

# KLIMANEUTRALITÄT VERMIETETER MEHRFAMILIENHÄUSER – ABER WIE?

01. MÄRZ 2022, FINAL VERSION

VERFASSER:

PROF. DR. SVEN BIENERT MRICS REV

ALEXANDER M. GROH

UNIVERSITÄT REGENSBURG

AUFTRAGGEBER:

BUNDESVERBAND DEUTSCHER WOHNUNGS- UND  
IMMOBILIENUNTERNEHMEN E.V. (GdW)

VERBAND FÜR DÄMMSYSTEME, PUTZ UND MÖRTEL  
E.V. (VDPM)

Diese Studie wurde erstellt von:

**Prof. Dr. Sven Bienert MRICS REV**

Leiter Kompetenzzentrum für Nachhaltigkeit in der Immobilienwirtschaft  
International Real Estate Business School, IRE|BS Universität Regensburg

Allgemein beeideter und gerichtlich zertifizierter Sachverständiger für Liegenschaftsbewertung

Hochschulprofessor für Immobilien, Universität Regensburg

Mitglied der Royal Institution of Chartered Surveyor  
(RICS, international renommierter Bewertungsverband)

Mitglied des Vorstandes „Austrian Real Estate Experts“ (ARE)

Recognised European Valuer (REV by TEGoVA)

Mitglied des Vorstandes „ImmQu“

Mitglied des Vorstandes des Instituts Corporate Governance der deutschen Immobilienwirtschaft (ICG)

Leiter „Kommission Immobilien“ der Deutschen Vereinigung für Finanzanalyse und Asset Management e.V.  
(DVFA)

Anschrift:

IRE|BS Institut für Immobilienwirtschaft

Universität Regensburg

Universitätsstraße 31

93053 Regensburg

## **RECHTLICHE HINWEISE**

### **ZUGANG**

Die Publikation von und der Zugang zu Informationen in dieser Studie kann durch lokale Vorschriften in gewissen Ländern eingeschränkt sein. Diese Studie richtet sich ausdrücklich nicht an Personen in Staaten, in denen (aufgrund der Staatsangehörigkeit bzw. des Wohnsitzes der jeweiligen Person oder aus anderen Gründen) entsprechende Einschränkungen gelten. Insbesondere richtet sich die Studie nicht an Bürger der USA sowie an Personen, die in den USA oder in einem ihrer Territorien, Besitzungen oder sonstigen Gebieten, die der Gerichtshoheit der USA unterstehen, wohnhaft sind oder dort ihren gewöhnlichen Aufenthalt haben. Personen, für welche entsprechende Beschränkungen gelten, dürfen nicht, weder online noch in anderer Form, auf diese Studie zugreifen.

### **KEIN ANGEBOT**

Der Inhalt dieser Studie dient ausschließlich Informationszwecken und stellt keine Werbung, kein Angebot und keine Empfehlung zum Kauf oder Verkauf von Finanzinstrumenten oder zum Tätigen irgendwelcher Anlagegeschäfte oder sonstiger Transaktionen dar. Diese Studie (einschließlich der darin enthaltenen Informationen und Meinungen) stellt keine Anlageberatung dar und sollte nicht als solche aufgefasst werden. Potentielle Investoren sind gehalten, spezifische Beratung einzuholen und Anlageentscheide gestützt auf ihre individuellen Anlageziele sowie ihre finanziellen und steuerlichen Gegebenheiten zu treffen.

### **HAFTUNGSAUSSCHLUSS**

Die Autoren sind darum bemüht, dass diese in dieser Studie enthaltenen Informationen zum Zeitpunkt ihrer Veröffentlichung richtig und vollständig sind und aus zuverlässigen Quellen stammen. Die Autoren lehnen jedoch jegliche Verantwortung für die Genauigkeit, Zuverlässigkeit, Aktualität und Vollständigkeit der hierin wiedergegebenen Informationen und Meinungen ab. Die Autoren lehnen ausdrücklich jegliche Haftung für Verluste oder Schäden ab, die sich aus der Nutzung dieser Studie oder dem Vertrauen in die darin enthaltenen Informationen ergeben könnten, einschließlich Gewinnausfälle oder anderer direkter und indirekter Schäden.

## INHALT

<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS .....</b>	<b>5</b>
<b>TABELLENVERZEICHNIS .....</b>	<b>6</b>
<b>ABKÜRZUNGEN .....</b>	<b>7</b>
<b>EXECUTIVE SUMMARY .....</b>	<b>9</b>
<b>1. AUFTRAGSHINTERGRUND .....</b>	<b>22</b>
1.1. Ausgangssituation und Zielsetzung .....	22
1.2. Auftraggeber .....	24
1.3. Aufbau der Studie und Analyseschritte .....	25
<b>2. RAHMENBEDINGUNGEN UND GRUNDLAGEN .....</b>	<b>26</b>
2.1. Status quo der Klimapolitik .....	26
2.1.1. Internationale Klimaziele, Pariser Abkommen und COP26 .....	26
2.1.2. Europäische Klimapolitik .....	27
2.1.3. Klimapolitik auf Bundesebene .....	29
2.2. Wohngebäudebestand und Klimaneutralität .....	32
2.2.1. Ziel der „Klimaneutralität“ – was ist damit genau gemeint? .....	32
2.2.2. Zielbeitrag des Wohngebäudesektors .....	33
2.2.3. Wirtschaftspolitische Anforderung: statische & dynamische Effizienz .....	37
2.2.4. Effizienzklassen und Effizienzhausstandards .....	38
2.2.5. Energetischer Zustand des (Miet-)Wohngebäudebestandes in Deutschland .....	42
<b>3. ABLEITUNG OPTIMALER MODERNISIERUNGSNIVEAUS .....</b>	<b>46</b>
3.1. Datenanalyse erfolgter energetischer Modernisierungen .....	46
3.1.1. Ableitung marginaler Vermeidungskosten energetischer Modernisierungsmaßnahmen .....	46
3.1.2. Diskrepanz realisierter Einsparungen versus ambitionierte Standards .....	51
3.1.3. Vergleich der Vermeidungskosten mit den Gestehungskosten erneuerbarer Energieversorgung .....	54
3.1.4. Limitierungen und mögliche Modellerweiterung .....	58
3.2. Fallbeispiele und Detailfragen .....	60
3.2.1. Bestätigung des steigenden Grenzvermeidungskostenverlauf durch eco <sub>2</sub> nomy Daten .....	60
3.2.2. Effizienzhaus 55 – Einordnung der energetischen Qualität und der korrespondierenden THG-Emissionen .....	61
3.2.3. Kontrollierte Lüftung mit Wärmerückgewinnung .....	65
3.2.4. Dämmstärke mit abnehmenden Grenznutzen .....	66
3.3. Kosten energetischer Modernisierung – was erscheint noch sinnvoll? .....	68
3.4. „Niedertemperatur-ready“: der gangbare Lösungsweg zur Klimaneutralität .....	73
<b>4. KLIMANEUTRALITÄT – SCHWERPUNKTE UND STOLPERSTEINE .....</b>	<b>75</b>
4.1. Verstärkter Fokus auf CO <sub>2</sub> als Zielgröße .....	75
4.2. Verhaltensinduzierte Implikationen für Modernisierungsmaßnahmen .....	76
4.3. Beurteilung spezifischer technischer Lösungen .....	76
4.4. Alternative Abriss & Neubau? – Graue Energie als relevante Größe .....	78
4.5. Beurteilung von Quartiersansätzen .....	79
4.6. Herausforderungen der vollständig erneuerbaren Wärmebereitstellung .....	80
4.7. Grenzen der Leistbarkeit: potenzielle Mieterhöhungen bei hohen Modernisierungstiefen .....	80
4.8. Implikationen für künftige Förderinstrumente und -anforderungen .....	83
<b>5. EMPFEHLUNGEN UND WÜRDIGUNG DER ERGEBNISSE .....</b>	<b>85</b>
<b>6. QUELLENVERZEICHNIS .....</b>	<b>86</b>

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

<b>Abbildung 1</b> Entwicklung der gesamten deutschen Treibhausgasemissionen gegliedert nach Sektoren von 1990 bis 2020 .....	10
<b>Abbildung 2</b> Erläuterung des Begriffes „Energieintensität“ .....	12
<b>Abbildung 3</b> Auswertung zu Grenzvermeidungskosten der energetischen Modernisierungen.....	13
<b>Abbildung 4</b> Gegenüberstellung der Stromgestehungskosten Erneuerbarer Energien .....	16
<b>Abbildung 5</b> Häufigkeitsverteilung der Gebäude-Effizienzklassen im deutschen Wohngebäudebestand .....	18
<b>Abbildung 6</b> Vorteilhaftigkeit alternativer Effizienzhaus-Standards .....	19
<b>Abbildung 7</b> Climate Action Tracker “Global warming projections 2021”.....	27
<b>Abbildung 8</b> Entwicklung der gesamten deutschen Treibhausgasemissionen gegliedert nach Sektoren von 1990 bis 2020 .....	34
<b>Abbildung 9</b> Gebäuderelevante CO <sub>2</sub> -Emissionen nach Anwendungsbereichen und Energieträgergruppen .....	36
<b>Abbildung 10</b> CRREM-Zielpfade für Mehrfamilienhäuser in Deutschland (2 Grad, 2018–2050).....	37
<b>Abbildung 11</b> Energieeffizienzklassen von Wohngebäuden nach GEG Anlage 10 inkl. Angabe der kWh Bandbreiten (zu § 86 GEG).....	39
<b>Abbildung 12</b> Mittlere flächenbezogene THG-Emissionen in den Effizienzklassen.....	39
<b>Abbildung 13</b> Anteil von Wohngebäuden nach Baualtersklassen .....	43
<b>Abbildung 14</b> Häufigkeitsverteilung des Endenergiebedarfs von Mehrfamilienhäusern in Deutschland nach Baualtersklassen.....	43
<b>Abbildung 15</b> Durchschnittliche Energieverbräuche nach Baujahr (gewichtetes Mittel über Gebäudegrößen) .....	44
<b>Abbildung 16</b> Häufigkeitsverteilung der Energieeffizienzklassen im deutschen Wohngebäudebestand .....	45
<b>Abbildung 17</b> Datenplots der Energieverbräuche und -bedarfe vor und nach Sanierung .....	48
<b>Abbildung 18</b> Erläuterung des Begriffes „Energieintensität“ .....	49
<b>Abbildung 19</b> Auswertung der Grenzvermeidungskosten der energetischen Modernisierungen .....	50
<b>Abbildung 20</b> Vorteilhaftigkeit alternativer Effizienzhaus-Standards .....	53
<b>Abbildung 21</b> Gegenüberstellung der Stromgestehungskosten Erneuerbarer Energien .....	54
<b>Abbildung 22</b> Kurve der Grenzvermeidungskosten ausgehend von eco <sub>2</sub> onomy Daten.....	60
<b>Abbildung 23</b> Auswirkung der Maßnahmen auf Primärenergiebedarf und THG-Emissionen (CO <sub>2</sub> e inkl. Vorketten) bezogen auf die Wohnfläche.....	62
<b>Abbildung 24</b> Unterschiedliche Primärenergiebedarfe und CO <sub>2</sub> e-Emissionen im Jahr 2021 und 2050 nach verwendetem Energieträger .....	63
<b>Abbildung 25</b> Unterschiedliche Primärenergiebedarfe und CO <sub>2</sub> e-Emissionen im Jahr 2021 und 2050 nach verwendetem Energieträger und bei Einbindung von Photovoltaik .....	63
<b>Abbildung 26</b> Grenznutzenverlauf bei steigender Dämmdicke .....	67
<b>Abbildung 27</b> Klassifizierung von Gebäudeemissionen .....	84

## TABELLENVERZEICHNIS

<b>Tabelle 1</b> Zulässige Jahresemissionsmengen des Gebäudesektors für die Jahre 2021–2030 gem. Klimaschutzgesetz 2021 .....	35
<b>Tabelle 2</b> Jährliche Minderungsziele für die Jahre 2031–2040 gem. Klimaschutzgesetz 2021 .....	35
<b>Tabelle 3</b> KfW-Effizienzhausstufen und Förderungen .....	41
<b>Tabelle 4</b> Deskriptive Statistiken der Modernisierungsdaten .....	46
<b>Tabelle 5</b> Übersichtsstatistiken zur Energieintensität und Grenzvermeidungskosten .....	49
<b>Tabelle 6</b> Anzahl Energieeffizienzklassen vor/nach Sanierung nach Bedarf/Verbrauch .....	52
<b>Tabelle 7</b> Vergleich des äquivalenten Energiepreis mit den durchschnittlichen Energiekosten .....	56
<b>Tabelle 8</b> Annahmen zum Endenergiebedarf für Heizung und Warmwasser, Vollkosten und energiebedingten Mehrkosten (brutto) nach Effizienzniveau in MFH in Euro/m <sup>2</sup> Wohnfläche <i>auf Basis von dena/IWU-Aufteilung</i> .....	70
<b>Tabelle 9</b> Annahmen zum Endenergiebedarf für Heizung und Warmwasser, Vollkosten und energiebedingten Mehrkosten (brutto) nach Effizienzniveau in MFH in Euro/m <sup>2</sup> Wohnfläche <i>auf Basis von InWIS-Aufteilung</i> .....	70

## ABKÜRZUNGEN

ARE	Austrian Real Estate Experts
ARGE	Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e. V.
BBSR	Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung
BCG	The Boston Consulting Group
BDI	Bundesverband der Deutschen Industrie e. V.
BEG	Bundesförderung für effiziente Gebäude
BEHG	Brennstoffemissionshandelsgesetz
BHKW	Blockheizkraftwerks
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BKI	Baukostenindex
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
CO <sub>2</sub>	Kohlenstoffdioxid
CO <sub>2</sub> e	CO <sub>2</sub> -Äquivalent
COP	Conference of the Parties; Vertragsstaatenkonferenz zur Klimarahmenkonvention
CRREM	Carbon Risk Real Estate Monitor
dena	Deutsche Energie-Agentur
DGNB	Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen e. V.
DMB	Deutscher Mieterbund e. V.
DV	Deutscher Verband für Wohnungswesen, Städtebau und Raumordnung e. V.
DVFA	Deutschen Vereinigung für Finanzanalyse und Asset Management e. V.
EE	Erneuerbare-Energien-Klasse
EEA	European Environment Agency
EEWärmeG	Erneuerbare-Energien-WärmeGesetz
EF	Emissionsfaktor
EffH	Effizienzhaus
EKF	Energie- und Klimafonds
EnEG	Energieeinsparungsgesetz
EnEV	Energieeinsparverordnung
EPBD	Energy Performance of Buildings Directive
ESD	Effort Sharing Decision
ETS	Emission Trading System, Emissionshandelssystem
EU	Europäische Union
EZFH	Ein- und Zweifamilienhäuser
FDP	Freie Demokratische Partei
FIW	Forschungsinstitut für Wärmeschutz e. V.
F-Gase	Fluorierte Treibhausgase

GdW	Bundesverband deutscher Wohnungs- und Immobilienunternehmen e.V.
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GHG	Greenhouse Gas
Ifeu	Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg
InWis	Institut für Wohnungswesen, Immobilienwirtschaft, Stadt- und Regionalentwicklung
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change, “Weltklimarat”
ISE	Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme
IWU	Institut Wohnen und Umwelt
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
KIT	Karlsruher Institut für Technologie
KSP 2050	Klimaschutzplan 2050
kWh	Kilowattstunde(n)
LCA	Life Cycle Assesment
LCOE	Levelized Costs of Electricity; (Strom)-Gestehungskosten
LTRS	Long Term Renovation Strategy; Langfristige Renovierungsstrategie
MAC	Grenzvermeidungskosten; Marginal Abatement Costs
MFH	Mehrfamilienhaus
MRICS	Mitglied der Royal Institution of Chartered Surveyor
NDC	Nationally Determined Contribution
nEHS	nationales Emissionshandelssystem
PEV	Primärenergieverbrauch
PEVn.E.	nicht-erneuerbaren Primärenergieverbrauch
PV	Photovoltaik
REV	Recognised European Valuer
siz	Steinbeis Innovationszentrum
SPD	Sozialdemokratische Partei Deutschlands
SRU	Sachverständigenrat für Umweltfragen
TEGoVA	The European Group of Valuers Association
THG	Treibhausgas(e)
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
VDMP	Verband für Dämmsysteme, Putze und Mörtel e. V.
WE	Wohneinheit(en)
WGBC	World Green Building Council
WP	Wärmepumpe
WSVo	Wärmeschutzverordnung



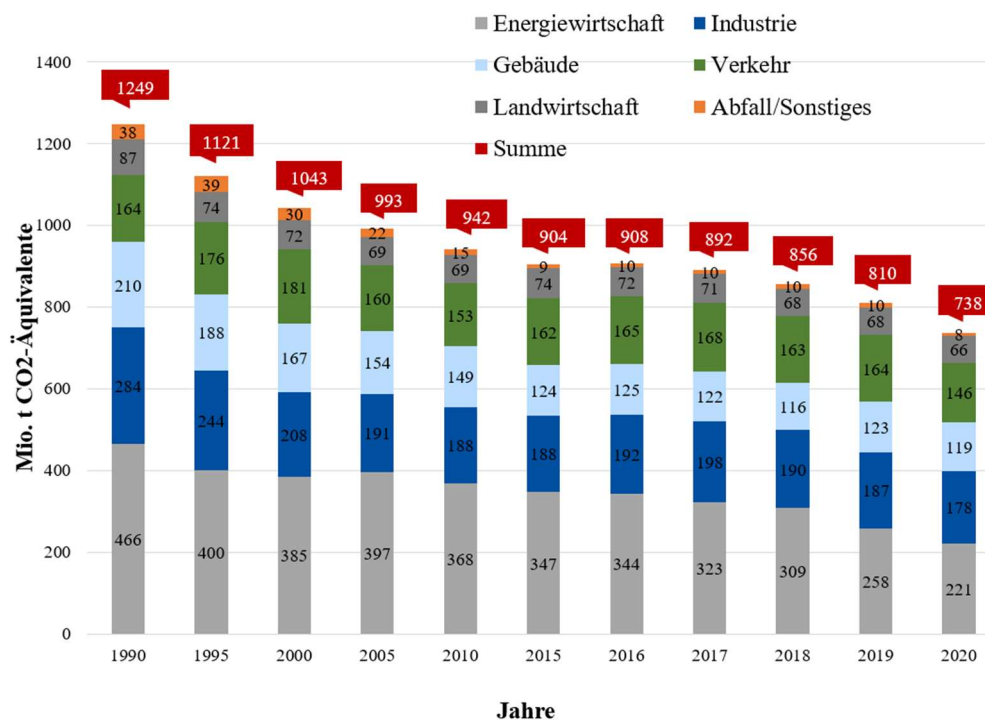
## EXECUTIVE SUMMARY

- **Ambitionierte Klimaziele sind zwingend notwendig** – Im Jahr 2021 haben sowohl die Europäische Union als auch Deutschland das Ambitionsniveau ihrer Minderungsziele bei Treibhausgasemissionen<sup>1</sup> im Zeitverlauf weiter angehoben. Diese Schritte waren notwendig, um das globale Klimaziel der Begrenzung der Erderwärmung auf maximal 1,5°C zu erreichen. Entsprechend fordert die europäische Gebäuderichtlinie (engl. Energy Performance of Buildings Directive; EPBD) von 2018 für das Jahr 2050 den *nahezu klimaneutralen Gebäudebestand* sowie ausgehend von den Beschlüssen im Jahr 2021 Netto-Null-Emissionen im Jahr 2050. Deutschland strebt die Netto-Null und Klimaneutralität aller Wirtschaftsbereiche bereits im Jahr 2045 an und hat ausgehend vom Klimapakt im Jahr 2021 auch die Ziele für 2030 weiter verschärft. Die deutsche Immobilienwirtschaft unterstützt das Ziel der Klimaneutralität und setzt zur Zielerreichung alle wohnungswirtschaftlich vertretbaren Maßnahmen zur Hebung der Potenziale um.
- **Dekarbonisierung des Gebäudesektors schreitet in den letzten Jahren nur schleppend voran** – Während die Jahre 1990 bis 2014 im Gebäudesektor durch Minderungen von etwa 2,4 % p. a. geprägt waren, stagniert die CO<sub>2</sub>e-Minderung seitdem. Es kam zwar im Jahr 2020 im gesamten Gebäudebereich zu einer Emissionsreduktion in Höhe von rund 4 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>e p. a. auf 119 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>e p. a. (123 im Jahr 2019), allerdings überschritt die Immobilienwirtschaft damit als einziger Sektor in Deutschland knapp die von der Bundesregierung im Klimaschutzprogramm 2030 zur Umsetzung des Klimaschutzplan 2050 (KSP 2050) festgelegten Ziele von 118 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>e für das Jahr 2020.<sup>2</sup> Fraglich ist somit, wie hier *neue Impulse* gesetzt werden können, um die Emissionen von *Treibhausgasen im Gebäudebestand rasch, kosteneffizient und nachhaltig zu mindern*.
- **Reduktion der Emissionen im Gebäudebestand von zentraler Bedeutung** – Zur Sicherstellung der Erreichung der deutschen Klimaziele ist die Dekarbonisierung der Wohngebäude von hoher Relevanz. Ausgehend vom KSP 2050, dem Klimaschutzgesetz sowie jüngst der Klimaschutznovelle ist beabsichtigt den Gesamtausstoß der direkten Emissionen des Gebäudesektors an Treibhausgasen bis 2030 um 67,9 % (versus 1990) zu reduzieren. Dies entspricht einer Reduktion der jährlichen Ausstöße ausgehend von gegenwärtig circa 120 Mio. Tonnen auf 67 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>e im Jahr 2030 – somit 53 Mio. Tonnen oder circa 44 % (nach Quellbilanz). Aus Sicht der Verursachungsbilanz und damit auch unter Einbeziehung indirekter Emissionen verdoppelt sich diese Anforderung. Circa 80 % der im Jahr 2045 genutzten Gebäude sind bereits heute vorhanden. Vor dem Hintergrund der geringen deutschen Neubaurate (aktuell circa 0,77 % p. a.) ist deshalb die Modernisierung der bestehenden Immobilien ein Schlüssel zur Erreichung der Klimaziele. Der deutsche Bestand an Mehrfamilienhäusern umfasst circa 3,2 Mio. Objekte mit knapp 21 Mio. Wohnungen. Wohnungsunternehmen bewirtschaften etwa 30 % dieser Bestände und sind somit wesentliche Akteure der Emissionsminderung. Hinzuweisen ist jedoch darauf, dass Mehrfamilienhäusern etwa die Hälfte der insgesamt verfügbaren Wohnungen stellen aber dabei für nur etwa 40 % der THG-Emissionen von Wohngebäuden aufkommen. Ein- und Zweifamilienhäuser spielen dementsprechend ebenfalls eine entscheidende Rolle.

---

<sup>1</sup> Anmerkung: Betrachtet werden hier alle Treibhausgase. Es wird auch die Bezeichnung CO<sub>2</sub>e beziehungsweise CO<sub>2</sub>-Äquivalente synonym verwendet.

<sup>2</sup> Anmerkung: Die Überschreitung um weniger als 2 % ist in Anbetracht der Ungenauigkeit der Berechnungsgrundlage allerdings gering.



**Abbildung 1 Entwicklung der gesamten deutschen Treibhausgasemissionen gegliedert nach Sektoren von 1990 bis 2020<sup>3</sup>**

Die durchschnittlichen (energetischen) Modernisierungsraten im Bestand mit etwa 1 % *Vollsanierungsäquivalent p. a.* sind im Zusammenhang mit der Umstellung auf erneuerbare Energien deutlich zu moderat, um die oben genannten Zielvorgaben zu erreichen. Im Ergebnis sind nicht nur (1) *massive weitere Anstrengungen* der Wohnungswirtschaft, sowie die (2) *Schließung der Förderlücke* durch geeignete Instrumente<sup>4</sup> notwendig, sondern auch (3) *die passende Zielrichtung und Allokation begrenzter finanzieller Ressourcen*. Die vorliegende Studie beleuchtet insbesondere diesen letzten Aspekt.

- **„Statische Effizienz“ der energetischen Modernisierung und damit Dekarbonisierung zu geringstmöglichen Kosten ist wesentlich** – Wirtschaftspolitisch ist eine zentrale Anforderung, dass die Dekarbonisierung der Wirtschaft über alle Sektoren zu geringstmöglichen Kosten (sogenannte Anforderung der *statischen Effizienz*) erreicht werden muss. Einigkeit herrscht darüber, dass die Klimaneutralität in der Nutzungsphase von Immobilien nur durch *Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energieträger* zur Deckung des Energiebedarfs und simultan durch *baulichen Wärmeschutz einhergehend mit entsprechenden Verbrauchsreduktionen* erreicht werden kann. Über das kostenoptimale Verhältnis und die passende Zielrichtung der beiden für Immobilienbestandhalter grundlegenden Optionen (1) Reduzierung des Bedarfs und (2) Bedarfsdeckung mit erneuerbarer Energie bestehen jedoch unterschiedlichste Auffassungen. Wesentlich ist hier eine faktenbasierte und empirisch validierte Datenaufbereitung zur Ableitung politischer Empfehlungen.
- **Indikator CO<sub>2</sub>e-Intensität muss stärker in den Vordergrund rücken** – Aktuell wird gemäß der *Langfristigen Renovierungsstrategie* (engl. Long Term Renovation Strategy;

<sup>3</sup> Eigene Darstellung nach BMU, 2021a sowie Aktualisierung des Wertes für den Gebäudebereich für 2020 gemäß UBA, 2021a, siehe hier Trendtabellen Treibhausgase 1990-2020 (Stand: EU-Submission).

<sup>4</sup> Vgl. hierzu bspw. Studie zur Förderlücke von Bienert & Groh, 2020 im Auftrag des DMB, DV und GdW.

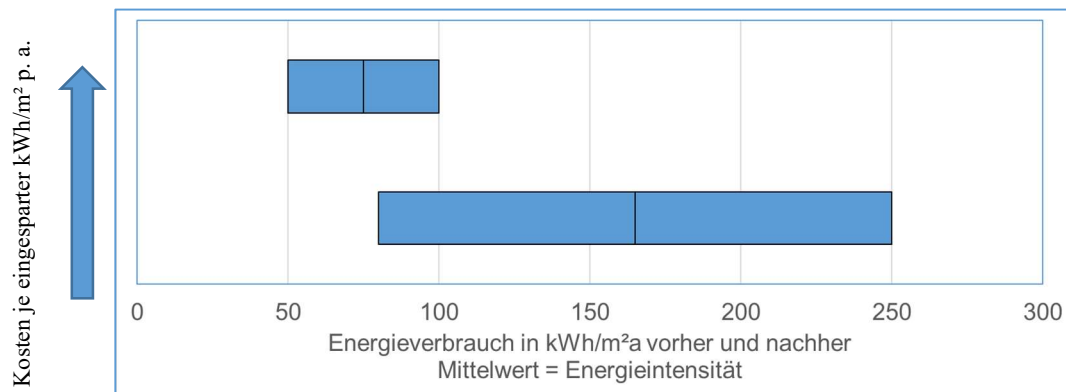
LTRS) in Deutschland die *Gesamtenergieeffizienz* eines Wohngebäudes in seiner Betriebsphase als Indikator für die Erreichung von Klimazielen verwendet. Dieser wird abgebildet durch den *nicht-erneuerbaren Primärenergieverbrauch* (PEV<sub>n.E.</sub>). Dabei fließen die aktuellen Energieträger und die Verbräuche gleichermaßen ein. Oft wird Bezug genommen auf die Effizienzhausstandards der KfW. Eine direkte Verwendung der CO<sub>2</sub>e-Intensität (auch als *Treibhausgasintensität* beziehungsweise Carbon- oder auch GHG-intensity bezeichnet) des Gebäudebetriebes in kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup> p. a. wäre jedoch die bessere Steuerungsgröße. Damit würde direkt der Treibhausgas-Effekt und die Klimarelevanz im Einklang mit nationalen und internationalen Brancheninitiativen adressiert werden. Auch wäre generell eine Abkehr vom reinen Fokus auf den heutigen Zustand der Energieträger wünschenswert, da dabei die künftigen Verläufe/Entwicklungen der CO<sub>2</sub>e-Emissionen einzelner Energieträger (Dekarbonisierung) bis 2045 nicht ausreichend beachtet werden, sondern nur auf den Status quo abgestellt wird. Anhand eines konkreten Fallbeispiels zeigen wir mögliche Fehlallokationen ausgehend vom aktuellen Vorgehen auf.

- **CO<sub>2</sub>e-Zielpfade für Wohnungswirtschaft sind klar definiert** – Gemäß dem globalen Standard der CRREM-Zielpfade<sup>5</sup> notieren diese bei Mehrfamilienhäusern in Deutschland aktuell bei circa [40 kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup> p. a.]. Um mit den Pariser Klimazielen konform zu sein, muss in Deutschland gemäß aktueller Beschlusslage bereits im Jahr 2045 das Niveau der Klimaneutralität erreicht werden. Der Endenergieverbrauch muss in diesem Szenario ebenfalls massiv reduziert werden, wobei jeglicher Energiebedarf dann aus erneuerbaren Quellen stammen muss. Die Erreichung dieser Zielpfade sollte technologieoffen und damit den Immobilieneigentümern überlassen werden. Für Gebäude, die dem Denkmalschutz unterliegen müssen zudem auch Wege der Dekarbonisierung bei erhöhten Energieverbräuchen gefunden werden.
- **Grenzvermeidungskosten der energetischen Modernisierung müssen bei Mehrfamilienhäusern stärker beachtet werden** – Um ein aus Sicht der Investitionskosten *sinnvolles Niveau der energetischen Modernisierung* ableiten zu können, wurden in dieser Studie die *Grenzvermeidungskosten für eine weitere kWh* Endenergie hergeleitet. Die Arbeitshypothese hierbei war, dass ausgehend von einem energetisch sehr schlechten Bestandsgebäude die typischen ersten Maßnahmenbündel kosteneffizient und wirksam sind. Einfach ausgedrückt: Es wird viel Einsparung für ein überschaubares Budget erreicht. Werden hingegen Objekte, die einen bereits durchschnittlichen oder gar guten energetischen Zustand aufweisen weiter verbessert, beziehungsweise Objekte auf ein besonders hohes Effizienzniveau saniert, so ist jede weitere eingesparte jährliche kWh in Relation zu den bisherigen Effekten relativ „teurer“. Zur *Ableitung der Grenzvermeidungskosten je Objekt* wurden die Investitionskosten je m<sup>2</sup> (brutto und inklusive regulärer Instandhaltung/Modernisierung sowie vor Abzug allfälliger Förderungen) ins Verhältnis zum Durchschnitt der Energieintensität der Maßnahme gesetzt. „Energieintensität“ ist dabei der Durchschnitt aus dem Energieverbrauch vor Modernisierung und dem Energieverbrauch nach erfolgter Modernisierung.<sup>6</sup> Kernergebnis: Je niedriger die „Energieintensität“ einer Maßnahme ist, je höher sind die Kosten je eingesparter kWh, siehe Abbildungen 2 und 3:

---

<sup>5</sup> Vgl. [www.crrem.org](http://www.crrem.org) und [www.crrem.eu](http://www.crrem.eu).

<sup>6</sup> Anmerkung: Die Energieintensität einer Maßnahme, durch welche ein Gebäude von 250 kWh/m<sup>2</sup> p. a. auf 80 kWh/m<sup>2</sup> p. a. ertüchtigt wird, läge somit beispielsweise bei 165 kWh/m<sup>2</sup> p. a. Bei einem Objekt, welches einen Verbrauch von 100 kWh/m<sup>2</sup> p. a. hat und nach den Maßnahmen 50 kWh/m<sup>2</sup> p. a. aufweist beträgt sie 75 kWh/m<sup>2</sup> p. a. (siehe Abbildung 2).



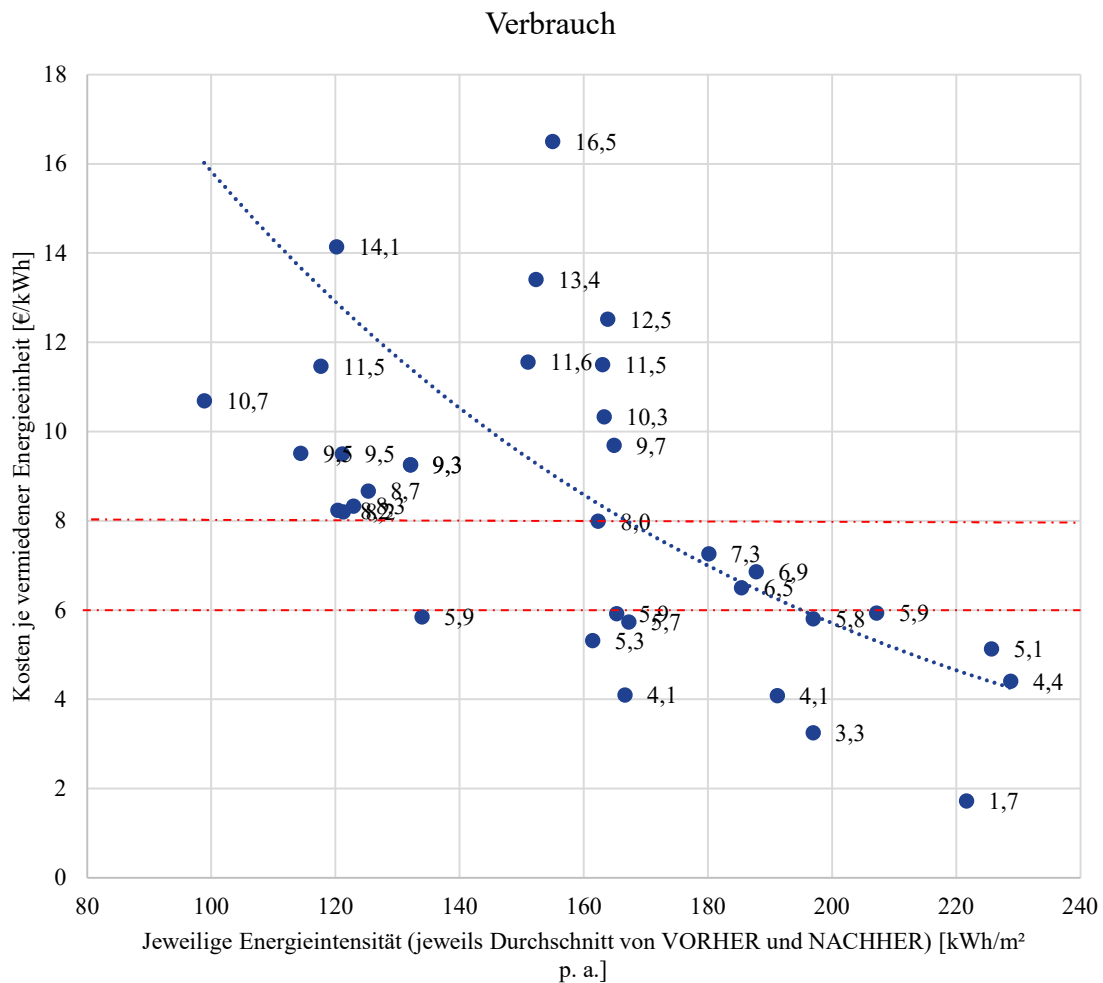
**Abbildung 2 Erläuterung des Begriffes „Energieintensität“<sup>7</sup>**

Über die im Datensatz enthaltenen Objekte hinweg ergibt sich so eine Punktwolke, aus der wiederum der funktionale Zusammenhang abgeleitet wurde. Betrachtet wurde sowohl der tatsächliche Endenergieverbrauch als auch der -bedarf. Das untersuchte Datensample von erfolgten energetischen Modernisierungen hat folgende Merkmale:

- Standort/Nutzungsart: Deutschland/Mehrfamilienhäuser
- Samplegröße: 1.915 WE in 38 Objekten und insgesamt 124.755 m<sup>2</sup> Wohnfläche
- Durchschnittliche Verbrauchseinsparung: 91,6 kWh/m<sup>2</sup> p. a.
- Durchschnittliche Energieintensität des Verbrauchs 158,3 kWh/m<sup>2</sup> p. a.
- Durchschnittliche Investitionskosten der Maßnahmen: 779,64 Euro/m<sup>2</sup>
- Durchschnittliche Kosten je vermiedener jährlicher kWh (Verbrauch) in allen Gebäuden: 8,51 Euro/kWh

Die Auswertung zeigt sehr deutlich, dass insbesondere bei einer Betrachtung des tatsächlich reduzierten Energieverbrauchs die **Kosten für die Vermeidung in den hohen Effizienzklassen signifikant ansteigen**. Fraglich ist somit, ob darüber hinausgehende weitere Investitionen in eine energetische Optimierung der Objekte - bei bereits hohen energetischen Qualitäten im Ausgangszustand noch „gut investiert“ sind oder ob hier gegebenenfalls aus wirtschaftspolitischer Sicht die Mittel effizienter in den weiteren Ausbau einer Bereitstellung erneuerbarer Energieträger fließen sollten. Bei einem Vergleich mit den Stromgestehungskosten von Erneuerbaren Energien (siehe unten) stellt sich diese Frage der Sinnhaftigkeit weiterer Investitionen in den Bestand bei Werten von deutlich über der Bandbreite von 6,- bis 8,- Euro/kWh (rote Linien in Abbildung 3). Eine solcherart optimale Verwendung von Mitteln wirkt wirtschaftlich schwierigen Situationen entgegen, die nicht leistbare Mieten zur Folge hätten.

<sup>7</sup> Quelle: Eigene Darstellung.



**Abbildung 3 Auswertung zu Grenzvermeidungskosten der energetischen Modernisierungen<sup>8</sup>**

Zu beachten ist, dass Maßnahmen regelmäßig im Zusammenhang mit einer ohnehin notwendigen Instandhaltungsmaßnahme durchgeführt werden („Kopplungsprinzip“), und dann ausgehend von den oben abgetragenen Gesamtkosten nur ein Anteil auf die energetische Verbesserung entfällt. Diese Anteile für die energetische Sanierung variieren je nach angestrebter Effizienzklasse beziehungsweise Effizienzhaus-Standard (EffH) und betrachteter Forschungsstudie erheblich.<sup>9</sup> Wesentlich ist die Feststellung, dass bei massiv steigenden Sanierungsraten – einer der zentralen Forderungen auch dieser Ausarbeitung – der typische Anlassfall einer energetischen Sanierung eben *nicht* mehr die „normale“ Instandhaltung sein kann, sondern in die Bausubstanz außerhalb üblicher Instandhaltungszyklen eingegriffen wird, um spezifisch die notwendigen Maßnahmen für den Klimaschutz umzusetzen. Insofern notierten die (energiebezogenen) Kostenanteile im vorliegenden Datensample bei deutlich über 2/3 der Vollkosten.

<sup>8</sup> Quelle: Eigene Darstellung

<sup>9</sup> Vgl. Bienert & Groh, 2020 im Auftrag des DMB, DV und GdW.

Der hier insgesamt verfolgte Ansatz ist insofern ähnlich den Überlegungen des sogenannten „äquivalenten Energiepreises“<sup>10</sup>; wobei in der vorliegenden Studie neben einer einzelwirtschaftlichen Betrachtung der Fokus verstärkt auf die volkswirtschaftlichen Implikationen der Mittelallokation gelenkt werden soll. Eine weitere Berechnung unter Anwendung des „äquivalenten Energiepreises“ wurde hier zur Plausibilisierung vorgenommen und kommt zu prinzipiell gleichen Schlussfolgerungen.

- **Treffsicherheit durch Diskrepanz zwischen Bedarf und Verbrauch eingeschränkt** – Neben der statischen Effizienz ist die *Treffsicherheit aus wirtschaftspolitischer Sicht* eine weitere wichtige Steuerungsgröße. Das heißt es sollte sichergestellt sein, dass die avisierten Einsparungen auch in der Realität erzielt werden. Dies ist nur bedingt der Fall, was unter anderem mit dem Nutzerverhalten zu begründen ist. Bei einer ebenfalls durchgeführten Betrachtung auf Grundlage des Energiebedarfs zeigt sich für die oben genannte Auswertung der durchgeführten energetischen Modernisierungen ein weniger drastisches Bild – die tatsächliche *Verbrauchseinsparung notiert aufgrund des Nutzerverhaltens deutlich über dem theoretischen Bedarf*. Hier notierten die durchschnittlichen Kosten bei 4,46 Euro/kWh (bei einer durchschnittlichen Energieintensität von 170,2 kWh/m<sup>2</sup>). Ausgehend von der empirischen Validierung gab es somit eine **signifikante Diskrepanz zwischen gerechneten theoretischen Einsparpotenzialen in Mehrfamilienhäusern und den realen Verbräuchen** nach einer durchgeführten energetischen Modernisierungsmaßnahme. Die Abweichungen bei Beispielpportfolios betragen über 40 %. Das heißt die Kosten je theoretisch eingesparter kWh (Bedarfseinsparung) sind deutlich niedriger als die Kosten für eine in der Realität tatsächlich eingesparte kWh (Verbrauchseinsparung).
- **Dämmdicke auch mit abnehmenden Grenznutzen in Bezug auf realisierte Einsparung** – Die Ergebnisse des abnehmenden finanziellen Grenznutzens bei zusätzlichen Maßnahmen und bereits hohem energetischen Standard des Gebäudes wurden hier noch in technischer Hinsicht weiter hinterfragt. Ausgehend von den Dämmstärken in Zentimeter bei der Fassade wurde ein Dämmscore errechnet und dieser in Relation zum Verbrauch gesetzt. Die Dämmung der Gebäudehülle hat in den meisten Ausgangssituationen weiterhin den höchsten Effekt auf die Senkung des Primärenergiebedarfs. Auch generell zeigt sich in der Auswertung, dass eine *gute Dämmung einen massiven positiven Einfluss auf sinkende Verbräuche* hat. Beachtet werden muss jedoch auch hier ein abnehmender Grenznutzen. Insbesondere eine weitere Erhöhung der Dämmdicke über 14 cm bewirkt nur noch relativ geringe Einspareffekte. Das Ergebnis untermauert die Feststellung, dass gegebenenfalls andere Bereiche (ab Erreichen einer bestimmten Dämmstärke) kosteneffizienter die weitere Reduktion von Treibhausgasemissionen unterstützen können.
- **Grundsatz „Efficiency First“ darf nicht bedeuten „Efficiency um jeden Preis“** – Im Bereich der energetischen Modernisierung von (Wohn-)Gebäuden gilt seit langem der Leitsatz „Efficiency First“. Grundsätzlich ist es richtig und zielführend die erheblichen Energieeffizienzpotenziale und damit die Energieverbrauchssenkungspotenziale zu identifizieren und – soweit möglich und sinnvoll – auszuschöpfen. Die Dekarbonisierung der Bewirtschaftungsphase wird dabei grundsätzlich durch zwei Teilbereiche angetrieben. (1) Zunächst durch eine Senkung der Verbräuche. Hierzu sind massive Investitionen in die energetische Modernisierung der Bestände notwendig.<sup>11</sup> Angesichts der Notwendigkeit

---

<sup>10</sup> Anmerkung: äquivalenter Energiepreis (EUR/kWh) = jährliche Gesamtkosten der Maßnahme (EUR p. a.) / jährliche Endenergieeinsparung (kWh p. a.).

<sup>11</sup> Vgl. hierzu bspw. Studie zur Förderlücke von Bienert & Groh, 2020 im Auftrag des DMB, DV und GdW.

einer komplett erneuerbaren Energieversorgung sollten möglichst viele Gebäude energetisch verbessert werden, anstatt die Mittel in weniger Gebäude mit höchsten Effizienzniveaus zu lenken. Darüber hinaus wirkt (2) der Effekt der Dekarbonisierung der im Gebäude für die verbleibenden Verbräuche eingesetzten Energieträger.

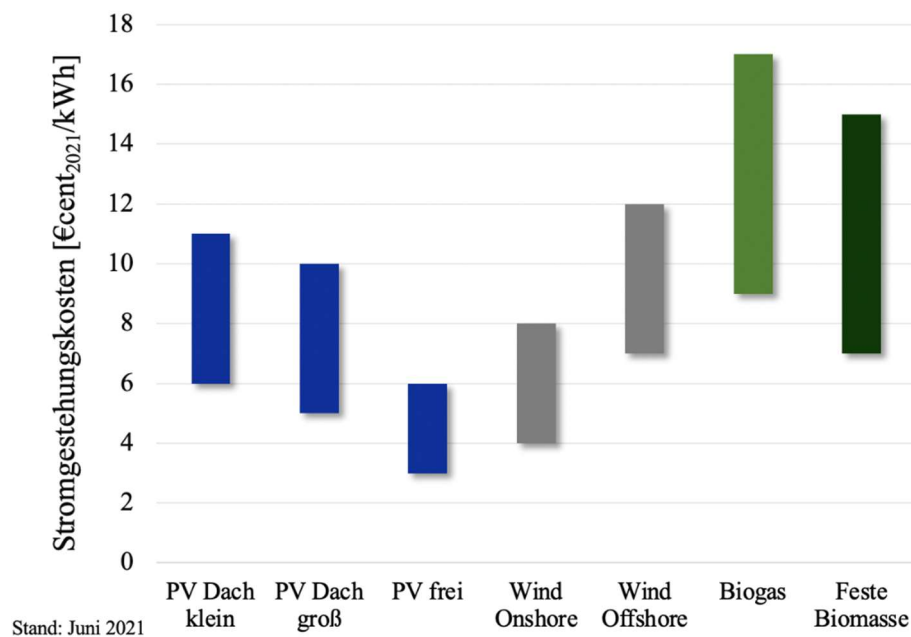
- **Forcierter Ausbau erneuerbarer Energieerzeugung erscheint fallweise als „bessere Investition“ im Vergleich zur weiteren Anhebung der Effizienzanforderungen** – Um zu entscheiden, ob für ein energetisch schlechtes Bestandsobjekt eine EffH 55 oder gar EffH 40 Sanierung umgesetzt werden sollte oder gegebenenfalls EffH 70 oder darüber und eine Abdeckung der verbleibenden Verbräuche durch erneuerbare Energieträger sinnvoller ist, müssen die jeweiligen Kosten analysiert werden. Hierzu können die oben ermittelten *Grenzvermeidungskosten den (Strom)-Gestehungskosten der erneuerbaren Energieträger*<sup>12</sup> gegenübergestellt werden (dieses Szenario ist somit insbesondere bei der angestrebten Forcierung von Wärmepumpen in Gebäuden bedeutend). Wesentlich ist die Feststellung, dass es um die volkswirtschaftlichen Kosten geht und somit eine makroökonomische und eben gerade nicht isoliert betriebswirtschaftliche Betrachtung erfolgt – deshalb sind hier die Energiekosten für den Endkunden von nachgelagerter Bedeutung. Ein **Vergleich dieser marginalen Vermeidungskosten mit den Gestehungskosten erneuerbarer Energieversorgung** (hier werden exemplarisch die Stromgestehungskosten aus erneuerbaren Quellen betrachtet) legt dabei offen, dass beispielsweise die Stromgestehungskosten bei Photovoltaik (PV), Windkraft etc. bei größer skalierten Anlagen im Bereich zwischen 5 bis 8 Cent/kWh notieren.<sup>13</sup> Bei einer annahmegemäß 40-jährigen Haltbarkeit der am Objekt durchgeführten energetischen Modernisierung und konservativen 10 bis maximal 15 Cent/kWh, zur Entscheidungsgrundlage mehr Effizienz oder mehr erneuerbare Energie, würde bereits im Bereich ab 6,- Euro energetischer Sanierungskosten je real eingesparter jährlicher kWh die Vorteilhaftigkeit des Ausbaus von Grünstrom überwiegen und damit volkswirtschaftlich von Vorteil sein (*statische Effizienz*).<sup>14</sup> Durch erneuerbare Energien (z. B. Windenergie, Solarthermie und PV sowie Biomasse/Biomethan im nachhaltig erzeugten und verfügbaren Rahmen) sind somit massive positive Effekte in Bezug auf die Steigerung der Gesamtenergieeffizienz aber auch der Wirtschaftlichkeit zu erwarten.

---

<sup>12</sup> Definition: In die Betrachtung fließen Anschaffungskosten, Lebensdauer, Betriebskosten etc. mit ein. Siehe Abschnitt 3.1.3.

<sup>13</sup> Vgl. ISE, 2021.

<sup>14</sup> Anmerkung: Bei Einbezug von Inflations- und Zinseszinsseffekten würden sich entsprechende Anpassungen ergeben (siehe Abschnitt 3.1.3).



**Abbildung 4 Gegenüberstellung der Stromgestehungskosten Erneuerbarer Energien<sup>15</sup>**

Neben Strom können ebenso die Wärmegestehungskosten, also Energiekosten erneuerbarer Wärme, von circa 15 Cent/kWh betrachtet werden. Bei einer Gegenüberstellung der Kosten energetischer Hüllenmodernisierungen und erneuerbarer Wärmebereitstellung zeigt sich dabei ebenso, dass die Hüllenmodernisierung zunächst klare Vorteile bei schlechtem energetischen Ausgangszuständen hat und sich die Vorteilhaftigkeit bei hohen energetischen Standards wieder umkehrt. Auch hier zeigt sich, dass im Bereich ab circa **6,00 Euro energetischer Sanierungskosten je eingesparter kWh die Vorteilhaftigkeit des Ausbaus von erneuerbarer Wärmebereitstellung oder eben Grünstrom überwiegt** (*statische Effizienz*). Auch wäre diese Alternative *dynamisch effizienter*, da weiterhin laufende (Energie-)Kosten der Nutzer bestehen würden, die somit dauerhaft einen Anreiz darstellen, um weitere Einsparmöglichkeiten zu suchen. Restriktionen bestehen somit in einer abnehmenden Wirtschaftlichkeit von Investitionen für notwendige energetische Modernisierungen der Bestände in Gegenüberstellung zum Ausbau Erneuerbarer Energien. Einschränkend müssen Aspekte einer möglichen hohen Preisdynamik bei zunehmender Nachfrage von Erneuerbarer Energie ins Feld geführt werden.

- **Dekarbonisierung des Energieträgers Strom muss Beitrag leisten** – Würde ein Gebäude beispielsweise ausschließlich mit Strom beheizt beziehungsweise allgemein versorgt und würde es sich hierbei ausschließlich um Grünstrom aus Erneuerbaren Energiequellen handeln, dann wäre per Definition das Klimaziel der vollständigen Dekarbonisierung des Objekts ohne jegliche Modernisierungen an der Gebäudehülle erreicht. Klar ist, dass *beide* Sektoren, also Immobilienwirtschaft und Energiewirtschaft einen Beitrag leisten müssen – und sich die Wohnungswirtschaft nicht „aus der Pflicht“ nimmt. Interessant ist jedoch, wo im internationalen Vergleich die deutschen Emissionsfaktoren (EF) des Stromnetzes gegenwärtig einzuordnen sind. Der **EF für den normalen Strommix notiert in Deutschland aktuell bei einem im internationalen Vergleich hohen Wert von knapp 0,4 (2020)**.<sup>16</sup> Im Vergleich dazu notiert

<sup>15</sup> Quelle: Eigene ISE, 2021.

<sup>16</sup> Vgl. UBA, 2021b.



der EF in Frankreich bei lediglich 0,052 (2019) und auch in Ländern mit weniger Atomstrom und bereits höherem Anteil an erneuerbaren Energieträgern bei nur 0,091 (Österreich) bzw. 0,086 (Finnland). Bis 2045 wird eine weitere Senkung des deutschen-Strom-EF auf 0,271 angestrebt (und 2050 gar 0,175). Damit wird klar, dass **im Vergleich zu anderen Ländern die Elektrifizierung von Immobilien in Deutschland heute noch mit einem schlechtem Treibhausgaseffekt verbunden ist** – wobei dieser Nachteil nicht dem Immobiliensektor zugeschrieben werden kann. Die **sukzessive Dekarbonisierung des Strommix bis zum Jahr 2045** spielt somit eine große Rolle und ein rascherer Ausbau regenerativer Energieerzeugung ist somit auch aus dieser Perspektive notwendig. Der Effekt des derzeit und in den kommenden Jahren noch relativ hohen EF wirkt sich bei der verstärkten Nutzung von Strom für die Wärmegegewinnung in Gebäuden somit unter Umständen kurzfristig negativ auf die CO<sub>2</sub>-Bilanz aus – obwohl diese Elektrifizierung gewünscht ist.<sup>17</sup>

- **Verpflichtende energetische Mindeststandards sind sinnvoll, aber mit Maß und Ziel** – Absehbar ist, dass es zu weiteren Verschärfungen und damit steigenden Anforderungen bei der energetischen Modernisierung kommen wird. So führt die EU-Kommission aus, dass im Rahmen der Umsetzung der Renovation Wave auch die EPBD überarbeitet wird und dabei geplant ist Mindeststandards einzuführen. Im Gespräch mit den Spitzenverbänden der europäischen Wohnungswirtschaft wurde hier auf die nationalen **Energieeffizienzklassen G und H der Energieausweise** verwiesen – ein Ansatz, der mit einem **zeitlichen Vorlauf von beispielsweise 8 bis 10 Jahren** durchaus tragbar und sinnvoll erscheint. Diese gezielte Sanierung der Objekte mit sehr hohen Verbräuchen auf einen sinnvollen Standard von beispielsweise Niedertemperatur-ready (was etwa EffH 70 entspricht) ist wichtig, da aus heutiger Sicht Restriktionen in der begrenzten Verfügbarkeit bestehen und zu anderen Sektoren Verwendungskonkurrenz des Grünstroms zu beachten und negative Preiswirkungen zu vermeiden sind. Dabei muss beachtet werden, dass dies ohne ausreichende Zuschussförderung aufgrund der begrenzten Mieten nicht leistbar wäre.
- **Schlechteste Wohngebäude müssen jedenfalls vorrangig (thermisch) saniert werden** – Ausgehend von aktuell durchschnittlichen Verbräuchen der deutschen Mehrfamilienhäuser in Höhe von circa 140 kWh/m<sup>2</sup> p. a. gibt es immer noch eine große Anzahl an Gebäuden mit sehr schlechter Energieeffizienz. Unsere Auswertung zeigt, dass die Grenzkosten der Sanierung zunächst moderat sind, wenn ausgehend von beispielsweise der Effizienzklasse G (> 200 & ≤ 250 kWh/m<sup>2</sup> p. a. Endenergiebedarf für Raumwärme und -kälte sowie Warmwasser) beziehungsweise Klasse H (>250 kWh/m<sup>2</sup> p. a.) energetische Modernisierungen angegangen werden. Jedoch ist diese Aussage nicht über den gesamten möglichen Sanierungsbereich aufrechtzuhalten. Das Niveau des EffH 55 entspricht approximativ der Effizienzklasse A+ oder A (je nach Größe des Gebäudes) und somit <50 kWh/m<sup>2</sup> p. a. Eine energetische Modernisierung des gesamten Bestands auf dieses Niveau ist jedoch nicht finanziell sinnvoll und nicht statisch effizient und würde dementsprechend eine Fehlallokation finanziellen Mitteln bewirken.

Aus Abbildung 5 wird sichtbar, dass insbesondere bei Mehrfamilienhäusern die energetisch schlechtesten zwei Klassen ein Potenzial von 16 % des Bestands umfassen, die für energetische Sanierungsäquivalente in Höhe von bis zu 2 % p. a. zur Erreichung des Zielpfads zugrunde gelegt werden könnten.

---

<sup>17</sup> Vgl. Auch LTRS “Eine erhöhte Nutzung von Strom im Gebäudesektor ist bei den Ausbaupfaden für erneuerbar erzeugten Strom zu berücksichtigen.“

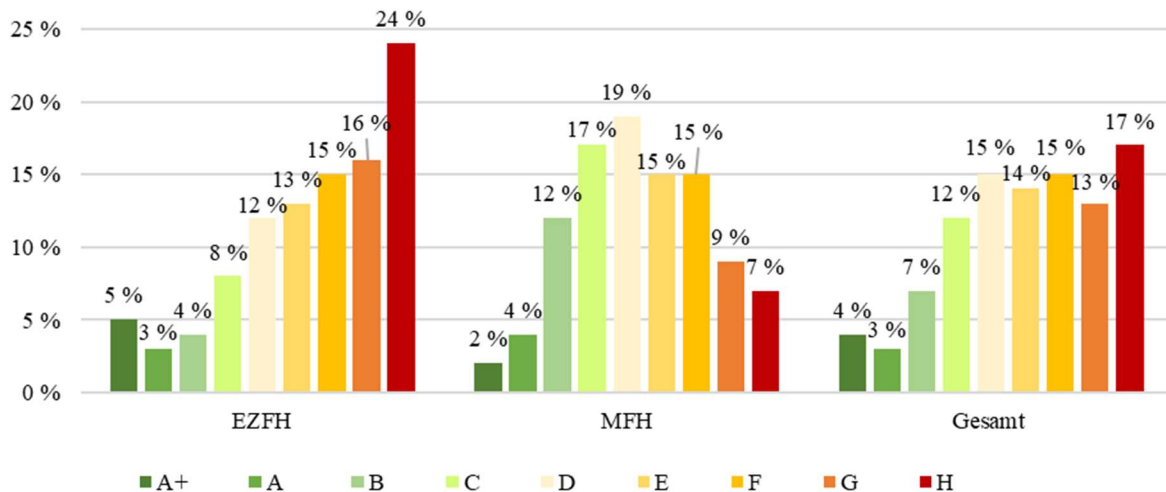


Abbildung 5 Häufigkeitsverteilung der Gebäude-Effizienzklassen nach Energiebedarf im deutschen Wohngebäudebestand<sup>18</sup>

- **Kontrollierte Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung in der Modernisierungspraxis bedingt nur moderate Einsparungen** – Beispielauswertungen bei 438 Wohneinheiten und like-for-like Vergleich mit und ohne dem Modernisierungsinstrument Wohnraumlüftung zeigen deutlich, dass sich nur moderate energetischen Einsparungen realisieren ließen. Es konnten Verbrauchsreduktionen in Höhe von 7,05 % realisiert werden und das trotz massiver Investitionskosten. Auch zeigen sich bei diesen Objekten ex post weitere Herausforderungen, die beispielsweise mit zu hoher sommerlicher Hitze einhergehen. Rechnet man die Graue Energie für Produktion und Einbau der Lüftung hinzu, so muss ein positiver Klimaeffekt generell kritisch hinterfragt werden. Im Rahmen von energetischen Sanierungsanforderungen und Förderungen sollte diese Lösung somit weniger im Vordergrund stehen.
- **Diskrepanz der ambitionierten Energiestandards und in der Praxis realisierten Einsparungen muss stärker beachtet werden** – Neben der in obiger Auswertung bereits gezeigten Diskrepanz zwischen errechneten Bedarfseinsparungen und tatsächlich realisierten Verbrauchseinsparungen können für dieses Dilemma weitere Beispiele angeführt werden. Hierfür wurde eine weitere Auswertung, der *in der Praxis tatsächlich erreichbaren Endenergieverbräuche in Abhängigkeit des umgesetzten Energiestandards*, ausgehend von 46 Objekten beispielhaft vorgenommen. Dabei kann Folgendes festgestellt werden:
  - Zwischen Neubauten und modernisierten Objekten gab es keine signifikanten Unterschiede. Insofern ist die konsequente energetische Ertüchtigung des Bestands grundsätzlich der richtige Weg, um die Erreichung von Klimazielen sicherzustellen.
  - Witterungsbereinigte Endenergieverbräuche von weniger als 80 kWh/m<sup>2</sup> p. a. (wohnflächenbezogen) für Heizung und Warmwasser sind in der Praxis kaum erreichbar. Durchschnittliche Werte notieren um 100 kWh/m<sup>2</sup> p. a.
  - Auch hohe energetische Standards wie EffH 55 konnten sich nicht mit signifikant geringeren Verbräuchen innerhalb der Vergleichsgruppe absetzen. Eine Verringerung des Endenergieverbrauchs mit sehr ambitionierteren energetischen Standards ist nicht erkennbar (siehe Abbildung 6).

<sup>18</sup> Quelle: eigene Darstellung nach BMWI, 2020a.

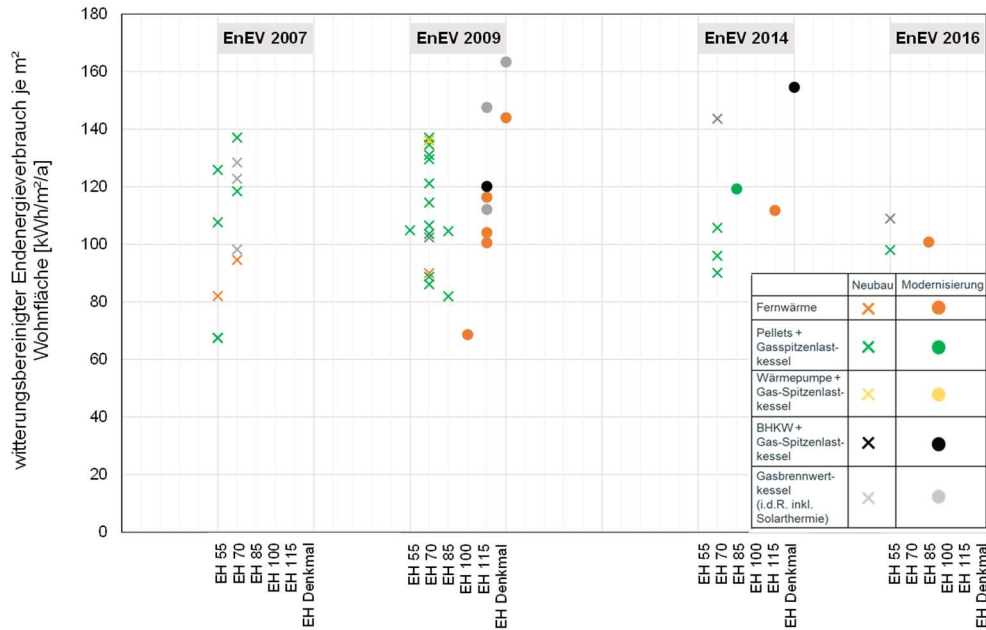


Abbildung 6 Vorteilhaftigkeit alternativer Effizienzhaus-Standards<sup>19</sup>

- Bei Gebäuden, die nur wenig Einsparungen durch Effizienzmaßnahmen erwarten lassen, sollte der Fokus auf einer Umstellung der Wärmeversorgung durch regenerative Energien wie z. B. Wärmenetzanbindung oder Wärmepumpenversorgung liegen.
  - Wenn durch das Verhalten der Nutzer oder sonstige Effekte, die sich dem Einfluss der Eigentümer entziehen, die theoretischen Verbrauchsreduktionen nachweislich in der Praxis deutlich geringer ausfallen und insbesondere bei 80 bis 100 kWh/m<sup>2</sup> p. a. eine faktische Grenze besteht, sollten Förderinstrumente und Anforderungen darauf Bedacht nehmen. Mehr regenerative Wärme und Strom wären auch hier wieder das Mittel der Wahl, um die noch vorhandenen Verbräuche wirksam zu dekarbonisieren.
- **„Niedertemperatur-ready“ ist ein wirtschaftlich und klimapolitisch sinnvoller Ansatz für künftige energetische Modernisierungen** – Zentral wird es im Jahr 2045 sein, den Gebäudebestand klimaneutral betreiben zu können. Hierfür muss sichergestellt werden, dass verbleibende Verbräuche von Erneuerbaren Energieträgern abgedeckt werden können. Durch Effizienzmaßnahmen am Gebäude muss hierzu der Endenergiebedarf soweit reduziert werden, dass eine effiziente Versorgung mit erneuerbaren Energien möglich wird (Niedertemperatursystem mit Flächenheizungen oder ausreichend großen Heizkörpern). Hierzu ist circa ein EffH 70 Standard (bzw. ein Verbrauch von durchschnittlich 70 kWh/m<sup>2</sup> p.a.) ausreichend. Gebäude sind Niedertemperatur-ready, wenn ihre *Heizungs-Vorlauftemperatur höchstens 55°C beträgt*. Parallel dazu sollte so viel Erneuerbare Energie gewonnen werden, dass die benötigte Endenergie so weit wie möglich lokal gedeckt werden kann. Dabei kommt der lokalen Energiegewinnung (PV, Umweltwärme) sowie grünen Nah- und Fernwärmeinfrastrukturen eine besondere Bedeutung zu. Im Zuge der anstehenden **Novellierung des GEG<sup>20</sup>** sollte dieser Standard aufgegriffen werden und auch in den Förderinstrumenten/-anforderungen seinen Niederschlag finden.

<sup>19</sup> Quelle: Eigene Auswertung in Kooperation mit Mitgliedsunternehmen des GdW.

<sup>20</sup> Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz – GEG).

- **Ausbau und Förderung von Quartiersansätzen** – Bestandsquartiere sind ein wichtiger Baustein zum Erreichen der Klimaziele. Quartierslösungen bergen massive Potenziale bei der Bewältigung drängender Herausforderungen in den Klimaschutzbereichen Mobilität, Erneuerbare Wärme und Energie. Es ist somit auch wesentlich deutliche Vereinfachungen umzusetzen, die die Wohnungswirtschaft in die Situation versetzen, unkompliziert im Quartier als Erzeuger und Verteiler der erzeugten (erneuerbaren) Energie aufzutreten. Konkret sollte dies durch eine Stärkung des KfW Programms „Energetische Stadtsanierung“ sowie durch Förderung von dezentralen Lösungen und Mieterstrommodellen durch Abschaffung der Netzentgelte sowie der Abgaben bei der Nutzung und Speicherung von dezentral erzeugtem Strom erfolgen.
- **Reduktion der Umsetzungshemmnisse energetischer Modernisierungen** – Neben finanziellen Bedenken gegen eine maximal technisch mögliche Steigerung der energetischen Effizienz im Bestand gibt es weitere operative Hürden, die zur Verbesserung der Rahmenbedingungen der Modernisierungen ebenfalls angegangen werden müssen. Eigentümer stehen nicht selten vor der Herausforderung, dass geplante Maßnahmen nicht reibungslos umgesetzt werden können. Gründe sind beispielsweise Einsprüche der Mieter oder Anrainer, schleppende oder sich widersprechende behördliche Genehmigungen beziehungsweise Anforderungen und Probleme bei der Suche nach Ersatzwohnungen für die Mieter bei tiefgreifenden Eingriffen in die Bausubstanz. Auch stehen die mit der energetischen Ertüchtigung einhergehenden Mieterhöhungen oft den Leistbarkeitsgrenzen der Bewohner entgegen und erzeugen sozialen Unfrieden.
- **Neue Sicht auf Förderung: Möglichkeiten des Energie- und Klimafonds (EKF) besser ausschöpfen** – Aufgrund der Notwendigkeit die Belastungsgrenzen der Mieter nicht zu übersteigen und den Eigentümern mehr Anreize zu bieten, sollten die KfW-Fördersätze in Form von Investitionszuschüssen deutlich steigen. Die über die (fossilen) Energieträger auf den Mieter/Nutzer überwältigten Kosten der notwendigen CO<sub>2</sub>-Zertifikate (entsprechend der CO<sub>2</sub>-Bepreisung in Folge des BEHG) sollten über den EKF eins zu eins in Aufstockungen der Zuschüsse/Förderungen der verschiedenen Bundesprogramme fließen. Hierdurch würden Anreize für weitere energetische Modernisierungen gesetzt und das Mieterhöhungspotenzial moderat gehalten werden. Bisher werden die Mittel des Fonds nicht in ausreichendem Maße wieder in die Wohnungswirtschaft gelenkt. Dies ist umso mehr erforderlich, als aufgrund der massiven Baukostensteigerungen die bisherige Dotierung der Zuschüsse relativ an Gewicht verliert. Die bereits im Jahr 2020 aufgestockten Mittel für das Marktanreizprogramm und die KfW-Förderung könnten so noch weiter ausgebaut werden. Die über die CO<sub>2</sub>-Bepreisung erzielten Einnahmen von bis zu 18 Mrd. Euro im Jahr 2023 könnten direkt über den EKF für Sanierungsmaßnahmen ausgeschüttet werden. Auch wäre eine Ausweitung von bauteilspezifischen Förderungsinstrumenten wünschenswert, die stärker auf solche Einzelmaßnahmen abzielen, die hohe Effizienzsteigerungen bedingen.
- **Großvolumige Bestände vorrangig angehen** – Die empirisch ermittelten Grenzvermeidungskosten notieren in großen Objekten unter denen in kleinen Objekten. Der **Fokus von Förderungen und damit auch Maßnahmen sollte somit insbesondere auf großvolumige Bestände gelenkt werden**. Skaleneffekte und letztlich relativ höhere THG-Reduktionen können so erzielt werden.
- **Fokus im Bestand auf THG-Emissionen und den Wärmeschutz entsprechend EffH 70 beziehungsweise Niedertemperatur-ready** – Wir hatten bei unserer Studie für den GdW in 2020 festgestellt: „Ausgehend von den hier angestellten Überlegungen (eines 95%-Szenarios) erscheint nur eine hohe Sanierungsrate bei einer umfangreichen energetischen Ertüchtigung

der vermieteten Bestandsobjekte auf EffH 55 als geeignet, um den geforderten Beitrag zur Erreichung der Klimaziele realisieren zu können.“<sup>21</sup> Ausgehend von den im Rahmen unserer aktuellen Auswertung generierten Daten erscheint eine sehr hohe Sanierungstiefe beim vermieteten Mehrfamilienhausbestand nicht zielführend, da diese in der Praxis (1) sehr hohe Grenzkosten, bei dann nur noch begrenzten weiteren Einsparungen generiert, (2) eine deutliche Diskrepanz zwischen Bedarf und tatsächlichem Verbrauch klafft, und (3) die Investition der finanziellen Mittel zu größeren Effekten beim forcierten Ausbau der erneuerbaren Energien führt (statische Effizienz). Die grundlegende Erkenntnis, dass die marginale Energieeinsparung mit zunehmendem Standard geringer wird und ab einem bestimmten Punkt andere Investitionen zur Erreichung der Klimaziele sinnvoller sind, konnte hier somit empirisch belegt werden. Um die Klimaziele jedoch auch bei einer Sanierung auf etwa die Hälfte des aktuellen Verbrauchsniveaus – somit circa 70 kWh/m<sup>2</sup> p. a. in dann vollsanierten Gebäuden zu erreichen, wäre neben einer Steigerung der jährlichen Sanierungsrate auf circa 2 % konsequenterweise im Vergleich zum 95%-Szenario ein noch intensiverer Ausbau der erneuerbaren Energien notwendig. Zusammenfassend ist die Erkenntnis wichtig, dass der künftige **Fokus des Gesetzgebers auf die tatsächlichen THG-Emissionen der Gebäude beziehungsweise Quartiere gerichtet sein sollte. Hierbei ist die Steigerung der Sanierungsrate und Erreichung des EffH 70-Standards zur Umsetzung einer flächendeckenden Niedertemperatur-readiness als Zielvorgabe für die Wohnungswirtschaft sinnvoll. Die Klimaziele werden dann zu volkswirtschaftlich optimalen Kosten erreicht, wenn verbleibende Verbräuche durch den forcierten Ausbau erneuerbarer Energie abgedeckt werden.** Entsprechend der Klimaziele sollte die CO<sub>2</sub>e-Intensität und damit die THG-Emissionen im Mittelpunkt der Regulierung stehen. Ein „**Mix**“ aus **höherer erneuerbarer Energiebereitstellung und geringerer Sanierungstiefe im Sinne einer „Niedertemperatur-readiness“ wäre somit aus wirtschaftspolitischer Sicht kostenoptimal** und auch besser in Bezug auf die Treffsicherheit. Eine Senkung der Verbräuche und energetische Sanierung der Mehrfamilienhausbestände auf EffH 70 und die nochmals verstärkte Lenkung der Mittel in den Aufbau der Kapazitäten für Grünstrom und andere erneuerbare Energien sind wichtig. **Eine stärkere Dekarbonisierung der Energiewirtschaft bis 2030 ist kostengünstiger in der Gegenüberstellung zu höheren Sanierungstiefen im Gebäudebestand.** Hierdurch würde auch das Ziel leistbares Wohnen zu fairen Preisen sicherzustellen sowie den sozialen Frieden zu wahren unterstützt.

---

<sup>21</sup> Vgl. Bienert & Groh, 2020 im Auftrag des DMB, DV und GdW.

# 1. AUFTRAGSHINTERGRUND

## 1.1. AUSGANGSSITUATION UND ZIELSETZUNG

Zur Erreichung der deutschen Klimaziele muss die energetische Gebäudemodernisierung einen wesentlichen Beitrag leisten. Die Wohnungswirtschaft steht dementsprechend vor der Herausforderung ihre Bestände in den nächsten Jahrzehnten in einen klimaneutralen Zustand zu führen. Dabei sollten einerseits Investitionsmittel in Bezug auf den Zielbeitrag effizient eingesetzt werden und andererseits soziale Belange in die Umsetzung miteinfließen – Stichwort: Leistbarkeit. Wie dies aus gesamtgesellschaftlicher Sicht bestmöglich zu erreichen ist wird derzeit diskutiert. Einige Akteure fordern einen strikt effizienzbasierten Lösungsansatz, der eine hohe Modernisierungsrate auf Durchschnittsniveau EffH 55 (oder sogar EffH 40) vorsieht. Insbesondere der grüne Aktionsplan „faire Wärme“ vertritt diesen Ansatz.<sup>22</sup> Im Gegensatz hierzu entsteht jedoch ebenso eine wachsende wissenschaftliche Evidenz, die nahelegt, dass ein rein auf die Maximierung der energetischen Effizienz von Gebäuden fokussierter Ansatz möglicherweise signifikant teurer in der Umsetzung wäre als eine Dekarbonisierung, bei der die Immobilien lediglich für eine effiziente Versorgung mit erneuerbaren Energien optimiert werden.

Der **Bundesverband deutscher Wohnungs- und Immobilienunternehmen e. V. (GdW)** und der **Verband für Dämmsysteme, Putz und Mörtel e. V. (VDPM)** haben Prof. Dr. Sven Bienert vor diesem Hintergrund beauftragt, im Rahmen der vorliegenden Studie mit wohnungswirtschaftlichem Blick zu analysieren, wie ein auf ein Erneuerbaren Energien basierendes Szenario mit dazu notwendiger Energieeffizienz (2045 ready) gegebenenfalls aussehen kann. Hierbei soll insbesondere der Frage nachgegangen werden, bis zu welchem Niveau die energetische Sanierung der Bestände volkswirtschaftlich sinnvoller scheint und wie dabei simultan die Erreichung der klimapolitischen Ziele für den Sektor sichergestellt werden kann. Die Sinnhaftigkeit eines rein auf maximaler Energieeffizienz basierendes Szenario soll in diesem Zuge kritisch hinterfragt werden. Im Rahmen der Ausarbeitung sollen insbesondere praktische Erfahrungen von Wohnungsunternehmen sowie die konkrete Kostenstruktur durchgeführter Effizienzmaßnahmen in die Analyseschritte einfließen.

Vor diesem Hintergrund ergeben sich folgende Zielsetzungen:

- Gewinnung von Erkenntnissen darüber, ob Modernisierungen von Mehrfamilienhäusern (MFH) im Bestand auf KfW EffH 40 oder EffH 55 aus volkswirtschaftlicher Sicht statisch und dynamisch effizient und treffsicher wären.
- Auf realen Sanierungsdaten der Wohnungsunternehmen basierte Isolierung marginaler Vermeidungskosten bei hohen energetischen Sanierungsanforderungen.
- Einordnung von gegebenenfalls bestehender Diskrepanz zwischen theoretischen Einsparungen (Bedarfsrechnung) und ex post realisierter Verbrauchsminderung.
- Abwägung/Vergleich einer Kombination aus höherer erneuerbarer Energiebereitstellung und gegebenenfalls geringerer Sanierungstiefe im Sinne einer „Niedertemperatur-readiness“ mit einer reinen Effizienzsteigerung der Wärmeversorgung, hinsichtlich der damit korrespondierenden Umsetzungs- und Betriebskosten.
- Einschätzung der Potenziale von Lösungsansätzen auf Quartiersebene. Dabei insbesondere die Rolle von grünen Nah- und Fernwärmeinfrastrukturen.
- Implikationen für (künftige) Förderinstrumente und Kennzahlen zur laufenden Überprüfung der Zielerreichung.

---

<sup>22</sup> Bündnis 90/Die Grünen, 2021.

- Diskussion von Umsetzungshemmnissen, (verhaltensinduzierten) Diskrepanzen zwischen Bedarf und realem Verbrauch.
- Prüfung der oben genannten Ansätze hinsichtlich ihrer Taxonomiekonformität.
- Fallbedingte Prognose der Leistbarkeit und Erschwinglichkeit einer erhöhten Mietbelastung aus Sicht der Mieter.

In der vorliegenden Studie soll dabei der Fokus verstärkt auf die volkswirtschaftliche Betrachtung und deren Implikationen für die Mittelallokation gelegt werden. Einzelwirtschaftliche Aspekte werden zwar miteinbezogen, sollen aber eine nachgelagerte Rolle bei der Ergebnisfindung spielen.

## 1.2. AUFTRAGGEBER

---

Auftraggeber:	Bundesverband deutscher Wohnungs- und Immobilienunternehmen e. V. (GdW) z. Hd. Dr.-Ing. Ingrid Vogler Klingelhöferstraße 5 D – 10785 Berlin
	Verband für Dämmsysteme, Putz und Mörtel e. V. (VDPM) z. Hd. Dr. Hans Joachim Riechers Reinhardtstraße 14 D – 10117 Berlin
Auftrag vom:	15. Juli 2021
Auftragsgegenstand / Grund der Stellungnahme:	Erstellung eines Berichts und Präsentation zur Untersuchung der Effizienz und Abwägung möglicher Dekarbonisierungsmaßnahmen für Mehrfamilienhäuser in Deutschland
Seitens der Auftraggeber bereitgestellte Unterlagen:	Diverse Datensätze zu Energieverbräuchen und –bedarf sowie weitere interne Daten der teilnehmenden Wohnungsbauunternehmen.
Erfolgte Abstimmungs-gespräche:	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Diverse Vorbesprechungen und Telefonate zwischen Frau Dr.-Ing. Ingrid Vogler, Prof. Dr. Sven Bienert und Dr. Hans Joachim Riechers</li><li>2. Kick-off sowie Zwischenpräsentationen der Ergebnisse bei den teilnehmenden Wohnungsbaugesellschaften und Mitgliedsunternehmen des VDPM.</li></ol>

---



### 1.3. AUFBAU DER STUDIE UND ANALYSESCHRITTE

Zunächst erfolgt eine Einführung in die Thematik vor dem Hintergrund der aktuellen europäischen und deutschen Klimaziele mit spezifischem Bezug auf den (Wohn-)Gebäudesektor. Hierbei wird herausgearbeitet, was ausgehend vom Gebäudebestand und dessen gegenwärtigem energetischen Zustand bis zum Jahr 2030 beziehungsweise 2045, entsprechend den verschiedenen aktuellen Szenarien als Sektorenbeitrag erreicht werden muss. Der Fokus liegt dabei auf dem vermieteten MFH-Bestand. Hierzu werden auch zentrale Begriffe und Konzepte erörtert, wie der Begriff der „Klimaneutralität“ und Anforderungen an Gebäude hinsichtlich ihrer energetischen Eigenschaften über Effizienzklassen beziehungsweise die bekannten KfW-Effizienzhausstandards.

In einem zweiten Schritt wird eine empirische Untersuchung, basierend auf realen Messdaten abgeschlossener energetischer Sanierungsmaßnahmen inklusive deren Kosten und Zielerreichungen, durchgeführt. Die Datenpunkte sowie zusätzliche ausführlichere Informationen zu Fallbeispielen wurden vom GdW und dessen wohnungswirtschaftlichen Partnerunternehmen zur Verfügung gestellt. Der Kern der Betrachtung in diesem Abschnitt liegt auf der wirtschaftlichen und technischen Realisierbarkeit von (politischen) Vorgaben bezüglich der Klimaziele im vermieteten Wohngebäudebestand. Dabei wird auf die aktuellen Voraussetzungen eines „Effizienzszenarios“ abgestellt und die Notwendigkeit der durchschnittlichen Sanierung auf EffH 55 beziehungsweise 40 kritisch hinterfragt. Dazu wird aus den Daten ein Zusammenhang zwischen energetischem Sanierungsniveau und den damit verbundenen Kosten hergeleitet, um die marginalen Grenzkosten der Vermeidung einer weiteren Einheit Endenergie im vermieteten Wohngebäudebestand zu isolieren. Die zentrale Arbeitshypothese dabei ist, dass Vermeidungskosten bei bisher ungedämmten beziehungsweise allgemein energetisch schlechten Objekten zunächst moderat sind und dann mit zunehmender Sanierungstiefe sukzessive ansteigen. Es wird der Kernfrage nachgegangen, ab welchem energetischen Gebäudezustand eine weitere energetische Ertüchtigung der Immobilien aus rein wirtschaftlichen Erwägungen heraus nicht mehr sinnvoll erscheint. Eine Gegenüberstellung der energetischen Modernisierungskosten mit den Gestehungskosten erneuerbarer Energieerzeugung soll darauf aufbauend ermöglichen, ein aus volkswirtschaftlicher Sicht sinnvolles Niveau in Bezug auf die energetischen Modernisierungsanforderungen im Bestand ableiten zu können. Diese Untersuchung wird durch eine Betrachtung mehrerer konkreter Fallbeispiele ergänzt, die den Einfluss des Energieträgers und der Emissionsfaktoren, Überlegungen zur kontrollierten Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung sowie der Dämmstärke bei der energetischen Optimierung der Gebäudehülle beleuchten.

In einem darauf aufbauenden Abschnitt werden ausgehend von den empirischen Erkenntnissen und unter Einbeziehung von aktuellen Forschungsergebnissen anderer Experten, Schwerpunkte und Herausforderungen für die zukünftigen politischen Instrumente hinsichtlich einer Dekarbonisierung des deutschen Wohngebäudebestand identifiziert und erläutert. Neben einer wirtschaftlich möglichst effizienten Nutzung verfügbarer finanzieller Mittel wird dabei auch die soziale Dimension der Schaffung eines klimaneutralen Gebäudebestands beleuchtet.

Abschließend werden die beschriebenen Ansatzpunkte für gebäudespezifische Maßnahmen in Empfehlungen überführt. Zum Beispiel hinsichtlich der anstehenden Novellierung des GEG im Jahr oder der Ausgestaltung von Förderinstrumenten.

## 2. RAHMENBEDINGUNGEN UND GRUNDLAGEN

### 2.1. STATUS QUO DER KLIMAPOLITIK

#### 2.1.1. Internationale Klimaziele, Pariser Abkommen und COP26

Im Jahr 1992 wurde in Rio de Janeiro die **Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen** (englisch: United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC) ins Leben gerufen.<sup>23</sup> Seit 1995 finden dazu jährliche Weltklimakonferenzen (United Nations Climate Change Conferences, Conference of Parties, **COP**) statt.

Erste verbindliche Ziele wurden durch das Protokoll von Kyoto zum Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen im Jahr 1997 verabschiedet.<sup>24</sup>

Auf der COP21 („Pariser Konferenz“) entwickelten Vertreter von 196 Ländern im Jahr 2015 das sogenannte **Pariser Abkommen**. Hauptziel des Abkommens ist eine Begrenzung des globalen Temperaturanstiegs auf deutlich unter 2°C im Vergleich zum vorindustriellen Zeitalter. Zudem sollen Anstrengungen unternommen werden, den globalen Temperaturanstieg idealerweise auf 1,5°C zu begrenzen.<sup>25</sup>

Die im Jahr 2021 in Glasgow stattgefundenene **COP26** hat den Umfang der erforderlichen Anstrengungen weiter präzisiert. Es wurde beschlossen, dass die Bemühungen fortgesetzt werden, um unter 1,5°C Erderwärmung zu bleiben, da die negativen Auswirkungen des Klimawandels bei 1,5°C im Vergleich zu 2°C "viel geringer" sein werden.<sup>26</sup> Zudem schafft der Beschluss die Verbindung zwischen langfristigen und kurzfristigen Zielen, indem er unterstreicht, dass eine gute Chance die 1,5°C-Grenze zu erreichen nur dann gegeben ist, wenn die CO<sub>2</sub>-Emissionen bis 2030 um 45 % unter das Niveau von 2010 und bis zur Mitte des Jahrhunderts auf (netto) Null abgesenkt werden.<sup>27</sup> Zum Stand des Jahres 2020 zeigte eine Untersuchung des Climate Action Tracker (CAT), dass die globalen Nationally Determined Contributions (NDCs) noch lange nicht ausreichten, um das 2°C-Ziel zu erreichen, sondern zu einer Erwärmung von 2,1 bis 3,3°C führen würden.<sup>28</sup> Diese Aussicht hat sich nun etwas verbessert. **Die aktuellen bereits umgesetzten politischen Maßnahmen würden weltweit nun zumindest reichen, um die Erderwärmung auf zu 2,7°C zu begrenzen.**<sup>29</sup> Sollten auch alle Zusagen und langfristigen Ziele implementiert werden, würde dies den Temperaturanstieg hingegen weiter verlangsamen und die Erhöhung der globalen Durchschnittstemperatur auf 2,1°C im Vergleich zum vorindustriellen Niveau begrenzen. Erstmals deutet das optimistischste Szenario sogar darauf hin, dass die globale Erwärmung möglicherweise sogar nur 1,8°C betragen könnte (siehe Abbildung 7). Die Verbesserung wurde maßgeblich durch die Berücksichtigung der jüngsten Netto-Null-Ziele der USA sowie Chinas bewirkt. Das Ziel der EU bis 2050 die vollständige Klimaneutralität der Wirtschaft zu erreichen war von CAT bereits zuvor berücksichtigt und bleibt als dringend notwendige Voraussetzung von den angepassten Zielsetzung Chinas und der USA unberührt.

---

<sup>23</sup> UNFCCC, 1992.

<sup>24</sup> Vgl. UNFCCC, 1997.

<sup>25</sup> Vgl. UNFCCC, 2015.

<sup>26</sup> Vgl. UNFCCC, 2021, par. 21.

<sup>27</sup> Vgl. Obergassel et al., 2021.

<sup>28</sup> Vgl. CAT, 2020.

<sup>29</sup> Vgl. CAT, 2021.

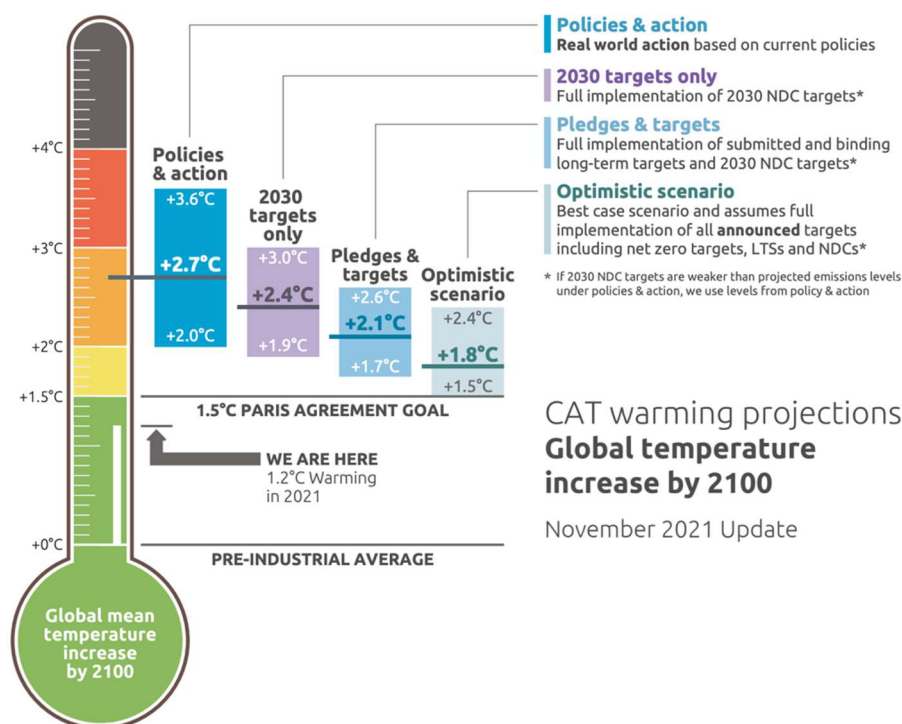


Abbildung 7 Climate Action Tracker “Global warming projections 2021”<sup>30</sup>

Fest steht, dass der fortschreitende Klimawandel und damit einhergehende transitorische<sup>31</sup> („transition risks“) und physische Klimarisiken<sup>32</sup> („physical risks“) dazu geführt haben, dass die Staatengemeinschaft im Zeitraum 2019 bis 2022 deutlich mehr regulatorische Maßnahmen zur Begrenzung des Klimawandels umgesetzt hat, also noch vor wenigen Jahren.<sup>33</sup> Zusammenfassend ist davon auszugehen, dass aufgrund des sukzessive ansteigenden Handlungsbedarfs auch der Druck weitere regulatorische Maßnahmen zu setzen auf dem aktuell hohen Niveau verharren beziehungsweise weiter zunehmen wird.

### 2.1.2. Europäische Klimapolitik

Die EU hat sich ausgehend von ihren international eingegangenen Verpflichtungen eigene Klimaschutzziele mit entsprechenden Meilensteinen für die Jahre 2020, 2030 und 2050 auferlegt. **Auch im europäischen Kontext nimmt das Ambitionsniveau stetig zu:** so wurde im Dezember 2020 von den EU-Staats- und Regierungschefs beschlossen, das Klimaziel der EU für das Jahr 2030 weiter anzuheben. Die THG-Emissionen sollen nunmehr um mindestens 55 % – statt

<sup>30</sup> Quelle: CAT, 2021.

<sup>31</sup> Definition: „Transitionsrisiken beschreiben das Gefahrenpotenzial bedingt durch einen schnellen (gesellschaftlichen) Wandel in Folge hoher Mitigationsanstrengungen. Sie können insbesondere aufgrund von regulatorischen Eingriffen oder einem sich verändernden Marktumfeld (wie bspw. Nachfrageverschiebungen), erhöhten Energiekosten oder der Einführung einer CO<sub>2</sub> Steuer auftreten.“ Bienert, Geiger und Spanner, 2020.

<sup>32</sup> Definition: „Physische Risiken sind hingegen auf eine steigende Anzahl und Intensität von Extremwetterereignissen zurückzuführen und verursachen insbesondere Schäden, beispielsweise in Form von Ernteausfällen, Gebäude-, Sach- und Infrastrukturschäden.“ Bienert, Geiger und Spanner, 2020.

<sup>33</sup> The World Bank, 2021.

der bisherigen Zielgröße von 40 % – gegenüber 1990 gesenkt werden.<sup>34</sup> Für das Jahr **2050** besteht das zentrale Ziel in einer **vollständigen Dekarbonisierung aller Sektoren** und dementsprechend **Netto-Null-Emissionen**<sup>35</sup> der europäischen Wirtschaft.<sup>36</sup>

Zur Umsetzung hat die EU-Kommission in den letzten Jahren verschiedene Regulierungsvorhaben erfolgreich umgesetzt. Hervorzuheben sind dabei insbesondere die Energy Performance ob Buildings Directive (EPBD) im Jahr 2018 sowie der EU Green Deal im Jahr 2019.<sup>37</sup>

Die EU teilt die Umsetzung der Klimaziele in der europäischen Wirtschaft in klimapolitische Bereiche auf. Differenziert wird in Segmente, die dem EU-ETS unterliegen und anderen, Nicht-EU-ETS-Sektoren, unter die zum jetzigen Zeitpunkt insbesondere auch noch der Gebäudesektor subsummiert wird.<sup>38</sup> Der EU-ETS funktioniert nach dem „Cap and Trade“ Prinzip. Dazu wurden gemessen am pro Kopf BIP länderspezifische Reduktionsziele in der Lastenteilungsentscheidung (Effort Sharing Decision, ESD) festgelegt.<sup>39</sup> In den Nicht-EU-ETS-Sektoren soll dennoch der Treibhausgasausstoß bis 2030 um 30 % gegenüber dem Jahr 2005 sinken, jedoch sind spezifische Zielvorgaben für den Gebäudesektor als derzeit noch Nicht-EU-ETS-Sektor nicht vorgegeben. Im „Fit for 55 package“ vom Juli 2021 finden sich nunmehr Vorschläge, die darauf abzielen den **Emissionshandel auch auf den Gebäudesektor auszuweiten** beziehungsweise zu übertragen.

Als einen weiteren Bestandteil des EU-Green Deal hat die EU-Kommission am 14. Oktober 2020 ihre Strategie für eine sogenannte „**Renovation Wave**“, Renovierungswelle für Klimaneutralität und Markterholung, präsentiert.<sup>40</sup> Die **jährliche Gebäuderenovierungsrate in der EU soll dadurch bis 2030 mindestens verdoppelt werden**.<sup>41</sup> Derzeit sind etwa 75 % der Gebäude in der EU nicht energieeffizient, doch 85–95 % der heutigen Bestandsgebäude werden im Jahr 2050 noch in Betrieb sein.<sup>42</sup> Aktuell beträgt die Rate der jährlichen energetischen Gebäudesanierungen im Wohngebäudebestand sowohl in Europa als auch in Deutschland nur etwa 1 % des Gesamtbestands.<sup>43</sup>

Wichtig ist der EU auch die Stärkung der Marktkräfte bei der **Differenzierung von nachhaltigen Immobilienanlagen**. Hierzu dient insbesondere die **Taxonomie-Verordnung**<sup>44</sup> aus dem Jahr 2020.<sup>45</sup> Am 15. Dezember 2021 gab die europäische Kommission hierzu bekannt, dass auf **EU-Ebene Mindeststandards für die Gesamtenergieeffizienz** eingeführt werden, die

---

<sup>34</sup> Vgl. Europäische Kommission, 2021a.

<sup>35</sup> Anmerkung: Für die dt. Immobilienwirtschaft bedeutet dies Real-Null-Emissionen, während für manche Sektoren (Energie & Landwirtschaft) kleine positive Emissionsmengen verbleiben, die jedoch ausgeglichen werden müssen. Siehe hierzu auch Abschnitt 2.2.1.

<sup>36</sup> Vgl. Europäische Kommission, 2021b.

<sup>37</sup> Vgl. Europäische Kommission, 2019; Europäische Kommission, 2021c.

<sup>38</sup> Vgl. Europäische Kommission, 2021d.

<sup>39</sup> Ebenda.

<sup>40</sup> Vgl. Europäische Kommission, 2020a.

<sup>41</sup> Ebenda.

<sup>42</sup> Vgl. Europäische Kommission, 2021d.

<sup>43</sup> Vgl. Europäische Kommission, 2019.

<sup>44</sup> Langname: Verordnung (EU) 2020/852 des Europäischen Parlaments und des Rates vom Juni 2020 über die Einrichtung eines Rahmens zur Erleichterung nachhaltiger Investitionen und zur Änderung der Verordnung (EU) 2019/2088.

<sup>45</sup> Vgl. EUR-Lex, 2020.

vorsehen, dass die 15 % des Wohngebäudebestands mit der schlechtesten Energieeffizienz bis 2030 von den Klassen G und H des Energieausweises auf mindestens die Klasse F<sup>46</sup> angehoben werden müssen. Diese zunächst erfolgende Konzentration auf die Gebäude mit der schlechtesten Energieeffizienz ist dabei gemäß EU-Kommission in Bezug auf zwei Zielstellungen kompatibel: die Dekarbonisierung des Gebäudebestandes wird vorangetrieben und simultan die Bekämpfung der Energiearmut unterstützt.<sup>47</sup>

### 2.1.3. Klimapolitik auf Bundesebene

Deutschland hat in jüngster Vergangenheit drei wesentliche Regulierungsschritte zum Klimaschutz gesetzt. Hierzu zählen der Klimaschutzplan 2050 (KSP 2050), das Klimaschutzprogramm 2030 und das Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG). Die sich daraus ergebenden Rahmenbedingungen, sowie die Klimaschutznovelle 2021, das Gebäudeenergiegesetz (GEG), das Brennstoffemissionshandelsgesetz (BEHG) und der gebäuderelevante Teil des von SPD, Bündnis 90/Die Grünen und FDP kürzlich vorgestellten Koalitionsvertrags werden im Folgenden erläutert.

Das **Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG)** dient der Umsetzung der Beschlüsse des Klimaschutzprogramms 2030. Es trat am 18.12.2019 in Kraft und soll die Erfüllung der nationalen Klimaschutzziele sowie die Einhaltung der europäischen Zielvorgaben gewährleisten (siehe oben). Die Kernelemente des KSG umfassen:<sup>48</sup>

- Festlegung der jährlichen Emissionsgrenzen in den Sektoren Energiewirtschaft, Industrie, Gebäude, Verkehr, Land- und Forstwirtschaft sowie Abfallwirtschaft.
- Transparente Erfolgskontrolle der Sektorenziele und Sofortprogramm zur Nachbesserung bei Zielverfehlung.
- Klimaneutralität der Bundesverwaltung bis zum Jahr 2030.

Kurz nachdem die Klimaziele der EU verschärft wurden urteilte das Bundesverfassungsgericht am 29.04.2021, dass das zu diesem Zeitpunkt geltenden KSG verfassungswidrig ist, da hohe Emissionsminderungslasten unumkehrbar auf Zeiträume nach 2030 verschoben würden, die die Freiheitsgrundrechte heute jüngerer Menschen in der Zukunft unverhältnismäßig einschränken.<sup>49</sup> Am 24.06.2021 hat der Bundestag vor diesem Hintergrund die Klimaschutznovelle (KSG 2021) beschlossen.<sup>50</sup> Diese hat unter anderem eine Anhebung der CO<sub>2</sub>e-Minderungsziele im Zeitverlauf zum Inhalt. Die bis zu diesem Zeitpunkt geltende Zielvorgabe einer 55%igen Reduktion bis 2030 im Vergleich zu 1990 wurde um weitere 10 Prozentpunkte auf 65 % angehoben. 2040 soll die Minderung bereits bei 88 % liegen. Das **Ziel der Klimaneutralität**, welches zuvor für 2050 terminiert war, wurde ebenfalls vorgezogen und soll **nun bereits im Jahr 2045 erreicht werden**. Angesichts der angehobenen Ziele muss das Tempo der Dekarbonisierung gegenüber dem Status Quo in den kommenden Jahren insgesamt mehr als verdoppeln und dann bis 2030 nahezu verdreifacht werden.<sup>51</sup>

---

<sup>46</sup> Anmerkung: Die hier beschriebenen Energieeffizienzklassen sind nicht analog zu den im GEG geregelten und reichen nur von A bis G und nicht von A+ bis H.

<sup>47</sup> Vgl. Europäische Kommission, 2021d.

<sup>48</sup> Vgl. Bundesregierung, 2019.

<sup>49</sup> Vgl. Bundesverfassungsgericht, 2021.

<sup>50</sup> Vgl. Bundesregierung, 2021a.

<sup>51</sup> Vgl. BMWi, 2022.

Zur Umsetzung der ambitionierteren Zielsetzung wurden auch die Sektorenziele für Energiewirtschaft, Gebäude, Verkehr, Industrie und Landwirtschaft angepasst. Im Verhältnis zum vorherigen Plan wurde dabei das **Dekarbonisierungsziel für den Gebäudesektor** am wenigsten angehoben.<sup>52</sup> Das neue Ziel für den Sektor liegt nun bei einem **maximalen Ausstoß von 67 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>e im Jahr 2030, was einer Reduktion um 68,1 % im Vergleich zu 1990 entspricht.**<sup>53</sup> Das Ambitionsniveau des Gebäudesektors für 2030 wurde somit um lediglich 1,4 bis 2,4 Prozentpunkte erhöht (KSP 2050 in der Gegenüberstellung zur Klimaschutznovelle 2021). Ein im Vergleich zum Gebäudesektor überproportional größerer Anteil der zusätzlichen CO<sub>2</sub>e-Einsparungen wurde somit anderen Sektoren zugeschrieben. Am stärksten betroffen ist der Energiesektor, dessen Zielvorgabe für 2030 nunmehr um 14,5 bis 16,1 Prozentpunkte höher notiert als noch auf Grundlage des KSP 2050.

Die für den Gebäudesektor relevanten Vorgaben um die Zielstellung ausgehend vom KSG zu erreichen, finden sich insbesondere im BEHG sowie im GEG.

Am 24.11.2021 haben **SPD, Bündnis 90/Die Grünen und FDP ihren gemeinsam Koalitionsvertrag 2021–2025** „Mehr Fortschritt wagen – Bündnis für Freiheit, Gerechtigkeit und Nachhaltigkeit“ vorgelegt.

Im Abschnitt „Klima, Energie, Transformation“ finden sich unter anderem folgende zentrale Festlegungen:<sup>54</sup>

- Im Jahr 2022 soll das KSG weiterentwickelt und ein Klimaschutz-Sofortprogramm „auf den Weg gebracht“ werden.
- Der **Ausbau der Erneuerbaren Energien soll drastisch beschleunigt** werden.
- Das Erneuerbaren-Ziel wird auf einen Bruttostrombedarf von 680 bis 750 TWh im Jahr 2030 ausgerichtet.
- Der **Ausbau der dezentralen Erzeugung** Erneuerbarer Energien soll gestärkt werden.
- Planungs- und Genehmigungsverfahren für Anlagen zu Erzeugung der Erneuerbaren Energie sollen erheblich beschleunigt werden.
- Alle geeigneten **Dachflächen sollen künftig für die Solarenergie** genutzt werden. Bei **gewerblichen Neubauten soll dies verpflichtend**, bei privaten Neubauten soll es die Regel werden. Bürokratische Hürden sollen dahingehend abgebaut werden.
- Im Rahmen der Novellierung des Steuer-, Abgaben- und Umlagensystems soll die **Förderung von Mieterstrom- und Quartierskonzepten** vereinfacht und gestärkt werden.
- Es wird angestrebt einen sehr hohen Anteil des Heizwärmebedarfs durch Erneuerbare Energien abzudecken. Bis 2030 soll 50 % der Wärme klimaneutral erzeugt werden.

In Ausführungen zu den Bereichen „Bauen und Wohnen“ steht im Koalitionsvertrag zudem zusammengefasst:<sup>55</sup>

- Es soll ein Förderprogramm für den Wohnungsneubau eingeführt werden, das insbesondere die **THG-Emissionen pro m<sup>2</sup> Wohnfläche** als zentrale Kennzahl berücksichtigt. Dazu wird eine Novellierung des GEG erfolgen:

---

<sup>52</sup> Anmerkung: Diese Aussage folgt eigenen Berechnungen basierend auf den Angaben von BMU (2016) und BMU (2021b).

<sup>53</sup> Vgl. Bundesregierung, 2021b; BMU 2021c.

<sup>54</sup> Vgl. SPD, BÜNDNIS 90 / DIE GRÜNEN & FDP, 2021, S. 54.

<sup>55</sup> Vgl. SPD, BÜNDNIS 90 / DIE GRÜNEN & FDP, 2021, S. 88.

- Zum 1. Januar 2025 sollen **neu eingebaute Heizungen auf der Basis von 65 % durch erneuerbare Energien** betrieben werden.
- Zum 1. Januar 2024 werden die GEG-Standards für **Maßnahmen an Bestandsgebäuden so angepasst**, dass die auszutauschenden Teile dem **KfW-EffH 70 entsprechen**.
- Zum 1. Januar 2025 werden die **Standards für den Neubau an den KfW-EffH 40** angeglichen.
- Im Rahmen der Innovationsklausel können daneben gleichwertige, dem Ziel der Emissionsreduzierung dienliche Maßnahmen eingesetzt werden.
- Der Quartiersansatz und die Innovationsklausel werden fortgeschrieben.
- Die lineare Abschreibung für den Neubau von Wohnungen wird von zwei auf drei Prozent angehoben.
- Um eine wirtschaftlich effiziente und sozialverträgliche Umsetzung der Klimaschutzziele, insbesondere orientiert an der eingesparten Tonne CO<sub>2</sub>, sicherzustellen, sollen technologieoffene Maßnahmen, die eine Optimierung der Gebäudehülle, der technischen Anlagen und die Erzeugung und Versorgung mit erneuerbarer Energie beinhalten für Gebäude und als Quartierslösungen umgesetzt werden.
- Es sollen Grundlagen geschaffen werden, den Einsatz Grauer Energie sowie die Lebenszykluskosten verstärkt betrachten zu können. Dazu wird ein digitaler Gebäuderessourcenpass eingeführt.
- In den Verhandlungen über das EU-Programm „Fit for 55“ werden die Koalitionsparteien die Vorschläge der EU-Kommission im Gebäudesektor unterstützen.
- Zum 1. Juni 2022 soll ein **Stufenmodell nach Gebäudeenergieklassen eingeführt werden, das die Umlage des CO<sub>2</sub>-Preises nach BEHG regelt**. Sollte dies zeitlich nicht gelingen, werden die erhöhten Kosten durch den **CO<sub>2</sub>-Preis ab dem 1. Juni 2022 hälftig zwischen Vermieter und Mieter** geteilt.
- Serielles und modulares Bauen und Sanieren sollen gefördert und weiterentwickelt werden sowie **bauplanungs- und bauordnungsrechtliche Hürden identifiziert und beseitigt werden**.
- Der Gebäudeenergieausweis soll verbessert, vereinheitlicht und digitalisiert werden.
- Als sozialer Gesichtspunkt soll das Wohngeld gestärkt, eine Klimakomponente eingeführt und kurzfristig ein einmaliger erhöhter Heizkostenzuschuss gezahlt werden.

Wir hatten bereits am 17.11.2021 die zentralen Thesen und Forderungen ausgehend von unserer hier – nunmehr in voller Länge – vorliegenden Studie veröffentlicht. Die im Nachgang publizierten Punkte des Koalitionsvertrages sind in dieser Hinsicht grundsätzlich positiv zu beurteilen und greifen bereits in vielen Bereichen die aus wissenschaftlicher Sicht zielführenden Maßnahmen und Instrumente auf.

## 2.2. WOHNGEBÄUDEBESTAND UND KLIMANEUTRALITÄT

### 2.2.1. Ziel der „Klimaneutralität“ – was ist damit genau gemeint?

Das übergeordnete Ziel für alle in Abschnitt 1 beschriebenen Abkommen, Richtlinien/Verordnungen, Gesetze und Maßnahmen ist die „Klimaneutralität“. Der Begriff wird auf Länder, Wirtschaftsbereiche, Personen, Tätigkeiten und vieles mehr bezogen. Was genau unter Klimaneutralität allgemein und aus der Perspektive der Wohnungswirtschaft zu verstehen ist, soll im Folgenden kurz beleuchtet werden.

*„Klimaneutralität bedeutet so zu leben, dass keine THG-Emissionen verursacht werden. Dies sollte durch eine höchstmögliche Reduzierung eigener Emissionen sowie durch die Kompensation der verbleibenden Ausstöße erreicht werden.“<sup>56</sup>*

Das **Konzept der „Klimaneutralität“ oder „Treibhausgasneutralität“** (engl. „climate neutrality“ sowie „net-zero GHG emissions“) beschreibt im Kern somit einen Zustand, bei dem kein positiver Beitrag zum globalen THG-Ausstoß durch die Aktivitäten eines Individuums, eines Staates, eines Wirtschaftssektors, einer Immobilie etc. geleistet wird. Diese Anforderung wird gewährleistet, wenn die Aktivitäten selbst a.) gar keine CO<sub>2</sub> und CO<sub>2</sub>-Äquivalente ausstoßen (dann wird auch von „THG-frei“ bzw. „GHG-free“ gesprochen), oder b.) indem positive Emissionen durch Kompensationsalternativen dauerhaft gebunden werden. Die Energieerzeugung aus erneuerbaren Quellen reduziert dabei die anfallenden THG-Emissionen.<sup>57</sup>

Das **Ziel der globalen beziehungsweise nationalen „Netto-Null-Emissionen“<sup>58</sup>** kann im Ergebnis nur erreicht werden, wenn noch bestehenden THG-Emissionen nicht nur eine Kompensation, sondern ihnen vielmehr echte negative Emissionen, respektive beispielsweise die Bindung/Einlagerung von CO<sub>2</sub>, gegenüberstehen (insbesondere in natürlichen Kohlenstoffsinken wie beispielsweise Wäldern, aber auch in künstlichen Senken, die jedoch bisher nicht in signifikantem Umfang zur Verfügung stehen).

In Bezug auf (Wohn-)Immobilien ergeben sich bei diesem vermeintlich einfachen Konzept verschiedene Herausforderungen im Zusammenhang mit der Dekarbonisierung des Sektors. Diese beziehen sich auf betrachtete Zeitfenster, relevante Systemgrenzen, akzeptierte Kompensationsalternativen sowie direkte versus indirekte Emissionen.

Der ausgehend von der EU-Regulierung geprägte Begriff der **„Nullenergie“- oder „Niedrigstenergie“-Gebäude („Net or Nearly Zero Energy“)** beziehen sich ausschließlich auf den regulierten Energiebedarf und die Nutzungsphase der Immobilie. Nach der EPBD definiert sich dies als ein „Gebäude, das eine sehr gute Gesamteffizienz aufweist. Der Energiebedarf des Gebäudes muss sehr gering sein und soll, soweit möglich, zu einem ganz wesentlichen Teil durch Energie aus erneuerbaren Quellen gedeckt sein“.

Bei Klimaneutralität müssten hier somit Bereiche des Mieterstroms („unregulated“) sowie neben Energie auch weitere THG-Emissionen (beispielsweise F-Gase ausgehend von Kühlmitteln), als auch graue Energie aus der Errichtung mit einbezogen werden. Bei einer Ausweitung über die reine laufende Nutzung beziehungsweise Bewirtschaftung hinaus wird bei Immobilien dann auch auf Betrachtungen des gesamten **Lebenszyklus der Immobilie** abgestellt. Aspekte der Grauen Energie, die den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes von der Erstellung bis zum Abriss (engl. Life Cycle Assessment; LCA) betrachten, sollen in Deutschland zunehmend

---

<sup>56</sup> UN-EP, 2008.

<sup>57</sup> Vgl. BBSR, 2017a.

<sup>58</sup> Vgl. UNFCCC, 2015.



an Bedeutung gewinnen (siehe Ampel-Koalitionsvertrag). Ein **klimaneutral betriebenes Gebäude** kann somit wie folgt definiert werden: „Die Differenz der ausgestoßenen Emissionen und den Emissionen, die durch Produktion und Bereitstellung nach extern von CO<sub>2</sub>-freier Energie eingespart werden, ist auf ein Jahr hin betrachtet null oder kleiner als null.“<sup>59</sup> Über die hier aufgeführte Definition der DGNB hinausgehend sollte zudem beachtet werden, dass bei am Gebäude installierten Photovoltaik- beziehungsweise Solarthermieranlagen jahreszeitbedingt im Sommer häufig ein Energieüberschuss produziert wird und im Winter ein Defizit vorliegt, welches – zumindest derzeit noch – durch die Zufuhr von Energie aus fossilen Brennstoffen gedeckt wird. Wenn noch die Graue Energie aus Errichtung und Instandhaltung mit einbezogen werden soll, dann muss die zeitliche Betrachtung ausgeweitet werden.<sup>60</sup> In den aktuellen nationalen Vorgaben erfolgen regulatorische Vorgaben bezogen auf den Betrieb, weshalb in der Folge auch nur auf diesen Bereich näher eingegangen wird.

### 2.2.2. Zielbeitrag des Wohngebäudesektors

Der Gebäudesektor ist in Deutschland für mehr als 35 % des Endenergieverbrauchs und circa 28 % des gesamten THG-Ausstoßes verantwortlich.<sup>61</sup> Nichtwohngebäude haben einen Anteil von 34 % am Endenergieverbrauch und Wohngebäude dementsprechend von 66 %. Vor diesem Hintergrund ist es somit unstrittig, dass Immobilien - insbesondere im Bereich Wohnen - einen großen Beitrag leisten müssen, um die ambitionierten Klimaschutzziele zu erreichen. Im Folgenden werden die Emissionen des Gebäudesektors in Deutschland sowie dessen bisheriger als auch zukünftiger Zielbeitrag beziehungsweise die damit verbundenen Anforderungen dargestellt.

Das im KSG festgesetzte Ziel für die deutsche Wirtschaft bezogen auf das Jahr 2020 lag bei einem maximalen CO<sub>2</sub>e-Ausstoß von 813 Mio. Tonnen.<sup>62</sup> Tatsächlich wurden in Deutschland im Jahr 2020 nur rund 739 Mio. Tonnen klimaschädliche THG ausgestoßen, was einer Abnahme von 40,8 % verglichen mit 1990 entsprach und einer Reduktion von 8,7 % gegenüber 2019.<sup>63</sup> Abbildung 8 zeigt die mit diesem Rückgang verbundene Entwicklung der Emissionen Deutschlands im Zeitverlauf in den Sektoren Energiewirtschaft, Industrie, Gebäude, Verkehr, Landwirtschaft und Abfall/Sonstiges.

Die Vorgabe für 2020 wäre ohne die Corona-Effekte, respektive die Lockdowns, verfehlt worden. Die Maßnahmen zur Bekämpfung der Pandemie sowie die damit einhergehende allgemeine Konsumzurückhaltung haben insbesondere in den Sektoren Industrie und Verkehr zu erheblichen Einsparungen geführt.<sup>64</sup>

---

<sup>59</sup> DGNB, 2020.

<sup>60</sup> Vgl. DGNB, 2020.

<sup>61</sup> Vgl. BMWi, 2018; BMU, 2019: Direkte und indirekte Emissionen.

<sup>62</sup> Vgl. Bundesregierung, 2021b.

<sup>63</sup> Vgl. BMU, 2021a.

<sup>64</sup> Vgl. BMU, 2021a.

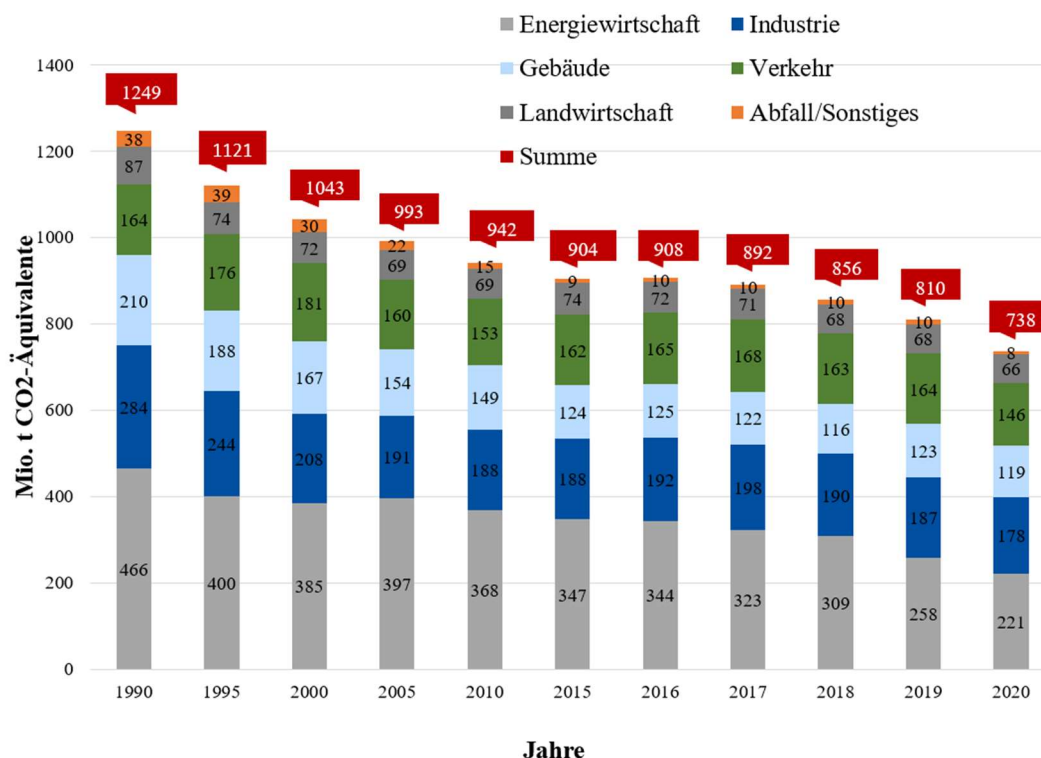


Abbildung 8 Entwicklung der gesamten deutschen Treibhausgasemissionen gegliedert nach Sektoren von 1990 bis 2020<sup>65</sup>

Im Gebäudebereich kam es 2020 zu einer Emissionsminderung von rund 4 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>e gegenüber 2019 auf nunmehr 119 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>e. Trotz dieser positiven Entwicklung **verfehlte der Gebäudesektor damit als einziger Sektor seine Vorgaben gemäß KSG**, die bei 118 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>e notierte. Die Beiträge der jeweiligen Sektoren zur Verringerung der THG-Emissionen wurden in der Neufassung des KSG des Jahres 2021 bisher bis zum Jahr 2030 festgesetzt (siehe Tabelle 1). Deutschland wird diese Meilensteine für die Jahre 2040 und 2050 erst konkret definieren, wenn die erforderlichen Weichenstellungen auf nationaler und europäischer Ebene erfolgt sind. Dies wird spätestens mit der Fortschreibung der Jahresemissionsmengen im Rahmen des KSG im Jahr 2025 der Fall sein.<sup>66</sup>

<sup>65</sup> Eigene Darstellung nach BMU, 2021a sowie Aktualisierung des Wertes für den Gebäudebereich für 2020 gemäß UBA, 2021a, siehe hier Trendtabellen Treibhausgase 1990-2020 (Stand: EU-Submission).

<sup>66</sup> Vgl. BMWi, 2020.

	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Mio. Tonnen CO <sub>2</sub> e	113	108	102	97	92	87	82	77	72	67
Verringerung ggü. 2020	5,0%	9,2%	14,3%	18,5%	22,7%	26,9%	31,1%	35,3%	39,5%	43,7%
Verringerung ggü. 1990	46,2 %	48,6 %	51,4 %	53,8 %	56,2 %	58,6 %	61,0 %	63,3 %	65,7 %	68,1 %

**Tabelle 1 Zulässige Jahresemissionsmengen des Gebäudesektors für die Jahre 2021–2030 gem. Klimaschutzgesetz 2021<sup>67</sup>**

Für die Jahre 2031 bis 2040 wurden die Sektorbeiträge im KSG 2021 noch nicht fortgeschrieben. Die insgesamt erforderlichen Minderungsziele über alle Sektoren hingegen sind bereits definiert (siehe Tabelle 2).

	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
Verringerung ggü. 1990	67 %	70 %	72 %	74 %	77 %	79 %	81 %	83 %	86 %	88 %

**Tabelle 2 Jährliche Minderungsziele für die Jahre 2031–2040 gem. Klimaschutzgesetz 2021<sup>68</sup>**

Es ist wichtig anzumerken, dass sich die CO<sub>2</sub>e Angaben für den deutschen Gebäudebestand in Abbildung 8 und Tabelle 1 immer nur auf die direkten Ausstöße beschränken. Hintergrund hierfür ist, dass die sektorale Zuordnung der THG-Emissionen auf dem in der internationalen Treibhausgasberichterstattung festgelegten Quellprinzip fußt. Bei einer gesamthaften Betrachtung müssten darüber hinaus auch die indirekten Emissionen mit einbezogen werden. Während direkte Emissionen durch den unmittelbaren Einsatz von Energie, beispielsweise bei der Verbrennung von Energieträgern für Anwendungsbereiche wie Raumwärme und Warmwasser vor Ort anfallen, entstehen indirekte Emissionen durch Energieverbräuche wobei die Erzeugung außerhalb der Systemgrenzen erfolgte (insbesondere die Erzeugung von Elektrizität in Kraftwerken aber auch die Verwendung von Fernwärme). Dementsprechend werden diese nach der Sektorenteilung dem Energiesektor zugerechnet. Abbildung 9 zeigt alle, also sowohl **direkte und indirekte THG-Emissionen, die nach dem Verursachungsprinzip dem Gebäudesektor zuzuschreiben** sind nach Anwendungsbereichen.

<sup>67</sup> Quelle: BMU, 2021c.

<sup>68</sup> Quelle: BMU, 2021c.

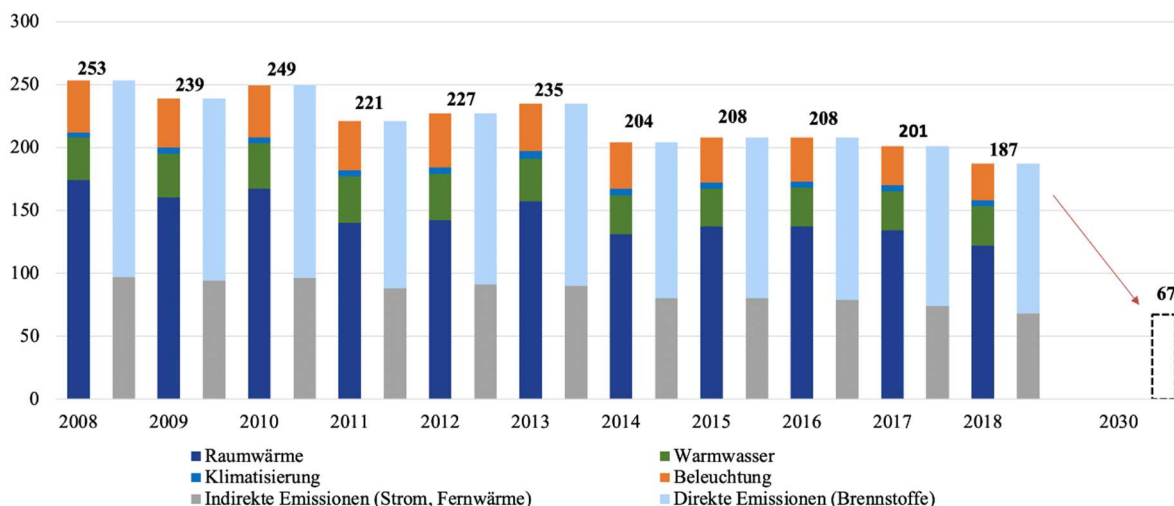


Abbildung 9 Gebäuderelevante CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Anwendungsbereichen und Energieträgergruppen<sup>69, 70</sup>

In Deutschland soll gemäß aktueller politischer Beschlusslage bereits im Jahr **2045 das Niveau der Klimaneutralität** erreicht werden. Der Endenergieverbrauch für Gebäude muss in diesem Szenario auf 70 bis 80 kWh/m<sup>2</sup> p. a. begrenzt werden, wobei jeglicher Energiebedarf dann aus erneuerbaren Quellen stammen muss.

Fraglich ist jedoch weiterhin wie im Wohngebäudebestand in Deutschland der nahezu klimaneutrale Zustand in der Nutzungsphase erreicht werden kann. Hierbei sind drei wesentliche Zielgrößen in Betracht zu ziehen, über die die Gesamtenergieeffizienz<sup>71</sup> verbessert und die Bestände dekarbonisiert werden können:

- Über eine **Steigerung der jährlichen Sanierungsrate**, die die Häufigkeit von Sanierungen als sogenannte Vollsanierungsäquivalente, also den Anteil an in einem Jahr sanierten Gebäuden bezogen auf den Bestand, wiedergibt.
- Über eine **Steigerung der durchschnittlichen Sanierungstiefe** also eine Verbesserung des durchschnittlichen Effekts einer energetischen Sanierung.
- Über eine **Steigerung des Anteils an Erneuerbaren Energien** an der Bedarfsdeckung.

Ergänzend könnten noch Verbrauchsreduktionen, die am Verhalten der Nutzer ansetzen, ins Feld geführt werden. Zwischen diesen Optionsfeldern muss abgewogen werden. Dabei sind verschiedene Kombinationen in den jeweiligen Aktionsbereichen denkbar, um letztlich das gleiche Ergebnis in Bezug auf die erzielte Dekarbonisierung sicher zu stellen. Aufgabe der Politik muss es im Ergebnis sein, den nahezu klimaneutralen Gebäudebestand aus gesamtwirtschaftlicher Perspektive zu „optimalen Bedingungen“ (vgl. Abschnitt 2.2.3.) zu gewährleisten, ohne dabei einzelne Sektoren (hier insbesondere Gebäude und Energie) zu überfordern.

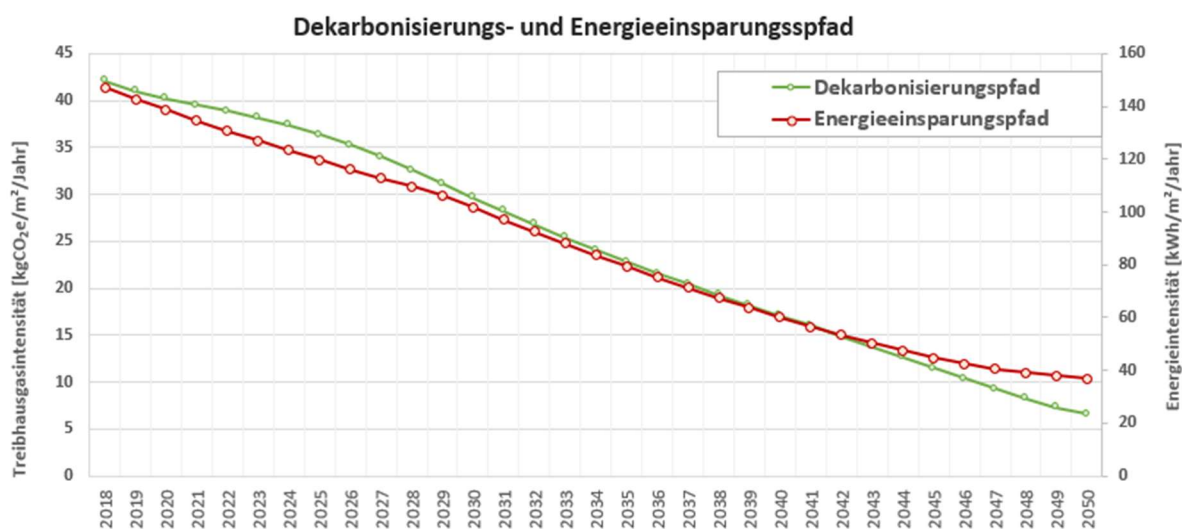
Ähnliche Anforderungen zur Minderung von Treibhausgasen ergeben sich auch bei rein wissenschaftlich abgeleiteten Zielvorgaben für den vermieteten Mehrfamilienhausbestand (sog. „Science-based-targets“). International haben sich die sog. CRREM-Zielpfade als

<sup>69</sup> Quelle: Eigene Darstellung nach BMU, 2020.

<sup>70</sup> Anmerkung: Andere Quellen sprechen von einem Anteil der indirekten THG-Emissionen von insg. bis zu 50 %.

<sup>71</sup> Anmerkung: Die Gesamtenergieeffizienz berücksichtigt die Effekte einer verbesserten Energieeffizienz, den Anteil erneuerbarer Energien und Abwärme sowie den Grad der Dekarbonisierung leitungsgebundener Energieträger gleichermaßen (Verursacherprinzip).

Industriestandard für einen „Paris-konformen“ Dekarbonisierungspfad in der Immobilienwirtschaft etabliert. Aktuell notiert bei Mehrfamilienhäusern in Deutschland der THG-Ausstoß bei circa 40 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup> p. a. und muss bis 2050 für ein Paris konformes Niveau auf einen Wert nahe Null absinken.<sup>72</sup> Die Erreichung dieser Zielpfade sollte technologieoffen und damit den Immobilieneigentümern überlassen werden.



**Abbildung 10 CRREM-Zielpfade für Mehrfamilienhäuser in Deutschland (2 Grad, 2018–2050)**

### 2.2.3. Wirtschaftspolitische Anforderung: statische & dynamische Effizienz

In der vorliegenden Studie wird neben der rein betriebswirtschaftlichen Perspektive insbesondere eine **volkswirtschaftliche Abwägung zwischen „mehr Verbrauchsminderung“ versus „mehr Erneuerbare Energie“** vorgenommen. Das volkswirtschaftlich optimale Verhältnis der wirtschaftspolitischen Eingriffe wird dabei anhand von verschiedenen Kriterien beurteilt. Diese allgemeine Anforderung lässt sich ausgehend von den folgenden drei Teilbereichen konkretisieren, die regelmäßig zur Beurteilung von verschiedenen wirtschaftspolitischen Optionen zu Grunde gelegt werden:<sup>73</sup>

- **Statische Effizienz** stellt als Bewertungskriterium darauf ab, inwieweit ein gewähltes Instrument ein definiertes Ziel (hier: Beitrag der vermieteten Wohngebäude zu den deutschen Klimazielen) zu optimalen, respektive geringstmöglichem Kosten erreicht. Der gewählte wirtschaftspolitische Ansatz (bzw. „Instrument“) stellt somit den Eingriff in das (freie) Marktgeschehen dar. Als Alternativen stehen im Kontext der vorliegenden Studie insbesondere die Optionen zur a) weiteren Intensivierung der regulatorischen Anforderungen an maximale energetische Effizienz der Gebäude versus b) alternativ eine stärkere Ausweitung der Erneuerbaren Energien zur Disposition.
- **Dynamische Effizienz** geht über die Beurteilung zu einem bestimmten Stichtag hinaus und hinterfragt, ob auch für die Zukunft darüberhinausgehende Anreize einer weiteren, quasi kontinuierlich-freiwilligen Optimierung im Hinblick auf die definierten Ziele bestehen. Analysiert wird somit ob Anreizeffekte zur weiteren Vermeidung vorhanden sind. Im konkreten Fall müsste es somit für Unternehmen sinnvoll sein, freiwillig über

<sup>72</sup> Vgl. [www.crrem.org](http://www.crrem.org) und [www.crrem.eu](http://www.crrem.eu). / CRREM: Carbon Risk Real Estate Monitor.

<sup>73</sup> Vgl. Fritsch, 2018, S. 103 ff.

das regulatorisch (exogen) vorgeschriebene Maß an Energieeinsparung hinaus weiter tätig zu werden.

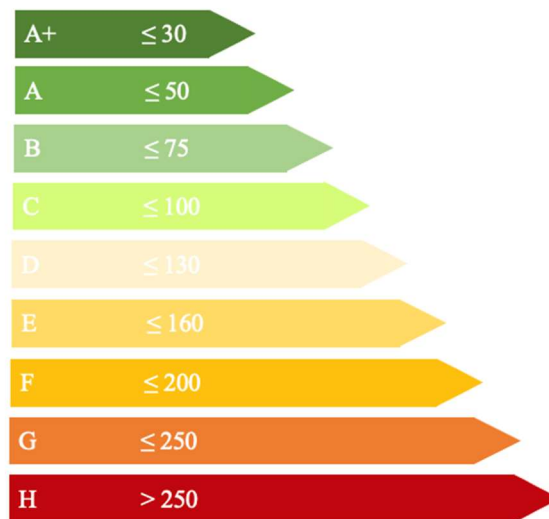
- Bei der **Treffsicherheit**, als drittes Kriterium, geht es darum, ob ein bestimmtes politisch vorgegebenes oder das gesamtwirtschaftlich optimale Niveau in der Realität auch tatsächlich erreicht wird. Im konkreten Fall ist somit durch die Maßnahme sicherzustellen, dass die Klimazielbeiträge des vermieteten Wohnungsbestandes nicht unterschritten werden.

Zwar ist klar, dass letztlich nur die energetische Optimierung der Objekte UND der gleichzeitige Ausbau der erneuerbaren Energieträger in ihrem Zusammenwirken die Erreichung der ambitionierten Klimaziele sicherstellen können. Allerdings herrschen über die **optimale Relation der beiden Teilbereiche** noch divergierende Vorstellungen. Die Optionen müssen sich im oben beschriebenen volkswirtschaftlichen Kontext somit daran messen lassen, welche Maßnahmen die Treibhausgase schneller und intensiver mindern. Dies muss aber unter Berücksichtigung der Realitäten vermieteter Mehrfamilienhäuser und bei simultaner Beachtung begrenzter finanzieller Ressourcen bewirkt werden. Insbesondere die statische Effizienz der energetischen Modernisierung und Dekarbonisierung ist daher wesentlich. In Abschnitt 4 wird das (volkswirtschaftlich) optimale energetische Modernisierungsniveau ausgehend von entsprechenden Analyseschritten anhand des oben genannten Kriterienkatalogs abgeleitet.

#### 2.2.4. Effizienzklassen und Effizienzhausstandards

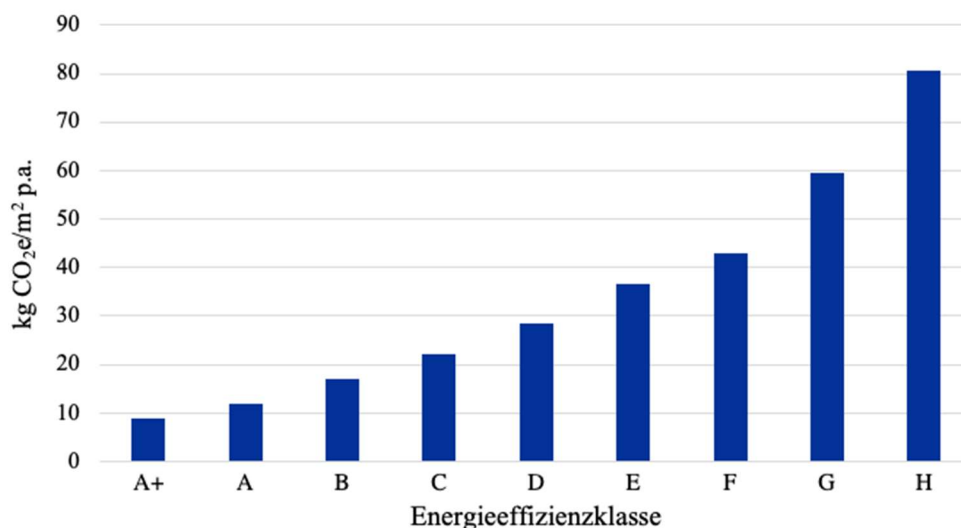
Um die möglichen Schritte energetischer Modernisierung am Objekt verstehen und weitere Studienabschnitte nachvollziehen zu können ist einerseits ein grundlegendes Verständnis der sogenannten Energieeffizienzklassen notwendig, da diese regelmäßig als mögliche Zielgröße diskutiert werden. Daneben ist auch zentral, die in der öffentlichen Debatte oft genannten Effizienzhausstandards zu kennen, die in Wissenschaft und Politik häufig als Maßstab des zu erzielenden Ambitionsniveaus zur Erreichung der Klimaziele auf Gebäudeebene benannt werden.

Seit dem 02. Mai 2021 sind Energieausweise in Deutschland für Bestandsgebäude nach dem GEG auszustellen. Das GEG regelt neben der Ausstellung auch die Verwendung sowie weitere Grundsätze und Grundlagen von Energieausweisen. Diese zeigen die Gesamtenergieeffizienz eines Gebäudes anhand von verschiedenen Kennwerten (Primär- und Endenergiekennwert) auf. Dabei existieren zwei Arten – Energieverbrauchsausweis und Energiebedarfsausweis. Beide Typen dokumentieren den energetischen Ist-Zustand des Gebäudes und enthalten Daten zum Gebäude sowie zur Anlagentechnik. Beim Bedarfswertenergieausweis werden die Kennwerte für den Energiebedarf rein rechnerisch, auf der Grundlage von Baujahr, Bauunterlagen sowie technischen Gebäude- und Heizungsdaten und unter standardisierten Rahmenbedingungen, ermittelt. Der Verbrauchsausweis enthält neben üblichen Gebäudedaten insbesondere, auf den tatsächlichen Verbräuchen beruhende Angaben zum Energieverbrauch des Gebäudes.



**Abbildung 11 Energieeffizienzklassen von Wohngebäuden nach GEG Anlage 10 inkl. Angabe der kWh Bandbreiten (zu § 86 GEG)<sup>74</sup>**

Energieausweise sollen einen überschlägigen Vergleich der energetischen Effizienz von Gebäuden ermöglichen. Dazu werden Objekte im Energieausweis auch einer **Energieeffizienzklasse von A+ bis H** zugewiesen. Diese Zuteilung richtet sich allein nach dem jährlichen Endenergieverbrauch beziehungsweise -bedarf pro m<sup>2</sup> in kWh. Abbildung 11 zeigt die Zuteilung zu den verschiedenen Klassen nach GEG sowie die korrespondierenden Bandbreiten des Endenergiebedarfs in kWh/m<sup>2</sup> p. a.



**Abbildung 12 Mittlere flächenbezogene THG-Emissionen in den Effizienzklassen<sup>75</sup>**

Abbildung 12 zeigt die mittleren THG-Emissionen nach Effizienzklassen. Sie basieren auf dem Energiebedarf und wurden bezogen auf die Gebäudenutzfläche (nicht auf die Wohnfläche) durch die Anwendung von durchschnittlichen Emissionsfaktoren berechnet.

<sup>74</sup> Quelle: Eigene Darstellung.

<sup>75</sup> Quelle: Eigene Darstellung nach ifeu, 2021.

Seit Inkrafttreten des GEG muss der **Energieausweis auch die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Gebäudes in kg/m<sup>2</sup> p. a.** benennen. In diesem Wert sind Emissionen für Heizung, Warmwasser, Lüftung und Kühlung enthalten (regulierte Verbräuche) – nicht aber für den sonstigen Verbrauch, beispielsweise durch Nutzung des normalen Haushaltsstroms.

Der im Energieausweis angegebene Wert für den Primärenergiebedarf eines Gebäudes enthält *nicht* Erneuerbare Energie, die „im unmittelbaren räumlichen Zusammenhang zu dem Gebäude erzeugt wird und vorrangig in dem Gebäude unmittelbar nach Erzeugung oder nach vorübergehender Speicherung selbst genutzt und nur die überschüssige Strommenge in das öffentliche Netz eingespeist wird.“<sup>76</sup> (zum Beispiel Wärme aus einer Solaranlage). Die Seite 1 des Ausweises enthält zudem Aussagen, ob Erneuerbare Energien im Objekt zum Einsatz kommen.

Für neu zu errichtende Wohngebäude gelten gemäß GEG Anforderungen an den Jahres-Primärenergiebedarf sowie den Transmissionswärmeverlust als auch an die (anteilige) Nutzung Erneuerbarer Energien im Objekt.<sup>77</sup> Für Bestandsgebäude gelten diese Anforderungen derzeit nicht bundeseinheitlich (weder Primärenergiebedarf, noch Wärmeschutz, noch (anteilige) Nutzung erneuerbarer Energien), jedoch bestehen in einzelnen Bundesländern bestimmte Mindestanforderungen. Zudem werden diese im GEG definierten Anforderungen beziehungsweise Berechnungsverfahren als Maßstab für die Vergabe von Fördergeldern im Rahmen der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) verwendet.<sup>78</sup> Als in Deutschland gängiger Orientierungsmaßstab für die Energieeffizienz von Gebäuden haben sich dahingehend die sogenannten **Effizienzhaus-Stufen / Effizienzhaus-Standards der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW)** etabliert. Je kleiner der den Standard bezeichnende Wert ist, desto energieeffizienter ist das Gebäude. Die Bandbreite umfasst den Bereich zwischen 40 bis 100. Sowohl die regulatorischen Vorgaben, als auch verschiedene Förderungsinstrumente nehmen Bezug auf diese Einteilung. Die KfW EffH-Stufen definieren sich aus zwei Kriterien – dem Primärenergiebedarf und dem Transmissionswärmeverlust. Der Transmissionswärmeverlust beschreibt, wie viel Wärme ein Haus über Wände, Fenster, Türen und Dach verliert. Zur Einteilung in die jeweilige Effizienzhausstufe wird der Primärenergiebedarf sowie der Transmissionswärmeverlust des zu bewertenden Gebäudes immer in Relation zu einem sogenannten Referenzgebäude gesetzt. Das Referenzgebäude ist ein hypothetisches Gebäude welches in Geometrie, Gebäudenutzfläche und Ausrichtung identisch zum betrachteten Gebäude ist und der technischen Referenzausführung entspricht.<sup>79</sup> Tabelle 3 zeigt die verschiedenen EffH-Stufen, deren Spezifikation und die mit ihnen in Verbindung stehende maximale Kredit- beziehungsweise Zuschusshöhe der KfW, wie sie bis 24.01.2022 verfügbar war. Das Programm wurde kurzzeitig auf Grund eines Mangels an Fördermitteln ausgesetzt. Seit 22. Februar 2022 können wieder Förderanträge für Sanierungen entsprechend der untenstehenden Fördersätze und Bedingungen gestellt werden.

Ein EffH 40 weist bezogen auf den Neubau demnach nur 40 % des Primärenergiebedarfs und 55 % des Transmissionswärmeverlusts des Referenzgebäudes auf, wohingegen ein EffH 70 entsprechend 70 % des Primärenergiebedarfs und 85 % des Transmissionswärmeverlusts des Referenzgebäudes aufweist. Im Bestand hingegen ist der Referenzanforderung ein Zuschlag von 40 % hinzugerechnet, sodass sich die Anforderungen der EffH-Standards auf 140 % des

---

<sup>76</sup> GEG § 23, Anrechnung von Strom aus erneuerbaren Energien.

<sup>77</sup> Vgl. GEG § 15, Gesamtenergiebedarf; GEG § 16, Baulicher Wärmeschutz.

<sup>78</sup> Richtlinie über die Förderung von Energieeffizienz und erneuerbaren Energien in Gebäuden durch Einzelmaßnahmen im Programm „Bundesförderung für effiziente Gebäude“, Teilprogramm Einzelmaßnahmen (BEG EM), Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Stand 27. Januar 2020.

<sup>79</sup> Die Technische Ausführung des Referenzgebäudes für Wohngebäude ist in Anlage 1 (zu § 15 Absatz 1) des GEG zu finden.



Referenzgebäudes beziehen. Ergänzend zu den EffH-Stufen im Rahmen der BEG wurden weitere Klassen, die Erneuerbare-Energien-Klassen (EE) ergänzt. Die höhere Förderung für die EE folgt der Maßgabe, dass eine Heizungsanlage auf Basis erneuerbarer Energien vorhanden sein muss, die mindestens 55 % des Energiebedarfs des Gebäudes deckt.

Effizienzhaus	Primärenergiebedarf	Transmissionswärmeverlust	Maximale Kredit- oder Zuschusshöhe je Wohneinheit
EffH 40	40 %	55 %	120.000 Euro mit 45 % Tilgungszuschuss oder 54.000 Euro Investitionszuschuss
EffH 40 EE	40 %	55 %	150.000 Euro mit 50 % Tilgungszuschuss oder 75.000 Euro Investitionszuschuss
EffH 55	55 %	70 %	120.000 Euro mit 40 % Tilgungszuschuss oder 48.000 Euro Investitionszuschuss
EffH 55 EE	55 %	70 %	150.000 Euro mit 45 % Tilgungszuschuss oder 67.500 Euro Investitionszuschuss
EffH 70	70 %	85 %	120.000 Euro mit 35 % Tilgungszuschuss oder 42.000 Euro Investitionszuschuss
EffH 70 EE	70 %	85 %	150.000 Euro mit 40 % Tilgungszuschuss oder 60.000 Euro Investitionszuschuss
EffH 85	85 %	100 %	120.000 Euro mit 30 % Tilgungszuschuss oder 36.000 Euro Investitionszuschuss
EffH 85 EE	85 %	100 %	150.000 Euro mit 35 % Tilgungszuschuss oder 52.500 Euro Investitionszuschuss
EffH 100	100 %	115 %	120.000 Euro mit 27,5 % Tilgungszuschuss oder 33.000 Euro Investitionszuschuss
EffH 100 EE	100 %	115 %	150.000 Euro mit 32,5 % Tilgungszuschuss oder 48.750 Euro Investitionszuschuss

**Tabelle 3 KfW-Effizienzhausstufen und Förderungen<sup>80</sup>**

Da die Energieeffizienzklassen nach GEG anderen Beurteilungskriterien (Endenergieverbrauch/ -bedarf) vergeben werden, als die EffH-Stufen der KfW (Primärenergiebedarf und Transmissionswärmeverlust) lassen sich die Energieeffizienzklassen nicht ohne weiteres den EffH-Stufen zuordnen. In der Gegenüberstellung zu den Energieeffizienzklassen des Energieausweises sind bei den EffH-Stufen somit auch explizite Angaben/Anforderungen hinsichtlich Wärmedurchlässigkeit der Gebäudehülle gegeben.

Die Klasse A+ mit weniger als 30 kWh/m<sup>2</sup> p. a. entspricht aber approximativ dem EffH 40, die Klasse A mit 30 bis 50 kWh/m<sup>2</sup> p. a. einem EffH 55 und die Klasse B mit 50 bis 75 kWh/m<sup>2</sup> p. a. einem EffH 70. Die Klasse C mit 75 bis 100 kWh/m<sup>2</sup> p. a. korrespondiert hingegen mit dem KfW-EffH 100. Den Klassen D bis H ist demnach keine EffH-Stufe zuzuordnen.

<sup>80</sup> Quelle: KfW, 2021.

### 2.2.5. Energetischer Zustand des (Miet-)Wohngebäudebestandes in Deutschland

Die Potenziale zur Dekarbonisierung im (vermieteten) Wohngebäudebestand und die Möglichkeiten beziehungsweise Grenzen diese Potenziale zeitnah zu heben werden maßgeblich durch wenige Einflussfaktoren determiniert. Hierzu zählen in erster Linie der bestehende Gebäudebestand, dessen energetischer Zustand, historisch bereits erfolgte Sanierungen, die Möglichkeit der Kopplung der Effizienzmaßnahmen mit dem turnusmäßigem Instandhaltungszyklus sowie darüber hinaus die derzeitige Gebäudeeigentümerstruktur. Zumal die jeweiligen individuellen Ausgangssituationen auf die Wahl für eine energetische Sanierung beziehungsweise intensiveren Einsatz von erneuerbaren Energien im Wärmebereich einwirken.<sup>81</sup> Deshalb werden zentrale Teilbereiche im Folgenden erörtert.

Deutschland hat einen Bestand von etwa **19,2 Mio. Wohngebäuden mit ca. 40,6 Mio. Wohneinheiten (WE), die zusammen knapp 3,8 Mrd. m<sup>2</sup> Wohnfläche** umfassen<sup>82</sup> und auf die 66 % des gesamten Gebäudeenergieverbrauchs entfallen.<sup>83</sup> Die Anzahl der Mehrfamilienhäuser (MFH) notiert bei annähernd 3,2 Mio. mit 21 Mio. WE und 1,5 Mrd. m<sup>2</sup> Wohnfläche. Die Anzahl der Ein- und Zweifamilienhäuser (EZFH) beträgt rund 16 Mio. und 19,2 Mio. Wohneinheiten sowie 2,3 Mrd. m<sup>2</sup> Wohnfläche. Von diesem Bestand (EZFH und MFH) **entfallen gemessen an der Wohnfläche circa 41,5 % also etwa 1,6 Mrd. m<sup>2</sup> auf vermietete Einheiten** (der Rest ist somit eigengenutzt).<sup>84</sup> Im Segment der MFH sind etwa 79 % der WE und dabei etwa 75 % der Gebäudefläche Mietwohnungen.<sup>85</sup>

**Circa 80 % der im Jahr 2045 genutzten Gebäude sind bereits heute vorhanden.** Vor dem Hintergrund der **geringen deutschen Neubaurate** im Wohngebäudebereich (aktuell circa **0,73 % p.a.**; 300 Tsd. WE in 2020<sup>86</sup>) ist deshalb die Modernisierung der bestehenden Immobilien ein Schlüssel zur Erreichung der Klimaziele. Neben der Anzahl der Wohngebäude, der Wohneinheiten und der Wohnfläche spielt vor allem der energetische Zustand der Gebäude eine wichtige Rolle bei der Einordnung von tatsächlich realisierbaren Effizienzpotenzialen. Ein wichtiger Indikator hierfür ist unter anderem das Gebäudealter. 26 % der Wohngebäude im Bestand wurden vor 1948 errichtet. Hiervon wiederum knapp die Hälfte (respektive aller Liegenschaften) bereits vor 1919. Ab dem Jahr 1949 bis zur 1. Wärmeschutzverordnung (WSVo) von 1977, welche die ersten Mindestanforderungen an die Energieeffizienz von Gebäuden in Deutschland, wurden rund 7 Mio. Gebäude errichtet. Das bedeutet, dass zusammen **rund 64 % des heutigen Wohngebäudebestands ohne verpflichtende Berücksichtigung von Energieeffizienzstandards errichtet** wurden.<sup>87</sup>

---

<sup>81</sup> Vgl. BMWi, 2020.

<sup>82</sup> Vgl. Destatis, 2021a.

<sup>83</sup> Vgl. dena, 2021.

<sup>84</sup> Eigene Berechnungen basierend auf Destatis, 2014.

<sup>85</sup> Ebd.

<sup>86</sup> Vgl. Destatis, 2021a.

<sup>87</sup> Vgl. BMWi, 2020.

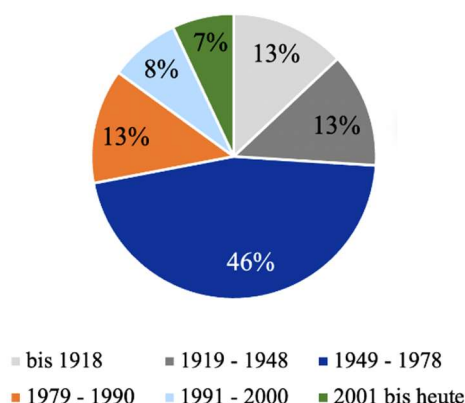


Abbildung 13 Anteil von Wohngebäuden nach Baualtersklassen<sup>88</sup>

Klar ist, dass vor dem Hintergrund der bisherigen massiven energetischen Modernisierungen im Bestand **bereits viele dieser Objekte energetisch ertüchtigt** wurden. Dies geht auch aus Abbildung 14 hervor, welche den Zusammenhang zwischen Baualtersklassen und der energetischen Effizienz für den Bereich MFH darstellt. Innerhalb der MFH haben über 98 % aller nach 2010 und 79 % der zwischen 2001 und 2010 errichteten Gebäude einen Endenergiebedarf von unter 100 kWh/m<sup>2</sup> p. a. (entspricht Energieeffizienzklassen A+ bis C). Mit einem Anteil von etwa 55 bis 70 % sind Gebäude der Effizienzklassen D bis F in den Baualtersklassen vor dem Jahr 1990 am häufigsten. Jedoch fallen in den Baualtersklassen vor 1978 nur 10 bis 15 % in die schlechtesten Effizienzklassen G und H.<sup>89</sup> Dies deutet darauf hin, dass unter den **MFH, die vor 1978 gebaut wurden und noch heute genutzt werden, bereits ein Großteil mindestens einmal energetisch modernisiert** worden ist.

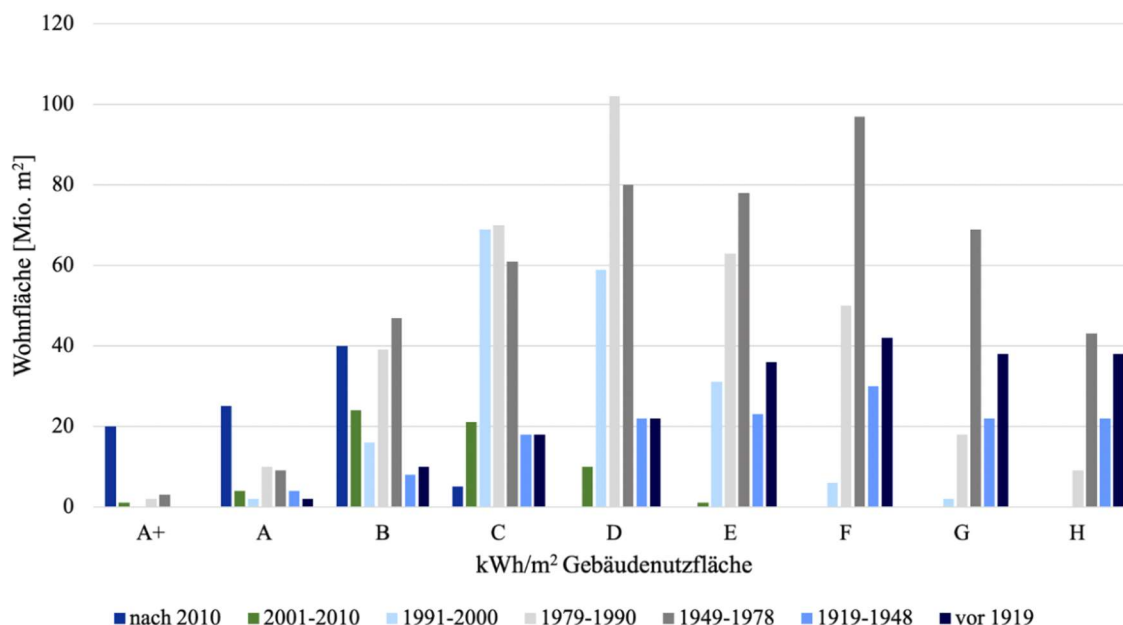


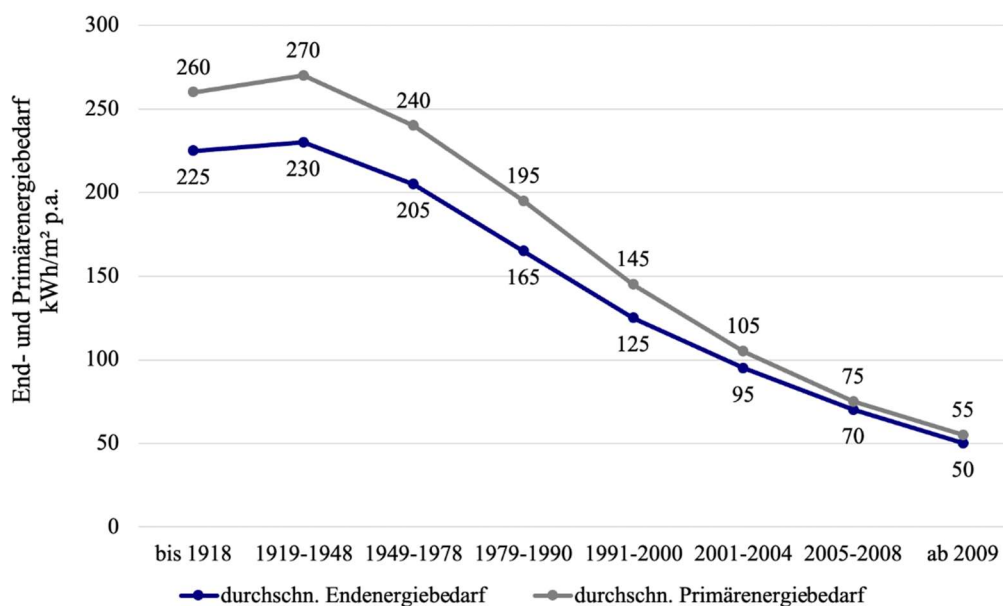
Abbildung 14 Häufigkeitsverteilung des Endenergiebedarfs von Mehrfamilienhäusern in Deutschland nach Baualtersklassen<sup>90</sup>

<sup>88</sup> Quelle: Eigene Darstellung nach BMU, 2019b.

<sup>89</sup> Vgl. BMWi, 2020.

<sup>90</sup> Quelle: eigene Darstellung nach BMWi, 2020a, dort aus dena, ifeu & prognos et al. 2019.

**Ältere Gebäude** die noch *nie* energetisch saniert wurden, haben einen weitaus größeren Primär- und Endenergieverbrauch (Abbildung 15) und sind somit **für einen überproportionalen Anteil der CO<sub>2</sub>e-Emissionen im Wohngebäudebereich verantwortlich**. In diesem Kontext wurde der Begriff der sogenannten „**worst performing buildings**“, welcher der EPBD 2018 entstammt, geprägt. Hierzulande sind dies gemäß der *langfristigen Renovierungsstrategie der Bundesregierung* (engl. Long Term Renovation Strategy, LTRS) die **Energieeffizienzklassen G und H**.<sup>91</sup> In der direkten Gegenüberstellung zu sehr effizienten Immobilien ist hier der **Bedarf bis zu achtmal höher**. Auf den Gesamtbestand an Wohngebäuden bezogen sorgen die Gebäude, die in diese beiden Effizienzklassen fallen, für die Hälfte der jährlich insgesamt emittierten Treibhausgasäquivalente.<sup>92</sup>



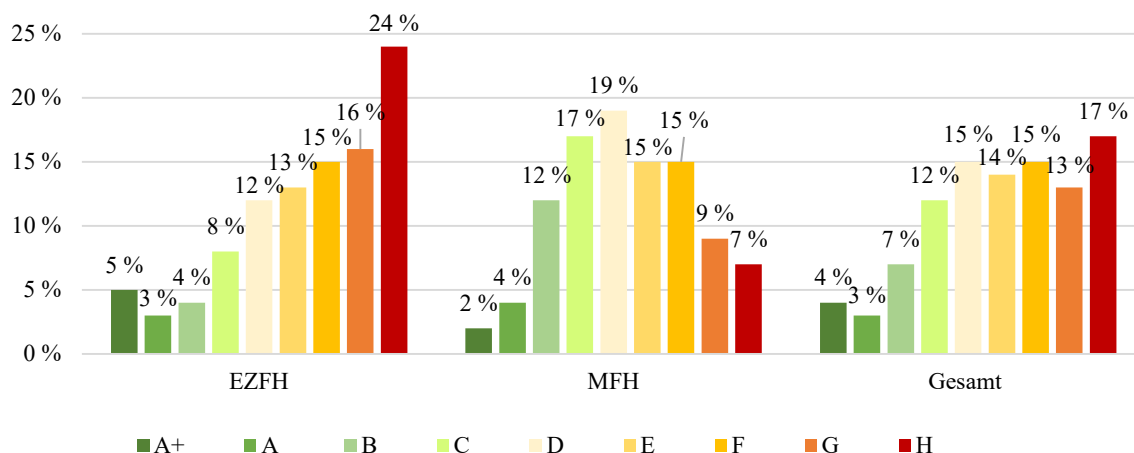
**Abbildung 15 Durchschnittliche Energieverbräuche nach Baujahr (gewichtetes Mittel über Gebäudegrößen)<sup>93</sup>**

Zur weiteren Einordnung des energetischen Zustands des Wohngebäudebestands wird in Abbildung 16 die flächengewichtete Häufigkeitsverteilung der Effizienzklassen (Energiebedarf) nach GEG für EZFH und MFH sowie für den Gesamtbestand visualisiert. Somit besteht im **vermieteten Wohngebäudebestand noch in den Klassen G und H** („**worst performing buildings**“) ein **Potenzial von etwa 180 Mio. m<sup>2</sup> unsanierter Fläche**, die als erste Priorität energetisch aufgewertet werden sollten. Zusätzlich könnten noch die Klassen D, E und F mit insgesamt weiteren 550 Mio. im vermieteten MFH-Bestand mit zweiter Priorität energetisch saniert werden.

<sup>91</sup> Vgl. BMWi, 2020.

<sup>92</sup> Vgl. ifeu, 2021.

<sup>93</sup> Vgl. dena, 2016.



**Abbildung 16 Häufigkeitsverteilung der Energieeffizienzklassen im deutschen Wohngebäudebestand<sup>94</sup>**

**Wohnungsunternehmen bewirtschaften etwa 32 % der MFH-Bestände** in Deutschland und sind somit neben den Privatpersonen (31 %) und Wohnungseigentümergeinschaften (36 %) wesentliche Akteure der Emissionsminderung.<sup>95</sup> Die gewerbliche deutsche **Wohnungswirtschaft leistet bereits heute einen überproportionalen Beitrag zu Dekarbonisierung der Bestände**. So notiert die die Sanierungsrate (Vollsanierungsäquivalent) unter den GdW-Unternehmen beispielsweise deutlich über einem Prozent p.a. und somit über dem Bundesdurchschnitt in Höhe von circa 1 % p. a.<sup>96</sup>

Zusammenfassend ist festzustellen, dass sowohl im Wohngebäudebestand im Allgemeinen als auch im Segment der vermieteten MFH im Besonderen, weiterhin große Potenziale für Energie- und THG-Einsparungen vorhanden sind. **Essenziell ist dabei insbesondere eine zügige Sanierung der energetisch schlechtesten Gebäude der Effizienzklassen G und H**. Auf welches Niveau die energetische Ertüchtigung dieser Objekte vor dem Hintergrund der Anforderung statischer Effizienz erfolgen muss und inwieweit darüberhinausgehende Potenziale im Bereich der Effizienzklassen F und besser gehoben werden sollten, ist Gegenstand des nächsten Studienabschnitts.

<sup>94</sup> Quelle: eigene Darstellung nach BMWi, 2020a, dort aus dena, ifeu & prognos et al. 2019.

<sup>95</sup> Vgl. BMWi, 2020.

<sup>96</sup> Vgl. GdW, 2020.

### 3. ABLEITUNG OPTIMALER MODERNISIERUNGSNIVEAUS

#### 3.1. DATENANALYSE ERFOLGTER ENERGETISCHER MODERNISIERUNGEN

##### 3.1.1. Ableitung marginaler Vermeidungskosten energetischer Modernisierungsmaßnahmen

Um aus Sicht der Investitionskosten ein sinnvolles beziehungsweise wirtschaftlich noch vertretbares Niveau der energetischen Modernisierung abzuleiten, werden in dieser Studie Daten bezüglich der Kosten von energetischen Sanierungsmaßnahmen an MFH und die mit diesen Maßnahmen erzielten Endenergieeinsparungen analysiert. Über den sich ergebenden funktionalen Zusammenhang zwischen Kosten und Einsparung werden sogenannte **Grenzvermeidungskosten (engl. marginal abatement costs; MAC) für eine weitere kWh Endenergieeinsparung** abgeleitet. Die diesbezügliche Arbeitshypothese folgt der Überlegung, dass ausgehend von einem energetisch sehr schlechten Bestandsgebäude die typischen ersten Maßnahmenbündel kosteneffizient und wirksam sind. Werden hingegen Objekte, die einen bereits durchschnittlichen oder gar guten energetischen Zustand aufweisen weiter verbessert, beziehungsweise Objekte auf ein besonders hohes Effizienzniveau saniert, so könnte vermutet werden, dass jede weitere eingesparte jährliche kWh in Relation zu den bisherigen Effekten nur noch zu signifikant höheren Kosten erzielt werden kann.

Die hierzu verwendeten realen Quelldaten wurden für die Studie von Partner- beziehungsweise Mitgliedsunternehmen des GdW zur Verfügung gestellt. Die Stichprobe umfasst ausschließlich MFH in Deutschland. Im **Sample sind dabei Daten zu 1.915 WE in 38 Liegenschaften und insgesamt 124.755 m<sup>2</sup> Wohnfläche** vor und nach durchgeführten Sanierungen enthalten. Die Angaben umfassen eine Beschreibung der umgesetzten Maßnahmen, die Energiebedarfe vor und nach Sanierung, gemessene und klimabereinigte Energieverbräuche vor und nach Sanierung sowie die Investitionen für die energetische Modernisierung. Tabelle 4 gibt die deskriptiven Statistiken zum Datensample gerundet auf ganze Zahlen wieder.

	N	$\bar{x}$	S	Min.	Q25	Q75	Max.
Anzahl WE	38	50	42	6	25	59	169
Wohnfläche in m <sup>2</sup>	38	3283	2966	326	1485	3611	11938
Kosten pro m <sup>2</sup> in €	38	780	378	177	495	1008	1957
Energiebedarf vorher in kWh/m <sup>2</sup> p. a.	38	258	90	150	181	332	465
Energiebedarf nachher in kWh/m <sup>2</sup> p. a.	38	83	29	40	62	99	142
Energieverbrauch vorher in kWh/m <sup>2</sup> p. a.	38	204	50	128	161	225	310
Energieverbrauch nachher in kWh/m <sup>2</sup> p. a.	38	112	24	69	97	120	182

**Tabelle 4 Deskriptive Statistiken der Modernisierungsdaten<sup>97</sup>**

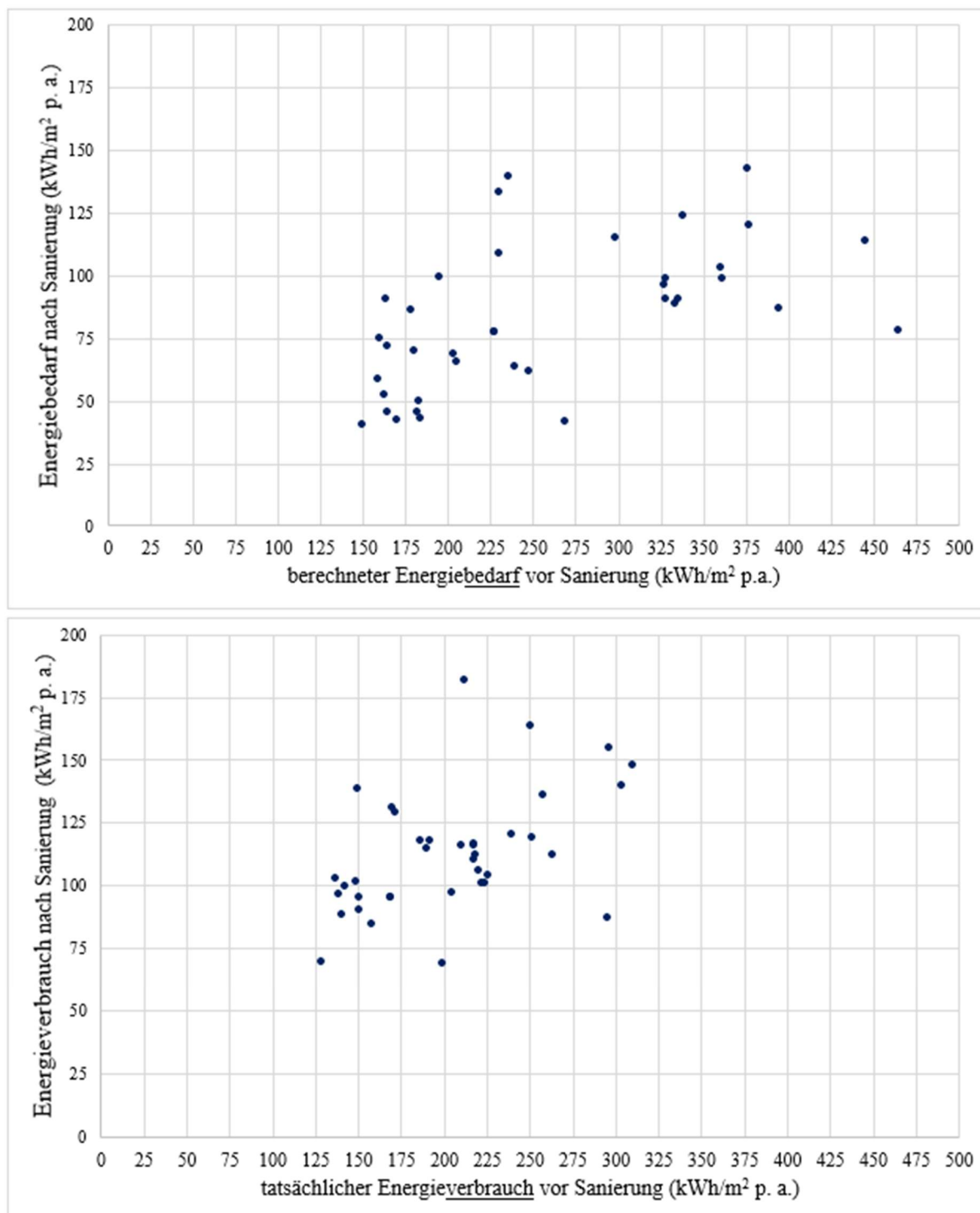
Wie aus den deskriptiven Statistiken hervorgeht, sind im Durchschnitt in jedem der 38 Objekte etwa 50 WE mit 3.283 m<sup>2</sup> Wohnfläche. Die **Kosten der energetischen Modernisierungen liegen im Durchschnitt bei 780 Euro/m<sup>2</sup>**, wobei die Spanne mit Werten zwischen 177,31 Euro

<sup>97</sup> Quelle: Eigene Berechnungen; Anzahl Beobachtungen (N), Arithmetisches Mittel ( $\bar{x}$ ), Standardabweichung, Minimalwert, 25%-Quantil, 75%-Quantil und Maximalwert.

und 1.957,00 Euro weit auseinander geht. Der durchschnittliche Endenergiebedarf vor der Sanierung notierte bei 258 kWh/m<sup>2</sup> p. a. und bei 83 kWh/m<sup>2</sup> p. a. nach erfolgter Durchführung. Nach der Bedarfsrechnung wird also im Durchschnitt eine **Sanierungstiefe/Einsparung von 175 kWh/m<sup>2</sup> (Bedarf) realisiert. Dabei wird im Durchschnitt von Energieeffizienzklasse G auf Energieeffizienzklasse B saniert.**<sup>98</sup> Der gemessene durchschnittliche Endenergieverbrauch vor der Sanierung liegt hingegen weit *unter* dem durchschnittlichen Energiebedarf. Gewichtet nach Beobachtungen notiert der durchschnittliche Verbrauch vor Sanierung bei 204 kWh/m<sup>2</sup> und nach Sanierung bei durchschnittlich 112 kWh/m<sup>2</sup>. Ausgehend von den gemessenen Verbräuchen wird durch die Investitionen demnach eine tatsächlich **realisierte Endenergieeinsparung von lediglich 92 kWh/m<sup>2</sup> (Verbrauch) erreicht und im Durchschnitt faktisch nur von Energieeffizienzklasse F auf C saniert.**

---

<sup>98</sup> Anmerkung: Bei Berechnung der entsprechenden Energieeffizienzklassen ist zu beachten, dass sich der hierfür maßgebliche Endenergieverbrauch/-bedarf auf die Nutzfläche und nicht auf die Wohnfläche bezieht.



**Abbildung 17 Datenplots der Energieverbräuche und -bedarfe vor und nach Sanierung<sup>99</sup>**

Zur weiteren Analyse wird die „Energieintensität“, die auch als Effektivitätslevel oder Interventionsniveau bezeichnet werden kann, berechnet. Sie kennzeichnet den jeweiligen rechnerische Mittelwert aus dem Energiebedarf (respektive -verbrauch) vor der energetischen Modernisierung und dem Energiebedarf (respektive -verbrauch) nach der energetischen Modernisierung. Abbildung 18 dient der Erläuterung zur Berechnung der Energieintensität. Hierzu

<sup>99</sup> Quelle: Eigen Darstellung.



folgendes fiktives Beispiel: Die Energieintensität einer Maßnahme durch welche ein Gebäude von 250 kWh/m<sup>2</sup> p. a. auf 80 kWh/m<sup>2</sup> p. a. ertüchtigt wird läge bei 165 kWh/m<sup>2</sup> p. a. Bei einem Objekt, welches einen Verbrauch von 100 kWh/m<sup>2</sup> p. a. hat und nach den Maßnahmen 50 kWh/m<sup>2</sup> p. a. aufweist beträgt sie 75 kWh/m<sup>2</sup> p. a.

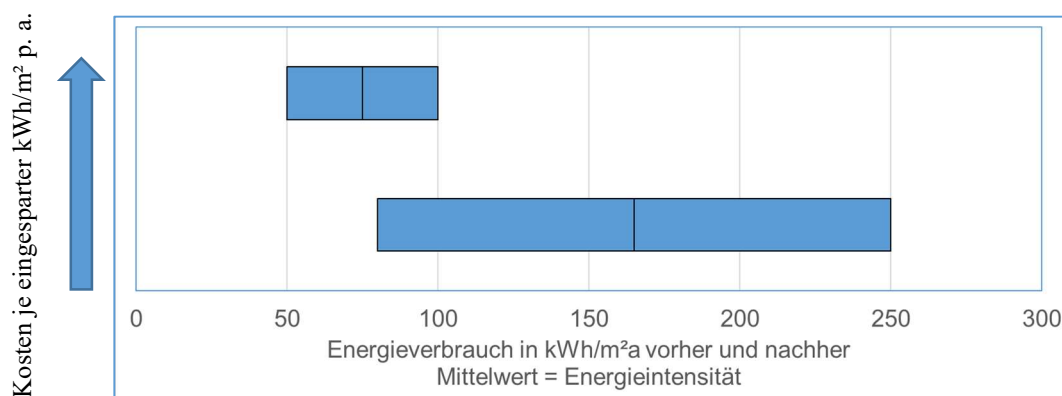


Abbildung 18 Erläuterung des Begriffs „Energieintensität“<sup>100</sup>

Die **durchschnittliche Energieintensität bezogen auf den Energiebedarf liegt beim betrachteten Datensatz bei 170 kWh/m<sup>2</sup> und bezogen auf den Verbrauch bei 158 kWh/m<sup>2</sup>.** Zur Ableitung der MAC je Objekt werden die Investitionen je m<sup>2</sup> (brutto und inklusive regulärer Instandhaltung/Modernisierung sowie vor Abzug allfälliger Förderungen) ins Verhältnis eingesparten Energie vor und nach Durchführung der Maßnahme gesetzt. Tabelle 5 enthält Übersichtsstatistiken zur Energieintensität und den MAC.

	N	$\bar{x}$	S	Min.	Q25	Q75	Max.
Energieintensität Bedarf	38	170,22	53,53	95,13	119,85	212,73	279,48
Energieintensität Verbrauch	38	158,27	32,42	98,83	132,05	176,89	228,75
MAC - Bedarf	38	4,46	3,45	1,85	2,94	5,47	17,58
MAC - Verbrauch	38	8,51	10,78	1,73	5,87	11,50	56,49

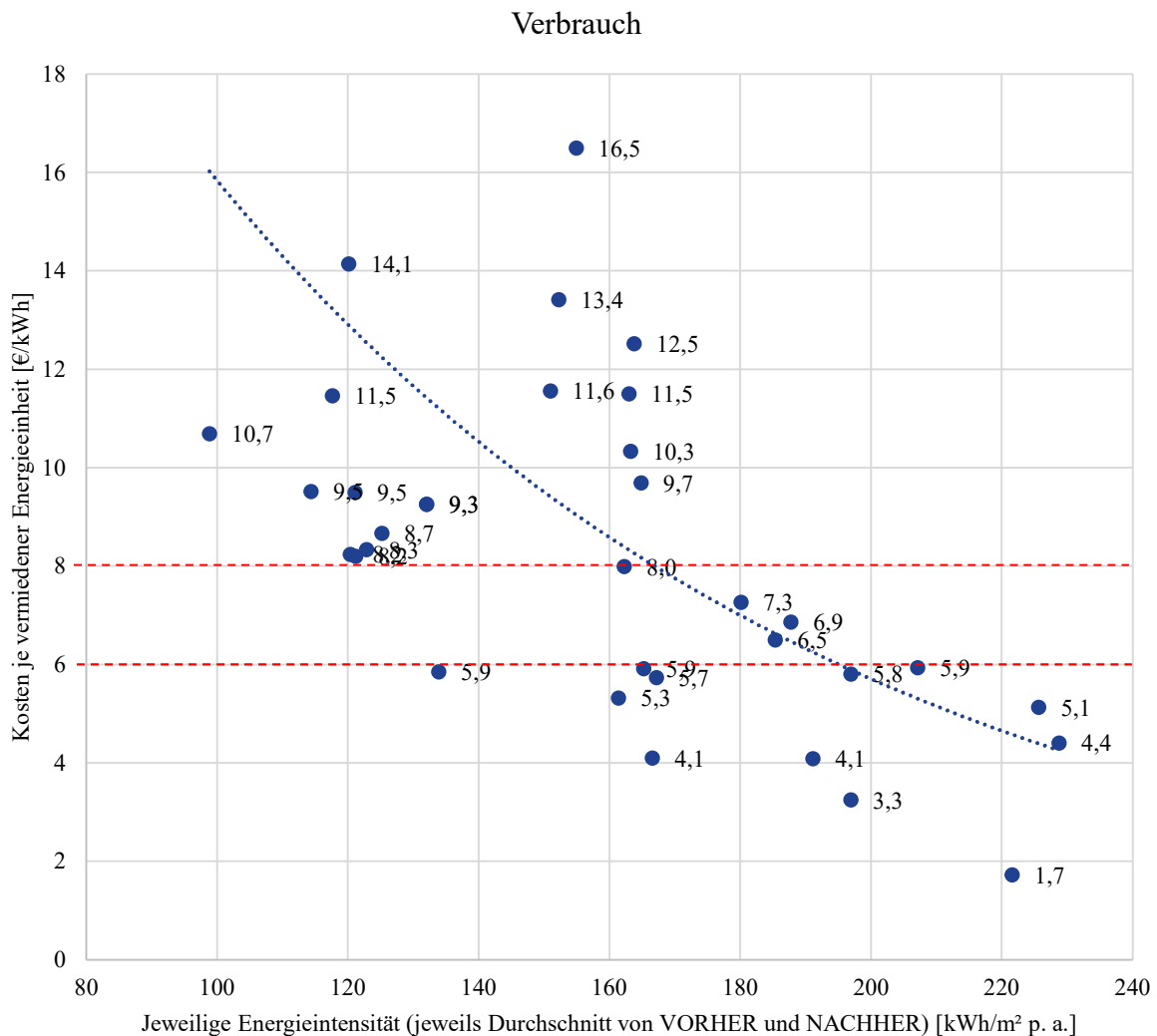
Tabelle 5 Übersichtsstatistiken zur Energieintensität und Grenzvermeidungskosten<sup>101</sup>

Die MAC in Euro/kWh können gemeinsam mit der Energieintensität geplottet werden. Über alle Objekte hinweg ergibt sich so eine **Punktwolke, aus der wiederum der funktionale Zusammenhang abgeleitet werden kann.** Für die Schätzung der Trendlinie wurde die Exponentialfunktion verwendet, da die Datenwerte mit zunehmender Rate steigen und so das im

<sup>100</sup> Quelle: Eigene Darstellung.

<sup>101</sup> Quelle: Eigene Berechnungen; Anzahl Beobachtungen (N), Arithmetisches Mittel ( $\bar{x}$ ) berechnet als nach Objekten (nicht Flächen) gewichteter Durchschnitt, Standardabweichung, Minimalwert, 25%-Quantil, 75%-Quantil und Maximalwert.

Vergleich zu anderen Funktionen höchste Bestimmtheitsmaß erreicht werden konnte. Betrachtet wird dabei die Analyse auf tatsächlichen Verbräuchen (siehe Abbildung 19).



**Abbildung 19 Auswertung der Grenzvermeidungskosten der energetischen Modernisierungen<sup>102</sup>**

Der Verlauf der Kurve in Abbildung 19 liefert folgendes **Kernergebnis: Je niedriger die Energieintensität einer Maßnahme ist, je höher sind die Kosten je eingesparter kWh.** Anders ausgedrückt: ist die energetische Effizienz der Immobilie bereits gut, dann steigen die Kosten für jede weitere Einheit der energetischen Ertüchtigung überproportional stark an. Anzumerken ist, dass zwei Datenpunkte der Grafik außerhalb des abgebildeten Wertebereichs liegen, da die MAC bezogen auf diese Objekte außerordentlich hoch sind – 56,49 Euro/kWh bei einer Energieintensität von 144 kWh/m<sup>2</sup> und 23,86 Euro/kWh bei einer Energieintensität von 152 kWh/m<sup>2</sup>. Faktisch sind diese sehr hohen Vermeidungskosten den in diesen zwei Fällen weit hinter der jeweiligen Zielsetzung zurückbleibenden Endenergieeinsparungen geschuldet. So wurde für das Gebäude, das im Verbrauch MAC von 56,49 Euro/kWh zeigt, nach der Bedarfsrechnung lediglich ein Wert von 6,59 Euro/kWh prognostiziert. Nach Bedarf sollten diesbezüglich 97 kWh/m<sup>2</sup> p. a. eingespart werden, nach tatsächlichen Verbräuchen wurden jedoch nur 11 kWh/m<sup>2</sup> p. a. erreicht. Weitere Ausführungen zu diesem Themenfeld des

<sup>102</sup> Quelle: Eigene Darstellung und Auswertung.

Auseinanderfallens von errechnetem Bedarf und tatsächlich erreichten Energieeinsparungen im nachfolgenden Abschnitt 3.1.2.

Die Auswertung zeigt sehr deutlich, dass insbesondere bei einer Betrachtung des tatsächlich reduzierten Energieverbrauchs die **Kosten für die Vermeidung in den hohen Zielniveaus (EffH 40 und 55) signifikant ansteigen**. Fraglich ist somit, ob Investitionen *unterhalb* von bestimmten energetischen Zuständen noch „gut investiert“ sind, oder ob hier gegebenenfalls aus wirtschaftspolitischer Sicht die Mittel effizienter in den weiteren Ausbau einer Bereitstellung Erneuerbarer Energieträger fließen sollten. Hierzu führt auch die LTRS aus, dass Energieeffizienzsteigerungen einen abnehmenden Grenznutzen haben (entspricht steigenden MAC) und unter Umständen unrentabel beziehungsweise nicht zielführend sind.<sup>103</sup> Darüber hinaus wird in diesem Zusammenhang beschrieben, dass besondere Potenziale in der Eigenerzeugung von Erneuerbaren Energien im Gebäude oder Quartier gesehen werden. In diesem Kontext ist es wichtig anzumerken, dass sich die Sanierungen im Datensatz nicht auf den Ausbau von Energiegewinnung im Gebäude beziehen.

Unsere Auswertung zeigt empirisch, dass die Grenzkosten der Sanierung zunächst moderat steigen, wenn beispielsweise ausgehend von den unteren Effizienzklassen (E bis H) energetische Modernisierungen auf mittlere Niveaus (C, D und E) angegangen werden. Jedoch ist diese Aussage nicht über den gesamten theoretisch möglichen Sanierungsbereich aufrechtzuhalten. Vielmehr steigen die Grenzvermeidungskosten erheblich, wenn auf das Niveau des EffH 55 saniert wird (insb. A)

Zusätzlich ist noch anzumerken, dass die im Datensample enthaltenen Sanierungen zu unterschiedlichen Zeitpunkten durchgeführt wurden. Die dargestellte Analyse basiert auf den nominalen Kosten (also nicht mittels BKI fortgeschrieben). Eine Inflationierung der Daten auf 2021 hat gezeigt, dass der gefundene Zusammenhang unverändert bleibt, während sich das Niveau der MAC weiter nach oben verschiebt.

In Zeiten begrenzter finanzieller Mittel der öffentlichen Hand und der Wichtigkeit des Erreichens der klimapolitischen Ziele ist es wesentlich, die vorhandenen finanziellen Mittel aus wirtschaftspolitischer Sicht „bestmöglich“ (vgl. Abschnitt 2.2.3) einzusetzen, so dass der größtmögliche positive Effekt bei der Senkung der THG-Emissionen bei gegebenem Budget erzielt werden kann.

### 3.1.2. Diskrepanz realisierter Einsparungen versus ambitionierte Standards

Ergänzend zu den deutlich steigenden Vermeidungskosten je eingesparter kWh können noch andere Gründe diskutiert werden, die eine Begrenzung der energetischen Modernisierungen auf ein weniger ambitioniertes Niveau als EffH 55 (Klasse A und B) nahelegen.

Hierzu wurde eine Auswertung der in der Praxis tatsächlich erreichten beziehungsweise erreichbaren Endenergieverbräuche in Abhängigkeit des umgesetzten Energiestandards, ausgehend von den im vorherigen Abschnitt beschriebenen 38 Liegenschaften, beispielhaft vorgenommen. Eine wesentliche Erkenntnis ist, dass die **tatsächlich erreichten Endenergieverbräuche weit hinter den auf normativen Standardbedingungen basierenden Energiebedarfen zurückbleiben** (siehe Tabelle 6). Im Datensample sollten gemäß Endenergiebedarf 22 Liegenschaften auf die Energieeffizienzklassen A oder B saniert werden. Lediglich bei 5 dieser Liegenschaften ist dies gemessen an den tatsächlichen Verbräuchen gelungen, wobei bei keiner der Liegenschaften, die auf A saniert werden sollten, das Ziel in den Verbräuchen nach Durchführung der Maßnahmen widerspiegelt wird. Von den 22 Liegenschaften, die nach

---

<sup>103</sup> BMWi, 2020a.

Energiebedarf auf A oder B saniert werden sollten, landen gemessen am Verbrauch drei in der Energieeffizienzklasse D, 15 in C und lediglich 4 Liegenschaften, die B nach Bedarf erreichen sollten, schafften dies gemessen am Verbrauch. Eine weitere Liegenschaft, die B erreicht hat, hat das nach dem Endenergiebedarf ermittelte Ziel überschritten (B statt C).

	Bedarf vor	Verbrauch vor	Bedarf	Verbrauch nach
Anzahl A	0	0	9	0
Anzahl B	0	0	13	5
Anzahl C	0	0	11	23
Anzahl D	1	9	5	8
Anzahl E	12	8	0	2
Anzahl F	9	12	0	0
Anzahl G	3	7	0	0
Anzahl H	13	2	0	0

**Tabelle 6 Anzahl Energieeffizienzklassen vor/nach Sanierung nach Bedarf/Verbrauch**

Im Durchschnitt blieb die **Zielerreichung, die aus den gemessenen Verbräuchen hervorgeht um 42 % hinter den für den Bedarf gerechneten Energieeinsparungen in MFH zurück**.<sup>104</sup> Dabei ist anzumerken, dass der Energiebedarf für die überwiegenden Mehrheit von 73 % der Beobachtungen auch vor der Sanierung bereits höher lag als der Verbrauch (Prebound-Effekt), allerdings „nur“ um durchschnittlich 27 %. Dieser Umstand bestätigt frühere Erkenntnisse darüber, dass bei älteren und nicht oder im geringen Umfang modernisierten Wohngebäuden, der Energieverbrauch gegenüber den theoretischen Berechnungen meist deutlich geringer ausfällt, während Wohngebäude, die umfassend energetisch modernisiert worden sind vorwiegend einen höheren Energieverbrauch als im Vorfeld berechnet aufweisen.<sup>105</sup> Durch diese Diskrepanz zwischen Bedarf und Verbrauch ist die **Treffericherheit der Maßnahmen stark eingeschränkt**. Damit ist eine zentrale wirtschaftspolitische Maßnahme (vgl. Abschnitt 2.2.3) nicht erfüllt. Es **kann letztlich mit den Sanierungen nicht sichergestellt werden, dass die Klimabeiträge wie „berechnet“ auch eintreten**. Im Gegenteil: das hier betrachtete Datensample zeigt deutlich, dass die Maßnahmen in der praktischen Umsetzung das Ziel deutlich verfehlen. Unter anderem lässt sich dieser Zusammenhang **mit dem Nutzerverhalten begründen**. In Studien wurde bereits eine Korrelation zwischen der energetischen Gebäudequalität und dem Nutzerverhalten belegt, indem gezeigt wurde, dass in Gebäuden hoher energetischer Qualität die real zu beobachtenden Energieverbrauchswerte ein verschwenderisches Nutzerverhalten implizieren, welches durch höhere Raumtemperaturen und höhere Außenluftwechselraten gemessen wurde (**Rebound-Effekt**).<sup>106</sup> Die **Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz werden dadurch konterkariert** und in einigen Fällen durch das veränderte Nutzerverhalten sogar überkompensiert.<sup>107</sup> Ein reduzierter Endenergiebedarf kann also nicht mit einem tatsächlich in der weiteren Folge gesenkten Energieverbrauch und in der Konsequenz auch *nicht* mit einer (eigentlich erwarteten) THG-Emissionsreduktion gleichgestellt werden.

<sup>104</sup> Anmerkung: Berechnet als der Durchschnitt der Quotienten aus Endenergieeinsparung-Bedarf und Endenergieeinsparung-Verbrauch. In einem Gebäude, in dem laut der Bedarfsrechnung 100 kWh/m<sup>2</sup> p. a. eingespart werden sollten, wird demnach im Mittel lediglich eine Einsparung von 58 kWh/m<sup>2</sup> p. a. gemessen.

<sup>105</sup> Vgl. Arge e. V., 2021.

<sup>106</sup> Anmerkungen: Für eine tiefgehende Ausarbeitung und empirische Analyse von Rebound- und Prebound-Effekten bei der energetischen Gebäudesanierung siehe beispielsweise BBSR, 2017b.

<sup>107</sup> Vgl. Felsmann und Schmidt, 2013.

Neben der in obiger Auswertung bereits ermittelten signifikanten Abweichung zwischen errechneten Bedarfseinsparungen und tatsächlich realisierten Verbrauchseinsparungen können für dieses Dilemma weitere Beispiele angeführt werden. Hierfür wurde eine weitere Auswertung, der in der Praxis tatsächlich erreichbaren Endenergieverbräuche in Abhängigkeit des umgesetzten Energiestandards, ausgehend von 46 Objekten beispielhaft vorgenommen. Dabei kann Folgendes festgestellt werden:

- Zwischen Neubauten und modernisierten Objekten gab es keine signifikanten Unterschiede. Insofern ist die konsequente energetische Ertüchtigung des Bestands grundsätzlich der richtige Weg, um die Erreichung von Klimazielen sicherzustellen.
- Witterungsbereinigte Endenergieverbräuche von weniger als 80 kWh/m<sup>2</sup> p. a. (wohnflächenbezogen) für Heizung und Warmwasser sind in der Praxis kaum erreichbar. Durchschnittliche Werte notieren um 100 kWh/m<sup>2</sup> p. a.
- Auch hohe energetische Standards wie EffH 55 konnten sich nicht mit signifikant geringeren Verbräuchen innerhalb der Vergleichsgruppe absetzen. Eine Verringerung des Endenergieverbrauchs mit sehr ambitionierteren energetischen Standards ist nicht erkennbar (siehe Abbildung 20).

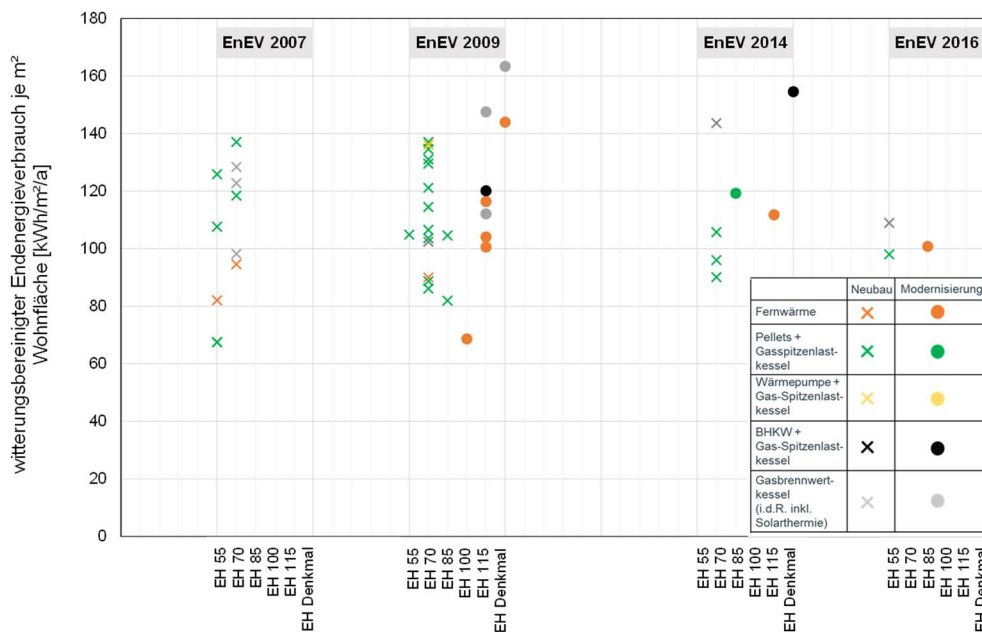


Abbildung 20 Vorteilhaftigkeit alternativer Effizienzhaus-Standards<sup>108</sup>

- Bei Gebäuden, die nur wenig Einsparungen durch Effizienzmaßnahmen erwarten lassen, sollte der Fokus auf einer Umstellung der Wärmeversorgung durch regenerative Energien wie z. B. Wärmenetzanbindung oder Wärmepumpenversorgung liegen.
- Wenn durch das Verhalten der Nutzer oder sonstige Effekte, die sich dem Einfluss der Eigentümer entziehen, die theoretischen Verbrauchsreduktionen nachweislich in der Praxis deutlich geringer ausfallen und insbesondere bei 80 bis 100 kWh/m<sup>2</sup> p. a. eine faktische Grenze besteht, sollten Förderinstrumente und Anforderungen darauf Bedacht

<sup>108</sup> Quelle: Eigene Auswertung in Kooperation mit Mitgliedsunternehmen des GdW.

nehmen. Mehr regenerative Wärme und Strom wären auch hier wieder das Mittel der Wahl, um die noch vorhanden Verbräuche wirksam zu dekarbonisieren.

### 3.1.3. Vergleich der Vermeidungskosten mit den Gestehungskosten erneuerbarer Energieversorgung

Zur Einordnung, ob für ein energetisch schlechtes Bestandsobjekt eine Sanierung auf Niveau EffH 55 umgesetzt werden sollte oder gegebenenfalls EffH 70 und eine Abdeckung der verbleibenden Verbräuche durch erneuerbare Energieträger sinnvoller ist, werden die jeweiligen Kosten aus dem Blickwinkel möglicher Alternativen analysiert. Hierzu werden die oben **ermittelten Grenzvermeidungskosten (MAC) den (Strom)Gestehungskosten der erneuerbaren Energieträger gegenübergestellt** (engl. Levelized Costs of Electricity, LCOE). Dieses Szenario ist somit insbesondere bei der Ausweitung des Einbaus von Wärmepumpen in Gebäuden wesentlich. Aufgrund der für diese Studie gewählten makroökonomischen Betrachtungsebene sind die Stromkosten für den Endkunden hier nur von nachgelagerter Bedeutung (da keine betriebswirtschaftliche, sondern eine primär volkswirtschaftliche Abwägung bewirkt werden soll). Die LCOE umfassen Anschaffungskosten (inklusive Fremdkapitalkosten), fixe und variablen Betriebskosten, gegebenenfalls Brennstoffkosten sowie der Kapitalverzinsung über den Betriebszeitraum. Ihre Berechnung erfolgt anhand der Kapitalwertmethode.<sup>109</sup> Abbildung 21 stellt die Stromgestehungskosten für Erneuerbare Energien exemplarisch dar.

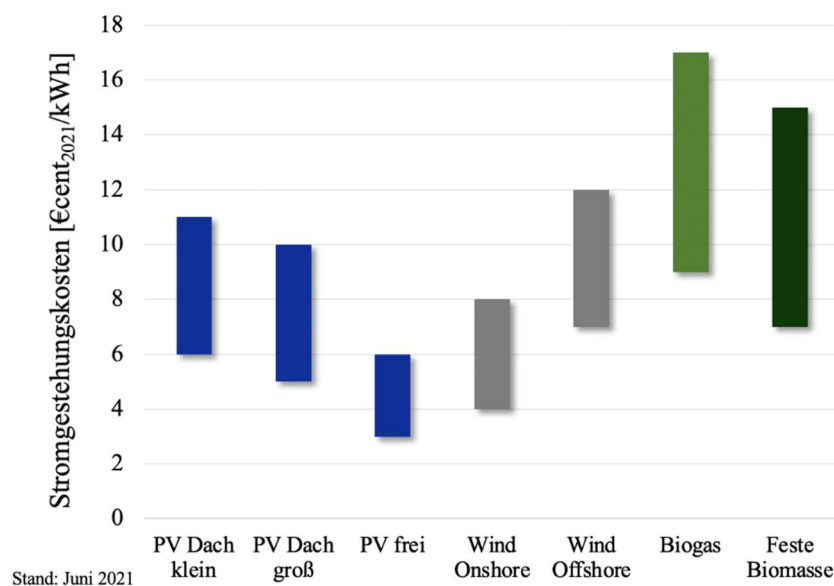


Abbildung 21 Gegenüberstellung der Stromgestehungskosten Erneuerbarer Energien<sup>110</sup>

Der Vergleich der MAC (siehe 3.1.1) mit den LOCE Erneuerbarer Energieversorgung legt offen, dass beispielsweise die Stromgestehungskosten bei PV, Windkraft etc. **bei größer skalierten Anlagen im Bereich zwischen 5 bis 8 Cent/kWh** notieren.<sup>111</sup> Bei einer annahmegemäß 40-jährigen Haltbarkeit der am Objekt durchgeführten energetischen Modernisierung und **konservativen 10 bis maximal 15 Cent/kWh**, zur Entscheidungsgrundlage mehr Effizienz oder mehr erneuerbare Energie, **würde bereits im Bereich über 6,00 Euro energetischer**

<sup>109</sup> Vgl. ISE, 2021.

<sup>110</sup> Quelle: Eigene Darstellung nach ISE, 2021.

<sup>111</sup> Vgl. ISE, 2021.

**Sanierungskosten je eingesparter jährlicher kWh die Vorteilhaftigkeit des Ausbaus von Grünstrom überwiegen und damit volkswirtschaftlich vorteilhafter sein** (vgl. auch rote Linien in Abbildung 19).<sup>112</sup> Durch erneuerbare Energien (zum Beispiel Windenergie, Solarthermie und PV sowie Biomasse/Biomethan im nachhaltig erzeugten und verfügbaren Rahmen) sind somit massive positive Effekte in Bezug auf die Steigerung der Gesamtenergieeffizienz aber auch der Wirtschaftlichkeit zu erwarten.

Neben den LCOE können ebenso die Wärmegestehungskosten, also Energiekosten erneuerbarer Wärme, von circa 15 Cent/kWh betrachtet werden. Bei einer Gegenüberstellung der Kosten energetischer Hüllenmodernisierungen und erneuerbarer Wärmebereitstellung zeigt sich dabei ebenso, dass die Hüllenmodernisierung zunächst klare Vorteile bei schlechtem energetischen Ausgangszuständen hat und sich die Vorteilhaftigkeit bei hohen energetischen Standards wieder umkehrt. Auch hier zeigt sich, dass im Bereich von circa 6,00 Euro energetischer Sanierungskosten je eingesparter kWh die Vorteilhaftigkeit des Ausbaus von erneuerbarer Wärmebereitstellung oder eben Grünstrom überwiegen würde.

Der hier insgesamt verfolgte Ansatz ist ähnlich den Überlegungen des sogenannten „äquivalenten Energiepreises“, wobei in der vorliegenden Studie neben einer einzelwirtschaftlichen Betrachtung der Fokus verstärkt auf die volkswirtschaftlichen Implikationen der Mittelallokation gelenkt werden soll (auf Aspekte der Diskontierung oder beispielsweise Wartungs- und Instandhaltungskosten wurde deshalb vorerst verzichtet). Zur Verdeutlichung kann der Ansatz des äquivalenten Energiepreises dennoch hier angewendet werden. Die Methodik in 6 Analyseschritten folgt BBSR (2013):

**Schritt 1 – Ermittlung der Endenergieeinsparung:** Ausgehend von den in Tabelle 4 dargestellten Daten kann die Berechnung durchgeführt werden. Die Endenergieeinsparungen lagen bei durchschnittlich 174,6 kWh/m<sup>2</sup> p. a. nach Bedarfsermittlung und bei 91,6 kWh/m<sup>2</sup> p. a. nach tatsächlich gemessenen Verbräuchen.

**Schritt 2 – Ermittlung der Investitionskosten der Maßnahme:** Da in dieser Anwendung des Ansatzes des äquivalenten Energiepreises quadratmeterbezogen gerechnet wird, entsprechen die Investitionskosten den durchschnittlichen Kosten je vermeidender kWh/m<sup>2</sup>. Diese lagen bei 4,47 Euro/kWh nach Bedarfsermittlung und bei 8,51 Euro/kWh nach gemessenen Verbräuchen.

**Schritt 3 – Ermittlung der jährlichen Gesamtkosten der Maßnahme:** Hierzu werden einerseits die Endenergieeinsparungen aus Schritt 2 mit einem Annuitätenfaktor<sup>113</sup> multipliziert, um die Investitionskosten bezogen auf jedes Jahr zu ermitteln und andererseits wird ein entsprechender Beitrag für die jährliche Wartung und Instandhaltung auf die Investitionen zur Berücksichtigung der Folgekosten hinzugerechnet. In Anlehnung an VDI 2076 Blatt 1 wird für Wartung und Instandhaltung ein zusätzlicher jährlicher Aufwand von 1,5 % der Kosten der Sanierung angenommen. Wie oben werden als rechnerische Nutzungsdauer bezüglich der Anlagenkomponenten 40 Jahre angenommen.<sup>114</sup> Zudem wird ein Kalkulationszinssatz in Höhe von 3 % angenommen.

Investitionskosten × Annuitätenfaktor + Folgekosten = jährlichen Gesamtkosten

Energiebedarf:  $4,47 \times 0,043 + 4,47 \times 0,015 = 0,26$  Euro/kWh

---

<sup>112</sup> Anmerkung: Auf Diskontierungen, Preissteigerungen etc. wurde hier zur Vereinfachung verzichtet.

<sup>113</sup> Anmerkungen: Für Tabellen und zur Berechnung des Annuitätenfaktors siehe BBSR, 2013.

<sup>114</sup> Anmerkung: Die rechnerische Nutzungsdauer sowie der prozentuale Aufwand der Wartung und Instandhaltung unterscheiden sich erheblich zwischen unterschiedlichen Anlagekomponenten. Vgl. z. B. Bohne, 2019, S. 612.

Energieverbrauch:  $8,51 \times 0,043 + 8,51 \times 0,015 = 0,50$  Euro/kWh

#### Schritt 4 – Berechnung des äquivalenten Energiepreises:

äquivalenter Energiepreis = jährliche Gesamtkosten / jährliche Endenergieeinsparung

Da in Schritt 3 bereits auf Basis von Euro/kWh gerechnet wurde entfällt dieser Schritt. Die Ergebnisse aus Schritt 3 spiegeln den äquivalenten Energiepreis wider, da in der hier genannten Formel für „jährliche Endenergieeinsparung“ der Wert 1 einzusetzen ist.

**Schritt 5 – Wahl der Vergleichsgröße:** Bei Anwendung der Annuitätenmethode zur Beurteilung einer Maßnahme wird für gewöhnlich der finanzielle Aufwand für die Bereitstellung einer kWh Endenergie verwendet. Da hier erneut der Vergleich zwischen Durchführung einer Sanierung an der Gebäudehülle und Beheizung unter Nutzung Erneuerbarer Energien auf volkswirtschaftlicher Ebene verglichen werden soll, werden hier erneut die LCOE für Grünstrom von 10 bis 15 Cent/kWh angenommen (siehe oben). Der durchschnittliche Energiepreis über die Nutzungsdauer wird durch Anwendung eines sogenannten Mittelwertfaktors<sup>115</sup> berechnet. Für die Berechnung des Mittelwertfaktors wird eine jährliche Energiepreissteigerung von 5 % angenommen.

Energiepreis \* Mittelwertfaktor = Durchschnittlicher Energiepreis

Min.:  $0,10 \text{ Euro/kWh} \times 2,69 = 0,27 \text{ Euro/kWh}$

Max.:  $0,15 \text{ Euro/kWh} \times 2,69 = 0,40 \text{ Euro/kWh}$

**Schritt 6 – Vergleich und Bewertung:** Ein Vergleich der errechneten Werte zeigt, dass der für das Sample festgestellte durchschnittliche äquivalente Energiepreis unterhalb der durchschnittlichen LCOE notiert, wenn die Energiebedarfsreduktion und die höhere Annahme bezüglich der LCOE zu Grunde gelegt werden. Die Durchführung der Maßnahmen an den Gebäuden ist in diesem Fall also nach der Bedarfsrechnung dem reinen Zukauf von Erneuerbaren Energien im Durchschnitt vorzuziehen (Tabelle 7). Im Sample zeigte sich dieser Zusammenhang für 82 % der untersuchten Liegenschaften.

	Nach Bedarf	Nach Verbrauch
LCOE	Maßnahmen vorzuziehen	<b>Erneuerbare vorzuziehen</b>
Min.	$0,27 > 0,26$ 62 % der Liegenschaften	$0,27 < 0,50$ 87 % der Liegenschaften
LCOE	Maßnahmen vorzuziehen	<b>Erneuerbare vorzuziehen</b>
Max.	$0,40 > 0,26$ 82 % der Liegenschaften	$0,40 < 0,50$ 63 % der Liegenschaften

**Tabelle 7 Vergleich des äquivalenten Energiepreis mit den durchschnittlichen Energiekosten**

Unter Annahme der niedrigeren Stromgestehungskosten zeigt sich dieser Zusammenhang bezogen auf den Energiebedarf im Durchschnitt ebenso, ist aber bei der Einzelbetrachtung für lediglich 62 % der Liegenschaften nachzuweisen. In Bezug auf gemessene eingesparte Energieverbräuche und deren Kosten wird festgestellt, dass der **Ausbau der Erneuerbaren vorzuziehen** ist. Dies ist für 87 % der analysierten Liegenschaften der Fall, wenn niedrige LCOE angenommen werden und immer noch für 63 % bei Annahme der höheren LCOE.

<sup>115</sup> Anmerkung: Anmerkungen: Für Tabellen und zur Berechnung des Mittelwertfaktor siehe BBSR, 2013.



Beide Betrachtungsmöglichkeiten zeigen, dass **Restriktionen somit in einer abnehmenden Wirtschaftlichkeit von Investitionen für notwendige energetische Modernisierungen der Bestände in Gegenüberstellung zum Ausbau erneuerbarer Energien** bestehen. Einschränkend müssen Aspekte einer möglichen hohen Preisdynamik bei zunehmender Nachfrage von erneuerbarer Energie ins Feld geführt werden. Auch ist anzumerken, dass neben dem Gebäudesektor auch weitere Sektoren, allen voran Industrie und Verkehr ihren Bedarf an Energie in Form von Strom stark anheben werden, während gleichzeitig der Energiesektor mit den Herausforderungen des Kohle- und Atomausstiegs konfrontiert ist. Dieser Problematik bewusst erscheint dennoch ein **forcierter Ausbau erneuerbarer Energieerzeugung fallweise als „bessere Investition“ im Vergleich zur weiteren Anhebung der Effizienzanforderungen (*statische Effizienz*)**. Auch wäre diese Alternative *dynamisch effizient*, da weiterhin laufende (Energie-)Kosten der Nutzer bestehen würden, die somit dauerhaft einen Anreiz darstellen, um weitere Einsparmöglichkeiten zu suchen.

Eine verstärkte Dekarbonisierung des deutschen Strommix durch Ausbau Erneuerbarer Energien ist im Ergebnis umso wichtiger. Die Immobilienwirtschaft darf jedoch nicht die Lösung der Herausforderung der Klimazielerreichung anderen Sektoren aufbürden! Klar ist, dass beide Sektoren, also Immobilien- und Energiewirtschaft einen Beitrag leisten müssen und sich die Wohnungswirtschaft nicht „aus der Pflicht“ nimmt. Interessant ist jedoch, wo im internationalen Vergleich die deutschen Emissionsfaktoren (EF) des Stromnetzes gegenwärtig einzuordnen sind. Der EF für den normalen Strommix notiert in Deutschland aktuell bei einem im internationalen Vergleich hohen Wert von circa 0,35 kg CO<sub>2</sub>/kWh (2020).<sup>116</sup> Im Vergleich dazu notiert der EF in Frankreich bei lediglich 0,052 (2019) und in auch in Ländern mit weniger Atomstrom (und bereits höherem Anteil an erneuerbaren Energieträgern) bei 0,091 (Österreich) beziehungsweise 0,086 (Finnland).<sup>117</sup> Bis 2045 wird eine weitere Senkung des deutschen-Strom-EF auf 0,271 angestrebt beziehungsweise bis 2050 eine Minderung um 66 % im Vergleich zum Status quo.<sup>118</sup> Damit wird klar, dass die **Elektrifizierung von Immobilien in Deutschland heute noch mit einem (im Vergleich zu anderen Ländern) höherem THG-Ausstoß** verbunden ist – wobei dieser Nachteil nicht dem Immobiliensektor zugeschrieben werden kann. Die sukzessive Dekarbonisierung des Strommix bis zum Jahr 2045 spielt eine große Rolle und ein rascherer Ausbau regenerativer Energieerzeugung ist somit auch aus dieser Perspektive notwendig. Der Effekt des derzeit und in den kommenden Jahren noch relativ hohen EF wirkt sich bei der verstärkten Nutzung von Strom für die Wärmegewinnung in Gebäuden somit kurzfristig unter Umständen negativ auf die CO<sub>2</sub>-Bilanz aus – obwohl diese Elektrifizierung grundsätzlich gewünscht ist.<sup>119</sup>

---

<sup>116</sup> Anmerkung: Je nach Quelle leicht unterschiedliche Angaben bzgl. des Emissionsfaktors im deutschen Strommix. Vgl. UBA, 2021b; EEA, 2021.

<sup>117</sup> Vgl. EEA, 2021.

<sup>118</sup> Vgl. Prognos, 2020.

<sup>119</sup> Vgl. Auch LTRS “Eine erhöhte Nutzung von Strom im Gebäudesektor ist bei den Ausbaupfaden für erneuerbar erzeugten Strom zu berücksichtigen.“

### 3.1.4. Limitierungen und mögliche Modellerweiterung

Die zuvor dargestellte Analyse liefert einen aussagekräftigen Eindruck über das Verhältnis von Energieeinsparungen, deren Kosten und über das mit diesen Kosten positiv korrelierende Sanierungsniveau, jedoch sind in Bezug auf die Untersuchung mehrere Limitierungen vorhanden, die im Folgenden aufgezeigt werden. Zu diesen zählen:

- 1) Datenlage und Validität der Daten
- 2) Vollkosten und deren Verhältnis zu den energiebedingten Mehrkosten
- 3) Aussagen bezüglich der Modernisierungstiefe
- 4) Theoretische versus gemessene Einsparungen – Rebound-Effekte

Zu 1) Datenlage und Validität der Daten: Verlässliche und belastbare Daten bezüglich energetischer Modernisierungen und deren Kosten bezogen auf MFH sind knapp. Zum einen fehlt es an einer einheitlichen Erhebungsmethodik und zum anderen an einer zentralen Speicherung, die einen Zugriff für wissenschaftliche Analysen erlaubt. Die hier verwendete Stichprobe ist mit 38 Liegenschaften und mit 1.915 WE bereits gut. Eine breitere Datenbasis würde die Validität der Ergebnisse jedoch erhöhen. Ebenso wäre eine Ausweitung der Erhebungsdaten sinnvoll. Darunter könnten der exakte Standort sowie weitere Detailangaben zum Gebäudezustand vor und nach Sanierung fallen.<sup>120</sup> Das Fehlen beziehungsweise der Umfang weiterer Gebäudeeigenschaften und Umfang der einzelnen durchgeführten Maßnahmen schränkt die Modellgüte ein. In der Konsequenz sind die Ergebnisse als Korrelationen zu interpretieren und weniger als Resultat einer fundierten Regression unter Einbeziehung mehrerer Kontrollvariablen.

Zu 2) Vollkosten und deren Verhältnis zu den energiebedingten Mehrkosten: Zu beachten ist, dass Maßnahmen regelmäßig im Zusammenhang mit einer ohnehin notwendigen Instandhaltungsmaßnahme durchgeführt werden („Kopplungsprinzip“), und dann ausgehend von den oben abgetragenen Gesamtkosten nur ein Anteil auf die reine energetische Verbesserung entfällt. Diese Anteile für die energetische Sanierung variieren je nach angestrebtem Sanierungsniveau und betrachteter Forschungsstudie erheblich.<sup>121</sup> Wesentlich ist die Feststellung, dass bei massiv steigenden Sanierungsraten – einer der zentralen Forderungen auch dieser Ausarbeitung – der typische Anlassfall einer energetischen Sanierung eben *nicht* mehr die „normale“ Instandhaltung sein kann, sondern in die Bausubstanz außerhalb üblicher Instandhaltungszyklen eingegriffen wird, um spezifisch die notwendigen Maßnahmen für den Klimaschutz umzusetzen. Insofern notierten die (energiebezogenen) Kostenanteile in der vorliegenden Datensample bei deutlich über 2/3 der Vollkosten.

Zu 3) Aussagen bezüglich der Modernisierungstiefe: Bei der Datenanalyse der vorliegenden Studie wurde mit dem Endenergieverbrauch beziehungsweise -bedarf der modernisierten Gebäude gerechnet. Ausgehend von diesen Werten allein lassen sich keine Aussagen zu den erzielten oder angestrebten EffH-Standards nach KfW treffen, da diese, wie in Abschnitt 2.2.4 beschrieben, auf dem Primärenergiebedarf und dem Transmissionswärmeverlust beruhen. Da sich der Bezug zu den EffH-Standards jedoch sowohl in der Regulierung, als auch in der Wissenschaft etabliert hat, wurden Aussagen bezüglich des EffH-Standards getroffen. Diese sind dementsprechend als Näherungswerte zu verstehen.

---

<sup>120</sup> Anmerkung: Manche dieser Angaben sind nur bezüglich einzelner Liegenschaft vorhanden.

<sup>121</sup> Vgl. Bienert & Groh, 2020 im Auftrag des DMB, DV und GdW.

Zu 4) Theoretische versus gemessene Einsparungen – Rebound Effekte: Rebound Effekte<sup>122</sup> können nach der energetischen Modernisierung von Wohngebäuden auftreten und bedingen, dass die erwarteten THG-Reduktionen in Folge der Modernisierung nicht erreicht werden und die erwarteten Energieeinsparungen überschätzt werden.<sup>123</sup> Inwiefern sich Rebound-Effekte durch Maßnahmen wie beispielsweise die Ausgestaltung der Mietvertrag oder anderweitige Anreizsetzung beziehungsweise Verhaltenssteuerung der Mieter vermindern lassen, ist nicht Gegenstand der vorliegenden Studie. Dass es hierfür Mechanismen gibt, sei aber an dieser Stelle erwähnt.

---

<sup>122</sup> Anmerkung: Ein direkter Rebound-Effekt liegt vor, wenn eine verstärkte Nachfrage eines Produktes oder einer Dienstleistung auftritt, nachdem diese/s eine Effizienzsteigerung erfahren hat. Vgl. BBSR, 2015.

<sup>123</sup> Vgl. Großklos, 2016.

## 3.2. FALLBEISPIELE UND DETAILFRAGEN

### 3.2.1. Bestätigung des steigenden Grenzvermeidungskostenverlauf durch eco<sub>2</sub>nomy Daten

Neben der von uns durchgeführten Analyse tatsächlich gemessener Verbräuche vor und nach erfolgten Sanierungsmaßnahmen konnte die in Abschnitt 3.1.1 empirisch untermauerte Feststellung überproportional steigender Grenzvermeidungskosten im Bereich bereits hoher energetischer Qualität der Objekte im Ausgangszustand auch durch einen Datenpool bestätigt werden, der von der Firma eco<sub>2</sub>nomy<sup>124</sup> bereitgestellt wurde. Eco<sub>2</sub>nomy ist ein Unternehmen, das Bestandhalter mittels Portfolio- und Szenarioanalyse dabei unterstützt, deren Gebäude kosteneffizient zu dekarbonisieren.

Durch die Erfassung von zahlreichen Portfolios mit insgesamt mehreren hundert Objekten und entsprechenden prognostizierten Energieverbräuchen bezüglich verschiedener Sanierungsmaßnahmenpakete konnte auf einen anonymisierten, umfangreichen Datenpool für die vorliegende Studie zurückgegriffen werden. Im Ergebnis zeigt sich ein weitgehend identischer Verlauf wie in Abbildung 19 (Abschnitt 3.1.1). Die Arbeitshypothese, dass die **marginalen Vermeidungskosten insbesondere bei sehr hohen Sanierungstiefen überproportional ansteigen, kann somit auch ausgehend von diesem Datensatz bestätigt werden.**

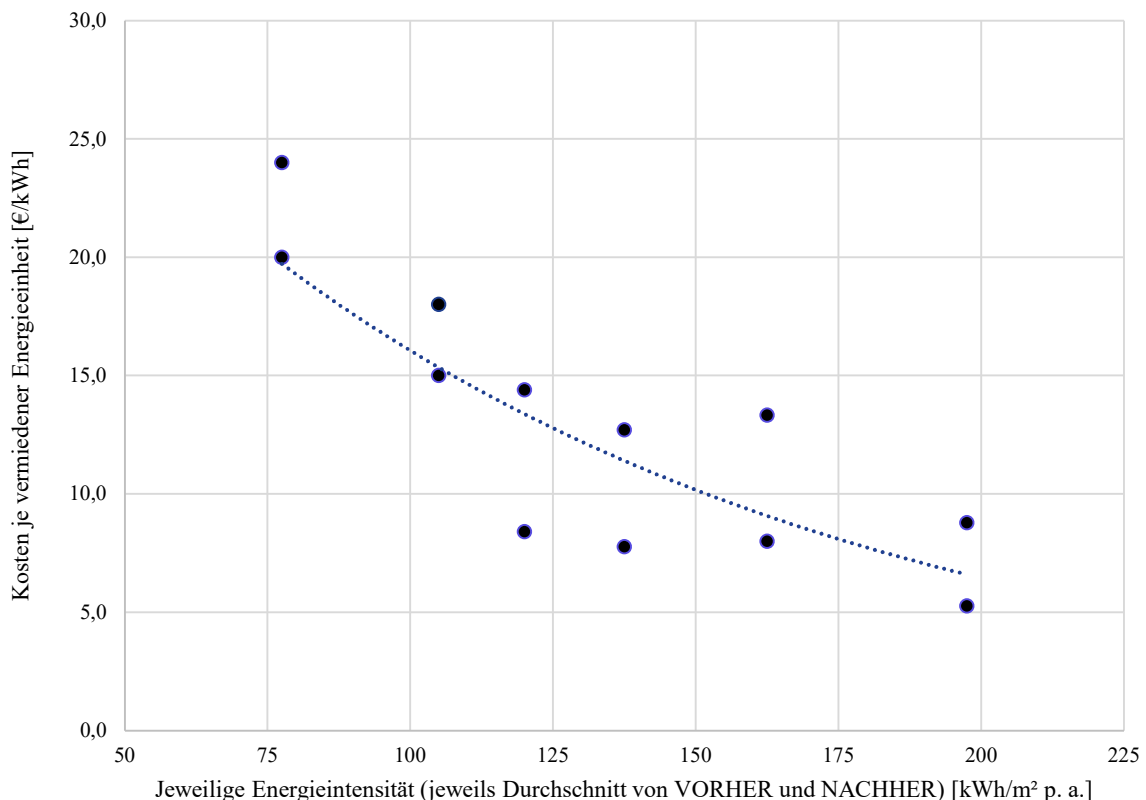


Abbildung 22 Kurve der Grenzvermeidungskosten ausgehend von eco<sub>2</sub>nomy Daten

Die Datenpunkte in Abbildung 22 repräsentieren jeweils bereits aggregierte Beobachtungen bezüglich unterschiedlicher Ausgangsniveaus nach Energieeffizienzklassen. Für jedes Niveau sind zwei Punkte enthalten, da zwischen kleinen und großen Gebäuden (mit über 20 WE)

<sup>124</sup> Siehe [www.eco2nomy.de](http://www.eco2nomy.de).

unterschieden wurde. Die MAC beziehungsweise **Grenzvermeidungskosten liegen in großen Objekten unter denen in kleinen Objekten.**

Im Ergebnis haben Gebäudestruktur und -größe einen signifikanten Einfluss auf energetische Effekte die mit gleichem finanziellem Aufwand pro m<sup>2</sup> Wohnfläche realisiert werden können. **Der Fokus von Förderungen und damit auch Maßnahmen sollte somit insbesondere auf großvolumige Bestände gelenkt werden. Skaleneffekte und letztlich relativ höhere THG-Reduktionen könnten so erzielt werden.**

### 3.2.2. Effizienzhaus 55 – Einordnung der energetischen Qualität und der korrespondierenden THG-Emissionen

#### Ausgangssituation & Fragestellung

Oft wird die **Einhaltung energetischer Mindeststandards** genannt, damit die notwendige Emissionsreduktion bis 2050 beziehungsweise 2045 im Immobiliensektor erreicht werden kann. Es stellt sich jedoch die Frage, ob dies der richtige Weg ist, **um die Klimaziele erreichen zu können** oder ob nicht vielmehr die **Orientierung an den CO<sub>2</sub>- beziehungsweise - breiter gefasst – den THG-Emissionen zielführender** ist.

Um diese Annahme zu bewerten wurde ein Bestandsgebäude aus den 50er Jahren mit 1.500 m<sup>2</sup> Wohnfläche eines Mitgliedsunternehmens des GdW auf Basis einer theoretischen Modellierung energetisch modernisiert, wobei unterschiedliche Varianten der Energiebereitstellung im Gebäude im Rahmen von Szenarien betrachtet wurden.

#### Ablauf der Analyse

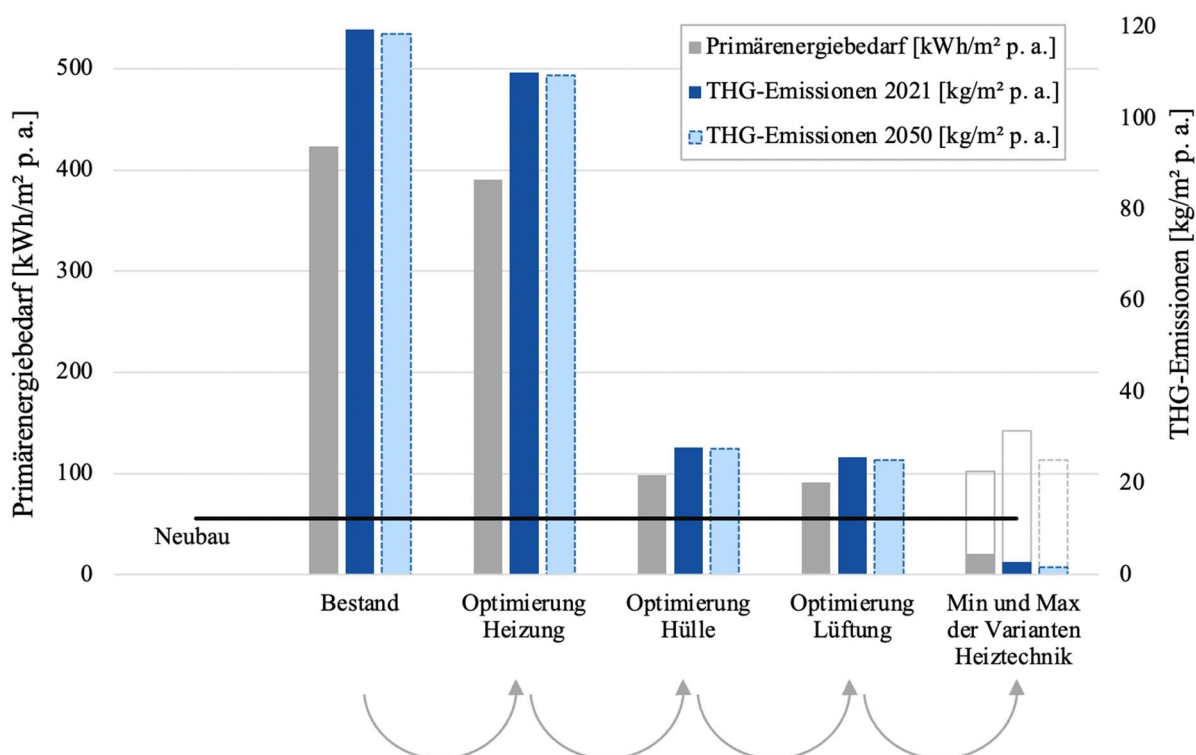
In einem ersten Schritt wurden Maßnahmen definiert, die im Rahmen einer energetischen Modernisierung unabhängig vom zukünftig zu verwendenden Energieträger durchgeführt werden:

- Optimierung der Heizung (Dämmung der Heiz- und Trinkwarmwasserleitungen, Verbesserungen Regelung und Pumpen, Brennertausch, Hydraulischer Abgleich)
- Optimierung der Gebäudehülle (auf EffH 55 – Dämmung der opaken Bauteile, Austausch von Fenstern und Türen, Optimierung der Wärmebrücken, Verbesserung der Luftdichtheit)
- Optimierung der Lüftung (Einbau einer zentralen Abluftanlage z. B. in Küche und Badezimmer und Nachström-Öffnungen für die Zuluft in der Fassade)

Durch diese Schritte wird eine deutliche Reduktion des Primärenergiebedarfs und der THG-Emissionen erreicht. Abbildung 23 zeigt diese Verringerungen grafisch, wobei beide Y-Achsen (Primärenergiebedarf und THG-Emissionen) so skaliert sind, dass die Relation der Maßnahmenschritte zum GEG-Neubaustandard erkennbar ist. Zur Ermittlung des Primärenergiebedarfs wurden die Primärenergiefaktoren gemäß GEG Anlage 4 verwendet, mit Ausnahme für Fernwärme. Hier wurde ein gemittelter Wert für den Fernwärme-Mix für Hessen (aus interner Studie) angesetzt. Die Umrechnung in THG-Emissionen für das Jahr 2021 erfolgte nach den Maßgaben der GEG Anlage 9. Für das Jahr 2050 wurden die entsprechenden Werte aus ifeu et al. (2018) entnommen.<sup>125</sup>

---

<sup>125</sup> Siehe ifeu et al., 2018, hier Tabelle 4.



**Abbildung 23 Auswirkung der Maßnahmen auf Primärenergiebedarf und THG-Emissionen (CO<sub>2</sub>e inkl. Vorketten) bezogen auf die Wohnfläche<sup>126</sup>**

Ausgehend vom Bestand ergeben sich nur geringe Verbesserungen durch eine Optimierung der Heizung hinsichtlich des Energieverbrauchs und THG-Ausstoßes. Eine anschließende Sanierung der Gebäudehülle hat demgegenüber weitaus größeren Einfluss. Durch den Einbau der zentralen Abluftanlage wird fast keine zusätzliche Reduktion von Energieverbrauch und THG-Emissionen erzielt.

In der Gegenüberstellung der THG-Emissionen der Jahre 2021 und 2050 zeigt sich, dass ohne einen Tausch des Energieträgers also dem Einbau einer neuen Heiztechnik THG-Ausstöße auf konstant hohem Niveau von über 20 kg/m<sup>2</sup> bleiben. Für eine Aufschlüsselung der Heizungsvarianten siehe Abbildung 24, die den zweiten Untersuchungsschritt illustriert in dem das Gebäude mit unterschiedlichen Energieträgern gekoppelt wurde. Für die strombasierten Heizungssysteme, darunter verschiedene Ausführungen von Wärmepumpen (WP) wurde zusätzlich noch die positive Auswirkung einer Photovoltaikanlage in die Betrachtung miteinbezogen.

<sup>126</sup> Eigene Darstellung in Kooperation mit Mitgliedsunternehmen des GdW.

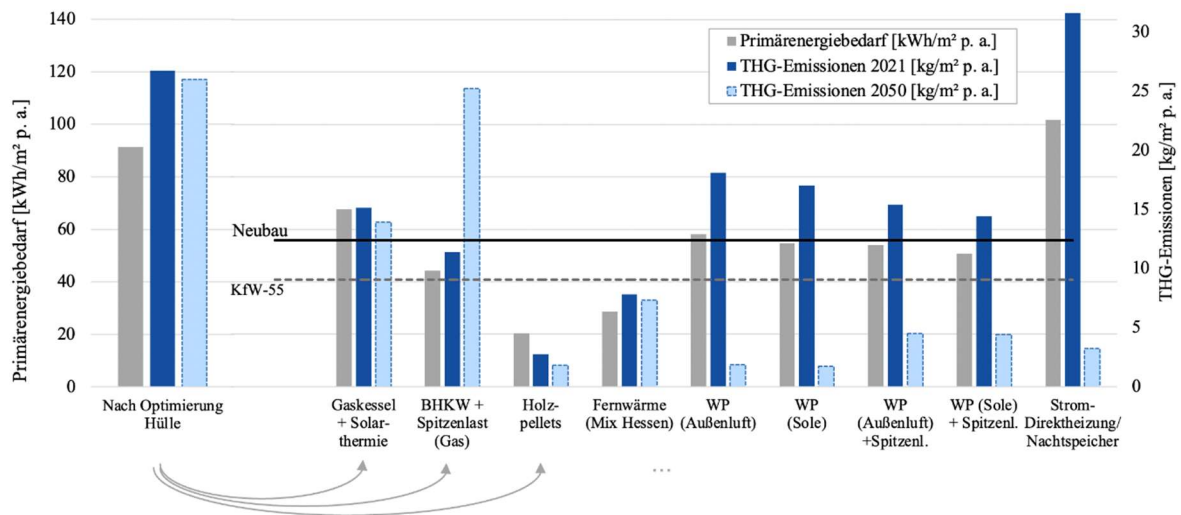


Abbildung 24 Unterschiedliche Primärenergiebedarfe und CO<sub>2</sub>e-Emissionen im Jahr 2021 und 2050 nach verwendetem Energieträger<sup>127, 128</sup>

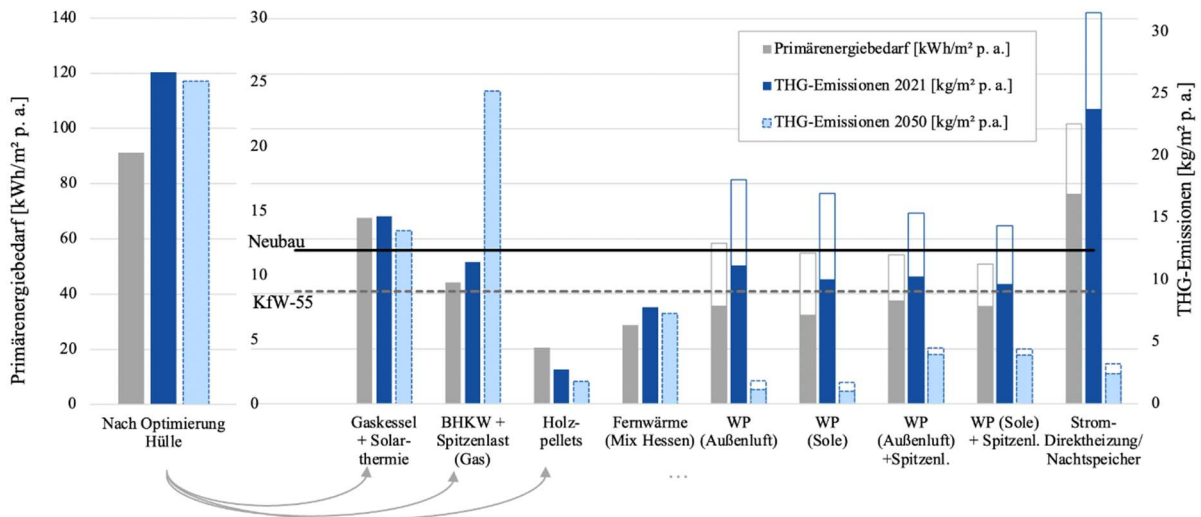


Abbildung 25 Unterschiedliche Primärenergiebedarfe und CO<sub>2</sub>e-Emissionen im Jahr 2021 und 2050 nach verwendetem Energieträger und bei Einbindung von Photovoltaik<sup>129, 130</sup>

<sup>127</sup> Eigene Darstellung in Kooperation mit Mitgliedsunternehmen des GdW.

<sup>128</sup> Anmerkung: Die hier angewendete Dekarbonisierung der Stromnetze basiert auf der Studie ifeu et al. (2018) für das BMWi und stellt Effekte eines im Jahr 2050 zu 80 % aus Erneuerbaren Energien bereitgestellten Strom-Mix dar. Im Gegensatz zu den Szenarien im Strom-Mix ist hier kein Szenario einbezogen worden, welches einen nennenswerten Anteil grünen Wasserstoffs im (Erd-)Gasnetz berücksichtigt. Das BHKW erzeugt Strom und bekommt diesen in der Rechnung auf den Energiebedarf gutgeschrieben. Ebenso bezogen auf die THG-Emissionen mit dem jeweiligen Emissionsfaktor. Da im Zeitverlauf der Emissionsfaktor für Strom sinkt, sinkt auch die gutgeschriebene THG-Emission und der so errechnete THG-Ausstoß ist 2050 höher als 2021.

<sup>129</sup> Eigene Darstellung in Kooperation mit Mitgliedsunternehmen des GdW.

<sup>130</sup> Anmerkung: Effekte bei Einbeziehung von Photovoltaik sind in Bezug auf die THG noch vorteilhafter, da hier die Annahme getroffen wird, dass der PV-Strom: Emissionsfaktor für Strom aus Photovoltaik bei 0,057 kg CO<sub>2</sub>/kWh liegt.

## Ergebnis der Datenmodellierung

**Obwohl die Hülle im KfW EffH 55-Standard ausgeführt ist, erfüllen im Jahr 2021 nur die Varianten mit Holzpellets und Fernwärme die Anforderungen an den Primärenergiebedarf für ein EffH 55.** Bei der erwarteten Erhöhung des Anteils Erneuerbarer Energien und damit Verbesserung des Emissionsfaktors, werden sich die Primärenergiebedarfe der strombasierten Energieversorgungssysteme (Wärmepumpe und Stromdirektheizung) sukzessive verbessern, sodass auch für diese Systeme zu erwarten ist, dass sie in den kommenden Jahren die Anforderungen an ein EffH 55 erfüllen werden.<sup>131</sup> **Auch wenn einige Varianten in 2021 verhältnismäßig hohe THG-Emissionen aufweisen – den Zielwert der Initiative Wohnen 2050 von unter 12 kg/m<sup>2</sup> THG-Emissionen in 2045<sup>132</sup> erfüllen alle Varianten mit Ausnahme des BHKW und des Gaskessels.** Würde zusätzlich noch eine Photovoltaikanlage mit in die Energieerzeugung eingebunden, würden schon heute die Wärmepumpen die Anforderungen eines KfW-EffH 55 erfüllen – wie in Abbildung 25 dargestellt.

## Fazit zur relevanten Steuerungsgröße

Ein reiner Blick auf die Energieeffizienz eines Gebäudes, sei es ein festgelegter Primärenergiebedarf oder ein Effizienzhausstandard bildet nur die aktuelle Situation des Gebäudes ab. Der zukünftig **zunehmende regenerative Anteil einzelner Energieträger findet hier – bei einer reinen Fokussierung der Regulierung auf EffH Standards - keine Beachtung.** Dass verschiedene Energieträger unterschiedliche THG-Emissionen verursachen und diese sich zukünftig auch unterschiedlich entwickeln werden, wird ebenso nicht abgebildet.

Bei den Klimazielen des Bundes liegt der Fokus auf der Reduktion der THG-Emissionen. Entsprechend **ist zu erwarten, dass nicht die Energiebedarfe sondern die THG -Emissionen der Gebäude immer stärker in den Fokus rücken.** Somit ist es richtiger, die Emissionen einzelner Energieträger zu betrachten und dies nicht nur bezogen auf den heutigen Status sondern auch auf die erwarteten Emissionen in 2045. Insbesondere die fortschreitende Dekarbonisierung des Stromnetzes ist hier von hoher Bedeutung.

Die Grafiken zeigen, dass Energieträger, die aufgrund ihres Primärenergiebedarfs in 2021 vorteilhaft erscheinen, in der Regel auch in 2021 die geringsten THG-Emissionen aufweisen. Betrachtet man aber zusätzlich die zu erwartenden Emissionen in 2050, so verschiebt sich die Reihenfolge der zu wählenden Energieträger. Noch deutlicher wird diese Verschiebung, wenn zusätzlich die Emissionen durch die Einbindung von Photovoltaik in die Energieversorgung berücksichtigt werden, sofern dies im Rahmen der gewählten Energieversorgung möglich ist. Nicht berücksichtigt in dieser Darstellung ist die Verwendung von Grünstrom, in Bezug auf seinen Einfluss auf die Höhe der THG-Emissionen. Setzt man abweichend von der Zulässigkeit für den gesetzlichen Nachweis Grünstrom für die strombasierten Heizsysteme an, so reduzieren sich für diese Systeme die THG-Emissionen auch bereits in 2021 deutlich. Setzt man voraus, dass bis 2045 die Anforderung vollständiger Klimaneutralität für den Gebäudesektor (0 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup> p. a.) ist, sind langfristig die reinen Wärmepumpenvarianten plus Photovoltaik am zielführendsten, wobei immer vorausgesetzt wird, dass die Gebäudehülle auf die Anforderungen eines EffH 55 saniert wurde.

---

<sup>131</sup> Anmerkung: Diese Prognose ist in den Grafiken nicht dargestellt, da sie mit der verwendeten Berechnungssoftware nicht ermittelt werden kann, denn in dieser sind die gültigen Primärenergiefaktoren nach GEG hinterlegt.

<sup>132</sup> Vgl. Initiative Wohnen 2050, 2021.



### 3.2.3. Kontrollierte Lüftung mit Wärmerückgewinnung

Kontrollierte Wohnraumlüftungen mit Wärmerückgewinnung sind im Rahmen der energetischen Qualität von Wohngebäuden ebenfalls häufig diskutierte Elemente, die grundsätzlich einen sinnvollen Beitrag zur Erreichung der Klimaziele leisten können. Während im Neubau derartige Lösungen bereits während der ersten Planungsschritte mitgedacht werden können und spezifisch bei Passivhausstandards einen großen Effekt haben, ist der Einbau im Zuge von energetischen Modernisierungen der Wohngebäude oft deutlich komplexer und damit auch kostenintensiver. Dem signifikanten Aufwand beim nachträglichen Einbau solcher technischen Lösungen in ältere Bestandsgebäude müssen die in der Praxis erzielten Energieeinsparungen gegenübergestellt und das damit verbundene Kosten-Nutzenverhältnis kritisch hinterfragt werden. Hierzu folgende Auswertung basierend auf realen Messdaten eines Mitgliedsunternehmens des GdW:

- Sample: 38 Objekte mit 438 Wohneinheiten und einer Wohnfläche von 26.910,78 m<sup>2</sup>
- Baujahre: 1957 bis 1983
- Analyseschwerpunkt: kumulierte durchschnittliche Verbräuche der Jahre 2016–2020
- Energetische Modernisierungen: Bei allen Objekten erfolgten umfangreiche Maßnahmen (Dämmung, Technik) in den Jahren 2001–2016.
- Kontrollierte Lüftung mit Wärmerückgewinnung bei 11 Objekten umgesetzt, bei den übrigen 27 weitgehend identischen Gebäuden nicht
- Durchschnittlicher Verbrauch mit Wärmerückgewinnung: 114,84 kWh/m<sup>2</sup> p. a.
- Durchschnittlicher Verbrauch ohne Wärmerückgewinnung: 123,55 kWh/m<sup>2</sup> p. a.
- **Verbrauchsreduzierender Effekt der Wärmerückgewinnung: ca. 7,05 %**

Während ein signifikanter positiver Einspareffekt ausgehend von den Dämmstärken bei den Objekten festgestellt werden konnte, **stellt sich nur eine moderate Verbrauchsreduktion durch die kontrollierte Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung ein**. Die in dieser Auswertung festgestellten Effekte decken sich weitgehend mit den circa 10 bis 15 kWh/m<sup>2</sup> p. a. Nutzenergie die unisono auch gemäß anderen Studien eingespart werden. Im Rahmen der Förderinstrumente und auch bei potenziellen künftigen Sanierungsanforderungen sollte im Sinne einer kosteneffizienten Erreichung der Klimaziele somit auf andere Aspekte der Schwerpunkt gelegt werden. Auch zeigen sich bei diesen Objekten ex post weitere Herausforderungen, die beispielsweise mit zu hoher sommerlicher Hitze einhergehen. Rechnet man die Graue Energie für Produktion und Einbau der Lüftung hinzu, so muss ein positiver Klimaeffekt generell kritisch hinterfragt werden.

### 3.2.4. Dämmstärke mit abnehmenden Grenznutzen

Die Ergebnisse des abnehmenden finanziellen Grenznutzens bei zusätzlichen Maßnahmen und bereits hohem energetischen Standard des Gebäudes wurden hier noch in technischer Hinsicht weiter hinterfragt. Ausgehend von den Dämmstärken in Zentimeter bei der Fassade wurde ein Dämmscore errechnet und dieser in Relation zum Verbrauch gesetzt. Die **Dämmung der Gebäudehülle hat in den meisten Ausgangssituationen weiterhin den höchsten Effekt auf die Senkung des Primärenergiebedarfs**. Auch generell zeigt sich in der Auswertung, dass eine gute Dämmung einen massiven positiven Einfluss auf sinkende Verbräuche hat. Beachtet werden muss jedoch auch hier ein abnehmender Grenznutzen. Insbesondere eine **weitere Erhöhung der Dämmdicke über 14 cm bewirkt nur noch geringe Einspareffekte**.<sup>133</sup>

Auch in einer exemplarischen Berechnung verschiedener Wärmeverluste ausgehend von einer Variation der Dämmstärke kann diese Beobachtung bestätigt werden:

#### Berechnungsannahmen:

- Dreistöckiges Gebäude der Maße:  $20 \times 8 \times 9 \text{ m}$  ( $l \times b \times h$ )
- BGF =  $20 \times 8 \times 3 = 480 \text{ m}^2$
- Wohnfläche = 70 % von  $480 \text{ m}^2 = 336 \text{ m}^2$
- Außenwandfläche =  $80 \% \times [2 \times (20 \text{ m} + 8 \text{ m})] \times 9 \text{ m} = 403 \text{ m}^2$  (Annahme: 20 % Fenster)
- Gradtagzahl  $G_{20/15} = 3.500 \text{ Kd p. a.} = 84.000 \text{ Kh p. a.}$  (dies ist ein für Deutschland üblicher Wert, der z. B. einer Heizperiode von 5.600 h und einer durchschnittlichen Differenz der Raumtemperatur zur Außentemperatur von  $15^\circ\text{C}$  in der Heizperiode entspricht)

#### Exemplarische Berechnung der Wärmeverluste (für 12 cm Dämmung beziehungsweise U-Wert<sup>134</sup> $0,25 \text{ W/m}^2/\text{K}$ ):

Wärmeverluste je  $\text{m}^2$  Außenwandfläche = U-Wert x Gradtagzahl

$$= 0,25 \text{ W/m}^2/\text{K} \times 84.000 \text{ Kh p. a.}$$

$$= 21,0 \text{ kWh/m}^2 \text{ p. a.}$$

Wärmeverluste je  $\text{m}^2$  Wohnfläche

$$= \text{Wärmeverluste je } \text{m}^2 \text{ Außenwandfläche} \times \text{Außenwandfläche} / \text{Wohnfläche}$$

$$= 21,0 \text{ kWh/m}^2 \text{ p. a.} \times 403 \text{ m}^2 / 336 \text{ m}^2$$

$$= 25,2 \text{ kWh/m}^2 \text{ p. a.}$$

---

<sup>133</sup> Anmerkung: Dies natürlich immer in Abhängigkeit des konkreten Dämmmaterials und dessen Wärmeschutzigenschaften.

<sup>134</sup> Anmerkung: Der U-Wert (Wärmedurchgangskoeffizient) ist ein Maß für „Wärmedurchlässigkeit“ bzw. die Wärmeleitfähigkeit von Bauteilen. Für vorliegende Berechnung wurde von Dämm-Material der Wärmeleitgruppe (WLG) 035 ausgegangen. Die WLG stellt einen rechnerischen Wert dar, der sich aus der Wärmeleitfähigkeit des Dämmstoffs ergibt.

Einer Erhöhung der Dämmung von 12 auf 14 cm spart dementsprechend rechnerisch nur noch circa 4 kWh/m<sup>2</sup> p. a. ein. Abbildung 26 zeigt den errechneten Verlauf des Wärmeverlusts in Abhängigkeit von der Dämmdicke am Gebäude.

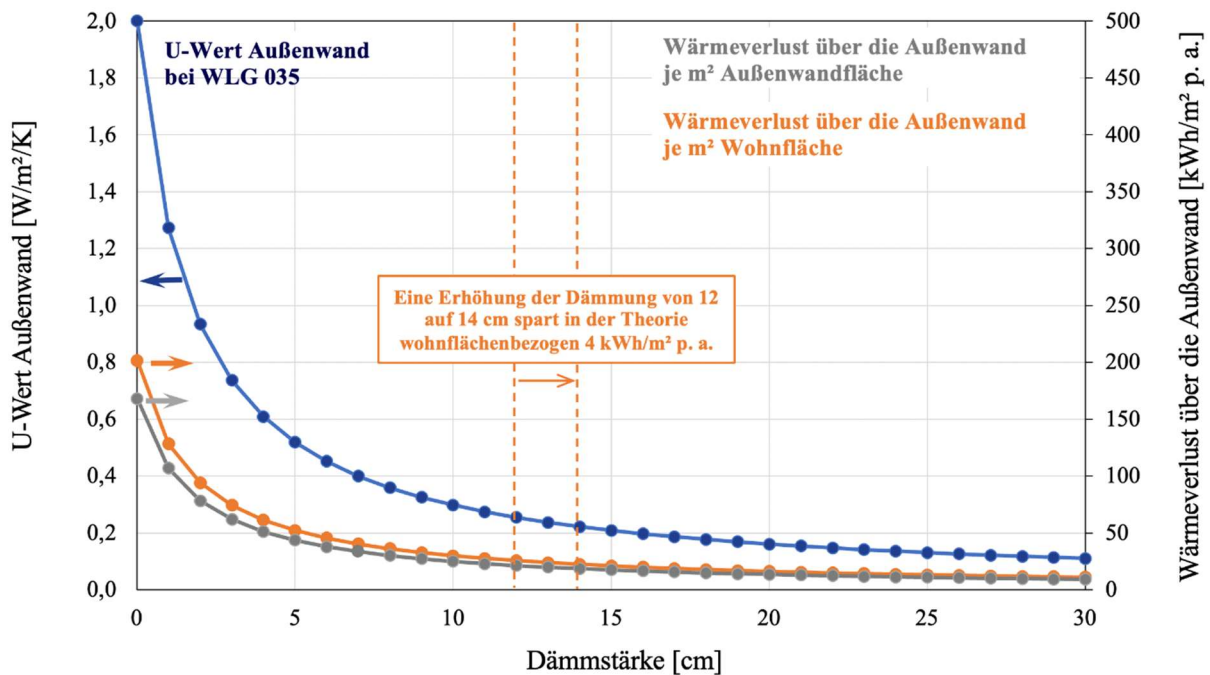


Abbildung 26 Grenznutzenverlauf bei steigender Dämmdicke<sup>135</sup>

Der Zusammenhang von Dämmstärke und U-Wert beziehungsweise Wärmeverlust in kWh/m<sup>2</sup> p. a. zeigt einen deutlichen nicht-linearen regressiven Verlauf. Die kleiner werdenden Energieeinsparungen mit jedem zusätzlichen cm Dämmung wirken sich natürlich auch auf die energetische Amortisation aus, die umso länger dauert, je dicker die Dämmschicht ist.<sup>136</sup> Das Ergebnis des regressiven Verlaufs untermauert dementsprechend die Feststellung, dass gegebenenfalls andere Maßnahmenbereiche (ab einer bestimmten Dämmstärke) kosteneffizienter weitere Reduktionen von THG-Emissionen unterstützen können.

<sup>135</sup> Quelle: Eigene Darstellung in Kooperation mit VDPM.

<sup>136</sup> Vgl. FIW, 2013;

### 3.3. KOSTEN ENERGETISCHER MODERNISIERUNG – WAS ERSCHEINT NOCH SINNVOLL?

Klar ist, dass die Wohnungswirtschaft aktuell Modernisierungen umsetzt und anstrebt, die überwiegend das Niveau EffH 70 beziehungsweise EffH 100 erreichen. Hingegen ist die Erfüllung der Voraussetzungen des Niveaus EffH 55 oder gar EffH 40 weitaus weniger häufig die maßgebende Zielgröße. Regelmäßig wurde in der öffentlichen Diskussion jedoch das EffH 55 als notwendiges Durchschnittsniveau energetischer Modernisierungen im Bestand geführt, um die langfristigen Klimaziele des Bundes erreichen zu können.

Bisherige Studien argumentierten häufig entsprechend und plädierten ausgehend von den durchgeführten Berechnungen sowie im Rahmen von sektorübergreifenden Modellen entsprechend für hohe durchschnittliche Sanierungstiefen. Allerdings wurde bei der **Mehrheit der Studien eine Steigerung der jährlichen Sanierungsraten stärker hervorgehoben, als eine weitere Intensivierung der Sanierungstiefe.**

Nach Verabschiedung der 2021 angepassten und verschärften Klimaziele Deutschlands wurden bereits vier maßgebliche große Studien veröffentlicht, die die Neuerungen aufgreifen:

- „Dena Leitstudie – Aufbruch Klimaneutralität“<sup>137</sup>
- BDI & BCG Studie: „Klimapfade 2.0“<sup>138</sup>
- „Klimaneutrales Deutschland 2045“ im Auftrag von Agora Energiewende.<sup>139</sup> In Verbindung damit auch „Politikinstrumente für ein klimaneutrales Deutschland“<sup>140</sup>
- Ariadne-Report: „Deutschland auf dem Weg zur Klimaneutralität 2045“<sup>141</sup>

Die „Dena Leitstudie – Aufbruch Klimaneutralität“ beschreibt im Hauptszenario „Kn100“ die Notwendigkeit einer Steigerung der Sanierungsrate auf 1,73 % bis 1,90 % und einen verstärkten direkten Einsatz Erneuerbarer Energien im Gebäude. Außerdem sollen die energetisch schlechtesten Gebäude im Zentrum stehen und auch die Sanierungstiefe zügig erhöht werden. Der Anteil der baulichen Modernisierungen soll entsprechend auf den EffH 55-Standard ausgerichtet werden – besonders nach 2030. Ab 2040 sollen alle modernisierten Wohngebäude diesen Standard erreichen.

Während in der ersten *BDI & BCG Studie „Klimapfade für Deutschland“*<sup>142</sup> hinsichtlich der Sanierungstiefe noch ausdrücklich auf KfW-EffH 55 bis 70 verwiesen wurde, hat sich das Wording in der Nachfolgerstudie auf „70 kWh pro Quadratmeter“ als durchschnittliches Verbrauchsniveau für Raumwärme und Warmwasser nach Sanierung geändert. Im 95%-Klimapfad der neuen Studien wird eine Steigerung der Sanierungsrate auf 1,9 % bis 2030 und auf 2,1 % in den weiteren Jahrzehnten beschrieben. Bis 2030 sollen 6 Mio. Gebäude mit Wärmepumpen ausgestattet sein und bis 2045 etwa 15 Mio. Gebäude.

Ebenso spricht die *Studie von Agora Energiewende „Klimaneutrales Deutschland 2045“* von 6 Mio. Wärmepumpen und einem starken Wärmenetzausbau bis zum Jahr 2030. Zudem von

---

<sup>137</sup> dena, 2021.

<sup>138</sup> BCG, 2021.

<sup>139</sup> Prognos, Öko-Institut & Wuppertal Institut, 2021.

<sup>140</sup> Stiftung Klimaneutralität, Agora Energiewende & Agora Verkehrswende, 2021.

<sup>141</sup> Kopernikus-Projekt Ariadne, 2021.

<sup>142</sup> BCG & Prognos, 2018.

einer Erhöhung der jährlichen Sanierungsrate auf 1,75 %. Die Autoren empfehlen dabei eine Orientierung bei der Sanierung von Altbauten am EffH 70.<sup>143</sup>

*Ariadne* formuliert als Zielpfad für 2030 eine steigende jährliche Sanierungsrate auf 1,5 bis 2 %, die Installation von etwa 5 Mio. Wärmepumpen sowie den Neuanschluss von etwa 1,6 Mio. Gebäuden an das Fernwärmenetz. „Die Sanierungstiefe sollte mindestens KfW-55-Standard entsprechen.“<sup>144</sup>

In den Studien ist insofern der allgemeine **Konsens zu entnehmen, dass die Sanierungsrate im Gebäudesektor deutlich gesteigert werden muss (auf 1,7 bis 2 %)**. Alle der vorgenannten Studien weisen zudem auch auf die **Möglichkeit von gesetzlichen Mindeststandards** hin und dass diese mit ausreichender Förderung verbunden sein müssten – dena und Agora/Stiftung Klimaneutralität verweisen dabei explizit auf die „**worst performing buildings**“.

**Hinsichtlich der Sanierungstiefe besteht dabei jedoch kein klarer Konsens; aber als Durchschnittsniveau wird mindestens auf EffH 70 verwiesen.** Bezüglich des EffH 55-Standards führt das ifeu (2021a) auf Seite 3 der Zusammenfassung aus: „Er ist durchaus ambitioniert, aber bei Altbausanierungen in der Praxis gut zu erreichen. (...) Obendrein ist dieser Modernisierungs-Standard in der Regel sogar wirtschaftlicher als eine mittelmäßige Sanierung.“<sup>145</sup> Für beide Aussagen bleibt die Studie jedoch jeglichen Beleg schuldig. **Der Behauptung extrem hohe Sanierungstiefen würden sinnvoll sein, widersprechen neben der vorliegenden Studie (Abschnitt 3.1.1) auch frühere Arbeiten, die eine Unwirtschaftlichkeit von energetischen Standards gemäß EffH 55 und EffH 40 im Rahmen der energetischen Bestandsmodernisierung belegen** (geringe weitere Energieeinsparungen bei rapide ansteigenden Kosten)<sup>146</sup> sowie die in Ergänzung zu unserer empirischen Arbeit in dieser Unterlage ebenfalls aufgearbeiteten konkreten Fallbeispiele (siehe Abschnitt 3.2.2).

Unstrittig ist zwar, dass eine Sanierung von Gebäude der Energieeffizienzklassen G und H auf EffH 55 massive THG-Einsparungen zur Folge hätten, die einen wesentlichen Beitrag zur Klimazielerreichung des Sektors leisten könnten, allerdings gilt dies auch für eine Sanierung auf EffH 70 und es ist zudem wichtig auch die Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen aus volkswirtschaftlicher Perspektive zu beachten. Und genau an dieser Stelle setzt ausgehend von den oben genannten empirischen Befunden unsere Kritik an. Eine Abwägung mit einem schnelleren Ausbau von Erneuerbaren Energien, den auch die zuvor genannten Studien für entscheidend halten sollte dabei ein zentraler Faktor sein. Folgendes Kalkulationsbeispiel dient der Abwägung hinsichtlich des anzustrebenden durchschnittlichen Sanierungsniveaus:

**Ertüchtigung der schlechtesten Gebäude im Bestand der MFH in Deutschland auf EffH 70 versus energetische Modernisierung auf EffH 55.**

→ **Annahmen:**

- **Bestand** an MFH in Deutschland umfasst 1,5 Mrd. m<sup>2</sup> Wohnfläche wovon etwa 16 % den Energieeffizienzklassen G und H zuzurechnen sind (siehe Abschnitt 2.2.5 und Abbildung 16). Dementsprechend etwa 240 Mio. m<sup>2</sup> in den Gebäuden der Energieeffizienzklassen G und H.

---

<sup>143</sup> Stiftung Klimaneutralität, Agora Energiewende & Agora Verkehrswende, 2021.

<sup>144</sup> Kopernikus-Projekt Ariadne, 2021.

<sup>145</sup> Vgl. ifeu, 2021a.

<sup>146</sup> Vgl. bspw. Walberg, 2019.

- **Kosten** nach unterschiedlicher Sanierungseffizienz gemäß Tabelle 8 und Tabelle 9.<sup>147</sup>
- Durchschnittliches **Ausgangsniveau** hinsichtlich des Endenergieverbrauchs in den zuvor genannten 16 % des schlechtesten Anteils des Bestands an MFH bei 224 kWh/m<sup>2</sup> p. a. (entsprechend der Erhebungsdaten der vorgenannten Kosten der Sanierung).

	Sanierungseffizienz	Vollkosten	Energiebed. Mehrkosten	Anteil energiebedingt
EffH 70	76 %	519 €	239 €	46 %
EffH 55	82 %	601 €	325 €	54 %

**Tabelle 8 Annahmen zum Endenergiebedarf für Heizung und Warmwasser, Vollkosten und energiebedingten Mehrkosten (brutto) nach Effizienzniveau in MFH in Euro/m<sup>2</sup> Wohnfläche<sup>148</sup> auf Basis von dena/IWU-Aufteilung**

	Sanierungseffizienz	Vollkosten	Energiebed. Mehrkosten	Anteil energiebedingt
EffH 70	76 %	519 €	430 €	83 %
EffH 55	82 %	601 €	543 €	90 %

**Tabelle 9 Annahmen zum Endenergiebedarf für Heizung und Warmwasser, Vollkosten und energiebedingten Mehrkosten (brutto) nach Effizienzniveau in MFH in Euro/m<sup>2</sup> Wohnfläche<sup>149</sup> auf Basis von InWIS-Aufteilung**

Die Tabellen 10 und 11 unterscheiden sich hinsichtlich des Anteils der Aufteilung in Gesamtkosten/Vollkosten und energiebedingte Mehrkosten.<sup>150</sup> Für die vorliegende wirtschaftliche Untersuchung können nur die energiebedingten Mehrkosten in die Berechnung miteinbezogen werden, da argumentiert werden kann, dass die Instandhaltungskosten ohnehin bei den Eigentümern angefallen wären. Allerdings ist anzumerken, dass selbst dies eine durchaus fragwürdige Annahme darstellt, denn eine Modernisierungswelle außerhalb der üblichen Instandhaltungszyklen im Gebäudebestand von bis zu 50 Jahren (entsprechend 2 % Modernisierungsrate) würde die Kosten des vermiedenen Wärmeverbrauchs pro kWh deutlich steigern, da außerhalb der Modernisierungszyklen die Vollkosten (zumindest anteilig) statt der energiebedingten Mehrkosten in die Berechnung eingehen müssten.<sup>151</sup> Somit wäre auch eine Berechnung auf Grundlage der Vollkosten vertretbar.

Würde man nun ausgehend von heutigen Baukosten die gesamten 16 % der MFH der schlechtesten zwei Energieeffizienzklassen (auf einen Schlag<sup>152</sup>) auf KfW-EffH 55 sanieren, so

<sup>147</sup> Anmerkung: Für eine genauere Beschreibung und Herleitung der in den Tabellen aufgeführten Annahmen siehe Bienert & Groh, 2020 im Auftrag des DMB, DV und GdW.

<sup>148</sup> Vgl. BCG & Prognos, 2018; IWU, 2014; Eigene Berechnung: Fortschreibung mittels BKI auf Q3 2021.

<sup>149</sup> Vgl. BCG & Prognos, 2018; IWU, 2014; InWIS, 2018; Eigene Berechnung.

<sup>150</sup> Vgl. Hinz & Enseling, 2018, S. 39.

<sup>151</sup> Vgl. Prognos et al., 2019, S. 126; Hinz & Enseling, 2018, S. 85.

<sup>152</sup> Anmerkung: Faktisch ist dies natürlich nicht umsetzbar. Die Berechnung ließe sich auch über Sanierungsrate, Annahmen zu Baukostensteigerung und Diskontierungsfaktoren etc. annualisieren. Die grundsätzlichen Aussagen/Erkenntnisse blieben davon unberührt.

ergäben sich nach den zuvor getroffenen Annahmen Gesamtkosten/Vollkosten von circa 144,3 Mrd. Euro und eine daraus resultierende jährliche Endenergieeinsparung von 44,1 TWh. Bei Sanierung auf KfW-EffH 70 lägen die Gesamtkosten bei 124,5 Mrd. Euro, wobei die Effizienzsteigerung eine Endenergieeinsparung von 40,9 TWh zur Folge hätte. Die 15,9 % höheren Kosten (Differenz 19,8 Mrd.) hätten folglich nur eine 7,8 % (Differenz 3,2 TWh) höhere Endenergieeinsparung zur Folge. Und das obwohl der zusätzliche Ausbau Erneuerbarer Energie basierend auf den Stromgestehungskosten (LCOE) von beispielsweise 10 Ct/kWh, wie in Abschnitt 3.1.3 beschrieben, zur Deckung der nicht durch Effizienzsteigerung eingesparten 3,2 TWh Endenergie, bei Annahme von 40 Jahren Nutzungsdauer, lediglich 12,9 Mrd. Euro kosten würde. Auch hier zeigt sich wieder: **Der Ausbau der Erneuerbaren Energie ist einer zu hohen Sanierungstiefe (hier zumindest ab EffH 55) vorzuziehen.** Das Missverhältnis von höheren Kosten und weiterer Effizienzsteigerung von EffH 70 auf EffH 55 ist noch gravierender, wenn lediglich die energiebedingten Mehrkosten betrachtet werden, da die Differenz zwischen den Kosten für die Sanierung auf EffH 55 und EffH 70 in diesem Fall noch weiter auseinanderklaffen. Bei Annahme des hohen Anteils energiebedingter Mehrkosten (Tabelle 9) liegt die Kostendifferenz zwischen Sanierung der Objekte bei 27,2 Mrd. Euro und bei Annahme des geringeren Anteils energiebedingter Mehrkosten (Tabelle 8) bei 20,7 Mrd. Euro. **Aus Sicht der Wohnungswirtschaft ist die energetische Sanierung der MFH auf EffH 55 dementsprechend unverhältnismäßig teurer, als auf EffH 70. Die nur noch moderaten zusätzlichen energetischen Einsparungen lassen sich auch hier - bei einer Opportunitätsbetrachtung der volkswirtschaftlichen Kosten einer alternativen Ausweitung der Bereitstellung erneuerbarer Energie - nicht rechtfertigen.**

In der empirischen Validierung der tatsächlich realisierten Verbrauchsreduktionen (Abschnitt 3.1.1) zeigte sich bei einer ceteris paribus Betrachtung zudem, dass die tatsächlichen Energieeinsparungen in MFH im Durchschnitt signifikant geringer sind als ex ante berechnet – da das oben genannte Zahlenwerk auf Bedarfsberechnungen fußt, würde das Ergebnis bei einem Blick auf reale Verbräuche noch deutlicher ausfallen. Damit zeigt sich auch, dass die Treffsicherheit der Einsparziele bei energetischen Sanierungen im Vergleich zu anderen Maßnahmen – beispielsweise im Vergleich zum Ausbau Erneuerbarer Energien – suboptimal ist. Erschwerend kommt bei sehr hohen Sanierungstiefen hinzu, dass eine energetische Modernisierung bei derart hohem Ambitionsniveau kaum noch im vermieteten Bestand möglich erscheint. Allerdings ist ein unbewohnter Zustand aufgrund der Wohnraumknappheit und bestehender Mietverträge in vielen Fällen nicht umsetzbar. Zudem sind die Mittel für die energetische Sanierung im privaten Sektor ohnehin stark begrenzt. Wenn nun Mindeststandards eingeführt werden sollten, die im Falle einer Sanierung ein sehr hohes Sanierungsniveau wie EffH 55 oder gar EffH 40 vorgeben, kann dies zur Folge haben, dass andere Sanierungen, die bei einer niedrigeren Vorgabe hinsichtlich der Sanierungstiefe auch durchgeführt worden wären, nicht oder erst wesentlich später vollzogen werden. Klar ist somit, dass in solchen Fällen eine höhere Sanierungsrate den Endenergieverbrauch insgesamt stärker senken würde, als eine höhere durchschnittliche Sanierungstiefe.

Nach unserer Einschätzung wäre damit ein **kostenoptimaler Transformationspfad aus gesamtwirtschaftlicher Perspektive mit einer moderateren durchschnittliche Sanierungstiefe von EffH 70 besser zu erreichen**, als mit EffH 55. Dieser Transformationspfad wäre zudem durch eine insgesamt **deutliche Steigerung der Sanierungsrate auf bis zu 2 % p. a.** gekennzeichnet. Die Transformation durch Elektrifizierung in Kombination mit einer Dekarbonisierung der Stromerzeugung und dementsprechend der Wärmeversorgung wäre eine zentrale Maßnahme zur kostenoptimalen und treffsicheren Erreichung der Klimaziele. Einfach ausgedrückt entfällt dann für die Gebäude, die auf klimaneutrale Wärmeversorgung umgestellt werden die Notwendigkeit noch „die letzte Meile“ energetischer Maßnahmen am Objekt

umzusetzen. Dieses alternative Vorgehen deckt sich auch mit anderen Forschungsprojekten. So beschreibt beispielsweise das Ariadne Projekt, trotz der Forderung nach einer durchschnittlichen Sanierung auf EffH 55, folgendes: „Eine stärkere Dekarbonisierung der Energiewirtschaft bis 2030 ist kostengünstiger als der im KSG 2021 vorgesehene Transformationspfad. (...) Das im KSG 2021 festgelegte Ziel für den Gebäudesektor im Jahr 2030 ist nur unter sehr großen Anstrengungen erreichbar und nicht Teil des kostenoptimalen Transformationspfads.“<sup>153</sup>

Eine **energetische Modernisierung auf KfW EffH 70** ausgehend von den Energieeffizienzklassen G und H ist **in den meisten Fällen zudem auch taxonomiekonform in Bezug auf die Renovierung**. Bei Vollsanierungen reicht laut Taxonomie die Erfüllung der nationalen energetischen Mindestanforderungen an solche Sanierungen (für Deutschland aus dem GEG) oder eine Verbesserung von minus 30 % in Bezug auf den Primärenergiebedarf durch die Sanierung, um das Sanierungsvorhaben nach Taxonomie-Verordnung als nachhaltig einzustufen. Einzelmaßnahmen zur energetischen Modernisierung sind ebenfalls taxonomiekonform.<sup>154</sup> Die Akquisition beziehungsweise der Besitz von Wohngebäuden der Stufe EffH 70 ist jedoch nach Taxonomie-Verordnung als nicht nachhaltig, beziehungsweise nur fallweise als nachhaltig einzustufen, denn dafür ist bei Gebäuden (die vor dem 31. Dezember 2020 gebaut wurden) nötig, dass diese mindestens über einen Energieausweis der Klasse A verfügen. Alternativ kann das Gebäude zu den obersten 15 % des nationalen oder regionalen Gebäudebestands gehören (nach Primärenergiebedarf und unterschieden nach Wohn- und Nichtwohngebäuden).<sup>155</sup>

Zusammenfassend kann somit festgehalten werden, dass die bloße Festlegung auf eine hohe Sanierungstiefe allein den Herausforderungen nicht gerecht wird. Neben der Klimazielerreichung muss vielmehr auch sichergestellt werden, dass diese kosteneffizient erreicht werden und auch machbar sind (Stichworte: die Bestände sind bewohnt, es muss auch der reale Verbrauch und damit das Nutzerverhalten beachtet werden). Es braucht einen **breiten Maßnahmen- und Förderungsmix, der aber auch Technologieoffenheit** bewahrt. Eine Forcierung eines zu ambitionierten energetischen Zustands nach Sanierung, wie EffH 55 für Gebäude ist vor dem Hintergrund der Argumentation zu den marginalen Vermeidungskosten (siehe Abschnitt 3.1.1) sowie den in diesem Abschnitt dargelegten Berechnungen und Schlussfolgerungen nicht zielführend.

---

<sup>153</sup> Kopernikus-Projekt Ariadne, 2021.

<sup>154</sup> Vgl. Europäische Kommission, 2021e.

<sup>155</sup> Vgl. Europäische Kommission, 2021f.



### 3.4. „NIEDERTEMPERATUR-READY“: DER GANGBARE LÖSUNGSWEG ZUR KLIMANEUTRALITÄT

Im Bereich der energetischen Modernisierung von (Wohn-)Gebäuden galt seit langem der Leitsatz „Efficiency First“ ohne jegliche Einschränkung. Grundsätzlich ist es richtig und zielführend, die erheblichen Energieeffizienzpotenziale und damit die Energieverbrauchsreduzierungs- und damit die Dekarbonisierungspotenziale zu identifizieren und – soweit möglich und sinnvoll – auszuschöpfen. Die Dekarbonisierung der Bewirtschaftungsphase wird dabei grundsätzlich durch zwei Teilbereiche angetrieben. (1) Zunächst durch eine Senkung der Verbräuche. Hierzu sind massive Investitionen in die energetische Modernisierung der Bestände notwendig.<sup>156</sup> Angesichts der Notwendigkeit einer komplett erneuerbaren Energieversorgung sollten möglichst viele Gebäude energetisch verbessert werden, anstatt die Mittel in weniger Gebäude mit höchsten Effizienzniveaus zu lenken. Darüber hinaus wirkt (2) der Effekt der Dekarbonisierung der im Gebäude für die verbleibenden Verbräuche eingesetzten Energieträger. Der **Grundsatz „Efficiency First“ darf deshalb nicht „Efficiency um jeden Preis“ bedeuten.**

**Verpflichtende energetische Mindeststandards sind zur Zielerreichung sinnvoll**, aber mit Maß und Ziel. Es ist absehbar, dass es zu weiteren Verschärfungen und damit steigenden Anforderungen bei der energetischen Modernisierung kommen wird. Eine gezielte Sanierung der Objekte mit sehr hohen Verbräuchen auf einen sinnvollen Standard von beispielsweise EffH 70 ist wichtig. Es besteht Verwendungskonkurrenz des Grünstroms zu anderen Sektoren und es gilt zu beachten, dass negative Preiswirkungen zu vermeiden sind. Dabei müssen die **schlechtesten Wohngebäude jedenfalls vorrangig (thermisch) saniert werden.**

Es ist also unstrittig, dass für die Erreichung der ambitionierten Ziele im Wohngebäudebestand sowohl Verbrauchsreduktionen durch Wärmeschutz als auch Erneuerbare Energien in großem Maßstab erforderlich sind. Da Erneuerbare Energien aber nicht unbegrenzt zur Verfügung stehen hat die Gesamtwärmenachfrage einen hohen Einfluss darauf, in welchem Maß und mit welcher Verbreitung sie eingesetzt werden können.<sup>157</sup> Der Wechsel der Energieträger weg von fossilen Brennstoffen, wie insbesondere Öl aber auch Gas, hin zu Erneuerbaren Energien ist also wesentliche Voraussetzung, um die Klimaziele zu erreichen. Während Öl einen Emissionsfaktor (EF) von 0,315 kg CO<sub>2</sub>e/kWh (inklusive Vorketten) aufweist und Erdgas immerhin von „nur“ 0,242 kg CO<sub>2</sub>e/kWh hat eine Elektro-Wärmepumpe einen EF von aktuell 0,175 bis 0,235 kg CO<sub>2</sub>e/kWh (inklusive Vorketten und fremdbezogener Hilfsenergie) und eine Solarthermie Anlage lediglich 0,016 bis 0,022 kg CO<sub>2</sub>e/kWh.<sup>158</sup> Hier ist es wichtig anzumerken, dass der derzeit noch sehr hohe Emissionsfaktor von Wärmepumpen aus der fremdbezogenen Hilfsenergie rührt. Eine Wärmepumpe stößt keine direkten CO<sub>2</sub>e-Emissionen aus. Sie läuft jedoch auf Strom und ihr Betrieb wird deshalb mit dem (hohen) EF des derzeitigen Strommix verrechnet. **Klimaneutralität umfasst dahingehend somit neben der Reduktion der Verbräuche insbesondere auch die Dekarbonisierung des Strommixes.**

Eine wichtige Voraussetzung damit ein Wechsel auf Erneuerbare Energien beziehungsweise Grünstrom für die Bereitstellung Wärme in Gebäuden in effizienter Weise stattfinden kann ist, dass die erforderlichen Temperaturen in den Heizungssystemen niedrig sind. Denn die Vorlauftemperatur des Heizungssystems ist eine zentrale Größe, wenn es um den Einbau von

---

<sup>156</sup> Vgl. hierzu bspw. Studie zur Förderlücke von Bienert & Groh, 2020 im Auftrag des DMB, DV und GdW.

<sup>157</sup> Vgl. ifeu, 2021b.

<sup>158</sup> Vgl. UBA, 2019b.

Heizsystemen geht, die auf Basis Erneuerbarer Energien betrieben werden. Sie wirkt sich auf verschiedene Technologien unterschiedlich aus:<sup>159</sup>

- **Wärmenetze** werden häufig mit Temperaturen von 95 bis 120°C betrieben. Die hohen Temperaturen ermöglichen es, hohe Wärmemengen zu übertragen. Auf fossilen Brennstoffen basierende Wärmeerzeugung kann diese hohen Temperaturen leicht bereitstellen. Ein aus den hohen Temperaturen resultierender Nachteil sind jedoch hohe Verteilungsverluste von rund 15 %. Niedrige Systemtemperaturen erhöhen bei Erneuerbaren Wärmenetzen die Wirkungsgrade beziehungsweise ermöglichen erst ihren Einsatz und sind deshalb essenziell.
- **Wärmepumpen** haben eine Vorlauftemperatur von 35°C. Je höher sie diese Temperaturen anheben müssen, desto ineffizienter arbeiten sie. Bei 35°C arbeiten die Systeme um rund 14 % effizienter, als bei 55°C. Oberhalb von 55°C ist der Betrieb in der Regel nicht sinnvoll und wird nicht empfohlen.
- **Solarthermie-Anlagen** haben einen höheren Wirkungsgrad, wenn sie bei niedrigen Temperaturen betrieben werden, wodurch der Ertrag um ein Vielfaches gesteigert werden kann.
- **Brennwert-Heizkessel** setzen den Brennwertbetrieb erst unter 56°C (Erdgas) beziehungsweise unter 47°C (Heizöl) ein. Bei höheren Temperaturen bleibt dieser effizienzsteigernde Effekt aus. Auch im Bereich fossiler Energieträger lohnt es sich also, eine Herabsetzung der Vorlauftemperatur des Heizungssystems zu ermöglichen.

Da also moderne Heiztechnologien effizienter sind oder überhaupt erst durch eine geringe Vorlauftemperatur möglich sind, ist „**Niedertemperatur-ready**“ eine **Art Eintrittsschwelle für den Umstieg auf erneuerbare Energieträger bei der Wärmebereitstellung**. Gebäude sind dann Niedertemperatur-ready, wenn Maßnahmen der Wärmedämmung, der Heizkreisoptimierung und/oder der effizienten Warmwasserbereitung soweit vollzogen sind, dass eine **maximale Vorlauftemperatur von 55°C für den Heizungsbetrieb im Gebäude ausreicht**. Die maximale Vorlauftemperatur hängt im Wesentlichen von zwei Faktoren ab. Erstens von dem Wärmebedarf der Räume, der wiederum von der Wärmedämmung der Gebäude bestimmt wird und zweitens von der Heizleistung der Heizkörper also der Wärmemenge, die ein Heizkörper oder eine Flächenheizung an den Raum abgibt. Diese ist im Wesentlichen wiederum abhängig von der Größe und Art der Heizkörper – ideal ist somit eine Fußbodenheizung.<sup>160</sup>

Gebäude die Niedertemperatur-ready sind, haben einen moderateren Energiebedarf und könnten auch durch die bewusste Umstellung des Energieträgers auf Erneuerbare bei der nächsten umfassenden Modernisierung klimaschonend ausgerichtet werden.<sup>161</sup> Niedertemperatur-ready ist also insgesamt ein Prädikat dafür, dass ein Gebäude für eine Beheizung mittels Erneuerbaren Energien vorbereitet ist. Weder ist damit eine Aussage darüber getroffen, ob das Gebäude klimaneutral ist, noch darüber ob weitere Verbesserung wirtschaftlich tragbar sind. Dennoch kann diese Voraussetzung in der aktuellen Debatte als **sinnvoller Mindeststandard** angesehen werden, den Gebäude bei zukünftig stattfindender Sanierung erreichen sollten. **Niedertemperatur-ready ist ein wirtschaftlich und klimapolitisch geeigneter Ansatz für künftige energetische Modernisierungen**. Im Zuge der anstehenden Novellierung des GEG sollte dieser Standard aufgegriffen werden und auch in den Förderinstrumenten/-anforderungen seinen Niederschlag finden.

---

<sup>159</sup> Vgl. ifeu, 2021b.

<sup>160</sup> Vgl. VDMP, 2021.

<sup>161</sup> Vgl. ifeu, 2021b.

## 4. KLIMANEUTRALITÄT – SCHWERPUNKTE UND STOLPERSTEINE

Zur Erreichung des ehrgeizigen Ziels der Bundesregierung, Klimaneutralität bis zum Jahr 2045 zu erreichen und dabei den Gebäudebestand in Deutschland vollständig zu dekarbonisieren, benötigt es einen breiten Instrumentenmix. Einerseits muss die Verwendung fossiler Brennstoffe unattraktiver werden, andererseits muss gleichzeitig sichergestellt werden, dass sich die Verwendung Erneuerbarer Energien in Gebäuden nicht signifikant verteuert. Auch müssen Investitionen in die energetische Modernisierung der Objekte zur Erzielung der notwendigen Verbrauchsreduktionen sowohl für Eigentümer als auch für Mieter tragbar bleiben. Schwerpunkte möglicher Maßnahmen sowie besondere Herausforderungen im Gebäudesektor sind Gegenstand dieses Studienabschnitts.

### 4.1. VERSTÄRKTER FOKUS AUF CO<sub>2</sub> ALS ZIELGRÖßE

Aktuell wird gemäß der Langfristigen Renovierungsstrategie in Deutschland die Gesamtenergieeffizienz eines Wohngebäudes in seiner Betriebsphase als Indikator für die Erreichung von Klimazielen verwendet. Dieser wird abgebildet durch den nicht-erneuerbaren Primärenergieverbrauch (PEV<sub>n.E.</sub>). Auch die in vorliegender Studie diskutierten Effizienzhausstandards zielen auf den Primärenergiebedarf ab. Dabei wird somit **nicht direkt auf die mit dem jeweiligen Energieträgern verbundenen CO<sub>2</sub>-Emissionen abgestellt**. Auch wird damit nur ein Blick auf die Ist-Situation geworfen und **nicht auf die Entwicklung der Emissionsfaktoren unterschiedlicher Energieträger bis 2045/2050**. Der zukünftig zunehmende regenerative Anteil einzelner Energieträger ist jedoch wesentlich, um bereits heute die richtigen Entscheidungen bei der Wahl der Energieversorgung im Gebäudesektor sicherzustellen – insbesondere um die fortschreitende Dekarbonisierung bei Strom zu beachten. Es ist somit zentral, dass **nicht die Energiebedarfe sondern die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Gebäude immer stärker in den Fokus rücken**. Neben der Betrachtung des PEV<sub>n.E.</sub> wäre eine **direkte Verwendung der CO<sub>2</sub>-Intensität des Gebäudebetriebes in kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> p. a. eine gute Steuerungsgröße**. Damit würde direkt der Treibhausgas-Effekt und die Klimarelevanz im Einklang mit nationalen und internationalen Brancheninitiativen adressiert werden. Diese Überlegung wurde bereits im Rahmen der in Aussicht gestellten Veränderungen durch die neue Bundesregierung im Januar 2022 aufgegriffen.<sup>162</sup>

Der CO<sub>2</sub>-Preis ausgehend vom BEHG notiert 2022 bei 30 Euro/t und soll bis zum Jahr 2025 schrittweise auf 55 Euro/t steigen. Anschließend werden die Emissionszertifikate am freien Markt gehandelt werden, wobei sich die Preise nach den Marktkräften bestimmen werden und potenziell stark ansteigen werden, da die Gesamtmenge der Zertifikate begrenzt ist und sich die Maximalmenge an den Klimazielen der Bundesregierung für den Gebäudesektor orientiert.<sup>163</sup> Steigende CO<sub>2</sub>-Preise, die derzeit noch vollständig vom Mieter getragen werden, sollten zwar Anreize zur Verhaltensänderung setzen, jedoch steigt dadurch auch die finanzielle Belastung der Konsumenten. Insbesondere wirtschaftlich schwächere Haushalte, die typischerweise einen höheren Anteil ihres Einkommens für Energie aufwenden müssen, sind hiervon besonders stark betroffen.<sup>164</sup> Wesentlich wird es hier sein entsprechende Ausgleichsinstrumente bereitzustellen und auch zu vermeiden, dass Eigentümer einseitig die Belastung zu tragen haben.

---

<sup>162</sup> Vgl. SPD, BÜNDNIS 90 / DIE GRÜNEN & FDP, 2021.

<sup>163</sup> Vgl. BMU, 2021e.

<sup>164</sup> Vgl. MCC, 2021

## 4.2. VERHALTENSINDUZIERTER IMPLIKATIONEN FÜR MODERNISIERUNGS- MAßNAHMEN

Im Rahmen der empirischen Analyse wurde ein signifikantes Delta zwischen realem Verbrauch und rechnerischem Bedarf nachgewiesen. Die **Diskrepanz zwischen gerechneten theoretischen Einsparpotenzialen in MFH und den realen Verbräuchen** nach einer durchgeführten energetischen Modernisierungsmaßnahme betrug bei Beispielportfolios bis über 40 % und konnte insbesondere bei neueren Baujahren ab dem Jahr 1985 festgestellt werden.

Hierzu kann man die Arbeitshypothese aufstellen, dass bei sehr hohen energetischen Effizienzen der negative Effekt des Verhaltenseinflusses zunimmt. Dieser Zusammenhang - auch als Rebound-Effekt bezeichnet - wurde bereits durch wissenschaftliche Untersuchungen belegt und quantifiziert.<sup>165</sup>

Fraglich ist wie auf das Phänomen regulatorisch reagiert werden kann. Klar sollte sein, dass energetische Maßnahmen an der Gebäudehülle nicht die Effekte erzielen, die ihnen eine vorherige Bedarfsberechnung zuschreibt, weshalb entweder mit großen Puffern geplant werden muss oder aber andere Maßnahmen wie Elektrifizierung und Dekarbonisierung der Wärmeversorgung - die dann eine höhere Treffsicherheit in Bezug auf die Erreichung der Klimaziele mit sich bringen - in den Vordergrund gestellt werden sollten.

Zusätzlich sind auch Maßnahmen denkbar, die direkt das Nutzerverhalten beeinflussen. Beispielsweise könnte die Kippfunktion von Fenstern in Objekten mit kontrollierter Lüftung reduziert werden oder die Bewohner könnten dazu aufgefordert werden sich über eine App „anzumelden“ beziehungsweise „auszuloggen“, wenn sie das Gebäude für längere Zeit verlassen, um die Beleuchtung automatisch abzustellen und das Heizsystem auf das ausreichende Niveau herunterzufahren. Solche Eingriffe können nicht rechtlich bindend sein, allerdings sollte es Wohnungsunternehmen zumindest frei stehen diese gegebenenfalls umzusetzen, insbesondere bei einer hälftigen Teilung der CO<sub>2</sub>-Bepreisung zwischen Eigentümer und Nutzer, wie sie im Koalitionsvertrag als Übergangslösung bereits beschrieben wurde.

## 4.3. BEURTEILUNG SPEZIFISCHER TECHNISCHER LÖSUNGEN

### Wärmepumpen

Aus heutiger Sicht haben Wärmepumpen einen erheblichen Kostenvorteil gegenüber anderen Nullemissionslösungen und werden bei der Wärmewende eine entscheidende Rolle spielen.<sup>166</sup> Sie bieten zusätzlich den Vorteil, durch dezentrale Photovoltaik-Anlagen den solaren Deckungsanteil zu erhöhen und den Ausbau der erneuerbaren Energien auf Gebäudeebene zu forcieren.<sup>167</sup> Der Ausbau der **Elektrifizierung der Gebäude** bis 2030 wird auch von anderen Experten gefordert („Installation von 5 Mio. Wärmepumpen“). Ebenso wie der **Ausbau der (erneuerbaren) Fernwärme** („Neuanschluss von 1,6 Mio. Gebäuden an die Fernwärme“).<sup>168</sup> Zudem bilden strombasierte Großwärmepumpen zur Nutzung von Umgebungswärme und Niedertemperatur-Abwärme eine Schlüsseltechnologie für die Transformation der Wärmenetze.<sup>169</sup>

---

<sup>165</sup> Vgl. bspw. BBSR, 2017b.

<sup>166</sup> Vgl. BCG, 2021.

<sup>167</sup> Vgl. KIT & siz, 2021.

<sup>168</sup> Vgl. bspw. Kopernikus-Projekt Ariadne, 2021.

<sup>169</sup> Vgl. BMWi, 2022.

## **Wasserstoff für die Bereitstellung von Raumwärme**

Technisch ist es möglich und denkbar grünen Wasserstoff für die Bereitstellung von Gebäudewärme zu nutzen. Jedoch stellt sich diese Möglichkeit auf Grund der (bis dato) hohen Kosten als nicht sozialverträglich dar. Im Vergleich zu Wärmepumpen werden die Heizkosten für Haushalte im Jahr 2050 mit Wasserstoff-Heizung etwa doppelt so hoch liegen.<sup>170</sup> Der Grund dafür liegt unter anderem im geringen Wirkungsgrad von Wasserstoffbrennwertkesseln. So ist für die Bereitstellung der gleichen Wärmemenge mit Wasserstoff im Vergleich zur Wärmepumpe eine um 500 bis 600 % höhere erneuerbare Strommenge erforderlich.<sup>171</sup>

Neben diesen finanziellen Nachteilen für Wasserstoff im Gebäudebereich besteht auch eine hohe Verwendungskonkurrenz. Es ist absehbar, dass Wasserstoff in den Sektoren Industrie und Verkehr eine wesentlichere Rolle spielen wird. Bei begrenzten Verfügbarkeiten und Produktionskapazitäten in Deutschland ist abzusehen, dass Wasserstoff der explizit für die Erzeugung von Wärme für die Wärmewende im Gebäudesektor eine untergeordnete Rolle spielen wird. Eine Fokussierung auf die künftige Option „Wasserstoff“ führt zudem wahrscheinlich zu einem unerwünschten Ausbleiben von zahlreichen energetischen Modernisierungen, da diese im Hinblick auf eine zukünftige Verfügbarkeit von Wasserstoff unterlassen werden. Bei der elektrolytischen Wasserstofferzeugung entsteht jedoch Abwärme, deren Nutzung in Fernwärmenetzen einen großen Beitrag bei der Wärmewende leisten kann. Durch Ausnutzung dieser Potenziale könnte im Jahr 2045 rund 20 % des Wärmebedarfs des Gebäudesektors gedeckt werden.<sup>172</sup>

## **Solarthermie**

Der Einsatz von Solarthermie ist in Deutschland tendenziell nur eingeschränkt wirksam und zahlt sich mäßig aus. Grund dafür ist, dass in den Wintermonaten, in denen der Heizbedarf am größten ist, der Einsatz von Solarthermie nur wenig ertragreich ist, währenddessen zur Zeit der Erzeugungsspeaks in den Sommermonaten der Verbrauch geringer ist. Hinzu kommt, dass die Dachflächen bei MFH nicht ausreichend groß sind, um genügend Fläche für eine ausreichende Menge an Solarthermieanlagen zu bieten. Außerdem besteht eine Flächenkonkurrenz zwischen Solarthermieanlagen und PV.

## **Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung**

Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung erscheinen nur bedingt sinnvoll, da die Betriebskosten des Austausches der Filter sehr hoch sind und Erschwernisse durch den Klimawandel entstehen, wie beispielsweise bei sommerlicher Hitze. Diese kann in Verbindung mit Passivhäusern und Lüftungsanlagen zu hohen Innenraumtemperaturen in den heißen Monaten führen. Zudem stellt sich durch kontrollierte Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung nur eine moderate Verbrauchsreduktion bei Bestandsgebäuden ein (siehe Abschnitt 3.2.3). Im Rahmen der Förderinstrumente und auch bei potenziellen künftigen Sanierungsanforderungen sollte im Sinne einer kosteneffizienten Erreichung der Klimaziele somit auf andere Aspekte der Schwerpunkt gelegt werden.

---

<sup>170</sup> Vgl. SRU, 2021; hier Baladino et al., 2021.

<sup>171</sup> Vgl. SRU, 2021; hier Gerhardt et al. 2020, S. 5.

<sup>172</sup> Vgl. KIT & siz, 2021.

#### 4.4. ALTERNATIVE ABRISS & NEUBAU? – GRAUE ENERGIE ALS RELEVANTE GRÖßE

Den Altbestand an energetisch unvorteilhaften Gebäuden abzureißen und diesen entsprechend durch Neubauten zu ersetzen, erscheint als mögliche Alternative zur energetischen Sanierung der Bestände. Bei der Beantwortung dieser Frage ist jedoch eine differenzierte Betrachtung, die auch die graue Energie (Embodied Carbon Emissions) mit einbezieht, und nicht nur eine Beurteilung ausgehend von den Emissionen der Nutzungsphase notwendig.<sup>173</sup>

Graue Energie aus dem Bau, der Instandhaltung, der energetischen Sanierung und der Entsorgung/Rückbau umfassen circa 10 % des weltweiten Treibhausgasausstoßes.<sup>174</sup> Auch gesetzgeberseitig ist der Aspekt der Betrachtung des Gesamtlebenszyklus bereits in den Fokus genommen worden. Die Europäische Union erwägt derzeit eine EU-weite Regelung, die sich auf die Messung von THG-Emissionen über den gesamten Lebenszyklus konzentriert. Dies würde sowohl die Emissionen aus Grauer Energie als auch die aus dem Betrieb der Gebäude betreffen. Es ist denkbar, dass zukünftige Energieausweise für neue Gebäude um das Erderwärmungspotenzial über den gesamten Lebenszyklus erweitert werden.<sup>175</sup>

Ein Neubau-Mehrfamilienhaus startet in konventioneller Bauweise bereits mit einem erheblichen CO<sub>2</sub>e-Fußabdruck in den Lebenszyklus. Ein **Quadratmeter Neubau verursacht im Wohnsegment circa 600 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>. Dies entspricht einem Anteil von circa 20 bis 25 % der gesamten Emissionen über den vollständigen Lebenszyklus** der Immobilie hinweg. Bei Null- und Plusenergiehäusern steigt dieser Anteil auf bis zu 35 bis 40 %.<sup>176</sup>

Um die vorteilhaftere Option zwischen Abriss/Neubau oder energetischer Modernisierung abzuwägen ist ein Vergleich zwischen den Auswirkungen der beiden Varianten (neben dem finanziellen Aspekt) auch aus ökologischer Sicht notwendig.<sup>177</sup> Daher sollte bei der Planung der gesamte Lebenszyklus beider Alternativen mittels Lebenszyklusanalyse (LCA) untersucht werden (LCA gem. ISO 14040/14044). Der spezifische Rahmen für den Bau von Gebäuden ist in der ISO 21931-1:2010 festgelegt. Wenn die Ökobilanz für verschiedene Modernisierungsszenarien sowie den Abriss/Neubau erstellt wurde, kann die **ökologisch und finanziell sinnvollste Option ausgewählt** werden. Generell ist auch bei der Modernisierung der Einsatz von weniger treibhausgasintensiven, bestenfalls klimaneutralen Bauteilen notwendig (das heißt weniger Stahl, weniger Zement, mehr Holz, technische Lösungen mit erneuerbarer Energieerzeugung vor Ort etc.).

Für den Gebäudebestand ist es wichtig zu bewerten, ob die **kumulierten CO<sub>2</sub>e-Reduktionen nach Abschluss der energetischen Modernisierung die einmaligen THG-Emissionen der Maßnahme selbst überwiegen**. Ein positiver Netto-Umweltnutzen kann nur dann gewährleistet werden, wenn sowohl die Graue Energie als auch die Einsparungen auf betrieblicher Ebene berücksichtigt werden. Eine der wichtigsten Kennzahlen ist dabei die Restnutzungsdauer des Gebäudes und die Möglichkeit der Verlängerung dieser. Wenn Abriss und Neubau mittelfristig trotz Modernisierung unausweichlich sind, sollte eine genaue Prüfung und Abwägung der Emissionen der Modernisierung durchgeführt werden.

---

<sup>173</sup> Vgl. GABC, 2021.

<sup>174</sup> Vgl. WGBC, 2019.

<sup>175</sup> Vgl. Euractiv, 2020.

<sup>176</sup> Vgl. UBA, 2019c.

<sup>177</sup> Vgl. CRREM, 2019.

Generell kann aber festgehalten werden, dass die Graue Energie energetischer Sanierungsmaßnahmen nur einen Bruchteil der im Betrieb eingesparten Emissionen umfasst. Bei einer Modernisierung zum EffH 55 ist eine Minderung der THG-Emissionen um circa 75 % möglich. Die eingesetzte graue Energie beträgt hingegen bezogen auf den Lebenszyklus lediglich circa 5 %. Eine „ökologische“ Amortisation der Emissionen ist somit innerhalb weniger Jahre möglich.<sup>178</sup> Dennoch sind auch hier alternative Szenarien der Sanierungstiefe abzuwägen. Modernisierungsmaßnahmen, die einen höheren energetischen Standard erreichen, bedingen auch mehr Graue Energie. Die ausgehend von einer energetischen Modernisierung resultierenden Emissionen betragen circa 150 bis 250 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup><sup>179</sup>, wie oben dargelegt und somit im Vergleich zum konventionellen Neubau weniger als die Hälfte. Bei der Abwägung der Alternativen Neubau versus Bestandssanierung sind neben den Vorteilen im Zusammenhang mit den THG-Emissionen auch weitere Herausforderungen wie beispielsweise massive Preissteigerungen der Baupreise und generell knappe Baustoff- und Handwerkskapazitäten zu berücksichtigen.

#### 4.5. BEURTEILUNG VON QUARTIERSANSÄTZEN

Quartierslösungen bergen massive Potenziale bei der Bewältigung drängender Herausforderungen in den Klimaschutzbereichen Mobilität, Erneuerbare Wärme, Gebäude und Energie. Es ist somit auch wesentlich deutliche Vereinfachungen umzusetzen, die die **Wohnungswirtschaft in die Situation versetzen, unkompliziert im Quartier als Erzeuger und Verteiler der erzeugten (erneuerbaren) Energie aufzutreten**. Konkret könnte dies durch eine Stärkung des KfW Programms „Energetische Stadtsanierung“ sowie durch Förderung von dezentralen Lösungen und Mieterstrommodellen durch Abschaffung der Netzentgelte sowie der Abgaben bei der Nutzung und Speicherung von dezentral erzeugtem Strom erfolgen. Projekte der energetischen Quartierssanierung, wie beispielsweise Blockchain-Versorgungen oder Versorgungen durch industrielle Abwärme etc., sollten als Modellprojekte von allen hinderlichen gesetzlichen Beschränkungen befreit werden.<sup>180</sup> **Sektorenkopplung sollte insbesondere im Quartier weiter priorisiert werden**, da hierdurch Effizienzpotenziale sowie der Autarkiegrad zunehmen würde.

Insbesondere im Bereich der erneuerbaren Wärmebereitstellung müssen **Anreizsetzungen zum verstärkten Ausbau von Quartierskonzepten** vorangetrieben werden. Seit Inkrafttreten des GEG im November 2020 und den dort enthaltenen Innovationsklauseln (§103 sowie §107) ist es gestattet, einzelne Gebäude eines Quartiers in Summe zu betrachten, sodass Anforderungen auf Gebäudeebene in Einzelfällen auch unterschritten und an anderer Stelle durch Übererfüllung ausgeglichen werden können. So ist beispielsweise zur Berechnung des Energiebedarfs eine quartiersbezogene Energiebilanzierung zulässig (§107). Damit sind nach GEG unterschiedliche Energiestandards in einem Quartier möglich, solange die Anlage in ihrer Gesamtheit die Anforderungen erfüllt. Aus diesem Vorgehen entstehen Potenziale die THG-Emissionen im Quartier effizienter und kostengünstiger vermeiden zu können als bei singulärer, gebäudebezogener Vorgehensweise – dies wurde auch durch empirische Untersuchungen bereits belegt.<sup>181</sup>

---

<sup>178</sup> Vgl. ifeu, 2021a;

<sup>179</sup> ISSN 1862-4804

<sup>180</sup> Vgl. ZIA, 2017, S. 19.

<sup>181</sup> Vgl. KIT & siz, 2021.

#### 4.6. HERAUSFORDERUNGEN DER VOLLSTÄNDIG ERNEUERBAREN WÄRMEBEREITSTELLUNG

In der Praxis zeigt sich nach dem Heizungstausch in MFH häufig, dass nur die Grundlast (bis maximal 80 % der Wärmemenge) durch Luft-Wasser-Wärmepumpen gedeckt werden kann. Für die restlichen 20 % des Energieverbrauchs ist nicht selten ein Gas-Spitzenlastkessel erforderlich („Hybrid-Heizungen“). Werden solche Systeme heute noch eingebaut und sollten sie im Jahr 2045 immer noch mit Erdgas betrieben werden, kann das Ziel der Treibhausgasneutralität im Gebäudebereich nicht erreicht werden. Das Umweltbundesamt trifft in der Veröffentlichung „Systemische Herausforderungen der Wärmewände“ die Annahme, dass bis 2050 auch alle erdgasbasierten Spitzenkessel aus dem Betrieb genommen werden.<sup>182</sup> Ob dies eine praxisnahe Lösung ist und ob die Wärmeleistung klimaneutral substituiert werden kann kommt jedoch auf die verfügbaren technischen Lösungen an. Die Untersuchung des UBA verweist lediglich auf „Power to Heat“, also Wärmepumpen oder andere Umwandlungsmöglichkeiten von Strom in Wärme, sowie die Möglichkeit die Gaskessel mit Biogas weiterlaufen zu lassen als Alternative zu den Gas-Spitzenlastkesseln.

#### 4.7. GRENZEN DER LEISTBARKEIT: POTENZIELLE MIETERHÖHUNGEN BEI HOHEN MODERNISIERUNGSTIEFEN

Die gesetzliche Vorgabe einer hohen Sanierungstiefe bei energetischen Modernisierungen wird, falls nicht ausreichend Fördermittel zur Verfügung gestellt werden die Mietbelastung der privaten Haushalte erhöhen. Die durchschnittliche Mietbelastungsquote liegt in Deutschland bei derzeit 27,2 %<sup>183</sup>, jedoch notiert sie wesentlich höher in den unteren Einkommensgruppen.<sup>184</sup> Eine **sozialpolitisch vertretbare Mietbelastungsquote** wird unisono bei unter 30 % angesiedelt, während man ab 40 % von einer Überschreitung der **Leistbarkeits- und Belastungsgrenzen der Haushalte** spricht. Eine Überlastung nach dieser Definition besteht derzeit bereits für **11,4 Mio. Menschen in Deutschland also für rund 14 % der Bevölkerung**.<sup>185</sup>

Durch eine energetische Sanierung wirken zwei gegenläufige Effekte auf die finanzielle Belastung der Mieter. Zwar werden durch gesenkte Endenergieverbräuche die Kosten für Heizung und Warmwasser für den Nutzer reduziert, jedoch werden über die Modernisierungsumlage anteilig Kosten der Modernisierung an die Mieter weitergegeben.

Hierzu folgendes Beispiel (KfW EffH 70):

- Betrachtung der Haushalte mit weniger als 1.500 Euro Nettoeinkommen p. m.
  - Durchschnittliche Wohnungsgröße dieser Haushalte: 65,1 m<sup>2</sup>
  - Durchschnittliche Bruttowarmmiete dieser Haushalte: 8,90 Euro/m<sup>2</sup> p.m.
  - Mietbelastungsquote vor Modernisierung im Durchschnitt mindestens bei 38,6 %
  - Energiepreis: 0,0641 Euro/kWh
  - Energetische Modernisierung ausgehend von 224 kWh/m<sup>2</sup> p. a. mit Sanierungseffizienz von 76 % entsprechend KfW EffH 70.
  - Kosten der Modernisierung 430 Euro/m<sup>2</sup>
- ⇒ Energiekosteneinsparung: 0,91 Euro/m<sup>2</sup> p. m.

---

<sup>182</sup> Vgl. UBA, 2021c.

<sup>183</sup> Destatis 2021b.

<sup>184</sup> Destatis 2020a.

<sup>185</sup> Destatis, 2020b.



- ⇒ Mieterhöhung bei 8 % Umlage bei 2,86 Euro/m<sup>2</sup> p. m.
- ⇒ Mehrbelastung Mieter absolut: 127,38 Euro p. m.
- ⇒ **Steigerung Mietbelastungsquote nach Modernisierung auf 47 % (ohne Förderungen)**

Die Berechnung zeigt, dass eine dem § 559 BGB entsprechende Umlage von 8 % der Modernisierungskosten zu einer Überschreitung der Leistbarkeit der Mieter in den unteren Einkommensgruppen führen würde, wenn nicht genügend Förderungen zur Verfügung gestellt werden, um die Mietsteigerungen abzufedern. Klar ist jedoch, dass diese Haushalte nicht in den betreffenden Gebäuden bleiben würden, sondern aus dem Gebäude „sanier“ würden. Sie könnten sich die Miete schlichtweg nicht mehr leisten.

Wirkungsvolle Stimuli zur Gebäudemodernisierung müssen deshalb so ausgestaltet werden, dass **sowohl bei Mietern als auch bei Eigentümern die wirtschaftlichen Belastungsgrenzen eingehalten** werden. Beide der dargestellten Berechnungsfälle zeigen, dass eine öffentliche Förderungslücke zur sozialverträglichen Erreichung der Klimaziele im Wohngebäudebereich vorliegt, die geschlossen werden muss. Zudem zeigt die Berechnung auch, dass soziale Härten in Abhängigkeit von der Sanierungstiefe entstehen können und stärker für einen ambitionierteren EffH-Standard ausfallen würden. Ziel der Bundesregierung ist es jedoch die Mietbelastung in Deutschland insbesondere für einkommensschwache Haushalte zu senken.<sup>186</sup> Dies wäre, wenn die Bestände gleichzeitig saniert werden sollen, zumindest theoretisch, über verschiedene Mechanismen beziehungsweise Ausgleichszahlungen möglich. Das **Ziel sollten dabei immer warmmietneutrale Mieterhöhungen** darstellen. Diese führen per Definition aus Sicht des Mieters zu *keiner* absoluten Erhöhung seiner Wohnkosten. In der Praxis sind die modernisierungsbedingten Mieterhöhungen jedoch deutlich größer und bedingen letztlich eine Kostensteigerung aus Sicht der Nutzer. Wird hingegen warmmietneutral erhöht, so verbleibt beim vermieteten Wohnungsbestand ein erhebliches – und mit höheren Effizienzstandards weiter steigendes Finanzierungsdelta zwischen Maßnahmenkosten beziehungsweise Mieterhöhungen und Energiekosteneinsparung, was wiederum ohne öffentliche Förderung den Eigentümer belasten würde.

Derzeitige Pläne der Bundesregierung (laut Koalitionsvertrag) eine Steigerung der Mietbelastung beziehungsweise eine Reduktion dieser über die bisherigen Instrumente der Marktregulierung (ortsübliche Vergleichsmiete, Kappungsgrenze und Mietpreisbremse) zu bewirken, ist insbesondere angesichts der Herausforderung der Dekarbonisierung des Wohngebäudebestands nicht zielführend. Zum einen ist abzusehen, dass ein Teil der Sanierungen ausbleiben wird, wenn für die Bestandshalter keine Möglichkeit besteht einen finanziellen Ausgleich über die Mieterhöhung (oder andere Förderungen) zu erhalten. Zum anderen sind die bestehende Marktregulierungen sozial ungerecht, da sie nicht nur Bedürftige subventionieren, sondern auch andere Bestandmieter und darunter auch solche von Luxuswohnungen. Experten der Universität Regensburg und der Universität Mannheim sprechen sich deshalb dafür aus die Bestandsmieten tendenziell sogar eher auf das Marktniveau anzupassen (Wegfall der Mietpreisbremse) und sozial schwache Haushalte gleichzeitig über neue gezieltere Transferleistungen zu unterstützen.<sup>187</sup> Dabei sollte die Einkommensgrenze für solche Leistungen angehoben werden, damit auch mittlere Einkommensgruppen entlastet werden können.

---

<sup>186</sup> Anmerkung: Im Nationalen Reformprogramm (NRP, vom 01.04.2020) wird als Ziel angekündigt bis 2030 den Anteil der Personen in Haushalten, die mehr als 40 % ihres verfügbaren Einkommens für Wohnen ausgeben („housing cost overburden rate“) auf 13 % zu senken.

<sup>187</sup> Vgl. Kühling, Sieglöck & Sebastian, 2021.

Die Hypothese einer Warmmietneutralität, welche voraussetzt, dass Mieterhöhungen nur in dem Umfang stattfinden, in dem diese auch durch Energiekostensparnisse der Mieter gedeckt sind, könnte dadurch relativiert werden, denn Mieterhöhungen würden grundsätzlich zugelassen, sodass für Wohnungsunternehmen der finanzielle Anreiz energetische Sanierungen vorzunehmen nicht geschwächt wird. Da aber gezielte Entlastungen über Transferzahlungen in den unteren Einkommensgruppen aufgefangen werden, würde letztlich verhindert werden, dass die soziale Ungleichheit zunimmt, **da Haushalte mit unterdurchschnittlichen Einkommen überproportional von Kostensteigerungen durch energetische Gebäudemodernisierung betroffen sind.**<sup>188</sup> So wäre auch Gentrifizierungsprozessen innerhalb einkommensschwächerer Bevölkerungsgruppen vorgebeugt, ohne die angestrebte Steigerung der Sanierungsraten und die Wirkung der Förderprogramme zur energetischen Sanierung zu konterkarieren.

**Klimagerechtes Wohnen bedeutet auch sozial gerechtes Wohnen.** Sollte Warmmietneutralität auf Grund hoher Modernisierungskosten nicht erreichbar sein, so ist doch eine ausgewogene Verteilung der Kosten und auch der erzielten Einsparungen eine unabdingbare Voraussetzung für die Zielsetzung sozialer Gerechtigkeit und für eine höhere Akzeptanz der Energiewende bei allen Beteiligten und Bevölkerungsschichten.<sup>189</sup> **Öffentliche Förderungen sind essenziell um einerseits Anreize zur energetischen Sanierung zu setzen aber auch um andererseits soziale Härten, die die Anpassung an den Klimawandel mit sich bringen kann, zu vermeiden.**

---

<sup>188</sup> Vgl. Pfnür & Müller, 2013 S. 100, 105.

<sup>189</sup> Vgl. ifeu, 2019 S. 5.

#### 4.8. IMPLIKATIONEN FÜR KÜNFTIGE FÖRDERINSTRUMENTE UND -ANFORDERUNGEN

Aufgrund der Notwendigkeit die Belastungsgrenzen der Mieter nicht zu übersteigen und den Eigentümern mehr Anreize zur Sanierung zu bieten, sollten die KfW-Fördersätze in Form von Investitionszuschüssen deutlich angehoben werden. Die über die (fossilen) Energieträger auf den Mieter/Nutzer überwälzten Kosten der notwendigen CO<sub>2</sub>-Zertifikate (entsprechend der CO<sub>2</sub>-Bepreisung in Folge des BEHG) sollten über den **Energie- und Klimafonds<sup>190</sup> (EKF) eins zu eins in Aufstockungen der Zuschüsse/Förderungen der verschiedenen Bundesprogramme** fließen. Hierdurch würden Anreize für weitere energetische Modernisierungen gesetzt und das Mieterhöhungspotenzial moderat gehalten werden. Bisher werden die Mittel des Fonds nicht in ausreichendem Maße wieder in die Wohnungswirtschaft gelenkt. Dies ist umso mehr erforderlich, als aufgrund der massiven Baukostensteigerungen die bisherige Dotierung der Zuschüsse relativ an Gewicht verliert. Die bereits im Jahr 2020 aufgestockten Mittel für das Marktanreizprogramm und die KfW-Förderung könnten so noch weiter ausgebaut werden und die über CO<sub>2</sub>-Bepreisung erzielten Einnahmen von bis zu 18 Mrd. Euro im Jahr 2023 könnten direkt über den EKF für Sanierungsmaßnahmen ausgeschüttet werden. **Auch wäre eine Ausweitung von bauteilspezifischen Förderinstrumenten wünschenswert, die stärker auf Einzelmaßnahmen beziehungsweise auf Pakete von Einzelmaßnahmen abzielen, die hohe Effizienzsteigerungen bedingen.**

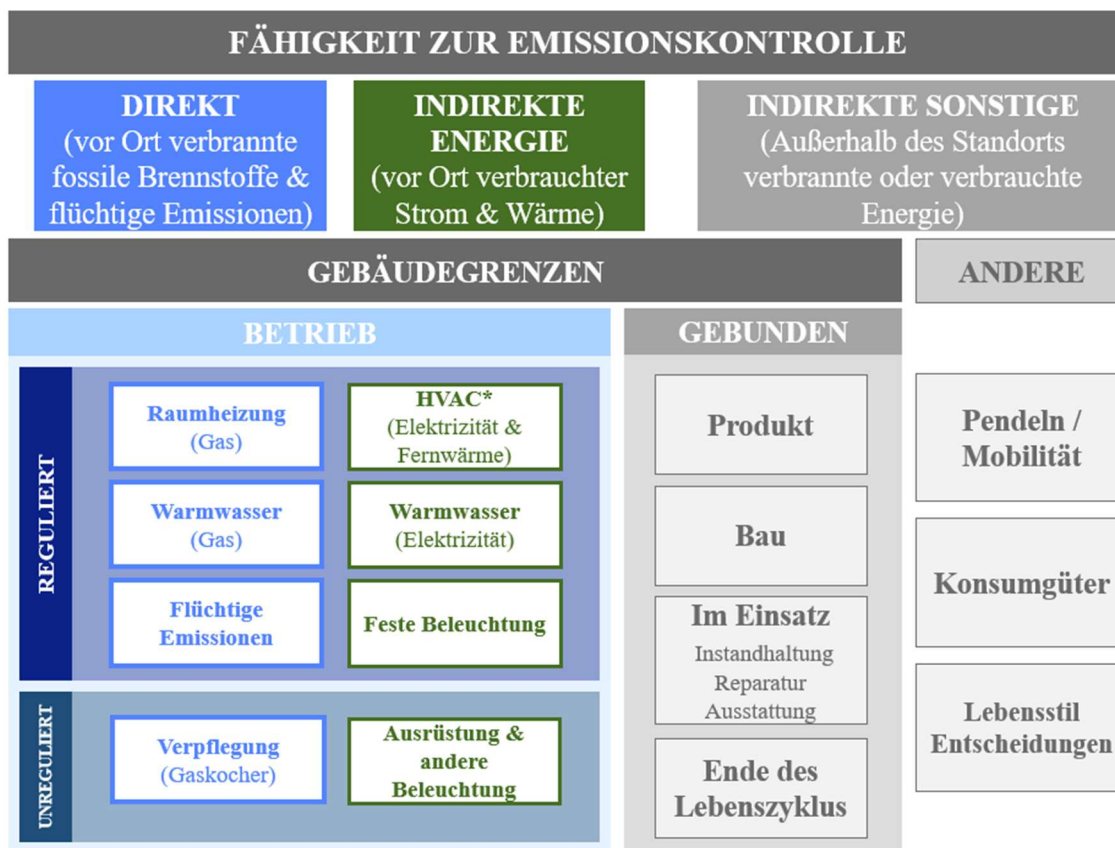
Eine reine Orientierung wie bisher am erzielten KfW-Standard erscheint aus verschiedenen Gründen nicht optimal. Ein **Standard von Niedertemperatur-ready in Kombination von „Fordern und Fördern“ ließe sich stattdessen gut in den instrumentellen Rahmen aufnehmen.** Einerseits sollte Niedertemperatur-ready in individuelle Sanierungsfahrpläne als Zwischenziel aufgenommen werden, wobei für das Erreichen der Zielmarke ein Bonus im Rahmen der BEG denkbar ist. Zudem könnte **Niedertemperatur-ready als Mindeststandard für die Sanierung von Gebäuden der schlechtesten Effizienzklassen G und H ordnungsrechtlich verankert werden.** In diesem Fall sind zusätzliche Fördermittel absolut notwendig, die einerseits eine Überlastung von Eigentümern und andererseits das Ausbleiben von Sanierungen verhindern, die ohne Mindestanforderung auf niedrigerem Niveau durchgeführten worden wären.<sup>191</sup>

**Künftige Förderinstrumente sollten zudem so ausgestaltet sein, dass sie technologieoffen bleiben.** Das bedeutet das keine Pfadabhängigkeiten entstehen, die die Integration von neuen heute noch unbekanntem oder ineffizienten Technologien, die sich in der Zukunft als vorteilhaft erweisen, verhindern. Um möglichst technologieoffen zu bleiben, sollten auch **Förderinstrumente verstärkt CO<sub>2</sub>e als Zielgröße miteinbeziehen.** Hierbei muss zunächst klassifiziert werden welche Verbräuche in eine solche Berechnung miteingehen.

---

<sup>190</sup> Vgl. BMWi, 2020b.

<sup>191</sup> Vgl. ifeu, 2021b.



\*HVAC: Heizung, Luftzirkulation und Klimatisierung

Abbildung 27 Klassifizierung von Gebäudeemissionen<sup>192</sup>

Neben der **Frage der einzubeziehenden Verbräuche** ist deren Umrechnung in THG-Emissionen abhängig von den verwendeten Emissionsfaktoren (EF). Über Softwareanwendungen, die direkt an den individuellen Sanierungsplan anknüpfen könnten so Maßnahmenpakete, die besonders viel CO<sub>2</sub>e einsparen, stärker gefördert werden. Gefördert werden sollten grundsätzlich nur Maßnahmenpakete beziehungsweise Einzelmaßnahmen die langfristig dazu beitragen für ein Gebäude tatsächliche Klimaneutralität zu erreichen.

<sup>192</sup> Vgl. CRREM, (2019) Abschnitt D.10.

## 5. EMPFEHLUNGEN UND WÜRDIGUNG DER ERGEBNISSE

Wir hatten bei unserer ersten Studie für den GdW im Jahr 2020 festgestellt: „Ausgehend von den hier angestellten Überlegungen (eines 95 % Szenarios) erscheint nur eine hohe Sanierungsrate bei einer umfangreichen energetischen Ertüchtigung der vermieteten Bestandsobjekte auf EffH 55 als geeignet, um den geforderten Beitrag zur Erreichung der Klimaziele realisieren zu können.“<sup>193</sup> Ausgehend von den im Rahmen unserer aktuellen Auswertung generierten Daten erscheint eine sehr hohe Sanierungstiefe beim vermieteten MFH Bestand nicht zielführend, da diese in der Praxis (1) sehr hohe Grenzkosten, bei dann nur noch begrenzten weiteren Einsparungen generiert, (2) eine deutliche Diskrepanz zwischen Bedarf und tatsächlichem Verbrauch klafft, und (3) die Investition der finanziellen Mittel zu größeren Effekten beim forcierten Ausbau der erneuerbaren Energien führt (statische Effizienz).

Die grundlegende Erkenntnis, dass die marginale Energieeinsparung mit zunehmendem Standard geringer wird und ab einem bestimmten Punkte andere Investitionen zur Erreichung der Klimaziele sinnvoller sind, konnte hier somit empirisch belegt werden. Um die Klimaziele jedoch auch bei einer **Sanierung auf etwa die Hälfte des aktuellen Verbrauchsniveaus – somit circa 70 kWh/m<sup>2</sup> p. a.** in dann vollsanierten Gebäuden zu erreichen, wäre neben einer Steigerung der jährlichen **Sanierungsrate auf circa 2 % konsequenterweise** im Vergleich zum 95 %-Szenario ein **noch intensiverer Ausbau der erneuerbaren Energien** notwendig.

Zusammenfassend ist die Erkenntnis wichtig, dass der künftige **Fokus des Gesetzgebers auf die tatsächlichen THG-Emissionen der Gebäude beziehungsweise Quartiere** gerichtet sein sollte. Dabei ist ein Standard denkbar, der beschreibt, dass Gebäude im Rahmen einer Sanierung Niedertemperatur-ready gemacht werden sollen, um für die Beheizung mit Power to Heat Systemen überhaupt erst geeignet zu sein. Hierbei ist die Steigerung der Sanierungsrate und **Erreichung des EffH 70-Standards zur Umsetzung einer flächendeckenden Niedertemperatur-readiness** als Zielvorgabe für die Wohnungswirtschaft sinnvoll. Die Klimaziele werden dann zu volkswirtschaftlich optimalen Kosten erreicht, wenn verbleibende Verbräuche durch den forcierten Ausbau erneuerbarer Energie abgedeckt werden. Entsprechend der Klimaziele sollte die CO<sub>2</sub>e-Intensität und damit die THG-Emissionen im Mittelpunkt der Regulierung stehen. Ein „Mix“ aus höherer erneuerbarer Energiebereitstellung und geringerer Sanierungstiefe im Sinne einer „Niedertemperatur-readiness“ wäre somit aus wirtschaftspolitischer Sicht kostenoptimal und auch besser in Bezug auf die Treffsicherheit. Eine Senkung der Verbräuche und energetische Sanierung der MFH Bestände auf EffH 70 und die nochmals verstärkte Lenkung der Mittel in den Aufbau der Kapazitäten für Grünstrom und andere erneuerbare Energien sind wichtig. **Eine stärkere Dekarbonisierung der Energiewirtschaft bis 2030 ist kostengünstiger in der Gegenüberstellung zu höheren Sanierungstiefen im Gebäudebestand.** Große Fördervolumina im Energiesektor sowie im Gebäudesektor werden notwendig sein, um die Veränderungen in Gang zu setzen. Auf der anderen Seite sollten differenzierte Transferleistungen insbesondere die unteren Einkommensgruppen dabei unterstützen, die zu erwartenden Mietkostensteigerungen nach der Durchführung von energetischen Sanierungsmaßnahmen zu stemmen.

---

<sup>193</sup> Vgl. Bienert & Groh, 2020 im Auftrag des DMB, DV und GdW.

## 6. QUELLENVERZEICHNIS

- Arge e. V – Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e. V.; „Energiebedarf und tatsächlicher Energieverbrauch bei Wohngebäuden Verbrauchsbenchmarks für Intervalle des Norm-Energiebedarfs“. Online verfügbar unter: <https://arge-ev.de/arge-ev/publikationen/arbeitsblaetter/?462>, abgerufen am 27.02.22.
- Baldino, C., O'Malley, J., Searle, S., Christensen, A. (2021): “Hydrogen for heating? Decarbonization options for households in the European Union in 2050”. Washington, DC: International Council on Clean Transportation. Working Paper 2021-09. Online verfügbar unter: <https://theicct.org/sites/default/files/publications/Hydrogen-heating-eu-feb2021.pdf>, abgerufen am 15.12.21.
- BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (2013): „Äquivalenter Energiepreis: Ist es günstiger, Energie einzusparen als sie einzukaufen?“ Online verfügbar unter: <https://www.bbsr-energieeinsparung.de/EnEVPortal/DE/Wirtschaftlichkeit/Berechnungsmethoden/aequivalenergiepreis/aequivalenergiepreis-node.html>, abgerufen am 11.12.2021.
- BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (2015): „Sondierungsstudie zur Quantifizierung von Rebound-Effekten bei der energetischen Modernisierung von Nichtwohngebäuden/Bundesliegenschaften“. Online verfügbar unter: [https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BBSROnline/2015/DL\\_ON012015.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BBSROnline/2015/DL_ON012015.pdf?__blob=publicationFile&v=2), abgerufen am 10.12.2021.
- BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (2017a): „CO<sub>2</sub>-neutral in Stadt und Quartier – die europäische und internationale Perspektive“. BBSR-Online-Publikation 03/2017. Online verfügbar unter: [https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/bbsr-online/2017/bbsr-online-03-2017-dl.pdf;jsessionid=C8B491E371C4DD9104FDB625C303D466.live11311?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/bbsr-online/2017/bbsr-online-03-2017-dl.pdf;jsessionid=C8B491E371C4DD9104FDB625C303D466.live11311?__blob=publicationFile&v=1), abgerufen am 29.11.21.
- BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (2017b): „Quantifizierung von Rebound-Effekten bei der energetischen Sanierung von Nichtwohngebäuden / Bundesliegenschaften“ BBSR-Online-Publikation 02/2017. Online verfügbar unter: [https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/bbsr-online/2017/bbsr-online-02-2017-dl.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/bbsr-online/2017/bbsr-online-02-2017-dl.pdf?__blob=publicationFile&v=1), abgerufen am 29.11.21.
- BCG – The Boston Consulting Group; Prognos (2018): „Klimapfade für Deutschland“. Online verfügbar unter: <https://bdi.eu/publikation/news/klimapfade-fuer-deutschland/>, abgerufen am 14.02.2020.
- BDI & BCG (2021): „Klimapfade 2.0 – Ein Wirtschaftsprogramm für Klima und Zukunft“. Online verfügbar unter: <https://web-assets.bcg.com/58/57/2042392542079ff8c9ee2cb74278/klimapfade-study-german.pdf>, abgerufen am 14.12.21.
- Bienert, S., Geiger, P., Spanner, M. (2020): „IREBS Beiträge zur Immobilienwirtschaft – Naturgefahren und Immobilienwerte in Deutschland“. Online verfügbar unter: [https://epub.uni-regensburg.de/44181/1/Heft\\_25.pdf](https://epub.uni-regensburg.de/44181/1/Heft_25.pdf), abgerufen am 14.11.2021.
- Bienert, S., Groh, A. M. (2020): „Wissenschaftliche Plausibilitätsprüfung bzgl. der errechneten öffentlichen Förderungslücke zu Erreichung der Klimaziele durch energetische Gebäude Modernisierung im Mietwohnungsbau“. Online verfügbar unter: [https://www.gdw.de/media/2020/06/studie\\_prof.-dr.-sven-bienert\\_o-effentliche-foerderungsluecke-klimaziele-mietwohnungsbau\\_2020-1.pdf](https://www.gdw.de/media/2020/06/studie_prof.-dr.-sven-bienert_o-effentliche-foerderungsluecke-klimaziele-mietwohnungsbau_2020-1.pdf), zuletzt geprüft am 11.05.2021.
- BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2019): „Klimaschutz in Zahlen: der Sektor Gebäude“. Online verfügbar unter: [https://www.bmu.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Download\\_PDF/Klimaschutz/klimaschutz\\_zahlen\\_2019\\_fs\\_gebaeude\\_de\\_bf.pdf](https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/klimaschutz_zahlen_2019_fs_gebaeude_de_bf.pdf), abgerufen am 28.04.2020.
- BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2019b): „Wohnen und Sanieren Empirische Wohngebäudedaten seit 2002 Hintergrundbericht“. Online verfügbar unter: [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-05-23\\_cc\\_22-2019\\_wohnenund-sanieren\\_hintergrundbericht.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-05-23_cc_22-2019_wohnenund-sanieren_hintergrundbericht.pdf), abgerufen am 03.12.2021.
- BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2020): „13 Thesen für einen treibhausgasneutralen Gebäudebestand Drängende Herausforderungen der Wärmewende“. Online verfügbar unter: [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/pp\\_13thesen\\_treibhausgasneutraler\\_gebaeudestand\\_bf.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/pp_13thesen_treibhausgasneutraler_gebaeudestand_bf.pdf), abgerufen am 01.12.2020.
- BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2021a): „Treibhausgasemissionen sinken 2020 um 8,7 Prozent“. Online verfügbar unter: <https://www.bmu.de/pressemitteilung/treibhausgasemissionen-sinken-2020-um-8-7-prozent/#:~:text=Die%20Treibhausgasemissionen%20des%20Verkehrs%20liegen,150%20Millionen%20Tonnen%20CO2>, abgerufen am 16.04.2020.

- BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2021b): „Novelle des Klimaschutzgesetzes beschreibt verbindlichen Pfad zur Klimaneutralität 2045“. Online verfügbar unter: <https://www.bmu.de/pressemitteilung/novelle-des-klimaschutzgesetzes-beschreibt-verbindlichen-pfad-zur-klimaneutralitaet-2045/>, abgerufen am 26.11.2021.
- BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2021c): „Lesefassung des Bundes-Klimaschutzgesetzes 2021 mit markierten Änderungen zur Fassung von 2019“. Online verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/private-haushalte-konsum/wohnen/kohlendioxid-emissionen-im-bedarfsfeld-wohnen>, abgerufen am 01.12.2021.
- BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2021d): „Kohlendioxid-Emissionen im Bedarfsfeld „Wohnen““. Online verfügbar unter: [https://www.bmu.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Download\\_PDF/Klimaschutz/ksg\\_aendg\\_2021\\_bf.pdf](https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/ksg_aendg_2021_bf.pdf), abgerufen am 01.12.2021.
- BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2021e): „Fragen und Antworten zur Einführung der CO<sub>2</sub>-Bepreisung zum 1. Januar 2021“. Online verfügbar unter <https://www.bmu.de/service/fragen-und-antworten-faq/fragen-und-antworten-zur-einfuehrung-der-co2-bepreisung-zum-1-januar-2021>, abgerufen am 15.12.21.
- BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2015): „Energieeffizienzstrategie Gebäude Wege zu einem nahezu klimaneutralen Gebäudebestand“. Online verfügbar unter: [https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/energieeffizienzstrategie-gebaeude.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=25](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/energieeffizienzstrategie-gebaeude.pdf?__blob=publicationFile&v=25), abgerufen am 01.12.2021.
- BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2020a): „Langfristige Renovierungsstrategie der Bundesregierung“. Online verfügbar unter: [https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/langfristige-renovierungsstrategie-der-bundesregierung.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=6](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/langfristige-renovierungsstrategie-der-bundesregierung.pdf?__blob=publicationFile&v=6), abgerufen am 12.12.2021.
- BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2020b): „Was ist eigentlich der Energie- und Klimafonds?“ Online verfügbar unter: <https://www.bmwi-energiewende.de/EWD/Redaktion/Newsletter/2020/04/Meldung/direkt-erklaert.html>, abgerufen am 19.05.2021.
- BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2022): „Eröffnungsbilanz Klimaschutz“ Online verfügbar unter: [https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/220111\\_eroeffnungsbilanz\\_klimaschutz.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/220111_eroeffnungsbilanz_klimaschutz.pdf?__blob=publicationFile), abgerufen am 27.02.2022.
- Bundesministerium des Inneren, für Bau und Heimat (2021): „Das neue Gebäudeenergiegesetz“. Online verfügbar unter: <https://www.bmi.bund.de/DE/themen/bauen-wohnen/bauen/energieeffizientes-bauen-sanieren/energieausweise/gebaeudeenergiegesetz-node.html>, abgerufen am 27.01.2021.
- Bundesregierung (2019): „CO<sub>2</sub>-Ausstoß verbindlich senken“. Online verfügbar unter: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/klimaschutzgesetz-beschlossen-1679886>, abgerufen am 20.11.2021.
- Bundesregierung (2021a): Klimaschutzgesetz 2021. Online verfügbar unter: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/klimaschutzgesetz-2021-1913672>, abgerufen am 25.06.2021.
- Bundesregierung (2021b): „Deutschland bleibt im Klimaschutz auf Kurs“. Online verfügbar unter: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/suche/klimaschutzziel-2020-erreicht-1876954>, abgerufen am 01.12.2021.
- Bundesverfassungsgericht (2021): „Verfassungsbeschwerden gegen das Klimaschutzgesetz teilweise erfolgreich“. Online verfügbar unter: <https://www.bundesverfassungsgericht.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2021/bvg21-031.html>, abgerufen am 25.06.2021.
- Bündnis 90/Die Grünen (2021): „Fraktionsbeschluss vom 26. Januar 2021. Aktionsplan Faire Wärme – Aufbruch für klimaneutrale und bezahlbare warme Wohnungen und Häuser“. Online verfügbar unter: [https://www.gruene-bundestag.de/files/beschluesse/beschluss\\_Faire\\_Waerme.pdf](https://www.gruene-bundestag.de/files/beschluesse/beschluss_Faire_Waerme.pdf), abgerufen am 14.12.2021.
- CAT – Climate Action Tracker (2020): “Global Update: Paris Agreement Turning Point”. Online verfügbar unter: [https://climateactiontracker.org/documents/644/CAT\\_2019-09-19\\_BriefingUNSG\\_WarmingProjectionsGlobalUpdate\\_Sept2019.pdf](https://climateactiontracker.org/documents/644/CAT_2019-09-19_BriefingUNSG_WarmingProjectionsGlobalUpdate_Sept2019.pdf), abgerufen am 26.11.21.
- CAT – Climate Action Tracker (2021): “Glasgow’s 2030 credibility gap: net zero’s lip service to climate action Wave of net zero emission goals not matched by action on the ground”. Online verfügbar unter: [https://climateactiontracker.org/documents/997/CAT\\_2021-11-09\\_Briefing\\_Global-Update\\_Glasgow2030CredibilityGap.pdf](https://climateactiontracker.org/documents/997/CAT_2021-11-09_Briefing_Global-Update_Glasgow2030CredibilityGap.pdf), abgerufen am 26.11.21.

- CRREM – Carbon Risk Real Estate Monitor (2019): “Report 1. Stranding Risk and Carbon. Science-based decarbonising of the EU commercial real estate sector”. Online verfügbar unter: [https://www.researchgate.net/publication/332557390\\_Report\\_1\\_Stranding\\_Risk\\_and\\_Carbon\\_Science-based\\_decarbonising\\_of\\_the\\_EU\\_commercial\\_real\\_estate\\_sector](https://www.researchgate.net/publication/332557390_Report_1_Stranding_Risk_and_Carbon_Science-based_decarbonising_of_the_EU_commercial_real_estate_sector), abgerufen am 19.01.2022.
- dena – Deutsche Energie-Agentur (2016): „dena-Gebäudereport Statistiken und Analysen zur Energieeffizienz im Gebäudebestand“. Online verfügbar unter: [https://www.dena.de/fileadmin/user\\_upload/8162\\_dena-Gebaudereport.pdf](https://www.dena.de/fileadmin/user_upload/8162_dena-Gebaudereport.pdf), abgerufen am 22.01.2022.
- dena – Deutsche Energie-Agentur (2018): „dena-Leitstudie Integrierte Energiewende – Impulse für die Gestaltung des Energiesystems bis 2050“. Online verfügbar unter: [https://www.dena.de/fileadmin/dena/Dokumente/Pdf/9261\\_dena-Leitstudie\\_Integrierte\\_Energiewende\\_lang.pdf](https://www.dena.de/fileadmin/dena/Dokumente/Pdf/9261_dena-Leitstudie_Integrierte_Energiewende_lang.pdf), abgerufen am 14.02.2020.
- dena – Deutsche Energie-Agentur (2021): „dena-Gebäudereport 2021 Fokusthemen zum Klimaschutz im Gebäudebereich“. Online verfügbar unter: [https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2021/dena-Gebaudereport\\_2021\\_-\\_Fokusthema\\_Zahlen\\_Daten\\_Fakten.pdf](https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2021/dena-Gebaudereport_2021_-_Fokusthema_Zahlen_Daten_Fakten.pdf), abgerufen am 02.12.2021.
- dena – Deutsche Energie-Agentur (2021): „dena-Leitstudie Aufbruch Klimaneutralität“. Online verfügbar unter: <https://www.dena.de/newsroom/meldungen/dena-leitstudie-aufbruch-klimaneutralitaet/>, abgerufen am 14.12.2021.
- Destatis – Statistisches Bundesamt (2018): „Wohnfläche von Haushalten“. Online verfügbar unter: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Wohnen/Tabellen/haushalte-wohnflaeche-typ.html>, abgerufen am 21.12.2021.
- Destatis – Statistisches Bundesamt (2019): „Wohnen in Deutschland - Zusatzprogramm des Mikrozensus 2018“. Online verfügbar unter: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Wohnen/Publikationen/Downloads-Wohnen/wohnen-in-deutschland-5122125189005.html>, abgerufen am 21.12.2021.
- Destatis – Statistisches Bundesamt (2020a): „Einkommen, Einnahmen und Ausgaben privater Haushalte - Fachserie 15 Reihe 1 – 2020“. Online verfügbar unter: [https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Einkommen-Konsum-Lebensbedingungen/Einkommen-Einnahmen-Ausgaben/\\_inhalt.html;jsessionid=2A6912B8E276446CC7622FD9AF5A23A0.live732#sprg475666](https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Einkommen-Konsum-Lebensbedingungen/Einkommen-Einnahmen-Ausgaben/_inhalt.html;jsessionid=2A6912B8E276446CC7622FD9AF5A23A0.live732#sprg475666), abgerufen am 21.12.2021.
- Destatis – Statistisches Bundesamt (2020b): „Pressemitteilung Nr. 428 vom 29. Oktober 2020“. Online verfügbar unter: [https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2020/10/PD20\\_428\\_639.html](https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2020/10/PD20_428_639.html), abgerufen am 21.12.2021.
- Destatis – Statistisches Bundesamt (2021a): „Genesis-Online Datenbank“. Online verfügbar unter: <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online>, abgerufen am 03.12.2021.
- Destatis – Statistisches Bundesamt (2021b): „Gesellschaft und Umwelt“. Online verfügbar unter: [https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Wohnen/\\_inhalt.html](https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Wohnen/_inhalt.html), abgerufen am 21.12.2021.
- Destatis – Statistisches Bundesamt (2021c): „Erdgas- und Stromdurchschnittspreise“. Online verfügbar unter: [https://www.destatis.de/DE/Themen/Wirtschaft/Preise/Erdgas-Strom-Durchschnittspreise/\\_inhalt.html;jsessionid=D3FD681A5542DFED81A8E11690DF35CA.live731](https://www.destatis.de/DE/Themen/Wirtschaft/Preise/Erdgas-Strom-Durchschnittspreise/_inhalt.html;jsessionid=D3FD681A5542DFED81A8E11690DF35CA.live731), abgerufen am 21.12.2021.
- Destatis (2014): „FS 5 – Heft 1 Mikrozensus-Zusatzerhebung Wohnsituation“. Online verfügbar unter: [https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Wohnen/Publikationen/Downloads-Wohnen/wohsituation-haushalte-2055001149004.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Wohnen/Publikationen/Downloads-Wohnen/wohsituation-haushalte-2055001149004.pdf?__blob=publicationFile), abgerufen am 11.12.2021.
- DGNB (2020): „Klimapositiv: Jetzt!“. Online verfügbar unter: <https://www.dgnb.de/de/themen/klimaschutz/index.php>, abgerufen am 12.12.21.
- EEA – European Environment Agency (2021): “Greenhouse gas emission intensity of electricity generation in Europe”. Online verfügbar unter: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/overview-of-the-electricity-production-3/assessment>, abgerufen am 14.01.2021.
- Euractiv (2020): „Die EU plant die Erfassung der „Eingebettete“ CO<sub>2</sub>-Emissionen von Gebäuden“. Online verfügbar unter: <https://www.euractiv.de/section/energie-und-umwelt/news/die-eu-plant-die-erfassung-der-eingebettete-co2-emissionen-von-gebauten/>, abgerufen am 21.12.2021.
- Euractiv (2021): “LEAK: Draft EU law introduces new standards to decarbonise buildings by 2050”. Online verfügbar unter: <https://www.euractiv.com/section/energy/news/leak-draft-eu-law-introduces-new-standards-to-decarbonise-buildings-by-2050/>, abgerufen am 28.11.2021.



- EUR-Lex (2020): „Verordnung (EU) 2020/852 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Juni 2020 über die Einrichtung eines Rahmens zur Erleichterung nachhaltiger Investitionen und zur Änderung der Verordnung (EU) 2019/2088“. Online verfügbar unter:
- Europäische Kommission (2019): “Energy performance of buildings directive”. Online verfügbar unter: [https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/energy-performance-buildings-directive\\_en](https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/energy-performance-buildings-directive_en), abgerufen am 18.09.2021.
- Europäische Kommission (2020a): „Mitteilung der Kommission an das europäische Parlament, den Rat, den europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen. Eine Renovierungswelle für Europa – umweltfreundliche Gebäude, mehr Arbeitsplätze und bessere Lebensbedingungen“. Online verfügbar unter: [https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:0638aa1d-0f02-11eb-bc07-01aa75ed71a1.0002.02/DOC\\_1&format=PDF](https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:0638aa1d-0f02-11eb-bc07-01aa75ed71a1.0002.02/DOC_1&format=PDF), abgerufen am 13.04.2021.
- Europäische Kommission (2020b): „EU taxonomy for sustainable activities“. Online verfügbar unter: [https://ec.europa.eu/info/business-economy-euro/banking-and-finance/sustainable-finance/eu-taxonomy-sustainable-activities\\_en](https://ec.europa.eu/info/business-economy-euro/banking-and-finance/sustainable-finance/eu-taxonomy-sustainable-activities_en), abgerufen am 14.11.2021.
- Europäische Kommission (2021a): „Klimazielpfad 2030“. Online verfügbar unter: [https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12265-Klimazielpfad-2030\\_de](https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12265-Klimazielpfad-2030_de), abgerufen am 14.04.2021.
- Europäische Kommission (2021b): „Langfristige Strategie – Zeithorizont 2050“. Online verfügbar unter: [https://ec.europa.eu/clima/eu-action/climate-strategies-targets/2050-long-term-strategy\\_de](https://ec.europa.eu/clima/eu-action/climate-strategies-targets/2050-long-term-strategy_de), abgerufen am 20.01.2022.
- Europäische Kommission (2021c): „Klimaschutzmaßnahmen der EU und der europäische Grüne Deal“. Online verfügbar unter: [https://ec.europa.eu/clima/policies/eu-climate-action\\_de](https://ec.europa.eu/clima/policies/eu-climate-action_de), abgerufen am 14.04.2021.
- Europäische Kommission (2021d): “European Green Deal: Commission proposes to boost renovation and decarbonisation of buildings”. Online verfügbar unter: [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip\\_21\\_6683](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_21_6683), abgerufen am 16.12.21.
- Europäische Kommission (2021e): “EU Taxonomy Compass - Renovation of existing buildings”. Online verfügbar unter: [https://ec.europa.eu/sustainable-finance-taxonomy/activities/activity\\_en.htm?reference=7.2](https://ec.europa.eu/sustainable-finance-taxonomy/activities/activity_en.htm?reference=7.2), abgerufen am 26.11.21.
- Europäische Kommission (2021f): “EU Taxonomy Compass - Acquisition and ownership of buildings”. Online verfügbar unter: [https://ec.europa.eu/sustainable-finance-taxonomy/activities/activity\\_en.htm?reference=7.7](https://ec.europa.eu/sustainable-finance-taxonomy/activities/activity_en.htm?reference=7.7), abgerufen am 26.11.21.
- Felsmann, C., Schmidt, J. (2013): „Auswirkungen der verbrauchsabhängigen Abrechnung in Abhängigkeit von der energetischen Gebäudequalität“. Online verfügbar unter: [https://arge-heiwako.de/wp-content/uploads/2013/10/Studie\\_UniDresden.pdf](https://arge-heiwako.de/wp-content/uploads/2013/10/Studie_UniDresden.pdf), abgerufen am 10.12.2021.
- FIW – Forschungsinstitut für Wärmeschutz e. V. (2013): „Technologien und Techniken zur Verbesserung der Energieeffizienz von Gebäuden durch Wärmedämmstoffe“. Online verfügbar unter: <https://www.irb-net.de/daten/rswb/14069009548.pdf>, abgerufen am 04.02.2021.
- FIW – Forschungsinstitut für Wärmeschutz e. V. (2020): „Graue Energie und Graue Emissionen von Dämmstoffen im Vergleich zum Einsparpotential“. Online verfügbar unter: [https://buveg.de/wp-content/uploads/2021/09/202107019\\_FIW\\_GraueEnergie\\_vs.\\_Einsparpotential.pdf](https://buveg.de/wp-content/uploads/2021/09/202107019_FIW_GraueEnergie_vs._Einsparpotential.pdf), abgerufen am 20.02.2022.
- GABC – Global Alliance for Buildings and Construction (2021): “Global Status Report for Buildings and Construction. Towards a zero-emissions, efficient and resilient buildings and construction sector”. Online verfügbar unter: <https://globalabc.org/resources/publications/2021-global-status-report-buildings-and-construction>, abgerufen am 10.02.22.
- GdW – Gesamtverband der deutschen Wohnungswirtschaft e. V. (2020): „Soziale und ökonomisch verträgliche Umsetzung der Klimaziele in der Wohnungswirtschaft“. Online verfügbar unter: <https://www.gdw.de/downloads/publikationen/soziale-und-oekonomisch-vertraegliche-umsetzung-der-klimaziele-in-der-wohnungswirtschaft/>, abgerufen am 09.02.2022.
- Gerhardt, N., Bard, J., Schmitz, R., Beil, M., Pfennig, M., Kneiske, T. (2020): „Wasserstoff im zukünftigen Energiesystem: Fokus Gebäudewärme. Studie zum Einsatz von H2 im zukünftigen Energiesystem unter besonderer Berücksichtigung der Gebäudewärmeversorgung“. Online verfügbar unter: [https://www.iee.fraunhofer.de/content/dam/iee/energiesystemtechnik/de/Dokumente/Studien-Reports/FraunhoferIEE\\_Kurzstudie\\_H2\\_Gebaeudewaerme\\_Final\\_20200529.pdf](https://www.iee.fraunhofer.de/content/dam/iee/energiesystemtechnik/de/Dokumente/Studien-Reports/FraunhoferIEE_Kurzstudie_H2_Gebaeudewaerme_Final_20200529.pdf), abgerufen am 15.12.21.

- Großklos, M. (2016): „Warum sind sie denn so verschieden? Energiebedarf und tatsächlicher Verbrauch - Abgleich zwischen Theorie und Praxis“. In: Tagungsband 7. Internationale Holz[Bau]Physik-Kongress Energie, Feuchte, Brand - Aus Erfahrungen lernen; 25./26.02.2016: 33-35; Leipzig, 2016.
- Heinemann, C., Kasten, P., Bauknecht, D., Bracker, J. F., Bürger, V., Emele, L., Hesse, T., Kühnel, S., Seebach, D., Timpe, C. (2019): „Die Bedeutung strombasierter Stoffe für den Klimaschutz in Deutschland. Zusammenfassung und Einordnung des Wissensstands zur Herstellung und Nutzung strombasierter Energieträger und Grundstoffe“. Freiburg, Berlin, Darmstadt: Öko-Institut e. V. <https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/PtX-Hintergrundpapier.pdf>.
- ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg (2021a): „Gebäude mit der schlechtesten Leistung (Worst performing Buildings) - Klimaschutzpotenzial der unsanierten Gebäude in Deutschland Kurzstudie im Auftrage der Bundestagsfraktion Bündnis 90/ Die Grünen“. Online verfügbar unter: [https://juliaverbinden.de/wp-content/uploads/2021/05/210505\\_ifeu-Studie\\_worst\\_performing\\_buildings.pdf](https://juliaverbinden.de/wp-content/uploads/2021/05/210505_ifeu-Studie_worst_performing_buildings.pdf), abgerufen am 03.12.2021.
- ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg (2021b): „Energieeffizienz als Türöffner für erneuerbare Energien im Gebäudebereich“. Online verfügbar unter <https://www.ifeu.de/projekt/energieeffizienz-als-tueroeffner-fuer-erneuerbare-energien-im-gebäudebereich/>, abgerufen am 13.12.21.
- ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg et al. (2018): „7-03-17 Untersuchung zu Primärenergiefaktoren“. Online verfügbar unter: <https://www.gih.de/wp-content/uploads/2019/05/Untersuchung-zu-Prim%C3%A4renergiefaktoren.pdf>, abgerufen am 20.12.21.
- Initiative Wohnen 2050 (2021): „Gemeinsam. Handeln. Jetzt. - Praxisfakten einer Branche auf dem steilen Weg zur Klimaneutralität“. Online verfügbar unter: <https://www.iw2050.de/epaper/praxisbericht-gemeinsam-handeln-jetzt-2020-2021/epaper/ausgabe.pdf>, abgerufen am 19.12.21.
- InWis – Institut für Wohnungswesen, Immobilienwirtschaft, Stadt- und Regionalentwicklung (2018): „Arbeitspapier: Aktualisierung zur Wirkungsanalyse der Mietrechtsänderungen Teil 2: Mieterhöhung nach Modernisierung.“
- ISE – Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (2021): „Studie: Stromgestehungskosten erneuerbare Energien“. Online verfügbar unter <https://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/studien/studie-stromgestehungskosten-erneuerbare-energien.html>, abgerufen am 10.12.2021.
- IWU Institut Wohnen und Umwelt (2014): „Häuser sparsamer als verlangt - Investive Mehrkosten bei Neubau und Modernisierung – Mehrfamilienhäuser“. Online verfügbar unter: [https://www.iwu.de/fileadmin/user\\_upload/dateien/flyer/flyer\\_mehrkosten\\_geg\\_enev\\_mfh\\_end.pdf](https://www.iwu.de/fileadmin/user_upload/dateien/flyer/flyer_mehrkosten_geg_enev_mfh_end.pdf), abgerufen am 22.02.2022.
- KfW – Kreditanstalt für Wiederaufbau (2021): „Maßstab für Energieeffizienz“. Online verfügbar unter: [https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestandsimmobilien/Finanzierungsangebote/Energieeffizient-Sanieren-Kredit-\(151-152\)/#](https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestandsimmobilien/Finanzierungsangebote/Energieeffizient-Sanieren-Kredit-(151-152)/#), abgerufen am 29.11.2021.
- KIT & siz – Karlsruher Institut für Technologie & Steinbeis-Innovationszentrum energieplus (2021): „Verantwortung Übernehmen – Der Gebäudebereich auf dem Weg zur Klimaneutralität. Gutachten im Auftrag des ZIA“. Online verfügbar unter: <https://zia-deutschland.de/project/verantwortung-uebernehmen-der-gebäudebereich-auf-dem-weg-zur-klimaneutralitaet-gutachten/>, abgerufen am 24.12.21.
- Kopernikus-Projekt Ariadne (2021): „Ariadne-Report - Deutschland auf dem Weg zur Klimaneutralität 2045. Szenarien und Pfade im Modellvergleich“. Online verfügbar unter: [https://ariadneprojekt.de/media/2021/10/Ariadne\\_Szenarienreport\\_Oktober2021\\_lowres.pdf](https://ariadneprojekt.de/media/2021/10/Ariadne_Szenarienreport_Oktober2021_lowres.pdf), abgerufen am 14.12.21.
- Kühling, Sieglösch & Sebastian (2021): „Koalition setzt bei Bauen und Wohnen auf die falschen Instrumente – Experten der Universitäten Regensburg und Mannheim drängen auf Reform der Mietregulierung, um bezahlbares Wohnen für alle zu ermöglichen. Online verfügbar unter: [https://www.uni-regensburg.de/newsroom/startseite/index.html?tx\\_news\\_pi1%5Baction%5D=detail&tx\\_news\\_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx\\_news\\_pi1%5Bhide-Date%5D=0&tx\\_news\\_pi1%5Bnews%5D=16259&tx\\_news\\_pi1%5Bsimple-List%5D=1&Hash=8c35e65966234f1a65a731a12339a4a5](https://www.uni-regensburg.de/newsroom/startseite/index.html?tx_news_pi1%5Baction%5D=detail&tx_news_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx_news_pi1%5Bhide-Date%5D=0&tx_news_pi1%5Bnews%5D=16259&tx_news_pi1%5Bsimple-List%5D=1&Hash=8c35e65966234f1a65a731a12339a4a5), abgerufen am 21.12.21.
- Obergassel, W., Arens, C., Beuermann, C., Brandemann, V., Hermwille, L., Kreibich, N., Ott, H. E., Spitzer, M. (2021): „Eine erste Bewertung der COP26“. Online verfügbar unter: [https://wupperinst.org/fa/redaktion/downloads/publications/COP26\\_First\\_Assessment\\_de.pdf](https://wupperinst.org/fa/redaktion/downloads/publications/COP26_First_Assessment_de.pdf), abgerufen am 26.11.2021.
- Öko-Institut & Fraunhofer ISI (2015): „Klimaschutzszenario 2050“. Online verfügbar unter: <https://www.oeko.de/oekodoc/2451/2015-608-de.pdf>, abgerufen am 29.11.21.

- Prognos et al. (2020): „Energiewirtschaftliche Projektionen und Folgeabschätzungen 2030/2050“, Online verfügbar unter: [https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Wirtschaft/klimagutachten.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=8](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Wirtschaft/klimagutachten.pdf?__blob=publicationFile&v=8), abgerufen am 20.02.2022.
- Prognos, Öko-Institut & Wuppertal Institut (2021): „Klimaneutrales Deutschland: In drei Schritten zu null Treibhausgasen bis 2050 über ein Zwischenziel von -65% im Jahr 2030 als Teil des EU-Green-Deals“. Online verfügbar unter: <https://www.agora-energiewende.de/veroeffentlichungen/klimaneutrales-deutschland-2045/>, abgerufen am 13.12.21.
- SPD, BÜNDNIS 90 / DIE GRÜNEN & FDP (2021): Koalitionsvertrag „Mehr Fortschritt wagen – Bündnis für Freiheit, Gerechtigkeit und Nachhaltigkeit“. Online verfügbar unter: [https://www.spd.de/fileadmin/Dokumente/Koalitionsvertrag/Koalitionsvertrag\\_2021-2025.pdf](https://www.spd.de/fileadmin/Dokumente/Koalitionsvertrag/Koalitionsvertrag_2021-2025.pdf), abgerufen am 01.12.2021.
- SRU – Sachverständigenrat für Umweltfragen (2021): „Wasserstoff im Klimaschutz: Klasse statt Masse“. Online verfügbar unter: [https://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/04\\_Stellungnahmen/2020\\_2024/2021\\_06\\_stellungnahme\\_wasserstoff\\_im\\_klimaschutz.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=4](https://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/04_Stellungnahmen/2020_2024/2021_06_stellungnahme_wasserstoff_im_klimaschutz.pdf?__blob=publicationFile&v=4), abgerufen am 15.12.21.
- Stiftung Klimaneutralität, Agora Energiewende & Agora Verkehrswende (2021): „Politikinstrumente für ein klimaneutrales Deutschland. 50 Empfehlungen für die 20. Legislaturperiode (2021–2025)“. Online verfügbar unter: [https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2021/2021\\_06\\_DE\\_100Tage\\_LP20/A-EW\\_219\\_Politikinstrumente\\_klimaneutrales\\_Deutschland\\_WEB.pdf](https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2021/2021_06_DE_100Tage_LP20/A-EW_219_Politikinstrumente_klimaneutrales_Deutschland_WEB.pdf), abgerufen am 14.12.21.
- The World Bank (2021): “State and Trends of Carbon Pricing 2021 (May)”. Online verfügbar unter <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/35620>, abgerufen am 22.09.2021.
- UBA – Umweltbundesamt (2014): „Treibhausgasneutrales Deutschland im Jahr 2050“. Online verfügbar unter: [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/07\\_2014\\_climate\\_change\\_dt.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/07_2014_climate_change_dt.pdf), abgerufen am 29.11.21.
- UBA – Umweltbundesamt (2019a): „Wege in eine ressourcenschonende Treibhausgasneutralität – RESCUE“. Online verfügbar unter: [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/rescue\\_studie\\_cc\\_36-2019\\_wege\\_in\\_eine\\_ressourcenschonende\\_treibhausgasneutralitaet\\_auf-lage2\\_juni-2021.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/rescue_studie_cc_36-2019_wege_in_eine_ressourcenschonende_treibhausgasneutralitaet_auf-lage2_juni-2021.pdf), abgerufen am 29.11.21.
- UBA – Umweltbundesamt (2019b): „Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger Bestimmung der vermiedenen Emissionen im Jahr 2018“. Online verfügbar unter: [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-11-07\\_cc-37-2019\\_emissionsbilanz-erneuerbarer-energien\\_2018.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-11-07_cc-37-2019_emissionsbilanz-erneuerbarer-energien_2018.pdf), abgerufen am 29.11.21.
- UBA – Umweltbundesamt (2019c): „Energieaufwand für Gebäudekonzepte im gesamten Lebenszyklus“. Online verfügbar unter: [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-10-29\\_texte\\_132-2019\\_energieaufwand-gebäudekonzepte.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-10-29_texte_132-2019_energieaufwand-gebäudekonzepte.pdf), abgerufen am 21.12.21.
- UBA – Umweltbundesamt (2021a): „Treibhausgas-Emissionen in Deutschland“. Online verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/treibhausgas-emissionen-in-deutschland#treibhausgas-emissionen-nach-kategorie>, abgerufen am 09.02.2022.
- UBA – Umweltbundesamt (2021b): „Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid Emissionen des deutschen Strommix in den Jahren 1990 – 2020“. Online verfügbar unter: [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-05-26\\_cc-45-2021\\_strommix\\_2021.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-05-26_cc-45-2021_strommix_2021.pdf), abgerufen am 08.12.21.
- UBA – Umweltbundesamt (2021c): „Systemische Herausforderung der Wärmewende“. Online verfügbar unter: [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-04-26\\_cc\\_18-2021\\_waermewende.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-04-26_cc_18-2021_waermewende.pdf), abgerufen am 16.12.21.
- UN-EP (2008): “Kick the Habit. A UN Guide to Climate Neutrality.” Publikation des United Nations Environmental Program. Online verfügbar unter: <https://www.unep.org/resources/report/kick-habit-un-guide-climate-neutrality>, abgerufen am 28.11.2021.
- UNFCCC (1992): „Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen“. Online abrufbar unter: <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/convger.pdf> abgerufen am 26.11.2021.
- UNFCCC (1997): „Das Protokoll von Kyoto zum Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen“. Online abrufbar unter: <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpger.pdf>, abgerufen am: 26.11.2021.

## Studie „Klimaneutralität vermieteter Mehrfamilienhäuser – aber wie?“

März 2022

UNFCCC (2015): „Paris Agreement“. Online abrufbar unter: [https://unfccc.int/sites/default/files/english\\_paris\\_agreement.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf), abgerufen am 15.02.2020.

UNFCCC (2021): “Draft CMA decision proposed by the President“. Online verfügbar unter: [https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Overarching\\_decision\\_1-CMA-3\\_1.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Overarching_decision_1-CMA-3_1.pdf), abgerufen am 26.11.2021.

VDMP – Verband für Dämmsysteme, Putze, Mörtel e.V. (2021): „Muss ein Gebäude gedämmt werden, um „klimaneutral“ zu sein?“. Online verfügbar unter: [https://www.vdpm.info/wp-content/uploads/2021/07/Downloads-VDPM-Factsheet-Niedertemperatur-Readiness\\_Juli-2021.pdf](https://www.vdpm.info/wp-content/uploads/2021/07/Downloads-VDPM-Factsheet-Niedertemperatur-Readiness_Juli-2021.pdf), abgerufen am 11.12.21.

WGBC – World Green Building Council (2021): “Global status report for buildings and construction“. Online verfügbar unter: <https://globalabc.org/resources/publications/2021-global-status-report-buildings-and-construction>, abgerufen am 21.12.21.