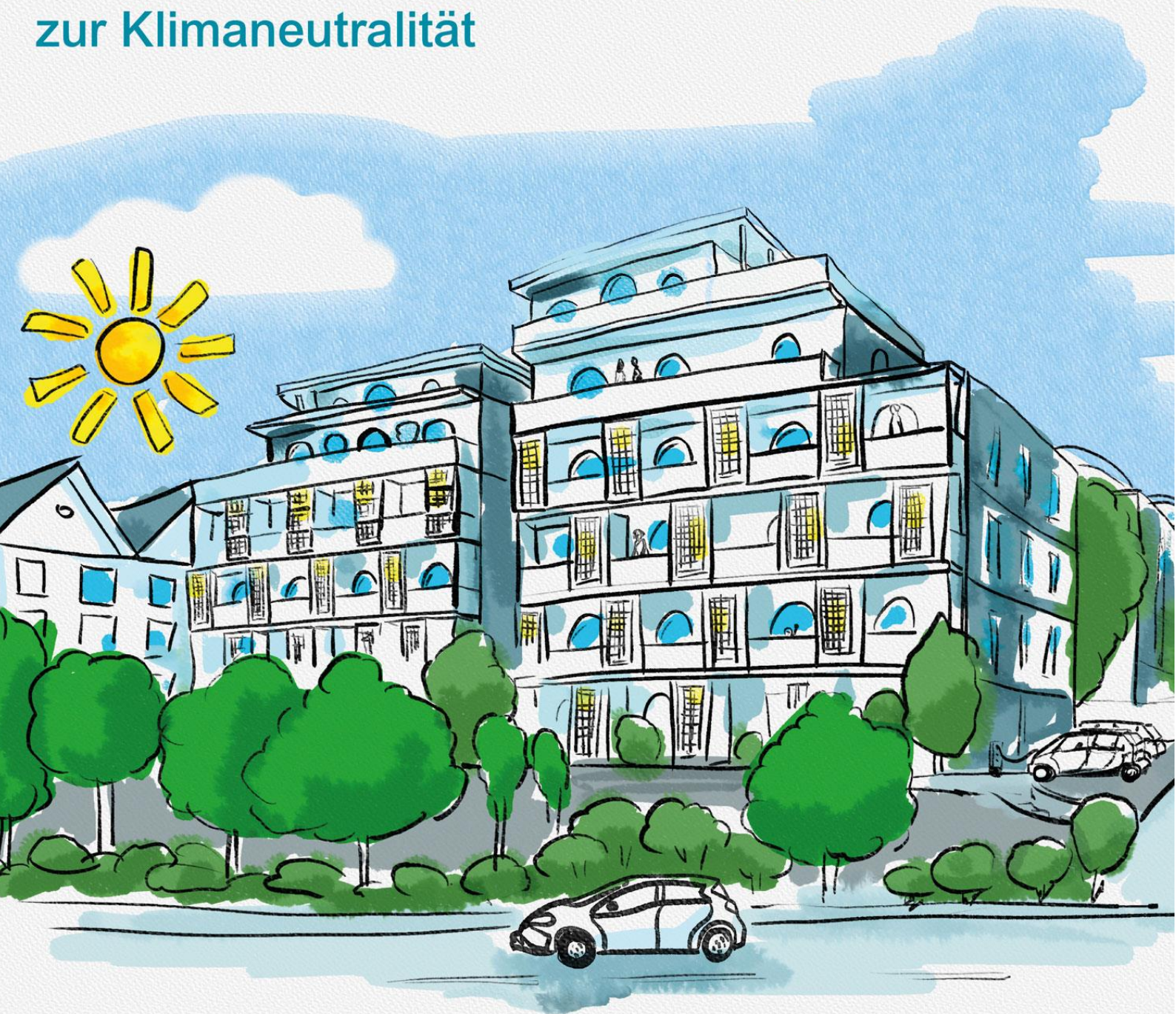


VERANTWORTUNG ÜBERNEHMEN

Der Gebäudebereich auf dem Weg
zur Klimaneutralität



Erreichung der Klimaschutzziele im Gebäudesektor unter Berücksichtigung der Förderlandschaft und der notwendigen Ressourcen

Studie im Auftrag des ZIA, 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 Sonnenenergie“. 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 Lohn-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 Umweltingenieurwissenschaften an der RWTH Aachen mit dem Master of Science ab.

Jule Marie Dersch | Benjamin Trippe

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	1
Abkürzungsverzeichnis	3
Abbildungsverzeichnis	7
Tabellenverzeichnis	11
1. Status Quo der klimarelevanten Rahmenbedingungen des Gebäudesektors	12
1.1 Überblick der regulativen Rahmenbedingungen zur Klimaneutralität des Gebäudesektors.....	12
1.1.1 Europäischer Rahmen	17
1.1.2 Nationaler Rahmen	25
1.1.3 Vereinfachung und Umstellung der Regularien	33
1.1.4 Transparenz durch Digitalisierung der Betriebsdaten.....	36
1.1.5 Festlegen der CO ₂ -Bepreisung bis 2045	38
1.1.6 Einführung von THG-Emissionsbudgets.....	40
1.1.7 Fazit	45
1.2 Darstellung der aktuellen und geplanten nationalen Förderlandschaft zur Klimaneutralität des Gebäudesektors	47
1.2.1 Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG).....	48
1.2.2 Energieberatung und Sanierungsfahrplan	55
1.2.3 Bundesförderungen - Sonstige	58
1.2.4 Landesförderungen.....	63
1.2.5 Geplante Förderlandschaft	66
1.2.6 Verbesserungsvorschläge / Kritik	67
1.3 Transparenz klimarelevanter Gebäudedaten.....	75
1.3.1 Status Quo Energieausweis und Sanierungsfahrplan	75
1.3.2 Status Quo Datenhaltung im Gebäudesektor	78
1.3.3 Positivbeispiele für die nationale Gebäudedatenbank	83
1.3.4 Nutzen durch transparente Gebäudedaten	88
1.3.5 Fahrpläne für die Sanierung	93
1.3.6 Nationale Gebäudedatenbank	95
1.3.7 Fazit	97
2. Retrospektive.....	98
2.1 Resümee ZIA „Gutachten zur Verschärfung der EnEV und Zusammenlegung EnEV / EEWärmeG für Wirtschaftsimmobilien“	98
2.1.1 Ausgangssituation	99
2.1.2 Vorgehensweise	99
2.1.3 Ergebnisse.....	100
2.1.4 Schlussfolgerung	105
2.2 Resümee ZIA Positionspapier „Bilanzierungsgrenzen und Key Performance Indicators (KPIs) für Sanierungsfahrpläne“	108
2.2.1 Überblick.....	110
2.2.2 Notwendige Aktualisierung von Zielwerten.....	115
2.2.3 Schlussfolgerung	116
2.3 Roadmap Energieeffizienz 2045 (BMWi) – Gebäud - Ziele / Zwischenergebnisse.....	116
2.3.1 Dialogprozess und zeitlicher Rahmen	116
2.3.2 Relevante Zwischenergebnisse für den Gebäudesektor	119

3. Umsetzungs-Maßnahmen.....	124
3.1 Ausgangssituation Gebäudesektor	124
3.2 Handlungsempfehlungen für Gebäudesektor	134
3.2.1 Neubau und Bestand	137
3.2.2 Quartier	146
3.3 Maßnahmen Gebäudebestand	149
3.3.1 Wohngebäude im Bestand	150
3.3.2 Nichtwohngebäude im Bestand	163
3.4 Maßnahmen Neubau	169
3.4.1 Wohngebäude im Neubau	171
3.4.2 Nichtwohngebäude im Neubau	181
3.5 Fazit	186
4. Ressourcenbetrachtung	188
4.1 Sanierungsrate	188
4.2 Bauvolumen und Beschäftigte	190
4.2.1 Bauvolumen und Beschäftigte im Bereich der energetischen Sanierung	192
4.2.2 Aktueller Fachkräftemangel	196
4.3 Beschränkungen aufgrund von Verfügbarkeit materieller Ressourcen	198
4.4 Beschränkungen aufgrund von Genehmigungsprozessen	201
4.5 Effizienter und nachhaltiger Materialeinsatz	201
4.6 Evaluierung einer Steigerung der Sanierungsrate	204
4.7 Fazit	206
5. Extended Executive Summary	207
Anhang	208
Literatur	215

Anmerkung:

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird im Text verallgemeinernd das generische Maskulinum verwendet. Diese Formulierungen umfassen gleichermaßen weibliche und männliche Personen; alle sind damit selbstverständlich gleichberechtigt angesprochen.

Innerhalb der Studie werden die Begriffe Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) und CO₂-Emissionen synonym verwendet und meinen sämtliche (Spuren-)Gase, die zum Treibhauseffekt beitragen. Sofern innerhalb der Studie vereinzelt lediglich das Spurengas Kohlenstoffdioxid (CO₂) und nicht die weiteren Spurengase gemeint wird, so ist dies im entsprechenden Absatz durch den jeweiligen Kontext explizit beschrieben.

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
a	Jahr
AG	Arbeitsgruppen
AG-Energiebilanzen	Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V.
AGVO	Allgemeine Gruppenfreistellungsverordnung
AMEV	Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen
AO	Abgabenordnung
APEE	Anreizprogramm Energieeffizienz
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BBSR	Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung
BEACON	Bridging European and Local Climate Action
BEG	Bundesförderung für effiziente Gebäude
BEG EM	Bundesförderung für effiziente Gebäude Einzelmaßnahmen
BEG NWG	Bundesförderung für effiziente Gebäude Nichtwohngebäude
BEG WG	Bundesförderung für effiziente Gebäude Wohngebäude
BEHG	Brennstoffemissionshandelsgesetz
BEW	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze
BGF	Brutto-Grundfläche
BHKW	Blockheizkraftwerk
BMI	Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit
BMVBS	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
BNB	Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen
BWP	Bundesverband Wärmepumpe e.V.
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
CRREM	Carbon Risk Real Estate Monitor
DEA	Danish Energy Agency
dena	Deutsche Energie-Agentur GmbH
DGNB	Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen
DIBt	Deutsches Institut für Bautechnik
DIN 18599	DIN-Normenreihe "Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung"
DIW Berlin	Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung e.V.

DNSH	Do-No-Signifikant-Harm
e.V.	Eingetragene Vereine
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
EE	Erneuerbare Energie
EED	Energy Efficiency Directive
EEE	Energieeffizienz-Experten
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EEV	Endenergieverbrauch
EEW	Erneuerbare Energie im Bereich der Wärme
EEWärmeG	Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz
EffSTRA 2050	Energieeffizienzstrategie 2050
EFRE	Europäischen Fonds für regionale Entwicklung
EH	Effizienzhaus
E-Mobilität	Elektro-Mobilität
EnEG	Energieeinsparungsgesetz
EnEV	Energieeinsparverordnung
EPBD	Energy Performance of Buildings Directive
EPC	Energy Performance Certificate
ESG	Environment, Social, Governance
ESR	Effort Sharing Regulation
ETS	EU Emissions Trading System
EU	Europäische Union
EWärmeG	Erneuerbare-Wärme-Gesetz
EZFH	Ein- und Zweifamilienhäuser
G20	Gruppe der 19 größten Volkswirtschaften der Industrie- und Schwellenländer und die Europäischen Union
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GHD	Gewerbe, Handel und Dienstleistungen
GHG-Protocol	Greenhouse Gas Protocol
GRI	Global Reporting Initiative
GUD	Gas- und Dampfturbinenkraftwerk
GW	Gigawatt
GWh	Gigawattstunden
GWP	Global Warming Potential
GW _p	Gigawatt Peak
HOAI	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure

H _{tr}	Transmissionswärmeverlust
HZO	Heizungsoptimierungsprogramm
IBM	Inbetriebnahmemanagement
ifeu	Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH
IKK	Investitionskredit Kommunen
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologie
IKU	Investitionskredit Kommunale Unternehmen
INATECH	Institut für Nachhaltige Technische Systeme
ISE	Institut für Solare Energiesysteme
iSFP	Individueller Sanierungsfahrplan
IT	Informationstechnik
IW Köln	Institut der deutschen Wirtschaft Köln e.V.
KfW	Förderbank der Bundesrepublik Deutschland
kg	Kilogramm
Kita	Kindertagesstätte
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
KN2045 / KN2050	Klimaneutrales Deutschland 2045 / Klimaneutrales Deutschland 2050
KOFA	Kompetenzzentrum Fachkräftesicherung
KPI	Key Performance Indicator
KSG	Klimaschutzgesetz
KSG BW	Klimaschutzgesetz Baden-Württemberg
kWh	Kilowattstunde
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
kW _p	Kilowatt Peak
LED	Leuchtdiode (engl.: light-emitting diode)
LPH	Leistungsphasen der Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI)
LTRS	Langfristige Renovierungsstrategie der Bundesregierung
LTS	Long Term Strategies
m ²	Quadratmeter
MAP	Marktanreizprogramm Erneuerbare Energien
MEPS	Mindesteffizienzstandards im Gebäudebestand (engl.: Minimum Energy Performance Standards)
MFH	Mehrfamilienhäuser
Mio.	Million/Millionen
MsbG	Messstellenbetriebsgesetz
NAPE 2.0	Nationaler Aktionsplan Energieeffizienz

NECP	National energy and climate plan
nEHS	Nationales Emissionshandelssystem
NH	Nachhaltigkeit
NRF	Netto-Raumfläche (Fußnote S.114)
NUF	Nutzungsfläche (Fußnote S.114)
NWG	Nichtwohngebäude
PE	Primärenergie
PEV _(n.E.)	Primärenergieverbrauch (nicht-erneuerbar)
PJ	Petajoule
PKW	Personenkraftwagen
PV	Photovoltaik
RED	Renewable Energy Directive
RLT-Anlagen	Raumlufttechnische Anlagen
Roadmap EE 2045/2050	Roadmap Energieeffizienz 2045/2050
SFP	Spezifische Ventilatorleistung
SRI	Smart Readiness Indicator
SRU	Sachverständigenrats für Umweltfragen
t	Tonnen
TF	Technikfläche
THG	Treibhausgas
TMon	Technisches Monitoring
TWh	Terawattstunden
U _{mittel}	Mittlerer Wärmedurchgangskoeffizient
UN / UNO	Vereinte Nationen / Organisation der Vereinten Nationen (engl.: United Nations / United Nations Organisation)
U-Wert	Wärmedurchgangskoeffizient
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
VDI-Richtlinie 2067	Verein Deutscher Ingenieure Richtlinie 2067 Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen - Grundlagen und Kostenberechnung
VF	Verkehrsfläche
WG	Wohngebäude
WP	Wärmepumpe
W _p	Watt Peak
WRG	Wärmerückgewinnung
ZIA	Zentraler Immobilien Ausschuss

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1	Politisches Haus des Klimaschutzes	13
Abbildung 1.2	Darstellung der Bilanzrahmen von Quell- und Verursacherprinzip für den Gebäudesektor	14
Abbildung 1.3	Treibhausgasemissionen im Gebäudesektor differenziert nach Quell- und Verursacherprinzip.....	16
Abbildung 1.4	Politisches Haus des Klimaschutzes	17
Abbildung 1.5	Aufteilung der EU-Ziele zur THG-Minderung für 2030 in ETS und ESR (Nicht-ETS) gegenüber 2005 (Stand 2021).....	20
Abbildung 1.6	Informationen und Inhalte zum Smart Readiness Indicator (SRI)	22
Abbildung 1.7	Bewertungsmethodik des Smart Readiness Indicators (SRI) mit Gewichtungen einzelner Bereiche innerhalb der Wirkungskriterien.....	24
Abbildung 1.8	Politisches Haus des Klimaschutzes	25
Abbildung 1.9	Preisentwicklung für die Emissionszertifikate im nEHS	26
Abbildung 1.10	THG-Einsparziele nach Sektoren bis 2030	29
Abbildung 1.11	Vereinfachte Darstellung der Stromlieferung und der Vertragsbeziehungen, möglich bei Inbetriebnahme der Anlage nach dem 1. Januar 2021	32
Abbildung 1.12	Ausschnitt aus Muster eines Energieausweises für Wohngebäude	36
Abbildung 1.13	Regelungen der Energy Efficiency Directive (EED 2018) zur Verpflichtung zu fernaulesbaren Messeinrichtungen im Wärmebereich	37
Abbildung 1.14	Fernaulesbare Zähler für Wärme und Strom zur jederzeitigen Bewertung der THG-Emissionen des Gebäudes	38
Abbildung 1.15	Preisentwicklung für die Emissionszertifikate im nEHS bis 2026 und im Zeitraum nach 2026 Preispfad aus „Politikszenerarien IX“	39
Abbildung 1.16	Boxplots der monatlichen Mehrkosten durch CO ₂ -Bepreisung für eine Stichprobe von 110 Wohngebäuden, Preispfad aus „Politikszenerarien IX“	40
Abbildung 1.17	Das CO ₂ -Budget als Grundlage bestehender Klimaziele auf verschiedenen Ebenen	41
Abbildung 1.18	THG- Emissionspfade zur Einhaltung der Pariser Klimaziele in Deutschland für den Gebäudesektor (schematisch)	42
Abbildung 1.19	Gegenüberstellung von unterschiedlichen Förderprogrammen anhand des entsprechenden Fördervolumens gemäß Bundeshaushalt	48
Abbildung 1.20	Aufbau Förderprogramm Bundesförderung für Effiziente Gebäude (BEG) sowie Verantwortlichkeiten für Zuschuss- und Kreditvarianten.....	49
Abbildung 1.21	Entwicklung Antragszahlen Effizienzhäuser, Neubau Wohngebäude	54
Abbildung 1.22	Entwicklung Antragszahlen Effizienzhäuser (systemische Maßnahmen), Sanierung Wohngebäude	54
Abbildung 1.23	Antragszahlen Bundesförderung Energieberatung für Wohngebäude	57
Abbildung 1.24	Übersicht der Förderlandschaft.....	67
Abbildung 1.25	Entwicklung des jährlichen Investitionsvolumens bei Wohngebäuden für Effizienzhäuser (systemische Maßnahmen) bei Sanierung und Neubau sowie Einzelmaßnahmen bei der Sanierung	69
Abbildung 1.26	Durchschnittliche jährliche Neuanschlüsse (Wohnungen in Tausend)	70
Abbildung 1.27	Erforderliche Wärmepumpeninstallationen nach unterschiedlichen Klimastudien ...	70
Abbildung 1.28	Jährlicher Absatz von Heizungswärmepumpen in den Jahren 2011 bis 2020	71
Abbildung 1.29	Beheizungsstruktur Wohnfläche	72
Abbildung 1.30	Beheizungsstruktur Nutzfläche (nur im GHD-Sektor)	72
Abbildung 1.31	Gebäudesektor: Endenergieverbrauch für Wärme nach Energieträgern	73
Abbildung 1.32	Systemvergleich von Wärmepumpensystemen und Gaskesselsystem mit BAFA-Investitionszuschuss für Wärmepumpensystem (seit 2021 BEG Einzelmaßnahmen) mit -35 Prozent Investitionskosten für Wärmepumpe monoenergetisch und -30 Prozent Investitionskosten für Wärmepumpe + Kessel bivalent bis zum Jahr 2040 [132]	74
Abbildung 1.33	Voraussetzungen zur Erstellung von Energieausweisen.....	76
Abbildung 1.34	Ausschnitt aus Muster eines Energieausweises für Wohngebäude, Bereich für Modernisierungsempfehlungen	77
Abbildung 1.35	Mein Sanierungsfahrplan – „Fahrplanseite“ des iSFP	78
Abbildung 1.36	Verteilung der in Deutschland registrierten Energieausweise nach Bedarf/Verbrauch sowie Wohngebäude/Nichtwohngebäude.....	80

Abbildung 1.37	Öffentlicher Zugang zu Energieausweis (EPC)-Datenbanken (Stand 2014).....	82
Abbildung 1.38	Grob- und Detailansicht der Gebäudeklassen für die Energieeffizienz (links) und die THG-Emissionen (rechts) französischer Gebäude auf öffentlich zugänglichen Karten.....	85
Abbildung 1.39	Neues Energielabel in Frankreich seit dem 1. Juli 2021, das Primärenergie und THG-Emissionen berücksichtigt.....	85
Abbildung 1.40	Häufigkeitsverteilung der Energieeffizienzklassen nach Energieeffizienzklassen des deutschen Wohngebäudebestandes.....	88
Abbildung 1.41	Endenergiebedarf des deutschen Nichtwohngebäudebestands	89
Abbildung 1.42	Wohnflächenverteilung auf die Energieeffizienzklassen (auf Basis der LTRS-Deutschland)	90
Abbildung 1.43	Mittlere flächenbezogene THG-Emissionen in den Energieeffizienzklassen (Bilanzierung gem. GEG)	90
Abbildung 1.44	THG-Emissionen in den Energieeffizienzklassen in Millionen Tonnen THG-Emissionen.....	91
Abbildung 1.45	DGNB Auszeichnungen im Verlauf der Jahre.....	95
Abbildung 1.46	Materialzusammenstellung eines DGNB-zertifizierten Bürogebäudes	96
Abbildung 1.47	Zusammenstellung der Treibhausgasemissionen in der Herstellung der Materialien eines DGNB-zertifizierten Bürogebäudes	96
Abbildung 2.1	Primärenergiebedarf – Typgebäude „Büro Groß“	102
Abbildung 2.2	Primärenergiebedarf – Typgebäude „Hotel“	103
Abbildung 2.3	Primärenergiebedarf – Typgebäude „Shopping Mall“	104
Abbildung 2.4	THG-Einsparung der analysierten Gebäudetypologien.....	105
Abbildung 2.5	CO ₂ -Emissionen – Büro- und Wohngebäude im Vergleich	106
Abbildung 2.6	THG-Emissionen im Szenario 2050 – Typgebäude „Büro“	107
Abbildung 2.7	Zusammenstellung der nationalen und internationalen Veröffentlichungen sowie Verbände, Institutionen und Projekte mit Relevanz für den Klimaschutz im Gebäudesektor hinsichtlich Bilanzierungsgrenzen und KPIs	113
Abbildung 2.8	Lösungsvorschlag für das Konzept zur Entwicklung von Sanierungsfahrplänen mit Zielwerten für 2045	114
Abbildung 2.9	Inhalte der Energieeffizienzstrategie 2050 der Bundesregierung	117
Abbildung 2.10	Ursprünglicher Vorschlag zur Struktur des Beteiligungsformats – Stand 2019	117
Abbildung 2.11	Struktur des Beteiligungsformats – Stand 2021.....	118
Abbildung 2.12	Vorgehensweise bei der Erarbeitung des programmatischen Strategiepapiers innerhalb des Dialogprozesses der Roadmap Energieeffizienz 2045	118
Abbildung 3.1	Flächenaufteilung (NRF) und CO ₂ -Emissionen (Quellprinzip) Gebäudesektor	124
Abbildung 3.2	Flächenbezogene CO ₂ -Emissionen für Wohn- und Nichtwohngebäude (Quell-Prinzip).....	125
Abbildung 3.3	Jährliche graue THG-Emissionen durch Neubau und Sanierung	125
Abbildung 3.4	CO ₂ -Emissionen – Büro- und Wohngebäude im Vergleich.....	126
Abbildung 3.5	Jährliche THG-Emissionen 2020 (Verursacherprinzip, ohne Nutzerstrom und Fernwärme)	127
Abbildung 3.6	Energetische Einstufung Wohngebäudebestand Deutschland	128
Abbildung 3.7	Aufteilung (Wohnfläche) in Wohngebäudetypen in Deutschland	129
Abbildung 3.8	links: Wärmebereitstellung Gebäudebestand; rechts: Wärmebereitstellung Neubau in Deutschland (2017)	130
Abbildung 3.9	Energieträger - Endenergieverbrauch 2019 nach Sektoren und Energieträgern....	130
Abbildung 3.10	Nichtwohngebäude (ohne Industrie) und Wohngebäude in Deutschland und deren Anteil am Endenergieverbrauch in Gebäuden	131
Abbildung 3.11	Nettogrundfläche und Endenergieverbrauch Nichtwohngebäude Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD)	132
Abbildung 3.12	THG-Emissionen der Nichtwohngebäude (nur GHD-Sektor)	132
Abbildung 3.13	THG-Emissionen 2020, Gebäudesektor (Verursacherprinzip: 296 Mio. Tonnen = 40 Prozent).....	133
Abbildung 3.14	Verteilung des Wärmeverbrauchs in Wohngebäuden nach Energieträger Öl/Gas (oben) bzw. Fernwärme (unten).....	135
Abbildung 3.15	Reduzierung der THG-Emissionen durch die Umstellung der Anlagentechnik	136
Abbildung 3.16	Vergleich der grauen TGH-Emissionen für den Bau eines dreigeschossigen Mehrfamilienhauses im Vergleich zu einer ganzheitlichen Sanierung (KG 300 und 400).....	137

Abbildung 3.17	CO ₂ -Emissionen (Verursacherprinzip) eines MFH im Lebenszyklus für verschiedene Energiestandards	138
Abbildung 3.18	CO ₂ -Emissionen über den Lebenszyklus eines Mehrfamilien-Hauses nach dem Verursacherprinzip	139
Abbildung 3.19	Bausteine und Schritte eines Sanierungs-Fahrplans.....	140
Abbildung 3.20	Entwicklung des GWP für Netzstrom, Fernwärme, Pellets und Erdgas	140
Abbildung 3.21	Flächenbezogene THG-Reduzierung für Neubauten unterschiedlicher Energie-Standards	141
Abbildung 3.22	THG-Emissionen im Gebäudesektor – Reduktionsziel bis 2030 und Zuwachs durch Neubau und Graue Emissionen im Jahr 2030	142
Abbildung 3.23	Anforderungsniveau an die Gebäudehüllen nach Gebäudeenergiegesetz (GEG) 2020.....	143
Abbildung 3.24	Jahresgesamtkosten nach VDI 2067 (kapital-, betriebs- und bedarfsgebundene Kosten) und Treibhauspotential verschiedener Energiestandards nach dem Verursacherprinzip inkl. Nutzerstrom	143
Abbildung 3.25	Abwärme-Potential für eine 50%ige Wasserstofferzeugung in Deutschland (50 % Import)	145
Abbildung 3.26	Vergleich Gebäude- und Quartiersbetrachtung nach GEG § 103 und § 107	146
Abbildung 3.27	Eigentumsverhältnisse von Wohnungen und Wohngebäuden in Deutschland [151]	148
Abbildung 3.28	THG Minderungspotential bis 2030 – Anlagentechnik und Gebäudehülle	152
Abbildung 3.29	Sanierungsfahrplan - Gebäudeklassen und Energieverbrauchswerte	153
Abbildung 3.30	THG-Potential zwischen Baualtersklassen und Energieträger zur Wärmeversorgung.....	153
Abbildung 3.31	Maßnahmen zur CO ₂ -Reduktion inkl. Nutzerstrom.....	154
Abbildung 3.32	THG-Faktoren zur Wärmeerzeugung.....	156
Abbildung 3.33	Jahresgesamtkosten für die Sanierung zum klimaneutralen Mehrfamilienhaus für verschiedene Wärmeversorgungs-Systeme	157
Abbildung 3.34	Photovoltaik Ertrag und mögliche PV-Leistung bei Flachdächern	158
Abbildung 3.35	Photovoltaik Ertrag und mögliche PV-Leistung bei einer Dachneigung von 35°	159
Abbildung 3.36	Anteile der Jahresgesamtkosten der Modernisierungsvarianten im Vergleich zum unsanierten Zustand für das Verwaltungsgebäude auf Basis der Energiepreise 2030 (unterer Preispfad)	165
Abbildung 3.37	CO ₂ -Vermeidungskosten der Modernisierungsvarianten basierend auf Vollkosten und Energiepreisen 2030 (unterer Preispfad), Verwaltungsgebäude	166
Abbildung 3.38	Flächenbezogener Effizienzwert: Verhältnis nutzbare Fläche / BGF	170
Abbildung 3.39	Benchmarks für Mehrfamilienhäuser	173
Abbildung 3.40	Herstellung eines EH 55 und EffizienzhausPlus Mehrfamilienhaus - graue Energie der Gewerke	175
Abbildung 3.41	Flächenbedarfe verschiedener Wärmequellen	176
Abbildung 3.42	PV-Eigennutzungsanteil (links) und Deckungsanteil (rechts) in Abhängigkeit des Verhältnisses von jährl. PV-Ertrag zu Gesamtstrombedarf und Maßnahmen zur Erhöhung der Eigenstromnutzung für einen PV-Ertrag von etwa 900 kWh/kWp ...	177
Abbildung 4.1	Energetische Sanierungsrate zwischen 1990 und 2017	189
Abbildung 4.2	Volumen der Baumaßnahmen an Wohngebäuden in Deutschland	190
Abbildung 4.3	Baumaßnahmen bei Wohngebäuden in Deutschland	191
Abbildung 4.4	Baumaßnahmen bei Nichtwohngebäuden in Deutschland	191
Abbildung 4.5	Struktur des Bauvolumens (2019)	192
Abbildung 4.6	Struktur des Bauvolumens im Jahr 2019 - nach Produzentengruppen (in Milliarden Euro zu jeweiligen Preisen und Anteilen in Prozent) und zeitliche Entwicklung der Bauvolumina und Beschäftigtenzahlen im Baugewerbe	193
Abbildung 4.7	Bauvolumen und Baubeschäftigte korrespondierend zur energetischen Sanierungsrate	194
Abbildung 4.8	Veränderter Bedarf an Arbeitskräften in verschiedenen Berufen durch Verdoppelung der Sanierungsrate	195
Abbildung 4.9	Die Entwicklung des Ausbildungsmarkts in überwiegend handwerklichen Berufen	197
Abbildung 4.10	Anteil der befragten Firmen, die Probleme haben, rechtzeitig Baustoffe zu beschaffen.....	199
Abbildung 4.11	Modernisierungskosten und THG-Emissionen am Beispiel des Geschosswohnungsbaus der 50er bis 70er Jahre.....	202

Abbildung 4.12	Anthropogenes Materiallager nach Gütergruppen und Materialien in Deutschland (2010)	203
Abbildung 4.13	Trendlinien im Bauwesen	204

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1.1	Energieeinsparungen bei Erhöhung des Smart Readiness Indicators (SRI)	24
Tabelle 1.2	Zusammenfassende Bewertung der Einhaltung der Long Term Renovation Strategies der Mitgliedsstaaten hinsichtlich Artikel 2a der EPBD.....	28
Tabelle 1.3	Gebäudesektorbezogene Zielvorgaben nach Energieeffizienzstrategie Gebäude und Klimaschutzgesetz (2021)	34
Tabelle 1.4	Umfang verschiedener regulatorischer und nicht-regulatorischer Maßnahmen der EU gegenüber dem Gebäudelebenszyklus	44
Tabelle 1.5	Förderübersicht – Bundesförderung für effiziente Gebäude: Einzelmaßnahmen (BEG EM)	52
Tabelle 1.6	Förderübersicht – Bundesförderung für effiziente Gebäude: Wohngebäude (BEG WG) und Nichtwohngebäude (BEG NWG).....	53
Tabelle 1.7	Kosten und Fördersätze für die Erstellung von individuellen Sanierungsfahrplänen (ISFP).....	56
Tabelle 1.8	Anzahl der bundesweiten Förderzusagen und der in Baden-Württemberg im Schwerpunkt Energetische Stadtsanierung 2018 bis 2020; Zahlen <10 werden aus Datenschutzgründen nicht dargestellt	62
Tabelle 1.9	Registrierte Energieausweise in Deutschland 2014 – 2020.....	79
Tabelle 1.10	Energieausweisdaten (engl. EPC - Energy Performance Certificates - Data), die ausgewählte EU-Mitgliedsstaaten derzeit in Datenbanken speichern	81
Tabelle 1.11	Einzuhaltende Grenzwerte des Koeffizienten zum Energiebedarf eines Neubaus in den Niederlanden	87
Tabelle 1.12	Energieeffizienzklassen von Wohngebäuden (GEG-Auszug)	89
Tabelle 1.13	THG-Emissionen der Nutzung und des Betriebs von Wohn- und Nichtwohngebäuden in Deutschland.....	92
Tabelle 2.1	Gebäudesektorbezogene Zielvorgaben nach Energieeffizienzstrategie Gebäude, Klimaschutzplan 2050 sowie Klimaschutzgesetz (2019).....	110
Tabelle 2.2	Forderung für Aktualisierungen (in gelben Zellen) der gebäudesektorbezogenen Zielvorgaben entsprechend dem aktualisierten Klimaschutzgesetz (2021).....	115
Tabelle 2.3	Zwischenergebnisse aus dem Dialogprozess der Roadmap Energieeffizienz 2045 ...	119
Tabelle 3.1	Vergleich individueller Gebäude- mit Quartiersansatz (interne Berechnung)	147
Tabelle 3.2	Strombedarf Haushalte nach Stromspiegel Deutschland	159
Tabelle 3.3	Vor- und Nachteile bei bewohnter und unbewohnter Sanierung	161
Tabelle 4.1	Top-Engpassberufe nach Fachkräftelücke in überwiegend handwerklichen Berufen, Jahresdurchschnitt 2020, absolut.....	196
Tabelle 4.2	Top-Engpassberufe nach Fachkräftelücke in Berufen mit Handwerksanteilen, Jahresdurchschnitt 2020, absolut.....	197
Tabelle 4.3	Die Ausbildungssituation im Berichtsjahr 2019/2020 in den Handwerksberufen mit der größten Fachkräftelücke am Arbeitsmarkt	198
Tabelle 4.4	Preisindizes für Bauwerke: Instandhaltung von Wohngebäuden; Originalwerte	200

1. Status Quo der klimarelevanten Rahmenbedingungen des Gebäudesektors

Dieses Kapitel gibt einen Überblick über die wesentlichen regulativen Rahmenbedingungen, die im Gebäudesektor für den zielgerichteten Klimaschutz von fundamentaler Bedeutung sind. Darüber hinaus wird die notwendige Förderlandschaft vorgestellt, die zur Umsetzung von Maßnahmen zur Transformation des nationalen Gebäudebestands erforderlich ist. Zuletzt zeigt dieses Kapitel einen Weg zur Transparenz klimarelevanter Gebäudedaten auf, die zur Erstellung effektiver Sanierungsfahrpläne sowie zur Dokumentation und Kontrolle der Verbesserungen im Gebäudebestand hinsichtlich des Klimaschutzes das zentrale Mittel darstellen.

1.1 Überblick der regulativen Rahmenbedingungen zur Klimaneutralität des Gebäudesektors

Dieses Kapitel legt die Basis für folgende Thesen:

- These 2: Vereinfachung und Umstellung der Regularien
- These 7: Transparenz durch Digitalisierung der Betriebsdaten - Smart Readiness Indicator (SRI)
- These 8: Festlegung der CO₂-Bepreisung bis 2045
- These 9: Einführung von THG-Emissionsbudgets

Ausgangspunkt für sämtliche, aktuell stattfindenden Bemühungen zur Einsparung von Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) ist die UN-Klimakonferenz in Paris (Frankreich) im Dezember 2015. Dort einigten sich 197 Staaten auf ein neues, globales Klimaschutzabkommen innerhalb dessen angestrebt wird, dass die Erderwärmung im Vergleich zum vorindustriellen Zeitalter auf "deutlich unter" 2 Grad Kelvin, bestenfalls auf 1,5 Grad Kelvin, zu begrenzen ist. Dieses Ziel wurde von den Staaten des G20-Gipfels in Rom im Jahr 2021 nochmals bekräftigt. Auf der UN-Klimakonferenz 2021 in Glasgow wurde jedoch seitens der Organisation der Vereinten Nationen (UNO) angemahnt, dass ohne ein konsequentes Umsteuern der Staaten die Erde auf eine gefährliche Erwärmung um durchschnittlich 2,7 Grad zusteuert. Für die Erreichung des 1,5 Grad Ziels, müsste der THG-Ausstoß schnell und drastisch vermindert werden.

Wenn es um den nachhaltigen Betrieb von Immobilien geht, werden bisher als Betrachtungsgrößen beziehungsweise Optimierungsgrößen meist der Endenergie- und der Primärenergieverbrauch (EEV und PEV) verwendet. Für die Erreichung des 1,5 Grad Ziels, nehmen aktuelle politische Regelungen vermehrt die Reduktion von THG-Emissionen in den Fokus, da diese maßgebend für den Klimawandel verantwortlich gemacht werden und damit der entscheidende Faktor für die Erreichung des Temperaturziels sind. Die Festlegung von Berechnungsmethoden und Zielwerten in den Bereichen Primärenergie, Endenergie und Treibhausgasen führen zu einer zunehmenden Komplexität sowie zu Zielkonflikten in der Umsetzung von Maßnahmen. Abbildung 1.1 zeigt eine Zusammenstellung des für den Klimaschutz im Gebäudesektor relevanten nationalen und internationalen politischen Rahmens unter dem Titel „Politisches Haus des Klimaschutzes“. Nicht nur die zunehmende Komplexität, sondern schon allein die große Menge an regulatorischen Schriften ist

von den Beteiligten der Bau- und Immobilienbranche kaum noch zu bewältigen. Ohne technische oder sonstige Anhänge (allein der Technische Anhang des finalen Berichts zur Taxonomie [1] umfasst beispielsweise über 590 Seiten) hat der interessierte Leser bereits mehr als 3000 Seiten Regularien zum Klimaschutz zu lesen. Da die meisten Veröffentlichungen einander bedingen und entsprechend gegenseitig aufeinander verweisen, wurden lediglich jene Veröffentlichungen pfeilgerichtet in Verbindung gesetzt, bei denen die gerichtete Abhängigkeit existent ist. Anhand des Veröffentlichungsjahres lassen sich ebenfalls Schlüsse auf die aktuelle politische Relevanz ziehen. Insgesamt lässt sich der politische Rahmen in drei Bereiche unterteilen, die zum Teil gleichermaßen von Veröffentlichungen auf nationaler und internationaler Ebene adressiert werden:

- Erneuerbare Energien (EE)
- Energieeffizienz (bezogen auf Endenergie und Primärenergie)
- THG-Emissionen

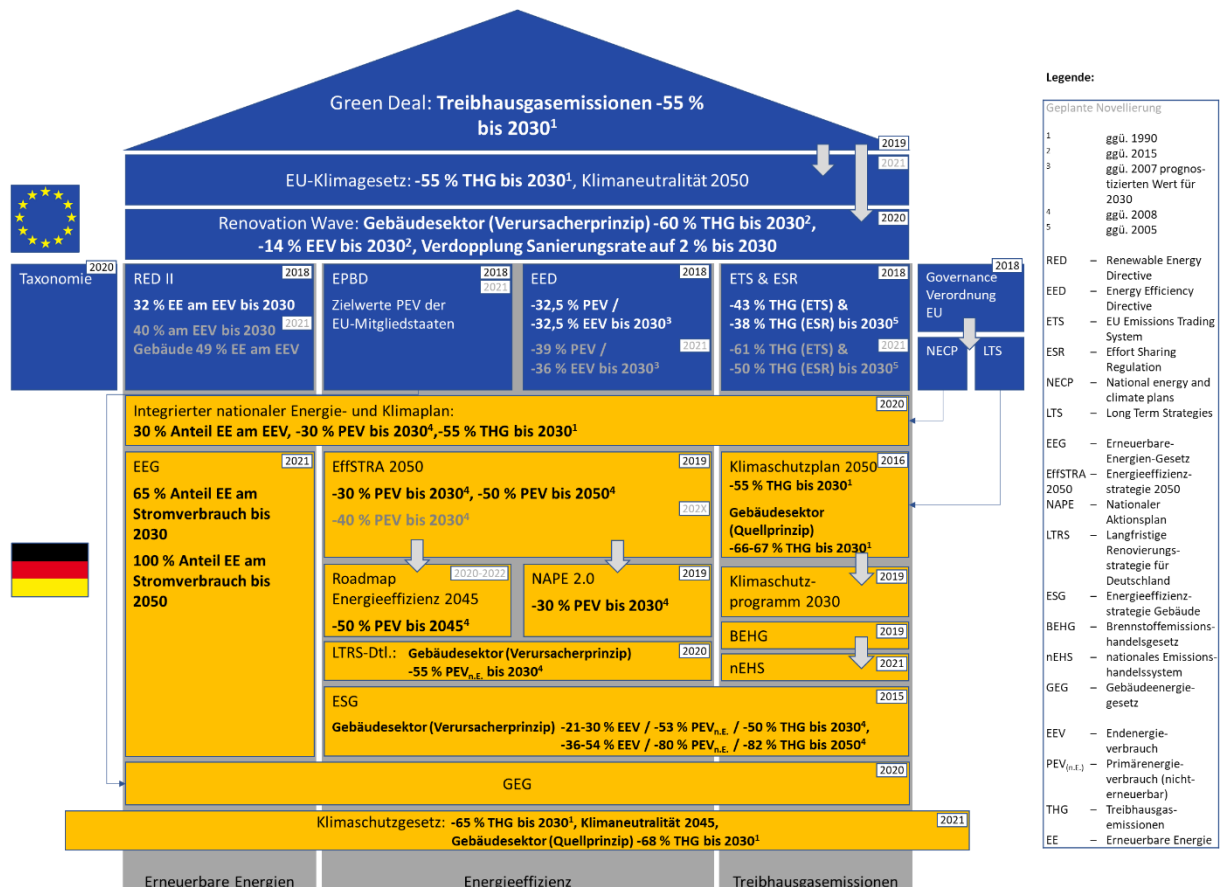


Abbildung 1.1 Politisches Haus des Klimaschutzes [2]

Neben der Vielzahl der verschiedenen Regulierungen und Zielwerte ist besonders die unterschiedliche Bilanzierungsmethodik hervorzuheben, die zum Tragen kommt, wenn Zielwerte speziell für den Gebäudesektor vorgegeben werden. Aufgrund der essenziellen Wichtigkeit für den regulatorischen Rahmen und der nicht einfachen Unterscheidung zwischen Quell- und Verursacherprinzip wird im Folgenden eine Abgrenzung der Bilanzierungsmöglichkeiten im Gebäudebereich nach beiden Prinzipien vorgenommen.

Quellprinzip versus Verursacherprinzip

Abbildung 1.2 verdeutlicht anschaulich den Unterschied zwischen dem Quell- und dem Verursacherprinzip.

Unter anderem im Klimaschutzplan 2050 [3] und auch im Klimaschutzgesetz [4] wird nach dem **Quellprinzip**, auch das Schornsteinprinzip genannt, bilanziert (Abbildung 1.2). Demnach werden dem Gebäudesektor lediglich THG-Emissionen aus Verbrennungsprozessen in Wohngebäuden und Nichtwohngebäuden im Wesentlichen für Raumwärme und Warmwasser zugerechnet [5]. Strom und Fernwärme werden nach dem **Quellprinzip** dem Energiesektor zugewiesen [5]. Graue THG-Emissionen, die durch die Konstruktion (Neubau und Sanierung) hervorgerufen werden, spielen derzeit im Gebäudesektor nach dem **Quellprinzip** ebenfalls keine Rolle, da sie dem Industriesektor und auch dem Energiesektor (Industriesektor bezieht ebenfalls Strom und Wärme aus dem Energiesektor) zugeordnet werden [5]. Im Jahr 2020 hatte der Gebäudesektor mit 120 Millionen Tonnen THG-Emissionen nach eben diesem **Quellprinzip** lediglich einen Anteil von rund 16 Prozent an den nationalen THG-Emissionen, die sich auf insgesamt 739 Millionen Tonnen belaufen haben (Tabelle 0.1 im Anhang sowie Abbildung 1.3) [6]. Nach dem **Quellprinzip** führt der Ersatz fossiler Energieträger (wie Öl und Gas) durch beispielsweise Wärmepumpen oder Fernwärme zwangsläufig zur Dekarbonisierung des Gebäudebestands.

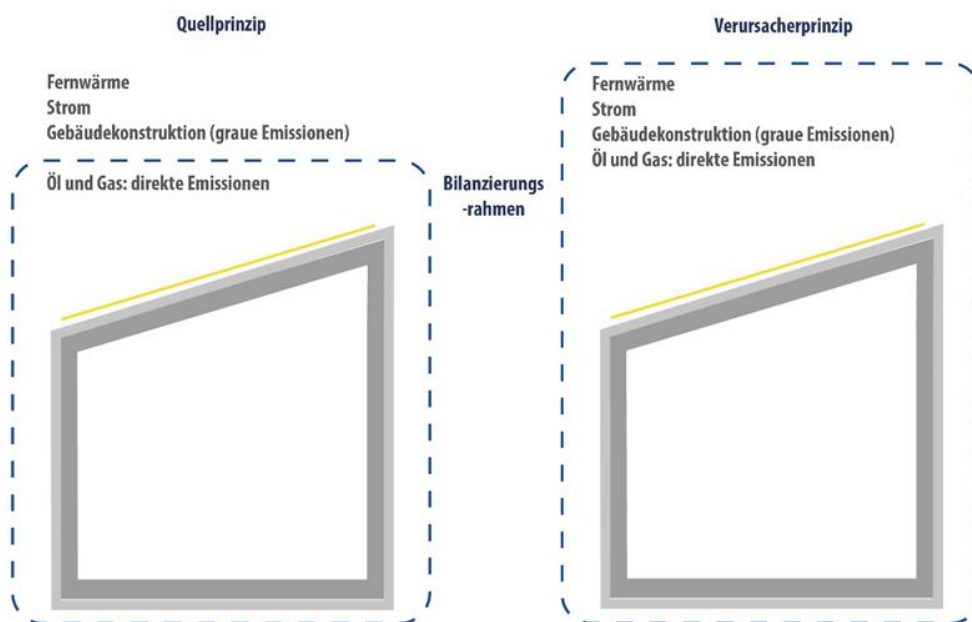


Abbildung 1.2 Darstellung der Bilanzrahmen von Quell- und Verursacherprinzip für den Gebäudesektor

Den Gegenpart des Quellprinzips stellt das Verursacherprinzip dar (Abbildung 1.2). Im Gegensatz zum Quellprinzip werden nach dem Verursacherprinzip alle THG-Emissionen dort bilanziert, wo sie letztendlich verursacht werden, unabhängig von der ursprünglichen Entstehung. Somit werden alle gebäuderelevanten THG-Emissionen dem Gebäude und nicht anderen Sektoren zugeordnet. Das Zentrale Immobilien Ausschuss (ZIA)-Positionspapier „Bilanzierungsgrenzen und Key Performance Indicators (KPIs) für Sanierungsfahrpläne“ [7] (Kapitel 2.2) zeigt mit dem Bilanzierungsrahmen nach dem **Verursacherprinzip** bereits den notwendigen Rahmen für die klimagerechte Bilanzierung von THG-Emissionen im Gebäudesektor.

auf. Dieser bringt den Bilanzrahmen des Gebäudeenergiegesetzes (GEG)¹ während der Betriebs- und Nutzungsphase zur Anwendung und ergänzt ihn perspektivisch um die grauen THG-Emissionen der Konstruktion von Neubau und Sanierungen. Die Akteure der Bau- und Immobilienwirtschaft erkennen mit dieser Bilanzierung ihren Teil der Verantwortung als **Verursacher** von THG-Emissionen an und leiten dementsprechend zielgerichtete Maßnahmen zur Reduktion der **verursachten THG-Emissionen** ein, um dem Klimaschutz gerecht zu werden.

An dieser Stelle ist anzumerken, dass die Stromverwendung für Elektroautos, die am Gebäude geladen werden und die damit verbundenen THG-Emissionen, in keinem der hier gezeigten Betrachtungsrahmen dem Gebäude zugerechnet werden.

Das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) geht in seiner Studie [10] davon aus, dass Gebäude durch „Errichtung und Nutzung“ circa 40 Prozent aller nationalen THG-Emissionen verursachen.² Bezogen auf das Jahr 2020 würde dies rund 296 Millionen Tonnen THG-Emissionen entsprechen. Abbildung 1.3 verdeutlicht die Unterschiede nach dem **Quell-** und dem **Verursacherprinzip**. Abzüglich der rund 120 Millionen Tonnen direkten THG-Emissionen nach Quellprinzip und unter der Annahme, dass es im Jahr 2020 rund 54 Millionen Tonnen graue THG-Emissionen gab (Kapitel 3.1), lassen sich der gebäuderelevanten Strom- und Fernwärmenutzung somit die übrigen rund 122 Millionen Tonnen THG-Emissionen zuordnen. Das BBSR bezieht für den Anwendungsbereich Nichtwohngebäude in der Betriebs- und Nutzungsphase Endenergieverbräuche für Raumwärme, Warmwasser, Klimakälte und Beleuchtung in den Bilanzrahmen mit ein [10]. Für den Anwendungsbereich Wohngebäude bezieht das BBSR in der Betriebs- und Nutzungsphase die Endenergieverbräuche für Raumwärme, Warmwasser, sonstige Prozesswärme, Klimakälte, sonstige Prozesskälte, mechanische Energie, IKT (Informations- und Kommunikationstechnologie) und Beleuchtung in den Bilanzrahmen mit ein [10]. Der Bilanzrahmen des BBSR [10], bei dem es sich ebenfalls um ein **Verursacherprinzip** mit Berücksichtigung der grauen THG-Emissionen für die Konstruktion handelt, beinhaltet aber zudem auch Nutzerstromanteile, die den gebäudebetrieblichen Betrachtungsrahmen des GEG überschreiten. Es ist jedoch fraglich, inwiefern durch Akteure der Bauwirtschaft auf diese Anteile (zum Beispiel Prozesswärme, Prozesskälte, IKT) Einfluss genommen werden kann.

¹ Nach GEG (und auch Energieeffizienzstrategie Gebäude) gelten als Energieverbraucher in Gebäuden die Wärmeversorgung für Heizung und Warmwasser, die Kühlung, Lüftung und Raumluftechnik sowie (bei Nichtwohngebäuden) die Beleuchtung [8, 9]. Mit dem Bilanzrahmen, den das GEG anwendet, hatte das BMWi in der Energieeffizienzstrategie Gebäude für 2020 rund 220 Millionen Tonnen THG-Emissionen prognostiziert [9]. Der Bilanzrahmen nach GEG umfasst keine grauen THG-Emissionen oder auch elektrische Nutzeranwendungen innerhalb der Gebäude.

² Der vierzigprozentige Anteil der Gebäude an den gesamten nationalen THG-Emissionen in der Studie [10] des BBSR bezieht sich auf das Jahr 2014 und beträgt absolut rund 362 Millionen Tonnen THG-Emissionen. Die entsprechende Herleitung des vierzigprozentigen Anteils der Gebäude an den nationalen THG-Emissionen ist in Tabelle 0.1 im Anhang einzusehen.

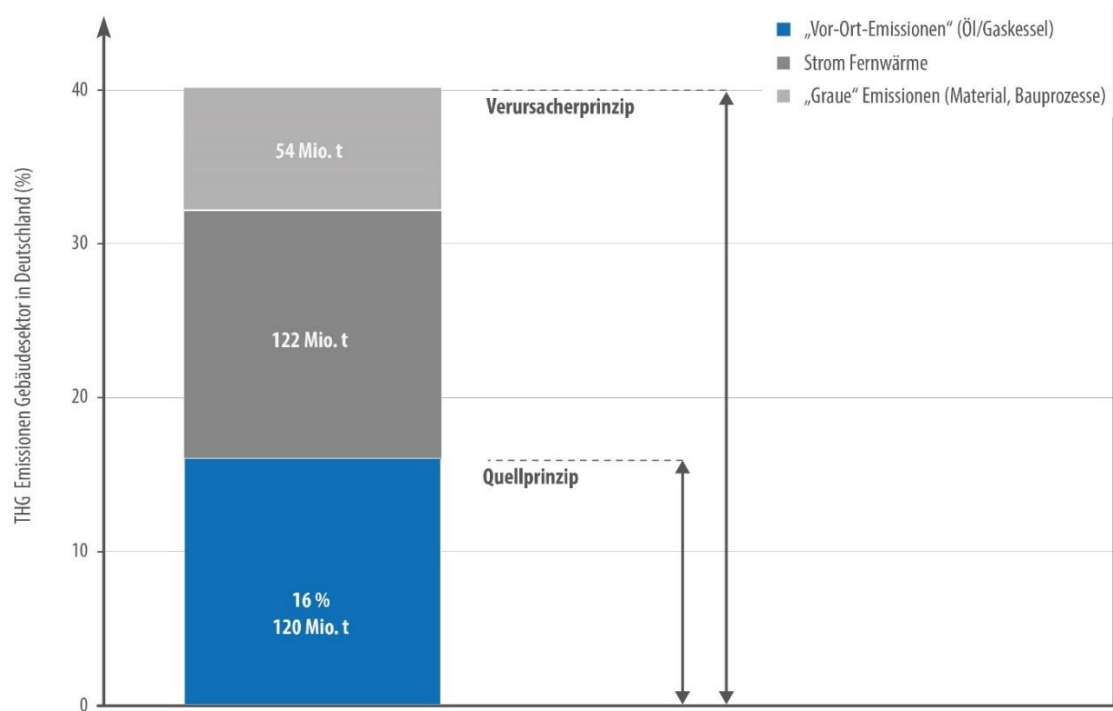


Abbildung 1.3 Treibhausgasemissionen im Gebäudesektor differenziert nach Quell- und Verursacherprinzip

1.1.1 Europäischer Rahmen

Im Folgenden werden die wesentlichen politischen Rahmenbedingungen auf europäischer Ebene beschrieben. Die einzelnen Veröffentlichungen werden individuell in Kurzform zusammengefasst. Die Reihenfolge der präsentierten Veröffentlichungen orientiert sich am europäischen Teil von Abbildung 1.4 zunächst von oben nach unten und von links nach rechts auf gleicher Ebene. Zuletzt wird der in der Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) eingeführte Smart Readiness Indicator (SRI) beschrieben, da diesem eine erhöhte Relevanz für den gebäudebezogenen Klimaschutz im Bereich der Digitalisierung zugewiesen werden kann.

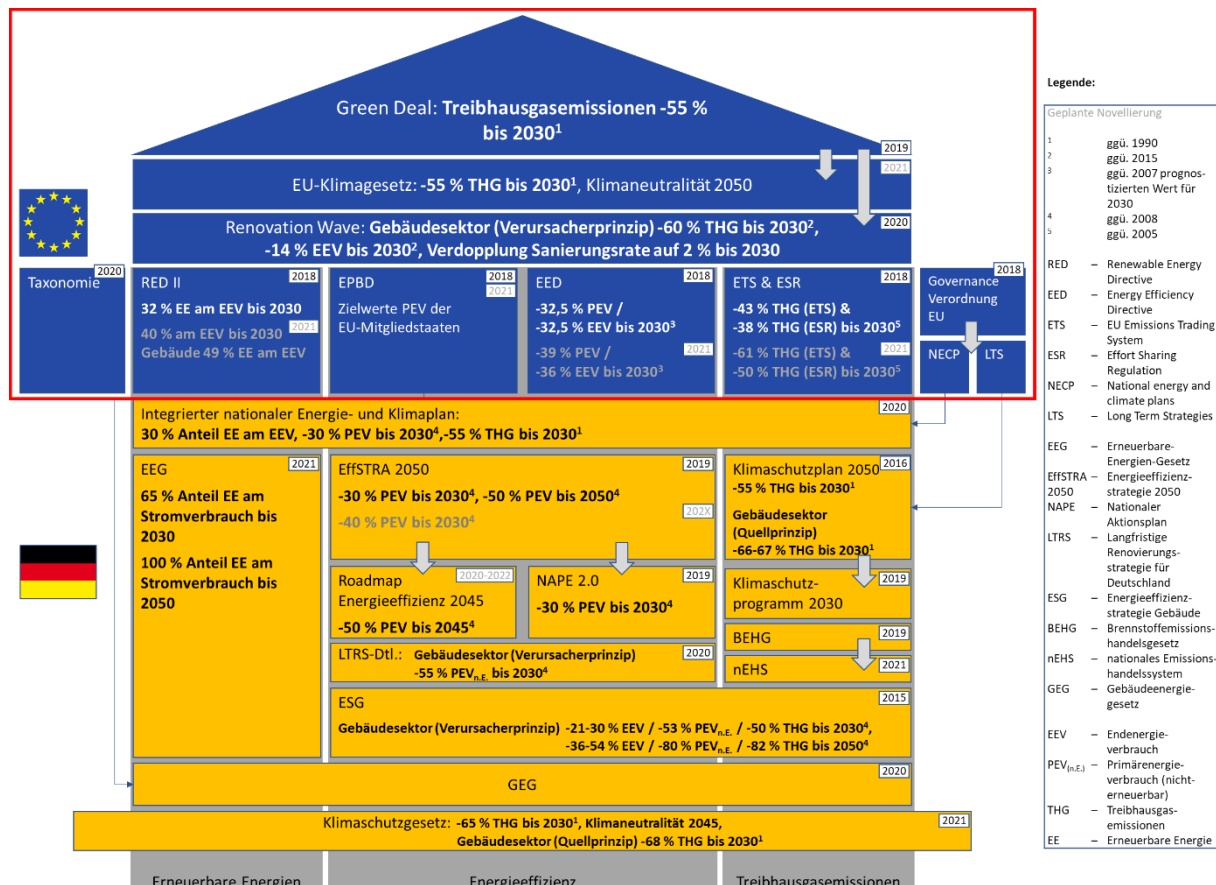


Abbildung 1.4 Politisches Haus des Klimaschutzes [2]

Green Deal [11]

Der im Dezember 2019 veröffentlichte Green Deal setzt das europäische Ziel, die **THG-Emissionen um mindestens 55 Prozent bis 2030 gegenüber 1990 zu senken**. Spätestens ab dem Jahr 2050 sollen keine THG-Emissionen mehr freigesetzt werden. Damit ist der Green Deal ein wesentlicher Bestandteil bei der Umsetzung der 2015 von den Vereinten Nationen beschlossenen Agenda 2030, die einen Fahrplan für die Zukunft unter Betrachtung ökonomischer, ökologischer und sozialer Entwicklung darstellt. Der Green Deal erstreckt sich über alle Wirtschaftssektoren und wird im europäischen Klimaschutzgesetz rechtlich verankert. Im Juli 2021 wurde das „Fit For 55“-Paket veröffentlicht, das die Umsetzung des Green Deals durch geeignete Maßnahmen sicherstellen soll, indem beispielsweise Zielwerte verschiedener EU-Richtlinien verschärft werden sollen.

EU-Klimagesetz [12]

Bei dem „EU-Klimagesetz“ (engl. „EU Climate Law“), handelt es sich um eine Verordnung, die das Ziel hat, die Klimaneutralität der Europäischen Union (EU) bis 2050 in der Gesetzgebung zu verankern [13]. Es wurde im Juni 2021 vom Rat der Europäischen Union beschlossen und ist unter [12] einzusehen [12, 13]. Das wesentliche Ziel der EU, das zudem aus dem Green Deal resultiert, nämlich die **Verringerung der Netto-THG-Emissionen um mindestens 55 Prozent bis 2030 im Vergleich zu 1990**, ist darin verankert [12]. Um sicherzustellen, dass bis 2030 ausreichende Klimaschutzmaßnahmen zur Vermeidung von THG-Emissionen ergriffen werden, wird zudem ein **Grenzwert für den Beitrag des Nettoabbaus von Treibhausgasen durch Kohlenstoffsenken** für 2030 auf 225 Millionen Tonnen THG-Emissionen festgelegt [12]. Es wird zudem angestrebt, ein klimapolitisches Zwischenziel durch die Europäische Kommission für 2040 vorzuschlagen („spätestens innerhalb von sechs Monaten nach der ersten weltweiten Bestandsaufnahme im Rahmen des Übereinkommens von Paris“) [12].

Renovation Wave [14]

Die im Oktober 2020 veröffentlichte Renovation Wave setzt europäische Ziele bis 2030 für die Renovierungen des Gebäudebestands. Mithilfe verschiedener Maßnahmen soll eine Verdopplung der energetischen **Sanierungsrate von 1 Prozent auf 2 Prozent pro Jahr** erreicht werden. Die **THG-Emissionen von Gebäuden** sollen bis 2030 gegenüber 2015 um **60 Prozent** reduziert werden. Außerdem soll der **Energieverbrauch von Gebäuden** gegenüber 2015 um **14 Prozent** und der Energieverbrauch für Heizung und Kühlung um 18 Prozent gesenkt werden. Die Renovation Wave gibt an, dass Gebäude für rund 40 Prozent des Gesamtenergieverbrauchs und 36 Prozent der energiebedingten THG-Emissionen der EU verantwortlich sind [14]. Diese beiden Zahlen beziehen sich explizit auf „die Nutzung und den Betrieb der Gebäude einschließlich der im Zusammenhang mit Strom und Wärme anfallenden indirekten Emission und nicht auf ihren gesamten Lebenszyklus“ [14]. Es ist daher davon auszugehen, dass auch die Minderungsziele für 2030 nach dem gleichen Prinzip (Verursacherprinzip) zu verstehen sind. Gegenteilige Informationen zu den Minderungszielen werden innerhalb der Renovation Wave [14] nicht angegeben.

Taxonomie [1, 15]

Die im Juni 2020 in Kraft getretene Verordnung zur EU-Taxonomie ist ein Klassifizierungssystem und definiert nachhaltige Wirtschaftstätigkeiten. Zusammen mit der Offenlegungsverordnung aus dem Jahr 2019, die nachhaltigkeitsbezogene Offenlegungspflichten im Finanzdienstleistungssektor vorgibt, sollen Investitionen in nachhaltige Wirtschaftstätigkeiten gefördert werden. Die Taxonomie stellt unter anderem Anforderungen an Neubauten, Sanierungen sowie an den Erwerb und Eigentum von Immobilien. Für Neubauten gilt, dass der Primärenergiebedarf mindestens 10 Prozent unter dem in den nationalen Regularien vorgeschriebenen Niedrigstenergiestandard liegen muss, Ökobilanz-Berechnungen für Gebäude ab einer Fläche von 5.000 m² durchzuführen und Anforderungen an die Luftdichtheit und Thermografie zu erfüllen sind. Für Sanierungen gilt, dass nationale Anforderungen für größere Renovierungen entsprechend der EPBD zu erfüllen oder Verbesserungen des Primärenergiebedarfs um mindestens 30 Prozent vorzunehmen sind. Für den Erwerb und Eigentum von Immobilien gilt, dass vor dem 31.12.2020 errichtete Gebäude

hinsichtlich ihrer Gesamtenergieeffizienz mindestens ein EPC (Energy Performance Certificate)-Rating der Klasse A erreichen oder zu den oberen 15 Prozent der nationalen Gebäude hinsichtlich Primärenergiebedarf im Betrieb gehören. Nach dem 31.12.2020 errichtete Gebäude haben die Anforderungen an Neubauten zu erfüllen.

Darüber hinaus werden in den Do-No-Signifikant-Harms (DNSH)-Kriterien zusätzliche Anforderungen an Themen wie Biodiversität, Schutz der Wasserressourcen, Kreislaufwirtschaft, Umweltschutz und Klimarisiken gestellt. Mit der aktuellen Entwicklung der „Social-Taxonomie-Kriterien“, wird die soziale Komponente der Environment, Social, Governance (ESG)-Bewertung zukünftig gestärkt.

Renewable Energy Directive II (RED II) (Erneuerbare-Energien-Richtlinie) [16]

Die Renewable Energy Directive II (RED II) aus dem Jahr 2018 setzt das europäische Ziel, den **Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch bis 2030 auf 32 Prozent** zu erhöhen. Für den Wärme- und Kältesektor definiert die RED II eine Steigerung des Erneuerbare-Energien-Anteils um 1,3 Prozent pro Jahr als „Bemühen“ für die EU-Mitgliedstaaten, nicht jedoch als Verpflichtung. Konsultationen zu einer Novelle, resultierend aus Forderungen des Green Deals und im Rahmen des Green Deals beschlossenen Initiativen (zum Beispiel Renovation Wave), liefen von November 2020 bis Februar 2021. Das im Juli 2021 veröffentlichte „Fit For 55“-Paket legt verschärfte Erneuerbare-Energien-Ziele fest, die durch die Novellierung der RED II bis 2030 erreicht werden sollen: der Anteil erneuerbarer Energien am Gesamt-Endenergieverbrauch soll auf **40 Prozent** erhöht werden. Des Weiteren soll der Anteil erneuerbarer Energien im Wärme- und Kältesektor verpflichtend um 1,1 Prozent-Punkte pro Jahr gegenüber dem Erneuerbaren-Energien-Anteil 2020 zunehmen. Der Anteil erneuerbarer Energien bei Fernwärme und -kälte soll um 2,1 Prozent-Punkte pro Jahr gegenüber dem Erneuerbaren-Energien-Anteil 2020 gesteigert werden. Für den **Gebäudesektor** definiert das „Fit for 55“-Paket einen **Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch in Höhe von 49 Prozent** als Ziel bis 2030.

Energy Performance in Buildings Directive (EPBD) (EU-Gebäuderichtlinie) [17, 18]

Die Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) aus dem Jahr 2018 stellt den europäischen Rahmen für eine **Steigerung der Energieeffizienz des Gebäudebestands** dar. Die EU-Mitgliedstaaten können Zielwerte für den Primärenergieverbrauch und die THG-Emissionen selbst festlegen, müssen sich aber an sektorübergreifenden EU-Zielen (THG-Emissionen bis 2030 um 40 Prozent und bis 2050 um 80 bis 90 Prozent reduzieren gegenüber 1990) orientieren. Eine Anpassung auf die Forderungen aus dem Green Deal (THG-Emissionen bis 2030 um 55 Prozent reduzieren gegenüber 1990) steht noch aus. Hierzu liefen Konsultationen von März bis Juni 2021. Im Rahmen der Konsultationen sollten unter anderem folgende mögliche Erweiterungen und Änderungen der EPBD überprüft werden: die Einführung verbindlicher Mindeststandards für die Gesamtenergieeffizienz für verschiedene Gebäudetypen, eine Aktualisierung des Rahmens für Energieausweise und die Einführung von „Deep Renovation“-Standards.

Energy Efficiency Directive (EED) (Energieeffizienzrichtlinie) [19]

Die Energy Efficiency Directive (EED) aus dem Jahr 2018 formuliert das europäische Ziel, den **Primär- und Endenergieverbrauch bis 2030** gegenüber dem 2007 prognostizierten Wert für 2030 um **32,5 Prozent** zu reduzieren. Konsultationen zu einer Novelle, resultierend aus Forderungen des Green Deals und im Rahmen des Green Deals beschlossenen Initiativen (zum Beispiel Renovation Wave), liefen von November 2020 bis Februar 2021. Das im Juli 2021 veröffentlichte „Fit For 55“-Paket definiert verschärfte Effizienzziele, die durch die Novellierung der EED bis 2030 erreicht werden sollen: der **Primärenergieverbrauch** soll um **39 Prozent** und der **Endenergieverbrauch** um **36 Prozent** gesenkt werden. **Des Weiteren soll eine Sanierungsrate in Höhe von 3 Prozent pro Jahr für die öffentlichen Gebäude der EU-Mitgliedsstaaten erreicht werden.**

Emission Trading System (ETS) (EU-Emissionshandelssystem) [20] & Effort Sharing Regulation (ESR) (Lastenteilungsverordnung) [21]

Das Emissions Trading System (ETS) aus dem Jahr 2018 setzt das Ziel, die **THG-Emissionen** innerhalb der EU **bis 2030 um 43 Prozent** gegenüber 2005 zu reduzieren. Das ETS gilt für verschiedene Industriezweige und Gase (zum Beispiel CO₂ aus der Strom- und Wärmeerzeugung und aus energieintensiven Industrien wie Ölraffinerien oder Stahlwerke). Darüber hinaus bestimmt die Effort Sharing Regulation (ESR) aus dem Jahr 2018 für die Sektoren, die nicht unter das ETS fallen, eine THG-Reduktion bis 2030 für die einzelnen EU-Mitgliedsstaaten. Für **Deutschland beträgt diese 38 Prozent** gegenüber 2005. Sie resultieren aus dem sektorübergreifenden -40 Prozent EU-Reduktionsziel bzgl. der THG-Emissionen. Zur Anpassung der ETS- und ESR-Zielwerte auf das neue, Green Deal-konforme und sektorübergreifende -55 Prozent EU-Reduktionsziel liefen Konsultationen von Oktober bis November 2020, die unter anderem die Ausweitung des ETS auf weitere Sektoren überprüfen sollten. Das im Juli 2021 veröffentlichte „Fit For 55“-Paket stellt eine Erweiterung des ETS unter anderem auf Brennstoffe vor, die im Gebäudesektor zum Einsatz kommen. Die THG-Reduktionsziele des **ETS bis 2030 sind seit Juli 2021 zudem auf 61 Prozent** und die für Deutschland geltenden THG-Reduktionsziele der **ESR bis 2030 auf 50 Prozent** verschärft. Abbildung 1.5 zeigt die neue Aufteilung der Zielwerte.

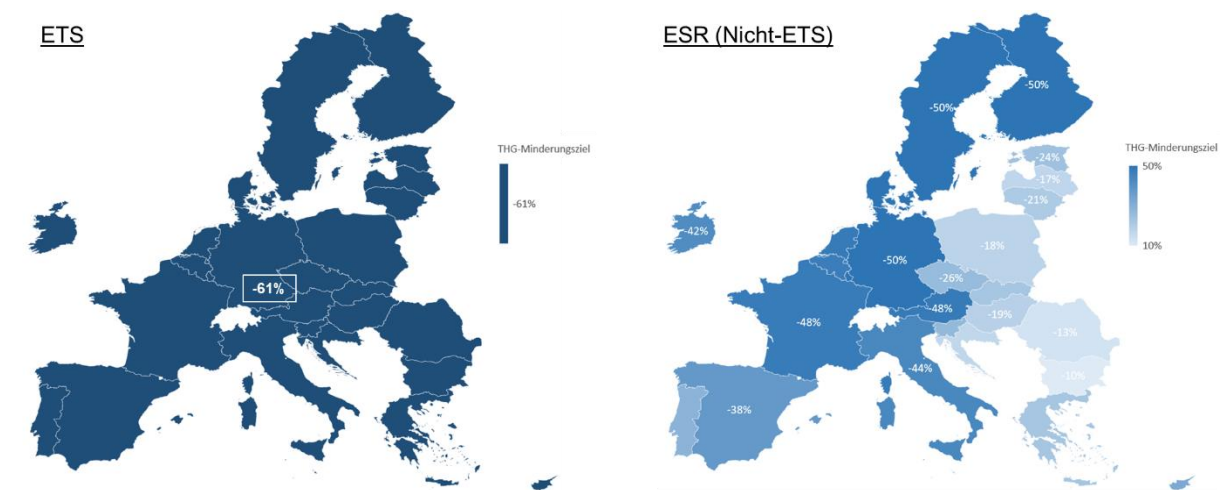


Abbildung 1.5 Aufteilung der EU-Ziele zur THG-Minderung für 2030 in ETS und ESR (Nicht-ETS) gegenüber 2005 (Stand 2021) ([2] mit Vorgaben aus [20, 21])

Governance Verordnung EU [22]

Die 2018 veröffentlichte Governance Verordnung schafft die Rechtsgrundlage für die Energie- und Klimastrategie der EU. Sie orientiert sich an den energie- und klimapolitischen Vorgaben der Union für 2030, nämlich einer Steigerung der Energieeffizienz um 32,5 Prozent gegenüber dem 2007 prognostizierten Wert für 2030, einen Anteil erneuerbarer Energien von mindestens 32 Prozent sowie einer Reduktion der THG-Emissionen um 40 Prozent gegenüber 1990. Die Anpassung an die Forderungen aus dem Green Deal (-55 Prozent THG-Emissionen bis 2030) steht noch aus.

In der Governance Verordnung sind die National Energy and Climate Plans (NECP) und die Long Term Strategies (LTS) verankert. Mit diesen Instrumenten fordert die EU umfangreiche, nationale und sektorübergreifende Fahrpläne für 2030 beziehungsweise 2050 von den Mitgliedstaaten: die nationalen Energie- und Fahrpläne sind alle zehn Jahre für einen Zehnjahreszeitraum (aktuell bis 2030) und die Langfrist-Strategien sind alle zehn Jahre für einen Zeitraum von mindestens 30 Jahren zu erstellen. Auf deutscher Ebene werden die Forderungen der Governance Verordnung im integrierten nationalen Energie- und Klimaplan (NECP-Deutschland) sowie im Klimaschutzplan 2050 (LTS-Deutschland) umgesetzt.

Smart Readiness Indicator (SRI) [23]

Der Smart Readiness Indicator (SRI) besitzt großes Potential, den Klimaschutz im Gebäudesektor ressourceneffizient voranzutreiben. Weil die Thematik zudem sehr neu ist und auf nationaler Ebene kaum Anwendung findet, wird sie an dieser Stelle etwas ausführlicher beschrieben.

Das europäische Parlament und der Rat der europäischen Union haben mit der EPBD 2018 - 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 [17] - die Entwicklung eines Intelligenzfähigkeitsindikators (engl. Smart Readiness Indicator – SRI) gefordert (Abbildung 1.6).



Abbildung 1.6 Informationen und Inhalte zum Smart Readiness Indicator (SRI) ([2] auf Grundlage von Informationen aus [17, 24])

Die Europäische Kommission ist dieser Forderung mit der Veröffentlichung des Abschlussberichts „FINAL REPORT ON THE TECHNICAL SUPPORT TO THE DEVELOPMENT OF A SMART READINESS INDICATOR FOR BUILDINGS“ [23] nachgekommen, in der die Definition und Berechnungsmethode eines Intelligenzfähigkeitsindikators detailliert beschrieben wird. Die optionale Verwendung des Systems obliegt bei den Mitgliedstaaten [17]. Das grundlegende Prinzip der Methode wird wie folgt beschrieben:

„(30) Der Intelligenzfähigkeitsindikator sollte verwendet werden, um die Fähigkeit von Gebäuden zu messen, Informations- und Kommunikationstechnologien sowie elektronische Systeme zur Anpassung des Betriebs der Gebäude an den Bedarf der Bewohner und des Netzes sowie zur Verbesserung der Gesamtenergieeffizienz und -leistung der Gebäude zu nutzen. Der Intelligenzfähigkeitsindikator sollte die Eigentümer und die Bewohner von Gebäuden auf die Vorteile der Nutzung der Gebäudeautomatisierung und elektronischen Überwachung gebäudetechnischer Systeme aufmerksam machen und sollte bei den Bewohnern Vertrauen im Hinblick auf die durch diese neuen erweiterten Funktionen tatsächlich erzielten Einsparungen schaffen. Die Verwendung des Systems zur Bewertung der Intelligenzfähigkeit von Gebäuden sollte für die Mitgliedstaaten optional sein.“ – EPBD 2018 [17]

Der Fokus des Intelligenzfähigkeitsindikators liegt in der Schaffung eines Bewusstseins für intelligente Gebäude, um dadurch die Gesamtenergieeffizienz und -leistung des Gebäudes nachhaltig zu verbessern, indem intelligente und innovative Technologien eine vermehrte Verwendung finden. Dabei wird der SRI in drei

Schlüsselfunktionen (engl. Key functionalities) eingeteilt, welche zu gleichen Teilen gewichtet werden (Abbildung 1.7):

1. Energieeinsparung & Betrieb:

„die Fähigkeit, die Gesamtenergieeffizienz und den Betrieb des Gebäudes aufrechtzuerhalten, indem der Energieverbrauch, beispielsweise durch die Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen, angepasst wird,“ - EPBD 2018 Anhang IA 2 a) [17]

2. Rückmeldung der Nutzerbedürfnisse:

„die Fähigkeit, den Betriebsmodus auf den Bedarf der Bewohner abzustimmen, wobei gebührend auf Benutzerfreundlichkeit, die Aufrechterhaltung eines gesunden Raumklimas und die Fähigkeit, den Energieverbrauch aufzuzeichnen, zu achten ist,“ - EPBD 2018 Anhang IA 2 b) [17]

3. Rückmeldung der Netzanforderungen:

„die Flexibilität des Gesamtenergiebedarfs eines Gebäudes, einschließlich seiner Fähigkeit, die Teilnahme an der aktiven und passiven sowie an der impliziten und expliziten Laststeuerung in Bezug auf das Netz zu ermöglichen, zum Beispiel durch Flexibilität und Kapazitäten zur Lastverschiebung.“ - EPBD 2018 Anhang IA 2 c) [17]

Diese drei Schlüsselfunktionen sind in insgesamt sieben weitere Wirkungskriterien (engl. Impact criteria) aufgeschlüsselt, die jeweils von neun unterschiedlichen Bereichen (engl. Domains) berücksichtigt werden [23]. Die vorgeschlagene Methode ermittelt mithilfe von 54 Fragen (beziehungsweise 32 Fragen bei der vereinfachten Variante) den SRI-Wert. Dabei bildet jede einzelne Frage einen Key Performance Indicator (KPI), der eindeutig bestimmbar ist. Dazu werden unter anderem intelligente Zähler, die Gebäudeautomatisierung und -steuerung, selbstregulierende Raumlufttemperatur, eingebaute Haushaltsgeräte, Ladepunkte für Elektrofahrzeuge, Energiespeicherung und die Gesamtenergieeffizienz, das Leistungsniveau und die gewonnene Flexibilität berücksichtigt (EPBD 2018 Anhang IA 1 [17]). Abbildung 1.7 zeigt die Gewichtungen der 54 KPIs innerhalb der Bereiche und Wirkungskriterien, mit denen sich letztendlich die Schlüsselfunktionen bestimmen und aus denen sich der SRI-Wert ermitteln lässt.

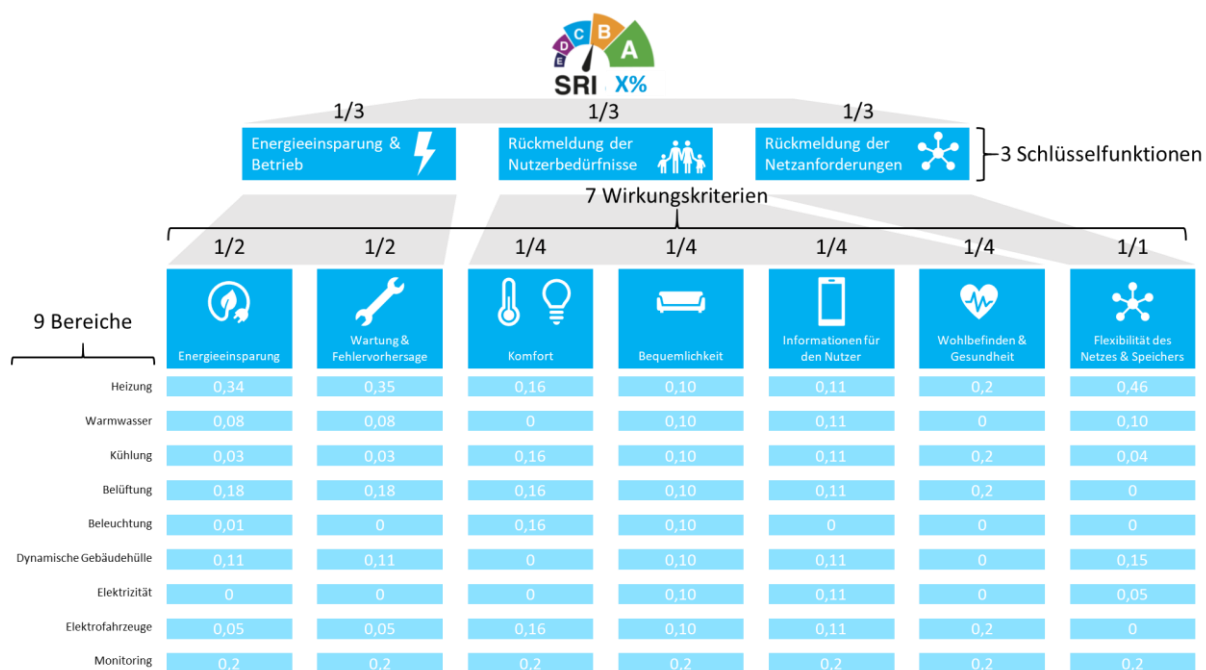


Abbildung 1.7 Bewertungsmethodik des Smart Readiness Indicators (SRI) mit Gewichtungen einzelner Bereiche innerhalb der Wirkungskriterien ([2] in Anlehnung an [23])

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 (Tabelle 1.1 unten). Das geschätzte Einsparpotential der thermischen beziehungsweise elektrischen Energie lässt sich durch eine Erhöhung des SRIs und der entsprechenden SRI-range abhängig von Standort (Westeuropa, Südeuropa, Nordeuropa), Gebäudetyp und dem zugrundeliegenden SRI-Wert auf bis zu 75 Prozent (thermisch) beziehungsweise 16 Prozent (elektrisch) beziffern [24]. Die Energieeinsparungen werden durch diese Benchmarks transparenter gestaltet. Eine detaillierte Aufschlüsselung des Einsparpotentials in Westeuropa (thermisch bis zu circa 60 Prozent und elektrisch bis zu 16 Prozent) in Abhängigkeit von der gebäudespezifischen SRI-range ist der Tabelle 1.1 zu entnehmen. Da es sich um eine europäische Initiative handelt, wäre auch eine europäische Vergleichbarkeit für Benchmarks möglich.

Tabelle 1.1 Energieeinsparungen bei Erhöhung des Smart Readiness Indicators (SRI) ([2] in Anlehnung an [24])

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%				

1.1.2 Nationaler Rahmen

Im Folgenden werden die politischen Rahmenbedingungen auf nationaler Ebene beschrieben. Die einzelnen Veröffentlichungen werden individuell in Kurzform zusammengefasst. Die Reihenfolge der präsentierten Veröffentlichungen orientiert sich am nationalen Teil von Abbildung 1.8 aufsteigend nach den angegebenen Jahreszahlen. Aufgrund ihrer Wichtigkeit für die Transformation des nationalen Gebäudebestandes und dem Zusammenhang mit der Regulatorik (aber auch mit der Förderlandschaft) werden am Ende das Klimaschutz Sofortprogramm 2022 sowie das Prinzip der Mieterstrommodelle erläutert.

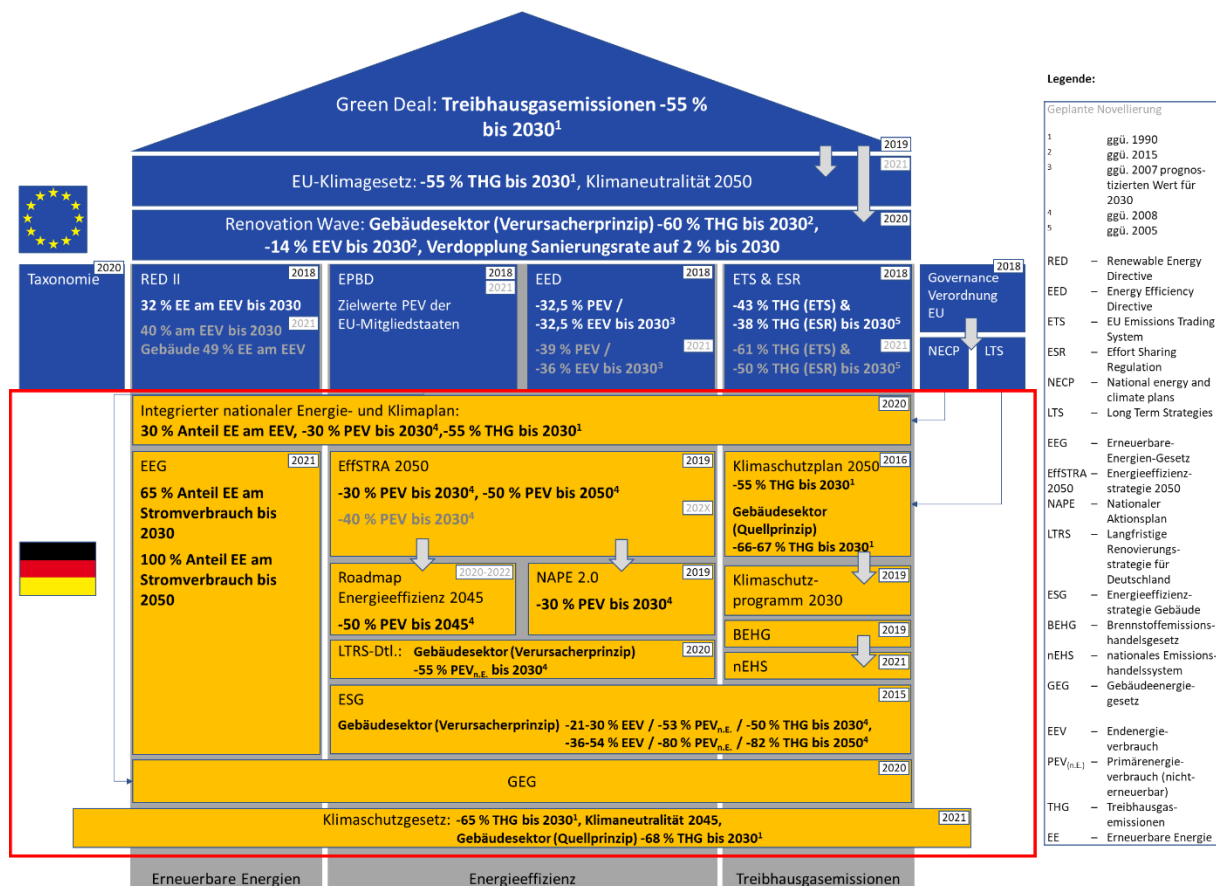


Abbildung 1.8 Politisches Haus des Klimaschutzes [2]

Energieeffizienzstrategie Gebäude [9]

Die durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) veröffentlichte Energieeffizienzstrategie Gebäude aus dem Jahr 2015 definiert für den Gebäudesektor Energieeffizienzziele: der Endenergieverbrauch soll sich bis 2030 um 21 bis 30 Prozent und bis 2050 um 36 bis 54 Prozent gegenüber 2008 verringern, der Primärenergieverbrauch aus nicht erneuerbaren Energien soll sich bis 2030 um 53 Prozent und bis 2050 um 80 Prozent gegenüber 2008 reduzieren. Außerdem gibt die Energieeffizienzstrategie Gebäude als bisher einzige deutsche Veröffentlichung für den Gebäudebereich THG-Emissionsziele nach dem Verursacherprinzip vor: bis 2030 sollen die THG-Emissionen um 50 Prozent und bis 2050 um 82 Prozent gegenüber 2008 verringert werden. Die Zielwerte wurden noch nicht an die Forderungen aus dem Green Deal und aus dem aktualisierten Klimaschutzgesetz angepasst.

Klimaschutzplan 2050 [3]

Der 2016 durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) veröffentlichte Klimaschutzplan 2050 soll Orientierung bei der Erreichung der nationalen, langfristigen Klimaziele geben und verfolgt eine Reduktion der THG-Emissionen bis 2030 um 55 Prozent gegenüber 1990 und bis 2050 eine weitestgehende Klimaneutralität. Er definiert außerdem Meilensteine und Ziele für alle Sektoren, unter anderem den Gebäudesektor: nach dem Quellprinzip sollen die durch den Gebäudesektor entstehenden THG-Emissionen bis 2030 um 66 Prozent gegenüber 1990 reduziert werden (von 209 Millionen Tonnen THG-Emissionen auf 72 Millionen Tonnen THG-Emissionen). Für den Gebäudesektor soll außerdem der Primärenergiebedarf bis 2050 um mindestens 80 Prozent gegenüber 2008 auf 840 Petajoule reduziert werden.

Klimaschutzprogramm 2030 [25]

Das Klimaschutzprogramm 2030 des BMU aus dem Jahr 2019 bildet Maßnahmen zur Erreichung der mittelfristigen THG-Zielwerte bis 2030 aus dem Klimaschutzplan 2050 ab. Beispielsweise führt es eine CO₂-Bepreisung für Verkehr und Wärme ab 2021 ein, die im nationalen Emissionshandelssystem (nEHS) geregelt wird. Eine weitere Maßnahme für die Zielerreichung im Gebäudesektor ist die steuerliche Förderung energetischer Sanierungsmaßnahmen (zum Beispiel neue Fenster, Dämmung oder Heizungstausch) ab 2020 (Kapitel 1.2).

Brennstoffemissionshandelsgesetz (BEHG) [26] und Nationales Emissionshandelssystem (nEHS) [27]

Das im Dezember 2019 veröffentlichte Brennstoffemissionshandelsgesetz (BEHG) legt die gesetzlichen Grundlagen für den Zertifikate-Handel für entstehende Emissionen fossiler Brennstoffe fest. Dabei werden die Emissionen betrachtet, die nicht unter den EU-ETS fallen, sondern durch die Lastenteilungsverordnung (ESR) erfasst werden.

Damit bildet das BEHG die Gesetzesgrundlage für das nationale Emissionshandelssystem (nEHS), das ab 2021 feste Preise pro Tonne CO₂ festlegt. Es regelt den Verkauf von Zertifikaten an Unternehmen, die mit Heiz- und Kraftstoffen handeln. Das nEHS orientiert sich an den Zielen des Klimaschutzgesetzes, des Klimaschutzplans 2050 und dem Klimaschutzprogramm 2030. Die Preise für die Jahre 2021 bis 2026 wurden von der Bundesregierung auf 25 Euro pro Tonne CO₂ im Jahr 2021 bis maximal 65 Euro pro Tonne im Jahr 2026 festgelegt (Abbildung 1.9). Nach 2026 ist eine freie Preisbildung am Markt vorgesehen, sofern nicht 2025 entschieden wird, dass Preiskorridore fortgeführt werden.



Abbildung 1.9 Preisentwicklung für die Emissionszertifikate im nEHS [27]

Energieeffizienzstrategie 2050 (EffSTRA 2050) [28]

Die 2019 durch das BMWi veröffentlichte Energieeffizienzstrategie 2050 (EffSTRA 2050) setzt als nationales Energieeffizienzziel für **2030 eine Verringerung des Primärenergieverbrauchs in Höhe von 30 Prozent** gegenüber 2008 und **für 2050 in Höhe von 50 Prozent fest**. Damit erfüllt die EffSTRA das EU-Energieeffizienzziel der EED aus dem Jahr 2018. Um jedoch die Forderungen des Green Deals und der daraus resultierenden Verschärfung der Zielwerte der EED zu erfüllen, sind auch Verschärfungen des nationalen Energieeffizienzziels notwendig: mögliche Novellierungen der EffSTRA sehen eine Verringerung des Primärenergieverbrauchs **bis 2030 um 40 Prozent** gegenüber 2008 vor.

Nationaler Aktionsplan Energieeffizienz (NAPE 2.0) [28]

Auch der Nationaler Aktionsplan Energieeffizienz (NAPE 2.0) des BMWi leitet sich aus der Energieeffizienzstrategie 2050 (EffSTRA 2050) [28] ab und definiert Maßnahmen zur Erreichung des nationalen Energieeffizienzziels von einer Reduzierung des Primärenergieverbrauchs bis 2030 um 30 Prozent gegenüber 2008.

Integrierter nationaler Energie- und Klimaplan [29]

Im Jahr 2020 wurde durch das BMWi der integrierte nationale Energie- und Klimaplan veröffentlicht, der die auf EU-Ebene vorgegebenen Ziele der Energieeffizienz, der Reduktion der THG-Emissionen und den Anteil erneuerbarer Energien umsetzt. Bis 2030 soll danach der **Primärenergieverbrauch um 30 Prozent** gegenüber 2008 reduziert werden, der **Anteil erneuerbarer Energien 30 Prozent des Endenergieverbrauchs** ausmachen und die **THG-Emissionen um 55 Prozent** gegenüber 1990 verringert werden.

Gebäudeenergiegesetz (GEG) [8]

Das im November 2020 veröffentlichte Gebäudeenergiegesetz (GEG) führt das Energieeinsparungsgesetz (EnEG), die Energieeinsparverordnung (EnEV) und das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) in einem Gesetz zusammen. Das GEG stellt Anforderungen an die energetische Qualität von Gebäuden und an den Einsatz erneuerbarer Energien in Gebäuden, die im Vergleich zu den vorherigen Gesetzen und Verordnungen bei der Formulierung des GEG nicht verschärft wurden. Das im Juni 2021 durch das Bundeskabinett beschlossene Klimaschutz Sofortprogramm 2022 des Bundesfinanzministeriums sieht eine Überprüfung des GEG im Jahr 2022 vor, bei der die Neubaustandards angehoben werden sollen [30].

Langfristige Renovierungsstrategie der Bundesregierung (LTRS-Deutschland) [31]

Die 2020 durch das BMWi veröffentlichte Langfristige Renovierungsstrategie der Bundesregierung (LTRS-Deutschland) setzt im Gebäudesektor das Energieeffizienzziel, den **Primärenergieverbrauch aus nicht erneuerbaren Energien bis 2030 um 55 Prozent** gegenüber 2008 zu senken. Dies entspricht einem Primärenergieverbrauch im Jahr 2030 in Höhe von 2000 Petajoule, beziehungsweise 556 Terawattstunden (TWh). Der Sektorzielwert für den Primärenergieverbrauch wird hierbei nach dem Verursacherprinzip vorgegeben.

Tabelle 1.2 zeigt eine Bewertung, inwiefern die Long Term Renovation Strategies (LTRS) der Mitgliedsstaaten die Anforderungen aus Artikel 2a der EPBD einhalten. Dabei ist festzustellen, dass Deutschlands in der LTRS-Deutschland verankerten Strategien und Maßnahmen zur Steigerung kosteneffektiver, umfassender Renovierung als gut bewertet werden, viele weitere Maßnahmen und Themen in der LTRS-Deutschland jedoch als zu oberflächlich oder unvollständig betrachtet werden.

Tabelle 1.2 Zusammenfassende Bewertung der Einhaltung der Long Term Renovation Strategies der Mitgliedsstaaten hinsichtlich Artikel 2a der EPBD [32]

Clause	Description	Austria	Belgium-Brussels	Belgium-Flanders	Cyprus	Czech Republic	Denmark	Estonia	Finland	France	Germany	Luxembourg	Netherlands	Spain	Sweden	Average
1a	Overview of the national building stock	2	2	4	3	4	4	3	4	4	3	3	3	5	3	3.4
1b	Cost-effective approaches to renovation, including trigger points	1	2	4	3	2	4	2	3	4	3	2	3	4	2	2.8
1c	Policies and actions to stimulate cost-effective deep renovation	2	4	4	3	4	3	1	2	3	4	4	4	5	3	3.3
1d	Policies to target worst performing segments, split-incentives, market failures, alleviation of energy poverty	2	3	4	3	1	3	1	3	3	3	4	3	4	3	2.9
1e	Policies and actions to target all public buildings	3	3	4	2	2	2	1	2	3	2	3	4	4	2	2.6
1f	Smart technologies; well-connected communities; skills education	3	2	3		3	3	1	3	2	3	3	3	3	3	2.6
1g	Expected energy savings and wider benefits	2	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	5	2	2.1
2	Roadmap with measures, progress indicators, and indicative milestones	3	2	4	1	1	0	2	5	3	2	2	4	4	3	2.5
3	Mechanisms for mobilising investments	2	3	3	3	2	3	1	3	3	2	3	3	4	3	2.7
5	Consultation	2	0	1	2	0	2	2	4	3	2	2	4	3	3	2.1
6	Implementation details of latest LTRS	0	0	3	0	0	4	0	5	0	1	0	0	5	3	1.5
	Aggregate score	2.0	1.9	3.3	2.2	1.9	2.7	1.5	3.3	2.7	2.5	2.5	3.0	4.2	2.6	

0 missing 1 very superficial 2 incomplete 3 adequate 4 good 5 exemplary

Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) [33]

Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) stellt die gesetzliche Grundlage für eine nachhaltige Entwicklung der Energieversorgung in Deutschland dar. Seit 2021 ist eine novellierte Fassung in Kraft, die das Ziel setzt, den **Anteil des aus erneuerbaren Energien erzeugten Strom am Stromverbrauch bis 2030 auf 65 Prozent und bis 2050 auf 100 Prozent** zu steigern.

Klimaschutzgesetz (KSG) [4]

Das 2021 überarbeitete Klimaschutzgesetz hat zum Ziel, die THG-Emissionen gegenüber 1990 um 65 Prozent bis 2030 und um 95 Prozent bis 2045 zu reduzieren. Für den Gebäudesektor werden schärfere Zielwerte als im Klimaschutzplan 2050 vorgegeben: bis 2030 sollen die THG-Emissionen um 67 Prozent gegenüber 1990 reduziert werden (von 209 Millionen Tonnen THG-Emissionen auf 67 Millionen Tonnen THG-Emissionen). Bilanziert wird hierbei nach dem Quellprinzip. Die Novellierung des Klimaschutzgesetzes führt dazu, dass auch die nationalen Energieeffizienz- und Erneuerbare-Energien-Ziele überarbeitet werden müssen. Abbildung 1.10 zeigt die sektorbezogenen Einsparziele nach dem Klimaschutzgesetz für das Jahr 2030 im Gegensatz zu den THG-Emissionen, die im Jahr 2020 stattgefunden haben.

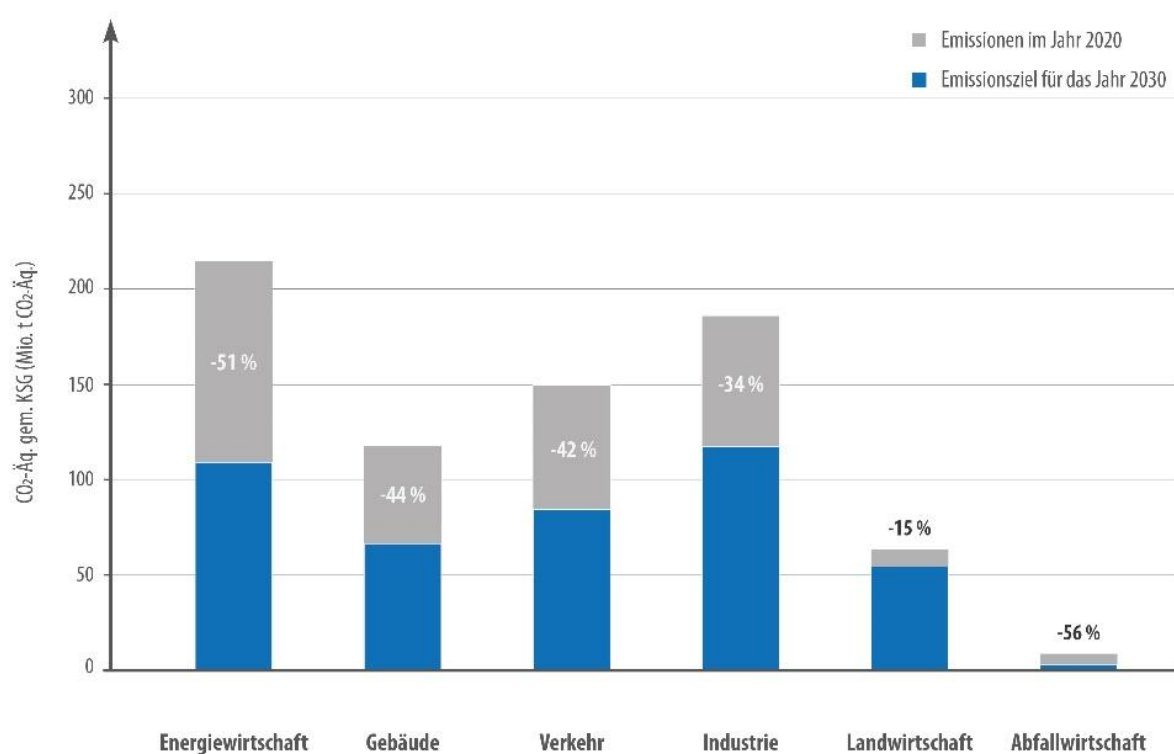


Abbildung 1.10 THG-Einsparziele nach Sektoren bis 2030 (nach Klimaschutzgesetz der Bundesregierung 2021 [4] gegenüber THG-Emissionen aus 2020 [6])

Auf Landesebene sieht beispielsweise das Klimaschutzgesetz Baden-Württemberg (KSG BW) [34] eine Photovoltaik (PV)-Anlagenpflicht ab 2022 beim Neubau von Nichtwohngebäuden und Parkplätzen ab einer gewissen Größe als eine Maßnahme zur THG-Emissionsreduzierung vor [34]. Darüber hinaus ist durch ein Änderungsentwurf vom Juli 2021 eine weitere Verschärfung in Form einer PV-

Anlagenpflicht ab Mai 2022 auch beim Neubau von Wohngebäuden geplant [35]. In Berlin sieht das Solargesetz Berlin [36] vom Juli 2021 ebenfalls eine Solaranlagenpflicht vor, sowohl beim Neubau als auch bei grundlegender Dachsanierung von Wohn- und Nichtwohngebäuden ab 2023.

Roadmap Energieeffizienz 2045 [37, 38]

Der Dialogprozess Roadmap Energieeffizienz 2045 resultiert aus der EffSTRA und läuft von 2020 bis 2022. Ziel soll sein, langfristige Maßnahmen zu entwickeln, um die in der EffSTRA geforderte fünfzigprozentige Reduzierung des Primärenergieverbrauchs gegenüber 2008 bis 2050 zu erreichen. Nachdem das im Frühjahr 2021 angepasste Klimaschutzgesetz eine frühzeitige Erreichung der Klimaziele im Jahr 2045 anstrebt, schlägt der im Juni 2021 vom BMWi veröffentlichte „Zwischenbericht Roadmap Energieeffizienz 2045“ [38] eine Vorziehung des Effizienzziels auf 2045 vor. Weitere Informationen zur Roadmap Energieeffizienz 2045 finden sich in Kapitel 2.3.

Klimaschutz Sofortprogramm 2022 [30]

Das im Juni 2021 durch das Bundeskabinett beschlossene Klimaschutz Sofortprogramm 2022 sieht eine Überprüfung des GEG im Jahr 2022 (innerhalb des GEG war eine Überprüfung für 2023 vorgesehen) vor, bei der die Neubaustandards angehoben werden sollen [30]. Genauer wird nicht spezifiziert.

Zudem werden mit dem Klimaschutz Sofortprogramm 2022 finanzielle Mittel zum Klimaschutz in allen Sektoren für die Jahre ab 2022 in Höhe von insgesamt rund 8 Milliarden Euro zur Verfügung gestellt. Davon werden 4,5 Milliarden Euro allein in die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) (Kapitel 1.2.1) und 1 Milliarden Euro in den klimagerechten sozialen Wohnungsbau fließen. Außerdem sollen aus Förderprogrammen des Bundes ab 2023 keine Heizungen mehr gefördert werden, die ausschließlich mit fossilen Brennstoffen betrieben werden können [30].

Im Gegensatz zur Beschlussversion des Klimaschutz Sofortprogramms 2022 hatte ein Anfang Juni bekannt gewordener Entwurf [39] zusammenfassend für den Gebäudesektor noch folgende Unterschiede aufzuweisen [40]:

- „Die für 2023 vorgesehene Überprüfung der Anforderungen des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) sollte auf Anfang 2022 vorgezogen und für eine grundsätzliche Novelle genutzt werden. Die Anforderungen und das Wirtschaftlichkeitsgebot des GEG sollten im Hinblick auf Klimafolgekosten modernisiert werden. Zudem sollten wirksame Mindesteffizienzanforderungen für Bestandsgebäude aufgenommen werden.
- Der bisherige Förderstandard „Effizienzhaus 55“ sollte ab 2023 zum verpflichtenden Neubaustandard für Wohn- und Nichtwohngebäude werden. Ab 2025 sollte dann eine Verschärfung auf das Effizienzhaus 40 erfolgen.
- Bei Neubauten und größeren Dachsanierungen sollte eine Installationspflicht für Photovoltaik oder Solarthermie eingeführt werden.
- Es sollte noch 2021 ein spezielles Förderprogramm für Wärmepumpen eingeführt werden.
- Es sollten zusätzliche Aus- und Weiterbildungen für Effizienzexperten und Handwerker gefördert werden. Der iSFP (individueller Sanierungsfahrplan) soll

gestärkt werden und es soll geprüft werden, wie der iSFP in der Förderung verpflichtend werden kann.

- Anpassungen an die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG):
 - In der Sanierungsförderung sollten die weniger ambitionierten Standards „Effizienzhaus 100“ und „Effizienzhaus 85“ entfallen.
 - Die Fördersätze für Einzelmaßnahmen zur Gebäudedämmung sollten um 10 Prozent-Punkte angehoben werden.
 - Die zusätzliche Förderung von erneuerbaren Energien (EE- und Plus-Klasse) sowie von Nachhaltigkeitsaspekten (NH-Klasse) sollten gestärkt werden.
 - Ab 2023 sollten keine fossilen Heizungen mehr gefördert werden. Die Förderung von Gaskesseln „Renewable Ready“ sollte spätestens 2023 enden. Bei Gas-Hybridheizungen sollte der erforderliche EE-Anteil ab 2025 auf 55 Prozent steigen. Die Fördersätze für Biomassekessel sollten reduziert werden.
 - Die Haushaltsmittel für die BEG sollten in den Jahren 2022 und 2023 deutlich erhöht werden, um die bereits erkennbare hohe Nachfrage decken zu können.“ [40]
- Umlagefähigkeit der CO₂-Bepreisung auf den Mieter durch den Vermieter wird auf maximal 50 Prozent begrenzt. [39]

Mieterstrommodell

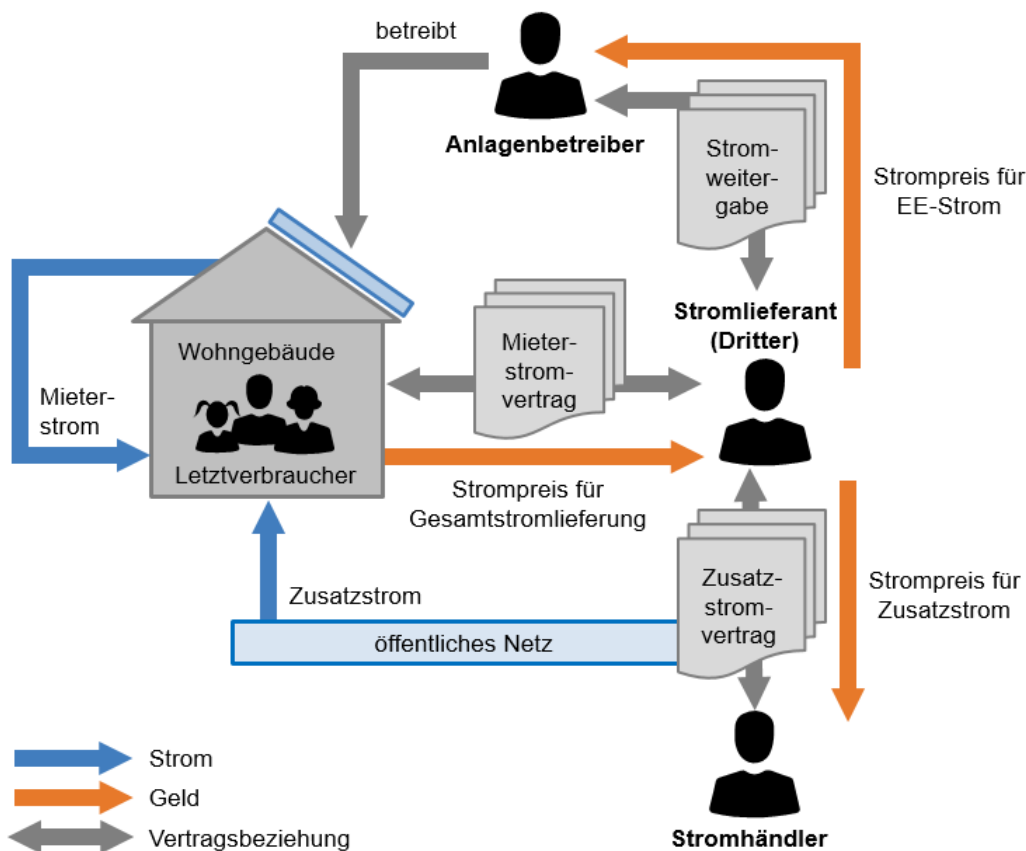
Unter anderem im Zusammenhang mit der kommunal teilweise bestehenden beziehungsweise geplanten Solaranlagenpflicht für Wohngebäude gilt es außerdem, die verschiedenen Mieterstrommodelle zu betrachten. Mit diesen soll der durch lokale PV-Anlagen erzeugte Strom für die Bewohner des Gebäudes oder eines Quartiers nutzbar gemacht werden [41]. Ein Mieterstrommodell ist nach [41] folgendermaßen aufgebaut: „Der Vermieter [oder ein Contractor] erzeugt Strom mit Hilfe erneuerbarer Energien. Die Anlagen (PV-Anlagen oder Blockheizkraftwerk), mit denen die entsprechenden Energiequellen genutzt werden, sind üblicherweise am Haus. Der eigens produzierte Strom wird dann an den Mieter des Hauses verkauft – und zwar in der Regel via Stromanbieter, aber ohne die Nutzung des Stromnetzes zur allgemeinen Versorgung, sondern über die hausinterne Stromversorgung. [Zusätzlich wird für den Residuallastausgleich Strom aus dem Netz bezogen]“

Durch Einsparung der Netzentgelte und gegebenenfalls anderer Umlagen können Mieter von günstigeren Strompreisen profitieren und Vermieter beziehungsweise der Contractor erhöhen durch die höhere interne Nutzung des PV-Stroms die Wirtschaftlichkeit ihrer Investition [41]. Es gibt diverse Mieterstrommodelle, die unterschiedliche Vor- und Nachteile haben. Diese werden unter [41] ausführlicher beleuchtet. Im Rahmen des EEG 2021 wurde der Mieterstrom von der Gewerbesteuer befreit, sodass PV-Anlagen, die im Rahmen von Mieterstrommodellen genutzt werden, Vermieter nicht mit steuerlichen Nachteilen belasten [41]. Damit wurde ein wichtiger erster Schritt vollbracht, der aber für die notwendige große Masse noch nicht ausreichend ist.

Gerade im Wohnungsbau machen Solaranlagen aufgrund des geringen Allgemeinstromverbrauchs sowie der geringen Einspeisevergütung bislang nur Sinn, wenn der Strom im Gebäude von den Mietern genutzt wird. Mit der zunehmenden Dekarbonisierung der Wärme durch Wärmepumpen, wird der umlagefähige Allgemeinstromverbrauch stetig steigen und sich damit der umlagefähige, nutzbare

Anteil von PV-Strom erhöhen. Dennoch sollte die Politik einen Rahmen schaffen, in dem Verpflichtungen der Mieter zur Nutzung der gebäudeseitig erzeugten regenerativen Energie möglich sind.

Abbildung 1.11 zeigt vereinfacht das Prinzip von Mieterstrommodellen auf. Als Mieterstromvertrag wird darin ein Vertrag zur Lieferung von Strom bezeichnet, der direkt zwischen dem Mieterstrom-Nutzer und dem Anlagenbetreiber oder einem Dritten (falls die Anlage nach dem 01.01.2021 in Betrieb genommen wurde) als Mieterstromlieferant abgeschlossen werden kann [42]. Anlagenbetreiber kann der Vermieter (zum Beispiel eine Einzelperson oder Genossenschaft), aber auch ein spezieller Mieterstrom-Dienstleister sein, je nach Mieterstrommodell [42].



Diese Grafiken berücksichtigen nicht die EEG-Umlage und den Überschussstrom. Dies ist auf der Seite www.bnetza.de/mieterstromzuschlag dargestellt.

Abbildung 1.11 Vereinfachte Darstellung der Stromlieferung und der Vertragsbeziehungen, möglich bei Inbetriebnahme der Anlage nach dem 1. Januar 2021 [42]

1.1.3 Vereinfachung und Umstellung der Regularien

Auf EU-Ebene gibt der Green Deal die Richtung bzgl. Des Klimaschutzfahrplans vor und konzentriert sich dabei auf den maßgebenden KPI, die THG-Emissionen. Sektoren übergreifend sollen die THG-Emissionen in der gesamten EU bis 2030 um mindestens 55 Prozent gegenüber 1990 reduziert werden, um den Weg hin zur Klimaneutralität im Jahre 2050 zu ebnen. Das EU-Klimagesetz stellt diese Kernforderung seit Juni 2021 auf eine gesetzliche Grundlage. Für den Gebäudebereich leitet sich aus dem Green Deal zudem die Renovation Wave ab. In dieser wird der verstärkte Handlungsbedarf des Immobiliensektors adressiert und verschärfte Anforderungen an die Reduktion von THG-Emissionen und den Endenergieverbrauch (Zielwerte im Jahr 2030 gegenüber 2015) innerhalb des Sektors adressiert. Zur Erreichung der Sektorenziele fordert die Renovation Wave eine Verdopplung der jährlichen Sanierungsrate von aktuell 1 Prozent auf 2 Prozent bis spätestens 2030.

Alle gebäuderelevanten Vorgaben der EU sind von den Mitgliedsstaaten in nationaler Gesetzgebung umzusetzen, wobei es den einzelnen Ländern möglich ist, zusätzliche Anstrengungen zu unternehmen. Als europäische Vorgaben sind die Energy Performance of Buildings Directive (EPBD), die Renewable Energy Directive (RED II), die Energy Efficiency Directive (EED), das Emission Trading System (ETS) sowie die Effort Sharing Regulation (ESR) die Maßgeblichen. Mit den National Energy and Climate Plans (NECPs) beziehungsweise den Long Term Strategies (LTS) fordert die EU umfangreiche, nationale und alle Sektoren betreffende Klimapläne für 2030 beziehungsweise 2050 von den Mitgliedsstaaten. Diesem Aufruf folgen speziell in Deutschland der Integrierte nationale Energie- und Klimaplan (NECP-Deutschland) und der Klimaschutzplan 2050. Die größte Dynamik hat die im März 2021 eingeführte EU-Taxonomie entwickelt, die spezifische Anforderungen an Immobilien als nachhaltige Finanzprodukte formuliert. In weiteren Stufen 2022 und 2023 werden diese Anforderungen zunehmend verschärft und präzisiert. Während die aktuelle Einführung der Taxonomie hauptsächlich ökologische Themen fokussiert, ist mit der sogenannten „Social Taxonomy“ bereits die Erweiterung in Arbeit.

Die meisten Veröffentlichungen beziehungsweise Regularien definieren Zielwerte nach dem **Quellprinzip** (Abbildung 1.2 aus Kapitel 1.1). Die Immobilienbranche bilanziert Verbräuche und THG-Emissionen jedoch auf Grundlage des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) nach dem **Verursacherprinzip**. Die Bilanzierung nach dem **Quellprinzip** und die damit verbundene Verschiebung der THG-Emissionen auf den Energie- und Industriesektor ist nicht zielführend. Nur auf Basis der Bilanzierung nach dem **Verursacherprinzip** lassen sich nachhaltige Strategien für den Immobiliensektor entwickeln, die einen wesentlichen Beitrag zur Erreichung der Klimaziele leisten. Im Zuge der notwendigen Anpassung der Regulatorik muss diese Umstellung erfolgen.

Das ZIA-Positionspapier „Bilanzierungsgrenzen und Key Performance Indicators (KPIs) für Sanierungsfahrpläne“ [7] (Kapitel 2.2) zeigt den Bilanzierungsrahmen für Sanierungsfahrpläne auf und dient als praktische Anleitung. Sie hat zudem bereits gezeigt, dass Gebäudeeigentümer zur Umsetzung von Modernisierungsmaßnahmen zwingend auf verbindliche THG-Emissionsziele nach dem Verursacherprinzip angewiesen sind. Die Renovation Wave der Europäischen Kommission [14] gibt ebenfalls Minderungsziele für Energieverbräuche und THG-Emissionen nach

Verursacherprinzip³ an. Diese werden jedoch innerhalb der Renovation Wave nicht auf einzelne Nationen und nicht auf Gebäudeebene übertragen. Damit kann man aus der Renovation Wave keine gezielten Umsetzungen von Maßnahmen ohne weitere verbindliche Vorgaben ableiten.

Lediglich die Energieeffizienzstrategie Gebäude [43] von 2015 und die Langfristige Renovierungsstrategie der Bundesregierung (LTRS-Deutschland) [31] von 2020⁴ hat auf nationaler Ebene Zielwerte für den Gebäudesektor für Energieverbräuche nach dem Verursacherprinzip (nach GEG-Bilanzierung) vorgegeben und nur die Energieeffizienzstrategie Gebäude hat Versuche unternommen spezifische Verbrauchskennwerte (Endenergie und nicht-erneuerbare Primärenergie) bezogen auf die Nutzfläche (nach GEG) für Gebäude abzuleiten. Bisher gibt es bis auf die Energieeffizienzstrategie Gebäude 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. Tabelle 1.3 zeigt eine Übersicht der derzeit gültigen Forderungen. Sie baut auf Tabelle 2.2 aus Kapitel 2.2.2 und den Erfahrungen aus der ZIA-Studie „Bilanzierungsgrenzen und Key Performance Indicators (KPIs) für Sanierungsfahrpläne“ auf.

Tabelle 1.3 Gebäudesektorbezogene Zielvorgaben nach Energieeffizienzstrategie Gebäude und Klimaschutzgesetz (2021) [2]

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/(m ² a) Nichtwohngebäude 100 - 139 kWh/(m ² a)	Wohngebäude ~40 kWh/(m ² a) Nichtwohngebäude ~52 kWh/(m ² a)	?	?

³ Die Renovation Wave gibt an, dass Gebäude für rund 40 Prozent des Gesamtenergieverbrauchs und 36 Prozent der energiebedingten THG-Emissionen der EU verantwortlich sind [14]. Diese beiden Zahlen beziehen sich explizit auf „die Nutzung und den Betrieb der Gebäude einschließlich der im Zusammenhang mit Strom und Wärme anfallenden indirekten Emissionen und nicht auf ihren gesamten Lebenszyklus“ [14]. Es ist daher davon auszugehen, dass auch die Minderungsziele für 2030 nach gleichem Prinzip (Verursacherprinzip) zu verstehen sind. Andere Informationen zu den Minderungszielen werden innerhalb der Renovation Wave [14] nicht angegeben.

⁴ Die Langfristige Renovierungsstrategie der Bundesregierung (LTRS-Deutschland) [31] referenziert die Energieeffizienzstrategie Gebäude [43] hinsichtlich Energieverbrauchszielen

Es bleibt anzumerken, dass sämtliche Zielwerte nach dem Verursacherprinzip (erste drei Spalten aus Tabelle 1.3) von 2015 sind. 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 1.3 wiederfinden (es gibt keine speziellen Zielwerte für den Gebäudesektor für die Jahre nach 2030 im aktualisierten Klimaschutzgesetz von 2021). Aus diesem Grund findet derzeit eine umfangreiche Überarbeitungswelle für bestehende Richtlinien statt. Innerhalb der Energieeffizienzstrategie 2050 (EffSTRA 2050) [28] von 2019 und dem darin vorgestellten Nationalen Aktionsplan 2.0 (NAPE 2.0) wird jedoch noch auf die mittlerweile überarbeitungsbedürftige Energieeffizienzstrategie Gebäude als wesentliche Veröffentlichung aus dem Gebäudesektor verwiesen. Auch eine Anpassung der EffSTRA 2050 steht derzeit aus.

Bis dato findet das Übertragen nationaler Gesamtziele für THG-Emissionen auf den Gebäudesektor und ferner auf Einzelgebäudeebene nicht statt (Tabelle 1.3). 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 1.12 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 ein freier 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 Sektorziele 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 erreichbar. Durch die stetige Abänderung von geltenden Richtlinien und Gesetzen wird den Akteuren zudem die Planungssicherheit genommen.

ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude

gemäß den §§ 79 ff. Gebäudeenergiegesetz (GEG) vom 1

Berechneter Energiebedarf des Gebäudes

Registriernummer:

2

Energiebedarf

Treibhausgasemissionen

kg CO₂-Äquivalent/(m²a)

Endenergiebedarf dieses Gebäudes

kWh/(m²a)

Primärenergiebedarf dieses Gebäudes

kWh/(m²a)

A+

A

B

C

D

E

F

G

H

0

25

50

75

100

125

150

175

200

225

>250

Anforderungen gemäß GEG²

Primärenergiebedarf

Ist-Wert

kWh/(m²a)

Anforderungswert

kWh/(m²a)

Energetische Qualität der Gebäudehülle H_{tr}³

Ist-Wert

W/(m²·K)

Anforderungswert

W/(m²·K)

Sommerlicher Wärmeschutz (bei Neubau)

☐ eingehalten

Für Energiebedarfsberechnungen verwendetes Verfahren

☐ Verfahren nach DIN V 4108-6 und DIN V 4701-10

☐ Verfahren nach DIN V 18599

☐ Regelung nach § 31 GEG („Modellgebäudeverfahren“)

☐ Vereinfachungen nach § 50 Absatz 4 GEG

Endenergiebedarf dieses Gebäudes [Pflichtangabe in Immobilienanzeigen]

kWh/(m²a)

Angaben zur Nutzung erneuerbarer Energien³

Nutzung erneuerbarer Energien zur Deckung des Wärme- und Kälteenergiebedarfs auf Grund des § 10 Absatz 2 Nummer 3 GEG

Art:

Deckungsanteil:

Anteil der Pflichterfüllung:

Summe:

%

%

Maßnahmen zur Einsparung³

Die Anforderungen zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Deckung des Wärme- und Kälteenergiebedarfs werden durch eine Maßnahme nach § 45 oder als Kombination gemäß § 34 Absatz 2 GEG erfüllt.

☐ Die Anforderungen nach § 45 GEG in Verbindung mit § 16 GEG sind eingehalten.

☐ Maßnahme nach § 45 in Kombination gemäß § 34 Absatz 2 GEG: Die Anforderungen nach § 16 GEG werden um % unterschritten, Anteil der Pflichterfüllung: %

Vergleichswerte Endenergie⁴

A+

A

B

C

D

E

F

G

H

0

25

50

75

100

125

150

175

200

225

>250

Elektronische D

EFH (Einfamilienhaus)

EFH (Einfamilienhaus)

EFH (Einfamilienhaus)

Elektronische D

EFH (Einfamilienhaus)

EFH (Einfamilienhaus)

EFH (Einfamilienhaus)

Erläuterungen zum Berechnungsverfahren

Das GEG lässt für die Berechnung des Energiebedarfs unterschiedliche Verfahren zu, die im Einzelfall zu unterschiedlichen Ergebnissen führen können. Insbesondere wegen standardisierter Randbedingungen erlauben die angegebenen Werte keine Rückschlüsse auf den tatsächlichen Energieverbrauch. Die ausgewiesenen Bedarfswerte der Skala sind spezifische Werte nach dem GEG pro Quadratmeter Gebäudenutzfläche (A_n), die im Allgemeinen größer ist als die Wohnfläche des Gebäudes.

¹ siehe Fußnote 1 auf Seite 1 des Energieausweises

² nur bei Neubau sowie bei Modernisierung im Fall des § 80 Absatz 2 GEG

³ nur bei Neubau

⁴ EFH: Einfamilienhaus, MFH: Mehrfamilienhaus

Abbildung 1.12 Ausschnitt aus Muster eines Energieausweises für Wohngebäude [44]

1.1.4 Transparenz durch Digitalisierung der Betriebsdaten

Ein weiterer positiver Hebel zur Erreichung der Klimaneutralität im Gebäudesektor ist die Digitalisierung. Für die zielgerichtete Umsetzung effizienter Maßnahmen ist eine zeitnahe Digitalisierung der Verbrauchserfassung für Wärme und Strom notwendig. Derzeit ist in Deutschland durch das im Jahr 2017 in Kraft getretene Messstellenbetriebsgesetz (MsbG) [45] ein flächendeckender Einbau von modernen Stromzählern in Deutschland vorgeschrieben. Bei Neubauten werden seitdem bereits ausschließlich moderne Zähler installiert. Für Bestandsimmobilien begann der flächendeckende Austausch der alten Zähler gegen digitale Stromzähler im Jahr 2020 [45]. Das MsbG definiert moderne Stromzähler wie folgt: „eine Messeinrichtung, die den tatsächlichen Elektrizitätsverbrauch und die tatsächliche Nutzungszeit widerspiegelt und über ein Smart-Meter-Gateway sicher in ein Kommunikationsnetz eingebunden werden kann.“ [45]. Verbraucher mit einem Jahresstromverbrauch über 6.000 Kilowattstunden sollen Intelligente Messsysteme erhalten [45]. Intelligente Messsysteme erweitern moderne Zähler um eine Kommunikationseinheit – das sogenannte Smart-Meter-Gateway – und können die Messwerte verarbeiten, automatisch übermitteln und Zugriffsrechte verwalten [46]. Verbraucher, die ein verringertes Netzentgelt für eine steuerbare Verbrauchseinrichtung (zum Beispiel eine Wärmepumpe oder eine Wallbox) vereinbart haben sowie Erzeuger (zum Beispiel Haushalte mit einer PV-Anlage) zwischen 7 und 100 kW installierter Leistung, sollen

36

ebenfalls zwingend intelligente Messsysteme erhalten [47]. Bis 2032 sollen nach MsbG flächendeckend ausschließlich moderne und intelligente Stromzähler im Einsatz sein [45].

Für den Wärmebereich schreibt die EED [19] seit Oktober 2020 fernauslesbare Messeinrichtungen für den Neueinbau vor. Die Umrüstung aller Messeinrichtungen hin zu fernauslesbaren Geräten im Gebäudebestand ist bis 1. Januar 2027 durchzuführen [19]. Abbildung 1.13 zeigt die zugehörigen Regelungen aus der EED auf. Durch die Fernauslesbarkeit der Messeinrichtungen könnte man im Fall der Zähler aus dem Wärmebereich ebenfalls von intelligenten Zählern sprechen.

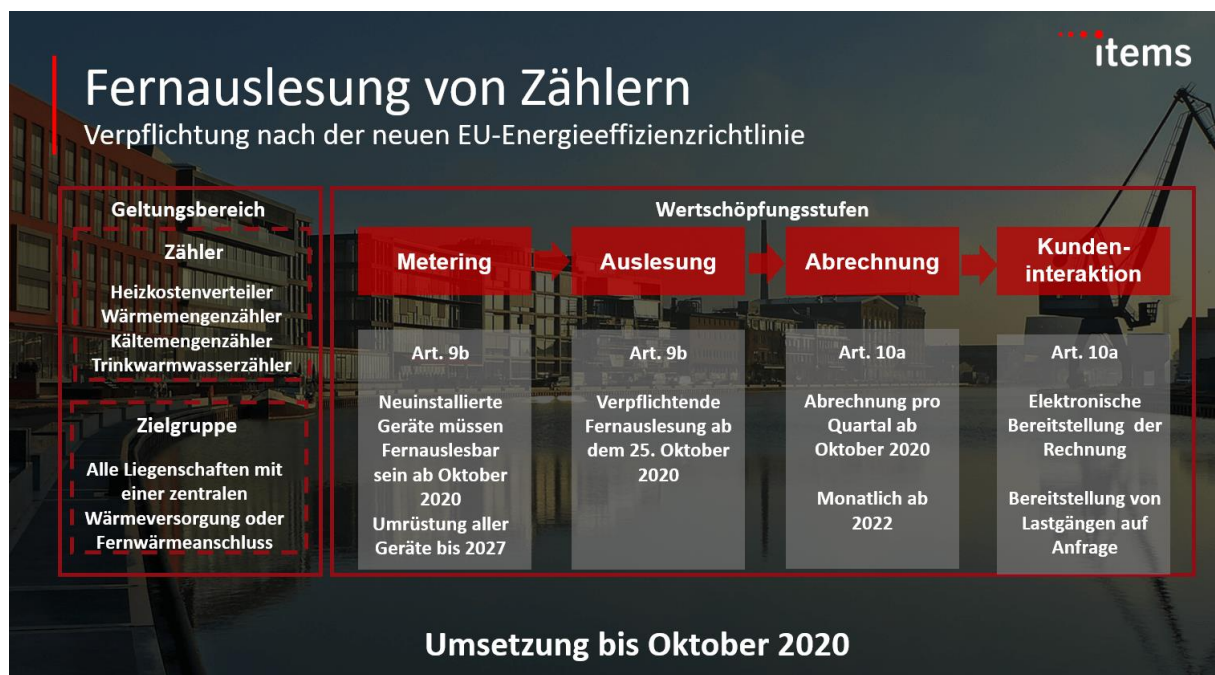


Abbildung 1.13 Regelungen der Energy Efficiency Directive (EED 2018) zur Verpflichtung zu fernauslesbaren Messeinrichtungen im Wärmebereich [48]

Es muss das Ziel sein, alle Gebäude bis 2025 mit Mess- und Datentechnik auszustatten, um die jederzeitige Bewertung der THG-Emissionen der Gebäude zu ermöglichen (Abbildung 1.14). Die Daten müssen online für den Eigentümer und den Nutzer zur Optimierung des Betriebs verfügbar gemacht und automatisiert mit Benchmarks zur Plausibilisierung versehen werden.

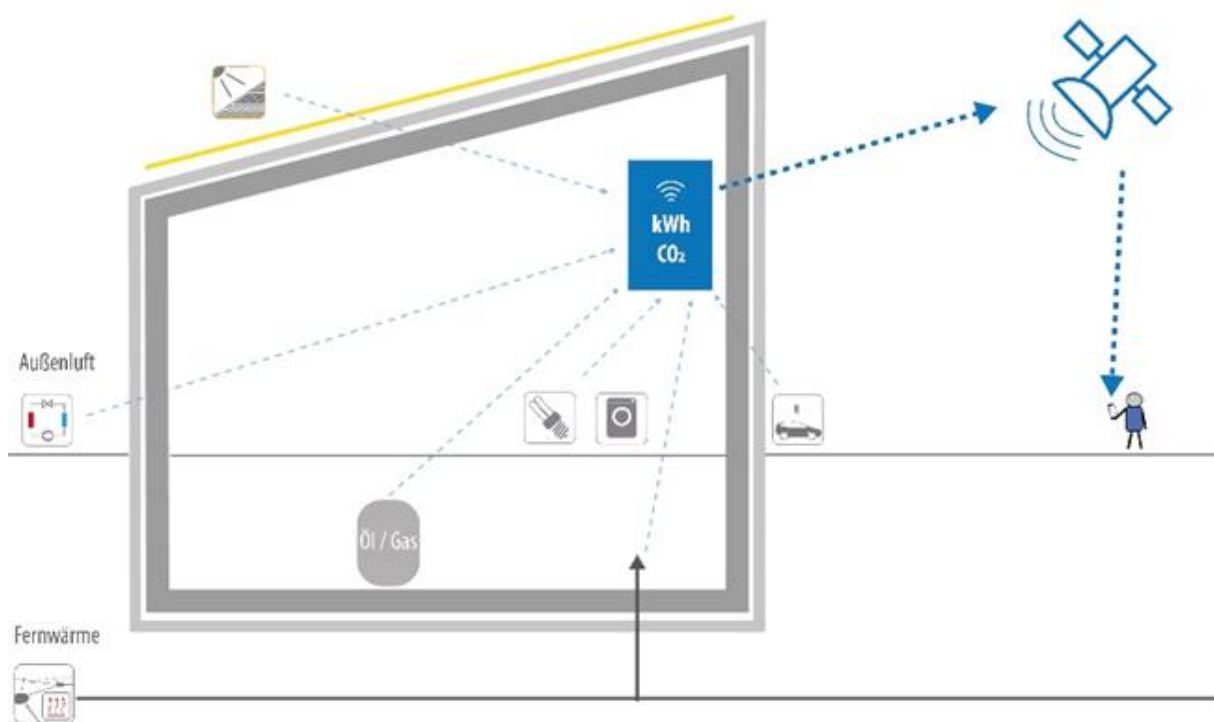


Abbildung 1.14 Fernauslesbare Zähler für Wärme und Strom zur jederzeitigen Bewertung der THG-Emissionen des Gebäudes [2]

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. Dieser bietet Möglichkeiten die Intelligenzfähigkeit von Gebäuden zu bewerten. Auch europäische Vergleiche (Benchmarks) sind durch die einheitliche Bewertungsmethodik möglich. Anhand einer Verbesserung des gebäudeindividuellen SRI lassen sich Effizienzsteigerungen erzielen. Tiefergreifende Informationen zum Thema SRI finden sich in Kapitel 1.1.1.

1.1.5 Festlegen der CO₂-Bepreisung bis 2045

Zur Erreichung der Klimaziele sind auch **Festlegungen bezüglich der zukünftigen CO₂-Preisentwicklung und der THG-Emissionsfaktoren** für Sanierungsfahrplanbilanzierungen wichtige Faktoren zur Erreichung der notwendigen Planungssicherheit für eine innovative Freisetzung der marktwirtschaftlichen Kräfte der Immobilienbranche. Nur mit diesen Festlegungen können Akteure unter einheitlichen Voraussetzungen vergleichbare Sanierungsfahrpläne oder auch Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen erstellen. Das nationale Emissionshandelssystem (nEHS) legt derzeit die CO₂-Bepreisung bis einschließlich 2026 fest [27]. Im Anschluss soll sich eine freie Preisbildung am Markt etablieren, sofern nicht 2025 entschieden wird, dass Preiskorridore fortgeführt werden [27]. In einem **Teilbericht des Projektes** „THG-Projektion: Weiterentwicklung der Methoden und Umsetzung der EU-Effort Sharing Decision im Projektionsbericht 2019 („**Politiksznarien IX**“)" [49], der vom Umweltbundesamt herausgegeben wurde, nimmt das Öko-Institut e.V. für seine Modellrechnungen an, dass nach einem **CO₂-Preis von 65 Euro pro Tonne im Jahr 2026 eine jährliche Steigerung um 15 Euro pro Tonne auf 125 Euro pro Tonne im**

Jahr 2030 und 200 Euro pro Tonne im Jahr 2035 eintritt. Diese Annahmen wurden zudem mit dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) abgestimmt [49]. Im Rahmen des Projektes wird eine Abschätzung der THG-Minderungswirkung der Einzelmaßnahmen aus dem Klimaschutzprogramm 2030 vorgenommen, die im Projektionsbericht der Bundesregierung 2019 [50] münden [49]. Die EU-Mitgliedsstaaten sind verpflichtet, alle zwei Jahre eine Schätzung zur Entwicklung der nationalen THG-Emissionen in den nächsten circa 20 Jahren innerhalb eines derartigen Berichts vorzunehmen [50]. Der Projektionsbericht für 2021 wird derzeit noch zurückgehalten und ist lediglich als Entwurfsversion [51], die sich noch in Ressortabstimmung befindet, einsehbar. Auch in diesem Entwurf wurde für Modellrechnungen der Preispfad nach dem Projekt „Politiksznarien IX“ gewählt und demnach eine **jährliche CO₂-Preissteigerung von 15 Euro pro Tonne ausgehend von 65 Euro pro Tonne im Jahr 2026 auf bis zu 275 Euro pro Tonne im Jahr 2040** angenommen.

Abbildung 1.15 zeigt die geplante CO₂-Preisentwicklung nach den „Politiksznarien IX“.

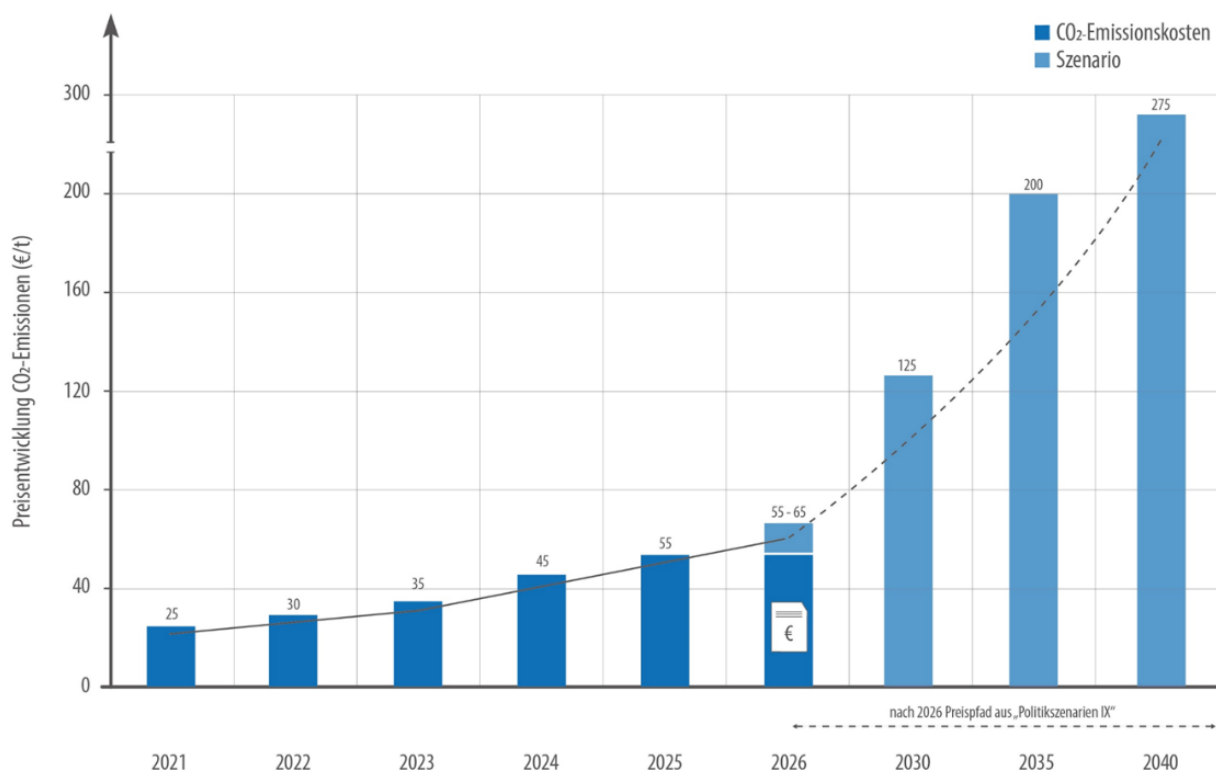


Abbildung 1.15 Preisentwicklung für die Emissionszertifikate im nEHS bis 2026 und im Zeitraum nach 2026 Preispfad aus „Politiksznarien IX“ ([2] in Anlehnung an [27])

Abbildung 1.16 zeigt für ein Wohngebäudeportfolio auf, welche Mehrkosten nach diesem Szenario möglich sind. Ein Mittelwert von fast 0,5 Euro monatlicher Mehrkosten je Quadratmeter Wohnfläche aus der CO₂-Bepreisung bedeutet bereits im Jahr 2030 eine massive Belastung der Haushalte. Für eine Wohnung mit 125 Quadratmetern würde dies jährliche Mehrausgaben von über 720 Euro bedeuten. Die Modellberechnungen nach den „Politiksznarien IX“ sind jedoch nur ein mögliches Szenario. Derzeit ist nach dem nEHS noch völlig unklar, in welcher Höhe die CO₂-Bepreisung im Zeitraum nach 2026 zu erwarten ist. Um die Auswirkungen der CO₂-

Bepreisung in den Sanierungsfahrplänen angemessen berücksichtigen zu können, ist die Immobilienwirtschaft auf langfristige Sicherheiten bezüglich der CO₂-Preise angewiesen. Solange das nEHS in Deutschland Anwendung findet, ist eine Richtung beziehungsweise ein Korridor für die CO₂-Preise für bevorstehende Jahre bis 2045 politisch festzuschreiben.

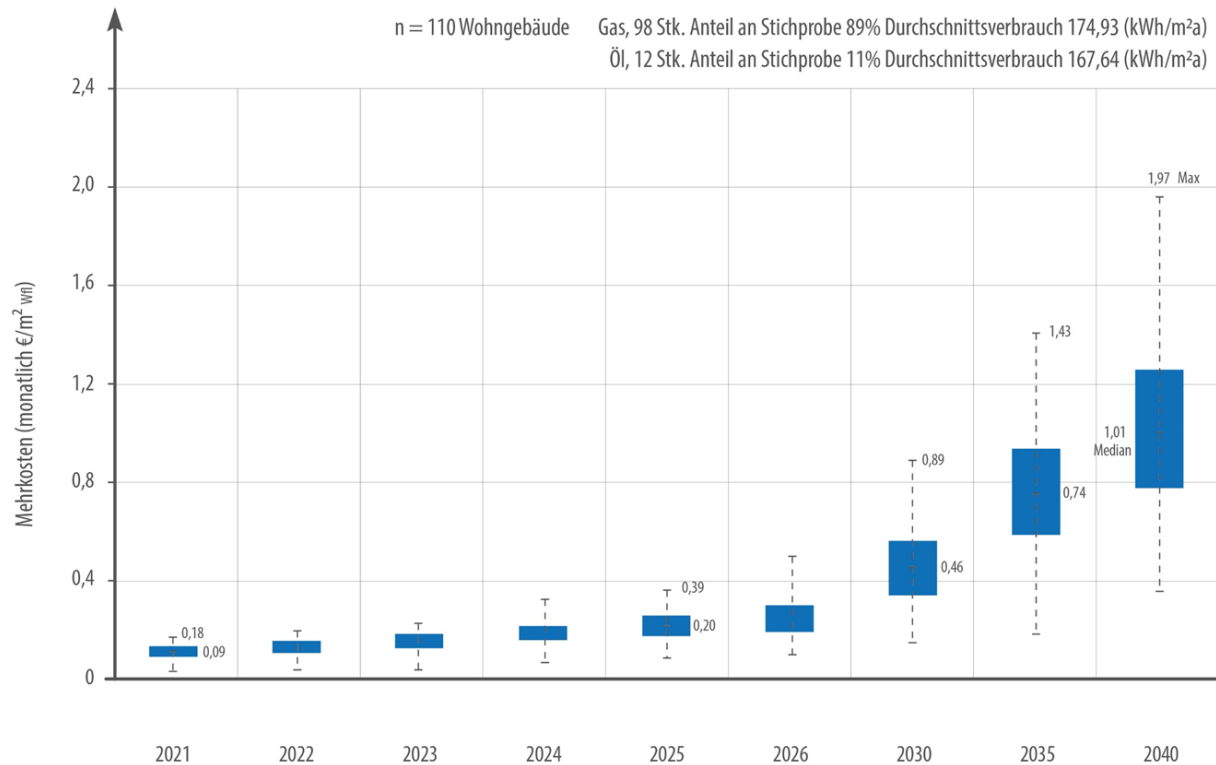


Abbildung 1.16 Boxplots der monatlichen Mehrkosten durch CO₂-Bepreisung für eine Stichprobe von 110 Wohngebäuden, Preispfad aus „Politiksznarien IX“ [2]

1.1.6 Einführung von THG-Emissionsbudgets

Der Weltklimarat hat zur Erreichung der Pariser Klimaziele von 1,5 Grad ein verbleibendes globales THG-Emissionsbudget errechnet. Es gibt unterschiedliche Methoden dieses Budget bis auf nationale Ebene herunterzubrechen. Von der nationalen Ebene kann es folglich auch auf die einzelnen Sektoren somit auch auf dem Gebäudesektor (sowie detaillierter noch auf einzelne Gebäudecluster) verteilt werden.

Das „Umweltgutachten 2020“ des Sachverständigenrats für Umweltfragen (SRU) [52] bemängelt bereits, 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. Dieser Fokus lässt das absolute THG-Emissionsbudget außer Acht, das zum erfolgreichen Klimaschutz zwingend nicht überschritten werden darf. Abbildung 1.17 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 1.17 dargestellt.

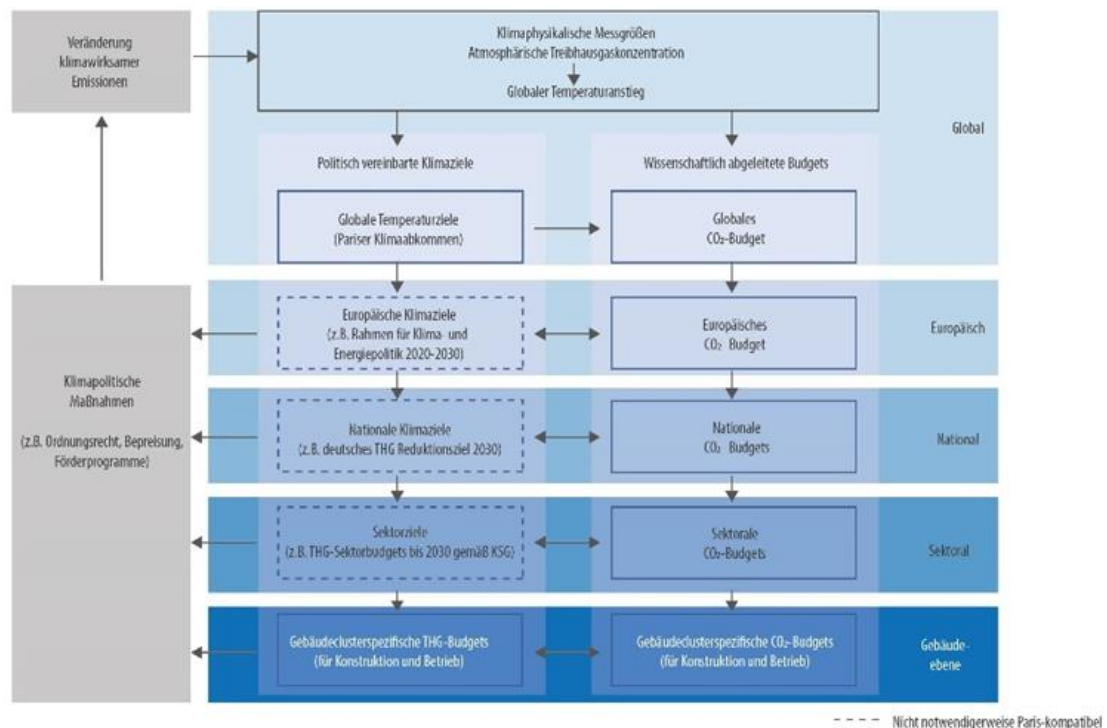


Abbildung 1.17 Das CO₂-Budget als Grundlage bestehender Klimaziele auf verschiedenen Ebenen ([2] in Anlehnung an [52])

Nach SRU [52] steht Deutschland für das 1,5 Grad Ziel ein THG-Emissionsbudget von insgesamt circa 4.200 Millionen Tonnen zur Verfügung⁵. Unter der Annahme, dass der Gebäudesektor auch weiterhin 40 Prozent der nationalen THG-Emissionen verursacht, würde ihm ein THG-Emissionsbudget von rund 1.680 Millionen Tonnen zur Verfügung stehen.

Abbildung 1.18 verdeutlicht anschaulich, 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-Emissionsbudget von 1.680 Millionen Tonnen (in der Grafik dunkelblau dargestellt) für ein 1,5 Grad Ziel gemäß Pariser Abkommen einzuhalten⁶ [52]. Anhand von Variante 2 ist zu erkennen, dass trotz einer THG-Neutralität im Jahr 2045 die Pariser Klimaziele wegen der Überschreitung des Budgets im Laufe der Jahre bis 2045 bereits deutlich verfehlt werden können. Es ist für einen zielgerichteten Klimaschutz unbedingt notwendig, dass unabhängig vom Zieljahr der Netto-THG-Neutralität das Paris-kompatible THG-Emissionsbudget nicht überschritten wird. Variante 3 zeigt, dass eine Verlängerung des Klimaneutralitätszeitpunkts über 2032 hinaus eine verstärkte

⁵ Der SRU betrachtet in seinem Gutachten bei Berechnungen und Grafiken im Gegensatz zu nationalen Veröffentlichungen (und auch Abbildung 1.18) jedoch lediglich CO₂-Emissionen, da diese den Großteil der THG-Emissionen darstellen. In Deutschland haben die CO₂-Emissionen im Jahr 2019 einen Anteil von rund 88 Prozent aller THG-Emissionen ausgemacht [53].

⁶ Analog wäre das Budget für das Pariser 1,75 K Temperaturziel nach SRU bei einer linearen Reduktion ab 2020 bereits im Jahr 2038 aufgebraucht [52]. Bei einem Anteil von 40 Prozent des Gebäudesektors würde das Budget für den Gebäudesektor für dieses Ziel bei 2.680 Millionen Tonnen THG-Emissionen liegen.

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 große Bedeutung für das Erreichen der Klimaschutzziele.

Auch nach der Aktualisierung des Klimaschutzgesetzes im Jahr 2021 bleibt anzunehmen, dass die Ausrichtung an den nun verschärften Jahreszielwerten, die nicht budgetbezogen sind, nicht erfolgsversprechend ist. Zur Paris-Kompatibilität wären die THG-Emissionen aus Abbildung 1.18 bis 2045 (oder früher) derart auf die Nulllinie (THG-Neutralität) herabzuführen, dass die eingeschlossene Fläche jene Fläche unter dem blauen Dreieck (Paris-kompatibles THG-Emissionsbudget des Gebäudesektors) unterschreitet (Variante 1 und 3).

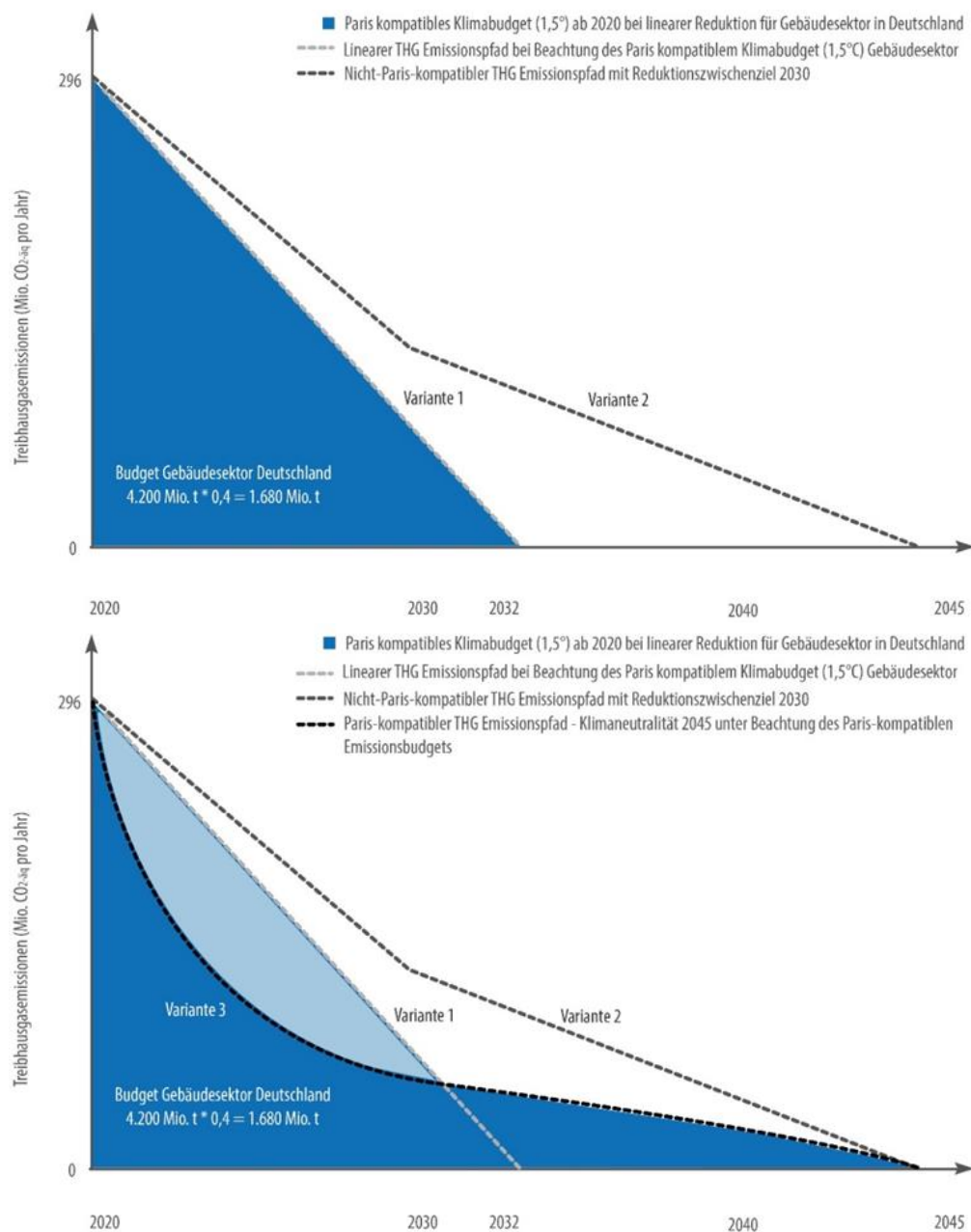


Abbildung 1.18 THG- Emissionspfade zur Einhaltung der Pariser Klimaziele in Deutschland für den Gebäudesektor (schematisch) ([2] in Anlehnung an [52])

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 CO₂-B) und für die Konstruktion (Label CO₂-A) aus den bisherigen Zielen abgeleitet werden. Das ZIA „Gutachten zur Verschärfung der EnEV und Zusammenlegung EnEV / EEWärmeG für Wirtschaftsimmobilien“ [54] (Kapitel 2.1) 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. Es ist daher wichtig, auf schnell wirkende Umsetzungsmaßnahmen zu setzen (Kapitel 3).

Wichtig ist, dass es sich bei dem Budgetansatz nicht um eine zusätzliche Verschärfung handelt, sondern lediglich um eine andere für die Erreichung der Klimaziele zielgerichtetere Methodik. Der geforderte Budgetzielwert könnte pro Quadratmeter gemäß GEG, je nach Gebäudecluster, definiert werden.

Hinsichtlich der THG-Emissionen verdeutlicht zudem Tabelle 1.4, dass der Fokus auf EU-Ebene derzeit mehrheitlich auf THG-Emissionen aus dem Betrieb liegt. Dies ist auch auf nationaler Ebene der Fall. Für den Klimaschutz ist es jedoch egal, wodurch die THG-Emissionen erzeugt werden. Deshalb sollten die grauen Emissionen in den THG-Emissionsbudgetvorgaben Berücksichtigung finden.

Tabelle 1.4 Umfang verschiedener regulatorischer und nicht-regulatorischer Maßnahmen der EU gegenüber dem Gebäudelebenszyklus [13]

Lifecycle stages	Modules	EU policy instruments							
		EPBD	EED	CPR ⁶	Ecodesign	WFD ⁷	ETS ⁸	Level(s) ⁹	Taxonomy ¹⁰
PRODUCTION	A1 Raw material supply	-	-	(*)	•	-	•	••	(*)
	A2 Transport	-	-	-	-	-	(*)	••	(*)
	A3 Manufacturing	-	-	(*)	-	-	•	••	(*)
CONSTRUCTION	A4 Transport	-	-	-	-	-	(*)	••	(*)
	A5 Construction installation process	-	-	(*)	-	-	-	••	(*)
USE	B2 Maintenance	-	-	(*)	-	-	-	••	(*)
	B3 Repair	-	-	(*)	-	-	-	••	(*)
	B4 Replacement	-	-	(*)	-	-	-	••	(*)
	B5 Refurbishment	-	-	(*)	-	-	-	••	(*)
	B6 Operational energy use	••	••	-	•	-	(*)	••	••
END-OF-LIFE	C1 Deconstruction	-	-	(*)	-	•	-	••	(*)
	C2 Transport	-	-	-	-	-	(*)	••	(*)
	C3 Waste processing	-	-	-	-	••	-	••	(*)
	C4 Disposal	-	-	-	•	••	-	••	(*)
BEYOND LIFE	D Reuse/recycle	-	-	(*)	•	•	-	••	(*)

● Partially covered
● Fully covered
● Under revision

⁶ The basic requirements for construction works set out in the Construction Products Regulation (CPR) include sustainable use of natural resources; however, the regulation does not impose minimum performance requirements for the whole product lifecycle, including embodied carbon. The ongoing revision could possibly introduce recycled content requirements for certain construction products (Circular Economy Action Plan).

⁷ Waste Framework Directive

⁸ The emissions trading scheme (ETS) covers the power sector and energy-intensive industries, such as concrete, which means that buildings are indirectly affected. The Commission's forthcoming June package of energy and climate laws may include a proposal to extend the ETS to sectors such as building and road transport.

⁹ Level(s) embraces a full lifecycle approach and the methodology to calculate the GHG emissions of the building follows the relevant global and EU standards for sustainable construction (ISO 14040/44, EN 15804 and EN 15978).

¹⁰ The current EU Taxonomy only recognises improvements to the energy and carbon performance of buildings during the use phase (climate change mitigation and adaptation efforts). In going forward, the eligibility criteria will also include the "do no significant harm" requirement in relation to four other environmental objectives – water, circular economy, pollution prevention and biodiversity – for which full taxonomy systems are yet to be developed.

Um insgesamt auch die Energieeffizienz zu berücksichtigen, sind im Neubau jedoch nach wie vor Mindeststandards für die Gebäudehülle zu definieren. Aufgrund der hohen grauen THG-Emissionen bei Neubauten ist eine Verschärfung der Anforderungen an die Gebäudehülle jedoch klimakontraproduktiv.

1.1.7 Fazit

These 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.

These 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.

These 8: Festlegung der CO₂-Bepreisung bis 2045

Um Planungssicherheit zu gewährleisten, sind jahresgenaue CO₂-Preise gemäß Brennstoffemissions-handelsgesetz (BEHG) zunächst bis 2030 festzulegen. Die Einnahmen aus der CO₂-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.

These 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 CO₂-Indikator einen transparenten und dokumentierbaren Maßstab für Konstruktion (CO₂-A) und Betrieb (CO₂-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.

1.2 Darstellung der aktuellen und geplanten nationalen Förderlandschaft zur Klimaneutralität des Gebäudesektors

Dieses Kapitel zeigt die Struktur der deutschen Förderlandschaft und -programme, in dem zuerst die Bundesebene beschrieben wird und anschließend die Länderebene mitsamt der kommunalen Ebene betrachtet wird. Abschließend wird ein Ausblick auf die geplante Förderlandschaft gegeben, bevor im weiteren Verlauf des Kapitels Vorschläge zur Verbesserung aufgezeigt werden. Einen umfassenden Überblick über Förderprogramme auf Bundes- als auch auf Landesebene liefern unter anderem auch die Webseiten:

- der Verein Deutscher Ingenieure (VDI) Zentrum Ressourceneffizienz GmbH [55] und
- co2online gemeinnützige Beratungsgesellschaft mbH [56].

Zum 01.07.2021 ist die „Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)“ bei der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) gestartet, denn die Bundesregierung hat im Rahmen des Klimaschutzprogrammes 2030 die Förderung für energieeffiziente Gebäude weiterentwickelt. Sie gilt nach KfW [57]:

- für alle Wohngebäude, z. B. für Eigentumswohnungen, Ein- und Mehrfamilienhäuser oder Wohnheime,
- für alle Nichtwohngebäude, z. B. für Gewerbegebäude, kommunale Gebäude oder Krankenhäuser.

Dabei ist von zentraler Bedeutung, dass KfW-Förderung in diesem Bereich jetzt unter einem Dach als BEG zusammengefasst wird [57]. Die neue Förderung soll nach KfW [57] dazu beitragen, den Primärenergiebedarf von Gebäuden bis 2050 um rund 80 Prozent gegenüber 2008 zu senken. Dies soll durch eine Kombination aus Energieeinsparung und dem Einsatz erneuerbarer Energien bewerkstelligt werden [57].

Im Bundeshaushalt 2021 wurden rund 5,8 Milliarden Euro für die BEG und deren auslaufende Vorgängerprogramme (Kapitel 1.2.1) eingeplant [58]. Sie werden über das Sondervermögen „Energie- und Klimafonds“ (EKF) finanziert [58]. Somit entspricht das BEG zusammen mit den auslaufenden KfW und Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) Förderungen rund 96 Prozent der Gesamtfördersumme der im Bundeshaushalt aufgeführten Förderungen (Abbildung 1.39). Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) spricht in einer E-Mailkorrespondenz dagegen von voraussichtlich 12 Milliarden Euro Neuzusagevolumen im Jahr 2021 [59]. Der Unterschied zum im Bundeshaushalt 2021 veranschlagten Volumen könnte aus der im Sofortprogramm für den Sektor Gebäude [60] geplanten Aufstockung des Neuzusagevolumens von BEG Anträgen um weitere 5,8 Milliarden Euro im Jahr 2021 resultieren. Dieses gebäudesektorbezogene Sofortprogramm wurde im Juli 2021 durch das BMWi und das Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat (BMI) als verpflichtende (Sanktions-)Maßnahme vorgelegt, weil der Gebäudesektor das 2020er THG-Emissionsziel von 118 Millionen Tonnen THG-Emissionen aus dem Klimaschutzgesetz um 2 Millionen Tonnen THG-Emissionen überschritten hat. Im August 2021 hat der Expertenrat für Klimafragen einen Evaluationsbericht [61] für das gebäudesektorbezogene Sofortprogramm veröffentlicht. Nach Meinung des Expertenrats für Klimafragen wurde durch das vom BMWi und BMI vorgeschlagene Sofortprogramm kein Nachweis geliefert, dass die Anforderung des Bundes-

Klimaschutzgesetzes, die Einhaltung der Jahresemissionsmengen des Sektors für die folgenden Jahre sicherzustellen, erfüllt werden [61].

In der letzten Bundestagssitzung der aktuellen Legislaturperiode wurde im Rahmen des alle Sektoren umfassenden Klimaschutz Sofortprogramms 2022 das Fördervolumen des BEG für die Jahre 2022 und 2023 um insgesamt 4,5 Milliarden Euro erhöht [30]. Im Gegensatz zum Klimaschutz Sofortprogramm 2022 richtet sich das Sofortprogramm des BMWi und des BMI [60] an das Jahr 2021.

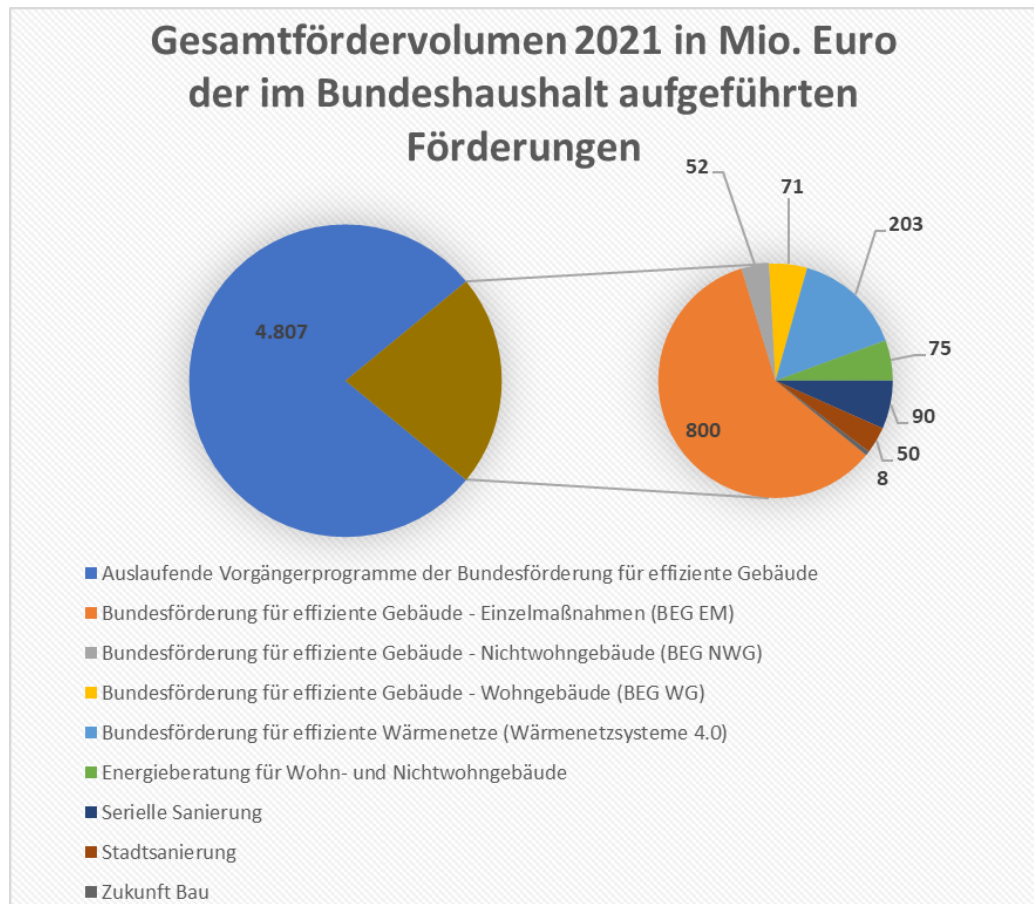


Abbildung 1.19 Gegenüberstellung von unterschiedlichen Förderprogrammen anhand des entsprechenden Fördervolumens gemäß Bundeshaushalt ([2] mit Zahlen aus [58])

1.2.1 Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)

Die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) ist das Programm mit dem größten eingeplanten Fördergesamtvolumen im Bundeshaushalt 2021. Hier wurden folgende Programme ganz oder teilweise zusammengeführt [62, 63]:

- CO₂-Gebäudesanierungsprogramm
 - KfW geführte Programme
 - Energieeffizientes Bauen und Sanieren - Kredit (153 und 151/152)
 - KfW-Energieeffizienzprogramm - Energieeffizient Bauen und Sanieren (276/277/278)
 - BAFA geführte Programme
 - Energieeffizient Sanieren - Investitionszuschuss (430)
 - Energieeffizient Bauen und Sanieren – Zuschuss Baubegleitung (431)

- Investitionskredit Kommunen (IKK) – Energieeffizient Bauen und Sanieren (217/218)
- Investitionskredit Kommunale Unternehmen (IKU) – Energieeffizient Bauen und Sanieren (220/219)
- Marktanreizprogramm Erneuerbare Energien (MAP),
- Anreizprogramm Energieeffizienz (APEE) und das
- Heizungsoptimierungsprogramm (HZO)

Abbildung 1.20 zeigt den Aufbau des Programms. Systemische Maßnahmen für das Effizienzhausniveau eines Gebäudes werden in Wohngebäude (BEG WG) [64] und Nichtwohngebäude (BEG NWG) [65] aufgeteilt. Einzelmaßnahmen (BEG EM) [66] ergänzen die systemischen Maßnahmen. Fachplanungs- und Baubegleitungsleistungen bilden das Fundament aller Maßnahmen. Darunter sind in Abbildung 1.20 zudem die Verantwortlichkeiten für die Zuschuss- und Kreditvarianten dargestellt. Ab 2023 wird die BAFA ausschließlich Zuschüsse für alle Programme (BEG EM, BEG WG und BEG NWG) administrieren und die KfW entsprechend die Kreditvergaben [67, 68]. Die Zuschussvariante für Neubau im BEG WG und BEG NWG gibt es erst seit Juli 2021. Im Bereich BEG NWG systemische Maßnahmen gibt es ebenfalls erst seit diesem Zeitpunkt die Zuschussvariante. Im Bereich BEG Einzelmaßnahmen gibt es für Nichtwohngebäude erst seit Januar 2021 die Zuschussvariante. Für Wohngebäude gab es schon zuvor Zuschussvarianten für die Sanierung mit systemischen Maßnahmen oder auch Einzelmaßnahmen.



Abbildung 1.20 Aufbau Förderprogramm Bundesförderung für Effiziente Gebäude (BEG) sowie Verantwortlichkeiten für Zuschuss- und Kreditvarianten ([2] in Anlehnung an [67–69])

Als Basis für die maximale Fördersumme dient bei Wohngebäuden die Anzahl der Wohneinheiten und bei Nichtwohngebäuden die Nettogrundfläche [64, 65]. Weitere Aspekte wie die Einbindung erneuerbarer Energien („EE-Paket“: mindestens 55 Prozent EE für die Wärme- und Kälteversorgung) oder die Einhaltung der Anforderungen an ein „NH-Paket“, die durch die Ausstellung eines Nachhaltigkeitszertifikates für die Maßnahmen bescheinigt werden, können die Fördersumme als wesentliche Neuerung durch das BEG innerhalb der systemischen

Maßnahmen (BEG WG, BEG NWG) erhöhen [62]. Falls es durch die anstehende Überarbeitung des Gebäudeenergiegesetz (GEG) zu einer Verschärfung von Neubauanforderungen kommt beziehungsweise im generellen eine förderfähige Effizienzhausstufe entfällt, so sollten die positiven Effekte der Einhaltung von Nachhaltigkeits (NH)- oder EE-Anforderungen weiterhin kommuniziert werden und förderfähig bleiben.

Weitere Neuerungen in der Förderung durch das BEG sind [64–67]:

- die Erweiterung der Fördertatbestände,
 - wie die **Förderung des Effizienzhaus (EH) 40 im Rahmen von Sanierungen**,
 - Gebäudenetze⁷, der Anschluss an ein Gebäude- oder Wärmenetz und
 - Maßnahmen zur Visualisierung des Ertrags an Erneuerbaren Energien;
 - die Einbindung von Energieeffizienz-Experten (EEE) für bestimmte Fördertatbestände, wie bei Einzelmaßnahmen an der Gebäudehülle in Wohngebäuden und Nichtwohngebäuden und der Anlagentechnik (außer Heizung) sowie
 - die Einführung der Technischen Projektbeschreibung bei Vorgängen mit EEE.
- Neue Bonustatbestände können einen Fördersatz erhöhen. Dazu zählen beispielsweise
 - **individuelle Sanierungsfahrpläne (iSFP)**, bei denen der Fördersatz von Maßnahmen, die Teil eines individuellen Sanierungsfahrplans sind und innerhalb von 15 Jahren nach Erstellung des iSFP umgesetzt werden, um 5 Prozent erhöht wird.
 - Für Biomasseheizungen, die einen Emissionsgrenzwert für Feinstaub von maximal 2,5 Milligramm pro Kubikmeter einhalten, erhöht sich der Fördersatz ebenfalls um 5 Prozent.
- Einzelmaßnahmen im Neubau werden nicht mehr gefördert und die Mindestinvestitionssumme für Einzelmaßnahmen beträgt 2.000 Euro (beziehungsweise 300 Euro bei Heizungsoptimierung).
- Außerdem sind nun Vorhaben förderfähig, die die Nachrüstung bei Anlagen und Gebäuden gemäß § 10 Energieeinsparverordnung (EnEV) unterliegen.
- Photovoltaik (PV)-Anlagen werden ausschließlich im Rahmen der systemischen Maßnahmen gefördert.
- Hinsichtlich der Betriebsoptimierung und Digitalisierung zählen nun unter anderem hydraulischer Abgleich, Austausch von Heizpumpen und Maßnahmen zur Absenkung der Rücklauftemperatur bei Gebäudenetzen, Mess-, Steuer- und Regelungstechniken sowie Maßnahmen zur Visualisierung des Ertrags erneuerbarer Energien und digitale Systeme zur energetischen Betriebs- und Verbrauchsoptimierung (Smart Home) zum Fördertatbestand. [73]

⁷ Als Gebäudenetz gelten nicht-öffentliche Netze, die nur zur Eigenversorgung mit Wärme von mindestens zwei Gebäuden auf einem oder mehreren Grundstücken eines Eigentümers genutzt werden und folgende Komponenten aufweisen: Wärmeerzeugung, gegebenenfalls Wärmespeicherung, Wärmeverteilung, Steuer-, Mess- und Regelungstechnik, sowie Wärmeübergabestationen [66]. Ab dem 21.10.21 ändert sich die Definition zu Netzen, die nur zur Versorgung mit Wärme von maximal 16 Gebäuden (Wohngebäude oder Nichtwohngebäude) und maximal 100 Wohneinheiten genutzt werden, unabhängig von Eigentümer und Komponenten [70–72]. Im Rahmen der systemischen Maßnahmen (BEG WG und BEG NWG) werden diese nur über das Erreichen des EE-Pakets mit gefördert, wenn das Netz erstmals angeschlossen oder installiert wird [64, 65].

Tabelle 1.5 zeigt eine Aufschlüsselung der Fördersätze und Höchstgrenzen der Förderrichtlinie BEG EM und Tabelle 1.6 gleiches für die systemischen Maßnahmen aus Förderrichtlinien BEG WG und BEG NWG.

Gefördert werden systemische Maßnahmen mit 25 bis 55 Prozent bei Sanierung und mit 15 bis 27,5 Prozent bei Neubau. Bei Einzelmaßnahmen werden 20 Prozent für Sanierungen an Gebäudehülle, Anlagentechnik (außer Heizung und Heizungsoptimierung) sowie bis zu 45 Prozent bei Einzelmaßnahmen, die die Heizungsanlage betreffen, gefördert. Fachplanung und Baubegleitung werden mit 50 Prozent gefördert. [64–66].

Tabelle 1.5 Förderübersicht – Bundesförderung für effiziente Gebäude: Einzelmaßnahmen (BEG EM) [74]

Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) - Fördersätze Einzelmaßnahmen Wohn- und Nichtwohngebäude					
Maßnahme	Fördersatz	Austausch Ölheizung	iSFP-Bonus bei Wohngebäuden	Höchstgrenze förderfähige Kosten Wohngebäude	Höchstgrenze förderfähige Kosten Nichtwohngebäude
Gebäudehülle	20%	/	5% Extrazuschuss	60.000 Euro je Wohneinheit	1.000 Euro pro m² Nettogrundfläche, max. 15 Mio. Euro
Anlagentechnik (außer Heizung)	20%	/			
Heizungsoptimierung	20%	/			
Anlagen zur Wärmeerzeugung (Heizungstechnik)					
Gas-Brennwertheizung "renewable ready"	20%	20%			
Gas-Hybridheizung	30%	40%			
Solarkollektoranlagen		30%			
große Solaranlagen mit mindestens 20 m² Bruttokollektorfläche	ertragsabhängig: Kollektorertrag in kWh*Anzahl der Module*0,45 Euro				
Biomasseheizungen	35%	45%			
Innovationsbonus Biomasse: Emissionsgrenzwertes für Feinstaub max. 2,5 mg/m3	40%	50%			
Wärmepumpe	35%	45%			
Innovative Heizungsanlage auf EE-Basis					
Erneuerbare Energien-Hybridheizungen (EE-Hybride)					
Gebäudenetze und Anschluss Gebäude- / Wärmenetze					
25% Anteil EE	30%	40%			
55% Anteil EE	35%	45%			
Fachplanung und Baubegleitung; Nachhaltigkeitszertifizierung in Verbindung mit Einzelmaßnahmen	50%	/	/	Ein-und Zweifamilienhaus: max. 5.000 Euro Mehrfamilienhaus: 2.000 Euro je Wohneinheit, max. 20.000 Euro	5 Euro pro m² Nettogrundfläche, max. 20.000 Euro
Alle Angaben ohne Gewähr; Quellen: BAFA, Förderrichtlinie; Darstellung: KEAN					

Tabelle 1.6 Förderübersicht – Bundesförderung für effiziente Gebäude: Wohngebäude (BEG WG) und Nichtwohngebäude (BEG NWG) [74]

Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) - Fördersätze Effizienzhaus / Effizienzgebäude (Tilgungszuschuss oder direkter Zuschuss)											Fachplanung und Baubegleitung; Nachhaltigkeitszertifizierung	
Effizienz-Standard		Denkmal	100	85	70	55	40	40+	iSFP-Bonus	Höchstgrenze förderfähige Kosten	Höchstgrenze förderfähige Kosten	Fördersatz
Sanierung	Wohngebäude	25%	27,5%	30%	35%	40%	45%	/	5% Extrazuschuss	120.000 Euro je WE	EFH/ZFH: max. 10.000 Euro MFH: 4.000 euro je Wohneinheit, max. 40.000 Euro	50%
	Mit EE-Paket	30%	32,5%	35%	40%	45%	50%	/		150.000 Euro je WE		
	Nichtwohngebäude	25%	27,5%	/	35%	40%	45%	/	/	2.000 Euro pro m ² Nettogrundfläche, max. 30 Mio. Euro	10 Euro/m ² Nettogrundfläche, max. 40.000 Euro	50%
	Mit EE-oder NH-Paket	30%	32,5%	/	40%	45%	50%	/				
Neubau	Wohngebäude					15%	20%	/	/	120.000 Euro je WE	EFH/ZFH: max. 10.000 Euro MFH: 4.000 euro je Wohneinheit, max. 40.000 Euro	50%
	40+/mit EE- oder NH-Paket					17,5%	22,5%	25%		150.000 Euro je WE		
	Nichtwohngebäude					15%	20%	/	/	2.000 Euro pro m ² Nettogrundfläche, max. 30 Mio. Euro	10 Euro/m ² Nettogrundfläche, max. 40.000 Euro	50%
	Mit EE- oder NH-Paket					17,5%	22,5%	/				

Alle Angaben ohne Gewähr; Quellen: KfW, Förderrichtlinien; Darstellung: KEAN

Abbildung 1.21 und Abbildung 1.22 zeigen bezogen auf Wohngebäude die Anzahl der Anträge von 2018 bis 2020 für Effizienzhäuser als Neubau sowie Sanierung (systemische Maßnahmen).

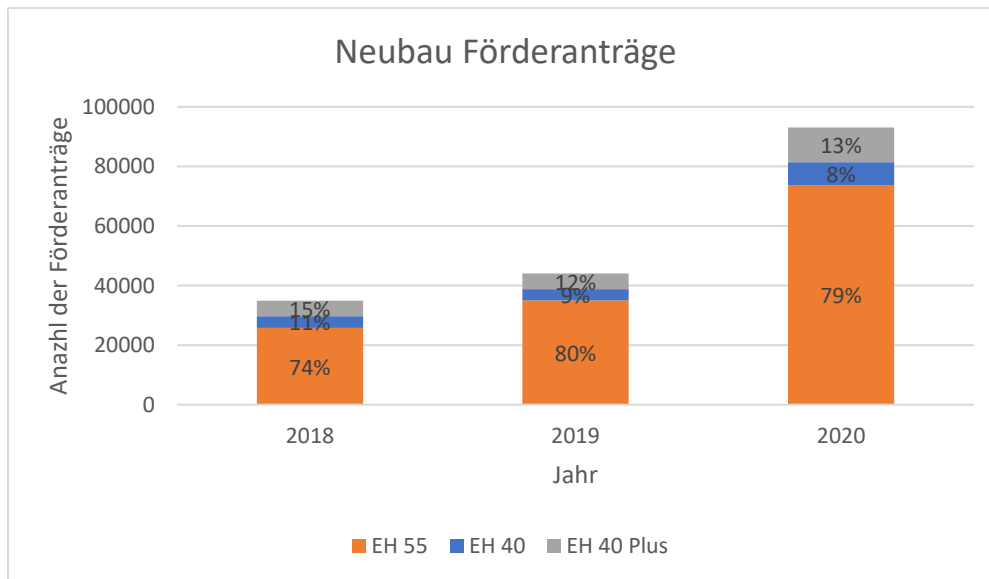


Abbildung 1.21 Entwicklung Antragszahlen Effizienzhäuser, Neubau Wohngebäude [75–77]

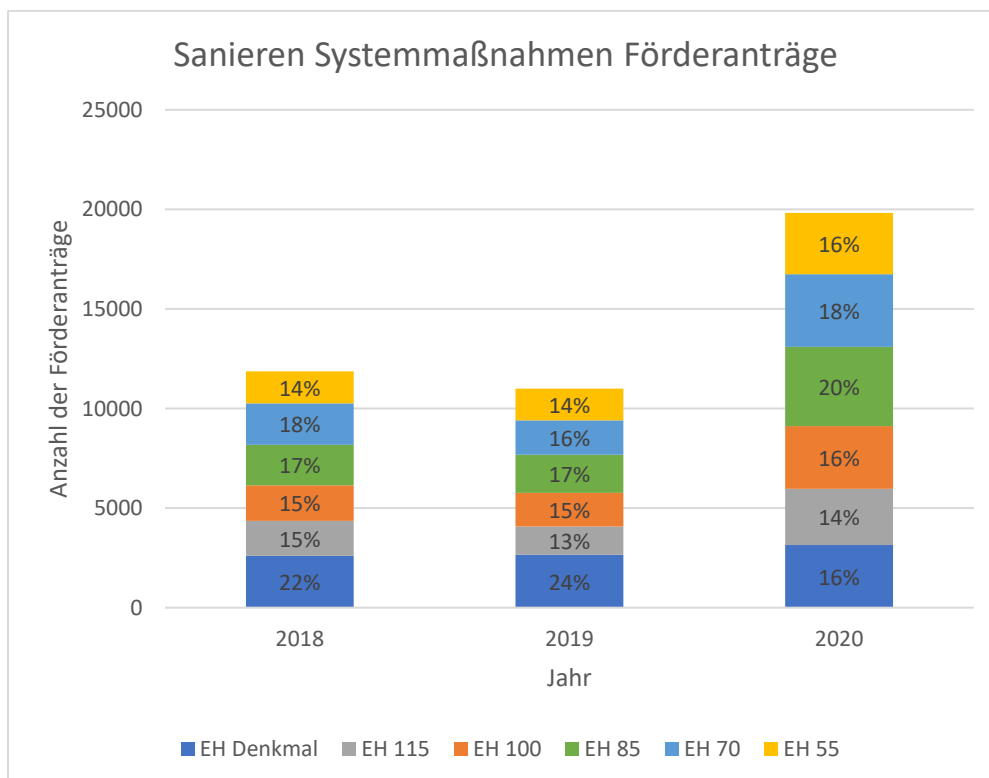


Abbildung 1.22 Entwicklung Antragszahlen Effizienzhäuser (systemische Maßnahmen), Sanierung Wohngebäude [75–77]

Besonders deutlich ist der Anstieg der Nachfrage im Neubau mit einem Zuwachs von rund 160 Prozent im Jahr 2020 gegenüber 2018. Die Effizienzhausklasse EH 55 ist im Jahr 2020 mit 79 Prozent am stärksten vertreten. Sofern das EH 55 in einer neuen Version des GEG zum Neubaustandard ernannt werden würde, entfielen womöglich die aktuell am meisten nachgefragte Förderklasse im Bereich des Neubaus. Auch die Anzahl der Anträge auf Sanierungsförderung steigt 2020 gegenüber 2018 um fast 70

Prozent. Die meisten Anträge wurden 2020 für die Klasse EH 85 mit anteilig 20 Prozent gestellt, jedoch sind alle sechs möglichen EH Standards in einem ähnlich hohen Maß unter den Förderanträgen im Jahr 2020 vertreten.

Im Jahr 2020 wurden circa 93.000 Anträge im Bereich Neubau Effizienzhäuser gestellt und circa 20.000 im Bereich der systemischen Effizienzhaussanierung. Dies entspricht einem Verhältnis von circa 80 Prozent Neubau und 20 Prozent Sanierung.

Die Förderung im Bereich der Sanierung sollte insgesamt noch attraktiver ausgestaltet werden, damit sich die Antragszahlen erhöhen und zeitnah eine ähnliche Größenordnung wie die Antragszahlen im Bereich der Neubauförderung erreichen.

1.2.2 Energieberatung und Sanierungsfahrplan

Der Sanierungsfahrplan ist ein Instrument von essenzieller Wichtigkeit zur Planung von zielgerichteten Maßnahmen im Gebäudesektor für den Klimaschutz. Deshalb wurde mit der Neueinführung des BEG auch eine Bonusförderung von 5 Prozentpunkten für Umsetzungsmaßnahmen angesetzt, die im Bereich der Wohngebäude für systemische Gebäudesanierung (BEG WG) oder für Einzelmaßnahmen (BEG EM) anwendbar ist (siehe auch Abbildung 1.21 und Abbildung 1.22 in Kapitel 1.2.1).

Der Sanierungsfahrplan im Allgemeinen ist ein Beratungsinstrument und beschreibt die empfohlenen Sanierungsmaßnahmen, die sich aus einer Energieberatung ergeben, übersichtlich und mit besonderer Anschaulichkeit [78]. Im Rahmen der „Bundesförderung für Energieberatung für Wohngebäude“ (Vor-Ort-Beratung, individueller Sanierungsfahrplan) sind die Energieberatung und damit auch die Erstellung eines individuellen Sanierungsfahrplans (iSFP) förderfähig [79]. Der iSFP ist vom BMWi speziell auf Wohngebäude abgestimmt und dient vor allem der einheitlichen Darstellung der Beratungsergebnisse [80]. Für Nichtwohngebäude sind die Energieberatung ebenfalls inklusive Erstellung eines Sanierungsfahrplans nach DIN V 18599, Energieaudits nach DIN EN 16247 und Contracting-Orientierungsberatung unter der Bundesförderung Energieberatung für Nichtwohngebäude, Anlagen und Systeme (EBN) förderfähig [81].

Die Kennwerte, die für die Erstellung des förderfähigen iSFP bei Wohngebäuden erforderlich sind, werden nach BMWi [80] über die genormten und gültigen Bilanzierungsverfahren der EnEV (jetzt GEG) berechnet. Bei Nichtwohngebäuden wird der Sanierungsfahrplan auf Grundlage der DIN V 18599 (ebenfalls Bilanzierungsmethodik für Nichtwohngebäude nach dem GEG) erstellt [82].

Es gibt beim iSFP für Wohngebäude und beim Sanierungsfahrplan für Nichtwohngebäude jedoch, wie auch im GEG, keine Hinweise, welche THG-Emissionsfaktoren oder Primärenergiefaktoren für Zustände oder Maßnahmen, die in der Zukunft wirken, im iSFP zu verwenden sind.

Die Kosten für die Erstellung von Sanierungsfahrplänen sind abhängig von Gebäudetyp und -größe. Energieberater können sich bis zu 80 Prozent der Kosten der Energieberatung bei der Erstellung von Sanierungsfahrplänen durch das BMWi (Bewilligungsbehörde ist BAFA) erstatten lassen (Tabelle 1.7) und deren Honorar, das der Endkunde trägt, verringert sich entsprechend um den gewährten Zuschuss [79]. Tabelle 1.7 zeigt bezüglich der Kosten von Sanierungsfahrplänen Wertebereiche, die online zugänglich waren. Sie sollen lediglich als Anhaltspunkte dienen. Es können

sicherlich abweichende Informationen gefunden werden, da es sich bei den Beratungsgesprächshonoraren um einen freien Markt handelt. Einzelne, online verfügbare Preislistenbeispiele [83, 84] zeigen, dass in der Praxis Netto-Preise zum Teil ähnlich, aber auch höher, als die in Tabelle 1.7 angegebenen Preise, ausfallen.

Tabelle 1.7 Kosten und Fördersätze für die Erstellung von individuellen Sanierungsfahrplänen (iSFP) [79, 81, 85, 86]

Gebäudegröße/-typ	Kosten Energieberatung / iSFP	Förderung Energieberatung / iSFP (durch BMWi)
Ein- u. Zweifamilienhäuser	Durchschnittlich 800 €	80 %, maximal 1.300 €
Wohngebäude mit drei o. mehr Wohneinheiten	> 800 €	80 %, maximal 1.700 €
Nichtwohngebäude nach vereinfachtem Berechnungsverfahren	3.000 bis 6.000 €	80 %, maximal 8.000 € abhängig von der Nettogrundfläche < 200 m ² 1.700 € 200 bis 500 m ² 5.000 € > 500 m ² 8.000 €
Nichtwohngebäude allgemein	3.000 bis 8.000 € je Nutzungseinheit	

Für den Ablauf zur Erstellung des iSFP bei Wohngebäuden schlägt das BMWi folgende Vorgehensweise vor, von der zwar abgewichen werden kann, jedoch müssen unabhängig davon die Anforderungen an die Datenerhebung gemäß der Richtlinie für die Förderung der Energieberatung für Wohngebäude [87] stets eingehalten werden [80]:

1. Erstes Beratungsgespräch und Datenaufnahme vor Ort
2. Erfassung des energetischen Ist-Zustands
3. Entwicklung von Sanierungsvorschlägen
4. Festlegung der individuellen Sanierungsschritte und des Sanierungsziels mit den Hauseigentümern
5. Erstellung des individuellen Sanierungsfahrplans
6. Ausdruck und Übergabe an die Hauseigentümer
7. Erläuterung des individuellen Sanierungsfahrplans

Für die Energieberatung für Nichtwohngebäude schlägt das BAFA keinen speziellen Ablauf vor [82]. Es werden jedoch sowohl bei dem iSFP für Wohngebäude als auch bei der Energieberatung für Nichtwohngebäude inhaltlich die „Schritt-für-Schritt-Sanierung“ und die „Gesamtsanierung in einem Zug“ unterschieden und dazu entsprechende Darstellungsinhalte aufgezeigt [80, 82].

Berechtigte Berater sind in der „Energieeffizienz-Expertenliste für Förderprogramme des Bundes“ (EEE-Liste) zu finden. Die EEE-Liste wird durch die dena (Deutsche Energie-Agentur GmbH) betreut und wurde 2011 durch das BMWi, das BAFA und die KfW geschaffen [88, 89]. Im Oktober 2017 umfasste die Datenbank rund 13.000 Fachleute, darunter in etwa 8.500 Architekten und Ingenieure sowie 3.000 Handwerker und Techniker [88]. Aktuell (Stand: 08.08.2021) sind in der EEE-Liste im Bereich

Nichtwohngebäude 3.569 Fachleute [90] und im Bereich Wohngebäude 10.673 Fachleute [91] eingetragen. Im Anhang gibt es mit Tabelle 0.2 eine Übersicht über Antragsberechtigungen der Energieeffizienz-Experten für Förderprogramme des Bundes. Im Allgemeinen sind in Deutschland, nach Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) (Stand 2016), rund 26.500 Personen berechtigt, Energieausweise auszustellen [92]. Es besteht jedoch kein Zwang sich in die EEE-Liste eintragen zu lassen. Daher lässt sich unter anderem der zahlenmäßige Unterschied erklären.

Abbildung 1.23 zeigt die Antragszahlen der Förderungen bezüglich der Energieberatung von Wohngebäuden und man erkennt einen großen Anstieg im Jahr 2020. Dies ist auf die Erhöhung der Bundesförderung Energieberatung für Wohngebäude zum 01.02.2020 auf 80 Prozent zurückzuführen [93]. Zuvor hatte diese Förderung lediglich 60 Prozent bei zusätzlich verminderten Höchstfördersummen betragen [94]. Die mit einem iSFP durchgeführten Beratungen lagen im Jahr 2020 bei rund 35 Prozent [93]. Zusätzlich ist nach dena [93] davon auszugehen, dass dieser Anteil mit der Einführung der BEG weiter steigen wird, da der iSFP innerhalb des BEG einen Bonus von 5 Prozent im Bereich der Wohngebäudeförderung ermöglicht.

Im Gegensatz dazu ist keine Bonusförderung im Zusammenhang mit einem Sanierungsfahrplan für systemische Maßnahmen (BEG NWG) und für Einzelmaßnahmen (BEG EM) bei Nichtwohngebäuden gegeben. Das BBSR geht davon aus, dass Nichtwohngebäude in etwa 30 Prozent der THG-Emissionen aus der Nutzung und dem Betrieb von Gebäuden verursachen [10]. Damit auch Potentiale zur Reduktion der THG-Emissionen in diesem relevanten Bereich besser ausgeschöpft werden können, sollten auch Sanierungsfahrpläne bei Nichtwohngebäuden für eine Bonusförderung erstrebenswert sein.

Aus der Gegenüberstellung der förderberechtigten Energieberater im Bereich Wohngebäude (> 10.000) und der Antragszahlen (< 25.000 pro Jahr) aus Abbildung 1.23 kann angenommen werden, dass zum aktuellen Zeitpunkt ausreichend Berater vorhanden sind, sodass keine Engpässe in der Bearbeitung von iSFP entstehen. Dies ist eine Momentaufnahme, die sich bei erhöhtem Fördervolumen schnell ändern kann.

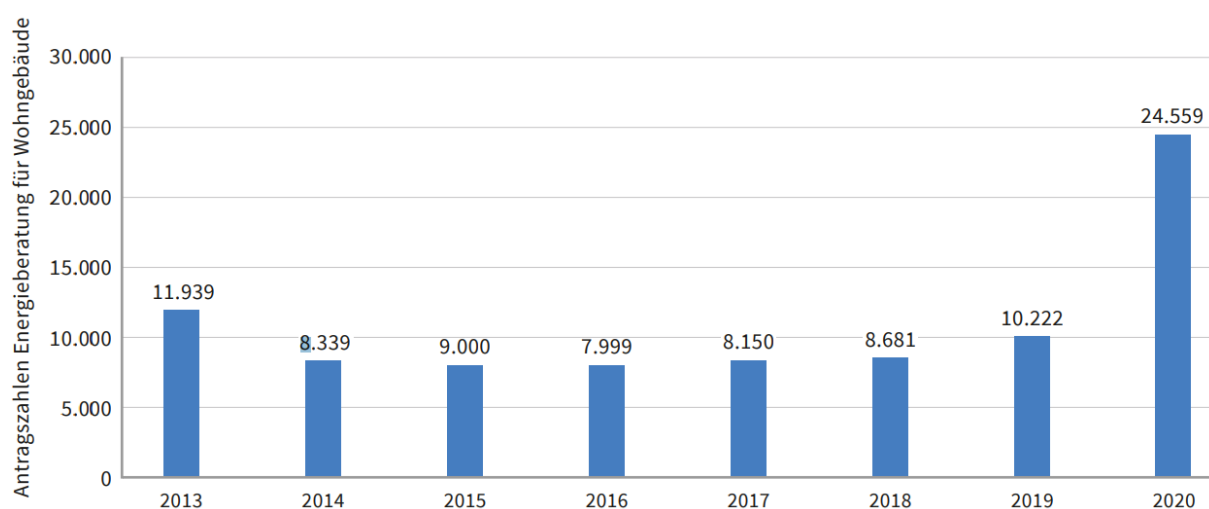


Abbildung 1.23 Antragszahlen Bundesförderung Energieberatung für Wohngebäude [93] (auf Grundlage von Zahlen des BAFA)

1.2.3 Bundesförderungen - Sonstige

Dieses Kapitel gibt einen Überblick über die weitere aktuell bestehende nationale Förderlandschaft, die die beiden unter Kapitel 1.2.1 (BEG) und Kapitel 1.2.2 (Energieberatung und Sanierungsfahrplan) vorgestellten Fördermöglichkeiten ergänzen. Die Förderlandschaft auf Bundesebene ergibt sich im Allgemeinen aus der Energieeffizienzstrategie 2050 (EffSTRA 2050) von 2019, in der für das Energieeffizienzziel 2030 Maßnahmen im Rahmen des Nationalen Aktionsplans Energieeffizienz (NAPE 2.0) vom BMWi beschlossen wurden.

In den nachfolgenden Absätzen werden die weiteren Förderprogramme in absteigender Reihenfolge nach der Höhe des im Bundeshaushalt veranschlagten Fördervolumens (siehe auch Abbildung 1.19 in Kapitel 1.2) beschrieben. Außerdem wird die Möglichkeit zur steuerlichen Förderung energetischer Gebäudesanierungen kurz dargestellt.

Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (Wärmenetzsysteme 4.0)

Die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) geht aus einem Modellvorhaben von 2017 hervor, das die Machbarkeit der Transformation bestehender Wärmenetze zu Wärmenetzen 4.0 untersuchte [95] und ist im Bundeshaushaltsplan 2021 unter dem Titel Transformation Wärmenetze zu finden [58].

Als Wärmenetze der vierten Generation gelten, laut technischen Anforderungen, Wärmenetze, die geo-, solarthermische Anlagen oder Wärmepumpen als Wärmeerzeuger aufweisen, welche mindestens 50 Prozent der jährlich eingespeisten Wärmemenge oder mindestens 1,5 Gigawattstunden pro Jahr bereitstellen. Wenn die Nutzung von Biomasse und Abwärme geplant ist, sind weitere Anforderungen an die Flexibilisierung, beispielsweise durch Entkopplung von Verbrauch und Erzeugung durch Wärmespeicher, die Netzausgestaltung und den -betrieb, in Bezug auf das Temperaturniveau, die Digitalisierung sowie integrierte Energiesysteme beziehungsweise die Sektorkopplung, zum Beispiel durch strommarktoptimierte Fahrweise der Wärmeerzeuger, zu erfüllen. Bezüglich der Dimension ist außerdem der Anschluss von mindestens 100 Abnahmestellen oder eine Wärmeeinspeisemenge von mindestens 3 Gigawattstunden pro Jahr Fördervoraussetzung. In Ausnahmefällen sind auch nur 20 Abnahmestellen nötig und 1 Gigawattstunden pro Jahr. Die Vorlauftemperatur darf 95 °C zu keiner Zeit überschreiten, es sei denn dies ist im Antrag plausibel begründet. Zur Reduzierung der Wärmeverluste sind Wärmeleitungsrohre der Dämmreihe 3 zu nutzen und an den Hausübergabestationen darf die Temperaturdifferenz zwischen dem Rücklauf des Wärmenetzes und dem Rücklauf der Wärmesenke fünf Kelvin nicht überschreiten, es sei denn die Wärmeübergabe ist durch dezentrale Wärmepumpen realisiert. [96]

Förderungen sind im Rahmen von vier Modulen möglich:

- Modul I: Machbarkeitsstudie
- Modul II: Realisierung
- Modul III: Informationsmaßnahmen
- Modul IV: Capacity Building

Fördergegenstand des Moduls I sind Ausgaben, die bei der Untersuchung der Realisierbarkeit eines Wärmenetzes 4.0 anfallen. Auch Planungsleistungen nach Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI) der Leistungsphasen eins

(LPH1) bis vier (LPH4) sind förderfähig. Die förderfähigen Ausgaben werden mit 50 bis 60 Prozent und maximal 600.000 Euro bezuschusst. [97]

Modul II führt alle regelungs- und steuerungstechnischen Komponenten sowie die, die zur Wärmeverteilung, -erzeugung und -speicherung dienen, als förderfähig auf. Auch die Erschließung von Wärmequellen, wie die Bohrungen für Erdwärmepumpen, werden gefördert. Voraussetzung für die Bewilligung ist allerdings eine Mindestdeckung des Wärmebedarfs des Endkunden von 90 Prozent. Der Fördersatz beträgt bis zu 50 Prozent und maximal 15 Millionen Euro. [96]

Um die Mindestdeckung zu gewährleisten, werden Informationsmaßnahmen mittels Modul III mit 80 Prozent für Ausgaben von bis zu 200.000 Euro über drei Steuerjahre bezuschusst. [98]

Modul IV fördert nicht wirtschaftliche Tätigkeiten zu 100 Prozent mit bis zu 1 Million Euro im Zusammenhang mit der Planung, dem Bau sowie der Inbetriebnahme und laufenden Optimierung, die in Kooperationen mit wissenschaftlichen Institutionen erfolgen. Dazu zählen zum Beispiel Aus- und Weiterbildung, Forschung und Entwicklung sowie Verbreitung der Erfahrungen [99].

Die Systemgrenze der BEW liegt bei den Hausübergabestationen der Endkunden. Einzelmaßnahmen wie zum Beispiel die Verlegung von Rohrleitungen oder der Bau eines Wärmeerzeugers werden im Rahmen der BEG gefördert. Ausnahmen stellen Wärmeerzeuger und -speicher, die essenziell für das Wärmenetzsystem und Eigentum des Wärmenetzbetreibers sind, dar. [96]

Serielle Sanierung

Im Rahmen der seriellen Sanierung werden seit April 2021 Modellprojekte zu industrieller Vorfertigung von Fassaden- und Dachelementen und eine standardisierte Installation von Anlagentechnik, inklusive der Versorgung mit eigenerzeugtem Strom in Verbindung mit neuen Investitions- und Vertragsmodellen gefördert [100, 101]. Die Förderung erfolgt in drei Modulen: Modul I sind Durchführbarkeitsstudien (bis 60 Prozent förderfähig, maximal 150.000 Euro) [100], Modul II Entwicklung und Erprobung serieller Sanierungskomponenten für individuelle Pilotprojekte (bis 50 Prozent von maximal 5 Millionen Euro förderfähig) [102] und Modul III Ergänzende Investitionsbeihilfen zum Aufbau von Produktionskapazitäten serieller Sanierungskomponenten (bis 20 Prozent von maximal 10 Millionen Euro förderfähig) [103].

Antragsberechtigte für Modul I und II sind „private und kommunale Unternehmen, gemeinnützige Organisationsformen im Sinne des § 52 Abgabenordnung (AO), eingetragene Genossenschaften, Konsortien im Sinne des Artikel 25 Absatz 6 Buchstabe b Ziffer i AGVO [sowie] Contractoren, sofern sie im Rahmen eines Contractingvertrages förderfähige Maßnahmen für einen der vorstehend genannten Antragsberechtigten durchführen.“ [100, 102]. Antragsberechtigt für Modul III sind „kleine und mittlere Unternehmen im Sinne der Empfehlung (2003/361/EG) der Kommission vom 6. Mai 2003 betreffend die Definition der Kleinstunternehmen sowie der kleinen und mittleren Unternehmen (KMU)“ [103].

Die Marktentwicklung wird von der dena koordiniert [104] und orientiert sich an dem niederländischen Energiesprong-Prinzip (Energieesprung) [105]. Nach dem Energiesprong-Prinzip wurden in den Niederlanden bereits 3.819 Projekte seit 2013 umgesetzt [106].

„Energiesprong“ wurde 2010 in Zusammenarbeit mit der niederländischen Regierung gegründet und wird seit 2015 von einer Non-Profit Organisation unter dem Namen „Stroomversnelling“ weitergeführt. Ziel der Initiative ist es durch einen seriellen Ablauf die Herstellungskosten und Bauzeit von Gebäudesanierungen zu reduzieren. Neben der Vorfertigung von Fassadenelementen und Technikmodulen, ist dafür eine Digitalisierung des Planungs- und Fertigungsprozesses sowie die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle nötig. [106]

In den Niederlanden sind dafür gute Rahmenbedingungen gegeben. In einer Studie im Auftrag des Umweltbundesamtes in Kooperation mit der dena wurden Erfolgsfaktoren und Hemmnisse in den Niederlanden und zwei weiteren europäischen Staaten mit ähnlichen Initiativen untersucht und deren Übertragbarkeit beziehungsweise Vermeidbarkeit auf Deutschland geprüft. [106]

Zu den erfolgsentscheidenden Faktoren zählen unter anderem eine langfristige (Energie-)Strategie der Politik, wie der Beschluss der Niederlande von 2018, bis 2030 aus der Gasförderung auszusteigen, sowie die Realisierung von Pilotprojekten beziehungsweise Volumendeals, welche die Machbarkeit veranschaulichen und von der Nachfrage für den Aufbau neuer Produktionskapazitäten und Geschäftsmodelle überzeugen. In den Niederlanden wurde die Machbarkeit serieller Sanierungen 2013 in einem Volumendeal bewiesen. Sechs soziale Wohnungsbaugesellschaften stellten 11.000 Wohneinheiten von ähnlichen Gebäuden zur Verfügung. Dazu zählten überwiegend Reihenhäuser, Doppelhaushälften und zum Teil Mehrfamilienhäuser der Baujahre 1965 bis 1974. 21 weitere Wohnungsbaugesellschaften sagten 100.000 weitere Wohneinheiten nach erfolgreicher Umsetzung der Initiative zu. Dadurch wurde der Aufbau größerer Produktionskapazitäten für serielle Vorfertigung wirtschaftlich. [106]

Weiterer Erfolgsfaktor für die Markteinführung der seriellen Sanierung ist die Kostensenkung durch zunehmend automatisierte Produktion und Montage im industriellen Maßstab. Im Rahmen der Energiesprong Sanierungen wurden die Gebäude 3D vermessen, was eine Anpassung der Sanierungselemente abseits der Baustelle gestattete und Arbeitszeit beziehungsweise Lohnkosten maßgeblich reduzierte. Bezüglich des erschließbaren Einsparpotentials spricht die Studie des Umweltbundesamtes [106] von 55.000 Euro pro Reihenhaus. Zum Abschluss des Volumendeals 2013 beliefen sich die Kosten für die Sanierung eines typischen Reihenhauses auf rund 120.000 Euro und 2016 auf 65.000 Euro, wobei diese Einschätzung nicht auf Basis von realen Projektdaten gemacht wurde, sondern mit verfügbaren, allgemeinen Analysen, Monitoring-Berichten zweier niederländischer Fallbeispiele, Ergebnissen von Interviews mit Projektbeteiligten und Abschätzungen und Hochrechnungen der Studienautoren. [106]

Neben der Wirtschaftlichkeit auf Herstellerseite, wird die auf Seiten der Gebäudebetreiber durch die Zusicherung einer Leistungsgarantie des Gesamtproduktes durch den Generalübernehmer sichergestellt. Dieser schließt mit den Bewohnern einen Energieleistungsvertrag, der im Rahmen der Warmmiete Energiekontingente garantiert, welchen ein ebenso hoher Solarertrag gegenübersteht. Gesondert vergütet werden Verbräuche, die über diese Kontingente hinaus gehen. Das Gütesiegel dieser Leistungsgarantie ist der „NOM-keur-Industriestandard“. Mit diesem werden seit 2017 Unternehmen in den Niederlanden zertifiziert, die Nullenergiesanierungen gemäß Energiesprong Anforderungen umsetzen. [106]

Entscheidend für den Erfolg serieller Sanierungen ist weiterhin die Mieterakzeptanz, die durch eine frühe Einbindung aller Beteiligten verbessert werden kann. Hierfür eignet sich auch eine neutrale Institution, die die Marktentwicklung begleitet. [106]

Neben Stroomversnelling in den Niederlanden engagieren sich vor allem Städte in Großbritannien, wie Nottingham, für serielle Sanierungen. Wobei hier bisher lediglich Pilotprojekte mit 10 bis 155 Gebäuden realisiert werden konnten. Dem liegen eher schwierige Rahmenbedingungen zu Grunde. Unter anderem hat die größte Zielgruppe in Großbritannien, die sozialen Wohnungsbaugesellschaften, nur einen begrenzten finanziellen Spielraum. Weitere Hemmnisse sind die niedrigen Energieverbrauchssteuern, was den Verbrauch verstärkt und die Wirtschaftlichkeit von Sanierungen schwächt, sowie das Fehlen einer nationalen Förderung serieller Sanierungen. [106]

Auch in Frankreich steht die Markteinführung der seriellen Sanierung noch am Anfang. 22 Reihenhäuser wurden bisher im Rahmen von zwei Demonstrationsvorhaben seriell saniert. Das Marktentwicklungsteam wird zwar staatlich gefördert, aber ein landesweites Förderprogramm fehlt auch hier. [106]

In Deutschland haben bereits im November 2019 22 Wohnungsunternehmen, die dena Initiative „Energiesprung Deutschland“ zur Sanierung von 17.000 Wohnungen genutzt und einen Volumendeal unterzeichnet. Seitdem haben sich die Rahmenbedingungen in Deutschland für die Markteinführung der seriellen Sanierung in vielerlei Hinsicht verbessert. Seit Frühjahr 2021 existiert ein nationales Förderprogramm für serielle Sanierungen, mit dem aber noch kein Projekt gefördert wurde⁸, und mit der CO₂-Bepreisung ist eine langfristige (Energie-)Strategie der Politik definiert. Das Marktpotential bewertet die im Auftrag des Umweltbundesamtes erstellte Studie als ausreichende Nachfrage für den Aufbau neuer Produktionskapazitäten und Geschäftsmodelle. 3,8 bis 6,5 Millionen Wohneinheiten mit einem Marktvolumen von 30 bis 120 Milliarden Euro sollen sich für serielle Sanierungen eignen. Beispielkriterien waren ein hoher Energieverbrauch vor der Sanierung, ein günstiges Verhältnis von Geschosßzahl zu Dachfläche (für PV-Anlage) und eine gewisse Mindestgröße des Projekts. [106]

Ein Hemmnis stellt aber noch das erforderliche Know-how für serielle Sanierungen dar. Das ist bisher nur in kleinen oder mittelständischen Betrieben vorhanden, aber für die Bewältigung eines größeren Marktvolumens ist die Beteiligung größerer Baukonzerne nötig. Des Weiteren werden bisher separate Pacht- und Contracting-Verträge mit Dienstleistern zur betriebswirtschaftlichen Umsetzung des Gebäudebetriebs geschlossen und nicht Sanierungsdienstleistungen aus einer Hand inklusive Planung, Vorfertigung, Montage und langfristiger Leistungsgarantie angeboten. Dem liegen die Vergütungssätze für vor Ort erzeugten Strom zu Grunde. Diese sind wegen der aktuellen Mieterstrom-Gesetzgebung nicht ausreichend, um ein tragfähiges Geschäftsmodell zu realisieren. [106]

⁸ Nach [107] (Antwort der Bundesregierung - Drucksache 19/30298 - auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Hagen Reinhold, Frank Sitta, Grigorios Aggelidis, weiterer Abgeordneter und der Fraktion der FDP - Drucksache 19/29715 -) wurde mit der Bundesförderung serielle Sanierung, die am 7. Mai 2021 gestartet ist, zwar noch kein Projekt gefördert (Stand: 04.06.2021), aber Pilotprojekte gibt es trotzdem. In Herford (Nordrhein-Westfalen) wird so eines beispielsweise durch das EU-Programm Interreg, eine Gemeinschaftsinitiative des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) gefördert und in Hameln (Niedersachsen) durch die KfW und Stadtsanierung [108, 109].

Energetische Stadtsanierung

Die Energetische Stadtsanierung fördert seit 2020 mit einem Zuschuss von 75 Prozent und einem Höchstbetrag von 210.000 Euro innerhalb von drei Jahren die Erstellung von energetischen Konzepten und die Leistung von Sanierungsmanagern unter dem Zuschuss 432 [110]. Eine Kreditförderung bis 100 Prozent ohne Höchstbetrag mit bis zu 40 Prozent Tilgungszuschuss steht für nachhaltige Investitionen in die Energieeffizienz kommunaler Wärme-, Kälte- (Modul A), Wasser- und Abwassersysteme im Quartier (Modul B), in Maßnahmen zur Anreizsetzung für die Nutzung von Fahrzeugen mit alternativen Antrieben (Modul C) und Investitionen in die Grüne Infrastruktur (Modul D) der öffentlichen Hand als Kredit 201 zur Verfügung. [111]

Förderungsberechtigt sind kommunale Gebietskörperschaften, rechtlich unselbständige Eigenbetriebe von kommunalen Gebietskörperschaften, Gemeindeverbände sowie Zweckverbände, die wie kommunale Gebietskörperschaften behandelt werden können [111].

In Tabelle 1.8 sind die Förderzusagen der letzten drei Jahre aus den Förderreports der KfW Bankengruppe gelistet. Trotz des Gesetzes zur Weiterentwicklung des Klimaschutzes in Baden-Württemberg, das Stadtkreise und große Kreisstädte bis Ende 2023 zur Erstellung eines kommunalen Wärmeplans verpflichtet [112] und den Anteil von 35-40 Prozent der Zusagen in Baden-Württemberg begründet, stagnieren die Förderzusagen auf Gesamtbundesebene.

Tabelle 1.8 Anzahl der bundesweiten Förderzusagen und der in Baden-Württemberg im Schwerpunkt Energetische Stadtsanierung 2018 bis 2020; Zahlen <10 werden aus Datenschutzgründen nicht dargestellt (Informationen aus [75–77])

Jahr	IKK/IKU-Energetische Stadtsanierungs-Quartiersversorgung	Förderung von nachhaltigen Mobilitätskonzepten – Zuschuss
2018	46 davon 16 in BW	-
2019	37 davon 15 in BW	-
2020	37 davon <10 in BW	10 davon <10 in BW

Zukunft Bau

Im Rahmen des Programms Zukunft Bau werden Forschungsprojekte nach den Kategorien:

- angewandte Grundlagenforschung mit bis zu 90 Prozent,
- industrielle Forschung mit 65 Prozent,
- experimentelle Entwicklung mit 40 Prozent

gefördert [113]. Ziel ist es in den Bereichen Bauwesen, Architektur sowie der Bau- und Wohnungswirtschaft neue technische, organisatorische und baukulturelle Strategien, Konzepte, Verfahren, Techniken und Materialien zu erforschen und zu einer nachhaltigen Entwicklung durch Innovationen beizutragen [113]. Seit 2006 wurden im Rahmen der Forschungsinitiative rund 70 Modellvorhaben und mehr als 1.200 Forschungsprojekte gefördert [114].

Steuerliche Förderung energetischer Gebäudesanierungen

Die steuerliche Förderung als Alternative zur BEG ist seit dem 1.1.2020 für Eigentümer von selbstgenutzten Wohngebäuden, die mindestens 10 Jahre alt sind, verfügbar. Hierbei wird über drei Jahre verteilt die Förderung progressionsunabhängig von der Steuerschuld abgezogen. Die Fördertatbestände entsprechen jenen der BEG. Die Investitionskosten sind im Kalenderjahr des Abschlusses der energetischen Maßnahme und dem darauffolgenden mit 7 Prozent (maximal 14.000 Euro), im dritten Jahr mit 6 Prozent (maximal 12.000 Euro) förderfähig. Die Kosten für die Erteilung, der für die Gewährung der Steuerermäßigung beim Finanzamt vorzulegenden Bescheinigung, sind mit 20 Prozent und die Beratung durch einen Energieberater mit 50 Prozent förderfähig. Der steuerermäßigte Höchstbetrag pro Objekt beträgt dabei 40.000 Euro. [31, 115]

Hervorzuheben ist die Tatsache, dass im Gegensatz zur BEG eine Förderung auch nach Beginn der Maßnahme möglich ist [115].

1.2.4 Landesförderungen

Im Folgendem werden zwei Förderangebote auf Länderebene exemplarisch vorgestellt, die in Verbindung mit der Solarisierung von Dachflächen oder auch der BEG stehen. Die Förderbemühungen im Zusammenhang mit diesen beiden Themengebieten können einen großen Teil zum Klimaschutz im Gebäudebereich beitragen.

EnergiespeicherPLUS

Die Investitionsbank Berlin fördert technologieoffen Speichersysteme von Solaranlagen, wie Batteriespeicher, Salzwasserbatterien, Redox-Flow-Systeme, Wasserstoffspeichersysteme mit Elektrolyseur und Brennstoffzelle. Pro Kilowattstunde nutzbarer Speicherkapazität wird der anzuschaffende Stromspeicher mit 300 Euro bezuschusst. Die Gesamtfördersumme ist je System auf maximal 15.000 Euro begrenzt. [116]

Bei durchschnittlichen Anschaffungskosten einer PV-Anlage mit 10 Kilowatt Peak von 15 500 Euro [117] und eines Batteriespeichers mit 6 Kilowattstunden von 6 000 Euro [118] entsprechen 300 Euro pro Kilowattstunde-Speicherkapazität etwa einer achtprozentigen Förderung der Gesamtinvestitionskosten. Zum Vergleich: das ausgelaufene, bundesweite KfW-Programm „Erneuerbare Energien - Speicher“ (Kredit 275) gewährte 2016, zum Programmstart, einen Tilgungszuschuss von 25 Prozent und 2018 zum Programmende von 10 Prozent [119].

Förderberechtigt sind Privatpersonen, freiberuflich Tätige und Unternehmen, gesellschaftliche, staatliche oder kirchliche Institutionen, Genossenschaften oder Wohnbaugesellschaften sowie die Berliner Bezirke. [116]

Klimaschutz-Plus

Das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg fördert seit 2002 im Rahmen des Programms Klimaschutz-Plus investive Klimaschutzmaßnahmen an Nichtwohngebäuden (Teil A CO₂-

Minimierungsprogramm) sowie konzeptionelle und systematische Klimaschutzaktivitäten, Energiemanagement, Beratung, Informationsvermittlung und Schulprojekte (Teil B Struktur-, Qualifizierungs- und Informationsprogramm). [120]

Antragsberechtigte sind

- „Kommunen, kommunale Stiftungen,
- kommunale Mehrheitsgesellschaften,
- kleine und mittlere Unternehmen (KMU),
- Träger von Krankenhäusern, Reha-Einrichtungen, Heimen und Studentenwohnheimen, Kirchengemeinden, Seelsorgeeinheiten, kirchliche Einrichtungen,
- eingetragene, gemeinnützige Vereine (e.V.),
- natürliche Personen,

als Eigentümer oder Besitzer von Nichtwohngebäuden, Heimen sowie Gebäuden zur Erfüllung kommunaler Unterbringungspflichten.“ [120]

Gefördert werden:

- „der Ersatz von Elektroheizungen durch effiziente Warmwasserheizungen,
- die Nutzung von Abwärme zur Gebäudeheizung,
- die Verbesserung des baulichen Wärmeschutzes (d. h. Dämm- und Erneuerungsmaßnahmen an allen Hüllflächen) gemäß den KfW-Mindestanforderungen,
- die Sanierung von Beleuchtungsanlagen unter Einsatz von LED (sofern nicht durch die Kommunalrichtlinie des Bundes förderfähig),
- die Sanierung von Lüftungs-/Klimatisierungsanlagen.

In Verbindung mit mindestens einer der drei erstgenannten Maßnahmen wird auch der Einsatz erneuerbarer Energieträger zur Wärmeversorgung bestehender Gebäude gefördert.“ [120]

Die Höhe der Zuschussförderung orientiert sich an der über die Lebensdauer der Maßnahme vermiedenen Tonnen CO₂. Pro Tonne wird ein Zuschuss von 50 Euro gewährt. Förderfähige Ausgaben können maximal mit einem Satz von 30 Prozent bezuschusst werden. Dieser erhöht sich für Antragsteller, die systematische Klimaschutzaktivitäten verfolgen auf bis zu 42 Prozent. In der Summe kann ein Zuschuss von maximal 200.000 Euro innerhalb von drei Jahren gewährt werden. [120]

Die Förderhöhen für den Teil B Struktur-, Qualifizierungs- und Informationsprogramme sind abhängig von der jeweiligen Maßnahme und sind in der Verwaltungsvorschrift [121] zu finden. Beispielsweise wird die Erstellung und Fortschreibung einer kommunalen Energie- und CO₂-Bilanz mittels Elektronischer Datenverarbeitungs (EDV)-Instrumenten, wie BICO2BW, mit „[...] 75 Prozent des Tagessatzes des externen Beraters, maximal 600 Euro pro Arbeitstag, für mindestens zwei, höchstens sechs Arbeitstage“ gefördert. [121]

Zu den Neuerungen 2021 zählen

- „[die] Nutzung von Abwärme auch aus Kläranlagen [...]
- weiterer Bonus im CO₂-Minderungsprogramm bei Umsetzung der besten Variante nach den Grundsätzen des nachhaltigen Bauens [...]

- Erhöhung der Förderquote im Struktur-, Qualifizierungs- und Informationsprogramm [...]
- Erhöhung der Fördermittel für Projekte an Schulen und Kindergärten um 25 Prozent auf 1,76 Millionen Euro und Förderung von Webinaren [...]
- Unterstützung von Anbahnung und Umsetzung großer Projekte zur Nutzung von Abwärme [...]
- Wärmewendeprojekte im Gebäudesektor: Informationsvermittlung für Bürgerinnen und Bürger sowie Unternehmen, Landkreise, Kommunen und Stadtkreise [...]
- klimaneutrale Kommunalverwaltung [...]
- Entwicklung von Contractingprojekten für energieeffiziente Gebäude, Quartiere, Anlagen zur Nahwärmeversorgung und die energetische Sanierung von Straßenbeleuchtung [...]
- regionale Beratungsstellen zur Unterstützung der kommunalen Wärmeplanung [...]
- Coaching zur Qualitätssicherung beim Energiemanagement [...]
- bei Einhaltung besonderer Effizienzstandards: ergänzende Förderung der Sanierung von Schulgebäuden [...]
- Die Sanierung von Beleuchtungsanlagen wird nicht mehr gefördert.“ [122]

Außerdem werden Sanierungen von Schulgebäuden, die besondere Energiestandards (KfW Effizienzhausstandard 55 beziehungsweise 70) erreichen, zusätzlich zur Förderung auf Bundesebene, zum Beispiel durch die BEG, mit 50 beziehungsweise 150 Euro pro saniertem m² und maximal 500.000 beziehungsweise 1.200.000 Euro gefördert [121].

Anträge können bis zum 30.11.2022 gestellt werden, sofern die Mittel noch nicht ausgeschöpft sind. [122]

Kommunale Förderung – Beispiel „KlimaBonus“ Karlsruhe

Neben den Förderungen auf Landesebene gibt es auch kommunale Fördermöglichkeiten. Die Stadt Karlsruhe stellt beispielsweise innerhalb des Förderprogramms „KlimaBonus Karlsruhe“ jährlich 2 Millionen Euro Fördermittel für bestimmte Wohngebäude für folgende Vorhaben zur Verfügung [123, 124]:

- Einzelne Maßnahmen zur Verbesserung des Wärmeschutzes
- Zuschlag bei Verwendung umweltfreundlicher Dämmstoffe
- Erreichen eines KfW-Effizienzhaus-Standards
- Umstieg von Einzelöfen auf Zentralheizung mit erneuerbaren Energien
- PV-Anlagen

Es muss sich dabei um ein „baurechtlich zugelassenes Wohngebäude, für welches der Bauantrag bis 31.12.1994 gestellt und der umbaute Raum danach nicht aufgrund späterer Baugenehmigungen zu mehr als 50 Prozent durch Anbau oder Aufstockung verändert wurde“, handeln [123]. Erwähnenswert ist, dass sich dieses Förderprogramm nahtlos in die gesamte Förderlandschaft eingliedert, denn Förderungen anderer Träger für die gleiche Maßnahme sind für dieses Programm der Stadt Karlsruhe unschädlich, soweit die anderen Träger dies nicht ausschließen

(Subsidiarität der kommunalen Förderung) [123]. Andere Programme der Stadt Karlsruhe dürfen nicht für die gleiche Maßnahme verwendet werden [123].

1.2.5 Geplante Förderlandschaft

Die künftige Förderlandschaft wird sich nach den Bundestagswahlen im September 2021 aus der Arbeit der neuen Bundesregierung ergeben. Richtungsweisend war aber das am 23.06.2021 in der letzten Sitzungswoche im Bundestag vor der parlamentarischen Sommerpause mit der „Haushaltsaufstellung 2022 und Finanzplan des Bundes bis 2025“ beschlossene Klimaschutz Sofortprogramm 2022.

Dieses beinhaltet den Gebäudesektor betreffend die Erhöhung der Haushaltsmittel der BEG 2022 und 2023 um insgesamt 4,5 Milliarden Euro, Ausschluss von Heizungen, die nur mit fossilen Brennstoffen betrieben werden, aus der Förderung ab 2023, die Erhöhung der Bundesfinanzhilfen für den sozialen Wohnungsbau um 1 Milliarden Euro zwischen 2022 und 2030 sowie die vorgezogene Prüfung des GEGs auf 2022 statt 2023 mit einer Anhebung der Neubaustandards [30].

Klärungsbedürftig bleibt, ob die Finanzierung allein aus den Energie- und Klimafonds möglich ist oder zusätzliche Mittel aus dem Bundeshaushalt benötigt werden und ob die in der Zentraler Immobilien Ausschuss (ZIA)-Stellungnahme vom 23.06.2021 bezeichnete „geringfügige Aufstockung [der Mittel für die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)] um 30 Millionen Euro im Jahr 2022“ [125] den nötigen Beitrag zur Dekarbonisierung der Wärmenetze und Erreichung der Klimaziele im Gebäudesektor leisten wird. Außerdem steht derzeit noch nicht fest, wie die Abgaben, Umlagen und Steuern im Energiesystem zur Senkung der EEG-Umlage umgestaltet werden.

Die geplante Förderlandschaft beziehungsweise deren Anpassung an die verschärften Klimaneutralitätsziele des Klimaschutzgesetzes Deutschlands von 2021 wird maßgeblich im Dialogprozess „Roadmap Energieeffizienz 2045“ (ehemalig Roadmap Energieeffizienz 2050) bis Herbst 2022 diskutiert und beschlossen.

Im Zwischenbericht der Roadmap Energieeffizienz 2045 wurde unter anderem das Prinzip „nur fördern was nicht gefordert wird“ im Rahmen der Modernisierung des Wirtschaftlichkeitsgebots im Hinblick auf Klimafolgekosten hinterfragt, um die rein betriebswirtschaftliche Betrachtung zu erweitern und möglicherweise beim Fördern gleichzeitig ordnungsrechtliche Standards zu fordern.

Unter Kapitel 2.3 ist eine ausführliche Erläuterung des Dialogprozesses zur Roadmap Energieeffizienz 2045 und dessen Zwischenbericht zu finden.

1.2.6 Verbesserungsvorschläge / Kritik

Nachdem die nationale Förderlandschaft vorgestellt wurde, zeigt dieses Kapitel Verbesserungsvorschläge zur Anpassung der Fördermöglichkeiten auf. Abbildung 1.24 fasst die zuvor beschriebenen Fördermöglichkeiten anhand der Bereiche Wohngebäude und Nichtwohngebäude noch einmal zusammen.

Zunächst wird innerhalb dieses Kapitels aufgezeigt, dass es Verbesserungsmöglichkeiten im Bereich der Förderung von schnell wirksamen Maßnahmen gibt. Anschließend wird hervorgehoben, dass die energetische Sanierung durchaus noch mehr in der Förderlandschaft zu priorisieren ist. Außerdem wird auf die nötige Dekarbonisierung der Wärmeversorgung eingegangen, die besonders im Zusammenspiel mit der Wärmepumpe, der Solarisierung von Dachflächen und auch der Fernwärmenutzung von essenzieller Relevanz ist. Zusätzlich wird erläutert, dass die zusätzliche Förderung nachgewiesener THG-Emissionsminderungen besondere Anreize zur Transformation des Gebäudesektors hin zur Klimaneutralität setzen kann und das Monitoring ebenfalls als Datengrundlage für die kontinuierliche Optimierung der maßnahmenorientierten Förderung dienen kann.

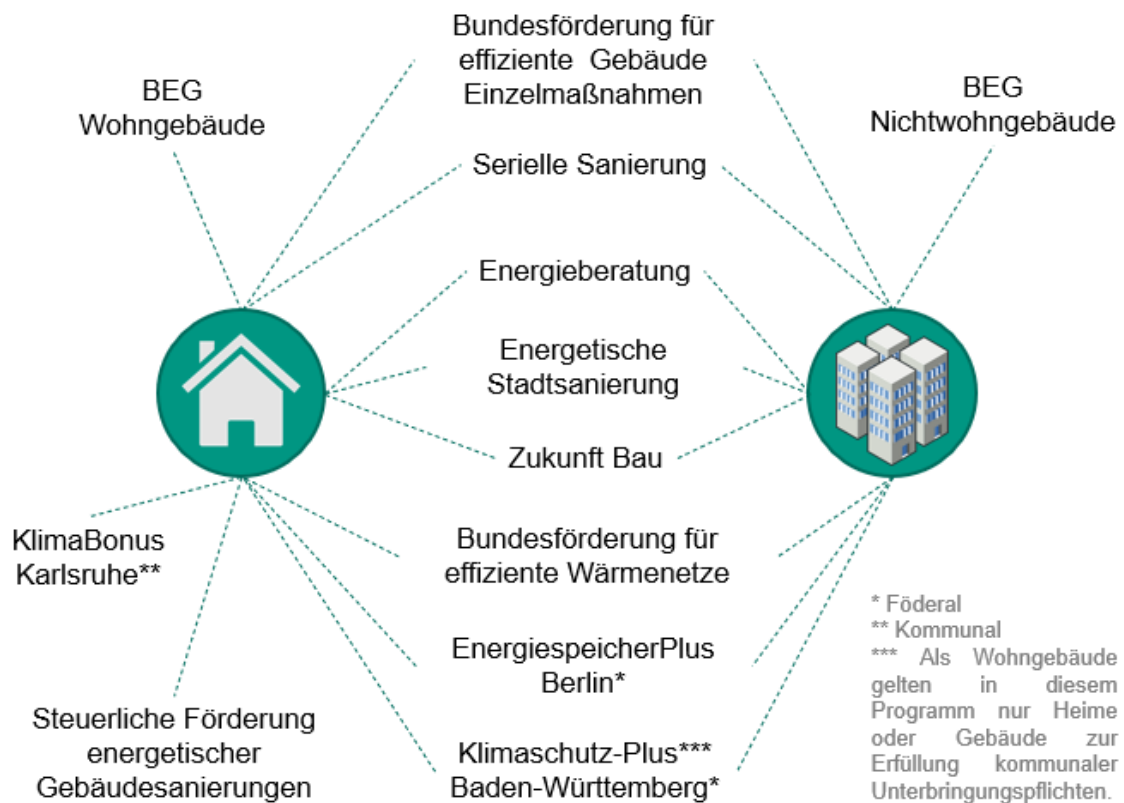


Abbildung 1.24 Übersicht der Förderlandschaft [2]

Förderung schnell wirkender Maßnahmen

Zur Halbierung der THG-Emissionen bis 2030 sind Maßnahmen mit schnellen Umsetzungserfolgen stärker zu forcieren als bisher. Höhere Förderungen für Betriebsoptimierung und Solarisierung der Dachflächen zeigen dabei großes Einsparpotential im Bereich der THG-Emissionen. Bei Wirtschaftsimmobilen sind

beispielsweise durch Betriebsoptimierungen im Mittel 30 Prozent und insgesamt 10 Millionen Tonnen THG-Einsparung möglich [126]. Trotzdem liegt der aktuelle Fördersatz für Maßnahmen an der Anlagentechnik (außer Heizung) in der BEG bei nur 20 Prozent und für Solarkollektoren bei 30 Prozent (Kapitel 1.2.1). PV-Anlagen können im Rahmen des BEG lediglich im Zusammenhang mit systemischen Maßnahmen gefördert werden (Kapitel 1.2.1). Um eine Solardachpflicht zu ersetzen, aber dennoch eine hohe Zahl an Maßnahmenumsetzungen zu erzielen, sind vor allem zusätzliche, finanzielle Anreize zum Ausbau von Photovoltaik zu setzen und die regulatorischen Rahmenbedingungen zu verbessern (zum Beispiel Mieterstrommodelle), insbesondere vor dem Hintergrund der Elektrifizierung der Wärme.

Sanierung statt Abriss und Neubau

Neben der verstärkten Förderung und dem Abbau von Regularien bei gering-investiven, aber THG-emissionsvermeidenden Maßnahmen ist eine Fokussierung auf die Förderung der Sanierung des Bestands zur Erreichung der Klimaneutralität geboten.

Davon ausgehend, dass Gebäude, nach BBSR [10], rund 40 Prozent der gesamten nationalen THG-Emissionen verursachen (somit rund 296 Millionen Tonnen THG-Emissionen im Jahr 2020 für den Gebäudesektor – siehe auch Abbildung 1.18 in Kapitel 1.1.6, sind nur die grauen THG-Emissionen aus der Konstruktion von Neubau und Sanierungen für knapp 20 Prozent der nationalen, gebäudebezogenen THG-Emissionen verantwortlich. Denn rund 54 Millionen Tonnen THG-Emissionen entstammten 2020 aus Konstruktion von Neubau und Sanierung⁹ (Kapitel 3.1). Allein rund 44 Millionen Tonnen graue THG-Emissionen sind dabei der Konstruktion des Neubaus zuzuordnen (Kapitel 3.1). Vor diesem Hintergrund ist es wichtig, die Förderung der weniger materialintensiven Sanierung des Gebäudebestandes zusätzlich zu verstärken, beispielsweise durch eine Kumulation von Fördermitteln für Sanierungen.

Abbildung 1.25 zeigt bezogen auf Wohngebäude die Entwicklung des jährlichen Investitionsvolumens der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW), das zwischen 2018 und 2020 von der für Neubau und Sanierungen im Bereich der systemischen Effizienzhausmaßnahmen (Neubau und Sanierung) sowie bei den Einzelmaßnahmen bewilligt wurde. Es handelt sich bei dem Investitionsvolumen explizit um die Summe aus den gewährten Zuschüssen und der Summe aus allen erteilten Kredit-/Darlehensrahmen. Im Gegensatz zu 2018 hat sich das Investitionsvolumen im Jahr 2020 mehr als verdoppelt. Von den mehr als 26,5 Milliarden Euro im Jahr 2020, sind rund 80 Prozent in den Neubau geflossen. Der Förderreport der KfW für 2021 [127] gibt für das erste Halbjahr circa 64.000 geförderte Neubauprojekte (darunter rund 150.000 Wohneinheiten) an, während Sanierungen mit knapp 52.000 geförderten Projekten (darunter circa 100.000 Wohneinheiten) in Form von Einzel- sowie systemischen Maßnahmen deutlich niedriger liegen. Im Bereich der Förderungen von Sanierungsmaßnahmen (systemische Effizienzhaussanierungen und Einzelmaßnahmen) bietet sich somit weiteres Verbesserungspotential.

⁹ Tabelle 0.1 im Anhang, die vom BBSR veröffentlicht wurde und sich auf das Jahr 2014 bezieht, liegt hinsichtlich des Anteils der grauen THG-Emissionen an den gebäuderelevanten THG-Emissionen auf einem ähnlichen Niveau von knapp 20 Prozent.

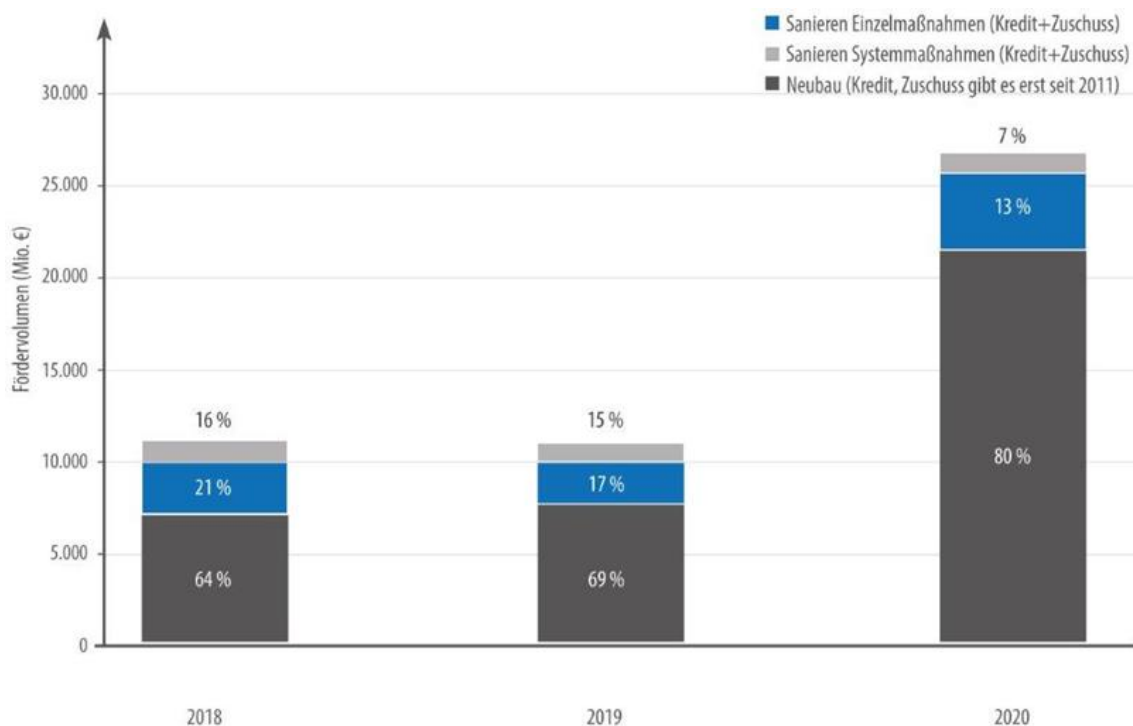


Abbildung 1.25 Entwicklung des jährlichen Investitionsvolumens bei Wohngebäuden für Effizienzhäuser (systemische Maßnahmen) bei Sanierung und Neubau sowie Einzelmaßnahmen bei der Sanierung [75–77]

An dieser Stelle ist nochmals zu betonen, dass die Einführung der Effizienzhausklasse 55 als neuer Neubaustandard ohne eine gleichzeitige Förderung zu ermöglichen, den momentan größten Förderempfängeranteil im Neubau (2020 lag der Anteil von EH 55-Anträgen im Neubaubereich anteilig bei fast 80 Prozent) von der Förderung ausschließen würde (siehe auch Abbildung 1.21 in Kapitel 1.2.1). Die restlichen 20 Prozent haben sich auf die Standards EH 40 sowie EH 40 Plus verteilt. Das Prinzip „Fordern bei gleichzeitigem Fördern“ kann an dieser Stelle Abhilfe schaffen, um ordnungsrechtliche Standards mit Fördermitteln zu kombinieren [38]. Fordern bei gleichzeitigem Fördern adressiert außerdem das Problem nicht geförderter, aber durchgeführter Sanierungsmaßnahmen, welche die Energieeffizienzpotentiale, die mit der Förderung angestrebt werden, nicht erreichen. 2017 wurde zum Beispiel nur rund jeder neunte Heizungs austausch gefördert [114].

Dekarbonisierung der Wärmeversorgung

In der Studie „Klimaneutrales Deutschland 2045“ [128], die im Auftrag der Stiftung Klimaneutralität, der Agora Energiewende und der Agora Verkehrswende federführend durch die Prognos AG erarbeitet wurde, wird prognostiziert, dass zu einer erfolgreichen Umsetzung der Klimaneutralität ab 2045 ein deutlicher Anstieg der Wärmeversorgung von Haushalten mittels Wärmepumpen erfolgen muss. Dazu muss sich die Zahl der betriebenen Wärmepumpen von knapp 1 Millionen Anlagen im Jahr 2018 auf über 6 Millionen Anlagen im Jahr 2030 und auf über 14 Millionen Anlagen im Jahr 2045 erhöhen [128]. Abbildung 1.26 wurde aus der Zusammenfassung der Studie „Klimaneutrales Deutschland 2045“ [129] entnommen. Sie zeigt den erforderlichen jährlichen Anschluss von Wohnungen an Fernwärme und Umrüstung auf Wärmepumpen sowie den Rückgang von Anschlüssen an Gasheizkessel für die Jahre 2021-2030 sowie für je ein Szenario Klimaneutrales Deutschland 2050 (KN2050) nach

der Vorgängerstudie „Klimaneutrales Deutschland“ [130] beziehungsweise Klimaneutrales Deutschland 2045 (KN2045) nach der Studie „Klimaneutrales Deutschland 2045“ [128] für die Jahre 2030 bis 2050 beziehungsweise bis 2045. Die absoluten Zahlen im Szenario KN2045 übersteigen die Zahlen aus KN2050, da sich die zusätzlichen Umrüstungen dann lediglich auf 15 anstatt auf 20 Jahre verteilen.

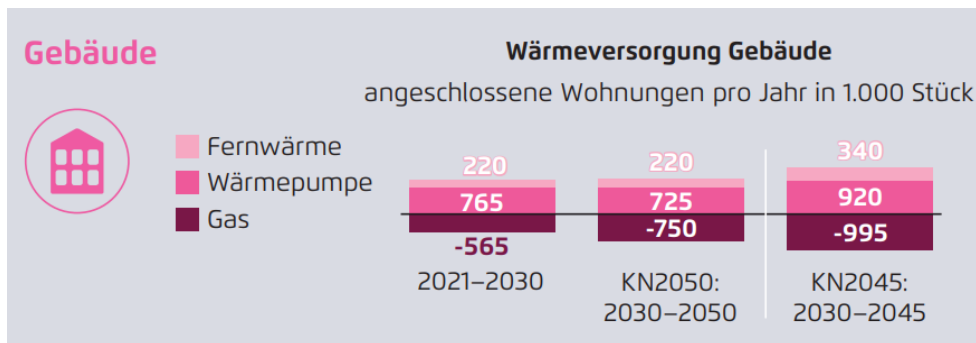


Abbildung 1.26 Durchschnittliche jährliche Neuanschlüsse (Wohnungen in Tausend) [129]

Nach Abbildung 1.27 vom Bundesverband Wärmepumpe e.V. (BWP) [131] ergeben sich in anderen Klimastudien zum Teil noch eine höhere Anzahl zu installierender Wärmepumpen (über 17 Millionen) als in der Studie „Klimaneutrales Deutschland“ (siehe Prognos et al.) [130], die von 14 Millionen neuen Wärmepumpen bis 2050 ausgeht.

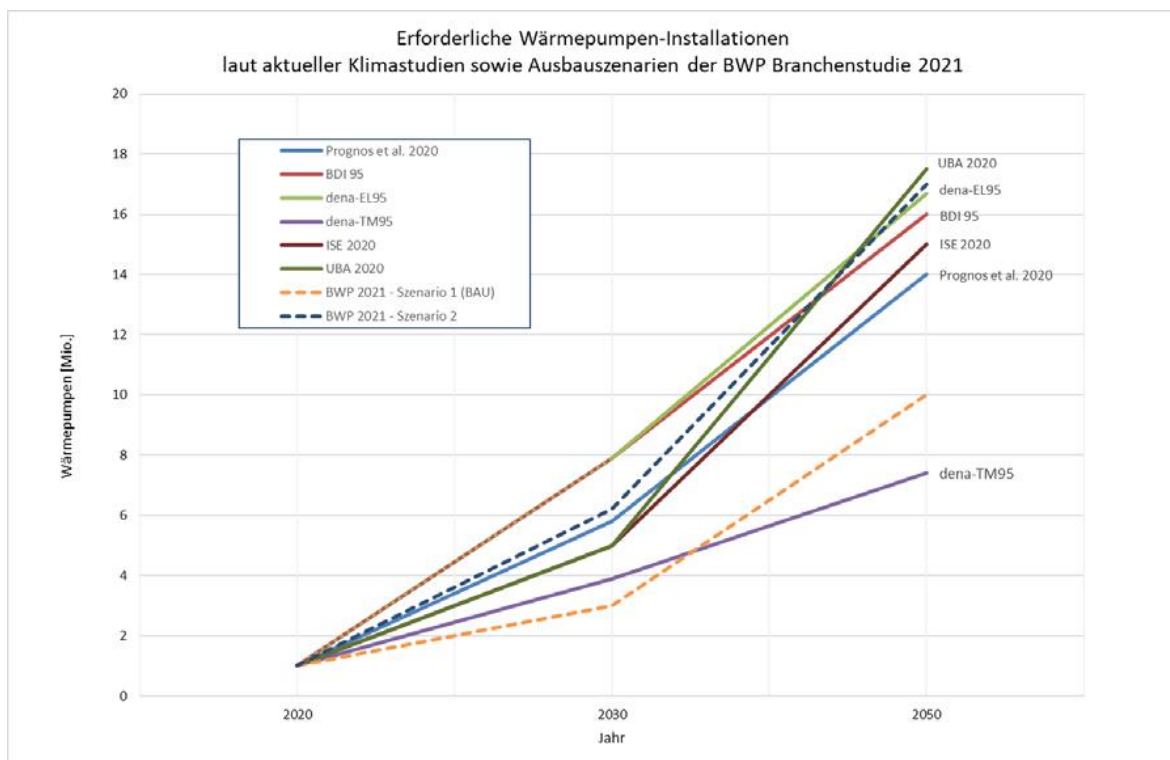


Abbildung 1.27 Erforderliche Wärmepumpeninstallationen nach unterschiedlichen Klimastudien [131]

Die aktuelle Förderlandschaft unterstützt die Installation von Wärmepumpen bereits mit 35 Prozent und den Anschluss an Fernwärme- oder Gebäudenetze mit 30 bis 35 Prozent je nach Anteil erneuerbarer Energien. Aber 2020 wurde jedoch nur ein Absatz von 120.000 Wärmepumpen verzeichnet (Abbildung 1.28), der schon 2021 zur erfolgreichen Umsetzung der Klimaneutralität ab 2045 (nach der Studie „Klimaneutrales Deutschland 2045“) um das 6,4-fache steigen müsste. Abbildung 1.28 zeigt die jährliche Absatzentwicklung von Wärmepumpen in Deutschland innerhalb der vergangenen 10 Jahre. Darin sind drei Phasen zu erkennen: In der ersten Phase bis 2015 ist ein stagnierender Absatz zu erkennen, in der zweiten Phase von 2015-2019 zeigt sich ein steigender Absatz, der mit der EnEV Verschärfung 2016 und dem verbesserten Förderregime des Marktanzreizprogramm Erneuerbare Energien (MAP) einhergeht und in der dritten Phase ab 2020 hat die wesentliche Verbesserung der Förderung zu einem deutlich steigenden Absatz geführt.

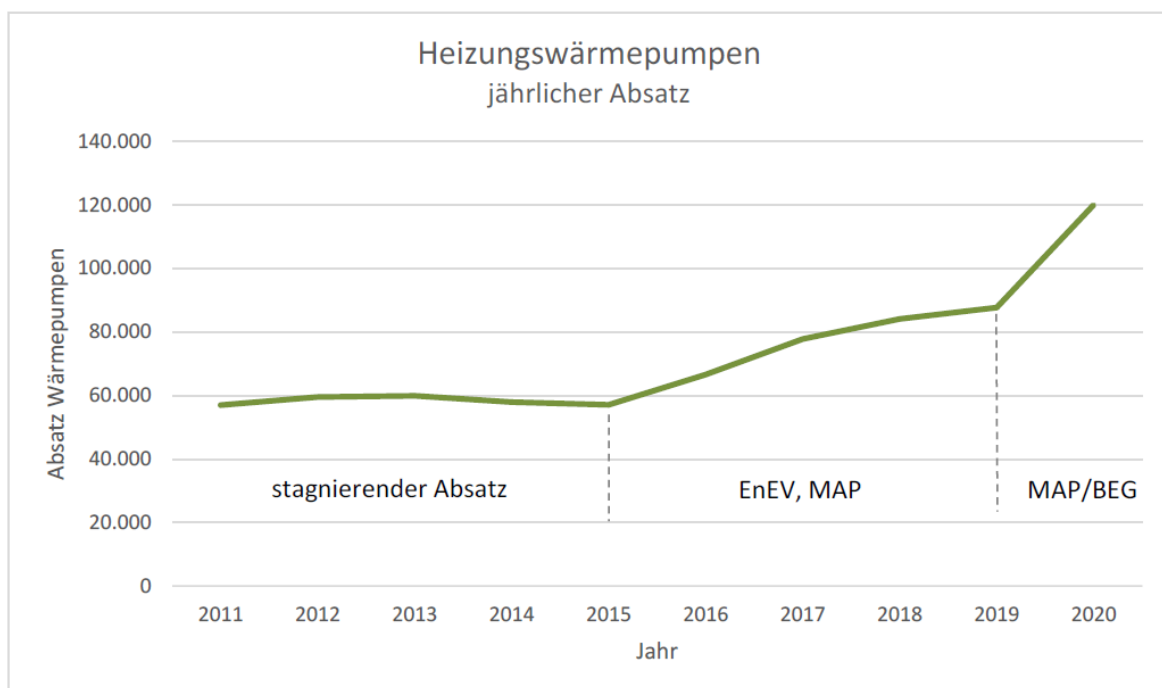


Abbildung 1.28 Jährlicher Absatz von Heizungswärmepumpen in den Jahren 2011 bis 2020 [131]

Abbildung 1.29 verdeutlicht die erforderliche, prognostizierte Ablösung von Heizkesseln durch den Zuwachs der Wärmeversorgung mittels Wärmepumpen und Fernwärme anhand der Beheizungsstruktur der nationalen Wohnflächen. Hervorzuheben ist, dass 2018 rund 75 Prozent der Wohnflächen mit Heizöl oder Gas beheizt wurden.

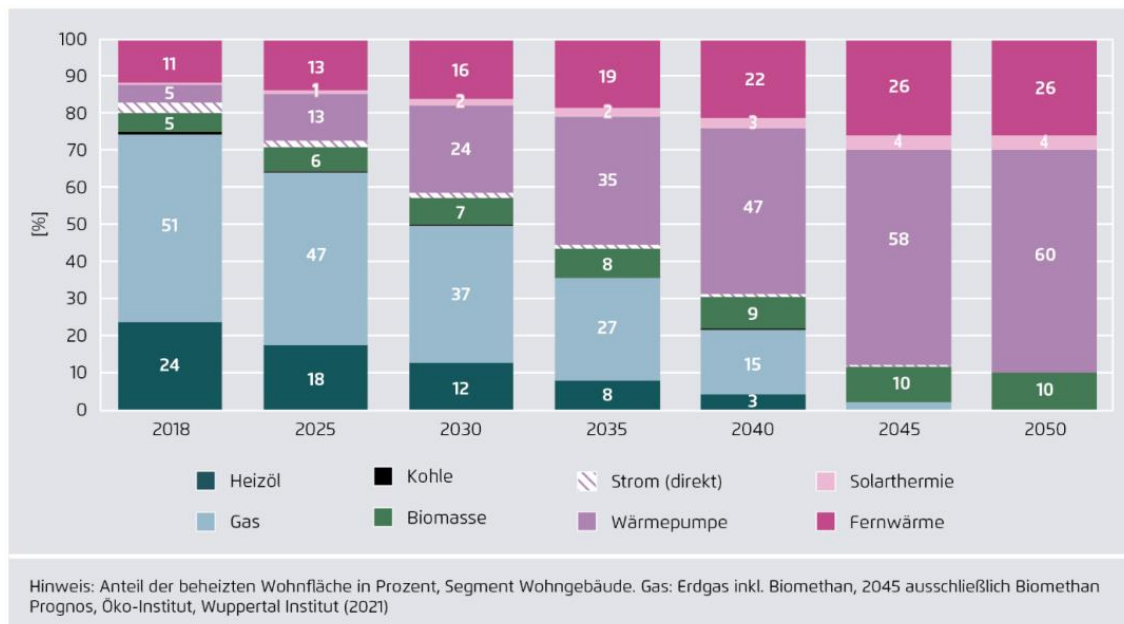


Abbildung 1.29 Beheizungsstruktur Wohnfläche [128]

Nach [128] wäre der im Jahr 2045 dargestellte Zustand ausreichend, um eine Klimaneutralität ab 2045 zu gewährleisten. Abbildung 1.30 zeigt eine entsprechende, erforderliche Beheizungsstruktur für den Bereich Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) auf. Im GHD-Sektor lag die Beheizungsstruktur der Nutzflächen mit Heizöl und Gas bei knapp 90 Prozent.

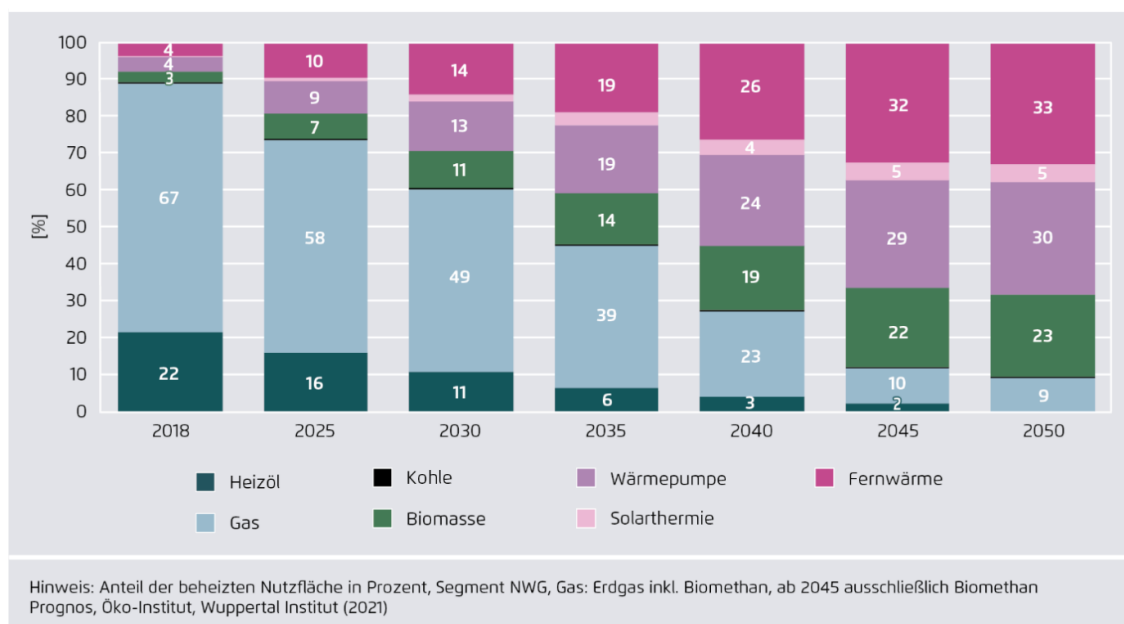


Abbildung 1.30 Beheizungsstruktur Nutzfläche (nur im GHD-Sektor) [128]

Neben Abbildung 1.29 und Abbildung 1.30 zeigt vor allem Abbildung 1.31, dass ausgehend von heute im Zeitraum bis 2045 ein höherer Stromeinsatz für die Wärmebereitstellung in Gebäuden erforderlich sein wird. Deshalb sollte vor allem die lokale Stromerzeugung durch PV-Anlagen zum netzunabhängigen Betreiben (zum Beispiel in Verbindung mit dem Einsatz von Wärmepumpen) von Gebäuden flächendeckend ausgebaut und entsprechend mit hohen Fördersummen honoriert werden.

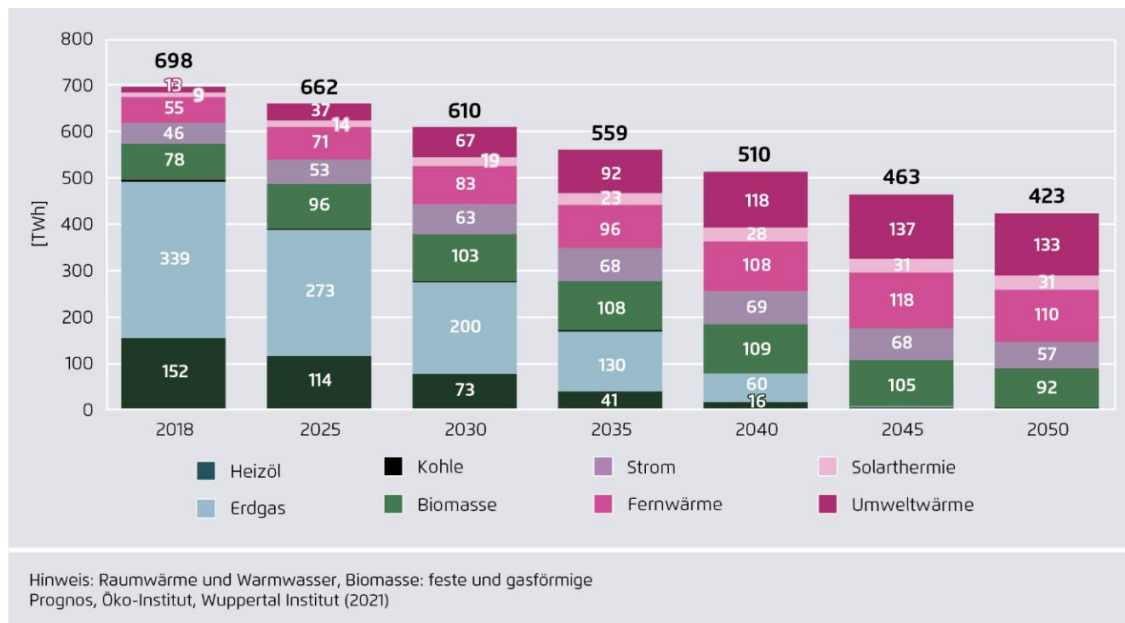
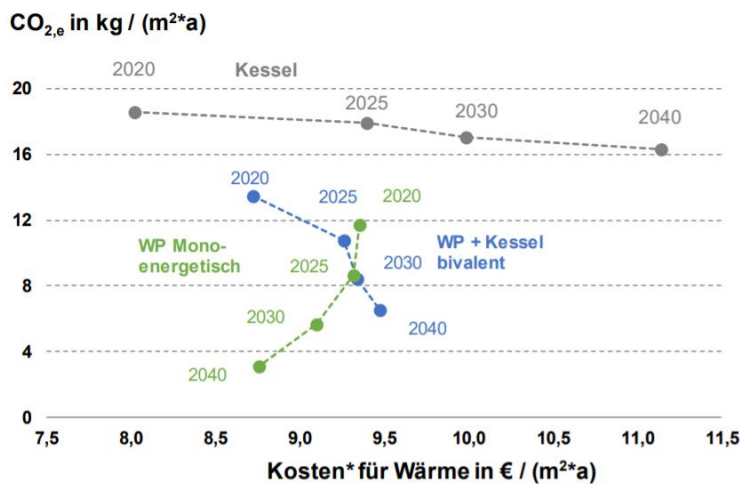


Abbildung 1.31 Gebäudesektor: Endenergieverbrauch für Wärme nach Energieträgern [128]

Dass die Förderung von Wärmepumpen derzeit noch nicht attraktiv genug ist, wird im Folgenden veranschaulicht. Abbildung 1.32 entstammt einer Veröffentlichung des Instituts für Nachhaltige Technische Systeme (INATECH) der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg sowie dem Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme (ISE) und zeigt auf, dass selbst mit einem Investitionszuschuss durch die BAFA die Wärmepumpen-Systeme lediglich zu vergleichbaren Wärmegestehungskosten (Investitionskosten, Instandhaltung, Betrieb/Verbrauchskosten), gegenüber dem Gaskessel-Referenzsystem über die Lebensdauer führen [132]. Das liegt unter anderem daran, dass die Wärmepumpe im monoenergetischen Fall (alleiniger Einsatz der Wärmepumpe zur Wärmebereitstellung im Gebäude) derzeit noch keinen ausreichenden Vorteil hinsichtlich der Energie-Bezugskosten (Wärmepumpenstrompreis in Verbindung mit Verbrauch) gegenüber dem Gaskessel-Referenzsystem (Gaspreis in Verbindung mit Verbrauch) bietet [132]. Verglichen mit der möglichen über sechzigprozentigen Einsparung kumulierter THG-Emissionen wird der Wärmepumpe im derzeitigen Förderrahmen nicht ausreichend Bedeutung zugewiesen. Die Parameter für den Systemvergleich aus Abbildung 1.32 sind im Anhang in Abbildung 0.2 (THG-Emissionsfaktoren und Energie-Bezugskosten) sowie Abbildung 0.3 (Tabellarischer Systemvergleich) zu finden.



	Kessel	WP + Kessel	WP Mono
Investition [€]	10.204	14.657	12.482
Wärmegestehungskosten [ct/kWh]	11,1	10,7	10,7
Emissionen kumuliert [kg/(m²*a)]	17,3	9,4 (-46 %)	6,7 (-61 %)

Systemvergleich für LowEx-Bestand
Referenzgebäude saniert nach EnEV 2016.

Systeme: Gas-Brennwertkessel, Luft-WP mono-energetisch mit Heizstab, Luft-WP bivalent teilparallel mit Kessel (Betrieboptimierung jährlich nach Energie-Bezugskosten). Auslegung: Höchster Barwert mit Zinssatz 7,5%, Energie-Bezugskosten und Emissionsfaktoren vgl. vorherige Folien, weitere Parameter u. Förderung vgl. Folgefolie)

* Abb. zeigt jährliche Energie-Bezugskosten (inflationsbereinigt, nicht diskontiert) plus Annuität von Investitions- und Wartungskosten

Abbildung 1.32 Systemvergleich von Wärmepumpensystemen und Gaskesselsystem mit BAFA-Investitionszuschuss für Wärmepumpensystem (seit 2021 BEG Einzelmaßnahmen) mit -35 Prozent Investitionskosten für Wärmepumpe monoenergetisch und -30 Prozent Investitionskosten für Wärmepumpe + Kessel bivalent bis zum Jahr 2040 [132]

Emissionsminderung fördern

Die Höhe der Fördersätze der BEG werden momentan am Primärenergieverbrauch und dem Transmissionswärmeverlust bemessen. Die resultierende Zentrierung auf eine Optimierung des Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) beziehungsweise Energiebedarfsreduzierungen bei Neubau und Sanierung ist weder wirtschaftlich noch technologie- oder maßnahmenoffen und führt des Weiteren zu materiellen und personellen Engpässen sowie Preissteigerungen. Dies macht eine Umstellung der Anforderungssystematik, vor allem der systemischen Maßnahmen der BEG, auf die Vermeidung von THG-Emissionen notwendig. Die Umsetzung könnte über die Integration der Label CO₂-A Konstruktion und CO₂-B Betrieb in Sanierungsfahrplänen realisiert werden und weiter als Fördergrundlage fungieren. Eine Verknüpfung von zusätzlichen Fördermitteln an nachweislich vermiedene THG-Emissionen im Betrieb (Monitoring) würde unter anderem auch ein klimagerechtes Mieterverhalten belohnen und Rebound-Effekten entgegenwirken. Diese Kulisse schärft das Bewusstsein für die gesamtgesellschaftliche Verantwortung der Politik, Eigentümer und Mieter. Das nötige Monitoring stellt gleichzeitig eine Datengrundlage für die kontinuierliche Optimierung der maßnahmenorientierten Förderung dar.

1.3 Transparenz klimarelevanter Gebäudedaten

Dieses Kapitel legt die Basis für folgende Thesen:

- These 4: Fahrpläne für die Sanierung
- These 12: Nationale Gebäudedatenbank

Innerhalb dieses Kapitels werden zunächst Informationen zum Bewertungsinstrument Energieausweis sowie zur derzeitigen Handhabung der Erstellung darauf aufbauender Sanierungsfahrpläne erläutert. Im Anschluss wird die mit dem Energieausweis in Verbindung stehende, aktuelle Datenhaltung des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) aufgezeigt und im internationalen Vergleich eingeordnet. Es werden folglich Positivbeispiele anderer EU-Mitgliedsstaaten vorgestellt, um daraus Adaptionmöglichkeiten für Deutschland abzuleiten. Im Anschluss wird ein Versuch unternommen, auf Grundlage des aktuellen Kenntnisstands zur energetischen Situation im nationalen Gebäudebestand abzuleiten, in welchem Gebäudecluster der größte Hebel für energetische Verbesserungen besteht.

Abschließend werden auf Basis der aufgezeigten Defizite Verbesserungsvorschläge für die Erstellung von Sanierungsfahrplänen und die Etablierung einer nutzbaren, nationalen Gebäudedatenbank aufgezeigt.

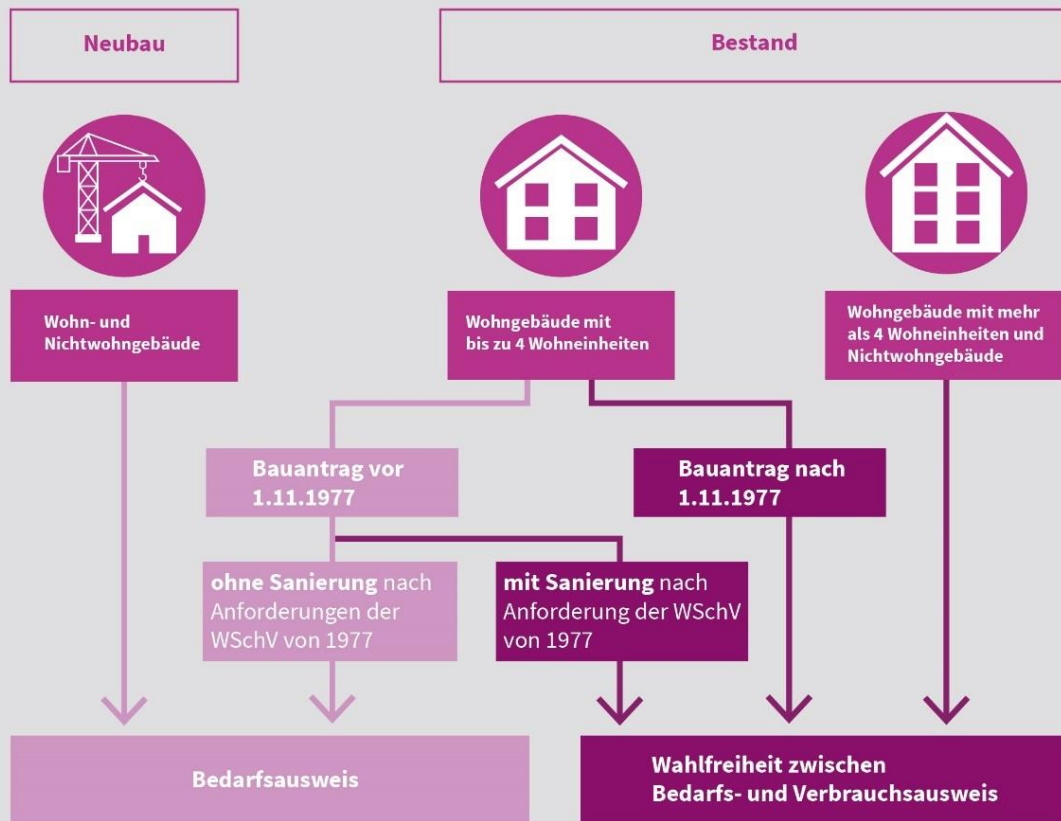
1.3.1 Status Quo Energieausweis und Sanierungsfahrplan

Historisch gesehen hat der Sanierungsfahrplan seinen Ursprung im Energieausweis. Die EU-Gebäuderichtlinie (engl. Energy Performance of Buildings Directive (EPBD)) verlangte bereits in der Version von 2002 von den Mitgliedsstaaten sowohl die Einführung von Ausweisen über die Gesamtenergieeffizienz (Artikel 7 in [133]) sowie damit verbunden auch Empfehlungen für die kostengünstige Verbesserung der Gesamtenergieeffizienz [133]. In der EPBD Version von 2010 beziehungsweise auch 2018 werden konkretisierend Empfehlungen zu Maßnahmen im Zusammenhang mit einer größeren Renovierung der Gebäudehülle oder gebäudetechnischer Systeme und Maßnahmen für einzelne Gebäudekomponenten, die unabhängig von einer größeren Renovierung der Gebäudehülle oder gebäudetechnischer Systeme durchgeführt werden, innerhalb der Ausweise gefordert (Artikel 11 in [18]). Optional können diese Ausweise auch eine Schätzung der Amortisationszeiträume oder der Kostenvorteile während der wirtschaftlichen Lebensdauer der Gebäude enthalten [18]. Zumindest müssen sie jedoch dem Eigentümer oder Mieter jedoch einen Hinweis darauf geben, wo genauere Angaben, auch zu der Kosteneffizienz, der in dem Ausweis über die Gesamtenergieeffizienz enthaltenen Empfehlungen, gefunden werden können [18]. Die Umsetzung obliegt bei den Mitgliedsstaaten [18].

In Deutschland benötigen Neubauten oder umfassend modernisierte Häuser seit Inkrafttreten der Energieeinsparverordnung (EnEV) 2002 am 1. Februar 2002 einen Energieausweis [134]. Seit 2009 (durch EnEV 2007) wurde diese Verpflichtung auf Bestandsgebäude bei Neuvermietung, Verkauf und Verpachtung ausgeweitet. Abbildung 1.33 zeigt eine Übersicht, die über die Voraussetzungen zur Bedarfsausweispflicht oder zur Wahlfreiheit zwischen Bedarfs- und Verbrauchsausweis Aufschluss gibt. Ergänzend dazu besteht auch für öffentlich zugängliche Gebäude unter bestimmten Voraussetzungen eine Verpflichtung zur Energieausweiserstellung [8].

Welchen Energieausweis benötigt das Gebäude?

Bei Neuvermietung, Verkauf oder Verpachtung ist entweder ein Bedarfs- oder ein Verbrauchsausweis vorgeschrieben.



Quelle: dena

Abbildung 1.33 Voraussetzungen zur Erstellung von Energieausweisen [135]

In der früher gültigen EnEV (unter anderem in Version 2014 - § 20) wie auch im aktuellen Gebäudeenergiegesetz (GEG) (§84) wird der Ausweisersteller zur Angabe von Modernisierungsempfehlungen zur Verbesserung der Energieeffizienz verpflichtet [8]. Es werden jedoch keine Anforderungen an den Rahmen zur Erstellung dieser Empfehlungen gestellt. Abbildung 1.34 zeigt wie der Ausschnitt des Energieausweises aussieht, in dem Modernisierungsempfehlungen vorzunehmen sind. Auf freiwilliger Basis können Angaben zur geschätzten Amortisationszeit oder den geschätzten Kosten pro eingesparter Kilowattstunde Endenergie ausgefüllt werden. Es geht innerhalb des Energieausweises hauptsächlich darum die verbesserte Energieeffizienz durch kostengünstige Maßnahmen zu erzielen. Den THG-Emissionen wird keine Relevanz zugeordnet.

ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude

gemäß den §§ 79 ff. Gebäudeenergiegesetz (GEG) vom ¹

Empfehlungen des Ausstellers

Registriernummer:

4

Empfehlungen zur kostengünstigen Modernisierung

Maßnahmen zur kostengünstigen Verbesserung der Energieeffizienz sind ☐ möglich ☐ nicht möglich

Empfohlene Modernisierungsmaßnahmen

Nr.	Bau- oder Anlagenteile	Maßnahmenbeschreibung in einzelnen Schritten	empfohlen in Zusammenhang mit größerer Modernisierung	als Einzelmaßnahme	geschätzte Amortisationszeit	geschätzte Kosten pro eingesparte Kilowattstunde Endenergie
			☐	☐		
			☐	☐		
			☐	☐		
			☐	☐		
			☐	☐		

☐ weitere Einträge in Anlage

Hinweis: Modernisierungsempfehlungen für das Gebäude dienen lediglich der Information. Sie sind nur kurz gefasste Hinweise und kein Ersatz für eine Energieberatung.

Genauere Angaben zu den Empfehlungen sind erhältlich bei/unter:

Ergänzende Erläuterungen zu den Angaben im Energieausweis (Angaben freiwillig)

¹ siehe Fußnote 1 auf Seite 1 des Energieausweises

Abbildung 1.34 Ausschnitt aus Muster eines Energieausweises für Wohngebäude, Bereich für Modernisierungsempfehlungen [44]

Wie in Kapitel 1.2.2 – Energieberatung und Sanierungsfahrplan – bereits beschrieben, gibt es für Wohngebäude den individuellen Sanierungsfahrplan (iSFP) und für Nichtwohngebäude die Energieberatung nach DIN V 18599, die einen förderfähigen Rahmen für die Darstellung der Energieberatungsergebnisse bieten. Die Kennwerte, die für die Erstellung der Sanierungsfahrpläne erforderlich sind, werden nach Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) [81] und Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) [82] über die genormten und gültigen Bilanzierungsverfahren des GEG berechnet. Es gibt in dem förderfähigen Rahmen jedoch, wie auch im GEG, keine Hinweise, welche THG-Emissionsfaktoren oder Primärenergiefaktoren für Zustände oder Maßnahmen, die in der Zukunft wirken, innerhalb der Erstellung der Sanierungsfahrpläne zu verwenden sind.

Im Rahmen des iSFP gibt es eine vereinheitlichte Darstellungsform, die in Abbildung 1.35 ausschnittsweise zu sehen ist. Auf der sogenannten „Fahrplanseite“ werden Ist-Zustand (links) und der Zielzustand (rechts) nach Umsetzung der einzelnen Maßnahmen dargestellt. Dabei werden sowohl Endenergie, Primärenergie und auch THG-Emissionen angegeben. Zusätzlich werden die Energiekosten in beiden Zuständen in Euro pro Jahr aufgezeigt. Während die energetische Bewertung anhand des berechneten Bedarfs erfolgt, werden Energiekosten im Ist- und im Zielzustand auf Verbrauchsbasis berechnet, um dem Eigentümer die Kosten möglichst

wirklichkeitsnah darzustellen [80]. Für die einzelnen Maßnahmenpakete können die Investitionskosten, die Sowieso-Kosten (Kosten beziehungsweise der Kostenanteil, der zur Wiederherstellung oder Aufrechterhaltung der technischen Funktionalität eines Bau- oder Anlagenteils aufgewendet werden muss) und eine mögliche Förderung bei Bedarf von den Energieberatern hinterlegt werden [80].

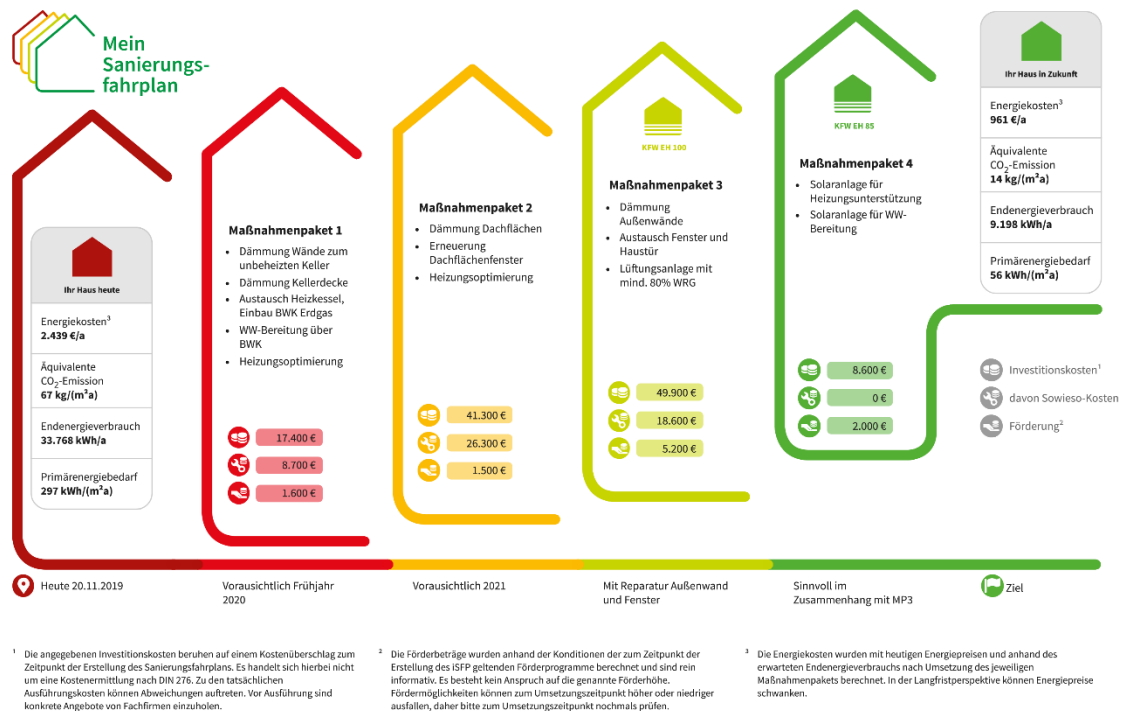


Abbildung 1.35 Mein Sanierungsfahrplan – „Fahrplanseite“ des iSFP [136]

1.3.2 Status Quo Datenhaltung im Gebäudesektor

Mit Inkrafttreten der EnEV 2014 am 01.05.2014 ist ferner die Pflicht zur Registrierung von Energieausweisen einhergegangen. Die erfassende Stelle ist die GEG-Registrierstelle beim DIBt.

Tabelle 1.9 zeigt eine Übersicht über registrierte Energieausweise in Deutschland. Abbildung 1.36 veranschaulicht, dass es leicht mehr registrierte Energiebedarfsausweise als Energieverbrauchsausweise in Deutschland gibt. Bei den Nichtwohngebäuden überwiegen jedoch die Energieverbrauchsausweise. Für Nichtwohngebäude besteht bei Neuvermietung, Verkauf oder Verpachtung grundsätzlich Wahlfreiheit bzgl. Der Ausweisart. Da die Erstellung von Energieverbrauchsausweisen, mit einfacher Erfassung der Verbräuche, weniger Aufwand erzeugt als die Erstellung von Bedarfsausweisen mit umfangreicheren zugrundeliegenden Berechnungen, liegt es nahe, dass im Nichtwohngebäudebereich eher die Wahl auf den Verbrauchsausweis gefallen ist. Bei Wohngebäuden liegt unter bestimmten Voraussetzungen die Verpflichtung zur Ausstellung von Energiebedarfsausweisen vor (Abbildung 1.33). Die würde begründen, warum im Wohngebäudebereich leicht mehr Bedarfsausweise registriert wurden.

Tabelle 1.9 Registrierte Energieausweise in Deutschland 2014 – 2020 (Quelle: GEG-Registrierstelle, DIBt)

	Ges. Anzahl vergebener Registriernummern (ohne Klimainspektionsberichte)	Energieausweisart differenziert nach Bedarfsausweisen EBA und Verbrauchsausweisen EVA	Gebäudetyp differenziert nach Nichtwohngebäuden NWG inklusive Nichtwohnteil gemischt genutztes Gebäude, Wohngebäuden WG inklusive Wohnteil gemischt genutztes Gebäude jeweils für EBA und EVA *Die Angaben in den Zeilen der Jahre 2016 bis 2020 beziehen sich jeweils auf die Abkürzungen, wie Sie sie für das Jahr 2015 bzw. in der Kopfzeile finden.	Bestand / Neubau
2014	321.995	EBA*: 173.078	EBA NWG*: 9.238	EBA NWG Bestand*: 8.194
			EBA WG*: 163.840	EBA WG Bestand*: 1.044
		EVA*: 148.917	EVA NWG*: 13.871	EBA WG Neubau*: 143.759
			EVA WG*: 135.046	EBA WG Neubau*: 20.081
				EVA NWG Bestand*: 13.862
				EVA NWG Neubau*: 9
2015	438.405	EBA*: 253.613	EBA NWG*: 13.720	EVA WG Bestand*: 134.319
			EBA WG*: 239.893	EVA WG Neubau*: 727
		EVA*: 184.792	EVA NWG*: 19.070	EBA NWG Bestand*: 10.929
			EVA WG*: 165.722	EBA NWG Neubau*: 2.791
				EBA WG Bestand*: 194.523
				EBA WG Neubau*: 45.370
2016	378.436	239.955	10.765	EVA NWG Bestand*: 19.059
			229.190	EVA NWG Neubau*: 11
		138.481	11.244	EVA WG Bestand*: 165.452
			127.237	EVA WG Neubau*: 270
				EVA NWG Bestand*: 6.933
				EVA NWG Neubau*: 3.832
2017	456.456	251.697	10.064	168.517
			241.633	60.673
		204.759	9.280	11.232
			195.479	12
				127.022
				215
2018	819.326	314.863	11.010	5.573
			303.853	4.491
		504.463	14.044	173.375
			490.419	68.258
				9.266
				14
2019	569.629	296.815	12.036	195.279
			284.779	200
		272.814	16.917	6.490
			255.897	4.520
				235.393
				68.460
2020	455.213	276.293	11.002	14.034
			265.291	10
		178.920	14.504	490.203
			164.416	216
				6.999
				5.037

EBA = Energiebedarfsausweis	= 1.806.314	
EVA = Energieverbrauchsausweis	= 1.633.146	
NWG = Nichtwohngebäude	= 176.765	
EBA NWG	= 77.835	} 44%
EVA NWG	= 98.930	
WG = Wohngebäude	= 3.262.695	
EBA WG	= 1.728.479	} 53%
EVA WG	= 1.534.216	

Abbildung 1.36 Verteilung der in Deutschland registrierten Energieausweise nach Bedarf/Verbrauch sowie Wohngebäude/Nichtwohngebäude (Quelle: GEG-Registrierstelle, Deutsches Institut für Bautechnik)

Hinweis zu Tabelle 1.9 von der GEG-Registrierstelle:

„Die Pflicht [zur Registrierung von Energieausweisen, die ab diesem Zeitpunkt ausgestellt wurden] begann am 01.05.2014, so dass die Zahlen für das Jahr 2014 nur für die entsprechenden Monate gelten, und somit auch für die Zeit davor keine Zahlen vorliegen.

Bitte beachten Sie auch, dass diese Zahlen nicht als absolute Angaben zu verstehen sind. Die Zahlen können nur eine Größenordnung darstellen und sollten auch unbedingt nur unter dieser Annahme weiter verwendet/interpretiert werden.

Für den Bezug einer Registriernummer für einen Energieausweis muss der Aussteller gemäß § 98 Gebäudeenergiegesetz (GEG) folgende Angaben machen:

- *Namen und Anschrift des Ausstellers,*
- *Bundesland und PLZ der Belegenheit des Gebäudes, für das der Energieausweis erstellt wurde,*
- *Ausstellungsdatum,*
- *Art des Energieausweises (Verbrauch/Bedarf),*
- *Art des Gebäudes (Wohngebäude/Nichtwohngebäude),*
- *Neubau oder bestehendes Gebäude.*

Des Weiteren liegen uns von den registrierten Energieausweisen, welche gemäß § 99 GEG in die Stichprobenkontrolle gezogen oder für die freiwillig Unterlagen für die Stichprobenkontrolle eingereicht wurden, zusätzliche Daten (XML-Kontrolldatei) vor. Unter folgendem Link finden Sie das aktuelle XML-Schema: https://energieausweis.dibt.de/schema/Kontrollsystem_Versionsstand_2016-06-30.xsd . Darin sind alle Kriterien enthalten, die wir im Zuge der Datenerhebung für die Stichprobenkontrolle abfragen. Es dürfen nur die bereits anonymisierten Dateien für eine Auswertung zur Verfügung gestellt werden. Da diese Daten den Ländern gehören, können wir ohne deren Zustimmung keine Informationen rausgeben.

Sollten Sie unter diesen Voraussetzungen weiterhin an den Daten aus den Kontrolldateien interessiert sein, lassen Sie uns bitte eine entsprechende Zustimmung durch die zuständigen Landesbehörden sowie eine genaue

Auflistung der gewünschten Daten gemäß des XML-Schemas zukommen. Dann werden wir Ihnen die Daten zur Verfügung stellen können.“

Energieausweise werden zum Teil mehrfach für Immobilien ausgestellt, zum Beispiel, wenn es grundlegende Änderungen an der Immobilie gibt. Außerdem verlieren Energieausweise nach 10 Jahren ihre Gültigkeit und müssen erneut ausgestellt werden. Mit den genannten, zu erfassenden Daten zur Registrierung der Energieausweise können dementsprechend keine belastbaren Rückschlüsse von Tabelle 1.9 auf den Gebäudebestand in Deutschland getätigt werden. Außerdem gibt es derzeit keine ganzheitliche, öffentliche Datenbank beim DIBt, aus der Dritte Informationen zu Energieausweisen erhalten können.

Tabelle 1.10 zeigt, dass Deutschland im Gegensatz zu anderen ausgewählten EU-Mitgliedsstaaten derzeit bei der Registrierung der Energieausweise keine Informationen, die über generelle Gebäudeinformationen hinausgehen, aufnimmt und in einer Datenbank abspeichert.

Tabelle 1.10 Energieausweisdaten (engl. EPC - Energy Performance Certificates - Data), die ausgewählte EU-Mitgliedsstaaten derzeit in Datenbanken speichern [137]

	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, .xml 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

Zusätzlich sind die aufgenommenen Daten in Deutschland nicht für die Öffentlichkeit zugänglich. Lediglich für die zuständigen Landesbehörden und Zertifizierungsexperten besteht die Möglichkeit des Zugriffs [138]. Abbildung 1.37 verdeutlicht, dass die Zugänglichkeit zu Energieausweisdaten innerhalb der Europäischen Union (EU) sehr unterschiedlich geregelt wird. In einigen Fällen werden ausgewählte Energieausweisinformationen (wie zum Beispiel Energieeffizienzklasse oder Energiebedarf/-verbrauch für jedes Gebäude in der Datenbank, das beispielsweise über die Adresse oder die Registriernummer des Energieausweises gesucht werden kann) direkt von der Datenbank aus zugänglich gemacht (in Dänemark, Estland, Ungarn, Irland, Litauen, den Niederlanden, Portugal, Schweden, Teilen des

Vereinigten Königreichs – England und Wales, Norwegen) [137]. Es bleibt jedoch anzumerken, dass trotz des generellen öffentlichen Zugangs personenbezogene Daten nicht veröffentlicht werden [137]. Entgegen der Darstellung in Abbildung 1.37 aus dem Jahr 2014 sind die Daten mittlerweile auch in Frankreich (gegebenenfalls auch andere Länder) öffentlich zugänglich. In anderen Ländern werden zum Teil aggregierte Ergebnisse öffentlich zugänglich gemacht (Belgien-Flandern, Griechenland, Zypern, Kroatien, Ungarn, Rumänien) [137].

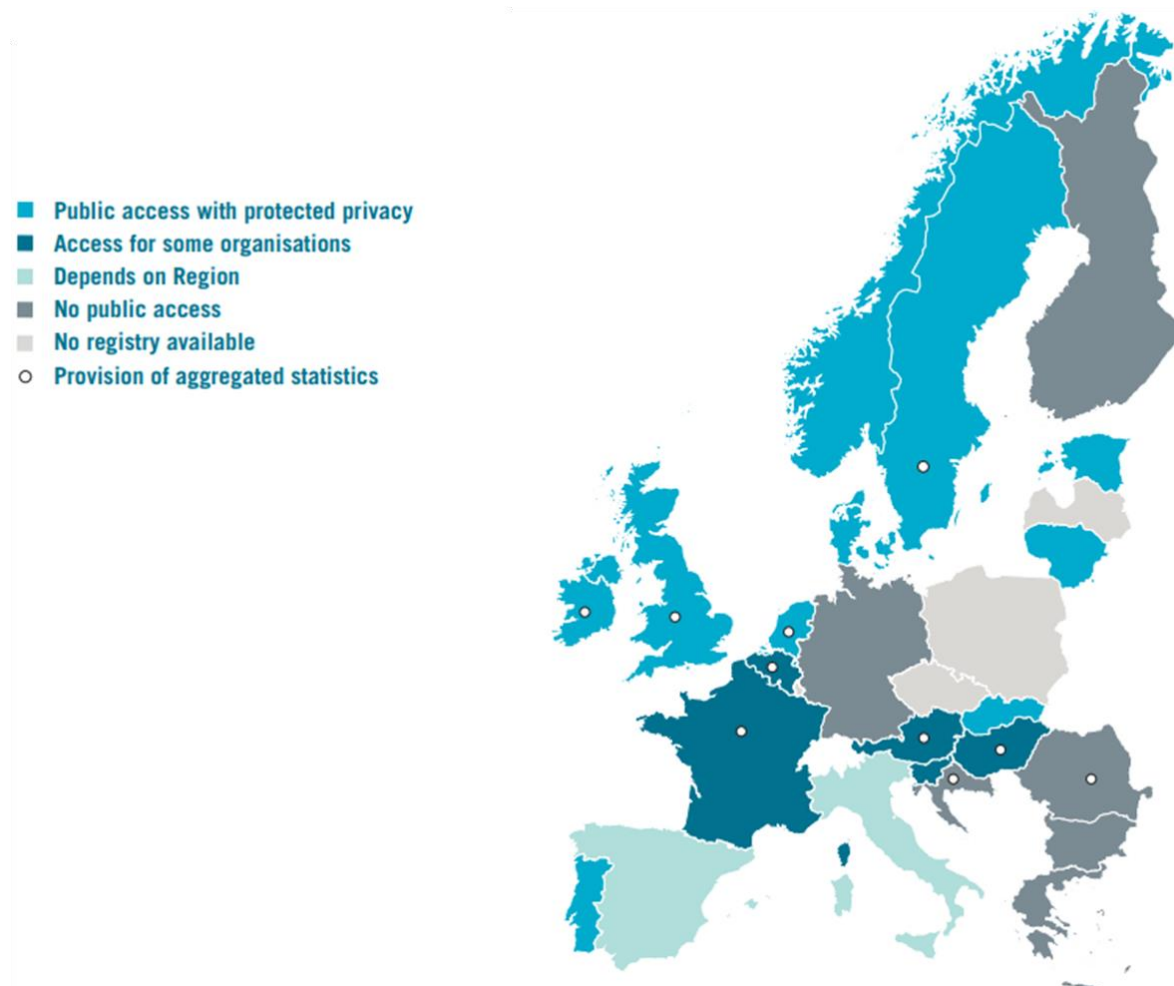


Abbildung 1.37 Öffentlicher Zugang zu Energieausweis (EPC)-Datenbanken (Stand 2014) [137]

Es gibt in Deutschland beim DIBt jedoch eine weitere Datenbank, die erfasste Energieausweisdaten aus der nach dem GEG durchzuführenden Stichprobenkontrollen sammelt. Auszüge aus dieser Datenbank können durch das DIBt nur unter Zustimmung der zuständigen Landesbehörden (siehe oben: Hinweis zu Tabelle 1.9 von der GEG-Registrierstelle) in eingeschränktem Umfang zur Verfügung gestellt werden. In dieser Datenbank werden generell folgende Informationen hinterlegt [139]:

- Energieverbrauch
- Ausweisart und Ausstellungsdatum
- Gebäudetyp / Größenklassen (zum Beispiel: Einfamilienhaus, Zweifamilienhaus, Reihenhaushaus, Mehrfamilienhaus, Nichtwohngebäude)

- Baualtersklasse des Gebäudes
- Wesentlicher Energieträger / Wärmeerzeuger
- Baujahr des Gebäudes und des Wärmeerzeugers
- Art der erneuerbaren Energien, die eingesetzt wird
- Anzahl der Wohneinheiten
- Gebäudenutzfläche
- Lüftungsart (Fenster-, Schachtlüftung, Anlage mit / ohne Wärmerückgewinnung / zur Kühlung)
- Warmwasserzuschlag (teilweise)
- Gebäude- und Komponentenzustand
- Effizienzklasse und Transmissionswärmeverlust laut Energieausweis
- Ausstellungsanlass (Neubau / Modernisierung / Vermietung / Verkauf)
- Regionalität (Bundesland, Postleitzahl)
- Modernisierung-Teil (Dach, oberste Geschossdecke, etc.)

Zielführender wäre es, Informationen, die aktuell erst bei der Stichprobenkontrolle gesichtet werden, bereits bei der Ausweisregistrierung mit aufzunehmen.

Die ausführlich geschilderte Problematik zeigt, dass unter den gegebenen Umständen die Energieausweis-Datenbank des DIBt für Transparenz und die Erreichung der Klimaziele keinerlei Mehrwert bringen. Ein Umdenken hin zu einer alternativen nationalen Datengewinnung und -haltung ist dringend notwendig.

1.3.3 Positivbeispiele für die nationale Gebäudedatenbank

Aktuell wird innerhalb des Projekts „X-Tendo“, das durch das EU-Rahmenprogramm für Forschung und Innovation „*Horizont 2020*“ der Europäischen Kommission gefördert wird, ein Rahmenwerk für Energieausweise sowie der entsprechenden Datenhaltung entwickelt [140, 141]. Dieses stellt neue technische Merkmale sowie Indikatoren für die Ausweise vor, und adressiert Ansätze zur Handhabung von Daten zur Wertmaximierung für Endnutzer, um die Konformität, Benutzerfreundlichkeit und Zuverlässigkeit der Energieausweise zu verbessern [140, 141]. Es werden darin auch Best Practise-Beispiele einzelner EU-Mitgliedsstaaten aufgezeigt. Für tiefergehende Informationen sind die entsprechenden Quellen [140, 141] aufzurufen, da Copyrightrichtlinien das Referenzieren einzelner Inhalte nicht gestatten.

Aus anderen Quellen können Informationen bezüglich diverser Positivbeispiele zu Energieausweisen und darauf aufbauender Gebäudedatenbanken gewonnen werden. Deshalb werden in diesem Kapitel die Gebäudedatenbanken von Dänemark, Frankreich und den Niederlanden vorgestellt, um eine Aussage bezogen auf die Übertragbarkeit derer Ansätze auf Deutschland zu tätigen.

Dänemark

Innerhalb des durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) in Auftrag gegebenen Projekts „Bridging European and Local Climate Action (BEACON)“ wurde eine Studie zur Energieausweisdatenbank in Dänemark [138] veröffentlicht. Darin wird Dänemark als Positivbeispiel behandelt und dessen Übertragbarkeit auf Deutschland mit seinen Rahmenbedingungen evaluiert [138].

Die dänische Datenbank ist auf einer Website öffentlich zugänglich, auf der der gesamte Energieausweis sowie weitere Informationen, wie zum Beispiel der Grundstücks- und Bodenwert, bereitgestellt werden [138]. Die Website ist unter [142] zu finden. Dort kann man unter Adresseingabe entsprechende Gebäudedaten auslesen. Weitere aggregierte Daten zum dänischen Gebäudebestand sind ebenfalls öffentlich zugänglich und können analysiert werden [143, 144]. Umfangreichere Daten und ein Liegenschaftsdatenbericht mit Zusatzinformationen zu beispielsweise Wasserversorgung oder Bodenkontamination sind verfügbar, aber der Zugang muss bei der Danish Energy Agency (DEA) beantragt und gewährt werden [138]. Die Qualität und Zugänglichkeit der dänischen Energy Performance Certificate (EPC)-Datenbank ermöglicht es den Akteuren, eine Fülle von Informationen zu extrahieren und zu nutzen, um das Bewusstsein für Energieverbrauch und -einsparungen zu schärfen [138]. Ausgerüstet mit diesen Informationen können die Nutzer fundierte Kauf- und Mietentscheidungen treffen, was letztlich zu Energieeinsparungen im Gebäudesektor beitragen wird [138]. Die dänische Datenbank ermöglicht zudem politischen Entscheidungsträgern, Einsparpotentiale für verschiedene Gebäudetypen zu ermitteln und die potenziellen Kosten dieser Einsparungen zu analysieren, um z. B. politische Aktivitäten zur Förderung von Energieeinsparungen zu entwickeln [138].

Frankreich

Die Energieausweisdatenbank in Frankreich nimmt bei Registrierung der Energieausweise 105 Eingaben auf (Stand 2014), darunter alle Daten aus dem Energieausweis [137]. Entgegen der Darstellung in Abbildung 1.37 aus dem Jahr 2014 sind die Daten mittlerweile öffentlich zugänglich.

Auf einer Webseite, die unter [145] zugänglich ist, werden aggregierte Daten zum französischen Gebäudebestand visualisiert. Insgesamt sind in der französischen Datenbank aktuell (Stand: 12.08.2021) über 11 Millionen Energieausweise hinterlegt. Die einzelnen Daten sind unter [146] je Département exportierbar und auswertbar. In den exportierten Datentabellen gibt es sogar bis zu 138 Spalten mit Informationen (siehe CSV-Datei unter [146] „td001_dpe-clean-geocoded-tvtr-enriched-26“; für Département 26, Stand 2021). In Frankreich gab es bis Juni 2021 je ein Energielabel für den Primärenergieverbrauch und ein Klima-Label für die Menge der ausgestoßenen Treibhausgase sowohl für Wohngebäude, als auch für Nichtwohngebäude [146]. Unter [146] können auf öffentlich zugänglichen Karten bis zur Gebäudeebene die Gebäudeklassen für jeweils die Energieeffizienz und die THG-Emissionen der Gebäude aus der Datenbank begutachtet werden (Abbildung 1.38).

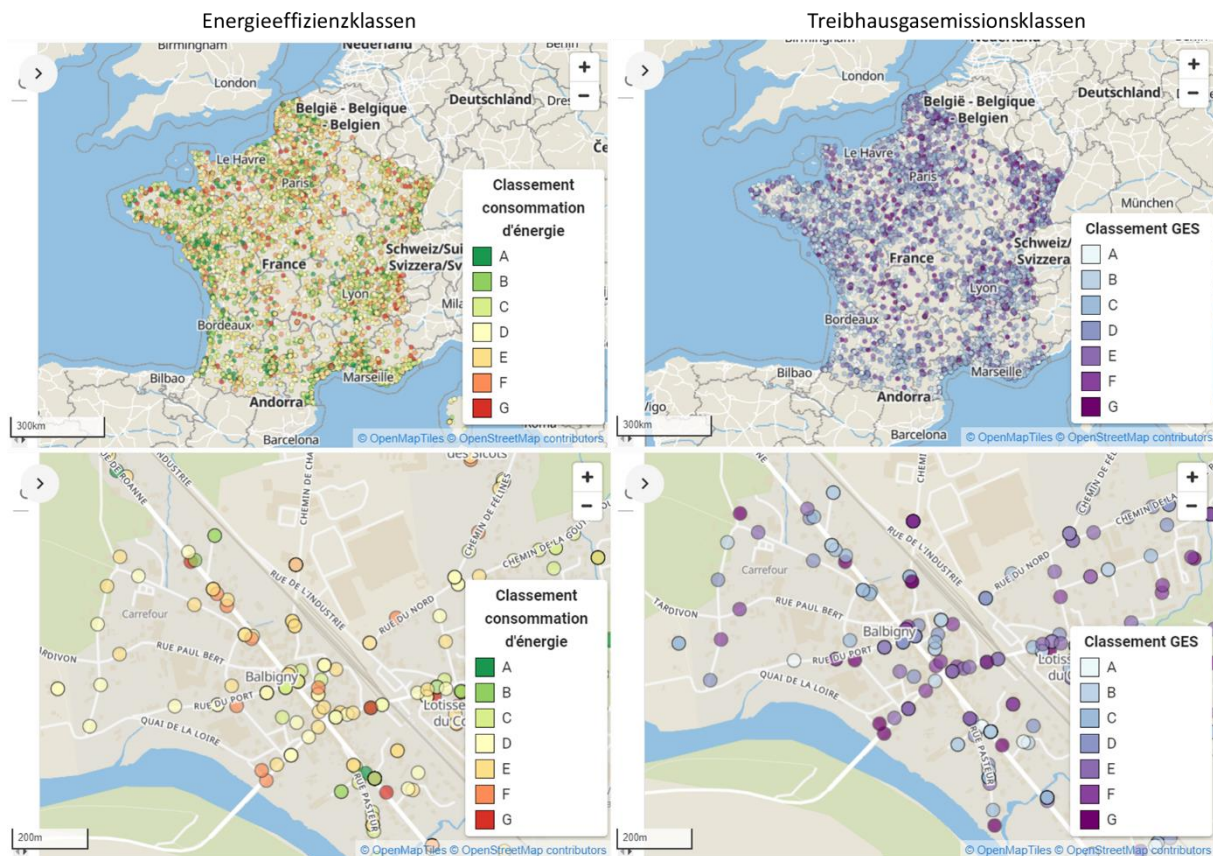


Abbildung 1.38 Grob- und Detailansicht der Gebäudeklassen für die Energieeffizienz (links) und die THG-Emissionen (rechts) französischer Gebäude auf öffentlich zugänglichen Karten (Screenshots aus [146])

Ab 1. Juli 2021 gibt es nur noch ein Label, das jedoch sowohl Primärenergie als auch THG-Emissionen berücksichtigt und sich nach dem schlechteren Wert der beiden bemisst (Abbildung 1.39) [147].

CORPUS RÉGLEMENTAIRE

Les textes de référence

- Les nouveaux seuils de l'étiquette énergie :

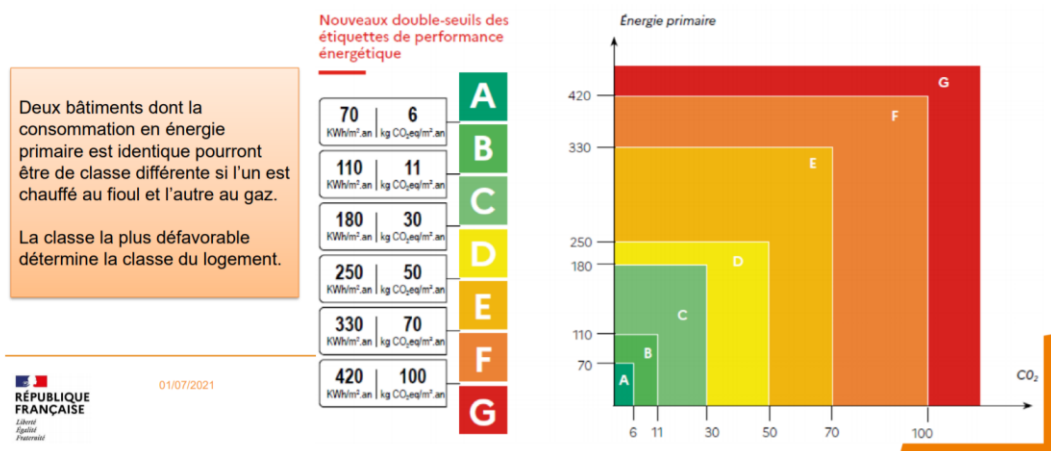


Abbildung 1.39 Neues Energielabel in Frankreich seit dem 1. Juli 2021, das Primärenergie und THG-Emissionen berücksichtigt [147]

Niederlande

Bereits 2016 wurden in den Niederlanden rund 3,5 Millionen Energieausweise registriert, was über 50 Prozent des niederländischen Gebäudebestandes entspricht [148]. Ausgewählte Informationen aus der Datenbank sind öffentlich zugänglich [137]. Basisinformationen des Energieausweises, wie Energieeffizienzklasse oder Energieverbrauch, sind für alle Gebäude der Datenbank über die Adresse des Gebäudes abrufbar [137]. Die zugrundeliegenden Daten der Gebäude, wie zum Beispiel Isolierungsgrad oder der Typ des Heizkessels, sind nicht öffentlich [149]. Das Labelssystem, bei dem die Daten der Energieausweise in der Datenbank aufgenommen werden, funktioniert in den Niederlanden nach folgenden drei Schritten [149]:

1. Für jedes Gebäude in den Niederlanden wird ein vorläufiges Zertifikat/Label berechnet, das auf der Typologie, dem Baujahr usw. basiert. Diese werden in einer zentralen Datenbank angezeigt. Jeder Eigentümer erhält ein Login zu dieser Datenbank.
2. Die Eigentümer werden gebeten, das vorläufige Zertifikat zu überprüfen (circa 10 Fragen) und diese Selbsteinschätzung an einen zertifizierten Auditor zu senden. Der Auditor hat zu prüfen, ob zusätzliche Elemente einfließen sollen, zum Beispiel durch die Überprüfung der Rechnung einer Photovoltaik (PV)-Anlage. Der Prüfer stellt ein endgültiges Zertifikat aus, und der Status wird in der nationalen Datenbank geändert.
3. Es wird ein Energieausweis einschließlich eines Energieberatungsberichts erstellt. In diesem Fall besucht der Auditor das Gebäude. Er prüft und misst die Daten von über 150 unterschiedlichen Elementen und stellt ein Zertifikat aus, das auch Vorschläge zur Verbesserung der Energieeffizienzklasse enthält.

Der dritte und letzte Schritt, die Erstellung des Energieausweises, ist bei Bestandsgebäuden in den Niederlanden bei Verkauf oder Vermietung verpflichtend durchzuführen [149, 150]. Innerhalb des Energieausweises wird ein sogenannter „Energy Performance Coefficient“ angegeben, der aus standardisierten Berechnungen stammt [148]. Tabelle 1.11 zeigt für Neubauten beispielhaft die Grenzwerte hinsichtlich des „Energy Performance Coefficients“, die einzuhalten sind. Daran ist zu sehen, dass die Niederlande bei der Angabe der Grenzwerte unterschiedliche Anforderungen an die unterschiedlichen Gebäudecluster, sowohl für Wohngebäude, als auch für Nichtwohngebäude berücksichtigen [148].

Tabelle 1.11 Einzuhaltende Grenzwerte des Koeffizienten zum Energiebedarf eines Neubaus in den Niederlanden [148]

Building Typology	Required maximum values for the energy performance coefficient (new buildings)
Day-care centres	1.1
Prisons	1.0
Healthcare buildings with bed area (hospitals)	1.8
Healthcare buildings (other than with bed area)	0.8
Office buildings	0.8
Accommodation in lodging structure (hotels)	1.0
Accommodation not in lodging structure (conference facilities)	1.4
Educational buildings	0.7
Sports buildings	0.9
Retail buildings	1.7
Residential buildings	0.4
Mobile homes	1.3

Adaption der Ansätze auf Deutschland

Die genannten Positivbeispiele zeigen, dass es durchaus sinnvoll und möglich ist, umfangreichere Datenbestände auf nationaler Ebene zu sammeln. Diese sollten zumindest in aggregierter Form der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt werden, damit mögliche Sanierungsvorhaben entsprechend dem größten Impact, auf Basis von fundiertem Wissen bezüglich des Gebäudebestands, zugewiesen werden können.

Das Beispiel Dänemark zeigt, dass auch Deutschland von besseren Daten über den Gebäudebestand sowie stärkerem öffentlichen Engagement und Bewusstsein für Energieeinsparungen profitieren kann [138]. Dies sorgt neben mehr Transparenz für Käufer und Mieter auch für bessere Analysemöglichkeiten von Gebäudedaten für öffentliche Forschungsprojekte und die Verknüpfung der Energieeffizienz mit finanziellen Anreizen bewirkt schließlich eine Marktverschiebung hin zu energieeffizienteren Gebäuden [138].

Auch Frankreich setzt mit seinem Fokus auf die THG-Emissionen neben der Primärenergie wichtige Maßstäbe für den Klimaschutz. Zuletzt zeigt das Beispiel der Niederlande, dass die Diversität unterschiedlicher Gebäudecluster innerhalb der Energieausweise sowie der Datenbank, Berücksichtigung finden muss.

Eine Adaption der positiven Aspekte der genannten Beispiele auf die Evaluation des deutschen Gebäudebestandes und die entsprechende Datenhaltung und -zugänglichkeit, würde sicherlich zum verbesserten und zielgerichteten Klimaschutz beitragen. Denn nur durch Transparenz und Wissen über die Verteilung der THG-Emissionen im nationalen Gebäudebestand kann ermittelt werden, in welchem Gebäudecluster der größte Hebel für energetische Verbesserungen besteht.

1.3.4 Nutzen durch transparente Gebäudedaten

Ohne, dass bereits sämtliche Gebäude in Deutschland über einen Energieausweis verfügen, sind lediglich Annäherungen zur Verteilung der Energieeffizienzklassen im nationalen Gebäudebestand möglich. Die Langfristige Renovierungsstrategie der Bundesregierung (LTRS-Deutschland) [31] zeigt mit Abbildung 1.40 die flächengewichtete Häufigkeitsverteilung der Energieeffizienzklassen im Wohngebäudebereich und spezifisch die Verteilung für Ein- und Zweifamilienhäuser (EZFH) sowie Mehrfamilienhäuser (MFH). Die Verteilung stützt sich auf die Analyse von rund 143.000 Datensätzen (entspricht kontrollierten Energieausweisen) aus den Stichprobenkontrollen, die durch das DIBt zur Verfügung gestellt wurden [139].

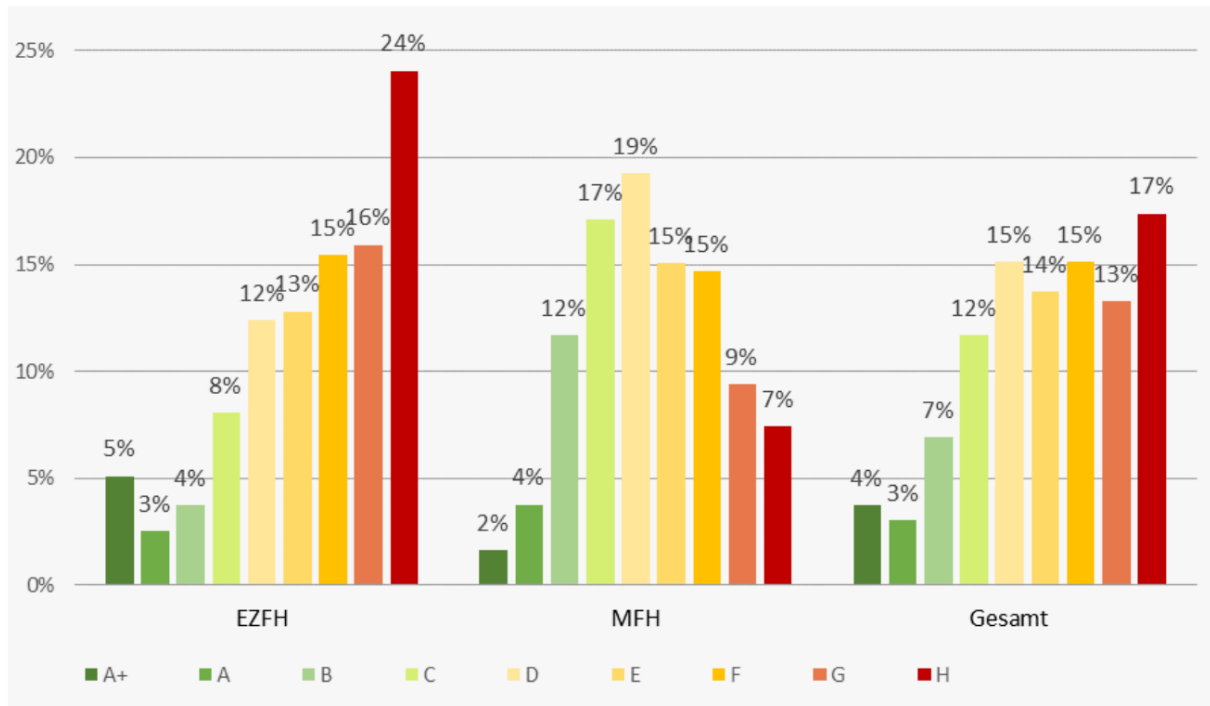


Abbildung 1.40 Häufigkeitsverteilung der Energieeffizienzklassen nach Energieeffizienzklassen des deutschen Wohngebäudebestandes(auf Grundlage von dena/ifeu/prognos 2019 [139]) [31]

Tabelle 1.12 zeigt die entsprechende Zuordnung der Energieeffizienzklassen zu spezifischen Endenergieverbräuchen nach GEG. Zwar hat die LTRS-Deutschland auf Hintergrunddaten aus einer Veröffentlichung von der Deutschen Energie-Agentur GmbH (dena), der Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH (ifeu) und prognos von 2019 [139] verwiesen, in dieser konnten jedoch keine Wohnflächenkennwerte zu EZFH und MFH ausfindig gemacht werden. Es wird lediglich darauf verwiesen, dass „Zensusdaten“ verwendet wurden. Im Zusatzprogramm des Mikrozensus 2018 [151] werden den EZFH circa 2,1 Milliarden Quadratmeter Wohnfläche und den MFH rund 1,4 Milliarden Quadratmeter zugewiesen. Diese Zahlen sind plausibel mit den Prozentzahlen aus [31], sodass für spätere Umrechnungen von 2,1 Milliarden Quadratmeter Wohnfläche in EZFH und 1,4 Milliarden Quadratmeter Wohnfläche in MFH ausgegangen wird.

Ergänzend dazu ist zu erwähnen, dass die dena in ihrem Gebäudereport 2016 [152] rund 15,6 Millionen EZFH mit 18,8 Millionen Wohneinheiten und einer Wohnfläche von 2,2 Milliarden Quadratmeter in der Summe angibt. Die MFH machen nach dena [152]

rund 3,2 Millionen Gebäude mit 21,2 Millionen Wohneinheiten und einer Wohnfläche von 1,5 Milliarden Quadratmeter in der Summe aus [152].

Tabelle 1.12 Energieeffizienzklassen von Wohngebäuden (GEG-Auszug) [8]

Energieeffizienzklasse	Endenergie [Kilowattstunden pro Quadratmeter Gebäudenutzfläche und Jahr]
A+	≤ 30
A	≤ 50
B	≤ 75
C	≤ 100
D	≤ 130
E	≤ 160
F	≤ 200
G	≤ 250
H	> 250

In Abbildung 1.41 ist die flächengewichtete Häufigkeitsverteilung verschiedener Endenergieverbräuche im Bereich der Nichtwohngebäude, nach der LTRS-Deutschland [31], dargestellt. Die Verteilung stützt sich auf die Analyse von rund 23.000 Datensätzen (entspricht kontrollierten Energieausweisen) aus den Stichprobenkontrollen, die durch das DIBt zur Verfügung gestellt wurden [139]. Aufgrund der Heterogenität in der Nutzung und der technischen Gebäudeausrüstung im Nichtwohngebäudebestand ist der Energiebedarf bei Nichtwohngebäuden kein geeigneter Indikator für die Bewertung der Qualität des Gebäudes [31]. Daher findet im Allgemeinen in diesem Bereich keine Einteilung in Energieeffizienzklassen statt [31].

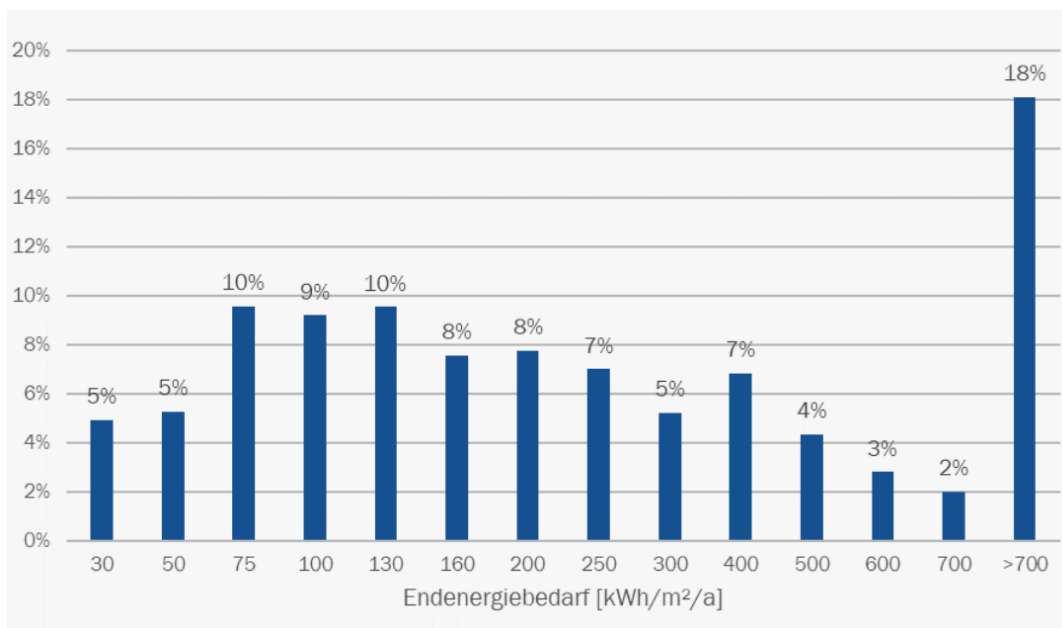


Abbildung 1.41 Endenergiebedarf des deutschen Nichtwohngebäudebestands (auf Grundlage von dena/ifeu/prognos 2019 [139]) [31]

In einer Studie des ifeu [153] werden für den Wohngebäudebereich tiefere Untersuchungen angestellt um aus der Energieeffizienzklassenverteilung im nationalen Gebäudebestand auf die zugehörigen THG-Emissionen zu schließen. Abbildung 1.42 zeigt die Verteilung der Wohnflächen auf die einzelnen Energieeffizienzklassen.

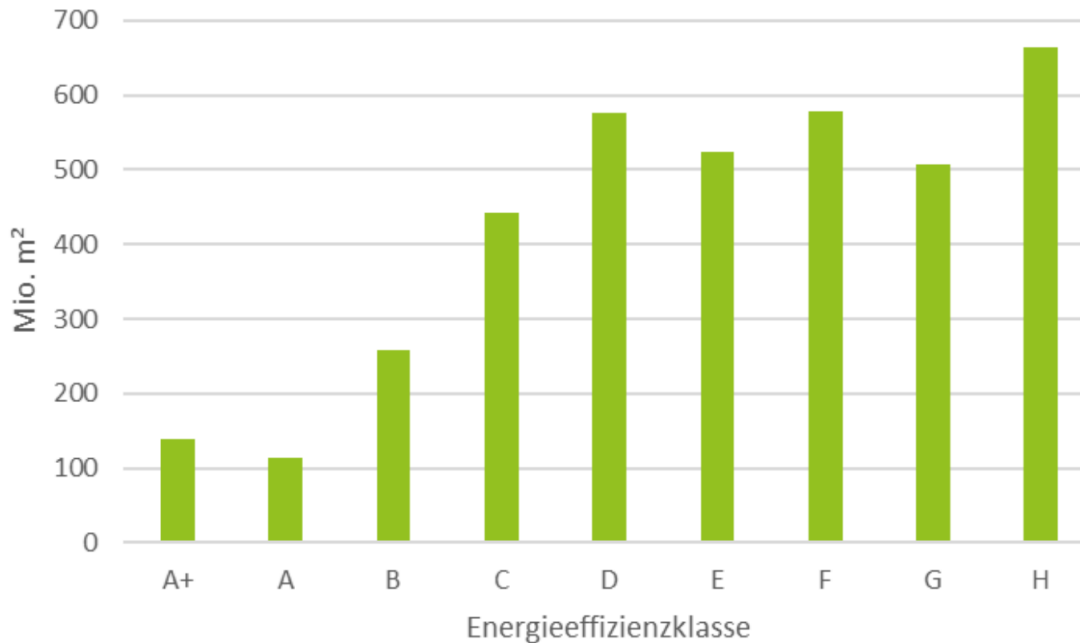


Abbildung 1.42 Wohnflächenverteilung auf die Energieeffizienzklassen (auf Basis der LTRS-Deutschland) [153]

Anschließend gibt das ifeu mit Abbildung 1.43 eine Übersicht zu den spezifischen flächenbezogenen (gebäudenutzflächenbezogen nach GEG; nicht wohnflächenbezogen) THG-Emissionen im nationalen Wohngebäudebestand.

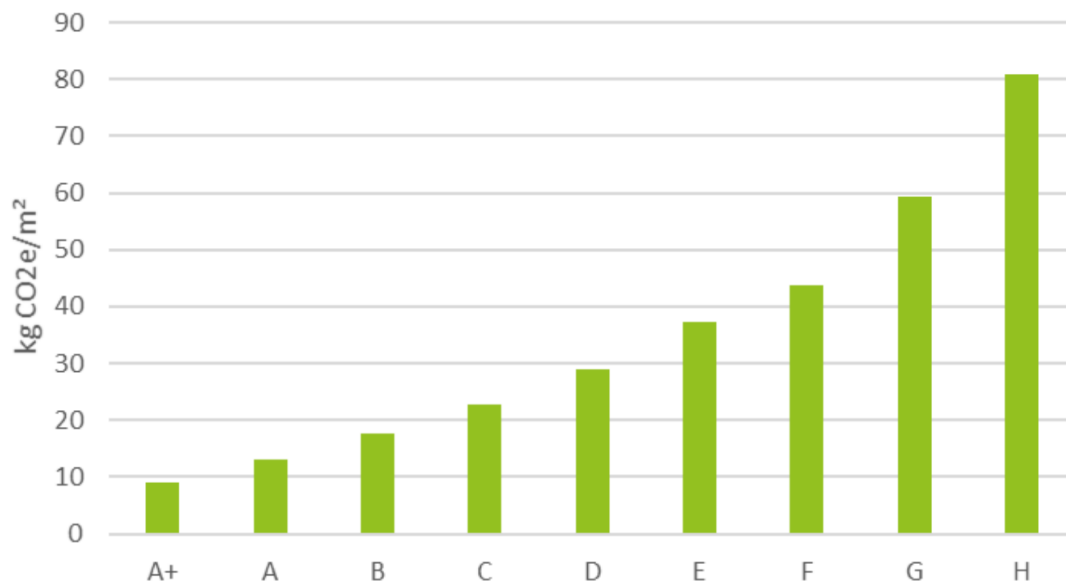


Abbildung 1.43 Mittlere flächenbezogene THG-Emissionen in den Energieeffizienzklassen (Bilanzierung gem. GEG) [153]

Abbildung 1.44 zeigt entsprechend die absoluten THG-Emissionen je nach Energieeffizienzklasse des nationalen Wohngebäudebestands, die sich in der Summe auf rund 130 Millionen Tonnen THG-Emissionen pro Jahr belaufen [153].

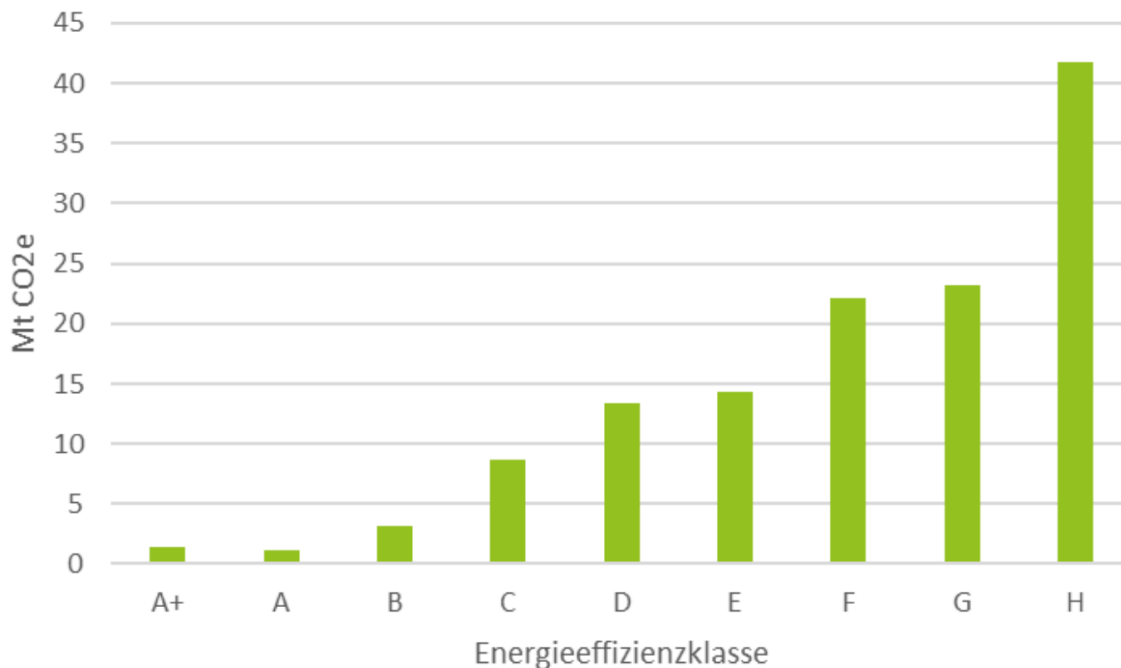


Abbildung 1.44 THG-Emissionen in den Energieeffizienzklassen in Millionen Tonnen THG-Emissionen [153]

Die THG-Emissionen der Klasse G machen 18 Prozent der gesamten THG-Emissionen des Wohngebäudebestands aus und die der Klasse H sogar 32 Prozent [153]. **Insgesamt sind Wohngebäude der Klasse G und H also für rund 50 Prozent der gesamten THG-Emissionen der Wohngebäude nach GEG verantwortlich.** Nimmt man aus Abbildung 1.40 an, dass rund 24 Prozent der Wohnflächen in EZFH der Energieeffizienzklasse H und 16 Prozent der Klasse G entsprechen, so erzeugen 40 Prozent der Wohnflächen in EZFH, die wiederum lediglich rund 24 Prozent aller Wohnflächen für EFZH und MFH ausmachen, rund 40 Prozent (circa 80 Prozent aller THG-Emissionen aus Flächen der Klasse G und H für EFZH und MFH) aller THG-Emissionen aus Nutzung und Betrieb von Wohngebäuden nach GEG.

Zusammenfassend lässt sich nun also festhalten, dass **der größte Hebel für Verbesserungsmaßnahmen bei den EZFH die Optimierung der beiden schlechtesten Energieeffizienzklassen** ist. Dabei **verursachen rund 40 Prozent der Flächen aus EZFH** (also jene mit Energieeffizienzklassen G und H) **knapp 40 Prozent der THG-Emissionen aller Wohngebäude (EZFH und MFH)** [153] im Bilanzrahmen des GEG. Nach ifeu [153], das nach GEG bilanziert, würde dies 52 Millionen Tonnen THG-Emissionen pro Jahr entsprechen. Es gibt jedoch auch THG-Emissionen, die über den Bilanzrahmen des GEG hinausgehen.

Nach einer Studie des Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) [10] teilen sich die THG-Emissionen für Nutzung und Betrieb von Wohn- und Nichtwohngebäuden nach Tabelle 1.13 auf. Das BBSR bilanziert jedoch zusätzlich zu den GEG-relevanten THG-Emissionen auch THG-Emissionen aus unter anderem dem Nutzerstrom, sonstige Prozesswärme, sonstige Prozesskälte, mechanische Energie,

Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT). Deshalb liegt die Summe der THG-Emissionen aus dem Wohngebäudebereich mit rund 207 Millionen Tonnen THG-Emissionen pro Jahr über der Summe aus Tabelle 1.13 nach ifeu [153] mit 127 Millionen Tonnen THG-Emissionen pro Jahr.

Tabelle 1.13 THG-Emissionen der Nutzung und des Betriebs von Wohn- und Nichtwohngebäuden in Deutschland [10]

2014 (in Mio. Tonnen CO ₂ -Äq.)		Direkte THG-Emissionen Nutzung und Betrieb	Vorgelagerte THG-Emissionen Nutzung und Betrieb	Totale THG-Emissionen Nutzung und Betrieb
Energiewirtschaft	Wohngebäude	0	123	123
	Nicht-Wohngebäude	0	57	57
Gebäude	Wohngebäude	84	0	84
	Nicht-Wohngebäude	33	0	33
Total		117	180	297

Insgesamt kommen nach BBSR [10] noch 65 Millionen Tonnen graue THG-Emissionen für die Konstruktion für Wohn- und Nichtwohngebäude hinzu, die jedoch nicht detaillierter auf die beiden Gebäudearten aufgeteilt werden (siehe auch Tabelle 0.1 im Anhang).

Mit dem umfassenderen Betrachtungsrahmen nach BBSR [10] kann es sein, dass die EZFH mit den Energieeffizienzklassen G und H nun einen anderen Prozentsatz der wohngebäudebezogenen THG-Emissionen, als der zuvor angegebene, ausmachen. Dies ist jedoch nicht detaillierter anhand der Studie des BBSR [10] ableitbar. Aus Tabelle 1.13 ist zuletzt ersichtlich, dass nach dem umfangreichen Bilanzrahmen des BBSR [10], **Nichtwohngebäude in etwa 30 Prozent der THG-Emissionen aus der Nutzung und dem Betrieb von Gebäuden verursachen. Ihnen kann ebenfalls eine große Hebelwirkung für Verbesserungen zugewiesen werden.** Detailliertere Aussagen, die wiederum diese THG-Emissionen auf Gebäudecluster übertragen, sind anhand der Studie des BBSR [10] nicht möglich.

Hinsichtlich Wohngebäuden kommt das ifeu [153] zu dem Schluss, dass die Sanierungskosten zum Erreichen des Effizienzhaus-55-Standards weitgehend unabhängig von der Energieeffizienzklasse, in der ein Gebäude vorher ist, sind. Wohngebäude der Klasse E rufen bei einer Sanierung zum Effizienzhaus 55 ähnliche Kosten wie ein Gebäude der Klasse H hervor. Die Energie- und Kosteneinsparungen im Betrieb sind bei einem Klasse H-Gebäude allerdings doppelt so hoch wie bei einem Gebäude der Klasse E [153]. Zudem zeigt das ifeu [153] anhand von ausgewählten Sanierungsbeispielen zum Effizienzhaus 55, dass bei einem Wohngebäude der Klasse H im Gegensatz zu einem Gebäude der Klasse G rund das Doppelte an THG-Emissionsminderung erzielt werden kann. Daraus wäre abzuleiten, dass, sofern eine Sanierung zum Effizienzhaus 55 durchgeführt werden sollte, diese zum Beispiel primär im Bereich der EZFH schlechtester Energieeffizienzklassen umgesetzt werden sollte, damit ein großer absoluter Effekt hinsichtlich der THG-Emissionen und der Wirtschaftlichkeit erzielt werden kann. Es ist jedoch anzumerken, dass die Studie des ifeu [153] keinerlei graue THG-Emissionen berücksichtigt.

1.3.5 Fahrpläne für die Sanierung

Um eine Vergleichbarkeit hinsichtlich der energetischen Qualität der Gebäude herzustellen und zudem das Fundament für eine Energetische Bewertung im Sanierungsfahrplan zu bestimmen, wäre es zunächst zielführend für alle Gebäude bei Erstellung von Energieausweisen eine Verpflichtung zum Energiebedarfsausweis einzuführen. Dieser basiert auf standardisierten Nutzungsprofilen, ermöglicht damit Vergleiche im Gegensatz zum nutzerspezifischen Verbrauchsausweis und wird ohnehin von der EU-Taxonomie als Bewertungsmaßstab herangezogen. Die Hauptkennzahl im Energiebedarfsausweis und auch im darauf aufbauenden Sanierungsfahrplan sollten die spezifischen THG-Emissionen in $[\text{kgCO}_2\text{-}\ddot{\text{a}}\text{q}/(\text{m}^2\text{a})]$ sein. Berücksichtigung sollten auch die Label CO₂-A Konstruktion und CO₂-B Betrieb finden. So kann sichergestellt werden, dass Umsetzungsmaßnahmen neben den jährlich in der Nutzung entstehenden THG-Emissionen auch perspektivisch graue THG-Emissionen berücksichtigen und die Sanierungsfahrpläne budgetorientiert, technologieoffen und damit zielführend an den Pariser Klimazielen ausgerichtet werden. Ergänzend dazu sollten der spezifische Endenergiebedarf und der spezifische nicht-erneuerbare Primärenergiebedarf jeweils in $[\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})]$ aufgeführt werden. Der Primärenergiebedarf wird zum Beispiel für die EU-Taxonomie benötigt. Die entsprechenden Kennzahlen im Energieausweis sollten jährlich auf realer THG-Emissions- beziehungsweise Verbrauchsbasis im Ausweis ergänzt werden. Grundlage für die zielgerichtete Umsetzung effizienter Maßnahmen ist zudem eine Digitalisierung der Verbrauchserfassung für Wärme und Strom (wie bereits unter Kapitel 1.1.4 beschrieben).

Die Methodik zur Erstellung einheitlicher Sanierungsfahrpläne ist für Wohn- und Nichtwohngebäude 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 visuellen Darstellung, sondern auch in den zugrundeliegenden Berechnungen für zukünftige Zustände vereinheitlicht werden. Das Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB) Rahmenwerk für klimaneutrale Gebäude und Standorte [154] zeigt beispielsweise einen Lösungsvorschlag für das Konzept zur Entwicklung von Sanierungsfahrplänen mit unter anderem auch Faktoren für zukünftige Zustände auf.

Zusätzlich sind, wie auch in Kapitel 1.1.5 bereits gefordert, CO₂-Preise beziehungsweise CO₂-Preiskorridore für die Jahre bis 2045 festzulegen, um den Beratern und Planern Berechnungssicherheit für Wirtschaftlichkeitsanalysen zu ermöglichen. Sanierungsfahrpläne sollten bei Energieausweiserstellung entsprechend verpflichtend anzufertigen sein.

Nach EnergieAgentur.NRW GmbH [155] liegen die Kosten für einen Energieverbrauchsausweis zwischen rund 50 und 150 Euro. Je nach Gebäudeart und lokalen Gegebenheiten können die Preise für Verbrauchsausweise auch höher liegen. Für Energiebedarfsausweise wird eine detaillierte Energiebilanz des Gebäudes berechnet, die den Wärmeschutz aller Bauteile (Kellerdecke, Wand, Fenster, Dach, usw.) sowie die Anlagentechnik (Heizung, Warmwasser, Lüftung) berücksichtigt. Die Kosten der Erstellung liegen je nach der Komplexität des Gebäudes und der vorhandenen Datenmenge zwischen 350 Euro und 1.800 Euro [155]. Die angegebenen Wertebereiche sind als Richtwerte zu verstehen und reale Preise können im Einzelfall abweichen [155].

Die Kosten für die Erstellung eines Sanierungsfahrplans sind von Gebäudetyp und -größe abhängig (Kapitel 1.2.2) und sind für Wohngebäude (Vor-Ort-Beratung, individueller Sanierungsfahrplan - iSFP) und für Nichtwohngebäude (Energieberatung nach DIN V 18599) derzeit bis zu 80 Prozent förderfähig. Einzelne Höchstsätze sind in Tabelle 1.7 aus Kapitel 1.2.2 zu finden. Für Wohngebäude können die Kosten für einen iSFP bei EZFH demnach bei rund 800 Euro liegen [85, 86]. Die Kosten für einen iSFP bei Mehrfamilienhäusern liegen darüber. Bei Nichtwohngebäuden liegen diese in etwa bei 3.000 bis 8.000 Euro je Nutzungseinheit [85]. Es handelt sich dabei um Wertebereiche, die online zugänglich waren. Sie sollen lediglich als Anhaltspunkte dienen. Es können sicherlich abweichende Informationen gefunden werden, da es sich bei den Beratungsgesprächshonoraren um einen freien Markt handelt und die Nachfrage bei der Preisbildung durchaus Einfluss besitzt. Einzelne, online verfügbare Preislistenbeispiele [83, 84] zeigen, dass in der Praxis Netto-Preise zum Teil ähnlich, aber auch höher, ausfallen.

Sofern eine verpflichtende Sanierungsfahrplan-Erstellung bei Energieausweiserstellung eingeführt wird, kann man folgende Annahme durchführen, um eine mögliche Flaschenhalsbildung zu evaluieren:

- Nach Tabelle 1.9 aus Kapitel 1.3.2 gab es in Deutschland rund 3.262 Millionen Energieausweisregistrierungen für Wohngebäude in 7 Jahren. Das sind rund 466.000 Ausweise pro Jahr. Wenn es nach Kapitel 1.2.3 etwa 10.500 „Energieeffizienz-Experten“ im Bereich Wohngebäude gibt, die zur geförderten iSFP-Erstellung berechtigt sind, dann müsste jeder Experte circa 45 iSFP pro Jahr erstellen.
- Nach Tabelle 1.9 aus Kapitel 1.3.2 gab es in Deutschland rund 176.770 Energieausweise für Nichtwohngebäude in 7 Jahren. Das sind 25.253 Energieausweise pro Jahr. Wenn es nach Kapitel 1.2.3 etwa rund 3.500 „Energieeffizienz-Experten“ im Bereich Nichtwohngebäude gibt, die zur geförderten iSFP-Erstellung berechtigt sind, dann müsste jeder Experte circa 7 iSFP pro Jahr erstellen.
- Nach BBSR (Stand 2016), sind in Deutschland insgesamt rund 26.500 Personen berechtigt, Energieausweise und damit auch iSFP auszustellen (Personen mit und ohne Förderberechtigung) [92]. Stellen also nicht nur die rund 14.000 förderberechtigten „Energieeffizienz Experten“, sondern alle 26.500 befähigten Personen iSFP aus, so sollte auf Ausstellerseite kein Flaschenhals entstehen. Es wären circa 24 iSFP pro Jahr im Bereich Wohngebäude und rund 4 iSFP im Bereich Nichtwohngebäude pro befähigte Person zu erstellen.

Eine zusätzliche „Ausbildungsoffensive“ für Energieberater und eine personelle Verstärkung des prüfenden Personals bei BAFA und der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) (schon jetzt 6-8 Wochen Wartezeit aus der Praxis festgestellt [156]) könnte zu einer Erhöhung der Energieberatungen mit Erstellung von Sanierungsfahrplänen, dem Vorbeugen von Flaschenhälsen bei damit zusammenhängenden Prozessen sowie einer Verbesserung der Sanierungsrate insgesamt beitragen.

1.3.6 Nationale Gebäudedatenbank

Auch Kapitel 1.3.4 hat gezeigt, dass sich derzeitige Überlegungen zur Transformation des nationalen Gebäudebestands (unter anderem die LTRS-Deutschland [31]) lediglich auf die Stichprobendaten (weniger als 200.000 Datensätze) des DIBt stützen. Daraus lassen sich jedoch nur wage Aussagen zum energetischen Zustand des nationalen Gebäudebestands und zur Identifikation der Gebäudecluster mit dem größten Wirkungshebel bei energetischen Verbesserungen treffen.

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. Auf die nationale Gebäudedatenbank ist nach dem Vorbild anderer EU-Mitgliedsstaaten (zum Beispiel Dänemark, Niederlande, Frankreich – Kapitel 1.3.3) freier Zugriff zu gewähren, damit sich die Immobilienbranche mit treffenden Lösungsansätzen an Sanierungsfahrplänen beteiligen kann.

Zukünftig ist auch die Berücksichtigung der Materialien der Gebäude im Sinne einer Datenbank für Urban Mining vorstellbar. In Gebäuden werden über Jahrzehnte hinweg enorme Materialbestände angesammelt, welche als zukünftige Quelle für Sekundärrohstoffe großes Potential bieten. 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 10-15 Jahren bereits im Rahmen der Ökobilanzierung der Nachhaltigkeitszertifizierungen nach DGNB und Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB) gewonnen wurden, genutzt werden. Bereits heute stehen aus diesen Quellen über 3.200 Ökobilanzdatensätze unterschiedlichster Gebäudetypologien zur Verfügung (Abbildung 1.45).

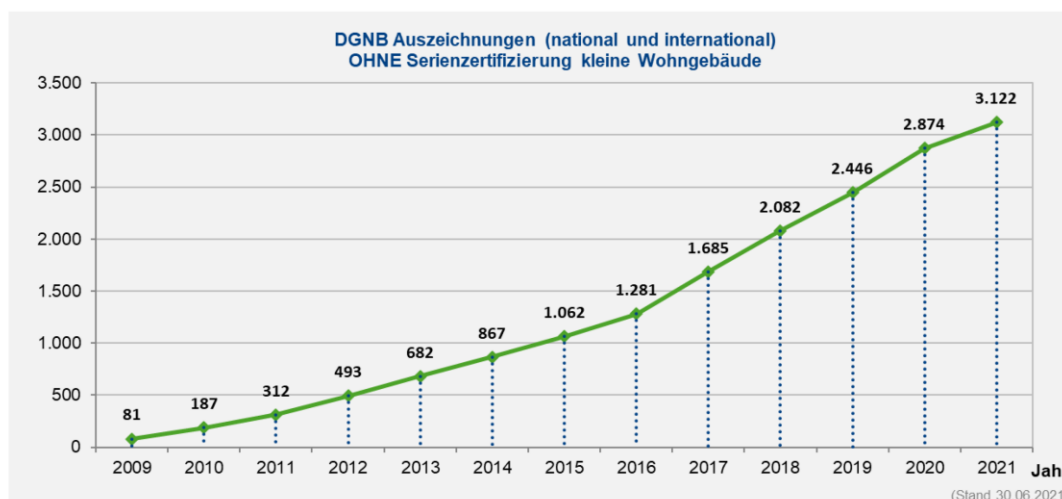


Abbildung 1.45 DGNB Auszeichnungen im Verlauf der Jahre (Quelle: DGNB Quartalsbericht 2/2021)

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 nach dem Beispiel in Abbildung 1.46. Es handelt sich dabei um die Materialzusammenstellung eines DGNB-zertifizierten Bürogebäudes. Dabei sind absolute Massen sowie prozentuale Anteile von Relevanz und Aussagekraft für die grauen THG-Emissionen der spezifischen Immobilie und könnten in der nationalen Datenbank perspektivisch Berücksichtigung finden. Einen Mehrwert zeigt auch Abbildung 1.47 auf, die nach gleichem Schema, wie in Abbildung 1.46, die mit der Konstruktion entsprechend verbundenen THG-Emissionen der einzelnen Materialien darstellt.

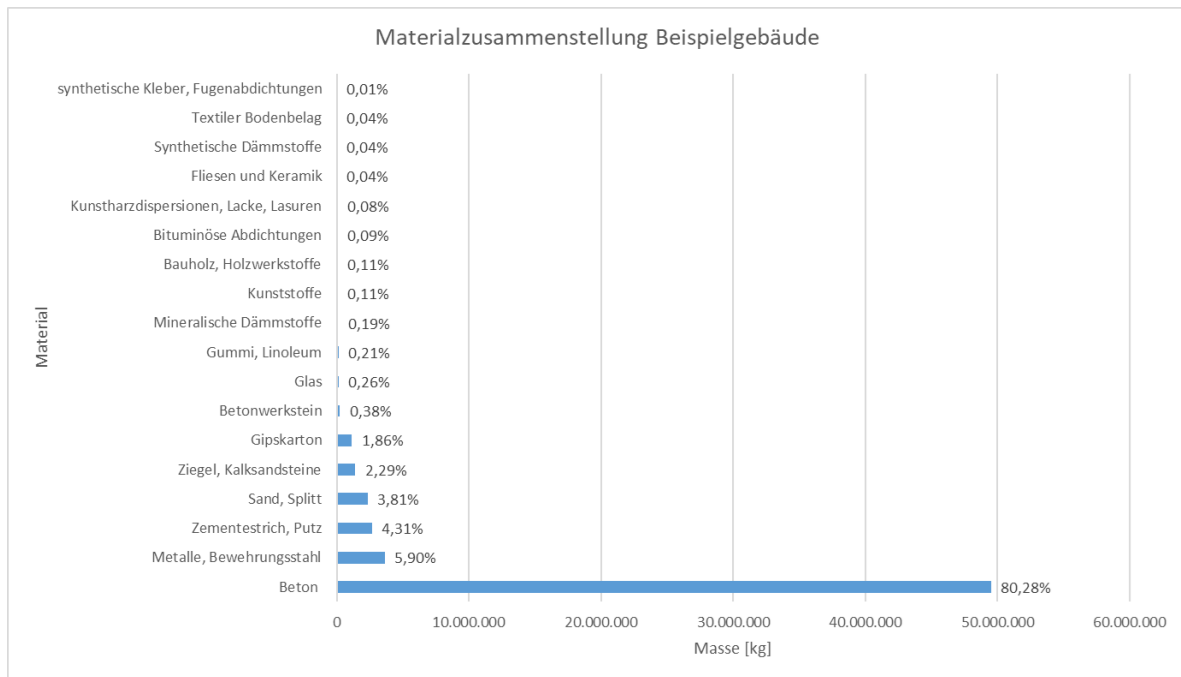


Abbildung 1.46 Materialzusammenstellung eines DGNB-zertifizierten Bürogebäudes [2]

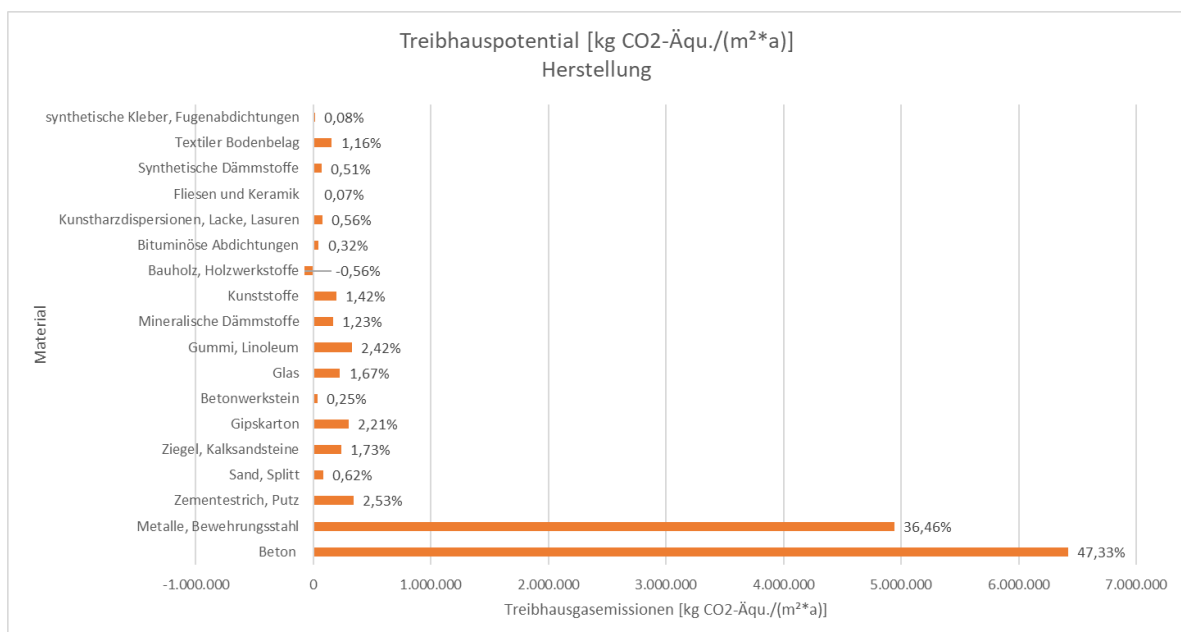


Abbildung 1.47 Zusammenstellung der Treibhausgasemissionen in der Herstellung der Materialien eines DGNB-zertifizierten Bürogebäudes [2]

1.3.7 Fazit

These 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 CO₂ (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).

These 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.

2. Retrospektive

In den nachfolgenden Unterkapiteln erfolgt jeweils ein Resümee zum Zentraler Immobilien Ausschuss (ZIA) „Gutachten zur Verschärfung der EnEV und Zusammenlegung EnEV / EEWärmeG für Wirtschaftsimmobilien“, zum ZIA-Positionspapier „Bilanzierungsgrenzen und Key Performance Indicators (KPIs) für Sanierungsfahrpläne“ sowie zum derzeit stattfindenden Dialogprozess mit gebäuderelevanten Zwischenergebnissen der Roadmap Energieeffizienz 2045.

2.1 Resümee ZIA „Gutachten zur Verschärfung der EnEV und Zusammenlegung EnEV / EEWärmeG für Wirtschaftsimmobilien“

Das 2016 im Auftrag des ZIA von der EGS-plan, Ingenieurgesellschaft Stuttgart erstellte Gutachten untersuchte die technisch-ökonomischen Auswirkungen auf Wirtschaftsimmobilien nach Einführung der Energieeinsparverordnung (EnEV) 2016 und der angekündigten weiteren Verschärfung im geplanten Gebäudeenergiegesetz (GEG). In diesem Kapitel werden die wesentlichen Ergebnisse der Studie zusammengefasst.

Mit der EnEV 2016 wurden verschärfte Anforderungen an die energetische Qualität von Gebäuden eingeführt. Für die Nutzungs-Kategorien Bürogebäude, Hotel und Shopping-Mall wurden am Beispiel von repräsentativen Typgebäuden die baulichen Anforderungen an die Gebäudehülle für verschiedene Varianten der Energieversorgung ermittelt und auf Basis der THG-Einsparungen und zusätzlichen Investitionskosten bewertet. Die zusätzlichen gesetzlichen Anforderungen nach dem Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) wurden berücksichtigt.

Das Gutachten kommt zu dem Ergebnis, dass zur Erreichung der im Jahr 2016 erstmals definierten klimapolitischen Ziele (Klimaschutzplan 2050), eine alleinige weitere Verschärfung der EnEV im Kontext mit dem EEWärmeG für Wirtschaftsimmobilien nicht zielführend ist. Dies wird noch deutlicher, wenn man über die EnEV-Bilanzierung hinaus den nutzerspezifischen Strombedarf im Kontext einer ganzheitlichen Betrachtung mit einbezieht.

Die im Klimaschutzplan der Bundesregierung angestrebten ambitionierten Reduzierungen der THG-Emissionen sind schneller und effektiver durch Betriebsoptimierungen, Effizienzsteigerungen und insbesondere den schnelleren Ausbau zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen im Wärme- und Stromsektor erreichbar.

Das Gutachten kommt 2016 zu folgenden grundsätzlichen Erkenntnissen:

Ausgangssituation

- Bewertungsgrößen Primärenergie und spezifischer Transmissionswärmeverlust (H_T') werden in der Praxis kaum verstanden!
- Referenzgebäude-Methodik (EnEV2016) ist für Wirtschaftsimmobilien nicht praktikabel

Ergebnisse

- Bei weiterer **Verschärfung der EnEV 2016 (zum Beispiel KfW 55)** ist die Wärmeversorgung bei Wirtschafts-Immobilien nicht mehr mit allen Energieträgern möglich beziehungsweise stellt unverhältnismäßig hohe Anforderungen an die thermische Qualität der Gebäudehülle. **Technologieoffenheit und Wirtschaftlichkeit sind damit nicht gegeben.**
- Weitere verschärfte Anforderungen an die **thermische Qualität der Gebäudehülle** sind bei Nichtwohngebäuden nicht zielführend.
- **Einsatz von gebäude-integrierter Photovoltaik** ist zur Erreichung der angestrebten Klimaschutzziele von hoher wirtschaftlicher Relevanz.
- Die angestrebten THG-Ziele im Gebäudebereich erfordern höheren „**Grünen Strom-, Wärme- und Gasanteil**“, insbesondere bei Einbeziehung des nutzerspezifischen Strombedarfs.

Ausblick und Empfehlungen

- Bestehende Gesetze und Verordnungen erheblich vereinfachen und weiterentwickeln
- CO₂- Label für Gebäude bei der nächsten EnEV-Novellierung einführen.
- Gebäudeperformance im Betrieb evaluieren, damit „Performance- Gap“ zwischen Planung und Praxis reduzieren – Digitalisierung der Verbrauchserfassung schneller vorantreiben
- Staatliche Förderungen auf tatsächlich erzielte THG-Einsparung ausrichten

2.1.1 Ausgangssituation

Neben dem von der Bundesregierung im November 2016 beschlossenen Klimaschutzplan stand die Zusammenlegung der EnEV und EEWärmeG zu einem „vereinfachten“ GEG auf der Tagesordnung. Dieser Schritt erschien notwendig, da die bestehende EnEV einen zu hohen Komplexitätsgrad besitzt und die darin verfolgte Zielgröße des Primärenergiebedarfs, in der Praxis kaum zu vermitteln ist und der „Klimaschutz“ damit nur indirekt zu beurteilen ist.

2.1.2 Vorgehensweise

Im Rahmen des Gutachtens wurden die energetischen, ökologischen und ökonomischen Auswirkungen der EnEV-Verschärfungen von 2014 auf 2016 für Wirtschaftsimmobiliien untersucht. Ergänzend erfolgte die vergleichende Analyse eines verbesserten Gebäudestandards am Beispiel des Energiestandards „KfW-Effizienzhaus 55“. Aus energetischer Sicht bildete der Standard „KfW Effizienzhaus 55“ das nächste deutliche Anforderungsniveau gegenüber der EnEV 2016.

Insgesamt 78 Varianten wurden für die drei Nutzungskategorien Büro, Hotel und Shopping-Mall berechnet. Hierzu wurden verschiedene Maßnahmenkombinationen an der Gebäudehülle, der Anlagentechnik und der Energieversorgung für die einzelnen Typgebäude miteinander verglichen. Für alle Varianten galt die Grundvoraussetzung,

dass mit den gewählten Maßnahmen die **gesetzlichen Anforderungen von EnEV und EEWärmeG** einzuhalten sind.

Im ersten Schritt erfolgte die Berechnung von End- und Primärenergiebedarf der Varianten im Kontext der angestrebten Gebäudeenergiestandards (EnEV 2016, KfW 55). Darauf aufbauend wurden die THG-Emissionen und die jährlichen Kosten nach VDI-Richtlinie 2067 ermittelt.

Bei der Bewertung der erforderlichen Schritte zur THG-Minderung im Gebäudebereich wurden neben der technischen Machbarkeit insbesondere die Wirtschaftlichkeit und die Reduktionseffizienz (Kostenaufwand / THG-Einsparung) analysiert.

2.1.3 Ergebnisse

Mit der Verschärfung der EnEV zum 01. Januar 2016 wurden die energetischen Anforderungen an neu zu errichtende Gebäude deutlich erhöht. Für die Gebäudehülle gelten nun Anforderungswerte, die einer Verbesserung der wärmeschutz-technischen Qualität um rund 20 Prozent entspricht. Parallel dazu erfolgte eine Verschärfung des Primärenergie-Anforderungswertes um 25 Prozent. Die PE-Anforderungswerte richten sich nach dem EnEV-Referenzgebäude. Das Referenz-Gebäude ist dabei in Geometrie, Gebäudenutzfläche und Ausrichtung identisch mit dem auszuführenden Gebäude. Für die Berechnung wurden festgelegte Referenzwerte für die Nutzungsbedingungen, die Anlagentechnik, die Gebäudedichtheit etc. vorgegeben. Diese Referenzwerte variieren bei Nichtwohngebäuden in Abhängigkeit von den geplanten Nutzungen und Technologien. Dies führte dazu, dass die Referenzgebäude-Methodik der EnEV 2014 in der Regel gut funktioniert und einen Anreiz für Energieeffizienzlösungen im Gebäudesektor darstellt.

Durch die pauschale PE-Verschärfung um 25 Prozent mit der EnEV 2016 beziehen sich die Anforderungswerte nun nicht mehr direkt auf das Referenz-Gebäude und die darin enthaltenen Referenztechnologien. Dies hat zur Folge, dass die neuen Anforderungswerte nicht mehr technologieoffen oder nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand zu erreichen sind. Um diese Problematik zu umgehen, ist es sinnvoll die Berechnungsmethode nach dem Referenzgebäude-Verfahren realitätsnah zu verbessern und gegebenenfalls im Bereich der Nichtwohngebäude eine Differenzierung vorzusehen.

Bewertungskriterium Primärenergiebedarf und THG-Emissionen

Die Gebäudebewertung im Rahmen der EnEV basiert grundlegend auf dem nicht erneuerbaren Anteil des rechnerisch ermittelten Primärenergiebedarfs. Dabei ist der Primärenergiebegriff in der Praxis keine transparente Größe und birgt unter anderem folgende Probleme:

- „Primärenergie“ ist keine physikalische, sondern eine politische Größe, der eine Fülle von methodischen Annahmen und politischen Interessen (unter anderem Faktor für Verdrängungs-Strommix, Bewertung erneuerbarer Brennstoffe) zugrunde liegt.
- Primärenergiebegriff nach DIN 18599 ist nicht kompatibel zum sonstigen Begriffsgebrauch (zum Beispiel den Statistiken der Arbeitsgemeinschaft

Energiebilanzen e.V. AG-Energiebilanzen), welche als Grundlage für die Bewertung der bundespolitischen Ziele herangezogen werden.

Neben den aufgeführten Problemen sprechen weitere Argumente für neue Ansätze bei der energetischen Bewertung von Gebäuden. Ein denkbarer alternativer Ansatz zur energetischen Gebäudebewertung basiert auf den **verursachten THG-Emissionen**. Grundsätzlich baut die Bewertung mittels THG-Emissionen weiterhin auf der Energiebedarfsberechnung der EnEV auf und ermöglicht eine Bewertung der Ressourcennutzung. Der direkte Vorteil der THG-Emissionen als Bewertungskriterium liegt jedoch darin, dass ein **direkter Zusammenhang zu den klimapolitischen Zielen der Bundesregierung** –klimaneutrale Gebäude und Quartier– hergestellt werden kann. Zur Beurteilung der Klimaschutzwirkung sind die THG-Emissionen anerkannte Größen und für Laien und Fachleute ein verständlicher und bereits bekannter Begriff (zum Beispiel für PKW > g CO₂/km). Deshalb wurden im Gutachten (2016) die jährlichen THG-Emissionen als Bewertungskriterium zusätzlich berücksichtigt.

Eine grundsätzliche Neuorientierung zur Beurteilung der ganzheitlichen Gebäude-Performance im Kontext der Zielsetzung der Bundesregierung (80 Prozent THG-Reduzierung bis 2050) ist erforderlich – CO₂- Label und CO₂-Grenzwerte für Gebäude sollten zeitnah eingeführt werden, spätestens mit dem GEG.

Energiestandards und Einsparpotentiale

Im Folgenden werden ausgewählte Ergebnisse für die Nutzungskategorien Büro, Hotel und Shopping-Mall erläutert.

Bürogebäude

Mit dem Inkrafttreten der EnEV 2016 sind die primärenergetischen Anforderungswerte pauschal verschärft worden. Dies hat zur Folge, dass zur Einhaltung der EnEV 2016 und des EEWärmeG bei fossilen Energieträgern eine deutlich verbesserte Qualität der Gebäudehülle erforderlich wurde. Im Mittel resultieren PE-Einsparungen gegenüber der EnEV 2014 in Höhe von 30 Prozent. Die THG-Emissionen sinken analog dazu um bis zu 20 Prozent.

Aus Abbildung 2.1 lässt sich diese Entwicklung ablesen. Befinden sich die Bedarfswerte (Säulen) unter der gestrichelten Anforderungslinie ist der angestrebte Energiestandard (EnEV 2016 oder KfW 55) erreicht.

Bei einer weiteren Verschärfung der EnEV 2016 (zum Beispiel KfW 55) ist die Wärmeversorgung allein mit einem Gaskessel nicht mehr möglich. Fernwärme- und Wärmepumpensysteme können bei Bürobauten lediglich in Zusammenhang mit einer deutlich verbesserten Gebäudehülle den Energiestandard KfW 55 erreichen. Die Anforderungswerte des Standards KfW 55 können jedoch durch den Einsatz von Photovoltaik mit geringerem Aufwand an der Gebäudehülle erfüllt werden. Das zusätzliche PE-Einsparpotential gegenüber dem EnEV 2016 Standard liegt bei 10 Prozentpunkten (→ gegenüber EnEV 2014 circa 40 Prozent). Das THG-Einsparpotential der KfW 55 Varianten gegenüber der EnEV 2016 beträgt lediglich 10 Prozentpunkte (Abbildung 2.4).

Für die untersuchten Varianten sind weitere verschärfte Anforderungen über die EnEV 2016 hinaus nicht zielführend.

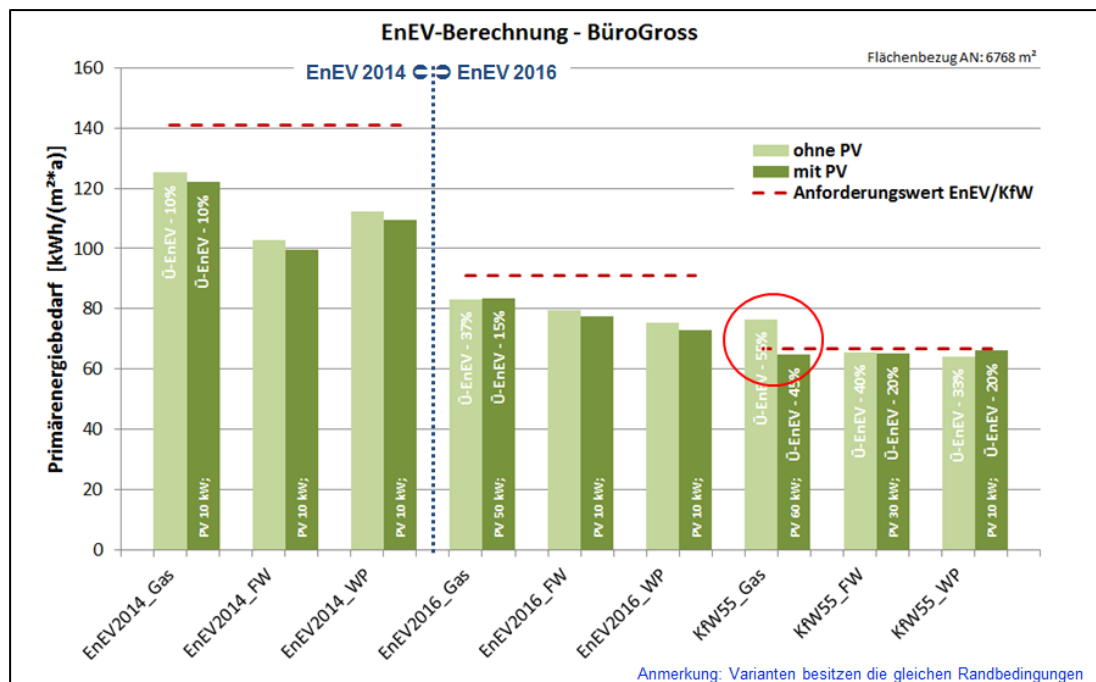


Abbildung 2.1 Primärenergiebedarf – Typgebäude „Büro Groß“ (die Werte in den Balken geben die PV- Anlagenleistung und die erforderliche Unterschreitung des mittleren U-Wertes der Gebäudehülle an)

Hotel

Die pauschale Verschärfung der EnEV 2016 gegenüber der EnEV 2014 hat beim Typgebäude „Hotel“ zur Folge, dass zur Einhaltung der gesetzlichen Anforderungen bei mehreren Varianten eine deutlich verbesserte Qualität der Gebäudehülle erforderlich wurde. Grundsätzlich können die Anforderungen dieser Nutzungskategorie noch erfüllt werden. Im Mittel resultieren PE-Einsparungen von rund 26 Prozent gegenüber der EnEV 2014. Die THG-Einsparungen betragen dabei rund 16 Prozent.

Bei einer weiteren Verschärfung der EnEV 2016 (zum Beispiel KfW Effizienzhaus 55) ist die Wärmeversorgung mit den hier zugrunde gelegten Technologien nicht mehr möglich (Abbildung 2.2). Die Bedarfswerte liegen auch mit erheblich verbesserter Gebäudehülle deutlich über den Anforderungswerten. Nur durch die zusätzliche solare Stromnutzung (Photovoltaik) lassen sich bei den analysierten Varianten die Anforderungswerte einhalten. Das zusätzliche PE-Einsparpotential gegenüber dem EnEV 2016 Standard liegt bei 12 Prozentpunkten (→ gegenüber EnEV 2014 circa 38 Prozent). Die THG-Emissionen der KfW 55 – Varianten nehmen gegenüber der EnEV 2016 um rund 12 Prozentpunkte ab (Abbildung 2.4).

Der Heiz- und Kühlenergiebedarf macht nur rund 30 Prozent des gesamten Primärenergiebedarfs aus, die Effekte einer Verbesserung der Gebäudehülle sind begrenzt.

Für die untersuchte Nutzungskategorie Hotel sind daher weitere verschärfte Anforderungen über die EnEV 2016 hinaus nicht zielführend.

Shopping Mall

Bereits die gestellten Anforderungen der EnEV 2014 führen bei Shopping Malls dazu, dass mit dem Energieträger Erdgas die gesetzlichen Mindestanforderungen nicht mehr eingehalten werden können (Abbildung 2.2). Nur mit den ökologisch vorteilhaften Wärmeversorgungs-Technologien, wie Fernwärme und Blockheizkraftwerk (BHKW), lassen sich die Anforderungen der EnEV 2014 erreichen.

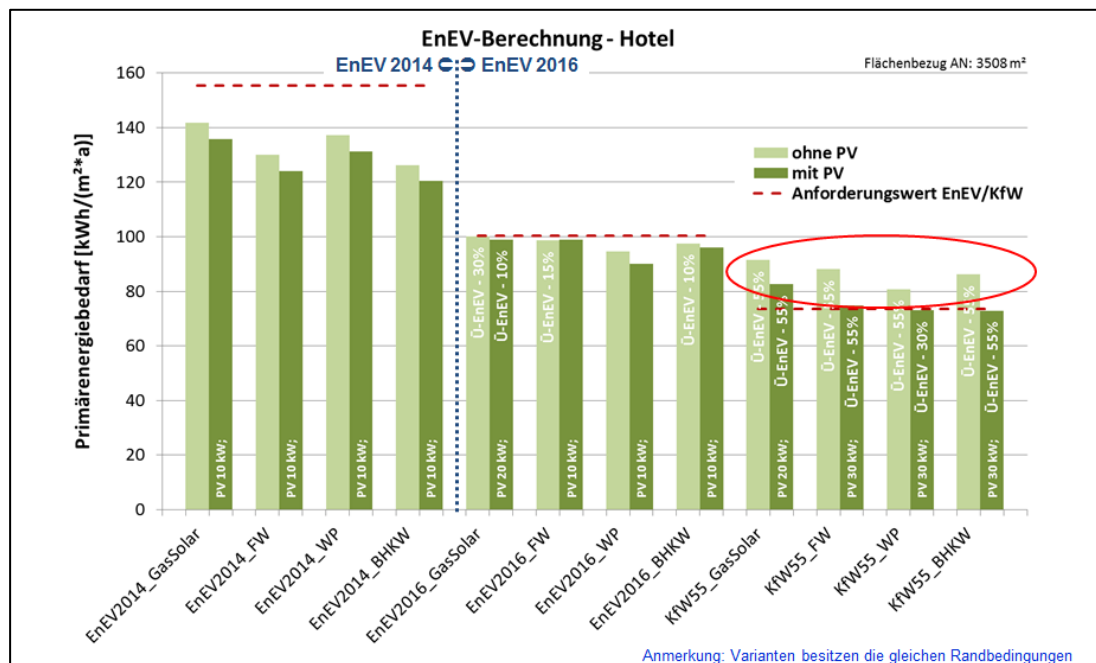


Abbildung 2.2 Primärenergiebedarf – Typgebäude „Hotel“ (die Werte in den Balken geben die Leistung der PV- Anlage und die erforderliche Unterschreitung des mittleren U-Wertes der Gebäudehülle an)

Mit dem Inkrafttreten der EnEV 2016 kann für Shopping Malls keine der untersuchten Versorgungsvarianten die gesetzlich einzuhaltenden Mindestanforderungen einhalten. Die Ursache dafür ist die für diesen Nutzungstyp nur bedingt geeignete EnEV-Berechnungsmethodik sowie die pauschale Verschärfung der Anforderungswerte. Auch bei einer extrem verbesserten Gebäudehülle (Dämmstärken) können die Anforderungswerte nicht eingehalten werden.

Eine weitere Verschärfung der Anforderungswerte (KfW Effizienzhaus 55) ist deshalb für diesen Gebäudetyp völlig unsinnig.

Für Shopping Malls sind verschärfte Anforderungen über die EnEV 2014 hinaus nicht praktikabel und nicht zielführend. Sinnvollerweise sollte die Methode der EnEV-Referenzgebäude realitätsnah weiterentwickelt und eine Differenzierung unter den einzelnen Nutzungskategorien vorgesehen werden.

Die Analyse des Primärenergiebedarfs verdeutlicht, dass für Wirtschaftsimmobilien die Einhaltung der gesetzlichen Mindestanforderungen generell nicht mit allen

technischen Anlagen zur Wärmebereitstellung möglich ist (Abbildung 2.3). So führen die Anforderungen der EnEV 2016 und des EEWärmeG beim Einsatz von Gaskesseln zu unverhältnismäßig hohen Anforderungen an die thermische Qualität der Gebäudehülle (wirtschaftlich unsinnige Wärmedämmdicken). Beim KfW 55 - Standard kann grundsätzlich nur von einer eingeschränkten Technologieoffenheit gesprochen werden, da das Erdgas in Brennwertkesseln zur Wärmeerzeugung auch bei verbesserter Gebäudehülle nicht mehr eingesetzt werden kann.

Ökologisch vorteilhafte Wärmeversorgungssysteme, wie „grüne“ Fernwärme mit geringem CO₂-Footprint oder elektrische Wärmepumpen, die mit einem hohen Anteil an „grünem Strom“ betrieben werden, sind Alternativen, um die Mindestanforderungen der EnEV 2016 ohne Mehraufwand an der Gebäudehülle zu erfüllen.

Generell sind Photovoltaik (PV)-Anlagen zur Erreichung der vorgegebenen Ziele von EnEV und EEWärmeG von hoher wirtschaftlicher Relevanz und führen direkt zu einer Reduktion fossilen Ressourcenverbrauchs und der THG-Emissionen. Durch den Einsatz von PV-Anlagen können bei allen Typgebäuden kostenintensive Maßnahmen an der Gebäudehülle reduziert werden (bis zur Mindestanforderung).

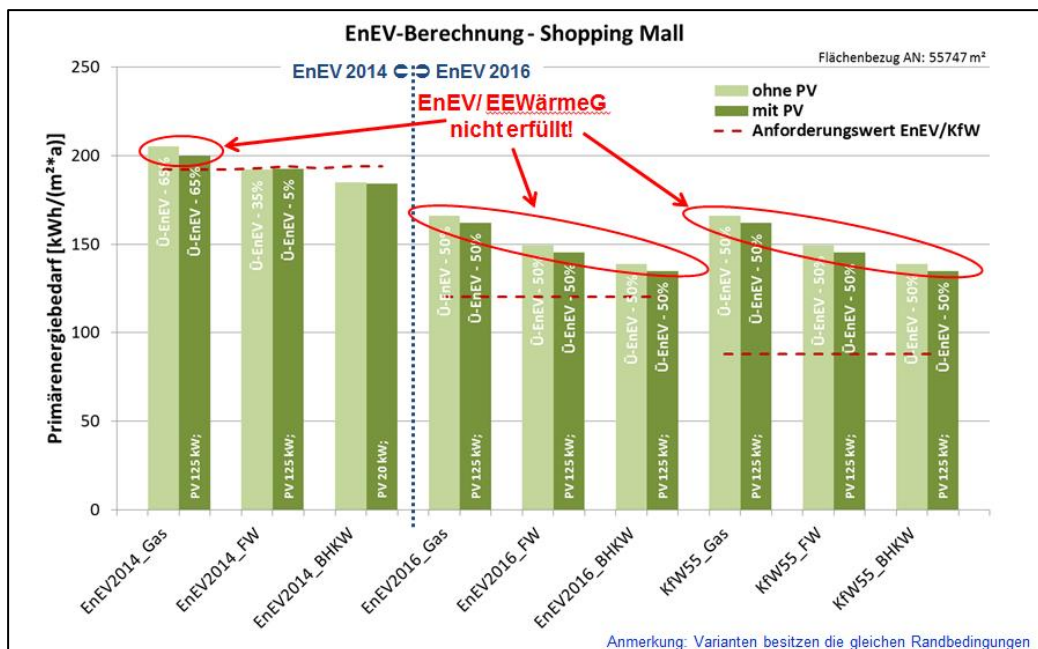


Abbildung 2.3 Primärenergiebedarf – Typgebäude „Shopping Mall“ (die Werte in den Balken geben die PV- Leistung und die erforderliche Unterschreitung des mittleren U-Wertes der Gebäudehülle an)

Die Abbildung 2.4 fasst die Ergebnisse der untersuchten Varianten zusammen und zeigt die Spannweite der erreichbaren Einsparungen der THG-Emissionen für die eingeführte und geplante Verschärfung der EnEV in Verbindung mit dem EEWärmeG. Für die einzelnen Gebäudetypologien wurde das jeweilige relative Einsparpotential der einzelnen Versorgungsvarianten der EnEV 2016 zu denen der EnEV 2014 (14→16) aufgezeigt. Ergänzt wurde dies durch die Darstellung des zusätzlichen Einsparpotentials der KfW 55-Varianten im Vergleich zu denen der EnEV 2016 (16→KfW 55).

Die Reduzierungen der EnEV 2016 (im Vergleich zu EnEV 2014) wurden maßgeblich durch die Reduzierung des Primärenergiefaktors (1,8 statt 2,4) für Netzstrom

verursacht und nicht durch kostenintensive Maßnahmen an der Gebäudehülle und Anlagentechnik. Die prozentualen Reduzierungen würden sich mehr als halbieren, wenn man die nutzerspezifischen Strombedarfe der Gebäude mit einbeziehen würde, was im Kontext der Gesamtbetrachtung nach dem Verursacher-Prinzip erforderlich wäre.

2.1.4 Schlussfolgerung

Das Gutachten kommt zu dem Ergebnis, dass zur Erreichung der klimapolitischen Ziele eine weitere Verschärfung der EnEV 2016 für Wirtschaftsimmobilien nicht zielführend ist. Für Shopping-Malls hat die Einführung der EnEV 2016 bereits den Grundsatz der Technologieoffenheit verletzt.

Die Kostenunterschiede aufgrund energierelevanter Maßnahmen innerhalb der Varianten und Energiestandards sind als relativ klein einzustufen (Abbildung 2.4). Die Bewertung der THG-Einsparpotentiale durch eine weitere Verschärfung der EnEV 2016 führt jedoch zu keiner signifikanten Mehreinsparung, besonders wenn die Betrachtung auch den Nutzerstrombedarf in den Gebäuden mit einbezieht. Abbildung 2.5 verdeutlicht den Betriebs- und Nutzerstromeinfluss auf die gesamten THG-Emissionen von Wohn- und Nichtwohngebäuden.

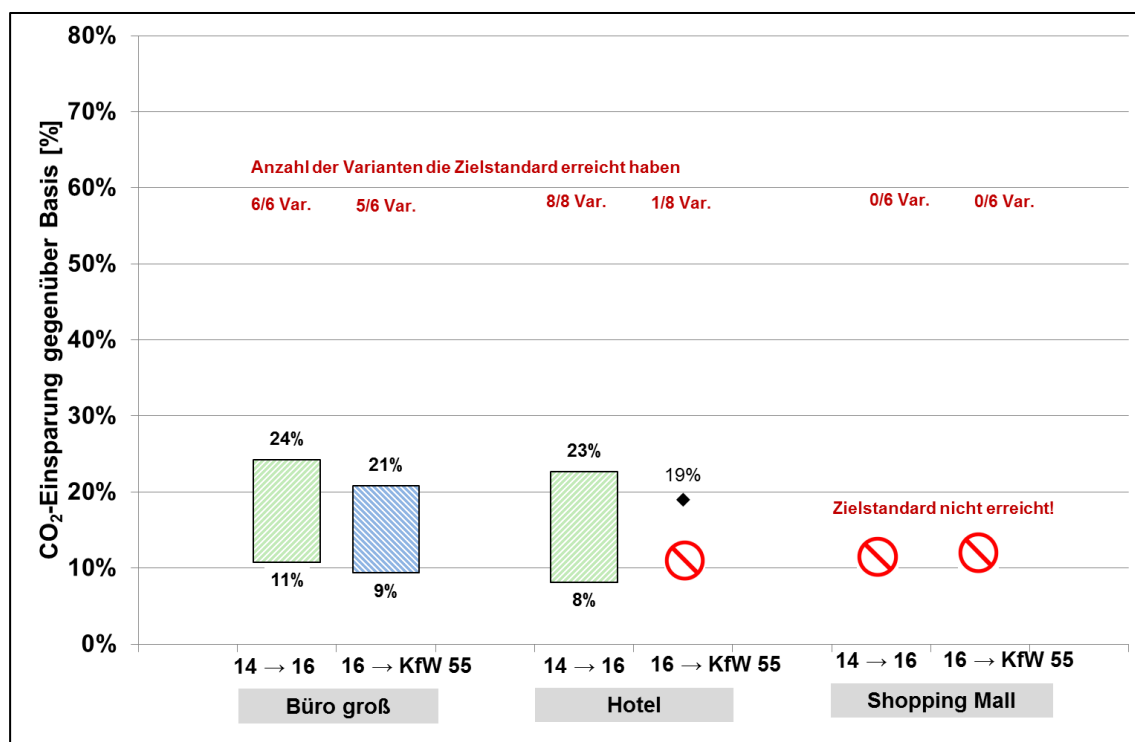


Abbildung 2.4 THG-Einsparung der analysierten Gebäudetypologien

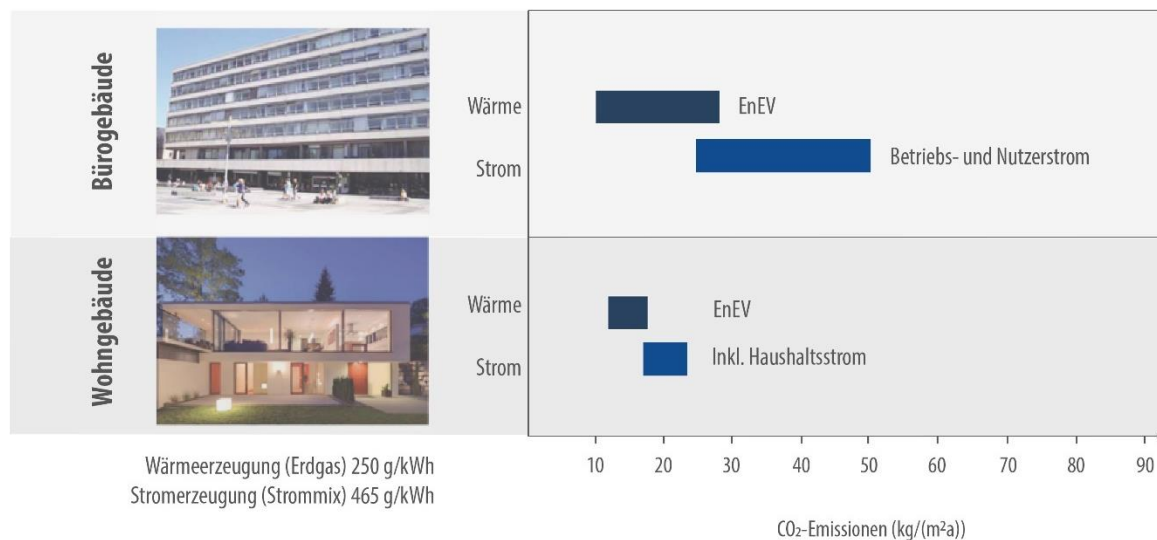


Abbildung 2.5 CO₂-Emissionen – Büro- und Wohngebäude im Vergleich

Nennenswerte Reduzierungen der THG-Emissionen lassen sich unter anderem durch folgende Punkte erreichen:

- 1. Betriebsoptimierungen** (insbesondere bei Wirtschafts-Immobilien) und Anforderungen an die energetische Performance des Gebäudebestands
- 2. Effizienzsteigerung** (Kraft-Wärme-Kopplung (KWK), Gas- und Dampfturbinenkraftwerk (GUD)) und weiteren **Ausbau der erneuerbaren Energie** in der vorgelagerten leitungsgebundenen Energieinfrastruktur

In Abbildung 2.6 ist der Einfluss der weiteren Dekarbonisierung des Netzstroms dargestellt. Ausgehend von dem aktuellen Strom-Mix ergeben sich THG-Einsparpotentiale bis zu 40 Prozent.

CO₂-Einsparung – Einfluss „Grüner Strom“ - Szenario 2050

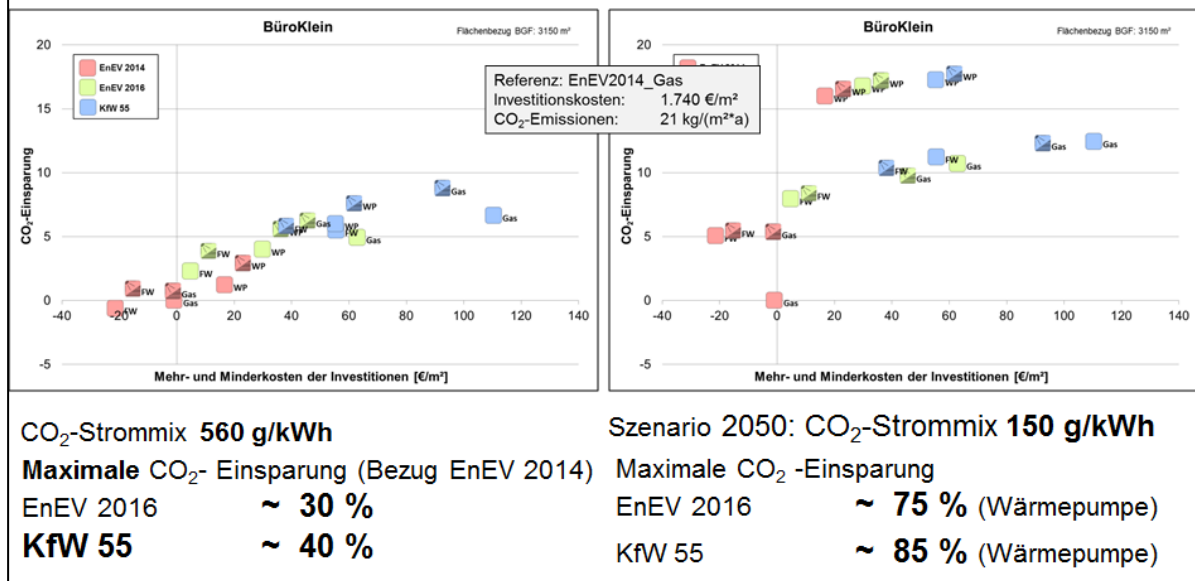


Abbildung 2.6 THG-Emissionen im Szenario 2050 – Typgebäude „Büro“

Mit der Annahme einer Stromversorgung auf weitgehender Basis erneuerbarer Energien resultieren auf Gebäudeebene Einsparpotentiale bis zu 85 Prozent, die den nationalen klimapolitischen Zielsetzungen entsprechen. Dieser signifikante Einfluss ist ein externer Parameter, der durch Verschärfungen am Gebäude nicht beeinflusst wird.

Mittelfristig gilt es daher eine Neuorientierung zur Beurteilung der ganzheitlichen Gebäude-Performance im Kontext der Zielsetzung der Bundesregierung (80 Prozent THG-Reduzierung bis 2050) herbeizuführen.

Ein **CO₂-Label für Gebäude** in [kg CO₂/(m²a)], dass durch den Betrieb, die Nutzung und die Erstellung verursachten THG-Emissionen berücksichtigt, hilft als Hauptanforderung die relevante klimapolitische Zielgröße CO₂ verständlich und bewertbar zu machen. Die thermische **Mindestqualität der Gebäude-hülle (Transmissionswärmeverlust (H_t')) bzw. mittlerer Wärmedurchgangskoeffizient (U_{mittel}) Stand EnEV 2016)** bleibt weiterhin eine notwendige Nebenanforderung.

Der „Klimaschutzplan 2050“ der Bundesregierung gibt ambitionierte Ziele im Bereich von Neubauten und Quartierslösungen vor. Für das Erreichen des klimaneutralen Gebäudebestands sind jedoch die bisherigen Ansätze zu überdenken und der rechtliche Rahmen sollte im Rahmen einer Neuausrichtung mit dem Fokus auf „Gebäude, Energie und Klimaschutz“ an Konsistenz gewinnen.

Statt Maßnahmen zur Reduzierung von Primärenergiebedarf und THG-Emissionen im Vorfeld zu fördern, sollte die freiwillige Reduzierung von tatsächlichen THG-Einsparungen belohnt werden, dazu ist eine regelmäßige Überprüfung erforderlich.

2.2 Resümee ZIA Positionspapier „Bilanzierungsgrenzen und Key Performance Indicators (KPIs) für Sanierungsfahrpläne“

Die 2020 im Auftrag des Zentralen Immobilien Ausschusses (ZIA) vom Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Technologie und Management im Baubetrieb (TMB), Professur für Facility Management, erstellte Studie [157] untersuchte geeignete Bilanzierungsgrenzen und Key Performance Indicators (KPIs) für Sanierungsfahrpläne. In diesem Kapitel werden die wesentlichen Ergebnisse der Studie und dem daraus resultierendem Positionspapier [7] zusammengefasst. Sie dienen als Grundlage für die aktuelle Studie.

Generell lässt sich feststellen, dass die zu diesem Zeitpunkt verfügbaren nationalen und internationalen Veröffentlichungen kaum stringente Zielwerte vorgeben. Es gibt Zielwerte sowohl nach dem Quellprinzip als auch nach dem Verursacherprinzip. Dabei erfolgt politisch keine finale Festlegung, nach welchem Prinzip sich Akteure aus dem Gebäudebereich richten sollen. Zudem fehlen gebäudeclusterspezifische Zielwerte, die es Eigentümern und Verwaltern ermöglichen, zielgerichtete Maßnahmen umzusetzen. Es gibt auf nationaler und internationaler Ebene diverse Verbände, Institutionen und Projektinitiativen, die Vorschläge hinsichtlich der Festlegung auf bestimmte KPIs und Bilanzierungsmöglichkeiten zur sicheren Umsetzung von Maßnahmen zum Klimaschutz im Gebäudebereich veröffentlicht haben.

Aus den politischen Vorgaben und den gesichteten Umsetzungsvorschlägen wurde im Rahmen der Studie ein Entscheidungsbaum zur Festlegung von KPIs und Bilanzierungsmöglichkeiten für den nationalen Gebäudesektor erarbeitet. Dieser Entscheidungsbaum stellt einen Vorschlag zur Vereinheitlichung der zu betrachtenden KPIs sowie des Bilanzierungsrahmens, damit Akteure entsprechende Maßnahmen zielgerichtet und sicher umsetzen können. Im Folgenden werden die wesentlichen Inhalte des Entscheidungsbaums kurz aufgeführt.

1. Endenergieverbrauch und die THG-Emissionen sind maßgebende KPIs und nach dem Verursacherprinzip zu bilanzieren
2. Es wird lediglich der Gebäudebetrieb bilanziert. Perspektivisch kann auch die Konstruktion, unter Berücksichtigung entsprechend angepasster Zielwerte, in die Bilanz miteinbezogen werden.
3. Bilanzierung erfolgt entsprechend der Energieeinsparverordnung (EnEV) / des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) (Wärme, Kälte, Lüftung sowie fest eingebaute Beleuchtung, letzteres nur bei Nichtwohngebäuden). Nicht berücksichtigt werden sonstige Anteile für elektrische Nutzeranwendungen (Haushaltsgeräte, Informations- und Kommunikationstechnologie, Prozesse).
4. Verwendung von zertifiziertem Ökostrom oder Ökogas, ohne „Greenwashing“, ist in der Gebäudebilanz entsprechend mit einem klimapositiven Effekt (Faktor 0) zu berücksichtigen.
5. Die Referenzfläche, auf die Verbräuche und THG-Emissionen zu beziehen sind, ist die „Nutzfläche“ nach dem GEG.

Aus aktueller Sicht lässt sich festhalten, dass die politischen Zielwerte für den Gebäudesektor nach Verursacherprinzip, die innerhalb der Studie gesichtet wurden, nach der Novellierung des Klimaschutzgesetzes (im Jahr 2021) noch nicht aktualisiert wurden. Derzeit fehlt es dem Gebäudesektor an Planungssicherheit auf Gebäudeebene. Eine Ausrichtung der politischen Vorgaben an THG-Budgets für den Betrieb und perspektivisch auch die Konstruktion (Kapitel 1.1.6) wird als zielführender für den Klimaschutz erachtet.

2.2.1 Überblick

Bei der UN-Klimakonferenz in Paris (Frankreich) im Dezember 2015 einigten sich 197 Staaten auf ein neues, globales Klimaschutzabkommen. Darin wird angestrebt, dass die Erderwärmung im Vergleich zum vorindustriellen Zeitalter auf „deutlich unter“ 2 Grad zu begrenzen ist. Anstrengungen für eine Beschränkung auf 1,5 Grad werden zusätzlich gefordert. Dazu steht vor allem die Minderung der THG-Emissionen im Vordergrund. Bisher standen meist der Endenergie- und der Primärenergieverbrauch im Mittelpunkt der Betrachtung, wenn es um den nachhaltigen Betrieb von Immobilien geht. Daher liegt es nicht fern, dass auch internationale und nationale Veröffentlichungen neben der Reduktion von THG-Emissionen auf eine Abminderung dieser beiden Indikatoren abzielen.

Mit unter anderem dem Klimaschutzplan 2050, dem Integrierten nationalen Energie- und Klimaplan (NECP-Deutschland) sowie dem kürzlich verabschiedeten GEG liefert Deutschland jeweils nationale Antworten auf Anforderungen aus der EU-Ebene. Dabei verfolgt Deutschland ebenfalls die ambitionierten Ziele aus dem European Green Deal. Für den Gebäudesektor gibt es auf nationaler Ebene zusammenfassend die Forderungen nach Tabelle 2.1 für Grenzwerte der relevanten KPIs.

Tabelle 2.1 Gebäudesektorbezogene Zielvorgaben nach Energieeffizienzstrategie Gebäude, Klimaschutzplan 2050 sowie Klimaschutzgesetz (2019) [7]

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	< 2453-2757 und 24-32 % Anteil erneuerbarer Energien	< 1997-2008	< 152-153	< 70-72
2040	< 1.966–2.465 und 30–43 % Anteil erneuerbarer Energien	< 1.299–1.309	☒ k.A.	☒ k.A.
2050	< 1597 - 2243 und 34-50 % Anteil erneuerbarer Energien	< 827 - 840	< 55-57 und „nahezu klimaneutraler Gebäudebestand“	„nahezu klimaneutraler Gebäudebestand“
	Wohngebäude: 74 - 104 kWh/(m ² a) Nichtwohngebäude: 100 - 139 kWh/(m ² a)	Wohngebäude: ~40 kWh/(m ² a) Nichtwohngebäude: ~52 kWh/(m ² a)	~10 kg CO ₂ - äq/(m ² a) (Eigene Berechnung)	0 kg CO ₂ - äq/(m ² a) (Eigene Annahme)

In der Energieeffizienzstrategie Gebäude des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi), die im NECP-Deutschland Einzug findet, wird für 2050 ein Endenergieverbrauch von rund 1597-2243 Petajoule (Reduktion um circa 36-54 Prozent gegenüber 2008) und ein nicht-erneuerbarer Primärenergieverbrauch von 827-840 Petajoule (Reduktion um circa 80 Prozent gegenüber 2008) im gesamten Gebäudesektor gefordert. Der nicht-erneuerbare Primärenergieverbrauch umfasst zusätzlich zum eigentlichen Energiebedarf an einem fossilen Energieträger die Energiemenge, die durch vorgelagerte Prozessketten außerhalb der Systemgrenze

bei der Gewinnung, Umwandlung und Verteilung des Energieträgers benötigt wird und wird aus dem Endenergieverbrauch in Gebäuden mittels Umrechnungsfaktoren bestimmt. Übertragen auf den prognostizierten Nutzflächenbestand deutscher Immobilien ergeben sich für Wohngebäude im Jahr 2050 als Zielwerte ein Endenergieverbrauch zwischen 74 und 104 sowie ein Primärenergieverbrauch von rund 40 Kilowattstunden pro Quadratmeter im Jahr. Für Nichtwohngebäude soll der Endenergieverbrauch zwischen 100 und 139 sowie der Primärenergieverbrauch bei circa 52 Kilowattstunden pro Quadratmeter im Jahr liegen.

Berechnungsgrundlage für den End- und den Primärenergieverbrauch sowie die damit zusammenhängenden THG-Emissionen deutscher Immobilien liefert die EnEV beziehungsweise ab 2020 das GEG. Bilanziert wird nach dem Verursacherprinzip. Nach diesem Prinzip werden alle Energieanteile, die im Gebäude verursacht werden, auch dem Gebäude zugerechnet. Dem Verursacherprinzip gegenüber steht das Quellprinzip. Auf EU-Ebene und auch unter anderem mit dem Klimaschutzgesetz werden THG-Emissionsziele nach dem Quellprinzip definiert. Nach diesem werden THG-Emissionen der Herkunft der verbrauchten Energie zugeschrieben und nicht der Stelle des Verursachers. Am Beispiel Gebäude würde die gesamte Energiemenge und die damit verbundenen THG-Emissionen, die durch die Nutzung von Fernwärme in der Immobilie umgesetzt werden, nach dem Quellprinzip dem Energiesektor zugeordnet. Nach dem Verursacherprinzip verbleiben die umgesetzte Energiemenge durch die Nutzung von Fernwärme und die zugehörigen THG-Emissionen jedoch im Gebäudesektor.

So unterschiedlich die Definitionen des Quell- und des Verursacherprinzips sind, so unterschiedlich fallen auch die Zielkennwerte für die THG-Emissionen 2050 aus. Nach dem Quellprinzip im Klimaschutzgesetz (von 2019) sowie im Klimaschutzplan 2050 wird 2030 eine THG-Emissionsobergrenze von rund 72 Millionen Tonnen THG-Emissionen (Reduktion um circa 66 Prozent gegenüber 1990) im Gebäudesektor und 2050 ein „nahezu klimaneutraler Gebäudebestand“ gefordert. Nach dem Verursacherprinzip aus der Energieeffizienzstrategie Gebäude liegt die THG-Emissionsobergrenze 2030 bei circa 152,5 Millionen Tonnen (Reduktion um circa 50 Prozent gegenüber 2008) und 2050 bei rund 56 Millionen Tonnen (Reduktion um circa 82 Prozent gegenüber 2008) THG-Emissionen im Gebäudesektor. Dies ergibt über den prognostizierten Nutzflächenbestand in Deutschland von circa 5,5 Milliarden Quadratmeter einen Wert von rund 10 kg THG-Emissionen pro Quadratmeter (nach GEG) im Jahr für 2050. Bei diesem Wert wird weder zwischen Wohn- und Nichtwohngebäuden unterschieden, noch finden unterschiedliche Asset-Klassen wie Bürogebäude, Krankenhäuser etc. gesonderte Berücksichtigung. Um dem „nahezu klimaneutralen Gebäudebestand“ im Jahre 2050 nach dem Quellprinzip zu begegnen, wären THG-Emissionen von 0 kg THG-Emissionen pro Quadratmeter im Jahr als Zielwert für Immobilien zu interpretieren.

Es stellt sich für Gebäudeeigentümer berechtigterweise die Frage, ob 2050 nun 10 kg nach Verursacherprinzip oder 0 kg THG-Emissionen pro Quadratmeter im Jahr nach Quellprinzip der Zielwert ist, den es zu erreichen gilt, um dem Klimaschutz gerecht zu werden. Unterlassenes Handeln bringt zudem wirtschaftliche Nachteile im Gebäudebetrieb durch Sanktionen aus beispielsweise CO₂-Bepreisungen bei Nutzung von Öl und Gas im Gebäude oder steigende Energiepreise durch den EU-ETS CO₂-Zertifikatehandel mit sich.

Nach dem Quellprinzip können im Gebäude umgesetzte Energie und THG-Emissionen durch die ausschließliche Nutzung von Strom und Fernwärme auf den Energiesektor

verlagert werden. Damit wären effizienzsteigernde Sanierungsmaßnahmen am Gebäude für die THG-Emissionsziele im Jahr 2050 jedoch überflüssig, denn die Gebäudesektorziele sind durch die Auslagerung aller Verbräuche und THG-Emissionen auf den Energiesektor erreichbar. Das entspricht jedoch nicht dem von EU-Ebene übernommenen und in nationalen Veröffentlichungen in erster Linie geforderten „Efficiency First“-Prinzip, nach dem durch Modernisierungsmaßnahmen primär Effizienzsteigerungen erzielt werden sollen. Deshalb ist man sich einig, dass bei der Konzeption von Sanierungsfahrplänen das Verursacherprinzip und damit in erster Linie der Zielwert von 10 kg THG-Emissionen pro Quadratmeter maßgebend ist. Insgesamt sind alle drei Kenngrößen, THG-Emissionen, Endenergieverbrauch, und nicht-erneuerbarer Primärenergieverbrauch mit gebäudebezogenen Zielwerten für 2050 ausgestattet. THG-Emissionen und Endenergieverbrauch sind eine höhere Relevanz für den anzustrebenden Klimaschutz im Gebäudesektor zuzuweisen. Der nicht-erneuerbare Primärenergieverbrauch ist jedoch aufgrund der historischen Bedeutung und Verankerung im GEG nach wie vor als weitere Kenngröße im Klimaschutz miteinzubeziehen und spielt bei der Taxonomie eine wesentliche Rolle.

Auf nationaler sowie auf internationaler Ebene gibt es derzeit keine öffentlichkeitswirksame Vorgabe nach welchen Maßgaben Bilanzierungen anzustellen sind, um Verbräuche beziehungsweise THG-Emissionen ganzheitlich (Betrieb und Konstruktion) abzubilden und somit haben Immobilieneigentümer aktuell keine Planungssicherheit bei der Konzipierung von Sanierungsfahrplänen für ihre Gebäude. Abbildung 2.7 zeigt Veröffentlichungen auf internationaler, EU- und nationaler Ebene, die für den Klimaschutz im Gebäudesektor von besonderer Relevanz sind sowie Interdependenzen der Veröffentlichungen. Im unteren Bereich des Schaubilds finden sich nationale sowie internationale Verbände, Institutionen und Projekte, die mit weiteren Veröffentlichungen Ansätze für Bilanzierungsregeln schaffen, um gebäudebezogene, klimaschutzrelevante Kennwerte zu ermitteln. Auf internationaler Ebene bieten beispielsweise das in der Testphase befindliche Tool „Level(s)“ von der Europäischen Kommission und auch das Carbon Risk Real Estate Monitor (CRREM)-Tool umfassende Bilanzierungsmöglichkeiten. Auf nationaler Ebene hat sich das Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB) Rahmenwerk als sehr hilfreich herausgestellt. Es ist ergänzend zu den nationalen Anforderungen auch konform mit der EU-Taxonomie sowie weiteren Internationalen Regelwerken, wie dem Greenhouse Gas Protocol (GHG-Protocol) und den Global Reporting Initiative (GRI) Standards.

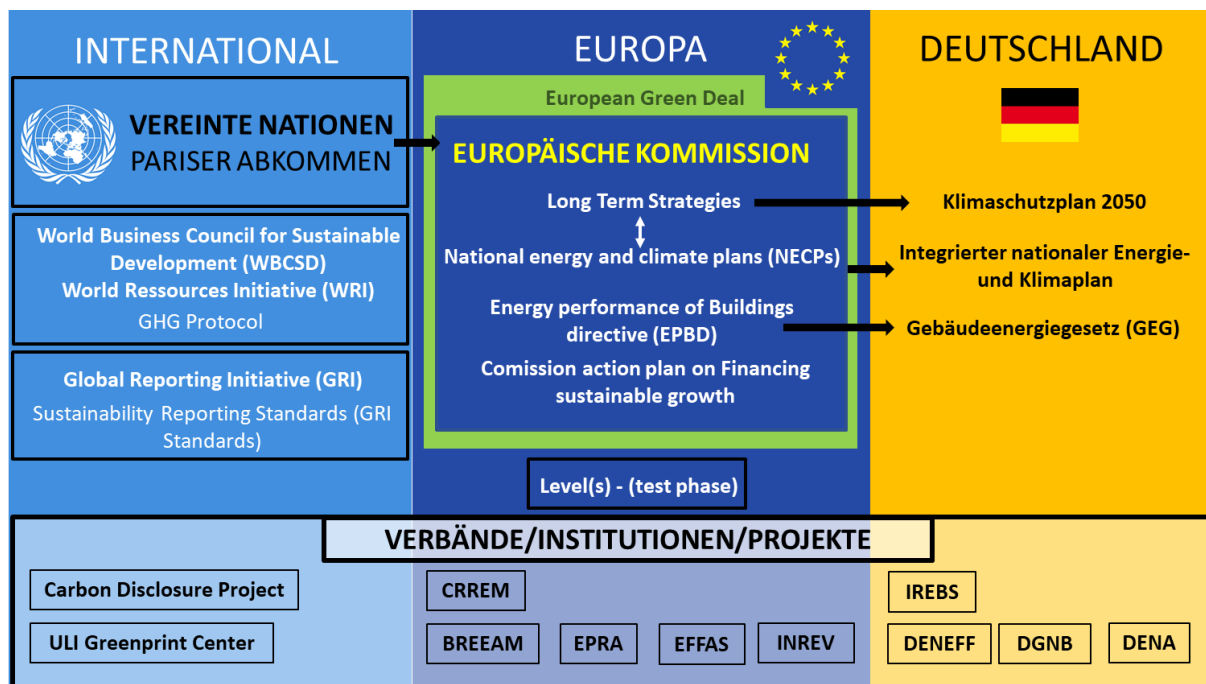


Abbildung 2.7 Zusammenstellung der nationalen und internationalen Veröffentlichungen sowie Verbände, Institutionen und Projekte mit Relevanz für den Klimaschutz im Gebäudesektor hinsichtlich Bilanzierungsgrenzen und KPIs [7]

Aus den genannten Lösungsansätzen wurde ein Konzept entwickelt, das den notwendigen Bilanzierungsrahmen absteckt, anhand dem die maßgebenden Kenngrößen für Immobilien auf sinnvolle Art und Weise ermittelt werden können. Dieses Konzept soll als Orientierung für zu konzipierende Sanierungsfahrpläne dienen, um Gebäudeeigentümern Planungssicherheit im undurchsichtigen Richtlinien-Dschungel zu ermöglichen und zeigt die notwendigen Schritte in der angegebenen Reihenfolge auf. Abbildung 2.8 visualisiert das Konzept.

Konzept zur Entwicklung von Sanierungsfahrplänen [7]:

- Bilanzierung anhand des Verursacherprinzips

Eine Bilanzierung der Gebäude-Emissionen und des Einsatzes erneuerbarer Energien nach dem Verursacherprinzip führen zu einer den Klimazielen adäquaten Anreizwirkung. Das Verursacherprinzip ist bereits im GEG zugrunde gelegt. Das ermöglicht unter Einbezug der gebäudespezifischen Kennwerte eine sachgerechte Anrechnung der verursachten THG-Emissionen sowie Energieverbräuche.

- Bilanzierung Ausrichtung auf THG-Emissionen und Endenergieverbrauch als KPI
Es muss der Fokus auf substanzielle, tatsächliche Einsparungen von THG-Emissionen liegen. Hierzu sollte sich auch das Energieeinsparrecht mittel- bis langfristig am CO₂-Ausstoß der Gebäude orientieren. Es gilt, insbesondere im Bestand, mit intelligenten, wirtschaftlich sinnvollen Methoden möglichst viel CO₂-Emissionen einzusparen. Der Endenergieverbrauch wird zudem als Hilfskennwert benötigt, um die THG-Emissionen zu berechnen

- Bilanzierung des Gebäudebetriebs ohne Nutzeranteile

In der Bilanzierung sind gebäudebezogene Verbräuche und Emissionen zu berücksichtigen. Nicht berücksichtigt werden der Nutzeranteil für elektrische

Nutzeranwendungen. Im Sinne einer Gesamtbilanzierung des Energiebedarfs wäre eine Berücksichtigung des gesamten Nutzerenergiebedarfs perspektivisch denkbar.

- Perspektivisch graue Energie berücksichtigen

Zum jetzigen Zeitpunkt sollte bei einer Bilanzierung lediglich der Gebäudebetrieb berücksichtigt werden. Abhängig von der zukünftigen Gesetzgebung muss jedoch auch die Mitbilanzierung der Konstruktion neu eingebrachter Bauteile perspektivisch beobachtet und gegebenenfalls ausgewiesen werden. Im Falle der Zurechnung von THG-Emissionen zum Gebäudesektor muss folglich die Herstellung mit Null bilanziert werden. Aus diesem Grund schlagen wir perspektivisch vor, die von neuen Bauteilen eingebrachten Emissionen auszuweisen und folglich nicht anzurechnen.

- Anrechenbarkeit von Ökostrom und Ökogas in der Bilanzierung gewährleisten

Gemäß dem ZIA-Positionspapier „Anrechnung erneuerbarer Energien am Gebäudesektor“ [158] von Februar 2021 ist die Bilanzierung von Ökostrom oder Ökogas nur zertifiziert und ohne „Greenwashing“ auszugestalten.

- Die „Nutzfläche“ als einheitliche Referenzfläche festlegen

Als einheitliche Referenzfläche ist die „Nutzfläche“, die beheizt und gekühlt wird, gemäß GEG zu wählen. Diese entspricht der „Nettogrundfläche“ nach DIN V 18599 bei Nichtwohngebäuden sowie der Netto-Raumfläche nach DIN 277-1. Bei Wohngebäuden entspricht sie der „Gebäudenutzfläche“ nach DIN V 18599.

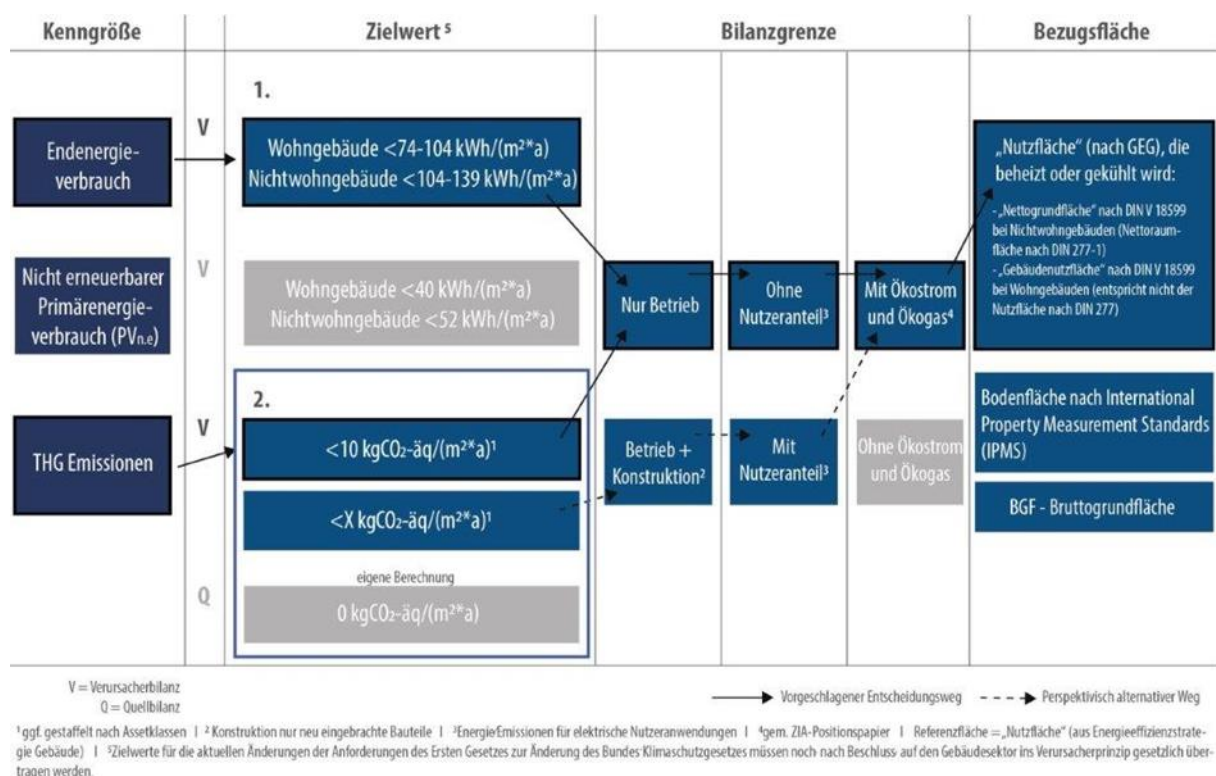


Abbildung 2.8 Lösungsvorschlag für das Konzept zur Entwicklung von Sanierungsfahrplänen mit Zielwerten für 2045¹⁰ [7]

¹⁰ Entsprechend der wahrscheinlichen Änderung der Anforderungen des Ersten Gesetzes zur Änderung des Bundes-Klimaschutzgesetzes

Abschließend ist noch einmal hervorzuheben, dass bei sämtlichen, bisher veröffentlichten Zielwerten die Gebäudetypabhängigkeit fehlt. Damit Immobilieneigentümer sinnvolle Sanierungsfahrpläne für ihre Portfolios erstellen können, ist eine Modifizierung aller Zielwerte für 2050 (sowie auch für 2030 beziehungsweise 2040) von gesetzgebender Seite nach unterschiedlichen Asset-Klassen (Bürogebäude, Krankenhäuser, etc.) unabdingbar und sollte von der gesamten Branche gefordert werden.

2.2.2 Notwendige Aktualisierung von Zielwerten

Da es nach Kapitel 1.1 keine auf das Klimaschutzgesetz (2021) angepassten Zielwerte nach dem Verursacherprinzip hinsichtlich des jährlichen Energieverbrauchs beziehungsweise der jährlichen THG-Emissionen gibt, sollten Zielwerte entsprechend entwickelt werden. Tabelle 2.2 macht aufbauend auf Tabelle 2.1 kenntlich, an welchen Stellen unter anderem aktualisierte Zielwerte eingeführt werden sollten. Die Zielwerte sind zudem auf gebäudespezifische Quadratmeter (nach GEG) zu übertragen.

Tabelle 2.2 Forderung für Aktualisierungen (in gelben Zellen) der gebäudesektorbezogenen Zielvorgaben entsprechend dem aktualisierten Klimaschutzgesetz (2021) [2]

Jahr	Endenergieverbrauch Verursacherprinzip [PJ] <i>Aktualisierung!</i>	Primärenergieverbrauch nicht erneuerbarer Verursacherprinzip [PJ] <i>Aktualisierung!</i>	THG-Emissionen Verursacherprinzip [Mio. t CO ₂ -äq] <i>Aktualisierung!</i>	THG-Emissionen Quellprinzip [Mio. t CO ₂ -äq]
2030	< 2453-2757 und 24-32 % Anteil erneuerbarer Energien	< 1997-2008	< 152-153	< 70-72 <i>< 67</i>
2040	< 1.966–2.465 und 30–43 % Anteil erneuerbarer Energien	< 1.299–1.309	☒ k.A.	☒ k.A. <i>Sektorübergreifend -88 % gegenüber 1990. Aktualisierter Zielwert für Gebäudesektor!</i>
2050 <i>2045</i>	< 1597 - 2243 und 34-50 % Anteil erneuerbarer Energien	< 827 - 840	< 55-57 und „nahezu klimaneutraler Gebäudebestand“	„nahezu klimaneutraler Gebäudebestand“ <i>Netto- Treibhausgas- neutralität!</i>
	Wohngebäude: 74 - 104 kWh/(m ² a) Nichtwohngebäude: 100 - 139 kWh/(m ² a)	Wohngebäude: ~40 kWh/(m ² a) Nichtwohngebäude: ~52 kWh/(m ² a)	~10 kg CO ₂ - äq/(m ² a) (Eigene Berechnung)	0 kg CO ₂ -äq/(m ² a) (Eigene Annahme)

2.2.3 Schlussfolgerung

Wie unter Kapitel 1.1.6 bereits vorgestellt, müssen THG-Emissionsbudgets für den Betrieb von Gebäuden und perspektivisch auch für die Konstruktion von Neubau und Sanierungen für den Gebäudesektor vorgegeben werden und ferner auf gebäudespezifische Quadratmeter (nach GEG) übertragen werden. Nur so kann der Gebäudesektor insgesamt einen zielführenden Beitrag zum Klimaschutz leisten.

Mit Hilfe des Labels CO₂-B (Darstellung von bedarfsorientierten THG-Emissionen für den Gebäudebetrieb und der Energiebereitstellung aus erneuerbaren Energien) und perspektivisch des Labels CO₂-A (Darstellung von THG-Emissionen für die Konstruktion beziehungsweise grauen THG-Emissionen zum Zeitpunkt des Bauens) ist bei Umsetzung von Sanierungs-/Modernisierungsmaßnahmen im Gebäudebestand oder bei Neubauvorhaben entsprechend im Voraus zu prüfen, ob die spezifischen THG-Emissionsbudgets eingehalten werden.

2.3 Roadmap Energieeffizienz 2045 (BMWi) – Gebäud - Ziele / Zwischenergebnisse

Innerhalb dieses Kapitels wird der generelle Aufbau sowie der themenbezogene und zeitliche Rahmen des Dialogprozesses Roadmap Energieeffizienz 2045 erläutert. Im Anschluss werden für den Gebäudesektor relevante Zwischenergebnisse vorgestellt.

2.3.1 Dialogprozess und zeitlicher Rahmen

Die Roadmap Energieeffizienz 2045, vorher 2050, ist neben dem Nationalen Aktionsplan Energieeffizienz (NAPE 2.0) Teil der Energieeffizienzstrategie 2050 (EfSTRA 2050) der Bundesregierung [28] (Abbildung 2.9). Während der NAPE 2.0 einen Maßnahmenkatalog zur Erreichung mittelfristiger Effizienzziele bis 2030 vorstellt, hat die Roadmap Energieeffizienz 2045 die Zielsetzung ein Strategiepapier zur Energieeffizienz bis 2045 zu verabschieden. Darin sollen unter anderem auch neue mittelfristige Energieeffizienz-Instrumente bis 2030 Inhalt sein, die damit den NAPE 2.0 ergänzen [37, 38]. In einem Dialogforum diskutieren Vertreter aus Wissenschaft, Wirtschaft und Zivilgesellschaft konkrete Umsetzungsmaßnahmen sektorübergreifender Pfade zur Erreichung des Reduktionsziels 2045 [37, 38, 159].

Abbildung der Energieeffizienzstrategie 2050 der Bundesregierung



Abbildung 2.9 Inhalte der Energieeffizienzstrategie 2050 der Bundesregierung [28]

Der Beteiligungsprozess kann in zwei Ebenen untergliedert werden. Auf einer übergeordneten ersten Ebene werden regelmäßige Plenarsitzungen abgehalten [28]. Die Themen der Plenarsitzungen werden auf einer zweiten Ebene in Arbeitsgruppen (AG) nach Handlungsfeldern vor- und aufbereitet [28]. Dazu wird sowohl in sektorspezifischen Arbeitsgruppen (Gebäude, Industrie, Verkehr) als auch in sektorübergreifenden Arbeitsgruppen (Digitalisierung, Fachkräfte und Qualifikation, Systembezogene Fragen) an der Roadmap Energieeffizienz 2045 gearbeitet [38]. Im Gegensatz zur im Jahr 2019 ursprünglich angedachten Aufteilung der Arbeitsgruppen (Abbildung 2.10), ist im Nachgang die sektorübergreifende AG „Systembezogene Fragen“ (Abbildung 2.11) zur aktuellen Struktur des Beteiligungsformats hinzugekommen.



Abbildung 2.10 Ursprünglicher Vorschlag zur Struktur des Beteiligungsformats – Stand 2019 [28]



Abbildung 2.11 Struktur des Beteiligungsformats – Stand 2021 [38]

Nach Abbildung 2.9 sollte der Dialogprozess von April 2020 bis März 2022 stattfinden. Mit der offiziellen Auftaktveranstaltung am 26.05.2020, erfolgte der Startschuss etwas später als geplant [159]. Nach sechs Plenarveranstaltungen, die nun im halbjährlichen Rhythmus (Mai/ November) bis Herbst 2022 vorgesehen sind, soll der Dialogprozess mit einem programmatischen Strategiepapier zur Energieeffizienz bis 2045 abgeschlossen werden [37, 38, 159]. Abbildung 2.12 zeigt das Muster, nachdem Empfehlungen für die Roadmap Energieeffizienz 2045 erarbeitet werden.



Abbildung 2.12 Vorgehensweise bei der Erarbeitung des programmatischen Strategiepapiers innerhalb des Dialogprozesses der Roadmap Energieeffizienz 2045 [37, 159]

Im nachfolgenden Kapitel werden relevante Zwischenergebnisse aus der Roadmap Energieeffizienz 2045 vorgestellt.

Parallel zur Roadmap Energieeffizienz 2045 werden im Dialogprozess „Klimaneutrale Wärme 2045“ Herausforderungen einer klimaneutralen Wärmeversorgung diskutiert [38]. Darin stehen im Gegensatz zur Roadmap Energieeffizienz 2045 weniger Fragen der effizienten Nutzung von Energie zur Wärmeerzeugung im Vordergrund, sondern vielmehr Fragen der Erzeugung, des Einsatzes der erneuerbaren Energie und der Fortentwicklung der Infrastruktur [38]. Beide Dialogprozesse ergänzen sich jedoch auch wechselseitig [38]. Das Ergebnispapier von Juli 2021 ist unter [160] abrufbar.

2.3.2 Relevante Zwischenergebnisse für den Gebäudesektor

In dem am 30.06.2021 veröffentlichten Zwischenbericht haben sich im Rahmen des Dialogprozesses der Roadmap Energieeffizienz 2045 für den Gebäudesektor relevante Forderungen herauskristallisiert. Diese bilden eine Sammlung potenzieller neuer Instrumente beziehungsweise eine Verschärfung bestehender Instrumentenbündel und werden in Tabelle 2.3, geordnet nach sieben Kategorien und deren Unterkategorien, aufgeführt [38].

Tabelle 2.3 Zwischenergebnisse aus dem Dialogprozess der Roadmap Energieeffizienz 2045
(Informationen aus [38])

Kategorie	Forderung/Maßnahme
1. CO ₂ -Preise fortschreiben und Betroffene vor Belastungen schützen	
CO ₂ -Preis als Leitinstrument fortschreiben	„Das Anfangsniveau [des CO ₂ -Preises] wird aufgrund der begrenzten Lenkungswirkung allerdings von vielen Akteuren kritisiert. Eine kurzfristige Anhebung des CO₂-Preispfades wird daher von einer breiten Mehrheit der Stakeholder befürwortet , allerdings müsse es eine soziale Flankierung und Maßnahmen zum Schutz der Wettbewerbsfähigkeit geben.“
„	„Die Stakeholder sind sich weitgehend einig, dass – unabhängig davon, ob der Emissionshandel weiterhin national oder künftig europäisch organisiert wird – ein ansteigender Preispfad mit Mindestpreisen für 2030 und gegebenenfalls auch 2040 notwendig ist, um Investitionssicherheit und deutliche Impulse für Investitionen in Richtung Klimaneutralität zu schaffen. Eine stärkere Preissteuerung im Rahmen des bestehenden Emissionshandelssystems für Wärme und Verkehr wird von den Stakeholdern mehrheitlich befürwortet.“
Belastung für besonders betroffene Verbrauchergruppen und die Wirtschaft mindern	„Eine Reihe von Stakeholdern vertritt daher die Auffassung, dass eine sozialstaatliche Flankierung des CO₂-Preises für Haushalte mit geringen Einkommen auch in Zukunft als ergänzendes Element erforderlich sei.“
Abgabe- und Umlagesysteme anpassen	„Mit Blick auf den Sektor Gebäude wird eine klare Fokussierung auf die Intensivierung der Sanierungstätigkeit und einer noch stärkeren Nutzung von erneuerbaren Energien im Gebäudebereich gewünscht“
2. Ordnungsrecht optimieren	
Mindesteffizienzstandards im Gebäudebestand (MEPS)	„Einige Stakeholder befürworten die Einführung von MEPS mit ausreichenden zeitlichen Fristen und einer Flankierung durch attraktive Förderangebote und angemessene Härtefallregelungen.“
	„Eine Einführung von MEPS wurde von den Stakeholdern mit einem geteilten Meinungsbild bewertet, da MEPS im Gebäudebestand auch negative Auswirkungen auf das Eigentümerverhalten haben können.“

Energieeffizienzanforderungen Neubau anheben	„Dabei wird unter den Akteuren kontrovers diskutiert, ob zusätzlich eine stärkere Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsaspekten zu prüfen ist, um die mit der Herstellung der Baumaterialien verbundenen Emissionen („graue Energie“) besser zu berücksichtigen. “
	„Auch ist für einige Stakeholder für die Zukunft denkbar, zur Erreichung der Klimaschutzziele bis 2045 die Anforderungssystematik auf Treibhausgasemissionen des Gebäudes umzustellen und die neuen Standards daran zu orientieren. Andere Stakeholder befürchten jedoch, dass mit einer Orientierung an Emissionen der notwendige Beitrag des GEG bei der Verbesserung der Energieeffizienz im Gebäudebereich verloren geht. “
	„Um Primärenergieeffizienzpotentiale erneuerbarer Energien für den Gebäudebetrieb besser auszunutzen, wird von Teilen der Stakeholder darüber hinaus die Überlegung eingebracht, eine Regelung für die Einführung einer Solardachpflicht (Photovoltaik zur Stromerzeugung oder Solarthermie für die unmittelbare Wärmenutzung) zu prüfen.“
Erfolgreiche Leitinstrumente weiterentwickeln (EU-Ökodesign)	„Trotz der beachtlichen Energieeffizienzsteigerungen der vergangenen Jahre, vor allem im Bereich der Produkte für Endverbraucher (z. B. im Bereich Haushaltsgeräte), besteht Einigkeit, dass noch weitere Potentiale in vielen energieverbrauchsrelevanten Bereichen bestehen und erschlossen werden sollten.“
3. Förderpolitik weiterentwickeln	
Fordern bei gleichzeitigem Fördern ermöglichen	„Dieser Ansatz zielt darauf ab, ambitionierte ordnungsrechtliche Standards und Förderangebote miteinander kombinieren zu dürfen – sofern die Standards über das Kriterium der Wirtschaftlichkeit im herkömmlichen Sinn hinausgehen. Die Stakeholder unterstützen hierzu eine Überprüfung der relevanten Regelungen im Haushalts- und Beihilferecht. “
Förderung gezielt ausbauen	„Bislang liegen noch keine Erkenntnisse vor, ob die pauschalen Anhebungen auch die Bereiche des Wohnungsbaus ausreichend ansprechen, die bislang nur wenig Förderung in Anspruch genommen haben. Hierzu zählen beispielsweise Wohnbestände in schwierigen sozialen Lagen und Nichtwohngebäude. Diese Bereiche könnten nach Ansicht einiger Stakeholder durch Ausdifferenzierung und Fokussierung der Förderung für energetische Sanierung auf Segmente und Bauteile, die bislang nur wenig Förderung in Anspruch nehmen, sowie durch Aufstockung der Förderung des Gebäudebestandes für Wohngebäude in schwierigen Lagen adressiert werden.“
	„Nach Meinung der Stakeholder sollten zudem Maßnahmen, die Ressourcen einsparen und dem Ausbau der zirkulären Wirtschaft in Handwerk, Gewerbe und Industrie dienen , mit Förderanreizen unterstützt werden.“

Steuerliche Abschreibung von Energieeffizienzmaßnahmen in der Wirtschaft beschleunigen	„Auch eine Erweiterung über reine Investitionen in Energieeffizienz hinaus auf weitere Klimaschutzinvestitionen (z.B. in den Bereichen Materialeffizienz und Kreislaufwirtschaft) wäre denkbar.“
4. Zirkuläre Wirtschaft und Ressourceneffizienz voranbringen	
Lebensdauern verlängern und Reparierbarkeit stärken	„So wird von einigen Stakeholdern auf das Beispiel Frankreichs verwiesen, das 2021 ein Label, den „Indice de réparabilité“ , von Produkten eingeführt hat. Dieses Label bewertet den Zugang zu Informationen, eine einfache Demontage, die Verfügbarkeit und Preise von Ersatzteilen und weitere produktspezifische Merkmale . Viele Stakeholder sahen in diesem Handlungsansatz auch eine interessante Entwicklungsperspektive für die EU-Instrumente Ökodesign und EU-Energielabelling. Bei beiden EU-Instrumenten wird bereits seit Jahren der Ansatz verfolgt, über den Energieverbrauch hinaus, weitere Produkteigenschaften zu integrieren. “
Klimaneutrale Produktion unterstützen	„Daher sollte nach Meinung der Stakeholder die Schaffung eines Rahmens für die Zertifizierung einer klimaneutralen Produktion, aber auch für grüne Energieträger möglichst unverzüglich erfolgen. Wichtig sei es, eine öffentliche, leicht zugängliche und qualitativ hochwertige Datenbasis zu schaffen . Ein darauf aufbauender digitaler Produktpass könne alle Beteiligten entlang der Wertschöpfungskette befähigen, auf Klimaneutralität und Stärkung der zirkulären Wirtschaft hinzuarbeiten. Dafür müssten Energieverbräuche, verwendete Materialien, chemische Substanzen, aber auch Informationen zur Reparierbarkeit, Ersatzteilen und fachgerechter Entsorgung auf jeder Stufe der Wertschöpfung bis zum Endkunden verfügbar gemacht werden. Einzelne Stakeholder befürworten in diesem Zusammenhang auch die Prüfung einer entsprechenden Dokumentationspflicht.“
5. Chancen der Digitalisierung nutzen	
Digitalstrategie „Fit for Zero-Emission	„Die Digitalstrategie soll insbesondere die Aufgabenfelder der Digitalisierung in den Verbrauchssektoren sowie in der Energieforschung systematisch adressieren. Auch soll untersucht werden, wie Aggregatoren im Austausch mit Betreibern aus Gebäude, Industrie und Gewerbe sektorübergreifend Daten nutzen können, um die Hebung zusätzlicher Energieeffizienzpotentiale und die Etablierung neuer Geschäftsmodelle zu ermöglichen.“
Datengrundlagen schaffen sowie Standardisierung in der Datennutzung erhöhen	Die Erhebung von Daten für digitale und KI-basierte Geschäftsmodelle in den Sektoren Industrie und Gebäude soll unterstützt werden, indem die Datenerhebung und -nutzung standardisiert und transparenter werden. Dies soll durch die Erarbeitung von Standards bei der Energieeffizienzmessung und Datenauslesbarkeit sowie von Anforderungen an die Transparenz bei den Verbrauchsdaten erreicht werden.

	Mit Hilfe einer an die nationalen Umstände angepassten Umsetzung des Smart Readiness Indicators (SRI) könnten nach Überzeugung einer Mehrheit der Stakeholder Anreize für die Gebäudeautomation gesetzt werden. Eine im Rahmen der Forschungsförderung zu entwickelnde KI im Rahmen der Bauplanungssoftware (BIM) könnte die Gebäudeeigner dabei unterstützen, die Prozesse bei Planung, Bau und Betrieb effizienter zu gestalten
Dateninfrastruktur für Energieeffizienz-Geschäftsmodelle schaffen	„Hierfür sollte aus Sicht einiger Stakeholder schrittweise und in enger Abstimmung mit der Gebäudewirtschaft und weiteren Akteuren eine Gebäudedatenbank aufgebaut werden. Bereits bestehende Datensätze sollen in die Datenbank eingebunden werden.“ „Darüber hinaus soll über eine Wirtschaftsinitiative ein gemeinsamer Datenraum für Gebäude, Industrie und Mobilität geschaffen werden. Dieser Datenraum könnte über das Vorhaben GAIA-X als dezentrale, vertrauensvolle, offene und transparente Dateninfrastruktur entwickelt werden.“
6. Fachkräfte qualifizieren	
Kompetenzen systematisch erfassen und Handlungsbedarf ableiten	„Die Stakeholder halten es mehrheitlich für erforderlich, die notwendigen Kompetenzen und Wissenslücken für Schlüsselberufe systematisch zu erfassen. Hilfreich dafür wäre die Einrichtung einer verantwortlichen Stelle oder Plattform. Diese könne dann den entsprechenden Handlungsbedarf ableiten und Aktivitäten in Zusammenarbeit mit HWKs, IHKs und Branchenverbänden initiieren.“
Ausbildungs- und Studieninhalte an den Transformationsbedarf anpassen	„Auch Inhalte verschiedener Gewerke müssen stärker zusammengebracht werden, gegebenenfalls durch Einführung neuer Berufsbilder“
7. Nachhaltiges Konsum- und Nutzungsverhalten stärken	
Diskussionsbeispiele	„Eigenes Handeln erfahrbar und transparent machen: Der Verbrauch von Energie steht in den meisten Lebensbereichen nicht im Vordergrund des Verbrauchsverhaltens, sondern sei lediglich Mittel zum Zweck. Hierzu wird von einigen Stakeholdern die Meinung vertreten, dass vielen Verbrauchenden nicht wirklich bewusst sei, an welchen Stellen wieviel Energie genutzt und wieviel Emissionen emittiert werden. Ein erster wichtiger Schritt sei daher ein verbessertes Monitoring der Energieverbräuche und damit die Schaffung von Transparenz. Dazu könnte verbrauchernahe Visualisierung gehören, wie auch ein Ausbau der Optionen zum Vergleich mit ähnlichen Nutzungstypen oder Haushalten oder auch mit vorherigen Perioden.“ „Bedarfsprüfung, richtige Dimensionierung und Betriebsoptimierung: Ein wesentliches Merkmal der Energieeffizienz ist die Minderung von Verbräuchen durch erhöhten technologischen Aufwand und

	Komplexität, z.B. durch bessere Anlagen, Geräte oder Antriebe sowie einen optimierten Betrieb. Nach Auffassung vieler Stakeholder solle verstärkt diskutiert werden, wie die Energiesparpotentiale der bedarfsangemessenen Planung und richtigen Dimensionierung (Anlagen, Gebäuden, Infrastruktur) in Zukunft stärker genutzt werden können.“
--	--

3. Umsetzungs-Maßnahmen

Dieses Kapitel legt die Basis für folgende Thesen:

- These 1: Förderung schnell wirkender Maßnahmen
- These 3: Sanierung im Fokus
- These 5: Die Anforderung an die Gebäudehülle nicht weiter verschärfen
- These 6: Dekarbonisierung der Wärmeversorgung
- These 10: Förderbonus für tatsächlich erreichte Emissionsminderungen

3.1 Ausgangssituation Gebäudesektor

Der Gebäudesektor in Deutschland wird in Wohn- und Nichtwohngebäude unterteilt. Dabei beträgt der Netto-Raumflächen-Anteil¹¹ der Nichtwohngebäude rund 26 Prozent - die Wohngebäudefläche dominiert (74 Prozent). Dem Gebäudesektor wurden im Jahr 2020 nach dem Quellprinzip¹² circa 120 Millionen Tonnen THG-Emission zugeordnet (Abbildung 3.1) [6]. Auf die rund 3,83 Milliarden Quadratmeter Wohngebäude entfallen davon 85 Millionen Tonnen THG-Emissionen (71 Prozent).

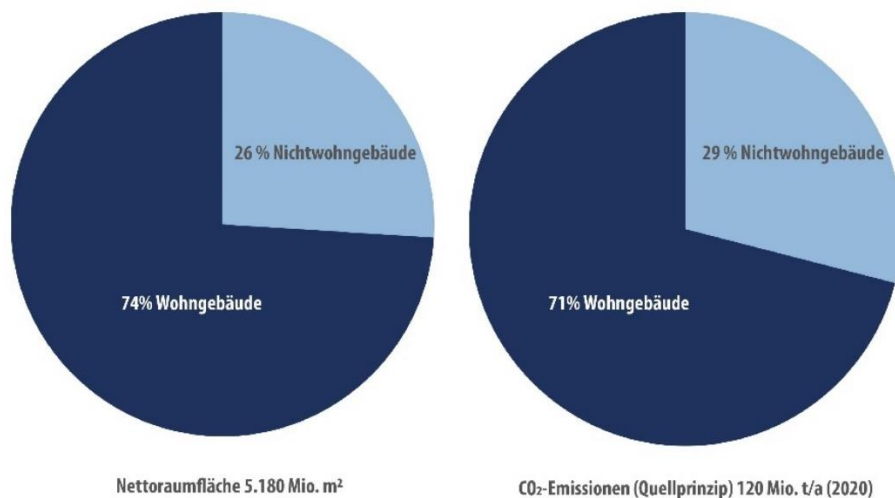


Abbildung 3.1 Flächenaufteilung (NRF) und CO₂-Emissionen (Quellprinzip) Gebäudesektor

Bilanziert man nach dem Quellprinzip die mittleren flächenbezogenen THG-Emissionen, so ergeben sich 22 kg CO₂ pro Quadratmeter im Jahr für Wohngebäude bzw. 26 kg CO₂ pro Quadratmeter im Jahr für Nichtwohngebäude (Abbildung 3.2).

¹¹ Die nutzbare Netto-Raumfläche (NRF) setzt sich nach DIN 277 aus der reinen Nutzungsfläche (NUF), der Verkehrsfläche (VF) sowie der Technikfläche (TF) zusammen.

¹² Nach dem Quellprinzip werden dem Gebäudesektor lediglich THG-Emissionen aus Verbrennungsprozessen im Wesentlichen für Raumwärme und Warmwasser zugerechnet

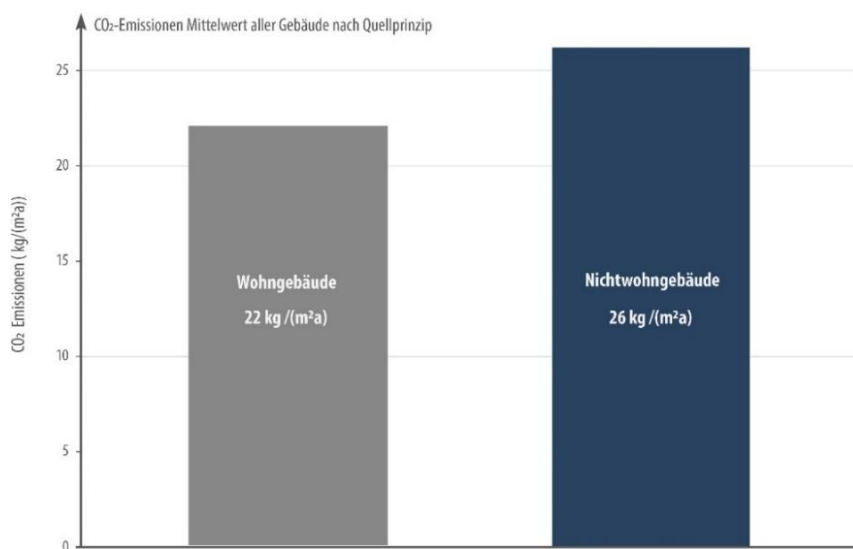


Abbildung 3.2 Flächenbezogene CO₂-Emissionen für Wohn- und Nichtwohngebäude (Quell-Prinzip)

Der jährliche Zuwachs der Gebäudeflächen betrug in den zurückliegenden drei Jahren durchschnittlich rund 55 Millionen Quadratmeter Netto-Raumfläche (NRF). Davon entfallen 30 Millionen Quadratmeter auf den Bereich Wohnen (Wohngebäude) und rund 25 Millionen Quadratmeter auf gewerblich genutzte Flächen (Nichtwohngebäude). Ein in etwa gleich großer Flächenanteil (rund 50 Millionen Quadratmeter) wird saniert, wobei mit circa 85 Prozent der Schwerpunkt auf den Wohngebäuden liegt. Nichtwohngebäude werden häufiger durch Abriss und Neubau ersetzt, weil die Flexibilität für sich ändernde Nutzungsanforderungen nicht immer gegeben ist. Dabei fallen im Vergleich zu einer Sanierung 4-fach bis 5-fach höhere graue THG-Emissionen an, solange die Herstellung konventioneller Baustoffe und -produkte wie Beton, Stahl, Glas etc. nicht dekarbonisiert ist (Abbildung 3.3).

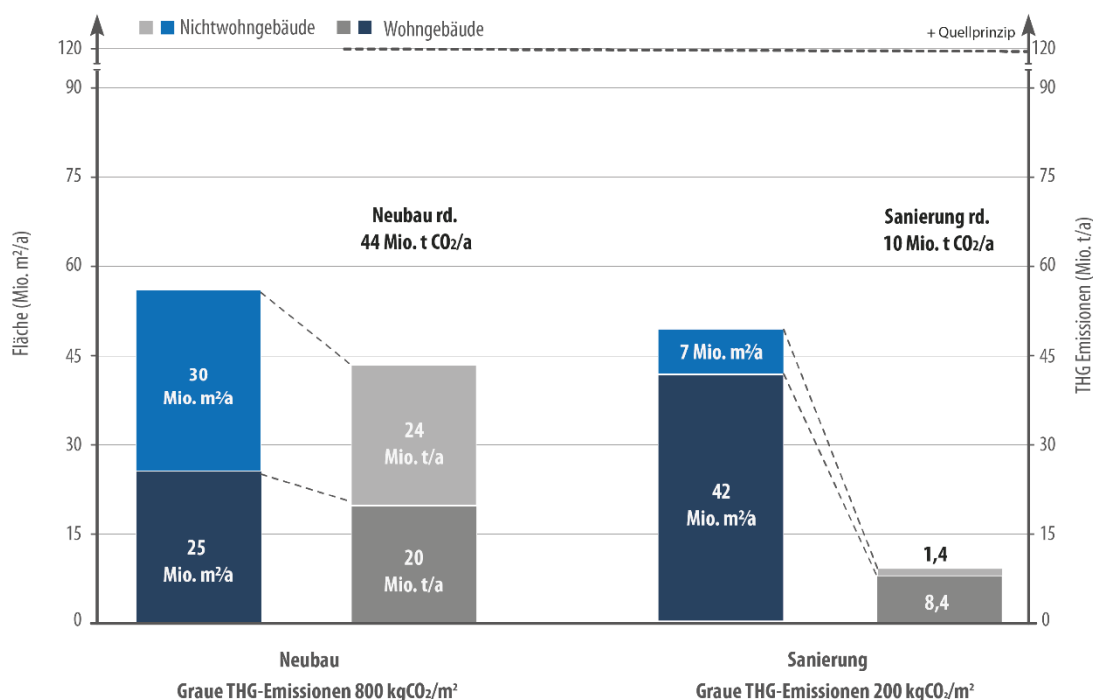


Abbildung 3.3 Jährliche graue THG-Emissionen durch Neubau und Sanierung

Grundsätzlich lässt sich der Gebäudesektor in Wohn- und Nichtwohngebäude teilen. Bedingt durch die unterschiedlichen Nutzungen und Nutzungszeiten oder die Belegungsdichte ergeben sich Differenzen sowohl im Wärme- wie im Stromverbrauch. Während die CO₂-Emissionen für Wohngebäude im Durchschnitt zwischen zehn und 20 kg pro Quadratmeter im Jahr liegen, ist die Bandbreite bei den Nichtwohngebäuden höher. Unabhängig davon zeigt sich deutlich, dass die dominante Größe der Haushalts- bzw. der Nutzer- und Betriebsstrom ist. In Bürogebäuden zum Beispiel können die CO₂-Emissionen bis zu 50 kg pro Quadratmeter im Jahr und damit ein Vielfaches des Wärmeanteils ausmachen (Abbildung 3.4). Gerade dieser Teil wird jedoch über die in Deutschland geltenden Bilanzierungsregeln nach dem Gebäudeenergiegesetz (GEG) nicht erfasst. Erst mit einer Bewertung nach dem Verursacherprinzip werden die mit dem Strom verbundenen Emissionen dem Gebäudesektor zugeordnet. Die Zahlen zeigen aber auch, dass der Fokus unter Berücksichtigung des Anspruchs schnell wirkende Maßnahmen umsetzen zu wollen nicht auf der Reduzierung des Heizwärmeverbrauchs durch Dämmung liegen muss, sondern auf dem Ausbau Erneuerbarer Energien zur Dekarbonisierung der öffentlichen Netze. Verantwortung übernehmen heißt in diesem Zusammenhang, dass die Solarisierung der Gebäude einen hohen Stellenwert haben sollte.

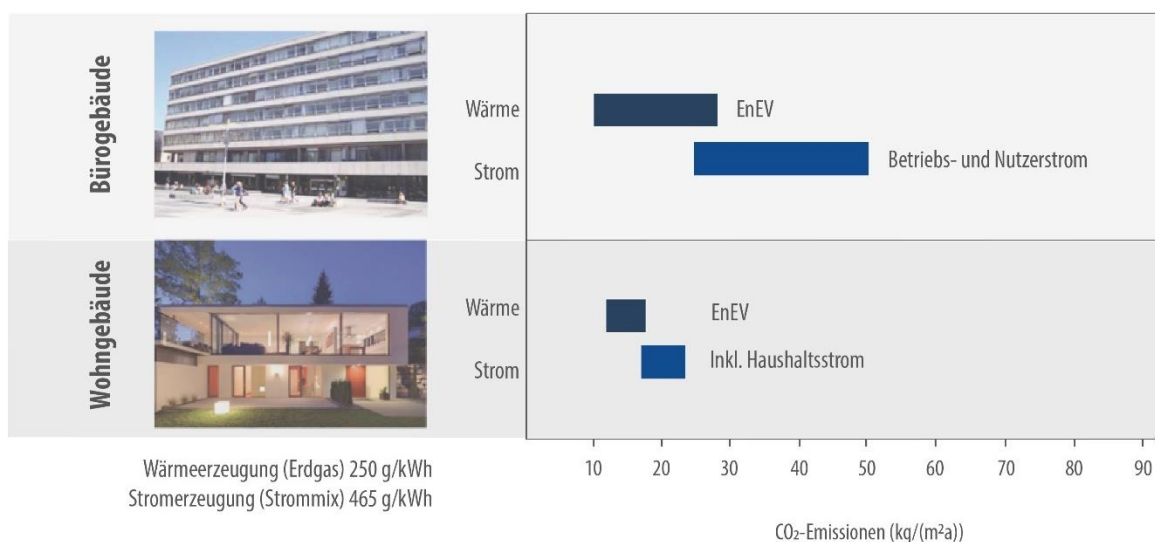


Abbildung 3.4 CO₂-Emissionen – Büro- und Wohngebäude im Vergleich [54]

Bei der Entwicklung von Szenarien zu einem klimaneutralen Gebäudebestand und bei den Handlungsempfehlungen für Erreichung der Ziele und Teilziele (2030/2045) müssen die THG-Emissionen, verursacht durch Zubauraten und Sanierungen in den kommenden Jahren, mitbetrachtet werden. Abbildung 3.5 verdeutlicht, dass durch den Gebäudebetrieb mit Beheizung, Kühlung und Trinkwarmwasserbereitung sowie den Bau der Gebäude in 2020 rund 172 Millionen Tonnen bzw. 33 kg CO₂ pro Quadratmeter im Jahr emittiert wurden. In der Berechnung nicht enthalten sind dem Energiesektor zugeordnete Bestandteile wie der Nutzerstrom, der Betriebsstrom und die Fernwärme. Nach Vorgaben des Klimaschutzgesetzes (2020) sollen die THG-Emissionen von derzeit 118 auf 67 Millionen Tonnen pro Jahr reduziert werden. Unter Berücksichtigung des Zubaus bis 2030, muss der jetzige Gebäudebestand damit auf 60 Millionen Tonnen pro Jahr gesenkt werden, **was eine Halbierung der THG-Emissionen in nur neun Jahren** bedeutet. Unter der Annahme, dass die Zubau- und

Sanierungs-Raten im Jahr 2030 ähnlich den Heutigen sein werden und die Materialherstellung sukzessive dekarbonisiert sein wird, werden rund 40 Millionen Tonnen pro Jahr indirekt bei der Industrie bzw. der Energiewirtschaft durch Gebäude verursacht – insgesamt rund 110 Millionen Tonnen pro Jahr (Abbildung 3.5).

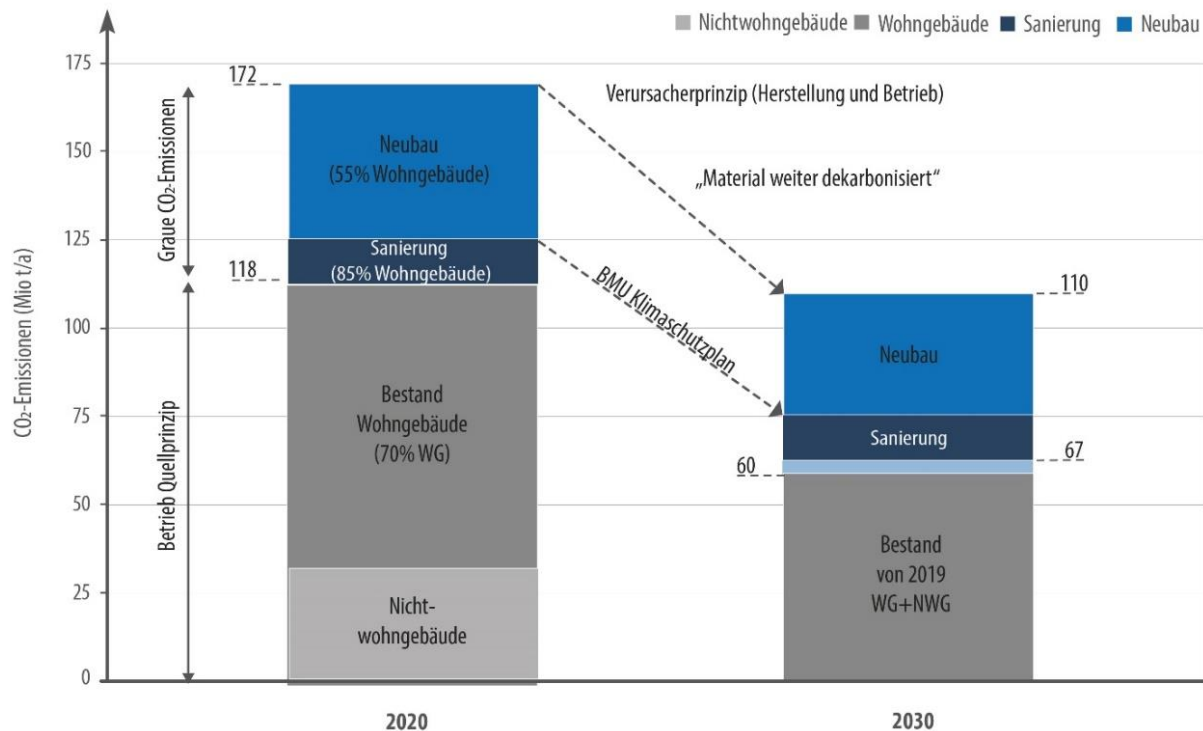


Abbildung 3.5 Jährliche THG-Emissionen 2020 (Verursacherprinzip, ohne Nutzerstrom und Fernwärme)

Ungeachtet der gesellschaftspolitischen Dimension kommt den Bestandsgebäuden und hier im Besonderen den Mehrgeschossbauten aus der Zeit der erhöhten Bautätigkeit nach dem 2. Weltkrieg bis in die 80er Jahre eine große Bedeutung zu. Abbildung 3.6 verdeutlicht, dass circa 80 Prozent des Wohngebäudebestands in Deutschland mit ihrem energetischen Status deutlich über dem GEG-Niveau (Effizienzhaus 70) liegt und damit ein erhebliches Potential zur Senkung bzw. Vermeidung der THG-Emissionen bietet. Unzureichende Erfassungssysteme, ungelöste Datenschutzaspekte und fehlende digitale Schnittstellen zur zeitnahen und transparenten Ermittlung der Ist-Situation sind ein Grund, warum zum Teil deutlich mehr Energie verbraucht wird, als nötig wäre.

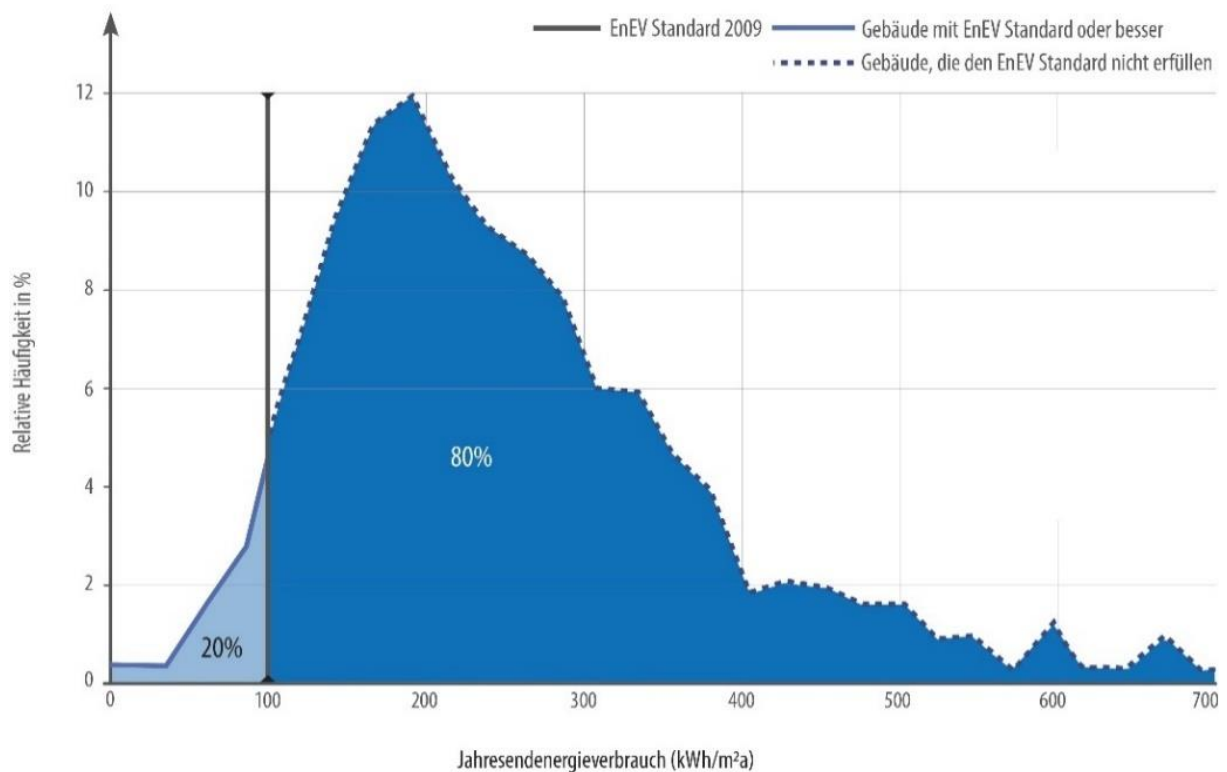


Abbildung 3.6 Energetische Einstufung Wohngebäudebestand Deutschland [161]

Bis 2030 soll der Gebäudebereich seinen Anteil an den THG-Emissionen um 45 bis 50 Prozent reduzieren. Neubauaktivitäten machen die Erreichung dieses Meilensteins auch mit restriktivsten Anforderungen nicht leichter, tragen sie doch durch die Zunahme an Fläche und den Ressourcenverbrauch zur Errichtung zu einer Steigerung klimaschädlicher Emissionen und einer weiteren Versiegelung bei. Die Relevanz dieser Rahmenbedingungen muss separat diskutiert werden und Beachtung finden. **Angesichts der ambitionierten Ziele und des zeitlichen Horizonts wird deutlich, dass alle Aktivitäten kurzfristig auf schnell umzusetzende Maßnahmen und langfristig auf eine massive Produktivitätssteigerung ausgerichtet werden.**

Wohngebäude

Die Struktur im Wohngebäudebereich lässt sich nach Abbildung 3.7 in Ein- und Mehrfamilienhäuser sowie Reihenhäuser unterteilen, wobei vor 1979 errichtete Einfamilienhäuser und mittlere Mehrfamilienhäuser den Großteil des deutschen Wohngebäudebestands darstellen.

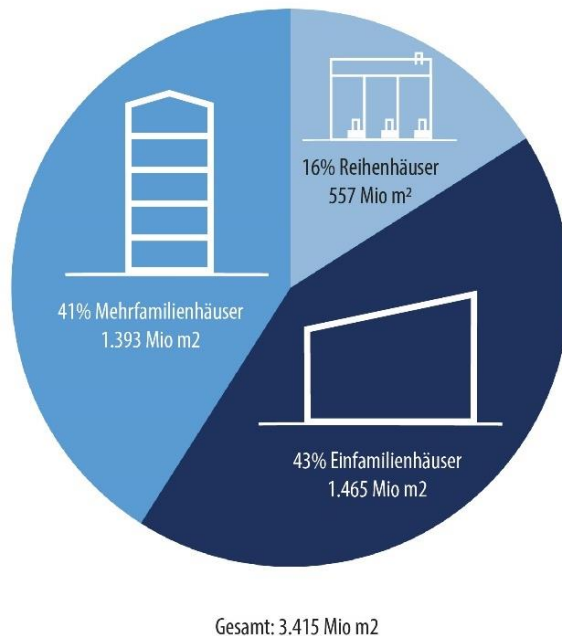


Abbildung 3.7 Aufteilung (Wohnfläche) in Wohngebäudetypen in Deutschland

Die Versorgungsstruktur im Gebäudebestand ist immer noch maßgeblich durch den Einsatz fossiler Energieträger dominiert. Insbesondere der Anteil von Gas- und Ölheizungen ist mit etwa 75 Prozent nach wie vor hoch ebenso die damit verbundenen THG-Emissionen.

Abbildung 3.8 zeigt, dass in 2017 im Neubaubereich knapp 30 Prozent aller Wärmeerzeuger als Wärmepumpen gebaut werden, Tendenz stark steigend. Jede vierte Wohnung wird mit Fernwärme versorgt. Öl ist aus dem Markt nahezu verdrängt. Im Gebäudebestand sind die Potentiale jedoch erheblich.

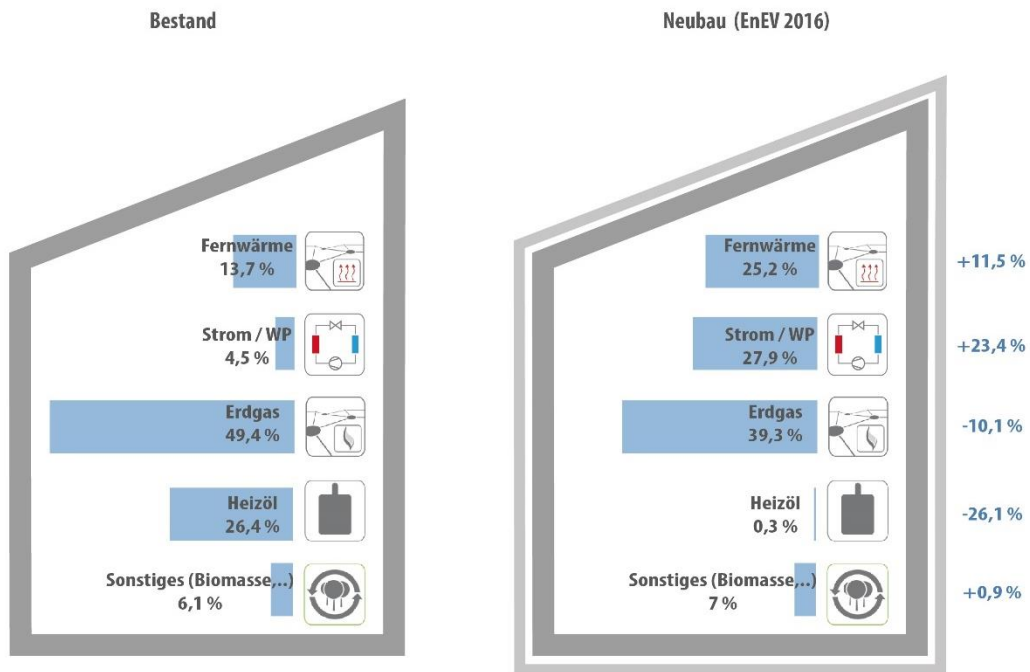


Abbildung 3.8 links: Wärmebereitstellung Gebäudebestand; rechts: Wärmebereitstellung Neubau in Deutschland (2017)

Der Stromverbrauch in Wohngebäuden wird aktuell nach dem Quellprinzip dem Energiesektor zugeordnet. Verursacherbezogen liegt der Anteil am Endenergieverbrauch für den Wohngebäudebereich nach Angaben des Umweltbundesamtes im Jahr 2019 bei etwa 19 Prozent, Abbildung 3.23. Damit trägt der Nutzerstromverbrauch erheblich zu den THG-Emissionen bei. Verbunden mit dem Ausbau Erneuerbarer Energie vor Ort, im Quartier oder im Kontext der Solarisierung, kann der Gebäudebereich zur Dekarbonisierung der Versorgungsstrukturen beitragen.

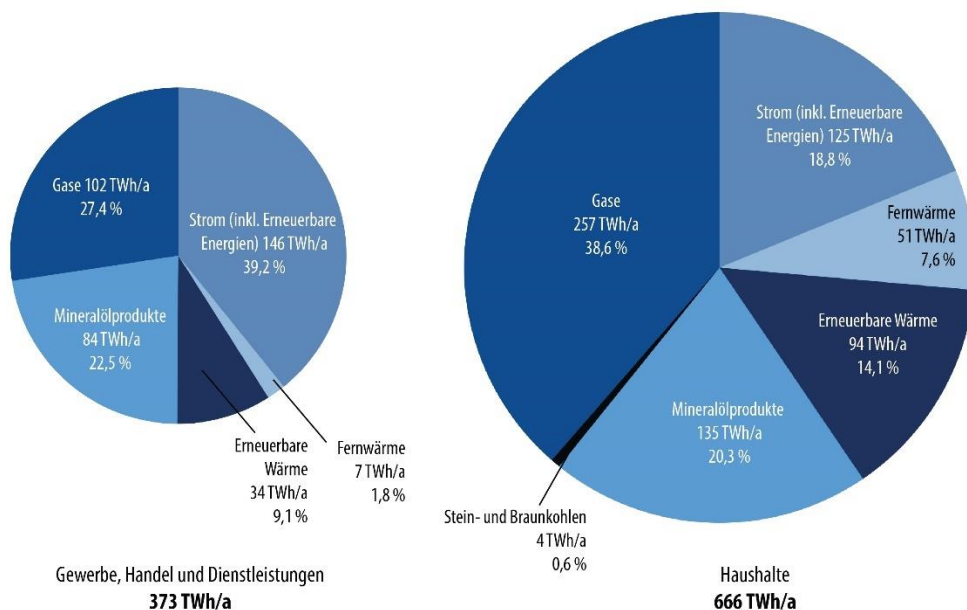


Abbildung 3.9 Energieträger - Endenergieverbrauch 2019 nach Sektoren und Energieträgern [162]

Nichtwohngebäude

Im Vergleich zu den Wohngebäuden ist die Struktur der Nichtwohngebäude durch die diversen Nutzungsformen deutlich heterogener. Aus Daten des dena-Gebäudereports 2016 lässt sich erkennen, dass die circa 2,7 Millionen beheizten Nichtwohngebäude (ohne Industrie) in Deutschland circa 13 Prozent des Gebäudebestands ausmachen und für mehr als ein Drittel des gebäudebezogenen Endenergieverbrauchs verantwortlich sind.

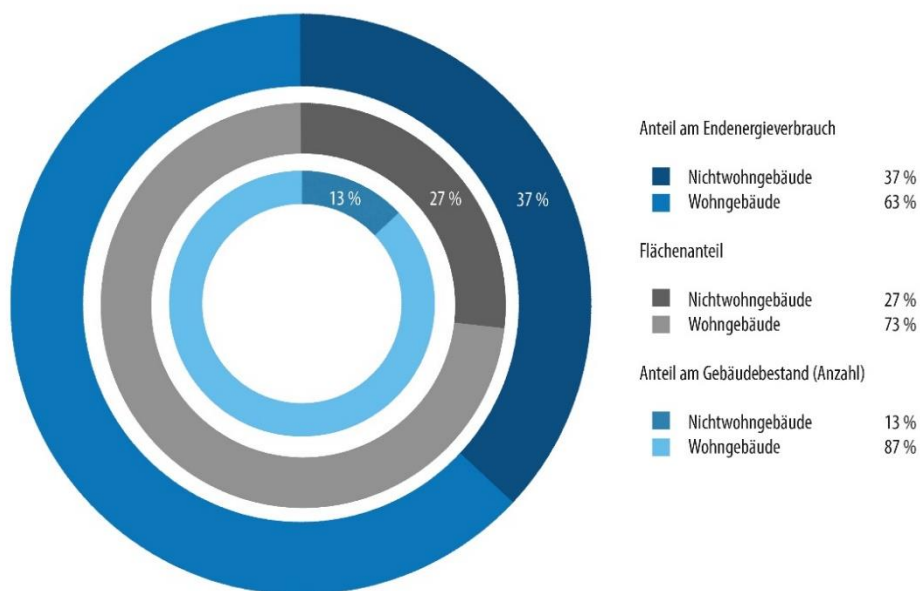


Abbildung 3.10 Nichtwohngebäude (ohne Industrie) und Wohngebäude in Deutschland und deren Anteil am Endenergieverbrauch in Gebäuden [152]

Nichtwohngebäude lassen sich in folgende Nutzungen unterteilen:

- Bildungsgebäude mit Schulgebäuden, Kindertagesstätten und Hochschulen
- Büro- und Verwaltungsgebäude mit Banken, Versicherungen, Regierungsgebäuden und Ämtern
- Werkstattgebäude für Handwerk und Gewerbe
- Heilbehandlungsgebäude (Krankenhäuser, Polikliniken etc.)
- Handelsgebäude (Shopping-Center, Lebensmittelmärkte, Non-Food)
- Lagerhallen mit Zentral- und Versandlagern
- Sporthallen (Schul- und Hochschulsport, Tennishallen etc.)
- Schwimmhallen (Spaßbäder, kleine Schwimmsporthallen)
- Kulturgebäude (Opernhäuser, Theater, Konzert-, Kino- und Ausstellungsgebäude)
- Beherbergungsgebäude (Hotels, Gaststättengebäude etc.)

Obwohl Büro- und Bildungsgebäude am absoluten Bestand an Gebäuden nur einen geringen Anteil haben, ist ihre Gesamtfläche mit circa 27 Prozent im Verhältnis zu den anderen Nutzungen hoch. Dies hat zur Folge, dass auf diese Gebäude auch ein erheblicher Teil des Energieverbrauchs und damit der CO₂-Emissionen im Gebäudebereich entfällt, siehe Abbildung 3.11.

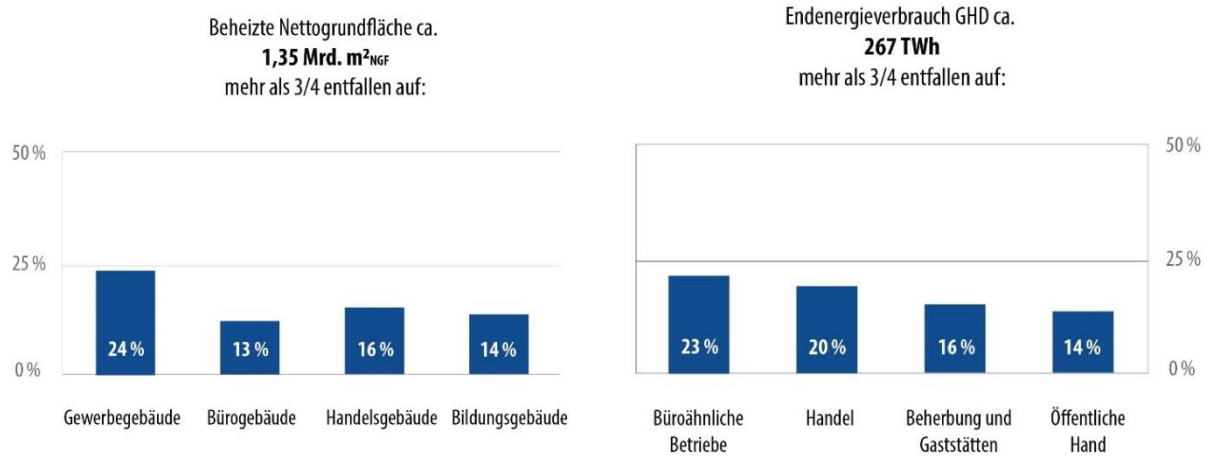


Abbildung 3.11 Nettogrundfläche und Endenergieverbrauch Nichtwohngebäude Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) [152, 163]

Aufgrund der Größe und der technischen Ausstattung haben die Nichtwohngebäude im Durchschnitt einen deutlich höheren flächenbezogenen Energiebedarf als die meisten Wohngebäude. 37 Prozent des Endenergieverbrauchs aller Gebäude entfallen auf Nichtwohngebäude. Nach Abbildung 3.12 sind circa 54 Prozent der THG-Emissionen der Gebäudenutzung zuzuordnen. Diese lassen sich in Raumwärme (29 Prozent), Beleuchtung (18 Prozent) und Warmwasser und Klimakälte differenzieren. Insgesamt werden circa 35 Millionen Tonnen Treibhausgase emittiert.

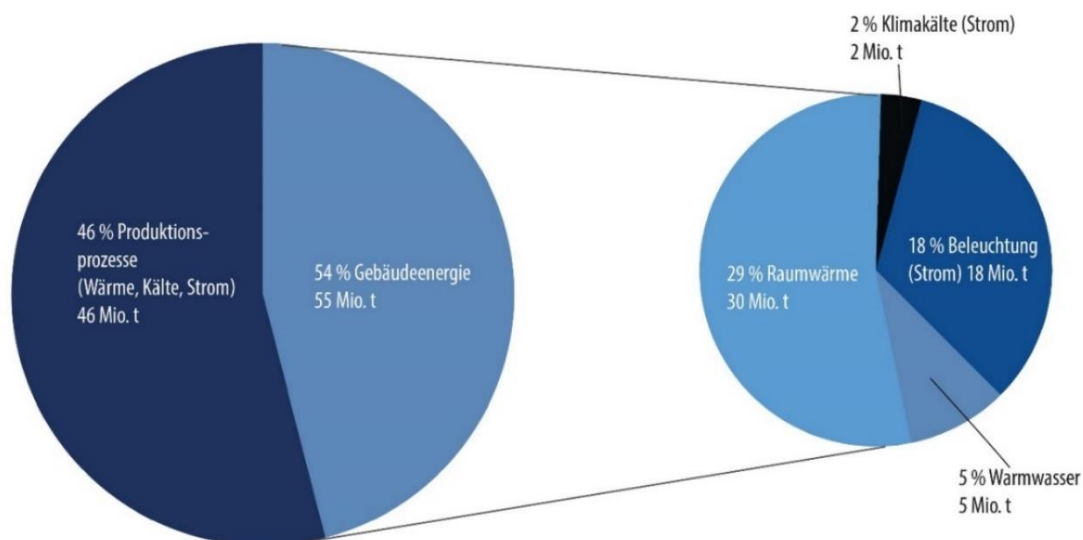


Abbildung 3.12 THG-Emissionen der Nichtwohngebäude (nur GHD-Sektor) [164]

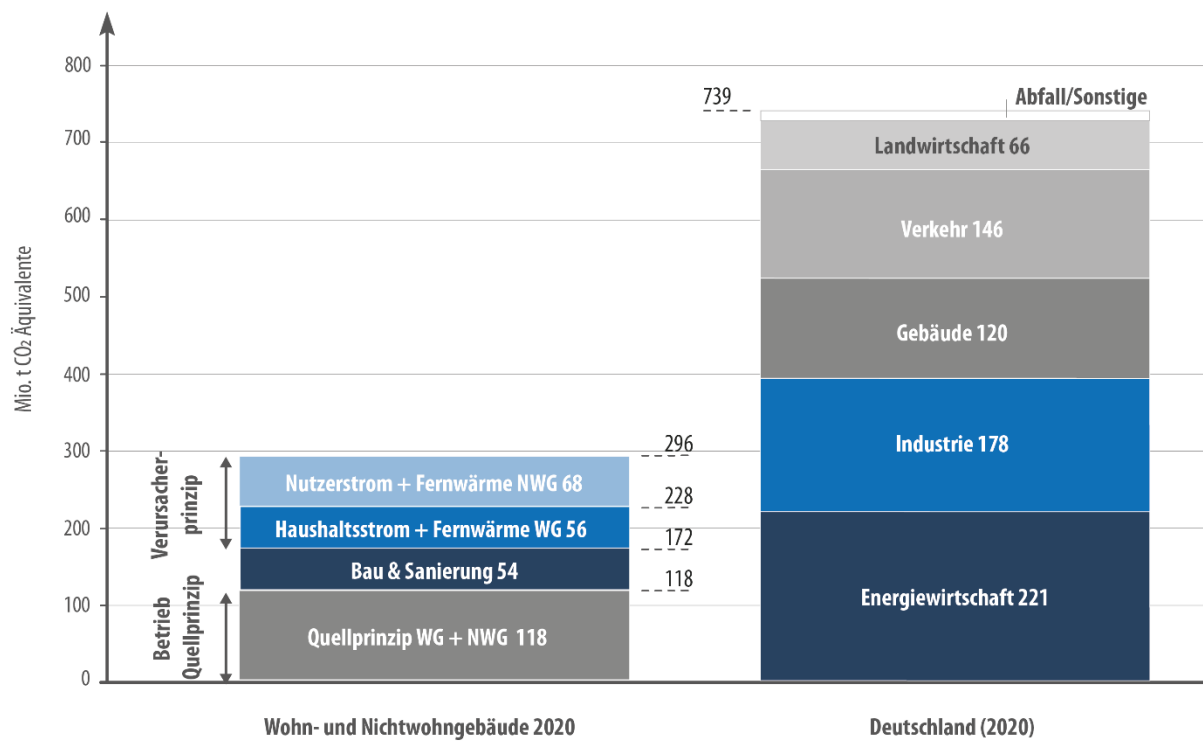


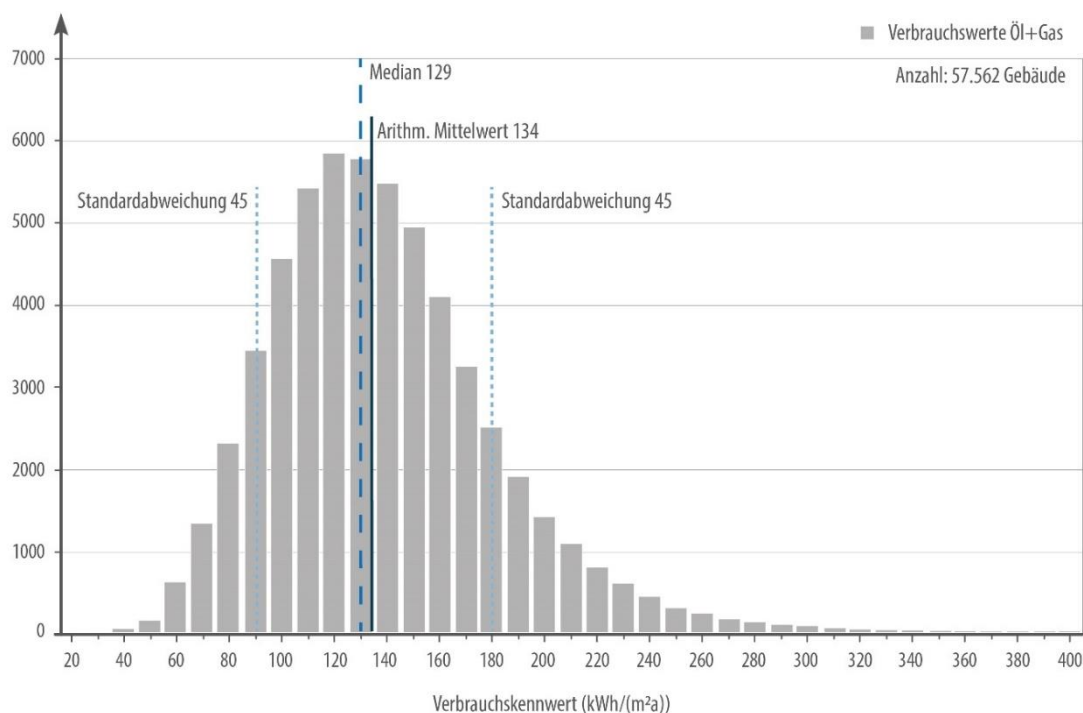
Abbildung 3.13 THG-Emissionen 2020, Gebäudesektor (Verursacherprinzip: 296 Mio. Tonnen = 40 Prozent)

3.2 Handlungsempfehlungen für Gebäudesektor

In Deutschland ist der methodische Ansatz zur Bewertung der Energieeffizienz nahezu ausschließlich auf den Energiebedarf im Gebäudebetrieb ausgerichtet. Dabei steht die Qualität der Gebäudehülle überwiegend im Fokus und nimmt in der öffentlichen Debatte über die Entwicklung der Bestandsbauten einen großen Raum ein. Neben dem Nutzerstrom spielt die sogenannte Graue Energie inklusive einer Betrachtung im Lebenszyklus in der Praxis leider nur eine untergeordnete Rolle. Weder quantitativ noch qualitativ werden Datengrundlagen umfassend erschlossen oder genutzt. Hier sind Anstrengungen erforderlich, die Bewertungsmaßstäbe anzupassen und die Bedeutung der Bestände, auch der des schützenden Baukulturerbes, zu stärken. Bestandsbauten liefern nicht nur einen identitätsstiftenden Beitrag, sondern bieten durch die konsequente Weiterentwicklung ein großes Potential zur Ressourcenschonung auf dem Weg zu einem klimaneutralen Gebäudebestand.

Im Bauwesen müssen sich die Anstrengungen und Förderprogramme zunehmend von „Neubauten“ zum „Bauen im Bestand“ verschieben. Der überwiegende Teil des auch zukünftig benötigten Hochbaus und der Infrastrukturen sind zumindest in weiten Teilen Westeuropas bereits gebaut. Durch die Alterung bestehender Bauwerke und neue Anforderungen wie Nutzungsänderungen, Zeitmoden und Ansprüche an Ausstattung und Energieeffizienz, haben Strategien zur Erhaltung und Ertüchtigung von Bauwerken erheblich an Bedeutung gewonnen. In der Bauwerkserhaltung wie im Bereich der Erhaltung des hochwertigen, geschützten Kulturerbes gleichermaßen waren und sind zusätzliche interdisziplinäre Forschungen und Wissenstransfer notwendig, um die erforderlichen Kompetenzen im Umgang mit den heterogenen Baubeständen und Baudenkmalen aufzubauen. Eine Sensibilisierung zukünftiger Architekten und Ingenieure für diese Fragestellung wird immer wichtiger werden.

Der durchschnittliche Wärmeverbrauch in den Bestandsgebäuden liegt in einem Bereich von 100 bis 130 Kilowattstunden pro Quadratmeter im Jahr mit einer großen Bandbreite (Abbildung 3.14) und lässt sich durch eine Verbesserung des baulichen Wärmeschutzes um 50 bis 70 Prozent reduzieren.



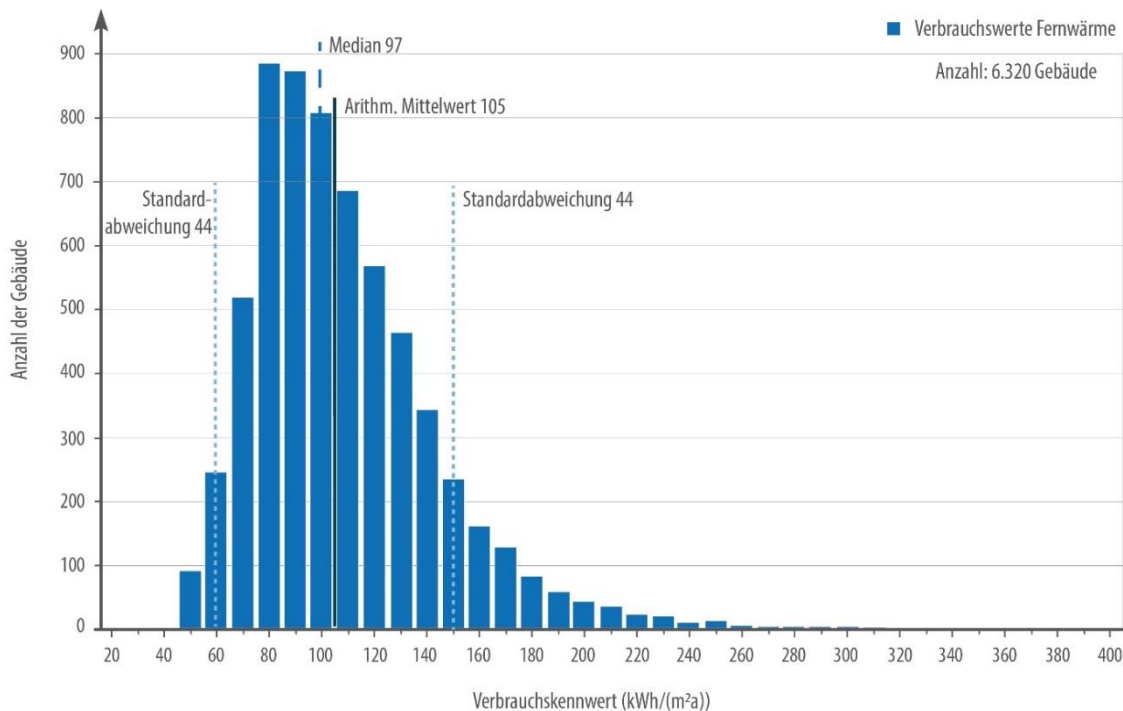


Abbildung 3.14 Verteilung des Wärmeverbrauchs in Wohngebäuden nach Energieträger Öl/Gas (oben) bzw. Fernwärme (unten) [165]

Die Förderprogramme des Bundes sind darauf ausgerichtet, diese Potentiale zu erschließen und machen eine Unterstützung von privaten Gebäudebesitzern ebenso möglich wie die gewerblicher Wohnungsunternehmen. Da die ganzheitliche Sanierung in der Regel im Rahmen Anpassungs- und Instandhaltungszyklen erfolgt, kann mit einer beschleunigten Umsetzung nur bedingt gerechnet werden. Zusätzlich machen der Mangel an Fach- und Hilfskräften und die geringen Kapazitäten im Handwerk eine deutliche Erhöhung der Sanierungsquoten unwahrscheinlich.

Um dennoch der Verantwortung gerecht werden zu können, müssen sich die Aktivitäten auf die Bereiche konzentrieren, die eine deutliche mess- und nachweisbare Einsparung von THG-Emissionen ermöglichen. Aktuell werden Wohngebäude überwiegend durch die Verbrennung fossiler Energieträger beheizt. Im Bestand werden circa 50 Prozent durch Gas- und weitere 25 Prozent durch den Einsatz von Ölkesseln versorgt. Der Anteil fernwärmeversorgter Gebäude bzw. Quartiere ist mit knapp 7 Prozent deutlich ausbaufähig ebenso wie der Einsatz von Wärmepumpen in Bestandsgebäude. Das Förderprogramm Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) unterstützt den Rückbau von Ölkessel mit bis zu 45 Prozent der Investitionskosten, wenn in Gänze oder anteilig erneuerbare Energien (EE) zum Einsatz kommen.

Mit dem Wechsel des Energieträgers von Öl bzw. Gas auf Strom oder durch die Umstellung auf Fernwärme lassen sich erhebliche Emissionsminderungspotentiale erschließen (Abbildung 3.15). Durch eine Dekarbonisierung der Wärme- und Stromnetze und den wachsenden Anteil regenerativer Energien im Strommix entwickeln sich die Gebäudebestände im Laufe ihrer Nutzungsdauer ohne erneute Investitionen oder weitere Maßnahmen vor Ort in Richtung zur Klimaneutralität.

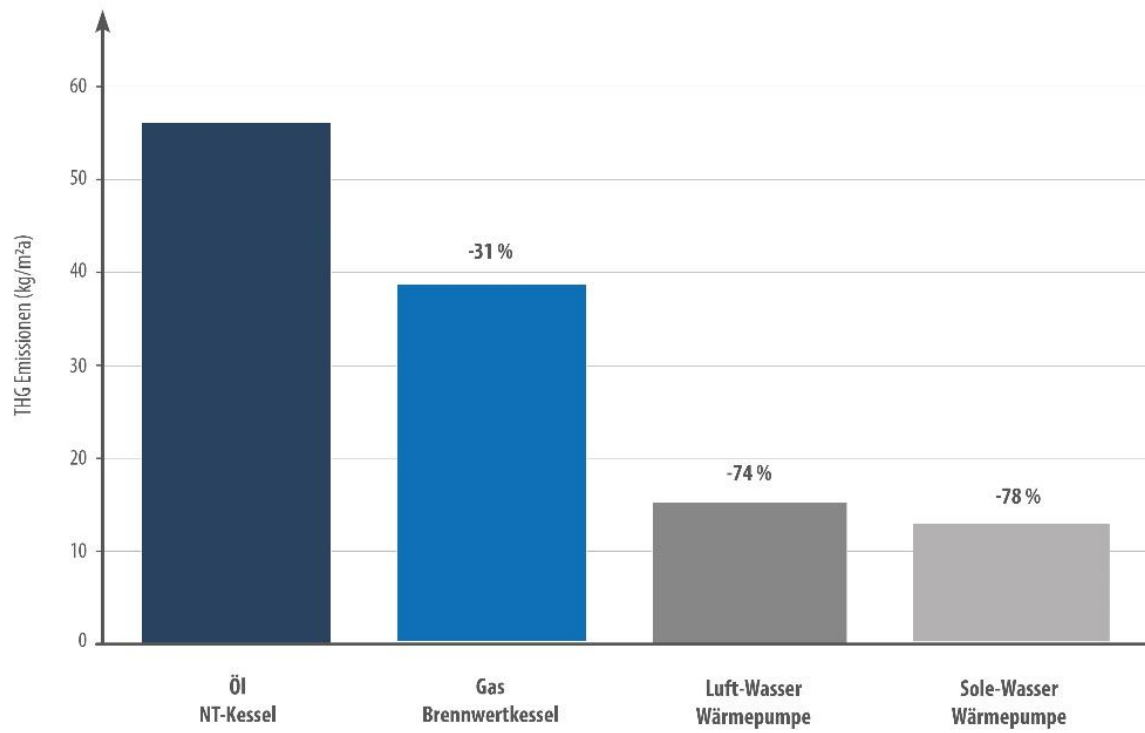


Abbildung 3.15 Reduzierung der THG-Emissionen durch die Umstellung der Anlagentechnik [166]

3.2.1 Neubau und Bestand

Sanierung im Fokus

Der Ressourcenverbrauch im Bauwesen ist erheblich. Die Errichtung und Sanierung von Gebäuden verursachen rund 18 Prozent der nationalen, gebäudebezogenen THG-Emissionen, bilanziert nach dem Verursacherprinzip (Abbildung 3.13). 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 3.16). 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.



Abbildung 3.16 Vergleich der grauen TGH-Emissionen für den Bau eines dreigeschossigen Mehrfamilienhauses im Vergleich zu einer ganzheitlichen Sanierung (KG 300 und 400) [166]

Bei Betrachtung der THG-Emissionen im Neubaubereich wird deutlich, dass mit rund 35 Millionen Tonnen pro Jahr nahezu die Hälfte des Potentials der jährlichen Einsparungen durch Betriebsoptimierungen, den Ausbau Erneuerbarer Energien oder Reduzierung des Verbrauchs im negativen Sinne kompensiert wird (Abbildung 3.5). Mit einer stärkeren Fokussierung auf die Sanierung der Bestände reduziert sich der Anteil erheblich (Abbildung 3.16).

Bei der Errichtung eines unterkellerten, dreigeschossigen Mehrfamilienhauses in Massivbauweise entstehen THG-Emissionen bei den Sektoren Industrie, Energie- und Bauwirtschaft in Höhe von rund 800 bis 900 kg CO₂ pro Quadratmeter, (Abbildung

3.16, Abbildung 3.17 und Abbildung 3.18). Als Wärmeerzeuger wurde eine Wärmepumpe in Kombination mit einer PV-Anlage zugrunde gelegt. Beim EH 40 entstehen im Vergleich zum GEG-Mindeststandard circa 7 Prozent höhere graue CO₂-Emissionen. Selbst bis 2050 werden die höheren Emissionen bei der Herstellung nicht kompensiert.

Die THG-Emissionen (Verursacher-Prinzip) werden durch eine maximale Solarisierung über die Betriebsphase zwar reduziert, aber selbst bis 2050 wird die Klimaneutralität (CO₂-Null) nicht erreicht. Der asymptotische Verlauf der CO₂-Reduktion ist durch die weitere Dekarbonisierung des Netzstroms in der Zukunft bedingt, wodurch die bilanzielle Gutschrift degressiv abnimmt.

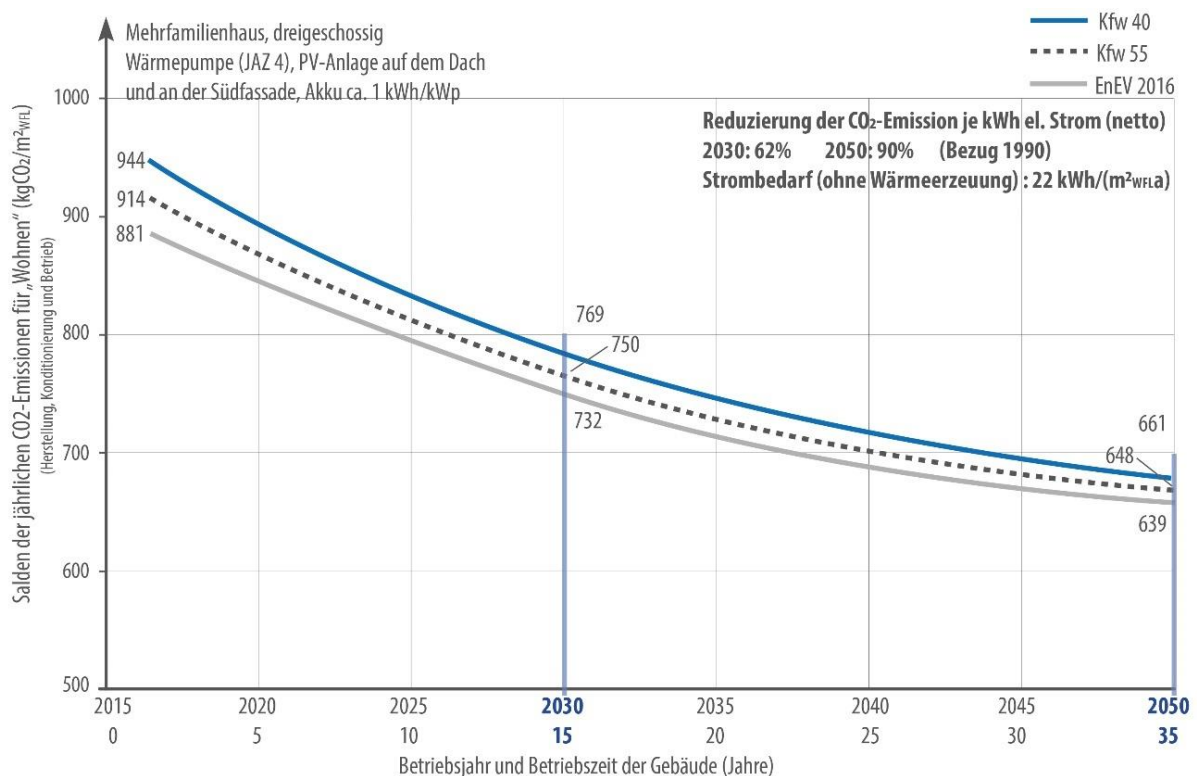


Abbildung 3.17 CO₂-Emissionen (Verursacherprinzip) eines MFH im Lebenszyklus für verschiedene Energiestandards [166]

Neubauten sind erforderlich, können aber mit den heute verfügbaren Materialien und ohne eine strukturierte Kreislaufwirtschaft selbst als Holzbau keinen positiven Beitrag zu den Klimaschutzziele leisten (Abbildung 3.18). Trotzdem ist der Trend zum Baustoff Holz, insbesondere durch die gesetzten Klimaschutzziele vorhanden: Anteil bei Ein- und Zweifamilien-Häusern 23 Prozent, im Fertigteilibau dominiert Holz mit 88 Prozent (Jahr 2020).

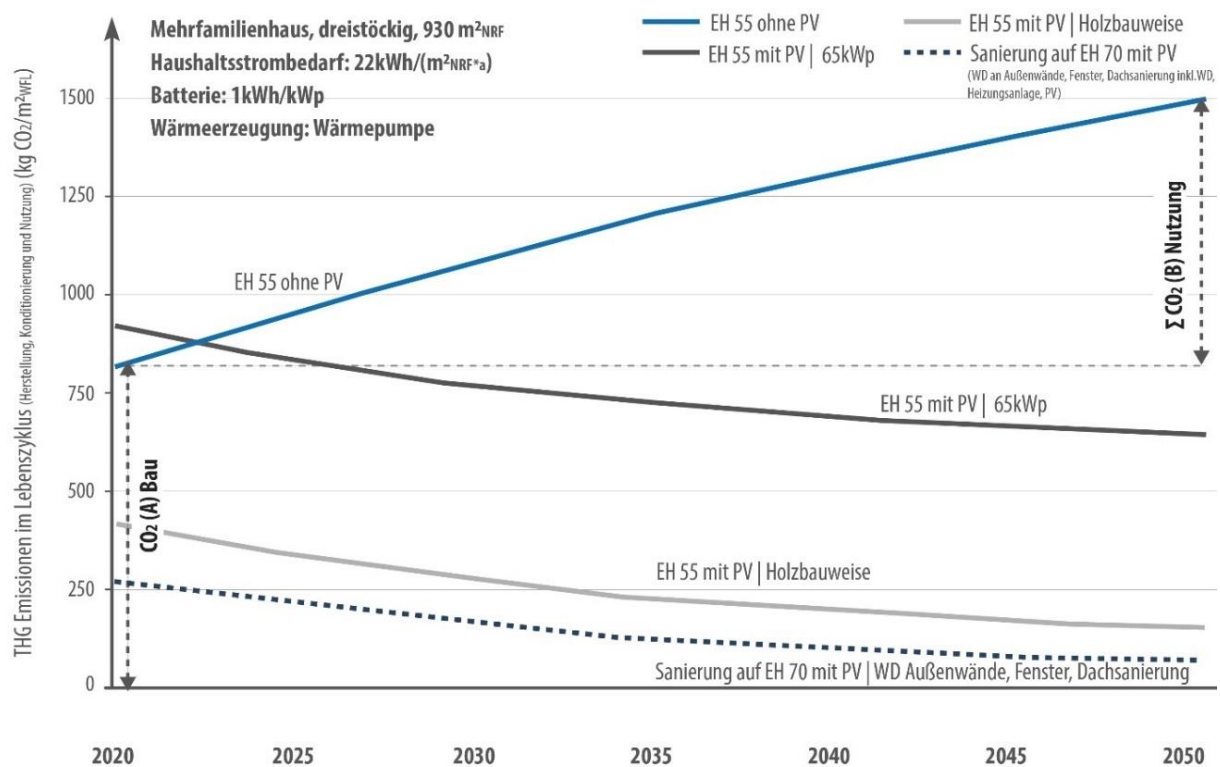


Abbildung 3.18 CO₂-Emissionen über den Lebenszyklus eines Mehrfamilien-Hauses nach dem Verursacherprinzip [166]

Fahrpläne für die Sanierung

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.

Sanierungsfahrpläne sind ein anerkanntes und in Teilen bereits rechtlich verankertes Werkzeug (§9 EWärmeG Baden-Württemberg) 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 (Abbildung 3.19). 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. Hierzu sollten definierte Randbedingungen zum Beispiel für die Global Warming Potential (GWP) der Energieträger gelten (Abbildung 3.20).



Abbildung 3.19 Bausteine und Schritte eines Sanierungs-Fahrplans

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

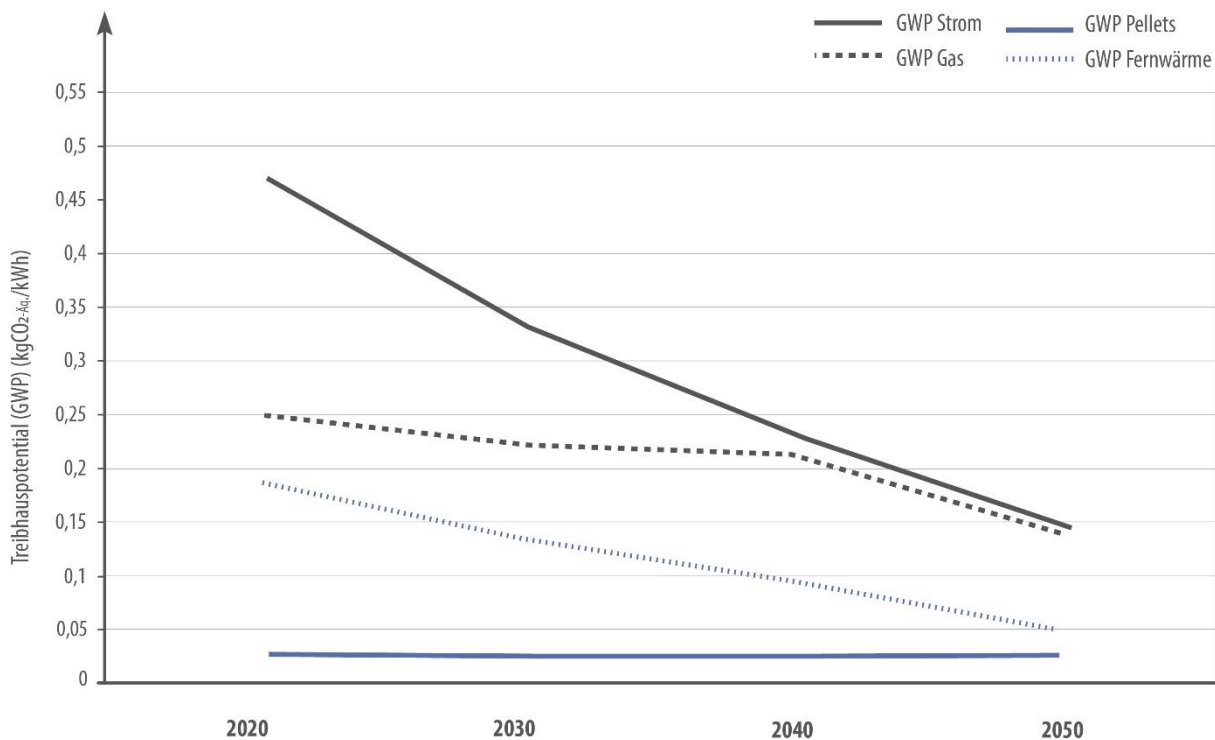


Abbildung 3.20 Entwicklung des GWP für Netzstrom, Fernwärme, Pellets und Erdgas

Anforderungen an die Gebäudehülle nicht weiter verschärfen

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 in der Regel 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 circa 1 (Nichtwohngebäude) bis 2,5 kg (Wohngebäude) reduzieren (Abbildung 3.21). 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.

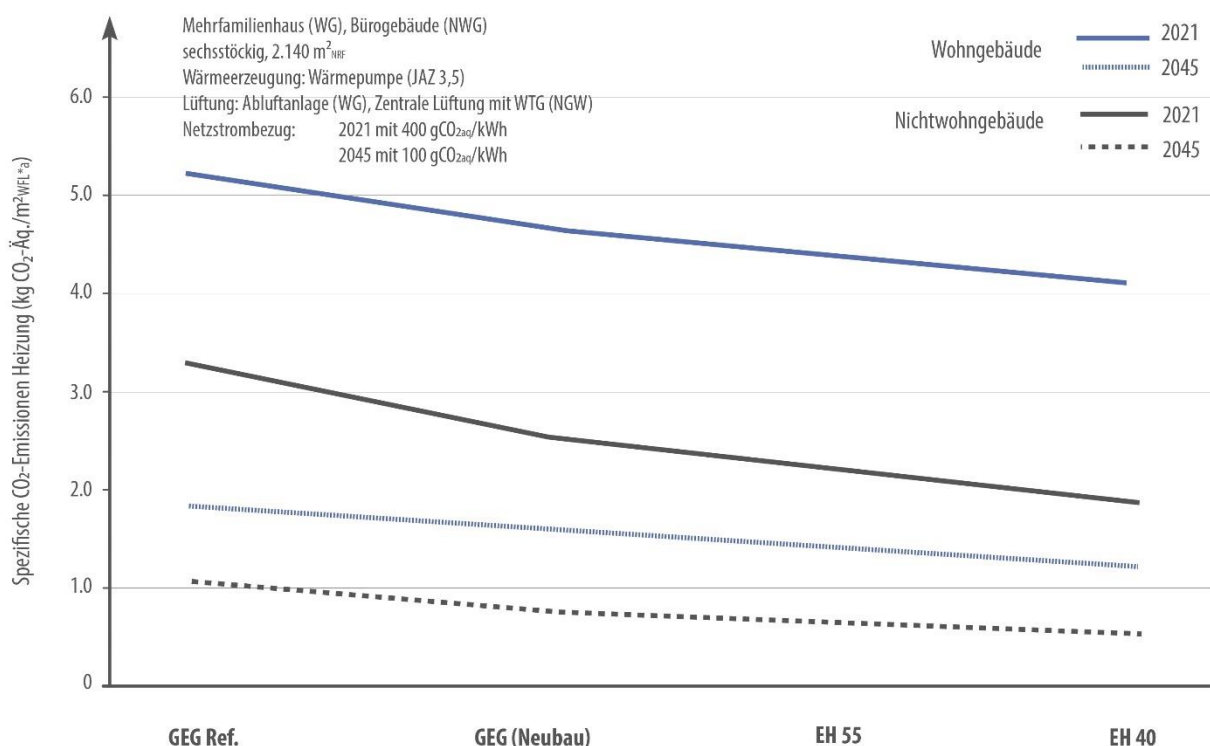


Abbildung 3.21 Flächenbezogene THG-Reduzierung für Neubauten unterschiedlicher Energie-Standards [166]

Skaliert auf das Jahr 2030 und einen unterstellten Zubau von circa 25 Millionen Quadratmeter bei Nichtwohngebäuden und etwa 30 Millionen Quadratmeter bei Wohngebäuden nehmen die THG-Emissionen für den Heizwärmebedarf um rund 4 Millionen 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 3.22. Ein rechnerisches Einsparpotential von lediglich 0,5 Millionen Tonnen CO₂ pro Jahr ließe sich erzielen, wenn alle Gebäude als Effizienzhaus 55 statt nach gesetzlichem Standard gebaut werden und weitere 1,0 Millionen Tonnen CO₂ pro Jahr durch die Absenkung auf den Standard „Effizienzhaus 40“. Die Größenordnung ist nahezu unbedeutend im Vergleich zu den heutigen THG-Emissionen des Gebäudesektors mit 120 Millionen Tonnen, ermittelt nach dem Quellprinzip (Abbildung 3.22).

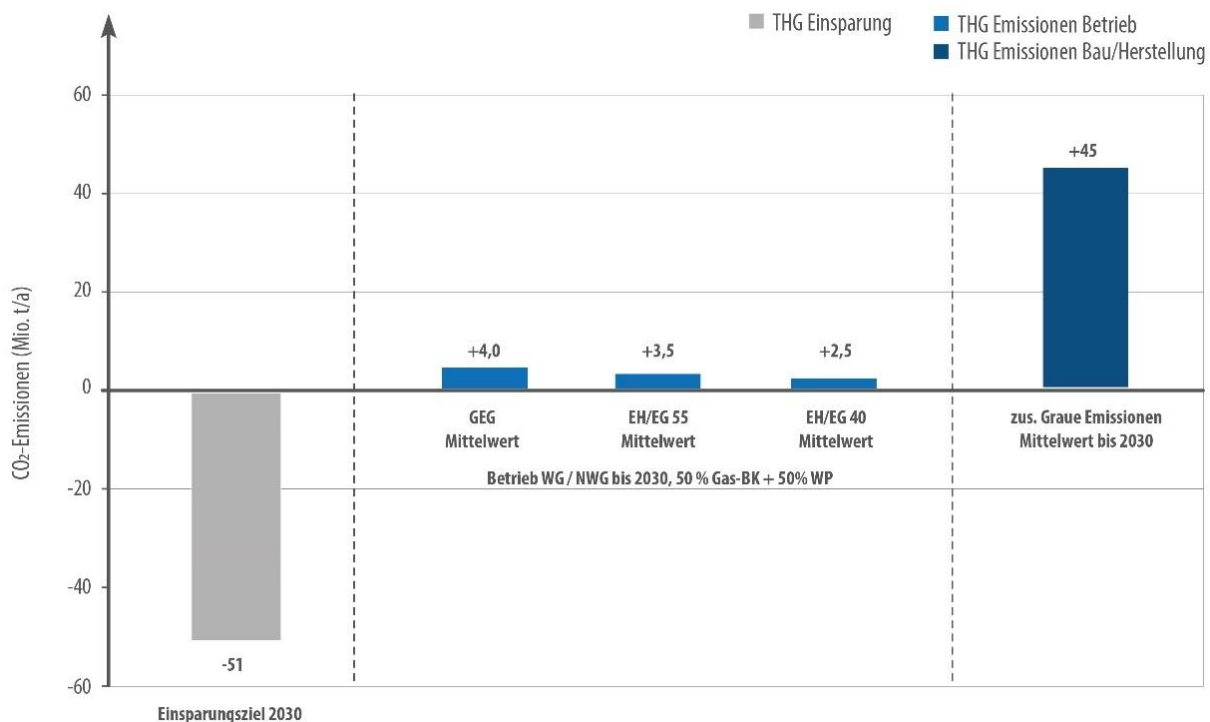


Abbildung 3.22 THG-Emissionen im Gebäudesektor – Reduktionsziel bis 2030 und Zuwachs durch Neubau und Graue Emissionen im Jahr 2030 [166]

Aus wirtschaftlicher Sicht ist ein überhöhter Dämmstandard in der Regel nicht darstellbar. So führt zum Beispiel der Passivhaus-Standard im Vergleich zum gesetzlich geforderten Niveau nach GEG (Abbildung 3.23), das seit 2016 unverändert gilt, zu höheren jährlichen Jahresgesamtkosten von 10 bis 12 Euro pro Quadratmeter und Jahr (Abbildung 3.24). Zwar lassen sich unabhängig vom Energie-standard die THG-Emissionen nach dem Verursacher-Prinzip mit den Bilanzbestandteilen Betrieb, Herstellung und Nutzerstrom durch den Holzbau gegenüber einer massiven Bauweise um bis zu 2/3 senken, dennoch werden die klimaschädlichen Emissionen zunächst massiv erhöht. Erst durch eine Verteilung auf den Lebenszyklus ist eine Tilgung des ökologischen Fußabdrucks möglich, was aber für den Zeitpunkt der Emissionen und die aktuelle gesamtgesellschaftliche Aufgabe unerheblich ist.

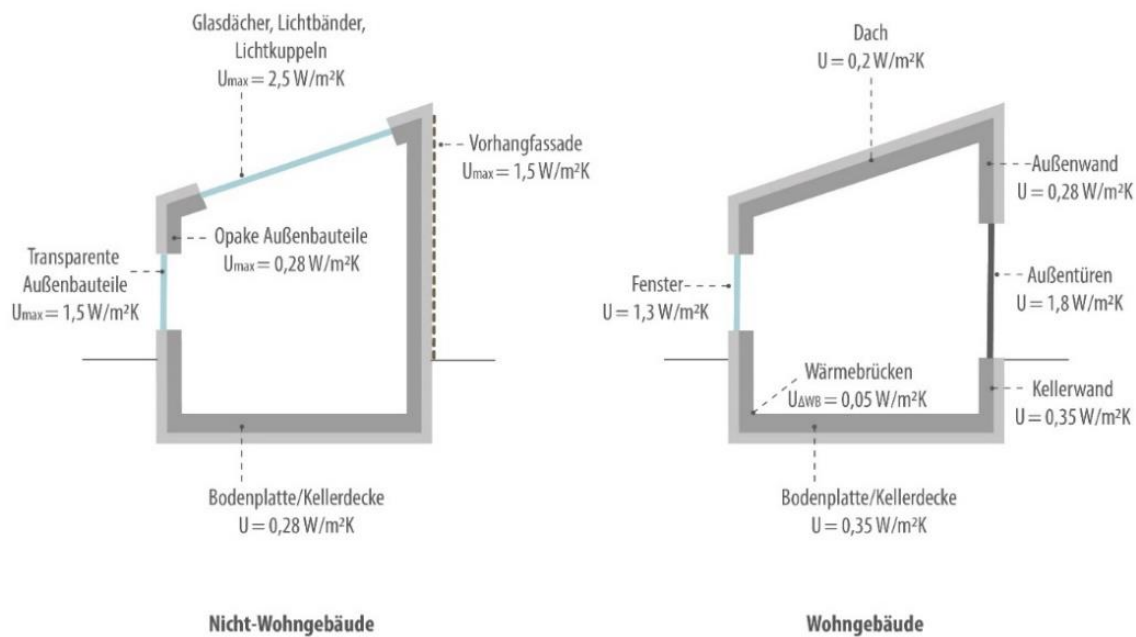


Abbildung 3.23 Anforderungsniveau an die Gebäudehüllen nach Gebäudeenergiegesetz (GEG) 2020

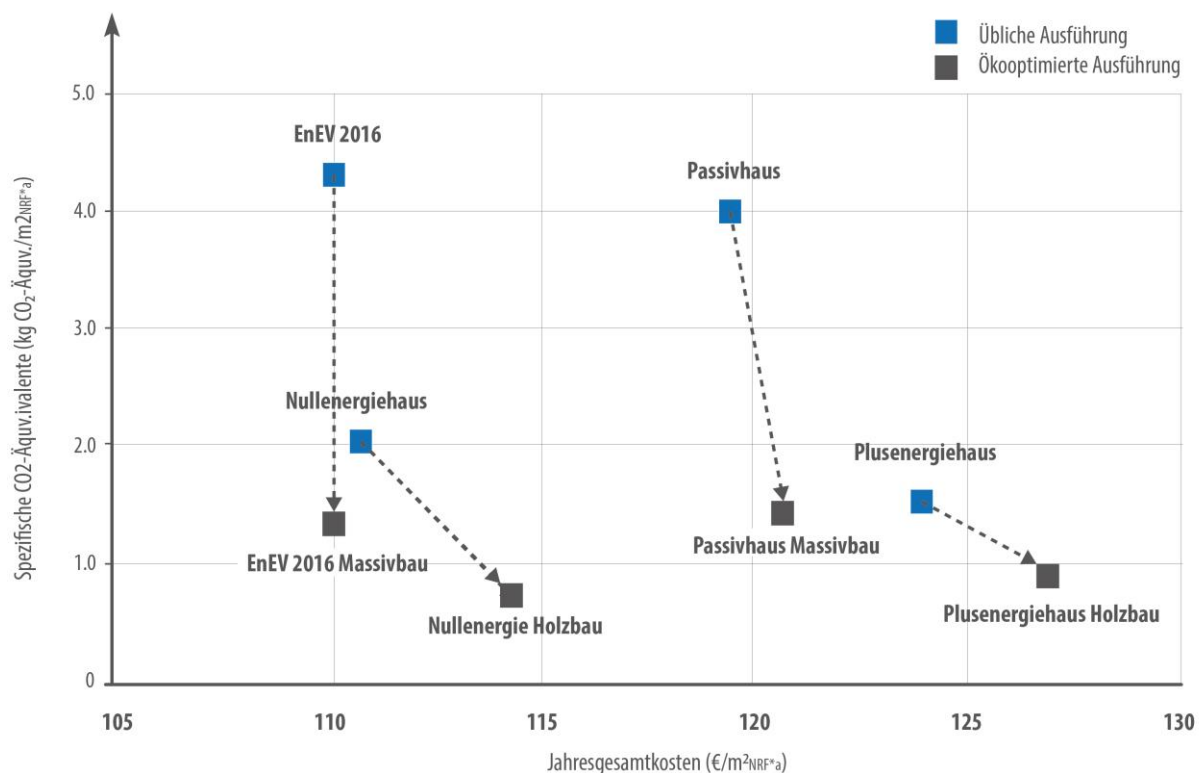


Abbildung 3.24 Jahresgesamtkosten nach VDI 2067 (kapital-, betriebs- und bedarfsgebundene Kosten) und Treibhauspotential verschiedener Energiestandards nach dem Verursacherprinzip inkl. Nutzerstrom [54]

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 zum Beispiel 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 CO₂-Vermeidungskosten.

Dekarbonisierung der Wärmeversorgung

Das Ziel einer dekarbonisierten Wärmeversorgung kann im Wesentlichen mit zwei standardisierbaren und vor allem übertragbaren Anlagenkonzepten erreicht werden. Neben dem konsequenten Ausbau von Nah- und Fernwärmenetzen ist der Umstieg auf eine strombasierte Wärmebereitstellung durch elektrische Wärmepumpen ökologisch und energetisch von hoher Relevanz. Das Konzept Wärmepumpe bietet zusätzlich den Vorteil, durch dezentrale Photovoltaik-Anlagen den solaren Deckungsanteil zu erhöhen und den Ausbau der erneuerbaren Energien auf Gebäudeebene zu forcieren.

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 sektorengerkoppelten Energiewende nicht vertretbar, wohl aber die Abwärmenutzung bei der Erzeugung zur Steigerung der Effizienz. Das große Abwärme-Potential für eine fünfzigprozentige H₂- Produktion (in Bezug zum Bedarf 2030 und 2045) zeigt Abbildung 3.25. Im Jahr 2045 könnte aus der Abwärme rund 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 steig 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. m ²	1.320 Mio. m ²

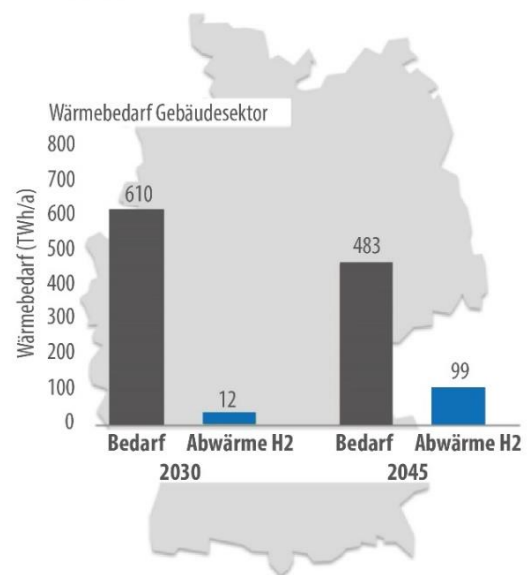


Abbildung 3.25 Abwärme-Potential für eine 50%ige Wasserstofferzeugung in Deutschland (50 % Import) [54]

3.2.2 Quartier

Klimaschutzmaßnahmen schnell wirkend umzusetzen, erfordert die Verfügbarkeit von Konzepten, Szenarien und Lösungen, die übertragbar sind. Für die Immobilienwirtschaft ist es vor dem Hintergrund der großen Herausforderung nicht zielführend, sich bei der Umsetzung von Maßnahmen auf nur einzelne Gebäude zu konzentrieren. Im Einzelfall kann das erforderlich werden, jedoch sinkt mit höheren energetischen Standards der Grenznutzen. Eine höhere Effizienz kann erzielt werden, wenn ganze Quartiere bzw. Gebäudeportfolios betrachtet und entwickelt werden.

Durch das Inkrafttreten des neuen Gebäudeenergiegesetzes GEG im November 2020 und den dort enthaltenen Innovationsklauseln §103 sowie §107 ist es möglich, einzelne Gebäude im Kontext der Bilanzgrenze eines Quartiers gemeinsam zu betrachten, sodass Anforderungen auf Gebäudeebene übererfüllt oder dort wo unvermeidbar auch unterschritten werden können.

Im Detail ermöglicht die Innovationsklausel § 103 eine Befreiung vom üblichen Nachweis mit den Grenzwerten für Primärenergie und Hüllqualität durch eine Berechnung der gebäudebezogenen THG-Emissionen. Gleichzeitig muss der Jahres-Endenergiebedarf 25 Prozent unter dem eines Referenzgebäudes liegen, bei Sanierungen ist das 1,4-fache dieses Wertes zulässig. Zudem wird spätestens ein Jahr nach Durchführung ein Erfahrungsbericht der Maßnahmen gefordert. Daneben ist zur Berechnung des Energiebedarfs eine **quartiersbezogene Energiebilanzierung** zulässig (§107). Damit sind nach derzeitigem Gebäudeenergiegesetz unterschiedliche Energiestandards in einem Quartier möglich, solange die Anlage in ihrer Gesamtheit die Anforderungen erfüllt. Voraussetzung dafür ist eine gemeinsame Planung und die Realisierung innerhalb von drei Jahren, Abbildung 3.26.

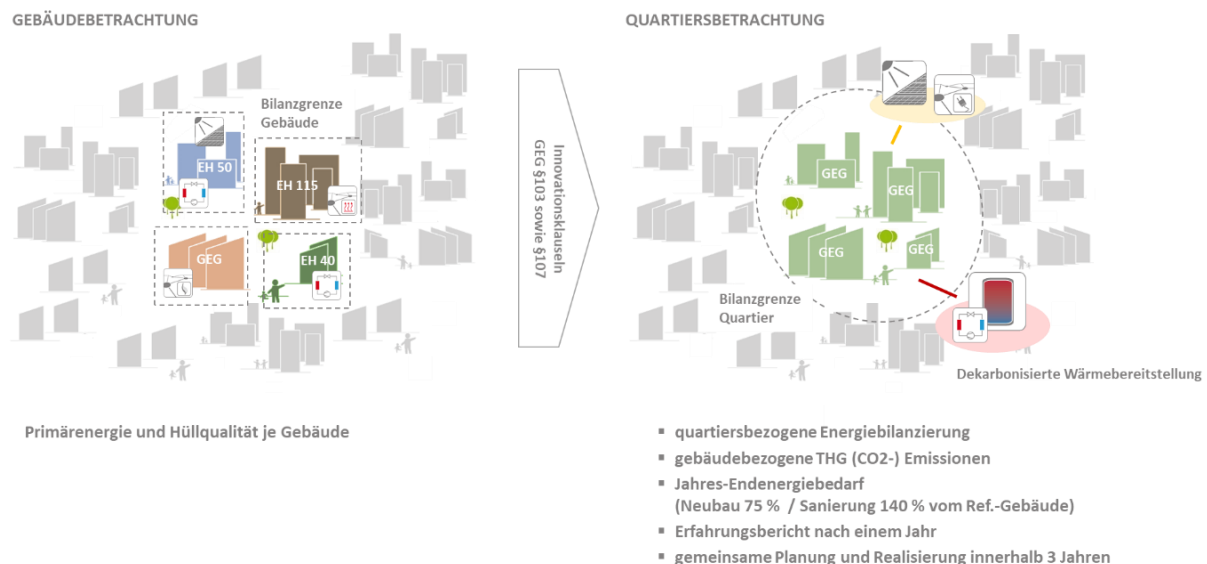


Abbildung 3.26 Vergleich Gebäude- und Quartiersbetrachtung nach GEG § 103 und § 107

Es besteht das Potential, THG-Emissionen im Quartier effizienter, kostengünstiger und mit geringerem Ressourcenaufwand vermeiden zu können als bei einer singulären gebäudebezogenen Vorgehensweise. Dies bestätigen Untersuchungen zu einem Gebäudeportfolio mit rund 8.100 Wohneinheiten, bestehend aus 5.000 Bestands- und

3.100 Neubaeinheiten in der Nachverdichtung. Verglichen wurden die Varianten einer Gebäude- und einer Quartiersbetrachtung zur Erreichung der „Hamburgischen Klimaschutzziele für 2030 bzw. 2050. Durch die gemeinsame Quartiersbilanz ist über alle Gebäude betrachtet der gültige GEG 2020 Standard in Kombination mit einer dekarbonisierten, effizienten Wärmebereitstellung ausreichend. Vorteile liegen in einer gesteigerten Material- und Ressourceneffizienz sowie signifikant geringeren Investitionen bzw. THG-Vermeidungskosten. Im Mietwohnbereich macht sich das durch einen deutlich geringeren Anstieg der Kaltmiete bemerkbar, womit sich Synergien aus sozialer Verantwortung und ökologischen Vorteilen erschließen lassen.

Tabelle 3.1 Vergleich individueller Gebäude- mit Quartiersansatz (interne Berechnung)

	Erreichung Klimaziele 2030	Erreichung Klimaziele 2050	Energetischer Standard		Mehrinvestitionen			Anstieg Kaltmiete	CO ₂ -Vermeidungskosten
	50% CO ₂ -Reduktion gegenüber 1990	80% CO ₂ -Reduktion gegenüber 1990	Neubauten	Bestand	€	€/WE	€/m ²	(€/m ²)	(€/tCO ₂)
Individueller Gebäudeansatz	✓	✗	KfW-40	KfW-55	162 Mio.	20.000	200	3,6	930
Quartiersansatz	✓	✓	KfW-70	KfW-115	142 Mio.	17.500	175	2,6	750

Abgesehen vom THG-Impact muss in einer ganzheitlichen Kalkulation betrachtet werden, dass für Anwendungsfälle bei der Umweltwärmequelle(n) nur begrenzt zur Verfügung stehen, eine thermische Qualität über GEG-Niveau gewählt sinnvoll sein können, um die technische Einbindung zum Beispiel von Wärmepumpen zu ermöglichen.

In Deutschland werden nach Daten des statistischen Bundesamts etwas mehr als die Hälfte aller Wohnungen zur Miete angeboten. Circa 60 Prozent davon befinden sich in Privatbesitz, weitere 20 Prozent sind in Eigentümergemeinschaften zusammengeschlossen, Abbildung 3.27. Auf Wohnungsbaugesellschaften, Genossenschaften und privatwirtschaftliche Unternehmen entfallen etwa 20 Prozent. Würden sich die Ansätze auf diesen Teil des Gebäudebestands beschränken, wäre die Relevanz zur Erreichung der Klimaschutzziele vergleichsweise gering. Das Potential einer Quartiersbetrachtung sollte daher auch für Immobilien von Einzeleigentümern anwendbar sein, auch um die Umsetzung im Rahmen professioneller Randbedingungen stattfinden lassen zu können.

Aktuell stehen wir vor der großen Herausforderung, dass Daten und Grundlagenmaterial überwiegend analog zur Verfügung stehen. Aus zweierlei Perspektive ist es daher sinnvoll, die Digitalisierung im Bauwesen voranzutreiben. Zunächst ist der Status Quo abzubilden. Lässt sich der in Bezug auf die Energieeffizienz auf der Basis von automatisiert erfassten Verbrauchsdaten darstellen, wird die Entwicklung von Strategien im Umgang mit den Gebäudebeständen erheblich vereinfacht. In Verbindung mit einer vereinfacht strukturierten Energie- und Ressourcendatenbank ist darüber hinaus eine umfassendere Bewertung der Bestände möglich. Wege und Pfade zur Klimaneutralität können so deutlich präziser formuliert und für die Umsetzung vorbereitet werden. In der Konsequenz stehen dann Daten zur Verfügung, die die Entscheidung für geplante Vorhaben in den Varianten Sanierung versus Abriss und Neubau auf der Grundlage klimaschutzberücksichtigender Daten belastbar und transparent machen.

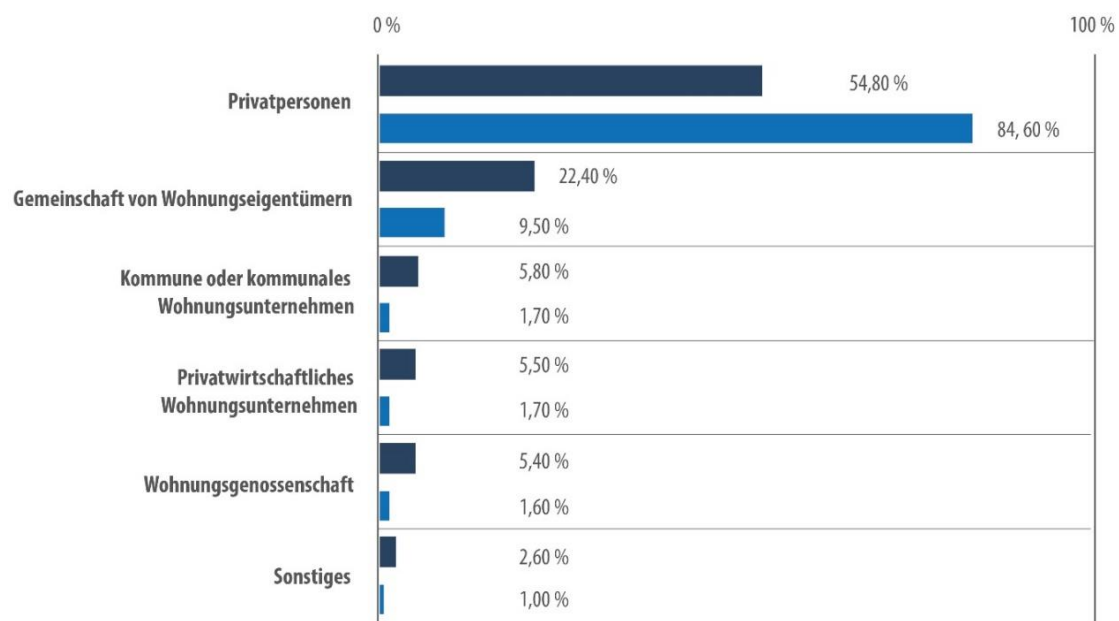


Abbildung 3.27 Eigentumsverhältnisse von Wohnungen und Wohngebäuden in Deutschland [151]

3.3 Maßnahmen Gebäudebestand

Wohngebäude bieten ein erhebliches Potential einen Beitrag zum Klimaschutz und zur Minderung der THG-Emissionen leisten zu können. Im Umgang mit den Beständen sollte allerdings die (übertragbare) Sanierung stehen, die den nachbarschaftlichen Kontext bzw. das Gebäudeportfolio des jeweiligen Eigentümers berücksichtigt, weniger die Betrachtung von Einzelgebäuden.

Dabei stellt sich vor allem die Frage, welche Maßnahmen die TGH-Emissionen schneller und stärker mindern als im Vergleich zu heute. Im Wohngebäudebestand muss auf der einen Seite die Realität vermieteter Flächen gesehen werden, auf der anderen Seite müssen dynamische Preisentwicklungen und -steigerungen, eine ausgelastete Handwerksbranche und in Teilen begrenzte Ressourcen berücksichtigt werden. Umso entscheidender ist es, sich auf wirtschaftliche und kosteneffiziente Lösungen zu konzentrieren und THG-Emissionsminderungswege zu entwickeln. Die Gebäudehüllen sollten unter Berücksichtigung der Portfoliobetrachtung saniert werden. Eine übertragbare Lösung auf dem jetzigen Neubauniveau ist wirksamer als die Sanierung von Einzelgebäude auf den Status Effizienzhaus 55.

Durch Festlegung auf einen Klimaschutzpfad (Fernwärme/ Wärmepumpen/ Erneuerbare Energien) wird es möglich, anhand der Entwicklung der Verbrauchszahlen zu ermitteln welche Emissionen im Gebäudeportfolio zukünftig noch erlaubt sind.

1. Verringerung des Verbrauchs durch standardisierte Sanierungskonzepte
2. Verringerung der Emissionen durch effiziente standardisierte Anlagentechnik
3. Senkung von Emissionen durch Optimierung im Betrieb
4. Klimaneutralität durch dekarbonisierte Wärme- und Stromnetze (Transformationspfad)

Die Verbände, Wohnungsbaugesellschaften, öffentliche und private Eigentümer müssen den Druck auf die Politik erhöhen, die regulatorischen Hürden bei der Umsetzung Klimaschutzpfaden zu beseitigen. Konkret müssen die steuerrechtlichen Nachteile im Zusammenhang mit der Errichtung und dem Betrieb bzw. dem wirtschaftlichen Ertrag von PV-Anlagen kurzfristig abgeschafft werden. Der Ausbau der Erneuerbaren Energie duldet keinen Aufschub, wenn die Ziele erreicht werden sollen und der Gebäudesektor einen kurzfristig wirksamen Beitrag leisten soll. Flächen und finanzielle Mittel scheinen weniger das Problem als lange bekannte Hemmnisse.

Darüber hinaus sollte mit Nachdruck darauf gedrängt werden, den Betrieb digitaler Infrastruktur in der Betriebskostenverordnung zu verankern. Gleichzeitig sollte eine datenschutzrechtliche Grundlage geschaffen werden, die es ermöglicht, wohnungs- bzw. nutzungsbezogen Energiedaten zur Gebäudesteuerung verwenden zu dürfen.

3.3.1 Wohngebäude im Bestand

Für den Wohnungsbestand lassen sich die folgenden, konkreten und kurzfristig notwendigen bzw. möglichen Umsetzungsmaßnahmen zusammenfassen:

Grundlagen

- Endeergieverbrauch und CO₂-Emissionen aller Gebäude durch digitale Infrastruktur erfassen und in Datenbanksystemen verfügbar machen - **Digitale Zähler einbauen, sofort und überall**
- Kontinuierliche automatisierte Datenauswertung ermöglichen und CO₂ Emissionswerte für den Istzustand aller Gebäude in kg/m² ausweisen - **Energieverbrauchs- und CO₂-Monitoring**
- **Vielverbraucher identifizieren**, Einsparpotentiale ermitteln und Maßnahmen priorisieren,
Fokussierung der Sanierungsmaßnahmen auf die Bestände mit den größten Emissionsminderungspotentialen
- Ermittlung der Zielwerte für 2025 / 2030 und 2045
Nutzung der Innovationsklausel § 103 GEG (Nachweis der THG-Emissionsminderung)
Ableitung von CO₂-Reduktionszielen in Fünfjahreszeiträumen
- **Klimastrategie** entwerfen
- Sanierungsfahrpläne für das gesamte Gebäudeportfolio erstellen und Zielwerte für die THG- Emissionsminderung verankern - **Möglichkeiten des GEG (Quartiersansatz) und BEG (iSFP) nutzen**

Anlagentechnik

- Optimierung der Gebäudetechnik durch Bewertung der Anlageneffizienz und Austausch veralteter Komponenten wie unregelte Umwälzpumpen
- Umstellung der Anlagentechnik auf Wärmepumpen oder Anschluss an Fern- oder Nahwärmenetze in Verbindung mit Photovoltaik
- Umsetzung einfacher Anlagenkonzepte und **Vermeidung komplexer Systeme**
- Konsequente Reduzierung der Wärmeverteilung auf Niedertemperatursysteme (Vorlauf < 55°C bei Sanierung und Optimierung, um Netztemperaturen senken zu können und den Ausbau von Wärmepumpen effizient zu ermöglichen)
- Ausbau der Photovoltaik als integrierter Bestandteil der Architektur - **Installation von PV-Anlagen und Eigenstromnutzung**
- PV-Strom für Gebäudebetrieb nutzen und Mieterstrom ermöglichen, einschließlich der Strombereitstellung für die Elektro-Mobilität

Gebäudehülle

- Sanierung zum Effizienzhaus unter der Berücksichtigung der Klimastrategie – Qualität der Gebäudehülle auf das GEG Neubauniveau ausreichend
- Fokussierung auf das gesamte Gebäudeportfolio, weniger auf die Sanierung von Einzelgebäuden
- Prüfung der Wirtschaftlichkeit und Bewertung des Ressourceneinsatzs bei Maßnahmen an der Gebäudehülle
- Sommerlichen Wärmeschutz konsequent beachten und umsetzen, um Kühlergiebedarft in der Zukunft zu vermeiden.

Erläuterungen

Maßnahmen an der Gebäudehülle werden wie oben beschrieben im Rahmen von anstehenden Sanierungszyklen umgesetzt. Wirtschaftlich gesehen sind sie in der Regel kostenintensiver und werden nicht ausschließlich vor dem Hintergrund der Energieeinsparung umgesetzt. Es gilt die architektonischen Belange ebenso zu berücksichtigen wie eine Steigerung des Nutzerkomforts. Im Rahmen der Umsetzung ganzheitlicher Konzepte macht die Sanierung der Gebäudehülle die Anpassung der Wärmeübertragungssysteme, zumindest aber die Absenkung der Systemtemperaturen, möglich. Die Vorgabe energetischer Standards und die daraus resultierenden Dämmstärken im Rahmen der Förderpolitik sind nachvollziehbar und lassen einen höchst individuellen Umgang mit der Substanz zu. Eine verbindliche Zielgröße wie die Festschreibung von Effizienzhaus-niveaus zum Beispiel auf die Größenordnung BEG EH 55 sollte für den Gebäudebestand vermieden werden, weil der Einfluss des baulichen Wärmeschutzes überbewertet ist (Abbildung 3.28). Die Verbesserung gegenüber der Ausgangssituation ist das Entscheidende, nicht das Potential zur maximal möglichen Einsparung. Bei Gebäuden, die den Wärmeschutzstandard der Verordnung von 1995 erfüllen, sollte die Wirtschaftlichkeit geprüft und der Ressourceneinsatz für weitergehende Maßnahmen dringend bewertet werden. Auch vor dem Hintergrund sozialverträglicher Mieten, sollten die sich die Umsetzungsstrategien konsequent an der Degression der THG-Emissionen orientieren und nicht am technisch oder energetisch Möglichen.

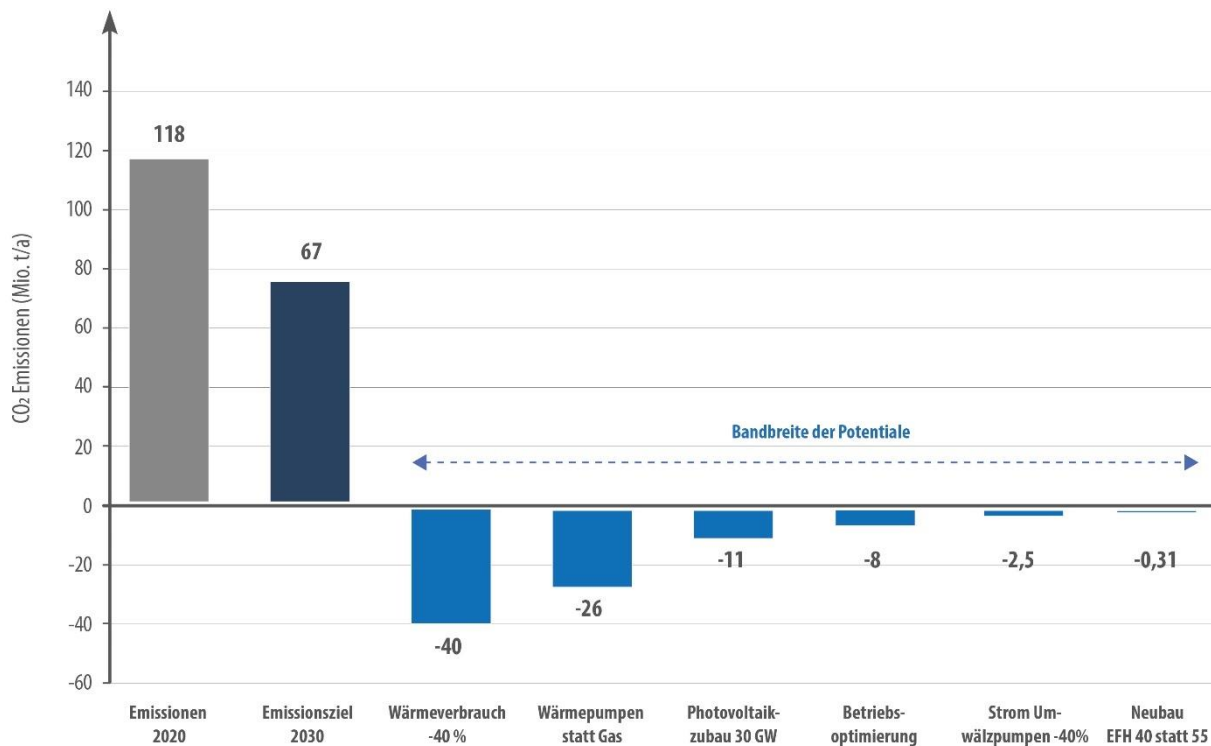


Abbildung 3.28 THG Minderungspotential bis 2030 – Anlagentechnik und Gebäudehülle [166]

Beispiel Gebäudeklasse, Durchschnittswerte

Im Rahmen eines Sanierungsfahrplans sollten die Endenergie-Verbrauchswerte und CO₂-Kennwerte dargestellt werden. Beispielhaft zeigen die nachstehenden Abbildung 3.29 und Abbildung 3.30 das Portfolio eines Wohnungsbau-Unternehmens. Erfasst wurden 7.320 Wohneinheiten mit einer Wohn-fläche von circa 510.000 m²). Tendenziell sinkt der mittlere Energieverbrauch je jünger das Baujahr. Jedoch besteht eine deutliche Spreizung innerhalb der Baualtersklassen. Somit kann nicht allgemein davon ausgegangen werden, dass Gebäude älteren Baujahrs einen höheren Energieverbrauch aufweisen. Am Beispiel betrachtet ergeben sich folgende Endenergie- und CO₂-Kennwerte:

Endenergie (Raumheizung, Warmwasser)	ca. 166 kWh(m ² a)
CO ₂ -äq. Heizung, Warmwasser	ca. 27 kg/(m ² a)

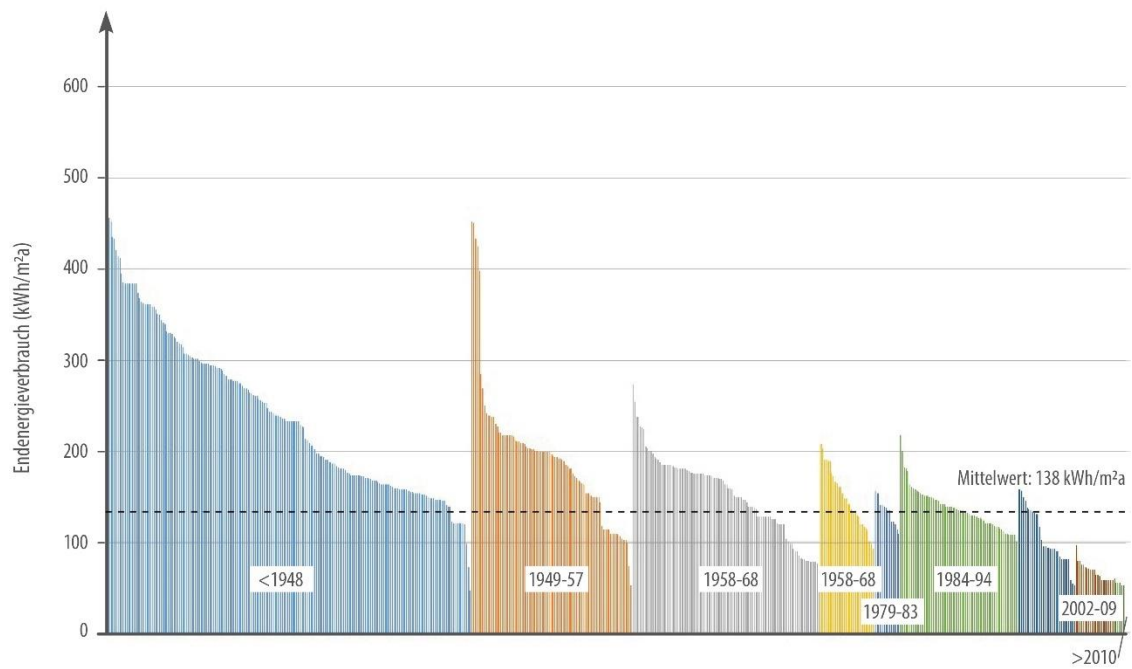


Abbildung 3.29 Sanierungsfahrplan - Gebäudeklassen und Energieverbrauchswerte

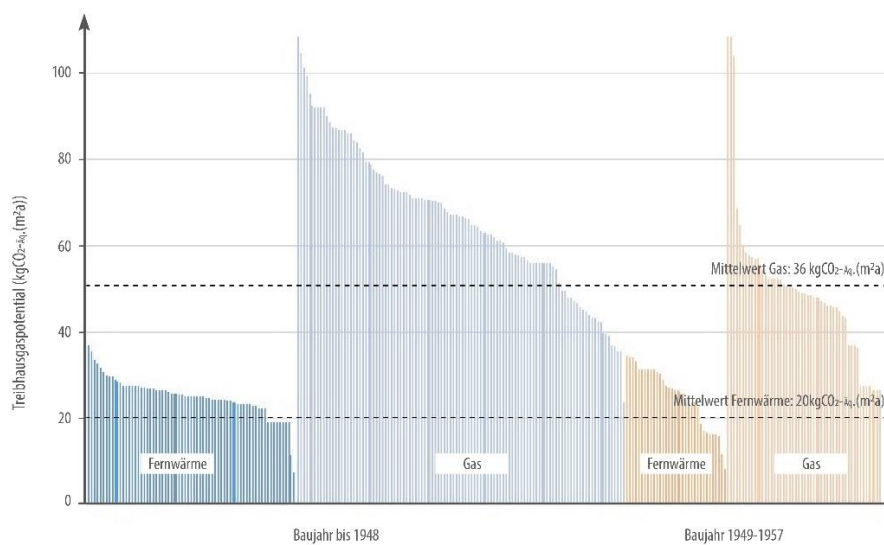


Abbildung 3.30 THG-Potential zwischen Baualtersklassen und Energieträger zur Wärmeversorgung

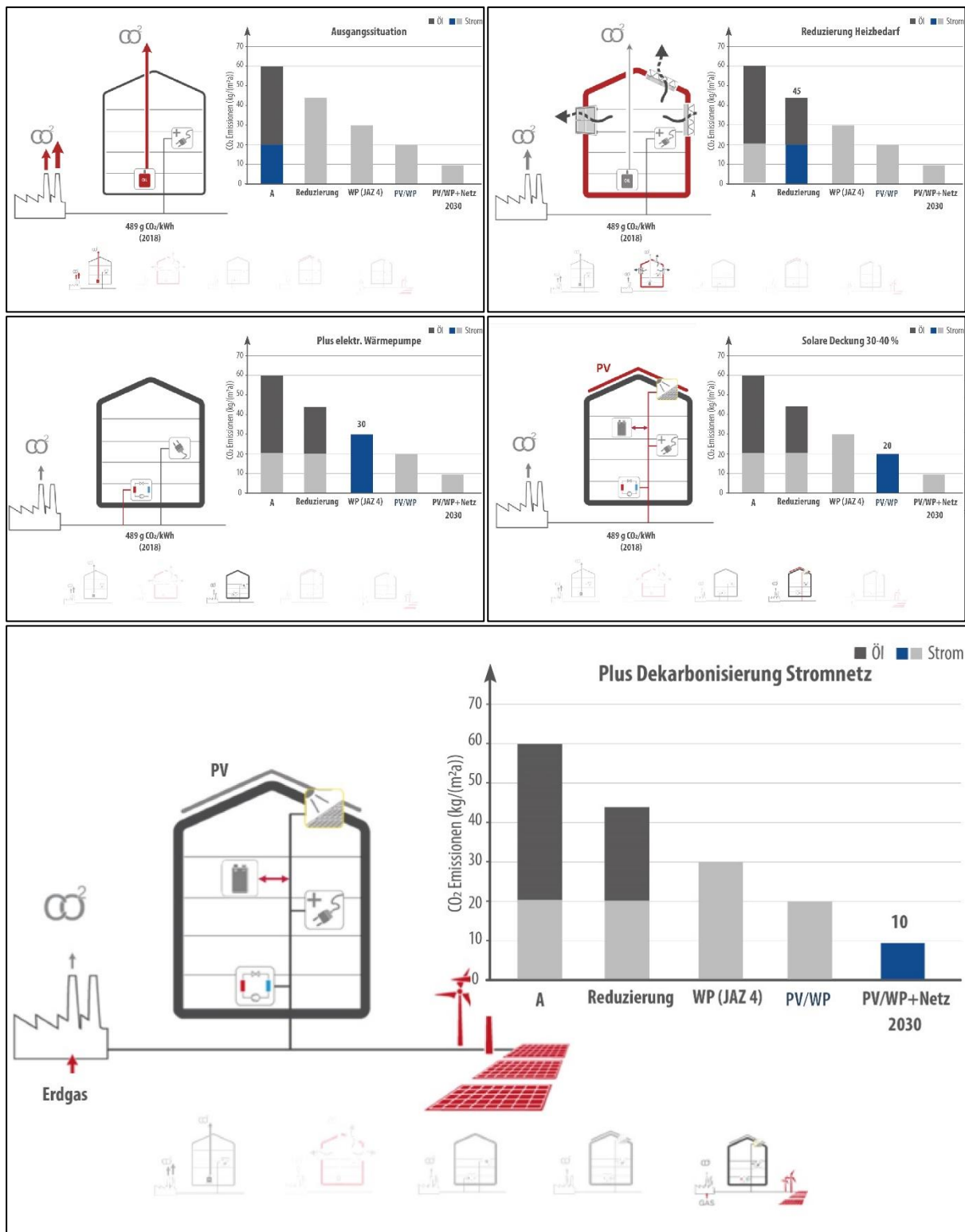


Abbildung 3.31 Maßnahmen zur CO₂-Reduktion inkl. Nutzerstrom [166]

Abbildung 3.31 zeigt deutlich, dass die Klimaneutralität nicht allein durch die Reduzierung des Verbrauchs erreicht werden kann. Notwendig ist die emissionsfreie Versorgung vor Ort, entweder durch die Umstellung auf strombasierte Wärmeerzeuger oder den Anschluss an ein Nah-/ Fernwärmenetz. Ausgehend von der Basisvariante mit Ölkessel und Stromnetzbezug bildet die Untersuchung den Weg zu einem klimaneutralen Gebäude ab. Am Beispiel eines Wohngebäudes im Bestand zeigt sich, dass durch Dämmung eine Reduzierung des Bedarfs um knapp 30 Prozent möglich

ist. Mit der Umstellung auf eine Wärmepumpe werden 50 Prozent Einsparung berechnet. Und erst mit der konzeptionellen Integration von Photovoltaik (WP/PV) kann auch ein Teil des Haushaltsstroms regenerativ gedeckt werden, die THG-Emissionen sinken auf ein Drittel. Die Grenze von 10 kg THG-Emissionen pro Quadratmeter Gebäudenutzfläche und Jahr lässt sich neben der lokalen Nutzung Erneuerbarer Energien nur in Verbindung mit einer Dekarbonisierung der Stromnetze erreichen. Das wiederum liegt im Aufgabenbereich der Energiewirtschaft.

Gebäudetechnik

- Substitution fossil basierter Wärmeerzeuger durch den Einsatz und die Nutzung von Wärmepumpen
- Verstärkung der Anstrengungen zur Betriebsoptimierung durch digitale Verbrauchserfassung inkl. Automatisierter Auswertung
- Erhöhung der regenerativen Deckungsanteile durch die Integration von Eigenstromversorgung aus Photovoltaikanlagen und Stromspeicher für den Gebäudebetrieb (ohne die Berührung marktpolitischer und rechtlicher Belange unproblematisch möglich und im Sinne günstiger Wärmebereitstellungspreise wirtschaftlich umsetzbar)
- Substitution fossil basierter Wärmeerzeuger durch die Umstellung auf Fernwärme auf Gebäudeebene bzw. im Quartiersmaßstab
- Fernwärmeanschlussförderung nach BEG nutzen, wenn die Erhöhung der erneuerbaren Anteile an der Versorgung verbindlich in Aussicht gestellt werden
- Transparenz der Energieperformance - Digitale automatisierte Bewertung der Anlageneffizienz durch Netzanbindung und Abgleich mit Referenzdaten
- Mittel- bis langfristig die Planung und Realisierung von Fernwärmenetzen beschleunigen
- Überprüfung der notwendigen Lüftungstechnischen Anforderungen als Teil der ganzheitlichen Planung

Mit der konsequenten Substitution von fossilen Energieträgern auf Gebäude- und Quartiersebene durch den Einsatz von Wärmepumpen oder den Anschluss an Wärmenetze können bis 2030 THG-Emissionen in signifikanten Umfang reduziert werden. Unter Berücksichtigung der jeweiligen Wirkprozesse auf der Erzeugerseite werden die spezifischen Emissionen bezogen auf die bereitgestellte Kilowattstunde Wärme beim Einsatz von Strom um mehr als 50 Prozent sinken können. Bei der Fernwärme lässt sich eine Degression von circa 25 Prozent realisieren. Unterstellt ist der Ausbau der erneuerbaren Energien im öffentlichen Stromnetz und eine Dekarbonisierung der Wärmenetze. Auch der THG-Faktor von Gas wird durch die Zunahme synthetischer Brennstoffe oder Biogas verringert werden können. Die notwendigen Reduzierungen lassen sich mit dem Zeithorizont 2050 aber nur durch einen Umstieg auf Strom und Fernwärme erzielen, siehe Abbildung 3.32.

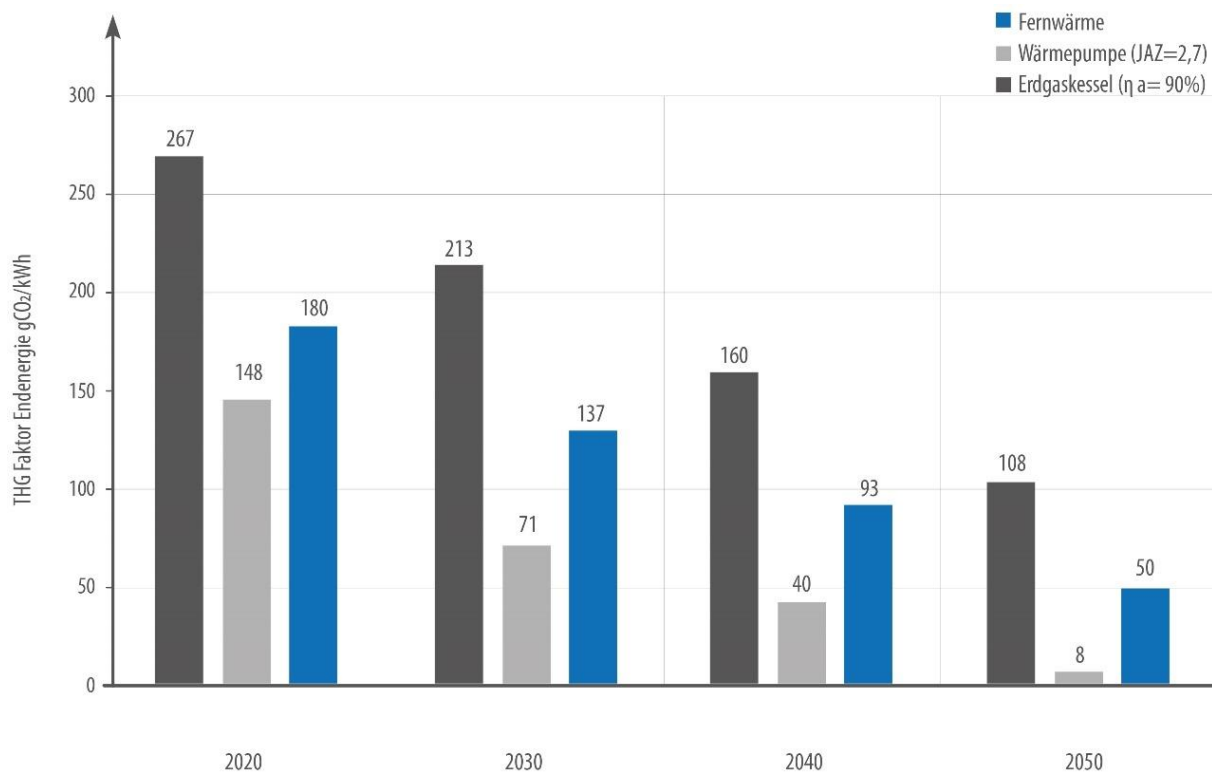


Abbildung 3.32 THG-Faktoren zur Wärmeerzeugung [166]

Im Wirtschaftlichkeitsvergleich zeigt schon die Studie future:solar aus 2013, gefördert vom Bundesministerium für Umwelt (BMU), dass die Varianten Fernwärme und Wärmepumpe, jeweils in Kombination mit Photovoltaik, am günstigsten abschneiden. Zielgröße der Berechnung war für die Sanierung eines Mehrfamilienhauses, unter der Berücksichtigung einer regenerativen Deckung auch des Nutzerstromverbrauchs, eine ausgeglichene Jahresbilanz (100 Prozent erneuerbar). Mit dem weiteren Rückgang der Anschaffungskosten für die Photovoltaik und als Konsequenz der Einführung einer CO₂-Bepreisung werden sich die Vorteile in 2021 bzw. bis 2030 noch deutlicher abbilden. Bei der Umsetzung der vorgeschlagenen Standardlösungen, Wärmepumpe bzw. Fernwärme in Verbindung mit Photovoltaik, ist darauf zu achten, dass die Konzepte einfach und die Einbindung der Komponenten praktikabel bleiben. Entscheidend ist eine serielle Umsetzbarkeit und eine digitale Schnittstelle, um die notwendige Geschwindigkeit zur Erreichung der Klimaschutzziele ermöglichen und nachweisen zu können. Die Zeit für experimentelle Lösungen ist vorbei, somit heißt das Credo: „So einfach wie möglich“.

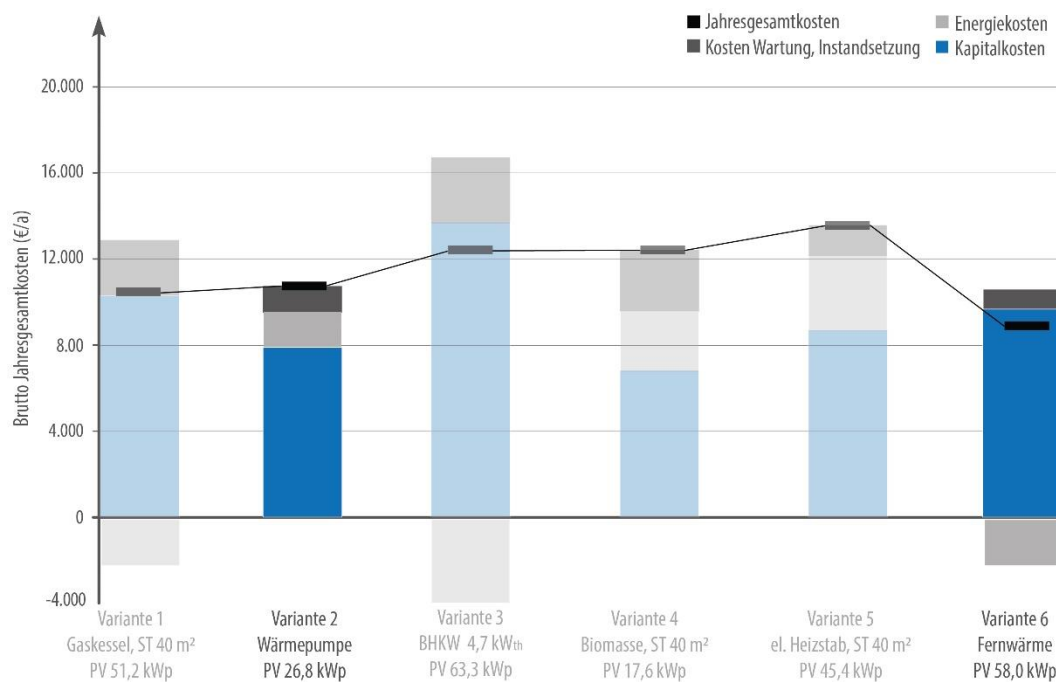


Abbildung 3.33 Jahresgesamtkosten für die Sanierung zum klimaneutralen Mehrfamilienhaus für verschiedene Wärmeversorgungs-Systeme [167]

Das Beispiel in Abbildung 3.33 zeigt Jahresgesamtkosten und bildet die vollständige, bilanzielle regenerative Deckung inklusive 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 Neubauquartieren zeitnah als Variante ausgeschlossen werden.

Photovoltaik

Klimaneutralität für den Gebäudebestand bedeutet die Reduzierung des Verbrauchs für den Betrieb, bei Wohnnutzung für Heizung und Trinkwarmwasser, im wirtschaftlichen Rahmen und die Nutzung erneuerbarer Energien vor Ort. Mit der Photovoltaik können erhebliche Potentiale zur solaren Deckung erreicht werden, insbesondere dann, wenn die Bilanz den Haushaltsstrom mit integriert. Durch die Verbesserung des baulichen Wärmeschutzes steigt der Anteil des Nutzerstroms auf einen Anteil von 40-60 Prozent am Gesamtenergieverbrauch. Er fällt sogar noch höher aus, wenn die Elektromobilität einbezogen werden sollte. Strombasierte Konzepte zur Wärmeversorgung der Gebäude bieten sich daher an, um Emissionen vor Ort zu vermeiden und regenerative Deckungsanteile umzusetzen.

Die nutzbaren Dachflächen lassen sich zur Integration erneuerbarer Energien mit Photovoltaik belegen. PV-Strom, der überwiegend im Gebäude genutzt wird, erhöht die anrechenbaren direkten solaren Deckungsanteile, insbesondere dann, wenn der regenerative Ertrag durch die Bewohner (zum Beispiel bei Mieterstrommodellen) verbraucht werden. Dabei ergeben sich aus der Dachneigung und -orientierung sowie der Ausbausituation die mögliche installierte Leistung und die solaren Erträge. Vereinfacht wurde mit monokristallinen Modulen mit einer spez. Leistung von 200 W_p pro Quadratmeter gerechnet. Bezogen auf ein Standardmodul ergibt sich eine Peak-Leistung von 330 W_p .

Aus den nachfolgenden Grafiken lassen sich die möglichen Peak-Leistung sowie Erträge für typische orts- und gebäudespezifische Situationen ablesen.

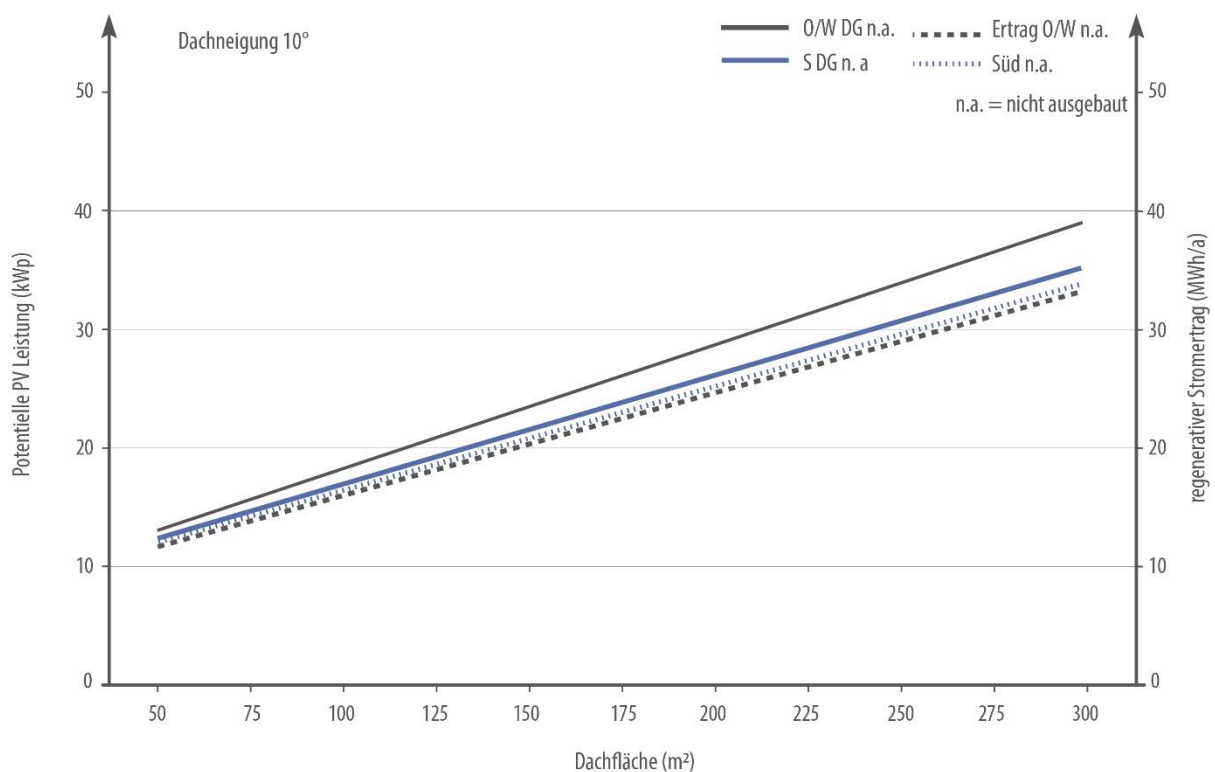


Abbildung 3.34 Photovoltaik Ertrag und mögliche PV-Leistung bei Flachdächern [166]

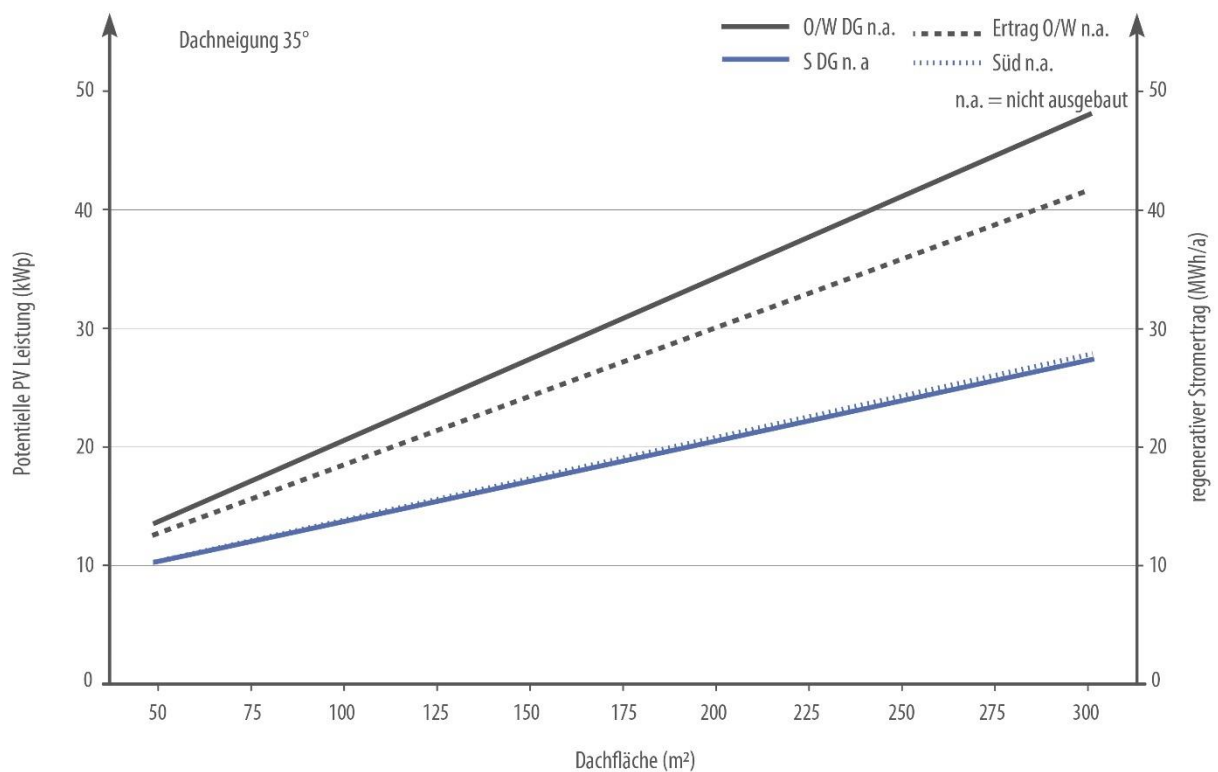


Abbildung 3.35 Photovoltaik Ertrag und mögliche PV-Leistung bei einer Dachneigung von 35° [166]

Der durchschnittliche Stromverbrauch pro Wohneinheit ergibt sich aus der Broschüre „Stromspiegel für Deutschland 2016/2017“, sodass sich aus dem potentiellen absoluten Ertrag dividiert durch die den wohnungsspezifischen Verbrauch die Anzahl der Wohneinheiten ergibt, die bilanziell über das Jahr versorgt werden können.

Tabelle 3.2 Strombedarf Haushalte nach Stromspiegel Deutschland [168]

MFH	ohne	Warmwasser					
Personen	A	B	C	D	E	F	Mittelwert
1	800	1.100	1.300	1.500	1.900	2.500	1.500
2	1.300	1.700	2.000	2.300	2.600	3.200	2.200
3	1.800	2.200	2.600	3.000	3.500	4.000	3.000
4	2.000	2.500	3.000	3.400	4.000	4.600	3.400
5	2.400	3.000	3.500	4.200	5.000	6.000	4.100
MFH	mit	Warmwasser (elektrisch)					
Personen	A	B	C	D	E	F	Mittelwert
1	1.200	1.500	1.900	2.100	2.600	3.400	2.000
2	2.000	2.500	3.000	3.200	3.600	4.400	3.200
3	2.700	3.400	3.900	4.300	5.000	6.000	4.200
4	3.100	4.000	4.500	5.000	5.800	7.100	5.000
5	3.300	4.500	5.500	6.000	7.000	9.000	6.000

Qualitätssicherung, Betriebsoptimierung und Modernisierung

Das günstigste Kosten-Nutzenverhältnis, die geringste CO₂-Vermeidungskosten und eine besonders schnelle Umsetzung sind durch eine Optimierung des Gebäudebetriebs zu erzielen. Wichtigste Leistungen sind hier das technische Monitoring zur Prüfung, Identifikation und Korrektur fehlerhafter Anlagenfunktionen, die Implementierung verbesserter Automatisierungsfunktionen für Anlagen – auch durch den ergänzenden Einsatz von künstlicher Intelligenz – sowie die Modernisierung und Ergänzung dazu erforderlicher Schnittstellen.

Unter konservativen Randbedingungen lassen sich im Gebäudebestand circa 8 bis 10 Prozent des jährlichen Energieverbrauchs einsparen. Mit der Einführung von digitalen Erfassungssystemen zur Verbrauchsermittlung sowie der Umsetzung digitaler Schnittstellen zu den verbauten Anlagen können durch automatisierte Plausibilisierung die übermittelten Werte ausgewertet werden und Optimierungspotentiale auch über das Gebäude hinaus im Quartier (Sektorenkopplung) aufzeigen.

Nach wie vor sind in Deutschland circa 10 Millionen Alte und ineffiziente Umwälzpumpen in Betrieb, so das Umweltbundesamt. Mit einer modernen Hocheffizienzpumpe lassen sich bei sehr geringem Aufwand bis zu 80 Prozent des Stromverbrauchs sparen. Hochgerechnet auf das erforderliche THG-Minderungsvolumen bis 2030 immerhin ein Anteil von 4 Prozent.

Maßnahmen:

- Technisches Monitoring zur Identifikation und Korrektur fehlerhafter Anlagenfunktionen
- Pflicht (digitale Prüfung durch unabhängige Dritte) bei allen Maßnahmen, Neubau, Sanierung, Modernisierung, etc.
- Implementierung verbesserter Automatisierungsfunktionen für Anlagen
- Modernisierung und Ergänzung von Sensorik und Aktorik
- Flächendeckender Einbau von intelligenten Zählern zur Verbrauchserfassung
- Konsequenter Austausch nicht drehzahl geregelter Umwälzpumpen
- Netzan- bzw. einbindung der Aggregate zur Wärmebereitstellung mit digitaler automatisierter Erfassung der Anlageneffizienz
- Einsatz intelligenter Heizkörperventile
- Einsatz von Anlagen mit modernen Internetschnittstellen für die Nutzung webbasierter Services

Gebäudelüftung und Nutzerkomfort

Ein hoher Nutzerkomfort und eine gute Lüfthygiene können insbesondere nach der Durchführung von Sanierungsmaßnahmen erwartet werden. Mit zunehmender Dichtheit der Gebäudehülle ist die Überprüfung der notwendigen Lüftungstechnischen Anforderungen als Teil der ganzheitlichen Planung bzw. als konkrete Vorgabe erforderlich. Die Systemscheidung sollte aber unabhängig von einer potentiellen energetischen Einsparung, sondern vielmehr unter Berücksichtigung der Nutzeranforderungen, der Investitionskosten und dem Wartungsaufwand, insbesondere bei Mietwohnungen, getroffen werden. Im Vordergrund muss die nutzungsunabhängige Einhaltung des Feuchteschutzes und die Vermeidung von Bauschäden bei der Sanierung stehen.

Maßnahmen:

- Erstellung von Lüftungskonzepten bei der Sanierung zum Effizienzhaus oder dem Tausch der Fenster als Einzelmaßnahme
- Berücksichtigung nutzerunabhängige Systeme zum Feuchteschutz
- Berücksichtigung einfacher Abluftkonzepte

Ganzheitliche Sanierung

Die Steigerung der Energieeffizienz wie auch die Nutzung erneuerbarer Energien wird wesentlich von den Qualitäten einer verbesserten Gebäudehülle abhängen: von Fassaden, Fenstern, Dächern und gebäudeintegrierten solaren Systemen. Die bevorzugte Lösung für die Gebäudehülle ist von vielen Parametern, wie etwa verfügbare Mittel, technische Anforderungen, insbesondere zum Schall- und Brandschutz, Flächenverfügbarkeit für Dämmung, Tageslichtversorgung und Außenbezug der Wohnung.

Bei einer Totalsanierung können die bestehenden Grundrisse aufgebrochen werden und neue Strukturen geschaffen werden. Die Bedürfnisse der Mieter haben sich seit der Bauzeit mit geänderten familiären Strukturen wie Lebensgewohnheiten und Ansprüchen fortentwickelt. Die Chance der Nachverdichtung sollte hierbei genutzt werden. Die folgende Tabelle zeigt die Vor- und Nachteile einer ganzheitlichen Sanierung im bewohnten bzw. unbewohnten Zustand.

Tabelle 3.3 Vor- und Nachteile bei bewohnter und unbewohnter Sanierung [166]

	bewohnt	Unbewohnt nach Leerzug
Vorteile	kein Umzug der Bewohner Mieteinnahmen weitestgehend ungestört keine Neuvermietung erforderlich Geringere Vandalismusgefahr in der Bauphase	Komplettsanierung möglich Teilweise spezifisch und gewerkeweise geringere Baukosten Kürzere Bauzeit in Relation zur Maßnahme Grundrissoptimierung möglich Vergrößerung Wohnflächen durch Anbauten möglich

	Flächeneffizienz der Wohnungen durch kleine Einheiten bleibt erhalten Mietniveau steigt im Gegensatz zu komplett sanierten Immobilien nur moderat	Verbesserung der Tageslichtversorgung und Nutzung passiver Wärmegevinne durch Änderung der Fensterzuschnitte möglich Steigerung der Mieter durch das Erreichen eines grundsätzlich anderen Wohnungsstandards
Nachteile	Beeinträchtigung Bewohner durch Baulärm Bauarbeiten in Wohnungen insbesondere in den Bädern erforderlich (Strangsanierung) Komplettsanierung im bewohnten Zustand nicht machbar, Elektroversorgung kann nur an der Unterverteilung erneuert werden. Optimierung Grundriss nicht möglich Höherer Aufwand für ausführende Firmen Höhere Planungs- und Baukosten Längere Bauzeit Verzögerungen im Bauablauf durch fehlende Zugänglichkeit der individuellen Mietflächen mögl. Mietminderungen nicht ausgeschlossen	Langer, bis zu 24-monatiger, Vorlauf zwecks Mieterinformation Wohnungsleerstand durch zeitversetzten Auszug mit längerem Mietausfall Mietausfälle während der Bauzeit Laufenden Kosten stehen keine Einnahmen gegenüber Wohnungssuche und Umzug der Mieter Aufwand für Neuvermietung (vor dem Hintergrund der aktuellen Wohnungsmarktsituation unkritisch) Weniger Suffizienz durch größere Wohnungsgrundrisse, höherer Wohnflächenanteil pro Nutzer

3.3.2 Nichtwohngebäude im Bestand

Nichtwohngebäude oder Gewerbeimmobilien unterliegen in der Regel einem anderen Lebenszyklus als Wohngebäude. Die Möglichkeit auf sich ändernde Nutzungsanforderungen reagieren zu können wird im Bestand von Nichtwohngebäuden häufig nicht untersucht oder grundsätzlich in Frage gestellt. Solange Gebäude mit verkürzter Nutzungszeit zurückgebaut und die Ressourcen im Materialkreislauf verwendet werden können ist der Ersatzneubau weniger unkritisch. Dort aber, wo ein nicht unerheblicher Anteil an Abfall und Bauschutt entsteht, muss die Frage nach Ressourceneffizienz gestellt werden.

Grundsätzlich bieten Bestandsgebäude, auch wenn sie nicht zum Wohnen genutzt werden, unter Klimaschutzaspekten ein hohes Potential. Die graue Energie ist bereits aufgewendet und selbst bei umfassender Sanierung ist der energetische Aufwand für die Baumaßnahmen nur etwa ein Viertel bis ein Fünftel so hoch wie beim Neubau.

Das Bauen im Bestand rückt daher zunehmend in den operativen Fokus. Und obwohl die Bestandsentwicklung eine hohe Relevanz hat, werden in der Fachliteratur überwiegend anerkannte Vorgehensweisen für den klassischen Neubau beschrieben. Daher werden für den Nichtwohnungsbestand folgende, konkrete und kurzfristig anwendbare Umsetzungs-Maßnahmen empfohlen:

Grundlagen

- Aufbau einer digitalen Infrastruktur für die Verbrauchserfassung, differenziert nach den Bereichen Wärme, Kälte und Strom
- Differenzierte Analyse des Stromverbrauchs (Anlagenbetrieb und Nutzer/ Prozesse), ggf. mit der Nutzung von Lastgangdaten des Energieversorgers und Bewertung der Spitzenlast
- Bewertung der Anlageneffizienz unter den Aspekten der Energieeffizienz und der Erfordernis zur Deckung des Energiebedarfs bzw. Nutzeranforderung (Energieaudit bzw. Energieberatung, Förderung möglich)
- Immobilien- oder Portfoliobewertung anhand von Referenzwerten und Zielwerte für die THG-Emissionsminderung verankern
- Definition von Zielwerten für 2025 / 2030 und 2045 mit der Ableitung von CO₂-Reduktionszielen und Installation eines automatisierten Energieverbrauchs- und CO₂-Monitoring
- Bewertung der Dachflächen zur Integration von PV-Anlagen zur Eigenstromnutzung, eine Wirtschaftlichkeit kann unterstellt werden
- Sanierungen mit BEG Förderung umsetzen

Gebäudehülle im Bestand

- Dämmung der Gebäudehülle auf ein förderfähiges BEG-Niveau – Mindeststandard nach Gebäudeenergiegesetz führt bereits zu erheblichen Einsparungen

- Prüfung der Wirtschaftlichkeit und Bewertung des Ressourceneinsatz bei Maßnahmen an der Gebäudehülle - Wärmeschutzstandard '95 überwiegend schon ausreichend
- Wärmebrücken im spez. Einzelfall mit Augenmaß und im Gesamtkontext behandeln
- Prüfung der Gebäudedichtheit zur Identifizierung von Leckagen
- Sanierung zum Effizienzhaus im Rahmen eines ganzheitlichen Konzepts prüfen und bewerten
- Priorisierung der Maßnahmen und Fokussierung der Sanierungspläne auf die Bestände mit den größten Emissionsminderungspotentialen
- Berücksichtigung des Einsatzes einer Photovoltaik-Anlage bei der Dachsanierung
- Konzept zum sommerlichen Wärmeschutz zur Vermeidung von Überhitzung erstellen, insbesondere beim Austausch von Fenstern und Fassaden - Maßnahme ist bei Einhaltung der Grenzwerte für die transparenten Außenbauteile förderfähig

Anlagentechnik

- Dekarbonisierung der Wärmeversorgung durch Anschluss an Fernwärmenetze oder Einsatz von Wärmepumpenanlagen in Verbindung mit Photovoltaik
- Stetige Funktionsprüfung der Anlagentechnik – Technisches Monitoring und Betriebsoptimierung für alle Neubauten, Sanierungen und Einzelmaßnahmen
- maximale Solarisierung der Dachflächen und PV-Eigenstromnutzung regenerative Deckung des Strombedarfs u.a. für Nutzerausstattung und Gebäudekühlung
- Angebot für E-Mobilität und Bereitstellung der Infrastruktur prüfen
- Massive Modernisierung im Bereich bedarfsgeführter Regelungen von RLT-Anlagen, Einsatz von RLT-Anlagen im Rahmen eines ganzheitlichen Sanierungskonzepts prüfen
- Konsequenter Einsatz einer dezentralen elektrischen Warmwasserbereitung bei Standardnutzungen
- Umrüstung auf LED-Beleuchtung konsequent umsetzen
- Nutzung der Abwärme von Prozessen / Maschinen

Für die Erreichung der Klimaschutzziele ist auch im Nichtwohngebäude-Bestand eine Dekarbonisierung der Wärmeversorgung erforderlich. Dies erfordert eine zeitnahe Abkehr von fossilen Wärme-erzeugern. Eine Beibehaltung der verbrennungsbasierten Wärmeversorgung durch Substituierung von fossilen Energieträgern mit Wasserstoff ist aufgrund der Umwandlungsverluste aus volkswirtschaftlicher Perspektive aktuell nicht empfehlenswert, und auch nicht kurzfristig umsetzbar. Fernwärme und elektrische Wärmepumpen, jeweils in Ergänzung mit Photovoltaik, bieten die wirtschaftlichste Option, um die THG-Minderungsziele zeitnah zu erreichen.

Abbildung 3.36 zeigt eine Studie zur energetischen Sanierung für ein Verwaltungsgebäude mit einer Netto-Grundfläche von 1.700 m². Im Vergleich sind die Energiekosten, betriebsbedingte Kosten für Wartung und Instandhaltung sowie die Kapitalkosten (Investitionskosten als regelmäßige, jährliche Zahlung) für verschiedene Modernisierungsvarianten dargestellt. Die Kapitalkosten sind aufgeteilt in ohnehin notwendige Investitionen und energetisch bedingte Mehrkosten. Die Ohnehin-Kosten fallen an, wenn Bauteile den Sanierungszyklus bzw. die Lebenserwartung erreicht haben. Energiebedingten Mehrkosten bilden die Zusatzkosten ab, die durch die Steigerung der Energieeffizienz anfallen. Im Bestand ist ein Gas-Niedertemperaturkessel vorhanden, Dämmniveau entspricht der Wärmeschutzverordnung '84. Bei der Modernisierungsvariante 5 wird der Wärmeerzeuger getauscht. In Verbindung mit der Sanierung der Gebäudehülle wird ein Effizienzniveau erreicht, sodass bis 2050 keine weiteren energetischen Maßnahmen erforderlich sind.

Mit Variante 5 lassen sich die Energie- und Betriebsbedingten um circa 50 Prozent reduzieren. Die Erhöhung der Jahresgesamtkosten gegenüber der Ausgangssituation ist dabei auf die mit der Investition verbundenen Kapitalkosten zurückzuführen. Anzurechnen sind die Anteile der ohnehin notwendigen Instandsetzungsmaßnahmen und die Wertsteigerung des Gebäudes.

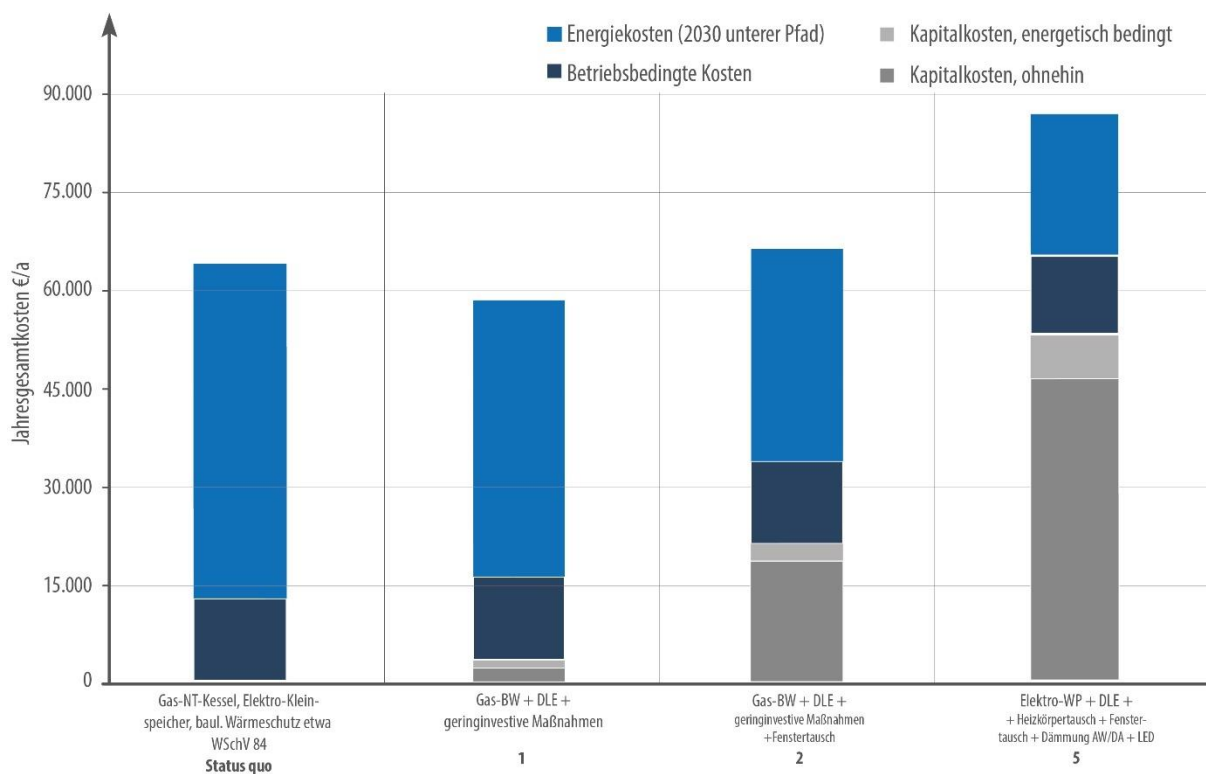


Abbildung 3.36 Anteile der Jahresgesamtkosten der Modernisierungsvarianten im Vergleich zum unsanierten Zustand für das Verwaltungsgebäude auf Basis der Energiepreise 2030 (unterer Preispfad) [169]

Mit Variante 5 lässt sich ein Konzept umsetzen, das dem Anspruch an eine effektive Minderung der THG-Emissionen gerecht wird. In Abbildung 3.37 ist die Differenz der Jahresgesamtkosten bzw. sind die THG-Vermeidungskosten ausgewiesen (graue Balken) sowie die CO₂-Einsparung gegenüber der Ausgangsvariante mit konven-

tioneller Versorgung. Die Variante mit Luft-Wärmepumpe ist im Vergleich die einzige Lösung, die Emissionen vor Ort vermeidet und mit fortschreitender Dekarbonisierung der Stromerzeugung bis 2045 ohne weitere Maßnahmen annähernd CO₂-neutral wird.

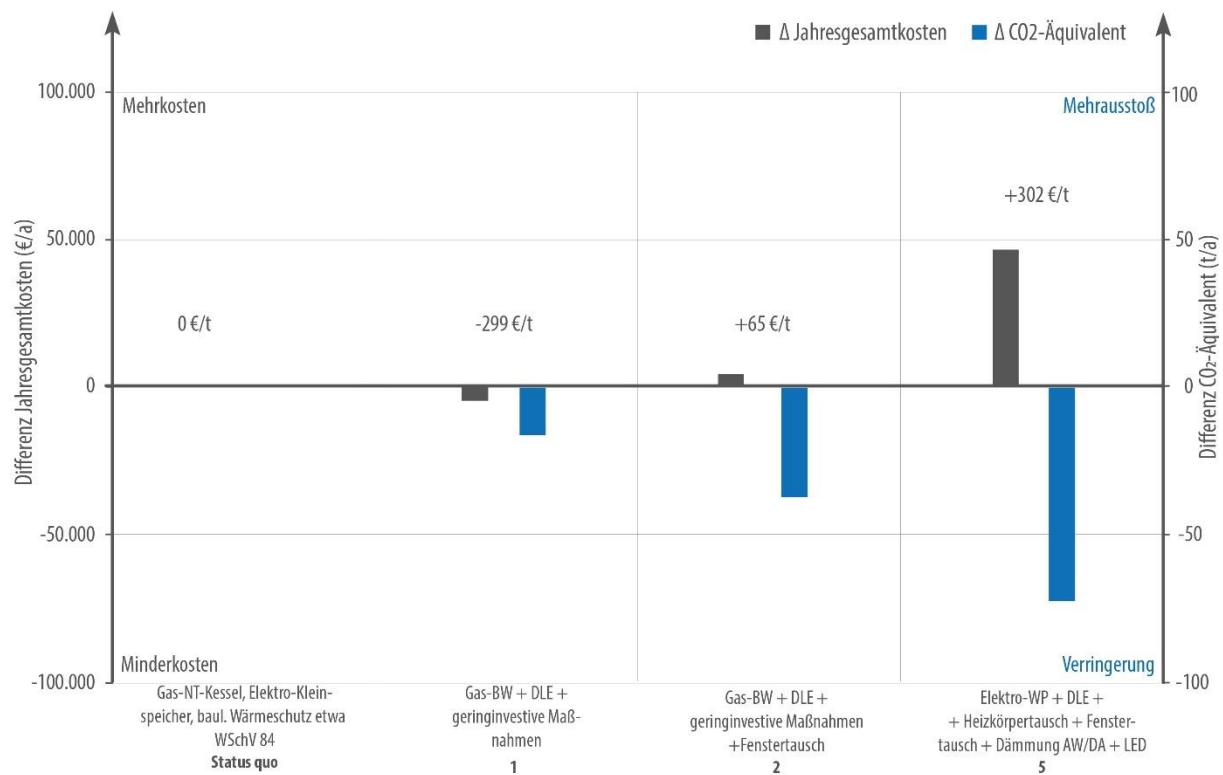


Abbildung 3.37 CO₂-Vermeidungskosten der Modernisierungsvarianten basierend auf Vollkosten und Energiepreisen 2030 (unterer Preispfad), Verwaltungsgebäude [169]

„Der Einsatz von Photovoltaikanlagen senkt grundsätzlich die Jahresgesamtkosten“ [54]. Dieses Zitat aus der ZIA-Studie 2016 gilt sowohl für Bestandsgebäude- als auch Neubauten. Jahresgesamtkosten nach der VDI-Richtlinie 2067 berücksichtigen sowohl die Investitions- als auch laufenden Kosten. Photovoltaik besitzt aus zwei Gründen besondere Relevanz für den Nichtwohngebäude-Sektor (NWG-Sektor):

1. Im NWG-Sektor sind etwa 34 Prozent des Endenergieverbrauchs auf den Stromverbrauch zurückzuführen. Durch die Gleichzeitigkeit von Ertrag und Bedarf ist ein hohes Potential für die direkte Eigenstromnutzung und den Eigenverbrauch von PV-Strom gegeben, was sich positiv auf die Wirtschaftlichkeit auswirkt. Eine wirtschaftliche Investition in PV-Anlagen ist aufgrund der in den letzten Jahren stark gesunkenen Modulpreise tendenziell fast immer möglich, im GHD-Bereich ist sie besonders hoch, da der Stromanteil am Endenergieverbrauch häufig dominiert [164].
2. Für die Erreichung der Klimaziele bis 2045 ist der Ausbau Erneuerbarer Energien entscheidend. Jährlich sollte der PV-Zubau mindestens 8 GW_p erreichen [166]. Nichtwohngebäude im Bestand verfügen über knapp 40 Prozent der gesamten Gebäude-Nettogrundfläche in Deutschland, die mit der für PV-Anlagen verfügbare Dachfläche korreliert. Das Potential und der Nutzen sind entsprechend hoch,

sodass der Bereich Verantwortung übernehmen kann. Von politischer Seite sind die administrativen Hürden aber dringend und zeitnah zu beseitigen.

Monitoring und Betriebsoptimierung

Betriebsoptimierungen können gerade im Gebäudebestand den Endenergieverbrauch erheblich senken. Gleichzeitig ist der monetäre und häufig auch der zeitliche Aufwand gering. Zu den wichtigsten Maßnahmen gehören:

- Stetige Funktionsprüfung der Anlagentechnik – Technisches Monitoring und Betriebsoptimierung für Sanierungen und Einzelmaßnahmen, ebenso für alle Neubauten
- Durchführung eines hydraulischen Abgleichs
- Austausch ineffizienter Pumpen
- Optimierung der Regelungstechnik (Differenzdruckregelung der Pumpen, intelligente Thermostatventile)
- Modernisierung der Lüftungstechnik sowie
- Monitoring des Endenergieverbrauchs als Teil des technischen Monitorings

Ein hydraulischer Abgleich ist gerade bei Nichtwohngebäuden älteren Baujahrs sowohl aus ökologischer als auch wirtschaftlicher Perspektive empfehlenswert. Pumpen in Bestandsgebäuden sind häufig überdimensioniert. Dies wirkt sich nachteilig auf deren Effizienz aus. Moderne Hocheffizienzpumpen sind teilweise bis zu 80 Prozent effizienter als ältere Modelle. Falls Hocheffizienzpumpen in einem Heizungssystem noch nicht verbaut sind, ist eine Umrüstung in der Regel wirtschaftlich.

Beleuchtung

Die Beleuchtung ist für 13 Prozent des Endenergieverbrauchs im GHD-Sektor verantwortlich. Bei einzelnen Unternehmen im Großhandel kann die Beleuchtung bis zu 70 Prozent des Stromverbrauchs verursachen [170]. Maßnahmen zur Effizienzsteigerung der Beleuchtung sind ein leicht umsetzbarer und schnell wirksamer Hebel zur Vermeidung von THG-Emissionen.

Die Lebensdauer von Licht emittierenden Dioden (kurz: LED) ist mit 15.000 bis 100.000 Betriebsstunden bedeutend höher als die der meisten anderen Leuchtmittel. Zudem sind sie häufig um ein Vielfaches effizienter. Am Markt haben sich LED's durchgesetzt, nur im Gebäudebestand sind noch überwiegend konventionelle Leuchten und Leuchtmittel verbaut. Die Umrüstung auf Leuchtdioden (LED) ist in der Regel sowohl ökologisch als auch ökonomisch zu empfehlen. Durch die höhere Energieeffizienz wird der Stromverbrauch und die THG-Emissionen wesentlich reduziert.

Automation und Kommunikationsschnittstellen

Bei der Installation neuer Anlagen, Sensorik und Aktorik können Betriebsdaten über digitale Schnittstellen im Internet verfügbar gemacht werden. Der Tausch von Erzeugungsanlagen sollte daher zwingend genutzt werden, diese Schnittstellen zur Gebäudetechnik auszubauen und flächendeckend umzusetzen. Mit einer gesicherten und permanent verfügbaren Datenbasis können effizienter Optimierungen vorgenommen und Anpassungsbedarf identifiziert werden.

Eine kontinuierliche Überwachung des Anlagenbetriebs durch innovative Dienstleistungen bietet zusätzlich die Möglichkeit die Potentiale einer Sektorenkopplung zu erschließen. Erneuerbare Energien sind überwiegend volatil. Zum Ausgleich derartiger Schwankungen kann moderne Gebäudetechnik genutzt werden, sobald sie, unter Berücksichtigung der IT-Sicherheitsaspekte, digital verfügbar ist. Nicht nur wegen der Umsetzung möglicher Netzdienstleistungen zum Beispiel bei stromintensive Anlagen oder der Verfügbarkeit von Speicherkapazitäten (thermisch oder elektrisch) sondern auch wegen der Potentiale für einen effizientere Gebäudebetrieb ist eine Digitalisierung im Bauwesen sinnvoll und sollte als Einzelmaßnahme gefördert werden.

3.4 Maßnahmen Neubau

Neu Bauen heißt gestalten. Diesen Spielraum zu nutzen, liegt in der Verantwortung aller Beteiligten. Neubauten sollen in der Regel einen Bedarf decken und konkret auf die Erfüllung von Nutzeranforderungen ausgelegt sein. Zusätzlich gibt es nach heutigen Maßstäben eine Reihe von wichtigen Kriterien, die gerade neue Gebäude erfüllen müssen, weil der energetische Aufwand bei der Errichtung unter Klimaschutzaspekten nicht zu vernachlässigen ist. Dazu gehören unter anderem:

- ein hervorragender Nutzerkomfort,
- ein hohes Maß an Flexibilität und Umnutzungsfähigkeit,
- geringe Lebenszykluskosten,
- gute Umweltverträglichkeit und ein geringer ökologischer Fußabdruck,
- eine hohe Effizienz,
- eine gute Gestaltung mit städtebaulicher Integration sowie
- die maximale Nutzung Erneuerbarer Energien.

Mit anderen Worten: **Neubauten müssen nachhaltig entwickelt, gebaut und betrieben werden.** Sollte der Lebenszyklus erreicht sein, lassen sich im günstigsten Fall die Konstruktionen zurückbauen und die Materialien der Kreislaufwirtschaft zuführen. Trotz ganzheitlicher Vorgehensweise werden Neubauten den Ausstoß von THG-Emissionen vor allem durch die Errichtung aber auch durch den Zubau der zu konditionierenden Fläche unter Anwendung des Verursacherprinzips zunächst erhöhen. Neu- oder Ersatzneubauten sind also nicht als schnell wirkende Maßnahme zur Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen geeignet. Die Potentiale liegen, wie oben beschrieben im Bereich der Bestandsbauten.

Werden Gebäude neu errichtet, spielt die Flächeneffizienz eine entscheidende Rolle. Ökonomisch wie ökologisch ist das Verhältnis von Funktions- zu Nutzflächen relevant. Dabei lassen sich die Aspekte unter kostenbezogenen Kriterien für geringere Bau- und Betriebskosten und umweltbezogenen Kriterien zur Minderung der Umweltauswirkungen beeinflussen und beschreiben. Abbildung 3.38 zeigt günstige Verhältnisse, die in der Planung zu berücksichtigen sind.

Werden Gebäude neu errichtet muss der Fokus auf eine dekarbonisierte Wärme- und Strombereitstellung gelegt werden, die Qualität der Gebäudehülle ist im Kontext der Zielerreichung von untergeordneter Bedeutung. Ganzheitlich ist hier vor allem der Ressourcenverbrauch zu beachten. Eine Entwicklung neuer Gebäudebestände sollte aber vor allem vernetzt im Quartier erfolgen. Potentiale wie die Abwärmenutzung, zum Beispiel von Elektrolyse-Anlagen, sollten untersucht und wo immer möglich integriert werden.

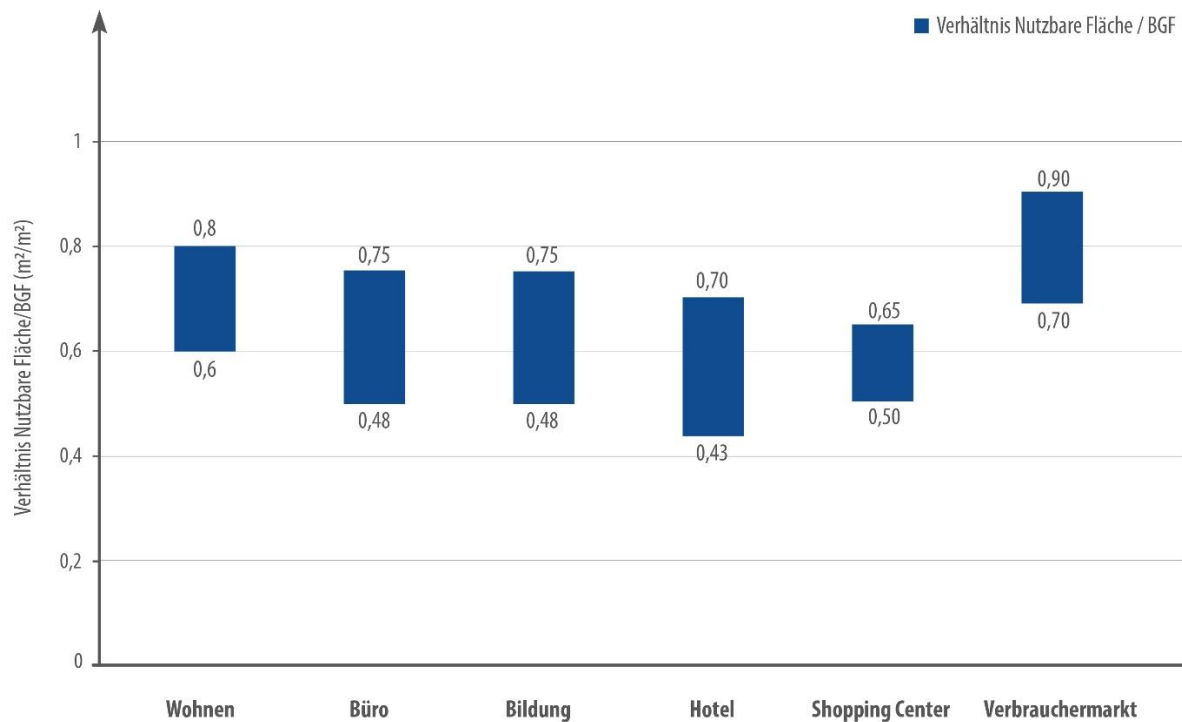


Abbildung 3.38 Flächenbezogener Effizienzwert: Verhältnis nutzbare Fläche / BGF [171]

Die Energiewirtschaft muss ihren Beitrag zum Klimaschutz leisten und ist aufgefordert den Anteil erneuerbarer Energien sowohl in den Wärmenetzen als auch für die öffentliche Stromversorgung weiter zu steigern. Für den Gebäudebereich wird das Ziel Klimaneutralität mit der Umstellung auf Fernwärme oder Wärmepumpen erreichbar. Mit Blick auf das Verursacherprinzip sollten Gebäude durch die Bereitstellung und Nutzung der Dachflächen zum Ausbau von Photovoltaikanlagen beitragen. Die Eigenstromnutzung ist für den Verbraucher in der Regel günstiger als der Strompreis des Versorgers, sodass allein wirtschaftliche Rahmenbedingungen für den Bau der Anlagen sprechen.

3.4.1 Wohngebäude im Neubau

Für den Wohnungsneubau lassen sich die folgenden, konkreten Maßnahmen empfehlen:

Grundlagen

- **Ökobilanzierung des Neubaus** - konsequente lebenszyklusorientierte Planung von Gebäuden, um emissionsbedingte Umweltwirkungen und den Verbrauch von endlichen Ressourcen über alle Lebensphasen (Herstellung, Betrieb, Abriss) eines Gebäudes hinweg auf ein Minimum zu reduzieren
- **Quartiersbetrachtung anstatt der Gebäudebetrachtung** – Erstellung eines ganzheitlichen Quartiers-Energiekonzept
- **Flächeneffizient Bauen** - Bewertung des Flächeneffizienzkennwertes, der aus dem Verhältnis von Nutzfläche und Bruttogrundfläche
- **Graue Energie** – Zielvorgabe konsequent wirtschaftliches Denken, intelligente Baustoffauswahl und eine optimierte Bauweise beeinflussen die Höhe der grauen Energie enorm.
- **sparsamer und schonender Umgang mit Grund und Boden** - Verringerung der zusätzlichen Inanspruchnahme von Flächen für bauliche Nutzungen und die Begrenzung der Bodenversiegelung nicht bebauter Flächen
- **Lebenszyklusbetrachtung** - sowohl aus ökologischen, ökonomischen und soziokulturellen Gesichtspunkten
- **Flexibilität und Umnutzungsfähigkeit** - Gute Umnutzungsfähigkeit und Flexibilität vermindern das Risiko eines Leerstands und tragen langfristig zur Akzeptanz des Nutzers, zur Verlängerung der Lebensdauer und zur Reduzierung der Lebenszykluskosten bei
- **Sektorenkopplung** – sektorenübergreifend sollten Möglichkeiten der Energieerzeugung und -vermarktung betrachtet werden zum Beispiel bei einem Elektrolyseur die Nutzung der Abwärme für die Wärmeversorgung der Gebäude und Verwendung des erzeugten lokalen grünen Wasserstoffs für den örtlichen Verkehr.

Anlagentechnik

- Wärmeerzeugung mittels elektrischer Wärmepumpen oder Anschluss an Fern- oder Nahwärmenetze in Verbindung mit Photovoltaik
- Umsetzung eines Technisches Monitorings und Inbetriebnahmemanagement
- Einsatz einer Photovoltaikanlage gegenüber anderen Erneuerbaren Energien priorisieren
- Umsetzung einfacher Anlagenkonzepte und Vermeidung komplexe Systeme
- Konsequenter Einsatz von Niedertemperatur-Flächenheizsystemen zum effizienten Betrieb von Wärmepumpen

- Ausbau von Photovoltaik und Maßnahmen zur Steigerung der Eigenstromnutzung zum Beispiel Nutzung der Gebäudemassen und Vergrößerung der Wasserspeicher sowie Einsatz eines Stromspeichers
- PV-Strom für Gebäudebetrieb nutzen und Mieterstrom ermöglichen
- Überprüfung der notwendigen Lüftungstechnischen Anforderungen als Teil der ganzheitlichen Planung
- Nutzung regenerativer PV-Erträge für die Elektro-Mobilität (Sektorenkopplung)

Gebäudehülle

- Qualität der Gebäudehülle auf dem Neubauniveau des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) ist ausreichend
- Wirtschaftlichkeitsprüfung und Bewertung des Ressourceneinsatzes bei Standards auf dem Niveau Effizienzhaus (EH) 40
- Definition von Wärmedurchgangskoeffizienten für alle Bauteilgruppen wie zum Beispiel Dach, Fassade, Fenster, Bodenplatte zur Vereinfachung der Nachweisführung
- Prüfung von Holz oder Holz-Hybrid-Bauweise als Alternative zum Massivbau
- Prüfung einer baulichen Integration von Photovoltaik zur Erhöhung der solaren Deckungsanteile
- CO₂-sparsame Materialwahl für einen effizienten, ersten Ansatz zur Reduzierung der Umweltauswirkungen. Dies kann, ohne wesentliche gestalterische Auswirkungen, zu 30 Prozent Einsparung führen.
- Erstellung eines Konzepts zur Vermeidung sommerlicher Überhitzung und zur Reduzierung des Kühlenergiebedarfs

Erläuterungen

Ziel von Architekten, Planern, Investoren und Bauschaffenden sollte es sein, mit Neubaumaßnahmen hochwertige und vor allem langlebige sowie im besten Fall flexibel nutzbare Gebäude zu errichten. Als nachhaltig können die Aktivitäten ansonsten nicht bezeichnet werden. Klimaneutralität heißt der Maßstab, aber der Ressourcenverbrauch für die Errichtung und der Energiebedarf zur Deckung von Betriebs- und Nutzeranforderungen führen zunächst nicht zu der notwendigen und klimapolitisch geforderten Senkung der THG-Emissionen. Das sollte allen bewusst sein.

Aktuell stehen im Kontext der Klimadebatte Diskussionen um Vorgaben für neue Gebäude im Vordergrund und die Anforderungen an Neubauten nehmen weiter zu. Mit der Einführung des Gebäudeenergiegesetzes Ende 2020 (GEG) wurde die Chance verpasst, Vereinfachungen umzusetzen, um mehr Transparenz für alle am Bau Beteiligten zu schaffen. Und immer noch setzt die Referenzanlage, die die gesetzliche Mindestanforderung abbildet, auf Gas und Solarthermie. Mit 180 Seiten wird keine nennenswerte Wirkung erzielt. Das wird weder den Klimaschutzzielen gerecht noch ist die damit verbundene Aussage überzeugend oder zukunftsfähig. Nachweisverfahren werden komplexer und gleichzeitig der Markt für Fachplaner und Errichter immer

angespannter. Verpflichtungen zur Umsetzung gesetzlich verordneter höchster energetischer Standards werden gefordert, führen aber nach aller wissenschaftlicher Erkenntnis nicht zu besseren bzw. nachhaltigeren Gebäuden. Abgesehen davon, dass die Energieeffizienz in der Praxis oft nicht erreicht wird, ist Größenordnung möglicher Einsparungen an Treibhausgasen durch weitere Verschärfungen für Neubaubereich irrelevant. Bis 2030 sollen durch Maßnahmen im Bausektor 45 Prozent der Treibhausgase nach dem Quellprinzip eingespart werden. Die gesetzliche Vorgabe nach einem Mindeststandard Effizienzhaus 40 würde einen Beitrag liefern, der deutlich unterhalb von 0,3 Prozent liegt (Abbildung 3.28). Die Schaffung von günstigem und nachhaltig errichtetem Wohnraum kann auf diese Weise nicht erreicht werden, abgesehen davon, dass der erhöhte Einsatz von Ressourcen als Folge des geforderten verbesserten baulichen Wärmeschutzes weder eine energetische noch ökologische und schon gar keine wirtschaftliche Amortisation ermöglicht. Interne Studien und messtechnische Reihenuntersuchungen belegen, dass der Wärmeverbrauch nicht durch zusätzliche, überhöhte Dämmstärken verringert werden kann. Die Klimaschutzrelevante Senkung von THG-Emissionen ist kosteneffizienter durch die Nutzung erneuerbare Energien zu erreichen. Im Rahmen der Planung können die folgenden Benchmarks aus der Abbildung 3.39 für Mehrfamilienhäusern angewendet werden.

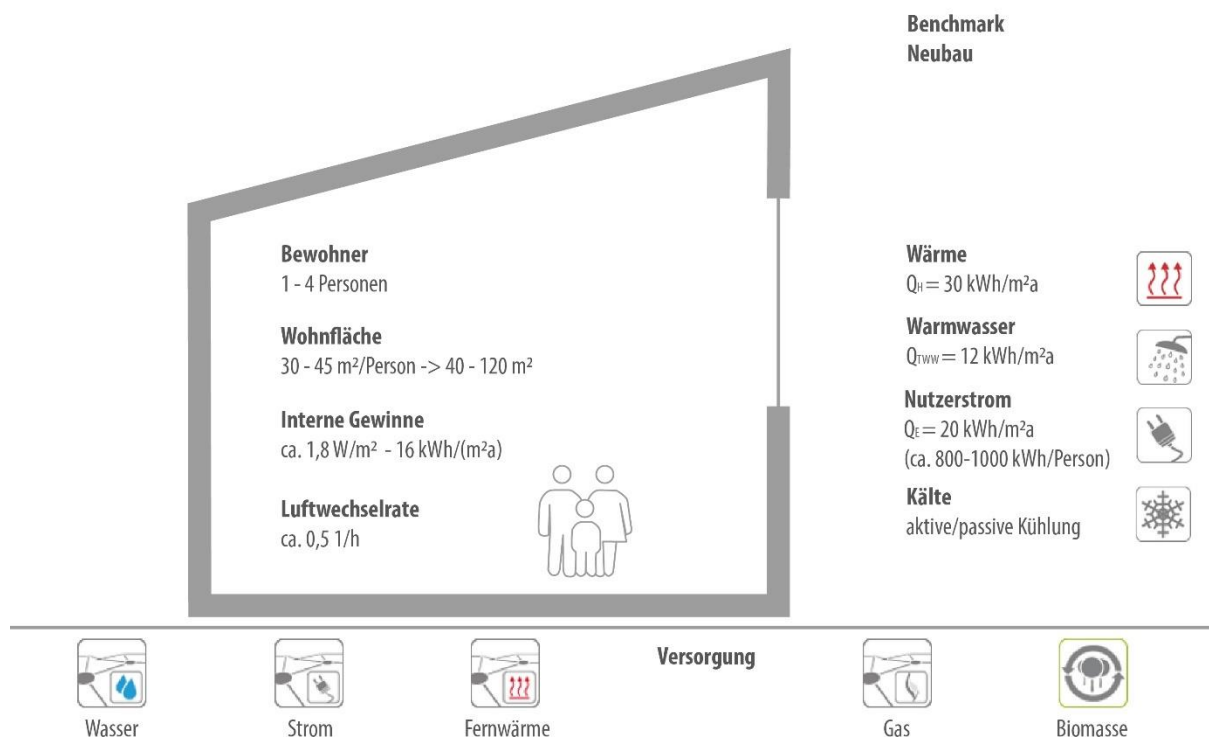


Abbildung 3.39 Benchmarks für Mehrfamilienhäuser [166]

Holz- oder Massivbauweise

Auch sind Holz- oder Massivbauweise nicht die entscheidenden Kriterien bei der Umsetzung von Neubauten, sondern das Erreichen von Nachhaltigkeit durch ein den Nutzungsanforderungen angepasster Lebenszyklus. Für Gebäude, die auf eine temporäre und wenige Jahre dauernde Nutzungszeit ausgelegt sind, muss der Materialkreislauf der eingesetzten Baustoffe im Vordergrund stehen, um Abfall und Bauschutt zu vermeiden. Für Neubauten, die perspektivisch Jahrzehnte in Betrieb sein werden, ist die Konstruktion weniger relevant. Vielmehr sollten konzept- und/ oder standortbedingte Kriterien über die Bauweise entscheiden, die einen ganzheitlichen Ansatz verfolgen und in der Regel dann auch wirtschaftlich sein werden. Ungeachtet dieser Aspekte sollte es für die Betrachtung nach heutigem Maßstab klar sein, dass der Neubau unabhängig von der Konstruktion und dem energetischen Standard den Energie- und Ressourcenbedarf erhöht und nicht senkt. Relevanter und signifikant erfolgsversprechender Klimaschutz kann nur durch einen verantwortungsvollen und gezielten Umgang mit den Beständen erreicht werden. In Deutschland wird eine Fläche von circa 3,8 Mrd. Quadratmeter zu Wohnzwecken genutzt und jährlich kommen gegenwärtig circa 30 Millionen Quadratmeter dazu, was weniger als ein Prozent der Gesamtfläche entspricht. Das sollte dazu führen, dass die an den Neubau gestellten Anforderungen einfach formuliert und vorgeben werden. In der Konsequenz wird das auch zu qualitativ hochwertigeren Gebäuden führen.

Fensterflächenanteil

Der Fensterflächenanteil eines Gebäudes ist hinsichtlich des sommerlichen Wärmeschutzes angemessen zu wählen. Trotz Einsatz eines effektiven Sonnenschutzes ist der sommerliche Wärmeeintrag über eine Fensterfläche gegenüber einer Wandfläche um ein Vielfaches höher. Bei Vergrößerung des Fensterflächenanteils ist entsprechend von einer Erhöhung der Wärmelasten auszugehen. Die Planung transparenter Flächen sollte in Bezug auf ihre Ausrichtung in Abstimmung mit dem gewählten Sonnenschutz, eingesetzten Glasqualitäten und Komfortwünschen erfolgen. Abzuwägen sind technische (passive Energiegewinne, Tageslichtnutzung, etc.) wie auch ästhetische Aspekte (Durchsicht, Ausrichtung, etc.). Die Obergrenzen eines sinnvollen Verglasungsanteils liegen bei etwa 60 Prozent.

Graue Energie

Bei der Herstellung eines Gebäudes entfallen etwa 75 bis 85 Prozent der grauen Energie auf den Rohbau. Mit der Wahl der Konstruktionsmaterialien für die Gebäudehülle entscheidet sich damit der größte Teil der grauen Energie. Lediglich 4 bis 10 Prozent der grauen Energien ergeben sich aus der Herstellung der Anlagentechnik. PV-Anlage und Stromspeicher haben einen Anteil von bis zu 10 Prozent, Abbildung 3.40.

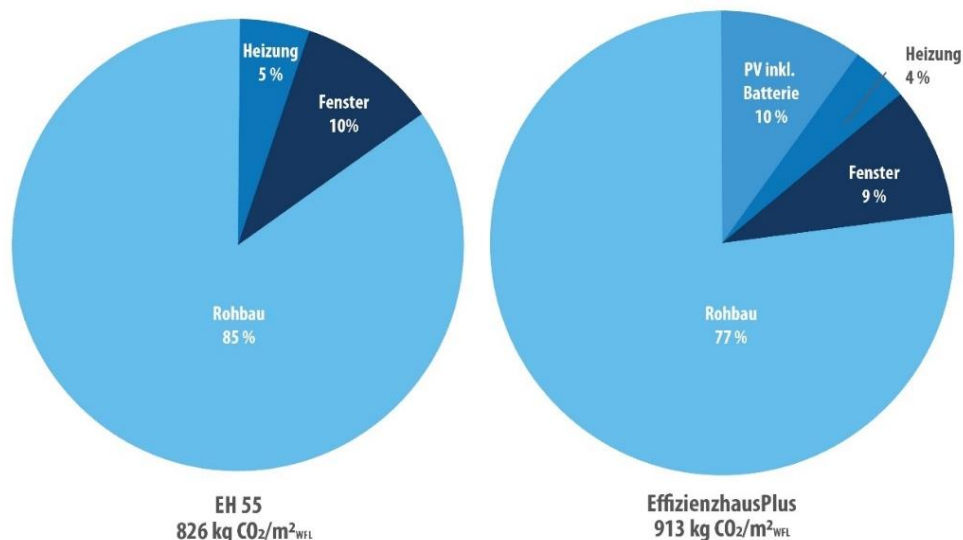


Abbildung 3.40 Herstellung eines EH 55 und EffizienzhausPlus Mehrfamilienhaus - graue Energie der Gewerke [166]

Bei der Herstellung von Effizienzhäusern 55 und 40 wird bereits mehr Energie verbaut als die Gebäude in ihrer durchschnittlichen Lebenszeit von 50 bis 60 Jahren an Betriebsenergie verbrauchen. Bei TGH-Emissionen für den Bau in der Größenordnung von 200 bis 900 kg CO₂ pro Quadratmeter Netto-Raumfläche (NRF) wird bereits das Niveau des Energieverbrauchs für den Betrieb von Niedrigenergie-häusern überschritten. Das macht deutlich, dass die für die Herstellung von Baustoffen, die Gebäudeerrichtung und deren späteren Rückbau aufgewandte Energie die entscheidende Ausgangsgröße zur Klimaneutralität bei Neubauten darstellt. Weitere gesetzlichen Verschärfungen der Gebäudehülle und die steigende Nutzung regenerativer Energien im Anlagenbetrieb führen zu einer noch höheren Bedeutung grauer Energie an den Umweltauswirkungen von Bauwerken. Es muss eine ganzheitliche, erweiterte Betrachtung der Umweltwirkungen von Bauwerken, also den Aufwand an grauer Energie und der Betriebsenergie über den gesamten Gebäudelebenszyklus analysiert werden. Bei der Gebäudedämmung beispielsweise: ab einer bestimmten Dicke steht die durch jeden Zentimeter mehr Dämmung erzeugte Energieeinsparung bei der Gebäudetemperierung in keinem Verhältnis mehr zur Energie, die bei der Herstellung hierfür benötigt wird. Bei einem regenerativen, effizienten Gesamtsystem und folglich einem niedrigen THG-Ausstoß während des Betriebs, führt eine Fokussierung auf Dämmstärken zu einem erhöhten CO₂-Ausstoß. Das Ziel der Energieeinsparung und gleichzeitiger CO₂-Reduzierung wird somit konterkariert.

Wärmequellen für Wärmepumpen

Beim Einsatz von Wärmepumpen sind die lokalen Wärmequellenpotentiale zu ermitteln und zu bewerten. Dabei spielen besonders im urbanen Umfeld der Flächenbedarf und die Genehmigungsfähigkeit eine entscheidende Rolle. Im Rahmen des Forschungsprojekts future:heatpump wurden Analysen zur grundlegenden energetischen und wirtschaftlichen Bewertung von Wärmequellen für Wärmepumpen durchgeführt.

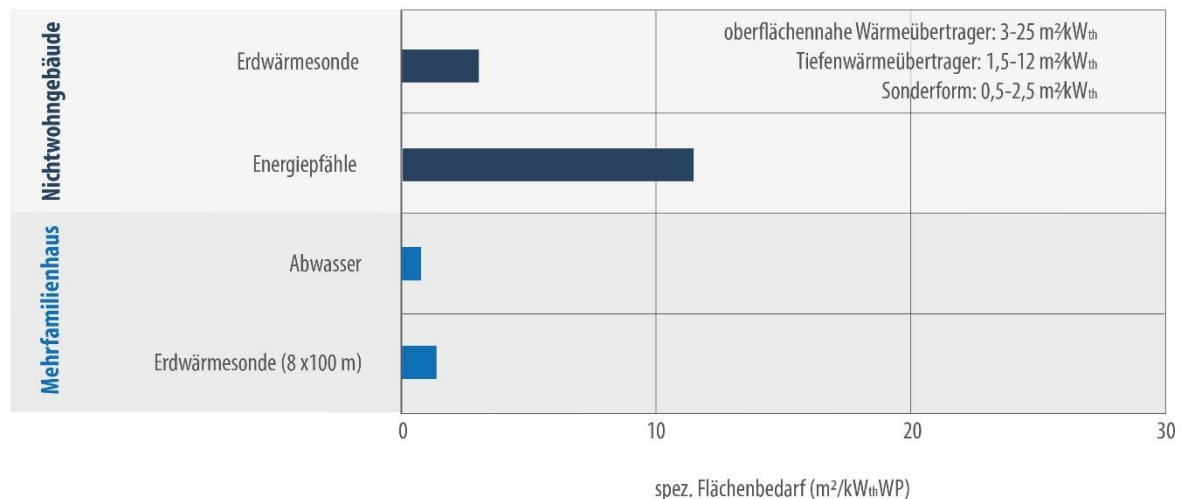


Abbildung 3.41 Flächenbedarfe verschiedener Wärmequellen [172]

Abbildung 3.41 zeigt die groben Flächenbedarfe für verschiedene Wärmequellen am Beispiel von Wohn- und Nichtwohngebäude. Für die aufgeführten Wärmequellen ist der Flächenbedarf in Abhängigkeit der thermischen Leistung der Wärmepumpen berechnet. Bei Erdwärmesonden sind die unterschiedlichen Längen zu berücksichtigen. Bei Mehrfamilienhäusern mit einer größeren Anzahl an Erdwärmesonden belaufen sich die Kosten für eine Bohrung aktuell auf rund 60 bis 80 Euro pro Meter (netto).

Photovoltaik

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-Pflicht 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 CO₂-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.

Zur Erhöhung der solaren Eigenstromnutzung (PV-Eigennutzungsanteil und PV-Deckungsanteil) stehen verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung. In der frühen Planung sollten daher die einzelnen Maßnahmen analysiert und deren Eignung bewertet werden, Abbildung 3.42. Folgenden Ansätze führen zu einer Erhöhung des Eigennutzungs- und Deckungsanteils:

- **Ost-Westausrichtung von PV-Flächen** - führen zu einer gleichmäßigeren PV-Stromerzeugung und damit zu einer höheren Deckung des Strombedarfs im Gebäude. Außerdem lässt sich die Dachfläche effektiver nutzen und eine insgesamt höhere Leistung installieren.
- **Power-to-Heat** – angepasster Betrieb der Wärmepumpen, sodass die Pufferspeicher vorrangig nur bei PV-Stromüberschüssen geladen werden (PV-Überschussregelung mit Vergrößerung der Wasserspeicher)
- **Stromspeicher** - dienen zur zeitlichen Entkopplung von Bedarf und Erzeugung. PV-Erzeugungsüberschüsse werden tagsüber eingespeichert und stehen in den Abendstunden zur Verfügung.

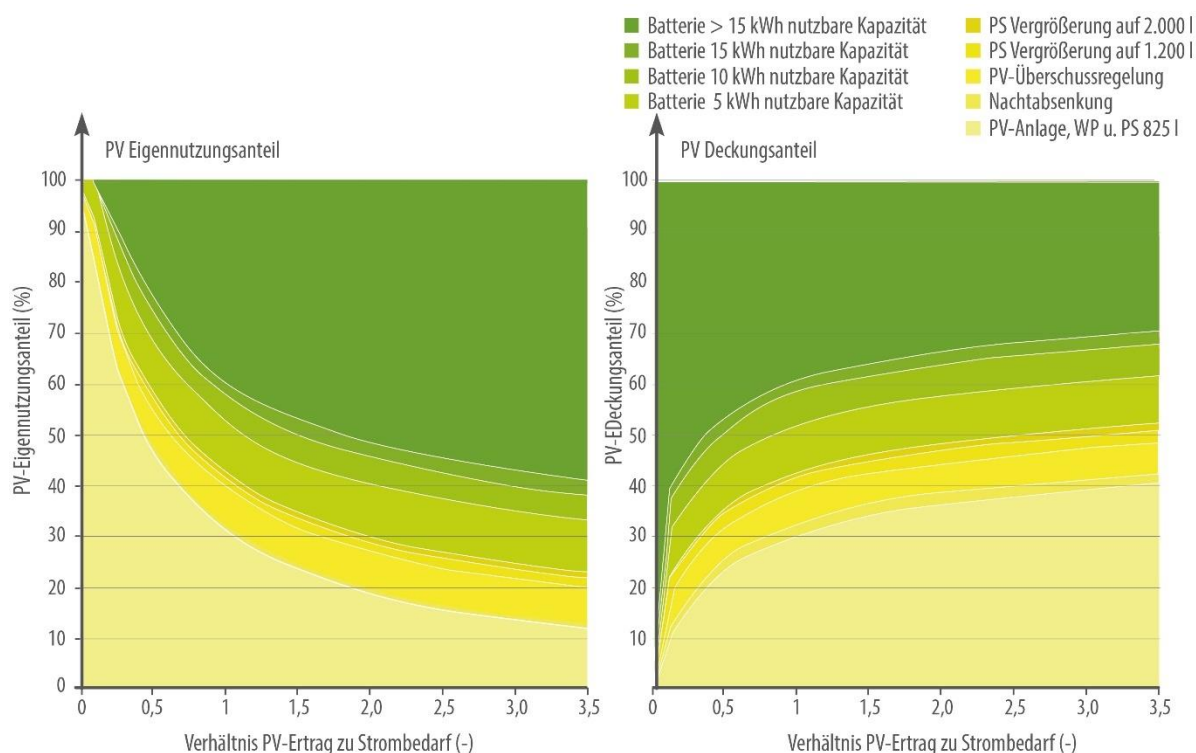


Abbildung 3.42 PV-Eigennutzungsanteil (links) und Deckungsanteil (rechts) in Abhängigkeit des Verhältnisses von jährl. PV-Ertrag zu Gesamtstrombedarf und Maßnahmen zur Erhöhung der Eigenstromnutzung für einen PV-Ertrag von etwa 900 kWh/kWp [173]

Ein Stromspeicher in Gebäuden dient der Erhöhung der Eigenstromnutzung, indem tagsüber Stromüberschüsse der PV-Anlage eingespeichert werden. Durch den Einsatz von Stromspeichern kann der Eigennutzungs- und Deckungsanteil von rund 30 Prozent auf über 50 Prozent angehoben werden.

Für eine vereinfachte Dimensionierung der Kapazität von Solarstrom-Speichersystemen gilt folgende Faustformel:

*1 kWh nutzbare Speicherkapazität pro kWp PV-Leistung
bei einem jährl. PV-Ertrag von 900 bis 1.100 kWh/kWp*

Technisches Monitoring (TMon) – Qualität durch Transparenz

Baumaßnahmen in Neubau und Bestand sowie das richtige Betreiben von Gebäuden sind technisch anspruchsvolle Aufgaben. Um die Klimaschutzziele zu erreichen, müssen sie gelingen und das volle technische Potential nutzen. Deshalb ist ein effektives Qualitätsmanagement, dass prüft, ob Ziele auch wirklich erreicht werden, essenziell. Für Gebäude hat sich hierfür das Technische Monitoring (TMon) durchgesetzt. Die Empfehlung 158 des AMEV definiert ein einfaches, kostengünstiges und auf jede Gebäudeart, jeden Maßnahmentyp und jede Objektgröße passendes Leistungsbild.

Kernbausteine eines TMon sind die Spezifikation der funktionalen Ziele und die Festlegung der Prüfprozesse in der Planungsphase sowie die Durchführung der Prüfungen vor Abnahme der Werkleistung bzw. im Regelbetrieb. Im einfachsten Fall kann dies bedeuten, dass in einer Kindertagesstätte (Kita) nur der Gesamtenergieverbrauch Strom, die Systemtemperaturen der Wärmepumpe und die Einhaltung der Heizgrenztemperatur geprüft werden. Bei komplexen Laborgebäuden prüft das TMon umfangreicher zum Beispiel auch Zulufttemperaturen, spezifische Ventilatorleistungen, Betriebszeiten, Volumenströme und Arbeitszahlen.

TMon wird durch neutrale Dritte durchgeführt und kann weitgehend digital und automatisiert umgesetzt werden. Kosten für ein TMon beginnen entsprechend bei 3 - 4 Tausend Euro und liegen bei größeren Gebäuden bei rund 0,1 bis 0,2 Prozent der Baukosten. Im Regelbetrieb können die Kosten für die kleinsten Nichtwohngebäude bei 500 Euro pro Jahr liegen, am Beispiel der Kita also bei rund 2 - 4 Prozent der Energiekosten. Die Amortisationszeiten liegen in der Regel bei unter einem Jahr. Ein TMon erzeugt darüber hinaus im Gebäude in der Regel keine Mehrkosten für Mess- und Datentechnik. Mit der COPILLOT-Zertifizierung kann TMon auch als geprüfte Leistung dokumentiert werden.

Empfehlungen zum Technischen Monitoring:

TMon ist die entscheidende energetische Erfolgskontrolle für Neubau, Sanierung, Einzelmaßnahmen und Regelbetrieb.

- Für jedes Bauprojekt und jedes Bestandsgebäude sollte ein Technisches Monitoring nach AMEV 158 durchgeführt werden.
- Für geförderte Projekte muss ein TMon verpflichtend umgesetzt werden und Voraussetzung für die Auszahlung von Fördermitteln sein.

Inbetriebnahmemanagement

Bei komplexen Gebäuden ist die richtig abgestimmte funktionsweise der verschiedenen Anlagen von Heizung, Kühlung, Lüftung, Einzelraumregelung und Automatisierung eine große Herausforderung. Insbesondere die Phase der Inbetriebnahme, wenn also zum ersten Mal alle Anlagen miteinander funktionieren müssen, ist aufwendig und zeitintensiv. Ein Inbetriebnahmemanagement (IBM) unterstützt Projekte durch eine frühzeitige Analyse der erforderlichen Inbetriebnahmeprozesse, unterstützt bei der Berücksichtigung dieser Abläufe in den Verträgen der Fachplanung und in den Leistungsverzeichnissen der Errichterfirmen

und kann auch die Planung und Abnahmevorbereitungen mit eigenen Prüfungen begleiten.

Im Gegensatz zum Technischen Monitoring, für das ein sehr präzises Leistungsbild vorliegt, gibt es für das IBM eher zu viele und leider oft unklare Beschreibungen. Vorsicht ist insbesondere geboten, wenn das IBM koordinierende Leistungen übernehmen oder sogar Weisungsbefugnisse erhalten soll – in diesem Fall ist auf eine sehr genaue Abgrenzung gegenüber den Leistungen der Objektüberwachung zu achten.

Die fachliche Komplexität und unklare Definition der IBM-Leistungen treiben die Kosten am Markt in Höhen von 250 Tausend Euro und auch deutlich mehr. Gleichzeitig können sie die Verantwortlichkeiten in Projekten verunklaren. IBM sollte deshalb sorgfältig vorbereitet und ausgeschrieben werden.

Empfehlungen Inbetriebnahmemanagement

Für größere Gebäude mit komplexer Anlagentechnik kann ein Inbetriebnahmemanagement eine wichtige Hilfe sein. Dabei sind die Angemessenheit und die richtige Integration der Leistungen in das Projekt wichtig. Hierzu einfache Regeln zu Orientierung:

- Kleine Gebäude mit einfacher Anlagentechnik (z.B. Wohngebäude, Kita, Grundschule): Kein IBM erforderlich.
- Gebäude mit anspruchsvoller Gebäudetechnik (z.B. Bürogebäude oder Schulen mit umfangreichen Lüftungsanlagen oder multivalenten Erzeugern): Beauftragung zusätzlicher Leistungen als Teil der Fachplanung inkl. der Objektüberwachung oder des Technischen Monitorings nach AMEV 158
- Großprojekte und Gebäude mit hochkomplexer Anlagentechnik (z.B. Museen, Labore, Konferenzzentren, Einkaufszentren): Entwicklung eines projektspezifischen Leistungsbildes und Vergabe als eigenständige Leistung.

Mit dem wachsenden Bedarf an Wohnraum ist gerade gegenwärtig auch eine Zeit erhöhter Bautätigkeit, gerade in den urbanen Zentren verbunden. Wenngleich der Fokus der Aktivitäten, vor Hintergrund der Ziele eines klimaneutralen Gebäudesektors, auf der Weiterentwicklung der Bestände liegen muss, müssen auch Neubauten und deren Anlagentechnik effizient arbeiten. Durch ein TMon und Inbetriebnahmemanagement kann die Funktionalität und Effizienz nachgewiesen werden.

Lüftung mit Wärmerückgewinnung oder nur Abluftanlage

Bei Lüftungsanlagen ist die Ausführung mit und ohne Wärmerückgewinnung (WRG) möglich. Ohne Wärmerückgewinnung wird von einer Abluftanlage gesprochen, die frische Luft über Zuluftelemente nachströmen lässt. Bei einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung erfolgt die Ab- und Zuluftführung kontrolliert über Kanalsystem und ein Zentralgerät, das über einen Wärmetauscher der Abluft Wärme entzieht und die Außenluft vorwärmt.

Die Wärmerückgewinnung hat den Vorteil, dass die frische Luft vorgewärmt in die Räume strömt, Zuglufterscheinungen vermieden werden und damit ein hoher thermischer Komfort für die Nutzer entsteht. Darüber hinaus kann der Heizwärmebedarf durch die Vorwärmung der Zuluft reduziert werden.

Dabei ist zu beachten, dass Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung in der Regel einen höheren Lüftungsstrombedarf haben als reine Abluftanlagen. Der Strombedarf liegt nach Normansätzen bei einer reinen Abluftanlage im Bereich von 1,5 bis 2,5 kWh pro Quadratmeter im Jahr und bei Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung bei 3,0 bis 5,0 kWh pro Quadratmeter im Jahr. Die energetische und ökologische Sinnhaftigkeit (CO₂-Reduzierung) hängt vom absoluten Heizwärmebedarf und der vorliegenden Wärmeerzeugungs-Technologie ab. Ausgehend von einer Reduktion des Heizwärmbedarfs von 12,5 kWh pro Quadratmeter im Jahr, bei Einsatz einer Lüftung mit WRG, liegt die CO₂-Einsparung bei einer Wärmebereitstellung mit Wärmepumpe bei etwa 1,5 kg CO₂ pro Quadratmeter im Jahr und einem Gaskessel bei etwa 3,3 kg CO₂ pro Quadratmeter im Jahr. Der Zusätzliche Strombedarf einer Lüftungsanlage mit WRG verursacht etwa 1,4 kg CO₂ pro Quadratmeter im Jahr. Als Fazit bedeutet dies, bei einer Wärmeversorgung mit einer Wärmepumpe wird kaum CO₂ durch den Einsatz einer Lüftung mit Wärmerückgewinnung eingespart! Der Energieverbrauch der Ventilatoren ist dabei entscheidend, weshalb auf eine kleine spezifische Ventilatorleistung (< SFP-Wert-3) zu achten ist.

CO₂-Bewertung einer Lüftungsanlage mit WRG:

<i>Reduktion Heizwärmebedarf bei Einsatz einer Lüftung mit WRG ggü. reiner Abluft:</i>	<i>12,5 kWh/(m²·a)</i>
<i>CO₂-Einsparung durch Lüftung mit WRG bei Wärmebereitstellung mit Wärmepumpe: Vermeidung bei Wärmepumpe: 12,5 kWh/(m²·a) / 4 (JAZ) x 465 g/kWh</i>	<i>1,5 kg CO₂/(m²·a)</i>
<i>CO₂-Einsparung durch Lüftung mit WRG bei Wärmebereitstellung mit Gaskessel: Vermeidung bei Gaskessel: 12,5 kWh/(m²·a) / 0,95 (Wirkungsgrad) x 250 g/kWh</i>	<i>3,3 kg CO₂/(m²·a)</i>
<i>Zusätzlicher Strombedarf einer Lüftung mit WRG ggü. einer reinen Abluftanlage: Mehrbedarf: 3 kWh/(m²·a) x 465 g/kWh</i>	<i>1,4 kg CO₂/(m²·a)</i>

3.4.2 Nichtwohngebäude im Neubau

Im Neubau gelten für Nichtwohngebäude die folgenden Handlungsempfehlungen:

- Nutzung des erhöhten Wirtschaftlichkeitspotentials bei PV-Anlagen
- Beitrag zur Sektorenkopplung
- Dekarbonisierung der Wärmeversorgung, Nutzung von Prozessabwärme
- Prüfung der Wirtschaftlichkeit und grauen Emissionen der Materialien für die Gebäudehülle
- Planung der Rückbau- und Wiederverwertbarkeit des Gebäudes
- Verbesserung der Nachhaltigkeit durch maximale Flächeneffizienz
- Flexibilität durch Umnutzungsmöglichkeiten
- Nutzung der erhöhten Wirtschaftlichkeit von effizienten Leuchtmitteln
- Ganzheitliche Ökobilanzierung
- Nutzung des erhöhten Einsparpotentials durch intelligente Mess-, Steuer-, und Regelungs-Technik
- Energie- und CO₂-Bilanz durch digitale Zähler erfassen und in Datenbanksystemen verfügbar machen
- Kostenbetrachtung über den gesamten Lebenszyklus

Nutzung des erhöhten Wirtschaftlichkeitspotentials bei PV-Anlagen

„Der Einsatz von Photovoltaikanlagen senkt grundsätzlich die Jahresgesamtkosten“ [54]. Dieses Zitat aus der ZIA-Studie 2016 gilt sowohl für Bestands- als auch Neubauten. Photovoltaik besitzt aus zwei Gründen besondere Relevanz für den Nichtwohnungsgebäude-Sektor (NWG-Sektor). Im NWG-Sektor sind 34 Prozent des Endenergieverbrauchs auf den Stromverbrauch zurückzuführen, es existiert also ein außerordentlich hohes Potential für den direkten Eigenverbrauch von PV-Strom. Dies gilt besonders für den GHD-Bereich mit einem Stromanteil am Endenergieverbrauch von 41 Prozent [164]. Durch den erhöhten Kältebedarf profitiert der NWG-Sektor vom Synergieeffekt solarer Kälteversorgung. Der Eigenverbrauch ist im NWG-Sektor tendenziell so hoch, dass der Einsatz von Batteriesystemen nicht notwendig ist. Diese Umstände erhöhen maßgeblich die Wirtschaftlichkeit von PV-Anlagen. Bei den heutigen PV-Systemkosten von rund 800 bis 1.200 €/kW_p, einem Jahresstromertrag von circa 900 bis 1.100 kWh/kW_p sowie einer Nutzungsdauer von 20 Jahren ergeben sich Kosten von 4 bis 7 Cent pro erzeugter Kilowattstunde PV-Strom. Durch eine weitere Degression der Kosten bei der Investition in Erneuerbare Energien werden die Vorteile des Ausbaus signifikanter und wirtschaftlicher.

Die Photovoltaik-Nutzung im NWG-Sektor hat auch eine politische Dimension. Für die Erreichung der Klimaziele bis 2045 bedarf es einen jährlichen PV-Zubau von 8 GW_p pro Jahr [166]. Nichtwohngebäude verfügen über 26 Prozent der gesamten Gebäude-Nettoraumfläche in Deutschland (siehe Abbildung 3.1). Mit der Nettogrundfläche korreliert die für PV-Anlagen verfügbare Dachfläche. Die Anschaffung von PV-Anlagen im NWG-Sektor ist für den Erfolg der Energiewende dementsprechend unabdingbar. Den NWG-Immobilien kommt deshalb eine besondere Verantwortung zu, der sie als Vorreiter gerecht werden könnte.

Sektorenkopplung im NWG-Sektor

Die Energiewende stellt die Volkswirtschaft vor große Herausforderungen. Der Klimawandel erfordert den Einsatz erneuerbarer Energien in der Energiewirtschaft. Eine Herausforderung beim Einsatz erneuerbarer Energien ist die Speicherproblematik. Wind- und Solarenergie werden nicht synchron nach Nachfrage produziert, sondern witterungsbedingt von der Natur dargeboten. Die Kopplung der Sektoren Energiewirtschaft, Mobilität und Wärmeversorgung ist ein vielversprechender Lösungsansatz. Dem NWG-Sektor kommt dabei in mehrerer Hinsicht eine besondere Rolle zu. Nichtwohngebäude verfügen über einen hohen Anteil am verfügbaren Potential für PV-Dachanlagen, das im Rahmen der Energiewende weitestgehend genutzt werden sollte. Elektroautos bieten eine hervorragende Möglichkeit, um überschüssigen PV-Strom zu speichern.

Die Leistung von PV-Anlagen ist proportional zu der Sonnenstrahlung mittags am höchsten. Ein großer Teil der Erwerbstätigen legt seinen Arbeitsweg mit dem Auto zurück und parkt es tagsüber in unmittelbarer Nähe zum Firmengelände. Die Installation von Ladestationen ist aus technischer Perspektive in Nichtwohngebäuden deshalb deutlich sinnvoller als bei Wohngebäuden, da dort die Speicherung durch Elektroautos, netzdienlich in unmittelbarer räumlicher Nähe, statistisch gesehen am häufigsten möglich ist.

Einen weiteren Lösungsansatz bei der Speicherproblematik bietet Power2Gas&Heat. Hier werden erneuerbare Energien über einen Elektrolyseur in Form von Wasserstoff chemisch gespeichert. Der Elektrolyseprozess hat einen elektrischen Wirkungsgrad von 65 Prozent. Der Gesamtwirkungsgrad des Systems kann auf bis zu 90 Prozent gesteigert werden, falls die Abwärme des Elektrolyseurs genutzt wird. Besonderes Potential besitzen diesbezüglich Liegenschaften mit PV-Potential, erhöhtem Wärmebedarf sowie potenziellen Abnehmern für Wasserstoff. In diesem Fall kann ein Elektrolyseur installiert werden, mit dessen Abwärme ein klimafreundliches Nahwärmenetz betrieben werden kann. Der Wasserstoff kann ggfls. über das Erdgasnetz, eine Tankstelle oder eine direkte Leitung zu einem industriellen Abnehmer vermarktet werden.

Dekarbonisierung der Wärmeversorgung, Nutzung von Prozessabwärme

Für die Erreichung der Klimaschutzziele ist eine Dekarbonisierung der Wärmeversorgung erforderlich. Dies erfordert im Neubau einen Baustopp fossiler Wärmeerzeuger wie zum Beispiel Gaskessel und Blockheizkraftwerke (BHKW) und den Einsatz elektrischer Wärmepumpen oder grüner Fernwärme. Aus Gründen der Energieeffizienz und der Möglichkeit zur Nutzung erneuerbarer Energien sollten im Neubau bei der Wärmeverteilung deshalb prinzipiell Niedertemperatursysteme installiert werden. Wie in Kapitel 3.3.1 dargelegt, sind im Bestand Fernwärme sowie elektrische Wärmepumpen, jeweils in Ergänzung mit Photovoltaik, die wirtschaftlichste Option, um bilanzielle Klimaneutralität zu erreichen. Dieses Ergebnis gilt unverändert für Nichtwohngebäude und umso mehr für den Neubau, da die Konstruktion eines Niedertemperatur-Wärmesystems im Neubau um ein Vielfaches kostengünstiger ist als die Umrüstung im Bestand.

Eine besondere Relevanz im NWG-Sektor hat die Nutzung von Prozessabwärme. Die Nutzung und Erschließung hängt stark von den örtlichen Gegebenheiten ab und ist im zeitlichen Kontext der möglichen Bereitstellung zu sehen. Die Einspeisung in Wärmenetze ist nur dann sinnvoll, wenn über einen kalkulierbaren, langen Zeitraum

Abwärme zur Verfügung steht. Im Kontext des Markthochlaufs von Elektrolyseeinheiten ist das Potential gegeben und sollte erschlossen und genutzt werden, Abbildung 3.25.

Planung der Rückbau- und Wiederverwertbarkeit des Gebäudes

Im Rahmen einer nachhaltigen Gebäudeplanung sollte dokumentiert werden, wie das Objekt stofflich und energetisch wieder in den wirtschaftlichen Kreislauf überführt werden kann [174]. Die Wiederverwertbarkeit von Baumaterialien spielt dabei eine zentrale Rolle. Um beim Rückbau eine hohe Wiederverwertbarkeit zu gewährleisten, ist bereits in der Planungsphase eine Reihe von Faktoren zu beachten [174]:

- Homogenität
Ein Gebäude, das nur eine geringe Vielfalt an Baustoffen aufweist, verringert durch weniger Entsorgungswege den Aufwand beim Recycling.
- Trennbarkeit
Baustoffe sind in ihrer Reinform am wertvollsten. Je einfacher die Trennung bzw. Demontage des Materials, desto wirtschaftlicher und damit wahrscheinlicher ist das Recycling.
- Schadstofffreiheit
Schadstoffe erhöhen die Wahrscheinlichkeit, dass entweder gar keine Wiederverwertung oder nur ein „Downcycling“ stattfindet, also eine Wiederverwertung, bei der das Rezyklat eine deutlich geringere Qualität aufweist als vorher.

Flexibilität durch Umnutzungsmöglichkeiten

Die mutmaßliche Nutzungsdauer einer gewerblichen Immobilie wird häufig mit 50 Jahren angenommen. Die Veränderung der Arbeitskultur während der COVID-19-Pandemie 2019 zeigt, dass sich die Anforderungen an Gewerbeimmobilien in relativ kurzer Zeit stark verändern können. Eine auf Flexibilität ausgerichtete Grundrissplanung verringert die Kosten für Umbauten und damit die Wahrscheinlichkeit eines frühzeitigen Rückbaus. Eine zentrale Rolle spielt dabei die Vermeidung tragender Wände und hoher Decken. Multifunktionsbereiche erhöhen die Umnutzungsfähigkeit mit Bodentanks, Kabeltrassen, flexiblen Trennwänden sowie modularen, beispielsweise kubischen Möbeln.

Nutzung der erhöhten Wirtschaftlichkeit von effizienten Leuchtmitteln

Die Beleuchtung ist im Industriesektor für 1,4 Prozent sowie im GHD-Sektor für 13 Prozent des Endenergieverbrauchs verantwortlich. Bei einzelnen Unternehmen im Großhandel kann die Beleuchtung bis zu 70 Prozent des Stromverbrauchs verursachen [170]. Maßnahmen zur Effizienzsteigerung der Beleuchtung sind ein leicht umsetzbarer und schnell wirksamer Hebel zur Vermeidung von THG-Emissionen.

Die Lebensdauer von Leuchtdioden (LED) ist mit 15.000 bis 100.000 Betriebsstunden bedeutend hoch. LED sind außerdem um ein Vielfaches effizienter als herkömmliche Leuchtmittel.

Ganzheitliche Ökobilanzierung

Eine ganzheitliche Ökobilanzierung erfolgt abstrakt unter drei Gesichtspunkten: Effizienz, Konsistenz und Suffizienz. Effizienz bedarf keiner näheren Erläuterung. Bei der Konsistenzbewertung stellt sich die Frage, ob durch den Bauprozess nicht-recyclebare Abfälle entstehen. Der Aspekt Suffizienz bedeutet, dass von begrenzt vorhandenen Ressourcen nur möglichst wenig verbraucht werden sollte.

Dies bedeutet konkret, dass Konstruktion, Betrieb und Abriss hinsichtlich ihrer Auswirkungen unter anderem auf das Klima (THG-Emissionen im Betrieb und in der Konstruktion), Flächeneffizienz (Bodenversiegelung), den lokalen Wasserkreislauf (Abwassernutzung und Wasserverbrauch), Ressourcenverknappung (Verwendung nicht wiederverwertbarer Materialien) sowie Risiken für die lokale Umwelt (Schadstoffe, die Mensch oder Natur kurz- oder langfristig schädigen) bewertet werden müssen.

Nutzung des erhöhten Einsparpotentials durch intelligente Mess-, Steuer-, und Regelungs-Technik

Der Nichtwohngebäudesektor zeichnet sich gegenüber dem Wohngebäudesektor durch eine tendenziell hohe Belegungsdichte (10-20 Quadratmeter pro Person) aus. Mit der hohen Belegungsdichte geht die Notwendigkeit eines hohen Luftwechsels einher. Der Einsatz einer zentralen Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung ist deshalb häufig als wirtschaftlich und ökologisch sinnvoll einzuordnen. Da die tatsächliche Anzahl an Beschäftigten vor Ort zeitlich jedoch stark fluktuiert, ist eine bedarfsgeregelte Regelung der Lüftung äußerst empfehlenswert. Ebenfalls sinnvoll in diesem Kontext ist die Verwendung intelligenter Heizkörperventile, die eine flexible Steuerung der Innentemperatur ermöglichen, für eine sowohl zeitliche als auch räumlich-zonierte Temperaturabsenkung.

Intelligente Regelungstechnik bei der Beleuchtung, wie zum Beispiel Tageslichtsteuerungen (bei Räumen mit großen Fensterflächen und viel Tageslicht) oder Präsenzmelder (bei Verkehrsflächen und wenig genutzte Räumen) besitzt im beleuchtungsintensiven GHD-Sektor besonderes Einsparpotential.

Empfehlungen Inbetriebnahmemanagement

Für größere Gebäude mit komplexer Anlagentechnik kann ein Inbetriebnahmemanagement eine wichtige Hilfe sein. Dabei sind die Angemessenheit und die richtige Integration der Leistungen in das Projekt wichtig. Hierzu einfache Regeln zu Orientierung:

- Kleine Gebäude mit einfacher Anlagentechnik (z.B. Wohngebäude, Kita, Grundschule): Kein IBM erforderlich.
- Gebäude mit anspruchsvoller Gebäudetechnik (z.B. Bürogebäude oder Schulen mit umfangreichen Lüftungsanlagen oder multivalenten Erzeugern):

Beauftragung zusätzlicher Leistungen als Teil der Fachplanung inkl. der Objektüberwachung oder des Technischen Monitorings nach AMEV 158

- Großprojekte und Gebäude mit hochkomplexer Anlagentechnik (z.B. Museen, Labore, Konferenzzentren, Einkaufszentren): Entwicklung eines projektspezifischen Leistungsbildes und Vergabe als eigenständige Leistung.

Mit dem wachsenden Bedarf an Wohnraum ist gerade gegenwärtig auch eine Zeit erhöhter Bautätigkeit, gerade in den urbanen Zentren verbunden. Wenngleich der Fokus der Aktivitäten, vor Hintergrund der Ziele eines klimaneutralen Gebäudesektors, auf der Weiterentwicklung der Bestände liegen muss, müssen auch Neubauten und deren Anlagentechnik effizient arbeiten. Durch ein TMon und Inbetriebnahme-management kann die Funktionalität und Effizienz nachgewiesen werden.

Energie- und CO₂-Bilanz durch digitale Zähler erfassen und in Datenbanksystemen verfügbar machen

Für eine stetige Verbesserung und Überprüfung der Energieperformance ist der Einsatz digitaler Zähler im Neubau unabdingbar. Eine voll digitalisierte Verbrauchserfassung bietet den Vorteil einer nutzerfreundlichen, automatisierten Bewertung, was zu einer stetigen Betriebsoptimierung und Senkung der Betriebskosten führt.

Es ist davon auszugehen, dass in Deutschland in absehbarer Zeit Datenbanksysteme zur energetischen Bewertung des deutschen Gebäudebestands zur Verfügung stehen werden. Neben der internen Überprüfung der eigenen Energieperformance können Nichtwohngebäude-Betreiber einen großen Beitrag zur Energiewende leisten, wenn Sie ihre Energieperformance in einer anonymen Datenbank der Öffentlichkeit zur Verfügung stellen, damit ungewöhnliche hohe Verbraucher identifiziert und optimiert werden können.

3.5 Fazit

These 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.

These 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 CO₂-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 CO₂-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.

These 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.

These 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.

These 10: Fahrpläne für die Sanierung

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 (CO₂-A Konstruktion und CO₂-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.

4. Ressourcenbetrachtung

Dieses Kapitel legt die Basis für folgende These:

- These 11: Berücksichtigung von Fachkräftemangel und Ressourcenknappheit

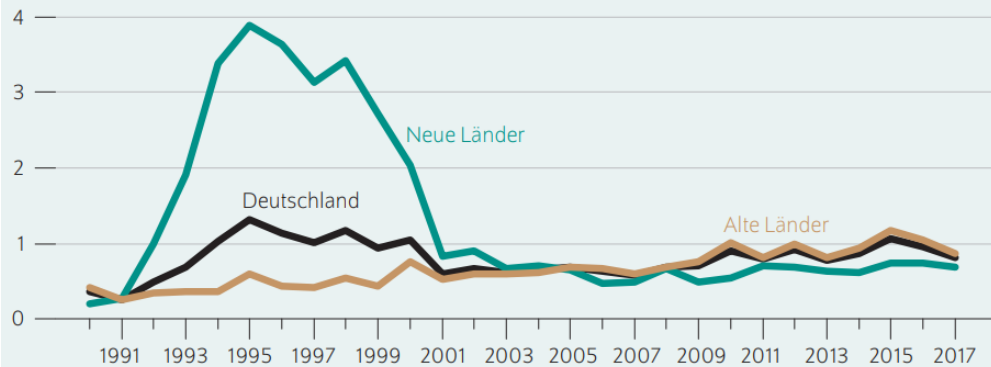
Um die Ziele der Europäischen Union (EU) nach dem Green Deal zu erreichen, benötigen die EU-Nationen laut EU Commissioner Mairead McGuinness insgesamt rund 350 Milliarden Euro pro Jahr zusätzliche Investitionen bis 2030, verglichen mit dem vorangegangenen Jahrzehnt (2011-2020) [175, 176]. Diese sollen vor allem in neue Kapazitäten und Verbindungsleitungen des Energiesystems, einschließlich dem Ersatz alter Kraftwerke und Industrieanlagen, die das Ende ihrer wirtschaftlichen Lebensdauer erreicht haben sowie in die Modernisierung von Gebäuden fließen [176]. Die Renovation Wave fordert eine Verdopplung der europäischen Sanierungsrate, die derzeit bei rund 1 Prozent liegt [14].

4.1 Sanierungsrate

Bereits 2010 hat das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) in seinem Energiekonzept [177] eine Verdopplung der Sanierungsrate gefordert, ohne jedoch deren Berechnungssystematik genauer festzulegen. Zudem werden in der Literatur die Begriffe Sanierungsquote und Sanierungsrate synonym verwendet [178]. Innerhalb der aktuellen Studie wird der Begriff „Sanierungsrate“ verwendet. Zuletzt lag die durchschnittliche jährliche energetische Sanierungsrate in Deutschland weiterhin bei nur etwa 1 Prozent [179, 180]. Nach dena [180] bezieht sich dieser Prozentsatz auf den gesamten Gebäudebestand. Das Deutsche Institut für Wirtschaftsforschung e.V. (DIW Berlin) bezieht sich in seinem Wärmemonitor 2018 [179] mit der Sanierungsrate lediglich auf Wohngebäude.

Energetische Sanierungsrate

Flächenmäßiger Anteil der gesamten Gebäudehülle eines durchschnittlichen Gebäudes, der energetisch modernisiert wird, in Prozent



Quelle: ista Deutschland GmbH, eigene Berechnungen.

© DIW Berlin 2019

Nach umfangreichen energetischen Sanierungen in den neuen Ländern in den 1990er Jahren verharzt die Modernisierungsrate in den letzten 15 Jahren bei unter einem Prozent.

Abbildung 4.1 Energetische Sanierungsrate zwischen 1990 und 2017 [179]

Abbildung 4.1 aus [179] verdeutlicht die Entwicklung der energetischen Sanierungsrate zwischen 1990 und 2017. Es ist eine Stagnation im Bereich von 1 Prozent zu erkennen. Abbildung 4.1 gibt mit der Sanierungsrate den flächenmäßigen Anteil der Gebäudehülle eines durchschnittlichen Wohngebäudes an, der im jeweiligen Jahr energetisch modernisiert wurde [179]. In einer Veröffentlichung des Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) aus dem Jahr 2016 [178] wird bereits erwähnt, dass es für die Sanierungsrate keine amtliche und einheitliche, verbindliche Definition gibt. Weiterhin bemängelt das BBSR, dass die aktuell angegebene Sanierungsrate auf einer Auswertung fußt, die nur 0,5 Promille des Gesamtbestands an Wohngebäuden repräsentiert und damit kaum als politische Zielvorgabe geeignet ist [178]. Auch das DIW Berlin hat zur Bestimmung der Sanierungsrate für Abbildung 4.1 aus [179] eine Stichprobe im 0,5 Promillebereich des Wohngebäudebestandes ausgewertet. Zudem kann aufgrund der mangelhaften Datenbasis im Nichtwohngebäudebestand derzeit generell keine aussagekräftige Sanierungsrate für diese Gebäudegruppe ermittelt werden [178]. Im Rahmen der Fortschreibung der Langfristigen Renovierungsstrategie der Bundesregierung (LTRS-Deutschland) soll in Anknüpfung an eine verstetigte Datenerhebung die Ausarbeitung einer konkreten Indikator-Systematik für die Erfassung der Sanierungsrate und -tiefe angestrebt werden [31].

Abbildung 4.2 aus [181] zeigt am Beispiel deutscher Wohngebäude, dass Investitionen in energetische Sanierungen in den letzten Jahren zugenommen haben. Das Niveau ist jedoch immer noch zu niedrig, um die angestrebten Klimaschutzziele zu erreichen. Die Ausgaben für Modernisierungsmaßnahmen im Wohngebäudebestand sind zwischen 2010 und 2019 kontinuierlich um 40 Prozent von 119 auf 168 Milliarden Euro

gestiegen. Der Anteil der energetischen Sanierungen hat sich im gleichen Zeitraum jedoch lediglich um 13 Prozent von 39 auf 44 Milliarden Euro erhöht. Damit sank er anteilig von rund einem Drittel auf ein Viertel der Gesamtmaßnahmen (beziehungsweise Bauvolumina) im Gebäudebestand [181].

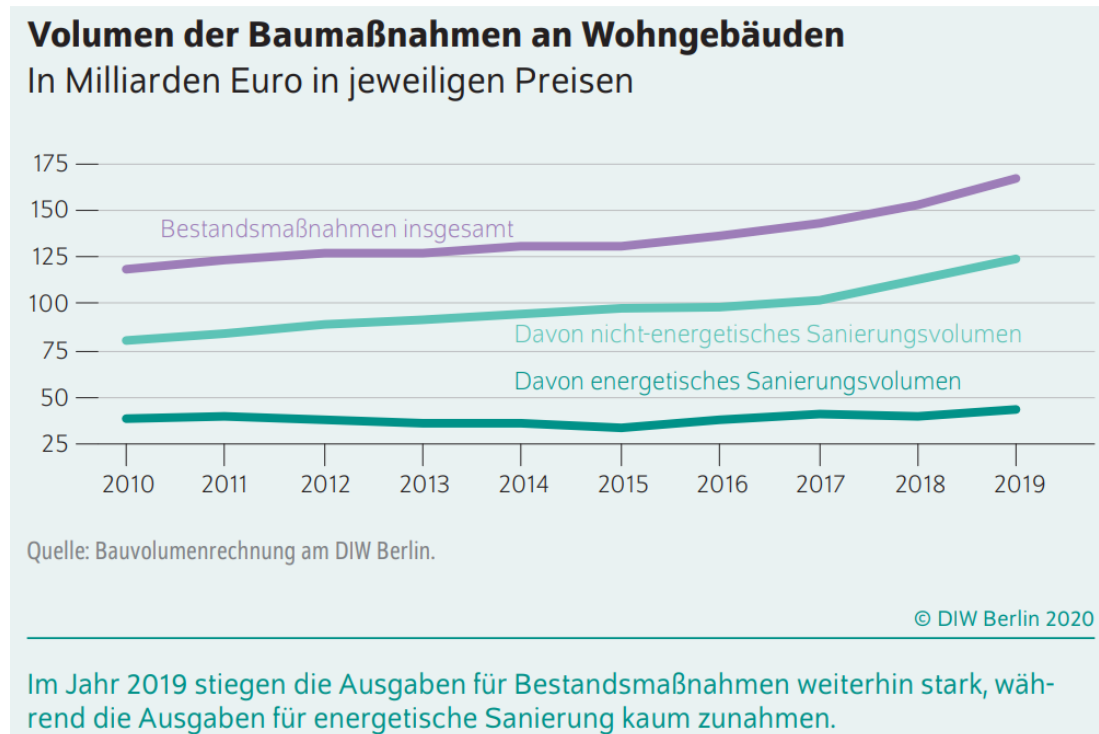


Abbildung 4.2 Volumen der Baumaßnahmen an Wohngebäuden in Deutschland [181]

Neben der Tatsache, dass die Sanierungsrate derzeit in Deutschland nicht amtlich geregelt ist und aufgrund der unzureichenden Datengrundlage nicht fundiert bestimmbar ist, stehen diverse Faktoren einer Erhöhung der Sanierungsrate entgegen. Es gibt vor allem Grenzen im Bereich der personellen und materiellen Ressourcen. In den nachfolgenden Unterkapiteln werden die Faktoren, die Einfluss auf die Sanierungsrate haben, detaillierter beleuchtet.

4.2 Bauvolumen und Beschäftigte

In Deutschland bewegen sich die jährlichen Bauvolumina im Wohn- und Nichtwohngebäudebereich insgesamt im dreistelligen Milliardenbereich (rund 352 Milliarden Euro im Jahr 2019) [182–184]. Dabei definiert das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) das Bauvolumen wie folgt: „Das Bauvolumen ist definiert als die Summe aller Leistungen, die auf die Herstellung oder Erhaltung von Gebäuden und Bauwerken gerichtet sind.“ Abbildung 4.3 und Abbildung 4.4 zeigen jeweils für Wohngebäude und Nichtwohngebäude entsprechende Volumina für Neubauten und Bauleistungen an bestehenden Gebäuden. Zusätzlich sind prozentuale Anteile pro Jahr und Veränderungen gegenüber dem Vorjahr dargestellt.

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
	In Milliarden Euro zu jeweiligen Preisen									
Neubauvolumen ¹	47,54	51,36	56,45	62,81	67,25	71,70	75,57	79,50	82,68	87,23
Bauleistung an bestehenden Gebäuden ²	127,52	130,80	131,32	136,34	143,18	153,12	167,72	175,60	181,88	192,63
Wohnungsbauvolumen insgesamt	175,06	182,16	187,77	199,15	210,43	224,81	243,29	255,10	264,56	279,86
	Veränderung gegenüber Vorjahr in Prozent									
Neubauvolumen ¹		8,0	9,9	11,3	7,1	6,6	5,4	5,2	4,0	5,5
Bauleistung an bestehenden Gebäuden ²		2,6	0,4	3,8	5,0	6,9	9,5	4,7	3,6	5,9
Wohnungsbauvolumen insgesamt		4,1	3,1	6,1	5,7	6,8	8,2	4,9	3,7	5,8
	Anteile in Prozent									
Neubauvolumen ¹	27,2	28,2	30,1	31,5	32,0	31,9	31,1	31,2	31,3	31,2
Bauleistung an bestehenden Gebäuden ²	72,8	71,8	69,9	68,5	68,0	68,1	68,9	68,8	68,7	68,8
Wohnungsbauvolumen insgesamt	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

1 Geschätzt über veranschlagte Baukosten (Bautätigkeitsstatistik), ergänzt um Zuschläge für Architektenleistungen und Gebühren, Außenanlagen und Eigenleistungen der Investoren.

2 Gebäude- und Wohnungsmodernisierung (einschließlich Um- und Ausbaumaßnahmen) sowie Instandsetzungsleistungen des Baugewerbes.

Quellen: Statistisches Bundesamt; DIW Bauvolumenrechnung.

© DIW Berlin 2021

Abbildung 4.3 Baumaßnahmen bei Wohngebäuden in Deutschland [184]

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
	In Milliarden Euro zu jeweiligen Preisen									
Neubauvolumen ¹	30,92	31,67	32,38	35,41	37,95	40,99	44,71	45,56	46,11	48,41
Bauleistung an bestehenden Gebäuden ²	56,64	57,86	57,49	56,36	57,99	60,41	63,81	66,00	67,27	69,68
Bauvolumen Nichtwohngebäude insgesamt ³	87,56	89,53	89,87	91,77	95,94	101,40	108,52	111,56	113,38	118,09
	Veränderung gegenüber Vorjahr in Prozent									
Neubauvolumen ¹		2,4	2,2	9,4	7,2	8,0	9,1	1,9	1,2	5,0
Bauleistung an bestehenden Gebäuden ²		2,2	-0,6	-2,0	2,9	4,2	5,6	3,4	1,9	3,6
Bauvolumen Nichtwohngebäude insgesamt ³		2,2	0,4	2,1	4,5	5,7	7,0	2,8	1,6	4,2
	Anteile in Prozent									
Neubauvolumen ¹	35,3	35,4	36,0	38,6	39,6	40,4	41,2	40,8	40,7	41,0
Bauleistung an bestehenden Gebäuden ²	64,7	64,6	64,0	61,4	60,4	59,6	58,8	59,2	59,3	59,0
Bauvolumen Nichtwohngebäude insgesamt ³	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

1 Einschließlich landwirtschaftliche Betriebsgebäude.

2 Einschließlich übrige nichtlandwirtschaftliche Betriebsgebäude.

3 Bauvolumen im gewerblichen und öffentlichen Hochbau.

Quellen: Statistisches Bundesamt; DIW Bauvolumenrechnung.

© DIW Berlin 2021

Abbildung 4.4 Baumaßnahmen bei Nichtwohngebäuden in Deutschland [184]

4.2.1 Bauvolumen und Beschäftigte im Bereich der energetischen Sanierung

Im Jahr 2019 machten die Bauleistungen an bestehenden Gebäuden bei Wohngebäuden rund 69 Prozent und bei Nichtwohngebäuden rund 59 Prozent der gesamten Bauvolumina aus (Abbildung 4.5) [182–184].

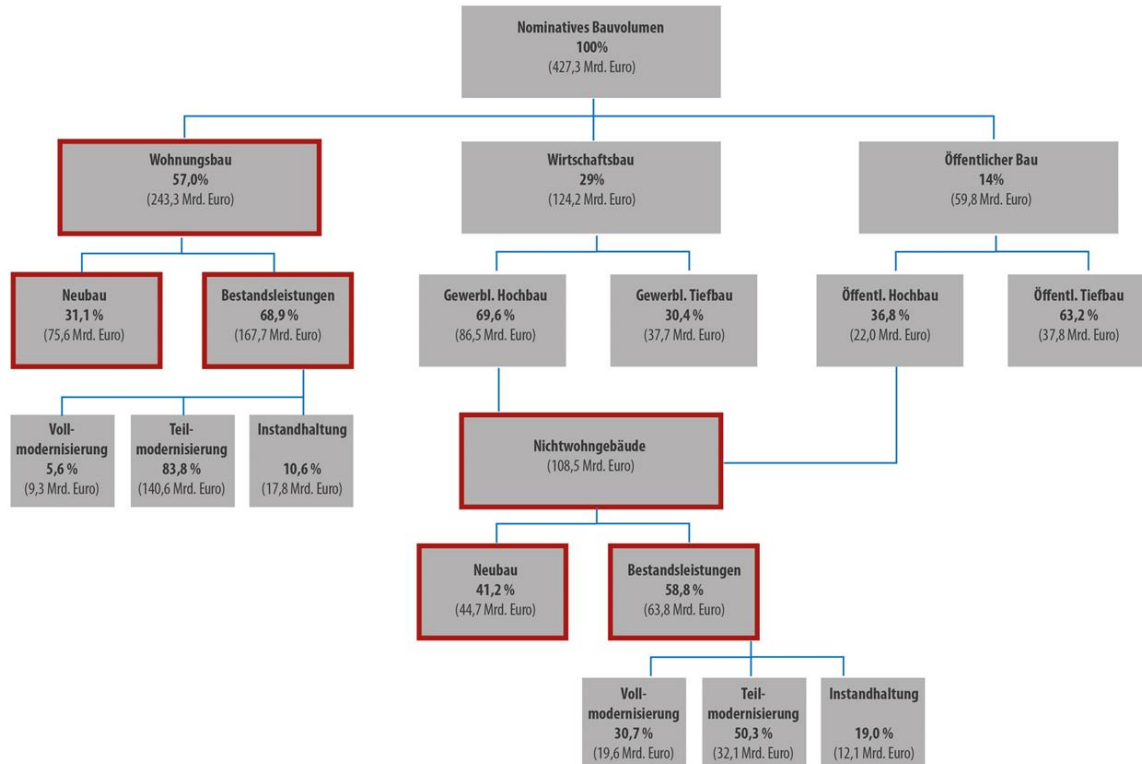


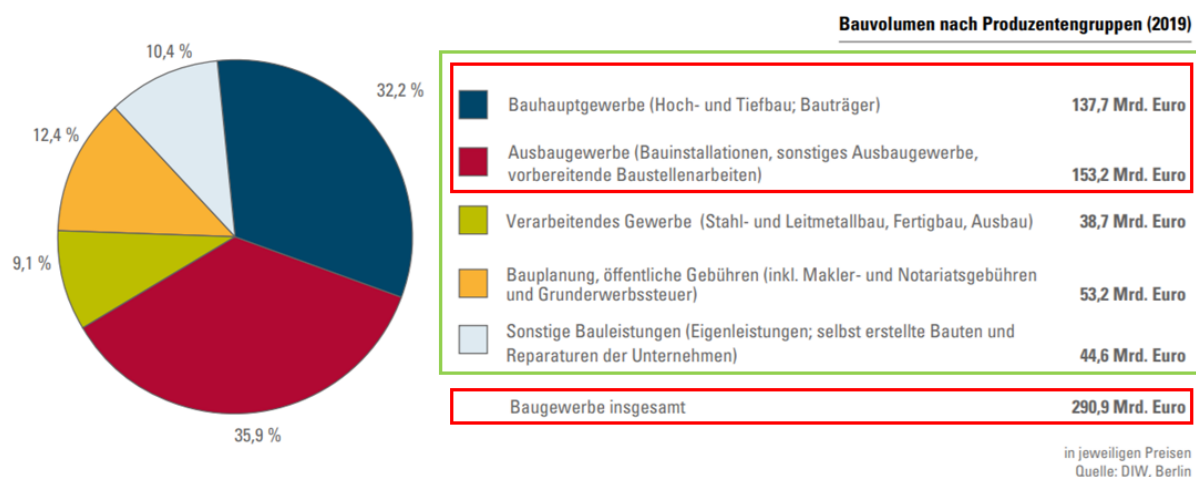
Abbildung 4.5 Struktur des Bauvolumens (2019) (Abbildung entnommen aus [183], Werte entstammen aus [182])

Insgesamt umfassten die Bauleistungen an bestehenden Gebäuden 2019 der deutschen Wohn- und Nichtwohngebäude ein Volumen von rund 232 Milliarden Euro und besitzen damit einen Anteil von etwa 64 Prozent am gesamten Bauvolumen [182–184]. Denn gemeinsam mit dem öffentlichen und dem gewerblichen Tiefbau haben sich 2019 insgesamt rund 427 Milliarden Euro Bauvolumen ergeben [182–184]. Die Bauleistungen an bestehenden Gebäuden setzen sich jedoch nur zu einem Teil aus Maßnahmen der energetischen Sanierung zusammen.

Nach BBSR [182], die zur energetischen Sanierung jene Maßnahmen aus den Produktbereichen Wärmedämmung (an Dach, Fassade etc.), Austausch von Fenstern und Außentüren, Erneuerung der Heizung und Solarthermie/Photovoltaik zählen, betrug das Volumen für energetische Sanierungen im Jahr 2019 rund 62 Milliarden Euro (rund 43,7 Milliarden Euro im Wohngebäudebereich und 17,8 Milliarden Euro im Nichtwohngebäudebereich). Damit betrug der Anteil der energetischen Sanierungsmaßnahmen lediglich rund 27 Prozent an den gesamten Bauleistungen an bestehenden Gebäuden und rund 18 Prozent am gesamten Bauvolumen im Wohn- und Nichtwohngebäudebereich [181, 182] sowie knapp 15 Prozent am gesamtdeutschen Bauvolumen.

Mit den Zahlen vom BBSR [182] entspricht die circa einprozentige energetische Sanierungsrate in Deutschland einem Bauvolumen von rund 62 Milliarden Euro.

Abbildung 4.6 ordnet dieses Volumen den entsprechenden Produzentengruppen zu. Zum Baugewerbe im engeren Sinne gehören demnach das Bauhauptgewerbe und das Ausbaugewerbe [185]. Zur Erreichung des Bauvolumens von rund 427 Milliarden Euro kommen noch Branchen wie der Stahl- und Leichtmetallbau, die Herstellung von Fertigbauten, die Bauschlosserei sowie Planungsleistungen und andere im Zusammenhang mit dem Bauprozess anfallende Dienstleistungen hinzu [185]. Zur gleichen Zeit gab es circa 2,1 Millionen Beschäftigte im Baugewerbe [185]. Diese sind circa 894.000 Beschäftigte im Bauhauptgewerbe und circa 1,2 Millionen Beschäftigte im Ausbaugewerbe [185]. Von 2010 bis 2019 gab es nach BBSR, das sich auf die Zahlen des Deutschen Instituts für Wirtschaftsforschung e.V. (DIW Berlin) beruft, einen Zuwachs der Beschäftigten von rund 11 Prozent im Baugewerbe (Abbildung 4.6) [182, 185]. Knapp 10 Prozent Zuwachs sind allein seit 2014 entstanden.



	Entwicklung im Baugewerbe					
	2019	2018	2016	2014	2012	2010
Baugewerbe insgesamt						
■ Bauvolumen ¹	290,9	267,9	235,9	223,5	212,0	194,4
■ Zahl der Beschäftigten (in 1.000) ²	2.118	2.077	1.953	1.932	1.929	1.903
■ Anzahl der Betriebe (in 1.000)	331,8	324,4	325,4	325,4	326,2	320,0
davon Bauhauptgewerbe						
■ Bauvolumen ¹	137,7	125,3	106,5	100,7	92,7	81,3
■ Zahl der Beschäftigten (in 1.000) ²	894	874	817	796	780	752
■ Anzahl der Betriebe (in 1.000) ⁴	76,8	74,8	74,2	74,0	75,2	73,3
davon Ausbaugewerbe						
■ Bauvolumen ¹	153,2	142,6	129,4	122,8	119,3	113,1
■ Zahl der Beschäftigten (in 1.000) ^{2,3}	1.223	1.203	1.136	1.136	1.149	1.151
■ Anzahl der Betriebe (in 1.000) ⁵	255,0	249,6	251,2	251,4	251,0	246,7
Bauvolumen¹ insgesamt	427,3	395,7	349,7	328,4	311,4	283,3
reale Veränderung ggü. Vorjahr in Prozent	3,3	2,0	2,6	1,9	-0,6	2,5

- (1) Nominales Bauvolumen in jeweiligen Preisen in Mrd. Euro; Berechnung des DIW Berlin.
- (2) In Baubetrieben beschäftigte Arbeitnehmer und Selbstständige; vom DIW in Jahresmittelwerte umgerechnet.
- (3) Hochrechnungen des DIW auf Basis der Umsatzsteuerstatistik; für 2019 Schätzung des DIW.
- (4) Alle Betriebe; Ergebnisse der Totalerhebung des Statistischen Bundesamtes; Stand jeweils Ende Juni.
- (5) Anzahl steuerpflichtige Firmen (in 1.000); gemäß Umsatzsteuerstatistik; für 2019 Schätzung des BBSR.

Abbildung 4.6 Struktur des Bauvolumens im Jahr 2019 - nach Produzentengruppen (in Milliarden Euro zu jeweiligen Preisen und Anteilen in Prozent) und zeitliche Entwicklung der Bauvolumina und Beschäftigtenzahlen im Baugewerbe [185]

Nimmt man an, dass sich die Beschäftigten aus dem Baugewerbe (Bauhauptgewerbe und Ausbaugewerbe) im Jahr 2019 gleichermaßen auf Bauleistungen an bestehenden Gebäuden und Neubau aufgeteilt haben, wie das Bauvolumen, dann würden mit einem Anteil von rund 64 Prozent circa 1,4 Millionen Beschäftigte im Bereich Bauleistungen an bestehenden Gebäuden arbeiten.

Weist man gleichermaßen den energetischen Sanierungsmaßnahmen, die einen Anteil von knapp 15 Prozent am gesamten Bauvolumen haben, Beschäftigte aus dem Baugewerbe (Bauhauptgewerbe und Ausbaugewerbe) zu, dann ergeben sich 350.000 Beschäftigte.

Somit beinhaltet die circa einprozentige energetische Sanierungsrate in Deutschland neben dem Bauvolumen von rund 62 Milliarden Euro rund 350.000 Beschäftigte aus dem Baugewerbe (Bauhauptgewerbe und Ausbaugewerbe).

Sofern sich die Sanierungsverfahren nicht grundlegend ändern, werden für eine Verdopplung der einprozentigen Sanierungsrate zusätzliche Investitionen von mindestens 62 Milliarden Euro und rund 350.000 Beschäftigte benötigt (Abbildung 4.7).

Für eine vollständige Transformation des nationalen Gebäudebestandes innerhalb von 25 Jahren notwendige vierprozentige Sanierungsrate, wie beispielsweise vom Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie in seiner Studie „CO₂-neutral bis 2035: Eckpunkte eines deutschen Beitrags zur Einhaltung der 1,5-°C-Grenze“ [186] gefordert, würden zusätzlich mehr als 1 Millionen Beschäftigte benötigt.



Abbildung 4.7 Bauvolumen und Baubeschäftigte korrespondierend zur energetischen Sanierungsrate [2]

Das Umweltbundesamt hat bezogen auf den zusätzlichen Bedarf an Beschäftigten bei einer Verdopplung der Sanierungsrate niedrigere Zahlen genannt, die jedoch auf eine noch nicht veröffentlichte Studie¹³ zurückgehen. Daher werden im Folgenden lediglich die zugänglichen Ergebnisse aus dieser Studie genannt. Demnach würde eine Verdoppelung der energetischen Sanierungsrate einen Bedarf an rund 100.000 zusätzlichen Arbeitsplätzen sowie zusätzliche Investitionen in Höhe von rund 28 Milliarden Euro pro Jahr voraussetzen [187]. Eine Aufschlüsselung des Beschäftigungsbedarfs nach Tätigkeitsfeld durch eine Verdoppelung der energetischen Sanierungsrate nach [187] zeigt Abbildung 4.8. Deutliche Beschäftigungswirkungen sind demnach bei den Hoch-/Tiefbauberufen mit einem zusätzlichen Bedarf von rund 27.000 sowie bei den (Innen-) Ausbauberufen von etwas unter 25.000 Arbeitskräften am deutlichsten ausgeprägt. Das Umweltbundesamt selbst geht bereits davon aus, dass die Zahlen zu niedrig angenommen sind [187]. Es führt diese Annahme auf einen konjunkturellen Einbruch durch die Coronapandemie zurück und sieht dadurch mehr Potential im Zugang zu Beschäftigten und in der Steigerung der Auslastung [187].

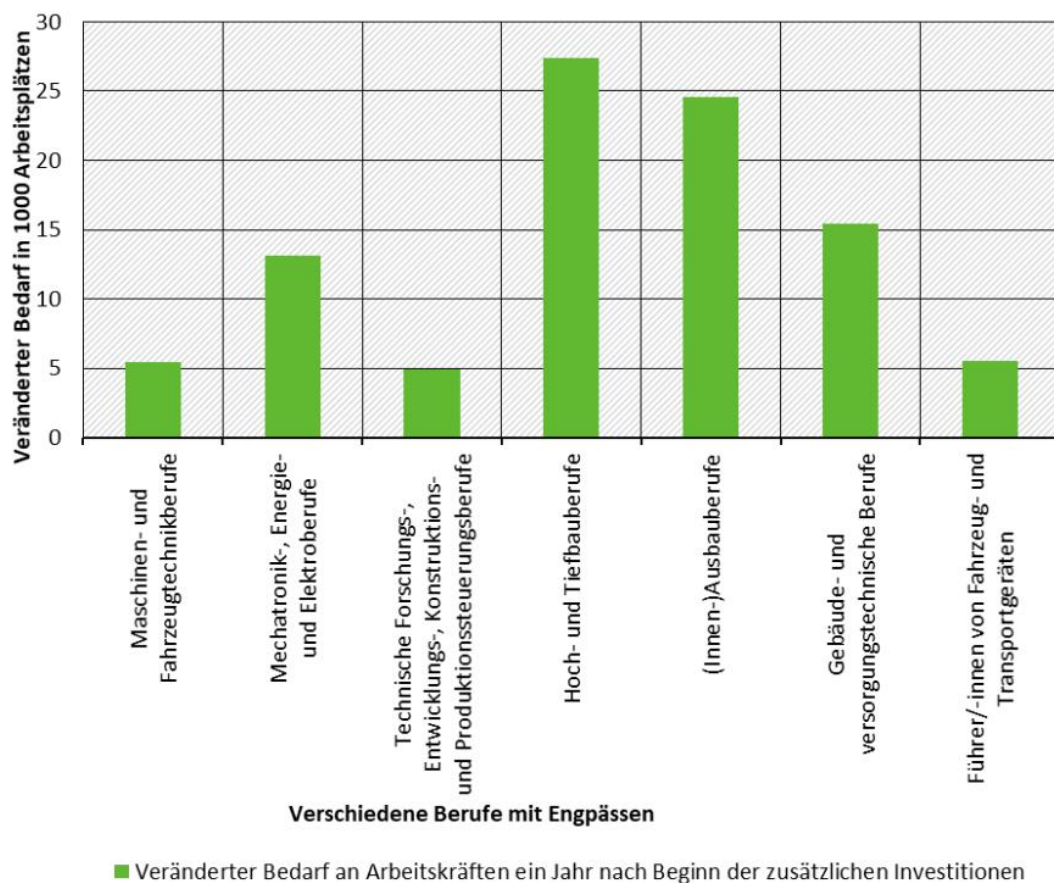


Abbildung 4.8 Veränderter Bedarf an Arbeitskräften in verschiedenen Berufen durch Verdoppelung der Sanierungsrate [187]

¹³ Bauer, S., Thobe, I., Wolter, M.I., Röttger, C., Zika, G., Helmrich, R., Schandock, M., Mohaupt, F., Müller, R. (2021): Endbericht im UBA-Projekt „Grüne Karrieren“ (FKZ 3716 14 100 0). Umwelt, Innovation, Beschäftigung xx/2021. Dessau-Roßlau. In Veröffentlichung.

4.2.2 Aktueller Fachkräftemangel

Unabhängig davon, wie die Erfordernisse für Beschäftigte bei einer Erhöhung der energetischen Sanierungsrate aussieht, zeigt das Institut der deutschen Wirtschaft Köln e.V. (IW Köln) bereits für den Ist-Zustand in seiner Kompetenzzentrum Fachkräftesicherung (KOFA)-Studie von 2021 [188] derzeitige Fachkräftelücken in handwerklichen Berufen des Baubereichs auf.

Bis 2035 wird die Anzahl der generellen Erwerbstätigen in Deutschland voraussichtlich um circa 10 Prozent zurückgehen und die bereits jetzt angespannte Situation sogar weiter verschärfen [189].

Tabelle 4.1 zeigt die Fachkräftelücke für verschiedene Berufsgattungen in überwiegend handwerklichen Berufen im Jahresdurchschnitt 2020. Tabelle 4.2 zeigt die Fachkräftelücke für verschiedene Berufsgattungen in Berufen mit Handwerksanteilen im Jahresdurchschnitt 2020 auf. Zudem werden offene Stellen und die Engpassrelation entsprechend dargestellt.

Tabelle 4.1 Top-Engpassberufe nach Fachkräftelücke in überwiegend handwerklichen Berufen, Jahresdurchschnitt 2020, absolut [188]

	Berufsgattung	Fachkräfte- lücke	Offene Stellen	Engpass- relation
Fachkraft- berufe	Bauelektrik	13.877	18.137	24
	Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik	10.636	14.434	26
	Kraftfahrzeugtechnik	6.239	15.079	59
	Verkauf von Fleischwaren	3.276	5.117	36
	Holz-, Möbel- und Innenausbau	2.375	10.522	77
Meister- berufe	Aufsicht und Führung – Medizin-, Orthopädie- und Rehathechnik	1.366	1.716	20
	Aufsicht – Hochbau	1.023	1.628	37
	Aufsicht – Klempnerei, Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik	837	1.242	33
	Aufsicht und Führung – Fahrzeug-, Luft-, Raumfahrt- und Schiffbautechnik	813	1.976	59
	Aufsicht – Tiefbau	702	848	17
Fortbil- dungsberufe	Aufsicht und Führung – Verkauf	5.023	8.905	44
	Metallbau	108	179	40
	Regenerative Energietechnik	51	312	84

Hinweis: Die Engpassrelation bildet das Verhältnis aus Arbeitslosen und offenen Stellen ab. Ein Beruf gilt als Engpassberuf, wenn weniger als 100 passend qualifizierte Arbeitslose auf 100 offene Stellen kommen. Es werden nur Berufe mit bundesweit mindestens 100 offenen Stellen dargestellt (Relevanzkriterium). Die Fachkräftelücke bezeichnet die Anzahl der offenen Stellen, für die es in der Region (hier bundesweit) keine passend qualifizierten Arbeitslosen gibt. Von den 17 überwiegend handwerklichen Fortbildungsberufen weisen nur drei eine Fachkräftelücke auf.

Quelle: KOFA-Berechnung auf Basis von Sonderauswertungen der BA und des IAB, 2021

Tabelle 4.2 Top-Engpassberufe nach Fachkräftelücke in Berufen mit Handwerksanteilen, Jahresdurchschnitt 2020, absolut [188]

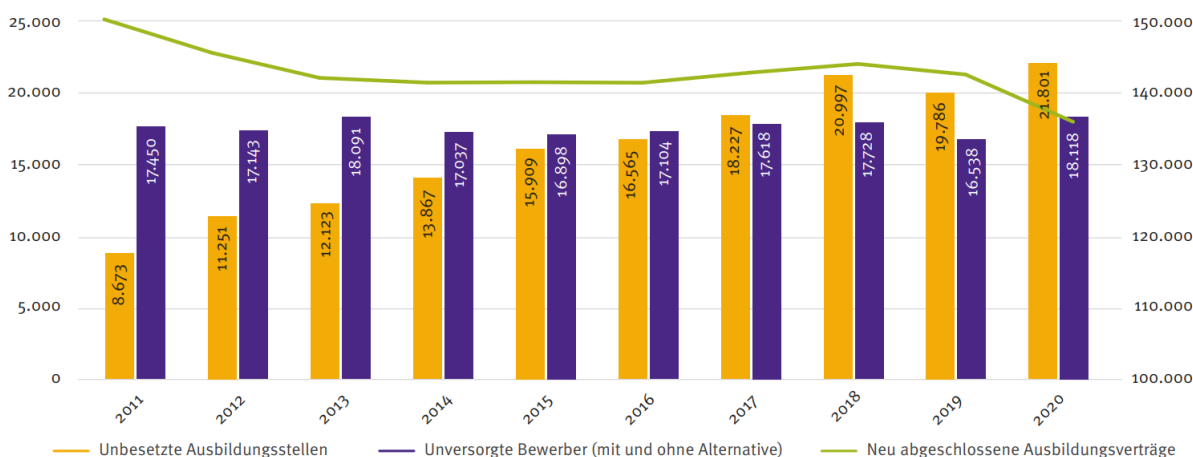
	Berufsgattung	Fachkräftelücke	Offene Stellen	Engpassrelation
Fachkraft-berufe	Elektrische Betriebstechnik	6.795	10.413	35
	Automatisierungstechnik	1.162	1.928	40
	Elektrotechnik	866	2.997	71
	Anlagen-, Behälter- und Apparatebau	554	2.381	77
	Baustoffherstellung	121	406	70
Meister-berufe	Aufsicht – Elektrotechnik	1.599	2.273	30
	Aufsicht – Ver- und Entsorgung	84	143	41
Fortbildungs-berufe	Objekt-, Personen-, Brandschutz, Arbeitssicherheit (sonstige Spezialisierung)	263	424	38

Hinweis: Die Engpassrelation bildet das Verhältnis aus Arbeitslosen und offenen Stellen ab. Ein Beruf gilt als Engpassberuf, wenn weniger als 100 passend qualifizierte Arbeitslose auf 100 offene Stellen kommen. Es werden nur Berufe mit bundesweit mindestens 100 offenen Stellen dargestellt (Relevanzkriterium). Die Fachkräftelücke bezeichnet die Anzahl der offenen Stellen, für die es in der Region (hier bundesweit) keine passend qualifizierten Arbeitslosen gibt. Unter den neun Meisterberufen mit Handwerksanteil weisen lediglich die hier abgebildeten eine Fachkräftelücke auf. Unter den 16 Fortbildungsberufen mit Handwerksanteil gibt es nur einen Beruf, der sowohl das Relevanzkriterium erfüllt und eine Fachkräftelücke aufweist.

Quelle: KOFA-Berechnung auf Basis von Sonderauswertungen der BA und des IAB, 2021

Abbildung 4.9 verdeutlicht, dass in den letzten zehn Jahren immer mehr Ausbildungsstellen im Bereich der überwiegend handwerklichen Berufe unbesetzt geblieben sind [188]. Die Corona-Krise hat den Rückgang unterzeichneter Ausbildungsverträge, der sich zuvor vor allem zwischen 2011 und 2016 eingestellt hatte, noch einmal verstärkt [188]. Unklar ist jedoch noch, wie sich der Trend fortsetzt [188].

Unbesetzte Ausbildungsstellen, unversorgte Bewerberinnen und Bewerber (linke Achse) sowie neu abgeschlossene Ausbildungsverträge zum 30.09. jeden Jahres (rechten Achse)



Quelle: KOFA-Berechnung auf Basis von Sonderauswertungen der BA und des BIBB, 2021

Abbildung 4.9 Die Entwicklung des Ausbildungsmarkts in überwiegend handwerklichen Berufen [188]

Tabelle 4.3 zeigt unter anderem die Entwicklung der gemeldeten Ausbildungsstellen in den Berufsgattungen der Handwerksberufe, die die größte Fachkräftelücke aufweisen. Im Berichtsjahr 2019/2020 war die Veränderung der gemeldeten Stellen im Vergleich zum Vorjahr in fast allen dargestellten Berufsgattungen rückläufig.

Tabelle 4.3 Die Ausbildungssituation im Berichtsjahr 2019/2020 in den Handwerksberufen mit der größten Fachkräftelücke am Arbeitsmarkt [188]

	Berufsgattung	Fachkräfte- lücke	Gemeldete Ausbil- dungsstellen	Anteil unbesetzter Ausbildungs- stellen (in Prozent)	Unversorgte Bewerber je 100 unbesetzte Stellen	Veränderung der gemelde- ten Stellen im Vergleich zum Vorjahr (in Prozent)
Überwiegend handwerkliche Engpassberufe	Bauelektrik	13.877	10.218	11,5	98	-4,0
	Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik	10.636	9.882	14,6	74	-5,6
	Kraftfahrzeugtechnik	6.239	17.376	7,3	356	-8,7
	Verkauf von Fleischwaren	3.276	6.360	29,6	2	4,8
	Holz-, Möbel- und Innenausbau	2.375	5.074	12	289	-8,9
	Land- und Baumaschinentechnik	2.283	2.338	8,7	78	-9,6
	Metallbau	2.126	9.149	12,8	84	-9,4
	Augenoptik	1.693	2.940	11,5	58	-12,1
	Dachdeckerei	1.693	3.683	21	28	-1,6
	Kältetechnik	1.313	1.697	15,4	21	2,8

Hinweis | Die Fachkräftelücke bezeichnet die Anzahl der offenen Stellen, für die es in der Region (hier bundesweit) keine passend qualifizierte Arbeitslosen gibt.

Quelle: KOFA-Berechnung auf Basis von Sonderauswertungen der BA, 2021

Insgesamt schlägt das IW Köln folgende vier Handlungsempfehlungen zur Beseitigung des Fachkräftemangels in Handwerksberufen oder Berufen mit Handwerksanteilen vor [188]:

1. Handwerksunternehmen brauchen eine vorausschauende Personalbedarfsplanung
2. Die duale Ausbildung ist der zentrale Pfeiler der Fachkräftesicherung im Handwerk
3. Geflüchtete weiter für eine Ausbildung im Handwerk gewinnen
4. Zeit für (digitale) betriebliche Weiterbildung nutzen

4.3 Beschränkungen aufgrund von Verfügbarkeit materieller Ressourcen

Im Rahmen seiner monatlichen Konjunkturumfragen [190] hat das ifo Institut Anfang Juli 2021 festgestellt, dass im Hochbau rund 50,4 Prozent der Betriebe Beeinträchtigungen durch Lieferverzögerungen gemeldet haben (Abbildung 4.10) [191]. Im Mai waren es 43,9 Prozent und im April 23,9 Prozent [191]. Die Versorgung mit Schnittholz sei ein großes Thema auf den deutschen Baustellen und erdölbasierte Baustoffe seien demnach knapp [191]. Es fehle vielerorts an synthetischen Dämmmaterialien, Kanalgrundrohren und andere Kunststoffteilen [191]. Hinzu kämen Lieferprobleme und Preissteigerungen beim Stahl [191]. Nach einer Pressemitteilung

von Mai 2021 [192] sei zu vermuten, dass Kapazitäten wegen Corona heruntergefahren wurden und die Nachfrage schneller angezogen hat als erwartet. Sonderfaktoren bei der Produktion, wie zum Beispiel der Wintereinbruch in den USA, der die Holzproduktion, Weiterverarbeitung und den Transport verzögert hat, könnten zudem eine Rolle gespielt haben [192].

ifo Materialmangel in der Baubranche

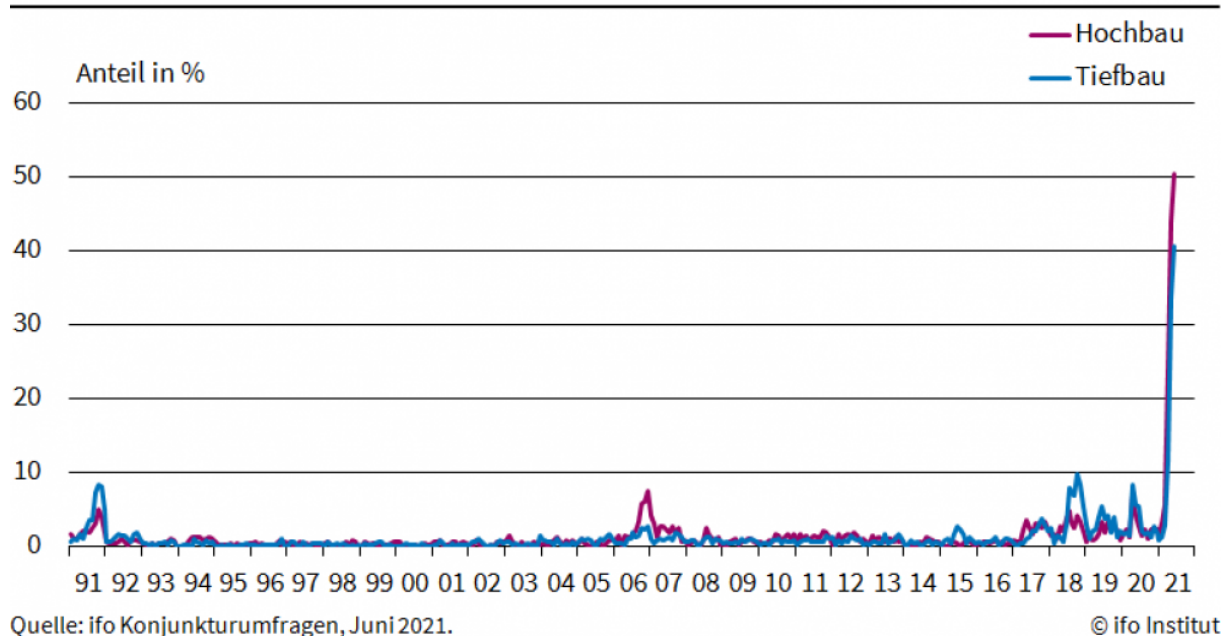


Abbildung 4.10 Anteil der befragten Firmen, die Probleme haben, rechtzeitig Baustoffe zu beschaffen [191]

Generell sind die Baupreise zudem gestiegen, wie die Baupreisindizes des Statistischen Bundesamtes in Tabelle 4.4 für Instandhaltungen von Wohngebäuden suggerieren. Tabelle 0.3 im Anhang zeigt eine ähnliche Entwicklung für Neubauten (Wohn- und Nichtwohngebäude) und Tabelle 0.4 im Anhang untermauert den rasanten Anstieg der Baupreisindizes im Jahr 2021 anhand einzelner Bauarbeiten bei der Instandhaltung von Wohngebäuden. Tabelle 0.5 im Anhang zeigt die Entwicklung der Baukostenindizes bei Wohngebäuden mit einer zusätzlichen Aufstellung der Indizes für Material- und Arbeitskosten auf. Abbildung 0.4 im Anhang gibt Aufschluss über den Unterschied zwischen Baukostenindex und Baupreisindex. Die Indizes aus Tabelle 4.4 sowie Tabelle 0.3 bis Tabelle 0.5 sind nicht bereinigt.

Insgesamt zeigen Tabelle 4.4 sowie Tabelle 0.3 bis Tabelle 0.5 im Anhang, dass Kosten und Preise von Bauprodukten und Bauleistungen überproportional im Verhältnis zur üblichen Inflationsrate von 2 Prozent pro Jahr ansteigen und sich für Akteure aus allen Bereichen verteuern. Eine Inflationsrate von 2 Prozent pro Jahr würde einem Preisanstieg im Jahr 2021 gegenüber 2015 von etwa rund 112,5 Prozent entsprechen. Sämtliche Indizes aus den besagten Tabellen liegen schon im zweiten Quartal 2021 über diesem Wert und dies zum Teil deutlich.

Diese Entwicklung hat sich vor allem 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, wie aus einer Veröffentlichung des Statistischen Bundesamtes hervorgeht [193]. Dies ist der höchste Anstieg der Baupreise gegenüber einem Vorjahr seit November 1970 (+13,1 Prozent gegenüber November 1969) [193].

Tabelle 4.4 Preisindizes für Bauwerke: Instandhaltung von Wohngebäuden; Originalwerte [194]

Baupreisindizes¹
Instandhaltung von Wohngebäuden
einschließlich Umsatzsteuer
Originalwert 2015 = 100

Jahr, Quartal		Instandhaltung	
		von Wohn- gebäuden ²	in einer Wohnung ³
2021	II ...	125,4	121,0
	I ..	121,2	118,4
	IV	116,2	114,2
2020	III	115,6	113,9
	II ...	118,1	116,5
	I ..	117,5	115,8
2019	IV	115,6	114,6
	III	114,9	113,7
	II ...	114,0	112,9
2018	I ..	113,0	112,0
	IV	111,1	110,4
	III	110,4	109,6
2017	II ...	109,3	108,6
	I ..	108,3	107,9
	IV	106,6	106,4
2016	III	106,1	105,9
	II ...	105,2	105,1
	I ..	104,4	104,3
2015	IV	103,0	102,8
	III	102,7	102,6
	II ...	102,2	102,2
2014	I ..	101,6	101,3

1: Berichtsmonat im Quartal: I=Februar, II=Mai, III=August, IV=November. Februar 2020 Mecklenburg-Vorpommern und Februar 2021 Baden-Württemberg geschätzt.

2: ohne Schönheitsreparaturen.

3: Schönheitsreparaturen

4.4 Beschränkungen aufgrund von Genehmigungsprozessen

Bereits im „Positionspapier zur Wohnungspolitischen Diskussion“ des Zentralen Immobilien Ausschusses (ZIA) [195] wird auf die große Varianz zwischen verschiedenen Kommunen bei der zeitlichen Bearbeitung von Baugenehmigungen hingewiesen. Die Erteilung einer Baugenehmigung kann innerhalb weniger Wochen vorliegen, es kann aber auch, wie zum Beispiel in Köln, bis zu 12 Monate dauern; wenn es Änderungen gibt, sogar noch länger [195]. In Hessen liegt der Mittelwert beispielsweise bei circa 4 bis 5 Monaten [195].

Auch die Bearbeitung von Bebauungsplänen liegt beispielsweise in Berlin je nach Bezirk mit einem zeitlichen Rahmen von 2,5 bis 27 Jahren in einem sehr variablen Bereich [196]. Größere Bebauungsplanverfahren liegen zum Beispiel im Bezirk Friedrichshain-Kreuzberg zwischen 4 und 8 Jahren [196].

Als Ursache für die kommunalen Unterschiede und die zum Teil sehr langsamen Genehmigungsprozesse sind neben der fehlenden Digitalisierung der Verwaltung auch der Personalmangel bei den kommunalen Bauämtern zu nennen [195]. Denn zwischen 1991 und 2010 wurden bundesweit rund 35 Prozent der Angestellten in den Ämtern, die mit Baufragen befasst waren, abgebaut [195]. Trotz des Baubooms zeigen neuere Zahlen, dass sich dieser Trend von 2011 bis 2019 fortgesetzt hat [195]. Es ist in diesem Zeitraum ein bundesweiter Rückgang um fast 10 Prozent bezogen auf die mit Baufragen Beschäftigten in den Kommunalverwaltungen erkennbar und gegen diesen Trend wurde bisher nichts unternommen [195]. Daraus resultieren zwangsläufig starke Verzögerungen [173].

Positivbeispiele wie der Landkreis Nordwestmecklenburg in Mecklenburg-Vorpommern zeigen, dass die Digitalisierung der Verwaltung zu verkürzten Prozessen verhilft [197]. Seit 2021 können dort vereinfachte Baugenehmigungen online und somit papierlos beantragt werden [197]. Schnellere Ausfüllmöglichkeiten im Onlineantrag und kürzere Bearbeitungszeiten sind zeitliche Vorteile, die der digitale Bauantrag ermöglicht [197]. Hinzu kommt mehr Transparenz im Antragsprozess für alle Akteure (Bauherren, Entwurfsverfasser, Fachplaner und Behörde) [197]. Alle Stellen, die am Verfahren beteiligt sind, können gemeinsam an Unterlagen arbeiten und papierlos darüber kommunizieren [197]. Bearbeitungsstände können online jederzeit eingesehen werden, sodass alle Akteure künftig Verzögerungen konkret nachvollziehen und konstruktiv daran mitwirken können, diese zu beseitigen [197].

4.5 Effizienter und nachhaltiger Materialeinsatz

Um die verfügbaren personellen und materiellen Ressourcen bestmöglich nutzen zu können und gleichzeitig den Klimaschutz zu verstärken ist ein effizienter und nachhaltiger Einsatz hinsichtlich der Baumaterialien notwendig.

Abbildung 4.11 zeigt beispielhaft den Grenznutzen einer stetigen Verbesserung der Gebäudehülle im Bezug auf Einsparungen im Gebäudebetrieb sowie eine damit zusammenhängende exponentielle Entwicklung der Modernisierungskosten auf. Es wird deutlich, dass bereits ohne die grauen THG-Emissionen der weiteren Dämmung zu berücksichtigen, eine Sanierung zum Effizienzhaus 40 wirtschaftlich und hinsichtlich der THG-Emissionen in der Gebäudenutzung schlechter abschneidet, als ein Effizienzhaus 115, dass mit erneuerbarer Energie im Bereich der Wärme (EEW) versorgt wird.

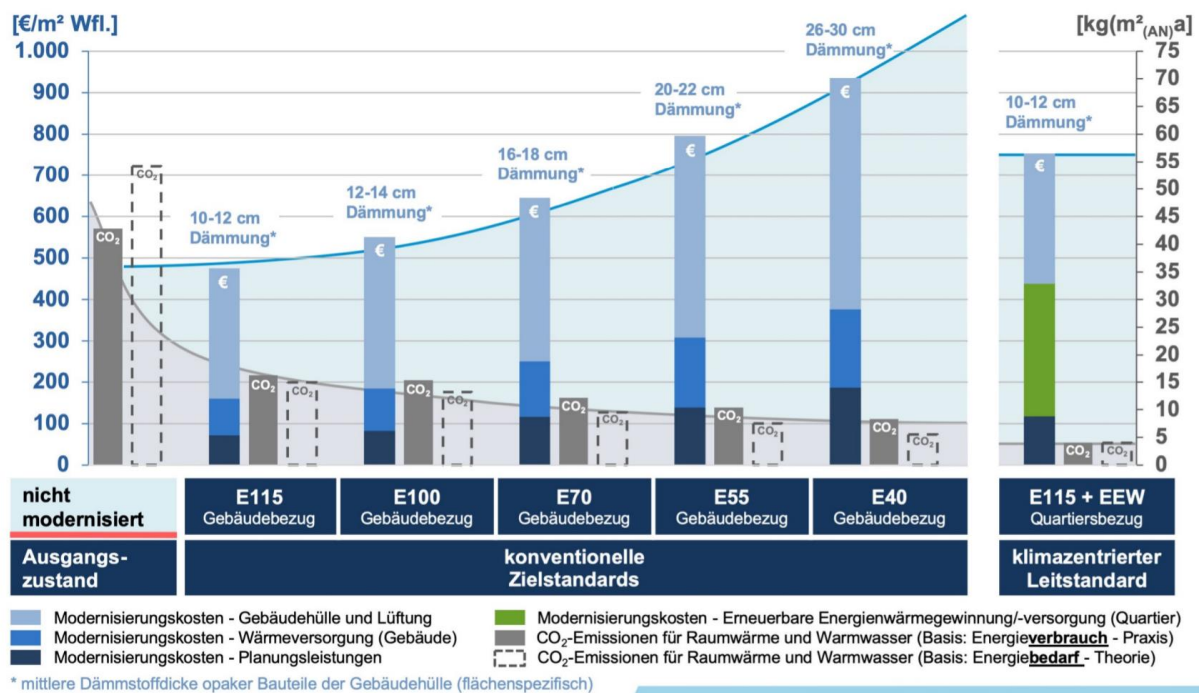


Abbildung 4.11 Modernisierungskosten und THG-Emissionen am Beispiel des Geschosswohnungsbaus der 50er bis 70er Jahre [198]

Das in Kapitel 1.1.6 vorgestellte Thema der THG-Emissionsbudgets zeigt auf, dass es unter Berücksichtigung der Label CO₂-B (Betrieb) und CO₂-A (Konstruktion) möglich ist, Ressourcen effizient einzusetzen. Denn durch eine möglichst effiziente und nachhaltige Konstruktion werden die auf Gebäudeebene noch zur Verfügung stehenden THG-Emissionsbudgets geschont und es verbleiben während der Nutzung größere Restbudgets, die im Optimalfall durch eine zunehmende Dekarbonisierung der Wärmeversorgung nicht ausgereizt werden. Auf Grundlage eines THG-Emissionsbudget auf Gebäudeebene könnte individuell der bestmögliche Maßnahmenmix bei einer Modernisierung gewählt werden. Demnach ist es wichtig ein optimales Zusammenspiel aus einerseits dem effizientesten Einsatz von Baumaterialien und dem zunehmenden Anteil nachhaltiger Materialien in der Konstruktion und andererseits auch dem Einsatz erneuerbarer Energieträger bei der Energieversorgung sowie dem energieoptimierten Betrieb von Gebäuden zu finden.

Zur Erhöhung des Anteils nachhaltiger Baumaterialien könnte unter anderem das Urban Mining beitragen. Das Umweltbundesamt bezeichnet Urban Mining als „integrale Bewirtschaftung des anthropogenen Lagers mit dem Ziel, aus langlebigen Gütern sowie Ablagerungen Sekundärrohstoffe zu gewinnen“ [199]. Das Urban Mining ist somit ein Ansatz zur Kreislaufführung von Stoffströmen langlebiger Güter, die wie zum Beispiel Baumaterialien jahrzehntelang in Gebäuden gebunden sind, bevor deren Materialkreislauf geschlossen werden kann [199]. Im Gegensatz zu kurzlebigen Gütern lassen sich langlebige Güter insgesamt schwerer erfassen und aufgrund von unter anderem den komplexen Produktlebenszyklen, Nutzungskaskaden und internationalen Handelsverflechtungen letztendlich nur erschwert aufbereiten und rückgewinnen [199].

Der Gesamtbestand im anthropogenen Materiallager der Bundesrepublik beläuft sich nach einer Bottom-up-Analyse nach [200] im Jahr 2010 auf circa 28 Milliarden Tonnen

Material. Abbildung 4.12 zeigt das absolute nationale Materiallager nach verschiedenen Gütergruppen und Materialien. Daraus wird deutlich, dass allein im Bereich Hochbau rund 55 Prozent der Materialien gebunden sind. Der Gesamtbestand an Materialien ist jedoch mit deutlichen Unsicherheiten bei der Bestimmung behaftet. Eine Top-down-Analyse nach [200] hat einen Materiallagerbestand in Deutschland 2010 auf circa 51,7 Milliarden Tonnen Material geschätzt, die jedoch keine tiefergehende Gliederung der Güterstruktur und der Materialien gestattet.

Abbildung 4.12 zeigt, dass das Lager in Bauwerken von mineralischen Materialien dominiert wird. Vor allem bei der Herstellung von mineralischen Produkten entstehen große Mengen von THG-Emissionen [201]. Aber auch die Metallindustrie, deren Materialien im Bereich des Hochbaus die nächstgrößere, gebundene Materialgruppe bereitstellt, sorgt für weitere THG-Emissionen. Im Green Deal der Europäischen Union (EU) [11] wurde bereits aufgezeigt, dass circa 50 Prozent der weltweiten THG-Emissionen und mehr als 90 Prozent des Biodiversitätsverlusts und der Wasserknappheit auf die Rohstoffgewinnung, die Verarbeitung von Materialien, Brennstoffen und Lebensmitteln zurückzuführen ist. **Durch das Wiederverwenden der Güter kann Materialengpässen und dem Verlust der Biodiversität entgegengewirkt sowie THG-Emissionen, die mit der Herstellung einhergehen, vermieden werden.** Innerhalb der EU stammen jedoch nur 12 Prozent der verwendeten Werkstoffe aus dem Recycling (Sekundärstoffe und -ressourcen, die zurück in die Wirtschaft gelangen) [11].

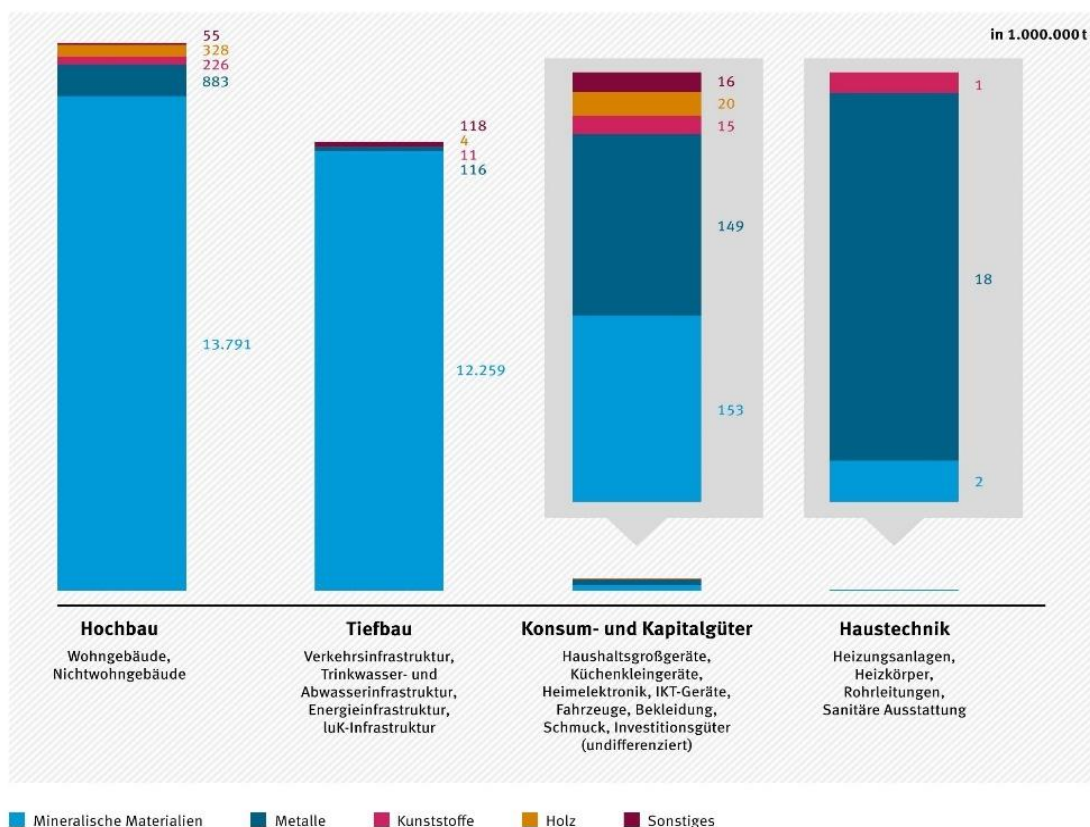


Abbildung 4.12 Anthropogenes Materiallager nach Gütergruppen und Materialien in Deutschland (2010) [200]

Insgesamt lässt sich nach Abbildung 4.12 im Hochbau ein interessanter Ansatzpunkt für das Urban Mining finden, denn dieser besitzt einen hohen Anteil am nationalen anthropogenen Materiallager und die im Hochbau gebundenen Materialien sind vor allem durch Langlebigkeit geprägt [199]. Eine Gebäudedatenbank, in der ebenfalls im Gebäude gebundene Materialien erfasst werden (Kapitel 1.3.6), kann bei der Kreislaufführung der Ressourcen helfen. Unter Abschätzung der Lebensdauer der gebundenen Materialien kann eine vorausschauende Planung hinsichtlich der Wiederverwendung der Materialien erfolgen. **Es ließe sich durch die integrale Planung nach dem Ansatz des Urban Mining oder darüber hinaus mit dem Prinzip Cradle to Cradle eine nachhaltige Kreislaufwirtschaft gewährleisten.**

4.6 Evaluierung einer Steigerung der Sanierungsrate

Vor dem Hintergrund des unter anderem steigenden Bedarfs an Beschäftigten und der fehlenden Fachkräfte in Deutschland sowie dem derzeitigen Materialmangel, verbunden mit den überproportionalen Preissteigerungen von Bauprodukten und -leistungen, erscheint eine Verdopplung der aktuellen energetischen Sanierungsrate von 1 Prozent auf 2 Prozent nur schwer umsetzbar. Abbildung 4.13 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. Erschwerend hinzu kommen die überwiegend unzureichende Digitalisierung bei der baubezogenen Verwaltung (Kapitel 4.4). Potentiale des Urban Minings oder des Prinzips Cradle to Cradle (Kapitel 4.5) sollten verstärkt ausgeschöpft werden, um unter anderem Materialengpässen entgegenzuwirken und positive Effekte für den Umwelt- sowie Klimaschutz zu aktivieren.

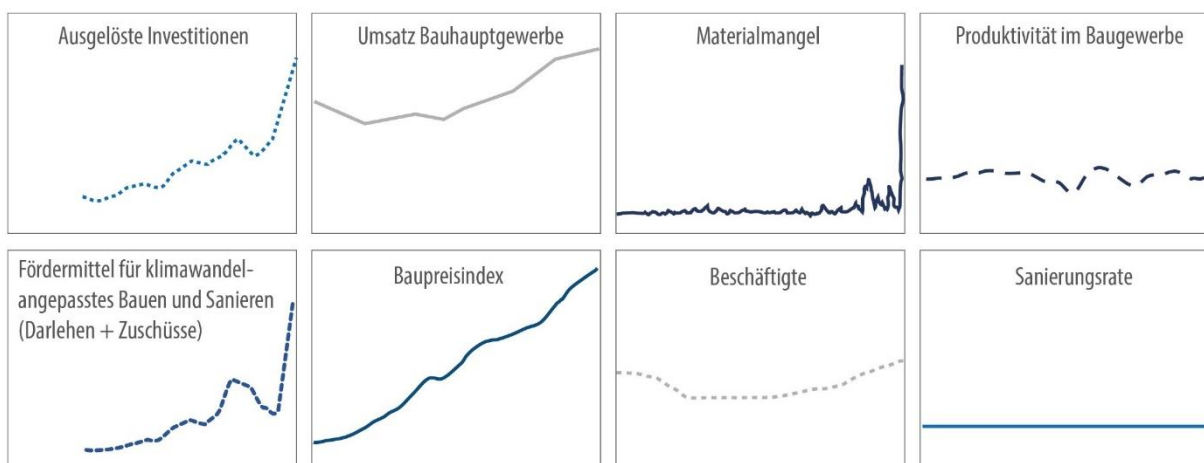


Abbildung 4.13 Trendlinien im Bauwesen von 2000 bis 2020 (eigene Grafik mit Quellen von destatis)
Trendlinie Materialmangel 2000 bis 2021 (eigene Grafik mit Quelle: ifo [191])

Eine jährliche energetische Sanierungsrate von 4 Prozent, wie beispielsweise vom Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie in seiner Studie „CO₂-neutral bis 2035: Eckpunkte eines deutschen Beitrags zur Einhaltung der 1,5-°C-Grenze“ [186] gefordert wird, ist unter aktuellen Rahmenbedingungen nicht darstellbar. Um die derzeitige energetische Sanierungsrate trotz aller derzeitigen Hindernisse realistisch zu steigern sind folgende Maßnahmen notwendig:

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

4.7 Fazit

These 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.

5. Extended Executive Summary

Link zur [Extended Executive Summary](#)

Anhang

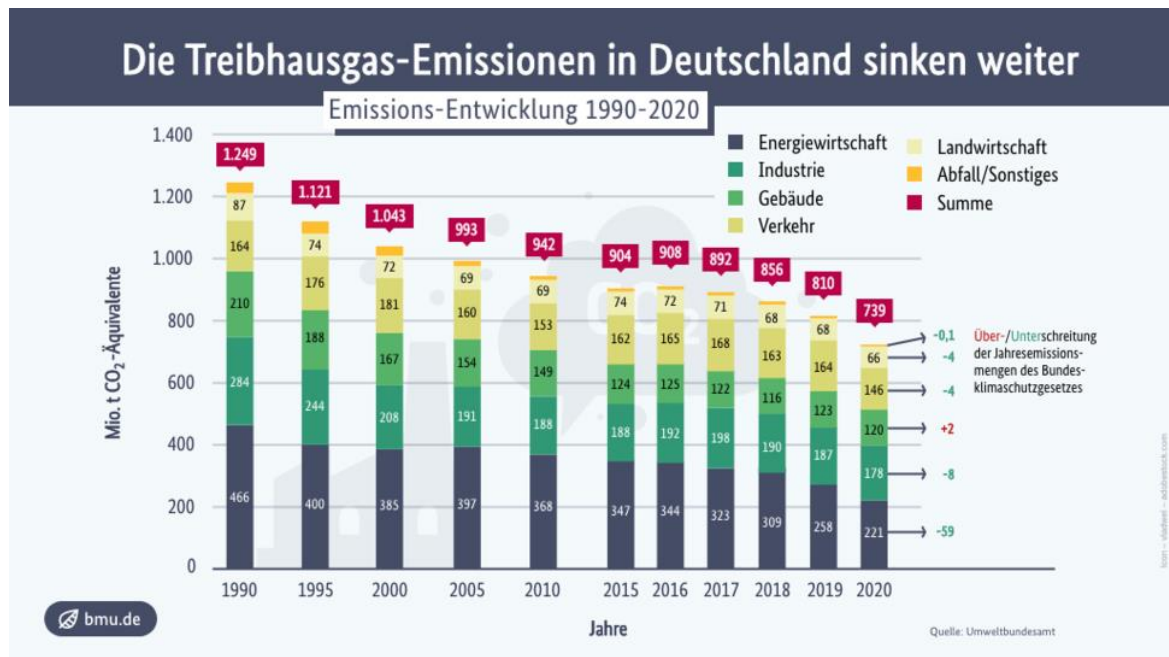


Abbildung 0.1 Entwicklung der nationalen Treibhausgasemissionen [6]

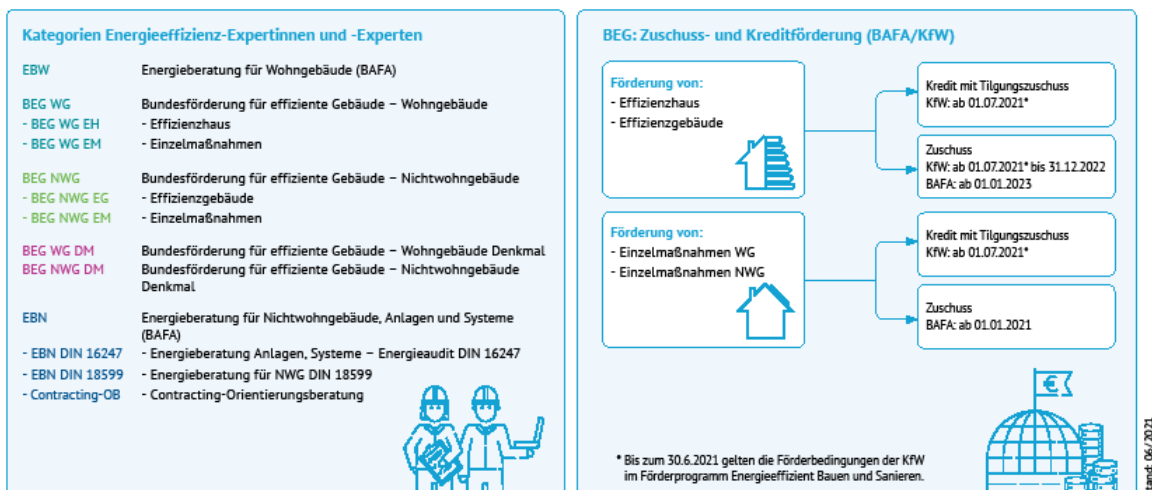
Tabelle 0.1 Vergleich der in Deutschland emittierten THG-Emissionen mit dem THG-Fußabdruck der Wohn- und Nichtwohngebäude [10]

Handlungsfeld	THG-Emissionen, gesamt*	THG-Emissionen, Nutzung und Betrieb von Wohn- und Nichtwohngebäuden	THG-Emissionen, Inland, Herstellung, Errichtung und Modernisierung von Wohn- und Nichtwohngebäuden	THG-Emissionen, Ausland, Herstellung, Errichtung und Modernisierung von Wohn- und Nichtwohngebäuden	Anteil THG-Fußabdruck Wohn- und Nichtwohngebäude Inland an THG-Emissionen, gesamt
2014 (Mio. t CO ₂ -Äq.)		Nutzungsphase 2014 (Mio. t CO ₂ -Äq.)			
Energiewirtschaft	358	180	16,4	13,5	54,8%
Gebäude	119	117	0,0	0,0	98,4%
Verkehr	160	0	4,0	5,4	2,5%
Industrie	181	0	41,0	13,1	22,6%
anteilige Direktemissionen Bauwirtschaft aus Bauprozessen (Anteil Hochbau)		0	10,3	0,2	
Landwirtschaft	72	0	0,1	1,7	0,2%
Teilsomme	890	297	62	34	40,3%
Sonstige	12	0	3,9	1,6	32,8%
Gesamtsumme	902	297	65	35	40,2%

*Aus BMU (2016), Tab.1; Berechnungen treeze ltd.

Tabelle 0.2 Antragsberechtigungen der Energieeffizienz-Experten für Förderprogramme des Bundes [202]

Energieeffizienz-Expertinnen und -Experten nach Kategorien			BEG Zuschuss- und Kreditförderung (BAFA/KfW)					Beratungsförderung Zuschuss (BAFA)			
Effizienzhäuser/-gebäude (EH/EG)	Einzelmaßnahmen (EM)	Beratung	Effizienzhaus BEG WG	Effizienzgebäude BEG NWG	Einzelmaßnahmen WG+ BEG EM	Einzelmaßnahmen NWG+ BEG EM	Energieeffizienz in der Wirtschaft?	Energieberatung WG?	Energieberatung DIN 16247? (Energieaudit)	Energieberatung NWG?	Contracting-Orientierungsberatung?
Wohngebäude (WG)											
BEG WG EH			✓	-	✓	-	-	-	-	-	-
BEG WG EM			-	-	✓	-	-	-	-	-	-
	EBW		-	-	-	-	-	✓	-	-	-
Nichtwohngebäude (NWG)											
BEG NWG EG			-	✓	-	✓	-	-	-	-	-
BEG NWG EM			-	-	-	✓	-	-	-	-	-
	EBN DIN 18599		-	-	-	-	-	-	-	✓	-
	EBN Contracting-OB		-	-	-	-	-	-	-	-	✓
Denkmal und besonders erhaltenswerte Bausubstanz³											
BEG WG DM			✓	-	✓	-	-	-	-	-	-
BEG NWG DM			-	✓	-	✓	-	-	-	-	-
	EBW		-	-	-	-	-	✓	-	-	-
	EBN DIN 18599		-	-	-	-	-	-	-	✓	-
	EBN Contracting-OB		-	-	-	-	-	-	-	-	✓
Energieeffizienz & Erneuerbare Energien in Unternehmen & Kommunen											
	EBN DIN 16247 (Energieaudit)		-	-	-	-	✓	-	✓	-	-



Legende

- ¹ Bei Einzelmaßnahmen an der Heizungsanlage ist eine Einbindung von Energieeffizienz-Expertinnen oder -Experten nicht Förderbedingung. Die Bestätigung der Förderfähigkeit darf in diesen Fällen auch durch das ausführende Fachunternehmen erfolgen.
- ² In diesen Förderprodukten ist eine Einbindung von Energieeffizienz-Expertinnen oder -Experten nicht Förderbedingung.
- ³ Energieberaterinnen und -berater müssen über eine Antragsberechtigung für das jeweilige Förderprogramm beim BAFA verfügen.
- ⁴ Bei der Förderung von Wohngebäuden sind Energieberaterinnen und -berater Denkmal einzubinden, wenn es sich bei dem Gebäude um besonders erhaltenswerte Bausubstanz handelt.

Initiiert von:

Jahr	CO _{2,e} Emissionen Netzstrom [g/kWh]	CO _{2,e} Emissionen Gas mit PtG* [g/kWh]
2020	403	223
2030	193	204
2040	107	194
2050	21	185

*PtG = Power to Gas, Bezug: Heizwert

CO_{2,e}-Emissionen Netzstrom nach IINAS (KS 95), 2019:

Fritzsche et. al. (2019): Der nichterneuerbare kumulierte Energieverbrauch und THG-Emissionen des deutschen Strommix im Jahr 2018 sowie Ausblicke auf 2020 bis 2050. Kurzstudie. Darmstadt.

CO_{2,e}-Emissionen Erdgas nach IINAS/GEMIS 5.0, 2018:

GEMIS (Globales Emissions-Modell integrierter Systeme). Version 5.0. Hg. v. IINAS - Internationales Institut für Nachhaltigkeitsanalysen und -strategien. Online verfügbar unter <http://iinas.org/gemis-de.html>.

Jahr	WP Strompreis [ct/kWh]	CO ₂ -Preis (COP 1) [€/t]	Gaspreis mit CO ₂ -Preis [ct/kWh]
2020	22,5	0	6,4
2030	21,6	80	8,5
2040	20,4	130	9,7
2050	19,3	180	10,9

Strompreise E.ON, RWTH, ewi (2019) mit WP-Tarif 75 % des Haushaltsstrompreises (Bundesnetzagentur).

E.ON, RWTH, ewi (2019): Auswirkungen von CO₂-Preisen auf den Gebäude-, Verkehrs- und Energiesektor. Online verfügbar. Bundesnetzagentur (2020): Monitoringbericht 2019. Online verfügbar.

Gaspreise EU Reference Scenario (2016):

Capros, P. et al. (2016): EU Reference Scenario 2016. Energy, transport and GHG emissions, Trends to 2050. Hg. v. European Commission. Luxembourg. Online verfügbar.

Abbildung 0.2 Verwendete Quellen für CO₂-äq (beziehungsweise CO_{2,e}) Emissionsfaktoren und Energie-Bezugskosten für Systemvergleich zu Abbildung 1.32 aus Kapitel 1.2.6 [132]

	Einheit	Ohne Investitions-Zuschuss			Mit Investitions-Zuschuss			Wartung % p.a.
		Gaskessel System	WP + Gaskessel System	WP Mono System	Gaskessel System	WP + Gaskessel System	WP Mono System	
Förderung BAFA	%	-	-	-	0	30	35	
Investition	EUR	10.204	20.938 (+Restwert WP)	19.203 (+Restwert WP)	10.204	14.657 (+Restwert WP)	12.482 (+Restwert WP)	
Kessel		7.334 (24 kW)	7.334 (24 kW)	-	7.334 (24 kW)	5.134 (24 kW)	-	2,8
Wärmepumpe		-	10.117 (8,4 kW)	13.974	-	7.082 (8,4 kW)	9.083 (20,9 kW)	2,5
TWW-Speicher		2.870 (400 l)	2.870 (400 l)	2.870 (400 l)	2.870 (400 l)	2.009 (400 l)	1.866 (400 l)	1
Heizungsspeicher		-	1.094 (200 l)	1.785 (420 l)	-	766 (200 l)	1.160 (420 l)	1
Heizstab		-	-	1.233 (11,3 kW)	-	-	801 (11,3 kW)	1
Annuität	EUR / a	-5.524	-5.968	-5.994	-5.524	-5.352	-5.335	
Anteil Invest	%	18	34	31	18	27	23	
Wärmegestehungskosten	ct / kWh	11,1	11,9	12	11,1	10,7	10,7	
Emissionen kumuliert	kg / (m ² *a)	17,3	9,4 (-46 %)	6,7 (-61 %)	17,3	9,4 (-46 %)	6,7 (-61 %)	

Abbildung 0.3 Parameter und Ergebnisse Systemvergleich zu Abbildung 1.32 aus Kapitel 1.2.6 (Kosten: BKI-Datenbank incl. Montage, brutto) [132]

Tabelle 0.3 Preisindizes für Bauwerke: Wohngebäude, Nichtwohngebäude; Originalwerte [203]

Baupreisindizes¹

**Neubau (konventionelle Bauart) von Wohn- und Nichtwohngebäuden
einschließlich Umsatzsteuer
Originalwert 2015 = 100**

Jahr, Quartal		Wohngebäude	Büro- gebäude	Gewerbliche Betriebs- gebäude
2021	II ...	125,2	125,4	126,0
	I ..	120,8	121,2	121,4
	IV	115,6	116,0	116,0
2020	III	115,1	115,5	115,6
	II ...	117,7	118,1	118,2
	I ..	117,2	117,6	117,7
2019	IV	115,7	116,1	116,2
	III	115,1	115,4	115,6
	II ...	114,3	114,6	114,7
2018	I ..	113,4	113,7	113,9
	IV	111,5	111,7	111,9
	III	110,6	110,9	111,0
2017	II ...	109,2	109,5	109,5
	I ..	108,2	108,5	108,5
	IV	106,4	106,7	106,8
2016	III	105,7	105,9	105,9
	II ...	104,9	105,1	105,1
	I ..	104,0	104,2	104,1
2015	IV	102,7	102,9	102,8
	III	102,4	102,5	102,4
	II ...	101,9	102,0	101,8
2014	I ..	101,2	101,3	101,2

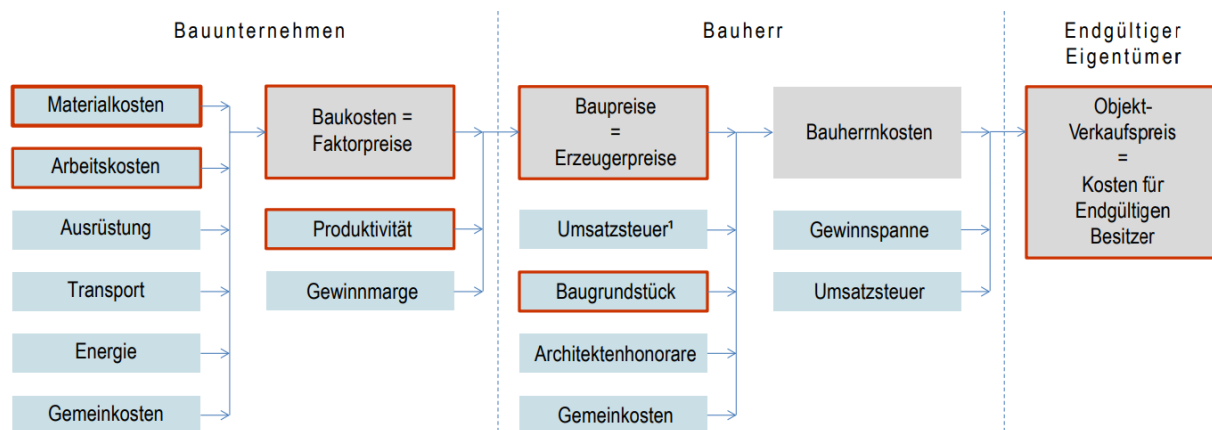
1: Berichtsmonat im Quartal: I=Februar, II=Mai, III=August, IV=November. Februar 2020
Mecklenburg-Vorpommern und Februar 2021 Baden-Württemberg geschätzt.

Tabelle 0.4 Baupreisindizes 2021: Deutschland - Instandhaltung von Wohngebäuden nach Bauarbeiten; Originalwerte [204]

Baupreisindizes: Deutschland, Berichtsmonat im Quartal, Messzahlen mit/ohne Umsatzsteuer, Instandhaltung von Wohngebäuden, Bauarbeiten (Instandhaltung)				
Preisindizes für die Bauwirtschaft				
Deutschland				
Baupreisindizes (2015=100)				
Instandhaltung von Wohngebäuden Bauarbeiten (Instandhaltung)	Februar		Mai	
	Indizes einschließlich Umsatzsteuer	Indizes ohne Umsatzsteuer	Indizes einschließlich Umsatzsteuer	Indizes ohne Umsatzsteuer
2021				
Wohngebäude ohne Schönheitsreparaturen				
Instandhaltungsleistungen	121,2	121,2	125,4	125,4
Erdarbeiten	126,3	126,3	127,9	127,9
Entwässerungskanalarbeiten	122,6	122,6	129,6	129,6
Mauerarbeiten	120,2	120,2	123,1	123,1
Betonarbeiten	120,4	120,4	122,9	122,9
Zimmer- und Holzbauarbeiten	123,8	123,8	141,2	141,2
Stahlbauarbeiten	112,9	112,9	114,3	114,3
Abdichtungsarbeiten	122,9	122,9	126,2	126,2
Dachdeckungs- und Dachabdichtungsarbeiten	123,5	123,5	130,1	130,1
Klempnerarbeiten	122,1	122,1	127,7	127,7
Gerüstarbeiten	123,9	123,9	127	127
Naturwerksteinarbeiten	117,9	117,9	119,5	119,5
Betonwerksteinarbeiten	118,5	118,5	120,9	120,9
Putz- und Stuckarbeiten	118,7	118,7	121	121
Wärmedämm-Verbundsysteme	120,3	120,3	125,2	125,2
Trockenbauarbeiten	119	119	123,1	123,1
Vorgehängte hinterlüftete Fassaden	120,4	120,4	126,4	126,4
Fliesen- und Plattenarbeiten	118,7	118,7	120,3	120,3
Estricharbeiten	116,8	116,8	119,8	119,8
Tischlerarbeiten	117,1	117,1	120,9	120,9
Rollladenarbeiten	117,9	117,9	120,7	120,7
Metallbauarbeiten	122,2	122,2	127,4	127,4
Verglasungsarbeiten	115,5	115,5	118	118
Maler- und Lackierarbeiten, Beschichtungen	118,7	118,7	121,2	121,2
Bodenbelagarbeiten	113,8	113,8	115,9	115,9
Raumluftechnische Anlagen	119,8	119,8	123,1	123,1
Heiz- und zentrale Wassererwärmungsanlagen	122,2	122,2	125,3	125,3
Gas-, Wasser- und Entwässerungsanl. innerh. v.Geb.	124,4	124,4	127,7	127,7
Nieder- und Mittelspannungsanlagen bis 36 kV	127,2	127,2	130,7	130,7
Gebäudeautomation	131,8	131,8	134,4	134,4
Blitzschutzanlagen	117,1	117,1	118,9	118,9
Dämm- und Brandschutzarbeiten an techn. Anlagen	130,6	130,6	134,3	134,3
Schönheitsreparaturen in einer Wohnung				
Instandhaltungsleistungen	118,4	118,4	121	121
Maler- und Lackierarbeiten, Beschichtungen	118,8	118,8	121,4	121,4
Tapezierarbeiten	117,8	117,8	120,1	120,1
Bis 1990: Früheres Bundesgebiet.				
© Statistisches Bundesamt (Destatis), 2021 Stand: 20.07.2021 / 16:15:00				

Tabelle 0.5 Baukostenindizes für Wohngebäude: Deutschland, Quartale, Art der Baukosten;
Originalwerte [205]

Baukostenindizes für Wohngebäude: Deutschland, Quartale, Art der Baukosten				
Preisindizes für die Bauwirtschaft				
Deutschland				
Baukostenindizes für Wohngebäude (2015=100)				
Jahr Quartale		Art der Baukosten		
		Baukosten insgesamt	Materialkosten	Arbeitskosten
2015	1. Quartal	100	100	99,8
	2. Quartal	100	100,4	99,4
	3. Quartal	100,2	100,2	100,1
	4. Quartal	99,9	99,4	100,7
2016	1. Quartal	100,1	99,4	101,4
	2. Quartal	101	100,5	102
	3. Quartal	101,8	101	103,2
	4. Quartal	102,2	100,9	104,5
2017	1. Quartal	103,2	101,9	105,4
	2. Quartal	103,9	102,6	106,2
	3. Quartal	104,9	103,4	107,7
	4. Quartal	106	104,4	108,9
2018	1. Quartal	106,8	105,7	109,2
	2. Quartal	107,6	106,4	110
	3. Quartal	108,6	107	111,5
	4. Quartal	108,6	107,3	111,1
2019	1. Quartal	109,2	108,1	111,3
	2. Quartal	110,4	108,7	113,8
	3. Quartal	110,2	108,6	113,3
	4. Quartal	110,5	108	115
2020	1. Quartal	111,3	109,1	115,4
	2. Quartal	112,7	109,2	119
	3. Quartal	111,9	109,3	116,8
	4. Quartal	112,9	110	118,2
2021	1. Quartal	114,8	112,5	119,2
	2. Quartal	117,6	116,6	120
Messzahlen ohne Umsatzsteuer.				
Arbeitskosten:				
Arbeitskostenindex für das Baugewerbe, kalender- und saisonbereinigt, nach X13 JDemetra+, umbasiert von 2016=100 auf 2015=100.				
© Statistisches Bundesamt (Destatis), 2021 Stand: 07.10.2021 / 14:41:00				



Anmerkung: ¹Sofern der Bauherr gleichzeitig endgültiger Besitzer ist. Rot umrandet ist das Datenangebot des Statistischen Bundesamts.

Abbildung 0.4 Zusammensetzung von Baukosten und Baupreisen nach Baubeteiligten ([206] in Anlehnung an [207])

Literatur

- [1] Technical expert group on sustainable finance (TEG), *Technical annex to the TEG final report on the EU taxonomy*, 2020. [Online]. Verfügbar unter: https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/business_economy_euro/banking_and_finance/documents/200309-sustainable-finance-teg-final-report-taxonomy-annexes_en.pdf (Zugriff am: 23. September 2021).
- [2] 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.
- [3] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU), *Klimaschutzplan 2050: - Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung*, 2016. [Online]. Verfügbar unter: https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/klimaschutzplan_2050_bf.pdf (Zugriff am: 13. Juli 2021).
- [4] 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
- [5] Deutsche Energie-Agentur GmbH, *Szenarien für eine marktwirtschaftliche Klima- und Ressourcenschutzpolitik 2050 im Gebäudesektor*, 2017. [Online]. Verfügbar unter: https://www.dena.de/fileadmin/dena/Dokumente/Meldungen/dena_Gebaeuestudie.pdf (Zugriff am: 13. September 2021).
- [6] 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).
- [7] 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).
- [8] Bundesanzeiger Verlag, *Gebäudeenergiegesetz (GEG)*, Bonn, 2020. [Online]. Verfügbar unter: [https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBl&bk=Bundesanzeiger_BGBl&start=/*\[@attr_id=%27bgbl107s1519.pdf%27\]#__bgbl__%2F%2F*%5B%40attr_id%3D%27bgbl120s1728.pdf%27%5D__1628523525046](https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBl&bk=Bundesanzeiger_BGBl&start=/*[@attr_id=%27bgbl107s1519.pdf%27]#__bgbl__%2F%2F*%5B%40attr_id%3D%27bgbl120s1728.pdf%27%5D__1628523525046) (Zugriff am: 9. August 2021).
- [9] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), *Energieeffizienzstrategie Gebäude: Wege zu einem nahezu klimaneutralen Gebäudebestand*, 2015. [Online]. Verfügbar unter: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/energieeffizienzstrategie-gebaeude.pdf?__blob=publicationFile&v=25 (Zugriff am: 12. Juli 2021).
- [10] Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR), *Umweltfußabdruck von Gebäuden in Deutschland. Kurzstudie zu sektorübergreifenden Wirkungen des Handlungsfelds „Errichtung und Nutzung von Hochbauten“ auf Klima und Umwelt. BBSR-Online-Publikation 17/2020*, Bonn, 2020. [Online]. Verfügbar unter: https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/bbsr-online/2020/bbsr-online-17-2020-dl.pdf?__blob=publicationFile&v=3 (Zugriff am: 28. Juli 2021).
- [11] European Commission, *MITTEILUNG DER KOMMISSION. Der europäische Grüne Deal*, Brüssel, 2019. [Online]. Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?qid=1588580774040&uri=CELEX:52019DC0640> (Zugriff am: 1. September 2021).
- [12] Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union, *VERORDNUNG (EU) 2021/1119 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 30. Juni 2021 zur Schaffung des Rahmens für die Verwirklichung der Klimaneutralität und zur Änderung der Verordnungen (EG) Nr. 401/2009 und (EU) 2018/1999 („Europäisches Klimagesetz“)*, Brüssel, 2021. [Online]. Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32021R1119&from=DE> (Zugriff am: 3. September 2021).
- [13] Rat der Europäischen Union, *Rat beschließt Europäisches Klimagesetz: Pressemitteilung*, 2021. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.consilium.europa.eu/de/press/press-releases/2021/06/28/council-adopts-european-climate-law/> (Zugriff am: 3. September 2021).

- [14] European Commission, *COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS: A Renovation Wave for Europe - greening our buildings, creating jobs, improving lives*, Brussels, 2020. [Online]. Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1603122220757&uri=CELEX:52020DC0662> (Zugriff am: 1. September 2021).
- [15] European Commission, *EU taxonomy for sustainable activities: What the EU is doing to create an EU-wide classification system for sustainable activities*. [Online]. Verfügbar unter: https://ec.europa.eu/info/business-economy-euro/banking-and-finance/sustainable-finance/eu-taxonomy-sustainable-activities_en (Zugriff am: 1. September 2021).
- [16] European Commission, *Proposal for a DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL amending Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council, Regulation (EU) 2018/1999 of the European Parliament and of the Council and Directive 98/70/EC of the European Parliament and of the Council as regards the promotion of energy from renewable sources, and repealing Council Directive (EU) 2015/652*, Brussels, 2021. [Online]. Verfügbar unter: https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/amendment-renewable-energy-directive-2030-climate-target-with-annexes_en.pdf (Zugriff am: 30. Juli 2021).
- [17] 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).
- [18] Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union, *Richtlinie 2010/31/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Neufassung)*, 2010. [Online]. Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32010L0031&from=EN> (Zugriff am: 14. September 2021).
- [19] European Commission, *Proposal for a DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on energy efficiency (recast)*, Brussels, 2021. [Online]. Verfügbar unter: https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/amendment-energy-efficiency-directive-ambition-2030-climate-target-with-annexes_en.pdf (Zugriff am: 30. Juli 2021).
- [20] European Commission, *Proposal for a DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL amending Directive 2003/87/EC establishing a system for greenhouse gas emission allowance trading within the Union, Decision (EU) 2015/1814 concerning the establishment and operation of a market stability reserve for the Union greenhouse gas emission trading scheme and Regulation (EU) 2015/757*, Brussels, 2021. [Online]. Verfügbar unter: https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/revision-eu-ets_with-annex_en_0.pdf (Zugriff am: 30. Juli 2021).
- [21] European Commission, *Proposal for a REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL amending Regulation (EU) 2018/842 on binding annual greenhouse gas emission reductions by Member States from 2021 to 2030 contributing to climate action to meet commitments under the Paris Agreement*, Brussels, 2021. [Online]. Verfügbar unter: https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/amendment-effort-sharing-regulation-with-annexes_en.pdf (Zugriff am: 30. Juli 2021).
- [22] Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union, *Governance of the Energy Union and Climate Action*, 2018. [Online]. Verfügbar unter: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?toc=OJ:L:2018:328:TOC&uri=uriserv:OJ.L_.2018.328.01.0001.01.ENG (Zugriff am: 1. September 2021).
- [23] 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>
- [24] 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).
- [25] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU), *Klimaschutzprogramm 2030: Maßnahmen zur Erreichung der Klimaschutzziele 2030*, 2019. [Online]. Verfügbar unter:

- https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pools/Broschueren/klimaschutzprogramm_2030_bf.pdf (Zugriff am: 1. September 2021).
- [26] Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, „Gesetz über einen nationalen Zertifikatehandel für Brennstoffemissionen (Brennstoffemissionshandelsgesetz - BEHG)“, 2019. [Online]. Verfügbar unter: <http://www.gesetze-im-internet.de/behg/BEHG.pdf>
 - [27] 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).
 - [28] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), *Energieeffizienzstrategie 2050*, 2019. [Online]. Verfügbar unter: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/energieeffizienzstrategie-2050.pdf?__blob=publicationFile&v=12 (Zugriff am: 13. Juli 2021).
 - [29] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), „Integrierter Nationaler Energie- und Klimaplan“, 2020. [Online]. Verfügbar unter: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/Integrierter-nationaler-energie-klimaplan.pdf?__blob=publicationFile&v=4
 - [30] Bundesfinanzministerium (BMF), *Klimaschutz Sofortprogramm 2022*, 2021. [Online]. Verfügbar unter: https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Downloads/klimaschutz-sofortprogramm-2022.pdf?__blob=publicationFile&v=1 (Zugriff am: 19. Juli 2021).
 - [31] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), *Langfristige Renovierungsstrategie der Bundesregierung*, 2020. [Online]. Verfügbar unter: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/langfristige-renovierungsstrategie-der-bundesregierung.pdf?__blob=publicationFile&v=6 (Zugriff am: 13. Juli 2021).
 - [32] Buildings Performance Institute Europe (BPIE), *A review of EU Member States' 2020 Long-term Renovation Strategies*, 2020. [Online]. Verfügbar unter: https://www.bpie.eu/wp-content/uploads/2020/09/LTRS-Assessment_Final.pdf (Zugriff am: 22. Juli 2021).
 - [33] Bundesanzeiger Verlag, *Gesetz zur Änderung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes und weiterer energierechtlicher Vorschriften*, Bonn, 2020. [Online]. Verfügbar unter: http://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBl&jumpTo=bgbl120s3138.pdf (Zugriff am: 1. September 2021).
 - [34] juris GmbH, *Klimaschutzgesetz Baden-Württemberg (KSG BW): Landesrecht BW Bürgerservice*, 2013. [Online]. Verfügbar unter: https://www.landesrecht-bw.de/jportal/portal/t/64w/page/bsbawueprod.psm?pid=Dokumentanzeige&showdoccase=1&js_peid=Trefferliste&documentnumber=1&numberofresults=25&fromdoctodoc=yes&doc.id=jlir-KlimaSchGBWrahmen&doc.part=X&doc.price=0.0&doc.hl=1#jlir-KlimaSchGBWV3 (Zugriff am: 31. August 2021).
 - [35] S. Deliga, „Baden-Württemberg: Solarzellen auf jedem Dach“, *tagesschau.de*, 22. Juli 2021, 2021. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.tagesschau.de/wirtschaft/technologie/solardachpflicht-baden-wuerttemberg-101.html>. Zugriff am: 31. August 2021.
 - [36] Abgeordnetenhaus Berlin, *Solargesetz Berlin*, Berlin, 2021. [Online]. Verfügbar unter: https://www.berlin.de/sen/energie/energie/erneuerbare-energien/solargesetz-berlin/20210715_solargesetz-berlin.pdf (Zugriff am: 31. August 2021).
 - [37] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), *Factsheet zur Roadmap Energieeffizienz 2045*, 2020. [Online]. Verfügbar unter: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/P-R/roadmap-energieeffizienz-2045-factsheet.pdf?__blob=publicationFile&v=6 (Zugriff am: 29. Juli 2021).
 - [38] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), *Roadmap Energieeffizienz 2045: Zwischenbericht*, 2021. [Online]. Verfügbar unter: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/XYZ/zwischenbericht-roadmap-energieeffizienz.pdf?__blob=publicationFile&v=2 (Zugriff am: 13. Juli 2021).
 - [39] Bundesfinanzministerium (BMF) und Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU), *Klimapakt: Klimaschutz Sofortprogramm 2022 der Bundesregierung - Entwurf*, 2021. [Online]. Verfügbar unter: https://oekozenrum.nrw/fileadmin/user_upload/pdfs/Dokumente/kp.pdf (Zugriff am: 3. September 2021).
 - [40] Öko-Zentrum NRW GmbH, *Sofortprogramm für mehr Klimaschutz im Gebäudebereich*, 2021. [Online]. Verfügbar unter: <https://oekozenrum.nrw/aktuelles/detail/news/sofortprogramm-fuer-mehr-klimaschutz-im-gebäudebereich/> (Zugriff am: 3. September 2021).

- [41] Greenhouse Media GmbH, *Ratgeber "Mieterstrom": Wie können sich Mieter mit Solarstrom versorgen?*, 2021. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.energie-experten.org/erneuerbare-energien/photovoltaik/direktvermarktung/mieterstrom> (Zugriff am: 31. August 2021).
- [42] Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen, *Mieterstrom*. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Verbraucher/Vertragsarten/Mieterstrom/start.html> (Zugriff am: 31. August 2021).
- [43] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), *Energieeffizienzstrategie Gebäude*, 2015. [Online]. Verfügbar unter: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/energieeffizienzstrategie-gebäude.pdf?__blob=publicationFile&v=25 (Zugriff am: 13. Juli 2021).
- [44] 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/2SIU5op5G3yYIYriRYt?0> (Zugriff am: 20. September 2021).
- [45] Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz und Bundesamt für Justiz, *Gesetz über den Messstellenbetrieb und die Datenkommunikation in intelligenten Energienetzen (Messstellenbetriebsgesetz - MsbG)*, 2016. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.gesetze-im-internet.de/messbg/MsbG.pdf> (Zugriff am: 7. September 2021).
- [46] BdeW, *Smart Metering: Was Sie über intelligente Messsysteme wissen sollten*. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.bdeW.de/energie/digitalisierung/welche-rolle-spielen-smart-meter-fuer-die-digitalisierung-der-energie-wende/#Was-sind-intelligente-Zaehler?> (Zugriff am: 10. September 2021).
- [47] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), *Häufig gestellte Fragen rund um Smart Meter*, 2020. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/FAQ/Smart-Meter/faq-smart-meter.html> (Zugriff am: 10. September 2021).
- [48] items GmbH, *Verpflichtender Rollout im Sektor Wärme ab 2020 - items - Komplettlösung für die Fernwärme*, 2020. [Online]. Verfügbar unter: <https://itemsnet.de/blogg/verpflichtender-rollout-im-sektor-waerme-ab-2020-items-komplettlösung-fuer-die-fernwaerme/> (Zugriff am: 10. September 2021).
- [49] Öko-Institut e.V., *Abschätzung der Treibhausgasminderungswirkung des Klimaschutzprogramms 2030 der Bundesregierung: Teilbericht des Projektes „THG-Projektion: Weiterentwicklung der Methoden und Umsetzung der EU-Effort Sharing Decision im Projektionsbericht 2019 („Politikszenerien IX“)*, 2020. [Online]. Verfügbar unter: https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/ccx/2020/abschaetzung_treibhausgas_minderungswirkung_klimaschutzprogramms2030_der_bundesregierung_final-1.pdf (Zugriff am: 16. September 2021).
- [50] 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).
- [51] 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).
- [52] 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).
- [53] Umweltbundesamt (UBA), *Emissionen ausgewählter Treibhausgase in Deutschland nach Kategorien in Tsd. t Kohlendioxid-Äquivalenten: (Stand: 15.01.2021)*, 2021. [Online]. Verfügbar unter: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/384/bilder/dateien/8_tab_thg-emi-kat_2021.pdf (Zugriff am: 12. Juli 2021).
- [54] M. N. Fisch, *Gutachten zur Verschärfung der EnEV und Zusammenlegung EnEV / EEWärmeG für Wirtschaftsimmobilien: Schlussbericht*. erstellt durch Steinbeis-Innovationszentrum im Auftrag des Zentralen Immobilien Ausschusses (ZIA), 2017. [Online]. Verfügbar unter: [https://zia-](https://zia-deutschland.de/wp-)

- content/uploads/2021/05/Schlussbericht_Gutachten_ZIA_EnEV_EEWaermeG.pdf (Zugriff am: 24. September 2021).
- [55] VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH, *Förderprogramme für nachhaltiges Bauen*, 2020. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.ressource-deutschland.de/themen/bauwesen/foerderprogramme/> (Zugriff am: 13. Juli 2021).
- [56] co2online gemeinnützige Beratungsgesellschaft mbH, *FördermittelCheck*, ohne Jahr. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.co2online.de/service/energiesparchecks/foerdermittelcheck/>.
- [57] KfW Bankengruppe, *Die neue Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) ersetzt die bisherige Förderung*. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Bundesfoerderung-f%C3%B6rderung-f%C3%BCr-effiziente-Geb%C3%A4ude/> (Zugriff am: 23. September 2021).
- [58] Bundesministerium der Finanzen, *Gesetz über die Feststellung des Bundeshaushaltsplans für das Haushaltsjahr 2021 (Haushaltsgesetz 2021)*, 2020. [Online]. Verfügbar unter: https://www.bundeshaushalt.de/fileadmin/user_upload/BHH%202021%20gesamt.pdf (Zugriff am: 13. Juli 2021).
- [59] Lau, Stefanie Referat IIC3 – Bundesförderung für effiziente Gebäude - Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, "Fragen zur BEG bisheriges Gesamtfördervolumen", E-Mail, Jul. 2021.
- [60] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) und Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat (BMI), *Sofortprogramm auf Basis des § 8 Abs. 1 KSG für den Sektor Gebäude*, 2021. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.klimareporter.de/images/dokumente/2021/08/bundeskabinett-sofortprogramm-gebaeudesektor-beg.pdf> (Zugriff am: 2. September 2021).
- [61] Expertenrat für Klimafragen, *Bericht zum Sofortprogramm 2020 für den Gebäudesektor*, 2021. [Online]. Verfügbar unter: https://expertenrat-klima.de/content/uploads/2021/08/210825_Bericht_Expertenrat-Klimafragen_2021-02.pdf (Zugriff am: 2. September 2021).
- [62] Ron Lipka, „Eingangsstatement: Neuordnung der Gebädeförderung mit der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)“, 28. Apr. 2021.
- [63] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), *CO2-Gebäudesanierungsprogramm: Gute Förderung noch besser machen*. [Online]. Verfügbar unter: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/F/factsheet-02-co2-gebaeudesanierung.pdf?__blob=publicationFile&v=3 (Zugriff am: 28. August 2021).
- [64] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), *Richtlinie für die Bundesförderung für effiziente Gebäude – Wohngebäude (BEG WG)*, 2021. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.bundesanzeiger.de/pub/publication/ViyuABRC4rbb8sQWems/content/ViyuABRC4rb8sQWems/BAnz%20AT%2007.06.2021%20B3.pdf?inline> (Zugriff am: 7. September 2021).
- [65] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), *Richtlinie für die Bundesförderung für effiziente Gebäude – Nichtwohngebäude (BEG NWG)*, 2021. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.bundesanzeiger.de/pub/publication/2flQclFB3pM98KEQpfD/content/2flQclFB3pM98KEQpfD/BAnz%20AT%2007.06.2021%20B4.pdf?inline> (Zugriff am: 7. September 2021).
- [66] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), *Richtlinie für die Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen (BEG EM)*, 2021. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.bundesanzeiger.de/pub/publication/WvQ8k3f3hl7npi5nNo9/content/WvQ8k3f3hl7npi5nNo9/BAnz%20AT%2007.06.2021%20B2.pdf?inline> (Zugriff am: 7. September 2021).
- [67] Bartmann, Budras, Drake, Lippert und Bordihn, „Richtlinie für die Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen (BEG EM)“, 2021. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.gih.de/wp-content/uploads/2021/03/210315-BAFA-Richtlinie-f%C3%BCr-die-Bundesfoerderung-f%C3%B6rderung-f%C3%BCr-effiziente-Geb%C3%A4ude.pdf>
- [68] Greenhouse Media GmbH, *Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG): Alle wichtigen Regelungen einfach erklärt*, 2021. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.energie-experten.org/energie-sparen/energieberatung/beg-foerderung> (Zugriff am: 3. September 2021).
- [69] GIH Bundesverband, *Neue Bundesförderung für effiziente Gebäude gestartet*, 2021. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.gih.de/blog/neue-bundesfoerderung-fuer-effiziente-gebäude-gestartet/> (Zugriff am: 8. Juli 2021).
- [70] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), *Richtlinie für die Bundesförderung für effiziente Gebäude – Wohngebäude (BEG WG) - Anpassungen ab 21.10.21*, 2021. [Online]. Verfügbar unter: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/B/bundesfoerderung-fuer-effiziente-gebäude-wohngebäude_V3.pdf?__blob=publicationFile&v=12 (Zugriff am: 1. Oktober 2021).
- [71] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), *Richtlinie für die Bundesförderung für effiziente Gebäude – Nichtwohngebäude (BEG NWG) - Anpassungen ab 21.10.21*, 2021. [Online].

- Verfügbar unter: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/B/bundesfoerderung-fuer-effiziente-gebaeude-nichtwohngaeude_V3.pdf?__blob=publicationFile&v=10 (Zugriff am: 1. Oktober 2021).
- [72] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), *Richtlinie für die Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen (BEG EM) - Anpassungen ab 21.10.2021*, 2021. [Online]. Verfügbar unter: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/B/bundesfoerderung-fuer-effiziente-gebaeude-einzelmassnahme_V3.pdf?__blob=publicationFile&v=10 (Zugriff am: 1. Oktober 2021).
- [73] *Richtlinie für die Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen (BEG EM)*, 2020. [Online]. Verfügbar unter: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/F/foerderrichtlinie-beg-em.pdf?__blob=publicationFile&v=6
- [74] Klimaschutz- und Energieagentur Niedersachsen, *Bundesförderung Effiziente Gebäude*, 2021. [Online]. Verfügbar unter: https://www.klimaschutz-niedersachsen.de/foerderprogramme/Bundesfoerderung_effiziente_Gebaeude.php (Zugriff am: 8. Juli 2021).
- [75] 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).
- [76] 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).
- [77] 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).
- [78] Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, *Energieberatung & Energieaudit | Wohngebäude | Beratene*, ohne Jahr. [Online]. Verfügbar unter: https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieberatung/Energieberatung_Wohngebaeude/Beratene/beratene_node.html (Zugriff am: 9. August 2021).
- [79] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), *Erfolgreich sanieren und Energie sparen mit der Bundesförderung für Energieberatung für Wohngebäude (Vor-Ort-Beratung, individueller Sanierungsfahrplan)*. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.deutschland-machts-effizient.de/KAENEF/Redaktion/DE/Foerderprogramme/energieberatung-wohngebaeude.html> (Zugriff am: 8. August 2021).
- [80] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), *Handbuch für Energieberaterinnen und Energieberater: Anleitung mit Tipps und Tricks zur Umsetzung*, 2020. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.febs.de/fileadmin/Service/Downloads/iSFP/iSFP-Handbuch-2.pdf> (Zugriff am: 14. September 2021).
- [81] Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, *Allgemeine Hinweise zum Antrags- und Verwendungsnachweisverfahren: Bundesförderung Energieberatung für Nichtwohngebäude, Anlagen und Systeme (EBN)*, 2021. [Online]. Verfügbar unter: https://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/ebn_allgemeine_hinweise_foerderverfahren.pdf?__blob=publicationFile&v=5 (Zugriff am: 15. September 2021).
- [82] Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, *Hinweise zur Erstellung eines Beratungsberichts auf Grundlage der DIN V 18599: Bundesförderung Energieberatung für Nichtwohngebäude, Anlagen und Systeme (EBN)*, 2021. [Online]. Verfügbar unter: https://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/ebn_modul2_hinweise_beratungsbericht_din_v_18599.pdf?__blob=publicationFile&v=4 (Zugriff am: 16. September 2021).
- [83] E. Papp, *Preisliste*, 2021. [Online]. Verfügbar unter: <https://aepapp.de/assets/components/Preisliste-neu.pdf> (Zugriff am: 8. August 2021).
- [84] B. Jaeschke, *Förderung / Zuschuß*. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.sanierungsfahrplan-jaeschke.de/f%C3%B6rderung-preise/> (Zugriff am: 8. August 2021).
- [85] Greenhouse Media GmbH, *Der Sanierungsfahrplan iSFP und EWärmeG-Variante in B-W*, 2020. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.energie-experten.org/energie-sparen/energieberatung/energieberater/sanierungsfahrplan> (Zugriff am: 8. August 2021).
- [86] °Thermondo GmbH, *Seit Juli 2017 BAFA-Förderung für individuellen Sanierungsfahrplan*, 2021. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.thermondo.de/info/finanzen/foerderung/sanierungsfahrplan/> (Zugriff am: 8. August 2021).
- [87] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), *Richtlinie über die Förderung der Energieberatung für Wohngebäude (Vor-Ort-Beratung, individueller Sanierungsfahrplan)*, 2020.

- [Online]. Verfügbar unter: <https://www.bundesanzeiger.de/pub/de/amtliche-veroeffentlichung?1> (Zugriff am: 14. September 2021).
- [88] Deutsche Energie-Agentur GmbH, *Energieeffizienz-Expertenliste: Zahlen & Fakten: Energieeffizientes Bauen und Sanieren erfordert Kompetenz*. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.dena.de/themen-projekte/energieeffizienz/gebaeude/beraten-und-planen/energieeffizienz-expertenliste/> (Zugriff am: 8. August 2021).
- [89] Deutsche Energie-Agentur GmbH, *Energie-Effizienz-Experten (EEE) Für Experten | Weitere Informationen* |. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.energie-effizienz-experten.de/fuer-experten/weitere-informationen> (Zugriff am: 8. August 2021).
- [90] Deutsche Energie-Agentur GmbH, *Energie-Effizienz-Experten (EEE) Nichtwohngebäude | Finden Sie Experten in Ihrer Nähe* |. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.energie-effizienz-experten.de/fuer-unternehmen-und-kommunen/finden-sie-experten-in-ihrer-naehe> (Zugriff am: 8. August 2021).
- [91] Deutsche Energie-Agentur GmbH, *Energie-Effizienz-Experten (EEE) Wohngebäude | Finden Sie Experten in Ihrer Nähe* |. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.energie-effizienz-experten.de/fuer-private-bauherren/finden-sie-experten-in-ihrer-naehe> (Zugriff am: 8. August 2021).
- [92] Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR), *EPBD Key Implementation Decisions in Germany*, 2016. [Online]. Verfügbar unter: <https://epbd-ca.eu/wp-content/uploads/2019/04/07-Germany-KIDs.pdf> (Zugriff am: 11. August 2021).
- [93] Deutsche Energie-Agentur GmbH, „dena-Gebäudereport 2021 – Fokusthemen zum Klimaschutz im Gebäudebereich“, 2021. [Online]. Verfügbar unter: https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2021/dena-GEBAEUDEREPORT_2021_Fokusthemen_zum_Klimaschutz_im_Gebaeudebereich.pdf
- [94] Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, *Bundesförderung der Energieberatung für Wohngebäude - Gegenüberstellung der Richtlinien 2017 und 2020*, 2020. [Online]. Verfügbar unter: https://www.bafa.de/SharedDocs/Standardartikel/Blogartikel/energie_ebw_synopse_richtlinie2017.html?nn=8063990 (Zugriff am: 9. August 2021).
- [95] Bundesanzeiger Verlag, *Förderbekanntmachung zu den Modellvorhaben Wärmenetzsysteme 4.0 („Wärmenetze 4.0“)*, 2017. [Online]. Verfügbar unter: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/B/bundesanzeiger-foerderbekanntmachung-waermenetz-40.pdf?__blob=publicationFile&v=16 (Zugriff am: 15. September 2021).
- [96] Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, *Modellvorhaben Wärmenetzsysteme 4.0 Modul II: Antragstellung und Verwendungsnachweis*, 2019. [Online]. Verfügbar unter: [file:///C:/Users/katja/Downloads/wns_4_m2_merkblatt_realisierung%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/katja/Downloads/wns_4_m2_merkblatt_realisierung%20(1).pdf) (Zugriff am: 15. September 2021).
- [97] Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, *Modellvorhaben Wärmenetzsysteme 4.0 Modul I: Antragstellung und Verwendungsnachweis*, 2019. [Online]. Verfügbar unter: [file:///C:/Users/katja/Downloads/wns_4_m1_merkblatt_machbarkeitsstudie%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/katja/Downloads/wns_4_m1_merkblatt_machbarkeitsstudie%20(1).pdf) (Zugriff am: 15. September 2021).
- [98] Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, *Merkblatt zum Antrag auf Förderung von Informationsmaßnahmen (Modul III) Modellvorhaben Wärmenetzsysteme 4.0*, 2019. [Online]. Verfügbar unter: [file:///C:/Users/katja/Downloads/wns_4_m3_merkblatt_informationsmassnahmen%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/katja/Downloads/wns_4_m3_merkblatt_informationsmassnahmen%20(1).pdf) (Zugriff am: 15. September 2021).
- [99] Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, *„Modellvorhaben Wärmenetzsysteme 4.0“ – „Capacity Building“- Maßnahmen (Fördermodul IV)*, 2019. [Online]. Verfügbar unter: [file:///C:/Users/katja/Downloads/wns_4_m4_merkblatt_capacity_building%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/katja/Downloads/wns_4_m4_merkblatt_capacity_building%20(1).pdf) (Zugriff am: 15. September 2021).
- [100] Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, *Merkblatt Modul I: Durchführbarkeitsstudien Bundesförderung Serielle Sanierung*, 2021. [Online]. Verfügbar unter: https://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/sesa_merkblatt_modul_1.pdf?__blob=publicationFile&v=2 (Zugriff am: 29. August 2021).
- [101] Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, *Bundesförderung Serielles Sanieren - Förderprogramm im Überblick*, 2021. [Online]. Verfügbar unter: https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Seriell_Sanieren/serielles_sanieren_node.html (Zugriff am: 29. August 2021).
- [102] Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, *Merkblatt Modul II: Entwicklung und Erprobung serieller Sanierungskomponenten für individuelle Pilotprojekte - Bundesförderung Serielle*

- Sanierung, 2021. [Online]. Verfügbar unter: https://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/sesa_merkblatt_modul_2.pdf?__blob=publicationFile&v=5 (Zugriff am: 16. September 2021).
- [103] Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, *Merkblatt Modul III: Investitionsbeihilfen - Bundesförderung Serielle Sanierung*, 2021. [Online]. Verfügbar unter: https://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/sesa_merkblatt_modul_3.pdf?__blob=publicationFile&v=5 (Zugriff am: 16. September 2021).
- [104] Deutsche Energie-Agentur GmbH, *Energiesprong Deutschland*. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.energiesprong.de/startseite/> (Zugriff am: 17. September 2021).
- [105] [energiesprong.org](https://www.energiesprong.org), *The Netherlands*, ohne Jahr. [Online]. Verfügbar unter: <https://energiesprong.org/country/the-netherlands/> (Zugriff am: 29. August 2021).
- [106] Umweltbundesamt (UBA), *Serielle Sanierung in Europa und Deutschland*, 2021. [Online]. Verfügbar unter: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2021-07-20_texte_114-2021_serielle_sanierung.pdf (Zugriff am: 4. September 2021).
- [107] Deutscher Bundestag, *Antwort der Bundesregierung - Drucksache 19/30298 - auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Hagen Reinhold, Frank Sitta, Grigorios Aggelidis, weiterer Abgeordneter und der Fraktion der FDP - Drucksache 19/29715 -: Stand der Gebäudesanierung in Deutschland*, 2021. [Online]. Verfügbar unter: <https://dserver.bundestag.de/btd/19/302/1930298.pdf> (Zugriff am: 26. Juli 2021).
- [108] [energiesprong.de](https://www.energiesprong.de), *Pilotprojekt in Herford startet*, 2021. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.energiesprong.de/newsroom/meldungen/2021/pilotprojekt-in-herford-startet/> (Zugriff am: 29. August 2021).
- [109] [energiesprong.de](https://www.energiesprong.de), *Steckbrief: Pilotprojekt Hameln*, 2021. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.energiesprong.de/marktentwicklung-aktuell/piloten-und-projekte/steckbrief-pilotprojekt-hameln/> (Zugriff am: 29. August 2021).
- [110] KfW Bankengruppe, *Merkblatt Energetische Stadtsanierung - Zuschuss Klimaschutz und Klimaanpassung im Quartier Zuschuss 432*, 2021. [Online]. Verfügbar unter: [https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/F%C3%B6rderprogramme-\(Inlandsf%C3%B6rderung\)/PDF-Dokumente/6000002110_M_432_Energetische_Stadtsanierung_Zuschuss.pdf](https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/F%C3%B6rderprogramme-(Inlandsf%C3%B6rderung)/PDF-Dokumente/6000002110_M_432_Energetische_Stadtsanierung_Zuschuss.pdf) (Zugriff am: 29. August 2021).
- [111] KfW Bankengruppe, *Merkblatt IKK - Energetische Stadtsanierung - Quartiersversorgung Kredit 201*, 2021. [Online]. Verfügbar unter: [https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/F%C3%B6rderprogramme-\(Inlandsf%C3%B6rderung\)/PDF-Dokumente/6000002292_M_201_IKK_EQV.pdf](https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/F%C3%B6rderprogramme-(Inlandsf%C3%B6rderung)/PDF-Dokumente/6000002292_M_201_IKK_EQV.pdf) (Zugriff am: 29. August 2021).
- [112] Gesetz zur Weiterentwicklung des Klimaschutzes in Baden-Württemberg, 2020. [Online]. Verfügbar unter: https://www.landtag-bw.de/files/live/sites/LTBW/files/dokumente/WP16/Drucksachen/8000/16_8993_D.pdf
- [113] Bundesanzeiger Verlag, *Richtlinie zur Förderung von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben im Rahmen des Innovationsprogramms Zukunft Bau*, 2021. [Online]. Verfügbar unter: https://www.zukunftbau.de/fileadmin/user_upload/01_Forschungsfoerderung/00_Foerderungsauftrag/2021/Foerderungsauftrag_2021/Foerderungsauftrag_2021/210712_Zukunft_Bau-Foerderungsauftrag_RiLi_gez.pdf (Zugriff am: 16. September 2021).
- [114] 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): Endbericht – 16.08.2019, 2019*. [Online]. Verfügbar unter: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Studien/vorbereitende-untersuchungen-zur-langfristigen-renovierungsstrategie.pdf?__blob=publicationFile&v=10 (Zugriff am: 10. August 2021).
- [115] Bundesanzeiger Verlag, *Gesetz zur Umsetzung des Klimaschutzprogramms 2030 im Steuerrecht*, 2019. [Online]. Verfügbar unter: https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Gesetzestexte/Gesetze_Gesetzesvorhaben/Abteilungen/Abteilung_IV/19_Legislaturperiode/Gesetze_Verordnungen/2019-12-30-G-Umsetzung-Klimaschutzprogramm-Steuerrecht/3-Verwendetes-Gesetz.pdf?__blob=publicationFile&v=2 (Zugriff am: 30. August 2021).
- [116] Investitionsbank Berlin, *EnergiespeicherPLUS Produktblatt*, 2020. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.ibt.de/media/dokumente/foerderprogramme/immobilienfoerderung/energiespeicher-plus/energiespeicherplus-produktblatt.pdf> (Zugriff am: 29. August 2021).

- [117] Verbraucherzentrale, *Was kostet eine Photovoltaikanlage?*, 2020. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.verbraucherzentrale.de/aktuelle-meldungen/energie/was-kostet-eine-photovoltaikanlage-49155> (Zugriff am: 14. September 2021).
- [118] Wegatech, *Stromspeicher für Photovoltaik - Kosten, Preise und Wirtschaftlichkeit*, 2021. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.wegatech.de/ratgeber/photovoltaik/stromspeicher/uebersicht/> (Zugriff am: 16. September 2021).
- [119] KfW Bankengruppe, *Merkblatt: KfW-Programm Erneuerbare Energien "Speicher" Kredit 275*, 2018. [Online]. Verfügbar unter: [https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/F%C3%B6rderprogramme-\(Inlandsf%C3%B6rderung\)/PDF-Dokumente/6000002700_M_275_Speicher.PDF](https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/F%C3%B6rderprogramme-(Inlandsf%C3%B6rderung)/PDF-Dokumente/6000002700_M_275_Speicher.PDF) (Zugriff am: 15. September 2021).
- [120] Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, *Klimaschutz-Plus Faltblatt*, 2017. [Online]. Verfügbar unter: https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/2_Presse_und_Service/Publicationen/Klima/2017_Klimaschutz-Plus-Faltblatt.pdf (Zugriff am: 29. August 2021).
- [121] Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, *Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums über das Förderprogramm Klimaschutz-Plus 2021 (VwV Klimaschutz-Plus 2021)*, 2020. [Online]. Verfügbar unter: https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/4_Klima/Klimaschutz/F%C3%B6rderm%C3%B6glichkeiten/KlimaschutzPlus/20201221-VwV-Klimaschutz-Plus-bf.pdf (Zugriff am: 29. August 2021).
- [122] Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, *Förderprogramm Klimaschutz-Plus*, 2021. [Online]. Verfügbar unter: <https://um.baden-wuerttemberg.de/index.php?id=5836> (Zugriff am: 29. August 2021).
- [123] Stadt Karlsruhe, *Richtlinien der Stadt Karlsruhe zum Förderprogramm „KlimaBonus Karlsruhe“*. [Online]. Verfügbar unter: https://www.karlsruhe.de/b3/soziales/wohnungswesen/klimabonus/HF_sections/content/ZZp3YlXTToJ3UnO/1618219399966/2021-03-03_Endversion_Richtlinien.pdf (Zugriff am: 23. September 2021).
- [124] Stadt Karlsruhe, *KlimaBonus Karlsruhe*. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.karlsruhe.de/b3/soziales/wohnungswesen/klimabonus.de> (Zugriff am: 23. September 2021).
- [125] T. Röder und H. Reckert, „Einschätzung zum Kabinettsbeschluss des „Klimaschutz-Sofortprogramms 2022““, 2021.
- [126] S. Plesser, „Aktive Funktionsbeschreibungen zur Planung und Überwachung des Betriebs von Gebäuden und Anlagen“. Dissertation, TU Braunschweig, 2013.
- [127] 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).
- [128] Prognos AG, Öko-Institut e.V. und Wuppertal Institut, *Klimaneutrales Deutschland 2045: Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann. Studie im Auftrag von Stiftung Klimaneutralität, Agora Energiewende und Agora Verkehrswende*, 2021. [Online]. Verfügbar unter: https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2021/2021_01_DE_KNDE2045/KNDE2045_Langfassung.pdf (Zugriff am: 21. Juli 2021).
- [129] Prognos AG, Öko-Institut e.V. und Wuppertal Institut, *Klimaneutrales Deutschland 2045: Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann. Zusammenfassung im Auftrag von Stiftung Klimaneutralität, Agora Energiewende und Agora Verkehrswende*, 2021. [Online]. Verfügbar unter: https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2021/2021_04_KNDE45/A-EW_209_KNDE2045_Zusammenfassung_DE_WEB.pdf (Zugriff am: 21. Juli 2021).
- [130] Prognos AG, Öko-Institut e.V. und Wuppertal Institut, *Klimaneutrales Deutschland: Studie im Auftrag von Agora Energiewende, Agora Verkehrswende und Stiftung Klimaneutralität*, 2020. [Online]. Verfügbar unter: https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2020/2020_10_KNDE/A-EW_195_KNDE_WEB.pdf (Zugriff am: 21. Juli 2021).
- [131] Bundesverband Wärmepumpe (BWP) e.V., *Roadmap Wärmepumpe: Der Weg zur Dekarbonisierung des Gebäudesektors*, 2021. [Online]. Verfügbar unter: https://www.waermepumpe.de/fileadmin/user_upload/waermepumpe/07_Publicationen/Sonstige/2021-04-29_BWP_Roadmap_final.pdf (Zugriff am: 23. Juli 2021).

- [132] S. Hess, C. Bongs, M. Kropp, J. Wapler und M. Lämmle, „Perspektiven für Wärmepumpen im Mehrfamilienhausbestand. Vortrag auf Messe BAU 2021 - Online“, 14. Jan. 2021. [Online]. Verfügbar unter: https://www.lowex-bestand.de/wp-content/uploads/2021/01/2021-01-14_LowEx-Bestand_MESSE_BAU_sh-min.pdf
- [133] Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union, *RICHTLINIE 2002/91/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 16. Dezember 2002 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden*, 2002. [Online]. Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32002L0091&from=EN> (Zugriff am: 14. September 2021).
- [134] Deutsche Energie-Agentur GmbH, *Erste Energieausweise älterer Wohnhäuser werden dieses Jahr ungültig*, 2018. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.dena.de/newsroom/meldungen/erste-energieausweise-aelterer-wohnhaeuser-werden-dieses-jahr-ungueltig/> (Zugriff am: 13. Juli 2021).
- [135] Deutsche Energie-Agentur GmbH, *Nichtwohngebäude: Ältere Energieausweise werden ungültig*, Berlin, 2019. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.dena.de/newsroom/meldungen/2019/nichtwohngebäude-aeltere-energieausweise-werden-ungueltig/> (Zugriff am: 6. September 2021).
- [136] Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, *Upgrade des individuellen Sanierungsfahrplans - iSFP 2.0 steht ab jetzt zur Verfügung*, 2020. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.febs.de/newsroom/meldungen/2020/isfp-2> (Zugriff am: 23. September 2021).
- [137] 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).
- [138] Navigant, *Energy Performance Certificate Database in Denmark - Study: im Auftrag von: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU)*, 2018. [Online]. Verfügbar unter: https://www.euki.de/wp-content/uploads/2019/09/20180827_DK_EPC_Study.pdf (Zugriff am: 11. August 2021).
- [139] 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).
- [140] Buildings Performance Institute Europe (BPIE) et al., *ENERGY PERFORMANCE CERTIFICATES: ASSESSING THEIR STATUS AND POTENTIAL*, 2020. [Online]. Verfügbar unter: https://x-tendo.eu/wp-content/uploads/2020/05/X-TENDO-REPORT_FINAL_pages.pdf (Zugriff am: 12. August 2021).
- [141] Buildings Performance Institute Europe (BPIE), TU Wien und ADENE, *TECHNICAL SPECIFICATIONS OF ENERGY PERFORMANCE CERTIFICATES DATA HANDLING: UNDERSTANDING THE VALUE OF DATA*, 2020. [Online]. Verfügbar unter: https://www.bpie.eu/wp-content/uploads/2020/11/X-tendo_D4.2_final.pdf (Zugriff am: 5. August 2021).
- [142] Energistyrelsen (Danish Energy Agency), *Find energimærket på din bygning*. [Online]. Verfügbar unter: <https://sparenergi.dk/forbruger/vaerktoejr/find-dit-energimaerke> (Zugriff am: 21. September 2021).
- [143] K. E. Thomsen et al., *Implementation of the EPBD Denmark: Status in 2020.*, 2020. [Online]. Verfügbar unter: <https://epbd-ca.eu/wp-content/uploads/2021/07/Implementation-of-the-EPBD-in-Denmark-%E2%80%93-2020.pdf> (Zugriff am: 11. August 2021).
- [144] K. E. Thomsen, K. B. Wittchen, B. Ostertag, N. B. Varming, L. T. Egesberg und T. Hartung, *Implementation of the EPBD in Denmark: Status in December 2014.*, 2014. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.epbd-ca.eu/outcomes/2011-2015/CA3-2016-National-DENMARK-web.pdf> (Zugriff am: 11. August 2021).
- [145] 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).
- [146] 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).
- [147] Cerema, *LA RÉFORME DU DPE (LOGEMENTS): PRÉSENTATION A L'ATTENTION DES DIAGNOSTIQUEURS*, 2021. [Online]. Verfügbar unter:

- https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/210701_Nouveau%20DPE%20_%20diagnostiqueurs_V1.pdf (Zugriff am: 12. August 2021).
- [148] van Eck, Hans (Netherlands Enterprise Agency - RVO), *EPBD Implementation in The Netherlands: Status on December 2016*, 2016. [Online]. Verfügbar unter: <https://epbd-ca.eu/wp-content/uploads/2018/08/CA-EPBD-IV-The-Netherlands-2018.pdf> (Zugriff am: 12. August 2021).
- [149] Dutch Green Building Council, *CREATING AN ENERGY EFFICIENT MORTGAGE FOR EUROPE: BUILDING ASSESSMENT BRIEFING: THE NETHERLANDS*, 2018. [Online]. Verfügbar unter: https://www.worldgbc.org/sites/default/files/EeMAP_Building_Assessment_Briefing_NETHERLANDS.pdf (Zugriff am: 12. August 2021).
- [150] Government of the Netherlands und Ministry of General Affairs, *Mandatory EPCs for buildings*. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.government.nl/topics/energy-performance-certificates-for-homes-and-buildings/mandatory-epcs-for-buildings> (Zugriff am: 12. August 2021).
- [151] Statistisches Bundesamt, *Wohnen in Deutschland - Zusatzprogramm des Mikrozensus 2018*, 2019. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Wohnen/Publikationen/Downloads-Wohnen/wohnen-in-deutschland-5122125189005.html> (Zugriff am: 10. August 2021).
- [152] Deutsche Energie-Agentur GmbH, „Der dena-Gebäudereport 2016.: Statistiken und Analysen zur Energieeffizienz im Gebäudebestand.“, 2016. [Online]. Verfügbar unter: https://www.dena.de/fileadmin/user_upload/8162_dena-Gebaeudereport.pdf
- [153] Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH, *Gebäude mit der schlechtesten Leistung (Worst performing Buildings) - Klimaschutzpotenzial der unsanierten Gebäude in Deutschland: Kurzstudie im Auftrage der Bundestagsfraktion Bündnis 90/ Die Grünen*, Berlin, Heidelberg, 2021. [Online]. Verfügbar unter: https://www.gruene-bundestag.de/fileadmin/media/gruenebundestag_de/themen_az/bauen/PDF/210505-ifeu-kurzstudie-gebaeude-mit-schlechtester-leistung.pdf (Zugriff am: 9. August 2021).
- [154] 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).
- [155] EnergieAgentur.NRW GmbH, *Aussteller und Kosten - Energieausweis für Gebäude*. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.energieagentur.nrw/gebaeude/energieausweis/aussteller-und-kosten> (Zugriff am: 8. August 2021).
- [156] Huber Bau & Energieberatung - Holzbau, *Sanierungsfahrplan iSFP & BAFA Förderung*, ohne Jahr. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.energieberater.pro/Sanierungsfahrplan> (Zugriff am: 29. August 2021).
- [157] K. Lennerts, „Bilanzierungsgrenzen und Key Performance Indicators (KPIs) für Sanierungsfahrpläne“. Studie erstellt durch Karlsruher Institut für Technologie (KIT) im Auftrag des Zentralen Immobilien Ausschusses (ZIA), Berlin, 2020.
- [158] ZIA Zentraler Immobilien Ausschuss e.V., *Positionspapier Anrechnung erneuerbarer Energien im Gebäudebereich*, 2021. [Online]. Verfügbar unter: https://zia-deutschland.de/wp-content/uploads/2021/05/ZIA_Position_Anrechnung_erneuerbarer_Energien_Gebaeudesektor_280220211.pdf (Zugriff am: 24. September 2021).
- [159] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), *Roadmap Energieeffizienz 2045 - Dossier*, 2021. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/Energieeffizienz/roadmap-energieeffizienz-2045.html> (Zugriff am: 21. Juli 2021).
- [160] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), *Dialog Klimaneutrale Wärme 2045: Ergebnispapier*, 2021. [Online]. Verfügbar unter: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/dialog-klimaneutrale-waerme-ergebnispapier-publikation.pdf?__blob=publicationFile&v=6 (Zugriff am: 13. August 2021).
- [161] Bundesverband der Deutschen Industrie (BDI), *Faktencheck: Gebäudeenergieeffizienz*, 2013. [Online]. Verfügbar unter: https://issuu.com/bdi-berlin/docs/bdi_faktencheck_geb__udeenergieeffi (Zugriff am: 24. November 2021).
- [162] Umweltbundesamt (UBA), *Energieverbrauch nach Energieträgern und Sektoren*, 2021. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/energie/energieverbrauch-nach-energietraegern-sektoren#entwicklung-des-endenergieverbrauchs-nach-sektoren-und-energietragern> (Zugriff am: 24. November 2021).
- [163] Deutsche Energie-Agentur GmbH, *dena-Gebäudereport 2015: Statistiken und Analysen zur Energieeffizienz im Gebäudebestand*, 2015. [Online]. Verfügbar unter:

- https://www.dena.de/fileadmin/user_upload/8162_dena-Gebaeudereport.pdf (Zugriff am: 24. November 2021).
- [164] Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V., *Anwendungsbilanzen zur Energiebilanz Deutschland: Endenergieverbrauch nach Energieträgern und Anwendungszwecken*. Detaillierte Anwendungsbilanzen der Endenergiesektoren für 2019 und 2020 sowie Detaillierte Anwendungsbilanzen der Endenergiesektoren nach Energieträgern und Anwendungszwecken für Jahre von 2010 bis 2020, 2021. [Online]. Verfügbar unter: https://ag-energiebilanzen.de/index.php?article_id=29&fileName=ageb_20v_v1.pdf (Zugriff am: 24. November 2021).
- [165] BMVBS, *Vergleichswerte für Verbrauch bei Wohngebäuden*. BMVBS-Online-Publikation 11/2012, 2012. [Online]. Verfügbar unter: <https://d-nb.info/1024129756/34> (Zugriff am: 25. November 2021).
- [166] Steinbeis-Innovationszentrum energieplus. Eigene Berechnung, 2021.
- [167] 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.
- [168] co2online gemeinnützige Beratungsgesellschaft mbH, *Stromspiegel für Deutschland 2016: Klimaschutz zu Hause*, 2016. [Online]. Verfügbar unter: https://www.stromspiegel.de/fileadmin/co2/Multimedia/Broschueren_und_Faltblaetter/stromspiegel-2016.pdf (Zugriff am: 24. November 2021).
- [169] A. H. Holm, B. Oschatz und N. e. a. Thamling, *Analyse von spezifischen Dekarbonisierungsoptionen zur Erreichung der Energie- und Klimaziele 2030 und 2050 bei unterschiedlichen Wohn- und Nichtwohngebäudetypologien: Betrachtungen zur Energieeffizienz, erneuerbaren Energien und weiterer Dekarbonisierungsoptionen mit Blick auf die CO₂-Vermeidungskosten*, 2020. [Online]. Verfügbar unter: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Studien/dekarbonisierungsoptionen-zum-erreichung-der-energie-und-klimaziele-2030-2050%20bei-wohn-und-nichtwohngebaeudetypologien.pdf?__blob=publicationFile&v=10 (Zugriff am: 24. November 2021).
- [170] Bremer Energie-Konsens GmbH, *Technik und Prozesse: Energieeffizienz lohnt sich! Leitfaden für Industrie und Gewerbe*, 2017. [Online]. Verfügbar unter: https://energiekonsens.de/media/pages/media/bff501928c-1591274157/leitfaden_technik_prozesse.pdf (Zugriff am: 25. November 2021).
- [171] Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen - DGNB e.V., *Flexibilität und Umnutzungsfähigkeit: ECO2.1*, 2018. [Online]. Verfügbar unter: https://static.dgnb.de/fileadmin/dgnb-system/de/gebaeude/neubau/kriterien/03_ECO2.1_Flexibilitaet-und-Umnutzungsfaeahigkeit.pdf (Zugriff am: 24. November 2021).
- [172] F. Bockelmann, M. Peter und M. Schlosser, „future:heatpump: Energetische und wirtschaftliche Bewertung von Wärmequellen für Wärmepumpen“. Abschlussbericht, 2019. [Online]. Verfügbar unter: <https://siz-energie-plus.de/download/abschlussbericht-futureheatpump#>. Zugriff am: 24. November 2021.
- [173] C. Kley, „Untersuchungen zur Steigerung der Eigenstromnutzung in EnergiePLUS-Gebäuden“. Dissertation, Technische Universität Braunschweig; Shaker Verlag, 2018.
- [174] Heinze GmbH | NL Berlin | BauNetz, *Recycling: Homogenität, Trennbarkeit, Schadstofffreiheit*, 2020. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.baunetzwissen.de/nachhaltig-bauen/fachwissen/baustoffe--teile/recycling-675291> (Zugriff am: 25. November 2021).
- [175] ZIA Zentraler Immobilien Ausschuss e.V., *EU Commissioner Mairead McGuinness visits ZIA German Property Federation's Real Estate Day 2021*, 2021. [Online]. Verfügbar unter: <https://zia-deutschland.de/pressrelease/eu-commissioner-mairead-mcguinness-visits-zia-german-property-federations-real-estate-day-2021/> (Zugriff am: 20. Juli 2021).
- [176] European Commission, *Lage der Union: Fragen und Antworten zum Klimazielplan für 2030*, 2020. [Online]. Verfügbar unter: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/qanda_20_1598
- [177] 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).
- [178] S. Rein, *Datenbasis zum Gebäudebestand: Zur Notwendigkeit eines besseren Informationsstandes über die Wohn- und Nichtwohngebäude in Deutschland*. Bonn: Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, 2016. [Online]. Verfügbar unter:

- http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/AnalysenKompakt/2016/ak-09-2016-dl.pdf?__blob=publicationFile&v=2
- [179] P. Singhal und J. Stede, „Wärmemonitor 2018: Steigender Heizenergiebedarf, Sanierungsrate sollte höher sein“, 2019. [Online]. Verfügbar unter: https://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw_01.c.676231.de/19-36-1.pdf. Zugriff am: 5. Juli 2021.
- [180] Deutsche Energie-Agentur GmbH, „dena Gebäudereport Kompakt 2019“, 2019. [Online]. Verfügbar unter: https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2019/dena-GEBAEUDEREPORT_KOMPAKT_2019.pdf
- [181] J. Stede, F. Schütze und J. Wietschel, „Wärmemonitor 2019: Klimaziele bei Wohngebäuden trotz sinkender CO₂-Emissionen derzeit außer Reichweite“, DIW Berlin - Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung e.V. 769, 2020. [Online]. Verfügbar unter: https://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw_01.c.799881.de/20-40.pdf. Zugriff am: 5. Juli 2021.
- [182] 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?sessionId=C347536F1A37B500D453EFC7F14BD7A2.live21303?__blob=publicationFile&v=2 (Zugriff am: 26. Juli 2021).
- [183] Bundesverband Baustoffe – Steine und Erden e.V., „bbs-Zahlenspiegel: Daten und Fakten zur Baustoff-Steine-Erden-Industrie“, 2021. [Online]. Verfügbar unter: https://www.baustoffindustrie.de/fileadmin/user_upload/bbs/Dateien/Downloadarchiv/Konjunktur/2021-06-20_BBS_Zahlenspiegel_klein-1.pdf
- [184] M. Gornig, C. Michelsen und L. Pagenhardt, „Bauwirtschaft trotz der Corona-Krise – dennoch ruhigeres Geschäft im Jahr 2021“, Jg. 88, 1/2, 2021, doi: 10.18723/DIW_WB:2021-1-1.
- [185] Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen (BBR), *Bericht zur Lage und Perspektive der Bauwirtschaft 2021*, Bonn, 2021. [Online]. Verfügbar unter: https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/analysen-kompakt/2021/ak-01-2021-dl.pdf?sessionId=BC8930B72CDB29BEF800BFE45E970334.live11294?__blob=publicationFile&v=2 (Zugriff am: 21. September 2021).
- [186] Wuppertal Institut, *CO₂-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).
- [187] Stefanie Bauer, Dr. Ulrike Lehr, Ines Thobe, Philip Ulrich, Dr. Marc Ingo Wolter, „Konjunktureller Beitrag des Baugewerbes – in der Corona-Krise und darüber hinaus“, 2021. [Online]. Verfügbar unter: http://www.gws-os.com/downloads/2021-03-18_uib_02-2021_konjunktureller_beitrag_baugewerbe.pdf
- [188] 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).
- [189] 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).
- [190] S. Sauer und K. Wohlrabe, *ifo Handbuch der Konjunkturumfragen*. München: ifo-Institut, Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung, 2020. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.ifo.de/publikationen/2020/monographie-herausgeberschaft/ifo-handbuch-der-konjunkturumfragen>
- [191] ifo Institut, *Materialmangel in der Baubranche verschärft sich | Pressemitteilung*, 2021. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.ifo.de/node/64042> (Zugriff am: 20. Juli 2021).
- [192] ifo Institut, *Materialmangel trifft nun auch die Baubranche | Pressemitteilung*, 2021. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.ifo.de/node/63317> (Zugriff am: 20. Juli 2021).
- [193] 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).
- [194] 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).
- [195] 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).
- [196] 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).
- [197] Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat (BMI), *Digitale Baugenehmigung – Mecklenburg-Vorpommern geht voran*, 2021. [Online]. Verfügbar unter: https://www.onlinezugangsgesetz.de/SharedDocs/kurzmeldungen/Webs/OZG/DE/2021/02_bauvorhaben_online.html (Zugriff am: 30. September 2021).
- [198] Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V. (ARGE/ev), *Stellungnahme zu den Anträgen der Fraktion der FDP: „Nachhaltig bauen - Technologieoffenheit stärken - Bezahlbar wohnen“ (BT-Drucksache 19/26178) und der Fraktion der BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN: „Bauwende einleiten - Für eine ressourcenschonende Bau- und Immobilienwirtschaft“ (BT-Drucksache 19/23152) im Rahmen der öffentlichen Anhörung zum Thema Bauwende, am Mittwoch, den 3. März 2021*, 2021. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.bundestag.de/resource/blob/820034/3282d6b250150c9320eb89a9a2d01bd5/Stellungnahme-SV-Walberg-data.pdf> (Zugriff am: 30. September 2021).
- [199] Umweltbundesamt (UBA), *Urban Mining*, 2017. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/abfall-ressourcen/abfallwirtschaft/urban-mining#strategie-zur-kreislaufwirtschaft-> (Zugriff am: 30. September 2021).
- [200] 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).
- [201] Umweltbundesamt (UBA), *Emissionsquellen*, 2020. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/treibhausgas-emissionen/emissionsquellen#energie-stationar> (Zugriff am: 5. Juli 2021).
- [202] Deutsche Energie-Agentur GmbH, *Antragsberechtigungen der Energieeffizienz-Expertinnen und -Experten für Förderprogramme des Bundes*, 2021. [Online]. Verfügbar unter: https://www.energie-effizienz-experten.de/fileadmin/user_upload/Qualifizierte_Expertenliste_Landingpage/2021_Grafik_Uebersicht_Foerderprogramme.pdf (Zugriff am: 8. August 2021).
- [203] Statistisches Bundesamt, *Preisindizes für Bauwerke, Wohngebäude und Nichtwohngebäude*, 2021. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Wirtschaft/Konjunkturindikatoren/Preise/bpr110.html;jsessionid=2800B77BCB27F64746B91205C36CDCAE.live731> (Zugriff am: 20. Juli 2021).
- [204] Statistisches Bundesamt, *Baupreisindizes: Deutschland, Berichtsmonat im Quartal, Messzahlen mit/ohne Umsatzsteuer, Instandhaltung von Wohngebäuden, Bauarbeiten (Instandhaltung)*, 2021. [Online]. Verfügbar unter: <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online?operation=previous&levelindex=1&step=1&titel=Ergebnis&levelid=1626790501135&acceptscookies=false#abreadcrumb> (Zugriff am: 20. Juli 2021).
- [205] Statistisches Bundesamt, *Baukostenindizes für Wohngebäude: Deutschland, Quartale, Art der Baukosten*, 2021. [Online]. Verfügbar unter: <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online?sequenz=tabelleErgebnis&selectionname=61261-0014#abreadcrumb> (Zugriff am: 20. Juli 2021).
- [206] Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR), *Mittelfristprognose der Preise für Bauleistungen. BBSR-Online-Publikation 10/2021*, Bonn, 2021. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/bbsr-online/2021/bbsr-online-10-2021->

dl.pdf;jsessionid=CD7CDE0E8C9412801622FE8DB4AC63CC.live11313?__blob=publicationFile
&v=2 (Zugriff am: 26. Juli 2021).

- [207] J. Dechent, *Zur Entwicklung eines Baukostenindex*, 2006. [Online]. Verfügbar unter:
https://www.destatis.de/DE/Methoden/WISTA-Wirtschaft-und-Statistik/2006/02/baukostenindex-022006.pdf?__blob=publicationFile (Zugriff am: 20. Juli 2021).