eine Fokussierung der derzeitigen Förderlandschaft, insbesondere der Bundesförderung für energieeffiziente Gebäude (BEG), auf eine technologie- und maßnahmenoffene Vermeidung von THG-Emissionen. Eine Konzentration auf die Gebäudehülle führt zu massiven materiellen und personellen Engpässen sowie Preissteigerungen. Die Fördersummen sollten an der realisierten THG-Emissionsvermeidung über den gesamten Lebenszyklus (CO_2-A Konstruktion und CO_2-B Betrieb) ausgerichtet werden.

Zusätzlich zur bisherigen maßnahmenorientierten Fördermethodik sollte ein weiterer Teil der Fördersumme anhand der tatsächlichen und nachweisbar vermiedenen THG-Emissionen ausgezahlt werden. So zum Beispiel anhand eines digitalisierten Monitorings, welches somit gleichzeitig die Datengrundlage für die kontinuierliche Optimierung der maßnahmenorientierten Förderung darstellt.

Erläuterung

In den zurückliegenden Jahrzehnten konnte der Energiebedarf der Gebäude durch eine kontinuierliche Verschärfung der Anforderungsniveaus deutlich verringert werden. Die mit der EnEV und der DIN V 18599 eingeführten Berechnungsalgorithmen machen eine immer differenzierte Abbildung der potentiellen Energieeffizienz unter standardisierten Randbedingungen möglich. Während die Altbauten in der Regel ein günstigeres Verbrauchsverhalten gegenüber den theoretisch errechneten Werten aufweisen, kehrt sich das Verhältnis mit höheren Anforderungen an die Energieeffizienz um. In der Praxis zeigt sich, dass der Verbrauch häufig deutlich über dem möglichen Performancepotential liegt und THG-Minderungspotentiale nicht umgesetzt werden [24]. Durch Optimierungen im Anlagenbetrieb lassen sich die Zielwerte meistens erreichen. Dazu ist aber eine kontinuierliche Erfassung und Abbildung der realen Effizienz erforderlich. In Verbindung mit verbindlichen Grenzwerten für die maximale THG-Emission und deren notwendige Absenkung kann die Erreichung der Ziele nachverfolgt und transparent gestaltet werden. Ein Ziel-Szenario für die geplante THG-Minderung (CO_2(B)) von Neubau und Sanierung zeigt Abbildung 10.1. Mit der Vorgabe einer solchen Grenzkurve bis 2050 würde ein verlässiger Reduktionspfad für den Gebäudesektor für alle Baubeteiligte erreicht.

Um die gesetzlichen THG-Zielwerte zu erreichen und die tatsächliche Minderung verfolgen zu können, ist es unerlässlich, digitale Schnittstellen zur Anlagentechnik im Neubau und im Bestand zu installieren und die jährlichen Verbrauchswerte zentral zu erfassen. Bereits heute sind marktgängige Wärmeerzeuger, wie z.B. Wärmepumpen, mit einem integrierten Nutzerinterface und Zählern ausgestattet. Über hausinterne Netzwerke wäre somit eine Schnittstelle zu zentralen Datenbanken möglich.

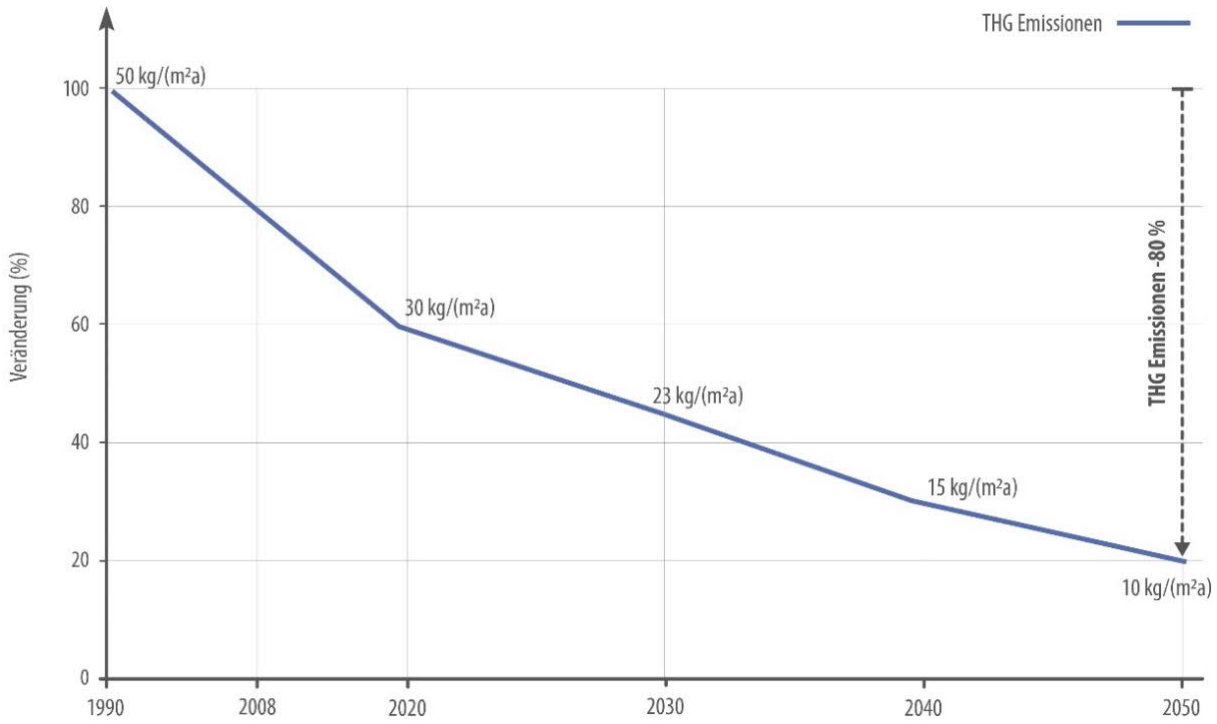


Abbildung 10.1 Entwicklung der CO_2- / Treibhausgasemission für Wohngebäude | Grundlage: Energiekonzept der Bundesregierung (2010) [25], ZIA Gutachten 2016 [23]

Die Höhe einer möglichen Förderung der BEG wird momentan am Primärenergiebedarf und dem Transmissionswärmeverlust bemessen. Weder die Konstruktion der Gebäude mit ihrem Anteil an grauen Emissionen noch die im Betrieb erreichte Einsparung oder THG-Minderung werden berücksichtigt. Wesentliche Parameter für den Erfolg der Klimawende bleiben damit außerhalb der Bilanzgrenzen und Betrachtungshorizonte. Die resultierende Konzentration auf die Optimierung von Wärmedurchgangs-Koeffizienten bzw. Energiebedarfsreduzierungen bei Neubauten und Sanierungen ist weder wirtschaftlich noch technologie- oder maßnahmenoffen. Zukünftig bedarf es einer zielorientierten Erweiterung der Anforderungs-Systematik, vor allem der Systemischen Maßnahmen des GEG und BEG, auf die Vermeidung von THG-Emissionen. Europäische Nachbarländer haben bereits eine Ökobilanzierung im Neubau als gesetzliche Vorgabe etabliert. Für das GEG und BEG in Deutschland ist dies ebenso zwingend notwendig, siehe These 2 „Vereinfachung und Umstellung der Regularien“. Neben der Bewertung des geplanten Energiestandards beim Neubau oder nach der Sanierung sollten die Erfüllungsgrade bei der Gewährung des Tilgungszuschusses berücksichtigt werden. Fördergrundlage ist das Label CO_2-A für die Konstruktion und das Label CO_2-B für den Betrieb von Gebäuden. So lassen sich günstige und ökologische Bauweisen im Sinne der THG-Minderung fördern. Zusätzlich werden nachweislich vermiedene THG-Emissionen im Betrieb honoriert, siehe Abbildung 10.2 und Abbildung 10.3.

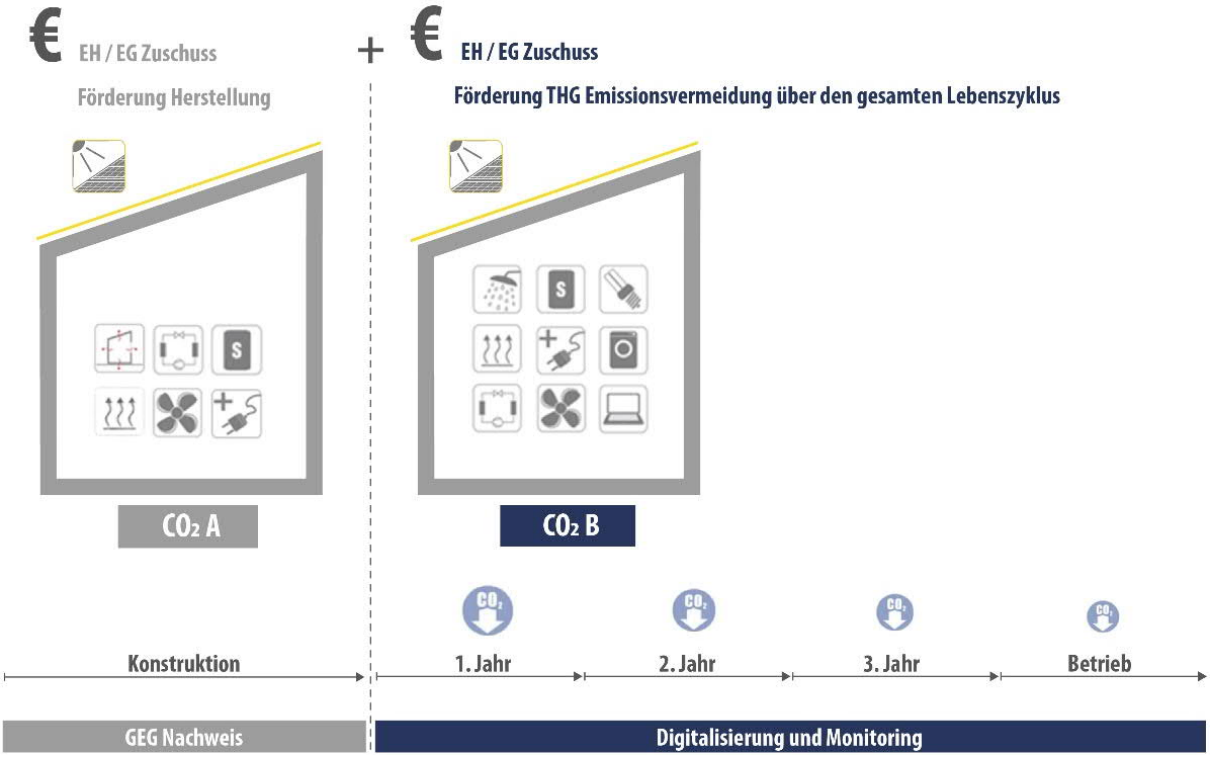


Abbildung 10.2 Förderbonus für Konstruktion und tatsächlich erreichte Emissionsminderungen

Sämtliche Fördergelder des BEG konzentrieren sich momentan auf Investitionszuschüsse für die Errichtung potentiell effizienter Gebäude. Mit digitaler Erfassung der Energieeffizienz durch die konsequente und flächendeckende Installation von geeigneten Zählern ist eine Überprüfung des Gebäudebetriebs nach Fertigstellung möglich. Der Förderzuschuss bzw. der Tilgungszuschuss des BEG kann als Anreiz zur THG-Emissionsminderung etabliert und in den vorhandenen Strukturen umgesetzt werden. Der aktuelle Förderzuschuss des BEG unterstützt die Erreichung des angestrebten Effizienzhaus-Status (Betrieb). Insbesondere die Konstruktion, abgebildet im Label CO_2-A, wird differenziert nach Neubau und Sanierung und bleibt bei der Förderung unberücksichtigt. Im Neubau überwiegen die grauen Emissionen (Konstruktion), weshalb diese mit einem höheren Förderzuschuss hinterlegt sein sollten, Abbildung 10.3. In der Gebäudesanierung wird der Aufwand zur Erreichung der Energieeffizienz höher gewichtet. Der Betrieb, ausgewiesen als Label CO_2-B, ist als dritte Komponente integriert.

Die Förderung lässt sich sinnvoll um die Aspekte ökologische Bauweise und effiziente Betriebsweisen ergänzen. Auszahlungen erfolgen zeitlich gestaffelt, je nach Umsetzungserfolg. Die Bereitstellung jährlicher Verbrauchsdaten erfolgt digital und im Wesentlichen anhand von Versorgerabrechnungen, Heizkosten- oder Stromabrechnungen bzw. Liefernachweisen z.B. für Biomasse. Eintragungen lassen sich automatisiert in den vorhandenen Förderportalen vornehmen und gebäudespezifisch hinterlegen. Befindet sich der gemessene Verbrauchswert im Ziel-Korridor des EH-Standards erfolgt die Auszahlung des zusätzlichen Bonus.

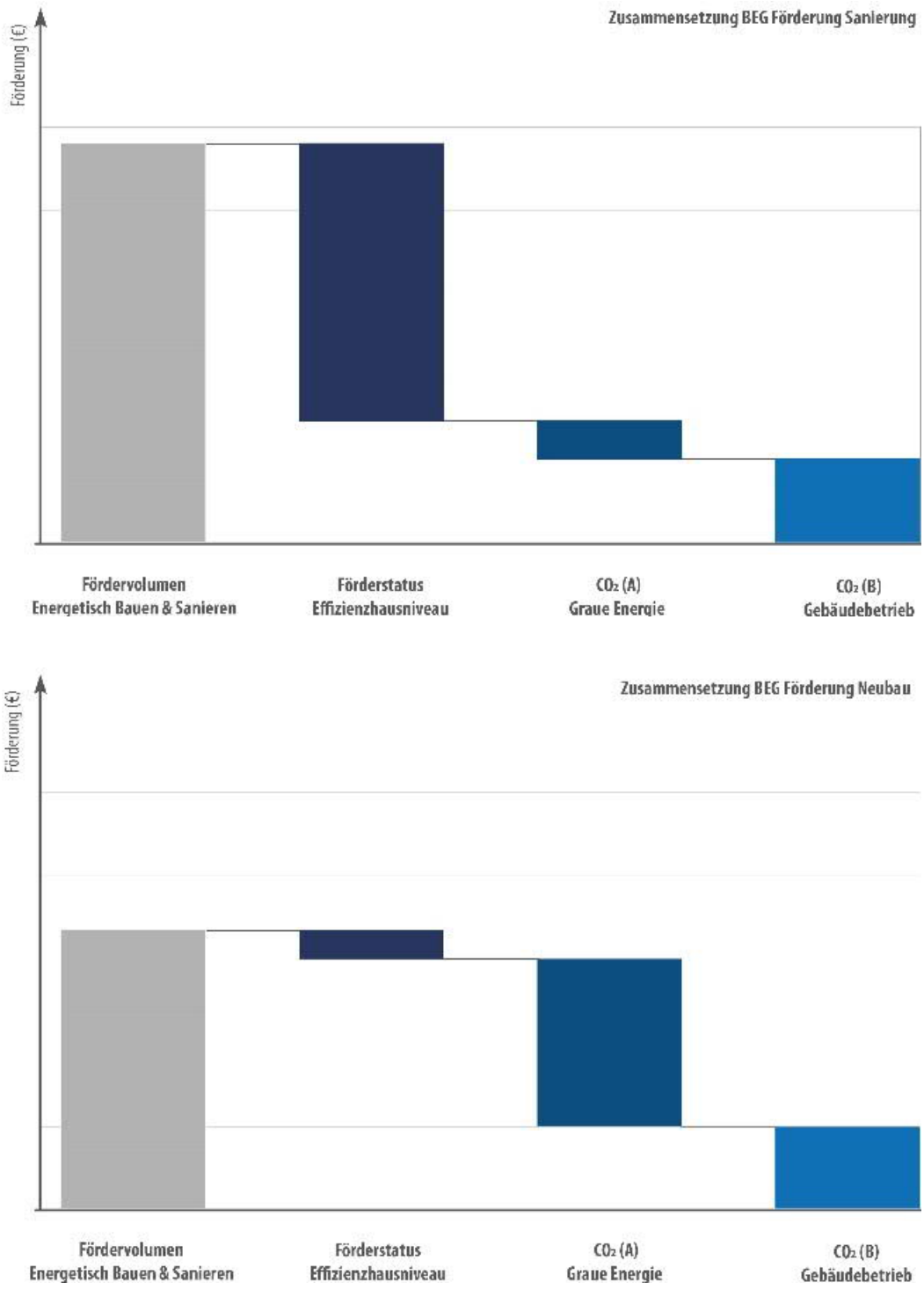


Abbildung 10.3 Zusammensetzung BEG Förderung Sanierung (oben) und Neubau (unten)

11. Berücksichtigung von Fachkräftemangel und Ressourcenknappheit

Eine kurzfristige Verdopplung der jährlichen Sanierungsrate von 1 auf 2 Prozent ist aufgrund der personellen und materiellen Ressourcenknappheit in Deutschland nur schwer umsetzbar. Für die Erreichung der Ziele sind ressourcensparende Sanierungsverfahren erforderlich, um insbesondere dem Fachkräftemangel und den zunehmend fehlenden Hilfskräften im Baugewerbe begegnen zu können. Des Weiteren ist eine Beschleunigung der Genehmigungsprozesse durch Erhöhung der Digitalisierung und des Personaleinsatzes erforderlich. Hinsichtlich der benötigten Baumaterialien muss ein zielgerichteter Maßnahmenmix aus effizienterem Einsatz der Ressourcen und einer Erhöhung des Anteils nachhaltiger Materialien angestrebt werden. Ziel muss die Umsetzung einer Kreislaufwirtschaft sein, um einer sich abzeichnenden Ressourcenknappheit zu begegnen. Der Immobiliensektor kann dazu Konzepte für Rückbaufähigkeit und industrielles Recycling etablieren und Vorreiter sein, bevor diese von politischer Seite eingefordert werden.

Eine weitere Verdopplung der Sanierungsrate auf bis zu 4 Prozent, die zur vollständigen Transformation des nationalen Gebäudebestandes innerhalb von 25 Jahren notwendig wäre, ist allein aus Mangel an Fachkräften unrealistisch. Nichtsdestotrotz ist die Ausbildungsförderung für qualifizierte Fachkräfte zwingend erforderlich. Der Baugewerbesektor und der Immobiliensektor sollten dafür zusammen mit der Bundesregierung die Verantwortung übernehmen.

Erläuterung

Bereits 2010 hat das Bundeswirtschaftsministerium (BMWi) in seinem Energiekonzept [25] eine Verdopplung der Sanierungsrate gefordert, ohne jedoch deren Berechnungssystematik genauer festzulegen. Neben der Tatsache, dass die Sanierungsrate derzeit in Deutschland nicht amtlich geregelt und aufgrund der unzureichenden Datengrundlage nicht fundiert bestimmbar ist, gibt es diverse Grenzen, die im Allgemeinen einer deutlichen Erhöhung der Sanierungsrate entgegenstehen.

Insgesamt umfasste nach Angaben des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) das Bauvolumen in Deutschland im Jahr 2019 rund 427 Mrd. € [26]. Davon entfielen ca. 352 Mrd. € auf Wohn- und Nichtwohngebäude [26]. Von diesen machten die Bauleistungen im Bestand bei Wohngebäuden rund 69 Prozent und bei Nichtwohngebäuden rund 59 Prozent aus [26]. Dies entspricht einem Gesamtvolumen von rund 232 Mrd. €. Es entfielen im Jahr 2019 von den 232 Mrd. € lediglich 62 Mrd. € auf energetische Sanierungen, rund 44 Mrd. € auf den Wohngebäudebereich und etwa 18 Mrd. € auf die Nichtwohngebäudebereich [26]. Damit kann die etwa ein-prozentige energetische Sanierungsrate in Deutschland einem Bauvolumen von rund 62 Mrd. € pro Jahr zugeordnet werden, was knapp 15 Prozent des gesamten deutschen Bauvolumens entspricht.

Weist man den energetischen Sanierungsmaßnahmen anteilig Beschäftigte aus dem Baugewerbe (Bauhauptgewerbe und Ausbaugewerbe) zu, dann sind für diese Tätigkeiten ca. 350.000 Beschäftigte notwendig. Eine Verdopplung der einprozentigen Sanierungsrate bedingt somit ein zusätzliches Investitionsvolumen von mind. 62 Mrd. € und weitere rund 350.000 Beschäftigte (Abbildung 11.1).

Das Hauptproblem stellt somit der heutige Mangel an Fach- und Hilfskräften in Deutschland dar. Bis 2035 wird die Anzahl der Erwerbstätigen voraussichtlich um ca. 10 Prozent zurückgehen und sich die Situation sogar weiter verschärfen [27]. Für eine vollständige Transformation des nationalen Gebäudebestandes innerhalb von 25 Jahren notwendige vierprozentige Sanierungsrate, wie beispielsweise vom Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energien seiner Studie „CO_2-neutral bis 2035: Eckpunkte eines deutschen Beitrags zur Einhaltung der 1,5-°C-Grenze“ [14] gefordert, würden zusätzlich mehr als 1 Mio. Beschäftigte benötigt.

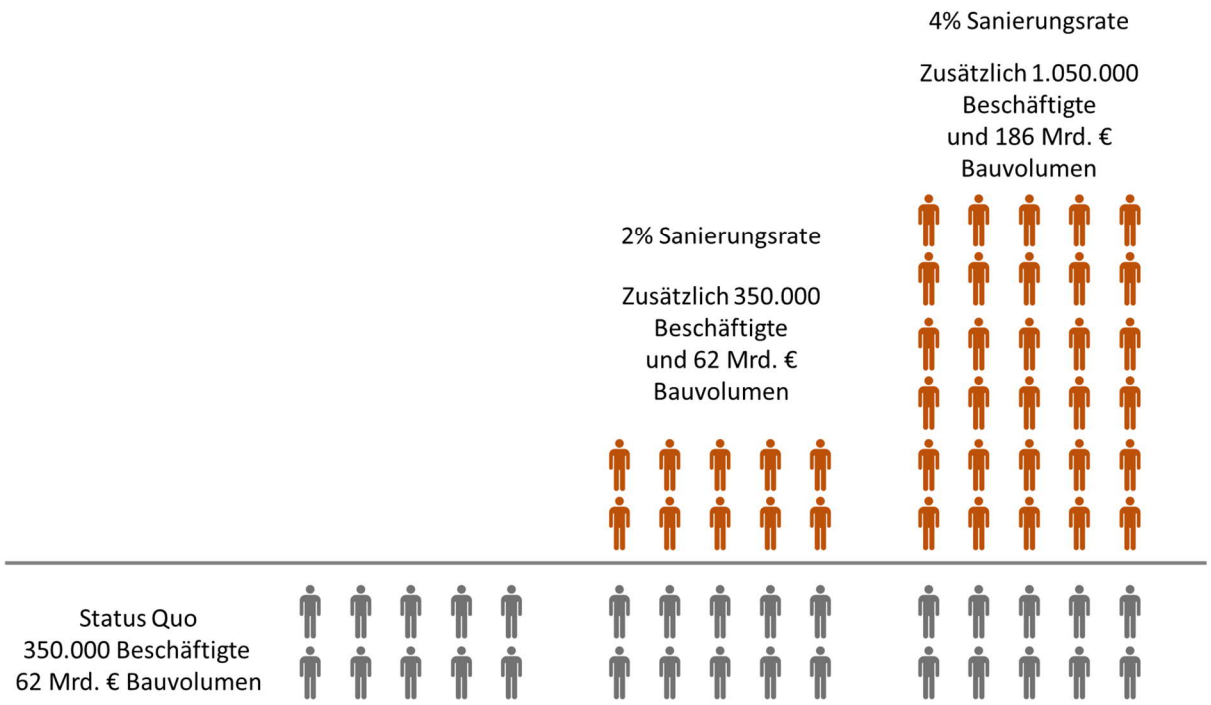


Abbildung 11.1 Bauvolumen und Baubeschäftigte korrespondierend zur energetischen Sanierungsrate [4]

Bereits für den Ist-Zustand zeigt das Institut der deutschen Wirtschaft Köln e.V. (IW Köln) in seiner KOFA-Studie (Kompetenzzentrum Fachkräftesicherung) von 2021 [28] derzeitige Fachkräftelücken in handwerklichen Berufen des Baubereichs auf. Demnach liegen bereits jetzt für mehrere baubezogene Berufsgattungen die Fachkräftelücken in 4- bis 5-stelligen Bereichen (angeführt von der Bauelektrik mit rund 14.000 und der Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik mit rund 10.500).

Abbildung 11.2 versucht anschaulich anhand unterschiedlicher Parameter die Problematik einer gewünschten und teilweise geforderten Erhöhung der energetischen Sanierungsrate aufzuzeigen.

Beispielsweise erzeugen Materialmangel und Investitionsförderungen eine Baupreissteigerung, aber nicht eine Erhöhung der Sanierungsrate, geschweige denn eine Erhöhung der Produktivität im Baugewerbe. Von dem Materialmangel sind im Jahr 2021 vor allem Stahl- und Holzprodukte, aber auch synthetische Dämmmaterialien, Kanalgrundrohre und andere Kunststoffteile betroffen gewesen [29]. Diese Lieferengpässe führten insbesondere im Jahr 2021 zu enormen Preissteigerungen bei den Baumaterialien.

Vor dem Hintergrund des aktuellen Personal- und Materialmangels sind geringinvestive Maßnahmen wie beispielsweise Betriebsoptimierungen und die Dekarbonisierung der Energieversorgung besonders zu fördern und umzusetzen (siehe These 1 und 9).

Daten des Statistischen Bundesamts zeigen am Beispiel der Instandhaltung von Wohngebäuden [30], dass die Baupreise von Bauprodukten und -leistungen seit 2015 überproportional im Verhältnis zur üblichen Inflationsrate von 2 Prozent pro Jahr ansteigen. Diese Entwicklung hat sich seit Beginn des Jahres 2021 weiter verschärft. Die Preise für den Neubau konventionell gefertigter Wohngebäude in Deutschland sind im August 2021 um 12,6 Prozent binnen Jahresfrist gestiegen. Dies ist der höchste Anstieg der Baupreise gegenüber einem Vorjahr seit November 1970 (+13,1 Prozent gegenüber November 1969) [31].

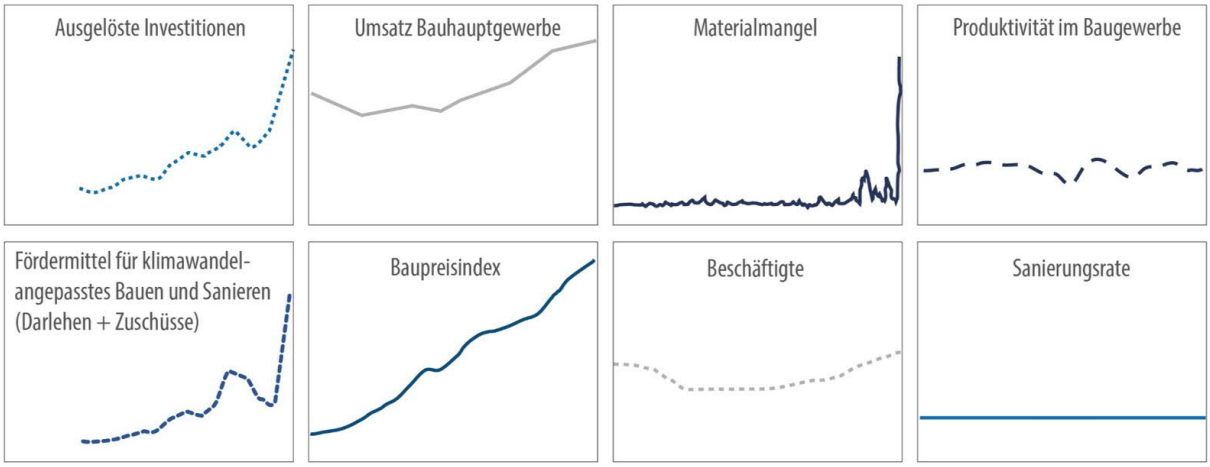


Abbildung 11.2 Trendlinien im Bauwesen von 2000 bis 2020 (eigene Grafik mit Quellen von destatis)
Trendlinie Materialmangel 2000 bis 2021 (eigene Grafik mit Quelle: ifo [29])

Außerdem sorgen auch die fehlende Digitalisierung und ein zunehmender Personalmangel bei der baubezogenen Verwaltung für Verzögerungen bei Bauvorhaben. So benötigt die Genehmigung von Bauanträgen mit starken kommunalen Unterschieden zwischen weniger Wochen und mehr als zwölf Monaten (siehe „Positionspapier zur Wohnungspolitischen Diskussion“ des Zentralen Immobilien Ausschuss [32]). In Berlin hat in den letzten Jahren die Bearbeitungszeit von Bebauungsplänen je nach Bezirk zwischen 2,5 und 27 Jahren gelegen [33]. Positivbeispiele wie der Landkreis Nordwestmecklenburg in Mecklenburg-Vorpommern zeigen, dass die Digitalisierung der Verwaltung zu verkürzten und transparenten Prozessen verhilft. Seit 2021 können dort vereinfachte Baugenehmigungen online und somit papierlos beantragt und bearbeitet werden.

Um nicht nur den materiellen und personellen Engpässen entgegenzuwirken, sondern zudem die THG-Emissionen, die mit der Herstellung von Baumaterialien in Verbindung stehen, zu berücksichtigen, sind Baumaterialien generell effizienter einzusetzen. Der Ansatz des Urban Minings kann dabei helfen, langlebige Baumaterialien zurück in die Kreislaufwirtschaft zu überführen. Allein im Hochbau sind nach Angaben des Umweltbundesamts [34] in Deutschland rund 55 Prozent des anthropogenen Materiallagers gebunden. Zum großen Teil handelt es sich dabei um mineralische Materialien aber auch um Metalle, die in der Herstellung große Mengen an THG-Emissionen verursachen. Im Green Deal der EU wurde bereits aufgezeigt, dass ca. 50 Prozent der weltweiten THG-Emissionen sowie mehr als 90 Prozent des

Biodiversitätsverlusts und der Wasserknappheit auf die Rohstoffgewinnung, die Verarbeitung von Materialien, Brennstoffen und Lebensmitteln zurückzuführen ist. Durch die Wiederverwendung der Güter kann dieser negativen Entwicklung entgegengewirkt werden. Innerhalb der EU stammen bisher nur 12 Prozent der verwendeten Werkstoffe aus dem Recycling. Es ließe sich durch die integrale Planung nach dem Ansatz des „Urban Minings“ oder darüber hinaus mit dem Prinzip „Cradle to Cradle“ eine nachhaltige Kreislaufwirtschaft gewährleisten.

Um die derzeitige energetische Sanierungsrate trotz aller aktuellen Hindernisse realistisch zu steigern, sind folgende Maßnahmen notwendig:

1. Ausbildungs- und Fortbildungsoffensive
2. Qualifizierte Zuwanderung
3. Innovative Verfahren (wie z.B. serielle Sanierung)
4. Steigerung der gebäudetechnischen Energieeffizienz durch Standardisierung und Systemlösungen
5. Erschließung zusätzlicher Ressourcen

12. Nationale Gebäudedatenbank

Mit der Einrichtung eines digitalen, nationalen Gebäuderegisters werden der Energiebedarf und die THG-Emissionen des Gebäudebestands transparent und vergleichbar. Dies fördert die Motivation für die Umsetzung von erforderlichen Klimaschutzmaßnahmen. Basierend auf der Struktur der bereits vorhandenen Erfassung der Energieausweise und der darin künftig zu integrierenden Sanierungsfahrpläne wird die Entwicklung der THG-Emissionen im Gebäudesektor nachvollziehbar dokumentiert. Erst mit der Einführung und Pflege einer Gebäudedatenbank wird auch der erforderliche Ressourceneinsatz von Personal, Material und Finanzbudgets kalkulierbar. Der Einsatz von Materialien und Ressourcen wäre quantifizierbar und ließe sich als Steuerungsinstrument nutzen.

Erläuterung

Deutschland nimmt im Gegensatz zu anderen EU-Mitgliedsstaaten bei der Registrierung der Energieausweise keine Informationen auf, die über einfache (Gebäude-)Informationen (Namen und Anschrift des Ausstellers, Bundesland und PLZ der Belegenheit des Gebäudes, Ausstellungsdatum, Art des Energieausweises -Verbrauch/Bedarf-, Art des Gebäudes- Wohngebäude/Nichtwohngebäude-, Neubau oder bestehendes Gebäude) hinausgehen. Für die klimarelevante Bewertung des Gebäudes verwendbare Daten, wie zum Beispiel der spezifische Energiebedarf und die THG-Emissionen, werden nicht in der zentral von der GEG-Registrierstelle im Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) geführten Datenbank abgespeichert. Andere EU-Mitgliedsstaaten sammeln dagegen diese klimarelevanten und darüber hinaus verwendbare Daten (Tabelle 12.1).

Tabelle 12.1 Energieausweisdaten (engl. EPC - Energy Performance Certificates - Data), die ausgewählte EU-Mitgliedsstaaten derzeit in Datenbänken speichern (in Anlehnung an [35])

	Gebäudedaten	Energiedaten	Empfehlungen	Qualifizierte Expertendetails	Berechnungs-eingabe	Kommentar
Deutschland	✓	✗	✗	✓	✗	Nur Registrierungsnummer des Energieausweises; Gebäudetyp; Anlagen- oder Betriebsbewertung; Region, in der sich das Gebäude befindet
Rumänien	✓	✓	✓	✓	✗	Elektronische Kopie des Energieausweises, im Energieausweis sind alle Daten bereitgestellt
Slovakei	✓	✓	✓	✓	✗	Im Energieausweis sind alle Daten bereitgestellt
Litauen	✓	✓	✓	✓	✓	Alle Grundlagen kommen in die Berechnungssoftware, alle Daten sind im Energieausweis bereitgestellt
Griechenland	✓	✓	✓	✓	✓	Im Energieausweis sind alle Daten bereitgestellt, .xlm und .pdf Version des Ausweises sind in der Datenbank gespeichert
Portugal	✓	✓	✓	✓	✓	Das System benötigt 250 Eingabedaten, im Energieausweis sind alle Daten bereitgestellt. Qualitative / Quantitative Informationen für Benchmarksystem
Ungarn	✓	✓	✓	✓	✓	Das System benötigt 80 Eingabedaten, im Energieausweis sind alle Daten bereitgestellt
Frankreich	✓	✓	✓	✓	✓	Das System benötigt 105 Eingabedaten, im Energieausweis sind alle Daten bereitgestellt
Irland	✓	✓	✓	✓	✓	Das System benötigt 105 Eingabedaten, im Energieausweis sind alle Daten bereitgestellt

Beispielsweise nimmt die Energieausweisdatenbank in Frankreich bei Registrierung eines Gebäudeenergie-Ausweises mehr als 100 Attribute auf, die sogar über die Daten eines Energieausweises hinausgehen. Insgesamt sind in der französischen Datenbank aktuell (Stand: 12.08.2021) über elf Millionen Energieausweise hinterlegt [36]. Die Daten sind je Département exportierbar und auswertbar [37]. Außerdem können auf öffentlich zugänglichen Karten für jedes Gebäude die Energieeffizienz- und die THG-Emissionsklasse begutachtet werden (Abbildung 12.1).

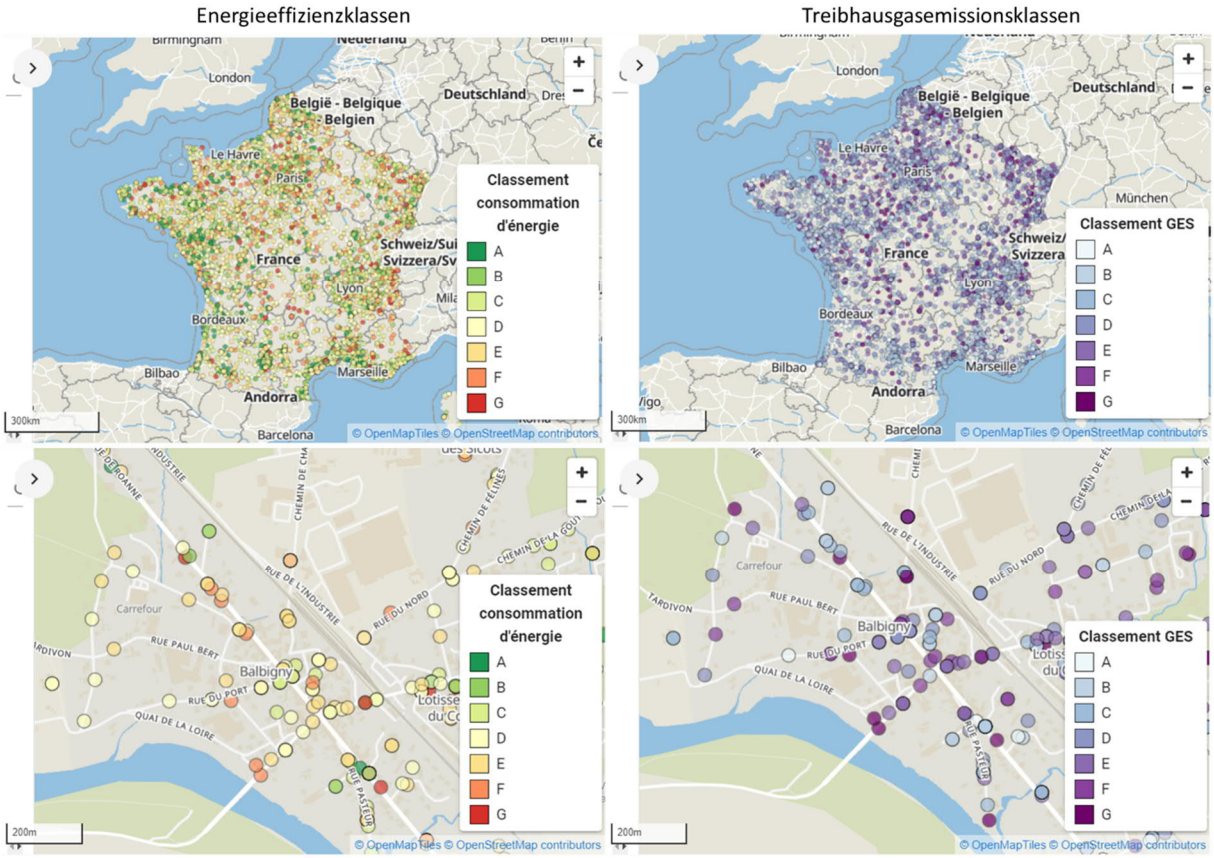


Abbildung 12.1 Grob- und Detailansicht der Gebäudeklassen für die Energieeffizienz (links) und die THG-Emissionen (rechts) französischer Gebäude auf öffentlich zugänglichen Karten (Screenshots aus [37])

Erschwerend kommt hinzu, dass die rudimentären Daten aus der zentralen Datenbank in Deutschland nicht für die allgemeine Öffentlichkeit zugänglich sind. Länder wie Dänemark, Frankreich und die Niederlande zeigen positiv auf, wie man durch Transparenz des Datenbestands einen wesentlichen Mehrwert erzeugen kann.

In Deutschland gibt es beim DIBt neben der oben beschriebenen, rudimentären Datenbank für registrierte Energieausweise auch eine weitere Datenbank, die erfasste Energieausweisdaten aus der nach dem GEG durchzuführenden Stichprobenkontrolle sammelt. Auszüge aus dieser Datenbank werden durch das DIBt nur unter Zustimmung der zuständigen Landesbehörden in eingeschränktem Umfang zur Verfügung gestellt. Die bisher vorhandene Datenmenge und -transparenz ist für zukunftsweisende Strategien zur Bekämpfung des Klimawandels im Gebäudesektor ungenügend. Es ist daher dringend geboten sich an den positiven europäischen Beispielen zu orientieren und Vergleichbares in Deutschland aufzubauen. Diese Notwendigkeit wird dadurch deutlich, dass sich unter anderem die langfristige Renovierungsstrategie der

Bundesregierung für die Evaluierung des energetischen Zustands des Gebäudebestands auf die Stichprobendaten des DIBt, die zwischen 2014 und 2018 aufgenommen wurden, stützt [38]. Diese umfassen weniger als 200.000 Datensätze, was weniger als ein Prozent des deutschen Gebäudebestands repräsentiert. Statistisch gesehen ist diese Menge nicht ausreichend, um valide Aussagen über den nationalen Gebäudebestand zu tätigen.

Es muss deshalb eine nationale Gebäudedatenbank auf Grundlage der bedarfsorientierten Energieausweise und darauf zugeschnittener Sanierungsfahrpläne zur Schaffung einer transparenten Entwicklung der THG-Emissionen im Gebäudesektor eingerichtet werden.

Zukünftig ist in dieser nationalen Gebäudedatenbank auch die Berücksichtigung der Materialien der Gebäude im Sinne einer zuverlässigen Datenquelle für Urban Mining vorstellbar. In Gebäuden werden über Jahrzehnte hinweg enorme Materialbestände angesammelt, welche als zukünftige Quelle für Sekundärrohstoffe großes Potential bergen. Damit könnte die Datenbank einen wichtigen Baustein zur integralen Bewirtschaftung des anthropogenen Lagers liefern, mit dem Ziel zukünftig aus dem Gebäudebestand Sekundärrohstoffe zu gewinnen.

Um den Aufwand für den Aufbau der Datenbank für die Immobilienwirtschaft zu reduzieren, können in einem ersten Schritt generische Daten, welche in den letzten 10 bis 15 Jahren bereits im Rahmen der Ökobilanzierung der Nachhaltigkeitszertifizierungen nach DGNB und BNB gewonnen wurden, genutzt werden. Bereits heute stehen aus diesen Quellen über 3.200 Ökobilanzdatensätze unterschiedlichster Gebäudetypologien zur Verfügung.

Aufgrund der Zertifizierungen sowie der Anforderungen zur Erstellung von Ökobilanzen aus der Taxonomie, wird sich der Datenbestand immer weiter erhöhen. Sofern projektspezifische Daten aus Ökobilanzrechnungen vorliegen, könnten diese Daten anstatt der generischen Daten genutzt werden. Denkbar wäre eine Zusammenstellung der absoluten und anteiligen Massen der Baustoffe am Gebäude. Ebenfalls lassen sich über den Ökobilanzdatensatz die absoluten und anteiligen grauen THG-Emissionen für das Gebäude auswerten.

Durch einen derartigen, umfangreicheren Aufbau der nationalen Gebäudedatenbank lässt sich der Gebäudebestand nicht nur zuverlässig evaluieren, sondern es wird zusätzlich ein nachhaltiges Monitoring der Effekte aus den vollzogenen Umsetzungsmaßnahmen zum Klimaschutz im Gebäudesektor ermöglicht.

Literatur

[1] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU), „Lesefassung des Bundes-Klimaschutzgesetzes 2021 mit markierten Änderungen zur Fassung von 2019“, 2021. [Online]. Verfügbar unter: https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/ksg_aendg_2021_3_bf.pdf

[2] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU), *Treibhausgasemissionen sinken 2020 um 8,7 Prozent: BMU-Pressemitteilung*, 2021. [Online]. Verfügbar unter: https://www.bmu.de/pressemitteilung/treibhausgasemissionen-sinken-2020-um-87-prozent (Zugriff am: 28. Juli 2021).

[3] S. Plesser, „Aktive Funktionsbeschreibungen zur Planung und Überwachung des Betriebs von Gebäuden und Anlagen“. Dissertation, TU Braunschweig, 2013.

[4] K. Lennerts, J. Zak und T. Kropp, „Vorlesungsunterlagen „Nachhaltigkeit im Immobilienmanagement“, Karlsruhe Institut für Technologie (KIT), Institut für Technologie und Management im Baubetrieb (TMB), Professur für Facility Management“, 2021.

[5] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) und Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat (BMI), *Bekanntmachung der Muster von Energieausweisen nach dem Gebäudeenergiegesetz*, 2020. [Online]. Verfügbar unter: https://www.bundesanzeiger.de/pub/publication/2SIU5op5G3yYlYriRYt?0 (Zugriff am: 20. September 2021).

[6] Statistisches Bundesamt, *Abfallaufkommen in Deutschland 2018 bei 417,2 Millionen Tonnen*, 2020. [Online]. Verfügbar unter: https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2020/06/PD20_195_321.html (Zugriff am: 20. September 2021).

[7] KfW Bankengruppe, *Förderreport*, 2021. [Online]. Verfügbar unter: https://www.kfw.de/Presse-Newsroom/Pressematerial/F%C3%B6rderreport/KfW-F%C3%B6rderreport_2021.pdf (Zugriff am: 28. August 2021).

[8] KfW Bankengruppe, *Förderreport*, 2020. [Online]. Verfügbar unter: https://www.kfw.de/Presse-Newsroom/Pressematerial/F%C3%B6rderreport/KfW-F%C3%B6rderreport_2020.pdf (Zugriff am: 29. August 2021).

[9] KfW Bankengruppe, *Förderreport*, 2019. [Online]. Verfügbar unter: https://www.kfw.de/Presse-Newsroom/Pressematerial/F%C3%B6rderreport/KfW-F%C3%B6rderreport_2019.pdf (Zugriff am: 29. August 2021).

[10] KfW Bankengruppe, *Förderreport*, 2018. [Online]. Verfügbar unter: https://www.kfw.de/Presse-Newsroom/Pressematerial/F%C3%B6rderreport/KfW-F%C3%B6rderreport_2018.pdf (Zugriff am: 29. August 2021).

[11] ZIA Zentraler Immobilien Ausschuss e.V., *Positionspapier Bilanzierungsgrenzen und Key Performance Indicators (KPIs) für Sanierungsfahrpläne*, 2021. [Online]. Verfügbar unter: https://zia-deutschland.de/wp-content/uploads/2021/09/2021-07-23-ZIA-Positionspapier-Bilanzierungsgrenzen-und-Key-Performance-Indicators-KPIs-fuer-Sanierungsfahrplaene.pdf (Zugriff am: 26. Oktober 2021).

[12] Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen - DGNB e.V., Rahmenwerk für klimaneutrale Gebäude und Standorte, 2020. [Online]. Verfügbar unter: https://www.dgnb.de/de/themen/klimaschutz/rahmenwerk/index.php (Zugriff am: 24. September 2021).

[13] M. N. Fisch, M. Schlosser, Reiser, S., Wilken, T. und Ruschin, P. Kellner, R., „future:solar, Systemanalyse zur solaren Energieversorgung, Technische Universität Braunschweig, Institut für Gebäude- und Solartechnik“, 2015.

[14] Wuppertal Institut, *CO_2-neutral bis 2035: Eckpunkte eines deutschen Beitrags zur Einhaltung der 1,5-°C-Grenze*, Wuppertal, 2020. [Online]. Verfügbar unter: https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/7606/file/7606_CO2-neutral_2035.pdf (Zugriff am: 30. September 2021).

[15] Steinbeis-Innovationszentrum energieplus. Eigene Berechnung, 2021.

[16] Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union, *RICHTLINIE (EU) 2018/844 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 30. Mai 2018 zur Änderung der Richtlinie 2010/31/EU über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und der Richtlinie 2012/27/EU über Energieeffizienz*, 2018. [Online]. Verfügbar unter: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L0844&from=DE (Zugriff am: 31. August 2021).

[17] S. Verbeke, P. Waide, K. Bettgenhäuser, M. Uslar und Bogaert S. et al., *Support for setting up a Smart Readiness Indicator for buildings and related impact assessment - final report*, Brussels, 2018. [Online]. Verfügbar unter:

https://smartreadinessindicator.eu/sites/smartreadinessindicator.eu/files/sri_1st_technical_study_-_final_report.pdf (Zugriff am: 31. August 2021).
[18] European Commission. Directorate General for Energy. und Vito., *Final report on the technical support to the development of a smart readiness indicator for buildings: final report*. Publications Office, 2020. [Online]. Verfügbar unter: https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/f9e6d89d-fbb1-11ea-b44f-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-search
[19] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU), *Projektionsbericht der Bundesregierung 2019*, 2019. [Online]. Verfügbar unter: https://cdr.eionet.europa.eu/de/eu/mmr/art04-13-14_lcds_pams_projections/projections/envxnw7wq/Projektionsbericht-der-Bundesregierung-2019.pdf (Zugriff am: 16. September 2021).
[20] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU), *Entwurf - Projektionsbericht 2021 für Deutschland*, 2021. [Online]. Verfügbar unter: https://www.klimareporter.de/images/dokumente/2021/08/projektionsbericht-2021.pdf (Zugriff am: 17. September 2021).
[21] Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt) im Umweltbundesamt, *Hintergrundpapier - Nationales Emissionshandelssystem*, 2020. [Online]. Verfügbar unter: https://www.dehst.de/SharedDocs/downloads/DE/nehs/nehs-hintergrundpapier.pdf?__blob=publicationFile&v=3 (Zugriff am: 30. Juli 2021).
[22] Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU), *Umweltgutachten 2020: Für eine entschlossene Umweltpolitik in Deutschland und Europa*, 2020. [Online]. Verfügbar unter: https://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/01_Umweltgutachten/2016_2020/2020_Umweltgutachten_Entschlossene_Umweltpolitik.pdf;jsessionid=BC21FD3BD89D45348EE82D6B9B03184C.2_cid292?__blob=publicationFile&v=31 (Zugriff am: 7. Juli 2021).
[23] M. N. Fisch, *Gutachten zur Verschärfung der EnEV und Zusammenlegung EnEV / EEWärmeG für Wirtschaftsimmobilien: Schlussbericht*. erstellt durch Steinbeis-Innovationszentrum im Auftrag des Zentralen Immobilen Ausschuss (ZIA), 2017. [Online]. Verfügbar unter: https://zia-deutschland.de/wp-content/uploads/2021/05/Schlussbericht_Gutachten_ZIA_EnEV_EEWaermeG.pdf (Zugriff am: 24. September 2021).
[24] Techem Energy Services GmbH, *Techem Energiekennwerte 2019: Wärme, Erhebungen und Analysen zum Energieverbrauch für Heizung und Warmwasser in deutschen Mehrfamilienhäusern*, 2020. [Online]. Verfügbar unter: https://www.haustec.de/sites/default/files/2019-12/techem-energiekennwerte-2019.pdf (Zugriff am: 22. September 2021).
[25] Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi), *Energiekonzept: für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung*, 2010. [Online]. Verfügbar unter: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/E/energiekonzept-2010.pdf?__blob=publicationFile&v=5 (Zugriff am: 5. Juli 2021).
[26] Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR), *Strukturdaten zur Produktion und Beschäftigung im Baugewerbe. Berechnungen für das Jahr 2019. BBSR-Online-Publikation Nr. 15/2020.*, Bonn, 2020. [Online]. Verfügbar unter: https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/bbsr-online/2020/bbsr-online-15-2020-dl.pdf;jsessionid=C347536F1A37B500D453EFC7F14BD7A2.live21303?__blob=publicationFile&v=2 (Zugriff am: 26. Juli 2021).
[27] Statistisches Bundesamt, *Pressemitteilung vom 27. Juni 2019 – 242/19: Bevölkerung im Erwerbsalter sinkt bis 2035 voraussichtlich um 4 bis 6 Millionen*, 2019. [Online]. Verfügbar unter: https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressekonferenzen/2019/Bevoelkerung/pm-bevoelkerung.pdf?__blob=publicationFile (Zugriff am: 11. Oktober 2021).
[28] Institut der deutschen Wirtschaft Köln e.V. (IW Köln), *Fachkräfteengpässe in Unternehmen –: Fachkräftemangel und Nachwuchsqualifizierung im Handwerk*. KOFA-Studie 1/2021, 2021. [Online]. Verfügbar unter: https://www.kofa.de/fileadmin/Dateiliste/Publikationen/Studien/Handwerk_01_2021.pdf (Zugriff am: 13. August 2021).
[29] ifo Institut, *Materialmangel in der Baubranche verschärft sich | Pressemitteilung*, 2021. [Online]. Verfügbar unter: https://www.ifo.de/node/64042 (Zugriff am: 20. Juli 2021).
[30] Statistisches Bundesamt, *Preisindizes für Bauwerke, Ingenieurbau, Instandhaltung*, 2021. [Online]. Verfügbar unter: https://www.destatis.de/DE/Themen/Wirtschaft/Konjunkturindikatoren/Preise/bpr210.html;jsessionid=2800B77BCB27F64746B91205C36CDCAE.live731 (Zugriff am: 20. Juli 2021).
[31] Statistisches Bundesamt, *Preisindizes für die Bauwirtschaft - Fachserie 17 Reihe 4 - August 2021 (3. Vierteljahresausgabe)*, 2021. [Online]. Verfügbar unter: https://www.destatis.de/DE/Themen/Wirtschaft/Preise/Baupreise-

Immobilienpreisindex/Publikationen/Downloads-Bau-und-Immobilienpreisindex/bauwirtschaft-preise-2170400213234.pdf;jsessionid=FA5CB02B0C72BF5A44E682442450EECF.live742?__blob=publicationFile (Zugriff am: 15. Oktober 2021).
[32] ZIA Zentraler Immobilien Ausschuss e.V., *Positionspapier zur Wohnungspolitischen Diskussion: Fakten zur Versachlichung*, 2021. [Online]. Verfügbar unter: https://zia-deutschland.de/wp-content/uploads/2021/04/ZIA_Positionspapier_Wohnungswirtschaftliche_Fakten.pdf (Zugriff am: 30. September 2021).
[33] Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen, *Schriftliche Anfrage der Abgeordneten Bettina König (SPD) vom 06. September 2021 (Eingang beim Abgeordnetenhaus am 06. September 2021) zum Thema: Bearbeitung von Bebauungsplanverfahren in den Berliner Bezirken und Antwort vom 16. September 2021 (Eingang beim Abgeordnetenhaus am 17. Sep. 2021)*, 2021. [Online]. Verfügbar unter: https://pardok.parlament-berlin.de/starweb/adis/citat/VT/18/SchrAnfr/S18-28541.pdf (Zugriff am: 30. September 2021).
[34] Umweltbundesamt (UBA), *Urban Mining: Ressourcenschonung im Anthropozän*, 2017. [Online]. Verfügbar unter: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1968/publikationen/uba_broschuere_urbanmining_rz_screen_0.pdf (Zugriff am: 5. Juli 2021).
[35] Buildings Performance Institute Europe (BPIE), *Energy Performance Certificates across the EU: A mapping of national approaches*, 2014. [Online]. Verfügbar unter: https://www.bpie.eu/wp-content/uploads/2015/10/Energy-Performance-Certificates-EPC-across-the-EU.-A-mapping-of-national-approaches-2014.pdf (Zugriff am: 6. August 2021).
[36] Agence de l'Environnement de la Maîtrise de l'Energie, *Statistiques.* [Online]. Verfügbar unter: https://www.observatoire-dpe.fr/index.php/statistique (Zugriff am: 12. August 2021).
[37] Etalab (Un département de la DINUM), *Diagnostics de performance énergétique pour les logements par habitation - data.gouv.fr.* [Online]. Verfügbar unter: https://data.ademe.fr/datasets/dpe-france (Zugriff am: 12. August 2021).
[38] Deutsche Energie-Agentur GmbH, ifeu, Prognos AG, Öko-Institut e.V., Navigant und adelphi, *Vorbereitende Untersuchungen zur Erarbeitung einer Langfristigen Renovierungsstrategie nach Art 2a der EU-Gebäuderichtlinie RL 2018/844 (EPBD).: Ergänzung zum Endbericht – 16.09.2019*, 2019. [Online]. Verfügbar unter: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/Studien/vorbereitende-untersuchungen-zur-langfristigen-renovierungsstrategie-ergaenzung.pdf?__blob=publicationFile&v=6 (Zugriff am: 10. August 2021).