



AUF DIE ZUKUNFT BAUEN: SO RECHNEN SICH SANIERUNGEN

Wirtschaftlichkeitsrechnungen von
Sanierungen bei Bestandsgebäuden

IMPRESSUM

Herausgeber	WWF Deutschland (Stiftung bürgerlichen Rechts, vertreten durch die Vorständin Meike Rothschädl), Reinhardtstraße 18, D-10117 Berlin
Stand	Juni 2024
Autor:innen	Dominik Rau, Frederik Lettow, Nils Thamling (Prognos AG)
Koordination	Sebastian Breer (WWF Deutschland)
Mitwirkende	Johannes Gäde, Lea Vranicar, Viviane Raddatz (alle WWF Deutschland)
Kontakt	sebastian.breer@wwf.de
Gestaltung	epoqstudio.com

Bildnachweise

Cover: GettyImages/ah_fotobox; S. 2: GettyImages/Fotomax; S. 6: GettyImages/Nkarol; S. 8: Daniel Seiffert; S. 9: GettyImages/magann; S. 11: Unsplash/James Sullivan; S. 13: GettyImages/ronstik; S. 16: Pexels/Pixabay; S. 17: Unsplash/John Salvino; S. 18: Sebastian Breer/WWF; S. 20: Bernd Gabriel/Vaillant; S. 24: GettyImages/Yarphoto; S. 26: GettyImages/Khanisorn Chaokla; S. 30: GettyImages/terex; S. 32: GettyImages/vlada maestro; S. 35: GettyImages/cyano66; S. 36: Pexels/Tatiana Syrikova; S. 37: Pexels/Ketut Subiyanto; S. 42: GettyImages/Tinnkorn Jorruang; S. 43: GettyImages/Gerd Harder; S. 45: Bernd Gabriel/Vaillant; S. 47: Pexels/Cottonbro; S. 49: GettyImages/Any Berkut; S. 52: Pexels/Kseniachernaya; S. 55: Pexels/Kseniachernaya; S. 63: Pexels/Pixabay; S. 64: Pexels/Anna Nekrashevich; S. 66: GettyImages/Boy Wirat; S. 69: Pexels/Reneterp; S. 75: Unsplash/Jonas Denil

The logo for Prognos, featuring the word "prognos" in a bold, red, lowercase sans-serif font. A grey diagonal bar is positioned behind the letters "n" and "o".

Eine Wirtschaftlichkeitsrechnung der
Prognos AG im Auftrag des WWF Deutschland



INHALTSVERZEICHNIS

TABELLENVERZEICHNIS	4	4. ZUSÄTZLICHE EFFEKTE DER ENERGIEWENDE IM EINZELGEBÄUDE	38
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	5	4.1 Photovoltaik	39
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	7	4.2 Einfluss auf den Gebäudewert	41
VORWORT	8	5. FAZIT UND SCHLUSSFOLGERUNGEN	43
1. ZUSAMMENFASSUNG	10	6. METHODIK UND DATENGRUNDLAGE	49
2. EINFÜHRUNG	13	6.1 Gebäude	50
3. AUSWIRKUNGEN VON SANIERUNGS- MASSNAHMEN AUF WIRTSCHAFTLICHKEIT UND KLIMASCHUTZ	18	6.1.1 Beispielgebäude	50
3.1 Betrachtete Sanierungsstufen und Wärmeerzeuger	19	6.1.2 Wahl der Sanierungsstufen	51
3.2 Gesamtkosten bis zum Jahr 2045	21	6.1.3 Baukosten	52
3.3 Fokus: Selbstnutzende Eigentümer:innen im EFH	24	6.1.4 Energieeinsparungen der Sanierung	55
3.4 Fokus: Vermietetes Mehrfamilienhaus	27	6.1.5 Anpassung der Energiebedarfswerte	56
3.4.1 Mieter:innen-Sicht	27	6.2 Wärmeerzeuger	57
3.4.2 Vermieter:innen-Sicht	29	6.2.1 Wahl der Wärmeerzeuger	57
3.5 Einsparung von CO ₂ -Emissionen durch Sanierung	31	6.2.2 Dimensionierung	58
3.6 Zwischenfazit	35	6.2.3 Kosten und technische Annahmen der Wärmeerzeuger	58
3.6.1 Gesamtkosten	35	6.2.4 Energiepreise	60
3.6.2 Selbstnutzende Eigentümer:innen (EFH)	36	6.3 Rechenmethoden	62
3.6.3 Mieter:innen (MFH)	36	6.3.1 Annuität	62
3.6.4 Vermieter:innen (MFH)	37	6.3.2 Amortisation	64
3.6.5 Emissionen	37	6.3.3 Aufteilung der Kosten auf Vermieter:innen und Mieter:innen	65
		6.4 Annahmen PV, Speicher, Wallbox	68
		ANHANG	70
		QUELLENVERZEICHNIS	74

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1:	Untersuchte Sanierungsstufen	19
<hr/>		
Tabelle 2:	Betrachtete Wärmeerzeuger	20
<hr/>		
Tabelle 3:	Emissionsfaktoren je Energieträger bis 2045	31
<hr/>		
Tabelle 4:	Energiebedingte Mehrkosten verschiedener Effizienzklassen	54
<hr/>		
Tabelle 5:	Heizwärmebedarf je Gebäudetyp und Sanierungszustand (Raumwärme und Warmwasser)	55
<hr/>		
Tabelle 6:	Anlagenleistung der Wärmeerzeuger nach Fall (in kW)	58
<hr/>		
Tabelle 7:	Techno-ökonomische Parameter der Wärmeerzeuger im unsanierten Fall	59
<hr/>		
Tabelle 8:	Annahmen über die Entwicklung der Preise für Energieträger	61

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1:	Wohngebäude und Wohnungen in Deutschland im Jahr 2022	14
Abbildung 2:	Häufigkeitsverteilung der Effizienzklassen nach Endenergiebedarf des Wohngebäudebestandes	15
Abbildung 3:	Gesamtkosten verschiedener Optionen im EFH im Zeitraum 2024 bis 2045	22
Abbildung 4:	Gesamtkosten verschiedener Optionen im MFH im Zeitraum 2024 bis 2045	23
Abbildung 5:	Amortisierungsverlauf im EFH	25
Abbildung 6:	Kosten für Mieter:innen im MFH	27
Abbildung 7:	Kosten und Erträge für Vermieter:innen im MFH	29
Abbildung 8:	CO ₂ -Emissionen im EFH bei verschiedenen Sanierungen	33
Abbildung 9:	CO ₂ -Emissionen im MFH bei verschiedenen Sanierungen	34
Abbildung 10:	Einfluss einer Photovoltaikanlage auf die Wirtschaftlichkeit	40
Abbildung 11:	Einfluss von Energieeffizienz auf den Gebäudewert	42
Abbildung 12:	Entwicklung der Baupreise in den Jahren 2015 bis 2024	53
Abbildung 13:	Aufteilung der CO ₂ -Kosten auf Vermieter:innen und Mieter:innen nach dem CO ₂ KostAufG	67

Abbildung 14: Jährliche Gesamtkosten der betrachteten Optionen im EFH	70
<hr/>	
Abbildung 15: Jährliche Gesamtkosten der betrachteten Optionen im MFH	71
<hr/>	
Abbildung 16: Jährliche Kosten je Quadratmeter aus Mieter:innen-Sicht im MFH	72
<hr/>	
Abbildung 17: Amortisierungsverlauf im MFH	73



ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

BBSR	Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung
BKI	Baukosteninformationszentrum Deutscher Architektenkammern
BEG	Bundesförderung für effiziente Gebäude
BEHG	Brennstoffemissionshandelsgesetz
CAPEX	Capital Expenditures, Investitionsausgaben
CO₂	Kohlenstoffdioxid
dena	Deutsche Energie-Agentur
DIN	Deutsches Institut für Normung
DNR	Deutscher Naturschutzring
EE	Erneuerbare Energien
EFH	Einfamilienhaus
EH	Effizienzhaus
EPBD	EU-Gebäuderichtlinie (engl.: Energy Performance of Buildings Directive)
ETS₂	EU-Emissionshandelssystem 2
GEG	Gebäudeenergiegesetz
iSFP	individueller Sanierungsfahrplan
IWU	Institut Wohnen und Umwelt
JAZ	Jahresarbeitszahl
KEA-BW	Klimaschutz und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH
KSG	Bundes-Klimaschutzgesetz
kW	Kilowatt
MEPS	Mindesteffizienzstandards für Gebäude
MFH	Mehrfamilienhaus
MwSt.	Mehrwertsteuer
PV	Photovoltaik

VORWORT



Viviane Raddatz
Fachbereichsleitung
Klimaschutz und
Energiepolitik,
WWF Deutschland

Der Gebäudesektor ist – Achtung Wortwitz – eine der größten Baustellen beim klimafreundlichen und sozialgerechten Wandel Deutschlands.

Deutschland muss bis Mitte des Jahrhunderts einen klimaneutralen Gebäudebestand erreichen, so steht es in den Plänen der Bundesregierung und der EU. Und so muss es auch sein, um die Klimakrise einzudämmen und ihre verheerenden Folgen, die auch bei uns in Deutschland immer spürbarer werden. Die von Hochwasser gebeutelten Regionen können davon ein Lied singen.

Doch von einem klimaneutralen Gebäudebestand sind wir weit entfernt.

Der Betrieb von Gebäuden in Deutschland verbraucht etwa 35 Prozent der Endenergie. Dabei entstehen 15 Prozent der Treibhausgasemissionen durch das Verbrennen von Öl und Gas zum Heizen und die Warmwassererzeugung, wie es nach dem Klimaschutzgesetz berechnet wird. Weitere Emissionen kommen durch den Stromverbrauch und die Herstellung von Baumaterialien hinzu.

Zweiter Wortwitz: Es gilt also, ein verflixt dickes Brett zu bohren. Und noch wird nicht der richtige Bohrer genutzt. Dafür sind die Standards für Neubauten zu gering. Und dafür stockt es vor allem schon viel zu lange etwa bei den nötigen Sanierungen im Bestand.

Und so blicken wir aktuell auf einen hohen Anteil sanierungsbedürftiger Gebäude und auf Menschen, die sich mit dem Anspruch, ihr Eigenheim fit für die Zukunft zu machen, insbesondere finanziell überfordert fühlen dürften. Dabei sprechen für die Sanierung auch wirtschaftliche und soziale Faktoren. Denn oftmals sind es ökonomisch schwächer aufgestellte Menschen, die in unsanierten Häusern mit hohen Energiekosten leben.

Doch die aktuelle Sanierungsquote liegt nur bei 0,7 Prozent. Sie müsste im Schnitt weit über zwei Prozent jährlich betragen, um einen klimaneutralen Bestand bis 2045 zu erreichen. Verbraucher:innen wurden zuletzt etwa beim Thema Heizungstausch mit viel politischem Streit konfrontiert, statt Orientierung zu bekommen.

Und mit der Heizung allein ist es eben nicht getan. Es braucht die energetische Sanierung als Gerüst für die Gebäudewende (letzter Wortwitz, versprochen). Dabei aber muss gelten: Klimagerechte Sanierung und der Umbau hin zu einem zukunftsfiten Gebäudebestand dürfen bei niemandem Bauchschmerzen auslösen.

Mit dieser Studie widmen wir uns der Frage, welche Kosten eine Sanierung an einem durchschnittlichen Beispielgebäude, Ein- wie Mehrfamilienhaus, verursacht – und wie diese der Nicht-Sanierung gegenüberstehen.

Denn auch nichts zu tun, verursacht Kosten, und zwar massive. Für das Klima genauso wie für die Menschen, denen die Häuser gehören und die diese instand halten müssen. Kurzer Vorgriff auf das Fazit: Die Sanierung lohnt sich. Ökonomisch wie ökologisch. Wie genau, das können Sie nun auf den nächsten Seiten lesen.



1. ZUSAMMENFASSUNG

Die energetische Gebäudesanierung ist ein essenzieller Baustein auf dem Weg zu einem klimaneutralen Gebäudebestand. Sie bietet nicht nur ökologische, sondern auch gesamtwirtschaftliche Vorteile. Sie senkt den Bedarf an Strom aus erneuerbaren Energien und macht das Energiesystem dadurch kostengünstiger. Gleichzeitig sind Investitionen in die Gebäudesanierung mit einer hohen lokalen Wertschöpfung verbunden und schaffen zahlreiche Arbeitsplätze. Zu guter Letzt macht die energetische Gebäudesanierung Haushalte unabhängiger von steigenden Energiepreisen und hilft damit insbesondere einkommensschwachen Haushalten.

Viele Gebäudeeigentümer:innen sind verunsichert, weil klare Zielbilder durch die aufgeheizte gesellschaftliche Debatte verloren gegangen sind.

Trotz all dieser positiven Eigenschaften lag die Sanierungsrate im Jahr 2023 mit 0,7 Prozent auf einem historisch niedrigen Niveau und die Bauwirtschaft beklagt leere Auftragsbücher. Die Gründe hierfür sind vielfältig. Die Kontroversen und oft irrational geführten Diskussionen rund um das Gebäudeenergiegesetz im Jahr 2023 haben viel Vertrauen gekostet. Viele Gebäudeeigentümer:innen sind verunsichert, weil klare Zielbilder durch die aufgeheizte gesellschaftliche Debatte verloren gegangen sind. Dabei hat sich für bestehende Gebäude aus rein wissenschaftlicher Perspektive nichts verändert: Eine energetisch sanierte Gebäudehülle kombiniert mit einer umwelt- und klimafreundlichen Wärmeversorgung mittels Wärmenetz oder Wärmepumpe ist das favorisierte Modell für ein zukunftsfähiges klimaneutrales Gebäude.

Die vorliegende Studie zeigt beispielhafte Berechnungen zur Wirtschaftlichkeit der energetischen Gebäudesanierung für ein Einfamilienhaus und ein Mehrfamilienhaus. Untersucht wurde die Umsetzung einer Teilsanierung (Dachdämmung und neue Fenster) sowie umfassender Sanierungen auf das Niveau der Effizienzhausstandards EH 70 und EH 55. Im Zuge der Sanierungen wurde auch der Wechsel des Wärmeerzeugers berücksichtigt.

Auch wenn die Vollsanierungen am Anfang den höchsten Investitionsbedarf haben, so sind sie auf lange Sicht kostengünstiger als die – ebenfalls mögliche – Sanierung in Einzelschritten entlang eines individuellen Sanierungsfahrplans (iSFP). Bei der Vollsanierung fallen in der Regel weniger Planungskosten und ohnehin anfallende Kosten, wie beispielsweise für das Baugerüst, an. Zudem gibt es nur einmal Staub und Stress. Das sanierte Gebäude kann danach über viele Jahre ohne größere Baumaßnahmen genutzt werden. Es lohnt sich also, einzelne Maßnahmen in einen großen Schritt zu bündeln.



Energetische Sanierung ist essenziell für klimaneutralen Gebäudebestand.

Sanierungen fördern lokale Wertschöpfung und schaffen Arbeitsplätze.

Energetische Gebäudesanierung schützt vor hohen Heizkosten.

Wärmepumpen in Kombination mit PV-Anlagen bieten hohe Einsparungen.

Die höchsten Kosten entstehen, wenn gar nicht saniert wird.

Für das Einfamilienhaus führt die Vollsanierung auf ein Effizienzhausniveau unabhängig von der gewählten Heizung zu den niedrigsten Gesamtkosten bis 2045. Im unsanierten Zustand liegen die Gesamtkosten bis 2045 bei gut 89.000 Euro. Durch die Sanierung auf die Effizienzhausstandards EH 70 und EH 55 sinken sie auf gut 65.000 Euro ab. Die teuerste Variante ist der Austausch des Gaskessels ohne weitere Sanierungsmaßnahmen. Sie führt zu Gesamtkosten von gut 94.000 Euro bis zum Jahr 2045. Insbesondere bei den Gaskesseln dominieren die Energiekosten stark und verursachen gut 75 Prozent der Gesamtkosten. Entsprechend groß ist das Risiko steigender Energiepreise. Die Umsetzung von Teilmaßnahmen bringt zwar ebenfalls Kostensenkungen mit sich, aber nicht im selben Maße wie die Vollsanierung. Die höchsten Kosten entstehen, wenn gar nicht saniert wird. Im direkten Vergleich mit einem bestehenden Gaskessel oder einem neuen, zum Gebäudeenergiegesetz kompatiblen Gaskessel schneidet die Wärmeversorgung über eine Wärmepumpe am besten ab. Weitere Kosteneinsparungen bietet die Kombination aus Wärmepumpe und Photovoltaikanlage im sanierten Einfamilienhaus – hierdurch reduzieren sich die Kosten um weitere fünf bis acht Prozent.

Bei den Analysen wurden die Förderungen der Bundesförderung für effiziente Gebäude genutzt. Selbst wenn diese Förderung hilft, die Gesamtkosten bis 2045 für umfassende energetische Sanierungen deutlich zu reduzieren, so gibt es dennoch Verbesserungspotenzial für die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG). Denn aufgrund der hohen Anfangsinvestitionen sind umfassende Sanierungen insbesondere für einkommensschwache Haushalte und ältere Menschen nur schwer zu stemmen. Hier könnte ein Bonus nach dem Vorbild des Einkommensbonus der BEG für Wärmepumpen helfen, weitere Sanierungen anzustoßen. Darüber hinaus gibt es noch weitere Modelle staatlicher Unterstützungsmaßnahmen, die finanzielle Hürden zur Vollsanierung verkleinern und so die energetische Gebäudesanierung stärker ankurbeln können.

1. ZUSAMMENFASSUNG

Die Situation bei vermieteten Mehrfamilienhäusern gestaltet sich etwas komplexer. Auch hier gehen die Gesamtkosten durch die Sanierung auf ein Effizienzhaus in der Regel zurück, jedoch nicht so deutlich wie beim Einfamilienhaus. Am teuersten ist auch im Mehrfamilienhaus die Variante „neuer Gaskessel ohne weitere Sanierungsmaßnahmen“ – bis zum Jahr 2045 entstehen Kosten in Höhe von knapp 248.000 Euro. Selbst mit einer Sanierung auf ein EH 70 oder EH 55 sinken die Gesamtkosten mit einem Gaskessel lediglich auf 221.000 bis 235.000 Euro ab. Mit gut 185.000 Euro entstehen die geringsten Kosten bei der Sanierung auf ein EH 55 mit Wärmepumpe. Auch Pelletkessel erzielen ähnlich niedrige Werte. Holzpellets sind als Energieträger jedoch langfristig nicht klimaneutral und daher, wie auch der Gaskessel, keine zukunftsfähige Investition.

Bei den Mehrfamilienhäusern kommt erschwerend hinzu, dass die Bilanz für Vermieter:innen und Mieter:innen sehr unterschiedlich ausfällt. Während bei den Vermieter:innen die durch die Modernisierungsmaßnahmen erhöhten Mieteinnahmen die Investitionen um bis zu 1,13 Euro pro Quadratmeter im Monat teils deutlich übertreffen, erhöht sich die Warmmiete für die Mieter:innen um bis zu 1,0 Euro pro Quadratmeter im Monat. Es gibt jedoch Lösungsansätze zur fairen Kostenteilung, die bislang aber nicht umgesetzt wurden. Beispielsweise kann über das sogenannte Drittelmodell die Warmmietenneutralität für Mieter:innen gewährleistet und gleichzeitig der Investitionsanreiz für Vermieter:innen gesteigert werden.

Immobilien mit sehr guten Effizienzklassen (A und A+) erzielen zuletzt teils 25 bis 30 Prozent höhere Verkaufserlöse als Gebäude mit den schlechtesten Effizienzklassen (G und F).

Ein weiterer – mittlerweile nicht mehr zu vernachlässigender – Aspekt der energetischen Gebäudesanierung ist der positive Effekt auf einen steigenden Gebäudewert. Investitionen in eine Vollsanierung spiegeln sich mittlerweile deutlich im Gebäudewert wider. Dies zeigen Analysen des Marktes für Wohnimmobilien in Deutschland: Immobilien mit sehr guten Effizienzklassen (A und A+) erzielen zuletzt teils 25 bis 30 Prozent höhere Verkaufserlöse als Gebäude mit den schlechtesten Effizienzklassen (G und F).

**Zusammenfassend lässt sich sagen:
Die energetische Gebäudesanierung lohnt sich in vielfacher Hinsicht und ist eine Investition in die Zukunft – sie bringt den Klimaschutz voran, steigert den Immobilienwert und macht die Bewohner:innen unabhängiger von Energiepreisen.**

Nichtstun ist auf lange Sicht die teuerste Handlungsoption.



2. EINFÜHRUNG

2. EINFÜHRUNG

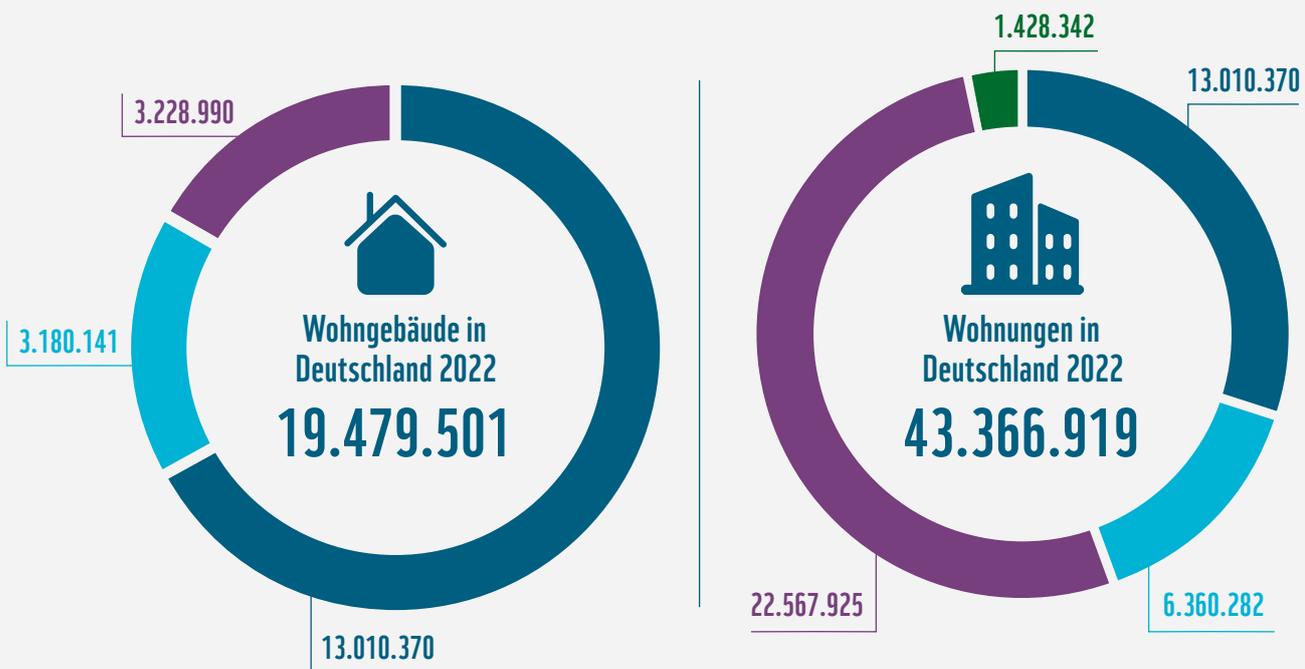
In Deutschland gab es im Jahr 2022 rund 19,5 Millionen Wohngebäude mit rund 43,4 Millionen Wohnungen. Mit 22,6 Millionen befindet sich etwas mehr als die Hälfte aller Wohnungen in den 3,3 Millionen Mehrfamilienhäusern. Im Schnitt beherbergt ein Mehrfamilienhaus damit knapp sieben Wohnungen. Weitere 6,4 Millionen Wohnungen entfallen auf 3,2 Millionen Zweifamilienhäuser. Bei den meisten Gebäuden handelt es sich um Einfamilienhäuser: Sie stellen mit rund 13 Millionen etwa zwei Drittel aller Wohngebäude in Deutschland (dena [2023]) (Abbildung 1).

Die energetische Sanierung der Wohngebäude ist zusammen mit der Umstellung der Wärmeversorgung auf erneuerbare Energien der Schlüssel zu einem klimaneutralen Gebäudebestand.

Die energetische Sanierung der Wohngebäude ist zusammen mit der Umstellung der Wärmeversorgung auf erneuerbare Energien der Schlüssel zu einem klimaneutralen Gebäudebestand. Die Gebäudesanierung ist dabei in mehrfacher Hinsicht von großer Bedeutung: Sie hilft dabei, Ressourcen zu schonen und die Anforderungen und die Investitionsbedarfe an das Energiesystem (Erzeugung von Strom und Fernwärme aus erneuerbaren Energien) gering zu halten. Darüber hinaus macht sie die Bewohner:innen unabhängiger von Energie und weniger anfällig für Energiepreisschwankungen. Nicht zuletzt die Energiepreiskrise in den Jahren 2022 und 2023 hat gezeigt, wie empfindlich viele Haushalte von hohen Kosten für die Heizung getroffen wurden.

Abbildung 1: Wohngebäude und Wohnungen in Deutschland im Jahr 2022

■ Einfamilienhäuser ■ Mehrfamilienhäuser
■ Zweifamilienhäuser ■ Nichtwohngebäude

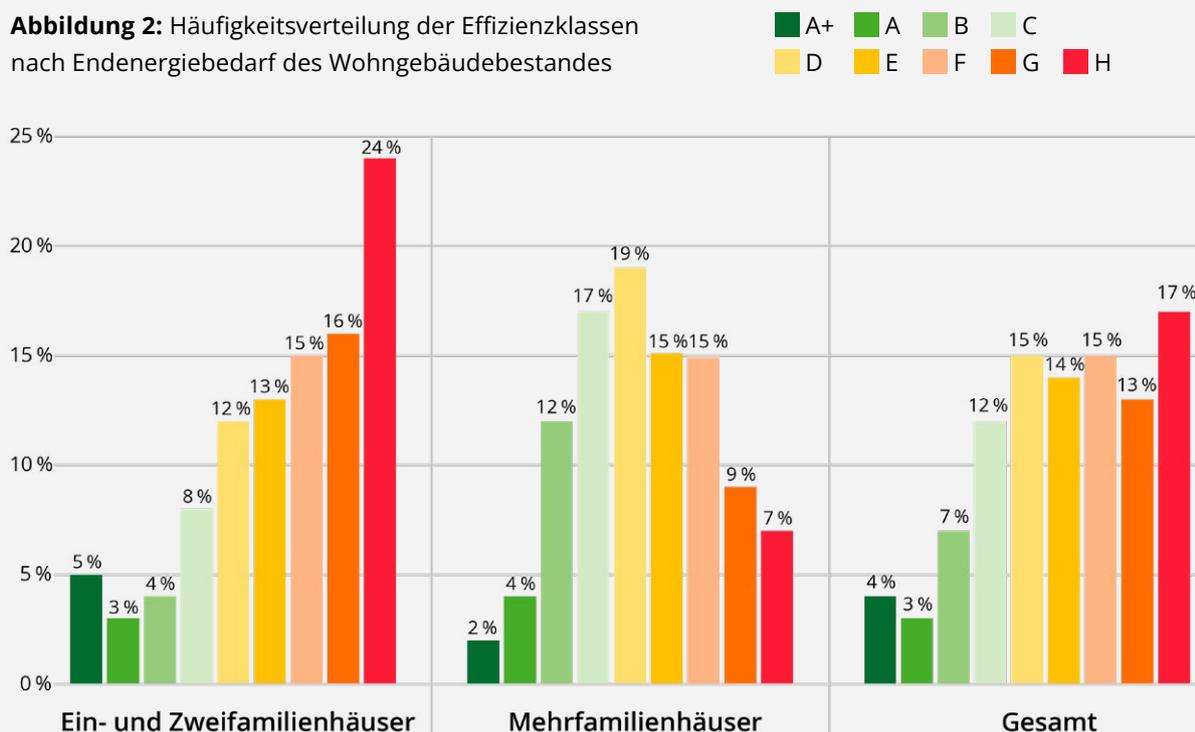


Quelle: Deutsche Energie Agentur (Hrsg.) (dena, 2023): DENA GEBÄUDEREPORT 2024. Zahlen, Daten, Fakten zum Klimaschutz im Gebäudebestand.

2. EINFÜHRUNG

Die in Abbildung 2 gezeigte Häufigkeitsverteilung der Effizienzklassen nach Endenergiebedarf zeigt eindrücklich, dass große Teile des Wohngebäudebestandes eine geringe Energieeffizienz aufweisen. Über 60 Prozent aller Ein- und Zweifamilienhäuser weisen eine Effizienzklasse F und schlechter auf und liegen damit bei Energiebezugskosten für die Heizung von mehr als einem Euro pro Quadratmeter Wohnfläche im Monat. Bei den Mehrfamilienhäusern liegt der Anteil der Effizienzklassen F, G und H bei gut 30 Prozent.

Abbildung 2: Häufigkeitsverteilung der Effizienzklassen nach Endenergiebedarf des Wohngebäudebestandes



Quelle: Prognos 2019: Vorbereitende Untersuchungen zur Erarbeitung einer Langfristigen Renovierungsstrategie nach Art 2a der EU-Gebäuderichtlinie RL 2018/844 (EPBD). Ergänzung zum Endbericht – 16.09.2019.

Der Gebäudesektor ist für den Klimaschutz von großer Bedeutung. Entsprechend der Berechnungsmethodik des Bundes-Klimaschutzgesetzes (KSG) umfasst er einen Ausstoß durch die Verbrennung fossiler Energieträger von 102 Millionen Tonnen CO₂ und damit knapp 15 Prozent der Gesamtemissionen Deutschlands im Jahr 2023. Der Verbrauch von Strom und Fernwärme verursacht weitere rund 120 Millionen Tonnen CO₂, die gemäß der KSG-Methodik der Energiewirtschaft zugewiesen werden. Alleine der Betrieb von Gebäuden ist damit für etwa 30 Prozent der jährlichen Treibhausgasemissionen Deutschlands verantwortlich.¹ Weitere etwa 45 Millionen Tonnen werden in der Bauwirtschaft durch Bau und

¹ UBA (2024): Trendtabellen Treibhausgase 1990-2022 (Arbeitsstand: EU-Submission). https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/361/dokumente/2024_01_15_em_entwicklung_in_d_trendtabelle_thg_v1.0.xlsx. Letzter Abruf am 21.06.2024.

2. EINFÜHRUNG

Instandhaltung von Gebäuden verursacht². Auf dem Weg zu Klimaneutralität kommt Gebäuden daher eine tragende Rolle zu. Das KSG, das erstmals 2019 verabschiedet und seither mehrfach angepasst wurde, stellt einen zentralen Pfeiler der nationalen Klimapolitik dar. Es zielt darauf ab, die Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2030 um mindestens 65 Prozent im Vergleich zu 1990 zu senken und Deutschland spätestens bis 2045 klimaneutral zu machen. Ein wesentlicher Bestandteil des Gesetzes ist es, dass sektorspezifische Emissionsbudgets festgelegt sind – so auch für den Gebäudesektor. In der Novellierung des Klimaschutzgesetzes 2024 wurden zwar nicht die Sektorziele als solche gestrichen, dennoch wurde die Ressortverantwortung von den entsprechenden Ministerien hin zur gesamten Bundesregierung verlegt, wodurch ein wichtiger Baustein des Gesetzes wegfällt.

Trotz Abschwächung der Verantwortlichkeit zur Emissionsreduktion des Sektors nach der letzten KSG-Reform bleibt die Notwendigkeit bestehen, die Emissionen im Gebäudebereich signifikant zu senken, um die nationalen Klimaziele zu erreichen. Die Erreichung dieser Ziele stellt jedoch eine erhebliche Herausforderung dar: Der Gebäudesektor hat seit Bestehen des KSG seine Klimaziele mehrfach verfehlt. Gründe dafür sind unter anderem die langen Investitionszyklen von Gebäuden, Kosten für energetische Sanierungen und fehlendes wirkungsvolles Handeln zur Steigerung der Energieeffizienz in den vergangenen zehn bis 15 Jahren.

Ein weiteres Hemmnis für die Erreichung der Klimaziele im Gebäudesektor sind die aktuell hohen Zinsen und die hohe Kostensteigerung bei Baumaterialien in den vergangenen Jahren.

Ein weiteres Hemmnis für die Erreichung der Klimaziele im Gebäudesektor sind die aktuell hohen Zinsen und die hohe Kostensteigerung bei Baumaterialien in den vergangenen Jahren. Diese Faktoren führen dazu, dass Investitionen in die energetische Sanierung von Gebäuden weniger attraktiv werden, da die Finanzierungskosten steigen und die Materialpreise die Gesamtkosten der Bauprojekte in die Höhe treiben.



² dena (2021): Treibhausgasemissionen im Hochbau. <https://www.gebaeudeforum.de/wissen/ressourcen-und-emissionen/treibhausgasemissionen-im-hochbau>.
Letzter Abruf am 21.06.2024.



Verstärkte Investitionen in die Gebäudesanierung tragen nicht nur zur Erreichung der Klimaziele bei, sondern wirken sich positiv auf die Beschäftigung aus und setzen auch deutlich positive gesamtwirtschaftliche Impulse.

Gleichzeitig ist der Bausektor derzeit nicht ausgelastet. Die Bautätigkeit insgesamt hat in den letzten Jahren nachgelassen, was zu großen Teilen auf die erwähnten finanziellen Herausforderungen zurückzuführen ist. Hier könnte eine großangelegte Sanierungsoffensive Abhilfe schaffen. Durch verstärkte Investitionen in die Gebäudesanierung könnten Kapazitäten im Baugewerbe wieder ausgelastet werden. Dies trägt nicht nur zur Erreichung der Klimaziele bei, sondern wirkt sich positiv auf die Beschäftigung aus und setzt aufgrund der großen lokalen Wertschöpfung des Baugewerbes mit seinen stark mittelständischen Strukturen auch deutlich positive gesamtwirtschaftliche Impulse.

Die Novellierung des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) 2023 hat in Deutschland eine intensive gesellschaftliche Debatte ausgelöst und zu erheblichen Unsicherheiten geführt. Insbesondere in den Bereichen Heizung und Gebäudesanierung sind aktuell viele Eigentümer:innen und Bauherr:innen verunsichert, welche Maßnahmen sie ergreifen müssen und wie sie diese finanzieren sollen. Diese Unsicherheiten haben zu einer abwartenden Haltung geführt, die notwendige Investitionen und Fortschritte im Gebäudebereich hemmt.

Um aus dieser Wartehaltung herauszukommen und die Debatte wieder auf eine sachliche Ebene zu bringen, ist Klarheit über die Kosten und Energieeinsparung einer Gebäudesanierung und in der Kommunikation essenziell.

Um aus dieser Wartehaltung herauszukommen und die Debatte wieder auf eine sachliche Ebene zu bringen, ist Klarheit über die Kosten und Energieeinsparung einer Gebäudesanierung und in der Kommunikation essenziell. Es bedarf transparenter und verständlicher Informationen, um Vertrauen zu schaffen und die notwendigen Schritte zur Erreichung der Klimaziele im Gebäudebereich zu verdeutlichen. Nur so kann die Bereitschaft zu Investitionen gesteigert und der Fortschritt beschleunigt werden.

Diese Studie will einen Beitrag dazu leisten. Sie zielt darauf ab, auf Basis aktueller Gesetze und Förderrichtlinien und mit aktuellen Energiepreisen sowie Investitionskosten abzuschätzen, wie lohnend energetische Sanierungen von Gebäuden sind und wie sich die Kosten und Erträge für verschiedene Zielgruppen darstellen. In den folgenden ►Kapiteln 3 und ►4 werden alle Ergebnisse für die energetische Sanierung mit verschiedenen Wärmeerzeugern dargestellt. In Bereichen, in denen aktuell noch finanzielle Lücken zu finden sind, müssen die Rahmenbedingungen geändert werden (siehe ►Kapitel 5). Die methodischen Details finden sich in ►Kapitel 6.



3. AUSWIRKUNGEN VON SANIERUNGSMASSNAHMEN AUF WIRTSCHAFTLICHKEIT UND KLIMASCHUTZ

3.1 BETRACHTETE SANIERUNGSTUFEN UND WÄRMEERZEUGER

Die vorliegende Untersuchung berechnet die Wirtschaftlichkeit von energetischen Sanierungsmaßnahmen in Einfamilienhäusern (EFH) und Mehrfamilienhäusern (MFH). Ausgangspunkt sind die nicht energetisch sanierten Gebäude mit einem bestehenden Gaskessel zur Wärmeversorgung. Für die Gebäudehülle wurden jeweils drei unterschiedlich ambitionierte Sanierungszustände betrachtet. Diese wurden jeweils mit dem bestehenden Gaskessel sowie drei neuen, GEG-kompatiblen Wärmeerzeugern kombiniert. Je Gebäudetyp wurden damit vier verschiedene Sanierungszustände mit je vier verschiedenen Wärmeerzeugern untersucht, insgesamt also 16 Fälle für das EFH und weitere 16 Fälle für das MFH.

Außer bei den Optionen mit Bestandskessel wurde davon ausgegangen, dass der Wärmeerzeuger nach oder gleichzeitig mit der Sanierung eingebaut wird. Aufgrund des reduzierten Wärmebedarfs kann daher ein kleiner dimensionierter Wärmeerzeuger eingesetzt und können somit Investitionskosten gegenüber dem nicht energetisch sanierten Zustand eingespart werden. Da der Bestandskessel nicht verändert wird, ist seine Heizleistung für den unsanierten Zustand dimensioniert und bei allen Optionen unverändert.

Bei dem Einfamilienhaus handelt es sich um ein typisches zwischen 1958 und 1968 errichtetes Gebäude, das im Ausgangszustand die Energieeffizienzklasse F aufweist. Das Beispielgebäude für das Mehrfamilienhaus wurde zwischen 1968 und 1978 errichtet, entspricht im Ausgangszustand der Energieeffizienzklasse E und ist für acht Wohneinheiten ausgelegt. In der folgenden Tabelle werden die vier Sanierungszustände näher erläutert, weitere Informationen zu den Typgebäuden finden sich im ►Anhang.

Tabelle 1: Untersuchte Sanierungsstufen



Sanierungsstufe	Details
Unsanirt	Der Originalzustand des Gebäudes. Einzelne Fenster oder andere Bauteile können in sehr geringem Umfang bereits ausgetauscht worden sein. Im Wesentlichen gab es jedoch noch keine energetische Sanierung.
Einzelmaßnahmen	Keine umfassende Sanierung auf einen effizienten Standard. Jedoch erhebliche Steigerung der Effizienz einzelner Bauteile. Angenommen wurde der Tausch aller Fenster sowie die Dämmung der obersten Geschossdecke.
Effizienzhaus 70 (EH 70)	Umfassende Sanierung auf den Effizienzhausstandard 70, der maximal 70 Prozent des Primärenergiebedarfs des Referenzgebäudes aufweisen darf. Hierfür ist in der Regel eine Dämmung der Außenwand und des Daches sowie auch der Tausch der Fenster nötig.
Effizienzhaus 55 (EH 55)	Vollumfängliche energetische Sanierung des Gebäudes auf den Effizienzhausstandard 55, der maximal 55 Prozent des Primärenergiebedarfs des Referenzgebäudes aufweisen darf. Hierfür ist in der Regel zusätzlich zu den Maßnahmen des EH 70 auch eine Lüftung mit Wärmerückgewinnung sowie eine ambitioniertere Dämmung der Fassade nötig.

Quelle: Eigene Annahmen.

3. AUSWIRKUNGEN VON SANIERUNGSMASSNAHMEN AUF WIRTSCHAFTLICHKEIT UND KLIMASCHUTZ

Die Sanierungsstufe „Einzelmaßnahmen“ entspricht in etwa der Energieeffizienzklasse D im EFH bzw. C im MFH. Der Fall des EH 70 liegt an der Grenze zwischen der Klasse A und B. Ein EH-55-Gebäude entspricht der Effizienzklasse A im EFH und fast A+ im MFH (vgl. Abbildung 2). Darüber hinaus werden in Tabelle 2 die vier betrachteten Optionen der Wärmeversorgung erläutert.

Weitere Details zu den technischen Parametern, Kosten und den jeweils nötigen und betrachteten Umfeldmaßnahmen werden in ► Kapitel 6 im Detail beschrieben.

Tabelle 2: Betrachtete Wärmeerzeuger

Wärmeerzeuger	Details
Gaskessel Bestand	Erdgasbetriebener Brennwertkessel, der vor dem 31.12.2023 eingebaut wurde und somit nicht unter das geltende GEG fällt. Ab 2045 darf dieser Kessel nicht mehr mit Erdgas betrieben werden. Bis dahin gibt es nach geltendem Recht keine weiteren Einschränkungen. Die Leistung orientiert sich am unsanierten Zustand und kann im Zuge von Sanierungen auch bei überdimensionierten Anlagen nicht mehr verändert werden.
Gaskessel neu (GEG-kompatibel)	Aktuell zu 100 Prozent mit Erdgas betriebener Brennwertkessel, der nach dem 01.01.2024 eingebaut wurde. Ab 2029 muss nach geltendem GEG ein über mehrere Stufen ansteigender Anteil an nicht-fossilem Brennstoff verwendet werden. Aufgrund des absehbar kaum verfügbaren Wasserstoffs wird in der Studie der Zusatzbrennstoff Biomethan angenommen. Die Nennleistung orientiert sich am Sanierungszustand des Gebäudes.
Pelletkessel	Ein mit Biomasse in Form von Holzpellets betriebener Kessel. Die Leistung orientiert sich am Sanierungszustand des Gebäudes.
Wärmepumpe	Strombetriebene Luft-Wasser-Wärmepumpe. Die Leistung orientiert sich am Sanierungszustand des Gebäudes.

Quelle: Eigene Annahmen.



3.2 GESAMTKOSTEN BIS ZUM JAHR 2045

In diesem Abschnitt werden jeweils für EFH und MFH die Gesamtkosten bis 2045 für alle Fälle dargestellt. Diese beinhalten jährliche annuisierte³ Investitionskosten für Maßnahmen an der Gebäudehülle, den Wärmeerzeugern und weitere Maßnahmen sowie alle Kosten des laufenden Betriebs, wie Brennstoff-, Wartungskosten oder den anfallenden CO₂-Preis. Alle Werte wurden über die Jahre 2024 bis 2045 aufsummiert und die Summen anschließend verglichen.

In Abbildung 3 wird vorerst das EFH betrachtet. Unabhängig von der Wärmeerzeugung ist mit zunehmender Sanierungsstufe ersichtlich, dass die über die Jahre aufsummierten Kosten für Energiebezug (inkl. CO₂-Preis) deutlich zurückgehen (grün). Dem gegenüber wachsen die Investitionskosten für die Sanierungsmaßnahmen für die Gebäudehülle (CAPEX⁴, hellblau) mit steigendem Ambitionsgrad an. Die Investitionskosten für die Wärmeerzeuger hingegen sinken mit steigendem Ambitionsgrad der Sanierungsmaßnahmen ab. Am deutlichsten wird dies bei den Investitionskosten für eine neue Wärmepumpe. Bei umfassender Sanierung auf EH-55-Standard liegen sie bei etwa einem Drittel der Kosten des unsanierten Gebäudes.

Die Gesamtkosten sind in allen Fällen im unsanierten Zustand am höchsten: Nichthandeln ist damit die teuerste Option im Einfamilienhaus.

Die Gesamtkosten sind in allen Fällen im unsanierten Zustand am höchsten: Nichthandeln ist damit die teuerste Option im Einfamilienhaus. Dies gilt für alle untersuchten Wärmeerzeuger.

Aus rein ökonomischen Gründen spricht damit vieles dafür, bei einem Austausch des Wärmeerzeugers die energetische Sanierung der Gebäudehülle grundsätzlich als Handlungsoption mitzudenken. Ein individueller Sanierungsfahrplan bietet hier in der Regel eine gute Orientierung – auch wenn der Tausch des Wärmeerzeugers oder die energetische Sanierung der Gebäudehülle nicht unmittelbar anstehen. Soll der Wärmeerzeuger planmäßig ersetzt werden, so lohnt ein Blick auf die energetische Sanierung der Gebäudehülle. Muss ein Wärmeerzeuger aufgrund eines Defektes ad hoc ausgetauscht werden, so bleibt meist keine Zeit für Planung und Umsetzung umfassender Sanierungsmaßnahmen.

3 Bei einer annuisierten Betrachtung werden die Investitionskosten über einen bestimmten Zeitraum gleichmäßig verteilt, wobei auch daraus resultierende Zinskosten berücksichtigt wurden. Dies ähnelt dem Fall, dass die Investition mit einem Kredit abbezahlt wird. Als Zeitraum wurde die Lebensdauer der Anlagen bzw. Sanierungsmaßnahme gewählt. Es wurden hier ausdrücklich nicht die einmaligen Gesamtkosten der Investitionen gewählt, da deren Lebensdauer teils deutlich über den Betrachtungszeitraum 2045 hinausgeht. Daher die jährliche Betrachtungsweise mit Annuitäten, die jeweils über den Zeitraum bis 2045 aufsummiert wurden. Details zur Berechnung der Annuität siehe Abschnitt 6.3.

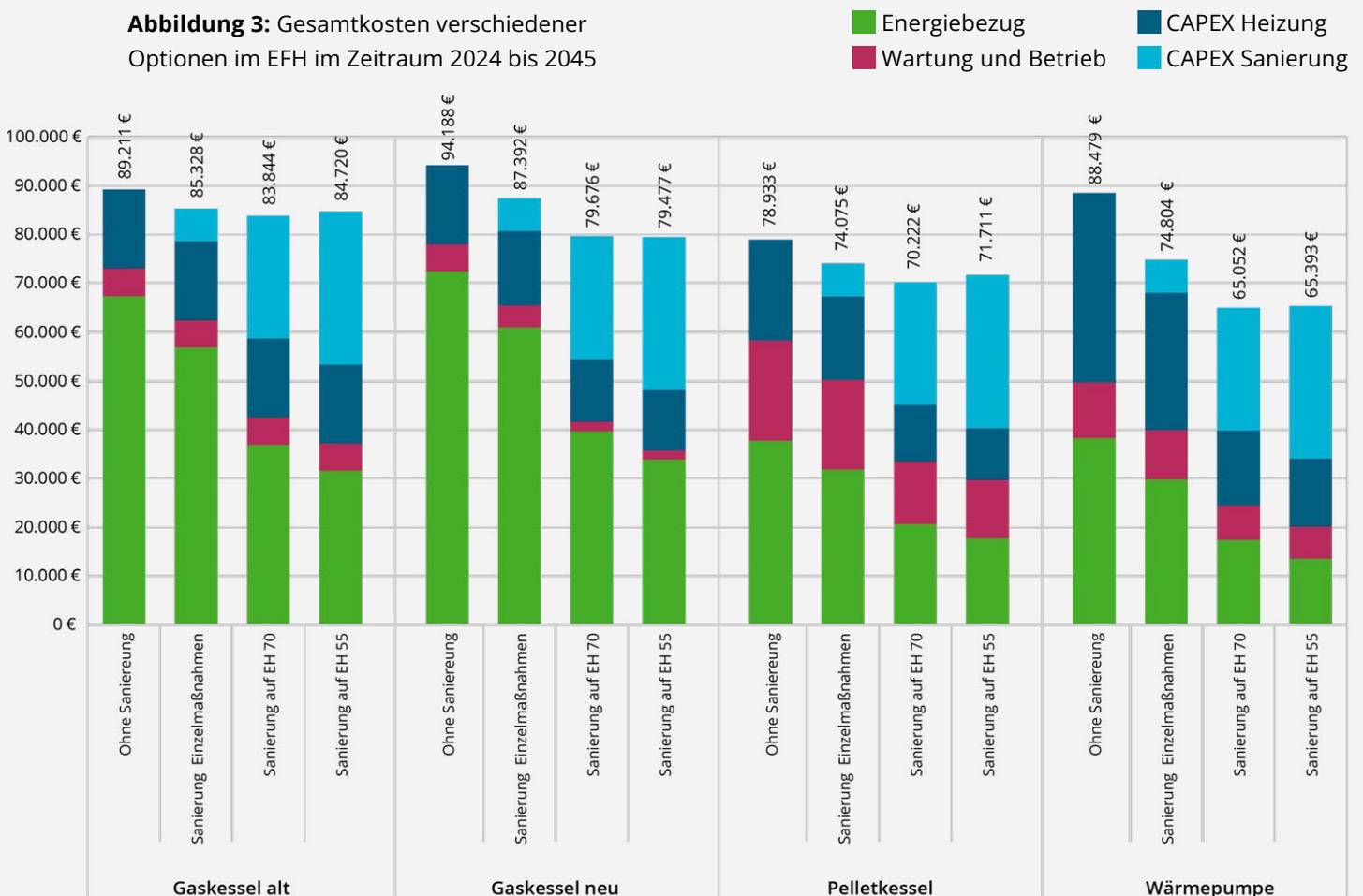
4 CAPEX steht für *Capital Expenditures* und entspricht den annuisierten Investitionskosten, die für Abbildung 3 für den Zeitraum 2024 bis 2045 aufsummiert wurden.

3. AUSWIRKUNGEN VON SANIERUNGSMASSNAHMEN AUF WIRTSCHAFTLICHKEIT UND KLIMASCHUTZ

Nur im Falle der Wärmepumpe und des neuen Gaskessels sind energetische Sanierungen auch im MFH wirtschaftlich.

Weiterhin wurden die Optionen auch für das MFH berechnet. Die Ergebnisse werden in Abbildung 4 dargestellt. Wie auch bei den Ergebnissen zu den EFH ist bei der Summenbetrachtung bis 2045 ein Rückgang der Energiekosten sowie der Investitionskosten für die Wärmeerzeugung zu erkennen und gleichzeitig ein Anstieg der Investitionskosten für Sanierungsmaßnahmen am Gebäude. Bei den Berechnungen für das MFH zeigt sich, dass trotz der positiven Wirkung für das Klima die Einsparungen der Energiekosten (inkl. CO₂-Preis) durch energetische Sanierung nicht in jedem Fall ausreichen, um deren Mehrkosten infolge der Investition in die Sanierung zu kompensieren. Beim Bestandsgaskessel verbleiben die Gesamtkosten bei Sanierung auf einem ähnlichen Niveau, beim Pelletkessel steigen die Gesamtkosten sogar infolge der Sanierung. Nur im Falle der Wärmepumpe und des neuen Gaskessels sind energetische Sanierungen auch im MFH wirtschaftlich. Dies liegt bei der Wärmepumpe an den überdurchschnittlich hohen Investitionskosten, die durch die Sanierung verringert werden, und beim neuen Gaskessel daran, dass die höheren Energiebezugskosten infolge der Biomethanbeimischung durch die Sanierung deutlich reduziert werden können.

Abbildung 3: Gesamtkosten verschiedener Optionen im EFH im Zeitraum 2024 bis 2045



Quelle: Eigene Berechnung.

3. AUSWIRKUNGEN VON SANIERUNGSMASSNAHMEN AUF WIRTSCHAFTLICHKEIT UND KLIMASCHUTZ

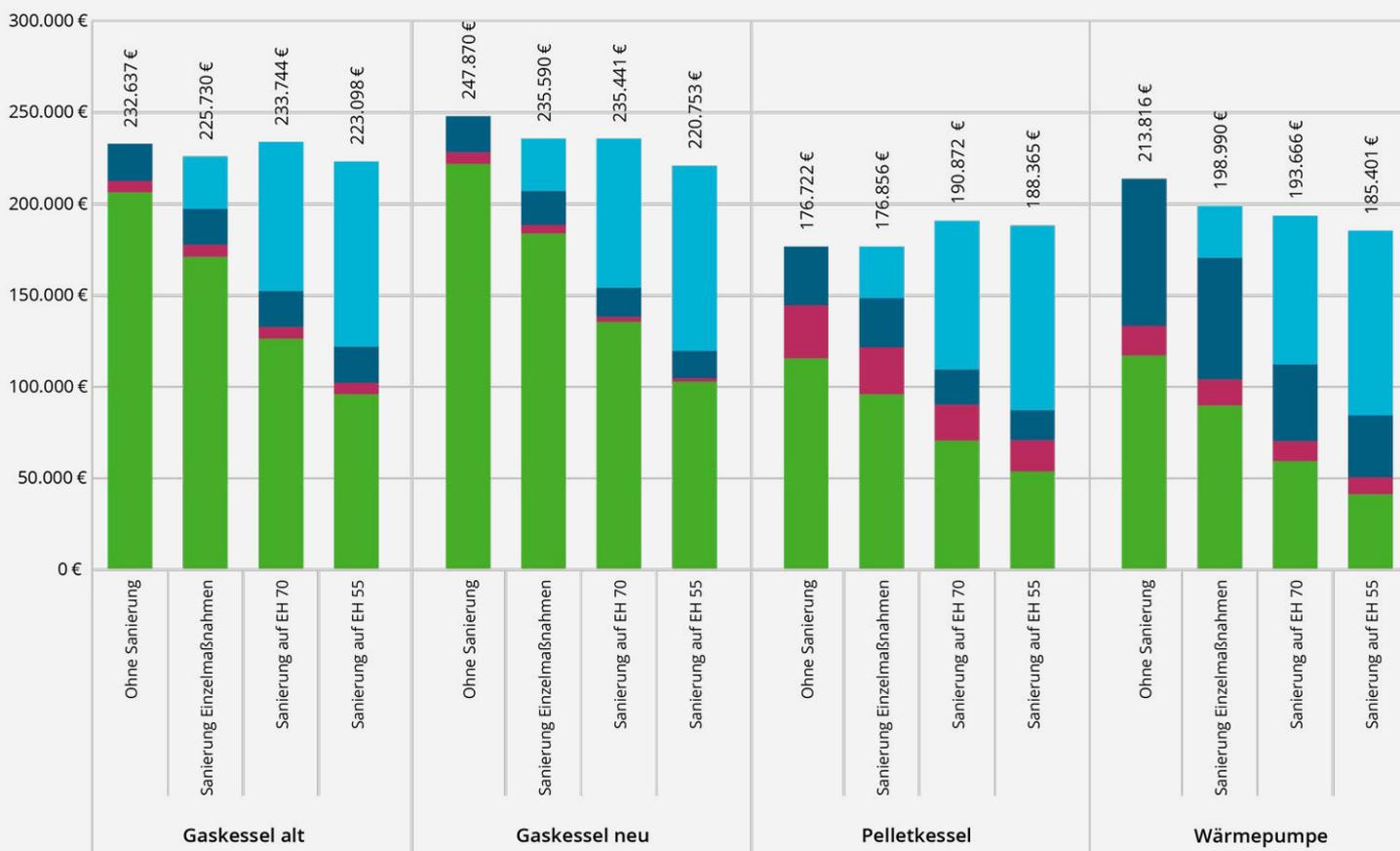
Neben den hier dargestellten Gesamtsummen für alle Optionen in EFH und MFH werden im ► Anhang zusätzlich die zeitlichen Verläufe der Kosten dargestellt, die eine noch genauere Analyse der jährlichen Unterschiede erlauben.

Die Gesamtkosten bis 2045 sind eine erste gute Einordnung aller Ergebnisse, aber sie spiegeln nur selten die Realität von Eigentümer:innen und Investor:innen wider. Aus diesem Grund werden in den nächsten Kapiteln die Ergebnisse weiterer Rechnungen der gleichen Fälle gezeigt, für welche die Sichtweise bestimmter Akteur:innen am Wohnungs- und Hausmarkt eingenommen und die jeweils relevanten Aufteilungen der Kosten betrachtet werden.

Im Detail sind dies eine Amortisationsrechnung für selbstnutzende Eigentümer:innen, Annuitätenrechnungen für Vermieter:innen und ein Vergleich der Modernisierungsumlage mit den Energiekosten für Mieter:innen. Anschließend werden die Emissionen der verschiedenen Optionen verglichen, bevor schließlich ein Gesamtfazit folgt.

Abbildung 4: Gesamtkosten verschiedener Optionen im MFH im Zeitraum 2024 bis 2045

■ Energiebezug ■ Wartung
■ CAPEX Heizung ■ CAPEX Sanierung



Quelle: Eigene Berechnung.

3.3 FOKUS: SELBSTNUTZENDE EIGENTÜMER:INNEN IM EFH

Vor allem selbstnutzende Eigentümer:innen rechnen häufig, wie schnell sich eine Maßnahme amortisiert bzw. „ab wann sie sich lohnt“. Demgegenüber treten die Gesamtkosten manchmal in den Hintergrund.

Für die nachfolgende Amortisationsrechnung werden die Investitionskosten für die Sanierung (Mehrkosten gegenüber Instandhaltung) abzüglich Förderkosten als Basis verwendet. Davon ebenfalls abgezogen werden auch die Einsparungen durch niedrigere Kosten für den Wärmeerzeuger, da mit der Sanierung auch eine niedrigere nötige Maximalleistung der Anlage einhergeht.

Von diesem Ausgangswert der ersten großen Ausgaben, die ohne Kredit getätigt wurden, sind nun jedes Jahr die Einsparung der Betriebskosten durch die Sanierung abgezogen. Hier werden also Betriebskosten im unsanierten Zustand sowie Betriebskosten in den verschiedenen sanierten Zuständen des Gebäudes verglichen. Unterschiede in den Kosten für den Energiebezug werden also genauso berücksichtigt wie unterschiedliche Wartungskosten und der CO₂-Preis. Die Werte in der Zukunft sind weder auf- noch abgezinst. Die Methodik wird wie für alle anderen Rechnungen in ► Kapitel 6.3 im Detail dargestellt.

In der nachfolgenden Abbildung 5 werden alle Sanierungsstufen für die vier Wärmeerzeuger-Optionen im EFH dargestellt. In den Klammern hinter der Beschreibung in der Legende ist jeweils das Jahr der Amortisation beschrieben. Das Durchführungsjahr aller Maßnahmen ist im Rahmen der Rechnung das Jahr 2024.

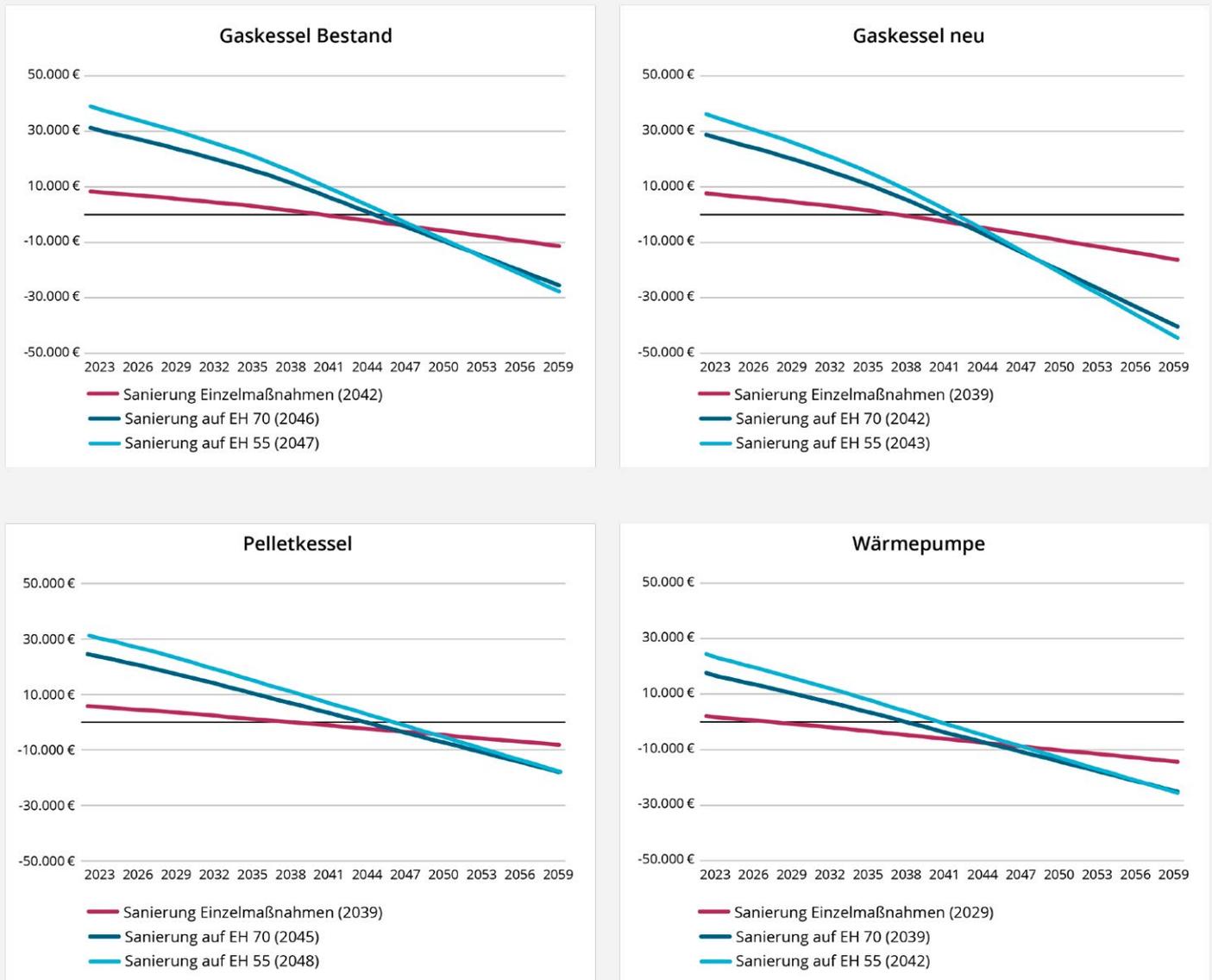
Mit einem bestehenden Gaskessel und der Überlegung im Jahr 2024, das selbstgenutzte unsanierte EFH energetisch zu modernisieren, rechnet sich das etwa innerhalb von 20 Jahren.

Mit einem bestehenden Gaskessel und der Überlegung im Jahr 2024, das selbstgenutzte unsanierte EFH energetisch zu modernisieren, rechnet sich das etwa **innerhalb von 20 Jahren** (je nach Effizienzniveau leicht früher oder später). Für einen Pelletkessel liegen die Zahlen ungefähr ähnlich. Mit beiden kann jedoch langfristig keine Klimaneutralität erreicht werden, wie in ► Abschnitt 3.6.5 erläutert.



3. AUSWIRKUNGEN VON SANIERUNGSMASSNAHMEN AUF WIRTSCHAFTLICHKEIT UND KLIMASCHUTZ

Abbildung 5: Amortisierungsverlauf im EFH



Quelle: Eigene Berechnung.

Wird eine energetische Sanierung des Gebäudes angestrebt, die gleichzeitig noch den Wechsel der Wärmeerzeugung auf eine Luft-Wasser-Wärmepumpe einschließt, rechnen sich die Maßnahmen sogar noch deutlich früher. Schon im Jahr 2029, also **nach fünf Jahren** ist die Kombination aus kleineren Sanierungsmaßnahmen und dem Wechsel auf eine Wärmepumpe im Einfamilienhaus gegenüber der Wärmepumpe im unsanierten Haus lohnenswert. Die hinsichtlich der Gesamtkosten (Abbildung 3) günstigste Variante der umfassenden Sanierung auf EH-55-Standard und Einsatz einer Wärmepumpe hat mit 18 Jahren die längste Amortisationszeit. Dieser letzte Fall wird mit gerundeten Zahlen (nicht 1:1 der Detailrechnung entsprechend!) auch im Beispiel unten dargestellt und erläutert.

BEISPIELRECHNUNG AMORTISATION IM SELBSTGENUTZTEN EINFAMILIENHAUS

Die Gesamtkosten der energetischen Sanierung in dieser Studie im beschriebenen EFH (s. ► Kapitel 6.1.1.) auf EH-55-Standard betragen ca. 103.000 Euro (Referenzen zu diesen (gerundeten) Zahlen finden sich im ► Anhang), davon sind bei Erreichen des EH-55-Standards derzeit 15 Prozent gefördert, also rund **15.500 Euro**.

Die Instandhaltung – also ohnehin anfallende Kosten, die für den Weiterbetrieb des Gebäudes „automatisch“ anfallen – aller Bauteile (Austausch aller Fenster, neuer Putz an der Fassade, Instandhaltung des Daches etc.) würde ca. 48.500 Euro kosten, der Unterschied für die höhere Effizienz beträgt also rund **54.500 Euro**.

Das unsanierte Haus benötigt einen Wärmeerzeuger mit einer Maximalleistung von zwölf Kilowatt (kW, Heizlast). Hierfür wären Kosten für Wärmepumpe und Umfeldmaßnahmen in Höhe von ca. 38.000 Euro notwendig (davon aktuell ca. 15.000 Euro Förderung).

Im sanierten Haus jedoch wären nur mehr vier Kilowatt Maximalleistung nötig, die Kosten für die Wärmepumpe und nötige Umfeldmaßnahmen sinken auf ca. 16.000 Euro, wovon 8.000 Euro gefördert werden können. Dies ist gegenüber dem unsanierten Fall eine Einsparung von **15.000 Euro**.

Insgesamt startet die Amortisationsrechnung also mit:

$$54.500 \text{ Euro} - 15.500 \text{ Euro} - 15.000 \text{ Euro} = \\ \mathbf{24.000 \text{ Euro Mehrkosten}}$$

Die Einsparungen durch die Sanierung sind aufgrund schwankender Energiepreise nicht jedes Jahr gleich, liegen aber im Mittel bei ca. **1.300 Euro pro Jahr**.

24.000 Euro Mehrkosten geteilt durch 1.300 Euro jährlicher Einsparung ergibt etwa 18,5 Jahre.

Im Jahr 19 nach der Maßnahme übersteigen die summierten Einsparungen also die Investitionskosten, sodass sich die Umstellung auf das zukunftsfähige Gebäude ab diesem Zeitpunkt rechnet. Da die Lebensdauer der neuen Bauteile in aller Regel deutlich länger als 19 Jahre ist, profitieren Eigentümer:innen noch über diesen Zeitraum hinaus von niedrigeren Energiekosten, was beispielsweise besonders im Alter für selbstnutzende Eigentümer:innen eine Entlastung sein kann. So übersteigen nach 30 Jahren die summierten Einsparungen die Investitionskosten um rund 14.000 Euro und nach 40 Jahren um rund 27.000 im Vergleich zum unsanierten Gebäude.

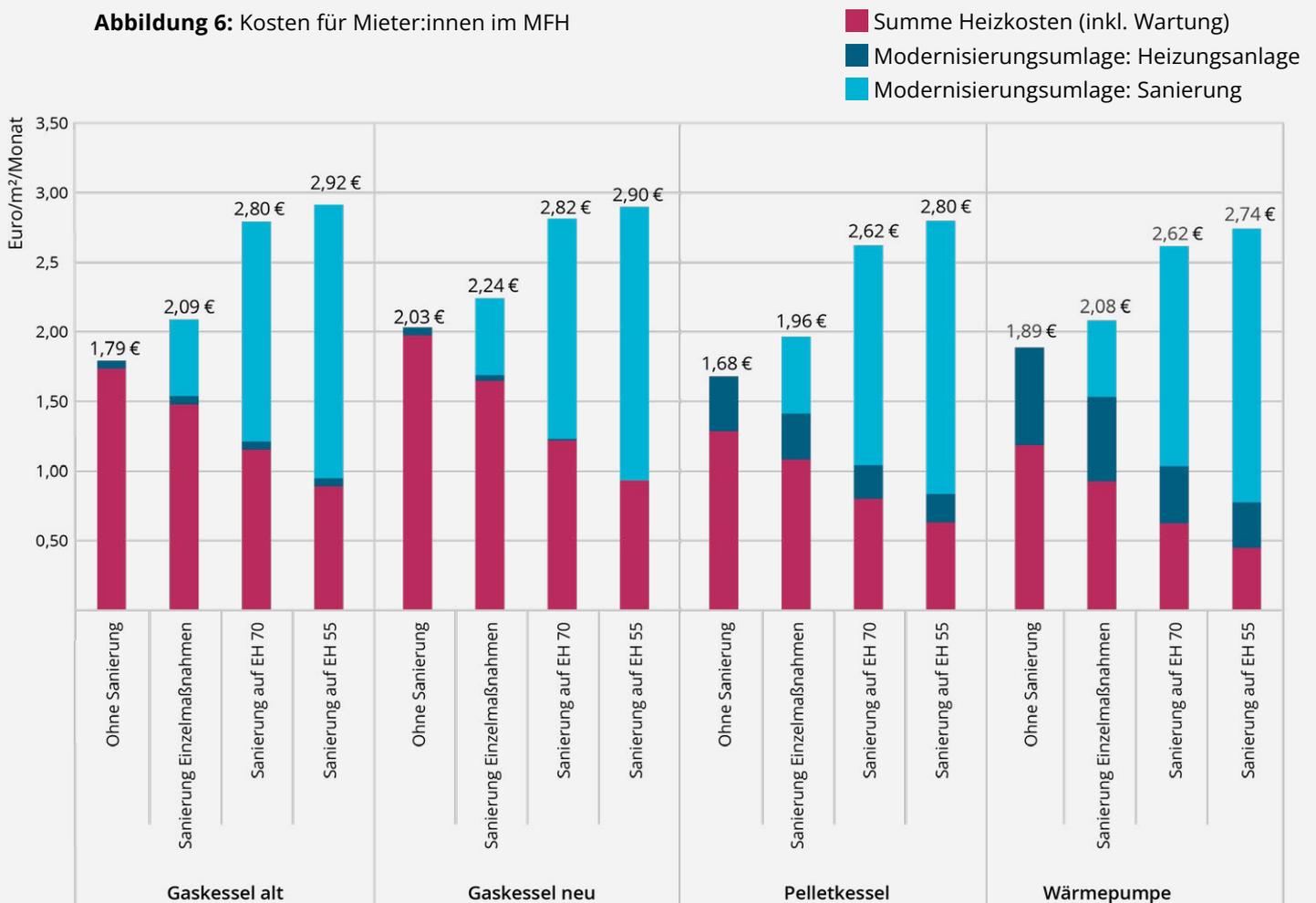


3.4 FOKUS: VERMIETETES MEHRFAMILIENHAUS

3.4.1 Mieter:innen-Sicht

Ganz im Gegensatz zu selbstnutzenden Eigentümer:innen (►Abschnitt 3.3) oder auch Vermieter:innen (siehe ►Abschnitt 3.4.2) steht die Perspektive von Mieter:innen. In diesem Abschnitt wird der Fokus auf die Miete im MFH gelegt. In der Regel können Mieter:innen kaum Einfluss auf die Gebäudehülle oder die Wärmeerzeugung nehmen. Dennoch spüren sie die Effekte von Maßnahmen an diesen Bauteilen über verschiedene Wege. Die Kaltmiete steigt nach energetischen Sanierungen durch die Modernisierungsumlage (siehe ►Abschnitt 6.3.3), die in Abbildung 6 unten in Hell- und Dunkelblau dargestellt wird. Gleichzeitig sinken die durchschnittlichen Kosten für den Energieverbrauch (inkl. CO₂-Preis) aufgrund der gestiegenen Effizienz. Je nach Verbrauch können diese unterschiedlich hoch ausfallen.

Abbildung 6: Kosten für Mieter:innen im MFH



Quelle: Eigene Berechnung.

3. AUSWIRKUNGEN VON SANIERUNGSMASSNAHMEN AUF WIRTSCHAFTLICHKEIT UND KLIMASCHUTZ

Unter Berücksichtigung der aktuell geltenden Regelungen zur Modernisierungsumlage (inklusive der Kappungsgrenzen) und Inanspruchnahme von Förderung wurden die Ergebnisse berechnet, die in Abbildung 6 dargestellt werden. Ohne jede Sanierung bei bestehendem Gaskessel (für den auch in der Vergangenheit einmal Modernisierungsumlage verlangt werden durfte, die auch weiterhin Teil der Miete bleiben darf) sind für alle wärmerlevanten Kosten ca. 1,79 Euro pro Quadratmeter Wohnfläche je Monat aufzubringen. Alle weiteren Bestandteile der Kaltmiete sowie die nicht-wärmebezogenen Betriebskosten werden nicht berücksichtigt.

Eine ambitionierte Sanierung dieses MFH auf den Standard EH 55 würde die Energiekosten zwar nun fast halbieren, die Einsparungen werden jedoch deutlich überkompensiert durch die Modernisierungsumlage, die von Vermieter:innen für die durchgeführten Verbesserungen verlangt werden darf. Insgesamt steigt die Miete ohne Heizungstausch um 1,13 Euro pro Quadratmeter an. Trotz des verbesserten Klimaschutzes ist dies zum Nachteil der Mieter:innen, die hier keine Einsparung erwarten können. Blickt man nun auf die anderen Sanierungsniveaus, stellt man fest, dass in jedem anderen Fall die Miete nach einer Modernisierung höher liegt als zuvor. Unter den aktuellen Rahmenbedingungen mit Förderung, Modernisierungsumlage und Kappungsgrenzen ist eine energetische Sanierung mit bestehendem Gaskessel demnach aus Sicht der Mieter:innen wirtschaftlich nicht sinnvoll.

Bei einem Heizungstausch sinken die Energiekosten durch Sanierung stark ab.

Auch mit Heizungstausch sind die Ergebnisse ähnlich. Die Energiekosten sinken durch Sanierung stark ab. Auch Investitionen in neue Wärmeerzeuger sind in einem effizienten Gebäude wesentlich niedriger. Aber die Modernisierungsumlagen für Sanierung und Heizungstausch liegen in Summe deutlich über diesen Einsparungen. Jeder der untersuchten Fälle ist also aus Perspektive der Mieter:innen teurer als der unsanierte Fall mit bestehendem Gaskessel. Dies wirkt sich deutlich negativ auf Fragen der sozialen Gerechtigkeit und Akzeptanz für energetische Gebäudesanierung aus. Daher besteht hier ein dringender politischer Handlungsbedarf. Hierauf wird in ► Kapitel 5 näher eingegangen.

Neben den hier dargestellten Durchschnittswerten werden im ► Anhang zusätzlich die zeitlichen Verläufe der Kosten dargestellt, die eine noch genauere Analyse der jährlichen Unterschiede erlauben.

3. AUSWIRKUNGEN VON SANIERUNGSMASSNAHMEN AUF WIRTSCHAFTLICHKEIT UND KLIMASCHUTZ

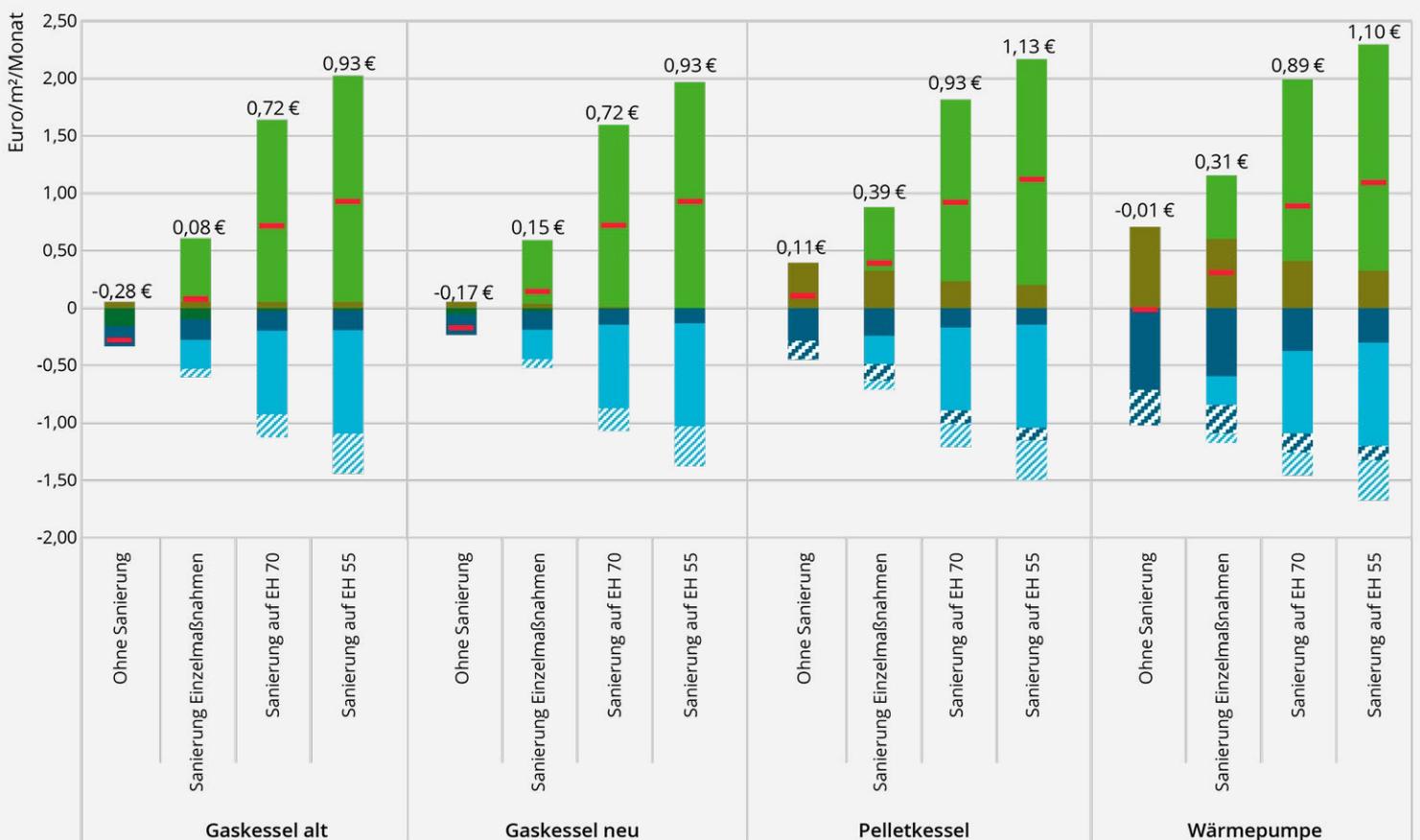
3.4.2 Vermieter:innen-Sicht

Schließlich folgt auch eine Analyse der Vermieter:innen-Perspektive. Hier ist die Berechnung etwas komplexer, da sowohl Posten auf der Einnahmen- als auch auf der Ausgabenseite zu berücksichtigen sind.

Einnahmen für Vermieter:innen sind im Falle von Sanierungen die Modernisierungsumlage für Heizung und Gebäudehülle. Ausgaben sind sowohl die (annuisierten) Investitionskosten für die Sanierungsmaßnahmen als auch der Vermieter:innen-Anteil des CO₂-Preises nach dem Brennstoffemissionshandelsgesetz (BEHG). Dieser Anteil steigt je nach CO₂-Intensität der Wärme in Mietshäusern. In Abbildung 7 werden diese Kostenbestandteile für alle betrachteten Fälle im MFH dargestellt. Die Bilanz aus Einnahmen und Ausgaben ist in Rot eingezeichnet und mit dem Zahlenwert beschrieben.

Abbildung 7:
Kosten und Erträge für Vermieter:innen im MFH

- Annuität Heizung
- Förderung Heizung annuisiert
- Annuität Sanierung
- Förderung Sanierung annuisiert
- BEHG-Anteil der Vermieter:innen
- Einnahmen Modernisierungsumlage Heizung
- Einnahmen Modernisierungsumlage Sanierung
- Summe (Werte über den Balken spiegeln die Summer wieder)



Quelle: Eigene Berechnung.

3. AUSWIRKUNGEN VON SANIERUNGSMASSNAHMEN AUF WIRTSCHAFTLICHKEIT UND KLIMASCHUTZ

Bei einer mittleren Wohnungsgröße von 65 m² werden für Vermieter:innen durch eine Vollsanierung der Hülle und durch einen gleichzeitigen Heizungstausch zusätzliche Netto-Einnahmen in Höhe von bis zu 900 Euro pro Jahr und Wohnung erreicht.

Der Betrieb des bestehenden Erdgaskessels kostet Vermieter:innen demnach ca. 0,28 Cent pro Quadratmeter Wohnfläche, wobei die Einnahmen der Modernisierungsumlage eher klein im Vergleich zu den Ausgaben von BEHG-Anteil und Annuität sind. Ganz entgegengesetzt zu den Ergebnissen auf der Mieter:innen-Seite sind jedoch alle Optionen der Modernisierung von Heizung und/oder Hülle aus Vermieter:innen-Sicht lohnenswert. Die Modernisierungsumlage ist in der Regel deutlich höher als die Annuitätskosten, bei denen die Förderung abgezogen werden darf. Ohne einen Tausch des Wärmeerzeugers ist eine zusätzliche Einnahme von über einem Euro je Quadratmeter (ca. 0,93 Euro je Quadratmeter) im Vergleich zum unsanierten Zustand zu erwarten, sofern der Effizienzstandard EH 55 erreicht wird.

Bei gleichzeitiger Umstellung auf eine Wärmepumpe steigt der Unterschied sogar noch weiter an. Erhöhte Einnahmen durch die Modernisierungsumlage und vermiedene BEHG-Kosten vergrößern den Unterschied noch weiter. Bei einer mittleren Wohnungsgröße von 65 Quadratmetern werden für Vermieter:innen durch eine Vollsanierung der Hülle und durch einen gleichzeitigen Heizungstausch zusätzliche Netto-Einnahmen in Höhe von bis zu 900 Euro pro Jahr und Wohnung erreicht.



3.5 EINSPARUNG VON CO₂-EMISSIONEN DURCH SANIERUNG

Neben der Wirtschaftlichkeit von Sanierungsmaßnahmen, die im Fokus dieser Studie steht, ist zusätzlich relevant, wie viel CO₂ durch die verschiedenen Optionen eingespart wird. Klimaschutz ist die Hauptmotivation für die Energie- und Wärmewende. Zielkompatible und umsetzbare Optionen müssen daher nicht nur wirtschaftlich sein, sondern vor allem auch Emissionen einsparen.

Zur Ableitung der jährlich verursachten Emissionen je Fall wurde der jeweilige Jahresverbrauch an Erdgas, Biomethan, Pellets oder Strom mit entsprechenden Emissionsfaktoren multipliziert. Die Emissionsfaktoren berücksichtigen dabei nicht nur direkte Emissionen aus der Verbrennung, sondern auch in der Vorkette entstehende Emissionen und Lebenszyklusemissionen von erneuerbaren Energien. Für Erdgas und Biomethan entsprechen die Emissionsfaktoren den im GEG vorgegebenen Werten, wobei der Emissionsfaktor nach KEA-BW (2023)⁵ als zukünftig leicht absinkend angenommen wurde. Der Emissionsfaktor für Pellets ist aus Berechnungen des Umweltbundesamtes⁶ abgeleitet. Für Strom stammt der Emissionsfaktor aus dem Technikkatalog zum Leitfaden Wärmeplanung.

Tabelle 3: Emissionsfaktoren je Energieträger bis 2045

Sanierungsstufe	Einheit	2024	2025	2030	2035	2040	2045
Erdgas	gCO ₂ -äq/kWh	240	240	240	240	240	240
Strom	gCO ₂ -äq/kWh	340	260	110	45	25	15*
Holzpellets	gCO ₂ -äq/kWh	36	36	36	36	36	36
Holzpellets inkl. Speichersaldo	gCO ₂ -äq/kWh	310	310	310	310	310	310
Biomethan	gCO ₂ -äq/kWh	140	137	133	130	126	123

* Aufgrund der Berücksichtigung der Vorkettenemissionen sind im Jahr 2045 bei vielen Energieträgern noch Restemissionen vorhanden. Außerdem erfolgt in den genutzten Emissionsfaktoren eine sektorale Betrachtung des Wärmesektors, wodurch eine Reduzierung der Vorkettenemissionen in anderen Sektoren außerhalb der Bilanzgrenze liegt. In der Folge kann auch bei vollständiger Umstellung auf erneuerbare Energien und unvermeidbare Abwärme rechnerisch nicht immer Emissionsfreiheit erzielt werden.

Quelle: Prognos et al. (2024); UBA (2023); KEA (2023); GEG, Anlage 9.

5 KEA-BW (2023): Technikkatalog Baden-Württemberg Version 1.2 (Stand Juli 2023).

6 UBA (2023): Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger: Bestimmung der vermiedenen Emissionen im Jahr 2033. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/11850/publikationen/20231219_49_2023_cc_emissionsbilanz_erneuerbarer_energien_2022_bf.pdf



Insbesondere für feste Biomasse, also vor allem Holzpellets, Holzhackschnittel und Scheitholz, ist noch eine gesonderte Betrachtungsweise zu berücksichtigen. Der sogenannte Speichersaldo bezieht die CO₂-Bilanz der gesamten Wertschöpfungskette ein. Holzpellets sind zwar ein nachwachsender Rohstoff und das bei der Verbrennung freigesetzte CO₂ wird teilweise durch das Wachstum neuer Bäume wieder aufgenommen. Nach üblicher Berechnungsmethodik führt dies zu einer neutralen CO₂-Bilanz. Dies vernachlässigt allerdings wichtige Faktoren. Bei der Verbrennung von Holz wird das im Holz gespeicherte CO₂ unmittelbar freigesetzt, was zuvor über Jahrzehnte bis Jahrhunderte gespeichert wurde. Der Speichersaldo berücksichtigt die über die gängige Berechnungsmethodik hinausgehende Kohlenstoffspeicherfähigkeit des Waldes und vergleicht hierbei eine Situation mit und ohne Holzentnahme. Ohne Holzentnahme ist die CO₂-Senkenleistung des Waldes deutlich höher. Dem entnommenen Holz kann dieser Wert noch zugeordnet werden. Unter Berücksichtigung des Speichersaldos steigt der Emissionsfaktor von Holzpellets nach Öko-Institut (2022)⁷ von 36 auf 310 Gramm CO₂-Äquivalente pro Kilowattstunde. Dazu kommt, dass es wiederum Jahrzehnte bis Jahrhunderte dauern kann, bis ein neuer nachzuwachsender Baum die zuvor freigesetzten Emissionen wieder speichert. Die voranschreitende Klimakrise gefährdet das Nachwachsen von Wäldern.

Unter Berücksichtigung dieser Gegebenheiten ergeben sich so über acht Mal so hohe Emissionen für den Pelletkessel wie nach herkömmlicher Berechnungsmethodik. Um beide Ergebnisse nebeneinander darzustellen, wurden die zusätzlichen Emissionen unter Berücksichtigung des Speichersaldos schraffiert dargestellt.

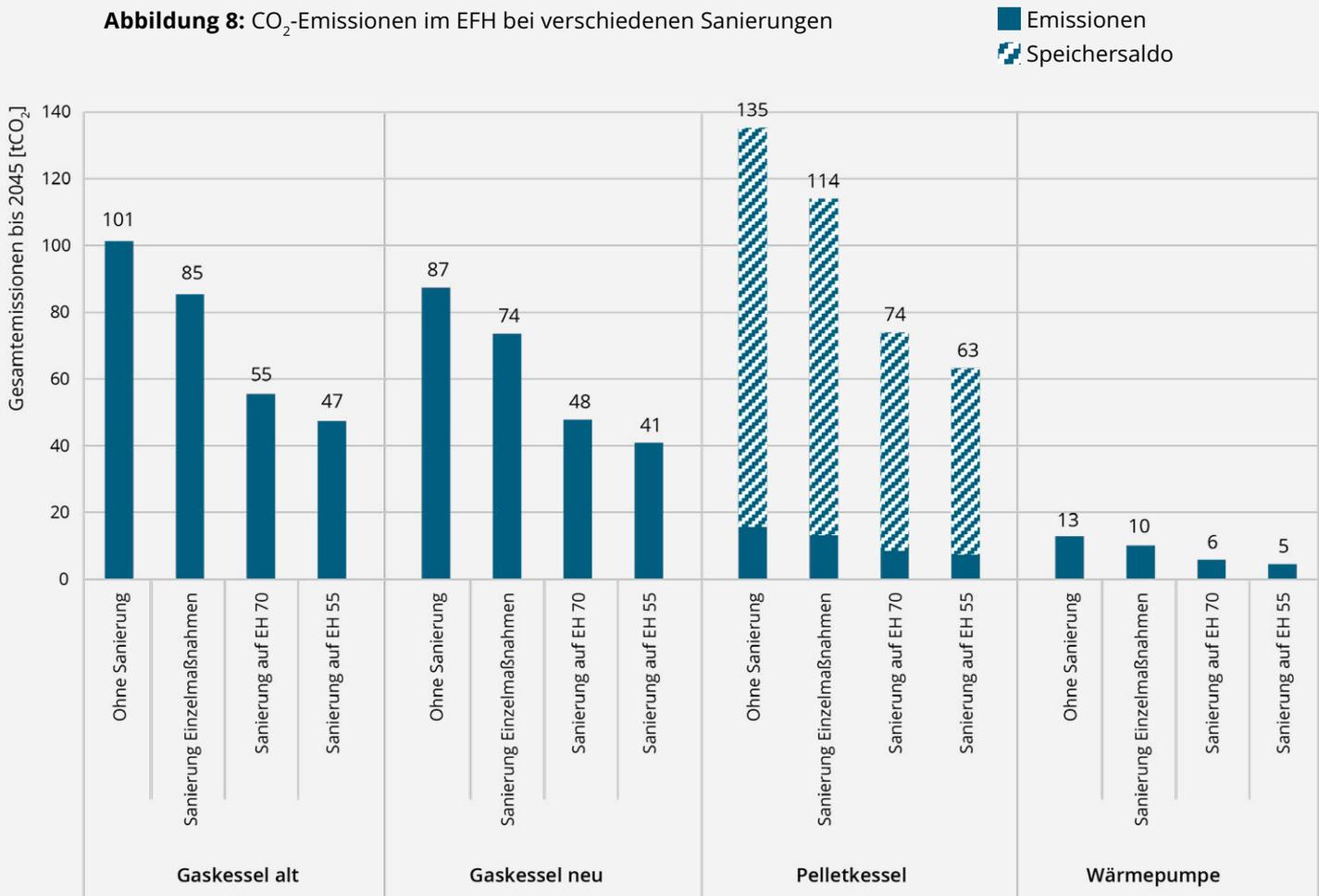
In Abbildung 8 werden die verschiedenen Gesamtemissionen im ganzen Betrachtungszeitraum für alle berechneten Fälle im EFH dargestellt. Im unsanierten Haus mit bestehendem Gaskessel werden bis 2045 ungefähr 101 Tonnen CO₂ emittiert. Durch eine Sanierung mit wenigen Einzelmaßnahmen können hier ca. 15 Prozent eingespart werden. Wird jedoch gleich auf EH-55-Standard saniert, können etwas über 50 Prozent eingespart werden und es werden über die gesamte Zeit nur noch 47 Tonnen CO₂ freigesetzt, obwohl der Energieträger nicht gewechselt wurde. Auch wenn das schon eine erhebliche Einsparung darstellt, würde das Haus so aber noch nicht die Klimaziele einhalten. Um auf Klimaneutralität zu kommen, hilft weder ein neuer Gaskessel (Effizienzgewinne von ca. zehn bis 20 Prozent) noch ein Pelletkessel (hohe Unsicherheit bei den Emissionen aufgrund des zu berücksichtigenden Speichersaldos). Nur die Wärmepumpe und damit auch die Umstellung auf den Energieträger

⁷ Öko-Institut 2022: CO₂-Speichersaldo – CO₂-Emissionen der Holznutzung sichtbar machen. <https://co2-speichersaldo.de>

3. AUSWIRKUNGEN VON SANIERUNGSMASSNAHMEN AUF WIRTSCHAFTLICHKEIT UND KLIMASCHUTZ

Strom schafft eine deutliche Reduzierung der Emissionen in der Gesamtbilanz. Ab dem Jahr 2035 plant Deutschland, seine Stromversorgung auf 100 Prozent erneuerbare Energien umgestellt zu haben. Ab diesem Moment sinken die ohnehin eher kleinen Emissionen der Wärmepumpe auf null. Dennoch verbleiben auch bei der Umstellung auf eine Wärmepumpe im unsanierten Fall noch Restemissionen in Höhe von 13 Tonnen CO₂, die aus der Stromerzeugung und Vorketten resultieren.⁸ Mehr als die Hälfte dieser Emissionen können durch eine Sanierung auf den EH-55-Standard eingespart werden. Für die Einhaltung der Klima- und auch Energieeffizienzziele im Gebäudesektor ist daher nicht nur der Heizträgerwechsel, sondern auch die Gebäudesanierung entscheidend.

Abbildung 8: CO₂-Emissionen im EFH bei verschiedenen Sanierungen



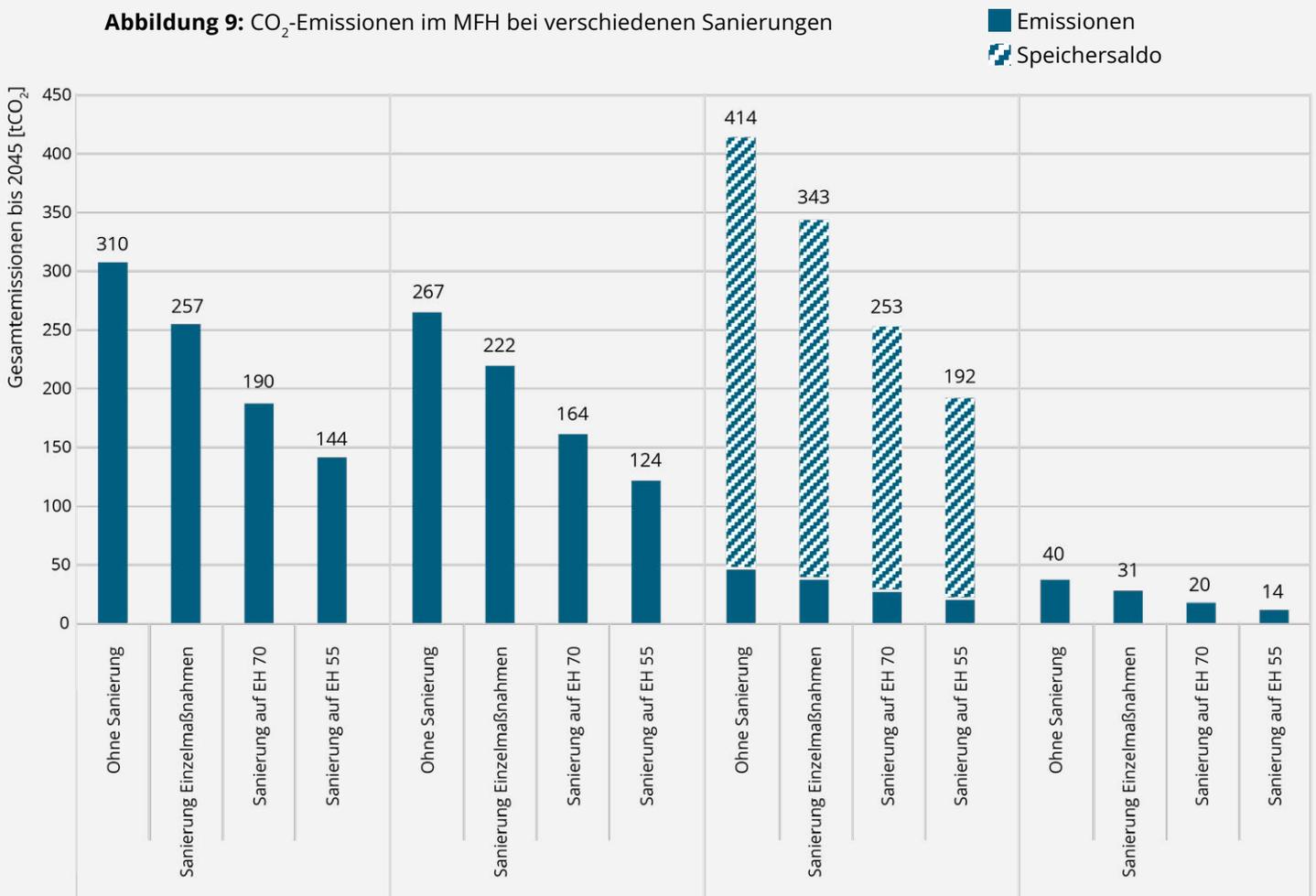
Quelle: Eigene Berechnung.

⁸ Sofern auch eigens genutzter Strom vom Hausdach genutzt wird, der durch eine Photovoltaikanlage hergestellt wird, reduziert sich der Anteil der Emissionen hier ebenfalls deutlich.

3. AUSWIRKUNGEN VON SANIERUNGSMASSNAHMEN AUF WIRTSCHAFTLICHKEIT UND KLIMASCHUTZ

In Abbildung 9 wird die Summe der Emissionen bis zum Jahr 2045 in allen Fällen für das MFH dargestellt. Die Werte sind insgesamt höher, da nicht mehr nur ein EFH, sondern acht Wohnungen im MFH beheizt werden müssen. Die prozentuale Reduzierung der Werte ist jedoch identisch mit der vorherigen Abbildung, da die Emissionsfaktoren über die Beheizungsoptionen übereinstimmen. Ebenfalls bringt hier eine Komplettsanierung mit Wärmepumpe die größte Einsparung an CO₂-Emissionen, wohingegen weder Sanierung ohne Wärmeerzeugertausch noch eine Umstellung auf Pelletkessel dem Ziel der Klimaneutralität entsprechen.

Abbildung 9: CO₂-Emissionen im MFH bei verschiedenen Sanierungen



Quelle: Eigene Berechnung.

3.6 ZWISCHENFAZIT



3.6.1 Gesamtkosten

Mit zunehmender Sanierungstiefe sinken die aufsummierten Energiekosten (inkl. CO₂-Preis) in EFH und MFH deutlich.

Für das EFH gilt: Die Investitionskosten für Sanierungsmaßnahmen sind hoch, aber die energetische Sanierung ist in allen untersuchten Optionen wirtschaftlich sinnvoll und zahlt sich mittel- und langfristig aus. Besonders in der Kombination mit Wärmepumpen sinken die Investitionskosten bei umfassender Sanierung auf den EH-55-Standard erheblich, was die Wirtschaftlichkeit der Sanierungsmaßnahme unterstützt. Damit empfiehlt sich grundsätzlich, die energetische Sanierung der Gebäudehülle bei einem Austausch des Wärmeerzeugers als Handlungsoption mitzudenken. Ob sich jedoch beides gleichzeitig umsetzen lässt, ist von der individuellen Situation von Gebäude und Eigentümer:in abhängig. Muss beispielsweise ein defekter Wärmeerzeuger zeitnah ausgetauscht werden, fehlt die Zeit für Planung und Umsetzung umfassender Sanierungsmaßnahmen. Dann sind lediglich kleinere Optimierungen am Heizungssekundärsystem möglich, die die Effizienz der neuen Wärmepumpe steigern.

Ähnliche Trends sind auch im MFH sichtbar: Energiekosten und Investitionskosten für die Wärmeerzeugung sinken und Investitionskosten für Sanierungsmaßnahmen steigen mit zunehmendem Standard. Jedoch kompensieren die energetischen Sanierungen nicht immer die Mehrkosten durch eingesparte Energiekosten (inkl. CO₂-Preis). Die Gesamtkosten sinken nur durch die Kombination von energetischer Sanierung mit Wärmepumpen oder neuen Gaskesseln. Mit Blick auf den Klimaschutz und Gesamtkosten ist die umfassende Sanierung mit Einsatz einer Wärmepumpe die bevorzugte Variante.





3.6.2 Selbstnutzende Eigentümer:innen (EFH)

Für selbstnutzende Eigentümer:innen wurde zusätzlich zu den Gesamtkosten ermittelt, wie schnell sich Sanierungsmaßnahmen amortisieren, also ab welchem Jahr die Summe der jährlichen Einsparungen die Anfangsinvestition übersteigt. Für die Amortisationsrechnung wurden die Investitionskosten der Sanierung, abzüglich Förderungen und Einsparungen bei den Betriebskosten, als Basis verwendet. Jährlich wurden die Einsparungen durch niedrigere Betriebskosten vom Startwert der Investitionskosten abgezogen, ohne zukünftige Werte abzuzinsen. Energetische Sanierungen eines unsanierten EFH auf einen hohen Standard lohnen sich innerhalb von 16 Jahren, bei kleineren Maßnahmen etwas später, aber die Kosten bleiben insgesamt unter denen des unsanierten Zustands. Der Wechsel auf eine Luft-Wasser-Wärmepumpe zusammen mit kleineren Sanierungen amortisiert sich schon nach fünf Jahren, bei einer umfassenden Sanierung auf EH-55-Standard inklusive Wärmepumpe innerhalb von 18 Jahren. Noch nicht berücksichtigt wurde hier der für Eigentümer:innen oft relevante Aspekt, dass eine Sanierung zusätzlich den Wert des Gebäudes steigert. Dies wird in ► Abschnitt 4.2 näher erörtert.



3.6.3 Mieter:innen (MFH)

Mieter:innen in Mehrfamilienhäusern (MFH) haben kaum Einfluss auf die energetische Sanierung, spüren aber die Auswirkungen steigender Kaltmieten aufgrund der Modernisierungsumlage. Obwohl die Energiekosten durch Sanierungen immer sinken, ist die Bilanz dennoch eindeutig zum Nachteil der Mieter:innen: Alle betrachteten Sanierungsoptionen sind unter den aktuellen Rahmenbedingungen für Mieter:innen teurer als der unsanierte Zustand mit bestehendem Gaskessel. Es zeigt sich, dass ein Ungleichgewicht vorherrscht. Hier besteht dringender Handlungsbedarf, um soziale Gerechtigkeit zu wahren und Akzeptanz für die Wärmewende zu steigern. Die jährlichen Kosten könnten sich in einer mit einem Gaskessel beheizten 65-Quadratmeter-Wohnung um bis zu 880 Euro erhöhen.



Das „Mieter-Vermieter-Dilemma“ ist noch nicht gelöst und sorgt für eine ungleiche Lastenverteilung. Während Vermieter:innen teils deutlich von der Modernisierungsumlage profitieren, belastet diese Mieter:innen teils wesentlich – trotz Einsparungen bei Energiekosten.



3.6.4 Vermieter:innen (MFH)

Die Vermieter:innen-Perspektive berücksichtigt sowohl Einnahmen aus der Modernisierungsumlage als auch Ausgaben für Investitionskosten und den Vermieter:innen-Anteil des CO₂-Preises. Der Betrieb eines bestehenden Erdgaskessels kostet ca. 0,28 Cent pro Quadratmeter Wohnfläche, wobei die Einnahmen aus der Modernisierungsumlage im Vergleich zu den Ausgaben gering sind. Alle Modernisierungsoptionen von Heizung und Gebäudehülle sind aus Vermieter:innen-Sicht wirtschaftlich lohnenswert, da die Modernisierungsumlage meist höher ist als die Annuitätskosten. Eine umfassende Sanierung auf EH-55-Standard ohne einen Tausch des Wärmeerzeugers bringt über einen Euro pro Quadratmeter zusätzlichen Ertrag, während die Umstellung auf eine Wärmepumpe diesen Unterschied weiter vergrößert. Eine Vollsanierung der Hülle mit Heizungstausch kann bei einer Wohnungsgröße von 65 Quadratmetern jährliche Einnahmen von bis 900 Euro pro Wohnung generieren. Auch hier fehlen noch die zusätzlichen positiven Effekte, die sich durch die Steigerung des Gebäudewerts infolge von Sanierungsmaßnahmen für die vermietenden Eigentümer:innen ergeben (siehe ► Abschnitt 4.2).



3.6.5 Emissionen

Eine ambitionierte Sanierung auf EH-55-Standard in einem unsanierten Einfamilienhaus kann über 50 Prozent CO₂-Reduktion erreichen, wobei allein der Wechsel zu einer Wärmepumpe langfristig Klimaneutralität ermöglicht: Ab 2035, mit Deutschlands geplanter Umstellung auf 100 Prozent erneuerbare Energien, sinken die Emissionen der Wärmepumpe auf nahezu null. Auch im Mehrfamilienhaus bringt eine Komplettsanierung mit Wärmepumpe die größte CO₂-Einsparung, während andere Optionen wie Pelletkessel die Emissionen reduzieren können, aber nicht zur Klimaneutralität beitragen.



4. ZUSÄTZLICHE EFFEKTE DER ENERGIEWENDE IM EINZELGEBÄUDE

4.1 PHOTOVOLTAIK

Zusätzlich zur reinen energetischen Sanierung (Reduktion des Wärmebedarfs) wurde auch noch untersucht, inwieweit eine eigene Photovoltaikanlage (PV-Anlage) die Wirtschaftlichkeitsrechnungen der letzten Kapitel verändert.

Aktuell werden auf EFH häufiger PV-Anlagen als auf MFH installiert, weshalb EFH auch im Fokus der folgenden Rechnungen stehen. Es wurden ausschließlich Optionen mit Wärmepumpe betrachtet, die auch mit Strom aus der PV-Anlage versorgt werden können. Um den maximalen Unterschied im Einfluss der PV auf die verschiedenen Optionen sichtbar zu machen, wurde einmal der unsanierte Fall und einmal das auf den Standard EH 55 sanierte Gebäude gewählt, jeweils ausgerüstet mit einer Wärmepumpe. Die Rechenmethodik zu den Stromgestehungskosten und alle Annahmen zu den folgenden Ergebnissen werden in ► Abschnitt 6.4 dargestellt.

Im unsanierten Gebäude mit Wärmepumpe betragen die Gesamtkosten bis 2045 laut der Rechnung 88.479 Euro. Angenommen wurde hier ein günstiger Wärmepumpentarif. Durch die PV-Anlage kann die Wärmepumpe mit einem nochmals deutlich günstigeren Strom versorgt werden. Im unsanierten Fall werden so insgesamt 5.863 Euro eingespart. Im Fall eines sehr effizienten Gebäudes mit EH-55-Standard ist der Stromverbrauch der Wärmepumpe deutlich geringer. Damit einhergehend ist auch die mögliche Kosteneinsparung durch die PV-Anlage kleiner. Jedoch sind auch in diesem Fall noch um 2.762 Euro geringere Gesamtkosten zu erwarten als ohne PV-Anlage.

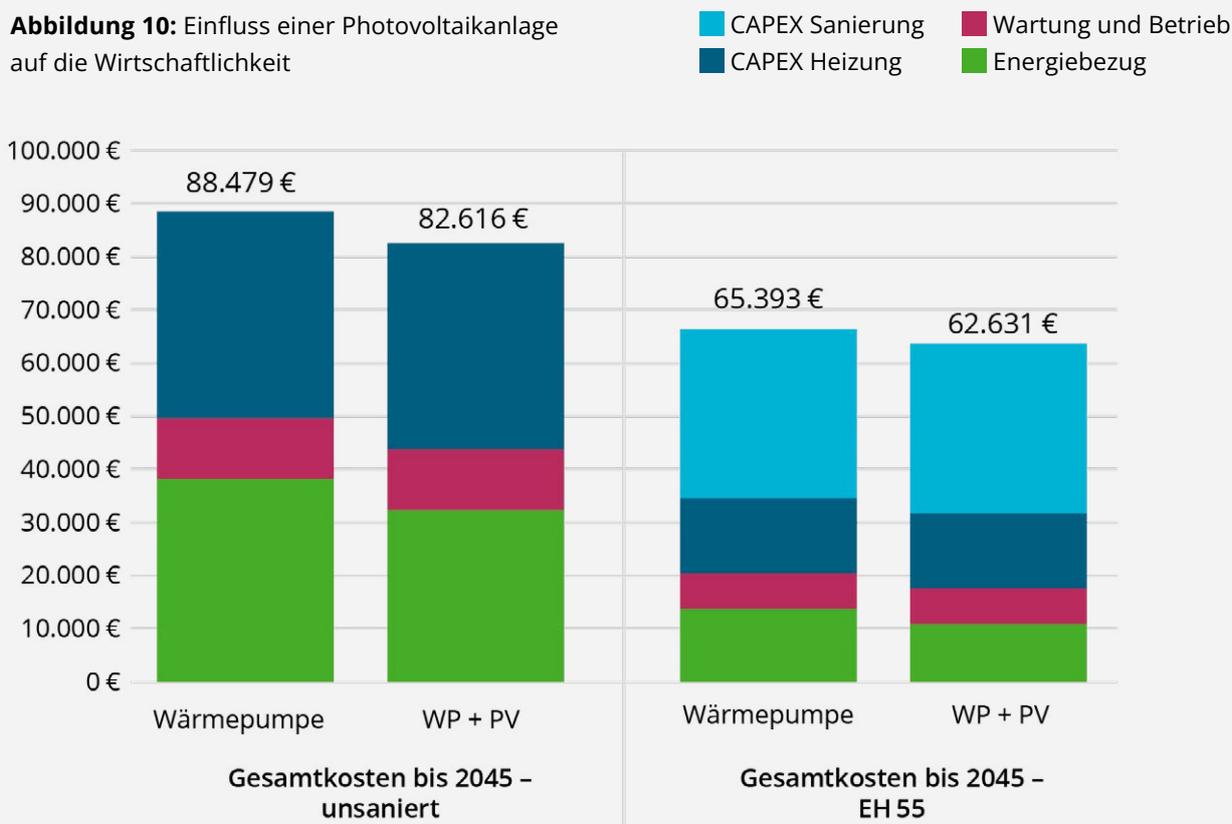
Allein die Einsparung durch den Betrieb der Wärmepumpe mit Solarstrom stellt die Wirtschaftlichkeit der PV-Anlage zu einem großen Teil sicher.

Angesichts angenommener Gesamtkosten der PV-Anlage von knapp 11.000 Euro (inkl. berücksichtigter Förderung) ist festzuhalten, dass allein die Einsparungen durch den Betrieb der Wärmepumpe mit Solarstrom bereits ein großer Teil der Wirtschaftlichkeit der PV-Anlage sichergestellt ist.

Bei einem Haushaltsstrompreis von 30 Cent pro Kilowattstunde und einem angenommenen Haushaltsstromverbrauch von 3.500 Kilowattstunden pro Jahr sind durch die Eigenverbrauchsquote von 47 Prozent nochmals Einsparungen von ca. 315 Euro pro Jahr zu erwarten. Dies entspricht zwischen 2024 und 2045 kumuliert einer weiteren Einsparung von 6.300 Euro, sodass sich die Kombination innerhalb dieser Nutzungszeit amortisiert. Tatsächlich könnte die Einsparung sogar noch höher ausfallen, wenn die Haushaltsstrompreise in Zukunft wie in den dieser Studie zugrunde liegenden Projektionen über 30 Cent pro Kilowattstunde liegen (siehe Tabelle 8 im ► Kapitel 6.2.4). Für die Wärmepumpe wurden aufgrund des niedrigeren Strompreises nur Überschüsse nach vollständiger Deckung des Haushaltsstroms angenommen.

4. ZUSÄTZLICHE EFFEKTE DER ENERGIEWENDE IM EINZELGEBÄUDE

Abbildung 10: Einfluss einer Photovoltaikanlage auf die Wirtschaftlichkeit



Quelle: Eigene Berechnung.

In der vorliegenden Studie wurden nur EFH-Fälle untersucht. Dass sich eine PV-Anlage auch im MFH lohnt, zeigt eine aktuelle Studie des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme ISE (Fraunhofer ISE) für den Deutschen Naturschutzring (DNR).⁹ Über verschieden große Gebäudetypen und in verschiedenen Geschäftsmodellen (Mieterstrom, Gemeinschaftliche Versorgung, Energy Sharing) konnte gezeigt werden, dass eine PV-Anlage sowohl für Mieter:innen als auch für die PV-Eigentümer:innen lohnenswert ist und eine Amortisation innerhalb der Lebensdauer erreicht wird.

Eine Untersuchung des Beratungsunternehmens DIW Econ bestätigt diese Analysen und zeigt, dass sich neben der Anschaffung einer Wärmepumpe und einer PV-Anlage auch die zusätzliche Investition in Elektromobilität lohnt und durchschnittliche Einsparungen von 19 Prozent über die nächsten 25 Jahre erwartet werden können.¹⁰

9 Fraunhofer ISE (2024): Einführung eines umfassenden bundesweiten Solarstandards. <https://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/Klima/kurzstudie-einf%C3%BChrung-bundesweiten-solarstandards.pdf>.

10 DIW Econ (2024): Günstige neue Welt? Vergleich der Energiekosten eines fossilbasierten und eines grünen Haushalts, 2024.

4.2 EINFLUSS AUF DEN GEBÄUDEWERT

Wie jede Investition an einem Gebäude hat auch die energetische Sanierung der Hülle oder die Installation neuer zukunftsweisender Wärmeerzeuger Einfluss auf den Gebäudewert. In den letzten Jahren gab es wiederholt Untersuchungen auf der Basis von großen Datenbeständen zu Hausverkäufen, welche im Folgenden zusammengefasst dargestellt werden.

Die Studie *Better Homes, Cooler Planet* von WWF UK gemeinsam mit Scottish Power konnte die Daten von fünf Millionen Gebäudeverkäufen über einen Zeitraum von 15 Jahren analysieren.¹¹ Das Ergebnis zeigt, dass der Einbau einer Wärmepumpe den Verkaufswert um 5.000 bis 8.000 britische Pfund erhöht (rund 5.900 bis 9.400 Euro) und damit einen Teil der Investitionskosten wettmacht. Auch Gebäude mit Solarpanels und Ladepunkten für E-Mobilität konnten im Durchschnitt zu Preisen verkauft werden, die deutlich vierstellig über denen von vergleichbaren Gebäuden lagen, die nicht mit diesen Technologien ausgestattet waren.

Lag die Wertsteigerung bei Immobilien mit niedrigem Energieverbrauch (Gebäudeklasse A+/A) im Vergleich zu den ineffizientesten Gebäuden (Gebäudeklasse G/H) im letzten Quartal des Jahres 2021 noch bei durchschnittlich 16,7 Prozent, so war eineinhalb Jahre später über alle verkauften Gebäude der Verkaufsgewinn schon auf 28,1 Prozent angestiegen.

Mit Blick auf den deutschen Immobilienmarkt finden sich zudem verschiedene Studien mit Fokus auf den Effizienzstandard. Zwei dieser Studien werden in Abbildung 11 zusammengefasst. Das Investment- und Immobilienberatungsunternehmen Jones Lang LaSalle führt quartalsweise Analysen zum Immobilienmarkt durch.¹² Hier wird vor allem sichtbar, dass sich die Relevanz von Energieeffizienz in den letzten Jahren deutlich erhöht hat. Lag die Wertsteigerung bei Immobilien mit niedrigem Energieverbrauch (Gebäudeklasse A+/A) im Vergleich zu den ineffizientesten Gebäuden (Gebäudeklasse G/H) im letzten Quartal des Jahres 2021 noch bei durchschnittlich 16,7 Prozent, so war eineinhalb Jahre später über alle verkauften Gebäude der Verkaufsgewinn schon auf 28,1 Prozent angestiegen. In den Quartalen dazwischen stieg der Wert grob linear auf den aktuellen Wert an. Es ist also eher von einem langfristigen Wandel im Markt auszugehen als von einem einmaligen Ereignis.

Das Immobilienportal immowelt.de führte Anfang des Jahres 2024 eine aktuelle Erhebung durch, die die Analyse zusätzlich auch in EFH und MFH unterschieden hat.¹³ Demnach liegen zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Studie die Preise verkaufter EFH mit einem guten Effizienzstandard 25,4 Prozent über denen von vergleichbaren Gebäuden mit niedrigerem

11 WWF UK/Scottish Power (2022): *Better Homes, Cooler Planet*. How low-carbon technologies can reduce bills and increase house value. Update 2023.

12 JLL (2022): Wohnhäuser mit schlechter Energiebilanz leiden unter Preisabschlägen. <https://www.jll.de/de/presse/Wohnhaeuser-mit-schlechter-Energiebilanz-leiden-unter-Preisabschlaegen>. Letzter Abruf am 27.05.2024.

13 immowelt.de (2024): Bis zu 25 Prozent Preisaufschlag für beste Energiebilanz – so stark beeinflusst die Energieklasse den Immobilienwert. <https://www.immowelt.de/ueberuns/presse/pressemitteilungenkontakt/2024/bis-zu-25-prozent-preisaufschlag-fuer-beste-energiebilanz-so-stark-beeinflusst-die-energieklasse-den-immobilienwert>. Letzter Abruf am 27.05.2024.

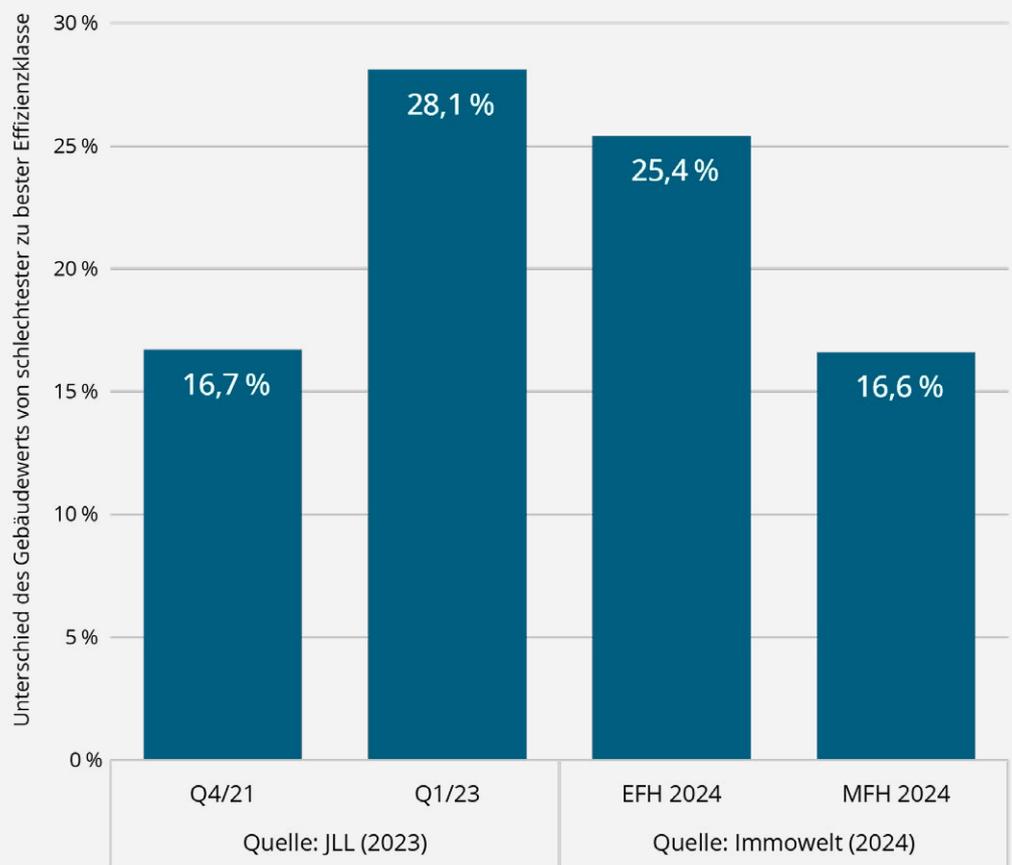
4. ZUSÄTZLICHE EFFEKTE DER ENERGIEWENDE IM EINZELGEBÄUDE

Effizienzstandard. Bei Wohnungen in MFH liegt dieser Wert niedriger. Der Effizienzstandard hat hier durch die andere Marktstruktur einen deutlich geringeren Effekt, führt aber dennoch immerhin zu einem Anstieg der Preise von 16,6 Prozent bei ambitionierter Sanierung.

Daraus ist abzuleiten, dass sich Sanierungen sowie die Ausstattung mit modernen, zeitgemäßen Technologien wie Wärmepumpen, PV-Anlagen oder auch Wallboxen positiv auf den Wert des Gebäudes auswirken. Zeitgleich zu den ökonomischen Vorteilen bzw. Geldeinsparungen, die sich aus der Nutzung des EFH ergeben (s. ► Kapitel 3.2.), kann man so einen zusätzlichen ökonomischen Vorteil (etwa bei Verkauf des Gebäudes) erwarten, was sich insgesamt positiv auf die Gesamtbetrachtung der hier analysierten Inhalte auswirkt.



Abbildung 11: Einfluss von Energieeffizienz auf den Gebäudewert



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von JLL (2022) und immowelt.de (2024).



5. FAZIT UND SCHLUSSFOLGERUNGEN

Aufgrund der vielfältigen Einflussfaktoren auf die Wirtschaftlichkeitsberechnung einer Gebäudesanierung sind ein genauer Blick und transparente Zahlen wichtig für eine sachliche Debatte. Diese Studie hat den aktuellen Stand des aktuellen gesetzlichen Rahmens, von Kosten und Klimawirkung auf Ebene von Einzelgebäuden zusammengetragen und kann dadurch noch Lücken in der Finanzierung und bei politischen Instrumenten identifizieren. Im Folgenden wird für verschiedene Teile der Ergebnisse ein Fazit gezogen, aus dem politische Empfehlungen erarbeitet werden.

Für alle betrachteten Konstellationen gilt, dass die Investitionen langfristig als Versicherung gegen Kostenrisiken der Zukunft zu sehen sind. Steigende Netzentgelte im Gasnetz und steigende CO₂-Preise sind heute schon absehbar, Unsicherheiten bei den Energiepreisen sind auch in Zukunft nicht auszuschließen. Effiziente Gebäude sind all diesen Risiken nur in deutlich verringertem Maße ausgesetzt.



Einfamilienhäuser

Die Summe der Gesamtkosten (Investitionskosten für Gebäude und Anlagen, Betriebs-, Wartungs- und Energiekosten, Steuern und Abgaben etc.) von EFH bis 2045 ist in allen untersuchten Optionen durch eine energetische Sanierung gesunken. Die Maßnahmen amortisieren sich innerhalb der Lebensdauer der jeweiligen Bauteile. Die bestehenden Förderprogramme werden in der Rechnung berücksichtigt.

Trotz dieser wirtschaftlich recht eindeutigen Ergebnisse ist festzustellen, dass die Sanierungsquote im EFH-Bereich deutlich zu niedrig ist, um das Ziel eines klimaneutralen Gebäudebestandes bis 2045 erreichen zu können. Hierfür bedarf es einer gezielten Weiterentwicklung der bestehenden Landschaft von Politikinstrumenten. Ein auf EU-Ebene kontrovers diskutierter Weg sind Mindesteffizienzstandards für Gebäude (MEPS). Mit der aktuellen EU-Gebäuderichtlinie (EPBD) wurden diese für Nichtwohngebäude bereits beschlossen. Im Bereich der Wohngebäude gestaltet sich die Frage vorwiegend aufgrund sozialer Abwägungen deutlich komplexer. Zumindest anlassbezogene MEPS bei Verkauf oder sonstiger Eigentumsänderung (z. B. Erbe) können ein effektives Instrument darstellen, um zusätzlich zu den bereits bestehenden finanziellen Anreizen auch weitere Gründe für eine Sanierung zu schaffen. Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass solche Verpflichtungen zu Sanierungen nicht nur klimapolitisch notwendig, sondern auch wirtschaftlich sinnvoll sind. Die hohen Investitionen sind jedoch für viele Haushalte eine große Hürde.¹⁴ Verpflichtende Sanierungen bergen die

14 IKEM (2022): Rechtliche Prüfung von Maßnahmen im Bereich Gebäude und Kreislaufwirtschaft. Juristische Kurzstudie im Auftrag des WWF Deutschland.

5. FAZIT UND SCHLUSSFOLGERUNGEN

Gefahr, betroffene Haushalte in finanzielle Schieflage zu bringen – sozial verträgliche Klimaschutzpolitik sollte diese Hürde aktiv aufgreifen und dazu beitragen, dass möglichst alle von den ökonomischen Vorteilen der Sanierung profitieren können. Besondere Unterstützung benötigen hier einkommensschwache Haushalte sowie ältere Eigentümer:innen. Diese haben oft Schwierigkeiten, einen Kredit zu finden. Geeignete Ansätze beginnen bei der Einführung des Einkommensbonus auch für Gebäudesanierungen (vergleichbar zur aktuellen Förderung von EE-Heizungen) und reichen bis hin zur (vollen) Übernahme der Investitionskosten durch den Staat mit vereinbartem Tilgungsplan (beispielsweise über höhere Steuerbelastung). Darüber hinaus können weitere Modelle zur Risikoübernahme durch den Staat helfen. So kann eine staatliche Absicherung den Zugang einkommensschwacher Haushalte oder älterer Hausbesitzer:innen zu Krediten erleichtern.

Als eine gute Planungsgrundlage für eine kosteneffiziente und gesamtheitliche Modernisierung eines Gebäudes empfiehlt sich die Erstellung eines individuellen Sanierungsfahrplans (iSFP) im Zuge einer professionellen Energieberatung.





Mehrfamilienhäuser

Sanierungen im Gebäudebestand von MFH sind aktuell nur teilweise wirtschaftlich. Insbesondere beim Einsatz eines neuen Erdgaskessels liegen die Gesamtkosten fast immer über den Kosten des unsanierten Ausgangszustands mit Bestandskessel. Diese Variante stellt allerdings klimapolitisch eine Sackgasse dar, weshalb sich hieraus kein politischer Handlungsbedarf ergibt. Beim Wechsel auf eine Wärmeversorgung auf Basis erneuerbarer Energien sinken die Gesamtkosten durch die Sanierung. Unabhängig von der Gesamtrechnung einzelner betrachteter Fälle ist jedoch über alle berechneten Optionen ein Zusammenhang offensichtlich: Die Einnahmen aus der Modernisierungsumlage für Vermieter:innen von MFH sind höher als die annuisierten Kosten der Maßnahmen selbst. Für Vermieter:innen ist Sanierung also in allen betrachteten Sanierungsfällen lohnend. Dennoch ist auch bei Mehrfamilienhäusern eine deutlich zu niedrige Sanierungsrate zu beobachten, was dafür spricht, dass finanzielle Vorteile allein für vermietende Eigentümer:innen keinen ausreichenden Anreiz zur Sanierung darstellen. Aber auch finanzielle Gründe, die nicht in dieser Rechnung betrachtet wurden, können ein Hemmnis für mehr Sanierung sein. So ist denkbar, dass für vermietende Eigentümer:innen finanziell attraktivere Handlungsalternativen bestehen als eine energetische Modernisierung des Gebäudes. Weiterhin wurde bei den Berechnungen davon ausgegangen, dass die volle Modernisierungsumlage erhoben wird und die Vermietbarkeit des Gebäudes hierdurch nicht negativ beeinflusst wird. In dem aktuell von Knappheit geprägten Wohnungsmarkt mag dies an vielen Orten durchsetzbar sein. Übersteigt das Wohnungsangebot die Nachfrage, so wird die Erhebung der vollen Modernisierungsumlage nicht mehr vollumfänglich möglich sein. Darüber hinaus verfügen viele Wohnungsunternehmen nicht über ausreichendes Eigenkapital und Sicherheiten zur Finanzierung. Auch hier ist eine neu strukturierte Förderung empfehlenswert.

Den Kostenvorteilen bei den Vermieter:innen stehen jedoch deutliche Mehrkosten für Mieter:innen gegenüber. Dies ist besonders relevant, weil gerade bei einkommensschwächeren Miethaushalten die prozentual höchsten Energiekosten anfallen und der Bedarf an Sanierung daher am höchsten wäre.¹⁵ Mieter:innen müssen also deutlich entlastet werden, um die Wärmewende sozial gerecht zu gestalten und damit auch für mehr Akzeptanz zu sorgen.

¹⁵ DIW (2024): Sanierung sehr ineffizienter Gebäude sichert hohe Heizkostenrisiken ab, DIW Wochenbericht 19 / 2024, S. 279–286, Berlin.



Für den Mietwohnungsbereich bleibt es nach wie vor eine große Herausforderung, ein Modell zu finden, bei dem die Warmmieten möglichst unverändert bleiben (Warmmietenneutralität) und gleichzeitig gute finanzielle Anreize für die energetische Gebäudesanierung für die Eigentümer:innen bestehen.

Für den Mietwohnungsbereich bleibt es nach wie vor eine große Herausforderung, ein Modell zu finden, bei dem die Warmmieten möglichst unverändert bleiben (Warmmietenneutralität) und gleichzeitig gute finanzielle Anreize für die energetische Gebäudesanierung für die Eigentümer:innen bestehen. Die Warmmietenneutralität lässt sich letztlich nur herstellen, indem die von den Mieter:innen zu zahlende Modernisierungsumlage auf das Niveau der Energiekosteneinsparung reduziert wird. Ohne weitere Veränderungen an der Fördersystematik führt dies zu einer deutlichen Schmälerung der finanziellen Anreize für die Vermieter:innen. Dem kann beispielsweise durch höhere Fördersätze im vermieteten Wohngebäudebestand sowie soziale Staffelung der Förderquoten entgegengesteuert werden. Ein denkbarer Lösungsansatz zur fairen Kostenteilung ist das sogenannte Drittelmodell.¹⁶ Dieses stellt durch eine Reduktion der Modernisierungsumlage für die Mieter:innen Warmmietenneutralität her und stärkt den Investitionsanreiz für Vermieter:innen durch erhöhte Fördersätze und den Verbleib der Förderung bei den Vermieter:innen.¹⁷

Wie auch bei den EFH kann die Einführung von Mindesteffizienzstandards zur Beschleunigung der Sanierungstätigkeit beitragen. Da MFH deutlich seltener verkauft/vererbt werden, bedarf es hier allerdings anderer Auslösetatbestände zum Greifen der Mindestanforderungen wie beispielsweise eines zeitlich progressiven Stufenmodells. Allerdings gelten hier die gleichen Erwägungen wie bei den EFH – für Vermieter:innen und Mieter:innen müssen die durch MEPS ausgelösten baulichen Maßnahmen leistbar sein. Die Frage der Förderung und Kostenteilung sollte bei Überlegungen zu MEPS dringend mitgedacht werden.

¹⁶ ifeu (2024): Klimaschutz in Mietwohnungen: Modernisierungskosten fair verteilen. Berlin.

¹⁷ Aktuell müssen Vermieter:innen die erhaltenen Fördermittel in voller Höhe in Form einer reduzierten Modernisierungsumlage an die Mieter:innen weitergeben. Dadurch haben die Fördermittel keine direkte Anreizwirkung auf die Vermieter:innen.



Biomasse als Energieträger für Heizungen

**Heizungen mit Holz/
Biomasse als Energie-
träger sind weder aktuell
noch langfristig klima-
neutral und je nach
Rechenmethode sogar
klimaschädlicher als ein
Kessel, der mit fossilem
Erdgas betrieben wird.**

In vielen der dargestellten Ergebnisse sowohl bei EFH als auch bei MFH ist die Option mit Pelletkessel vorteilhaft, manchmal sogar die wirtschaftlichste Option. Gerade auch nach den im vergangenen Jahr geschürten (jedoch weitestgehend unbegründeten) Unsicherheiten bezüglich der Nutzung der Wärmepumpe besteht aktuell eine hohe Nachfrage nach dem Heizen mit Holz.

Wie in ► Kapitel 3.6.5 dargestellt, sind Heizungen mit Holz/Biomasse als Energieträger aber weder aktuell noch langfristig klimaneutral und je nach Rechenmethode sogar klimaschädlicher als ein Kessel, der mit fossilem Erdgas betrieben wird. Darüber hinaus sind die nachhaltig erzeugbaren Mengen an energetisch nutzbarer Biomasse begrenzt und es gehen teils verheerende ökologische Einbußen für den Naturraum mit der Holznutzung einher. Ein rationaler Umgang mit diesem ökologisch wertvollen und auch künftig sehr gefragten Gut hat schon heute Priorität. Da Biomasse im Bereich der Energiewirtschaft (Strom und Fernwärme) und insbesondere im Industriesektor absehbar eine deutlich größere Rolle spielen dürfte, wird in allen großen Szenarien-Studien von einer intensiven Nutzung von Biomasse zum Heizen abgesehen. Eine gesteigerte Pellet- und Holznachfrage aus Energiewirtschaft und Industrie dürfte zu höheren Pelletpreisen führen. Der Effekt lässt sich jedoch nicht präzise beziffern.

Die politischen Rahmenbedingungen spiegeln diese Erwägungen bislang nicht wider. Pellets als Energieträger werden verschiedentlich über steuerliche Entlastungen subventioniert. So liegt der Mehrwertsteuersatz für Biomasse im Gegensatz zu allen anderen Energieträgern dauerhaft bei einem reduzierten Satz von sieben Prozent. Weiterhin unterliegt Biomasse weder einer Energiesteuer noch wird – trotz bestehender und unterschätzter Emissionen – ein CO₂-Preis nach BEHG fällig. Ausgehend von einem CO₂-Preis von 60 Euro pro Tonne und einem zum Erdgas vergleichbaren Energiesteuersatz von 0,55 Cent pro Kilowattstunde sowie dem regulären Mehrwertsteuersatz liegt die Entlastung von Pellets bei aktuell gut 3,5 Cent pro Kilowattstunde. Letztlich handelt es sich hierbei um umwelt- und klimaschädliche Subventionen, deren Fortbestand hinterfragt werden muss. Um die politische Steuerungswirkung in Richtung der zielkompatiblen Szenarien zu lenken, liegt eine Gleichbehandlung bei den Steuern und Abgaben auf Biomasse für die Wärmeerzeugung nahe. Wie auch alle anderen Energieträger sollten Mehrwertsteuer, CO₂-Preis und Energiesteuer auf gleichem Niveau sein, um die begünstigte Stellung dieses nur teilweise zielkompatiblen Brennstoffes zu korrigieren. Würden diese umwelt- und klimaschädlichen Subventionen abgebaut werden, verteuert sich die Nutzung der Pelletheizung und dies macht sie in allen Fällen unattraktiver. Die Mehreinnahmen aus dem Subventionsabbau könnten etwa rückgeführt werden in die Förderung von (tiefgreifenden) Sanierungsmaßnahmen.



6. METHODIK UND DATENGRUNDLAGE

6.1 GEBÄUDE

6.1.1 Beispielgebäude

Die Grundlage der Berechnungen bildet eine Auswahl möglichst repräsentativer Gebäude. Voraussetzung sind Gebäudetypen, die energetisch noch komplett unsaniert sind (d. h. es wurden lediglich einzelne Fenster oder Türen ausgetauscht). Ein Großteil der Gebäude im deutschen Gebäudebestand stammt aus dem Bauboom in den Jahrzehnten nach dem zweiten Weltkrieg. Um möglichst standardisierte und nachvollziehbare Zahlen zu verwenden, wurden Gebäude aus der Gebäudetypologie des Instituts Wohnen und Umwelt (IWU; Tabula) ausgewählt.¹⁸

Ein- bis Zweifamilienhäuser nehmen einen Anteil von etwa 46 Prozent der Wohnungen und knapp 60 Prozent der Gebäudefläche im deutschen Gebäudebestand ein.

Zum einen wurde für die Berechnungen das Einfamilienhaus Typ D.N.SFH.05.Gen verwendet. Dieses wurde zwischen 1958 und 1968 errichtet und ist unsaniert. Mit einer Größe von 121 Quadratmetern und einer einzelnen Wohnung weist es einen spezifischen Heizwärmebedarf von 163,4 Kilowattstunden pro Quadratmeter pro Jahr auf und ist somit der Effizienzgruppe F zugeschrieben. Dieser Gebäudetyp wird fast immer dezentral beheizt, wobei aktuell häufig Öl oder Gas zum Einsatz kommen. Zukünftig sehen Szenarien wie beispielsweise im Hintergrundpapier für die Gebäudestrategie des BMWK für diesen Gebäudetyp vorrangig Wärmepumpen vor.¹⁹ Ein- bis Zweifamilienhäuser nehmen einen Anteil von etwa 46 Prozent der Wohnungen und knapp 60 Prozent der Gebäudefläche im deutschen Gebäudebestand ein (Ebert et al. [2020]).

Zum anderen wurde das Mehrfamilienhaus D.N.MFH.06.Gen aus der gleichen Datenbank zugrunde gelegt. Dieses Gebäude wurde zwischen 1968 und 1978 errichtet und ist ebenfalls unsaniert. Mit einer Größe von 426 Quadratmetern und acht Wohnungen hat es einen spezifischen Heizwärmebedarf von 131 Kilowattstunden pro Quadratmeter pro Jahr. Das Gebäude ist der Effizienzgruppe E zugeschrieben. Dieser Gebäudetyp ist eher in städtischen Gebieten zu finden, jedoch vor allem in den neuen Bundesländern auch oft in ländlichen Gebieten. Im Gegensatz zum Einfamilienhaus ist dieses Gebäude häufiger auch an die Fernwärme angeschlossen. Die Entscheidung für diesen Gebäudetyp mittlerer Größe fiel deshalb, da noch größere Gebäude zu einem deutlich größeren Anteil an die Fernwärme angeschlossen sind. Nach Ebert et al. (2020) sind unter den Mehrfamilienhäusern mit drei bis neun Wohnungen beispielsweise nur knapp 15 Prozent an die Fernwärme angeschlossen, unter den Mehrfamilienhäusern mit mehr als

¹⁸ Loga et al. (IWU) (2015): Deutsche Wohngebäudetypologie, beispielhafte Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz von typischen Wohngebäuden (zweite erweiterte Auflage). Darmstadt.

¹⁹ Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (2023): Hintergrundpapier für die Gebäudestrategie Klimaneutralität 2045. Berlin.

Mittelgroße Gebäude werden in Zukunft häufig auch an dezentralen Erzeugern hängen, insbesondere an Wärmepumpen.

neun Wohnungen dagegen 42 Prozent. Zudem bietet es sich vor allem bei den größeren Mehrfamilienhäusern an, diese zukünftig an die Fernwärme anzuschließen (in dieser Studie nicht untersucht). Mittelgroße Gebäude werden aber in Zukunft häufig auch an dezentralen Erzeugern hängen, insbesondere an Wärmepumpen. Mittelgroße Mehrfamilienhäuser mit drei bis zwölf Wohneinheiten machen einen Anteil von etwa 39 Prozent der Wohnungen und 31 Prozent der Wohnfläche im deutschen Gebäudebestand aus (Ebert et al. [2020]).

6.1.2 Wahl der Sanierungsstufen

Der Grundzustand aller in der Analyse betrachteten Gebäude ist der unsanierte Fall. Darüber hinaus wurden **drei Sanierungsstufen** mit aufsteigender Qualität in Betracht gezogen.

1. Die erste Stufe umfasst Einzelmaßnahmen, das heißt, es wurden im betrachteten Gebäude nur einzelne Bauteile saniert, die die energetische Qualität des Gebäudes verbessern. Diese Maßnahmen sind in der Regel vergleichsweise kostengünstig, allerdings verbessern sie den Effizienzstandard des Gebäudes nicht wesentlich. Für beide Gebäudetypen wurde angenommen, dass die Modernisierung aller Fenster und die Dämmung der obersten Geschossdecke durchgeführt wurden. Die Dämmung der obersten Geschossdecke ist bereits eine anlasslose gesetzliche Pflicht, die jedoch oftmals noch nicht umgesetzt wird.
2. Die zweite Stufe beinhaltet eine Vollsanierung auf den EH 70. Dieser Standard wird aktuell häufig bei Sanierungen erreicht.
3. Die dritte und letzte Stufe beinhaltet eine Vollsanierung auf EH 55. Dieser Standard ist noch deutlich ambitionierter. Alle Bauteile müssen aufeinander abgestimmt werden und meist ist eine Lüftung mit Wärmerückgewinnung nötig. Aus Klimaschutzsicht ist dies die beste der betrachteten Sanierungsstufen.

6.1.3 Baukosten

Betrachtet man die Investitionskosten einer baulichen Maßnahme, die eine höhere Energieeffizienz des Gebäudes zur Folge hat, als dieses vorher aufwies, so müssen die Kosten differenziert betrachtet werden. Man spricht von **Vollkosten**, um die gesamten Investitionskosten auszuweisen, die für die Maßnahme anfallen. Dies ist letztlich der Betrag, der auch auf der Rechnung steht. Diese Vollkosten sind die Summe aus sogenannten **Ohnehin-Kosten** und den **energiebedingten Mehrkosten**. Ohnehin-Kosten bezeichnen den geschätzten Betrag, der für die Instandhaltung des jeweiligen Bauteils nötig wäre, ohne höhere Effizienz zu erreichen. Die energiebedingten Mehrkosten schließlich sind die Differenz aus Vollkosten und Ohnehin-Kosten und beschreiben daher ausschließlich den Mehrwert der Effizienzmaßnahme.

Für den Vergleich verschiedener Sanierungsoptionen wurden nur die energiebedingten Mehrkosten verglichen.

Die Instandhaltungskosten sind in allen Optionen (sowohl mit energetischer als auch ohne energetische Sanierung) gleich und sollten auch nicht mit Energieeinsparungen verrechnet werden, sondern mit entsprechenden Anteilen der Kaltmiete oder Instandhaltungsrücklagen.



BEISPIEL KOSTENBETRACHTUNG VON BAUKOSTEN

Ein Fenster mit Zwei-Scheiben-Verglasung soll durch ein neues gleichwertiges ersetzt werden. Dafür würden 700 Euro Kosten anfallen.

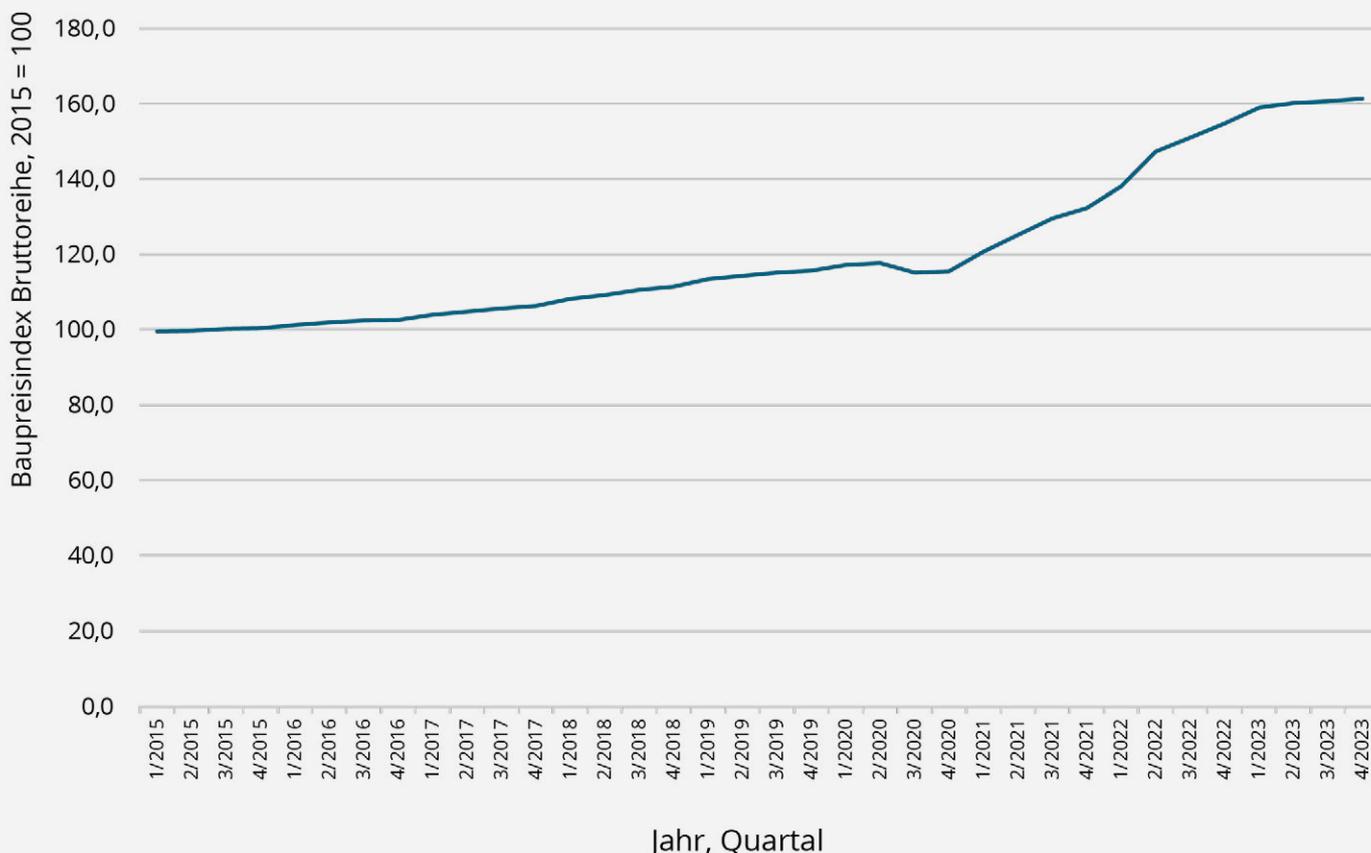
Ein neues Fenster mit Drei-Scheiben-Verglasung und gedämmtem Rahmen kostet dagegen 1.000 Euro.

Die Vollkosten sind im Falle des effizienteren Fensters 1.000 Euro, die Ohnehin-Kosten betragen 700 Euro und die energiebedingten Mehrkosten betragen 300 Euro.

6. METHODIK UND DATENGRUNDLAGE

Zur Höhe der Baukosten gibt es verschiedene Quellen, die zu unterschiedlichen Zeitpunkten erhoben und veröffentlicht wurden. Wichtig ist daher eine Standardisierung auf den aktuellen Zeitpunkt. Zudem können sich Baukosten regional stark unterscheiden, sodass möglichst Durchschnittswerte verwendet werden sollten. Dafür ist der **Baupreisindex** eine relevante Größe, der die durchschnittliche Entwicklung der Baukosten in Deutschland widerspiegelt und quartalsweise vom Baukosteninformationszentrum Deutscher Architektenkammern (BKI) erhoben wird. Die Normierung von Preisen auf Basis dieses Index ist insbesondere unumgänglich, da in den Jahren 2020 bis 2022 eine enorme und überdurchschnittliche Erhöhung der Baupreise über alle Gewerke hinweg zu beobachten war. Seit Beginn 2023 hat sich die Entwicklung der Preise wieder auf ein Niveau eingependelt, das etwa mit der Dynamik vor der Pandemie zu vergleichen ist. Wie in Abbildung 12 dargestellt ist, kostet die gleiche bauliche Maßnahme über 60 Prozent mehr als dies noch im Jahr 2015 der Fall war.

Abbildung 12: Entwicklung der Baupreise in den Jahren 2015 bis 2024



Quelle: Eigene Darstellung nach BKI (2024).

Grundlage für die Hochrechnung sind Baukosten, die in verschiedenen vergleichbaren Studien und Berechnungen verwendet werden: Das IWU hat schon im Jahr 2010 auf Basis zahlreicher Förderanträge und damit eingereichter detaillierter Informationen zu Energiekennzahlen und Baukosten eine umfassende Datenbank erstellt und ausgewertet. Diese Zahlen wurden im Auftrag der Deutschen Energie-Agentur (dena) berechnet und je nach Gebäudetyp in den Jahren 2010 und 2011 veröffentlicht (siehe dena [2010] und dena [2021]).²⁰ In den folgenden Jahren sind diese Zahlen vom IWU auch regelmäßig aktualisiert worden (bspw. IWU [2016]).²¹

Die letztendlich verwendeten Zahlen in dieser Studie sind nun die Zahlen aus den genannten dena-/IWU-Studien, die mit dem **Baukostenindex auf das Jahr 2024 hochgerechnet** wurden. Berücksichtigt werden wie oben beschrieben nur die energiebedingten Mehrkosten einer Modernisierung eines unsanierten Gebäudes auf verschiedene Effizienzstandards wie in folgender Tabelle dargestellt.

Tabelle 4: Energiebedingte Mehrkosten verschiedener Effizienzklassen

Energiebedingte Mehrkosten (2024)	Einfamilienhaus	Mehrfamilienhaus
Effizienzhaus 70	336 Euro/m ²	303 Euro/m ²
Effizienzhaus 55	450 Euro/m ²	409 Euro/m ²

Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis von dena (2010), dena (2021), IWU (2016) und BKI (2024).

Als zusätzliche Stufe wurden noch Effizienzsteigerungen durch „Einzelmaßnahmen“ berücksichtigt. Hier wird kein konkreter Effizienzstandard erreicht, sondern es werden nur bestimmte niederschwellige Maßnahmen durchgeführt: konkret der Tausch aller alten Fenster durch neue energieeffiziente Varianten sowie die Dämmung der obersten Geschosdecke. Beide Maßnahmen sind vergleichsweise günstig, sparen dafür aber auch nur begrenzt Energie ein. Die Kosten hierfür wurden durch Recherche aktueller Baukosten konkreter Bauteile zusammengetragen.

Um die vorhandenen Mehrkosten abzufedern, gibt es mit der BEG staatliche Unterstützung. Diese wurde ebenfalls in der Rechnung berücksichtigt. Für das Erreichen des EH-70-Standards werden die baulichen Maßnahmen mit zehn Prozent der Investitionssumme gefördert, bei Erreichen des EH-55-Standards beträgt der Förderanteil 15 Prozent. Die Durchführung von Einzelmaßnahmen ohne Erreichen eines bestimmten Standards wird ebenfalls mit 15 Prozent gefördert.

²⁰ dena (2010): dena-Sanierungsstudie. Teil 1: Wirtschaftlichkeit energetischer Modernisierung im Mietwohnungsbestand.

²¹ IWU (2016): : Häuser sparsamer als verlangt - Investive Mehrkosten bei Neubau und Sanierung.

6.1.4 Energieeinsparungen der Sanierung

Neben den Annahmen zu den Kosten der Sanierung braucht es auch Annahmen darüber, wie viel Energie die unterschiedlichen Sanierungen einsparen. Die Energieverbräuche je Fall werden in Tabelle 5 dargestellt. Für den unsanierten Fall entsprechen die Werte den Angaben in Loga et al. (IWU, 2015) zu den ausgewählten Typgebäuden. Die Einsparungen der Einzelmaßnahmen wurden mittels des Efficiency-First-Rechners (Fraunhofer ISI/BfEE [2019]) abgeschätzt.²² Die Energiebedarfe der EH-70 und EH 50-Fälle wurden anhand von Beispielen in Loga et al. (IWU, 2015) und eigenen Annahmen angesetzt.

Tabelle 5: Heizwärmebedarf je Gebäudetyp und Sanierungszustand (Raumwärme + Warmwasser)

Heizwärmebedarf in kWh/m ² a	Unsaniert	Sanierung Einzelmaßnahmen	Sanierung EH 70	Sanierung EH 55
Einfamilienhaus	163	125	51	41
Mehrfamilienhaus	131	99	49	33

Quelle: Loga et al. (IWU, 2015); Fraunhofer ISI/BfEE (2019); eigene Berechnungen.



22 Fraunhofer ISI/BfEE (2019): Leitfaden und Rechner Efficiency First.

6.1.5 Anpassung der Energiebedarfswerte

Die Einsparung nach einer Sanierung ist in realen Gebäuden oft kleiner als berechnet. Dies kann eine Vielzahl von Gründen haben, wie beispielsweise unterschiedliches Nutzerverhalten oder geringe Abweichungen der Rechenmethodik der DIN V 18599 von realen Bauteilen und Nutzungen.

Einer der größten Faktoren ist, dass in schlecht gedämmten Gebäuden oftmals nicht alle Räume beheizt werden und auch nicht immer zu festen Zeiten, wie die Normberechnung dieses vorsehen würde. Dies führt zu realen Energieverbräuchen, die oft kleiner als berechnet sind. Nach einer Sanierung hingegen wird oft festgestellt, dass Verbräuche höher als berechnet sind. Hier ist ein erhöhter Heizverbrauch, auch bekannt als Rebound-Effekt, aufgrund der komfortableren Beheizung und eines niedrigeren wahrgenommenen Umwelteinflusses zu beobachten.

Alle diese Einflussfaktoren wurden 2019 im Auftrag des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) durch das IWU genauer untersucht.²³ Für eine Gesamtzahl von 2.856 Gebäuden wurden die Energiebedarfe berechnet und der reale Verbrauch damit verglichen. Aus Regressionen des Energieverbrauchs auf den Energiebedarf dieser Gebäude sind Formeln für die Umrechnung von Energiebedarf in Verbrauch entstanden, die im Rahmen dieses Vorhabens verwendet wurden (vgl. Abb. 118 aus BBSR [2019]). Für die Berechnung der Wirtschaftlichkeit sind ausschließlich reale Verbräuche relevant, weshalb alles von Bedarf auf Verbrauch umgerechnet wurde. Die Einsparungen bei der Modernisierung eines unsanierten Gebäudes auf einen höheren Energieeffizienzstandard sind dadurch in sämtlichen untersuchten Fällen kleiner geworden, als dies durch den berechneten Energiebedarf der Fall gewesen wäre.

²³ Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) (Hrsg.) (2019): Berücksichtigung des Nutzerverhaltens bei energetischen Verbesserungen. BBSR-Online-Publikation 04/2019. Bonn.

6.2 WÄRMEERZEUGER

6.2.1 Wahl der Wärmeerzeuger

Um eine gute Vergleichbarkeit zwischen den Rechnungen bei beiden Beispielgebäuden sicherzustellen, wurde die gleiche Auswahl an Wärmeerzeugern getroffen. Bei dem Einfamilienhaus im Bestand handelt es sich fast ausschließlich um dezentrale Heizsysteme, daher wurde die Fernwärme in allen Fällen nicht berücksichtigt.

Der erste Wärmeerzeuger ist ein Gaskessel, der vor dem Inkrafttreten des GEG eingebaut wurde. Daher besteht für diesen Gaskessel noch keine Verpflichtung zur Nutzung nicht-fossiler Brennstoffe, insbesondere Biomethan.

Der zweite Wärmeerzeuger ist ein neuer Gaskessel, der nach dem 01.01.2024 und somit nach dem Inkrafttreten des novellierten GEG eingebaut wurde. Dieser Gaskessel darf heute noch normal betrieben werden, jedoch müssen ab dem Jahr 2029 anfangs 15 Prozent und später zunehmend mehr nicht-fossile Brennstoffe verwendet werden. Mit steigendem Sanierungszustand wurde dieser Wärmeerzeuger in den Berechnungen kleiner dimensioniert. **Es wurde angenommen, dass die Anschaffung und die Sanierung zeitgleich stattfinden.** Der dritte Wärmeerzeuger ist ein Pelletkessel, bei dem auch Umfeldarbeiten (siehe auch ►Abschnitt 6.2.2) wie beispielsweise die Errichtung eines Pelletspeichers berücksichtigt wurden. Der vierte Wärmeerzeuger ist eine Wärmepumpe, bei der Umfeldmaßnahmen wie der Austausch einzelner Heizkörper, die Anschaffung eines größeren Wärmespeichers und Elektroarbeiten berücksichtigt wurden. Die Kosten und weitere Eigenschaften der vier betrachteten Erzeuger werden in ►Abschnitt 6.2.2 dargestellt.

6.2.2 Dimensionierung

In den Berechnungen dieser Studie wurde angenommen, dass die Sanierung zur gleichen Zeit wie der Wechsel des Wärmeerzeugers erfolgt. Da der Heizwärmebedarf bei verbessertem Sanierungszustand sinkt, können bei höherer Sanierungsstufe auch kleiner dimensionierte Heizungsanlagen eingebaut werden, was wiederum Kosten einspart. Eine Ausnahme bildet hier der betrachtete Fall des alten Gaskessels, der vor Einführung des neuen GEG, also vor dem 01.01.2024 eingebaut wurde: Hier ist der Gaskessel bereits eingebaut und die Sanierung erfolgt zu einem späteren Zeitpunkt, sodass die Dimensionierung und Kosten des Gaskessels in allen vier Fällen gleich bleiben.

Die angenommenen Anlagenleistungen je nach Gebäudetyp und Sanierungsstufe sind Tabelle 6 zu entnehmen. Im unsanierten Fall beträgt die Anlagenleistung zwölf Kilowattstunden im EFH bzw. knapp 25 Kilowattstunden im MFH. Diese Leistungen ergeben sich aus Annahmen über Vollbenutzungsstunden von 1.800 Stunden im EFH und 2.500 Stunden im MFH und den angenommenen Heizwärmeverbräuchen (siehe oben). Beim EFH wurde angenommen, dass die Vollbenutzungsstunden ebenfalls mit der Sanierungstiefe sinken, und zwar auf 1.750 Stunden bei Sanierung auf EH 55.

Tabelle 6: Anlagenleistung der Wärmerzeuger nach Fall (in kW)

Anlagenleistung in kW	Unsaniert	Sanierung Einzelmaßnahmen	Sanierung EH 70	Sanierung EH 55
EFH	12,0	9,4	4,5	3,9
MFH	24,9	19,4	10,9	8,2

Quelle: Eigene Berechnungen.

6.2.3 Kosten und technische Annahmen der Wärmeerzeuger

Die Annahmen bezüglich der Kosten sowie technischen Parameter der Heizungsanlagen wurden aus dem Technikkatalog für den Bundesleitfaden Kommunale Wärmeplanung²⁴ abgeleitet. Tabelle 7 gibt einen Überblick über die verwendeten Parameter in den unsanierten Fällen.

²⁴ Prognos et al. (2024): Technikkatalog zum Leitfaden Wärmeplanung im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz und des Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB), Veröffentlichung vsl. im Juli.

6. METHODIK UND DATENGRUNDLAGE

Tabelle 7: Techno-ökonomische Parameter der Wärmeerzeuger im unsanierten Fall

	Gaskessel		Pelletkessel		Luft-Wärmepumpe	
	EFH	MFH	EFH	MFH	EFH	MFH
Gebäude	EFH	MFH	EFH	MFH	EFH	MFH
Leistung [kW]	12	25	12	25	12	25
Wirkungsgrad/JAZ	93 %	93 %	90 %	90 %	300 %	300 %
Lebensdauer [Jahre]	20	20	20	20	15	15
Spez. Investitionskosten [Euro/kW]	711	390	1.303	889	2.408	2.106
Umfeldmaßnahmen (Heizflächenaustausch, Schornsteinertüchtigung, hydraulischer Abgleich) [Euro]	3.946	4.994	4.708	6.731	7.622	12.630
Weitere Kosten (Pufferspeicher, Pelletlager)			5.118	8.632	1.220	2.054
Fixe Betriebskosten [Euro/kW/a]	21	12	78	53	43	30
Anschaffungskosten gesamt	12.002	14.705	25.420	37.473	37.650	67.072

Anmerkung: Alle Kosten inkl. MwSt. und Preisbasis 2023.

Quelle: Prognos et al. (2024): Technikkatalog zum Leitfaden Wärmeplanung im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz und des Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB), Veröffentlichung vsI. im Juli.

Entsprechend dem Technikkatalog wurden neben den reinen Anlagenkosten auch Umfeldmaßnahmen für die Installation von Heizungssystemen berücksichtigt. Dies umfasst bei allen Heizungsanlagen beispielsweise den hydraulischen Abgleich, bei den Kesseln die Kosten für die Schornsteinertüchtigung sowie bei der Wärmepumpe Kosten für den Austausch einzelner Heizflächen. Zudem wurden Kosten für Pufferspeicher beim Pelletkessel und bei der Wärmepumpe sowie Kosten für das Pelletlager berücksichtigt.

In den sanierten Fällen passen sich einige der Annahmen aus Tabelle 4 an. Aufgrund der geringeren Leistung sinken die Anschaffungskosten für die Wärmeerzeuger, auch wenn durch die kleinere Anlagendimensionierung die spezifischen Kosten pro Kilowatt steigen (vgl. Kostenkurven im Technikkatalog). Beispielsweise sinken die gesamten Anschaffungskosten für das Heizungssystem im Fall einer Sanierung auf EH 55 auf 9.195 Euro beim Gaskessel, 14.860 Euro beim Pelletkessel und 16.167 Euro bei der Wärmepumpe im EFH. Gerade bei der Wärmepumpe können so die Anschaffungskosten des Wärmeerzeugers mehr als halbiert werden. Ebenso sinken die fixen Betriebskosten mit geringerer Leistung in den sanierten Fällen (trotz steigender spezifischer Kosten). Die Annahmen über die Lebensdauer sowie die Wirkungsgrade der Kessel bleiben gleich über alle Fälle.

Bei der Wärmepumpe wurde dagegen berücksichtigt, dass die Effizienz der Wärmepumpe bei höherem Effizienzniveau des Gebäudes steigt, beispielsweise durch Einbau von Fußbodenheizungen, die geringere Vorlauftemperaturen und dadurch eine höhere Jahresarbeitszahl ermöglichen. Die Jahresarbeitszahl steigt daher **moderat** mit der Sanierungstiefe (auf bis zu 3,75 bei Sanierung auf EH 55, vgl. auch Prognos et al. [2024]). Außerdem wurde angenommen, dass im unsanierten Fall ein in der Wärmepumpe integrierter Heizstab noch drei Prozent des Wärmeverbrauchs deckt, aber dass auch dieser Anteil bei verbesserter Dämmung sinkt (auf null Prozent bei Sanierung auf EH 55). Allgemein entsprechen die Annahmen zur Effizienz der Wärmepumpe praxisnahen Durchschnittswerten und können je nach Heizkörpern, Wärmequelle, Außentemperatur und Heizverhalten auch höher liegen.

Sanierung und Heizungstausch werden durch die BEG gefördert. Gaskessel werden nicht gefördert.

Wie bei der Sanierung wird auch der Einbau von emissionsarmen Wärmeerzeugern durch die BEG gefördert. Für die Wärmepumpe wurde eine Förderung von 50 Prozent der gesamten Anschaffungskosten unter Beachtung der jeweiligen Höchstgrenzen der förderfähigen Kosten angesetzt. Dies entspricht der Grundförderung in Höhe von 30 Prozent zuzüglich des Geschwindigkeitsbonus in Höhe von 20 Prozent. Beim Pelletkessel wurde ein Fördersatz von 30 Prozent angesetzt, da der Geschwindigkeitsbonus hier nur gewährt wird, wenn der Pelletkessel mit einer PV-Anlage kombiniert wird. Der Einkommensbonus in Höhe von zusätzlich 20 bis 30 Prozent, der Haushalten mit geringem Einkommen beim Einbau einer Wärmepumpe oder eines Pelletkessels gewährt wird, wurde hier nicht berücksichtigt. Dadurch könnten die Investitionskosten real nochmals geringer ausfallen, was sich wiederum positiv auf die Wettbewerbsfähigkeit dieser Optionen auswirkt. Der Gaskessel erhält keine Förderung durch die BEG.

6.2.4 Energiepreise

Die verwendeten Energiepreise sind Tabelle 8 zu entnehmen. Sie basieren auf Modellrechnungen von Prognos, die aus Preisen der Terminmärkte für die nähere Zukunft und Preisen aus dem World Energy Outlook 2023 für die weitere Zukunft abgeleitet wurden. Die Energiepreise haben den Stand März 2024 und berücksichtigen die aktuellen Preisentwicklungen.

Basierend auf den Großhandelspreisen wurden für die Endkundenpreise die bestehenden Abgaben und Umlagen bis 2050 fortgeschrieben. Bei den Gaspreisen wurde von einem deutlichen Anstieg der Netzentgelte ausgegangen, welcher sich an Agora Energiewende (2023) orientiert. Dies liegt an einem sinkenden Gasabsatz, der mittelfristig für fossiles Gas erwartet wird, wodurch die spezifischen Netzentgelte steigen, da die Gesamtkosten für das Gasnetz auf eine geringere Zahl von Abnehmern umgelegt werden. Bei den Strompreisen wurden eine erwartete geänderte Stromnachfrage,

6. METHODIK UND DATENGRUNDLAGE

der Ausbau von erneuerbaren Energien, weitere Entwicklungen im Kraftwerkspark sowie die Rohstoffpreise fossiler Energieträger berücksichtigt.²⁵ Der Pelletpreis orientiert sich mittelfristig als anlegbarer Preis an den Wärmegestehungskosten einer Wärmepumpe. Damit wurde berücksichtigt, dass die Preise zukünftig aufgrund steigender Nachfrage nach Biomasse insbesondere in der Industrie und gleichzeitig begrenzter Mengen steigen werden.²⁶ Der Biomethanpreis steigt über die Zeit aufgrund eines angenommenen Wechsels von „Nachwachsenden Rohstoffen“ zu „Abfall und Reststoffen“ sowie „Gülle“ (die teurer sind) in Anlehnung an das Agora-Szenario *Klimaneutrales Deutschland 2045* an. Zur Ableitung der Endkundenpreise wurden die Netzentgelte analog zum Erdgas sowie anfallende Steuern berücksichtigt.²⁷

Der CO₂-Preispfad basiert auf dem Projektionsbericht 2024. Dieser Pfad liegt im Mittelfeld der Annahmen anderer wissenschaftlichen Studien (vgl. u. a. Günther et al. [2024]). Aktuelle Prognosen gehen je nach Ausgestaltung des ETS₂ teilweise von deutlich höheren CO₂-Preisen aus, was zu spürbar höheren Kosten als hier dargestellt für Haushalte mit Gaskesseln führen könnte.

Tabelle 8: Annahmen über die Entwicklung der Preise für Energieträger

Energieträger	Einheit	2024	2025	2030	2035	2040	2045
Erdgas	Euro/MWh	138	129	134	152	196	201
Strom	Euro/MWh	399	312	329	347	362	345
Strom WP-Tarif	Euro/MWh	326	233	254	282	302	283
Holzpellets	Euro/MWh	76	82	95	108	117	123
Biomethan	Euro/MWh	189	192	205	215	225	234
CO ₂ -Preis (BEHG/ETS ₂)	Euro/t	39	48	108	156	194	223

Anmerkung: Alle Preise für Privathaushalte (Endverbraucher:innen) inkl. MwSt. (brutto) und real (Euro2023). Quelle: Eigene Annahmen.

Zukünftige Preise bzw. Kosten wurden in diesem Vorhaben real betrachtet, das heißt auf heutiger Preisbasis ohne Berücksichtigung möglicher Inflation. Dies führt zu einer besseren Vergleichbarkeit heutiger mit zukünftigen Kosten. Die Energiepreise in Tabelle 8 sind daher real angegeben auf Preisbasis 2023.

25 Für Wärmepumpen wurde ein vergünstigter Stromtarif angesetzt, da diese aufgrund ihrer Netzdienlichkeit (Abschaltung bei Engpässen) Ermäßigungen bei Netzentgelten und Konzessionsabgaben erhalten. Es wird jedoch davon ausgegangen, dass die Differenz des Wärmepumpenpreises zum Haushaltspreis in Zukunft abnimmt.

26 Generell sind Preise von fester Biomasse mit hoher Unsicherheit behaftet, da auf die Biomasse langfristig im Zuge der Anforderungen an neue Heizungen im Gebäudeenergiegesetz eine hohe Nachfrage zukommt, die in den aktuellen Zahlen schwer abzubilden ist. Daneben können sich die Preise für feste Biomasse lokal unterscheiden in Abhängigkeit von den lokalen Gegebenheiten (bewaldete vs. urbane Region). Eine weitere Unsicherheit liegt in der Frage des Fortbestandes der Subventionierung von Pellets durch reduzierte Besteuerung.

27 Es sind dabei zwingend die Potenziale in der jeweiligen Kommune zu berücksichtigen, da nicht in jeder Kommune Biomethan verfügbar sein wird. Langfristig wird aufgrund des Rückbaus der Gasnetze nur von einer Verfügbarkeit in lokalen Netzen ausgegangen.

6.3 RECHENMETHODEN

6.3.1 Annuität

In der vorliegenden Studie wurden an verschiedenen Stellen Annuitätenrechnungen verwendet. Diese Methode ermöglicht es, anfängliche Investitionskosten über einen definierten Zeitraum zu berücksichtigen und in jährlich gleichbleibende Beträge (Annuitäten) umzuwandeln. Hierdurch ist ein vereinfachter Vergleich der Wirtschaftlichkeit unterschiedlicher Investitionsprojekte möglich.

Die Annuitätenrechnung basiert auf der Umwandlung eines Barwerts (PV) in eine Reihe von gleichbleibenden jährlichen Zahlungen (Annuitäten, A). Die Berechnung der Annuität erfolgt mit der folgenden Formel:

Berechnung der
Annuität

$$A = PV \cdot \frac{r(1+r)^n}{(1+r)^n - 1}$$

wobei:

- A die Annuität,
- PV der Barwert der Investition,
- r der jährliche Zinssatz und
- n die Anzahl der Perioden (Jahre) ist.

Für die Berechnungen in diesem Vorhaben wurde ein Zinssatz von zwei Prozent pro Jahr (real) angenommen. Bei einer realen Betrachtung wird die Inflation herausgerechnet. Bei einer Inflation von zwei Prozent entspräche dies demnach einem Zinssatz von vier Prozent.

Die Lebensdauer der Sanierungsmaßnahmen wurde mit 40 Jahren angenommen. Die der Gas- und Pelletkessel mit 20 Jahren. Die angenommene Lebensdauer der Wärmepumpen liegt bei 15 Jahren. Sofern der Betrachtungszeitraum (bspw. 2024 bis 2045 bei den Gesamtkosten) länger als die Lebensdauer ist, wurde nach Ende der Lebensdauer einer Maßnahme die Annuität unverändert weiter beibehalten, da das jeweilige Bauteil/die Anlage ersetzt werden muss. Kostenentwicklungen für die Investitionsgüter wurden dabei nicht berücksichtigt.



BEISPIEL ANNUITÄTENRECHNUNG

Wenn der Barwert einer energetischen Sanierung 100.000 Euro beträgt, der Zinssatz zwei Prozent und die Betrachtungsdauer 40 Jahre, ergibt sich nach der oben dargestellten Formel eine jährliche Annuität von 3.655,57 Euro.

Dies bedeutet, dass die Investition 40 Jahre lang mit einem Zinssatz von zwei Prozent in gleichbleibenden jährlichen Zahlungen von 3.655,57 Euro umgewandelt wird.

Durch die Anwendung dieser Methode wird eine fundierte Entscheidungsgrundlage geschaffen, die sowohl die anfänglichen Aufwendungen als auch die zukünftigen Kosteneinsparungen und Zinsen über die gesamte Nutzungsdauer hinweg berücksichtigt. Die Annuitätenrechnung stellt somit sicher, dass Investitionsentscheidungen auf einer soliden und vergleichbaren Basis getroffen werden können.

6.3.2 Amortisation

In ► Kapitel 3.3 wurde zur Bewertung der wirtschaftlichen Rentabilität der Investitionen die Methode der Amortisationsrechnung verwendet. Diese Methode dient dazu, die Zeitspanne zu ermitteln, die benötigt wird, um die anfänglichen Investitionskosten durch die erzielten Einsparungen oder Einnahmen vollständig zu decken.

Die Amortisationsrechnung berechnet den Zeitpunkt, zu dem die Summe der variablen jährlichen Einsparungen oder Einnahmen einer Investition die anfänglichen Kosten deckt. Die Berechnung erfolgt durch die folgende Prüfformel:

Amortisations-
rechnung:

$$\text{Anschaffungskosten} < \sum_{\text{Jahre}} \text{jährliche (variable) Einsparungen gegenüber Unsaniert}$$

Für die jährlichen Einsparungen wurden von den laufenden Kosten der jeweiligen Sanierungsstufe jene der unsanierten Basisvariante abgezogen. Die Einsparungen wurden jeweils bei gleichem Wärmeerzeuger gerechnet. Die Amortisation einer Wärmepumpe gegenüber einem Gaskessel ist daher aus den Zahlen nicht ersichtlich. Dazu kann auf eine separate Studie des WWF verwiesen werden.²⁸

BEISPIEL AMORTISIERUNGSRECHNUNG

Die energetische Sanierung eines Gebäudes kostet 50.000 Euro und es werden jährliche Einsparungen von 5.000 Euro erzielt. Die Amortisationszeit berechnet sich wie folgt:

$$\text{Amortisationszeit} = \frac{50.000 \text{ €}}{5.000 \text{ €/a}} = 10 \text{ a}$$

Dies bedeutet, dass es zehn Jahre dauert, bis die anfänglichen Investitionskosten durch die jährlichen Einsparungen vollständig gedeckt sind.

Durch die Anwendung dieser Methode wird eine einfache und verständliche Entscheidungsgrundlage geschaffen, die zeigt, wie lange es dauert, bis eine Investition sich selbst finanziert hat. Die Amortisationsrechnung hilft somit, die kurzfristige Rentabilität und das Risiko von Investitionsprojekten zu bewerten.

Hinweis: In den tatsächlichen Berechnungen sind die Einsparungen nicht jedes Jahr gleich, weshalb die Rechnungen komplexer sind als in diesem Beispiel. Das Prinzip bleibt jedoch gleich.

²⁸ WWF (2024): Der Hammer-Heizungs-Deal 2.0. Eine aktualisierte Modellrechnung: Gasheizung vs. Wärmepumpe; abzurufen unter <https://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/Klima/Hammer-Heizungs-Deal-2-0.pdf>

6.3.3 Aufteilung der Kosten auf Vermieter:innen und Mieter:innen

Die entstehenden Kosten werden in den Kapiteln ▶3.4.1 sowie ▶3.4.2 nach aktueller Rechtslage auf Mieter:innen und Vermieter:innen aufgeteilt.

Vermieter:innen müssen für die Investitionskosten bzw. die Annuitäten aufkommen, erhalten dafür jedoch die Modernisierungsumlage von den Mieter:innen. Die Modernisierungsumlage unterscheidet dabei zwischen Maßnahmen an der Gebäudehülle und Maßnahmen an Wärmeerzeugern.

Für Sanierungsmaßnahmen kann die jährliche Miete um acht Prozent der aufgewendeten Kosten erhöht werden.

Für Sanierungsmaßnahmen kann die jährliche Miete um acht Prozent der aufgewendeten Kosten erhöht werden. Instandhaltungskosten dürfen nicht über die Modernisierungsumlage umgelegt werden, hier werden also nur energiebedingte Mehrkosten berücksichtigt. Auch die Förderung wird von den anrechenbaren Kosten abgezogen. Zusätzlich gibt es Kappungsgrenzen nach § 559 Abs. 3a BGB. Demnach darf die monatliche Miete infolge einer Modernisierungsmaßnahme innerhalb der ersten sechs Jahre höchstens um drei Euro je Quadratmeter erhöht werden bzw. um höchstens zwei Euro je Quadratmeter, wenn die monatliche Kaltmiete vor der Mieterhöhung weniger als sieben Euro pro Quadratmeter beträgt. Diese Kappungsgrenzen wurden berücksichtigt, hatten jedoch in den vorliegenden Berechnungen keine Auswirkung, da die maximale Modernisierungsumlage der hier betrachteten Sanierungsmaßnahmen 1,97 Euro pro Quadratmeter im Monat beträgt (bei Sanierung auf EH 55 im MFH).

Für den Austausch von Heizungsanlagen gelten seit der GEG-Novelle Anfang dieses Jahres neue Regelungen. Erfüllt die neu eingebaute Heizung die Anforderungen des GEG und wird hierfür eine Förderung in Anspruch genommen, können Vermieter:innen die jährliche Miete um zehn Prozent (statt vormals acht Prozent wie bei Maßnahmen an der Gebäudehülle) der aufgewendeten Kosten erhöhen. Dies ist beispielsweise für den Einbau von Wärmepumpen und Pelletkessel der Fall, während für Gaskessel weiterhin nur acht Prozent der Kosten umgelegt werden können. Auch hier müssen in Anspruch genommene Förderungen sowie Instandhaltungskosten abgezogen werden. Wird eine Modernisierungsumlage in Höhe von zehn Prozent nach § 559e BGB erhoben, so können Instandhaltungskosten pauschal mit 15 Prozent der aufgewendeten Kosten angesetzt werden. Dies wurde in den vorliegenden Berechnungen für Wärmepumpen und Pelletkessel angewandt. Bei Gaskesseln dagegen gilt dieser vereinfachte Abzug nicht, hier muss die Höhe der Instandhaltungskosten geschätzt werden. Dabei werden 75 Prozent der Kosten eines neuen Gaskessels als Instandhaltung angesehen und somit von den aufgewendeten Kosten abgezogen.



Wie auch für die Sanierungsmaßnahmen gilt für die Modernisierungsumlage infolge des Einbaus einer Heizungsanlage eine Kappungsgrenze zumindest für sechs Jahre.

Wie auch für die Sanierungsmaßnahmen gilt für die Modernisierungsumlage infolge des Einbaus einer Heizungsanlage eine Kappungsgrenze. Hier gilt, dass die Monatsmiete innerhalb von sechs Jahren nach der Modernisierung um nicht mehr als 50 Cent je Quadratmeter steigen darf. Anders als bei den Sanierungsmaßnahmen hat die Kappungsgrenze in den hier betrachteten Fällen auch eine Auswirkung. Bei Einbau einer Wärmepumpe im unsanierten MFH könnte ohne die Kappungsgrenze beispielsweise eine Modernisierungsumlage in Höhe von 0,78 Euro pro Quadratmeter im Monat erhoben werden. Stattdessen wird davon ausgegangen, dass die Modernisierungsumlage in diesem Fall 0,50 Euro pro Quadratmeter im Monat beträgt. Da nach sechs Jahren allerdings die Kappungsgrenze aufgehoben ist, steigt die Modernisierungsumlage ab dem siebten Jahr auf die dann zulässigen 0,78 Euro pro Quadratmeter im Monat.

Weiterhin wird der CO₂-Preis nach dem Brennstoffemissionshandelsgesetz (BEHG) und nach dem Kohlendioxidkostenaufteilungsgesetz (CO₂KostAufG) auf Vermieter:innen und Mieter:innen aufgeteilt, wodurch den Vermieter:innen weitere nicht umlagefähige Kosten entstehen. Wie hoch der Anteil der CO₂-Kosten ist, den Vermieter:innen tragen müssen, richtet sich nach der Emissionsintensität des Gebäudes: Je höher die Emissionsintensität, desto stärker werden Vermieter:innen an dem CO₂-Preis beteiligt.²⁹ Im unsanierten Fall mit Gaskessel ohne Biomethan-Beimischung müssen Vermieter:innen des betrachteten MFH beispielsweise 40 Prozent der CO₂-Kosten tragen. Bei steigender Beimischung von Biomethan ab

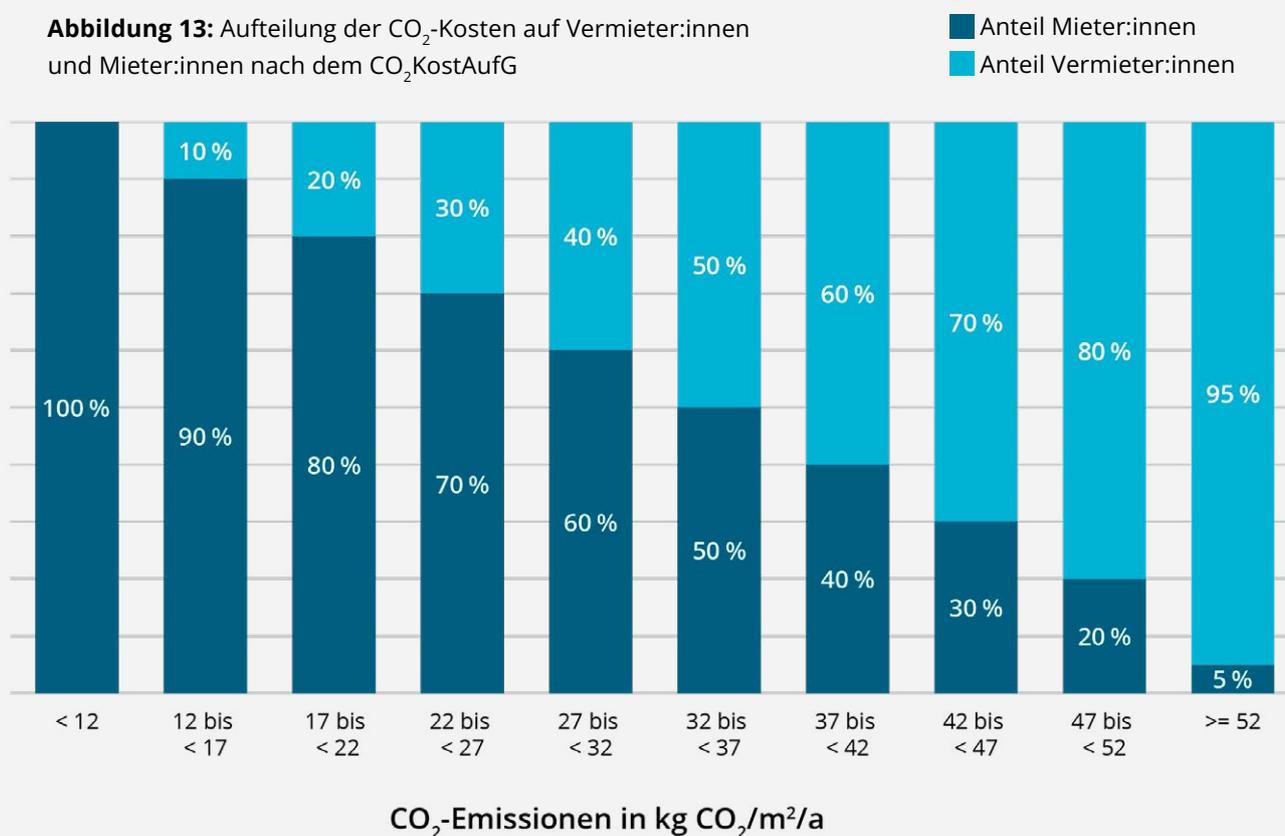
²⁹ Zu beachten ist hierbei, dass die Emissionsintensität in diesem Fall nicht mit den in Abschnitt 3.5 angegebenen Emissionsfaktoren berechnet wird, sondern nach dem CO₂KostAufG anhand der im §7 Abs. 4 BEHG verwendeten Emissionsfaktoren ermittelt wird. Der entsprechende Emissionsfaktor für Erdgas berücksichtigt beispielsweise keine Vorkettenemissionen und beträgt daher nur 200 gCO₂/kWh. Für Biomethan wird angenommen, dass die Nachhaltigkeitskriterien nach § 7 Abs. 4 BEHG erfüllt werden und damit Biomethan als emissionsneutral angesetzt werden kann.

6. METHODIK UND DATENGRUNDLAGE

2029 sinkt dieser Anteil aufgrund der Berechnungsmethodik der Emissionen von Biomethan, das nicht unter das BEHG fällt. So müssen Mieter:innen bereits ab 2040, wenn 60 Prozent Biomethan beigemischt werden, die vollen CO₂-Kosten allein tragen. Da eine Sanierung der Gebäudehülle ebenfalls die Emissionsintensität des Gebäudes senkt, steigt auch mit der Sanierungstiefe der Anteil der CO₂-Kosten, den Mieter:innen tragen müssen. Wird das MFH auf den EH-55-Standard saniert, müssen Vermieter:innen beispielsweise nur noch zehn Prozent der CO₂-Kosten eines Gaskessels tragen, auch ohne Beimischung von Biomethan.

Mieter:innen hingegen müssen neben dem jeweils anderen Teil des CO₂-Preises sowohl die Modernisierungsumlage bezahlen als auch die Kosten für den Energiebezug und die Wartungskosten des Wärmeeerzeugers. All dies muss zuzüglich einer Kaltmiete betrachtet werden, die in diesen Rechnungen bewusst nicht berücksichtigt wurde.

Abbildung 13: Aufteilung der CO₂-Kosten auf Vermieter:innen und Mieter:innen nach dem CO₂KostAufG



Quelle: Eigene Darstellung nach CO₂KostAufG (Anlage).

6.4 ANNAHMEN PV, SPEICHER, WALLBOX

Die Auswirkung einer PV-Anlage auf die Wirtschaftlichkeitsrechnung wurde für das Einfamilienhaus in den Fällen unsaniert und Sanierung auf EH 55 betrachtet. In beiden Fällen ist die PV-Anlage mit einer Leistung von acht Kilowatt Peak und einer Fläche von 44 Quadratmetern gleich dimensioniert. Hierbei wurde sich unter anderem an BDEW (2021)³⁰ orientiert. Unter Annahme von 1.195 Volllaststunden (Fraunhofer ISE, [2021])³¹ erzeugt diese Anlage 9.560 Kilowattstunden pro Jahr. Basierend auf inflationsangepassten Werten aus Fraunhofer ISE (2021) wurden die Investitionskosten dieser Anlage mit insgesamt 13.080 Euro angesetzt.

Eine PV-Anlage kann Strom für den Betrieb einer Wärmepumpe liefern, sodass dieser Anteil des Stroms nicht mehr über den Markt bezogen werden muss. Dies führt zu Einsparungen in den Betriebskosten, die für die Wirtschaftlichkeitsberechnung berücksichtigt werden müssen. Der PV-Strom wird allerdings nicht nur für die Wärmepumpe genutzt, sondern deckt auch einen Teil des restlichen Strombedarfs des Haushalts und führt auch hier zu hohen Einsparungen. Es wäre daher nicht zielführend, die Investitionen alleine den Einsparungen auf der Wärmeseite gegenüberzustellen. Da in der vorliegenden Studie jedoch nur die Wärmeseite berücksichtigt wird und der Haushaltsstrom nicht Teil der Rechnungen ist, können die Einsparungen beim Haushaltsstrom nicht mit in die Rechnung einfließen.³²

Daher wurde statt einer Vermischung der Investitionsrechnungen ein anderer methodischer Ansatz gewählt. Zunächst wurde anhand eines stündlichen Strombedarfs- und Erzeugungsprofils der PV-Anlage berechnet, welcher Anteil des Strombedarfs der Wärmepumpe durch den PV-Strom gedeckt wird.³³ Für das unsanierte EFH beträgt dieser Wert 24 Prozent, für das auf EH 55 sanierte EFH 32 Prozent. Für diesen Anteil wurden in der Berechnung der jährlichen Energiebezugskosten dann nicht der aktuelle Strompreis, sondern die Gestehungskosten der PV-Anlage angesetzt. Die Gestehungskosten berechnen den Preis je von der PV-Anlage erzeugter Kilowattstunde Strom unter Berücksichtigung der Investitions- und

30 BDEW (2021). BDEW-Heizkostenvergleich Altbau 2021.

https://www.bdew.de/media/documents/BDEW-HKV_Altbau.pdf

31 Fraunhofer ISE (2021). Stromgestehungskosten Erneuerbare Energien.

https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/DE2021_ISE_Studie_Stromgestehungskosten_Erneuerbare_Energien.pdf

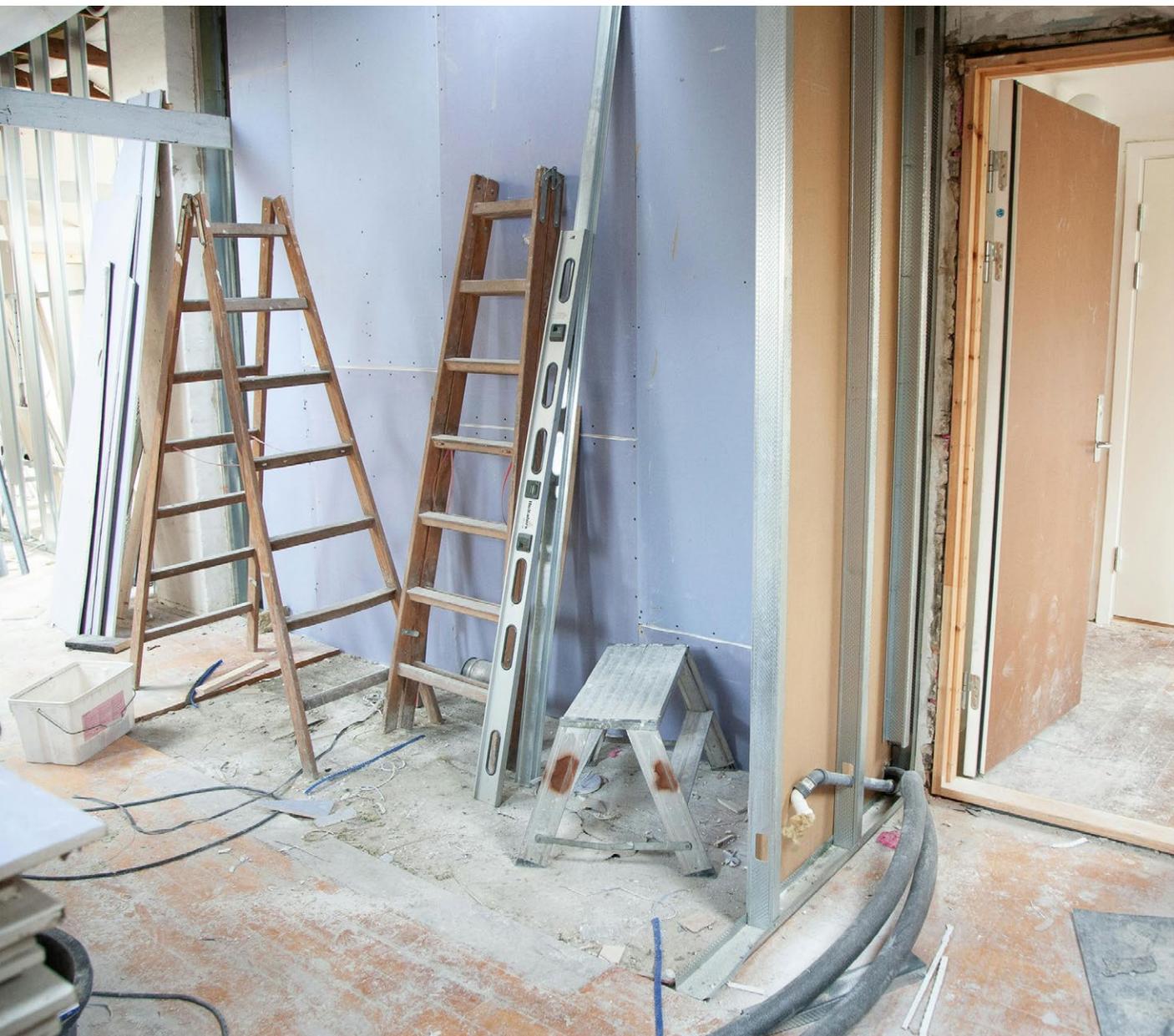
32 In der Praxis ist es aber natürlich der Fall, dass auch der Haushaltsstrom durch die Nutzung des eigens produzierten Sonnenstroms sinkt, wodurch das Gesamtsystem effizienter und eben auch kostengünstiger wird. Es empfiehlt sich daher, das Gebäude als solches zu betrachten und die Synergieeffekte aus verschiedenen Stufen Modernisierung/Sanierung durch verschiedene Technologien zusammenzudenken und an die persönlichen Bedürfnisse und Lebensweisen anzupassen.

33 Hierbei wurde angenommen, dass der PV-Strom zunächst den Haushaltsstrom ersetzt und nur der überschüssige Strom der Wärmepumpe zugerechnet wird.

6. METHODIK UND DATENGRUNDLAGE

Wartungskosten, aufgeteilt auf die gesamte Stromerzeugung. Unter den gegebenen Annahmen betragen sie zehn Cent pro Kilowattstunde. Die PV-Anlage vermindert somit die Betriebskosten der Wärmepumpe um den Betrag, den die Gestehungskosten unter dem Strombezugspreis liegt.

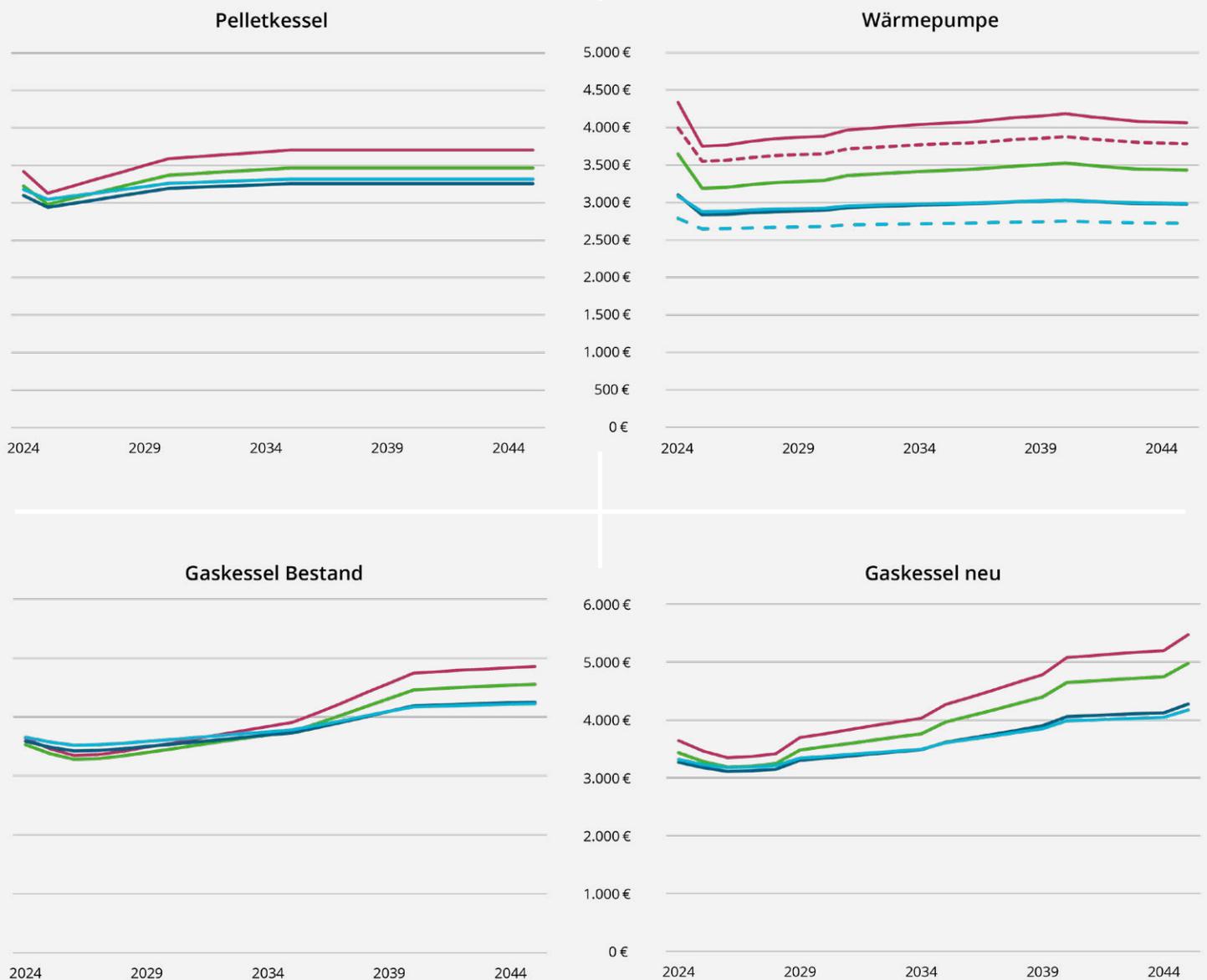
Ein Stromspeicher wurde in den Berechnungen nicht berücksichtigt. Ebenso wurde weder E-Auto noch Wallbox berücksichtigt, da das Vorhandensein eines E-Autos keine direkte Auswirkung auf die Wirtschaftlichkeit der Sanierung hat, sondern vielmehr auf die Wirtschaftlichkeit der PV-Anlage.



ANHANG

Abbildung 14: Jährliche Gesamtkosten der betrachteten Optionen im EFH

- Ohne Sanierung
- - Ohne Sanierung mit PV
- Sanierung Einzelmaßnahmen
- Sanierung auf EH 70
- Sanierung auf EH 55
- - Sanierung auf EH 55 mit PV



Quelle: Eigene Berechnungen.

Abbildung 15: Jährliche Gesamtkosten der betrachteten Optionen im MFH

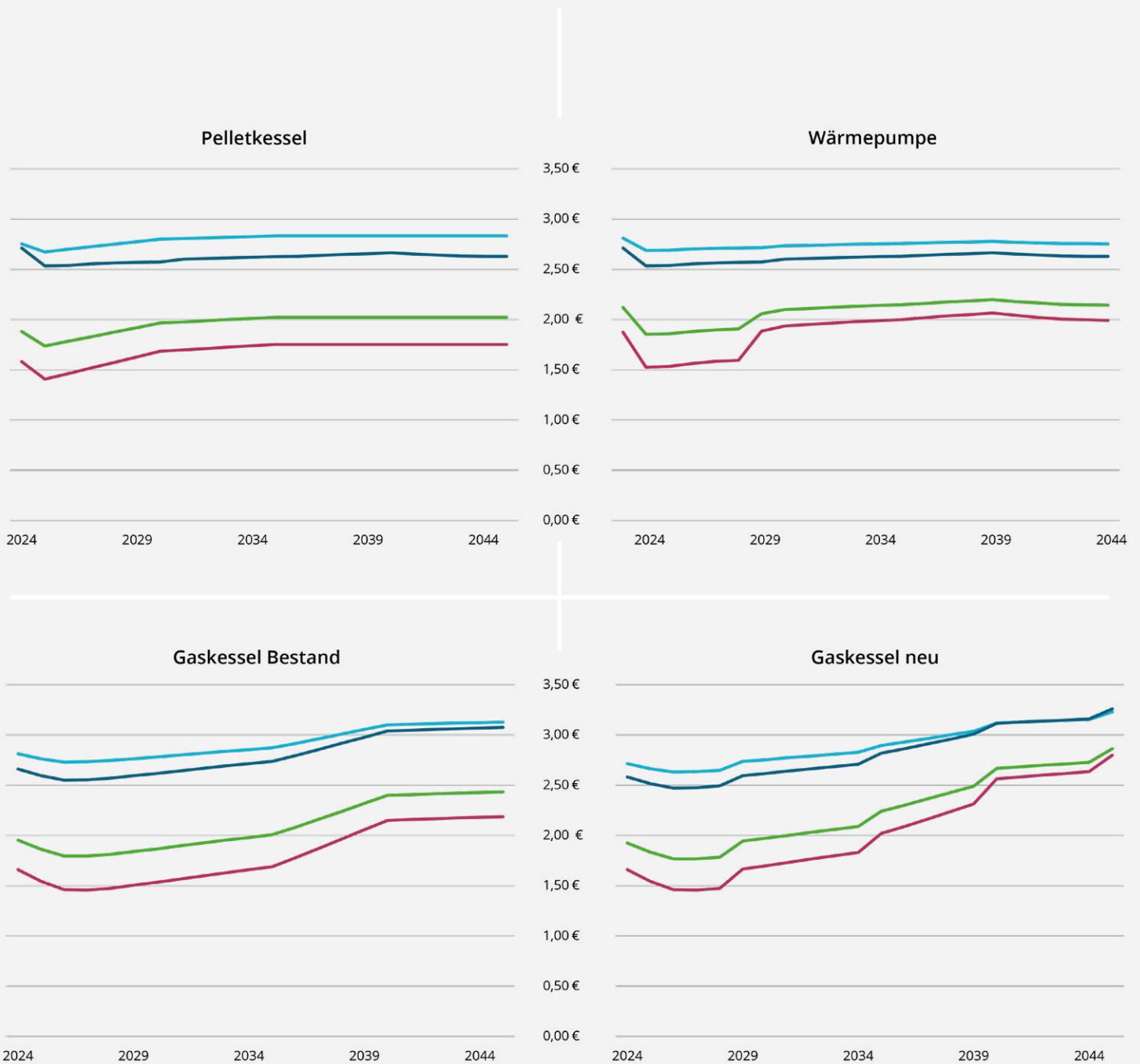
- Ohne Sanierung
- Sanierung Einzelmaßnahmen
- Sanierung auf EH 70
- Sanierung auf EH 55



Quelle: Eigene Berechnungen.

Abbildung 16: Jährliche Kosten je Quadratmeter aus Mieter:innen-Sicht im MFH

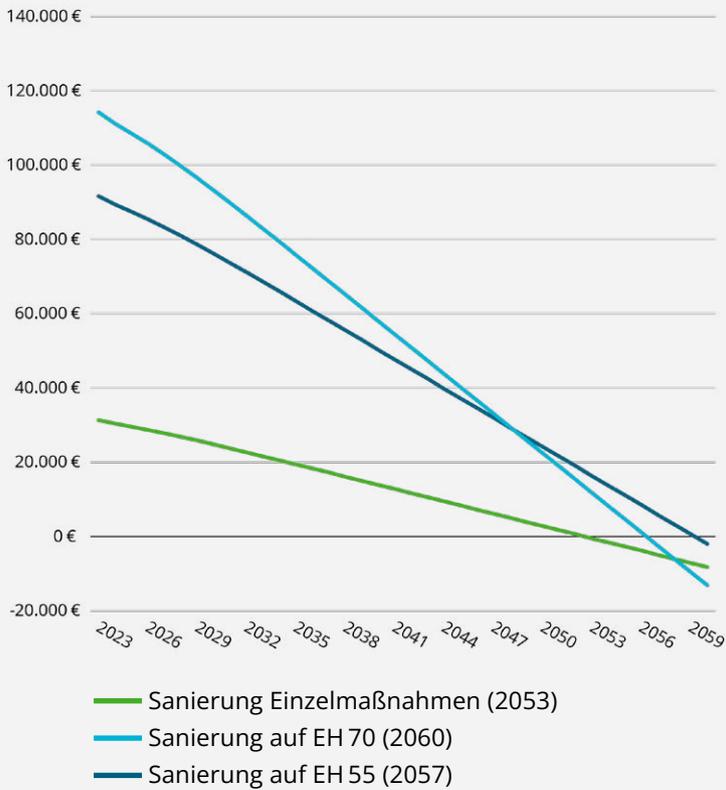
- Ohne Sanierung
- Sanierung Einzelmaßnahmen
- Sanierung auf EH 70
- Sanierung auf EH 55



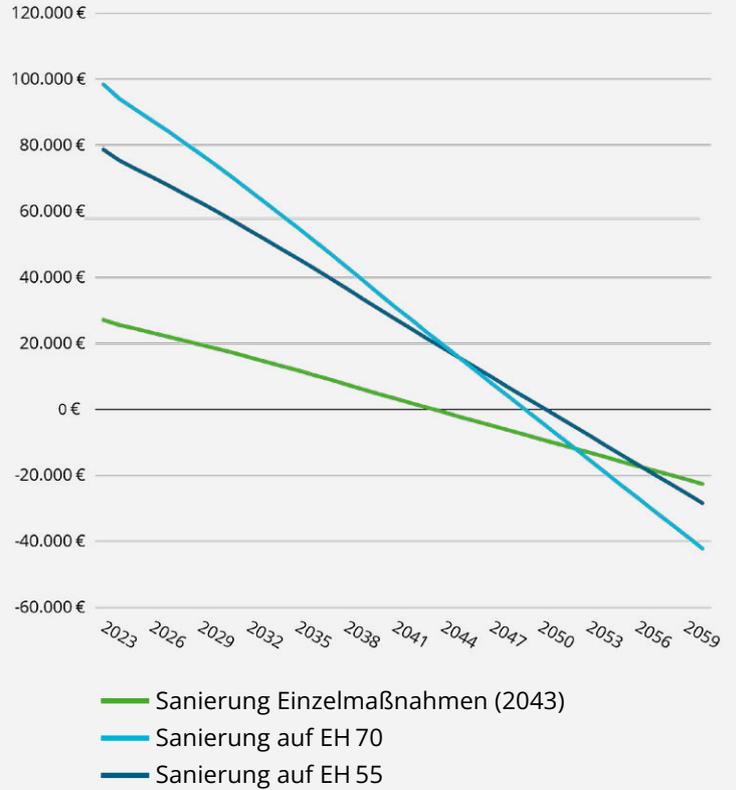
Quelle: Eigene Berechnungen.

Abbildung 17: Amortisierungsverlauf im MFH

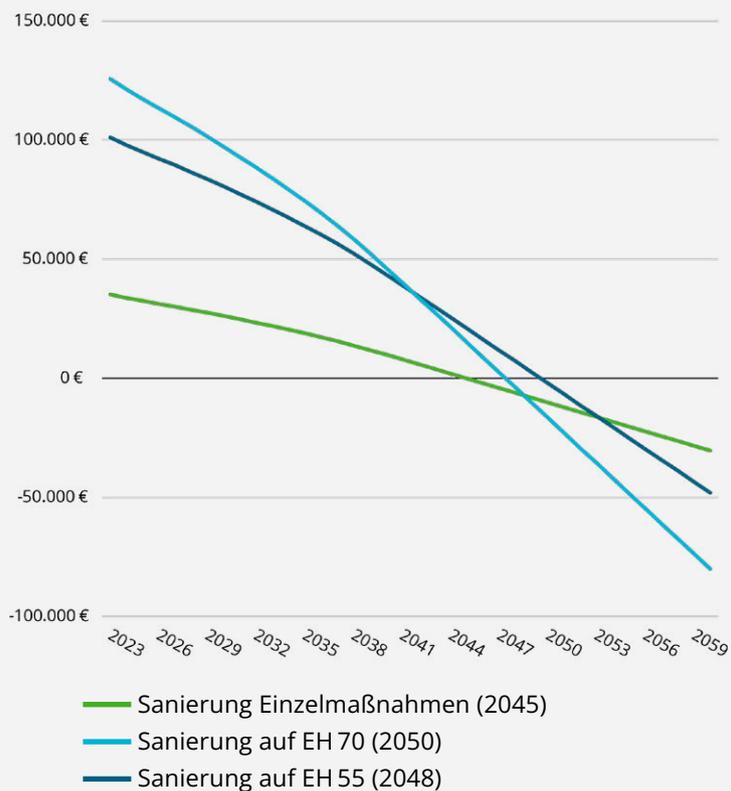
Pelletkessel



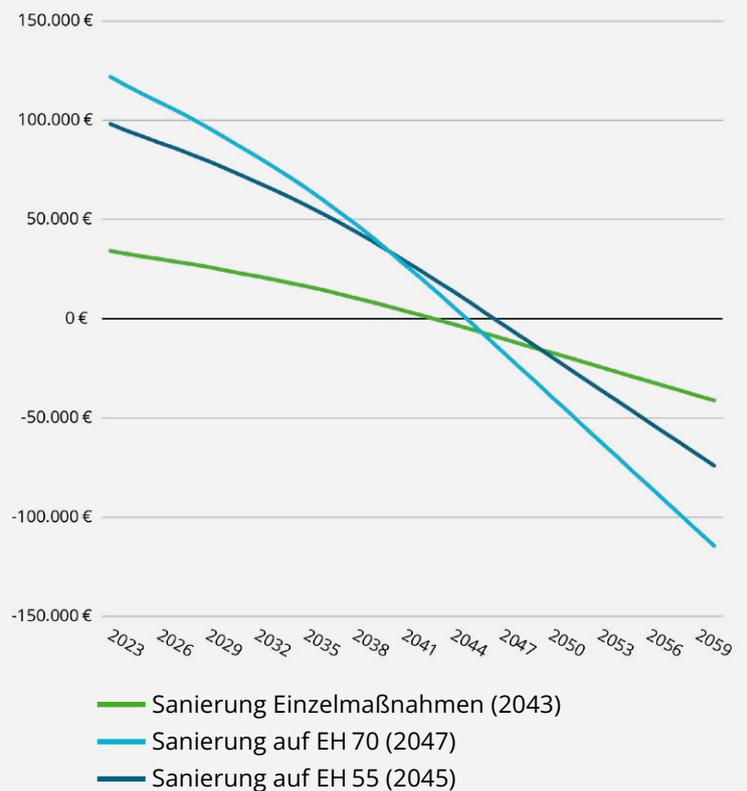
Wärmepumpe



Gaskessel Bestand



Gaskessel neu



Quelle: Eigene Berechnungen.

QUELLENVERZEICHNIS

Agora Energiewende (2023): Ein neuer Ordnungsrahmen für Erdgasverteilnetze. Analysen und Handlungsoptionen für eine bezahlbare und klimazielfunktionale Transformation.

BDEW (2021): BDEW-Heizkostenvergleich Altbau 2021. Ein Vergleich der Gesamtkosten verschiedener Systeme zur Heizung und Warmwasserbereitung in Altbauten. www.bdew.de/media/documents/BDEW-HKV_Altbau.pdf

BKI, Baukosteninformationszentrum Deutscher Architektenkammern (2024): Baupreisindex. <https://bki.de/baupreisindex>

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (2024): Informationsblatt CO₂-Faktoren. Bundesförderung für Energie- und Ressourceneffizienz in der Wirtschaft – Zuschuss.

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) (Hrsg.) (2019): Berücksichtigung des Nutzerverhaltens bei energetischen Verbesserungen. BBSR-Online-Publikation 04/2019. Bonn.

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (2023): Hintergrundpapier für die Gebäudestrategie Klimaneutralität 2045. Gutachten im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz. Berlin.

dena (2010): dena-Sanierungsstudie. Teil 1: Wirtschaftlichkeit energetischer Modernisierung Mietwohnungsbestand. Begleitforschung zum dena-Projekt „Niedrigenergiehaus im Bestand“.

dena (2021): Treibhausgasemissionen im Hochbau. <https://www.gebaeudeforum.de/wissen/ressourcen-und-emissionen/treibhausgasemissionen-im-hochbau/>.
Letzter Abruf am 21.06.2024.

dena (2023): DENA GEBÄUDEREPORT 2024. Zahlen, Daten, Fakten zum Klimaschutz im Gebäudebestand.

DIW (2024): Sanierung sehr ineffizienter Gebäude sichert hohe Heizkostenrisiken ab. DIW Wochenbericht 19/2024. S. 279–286. Berlin.

DIW ECON (2024): Günstige neue Welt? Vergleich der Energiekosten eines fossilbasierten und eines grünen Haushalts.

Ebert et al. (2020): Systematische Analyse der Mehrfamilien-Bestandsgebäude. Bericht zu AP 1.1 des Projekts LowEx-Bestand Analyse. http://www.lowex-bestand.de/wp-content/uploads/2022/03/2022-03-18_AP-1.1_Bestandsanalyse_final.pdf

Fraunhofer ISE (2021): Stromgestehungskosten Erneuerbare Energien. https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/DE2021_ISE_Studie_Stromgestehungskosten_Erneuerbare_Energien.pdf

Fraunhofer ISE (2024): Kurzstudie: Einführung eines umfassenden bundesweiten Solarstandards. <https://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/Klima/kurzstudie-einf%C3%BChrung-bundesweiten-solarstandards.pdf>

Fraunhofer ISI/BfEE (2019): Leitfaden und Rechner Efficiency First.

Günther et al. (2024): Carbon prices on the rise? Shedding light on the emerging EU ETS2.

ifeu (2024): Klimaschutz in Mietwohnungen: Modernisierungskosten fair verteilen. Berlin.

IKEM (2022): Rechtliche Prüfung von Maßnahmen im Bereich Gebäude und Kreislaufwirtschaft. Juristische Kurzstudie im Auftrag des WWF Deutschland.

immowelt.de (2024): Bis zu 25 Prozent Preisaufschlag für beste Energiebilanz – so stark beeinflusst die Energieklasse den Immobilienwert. <https://www.immowelt.de/ueberuns/presse/pressemitteilungenkontakt/2024/bis-zu-25-prozent-preisaufschlag-fuer-beste-energiebilanz-so-stark-beeinflusst-die-energieklasse-den-immobilienwert>.
Letzter Abruf am 27.05.2024.

IWU (2016): Häuser sparsamer als verlangt – Investive Mehrkosten bei Neubau und Sanierung.

JLL (2022): Wohnhäuser mit schlechter Energiebilanz leiden unter Preisabschlägen. <https://www.jll.de/de/presse/Wohnhaeuser-mit-schlechter-Energiebilanz-leiden-unter-Preisabschlaegen>.
Letzter Abruf am 27.05.2024.

KEA, Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg (2023): Technikatalog Baden-Württemberg Version 1.2 (Stand Juli 2023). Online verfügbar: <https://www.kea-bw.de/waermewende/wissensportal/kommunale-waermeplanung/einfuehrung-in-den-technikatalog>.

QUELLENVERZEICHNIS

Loga et al. (IWU) (2015): Deutsche Wohngebäudetypologie, Beispielhafte Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz von typischen Wohngebäuden (zweite erweiterte Auflage). Darmstadt.

Öko-Institut (2022): CO₂-Speichersaldo – CO₂-Emissionen der Holznutzung sichtbar machen. Freiburg.
<https://co2-speichersaldo.de>

Prognos (2019): Vorbereitende Untersuchungen zur Erarbeitung einer Langfristigen Renovierungsstrategie nach Art 2a der EU-Gebäuderichtlinie RL 2018/844 (EPBD). Ergänzung zum Endbericht – 16.09.2019.

Prognos et al. (2024): Technikkatalog zum Leitfaden Wärmeplanung im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz und des Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB). Veröffentlichung vsl. im Juli 2024.

Umweltbundesamt (UBA) (2024): Trendtabellen Treibhausgase 1990-2022 (Arbeitsstand: EU-Submission).
https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/361/dokumente/2024_01_15_em_entwicklung_in_d_trendtabelle_thg_v1.0.xlsx. Letzter Abruf am 21.06.2024.

Umweltbundesamt (UBA) (2023): Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger. Bestimmung der vermiedenen Emissionen im Jahr 2022.

WWF UK/Scottish Power (2022): Better Homes, Cooler Planet. How low-carbon technologies can reduce bills and increase house value. Update 2023.

WWF (2024): Der Hammer-Heizungs-Deal 2.0, Eine aktualisierte Modellrechnung: Gasheizung vs. Wärmepumpe.





Mehr WWF-Wissen
in unserer App.
Jetzt herunterladen!



iOS



Android



Auch zugänglich
über einen Browser

Unterstützen Sie den WWF
IBAN: DE06 5502 0500 0222 2222 22



Unser Ziel

Wir wollen die weltweite Zerstörung der Natur und Umwelt stoppen und eine Zukunft gestalten, in der Mensch und Natur in Einklang miteinander leben.

WWF Deutschland

Reinhardtstr. 18 | 10117 Berlin
Tel.: +49 30 311777-700
info@wwf.de | wwf.de