

TREIBHAUSGAS-PROJEKTIONEN FÜR DEUTSCHLAND

Sozio-ökonomische Folgenabschätzung zum Projektionsbericht 2024



TREIBHAUSGAS-PROJEKTIONEN FÜR DEUTSCHLAND

REFOPLAN des Bundesministeriums für Umwelt,
Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz

Forschungskennzahl 3722 41 511 0

FB001626

Sozio-ökonomische Folgenabschätzung zum Projektionsbericht 2024

von

Katja Schumacher, Dennis Appenfeller, Johanna Cludius,
Konstantin Kreye
Öko-Institut

Luisa Sievers, Anna Grimm, Denis Stijepic
Fraunhofer ISI

Unter Mitarbeit von

Malte Bei der Wieden, Peter Kasten, Wolf Kristian Görz,
Luca Lena Jansen, Charlotte Loreck, Hannah Förster,
Ralph O. Harthan, Vanessa Cook
Öko-Institut

Matthias Rehfeldt
Fraunhofer ISI

Jana Deurer, Jan Steinbach
IREES

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Impressum

Herausgeber

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
Fax: +49 340-2103-2285
buergerservice@uba.de
Internet: www.umweltbundesamt.de

Durchführung der Studie:

Öko-Institut e.V.
Borkumstraße 2
13189 Berlin

Abschlussdatum:

November 2024

Redaktion:

Fachgebiet V 1.2 Strategien und Szenarien zu Klimaschutz und Energie
Kai Wehmann

Publikationen als pdf:

<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen>

ISSN 1862-4359

Dessau-Roßlau, Dezember 2024

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen*Autoren.

Kurzbeschreibung: Sozio-ökonomische Folgenabschätzung zum Projektionsbericht 2024

Die sozio-ökonomische Folgenabschätzung vergleicht das Mit-weiteren-Maßnahmen-Szenario (MWMS) mit dem Mit-Maßnahmen-Szenario (MMS) des Projektionsberichts 2024 in Hinblick auf Investitionsbedarfe und Kosteneinsparungen sowie die gesamtwirtschaftliche Wirkung. Dabei werden Veränderungen in den Sektoren Energie, Industrie, Gebäude und Verkehr untersucht. Die Analyse wird ergänzt durch die Abschätzung von Arbeitsmarkteffekten in ausgewählten Bereichen mit hohen Investitionsbedarfen und durch die Analyse von Verteilungswirkungen verschiedener Instrumente in den Sektoren Gebäude und Verkehr.

Mehrinvestitionen im MWMS im Vergleich zum MMS fallen insbesondere in den Bereichen Gebäudehülle, erneuerbare Heiztechnologien, Energiespeicher und elektrische Fahrzeuge an. Die Erreichung der höheren Emissionsminderungen im MWMS erfordert deutliche zusätzliche Investitionen, die bei gegebenen Annahmen zu Preisentwicklungen mit recht geringen zusätzlichen Energiekosteneinsparungen verbunden sind. Zusätzliche Investitionen und die positive Wirkung auf die Handelsbilanz durch geringere Energieträgerimporte wirken sich jedoch positiv auf die Gesamtwirtschaft in Deutschland aus. Dies drückt sich durch einen höheren BIP-Verlauf im MWMS im Vergleich zum MMS aus. Es ergeben sich strukturelle Verschiebungen zwischen verschiedenen Wirtschaftsbereichen. Investitionen in elektrifizierte Fahrzeuge, Gebäudehülle, Wärmepumpen und Wind Onshore führen zu Arbeitskräftebedarfen in zahlreichen Wirtschaftszweigen und Tätigkeiten. Ein signifikanter Anteil entfällt auf Berufskategorien, für die bereits heute ein Engpass besteht.

Die Betrachtung der Beispielhaushalte im Rahmen der Verteilungsanalyse zeigt einerseits, dass die gesamte Belastung gerade für Haushalte mit geringem Einkommen durchaus hoch sein kann. Andererseits zeigt sich aber auch, dass insbesondere bei hohen CO₂-Preisen deutliche Entlastungen durch Klimaschutzmaßnahmen entstehen können.

Abstract: Socio-economic impact assessment of the 2024 Projection Report

The socio-economic impact assessment compares the “with additional measures scenario” (MWMS) with the “with measures scenario” (MMS) of the 2024 Projection Report with a view to investment needs, cost savings and the overall economic impacts. Changes in the energy, industry, buildings and transport sectors are examined. This analysis is complemented by an estimation of labour market effects in selected areas with high investment needs and by an analysis of the distribution effects of various instruments in the buildings and transport sectors.

Additional investments in the MWMS compared to the MMS are made in particular in the building envelope, renewable heating technologies, energy storage and electric vehicles. Achieving the higher emission reductions in the MWMS necessitates significant additional investments which, based on the price development assumptions, are associated with quite low additional energy cost savings. However, additional investments and the positive effect on the balance of trade due to lower energy imports have a positive impact on the overall economy in Germany. This is reflected in a higher GDP trend in the MWMS compared to the MMS. There are structural shifts between different economic sectors. Investments in electrified vehicles, building envelopes, heat pumps and onshore wind lead to an increased labour demand in numerous economic sectors and activities. A significant share of these shortages comes about in occupational categories for which there is currently already a shortage.

The analysis of sample households shows that the burden on households can be very high, especially for those with low incomes, but also that switching to climate-friendly solutions can ease the burden on households, especially if CO₂ prices are high.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	8
Tabellenverzeichnis.....	12
Abkürzungsverzeichnis.....	14
Zusammenfassung.....	16
Summary.....	25
1 Einleitung.....	34
2 Investitionsbedarf und Einsparungen.....	36
2.1 Gesamtbetrachtung.....	39
2.2 Energiewirtschaft.....	45
2.3 Industrie.....	51
2.4 Gebäude.....	56
2.5 Verkehr.....	62
3 Gesamtwirtschaftliche Analyse.....	68
3.1 Methodik.....	68
3.2 Impulse für die gesamtwirtschaftliche Analyse.....	70
3.2.1 Investitionen.....	71
3.2.2 Konsum.....	74
3.2.3 Handelsbilanz.....	76
3.2.4 Staatshaushalt.....	77
3.2.5 Vorleistungen.....	79
3.3 Bruttoinlandsprodukt und Wertschöpfung.....	80
3.3.1 Bruttoinlandsprodukt.....	81
3.3.2 Bruttowertschöpfung nach Wirtschaftsbereichen.....	84
3.4 Arbeitskräftebedarf.....	86
3.4.1 Arbeitskräftebedarf auf gesamtwirtschaftlicher Ebene.....	87
3.4.2 Arbeitskräftebedarf nach Wirtschaftsbereichen.....	88
4 Arbeitsmarkteffekte in ausgewählten Bereichen.....	91
4.1 Einführende Erklärung.....	91
4.2 Vorgehensweise (Berechnung und Datenquellen).....	92
4.3 Ergebnisse.....	93
4.3.1 Elektrifizierte Fahrzeuge.....	93
4.3.2 Gebäudehülle.....	97
4.3.3 Wärmepumpen.....	101

4.3.4	Wind Onshore	105
4.3.5	Abschließende Einordnung der Resultate	109
5	Verteilungswirkungen	111
5.1	Analyse von Beispielhaushalten, Betrachtung einzelner Maßnahmen	112
5.1.1	Spezifizierung der Beispielhaushalte	113
5.1.2	Annahmen für die Analyse der Beispielhaushalte	120
5.1.3	Novelle Gebäudeenergiegesetz (GEG) in Verbindung mit der Anpassung der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) - Heizungsförderung	125
5.1.3.1	Mietende	126
5.1.3.2	Selbstnutzende Eigentümer*innen	132
5.1.4	EU-CO ₂ -Flottenzielwerte für Pkw: Umstieg auf E-Auto	138
5.1.5	Kombinierte Klimaschutzanpassungen der Beispielhaushalte	143
5.1.5.1	Mietende	143
5.1.5.2	Selbstnutzende Eigentümer*innen	144
5.2	Fazit Verteilungsanalyse	146
6	Zusammenfassendes Fazit.....	148
7	Quellenverzeichnis	151
A	Anhang	155
A.1	Projizierte Entwicklung der Energiepreise	155
A.2	Zusätzliche Tabelle: Mehrinvestitionen im MMS und MWMS bis 2030– nach Sektoren... 157	
A.3	Ergänzende Tabellen zur gesamtwirtschaftlichen Analyse.....	158
A.4	Mikrosimulationsmodell SEEK	163
A.5	Zusätzliche Tabellen zur Analyse der Beispielhaushalte (Abschnitt 5.2)	163
A.5.1	Deutschlandticket	163
A.5.2	EU-CO ₂ -Flottenzielwerte für Pkw.....	169
A.5.3	Bundesförderung für effiziente Gebäude - Programm Wohngebäude	171

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Schritte der Folgenabschätzung	16
Abbildung 2:	Mehrinvestitionen im MMS und MWMS - nach Sektoren	18
Abbildung 3:	Energie- und Betriebskosten in MMS und MWMS - nach Sektoren	19
Abbildung 4:	Bruttoinlandsprodukt Deutschland – Prozentuale Abweichung MWMS von MMS	20
Abbildung 5:	Bruttowertschöpfung nach Wirtschaftsbereichen – Absolute Abweichung MWMS von MMS für die Hauptanalyse "gov_con" (Gegenfinanzierung über Staatskonsum)	21
Abbildung 6:	Arbeitskräftebedarf nach Wirtschaftsbereichen – Absolute Abweichung MWMS von MMS für die Hauptanalyse "gov_con" (Gegenfinanzierung über Staatskonsum)	22
Abbildung 7:	Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in elektrifizierte Fahrzeuge, Gebäudehülle, Wärmepumpen und Wind Onshore im MWMS – Erwerbstätige je Jahr	23
Abbildung 8:	Schritte der Folgenabschätzung	35
Abbildung 9:	Treibhausgasminderungen in den Sektoren im Jahr 2030 bzw. 2045 gegenüber 2025	40
Abbildung 10:	Mehrinvestitionen im MMS und MWMS - nach Sektoren	41
Abbildung 11:	Energie- und Betriebskosten in MMS und MWMS - nach Sektoren	43
Abbildung 12:	Annuisierte Differenzinvestitionen und Mehrausgaben/Einsparungen im Vergleich MWMS versus MMS, nach Technologie - nach Sektoren	44
Abbildung 13:	Mehrinvestitionen in MMS und MWMS - Energiewirtschaft	47
Abbildung 14:	Differenzinvestitionen im Vergleich MWMS versus MMS nach Technologie – Energiewirtschaft	48
Abbildung 15:	Betriebskosten in MMS und MWMS nach Technologiegruppe – Energiewirtschaft	49
Abbildung 16:	Annuisierte Differenzinvestitionen und Mehrausgaben/Einsparungen im Vergleich MWMS versus MMS, nach Technologie - Energiewirtschaft	50
Abbildung 17:	Mehrinvestitionen in MMS und MWMS - Industrie	53
Abbildung 18:	Betriebskosten in MMS und MWMS nach Technologie – Industrie	54
Abbildung 19:	Brennstoff- und Stromkosten in MMS und MWMS – Industrie	55
Abbildung 20:	Energetische Mehrinvestitionen in MMS und MWMS nach Technologie – Gebäude	58
Abbildung 21:	Differenzinvestitionen zwischen MWMS und MMS nach Technologie – Gebäude	59

Abbildung 22:	Energieträger- und Stromkosten in MMS und MWMS nach Energieträger – Gebäude	60
Abbildung 23:	Annuisierte energetische Mehrinvestitionen sowie Mehrausgaben/Einsparungen im Vergleich MWMS versus MMS - Gebäude.....	62
Abbildung 24:	Gesamtinvestitionen in MMS und MWMS – Verkehr	64
Abbildung 25:	Kraftstoffausgaben in MMS und MWMS nach Haushalt/Verkehrsbranchen	65
Abbildung 26:	Kraftstoffausgaben in MMS und MWMS - Straßengüterverkehr	66
Abbildung 27:	Schematische Darstellung des Modells ISI-Macro	69
Abbildung 28:	Impulse durch Investitionen auf Ebene der Technologien – Absolute Abweichung MWMS von MMS	72
Abbildung 29:	Impulse durch Investitionen auf Ebene der Wirtschaftsbereiche – Absolute Abweichung MWMS von MMS	73
Abbildung 30:	Konsumimpuls auf Ebene von Gütern und Dienstleistungen – Absolute Abweichung MWMS von MMS	75
Abbildung 31:	Konsumimpuls auf Ebene der Wirtschaftsbereiche – Absolute Abweichung MWMS von MMS	76
Abbildung 32:	Impulse durch Handelsbilanz – Absolute Abweichung MWMS von MMS	77
Abbildung 33:	Impulse auf den Staatshaushalt durch Steuern und Subventionen – Absolute Abweichung MWMS von MMS	78
Abbildung 34:	Impulse durch Vorleistungen – Absolute Abweichung MWMS von MMS	80
Abbildung 35:	Bruttoinlandsprodukt Deutschland – Absolute Abweichung MWMS von MMS	83
Abbildung 36:	Bruttoinlandsprodukt Deutschland – Prozentuale Abweichung MWMS von MMS	84
Abbildung 37:	Bruttowertschöpfung nach Wirtschaftsbereichen – Absolute Abweichung MWMS von MMS für die Hauptanalyse "gov_con" (Gegenfinanzierung über Staatskonsum)	85
Abbildung 38:	Bruttowertschöpfung nach Wirtschaftsbereichen – Absolute Abweichung MWMS von MMS für unterschiedliche Sensitivitäten im Jahr 2035	86
Abbildung 39:	Arbeitskräftebedarf Deutschland – Absolute Abweichung MWMS von MMS	87
Abbildung 40:	Arbeitskräftebedarf Deutschland – Prozentuale Abweichung MWMS von MMS	88
Abbildung 41:	Arbeitskräftebedarf nach Wirtschaftsbereichen – Absolute Abweichung MWMS von MMS für die Hauptanalyse "gov_con" (Gegenfinanzierung über Staatskonsum)	89

Abbildung 42:	Arbeitskräftebedarf nach Wirtschaftsbereichen – Absolute Abweichung MWMS von MMS für unterschiedliche Sensitivitäten im Jahr 2035	90
Abbildung 43:	Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in elektrifizierte Fahrzeuge, Gebäudehülle, Wärmepumpen und Wind Onshore im MWMS – Erwerbstätige je Jahr	93
Abbildung 44:	Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in elektrifizierte Fahrzeuge im MWMS – Erwerbstätige je Wirtschaftszweig und Jahr	94
Abbildung 45:	Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in elektrifizierte Fahrzeuge im MWMS – Erwerbstätige je Tätigkeit und Jahr ...	95
Abbildung 46:	Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in elektrifizierte Fahrzeuge im MWMS – Erwerbstätige je Anforderung und Jahr	96
Abbildung 47:	Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in elektrifizierte Fahrzeuge im MWMS – Erwerbstätige je Engpassberuf und Jahr	97
Abbildung 48:	Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in Gebäudehülle im MWMS – Erwerbstätige je Wirtschaftszweig und Jahr	98
Abbildung 49:	Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in Gebäudehülle im MWMS – Erwerbstätige je Tätigkeit und Jahr	99
Abbildung 50:	Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in Gebäudehülle im MWMS – Erwerbstätige je Anforderung und Jahr	100
Abbildung 51:	Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in Gebäudehülle im MWMS – Erwerbstätige je Engpassberuf und Jahr	101
Abbildung 52:	Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in Wärmepumpen im MWMS – Erwerbstätige je Wirtschaftszweig und Jahr	102
Abbildung 53:	Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in Wärmepumpen im MWMS – Erwerbstätige je Tätigkeit und Jahr	103
Abbildung 54:	Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in Wärmepumpen im MWMS – Erwerbstätige je Anforderung und Jahr	104
Abbildung 55:	Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in Wärmepumpen im MWMS – Erwerbstätige je Engpassberuf und Jahr	105

Abbildung 56:	Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in Wind Onshore im MWMS – Erwerbstätige je Wirtschaftszweig und Jahr	106
Abbildung 57:	Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in Wind Onshore im MWMS – Erwerbstätige je Tätigkeit und Jahr	107
Abbildung 58:	Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in Wind Onshore im MWMS – Erwerbstätige je Anforderung und Jahr	108
Abbildung 59:	Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in Wind Onshore im MWMS – Erwerbstätige je Engpassberuf und Jahr	109
Abbildung 60:	Betrachtete Gruppen von Beispielhaushalten	113
Abbildung 61:	Anteil des verfügbaren Einkommens, der von Beispielhaushalten in einer Mietwohnung für Wärme und Mobilität aufgewendet wird; Varianten von CO ₂ -Preis und Einkommen.....	144
Abbildung 62:	Anteil des verfügbaren Einkommens, der von Beispielhaushalten im eigenen Haus für Wärme und Mobilität aufgewendet wird; Varianten von CO ₂ -Preis und Einkommen	146
Abbildung 63:	Projizierte Entwicklung der Endverbraucherpreise für Energie als Preisindex (2020 = 100).....	156
Abbildung 64:	Mikrosimulationsmodell SEEK des Öko-Instituts – Verteilungswirkungen energie- und klimapolitischer Maßnahmen berechnen	163

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Beispielhaushalte, die in einer Mietwohnung wohnen – Familie	115
Tabelle 2:	Beispielhaushalte, die in einer Mietwohnung wohnen – Rentnerin	116
Tabelle 3:	Beispielhaushalte, die in einer Mietwohnung wohnen – Alleinerziehend	116
Tabelle 4:	Beispielhaushalte, die in einer Mietwohnung wohnen – Single	117
Tabelle 5:	Beispielhaushalte, die im eigenen Einfamilienhaus wohnen – Familie	118
Tabelle 6:	Beispielhaushalte, die im eigenen Einfamilienhaus wohnen – Paar in Rente	119
Tabelle 7:	Beispielhaushalte, die im eigenen Einfamilienhaus wohnen – Single	120
Tabelle 8:	Annahmen zu Gebäuden und Gebäudemaßnahmen in der Analyse der Beispielhaushalte – Mehrfamilienhaus	122
Tabelle 9:	Annahmen zu Gebäuden und Gebäudemaßnahmen in der Analyse der Beispielhaushalte – Einfamilienhaus	122
Tabelle 10:	Annahmen zu Mobilität und Mobilitätsmaßnahmen in der Analyse der Beispielhaushalte.....	123
Tabelle 11:	Annahmen zu Energie-, CO ₂ -Preisen und Deutschlandticket.	125
Tabelle :	Jährliche Kosten, Einsparung und Belastung der Beispielhaushalte in einer Mietwohnung im Jahr 2023 und 2030 – Vergleich Heizung mit fossilen Brennstoffen versus Luft- Wärmepumpe – Teil 1	128
Tabelle :	Jährliche Kosten, Einsparung und Belastung der Beispielhaushalte in einer Mietwohnung im Jahr 2023 und 2030 – Teil 2	131
Tabelle :	Jährliche Kosten, Einsparung und Belastung der Beispielhaushalte im eigenen Haus im Jahr 2023 und 2030 – Teil 1	134
Tabelle :	Jährliche Kosten, Einsparung und Belastung der Beispielhaushalte im eigenen Haus im Jahr 2023 und 2030 – Teil 2	137
Tabelle :	Jährliche Kosten, Einsparung und Belastung der Beispielhaushalte in einer Mietwohnung im Jahr 2023 und 2030 – Teil 1	139
Tabelle :	Jährliche Kosten, Einsparung und Belastung der Beispielhaushalte in einer Mietwohnung im Jahr 2023 und 2030 – Teil 2	141
Tabelle :	Mehrinvestitionen im MMS und MWMS bis 2030 - nach Sektoren	157

Tabelle :	Zuordnung der Wirtschaftszweige (inkl. CPA) zu Wirtschaftsbereichen	158
Tabelle :	Bruttowertschöpfung nach Wirtschaftsbereichen in Millionen Euro ₂₀₂₂ – Absolute Abweichung MWMS von MMS für die Hauptanalyse "gov_con" (Gegenfinanzierung über Staatskonsum)	161
Tabelle :	Arbeitskräftebedarf nach Wirtschaftsbereichen in Vollzeitäquivalenten – Absolute Abweichung MWMS von MMS für die Hauptanalyse "gov_con" (Gegenfinanzierung über Staatskonsum)	162
Tabelle :	Jährliche Kosten, Einsparung und Belastung der Beispielhaushalte in einer Mietwohnung im Jahr 2023 und 2030 – Teil 1	164
Tabelle :	Jährliche Kosten, Einsparung und Belastung der Beispielhaushalte in einer Mietwohnung im Jahr 2023 und 2030 – Teil 2	165
Tabelle :	Jährliche Kosten, Einsparung und Belastung der Beispielhaushalte im eigenen Haus im Jahr 2023 und 2030 – Teil 1	166
Tabelle :	Jährliche Kosten, Einsparung und Belastung der Beispielhaushalte im eigenen Haus im Jahr 2023 und 2030 – Teil 2	168
Tabelle :	Jährliche Kosten, Einsparung und Belastung der Beispielhaushalte im eigenen Haus im Jahr 2023 und 2030 – Teil 1	169
Tabelle :	Jährliche Kosten, Einsparung und Belastung der Beispielhaushalte im eigenen Haus im Jahr 2023 und 2030 – Teil 2	170
Tabelle :	Jährliche Kosten, Einsparung und Belastung der Beispielhaushalte in einer Mietwohnung im Jahr 2023 und 2030 – Teil 1	172
Tabelle :	Jährliche Kosten, Einsparung und Belastung der Beispielhaushalte in einer Mietwohnung im Jahr 2023 und 2030 – Teil 2	173
Tabelle :	Jährliche Kosten, Einsparung und Belastung der Beispielhaushalte im eigenen Haus im Jahr 2023 und 2030 – Teil 1	175
Tabelle :	Jährliche Kosten, Einsparung und Belastung der Beispielhaushalte im eigenen Haus im Jahr 2023 und 2030 – Teil 2	176

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Erläuterung
BAK	Baualtersklasse
BEHG	Brennstoffemissionshandelsgesetz
BEV	Battery electric vehicle (batterieelektrisches Fahrzeug)
BEW	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze
BIP	Bruttoinlandsprodukt
CO ₂	Kohlendioxid
CCS	Carbon Capture and Storage (CO ₂ -Abscheidung und -Speicherung)
CCU	Carbon Capture and Utilisation (CO ₂ -Abscheidung und -Nutzung)
CPA	Classification of Products by Activity (Statistische Güterklassifikation)
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EEW	Energie- und Ressourceneffizienz in der Wirtschaft
EH	Einfamilienhaus
EnSimiMaV	Verordnung zur Sicherung der Energieversorgung über mittelfristig wirksame Maßnahmen
EU	Europäische Union
EVS	Einkommens- und Verbrauchsstichprobe
EZFH	Ein- und Zweifamilienhäuser
FCEV	Fuel cell electric vehicle (Brennstoffzellenfahrzeug)
FDZ	Forschungsdatenzentrum
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GHD	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen
H ₂	Wasserstoff
ICEV	Internal combustion engine vehicle (Kraftfahrzeug mit Verbrennungsmotor)
IPCEI	Important Project of Common European Interest (Strategisches Förderprojekt der Europäischen Kommission)
KSG	Bundes-Klimaschutzgesetz
kWh	Kilowattstunde
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KWKG	Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz
LNG	Liquefied natural gas (Flüssigerdgas)
LULUCF	Land use, land use change and forestry
MFH	Mehrfamilienhaus

Abkürzung	Erläuterung
MiD	Mobilität in Deutschland
MIV	Motorisierter Individualverkehr
MKS	Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie
MMS	Mit-Maßnahmen-Szenario
MWMS	Mit-Weiteren-Maßnahmen-Szenario
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development (Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung)
ÖV	Öffentlicher Verkehr
OPEX	Operational expenditure (Betriebskosten)
PB	Projektionsbericht
PHEV	Plug-in hybrid electric vehicle (Plug-in-Hybrid-Kraftfahrzeug)
PV	Photovoltaik
SOEP	Sozio-ökonomisches Panel
THG	Treibhausgas
VDV	Verband Deutscher Verkehrsunternehmen e.V.
VGR	Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung
VZÄ	Vollzeitäquivalent
WFI	Wohnfläche
WP	Wärmepumpe
WPB	Worst-Performing Building

Zusammenfassung

Die vorliegende sozio-ökonomische Folgenabschätzung zum Projektionsbericht 2024 (Harthan et al. 2024a) aktualisiert die Folgenabschätzung zum Projektionsbericht 2023 (Schumacher et al. 2024). Sie vergleicht zwei Szenarien, das Mit-Weiteren-Maßnahmen-Szenario (MWMS) mit dem Mit-Maßnahmen-Szenario (MMS), in Hinblick auf den Investitionsbedarf und die Kosteneinsparungen sowie die gesamtwirtschaftliche Wirkung durch Veränderungen in den Sektoren Energie, Industrie, Gebäude und Verkehr. Die Analyse wird ergänzt durch die Abschätzung von Arbeitsmarkteffekten in ausgewählten Branchen und die Verteilungswirkungen verschiedener Instrumente in den Sektoren Gebäude und Verkehr.

Die sozio-ökonomische Modellierung baut auf der Energie- und Treibhausgasmodellierung des MMS und MWMS aus dem Projektionsbericht 2024 für Deutschland auf (Harthan et al. 2024a). Das MMS umfasst alle bis zum Stichtag 31. Juli 2023 bereits beschlossenen und weitgehend implementierten Klimaschutzinstrumente, das MWMS enthält alle bisher von der Bundesregierung lediglich geplanten, jedoch noch nicht implementierten Klimaschutzinstrumente. Abbildung 1 fasst die Schritte der Folgenabschätzung zusammen und zeigt für jeden Schritt auf, welche Szenarien bzw. Differenzen untersucht werden.

Abbildung 1: Schritte der Folgenabschätzung



Quelle: Eigene Darstellung, Öko-Institut und Fraunhofer ISI

Treibhausgasminderungen

Das Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG) gibt für Deutschland einen gesetzlichen Rahmen für die Klimaschutzziele. Bis zum Jahr 2030 ist eine Reduktion der Treibhausgasemissionen um mindestens 65 % gegenüber dem Vergleichsjahr 1990 vorgeschrieben, dabei gelten für einzelne Sektoren sogenannte Sektorziele. Bis zum Jahr 2045 ist Netto-Treibhausgasneutralität zu erreichen.

Der Projektionsbericht 2024 (Harthan et al. 2024a) ermittelt, dass sich bis zum Jahr 2045 eine deutliche Reduktion der Treibhausgasemissionen abzeichnet, wobei im MMS eine Verringerung auf 169 Mio. t CO₂-Äq. und im MWMS auf 163 Mio. t CO₂-Äq. projiziert wird. Das Minderungsziel von 65 % für das Jahr 2030 wird sowohl im MMS als auch im MWMS leicht verfehlt. Mit 455 Mio. t CO₂-Äq. (MMS) bzw. 454 Mio. t CO₂-Äq. (MWMS) liegen die Treibhausgasemissionen

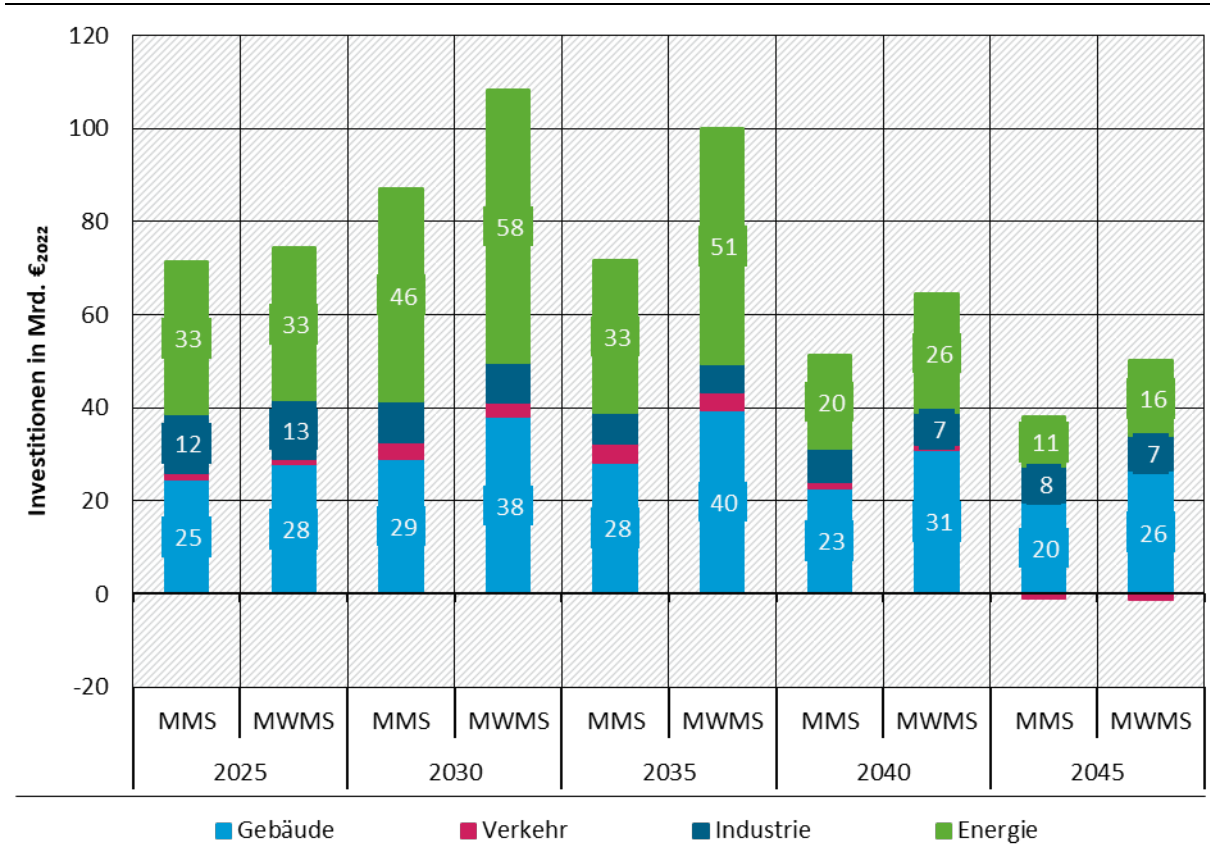
im Jahr 2030 über den vorgesehenen 441 Mio. t CO₂-Äq und damit bei einer Minderung von rund 64 %. Auch die Treibhausgasneutralität bis 2045 wird in beiden Szenarien verfehlt. So liegen die prozentualen Minderungen im Jahr 2045 sowohl im MMS als auch im MWMS bei 87 %. Über den Zeitraum von 2024 bis 2050 erfolgt im MWMS eine um nur 145 Mio. t CO₂-Äq. höhere kumulierte Einsparung als im MMS, wodurch die Emissionslücke gemäß des KSG nur geringfügig gemindert werden kann.

Investitionsbedarf und Einsparungen

Die Emissionseinsparungen setzen erhebliche Mehrinvestitionen voraus, insbesondere in der Energiewirtschaft (Abbildung 2). Dort müssen im MMS um das Jahr 2030 jährlich bis zu 46 Mrd. Euro und im MWMS bis zu 58 Mrd. Euro zusätzlich investiert werden, auch um die höhere Stromnachfrage aus den Sektoren Gebäude, Industrie und Verkehr zu bedienen. Auch im Gebäudesektor sind hohe Mehrinvestitionen von jährlich bis zu 29 bzw. 40 Mrd. Euro nötig, vor allem in die Gebäudehülle und in Wärmepumpen. In der Industrie werden vor allem Investitionen in die Elektrifizierung der Prozesswärme und in Effizienzmaßnahmen getätigt. Auch im Verkehr wird ein Großteil der Investitionen in die Elektrifizierung der Fahrzeugflotten gesteckt, wobei Investitionen in Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor bis 2040 fast vollständig durch Investitionen in Fahrzeuge mit Elektroantrieb ersetzt werden.

Bis 2030 bzw. 2045 wird der zusätzliche Investitionsbedarf im MWMS im Vergleich zum MMS auf 21 bzw. 12 Mrd. Euro geschätzt. Die Energiewirtschaft setzt hier im MWMS vor allem auch auf höhere Investitionen in Wasserstoffkraftwerke, um die steigende Stromnachfrage zu bedienen. Die erhöhte Nachfrage, sowohl im MMS als auch im MWMS, stammt aus allen Sektoren. Im Industriesektor wird vor allem die Prozesswärmeerzeugung zunächst teil- und langfristig vollelektrifiziert. Im Gebäudesektor steigt die Stromnachfrage durch den verstärkten Einsatz von Wärmepumpen, und im Verkehrssektor wird der Fahrzeugbestand nahezu komplett elektrifiziert. Zu beachten ist, dass die Entwicklung der Investitionskosten nicht mit Sicherheit vorausgesagt werden kann. So ist zum Beispiel unsicher, ob sich der Aufwärtstrend der Bau- und Sanierungskosten weiter fortsetzt oder ob eine Umkehrung des Trends niedrigere Investitionskosten zur Folge haben könnte. Die Unterschiede zwischen den Szenarien bestehen im Wesentlichen aus der vermehrten Installation und Nutzung von Wasserstoffkraftwerken zur Stromerzeugung im MWMS und höheren Anforderungen an Gebäudestandards im Gebäudesektor. In den Sektoren Verkehr und Industrie gibt es dagegen kaum Unterschiede.

Abbildung 2: Mehrinvestitionen im MMS und MWMS - nach Sektoren

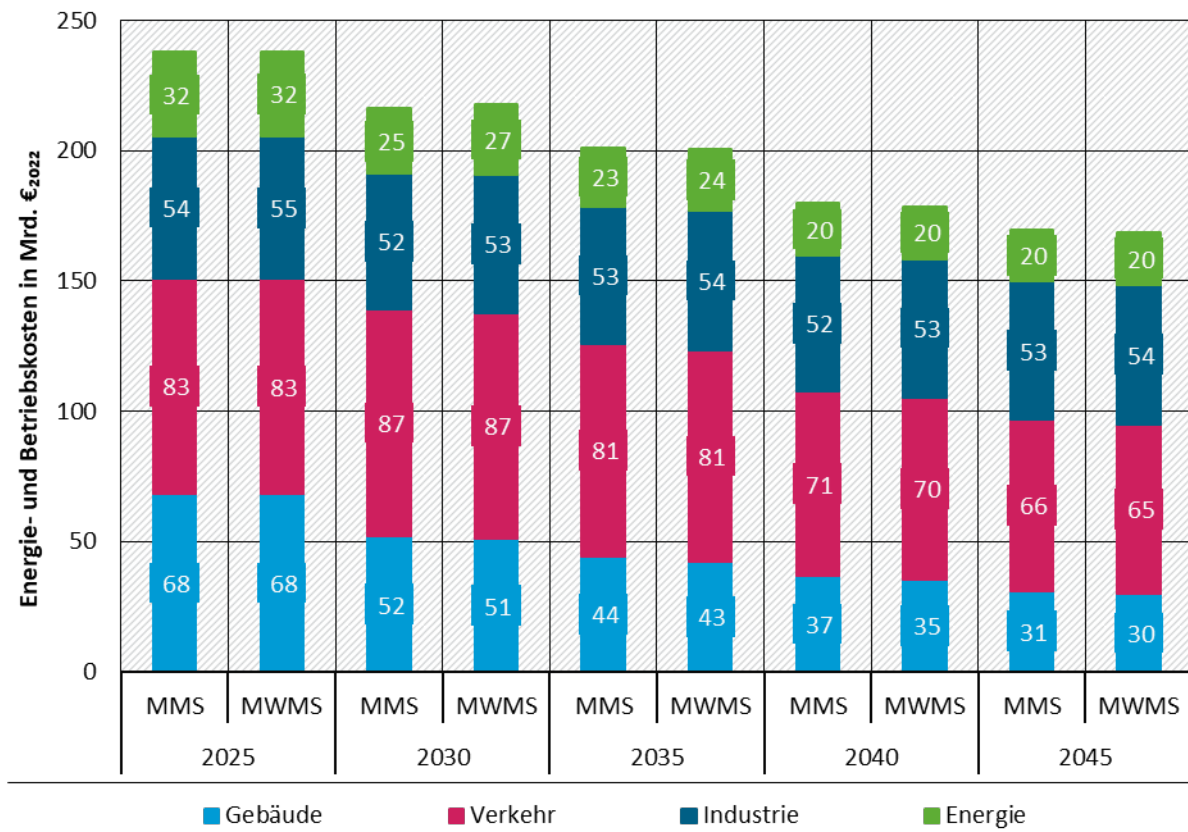


Quelle: Eigene Darstellung, Öko-Institut; Modellrechnungen: Öko-Institut, Fraunhofer ISI, IREES.
 Anmerkungen: Werte sind über 5 Jahre gemittelt (z. B. enthält 2025 den Durchschnittswert 2023-2027); Für den Industriesektor werden die Mehrinvestitionen berichtet; für den Gebäudesektor werden die energetischen Mehrkosten (also abzüglich der Ohnehin-Kosten¹) berichtet; für den Energiesektor wird ohne Instandhaltungskosten berichtet; im Verkehrssektor wird die Differenz zwischen Szenarien mit Maßnahmen und Szenario ohne Maßnahmen berichtet; die Sektoren Landwirtschaft und Abfall berichten nur minimale Investitionen und keine Unterschiede zwischen MMS und MWMS; es werden keine Infrastrukturinvestitionen berichtet.

Die Betrachtung der Ausgaben (vgl. Abbildung 3) verdeutlicht, dass die getätigten Investitionen in beiden Szenarien im Zeitverlauf zu bedeutenden Einsparungen führen. Dies resultiert vor allem aus einem verringerten Einsatz von fossilen Energieträgern und Effizienzsteigerungen. Unterschiede zwischen den Szenarien bestehen dabei kaum. Der genaue Umfang der Einsparungen über die Zeit ist maßgeblich von den Entwicklungen der fossilen Energie- und Strompreise abhängig, deren Abschätzung mit Unsicherheiten verbunden ist. Die Relation zwischen fossilen Preisen inklusive CO₂-Bepreisung und Strompreisen spielt eine entscheidende Rolle für die Wirtschaftlichkeit der zu tätigen Mehrinvestitionen. Ein höheres Niveau fossiler Energiepreise bzw. ein niedrigeres Niveau von Strompreisen korreliert dabei mit größeren potenziellen Kosteneinsparungen.

¹ Ohnehin- oder auch Sowieso-Kosten umfassen den Teil der energetischen Sanierungskosten, der ohnehin angefallen wäre, um das Gebäude instandzuhalten (z.B. Ersatz des Putzes, Neueindeckung des Dachs, Austausch von Fenstern, anteilige Kosten für Gerüst und Planung, Entsorgung von Bauschutt etc.). Die Ohnehin-Kosten plus die energetischen Mehrkosten (z.B. für Dämmmaterial) ergeben die Vollkosten einer energetischen Sanierung.

Abbildung 3: Energie- und Betriebskosten in MMS und MWMS - nach Sektoren



Quelle: Eigene Darstellung, Öko-Institut; Modellrechnungen: Öko-Institut, Fraunhofer ISI, IREES.

Anmerkungen: Werte sind über 5 Jahre gemittelt (z. B. enthält 2025 den Durchschnittswert 2023-2027); Energie- und Betriebskosten mit Energiesteuern, CO₂-Kosten und Maut, ohne MwSt.

Die Tatsache, dass die Energiewirtschaft für die nachfragenden Sektoren Strom produziert (Sektorkopplung), wirkt sich auf die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit der Mehrinvestitionen im Hinblick auf potenzielle Kosteneinsparungen aus. Die Investitionen zum Ausbau der Kapazitäten zur Stromerzeugung und -speicherung werden in der Energiewirtschaft getätigt. Infolgedessen verursacht Klimaschutz in beiden Szenarien vor allem in der Energiewirtschaft einen negativen Nettoeffekt aus Investitionen und Kosteneinsparungen. Auch im Gebäudesektor reichen die Kosteneinsparungen nicht aus, um die Investitionen zu egalisieren. Insbesondere niedrige Großhandelspreise für fossile Energieträger und steigende Bau- und Sanierungskosten wirken der Wirtschaftlichkeit von zusätzlichen Klimaschutzmaßnahmen entgegen und sorgen dafür, dass hohe CO₂-Preise allein dafür nicht ausreichen. Insgesamt zeigt sich, dass zusätzlicher Klimaschutz im MWMS mit hohen Kosten im Vergleich zu den dadurch erzielbaren Einsparungen an Energieausgaben und auch an Treibhausgasemissionen verbunden ist.

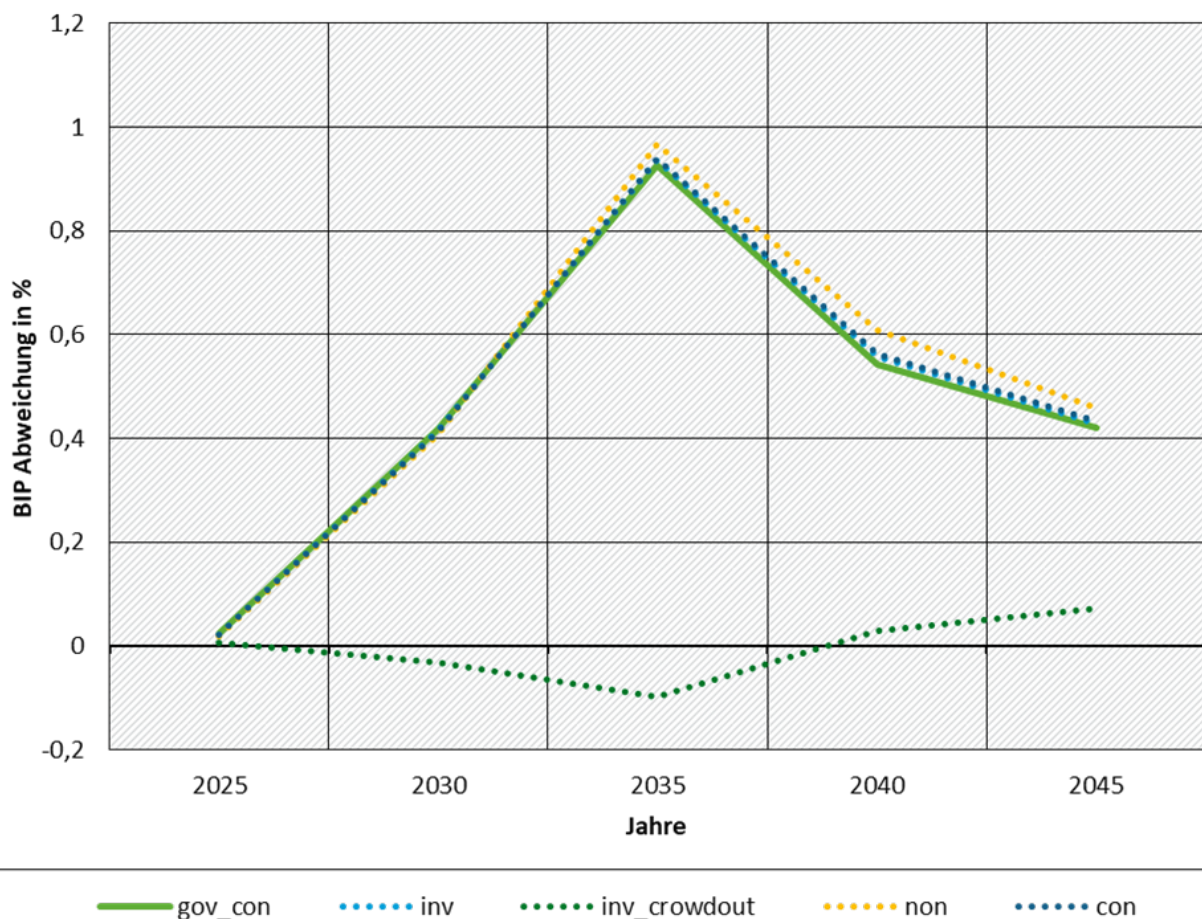
Gesamtwirtschaftliche Analyse

Die Mehrinvestitionen, insbesondere in die Gebäudehülle und in die Energieerzeugung aus Erneuerbaren, bewirken eine zusätzliche Nachfrage nach Produkten und Dienstleistungen und bedeuten damit für die gesamtwirtschaftliche Analyse einen positiven Impuls auf die Bruttowertschöpfung und die Beschäftigung in Deutschland. Der Investitionsimpuls nimmt bis 2035 zu und danach wieder ab. Die gesamtwirtschaftlichen Effekte werden durch diesen Impuls dominiert. Im Vergleich zu den Investitionen fallen die Wirkungen der weiteren Impulse deutlich weniger ins Gewicht. Die Änderungen bei der Energienachfrage führen zu verringerten Importen von Gas, Erdöl, Wasserstoff und synthetischen Kraftstoffen sowie Biomasse im

Vergleich zum MMS. Sie wirken positiv auf die Handelsbilanz und damit auch auf die Gesamtwirtschaft. Geringere Subventionen und Mehreinnahmen aus CO₂-Bepreisung und Energiesteuern der Haushalte können die geringeren Einnahmen aus Energiebesteuerung und CO₂-Bepreisung der Unternehmen sowie Kfz-Steuer und Maut nicht kompensieren. Dadurch erfährt der Staatshaushalt ab 2030 im MWMS im Vergleich zum MMS einen negativen Impuls. Der Umgang damit ist Gegenstand einer Sensitivitätsanalyse. Da der Impuls auf den Staatshaushalt jedoch sehr klein ist, unterscheiden sich die Sensitivitäten kaum.

In Abbildung 4 ist die prozentuale Abweichung des Bruttoinlandsprodukts zwischen MWMS (und den zugehörigen Sensitivitäten) und dem MMS dargestellt. Die zusätzlichen Maßnahmen im MWMS führen zu einem etwas höheren BIP (bis knapp 1,0 %) als im MMS. Leicht negative Effekte (bis zu -0,1 %) zeigen sich lediglich in einer Sensitivität unter Annahme starker Verdrängung von Investitionen.

Abbildung 4: Bruttoinlandsprodukt Deutschland – Prozentuale Abweichung MWMS von MMS



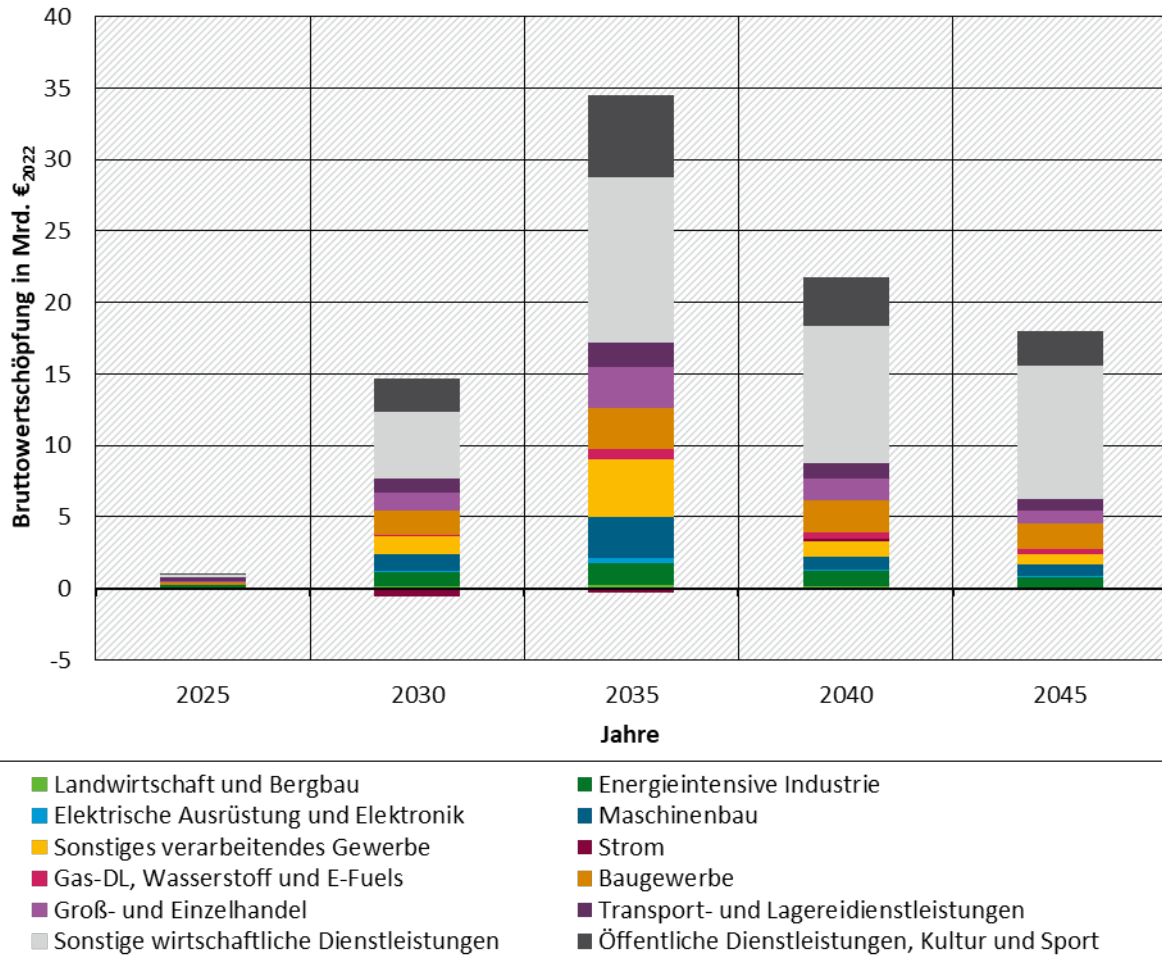
Quelle: Eigene Darstellung, Fraunhofer ISI; Modellrechnungen: Fraunhofer ISI.

Die gezeigten Linien stellen unterschiedliche Sensitivitäten mit Blick auf den Umgang mit einem negativen oder positiven Impuls auf den Staatshaushalt dar: Gegenfinanzierung über den Staatskonsum (Hauptanalyse "gov_con"), Umlage über die Investitionen ("inv"), Umlage über die Investitionen plus Verdrängung von Investitionen durch die zusätzlichen Investitionen im MMS ("inv_crowdout"), keine Gegenfinanzierung ("non"), Umlage über den Konsum ("con").

Auch in den einzelnen Wirtschaftsbereichen zeigen sich positive Effekte auf die Wertschöpfung und ein zusätzlicher Arbeitskräftebedarf. Die absolute Abweichung des MWMS vom MMS ist für die Bruttowertschöpfung nach Wirtschaftsbereichen in Abbildung 5 sowie für den Arbeitskräftebedarf nach Wirtschaftsbereichen in Abbildung 6 dargestellt. Deutlich zu sehen

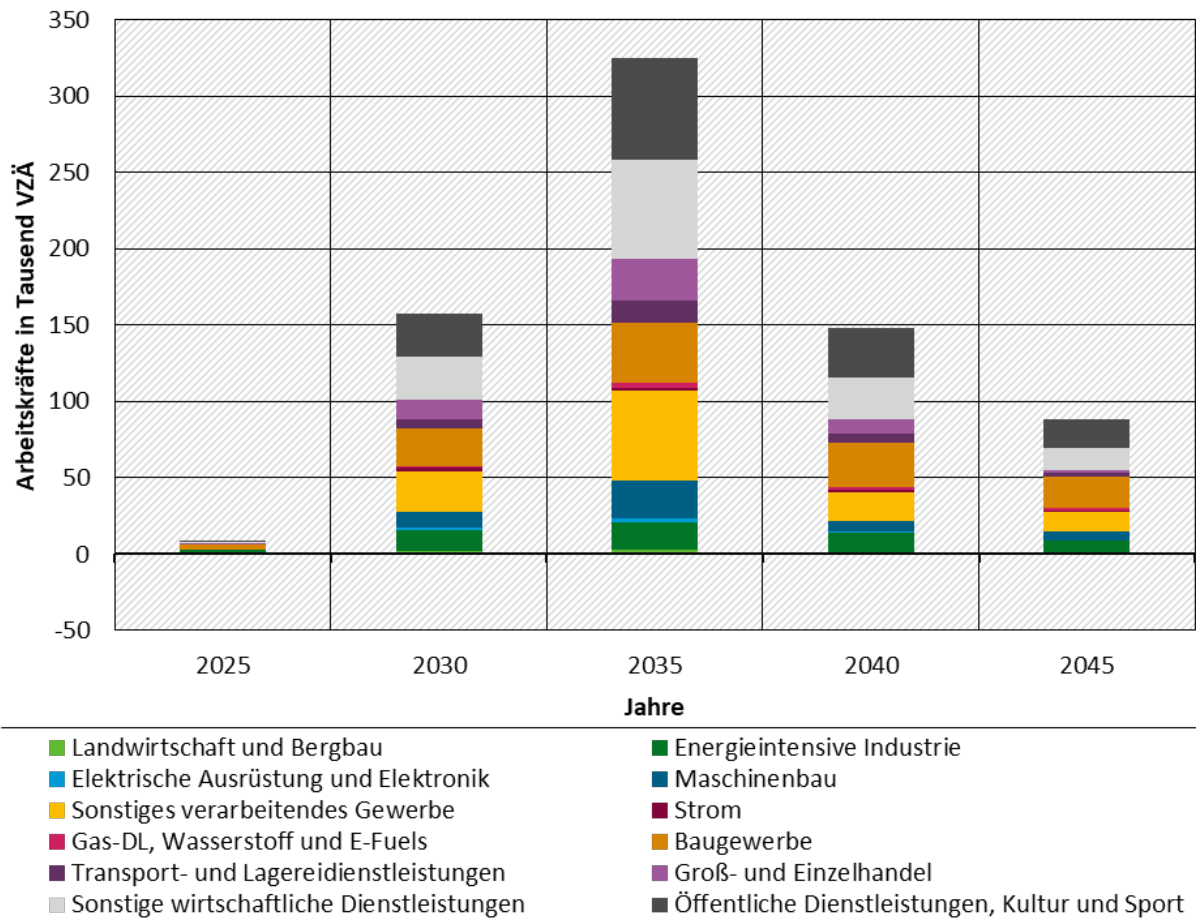
sind die Effekte zusätzlicher Nachfrage in den Bereichen wirtschaftliche Dienstleistungen, öffentliche Dienstleistungen, Handel, Baugewerbe, Maschinenbau und der energieintensiven Industrie. Die Bruttowertschöpfung und der Arbeitskräftebedarf ist im MWMS höher als im MMS.

Abbildung 5: Bruttowertschöpfung nach Wirtschaftsbereichen – Absolute Abweichung MWMS von MMS für die Hauptanalyse "gov_con" (Gegenfinanzierung über Staatskonsum)



Quelle: Eigene Darstellung, Fraunhofer ISI; Modellrechnungen: Fraunhofer ISI.

Abbildung 6: Arbeitskräftebedarf nach Wirtschaftsbereichen – Absolute Abweichung MWMS von MMS für die Hauptanalyse "gov_con" (Gegenfinanzierung über Staatskonsum)



Quelle: Eigene Darstellung, Fraunhofer ISI; Modellrechnungen: Fraunhofer ISI.

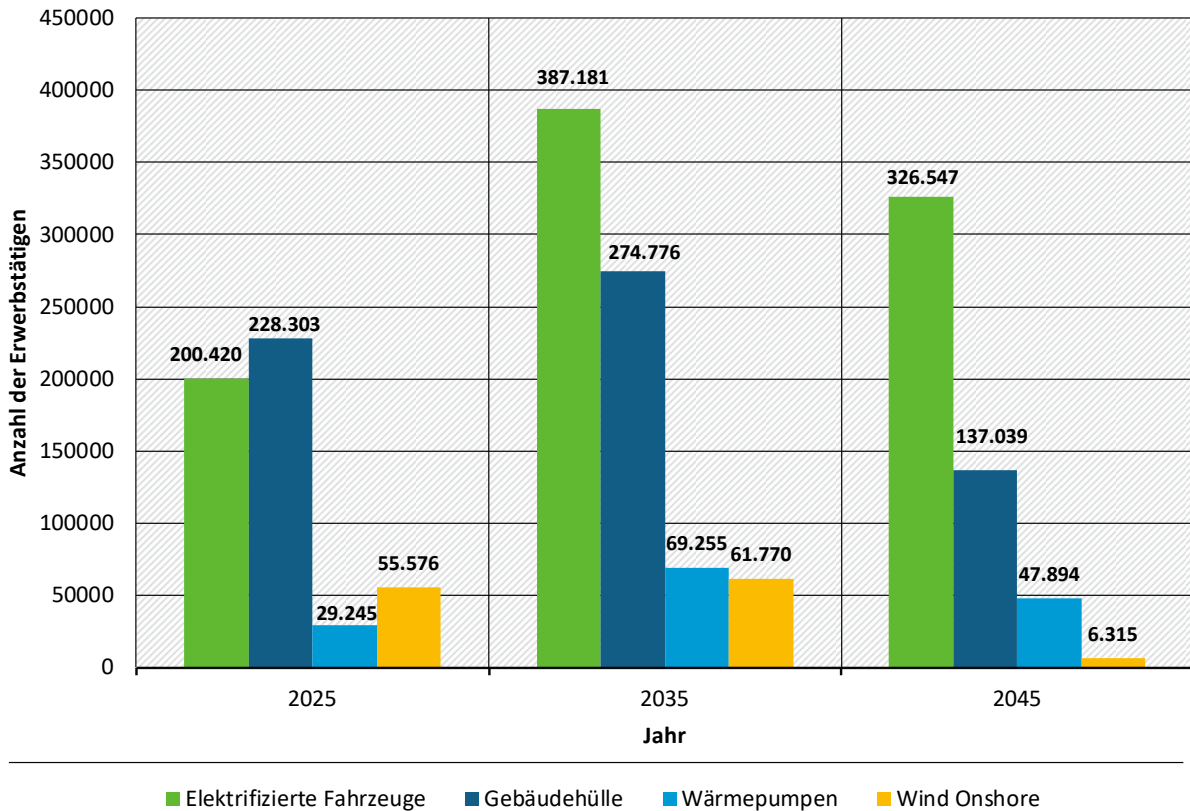
Die Struktur der Abweichungen zwischen den Wirtschaftszweigen ist in den betrachteten Sensitivitäten überwiegend ähnlich. Die Sensitivität zur verstärkten Verdrängung von Investitionen zeigt generell eine andere Struktur positiv und negativ betroffener Wirtschaftszweige.

Arbeitsmarkteffekte in ausgewählten Bereichen

Zur Analyse der Arbeitsmarkteffekte werden die zukünftigen Auswirkungen der Investitionen in ausgewählte Technologien im MWMS analysiert. Dies sind elektrifizierte Fahrzeuge, Gebäudehülle, Wärmepumpen und Wind Onshore. Der durch die Investitionen in diese Technologien entstehende Bedarf an Erwerbstätigen ist in Abbildung 7 dargestellt. Es werden die absoluten Zahlen im MWMS betrachtet (d. h. es findet kein Vergleich zum MMS statt). Die Ergebnisse zeigen, dass sich die Investitionen in diese Technologien aufgrund der starken Verflechtung der Wirtschaftszweige untereinander auf zahlreiche Wirtschaftszweige und Tätigkeiten innerhalb Deutschlands auswirken. Es entsteht insbesondere Fachkräftebedarf und ein hoher Bedarf an „unterstützenden“ Tätigkeiten, z. B. Dienstleistungen. Ein signifikanter Anteil des durch die Investitionen generierten Arbeitskräftebedarfs bezieht sich auf Berufskategorien, die heute als Engpassberufskategorien gelten. Gemäß der Projektion, die die zukünftigen Investitionen über die heutige Arbeitsmarktstruktur auf die zukünftigen Arbeitskräftebedarfe projiziert, entstehen die größten Arbeitskräftebedarfe in den folgenden Wirtschaftszweigen: Vorbereitende Baustellen-, Bauinstallations- und sonstige Ausbauarbeiten, Elektrische Ausrüstungen, Glas und Glaswaren, Kraftwagen und -teile. Maschinenbau und

Betriebstechnik sowie Industrielle Glasherstellung und -verarbeitung sind die gemäß der Projektion am stärksten betroffenen Tätigkeiten.

Abbildung 7: Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in elektrifizierte Fahrzeuge, Gebäudehülle, Wärmepumpen und Wind Onshore im MWMS – Erwerbstätige je Jahr



Quelle: Eigene Darstellung, Fraunhofer ISI; Modellrechnungen: Fraunhofer ISI.

Verteilungswirkungen

Im Rahmen der Verteilungsanalyse wurde untersucht, wie sich die Kosten-Nutzen-Bilanz aus Sicht privater Haushalte über verschiedene Haushaltstypen verteilt. Dafür werden konkrete Beispielhaushalte beleuchtet, die sich in Bezug auf die Art und Anzahl der von oder bei ihnen durchgeführten Klimaschutzmaßnahmen unterscheiden.

Die Ergebnisse der Verteilungsanalyse der verschiedenen Politikinstrumente im Verkehrs- und Gebäudesektor sind ambivalent. Während die Klimaschutzinstrumente im Mobilitätsbereich dazu führen, dass E-Autos finanziell attraktiver werden, sodass sich ein Umstieg für die Haushalte in fast allen Fällen auch finanziell lohnt, ist die Wirtschaftlichkeit für Sanierungen im Gebäudebereich auch mit bestehender Förderung unter den gegebenen Rahmenbedingungen für die Energiepreisentwicklungen nicht gegeben.

Die Betrachtung der fünf Beispielhaushalten zeigt, dass die angenommene Energiepreisentwicklung, insbesondere die Relation von Strom- zum Erdgas-/Heizöl-/Kraftstoffpreis, eine entscheidende Rolle für die Bezahlbarkeit der klimafreundlichen Alternativen spielt. Auch Förderung trägt wesentlich zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit von Investitionen bei und senkt die Belastung. Die in den Projektionen zugrunde gelegten Rahmendaten für die Energiepreisentwicklung weisen im Jahr 2030 geringere

Endverbrauchspreise für fossile Brenn- und Kraftstoffe auf als im Jahr 2023 und dies trotz eines deutlichen höheren CO₂-Preises. Mit diesen geringen fossilen Energiepreisen sinkt die Kostenbelastung für Heizen und Mobilität für alle Haushalte im Jahr 2030 gegenüber der dem Ausgangsjahr 2023 und dies, ohne dass Haushalte ihr Verhalten anpassen oder in Klimaschutz investieren.

Werden Sanierungen durchgeführt, so liegen die Kosten (laufende Kosten und annuisierte Investitionskosten) im Jahr 2030 höher als in der Situation ohne Anpassung. Erst bei einem CO₂-Preis von ca. 240 Euro_{real2022}/t CO₂ gestaltet sich die Situation nach Sanierungsinvestition in der für Eigentümer*innen und Mietende unter den getroffenen Annahmen vergleichbar zur Situation ohne Anpassung. Auch höhere Förderung für Gesamtsanierungen spielen eine bedeutende Rolle und wirken sich positiv auf die Wirtschaftlichkeit bzw. im Mietwohnbereich auf die Warmmiete aus. Für den Heizungstausch hat zudem ein geringerer Strompreis, z.B. durch eine Reform der staatlichen Preisbestandteile, deutlich positive Wirkungen.

Der Umstieg auf ein E-Fahrzeug stellt sich auch bei den gegebenen Annahmen bereits wirtschaftlich dar. Die höhere Effizienz führt zu deutlich niedrigeren Betriebskosten, demgegenüber steht aber ein höherer Anschaffungspreis, der jedoch überkompensiert wird. Der Erwerb eines Deutschlandtickets lohnt sich teilweise für die Haushalte, je nach laufenden Kosten des genutzten Autos und der Anzahl an Personen im Haushalt, die auf das Auto angewiesen sind. Mangels adäquater Angebote, insbesondere auf dem Land, haben einige Haushalte allerdings nicht die Möglichkeit, auf den ÖV umzusteigen. Daher werden weitere flankierende Maßnahmen benötigt, um das Angebot bedarfsgerecht zu erweitern.

In der Analyse wird deutlich, dass die Belastung der Haushalte (gemessen am verfügbaren Einkommen) nicht nur von den relativen Preisen und der Förderung, sondern insbesondere auch von der Höhe des Einkommens abhängt. Die Belastung für Wärme und Mobilität ist gerade für Haushalte mit geringem Einkommen hoch, auch bereits im Ausgangszustand. Eine sozial gestaffelte Sanierungsförderung mit höheren Fördersätzen für Haushalte mit geringem Einkommen kann einen Anreiz zur Sanierung bieten und dabei die Belastung für diese Haushalte deutlich und nachhaltig senken. Höhere Mieten bzw. Investitionskosten im Eigenheim werden durch geringere (CO₂-freie) Heizkosten ausgeglichen. Im Mobilitätsbereich ist es ratsam, Haushalten, die nicht die Möglichkeit zum Umstieg auf den öffentlichen Verkehr haben, beim Erwerb eines E-Pkws, bspw. durch ein Sozial Leasing Programm oder die Förderung beim Kauf eines gebrauchten E-Autos zu unterstützen. Haushalte sind dann resilient gegenüber steigenden CO₂-Preisen. Zielgerichtete Förderung für die energetische Sanierung von Gebäuden und klimafreundliche Mobilität ist daher von großer und vorrangiger Bedeutung.

Fazit

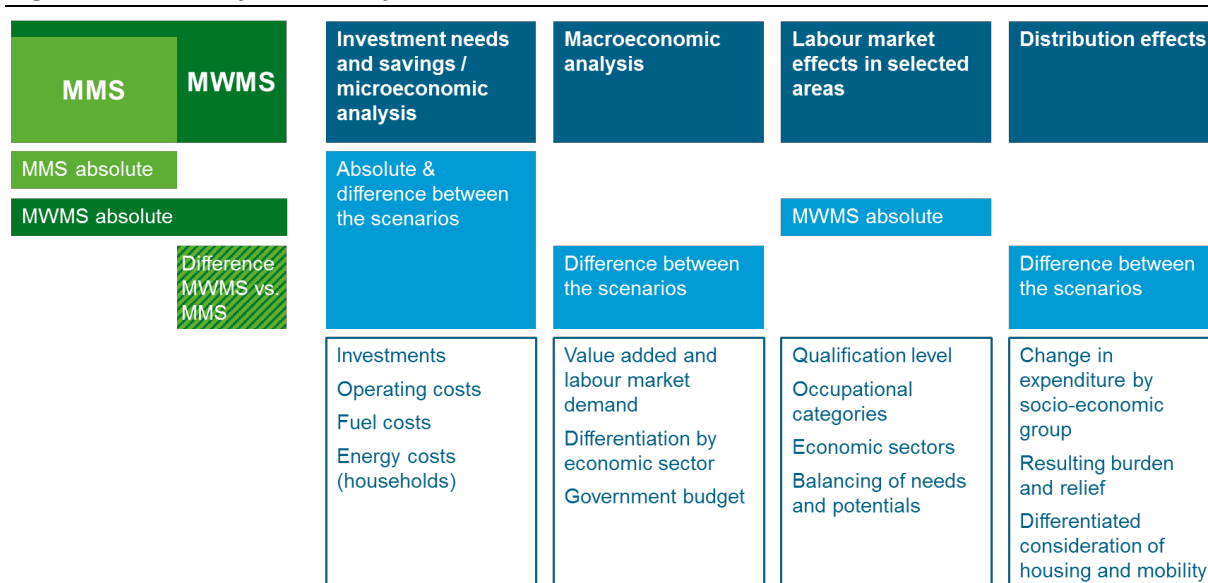
Die sozio-ökonomische Folgenabschätzung zeigt durch die Kombination von aggregierten und spezifischen Analysen die Bandbreite der möglichen Effekte durch mehr Klimaschutz aus verschiedenen Perspektiven auf. Die Wirkungen entfalten sich nicht gleichmäßig über die betrachteten Sektoren, Wirtschaftsbereiche, Technologien und Haushaltstypen. Besonderes Augenmerk ist auf die Bereiche zu legen, die von hohen Zuwächsen profitieren oder mit deutlichen Nachfragerückgängen konfrontiert sind. Aspekte wie der Fachkräftemangel in der Bereitstellung besonders nachgefragter Technologien oder die unterschiedliche Belastung von Beispielhaushalten müssen für die Einordnung aggregierter und gesamtwirtschaftlicher Wirkungen aus ökonomischer Perspektive unbedingt gegenübergestellt werden.

Summary

This socio-economic impact assessment of the 2024 Projection Report (Harthan et al. 2024a) updates the impact assessment of the 2023 Projection Report (Schumacher et al. 2024). It compares two scenarios, the “with additional measures scenario” (MWMS) with the “with measures scenario” (MMS), with regard to the investment needs, cost savings and the overall economic impacts of changes in the energy, industry, buildings and transport sectors. This analysis is complemented by an estimation of labour market effects in selected areas with high investment needs and by an analysis of the distribution effects of various instruments in the buildings and transport sectors.

The socio-economic modelling is based on the energy and greenhouse gas modelling of the MMS and MWMS used in the 2024 Projection Report for Germany (Harthan et al. 2024a). The MMS includes all climate policy instruments that have been adopted and largely implemented by the cut-off date of 31 July 2023. The MWMS includes all climate policy instruments that the German government has planned but not yet implemented. Figure 1 summarises the steps of the impact assessment and shows which scenarios or differences are examined for each step.

Figure 1: Steps of the impact assessment



Source: Authors’ own illustration, Oeko-Institut and Fraunhofer ISI

Reductions of greenhouse gas emissions

The German Federal Climate Change Act provides a legal framework for Germany's climate protection targets. By 2030, greenhouse gas emissions must be reduced by at least 65 % compared to 1990; the individual sectors have sector targets to fulfil to this end. Net greenhouse gas neutrality is to be achieved by 2045.

The 2024 Projection Report (Harthan et al. 2024a) determines that there will be a significant reduction in greenhouse gas emissions by 2045, with a reduction to 169 million tonnes of CO₂eq projected in the MMS and to 163 million tonnes of CO₂eq in the MWMS. The reduction target of 65% is slightly missed in both the MMS and the MWMS. At 455 million tonnes of CO₂eq (MMS) and 454 million tonnes of CO₂eq (MWMS), greenhouse gas emissions in 2030 are above the planned 441 million tonnes of CO₂eq and correspond to a reduction of approx. 64%. The goal of greenhouse gas neutrality in 2045 is not fulfilled in either scenario. The reductions achieved by 2045 amount to 87% in both the MMS and the MWMS. Over the period of 2024 to 2050,

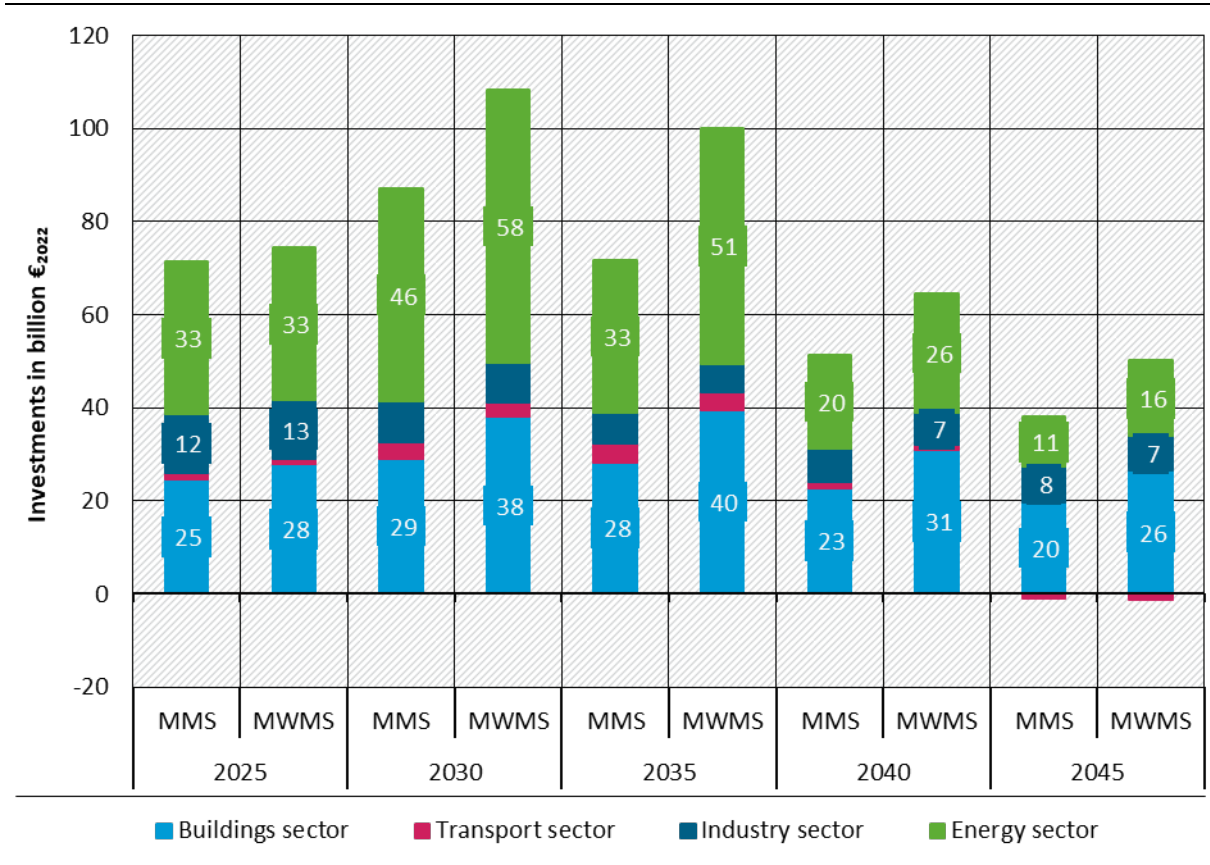
cumulative savings in the MWMS are only 145 million tonnes of CO₂eq higher than in the MMS, which means that the emissions gap in relation to the Climate Change Act can only be slightly closed.

Investment needs and savings

The emission savings make considerable additional investments necessary, particularly in the energy sector (Figure 2). Up to EUR 46 billion in the MMS and up to EUR 58 billion in the MWMS will have to be invested annually by 2030 to meet the higher demand for electricity from the buildings, industry and transport sectors. High additional investments of up to EUR 29 billion and EUR 40 billion per year are also necessary in the buildings sector and relate primarily to the building envelope and heat pumps. In industry, investments are primarily made in the electrification of process heat and in efficiency measures. In the transport sector, a large share of investments is channelled into the electrification of vehicle fleets, with investments in vehicles with combustion engines being almost completely replaced by investments in vehicles with electric drives by 2040.

By 2030 and 2045, the additional investments needed in the MWMS compared to the MMS is estimated at EUR 21 billion and EUR 12 billion respectively. In the energy industry in the MWMS, higher investments are primarily made in hydrogen power plants to meet the rising demand for electricity. The increased demand in both the MMS and the MWMS comes from all sectors. In the industry sector, process heat generation is partly electrified at first and then fully electrified in the long term. In the buildings sector, the electricity demand is increasing due to the increased utilisation of heat pumps. In the transport sector, the vehicle fleet undergoes almost complete electrification. It should be noted that the development of investment costs cannot be predicted with certainty. For example, it is uncertain whether the upward trend in construction and refurbishment costs will continue or whether a reversal of the trend could result in lower investment costs. The differences between the scenarios predominantly relate to the increased installation and utilisation of hydrogen power plants for electricity generation in the MWMS and higher requirements for building standards in the buildings sector. In the transport and industry sectors, in contrast, there are hardly any differences.

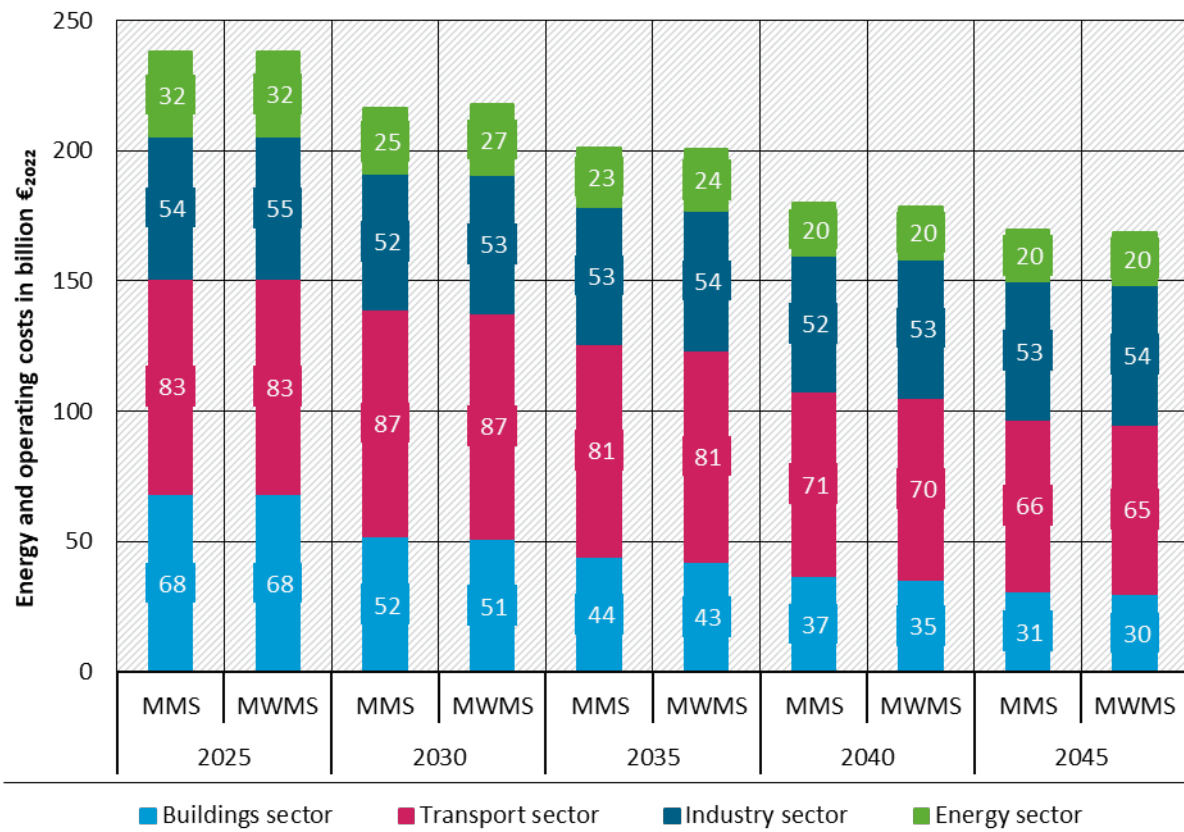
Figure 2: Additional investments in MMS and MWMS - by sector



Sources: Authors’ own diagram, Oeko-Institut, with model calculations by Oeko-Institut, Fraunhofer ISI and IREES
 Notes: Values are averaged over 5 years (e.g. the average value of 2023-2027 is used for 2025); for the industry sector, the additional investments are reported; for the buildings sector, the additional energy costs (i.e. minus the costs that would have been incurred anyway²) are reported; for the energy sector, no maintenance costs are reported; in the transport sector, the difference between scenarios with measures and scenarios without measures is reported; the agriculture and waste sectors report only minimal investments and no differences between the MMS and the MWMS; no infrastructure investments are reported.

The analysis of expenditure (see Figure 3) shows that the investments made in both scenarios lead to significant savings over time. This is primarily the result of the decreased use of fossil fuels and efficiency improvements. There are hardly any differences between the scenarios. The exact extent of the savings over time largely depends on the development of fossil energy and electricity prices, the estimation of which is subject to uncertainties. The relationship between fossil fuel prices (including CO₂ pricing) and electricity prices plays a critical role in the economic viability of the additional investments to be made. Higher price levels for fossil energy or lower electricity price levels correlate with greater potential cost savings.

² These are the energy refurbishment costs that would have been incurred anyway in order to maintain the building (e.g. replacement of plaster, re-roofing, window replacement, proportional costs for scaffolding and planning, disposal of building rubble, etc.). The full costs of an energy-efficient refurbishment are calculated by adding these costs that would have been incurred anyway and the additional energy costs (e.g. for insulation material).

Figure 3: Energy and operating costs in MMS and MWMS - by sector


Sources: Authors' own diagram, Oeko-Institut; model calculations by Oeko-Institut, Fraunhofer ISI and IREES

Notes: Values are averaged over 5 years (e.g. the average value of 2023-2027 is used for 2025); energy and operating costs include energy taxes, CO₂ costs and tolls, excluding VAT.

The fact that the energy industry produces electricity for the demand sectors (sector coupling) has an impact on the assessment of the economic viability of the additional investments in terms of potential cost savings. The investments to expand capacities for electricity generation and storage are made in the energy industry. As a result, in both scenarios climate protection causes a negative net effect from investments and cost savings, above all in the energy sector. In the buildings sector, too, the cost savings are not sufficient to balance the investments. In particular, low wholesale prices for fossil fuels and rising construction and refurbishment costs counteract the economic viability of additional climate protection measures and ensure that high CO₂ prices alone are not enough. Overall, additional climate protection in the MWMS is associated with high costs compared to the resulting savings in energy expenditure and greenhouse gas emissions.

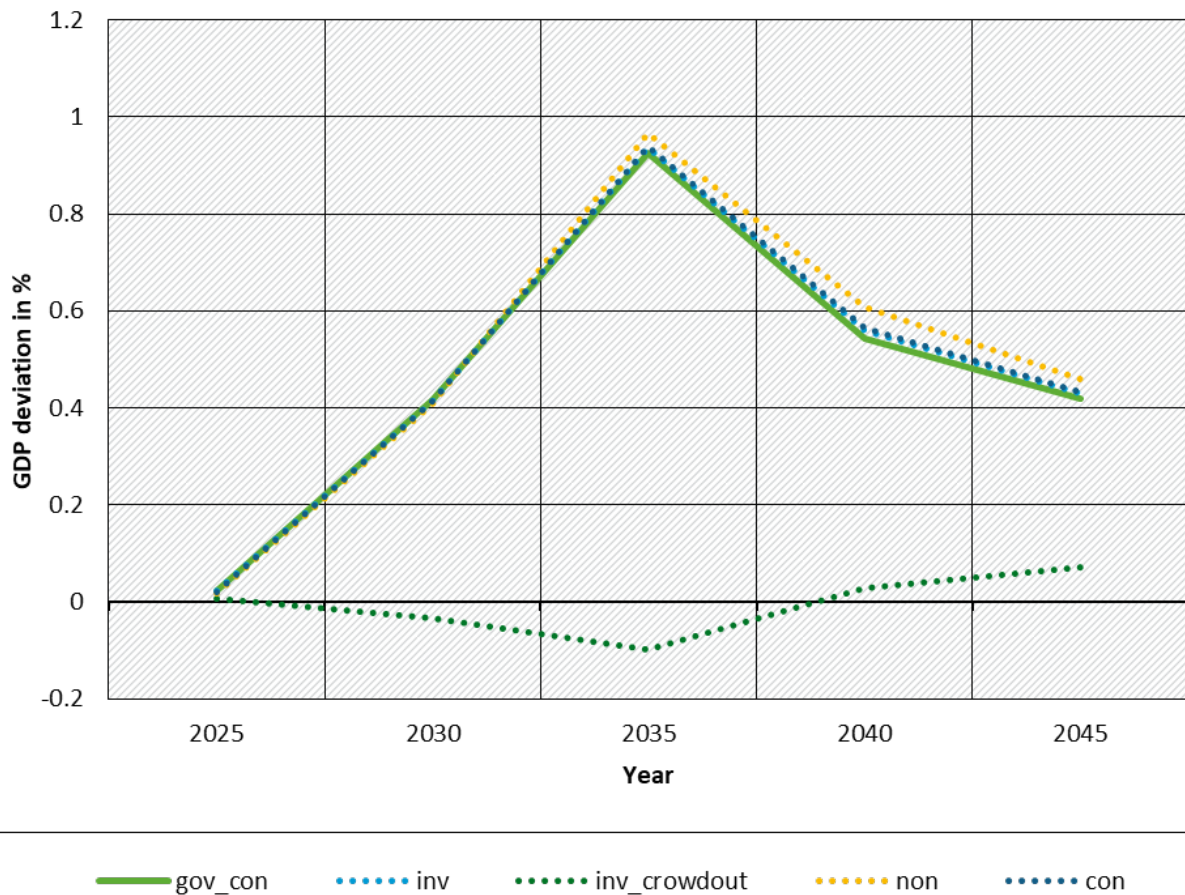
Macroeconomic analysis

The additional investments, particularly in the building envelope and in energy generation from renewables, creates additional demand for products and services and therefore has a positive impact on gross value added and employment in Germany in the overall economic analysis. The boost to investments increases up to 2035 before decreasing again. It has the strongest influence in terms of the macroeconomic effects; compared to investments, the other influences are much less significant. The changes in energy demand lead to decreased imports of gas, crude oil, hydrogen, synthetic fuels and biomass compared to the MMS. They have a positive effect on the balance of trade and therefore also on the overall economy. Lower subsidies and additional revenues from CO₂ pricing and energy taxes on households cannot compensate for the lower revenues from energy taxation and CO₂ pricing on companies and from vehicle tax and tolls. As a

result, there is a negative impact on the government budget from 2030 in the MWMS compared to the MMS. The handling of this is subject to a sensitivity analysis. As the impact on the national budget is very small, however, the sensitivities hardly differ.

Figure 4 shows the percentage deviation in gross domestic product between the MWMS (and the associated sensitivities) and the MMS. The additional measures in the MWMS lead to a slightly higher GDP (up to approx. 1.0 %) than in the MMS. Slightly negative effects (up to - 0.1 %) can only be seen in a sensitivity when a strong crowding-out of investments is assumed.

Figure 4: Germany's gross domestic product: percentage deviation of MMS from MWMS

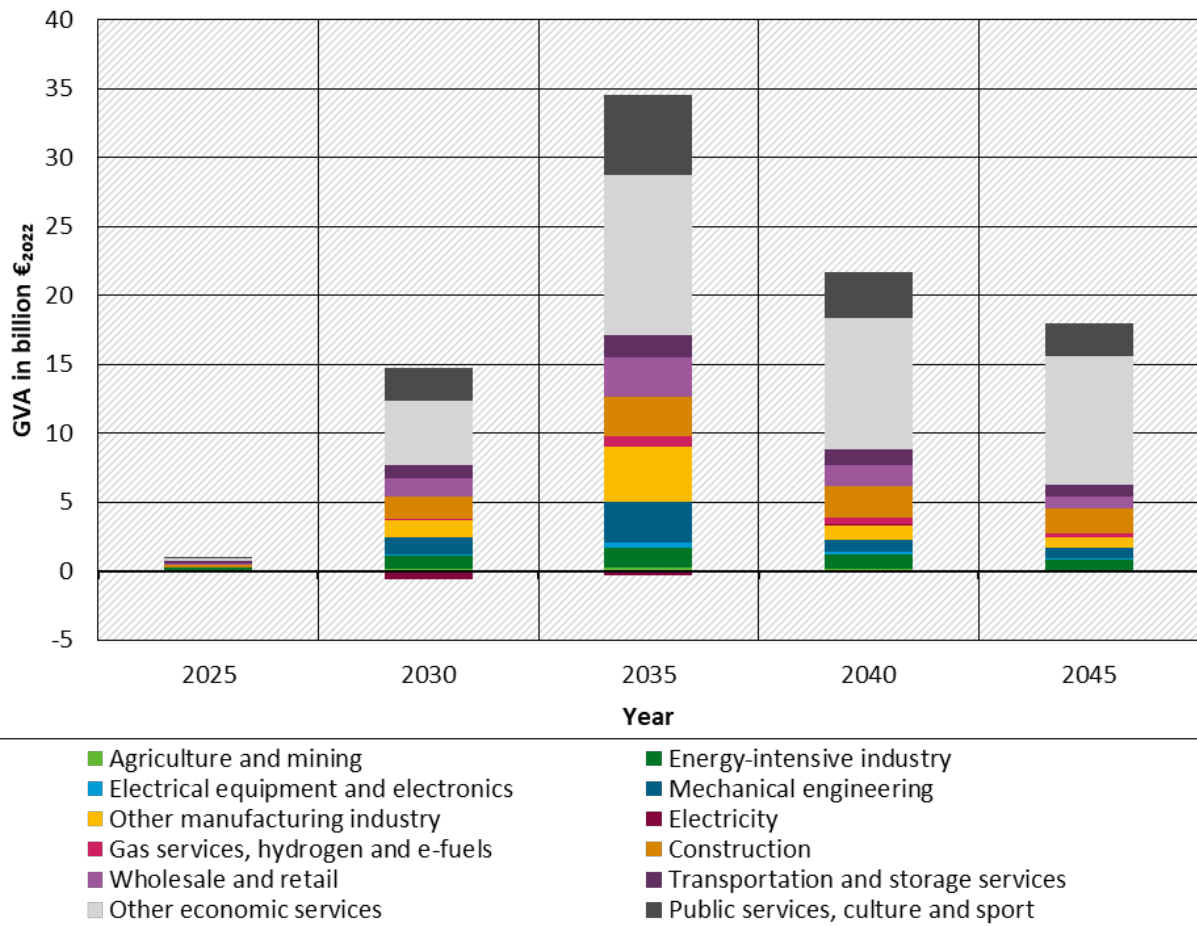


Source: Authors' own diagram, Fraunhofer ISI; model calculations by Fraunhofer ISI

Notes: The lines represent different sensitivities in terms of having a negative or positive stimulus on the government budget: counter-financing via government consumption (main analysis "gov_con"), levy via investments ("inv"), levy via investments plus crowding-out of investments through the additional investments in the MMS ("inv_crowdout"), no counter-financing ("non"), levy on consumption ("con").

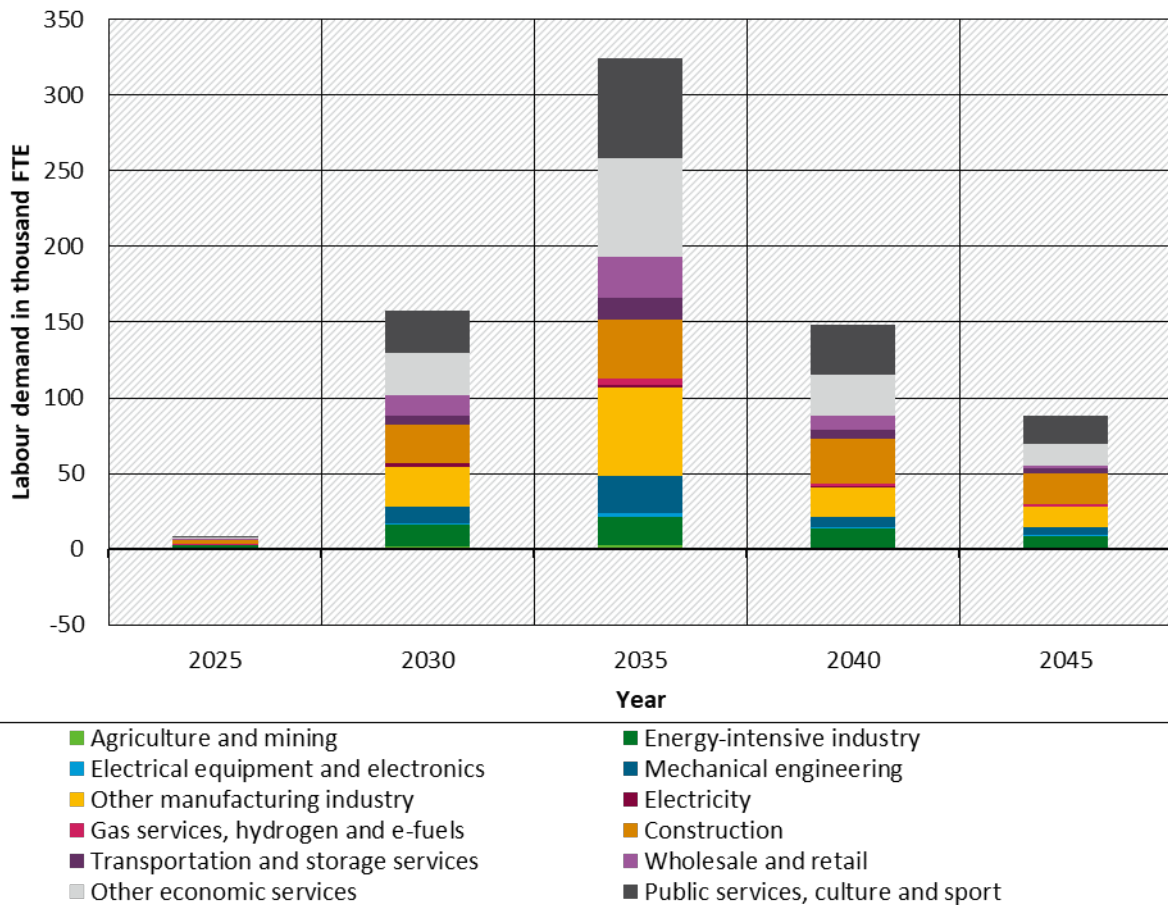
There are also positive effects on value added and an additional labour demand in the individual economic sectors. Figure 5 shows the absolute deviation of the MWMS from the MMS for gross value added by economic sector and Figure 6 shows the same for the labour demand by economic sector. The effects of additional demand can be clearly seen in the economic services, public services, trade, construction and mechanical engineering sectors and energy-intensive industry. Gross value added and labour demand are higher in the MWMS than in the MMS.

Figure 5: Gross value added by economic sector: absolute deviation of MWMS from MMS for the main analysis “gov_con” (counter-financing via government consumption)



Source: Authors' own diagram, Fraunhofer ISI; model calculations by Fraunhofer ISI

Figure 6: Labour demand by economic sector: absolute deviation of MWMS from MMS for the main analysis “gov_con” (counter-financing via government consumption)



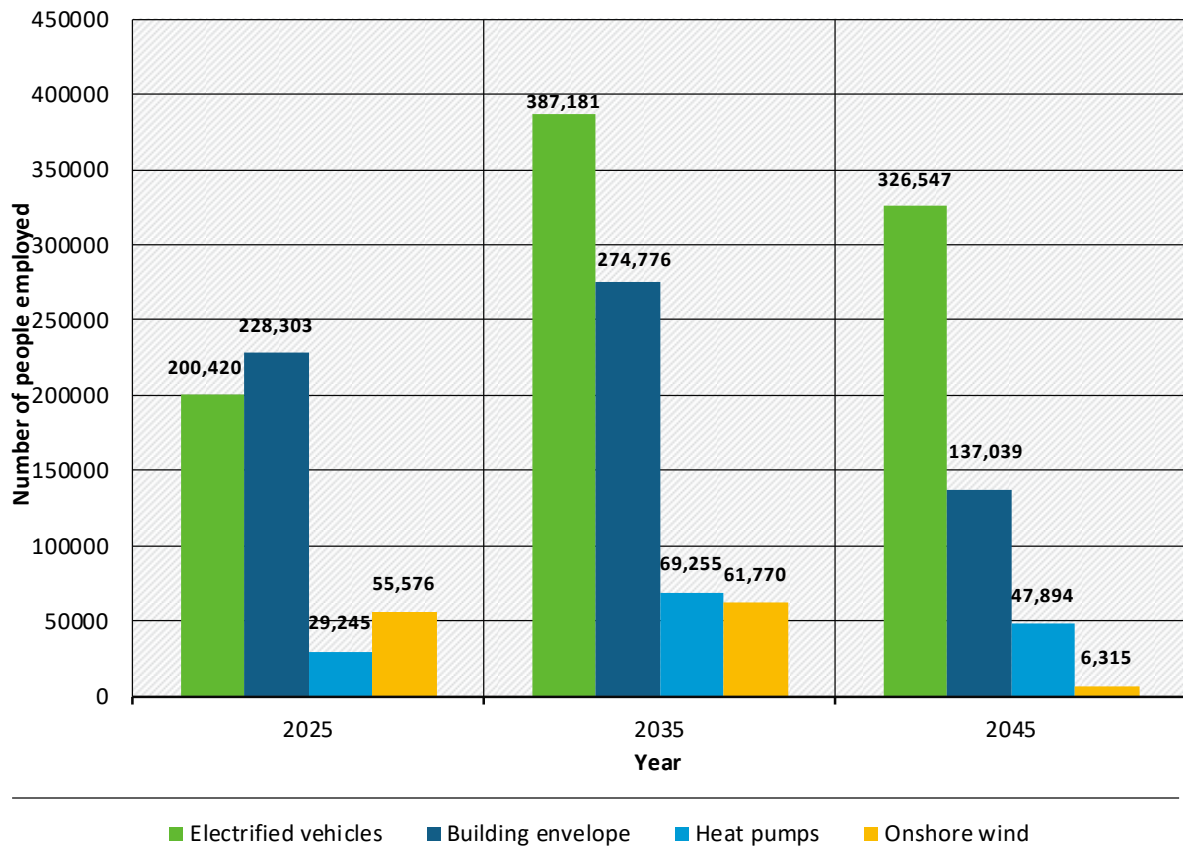
Source: Authors' own diagram, Fraunhofer ISI; model calculations by Fraunhofer ISI

The structure of the deviations between the economic sectors is largely similar in the sensitivities analysed. The sensitivity to the increased crowding-out of investments generally shows a different structure of positively and negatively affected economic sectors.

Labour market effects in selected sectors

To analyse the labour market effects, the future effects of investments in selected technologies in the MWMS are examined. These are electrified vehicles, building envelopes, heat pumps and onshore wind. The demand for labour resulting from investments in these technologies is shown in Figure 7. The absolute figures in the MWMS are considered (i.e. there is no comparison with the MMS). The results show that investments in these technologies have an impact on numerous economic sectors and activities within Germany due to the strong interdependence of the economic sectors. In particular, there is a need for skilled labour and a high demand for "supporting" activities, e.g. services. A significant portion of the labour demand generated by the investments involves occupational categories that are currently considered bottleneck occupations. According to the projection (which projects future investments on to future labour demand based on the current labour market structure), the greatest demand for labour arises in the following economic sectors: preparatory site work, building installation and other finishing work, electrical equipment, glass and glassware, motor vehicles and parts. Mechanical and industrial engineering and industrial glass production and processing are the activities most affected according to the projection.

Figure 7: Direct and indirect effects of investments in electrified vehicles, building envelope, heat pumps and onshore wind – no. of people employed by year



Source: Authors' own diagram, Fraunhofer ISI; model calculations by Fraunhofer ISI

Distribution effects

The distribution analysis examined the way in which the cost-benefit balance is distributed across different household types from the perspective of private households. To this end, specific sample households are analysed that differ in terms of the type and number of climate protection measures implemented by or for them.

The distribution analysis of the various policy instruments in the transport and building sectors leads to ambivalent results. While the climate policy instruments in the mobility sector make electric vehicles more financially attractive, such that the switch to them makes financial sense for households in almost all cases, the economic viability of refurbishments in the buildings sector is not given, even with existing subsidies, under the prevailing framework conditions for energy price developments.

The analysis of the five sample households shows that the assumed development of energy prices – in particular the relation of the electricity price to the natural gas/heating oil/fuel price – plays a critical role in the affordability of climate-friendly alternatives. Subsidies also make a significant contribution to improving the economic viability of investments and reduces the burden. The framework data for energy price development used in the projections show lower final consumption prices for fossil fuels in 2030 than in 2023, despite a significantly higher CO₂ price. With these low fossil energy prices, the cost burden for heating and mobility falls for all households in 2030 compared to the reference year 2023, without households adapting their behaviour or investing in climate protection.

If refurbishments are carried out, the costs (running costs and annuitised investment costs) are higher in 2030 than in the situation without adaptation. Only with a CO₂ price of approx. 240 Euro_{real2022}/t CO₂ is the situation after refurbishment investments comparable to the situation without adaptation for owners and tenants under the assumptions made. Higher subsidies for complete refurbishments also play a significant role and have a positive effect on the economic viability and, in the rental housing sector, on the warm rent (rent including heating). A lower electricity price (brought about, for example, by a reform of the governmental price components) also has clearly positive effects on the replacement of heating systems.

Switching to an electric vehicle is already economically viable, even under the prevailing assumptions. The higher efficiency results in substantially lower operating costs. This is counteracted by a higher purchase price, which is, however, more than compensated for. The purchase of a “Deutschland ticket” is sometimes worthwhile for households, depending on the running costs of the car used and the number of people in the household dependent on travelling by car. However, due to a lack of suitable services, particularly in rural areas, some households do not have the option of switching to public transport. Further accompanying measures are therefore needed to expand the range of services to meet demand.

The analysis clearly shows that the burden on households (measured in terms of disposable income) depends not only on relative prices and subsidies, but also in particular on the level of income. The burden with a view to heating and mobility is particularly high for low-income households, even in its initial state. A socially staggered refurbishment subsidy with higher subsidy rates for low-income households can incentivise refurbishment and significantly and sustainably reduce the burden for these households. Higher rents or investment costs in owner-occupied homes are counterbalanced by lower (zero-carbon) heating costs. In the mobility sector, it is advisable to support households without the option of switching to public transport in the acquisition of an electric vehicle, e.g. through a social leasing scheme or subsidising the purchase of a used electric vehicle. Households are then resilient to rising CO₂ prices. Targeted funding with a view to the energy-efficient refurbishment of buildings and climate-friendly mobility is thus vitally important and a matter of priority.

Conclusion

By combining aggregated and specific analyses, the socio-economic impact assessment shows the range of the possible effects of more climate protection from different perspectives. The effects do not unfold evenly across the different sectors, the economic sectors, technologies and household types analysed. Particular attention should be paid to those areas that benefit from high growth rates or face substantial decreases in demand. Aspects such as the shortage of skilled labour in the provision of technologies in particularly high demand or the different burdens on sample households must be compared and contrasted to classify aggregate and macroeconomic effects from an economic perspective.

1 Einleitung

Die vorliegende sozio-ökonomische Folgenabschätzung basiert auf dem Projektionsbericht 2024 (Harthan et al. 2024a). Im Projektionsbericht werden die Wirkungen der Klimaschutzinstrumente des Mit-Maßnahmen-Szenarios (MMS) und des Mit-Weiteren-Maßnahmen-Szenarios (MWMS) auf Energiebedarfe und -verbräuche sowie Treibhausgasemissionen beschrieben. Ergänzend dazu werden in der hier vorliegenden sozio-ökonomischen Folgenabschätzung die ökonomischen und sozialen Wirkungen bewertet.

Zum einen werden Investitionsbedarfe und Kostenänderungen aus einzelwirtschaftlicher Perspektive abgeschätzt. Zum anderen wird die gesamtwirtschaftliche Perspektive eingenommen, um die Wirkungen der Klimaschutzinstrumente auf die Wertschöpfung und Beschäftigung abzuschätzen. Zudem werden die Belastungen der Haushalte auf individueller Ebene analysiert. Das gewählte Vorgehen lehnt sich an frühere Studien an (Sievers et al. 2019; Repenning et al. 2019). Die Kapitel der vorliegenden Folgenabschätzung basieren außerdem auf den entsprechenden Kapiteln der sozio-ökonomischen Folgenabschätzung für den Projektionsbericht 2023 (Schumacher et al. 2024).

Das MMS des Projektionsberichts 2024 umfasst zusätzlich zu den Maßnahmen und Instrumenten, die im MMS des Projektionsberichts 2023 (Öko-Institut; Fraunhofer ISI; IREES; Thünen-Institut 2023) berücksichtigt wurden, auch Maßnahmen und Instrumente, die nach dem Projektionsbericht 2023 bis zum 31. Juli 2023 angenommen oder umgesetzt wurden (Harthan et al. 2024b). Das MMS des Projektionsberichts 2024 ist damit an das MWMS des Projektionsberichts 2023 angelehnt. Im MWMS des Projektionsberichts 2024 sind weitere Maßnahmen enthalten, die bis zum genannten Stichtag soweit finalisiert wurden, dass sie als geplant gelten. Die Ausgestaltung der Instrumente wird in Harthan et al. (2024b) näher beschrieben. In den folgenden Kapiteln werden relevante Instrumente und Unterschiede in den berücksichtigten Instrumenten zwischen den Szenarien an den relevanten Stellen zur Einordnung jeweils noch einmal aufgeführt.

Gemäß dem Projektionsbericht 2024 (Harthan et al. 2024a) wird bis zum Jahr 2030 eine Emissionsminderung von knapp 64 % gegenüber dem Referenzjahr 1990 erzielt. Im MWMS gibt es neben Verschiebungen zwischen den Sektoren keine nennenswerten zusätzlichen Emissionsminderungen. Bis zum Jahr 2050 werden im MMS Emissionsminderungen in Höhe von 87 % projiziert. Im MWMS fallen die projizierten Emissionsminderungen mit ungefähr 88 % minimal höher aus. Das Ziel der Treibhausgasneutralität bis 2045 wird damit in beiden Szenarien verfehlt.

Die Folgenabschätzung des MMS untersucht die Veränderungen, die laut Status quo der beschlossenen Klimapolitik auf die Haushalte und Unternehmen zukommen werden. Die Entwicklung von Investitionen, Betriebskosten etc. im MMS basiert auf bestehender Klimapolitik. Die Differenz der sozio-ökonomischen Wirkungen zwischen dem MWMS und MMS beschreibt die möglichen zusätzlichen Implikationen einer ambitionierteren Klimapolitik. Die sozio-ökonomische Folgenabschätzung umfasst folgende Schritte:

- ▶ Zunächst werden die ökonomischen Impulse aus den Sektoranalysen des Projektionsberichtes 2024 erfasst und die Investitionsbedarfe und Kosteneinsparungen in einer Bottom-up-Kostenanalyse untersucht (Kapitel 2). Dies erfolgt sowohl absolut für die beiden Szenarien als auch im Szenarienvergleich MWMS gegenüber MMS.
- ▶ Im nächsten Schritt erfolgt die Analyse der aggregierten gesamtwirtschaftlichen Effekte auf Wertschöpfung und Beschäftigung (Kapitel 3). Die gesamtwirtschaftlichen Effekte

resultieren aus übergebenen ökonomischen Impulsen zu Konsum, Investitionen, Vorleistungsstrukturen, Subventionen und Steuern sowie dem Außenhandel. Die Analyse betrachtet die Abweichung zwischen dem MWMS und dem MMS.

- ▶ Die gesamtwirtschaftliche Analyse wird durch eine detaillierte Betrachtung der Auswirkungen für den Arbeitsmarkt in ausgewählten Bereichen im MWMS ergänzt (Kapitel 4).
- ▶ Mithilfe einer Analyse der Verteilungseffekte über verschiedene Einkommens- bzw. Bevölkerungsgruppen und der Wirkungen auf Beispielhaushalte wird die Sozialverträglichkeit ausgewählter Instrumente untersucht (Kapitel 5). Die Analysen betrachten ausgewählte Instrumente und beleuchten Anpassungswirkungen.

Abbildung 8 fasst die Schritte der Folgenabschätzung zusammen und zeigt für jeden Schritt auf, welche Szenarien bzw. Differenzen untersucht werden. Die Kapitelstruktur dieses Berichtes spiegelt diese Schritte wider. Alle monetären Angaben in der Folgenabschätzung sind in realen Werten (Euro, Preisbasis 2022), falls nicht anderweitig angegeben.

Abbildung 8: Schritte der Folgenabschätzung



Quelle: Eigene Darstellung, Öko-Institut und Fraunhofer ISI

2 Investitionsbedarf und Einsparungen

Dieses Kapitel basiert auf der Folgenabschätzung zum Projektionsbericht 2023 (Schumacher et al. 2024) und wurde entsprechend für die Projektionen 2024 aktualisiert.

Die Umsetzung der Instrumente des MMS und MWMS erfordert sowohl öffentliche als auch private Investitionen in Klimaschutz- bzw. Effizienztechnologien. Viele dieser Investitionen bringen umfangreiche Modernisierungen, neue Technologien und auch Digitalisierung mit sich. Das bietet neue Chancen für Wirtschaft, technologische Entwicklung und Lerneffekte und treibt die Kompetenzbildung voran. Das hilft, den Transformationsprozess zu einem klimaneutralen Wirtschaftssystem zu gestalten. Die zusätzlichen Investitionen, die auf Seiten der Wirtschaft oder Privathaushalte erforderlich sind, werden im weiteren Verlauf als Mehr- bzw. Differenzinvestitionen bezeichnet (vgl. Textbox 1). Dem gegenüber stehen durch die Effizienzsteigerung und Dekarbonisierung vielfältige Einsparungen über die Lebensdauer der Anlagen/Investitionen, bspw. von Energiekosten, Betriebs- und Wartungskosten, Versicherungskosten, die in vielen Fällen die Mehrinvestitionen deutlich kompensieren können.

Textbox 1: Mehrinvestitionen und Differenzinvestitionen

In dieser Box werden die im Bericht verwendeten Begrifflichkeiten und die sektorspezifische Umsetzung erläutert.

- ▶ **Gesamtinvestitionen:** Gesamte Investitionen, die jeweils im MMS und MWMS in einem Wirtschaftsbereich anfallen, exklusive eines Großteils der Infrastrukturinvestitionen (Textbox 4).
- ▶ **Mehrinvestitionen:** Teil der Gesamtinvestitionen, die jeweils in den Klimaschutzszenarien (MMS und MWMS) gegenüber der Entwicklung ohne Klimaschutzbezug anfallen. Die Definition der Systemgrenzen erfolgt sektorspezifisch.
- ▶ **Differenzinvestitionen oder Investitionsimpulse:** Investitionen, die im ambitionierteren MWMS zusätzlich gegenüber dem MMS mit weniger ambitioniertem Klimaschutz getätigt werden.

In Sinne der Definition der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung sind hier generell Bruttoinvestitionen gemeint. Die Abgrenzung der Mehrinvestitionen gegenüber den Kosten, die ohnehin oder in einer Referenzentwicklung angefallen wären, ist nicht in allen Wirtschaftsbereichen gleichermaßen möglich. Im Folgenden werden daher die Systemgrenzen der Mehrinvestitionen in den verschiedenen Sektoren beschrieben, wie sie für die vorliegende Folgenabschätzung definiert werden.

Energiewirtschaft: Da die Stromnachfrage aus den Endverbrauchssektoren deutlich steigt, wird sowohl im MMS als auch im MWMS ausschließlich in zusätzliche, neue Erzeugungskapazitäten investiert, die Teil des Transformationsprozesses sind. Die Stromnachfrage der anderen Sektoren steigt im Zuge der Elektrifizierung an, so dass neue Erzeugungskapazitäten aufgebaut werden müssen, die sonst nicht nötig wären. Die Mehrinvestitionen sind hier somit gleich den Gesamtinvestitionen, da alle Investitionen im Sektor Bezug zum Klimaschutz haben.

Industrie: Zum einen werden Investitionen in den Aufbau von neuen klimafreundlichen Produktionskapazitäten getätigt. Die Mehrinvestitionen entsprechen hierfür den Gesamtkosten. Zum anderen fallen bei der Erneuerung bestehender Produktionskapazitäten höhere Investitionen für die CO₂-arme bzw. CO₂-neutrale Produktion an als für die konventionelle Produktion, dies sind die in den Szenarien relevanten Mehrinvestitionen. Die Summe aus beidem, also den Investitionen

in den Aufbau neuer klimafreundlicher Produktionskapazitäten und Investitionen in die Erneuerung bestehender Produktionskapazitäten bilden die Mehrinvestitionen, die für die Transformation der Industrie nötig sind.

Gebäude: Mehrinvestitionen werden im Sinne von investiven energetischen Mehrkosten, also verbleibenden Kosten nach Abzug der Ohnehin-Kosten bei Sanierung berichtet. Ohnehin- oder auch Sowieso-Kosten umfassen den Teil der energetischen Sanierungskosten, der ohnehin angefallen wäre, um das Gebäude instandzuhalten (z.B. Ersatz des Putzes, Neueindeckung des Dachs, Austausch von Fenstern, anteilige Kosten für Gerüst und Planung, Entsorgung von Bauschutt etc.). Die Ohnehin-Kosten plus die energetischen Mehrkosten (z.B. für Dämmmaterial) ergeben die Vollkosten einer energetischen Sanierung. Die Mehrinvestitionen (energetische Mehrkosten) stellen also den Mehraufwand für die energetische Sanierung dar. Die Abgrenzung von energetischen Mehrkosten zu Ohnehin-Kosten ist nicht immer eindeutig und hängt unter anderem davon ab, ob ein Gebäude im regulären Sanierungszyklus saniert wird und damit ein hoher Teil der Kosten ohnehin für die Instandhaltung aufgetreten wäre oder ob eine energetische Sanierung vorgezogen wird und damit zu dem Zeitpunkt keine regulären Instandhaltungskosten (=Ohnehin-Kosten) angefallen wären.

Verkehr: Im Gegensatz zu den anderen Sektoren sind Investitionen im Verkehr Teil eines vergleichsweise kurzen Erneuerungs- bzw. Ersatzzyklus. Investitionen werden im Rahmen dieses Zyklus in klimafreundlichere Optionen gelenkt. Diese transformativen Ersatzinvestitionen entsprechen, ohne Berücksichtigung von Infrastrukturkosten (siehe Textbox 3), den Gesamtinvestitionen im Verkehr. Mehrinvestitionen werden mithilfe einer sektoralen Referenzentwicklung ohne Maßnahmen hergeleitet und beinhalten die Differenz zwischen Ersatzinvestitionen ohne Klimaschutz (z. B. beim Kauf eines Fahrzeugs mit Verbrennungsmotor) und Ersatzinvestitionen mit Klimaschutz (z. B. beim Kauf eines Fahrzeugs mit Elektroantrieb).

Durch Instrumente bewirkte direkte ökonomische Impulse werden aus den Detailanalysen zum Projektionsbericht 2024 für die Sektoren Energiewirtschaft, Industrie, Gebäude, Verkehr jeweils einzeln abgeleitet und im Rahmen einer (Bottom-up-) Systemkostenbetrachtung zusammengeführt und vergleichend dargestellt. Diese Systemkostenbetrachtung umfasst private Investitionen, fixe und variable Betriebskosten und Brennstoffkosten. Darüber hinaus werden Investitions- und Betriebskostenzuschüsse, Abgaben und sonstige Kosten erfasst, die dem Staat für die Regulierung und den Vollzug entstehen. Diese werden im Rahmen der gesamtwirtschaftlichen Analyse aufgegriffen.

Die Investitionen und die Einsparungen werden zunächst individuell über alle Sektoren hinweg und jeweils pro Sektor und pro Szenario (MMS und MWMS) erfasst und erläutert. Wie in der Folgenabschätzung zum Projektionsbericht 2023 werden zusätzlich die Differenzinvestitionen, also die Differenz der Investitionen zwischen den Szenarien, den dadurch bewirkten Einsparungen gegenübergestellt, um die Nettowirkung zu beleuchten. Sind die zusätzlichen Investitionskosten im ambitionierteren Szenario geringer als die dadurch bewirkten Einsparungen über die Lebensdauer, so ist die Investition ökonomisch rentabel. Für die Nettobetrachtung werden die Investitionen über die Lebensdauer der Anlagen mit einer Diskontrate von 4 % in jährliche Zahlungsströme (Annuitäten) umgelegt und den jährlich eingesparten Betriebs- und Energiekosten gegenübergestellt. Die Analyse erfolgt für ausgewählte Stützjahre. Der Zinssatz spiegelt das im Referenzjahr 2022 vorherrschende Niveau

des Marktzinses wider³ und unterscheidet sich von der Folgenabschätzung 2023, in welcher noch ein Zinssatz von 2 % angenommen wurde.

Die Berechnungen erfolgen aus einer sogenannten systemischen Investorenperspektive. Energiepreise werden einschließlich der Energiesteuern und CO₂-Kosten aus dem nationalen Brennstoffemissionshandel und dem europäischen Emissionshandel angelegt. Mehrwertsteuern und individuelle Verzinsungsansprüche von Akteuren werden nicht berücksichtigt. Die zu erwartende Entwicklung der Energiepreise wird im Anhang A.1 dargestellt. Förderung und Subventionen für Investitionen werden in dieser systemischen Investorenperspektive nicht berücksichtigt. Diese werden jedoch in der gesamtwirtschaftlichen Betrachtung als Kosten für den Staat sowie in der Verteilungsanalyse aus Sicht privater Haushalte aufgegriffen.

Die Analyse zu den erforderlichen Investitionen bedient die Anforderungen aus Absatz 5.2 bzw. 5.3 i der Governance Verordnung (EU 2018) für die Nationalen Energie- und Klimaschutzpläne (siehe folgende Box).

Textbox 2: Auszug aus Governance Verordnung (EU 2018) für die Nationalen Energie- und Klimaschutzpläne

In Absatz 5.2 bzw. 5.3 i der Governance Verordnung (EU 2018) für die Nationalen Energie- und Klimaschutzpläne ist vermerkt:

5.2 Auswirkungen der in Abschnitt 3 beschriebenen geplanten Politiken und Maßnahmen auf Volkswirtschaft und, soweit möglich, auf Gesundheit, Umwelt, Beschäftigung und Bildung, Kompetenzen und Sozialverhältnisse einschließlich der Aspekte des gerechten Übergangs (in Form von Kosten und Nutzen sowie Kosteneffizienz) zumindest bis zum letzten Jahr des Gültigkeitszeitraumes des Planes mit einem Vergleich mit den Projektionen mit den derzeitigen Politiken und Maßnahmen

5.3. Übersicht der erforderlichen Investitionen

- i. Bestehende Investitionsströme und Annahmen zu künftigen Investitionen im Zusammenhang mit den geplanten Politiken und Maßnahmen*
- ii. Sektoren- bzw. marktbezogene Risikofaktoren oder Hindernisse im nationalen oder regionalen Kontext*
- iii. Analyse zusätzlicher öffentlicher Finanzhilfen bzw. Ressourcen zum Schließen der in Ziffer ii festgestellten Lücken*

Im Folgenden wird zunächst ein Überblick über die gesamten erforderlichen Investitionen in den Szenarien und damit verbundenen Energie- und Betriebskosteneinsparungen - aufgeteilt nach Sektoren - gegeben. Im Anschluss werden die Sektoren einzeln mit mehr Detail beleuchtet.

³ Die Diskontrate stellt hier den Zinssatz für die Umrechnung der Investition in jährliche Zahlungsströme dar. In der UBA-Methodenkonvention nach (Bünger und Matthey 2020) werden Konventionen zur Diskontrate festgelegt. Aus betriebswirtschaftlicher Sicht wird für Investitionsentscheidungen ein Zinssatz in Höhe des Marktzinses empfohlen und aus gesamtwirtschaftlicher Sicht ein Zinssatz von 1 % (für Umweltschäden). Aus der systemischen Investorensicht befinden wir uns dazwischen und orientieren uns am unteren Ende der erwarteten Entwicklung des Marktzinses. Der Basiszinssatz der Deutschen Bundesbank (2024) weist aktuell einen steigenden Verlauf auf. Der Zins stieg 2023 bis auf 3,12 % und liegt seit Januar 2024 bei 3,62 %.

2.1 Gesamtbetrachtung

Textbox 3: Gesamtbetrachtung: Wesentliches auf einen Blick

- ▶ Treibhausgasemissionen (aus Projektionsbericht 2024): Im Jahr 2045 (2030) reduzieren sich die Gesamtemissionen im MMS auf 168,8 Mio. t CO₂-Äq. (454,7 Mio. t CO₂-Äq.) und im MWMS auf 162,9 Mio. t CO₂-Äq. (453,8 Mio. t CO₂-Äq.) (Harthan et al. 2024a).
- ▶ Investitionen: Im Jahr 2030 fallen die höchsten Mehrinvestitionen in Höhe von rund 87 Mrd. Euro im MMS und rund 108 Mrd. Euro im MWMS an. Die höchsten Mehrinvestitionen in beiden Szenarien erfolgen dabei in der Energiewirtschaft (bis zu 40 Mrd. Euro im MMS und bis 60 Mrd. Euro im MWMS), gefolgt vom Gebäudesektor (bis zu 30 Mrd. bzw. 40 Mrd. Euro im MMS bzw. MWMS). Im Jahr 2030 betragen die Differenzinvestitionen, also die zusätzlichen Mehrinvestitionen im MWMS gegenüber dem MMS 21,1 Mrd. Euro, im Jahr 2045 11,8 Mrd. Euro. Dies spiegelt den zusätzlichen Investitionsbedarf wider, der für die Umsetzung der angenommenen weiteren Klimaschutzmaßnahmen notwendig wäre.
- ▶ Ausgaben: Über die Zeit bewirken die Investitionen Einsparungen in beiden Szenarien, der Unterschied zwischen MWMS und MMS ist hier eher gering. Die Höhe der Einsparungen hängt maßgeblich von den Annahmen zur Entwicklung fossiler Energiepreise sowie Strompreise ab. Je höher (niedriger) die fossilen Energiepreise (Strompreise), desto höher sind die potenziellen Einsparungen. Die Erreichung der höheren Emissionsminderungen im MWMS gegenüber dem MMS erfordert deutliche zusätzliche Investitionen, die bei gegebenen Annahmen zu Preisentwicklungen mit recht geringen zusätzlichen Energiekosteneinsparungen verbunden sind.
- ▶ Unsicherheiten: Die Entwicklungen der Energiepreise in den Szenarien sind mit Unsicherheiten behaftet und beruhen auf Annahmen (vgl. Anhang A.1). Gerade die Relation zwischen den Preisen für fossile Energieträger inkl. der CO₂-Bepreisung und dem Strompreis hat angesichts der Elektrifizierung von Technologien einen bedeutenden Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit von Investitionen. Auch die Entwicklungen der Investitionskosten sind unsicher. Gerade Bau- und Sanierungskosten sind in den letzten Jahren kontinuierlich gestiegen und es ist unsicher, ob sich dieser Anstieg fortsetzt. Darüber hinaus ist die Abgrenzung der durch Klimaschutzinstrumente bedingten Mehrkosten (energetische Mehrkosten) von den Ohnehin-Kosten nicht immer eindeutig (s. Textbox 1).

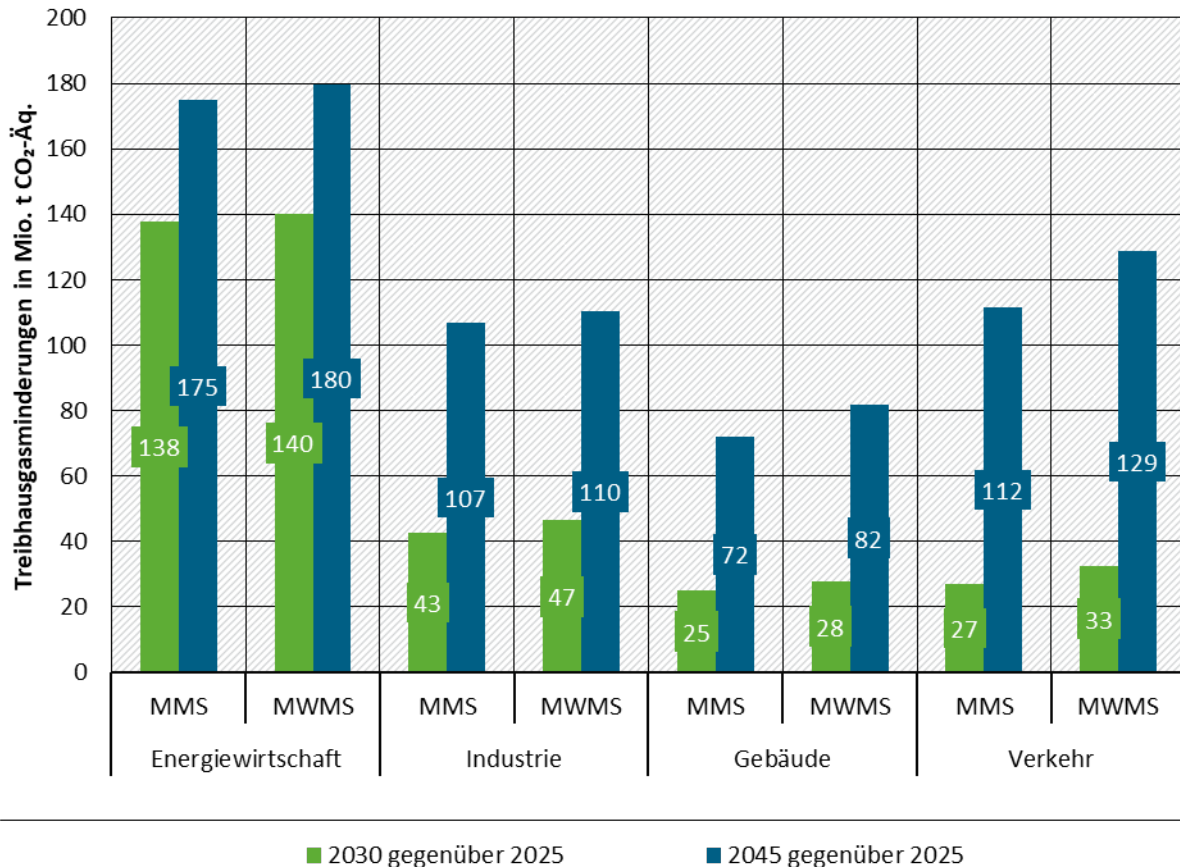
Dieses Kapitel basiert auf der Folgenabschätzung zum Projektionsbericht 2023 (Schumacher et al. 2024) und wurde entsprechend für die Projektionen 2024 aktualisiert.

Die Treibhausgasminderungen, die durch die hier dargelegten Investitionen und Transformationsprozesse im MMS und MWMS bewirkt werden, sind in Harthan et al. (2024a) berichtet: „Im MMS werden für das Jahr 2030 Treibhausgasemissionen (ohne LULUCF) von rund 455 Mio. t CO₂-Äq. projiziert. Dies entspricht einer Emissionsreduktion von knapp 64 % gegenüber dem Referenzjahr 1990. Damit wird das Ziel nach § 3 Abs. 1 KSG, die Treibhausgasemissionen zwischen 1990 und 2030 um 65 % zu senken, um gut einen Prozentpunkt verfehlt. Im MWMS sind die projizierten Emissionen im Jahr 2030 mit rund 454 Mio. t CO₂-Äq. nur geringfügig niedriger als im MMS; die Emissionsreduktion beläuft sich wie im MMS auf rund 64 %. Bis zum Jahr 2050 projiziert das MMS eine Emissionsreduktion von gut 87 % und das MWMS knapp 88 %.“

In der Energiewirtschaft, in der Landwirtschaft und in der Abfallwirtschaft wird die nach dem Klimaschutzgesetz (KSG) erlaubte Emissionsmenge eingehalten. In der Industrie wird die

erlaubte Menge nur im MWMS eingehalten. In den Sektoren Verkehr und Gebäude werden die erlaubten Mengen hingegen weder im MMS noch im MWMS eingehalten, wobei insbesondere der Verkehrssektor die Ziele klar verfehlt. Die absoluten Treibhausgas-minderungen in beiden Szenarien für die Hauptsektoren sind in Abbildung 9 je im Vergleich des Jahres 2030 bzw. 2045 gegenüber dem Jahr 2025 dargestellt. Die Energiewirtschaft mindert in beiden Szenarien mit Abstand die meisten Emissionen, gefolgt vom Verkehrssektor und der Industrie.

Abbildung 9: Treibhausgas-minderungen in den Sektoren im Jahr 2030 bzw. 2045 gegenüber 2025



Quelle: Darstellung auf Basis des Projektionsberichts 2024 (Harthan et al. 2024a)

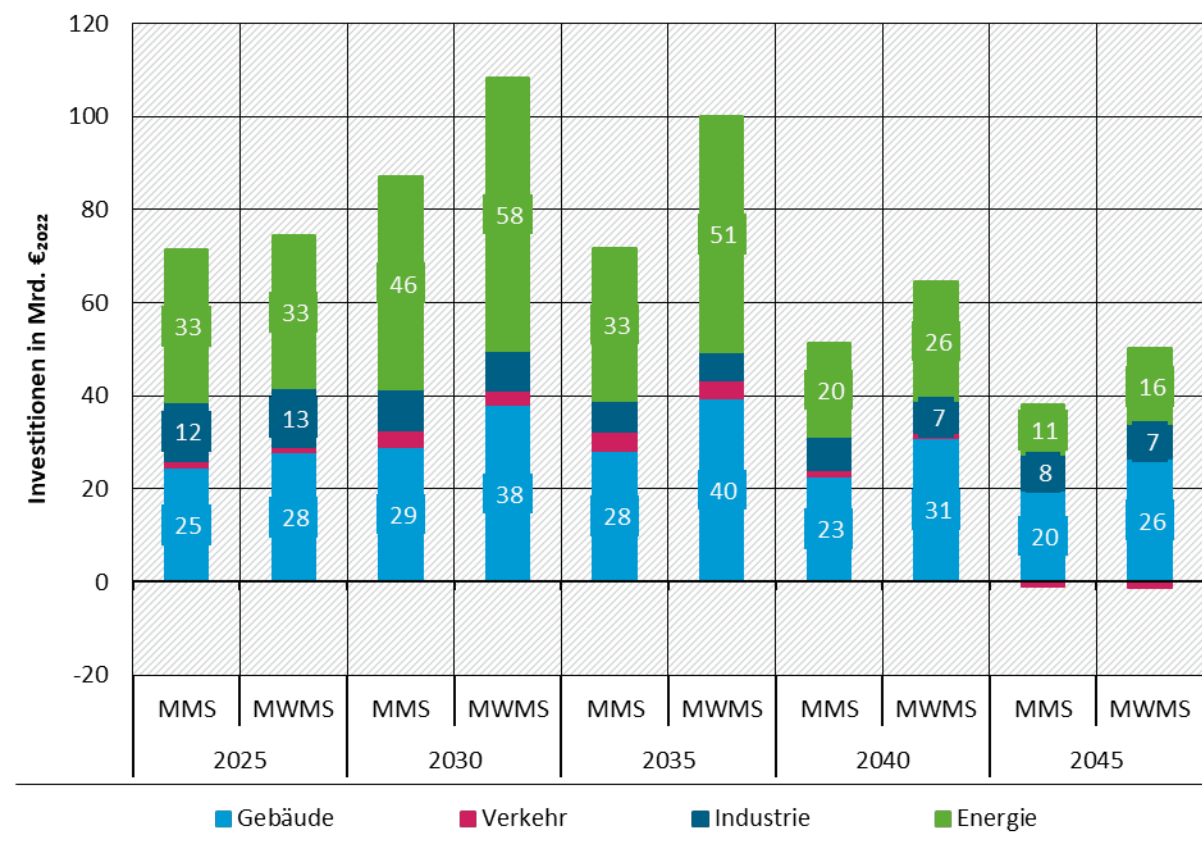
Die erforderlichen Mehrinvestitionsbedarfe für die Umsetzung der Instrumente und zur Erreichung der Treibhausgas-minderungen im MMS und MWMS sind in Abbildung 10 für die Stützjahre 2025, 2030, 2035, 2040 und 2045 aufgeführt. Zur Abgrenzung der Begrifflichkeiten für Investitionen vgl. Textbox 1 in Kapitel 2.1. Erfasst werden dabei die Mehrinvestitionen, die für die Umsetzung der Instrumente im Vergleich zu Ohnehin- oder Referenzinvestitionen aufgewendet werden müssen. Die Abbildung schlüsselt die Investitionen für die Sektoren Gebäude, Verkehr, Industrie und Energie auf. Für weitere Sektoren (Abfall, Energieinvestitionen in der Landwirtschaft) werden nur geringe Investitionskosten berichtet. Der Umbau der Land- und Forstwirtschaft wird in der Analyse nicht erfasst.

Die nötigen Mehrinvestitionen nehmen in beiden Szenarien mit der Zeit ab, wenn ein großer Teil des Kapitalstocks bereits erneuert ist. Sie sind im MWMS höher als im MMS. Insbesondere bis zum Jahr 2030 werden in beiden Szenarien umfangreiche Investitionen in erneuerbare Energieanlagen in der Energiewirtschaft getätigt, um die vorgegebenen Ziele zu erreichen und die Energienachfrage aus den anderen Sektoren und von Endverbrauchenden zu bedienen. Somit werden Treibhausgas-minderungen in der Energiewirtschaft selbst, aber insbesondere

auch in den anderen Sektoren bewirkt, die von fossilen Energien auf klimafreundliche, strom- oder wasserstoffbasierte Technologien umsteigen.

Auch im Bereich der Gebäudesanierung besteht deutlicher Investitionsbedarf. Im MWMS sind durch die Verschärfung der Anforderungen an die energetische Qualität von Sanierungen und Neubau im Gebäudeenergiegesetz und zur Umsetzung der Mindestenergieeffizienzstandards für Nichtwohngebäude höhere Investitionen nötig. Diese führen zu geringeren Emissionen im MWMS und gleichfalls höheren Wärmekosteneinsparungen. Im Verkehrssektor werden in beiden Szenarien zwar auch deutliche Investitionen getätigt, allerdings sind die Unterschiede zur Referenzentwicklung gering und fallen in der Mehrinvestitionsbetrachtung kaum ins Gewicht.

Abbildung 10: Mehrinvestitionen im MMS und MWMS - nach Sektoren



Quelle: Eigene Darstellung, Öko-Institut; Modellrechnungen: Öko-Institut, Fraunhofer ISI, IREES.

Anmerkungen: Werte sind über 5 Jahre gemittelt (z. B. enthält 2025 den Durchschnittswert 2023-2027); Für den Industriesektor werden die Mehrinvestitionen berichtet; für den Gebäudesektor werden die energetischen Mehrkosten (also abzüglich der Ohnehin-Kosten) berichtet; für den Energiesektor wird ohne Instandhaltungskosten berichtet; im Verkehrssektor wird die Differenz zwischen Szenarien mit Maßnahmen und Szenario ohne Maßnahmen berichtet; die Sektoren Landwirtschaft und Abfall berichten nur minimale Investitionen und keine Unterschiede zwischen MMS und MWMS; es werden keine Infrastrukturinvestitionen berichtet; Mehrinvestitionen bis 2030 werden im Anhang jahresscharf bzw. kumuliert berichtet (Anhang A.2).

Zu beachten ist, dass im Rahmen der vorliegenden Analyse Investitionen in Infrastruktur, die über Erzeugungsanlagen für Strom und Wärme und den Wohnungsbau hinausgehen, in den Szenarien nicht modelliert wurden und daher nicht in die Investitionskostenbetrachtung einfließen. Die Analyse fokussiert sich auf die Kosten, die durch die Politikinstrumente direkt angeregt werden. Hintergrundinvestitionen werden nicht simuliert. Dieser Punkt sollte in künftigen Folgenabschätzungen jedoch verbessert werden und Infrastrukturkosten sollten

vollumfänglich mit eingehen. Um einen Einblick zu geben, wird in der folgenden Textbox zumindest eine qualitative Einordnung der Infrastrukturkosten gegeben (Textbox 4).

Textbox 4: Infrastrukturkosten

Für die Transformation der Wirtschaft sind umfangreiche Investitionen in Infrastruktur nötig. Oftmals handelt es sich um Instandhaltungsinvestitionen für bestehende Infrastrukturen, aber auch der Aus- und Umbau von Infrastruktur und die Neuschaffung steht an. In vielen Fällen fallen Investitionen dabei auch unabhängig vom Klimaschutz an, da sie für den Erhalt und die Instandsetzung notwendig wären. Wichtige Energieinfrastrukturinvestitionen, die in den Analysen des vorliegenden Berichts berücksichtigt werden, sind zum einen Erzeugungsanlagen für Strom und Wärme. Dies umfasst vor allem Investitionen in Kraftwerke und erneuerbare Energien. Weiterhin sind der Wohnungsbau und Speicher- und Verteilungssysteme innerhalb von Gebäuden in den Gebäudeinvestitionen berücksichtigt. Nicht berücksichtigt werden Investitionen in Stromnetze, Wasserstoffnetze, Fernwärme und die Verkehrsinfrastruktur, die im Folgenden qualitativ eingeordnet werden.

Stromnetze: Infrastrukturinvestitionen fallen für den Aus- und Umbau von Stromnetzen (Übertragungs- und Verteilnetze) an. Investitionen in Stromnetze werden dabei als Netzentgelte über die Strompreise auf die Kunden umgelegt.

Wasserstoffnetze: Investitionen sind auch für den Bau von Wasserstoffnetzen nötig. Da es sich um neue Infrastruktur handelt, fallen die meisten Kosten unabhängig davon an, wieviel Wasserstoff verwendet wird. Die Kosten unterscheiden sich daher in den Szenarien nicht wesentlich.

Fernwärme: Für den Aus- und Umbau der Fernwärme sind Investitionen in neue Anlagen, für die Anbindung neuer Anbieter an das Fernwärmenetz, für den Ausbau der Leitungen für neue Siedlungen und für die Nachverdichtung im bestehenden Netz nötig. Einige dieser Kosten werden direkt von den Kunden getragen, z. B. die Kosten für die Übergabestation in den Gebäuden. Diese sind in den vorliegenden Analysen im Gebäudesektor enthalten. Auch Kosten für neue Anlagen sind Teil der Analyse und werden in der Energiewirtschaft als Investitionskosten erfasst. Andere Kosten, wie der Anschluss neuer Kunden und der Umbau des Netzes, entstehen auf Seiten der Energieversorgungsunternehmen und werden über den Fernwärmepreis auf die Kunden umgelegt. Diese Infrastrukturkosten sind kostenseitig in der Analyse nicht separat erfasst. Auch hier ist die Abgrenzung zwischen Kosten, die ohnehin angefallen wären und Kosten, die nur durch die Szenarien induziert werden, nicht eindeutig. Es kann angenommen werden, dass einige der Infrastrukturanpassungen auch ohne Klimaschutzinstrumente durchgeführt würden.

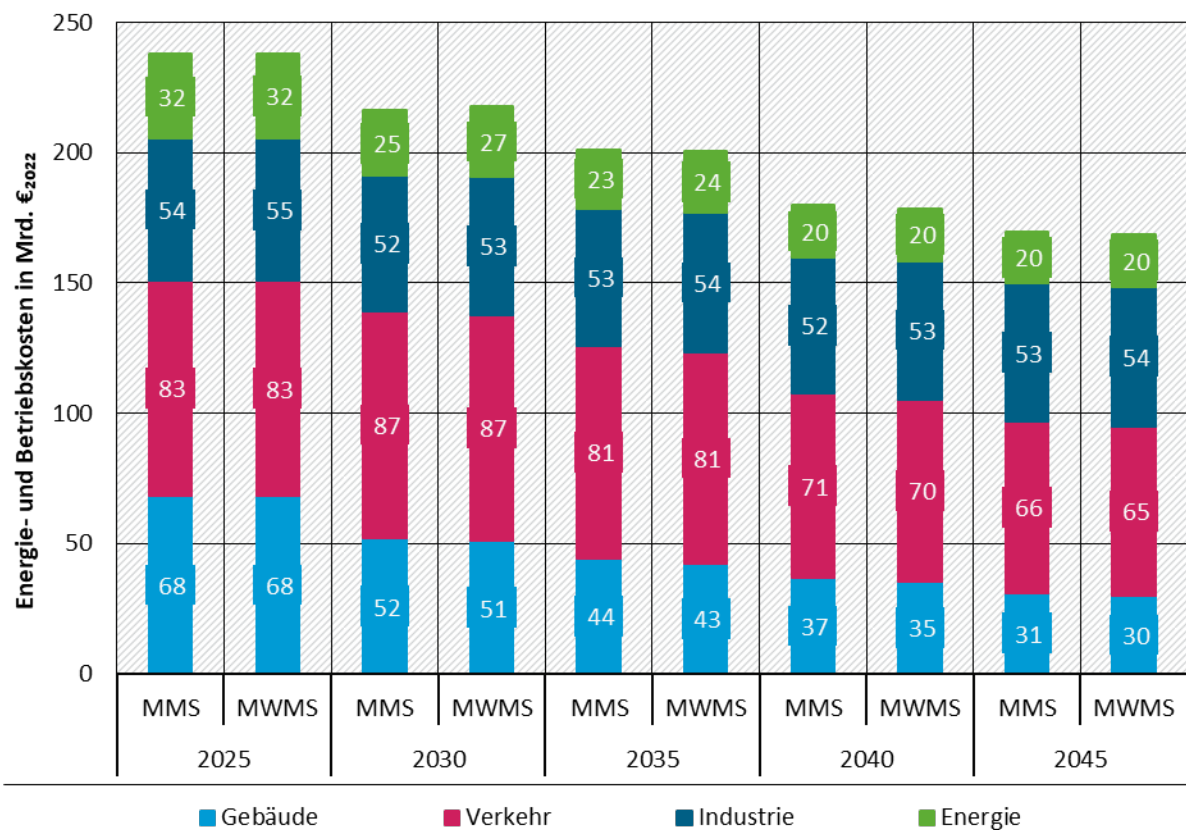
Verkehrsinfrastruktur: Zu den Infrastrukturinvestitionen im Verkehrsbereich gehören insbesondere Investitionen in die Ladeinfrastruktur für Elektro-Pkw und -Lkw wie auch Investitionen in die Straßen- und Schieneninfrastruktur. Gerade der Ausbau der Ladeinfrastruktur ist wichtig, um einen Hochlauf an Elektro-Fahrzeugen zu ermöglichen. Für Lkw muss diese Infrastruktur weitgehend noch aufgebaut werden, während für Pkw ein weiterer Ausbau nötig ist. Die Finanzierung der Infrastruktur im Verkehrssektor erfolgt zum Teil aus privaten und zum Teil aus öffentlichen Geldern.

Mit den in Abbildung 10 dargelegten Mehrinvestitionen sind Einsparungen durch geringere Energie- und Betriebskosten verbunden, die für die Wirtschaftlichkeit der Investitionen von großer Bedeutung sind. Für das MMS und MWMS sind die Energie- und Betriebskosten in Abbildung 11 aufgeführt. In beiden Szenarien sind deutliche Verringerungen der Kosten über die Zeit zu verbuchen. In der Energiewirtschaft reduzieren sich die Ausgaben um jeweils 38 % im

MMS und im MWMS zwischen den Jahren 2025 und 2045. Im Gebäudesektor sinken die Wärmekosten um mehr als die Hälfte im selben Zeitraum, und auch im Verkehr reduzieren sich die Betriebskosten um gut 20 %. Im Industriesektor hingegen sinken die Betriebskosten kaum. Die Kosten und Kostenreduktion hängen von den Preisentwicklungen ab, die im Vorfeld festgelegt wurden (Mendelevitch et al. 2024). Sollten sich höhere Preise für fossile Brennstoffe und CO₂ einstellen, so wären auch die Kostendifferenzen größer.

Im Vergleich zur Folgenabschätzung 2023 liegen die Energiekostenniveaus insbesondere in den frühen Jahren der Projektionen auf einem niedrigeren Level. Dies liegt daran, dass die Energiepreise in den Rahmendaten zum Projektionsbericht 2024 an die tatsächliche Entwicklung mit geringeren Preisen angepasst wurden. Daraus folgend ändern sich auch die Erwartungen über künftige Preise, die nun schneller absinken als im Projektionsbericht 2023 (vgl. Anhang A.1).

Abbildung 11: Energie- und Betriebskosten in MMS und MWMS - nach Sektoren



Quelle: Eigene Darstellung, Öko-Institut; Modellrechnungen: Öko-Institut, Fraunhofer ISI, IREES.

Anmerkungen: Werte sind über 5 Jahre gemittelt (z. B. enthält 2025 den Durchschnittswert 2023-2027); Energie- und Betriebskosten mit Energiesteuern, CO₂-Kosten und Maut, ohne MwSt.

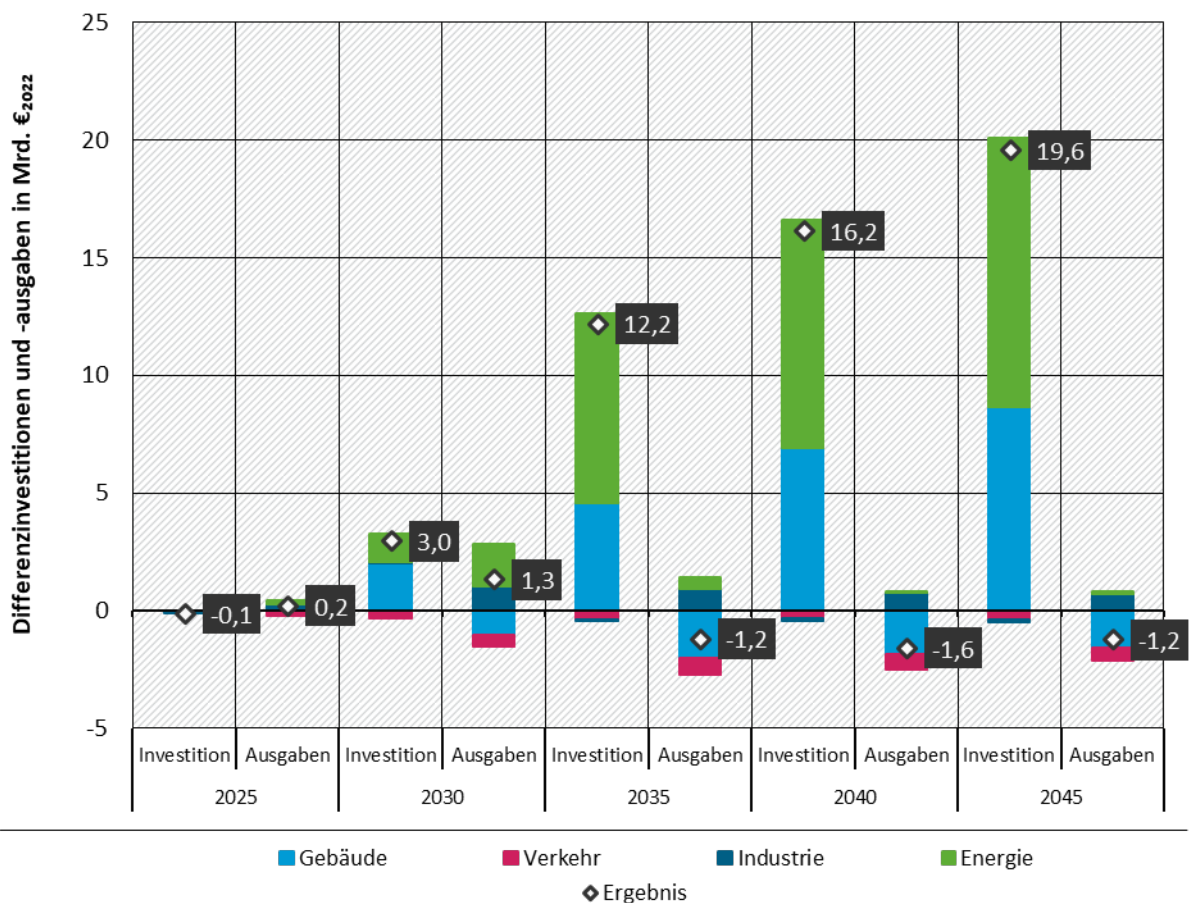
Um die zusätzlichen Investitionen mit den dadurch bewirkten Veränderungen an Brennstoff- und Betriebskosten vergleichen zu können, werden die Investitionen in jährliche Annuitätzahlungen umgelegt (Annuitäten werden über die Lebensdauer der Anlagen und mit einer Diskontrate von 4 % berechnet). In Abbildung 12 werden diese annuisierten Investitionen und die Betriebskosten für einige Stützjahre im Vergleich des MWMS gegenüber dem MMS illustriert.

Wie schon in Abbildung 10 für die absoluten Mehrinvestitionen zu erkennen, fallen Differenzinvestitionen im MWMS gegenüber dem MMS insbesondere in der Energiewirtschaft

und im Gebäudesektor an. Die annuisierten Differenzinvestitionen nehmen über die Zeit zu, da zusätzliche Investitionen getätigt werden und Zahlungsströme aus früheren Jahren addiert werden. Im MWMS liegen die annuisierten Mehrinvestitionen im Jahr 2035 rund 12 Mrd. Euro über dem MMS, im Jahr 2045 erhöht sich die Differenz auf knapp 20 Mrd. Euro. Den Differenzinvestitionen stehen geringe Einsparungen an Energie- und Betriebskosten (hier Ausgaben) in Höhe von 1,2 bis 1,6 Mrd. Euro pro Jahr gegenüber. Es werden vor allem Ausgaben für fossile Energieträger im Gebäude- und Verkehrssektor eingespart. Förderung wurde in der hier gewählten systemischen Perspektive nicht berücksichtigt. Es lässt sich festhalten: Die Erreichung der höheren Emissionsminderungen im MWMS gegenüber dem MMS erfordert deutliche zusätzliche Investitionen, die bei gegebenen Annahmen zu Preisentwicklungen mit recht geringen zusätzlichen Energiekosteneinsparungen verbunden sind.

Eine genauere Beschreibung der Entwicklungen der Investitionskosten und Einsparungen und der treibenden Faktoren in jedem Sektor findet sich in den folgenden Sektorkapiteln.

Abbildung 12: Annuisierte Differenzinvestitionen und Mehrausgaben/Einsparungen im Vergleich MWMS versus MMS, nach Technologie - nach Sektoren



Quelle: Eigene Darstellung, Öko-Institut; Modellrechnungen: Öko-Institut, Fraunhofer ISI, IREES.

Anmerkungen: Investitionen über die jeweilige Lebensdauer annuisiert mit Prozentsatz von 4 %; Ausgaben mit Energiesteuern und CO₂-Kosten, aber ohne MwSt.

2.2 Energiewirtschaft

Textbox 5: Energiewirtschaft: Wesentliches auf einen Blick

- ▶ Emissionseinsparungen (aus Projektionsbericht 2024): Im Jahr 2045 (2030) reduzieren sich die Treibhausgasemissionen im MMS um 164,5 Mio. t CO₂-Äq. gegenüber 2025 auf 37,1 Mio. t CO₂-Äq. (2030: um 110,1 Mio. t CO₂-Äq. auf 91,5 Mio. t CO₂-Äq.) und im MWMS um 165,7 Mio. t CO₂-Äq. im Vergleich zu 2025 auf 36,8 Mio. t CO₂-Äq. (2030: um 103,7 Mio. t CO₂-Äq. auf 98,8 Mio. t CO₂-Äq.) (Harthan et al. 2024a). Die nach Klimaschutzgesetz erlaubte Jahresemissionsmenge wird im Jahr 2030 in beiden Szenarien eingehalten. Dies begründet sich vor allem im Kohleausstieg und dem starken und schnellen Ausbau der erneuerbaren Energien.
- ▶ Investitionen: Es sind deutliche Investitionen in beiden Szenarien (MMS und MWMS) nötig, um die höhere Stromnachfrage zu bedienen, die Ausbau- und Minderungsziele zu erreichen und die Instrumente umzusetzen. Der Unterschied in den Investitionen zwischen MWMS und MMS liegt vor allem darin, dass im MWMS vermehrt auf Wasserstofftechnologien gesetzt wird.
- ▶ Brennstoff- und Betriebskosten: Geringere Brennstoff- und Betriebskosten in der Energiewirtschaft ergeben sich in beiden Szenarien vor allem durch einen über die Zeit abnehmenden Kohle- und Erdgaseinsatz. Im MWMS werden deutlich weniger fossile Energieträger eingesetzt, so dass gegenüber dem MMS geringere Kosten für fossile Energie anfallen. Die Einsparungen an Kosten für fossile Energie hängen von der Entwicklung der fossilen Energiepreise ab. Würden die Preise stärker steigen, so würden auch die Einsparungen in beiden Szenarien höher ausfallen. Im MWMS entstehen zusätzliche Ausgaben für Wasserstoff und kurzfristig für Erdgas, um einerseits die höhere Nachfrage nach Wasserstoff und synthetischen Flüssigkraftstoffen aus den Sektoren zu bedienen und andererseits die Nachfrage der Wasserstoff- und insbesondere der H₂-Ready-Kraftwerke zu decken. Diese zusätzlichen Betriebskosten übersteigen die Einsparungen an fossilen Kosten.
- ▶ Nettoeffekt: In der Energiewirtschaft entstehen im MWMS gegenüber dem MMS netto deutlich mehr annuisierte Investitionskosten als Einsparungen, da für nachgelagerte Sektoren produziert wird (Sektorkopplung), die von den Investitionen profitieren und Strom, Wasserstoff und synthetische Flüssigkraftstoffe nachfragen, z. B. für Wärmepumpen und Fahrzeuge mit alternativen Antrieben. Die Kosteneinsparungen werden dort zugerechnet. Einnahmen, die durch den Verkauf von Strom und Wasserstoff erzielt werden, sind nicht mit bilanziert. Mit den hier dargelegten Investitionen erfüllt die Energiewirtschaft durch den Kohleausstieg und den hohen Anteil erneuerbarer Energien die im Klimaschutzgesetz vorgesehenen Treibhausgasminderungsziele.
- ▶ Unsicherheiten: Wasserstoffpreise sind mit Unsicherheiten behaftet. Es wird der gleiche Preis für heimische Erzeugung wie für Import angenommen. Einnahmen der Elektrolyseure sind auch unsicher und nicht in der Kostenrechnung enthalten. Infrastrukturkosten werden ebenfalls nicht erfasst (LNG-Terminals, Netze).

Dieses Kapitel basiert auf der Folgenabschätzung zum Projektionsbericht 2023 (Schumacher et al. 2024) und wurde entsprechend für die Projektionen 2024 aktualisiert.

Der Sektor Energiewirtschaft umfasst im Bundes-Klimaschutzgesetz alle Aktivitäten, bei denen Emissionen bei der Bereitstellung von Energieträgern zur Nutzung in anderen Sektoren entstehen. Dementsprechend werden in der ökonomischen Folgenabschätzung alle Aktivitäten und Akteure berücksichtigt, die bei der Bereitstellung von Energieträgern mitwirken: die

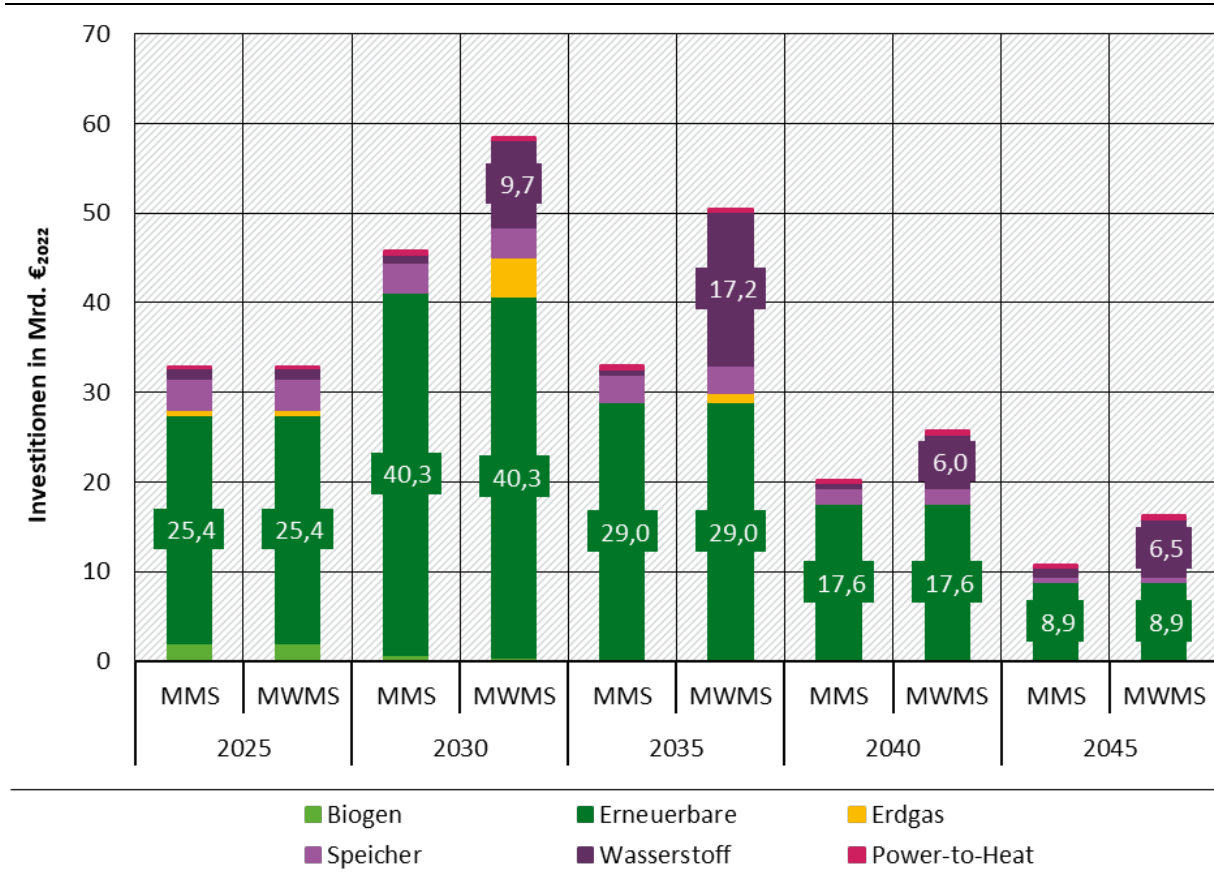
öffentliche Strom- und Fernwärmeerzeugung, Raffinerien, Herstellung von festen Brennstoffen wie z. B. Koks und weitere Anlagen, Verdichterstationen im Erdgastransportnetz, Speicherung sowie Elektrolyseure.

Zu den wichtigsten Maßnahmen und Instrumenten im Sektor Energiewirtschaft gehören

- ▶ der Ausstieg aus der Kohleverstromung, der im MWMS auf das Jahr 2030 vorgezogen wird,
- ▶ der Ausbau der erneuerbaren Energie nach den im EEG 2023 festgelegten Ausschreibungen sowie sinnvoller Fortschreibungen gemäß den Ausbauzielen
- ▶ die Weiterentwicklung und umfassende Modernisierung der Kraft-Wärme-Kopplung und die zunehmende Umstellung der Wärmenetze auf erneuerbare Energien und unvermeidbare Abwärme auf Grundlage der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) und des Wärmeplanungsgesetzes
- ▶ der Zubau der Elektrolyseurleistung gemäß der Nationalen Wasserstoffstrategie, im MWMS wird zudem bis zum Jahr 2035 eine elektrische Leistung der Wasserstoffkraftwerke in Höhe von 23,8 GW installiert

Das Sektorziel des KSG für die Energiewirtschaft wird in den Szenarien deutlich übererfüllt. Bereits im Jahr 2030 sinken die jährlichen Emissionen im MMS im Vergleich zum Jahr 2025 um 110,1 Mio. t CO₂-Äq. auf 91,5 Mio. t CO₂-Äq. und im MWMS um 103,7 Mio. t CO₂-Äq. auf 98,8 Mio. t CO₂-Äq. Im Jahr 2045 sinken die jährlichen Emissionen im Vergleich zum Jahr 2025 um 164,5 Mio. t CO₂-Äq. auf 37,1 Mio. t CO₂-Äq. und im MWMS etwas mehr um 165,7 Mio. t CO₂-Äq. auf 36,8 Mio. t CO₂-Äq.

Abbildung 13: Mehrinvestitionen in MMS und MWMS - Energiewirtschaft



Quelle: Eigene Darstellung und Modellrechnung, Öko-Institut

Anmerkungen: Werte sind über 5 Jahre gemittelt (z. B. enthält 2025 den Durchschnittswert 2023-2027); Investitionen ohne Abzug von Förderungen und ohne MwSt.; Biogen beinhaltet Investitionen in Biogas und -methananlagen; Erneuerbare beinhaltet Investitionen in Geothermie, Laufwasser, PV-Anlagen, Solarthermie, Wind onshore und Wind offshore; Erdgas beinhaltet Investitionen in Erdgaskraftwerke; Power-To-Heat beinhaltet Investitionen in Elektrodenkessel und Wärmepumpen; Speicher beinhaltet Investitionen in Batterien und Wärmespeicher; Wasserstoff beinhaltet Investitionen in Elektrolyseure und Wasserstoffkraftwerke.

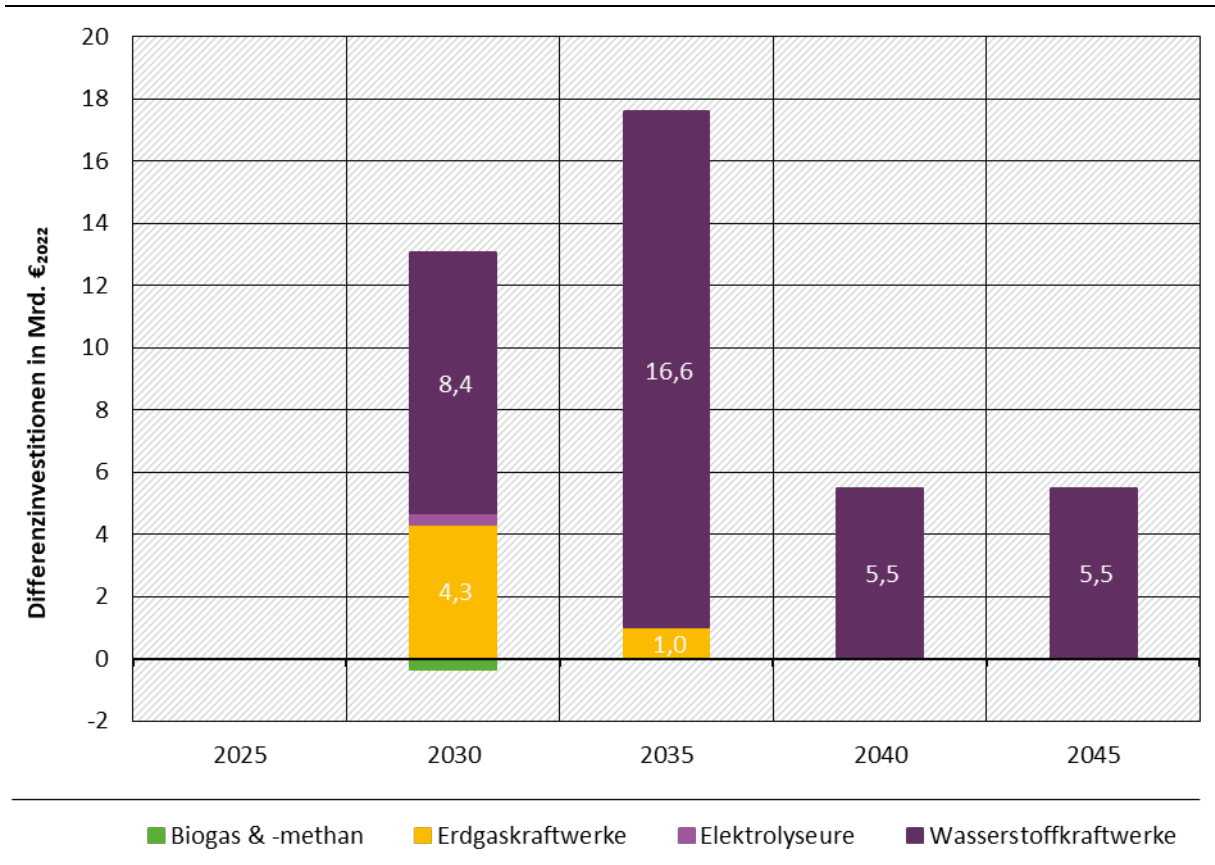
Investitionsseitig entstehen im Wesentlichen Kosten für a) neue Stromerzeugungsanlagen auf Basis verschiedener Energiequellen, b) für Wasserstofftechnologien und c) für Strom- und Wärmespeicher. Ein Großteil der Investitionen im MMS wie auch im MWMS fällt für Erneuerbare-Energien-Anlagen an, insbesondere für Windenergieanlagen. Wie in der Textbox 4 in Abschnitt 2.1 erläutert, sind Investitionen in Stromnetze und Leistungssicherung nicht erfasst, die einen weiteren großen Block der Investitionen ausmachen.

Abbildung 13 stellt die Entwicklung über die Zeit dar. Auffällig ist der Rückgang der Investitionskosten für erneuerbare Anlagen zwischen 2035 und 2040, der sich durch zwei Effekte ergibt. Einerseits geht der anfänglich starke Zubau für die drei wichtigsten Technologien (PV, Wind an Land und Wind auf See) zwischen 2035 und 2040 um ein Drittel zurück, da der erneuerbare Anteil am Bruttostromverbrauch dann in beiden Szenarien bereits über 90 % liegt.⁴ Gleichzeitig werden die erneuerbaren Energien jedoch nach 2030 weiterhin kostengünstiger. Beide Effekte zusammen führen zu dem Rückgang der Investitionskosten bei hohem Anteil der

⁴ Dies spiegelt sich auch in den deutlichen Treibhausgasemissionsminderungen wider, die bereits im Jahr 2030 erreicht werden (vgl. Abbildung 9).

Erneuerbaren am Bruttostromverbrauch. Durch die Investitionen in der Energiewirtschaft werden deutliche Treibhausgasminderungen in anderen Sektoren bewirkt.

Abbildung 14: Differenzinvestitionen im Vergleich MWMS versus MMS nach Technologie – Energiewirtschaft



Quelle: Eigene Darstellung und Modellrechnung, Öko-Institut

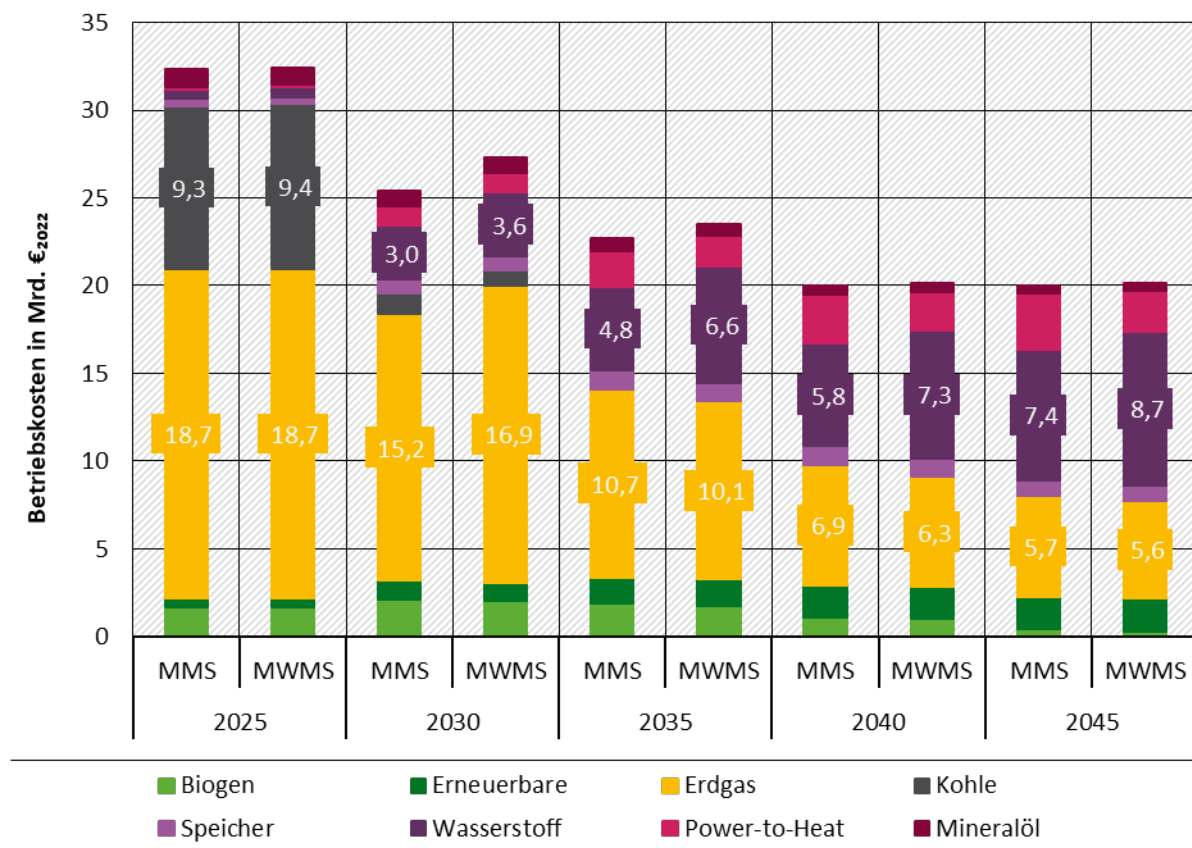
Anmerkungen: Werte sind über 5 Jahre gemittelt (z. B. enthält 2025 den Durchschnittswert 2023-2027); keine Unterschiede bei Investitionen in Batterien, Elektrodenkessel, Geothermie, Laufwasser, PV-Anlagen, Solarthermie, Wärmepumpen, Wärmespeicher, Wind onshore und Wind offshore zwischen MMS und MWMS.

Im Vergleich zwischen den Szenarien (Abbildung 14) fällt auf, dass im MWMS ab dem Jahr 2030 deutlich höhere Investitionen in Wasserstofftechnologien erfolgen. Zum einen werden nur im MWMS Wasserstoffkraftwerke installiert. Zum Großteil sind dies H₂-Ready-Erdgaskraftwerke, die zum Teil neu gebaut werden und zum Teil umgerüstete Erdgaskraftwerke darstellen. Zum anderen steigt die installierte Elektrolyseurleistung im MWMS leicht an. Damit wird sowohl die erhöhte Nachfrage nach Wasserstoff und synthetischen Flüssigkraftstoffen anderer Sektoren als auch die Nachfrage nach Wasserstoff für die installierten Wasserstoffkraftwerke bedient. Im MWMS fallen daher vor allem in den 2030er Jahren deutlich höhere Investitionen an. So liegen die Differenzinvestitionen zwischen dem MWMS und dem MMS im Jahr 2030 bei rund 13 Mrd. Euro und im Jahr 2035 bei fast 18 Mrd. Euro, bevor sie sich in den Jahren danach bei 5,5 Mrd. Euro einpendeln.

Mit den Investitionen und Veränderungen im Kraftwerksbestand sind auch Veränderungen auf der Betriebskostenseite verbunden. Abbildung 15 stellt die Betriebskosten nach Technologie- bzw. Brennstoffgruppen für beide Szenarien über die Zeit dar. Bis zum Jahr 2040 sinken die Betriebskosten stetig von über 32 Mrd. Euro bis auf ein Niveau von rund 20 Mrd. Euro. Dies liegt in den frühen Jahren überwiegend am Kohleausstieg, der gemäß des ambitionierten

Stilllegungspfades und des CO₂-Preises bis zum Jahr 2030 fast vollständig stattfindet. Zudem wird sukzessive weniger Erdgas eingesetzt. Während die Betriebskosten der Erdgaskraftwerke mit dem Rückbau auch danach noch deutlich sinken, steigen die Kosten im Bereich der erneuerbaren Energien und im Bereich Wasserstoff durch den zusätzlichen Ausbau an.

Abbildung 15: Betriebskosten in MMS und MWMS nach Technologiegruppe – Energiewirtschaft



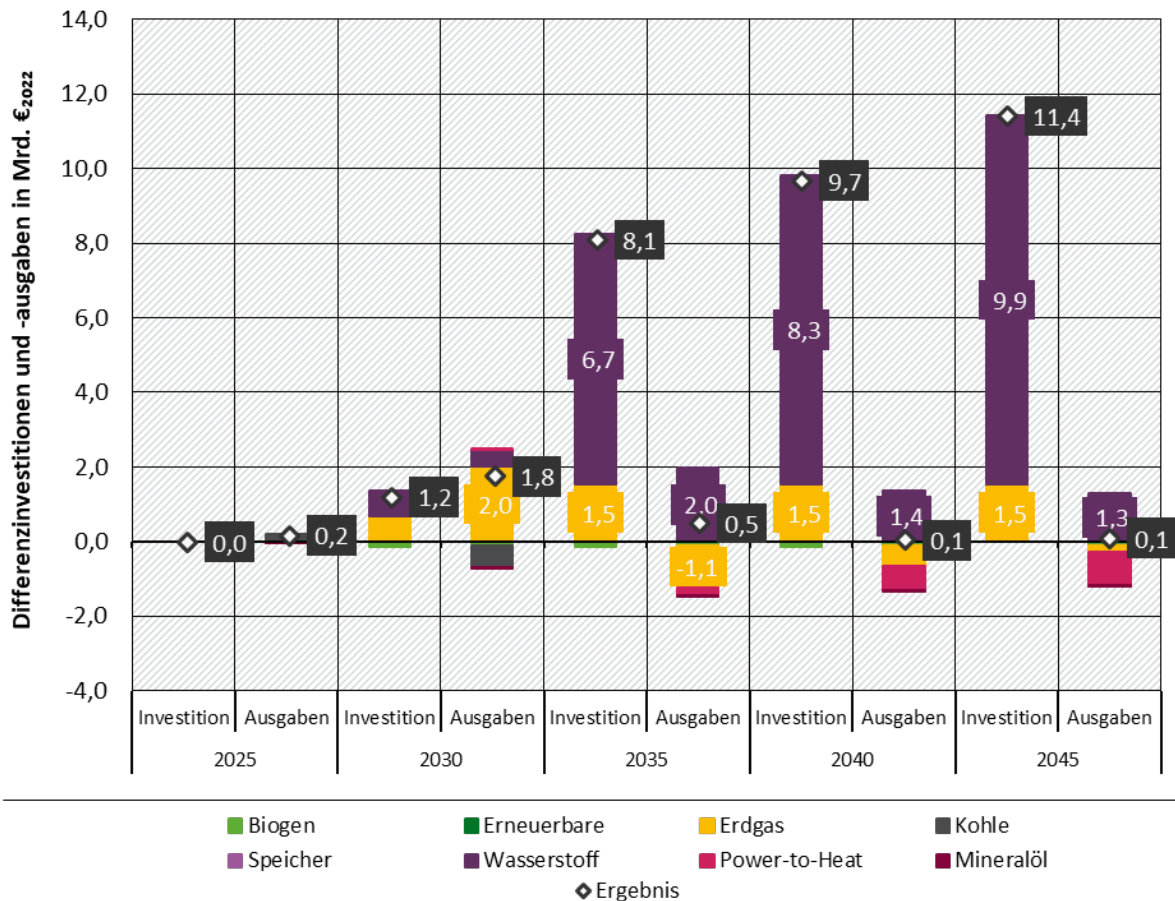
Quelle: Eigene Darstellung und Modellrechnung, Öko-Institut

Anmerkungen: Werte sind über 5 Jahre gemittelt (z. B. enthält 2025 den Durchschnittswert 2023-2027); Kosten mit Energiesteuern und CO₂-Kosten, aber ohne MwSt.; Biogen beinhaltet Betriebskosten für Biogas und -methananlagen; Erneuerbare enthält Betriebskosten für Geothermie, Laufwasser, PV-Anlagen, Solarthermie, Wind onshore und Wind offshore; Kohle enthält Stein- und Braunkohle; Mineralöl enthält leichtes und schweres Heizöl; Speicher enthält Betriebskosten für Batterien und Wärmespeicher; Wasserstoff enthält Betriebskosten für Elektrolyseure; Power-to-Heat enthält Betriebskosten für Elektrodenkessel und Wärmepumpen.

Insgesamt betragen die Betriebskosten im Jahr 2040 nur noch zwei Drittel der Betriebskosten aus dem Jahr 2025, sowohl im MMS als auch im MWMS. Im MWMS steigen die Betriebskosten zwischenzeitlich deutlich über das Niveau des MMS. Um das Jahr 2030 liegt das neben dem erhöhten Verbrauch von Wasserstoff auch an einem höheren Verbrauch von Erdgas in H₂-Ready-Erdgaskraftwerken. Im weiteren Zeitverlauf sinkt der Erdgasverbrauch im MWMS jedoch unter das Niveau des MMS zugunsten eines nochmal höheren Verbrauchs von Wasserstoff, nachdem H₂-Ready-Erdgaskraftwerke in Wasserstoffkraftwerke umgewidmet wurden.

Um die zusätzlichen Investitionen mit den dadurch bewirkten Veränderungen an Brennstoff- und Betriebskosten vergleichen zu können, werden die Investitionen in jährliche Annuitätzahlungen umgelegt (Annuitäten werden über die Lebensdauer der Anlagen und mit einer Diskontrate von 4 % berechnet). In Abbildung 16 werden diese annuisierten Investitionen und die Betriebskosten für einige Stützjahre im Vergleich des MWMS gegenüber dem MMS illustriert.

Abbildung 16: Annuierte Differenzinvestitionen und Mehrausgaben/Einsparungen im Vergleich MWMS versus MMS, nach Technologie - Energiewirtschaft



Quelle: Eigene Darstellung und Modellrechnung, Öko-Institut

Anmerkungen: Investitionen über die jeweilige Lebensdauer annuiert mit Prozentsatz von 4 %; Ausgaben mit Energiesteuern und CO₂-Kosten, alle Angaben ohne MwSt.; Biogen beinhaltet Biogas und -methananlagen; Erneuerbare enthält Geothermie, Laufwasser, PV-Anlagen, Solarthermie, Wind onshore und Wind offshore; Kohle enthält Stein- und Braunkohle; Mineralöl enthält leichtes und schweres Heizöl; Speicher enthält Batterien und Wärmespeicher; Wasserstoff beinhaltet Wasserstoffkraftwerke und Elektrolyseure; Power-To-Heat enthält Elektrodenkessel und Wärmepumpen.

Insgesamt sind die annuierten Investitionen im MWMS zunehmend höher als im MMS, vor allem begründet in höheren Investitionen in Wasserstoffkraftwerke und Elektrolyseure. Wie bereits erläutert, sind diese auch darauf ausgelegt, die höhere Stromnachfrage und die Nachfrage nach Wasserstoff und synthetischen Flüssigkraftstoffen in anderen Sektoren im MWMS zu bedienen und somit stärkere Treibhausgasminderungen in anderen Sektoren zu ermöglichen. Den höheren Investitionen stehen keine Nettoeinsparungen auf Seiten der Betriebskosten im MWMS gegenüber. Zwar sind die Ausgaben für Strom für Elektrodenkessel und Wärmepumpen (Power-to-Heat) im MWMS etwas geringer, jedoch bestehen gleichzeitig höhere Ausgaben für Wasserstoff. Bei höheren Erdgaspreisen bzw. niedrigeren Wasserstoffkosten würde sich der Saldo verbessern, da höhere Einsparungen durch den verringerten Erdgaseinsatz entstehen.

Unabhängig davon stehen allerdings den sehr hohen Investitionskosten keine Netto-Einsparungen für die eingesetzten Energieträger gegenüber. Die Energiewirtschaft produziert Strom, Wärme und Wasserstoff für nachfragende Sektoren. Eine Refinanzierung erfolgt über die Erlöse, die dadurch erzielt werden können. Zu beachten ist, dass Einnahmen, die durch den Verkauf von Strom oder Wasserstoff an andere Sektoren erzielt werden können, im

vorliegenden Bericht nicht bilanziert werden. Die Berücksichtigung dieser Einnahmen würde die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung verbessern. Nichtsdestotrotz sind insbesondere die erforderlichen Investitionen in Wasserstofftechnologien, die auch in der Energiewirtschaft selbst zur Stromerzeugung genutzt werden, als sehr hoch einzuschätzen und verursachen einen Großteil der Kosten für zusätzlichen Klimaschutz im MWMS.

Mit den hier dargelegten Investitionen in neue emissionsfreie Technologien und Abschaltungen der Kohleverstromung erfüllt die Energiewirtschaft in beiden Szenarien die im Klimaschutzgesetz vorgesehenen Treibhausgasreduzierungsziele.

2.3 Industrie

Textbox 6: Industrie: Wesentliches auf einen Blick

- ▶ Emissionseinsparungen (aus Projektionsbericht 2024): Im Jahr 2045 (2030) reduzieren sich die Treibhausgasemissionen im MMS um 97,4 Mio. t CO₂-Äq. im Vergleich zu 2025 auf 51,8 Mio. t CO₂-Äq. (2030: um 26,8 Mio. t CO₂-Äq. im Vergleich zu 2025 auf 122,4 Mio. t CO₂-Äq.) und im MWMS um 99,9 Mio. t CO₂-Äq. auf nur 49 Mio. t CO₂-Äq. (2030: um 31,5 Mio. t CO₂-Äq. auf 117,4 Mio. t CO₂-Äq.) (Harthan et al. 2024a).
- ▶ Investitionen: Sowohl im MMS als auch im MWMS werden hauptsächlich Investitionen in die Elektrifizierung der Prozesswärmeerzeugung, innovative Produktionsverfahren und in Effizienzmaßnahmen getätigt. Es gibt dabei nur minimale Verschiebungen innerhalb der Investitionsstruktur und keine signifikanten Unterschiede zwischen dem MMS und MWMS.
- ▶ Brennstoff- und Betriebskosten: Die fortschreitende Elektrifizierung der Prozesswärmeerzeugung sorgt für geringeren Einsatz fossiler Energieträger und damit für Kostenersparnisse bei diesen. Aufgrund der im Vergleich höheren Preise für Strom und Wasserstoff steigen die Kosten für diese aber stark an. Im Verlauf der Modellierung sinken sowohl Strom- (leicht) als auch Wasserstoffpreise (deutlich), dennoch wird die Kostenersparnis bei den fossilen Energieträgern fast vollständig kompensiert. Es lassen sich keine bedeutsamen Unterschiede zwischen den Szenarien feststellen.
- ▶ Unsicherheiten: Neben der Entwicklung der Energie- und Strompreise ist insbesondere die Fortschreibung der Förderprogramme nach 2026 mit Unsicherheit behaftet, da keine Haushaltstitel vorliegen. Außerdem ist die Entwicklung der Produktionsmengen unsicher und damit stark annahmegetrieben. Wegen fehlender Datenverfügbarkeit existiert eine Abdeckungslücke bei der Industrieofenmodellierung, insbesondere bei der Verschiebung der Investitionen aus durch Förderprogramme angereizte Bereiche in andere Bereiche infolge der Einführung Grüner Leitmärkte. Da die Unterschiede zwischen den Szenarien nur sehr klein sind, lassen sie sich aufgrund dieser Unsicherheit nicht interpretieren.

Dieses Kapitel basiert auf der Folgenabschätzung zum Projektionsbericht 2023 (Schumacher et al. 2024) und wurde entsprechend für die Projektionen 2024 aktualisiert.

Der Industriesektor deckt industrielle Wärmeerzeuger und Prozessfeuerungen, Industriekraftwerke und die Bauwirtschaft ab (Harthan et al. 2024a). Die Kategorie der Wärmeerzeuger und Prozessfeuerungen beinhaltet eine breite und heterogene Palette unterschiedlicher Anlagen in verschiedenen Branchen. Dazu gehören verschiedene Öfen in den Bereichen Glas, Zement, Metalle und Chemie, sowie die Erzeugung von Prozessdampf, hauptsächlich in den Sektoren Papier, Lebensmittel und Chemie. Viele Industriekraftwerke sind KWK-Anlagen, die in Teilen in der Energiewirtschaft bilanziert werden.

Für die Folgenabschätzung werden Investitionen und Kosten aus dem Simulationsmodell FORECAST abgeleitet, das neben einer detaillierten Bewertung der Wirkung von Instrumenten hinsichtlich Energiebedarf und Treibhausgasemissionen im Industriesektor Informationen zu Investitionen in den Aufbau von Produktionskapazitäten und Differenzkosten von konventioneller und CO₂-armer bzw. CO₂-neutraler Produktion liefert (Harthan et al. 2024a).

Zu den wichtigsten Instrumenten im MMS gehören die Förderprogramme Dekarbonisierung in der Industrie, die Klimaschutzverträge, die IPCEI Wasserstoff, der EU-Innovationsfonds, die Energie- und Ressourceneffizienz in der Wirtschaft (EEW), die Mindesteffizienzstandards der EU-Ökodesign-Richtlinie und der EU-Emissionshandel, die sich sowohl auf die Investitionskosten als auch auf die Differenzkosten zur konventionellen Produktion auswirken.

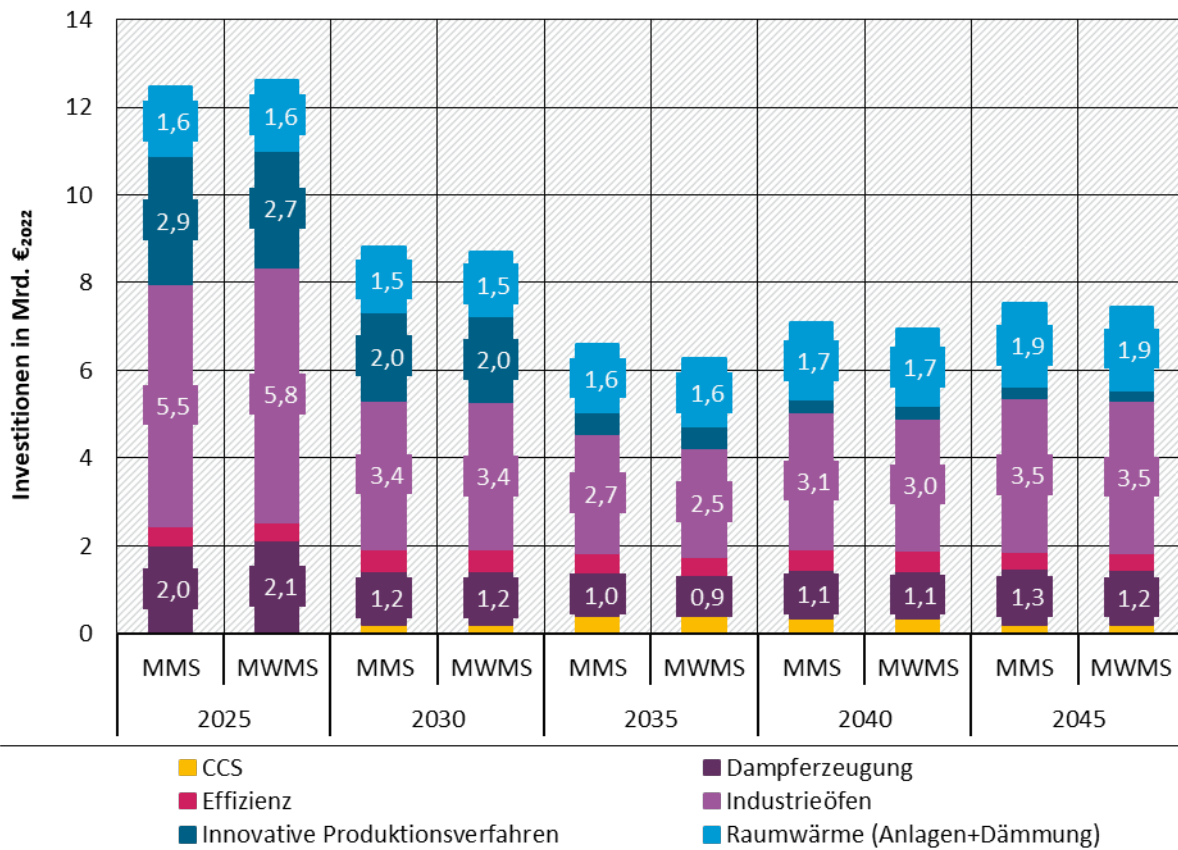
Die wichtigsten Unterschiede im MWMS im Vergleich zum MMS betreffen die Einführung der Grünen Leitmärkte und die Förderung digitaler Ökosysteme für eine klimafreundliche Industrie. Mit der Einführung der Leitmärkte erfolgt eine Umverteilung des Budgets der Förderprogramme. Die Leitmärkte für klimafreundliche Produkte betreffen die Kennzeichnung klimafreundlicher Grundstoffe, die öffentliche Beschaffung und Mindeststandards der EU-Ökodesign-Richtlinie. Durch die Leitmärkte werden Teile des Förderbudgets frei, welches hauptsächlich für die weitere Elektrifizierung von Prozesswärme genutzt wird. Insbesondere die stark förderbedürftige Vollelektrifizierung wird durch die freiwerdenden Mittel unterstützt. Ein weiteres Augenmerk liegt auf der Einrichtung digitaler Lösungen zur Emissionsreduktion, wobei insbesondere das Einsparen von Strom im Fokus steht.

Im MWMS werden im Vergleich zum MMS im Jahr 2030 bereits zusätzlich 5 Mio. t CO₂-Äq. und im Jahr 2045 zusätzlich 2,8 Mio. t CO₂-Äq. eingespart. Im MMS reduzieren sich die jährlichen Treibhausgasemissionen im Jahr 2030 im Vergleich zu 2025 um 26,8 Mio. t CO₂-Äq. auf 122,4 Mio. t CO₂-Äq. und im Jahr 2045 um 97,4 Mio. t CO₂-Äq. auf 51,8 Mio. t CO₂-Äq. (Abbildung 9). Im MWMS reduzieren sich die jährlichen Treibhausgasemissionen im Jahr 2030 im Vergleich zu 2025 um 31,5 Mio. t CO₂-Äq. auf 117,4 Mio. t CO₂-Äq. und im Jahr 2045 um 99,9 Mio. t CO₂-Äq. auf 49 Mio. t CO₂-Äq. Für die Emissionsminderung werden Investitionen benötigt, die sowohl im Industriesektor selbst als auch im Energiesektor anfallen, so zum Beispiel, um den zusätzlichen Strombedarf für eine beschleunigte Elektrifizierung der Prozesswärme zu decken. Die durch die Politikinstrumente angeregten Mehrinvestitionen und die Betriebskosten werden in folgende Kategorien aufgeteilt:

- ▶ Dampferzeugung: Anlagen zur Erzeugung von Prozesswärme in Form von Dampf (bis 500°C, aber überwiegend bis 250°C). Beinhaltet Erdgas-Dampfkessel, Hochtemperaturwärmepumpen, Elektrodenkessel und KWK-Anlagen.
- ▶ Industrieöfen: Anlagen zur Erzeugung von Prozesswärme in Öfen mit Direktbeheizung (bis 2000°C). Vielfältiger Einsatz, hauptsächlich in der Grundstoffindustrie für Hochtemperaturprozesse, unter anderem in der Produktion von Stahl, Mineralien und Nicht-Eisen-Metalle.
- ▶ Raumwärme: Erzeugung von Raumwärme, wenn die Raumwärme nicht über die Abwärme der Prozesswärmeerzeugung bereitgestellt wird.
- ▶ Effizienz: Umfasst sehr heterogenes und kleinteiliges Feld von prozessspezifischen Einsparoptionen und deren Anwendungen. Beinhaltet Einzelmaßnahmen wie erweiterte Abwärmenutzung und Gichtgasrückführung, aber auch abstraktere Pakete wie effizientere Motoren und Gebläse, effizientere Druckluft und effizientere Prozesskälteerzeugung. Es dominieren die Effizienzsteigerungen von Querschnittstechniken, die in erster Linie mechanische Energie durch Stromnutzung bereitstellen.

- ▶ Innovative Produktionsverfahren: Ganze Produktionsanlagensysteme, z. B. die Direktreduktion von Eisenerz, (teil-)elektrifizierte Schmelzwannen für Flachglas und wasserstoffbasierte Chemie.
- ▶ CCS: Anlagen zur CO₂-Abscheidung und -Speicherung (oder -Nutzung (CCU))

Abbildung 17: Mehrinvestitionen in MMS und MWMS - Industrie



Quelle: Eigene Darstellung, Öko-Institut; Modellrechnung: Fraunhofer ISI.

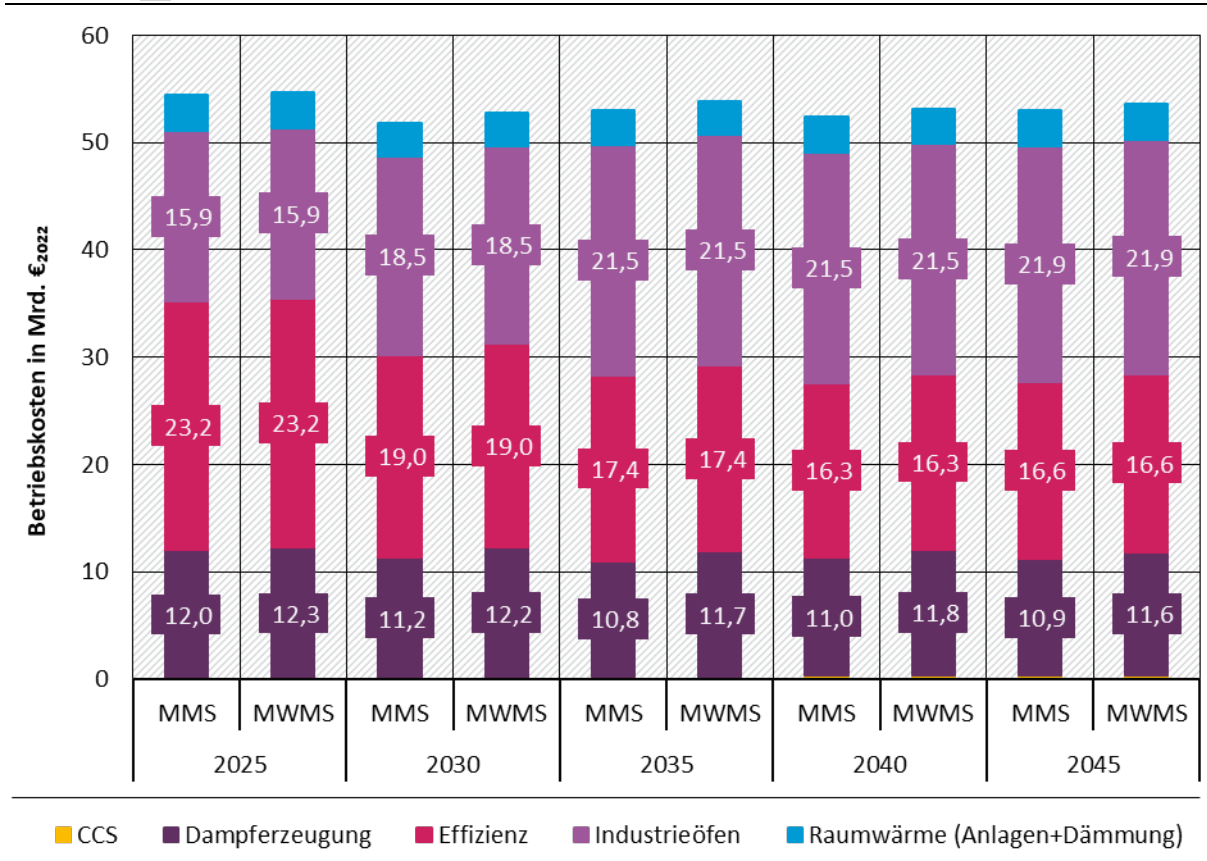
Anmerkungen: Werte sind über 5 Jahre gemittelt (z. B. enthält 2025 den Durchschnittswert 2023-2027); Investitionen ohne Abzug von Förderungen und ohne MwSt.

In Abbildung 17 werden die durch die Politikinstrumente angeregten Mehrinvestitionen im MMS und MWMS dargestellt. Die Mehrinvestitionen sind im Jahr 2025 mit über 12 Mrd. Euro am höchsten, sinken bis 2035 auf unter 7 Mrd. Euro und steigen bis 2045 wieder leicht an auf rund 7,5 Mrd. Euro. Hauptgrund für die sinkenden Mehrinvestitionen ist eine Konzentration der Mehrinvestitionen in innovative Produktionsverfahren auf die ersten Jahre bis 2030, die sowohl im MMS als auch im MWMS um 2025 massiv gefördert werden, wobei sich die Förderung nach 2030 nur auf einem niedrigen Niveau bewegt. Auch die Mehrinvestitionen in emissionsreduzierte Dampferzeugung und Industrieöfen sinken bis 2035, wobei sie nach 2035 wieder leicht ansteigen. Grund dafür ist die steigende wirtschaftliche Attraktivität einer Vollelektrifizierung der Prozesswärmeerzeugung. Diese Investitionen sind üblicherweise mit einem Anlagentausch verbunden. Mehrinvestitionen in Dämmung und effizientere Anlagen zur Raumwärmeerzeugung bleiben auf einem ähnlichen Niveau. In sonstige Effizienzmaßnahmen und die Abscheidung und Speicherung von CO₂ wird nur vergleichsweise wenig investiert.

Die schnellere Emissionsminderung in der Industrie im MWMS wird vor allem durch die Einführung der Grünen Leitmärkte und die Einrichtung digitaler Ökosysteme angeregt. Beide Instrumente schlagen sich nicht signifikant in der Höhe der Investitionen nieder. Vielmehr

werden durch die angenommene Deckung der Differenzkosten der Produktion durch eine erhöhte Zahlungsbereitschaft in den Leitmärkten Fördergelder frei, die an anderer Stelle eingesetzt werden können. Die Unterschiede zwischen dem MMS und dem MWMS sind daher nur minimal. Diese kleinen Unterschiede in Höhe von wenigen 100 Mio. Euro, insbesondere bei den Investitionen für Industrieöfen, bewerten wir als nicht aussagekräftig. Der Effekt stammt aus einer methodisch bedingten und durch fehlende Datenverfügbarkeit entstehenden Abdeckungslücke der Industrieofenmodellierung, vor allem im Bereich der Reinvestition in fossile Anlagen. Diese tritt auf, wenn Investitionen aus durch Förderprogramme angereizte Bereiche in andere Bereiche verschoben werden.

Abbildung 18: Betriebskosten in MMS und MWMS nach Technologie – Industrie



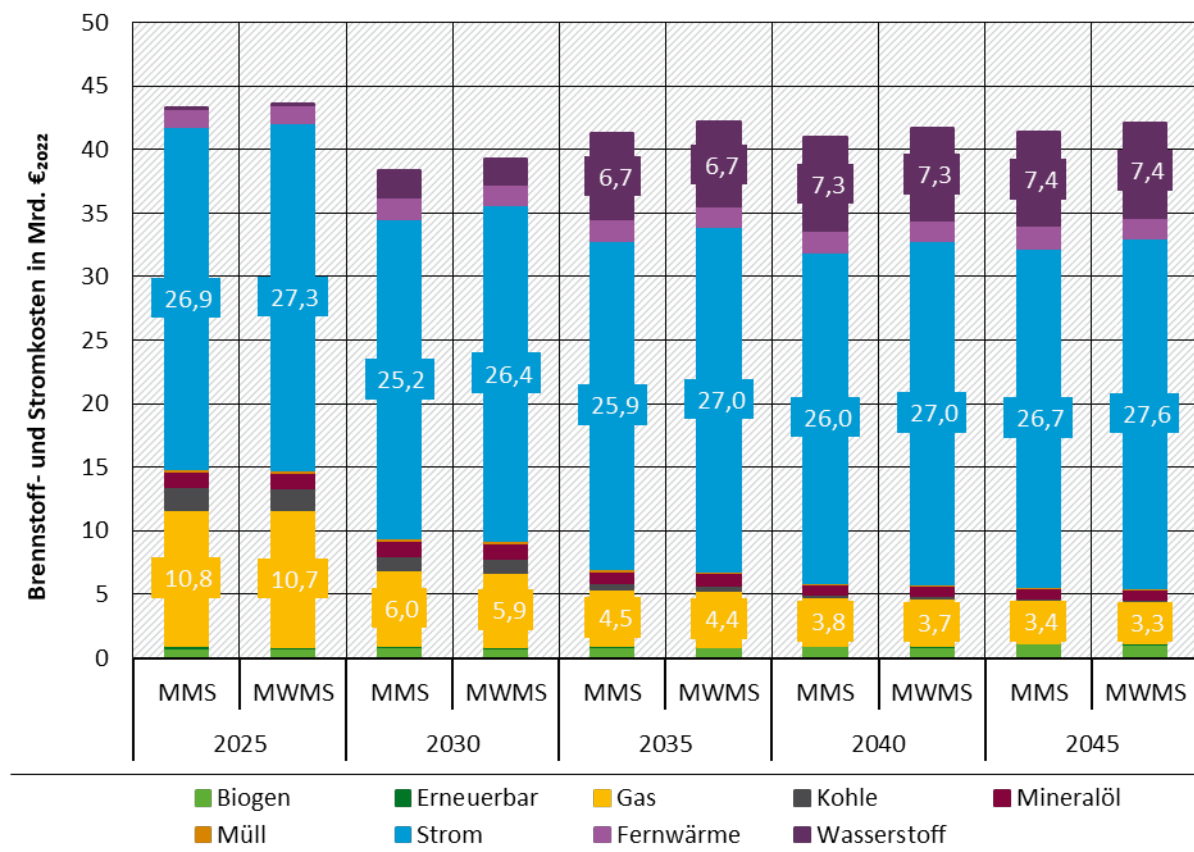
Quelle: Eigene Darstellung, Öko-Institut; Modellrechnung: Fraunhofer ISI
 Anmerkungen: Werte sind über 5 Jahre gemittelt (z. B. enthält 2025 den Durchschnittswert 2023-2027); Kosten mit Energiesteuern und CO₂-Kosten, aber ohne MwSt.; nur minimale Betriebskosten für CCS (unter 200 Mio. Euro).

Die Betriebskosten in MMS und MWMS werden nach Technologien (Abbildung 18) als Betriebskosten und nach Energieträger (Abbildung 19) als Brennstoff- und Stromkosten unterteilt dargestellt. Die Brennstoffkosten werden dabei inklusive Energiesteuern, aber ohne CO₂-Kosten ausgewiesen. Die Betriebskosten dagegen umfassen die Summen aus Brennstoffkosten inklusive Energiesteuern und den CO₂-Kosten. Die Betriebs- bzw. Brennstoffkosten bleiben über den Zeitverlauf auf einem ähnlichen Niveau von um die 50 Mrd. Euro bzw. 40 Mrd. Euro pro Jahr. Der größte Anteil der Betriebskosten fällt zunächst auf den Betrieb prozessspezifischer Effizienzoptionen. Im weiteren Verlauf sinken die Betriebskosten für Anwendungen, die vorrangig über Effizienzeffekte beeinflusst werden (Motoren, Beleuchtung, Kühlung: "Effizienz"), während die Betriebskosten für Industrieöfen (vorrangig beeinflusst durch Brennstoffwechsel) steigen. Hier machen sich die Elektrifizierung und die

vermehrte Nutzung von Wasserstoff bei der Prozesswärmeerzeugung in Industrieöfen bemerkbar.

Um das Jahr 2025 machen sich noch die Nachwirkungen der jüngsten Energiekrise bemerkbar, weshalb die Brennstoffkosten dort am höchsten sind. Dies betrifft insbesondere Erdgaspreise, die per Annahme vor 2030 wieder auf das Niveau vor der Energiekrise fallen. Die Substitution von Erdgas durch teureren Wasserstoff führt nach 2030 zu einem leichten Anstieg der Brennstoffkosten. In der Gesamtbetrachtung wird dieser Anstieg kompensiert durch eine Vermeidung von CO₂-Kosten für fossile Brennstoffe und eine Senkung des Gesamtenergiebedarfs.

Abbildung 19: Brennstoff- und Stromkosten in MMS und MWMS – Industrie



Quelle: Eigene Darstellung, Öko-Institut; Modellrechnung: Fraunhofer ISI

Anmerkungen: Werte sind über 5 Jahre gemittelt (z. B. enthält 2025 den Durchschnittswert 2023-2027); Kosten mit Energiesteuern, aber ohne CO₂-Kosten und MwSt.; Biogen beinhaltet Biogas, Biomasse und Biotreibstoffe; Erneuerbare beinhalten Geothermie, erneuerbaren Müll, Solarenergie und Umgebungswärme; Gas beinhaltet Erdgas, Gichtgas, Kokereigas, Stadtgas, LPG und Raffineriegas; Kohle beinhaltet Braunkohle, Koks und Steinkohle; Mineralöl beinhaltet leichtes und schweres Heizöl und Petrolkoks; Müll enthält nicht erneuerbaren Müll; für Fernwärme werden die Kosten für Strom/Erdgas nicht aufgeschlüsselt.

Insbesondere der EU-Emissionshandel sorgt bereits vor 2030 für Preissteigerungen bei fossilen Brennstoffen. Während um 2025 noch eine relativ hohe Nachfrage nach fossilen Brennstoffen besteht, ist die Nachfrage im Jahr 2030 bereits deutlich niedriger. Allen voran die Teilelektrifizierung der Prozesswärmeerzeugung ist hier bereits weit fortgeschritten, sodass in Industrieöfen und in der Dampfwärmeerzeugung deutlich weniger fossile Brennstoffe benötigt werden. Effizienzmaßnahmen tragen gleichzeitig zu einer Senkung des Gesamtenergiebedarfs bei. Die Ausgaben für Wasserstoff steigen kontinuierlich an von geringfügigen Mengen im Jahr 2025 bis auf ca. 7,4 Mrd. Euro pro Jahr um das Jahr 2045. Hier macht sich vor allem die stark

subventionierte Umstellung der Roheisenproduktion auf Direktreduktion bemerkbar, die zunächst die Nachfrage nach Erdgas und mittelfristig nach Wasserstoff erhöht. Dabei ist zu erwähnen, dass der Preis für Wasserstoff stetig sinkt, der Preispfad insgesamt jedoch angehoben wurde im Vergleich zur Folgenabschätzung des Projektionsberichts 2023 (Mendelevitch et al. 2024).

Auch die Unterschiede der Betriebskosten zwischen den Szenarien sind nur sehr klein und können aufgrund der Unsicherheiten in der Modellierung nicht interpretiert werden.

2.4 Gebäude

Textbox 7: Gebäudesektor: Wesentliches auf einen Blick

- ▶ Emissionseinsparungen (aus Projektionsbericht 2024): Die Treibhausgasemissionen sinken im Jahr 2030 im MMS auf 68 Mio. t CO₂-Äq. und im MWMS auf 66 Mio. t CO₂-Äq. gegenüber 96 Mio. t CO₂-Äq. im Jahr 2025. Das Sektorziel 2030 wird im MMS um 2 Mio. t CO₂-Äq. verfehlt, im MWMS wird es erreicht. Die Emissionen sinken im ähnlichen Verlauf in beiden Szenarien auf 7,7 Mio. t CO₂-Äq. im MMS und 6,5 Mio. t CO₂-Äq. im MWMS im Jahr 2045. (Harthan et al. 2024a)
- ▶ Investitionen: In beiden Szenarien wird vor allem in die energetische Sanierung der Gebäudehülle sowie in Wärmepumpen investiert. Im MWMS sind die energetischen Mehrinvestitionen in die Gebäudehülle deutlich höher als im MMS. Dies liegt an höheren Anforderungen an die Gebäudestandards im MWMS. Gleichzeitig ist die Sanierungsrate im MWMS geringer. Der Anteil reiner Instandsetzungsinvestitionen steigt aufgrund höherer Baukosten.
- ▶ Einsparungen bzw. Mehrausgaben: Im Zeitverlauf reduzieren sich die Ausgaben für Heizenergie in beiden Szenarien um mehr als die Hälfte zwischen 2025 und 2045. Eingespart werden vor allem Ausgaben für fossile Brennstoffe, da die Novelle des Gebäudeenergiegesetzes den Umstieg auf erneuerbare Energien bewirkt. Gleichzeitig steigen die Stromaushgaben leicht an, ebenso wie die Ausgaben für Fernwärme. Im MWMS sind die Wärmeausgaben dabei leicht geringer als im MMS, es wird etwas mehr Erdgas eingespart und weniger zusätzliche Fernwärme verwendet. Die realisierten Kosteneinsparungen hängen nicht nur von den eingesetzten Energieträgern und -mengen, sondern insbesondere auch von der Entwicklung der Strom- und Erdgas- sowie CO₂-Preise ab.
- ▶ Nettoeffekt: Ein Nettovergleich wird zwischen MWMS und MMS gezogen. Die zusätzlichen Energiekosteneinsparungen im MWMS gleichen die energetischen Mehrkosten nicht aus. Im MWMS wird ein deutlich ambitionierteres Effizienzniveau für Sanierung und Neubau gefordert. Damit sind höhere Investitionen verbunden, die auch durch Steigerung der Bau- und Sanierungskosten beeinflusst werden. Auf der Einsparungsseite hängt die Wirtschaftlichkeit von den Preisentwicklungen ab, insbesondere auch der Relation von Strom- und Erdgas- sowie CO₂-Preisen. Hohe CO₂-Preise alleine führen bei niedrigen Großhandelsgaspreisen und steigenden Bau- und Sanierungskosten nicht zur Wirtschaftlichkeit. Insgesamt zeigt sich, dass die zusätzlichen Klimaschutzanstrengungen im MWMS gegenüber dem MMS mit recht hohen Kosten im Verhältnis zu den dadurch erzielbaren Einsparungen an Energieausgaben und auch an THG-Emissionen verbunden sind. Förderung wurde in der hier gewählten systemischen Perspektive nicht berücksichtigt.
- ▶ Unsicherheiten: Die Relation der Strom- und Gaspreise hat einen entscheidenden Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit der Elektrifizierung. Die zu erzielenden Kosteneinsparungen hängen

stark von der Entwicklung der Preise (individuell und in Relation zueinander) ab. Auch die Entwicklung der Bau- und Sanierungskosten ist für die Höhe der Investitionskosten relevant.

Dieses Kapitel basiert auf der Folgenabschätzung zum Projektionsbericht 2023 (Schumacher et al. 2024) und wurde entsprechend für die Projektionen 2024 aktualisiert.

Der Sektor Gebäude umfasst im Bundes-Klimaschutzgesetz die Beheizung von Wohn- und Nichtwohngebäuden sowie Haushalts- und Anlagentechnik im Bereich Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) und in privaten Haushalten. Emissionsseitig werden die Emissionen aus Verbrennung in den Bereichen selbst erfasst, während Emissionen, die durch den Bezug von Strom und Fernwärme entstehen, nicht im Sektor Gebäude bilanziert werden, sondern in der Energiewirtschaft.

Die Treibhausgasemissionen im Gebäudesektor sinken von 102 Mio. t CO₂-Äq. im Jahr 2023 im MMS bis 2030 auf 68 Mio. t CO₂-Äq., im MWMS auf 66 Mio. CO₂-Äq. Damit wird die Lücke zum KSG-Sektorziel bereits im MMS im Vergleich zum Projektionsbericht 2023 deutlich reduziert, im MWMS wird das Sektorziel im Jahr 2030 erreicht. Die Emissionen entwickeln sich in beiden Szenarien im weiteren zeitlichen Verlauf sehr ähnlich und liegen im Jahr 2045 bei unter 10 Mio. t CO₂-Äq., die Unterschiede zwischen den Szenarien sind gering (Harthan et al. 2024a).

Investitionen für Klimaschutz im Gebäudesektor fallen für die Modernisierung der Gebäudehülle und für die Erneuerung der Anlagentechnik an. Die Investitionen setzen sich aus den Ohnehin-Kosten und den energetischen Mehrkosten zusammen. Bei den Ohnehin-Kosten handelt es sich im Wesentlichen um den Instandsetzungsteil, der auch ohne Klimaschutz notwendig wäre (z. B. Ersatz des Putzes, Anstrich, ggf. neue Türen und Fenster, Gerüst, Entsorgung von Bauschutt etc.), während die energetischen Mehrkosten allein den Mehraufwand für den verbesserten energetischen Zustand abbilden. Bezugskosten für Fernwärme, Strom oder andere Energieträger werden über die Betriebskosten erfasst.

Zu den wirkmächtigsten Instrumenten im Sektor Gebäude gehören

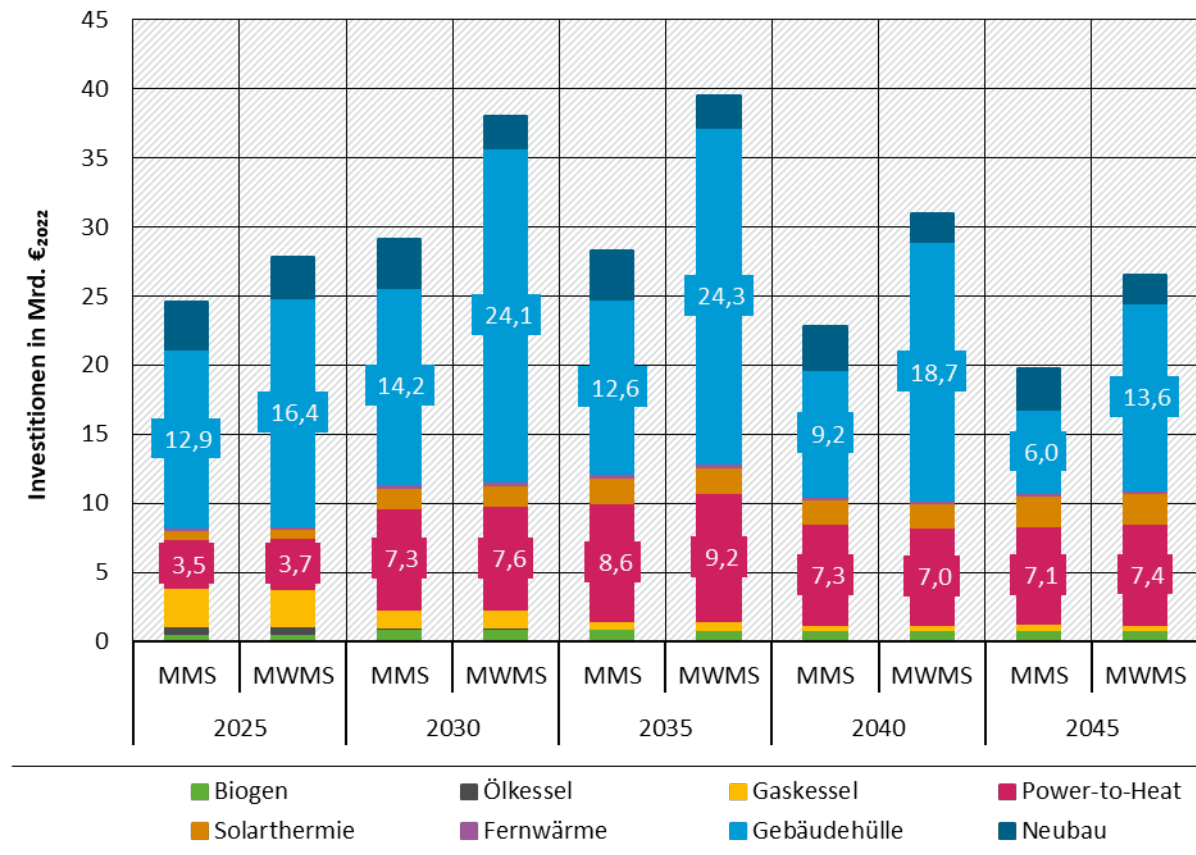
- ▶ im MMS vor allem das novellierte Gebäudeenergiegesetz mit Anforderungen zur Nutzung von erneuerbaren Energien beim Einbau neuer Wärmeversorger, die im Dezember 2023 novellierte Bundesförderung für effiziente Gebäude, das Energieeffizienzgesetz, die CO₂-Bepreisung durch das Brennstoffemissionshandelsgesetz, die steuerliche Förderung für Gebäudesanierung und die Heizungsoptimierung (EnSimiMaV).
- ▶ im MWMS darüber hinaus noch die Verschärfung der Anforderungen an die energetische Qualität von Sanierungen und Neubau im Gebäudeenergiegesetz, z. B. mit höheren Bauteilanforderungen, die Einführung von Mindestenergieeffizienzstandards für Nichtwohngebäude, die allerdings nur einen geringen Anteil aller Gebäude in Deutschland ausmachen, und die Sanierung öffentlicher Gebäude nach Vorgabe der Energieeffizienzrichtlinie (Art. 6 EED 2023/179), die allerdings erst nach 2030 zu Minderungen beiträgt.

Abbildung 20 zeigt die energetischen Mehrinvestitionen für die beiden Szenarien MMS und MWMS im Zeitverlauf. Sie bestehen im Wesentlichen aus Kosten für die energetische Verbesserung der Gebäudehülle, die im MWMS aufgrund der verschärften Anforderungen höher sind als im MMS, auch wenn die Sanierungsrate im MWMS geringer ist. Investitionen für die Erneuerung der Anlagentechnik stellen nur einen geringen Teil der gesamten energetischen Mehrkosten dar, der größte Teil wird in Wärmepumpen investiert. Bis zu den 2030er Jahren ist die Sanierungsrate bei Wohngebäuden in beiden Szenarien höher als danach (Harthan et al. 2024a). Dies zeigt sich auch im Zeitvergleich der energetischen Investitionen, vor allem der

Sanierungen der Gebäudehülle, die bis Mitte der 2030er Jahre zunehmen und danach etwas absinken.

Die Entwicklung der Bau- bzw. Sanierungskosten hat einen wesentlichen Einfluss auf den Investitionsverlauf. Im MWMS steigt der Anteil reiner Instandsetzungsinvestitionen. Energetische Sanierungen werden aufgrund der generell höheren Baukosten und der höheren technischen Anforderungen im GEG weniger häufig durchgeführt trotz Förderung der ambitionierten Standards.

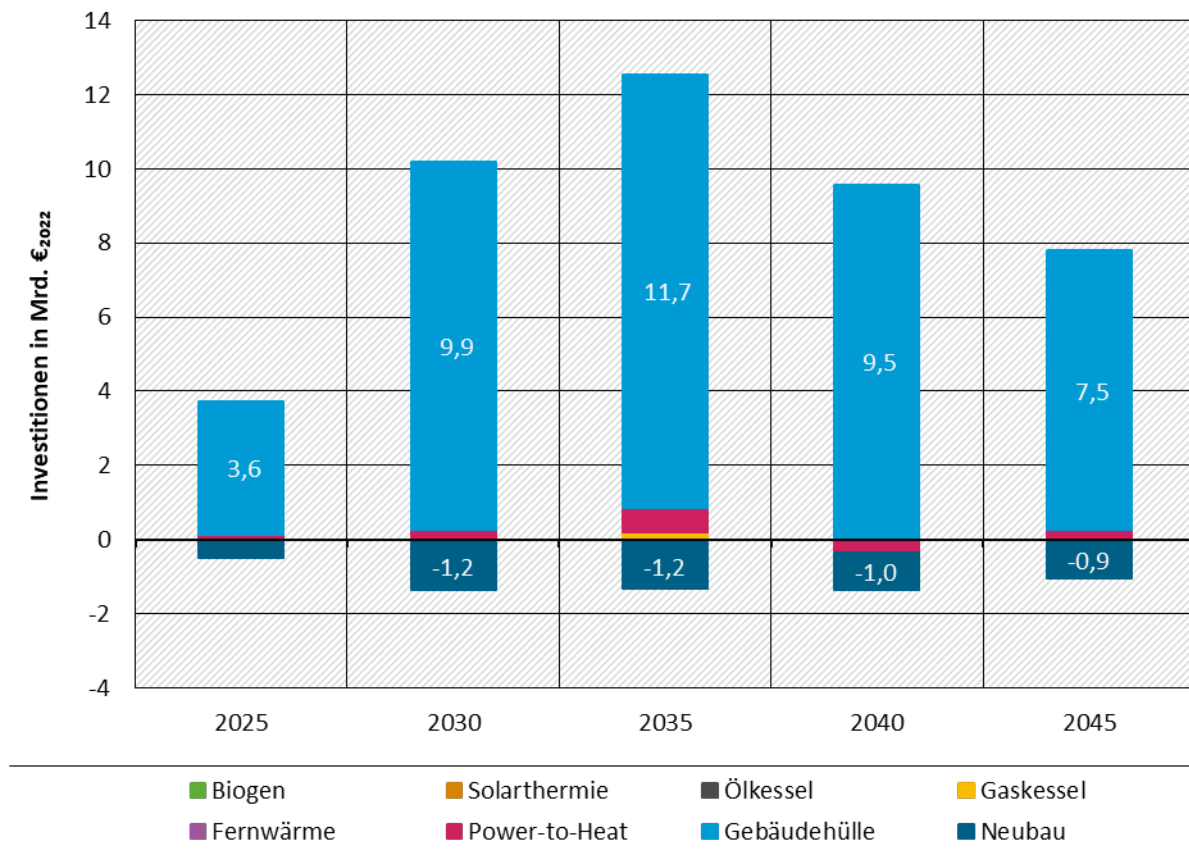
Abbildung 20: Energetische Mehrinvestitionen in MMS und MWMS nach Technologie – Gebäude



Quelle: Eigene Darstellung, Öko-Institut; Modellrechnung: IREES

Anmerkungen: Werte sind über 5 Jahre gemittelt (z. B. enthält 2025 den Durchschnittswert 2023-2027); energetische Mehrkosten ohne Ohnehin-Kosten; Angaben ohne MwSt.; Biogene Technologien beinhalten Hackschnitzel-Kessel, Pelletkessel und Scheitholz-Ofen; Power-To-Heat beinhaltet Wärmepumpen und Stromdirektheizungen.

In Abbildung 21 wird der Unterschied zwischen dem MWMS und dem MMS noch einmal deutlicher hervorgehoben. Unterschiede zeigen sich fast ausschließlich bei der energetischen Modernisierung der Gebäudehülle. Es werden im MWMS weniger energetische Sanierungen durchgeführt als im MMS, diese aber für einen deutlich höheren energetischen Standard (vgl. dazu Harthan et al. 2024a).

Abbildung 21: Differenzinvestitionen zwischen MWMS und MMS nach Technologie – Gebäude

Quelle: Eigene Darstellung, Öko-Institut; Modellrechnung: IREES

Anmerkungen: Werte sind über 5 Jahre gemittelt (z. B. enthält 2025 den Durchschnittswert 2023-2027); energetische Mehrkosten; Angaben ohne MwSt.; Biogene Technologien beinhalten Hackschnitzel-Kessel, Pelletkessel und Scheitholz-Ofen; Power-To-Heat beinhaltet Wärmepumpen und Stromdirektheizungen.

Im Zeitverlauf sinken die Energiekosten mit zunehmendem energetischem Sanierungsstand der Gebäude, wie in Abbildung 22 dargelegt. In beiden Szenarien nimmt der Einsatz fossiler Brennstoffe stetig und deutlich ab, dementsprechend sinken die Ausgaben. Im Jahr 2045 werden fast keine fossilen Brennstoffe mehr benutzt, die Energieausgaben betragen insgesamt nur noch weniger als die Hälfte der Energieausgaben des Jahres 2025. Aufgrund der Verpflichtungen aus der GEG-Novelle mit der Anforderung von mindestens 65 % erneuerbare Energien werden bei fossilen Kesseln zusätzlich Biomethan oder Bio-Heizöl oder hydrierte Pflanzenöle verwendet, dadurch steigen die Ausgaben für biogene Energieträger. Insbesondere aber werden zunehmend Wärmepumpen installiert, dies spiegelt sich in höheren Stromausgaben wider. Auch die Ausgaben für Fernwärme nehmen leicht zu, da Wärmenetze ausgebaut und weitere Gebäude angeschlossen werden. Ab ca. 2040 nimmt auch der Anteil von Wasserstoffnetzen zu, so dass zusätzlich auch Ausgaben für Wasserstoff zur dezentralen Wärmeerzeugung in den Szenarien zu vermerken sind.

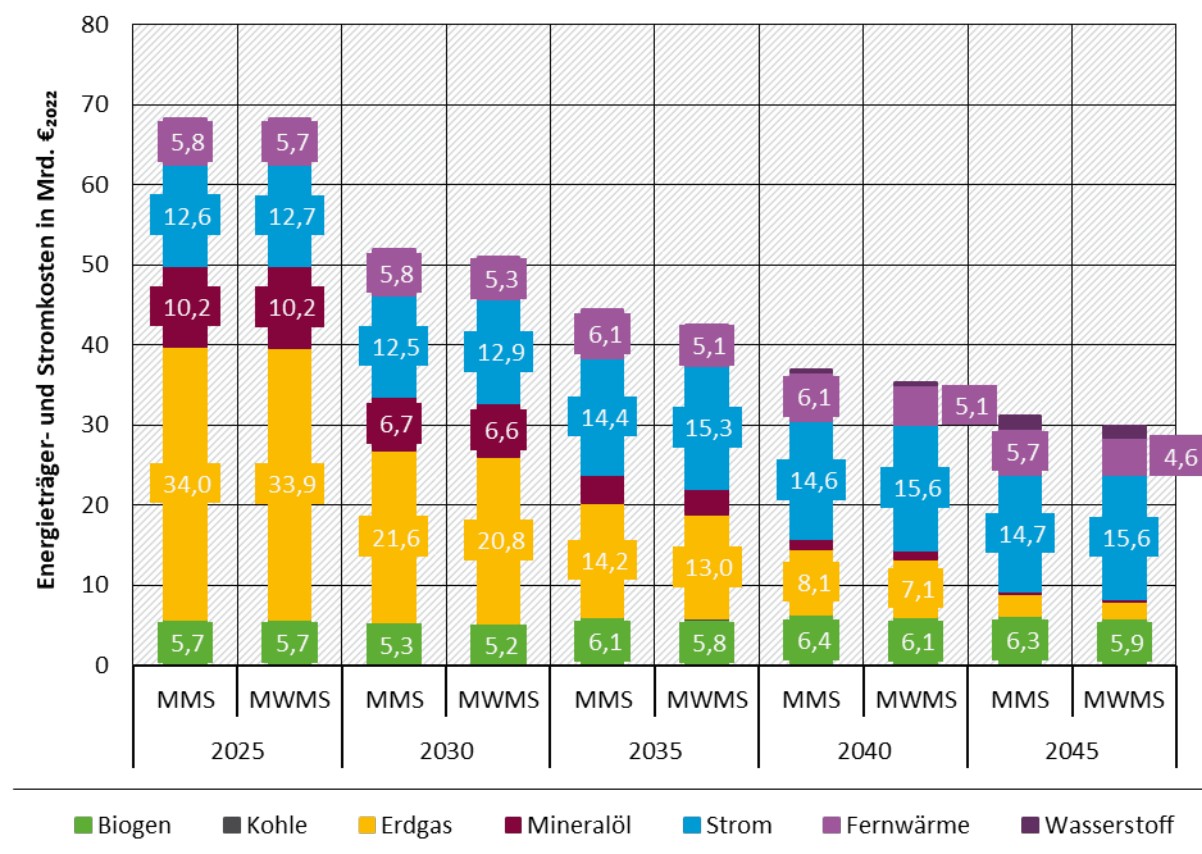
Die Einsparungen an Energiekosten sind ausgeprägter im MWMS, in dem mit höherem Ambitionsniveau saniert wird. Insbesondere sind die Ausgaben für fossile Energieträger und Fernwärme geringer. Bis 2035 werden im MWMS auch mehr Wärmepumpen eingebaut, so dass sich leicht höhere Ausgaben für Strom über die Jahre zeigen. Die Unterschiede zwischen den Szenarien sind allerdings insgesamt eher gering.

Neben den physischen Energieeinsparungen, die sich durch energetische Sanierungen und Umstellung der Heizungstechnologien ergeben, sind für die monetären Einsparungen auch die

Entwicklung der Energiepreise, einschließlich der CO₂-Bepreisung, relevant (siehe dazu auch Anhang A.1). Im Vergleich zu den Rahmendaten des Projektionsberichts 2023 liegen die Preise und Annahmen für Preisentwicklungen für fossile Brennstoffe in den Projektionen 2024 niedriger. Dementsprechend sind auch die erzielbaren Kosteneinsparungen geringer.

Wichtig für die Wirtschaftlichkeit ist zudem die Entwicklung der Strompreise im Vergleich zu den Gaspreisen inkl. CO₂-Preis. Gegenüber dem Jahr 2025 sind die Strompreise im Jahr 2030 gut 20 % und in den Jahren 2045/2050 knapp 30 % niedriger. Das relative Preisverhältnis ist von großer Bedeutung für die Entwicklung der Energieausgaben und damit die Wirtschaftlichkeit bei einer Umstellung von einer Gasheizung auf eine Wärmepumpe. Während der Strompreis pro kWh im Jahr 2019 noch dreimal so hoch war wie der Gaspreis pro kWh, ist er im Jahr 2025 nur noch 2,5-mal so hoch und in den Jahren 2045/2050 nur knapp doppelt so hoch. Je günstiger der Strom im Verhältnis zum Erdgas ist, desto besser schneidet die Wärmepumpe im Kostenvergleich ab. So ist die bereitgestellte Wärme einer effizienten Wärmepumpe im Jahr 2019 im Betrieb ungefähr gleich teuer wie die einer Erdgasheizung und liegt im Jahr 2045/2050 nur noch bei ca. 75 %.

Abbildung 22: Energieträger- und Stromkosten in MMS und MWMS nach Energieträger – Gebäude



Quelle: Eigene Darstellung, Öko-Institut; Modellrechnung: IREES

Anmerkungen: Werte sind über 5 Jahre gemittelt (z. B. enthält 2025 den Durchschnittswert 2023-2027); Kosten mit Energiesteuern und CO₂-Kosten, aber ohne MwSt.; Biogen beinhaltet Holzpellets, Scheitholz, Hackschnitzel und Biogas; für Fernwärme werden Strom/Erdgas nicht aufgeschlüsselt.

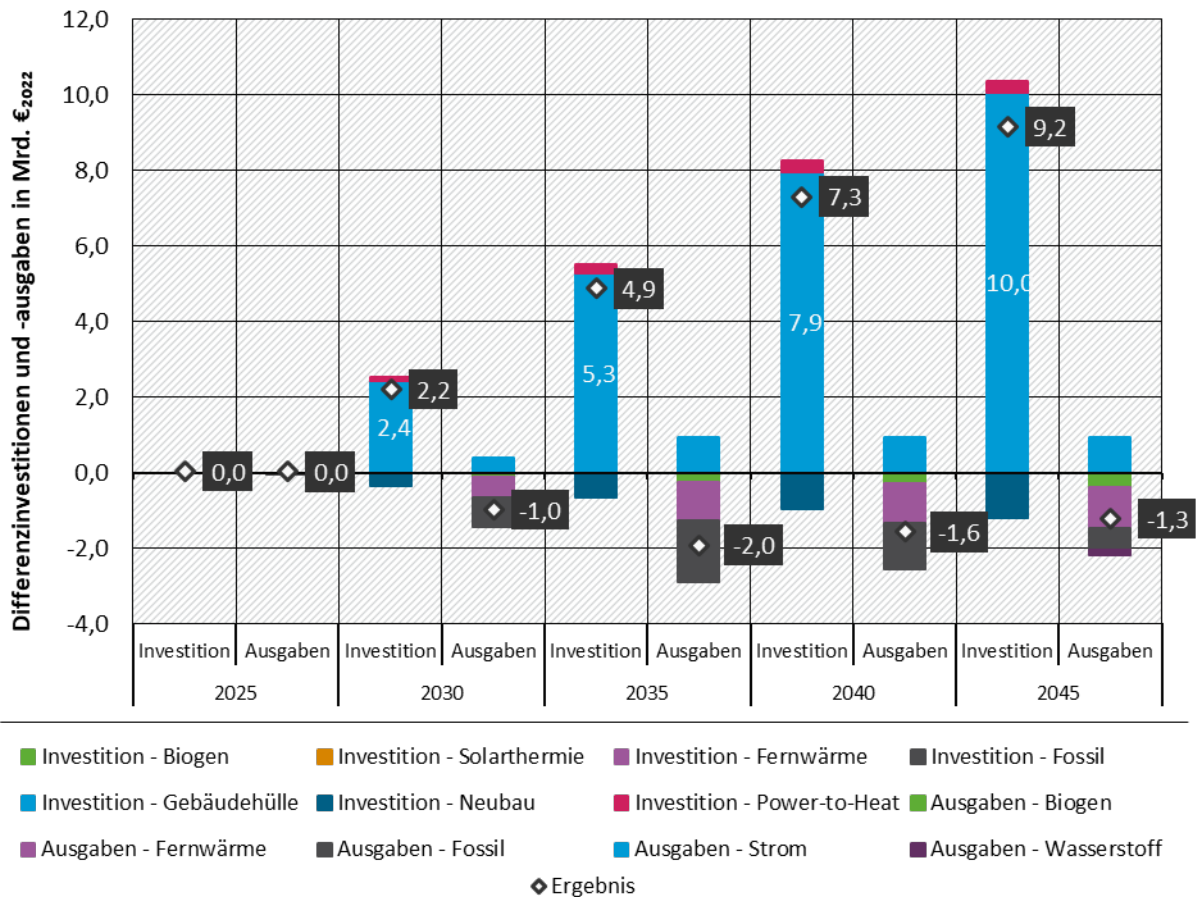
Um die zusätzlichen Investitionen mit den dadurch bewirkten Einsparungen oder Mehrausgaben für Energie vergleichen zu können, werden die energetischen Mehrinvestitionen für Modernisierungen der Gebäudehülle und Anlagentechnik in jährliche Annuitätenzahlungen umgelegt (Annuitäten werden über die Lebensdauer der Anlagen und mit einer Diskontrate von

4 % berechnet). In Abbildung 23 werden diese annuisierten Investitionen und die Betriebskosten für einige Stützjahre im Vergleich des MWMS gegenüber dem MMS illustriert.

Die annuisierten energetischen Mehrinvestitionen nehmen im Zeitverlauf zu und liegen im MWMS netto 9,2 Mrd. Euro höher als im MMS. Den größten Anteil nehmen die höheren Investitionen in die Gebäudehülle zur Erreichung des höheren Effizienzniveaus im MWMS ein. Die Umsetzung der zusätzlichen Instrumente und Anforderungen im MWMS erfordert also deutliche weitere Investitionen. Dafür müssen die entsprechenden Anreize geschaffen werden. Zu beachten ist, dass in dieser systemischen Betrachtung der annuisierten Kosten die Sanierungsförderung nicht berücksichtigt ist. Aus Investorenperspektive werden die Kosten durch die Förderung gesenkt. Investitionen in Wärmeenergieträger unterscheiden sich nicht wesentlich zwischen den Szenarien.

Im Vergleich der jährlichen (annuisierten) energetischen Mehrinvestitionen zwischen den Szenarien MWMS und MMS und der Einsparungen an Wärmekosten zeigt sich, dass die Einsparungen an fossilen Energiekosten und Fernwärmeausgaben die annuitätischen (jährlichen) Zahlungen für Investitionen nicht ausgleichen können. Die annuitätischen Investitionszahlungen sind deutlich höher als die Einsparungen. Zu beachten ist dabei, dass die Kosteneinsparungen durch den geringeren Verbrauch an fossilen Energieträgern bedingt sind und daher abhängig vom Gas-, Heizöl- und CO₂-Preis. Bei höheren Preisen ergeben sich entsprechend höhere Kosteneinsparungen. Es ist jedoch davon auszugehen, dass sie die zusätzlichen Investitionszahlungen im MWMS trotzdem nicht ausgleichen können. Insgesamt ist festzuhalten, dass die zusätzlichen Klimaschutzanstrengungen im MWMS gegenüber dem MMS mit recht hohen Kosten im Verhältnis zu den dadurch erzielbaren Einsparungen an Energiekosten und auch THG-Emissionen verbunden sind.

Abbildung 23: Annuisierte energetische Mehrinvestitionen sowie Mehrausgaben/Einsparungen im Vergleich MWMS versus MMS - Gebäude



Quelle: Eigene Darstellung, Öko-Institut; Modellrechnung: IREES

Anmerkungen: Investitionen über die jeweilige Lebensdauer annuiert mit Prozentsatz von 4 %; Kosten mit Energiesteuern und CO₂-Kosten, aber ohne MwSt.; Biogen beinhaltet Holzpellets, Scheitholz, Hackschnitzel und Biogas; Fossil beinhaltet Kohle, Heizöl und Erdgas; für Fernwärme werden die Kosten für Strom/Erdgas nicht aufgeschlüsselt.

2.5 Verkehr

Textbox 8: Verkehr: Wesentliches auf einen Blick

- ▶ Emissionseinsparungen (aus Projektionsbericht 2024): Im Jahr 2045 (2030) reduzieren sich die Treibhausgasemissionen im MMS um 129,1 Mio. t CO₂-Äq. im Vergleich zu 2025 auf 14,9 Mio. t CO₂-Äq. (2030: um 32,9 Mio. t CO₂-Äq. im Vergleich zu 2025 auf 111,1 Mio. t CO₂-Äq.) und im MWMS um 128,8 Mio. t CO₂-Äq. auf 14,6 Mio. t CO₂-Äq. (2030: um 33 Mio. t CO₂-Äq. auf 110,4 Mio. t CO₂-Äq.) (Harthan et al. 2024a).
- ▶ Investitionen: Investitionen in Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor werden bis 2040 fast komplett durch Investitionen in Fahrzeuge mit Elektroantrieb ersetzt. Zwischenzeitlich steigen auch die Investitionen in Fahrzeuge mit Brennstoffzellen, die als Brückentechnologie fungieren, solange die Ladeinfrastruktur noch nicht voll ausgebaut ist. Neben einer Erhöhung der Nutzungskosten für Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor wird die Elektrifizierung vor allem durch die EU-CO₂-Standards angeregt. Unterschiede zwischen den Szenarien sind nur minimal, da im MWMS keine zusätzlichen wirkmächtigen Klimaschutzmaßnahmen enthalten sind.

- ▶ **Brennstoff- und Betriebskosten:** Im Allgemeinen sinken die Kosten infolge eines Rückgangs der Kosten pro Fahrzeugkilometer, der sich aus Effizienzgewinnen infolge der Elektrifizierung des Fahrzeugbestands ergibt. Im Zeitverlauf wird demnach ein Großteil der Ausgaben für fossile Kraftstoffe durch Ausgaben für Strom und zwischenzeitlich zu einem geringeren Maße für Wasserstoff und E-Fuels ersetzt. Bis 2030 steigen die fossilen Kraftstoffkosten vor allem durch die THG-Quote, danach sorgt insbesondere die CO₂-Bepreisung des BEHG für Kostensteigerungen und den Anreiz zur weiteren Elektrifizierung des Fahrzeugbestands. Auch hier treten kaum Unterschiede zwischen den Szenarien auf.
- ▶ **Unsicherheiten:** Sowohl die Investitionsentscheidungen als auch die Kraftstoffausgaben hängen maßgeblich von den Kraftstoff- und Strompreisen ab, deren Entwicklung nicht mit Sicherheit prognostiziert werden kann. Sollten sich die Strompreise schneller an die Preise für fossile Kraftstoffe angleichen bzw. vergleichsweise günstiger werden, könnte sich die Elektrifizierung auch schon mittelfristig finanziell rentieren. Außerdem stellt die nur qualitative Berücksichtigung von Infrastrukturkosten eine Einschränkung dar (vgl. Textbox 4).

Dieses Kapitel basiert auf der Folgenabschätzung zum Projektionsbericht 2023 (Schumacher et al. 2024) und wurde entsprechend für die Projektionen 2024 aktualisiert.

Für die Folgenabschätzung im Verkehrssektor wurde die Entwicklung der gesamten Investitionen in Straßenfahrzeuge und Kraftstoffkosten herangezogen. Grundlage für die Berechnungen sind die Ergebnisse aus dem TEMPS-Modell, welche im Projektionsbericht 2024 dargestellt sind (Harthan et al. 2024a).

Zur Erreichung der Minderungsziele sind Investitionen vor allem in elektrisch betriebene Fahrzeuge nötig. Aus sozio-ökonomischer Perspektive bedeutet dies eine Umleitung von Investitionen weg von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor hin zu Fahrzeugen mit alternativen Antrieben. Dabei ist zu beachten, dass darüber hinaus auch Investitionen in der Energiewirtschaft nötig sind, um die Minderungen im Verkehrssektor, bspw. im Bereich Elektromobilität, möglich zu machen. Investitionen werden unter anderem angeregt durch eine Verteuerung der fossilen Brennstoffe, was sich maßgeblich auf die Höhe und Zusammensetzung der durchschnittlichen Nutzungskosten auswirkt. Die Nettounterschiede in den sozio-ökonomischen Wirkungen zwischen dem MMS und dem MWMS liegen in der Gesamtbetrachtung gemessen an der zusätzlichen Emissionsminderungswirkung auf einem sehr niedrigen Niveau.

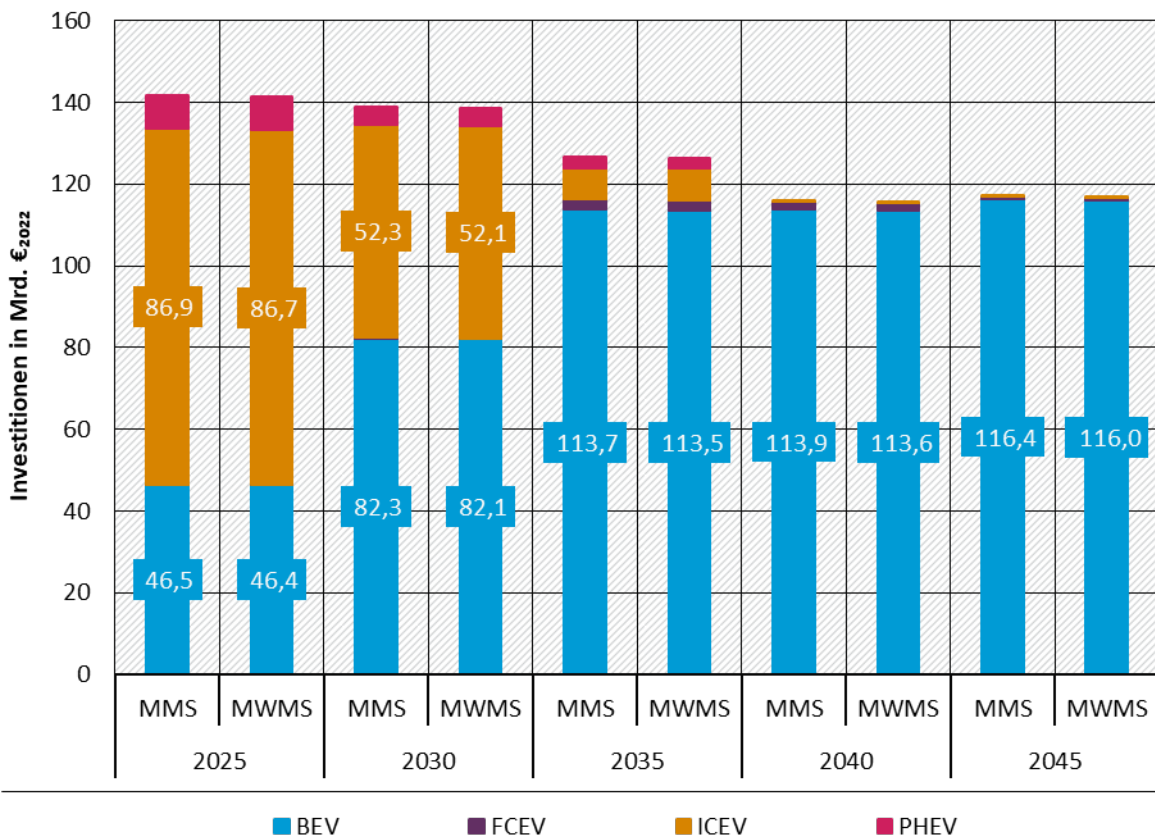
Die wirkmächtigsten Instrumente im MMS, die vor allem die Elektrifizierung des Fahrzeugbestands beschleunigen, sind die EU-CO₂-Emissionsstandards für Pkw, leichte und schwere Nutzfahrzeuge, die verstärkte CO₂-Differenzierung der Lkw-Maut, die auf alle Lkw ausgeweitet wird, die CO₂-Bepreisung und die THG-Quote. Im Vergleich der beiden Szenarien MMS und MWMS weist das MWMS nur sehr wenige zusätzliche Maßnahmen auf, die nur eine minimale Minderung der Treibhausgasemissionen bewirken und kaum relevant sind für die betrachteten sozio-ökonomischen Kenngrößen. Dazu gehören die Stärkung des Schienenverkehrs und die Förderung emissionsfreier Busse und öffentlicher Fuhrparks.

Insgesamt steigt die Personenverkehrsleistung bis 2050 gegenüber 2025 um rund 7 % (Harthan et al. 2024a). Der Anteil des MIV an der Personenverkehrsleistung sinkt zunächst aufgrund des Anstiegs der Nutzungskosten für Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor, steigt langfristig jedoch aufgrund der durch die Elektrifizierung sinkenden durchschnittlichen Nutzungskosten wieder an. Im Güterverkehr wird vor allem eine Verlagerung auf die Schiene angeregt, wodurch sich der Anstieg der Güterverkehrsleistung um rund 20 % nur unterproportional auf die Straßenverkehrsleistung auswirkt. Die zunehmende Elektrifizierung geht mit einer Steigerung

der Energieeffizienz einher. Während also der Strombedarf steigt, sinkt der Gesamtenergiebedarf mit zunehmender Elektrifizierung signifikant ab bis zum Jahr 2050.

Im Jahr 2030 wird im MWMS im Vergleich zum MMS eine zusätzliche Minderungswirkung von 0,7 Mio. t CO₂-Äq. und im Jahr 2045 eine zusätzliche Minderungswirkung von 0,3 Mio. t CO₂-Äq. erzielt. Im MMS reduzieren sich die jährlichen Treibhausgasemissionen im Jahr 2030 im Vergleich zu 2025 um 32,9 Mio. t CO₂-Äq. auf 111,1 Mio. t CO₂-Äq. und im Jahr 2045 um 129,1 Mio. t CO₂-Äq. auf 14,9 Mio. t CO₂-Äq. (Abbildung 9). Im MWMS reduzieren sich die jährlichen Treibhausgasemissionen im Jahr 2030 im Vergleich zu 2025 um 33 Mio. t CO₂-Äq. auf 110,4 Mio. t CO₂-Äq. und im Jahr 2045 um 128,8 Mio. t CO₂-Äq. auf 14,6 Mio. t CO₂-Äq.

Abbildung 24: Gesamtinvestitionen in MMS und MWMS – Verkehr



Quelle: Eigene Darstellung und Modellrechnung, Öko-Institut

Anmerkungen: Werte sind über 5 Jahre gemittelt (z. B. enthält 2025 den Durchschnittswert 2023-2027). Werte geben die Gesamtinvestitionen wieder. Referenzinvestitionen sind nicht berücksichtigt (siehe Textbox 1).

Abbildung 24 zeigt die Projektionen der gesamten Investitionen über die Antriebstechnologien. Sowohl im MMS als auch im MWMS ist der Hochlauf der Investitionen in batterieelektrische Fahrzeuge (BEV) bis Ende der 2030er-Jahre abgeschlossen. Damit werden ab 2035 insgesamt über 110 Mrd. Euro in Elektro-Pkw investiert, wohingegen in Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor (ICEV) und sonstigen Antrieben kaum noch investiert wird. Insgesamt sinken die Investitionen und pendeln sich ab 2040 bei unter 120 Mrd. Euro ein. Zum einen ist zu erwarten, dass die Batteriepreise und damit auch die Fahrzeugpreise weiterhin sinken und zum anderen ist ein Bevölkerungsrückgang zu erwarten.

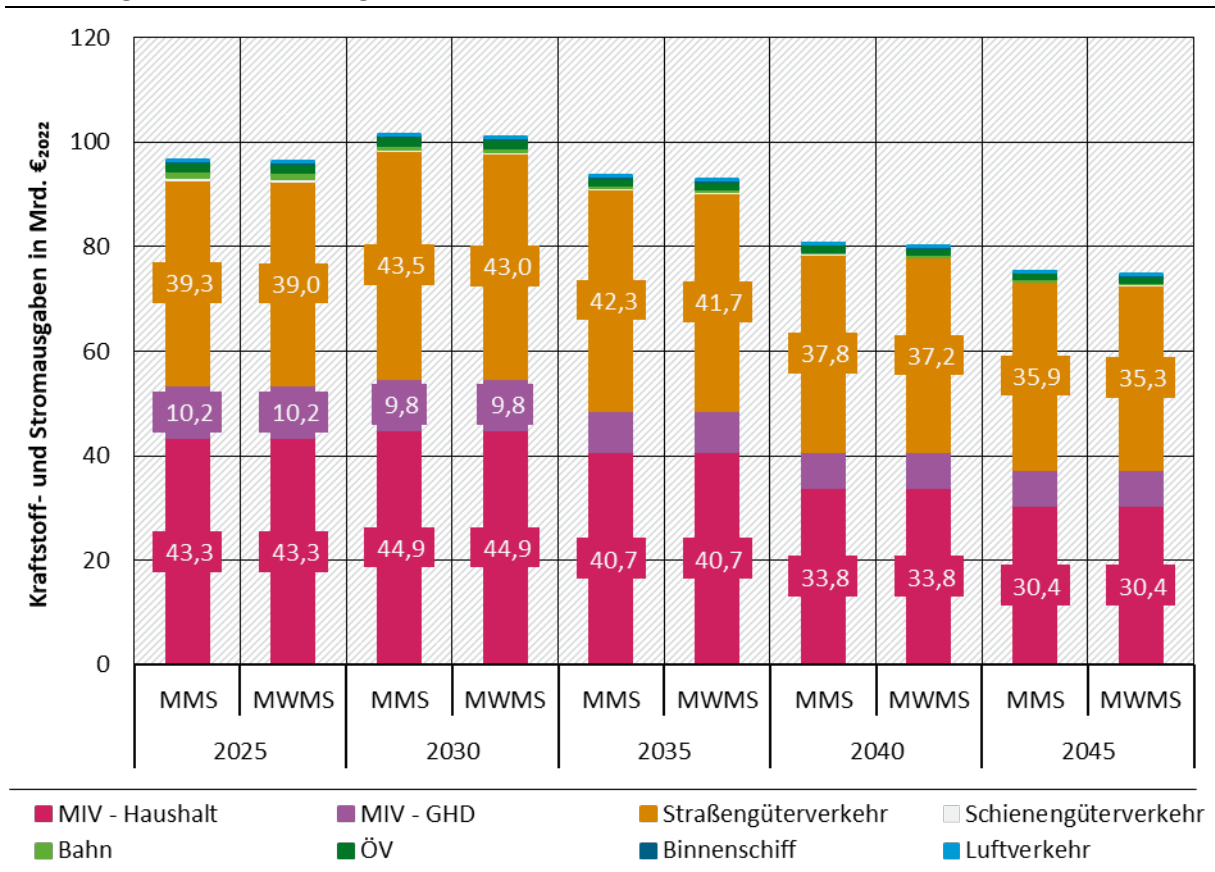
Investitionen in Fahrzeuge mit Brennstoffzellen (FCEV) werden nur sehr wenig getätigt, da sie erwartungsgemäß höhere Gesamtnutzungskosten aufweisen als batterieelektrische Fahrzeuge (Harthan et al. 2024a). FCEV fungieren insbesondere bei den Lkw als Brückentechnologie, und

zwar an Stellen, an denen der Hochlauf von BEV durch die erst über die Zeit entstehende Ladeinfrastruktur und die über die Zeit aufzubauenden Produktionskapazitäten der Fahrzeuge gegenüber dem ökonomischen Potenzial abgeschwächt wird.

Plug-in-Hybride (PHEV) spielen insgesamt kaum eine Rolle. In den Jahren 2025 und 2030 gibt es sehr geringe Anteile bei den Pkw, nach dem Jahr 2035 verschwinden sie komplett aus dem Markt. Das liegt in erster Linie an den verschärften EU-CO₂-Standards, die eine drastische Reduktion der CO₂-Emissionen bei Neuzulassungen und ab dem Jahr 2035 vollständig CO₂-freie Neuzulassungsflotten bei den Pkw vorschreiben (Harthan et al. 2024a).

Unterschiede der zu erwartenden Investitionen zwischen den Szenarien sind sehr klein (< 0,3 %) und somit nicht interpretierbar.

Abbildung 25: Kraftstoffausgaben in MMS und MWMS nach Haushalt/Verkehrsbranchen



Quelle: Eigene Darstellung und Modellrechnung, Öko-Institut

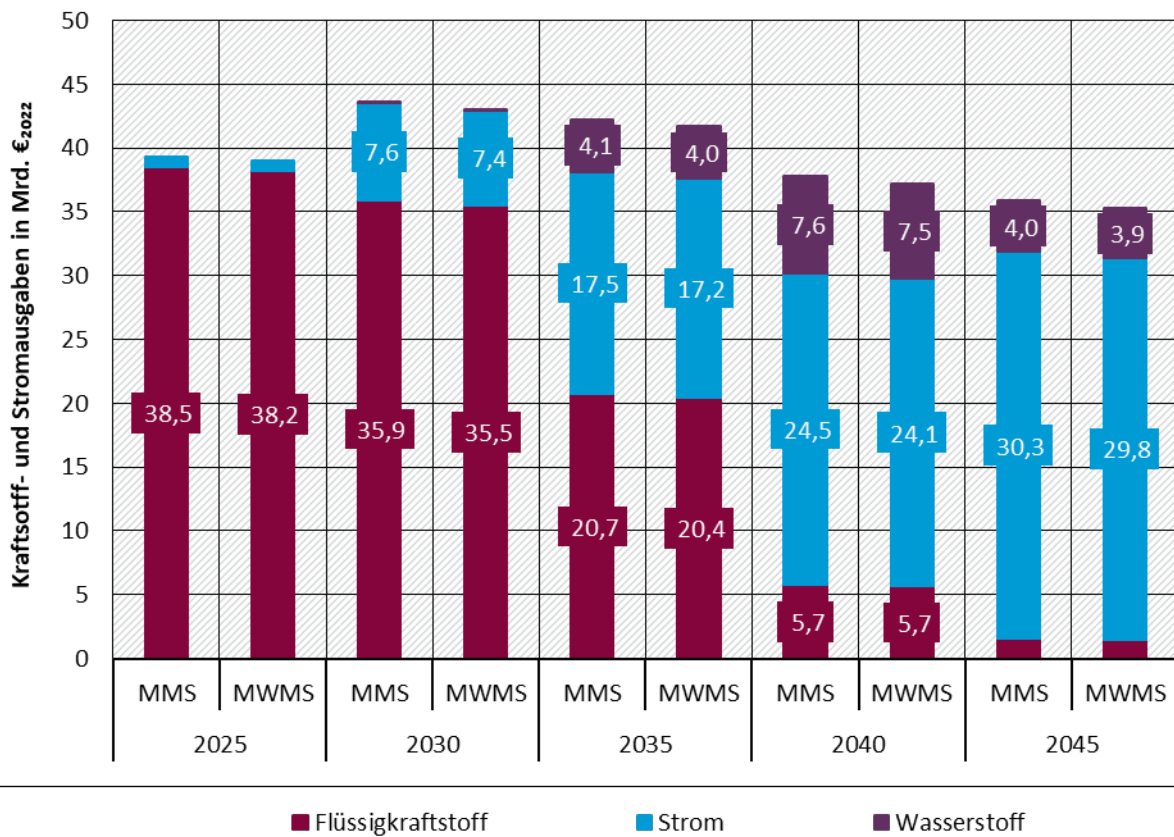
Anmerkungen: Werte sind über 5 Jahre gemittelt (z. B. enthält 2025 den Durchschnittswert 2023-2027); Ausgaben mit Maut, Energiesteuern und CO₂-Kosten, ohne MwSt.

Die Kraftstoffausgaben steigen bis zum Jahr 2030 an und sinken dann im Zeitverlauf, wie Abbildung 25 zu entnehmen ist. Dies unterscheidet sich von den Projektionen 2023 (Schumacher et al. 2024) dahingehend, dass im vorliegenden Bericht am aktuellen Rand mit geringeren fossilen Preisen gerechnet wird, da die Preissteigerungen infolge der jüngsten Krise nicht so hoch ausfielen wie zuvor erwartet. Absolut haben private Haushalte die höchsten Kosten für Kraftstoffe zu tragen. Nach kurzfristigem Anstieg auf knapp 45 Mrd. Euro im Jahr 2030 sinken die Kraftstoff- und Stromkosten auf gut 30 Mrd. Euro. Auch im Schienengüterverkehr und im Öffentlichen Personenverkehr (ÖV & Bahn) sinken die Kosten über den Zeitverlauf, wobei sie nur einen kleinen Teil der Gesamtkraftstoffkosten im Verkehr ausmachen. Nur im nationalen Luftverkehr steigen die Nutzungskosten kontinuierlich an von

knapp 170 Mio. Euro im Jahr 2030 auf gut 210 Mio. Euro im Jahr 2045, da hier Effizienzgewinne durch eine zunehmende Elektrifizierung erwartungsgemäß ausbleiben.

Die THG-Quote ist bis 2030 das wirkmächtigste Instrument (Harthan et al. 2024a). Die dadurch entstehende Erhöhung der spezifischen Kraftstoffkosten kann bis 2030 noch nicht durch die zunehmende Elektrifizierung kompensiert werden. Der Anstieg bis 2030 ist vor allem dem Straßengüterverkehr zuzurechnen. Im Straßengüterverkehr steigen neben den Kraftstoffpreisen auch die Mautkosten an. Der Rückgang in den Nutzungskosten im gesamten Verkehrssektor nach 2030 spiegelt den Rückgang des Gesamtenergiebedarfs durch Effizienzsteigerungen infolge der Elektrifizierung wider (Harthan et al. 2024a). Hier dominieren die CO₂-Bepreisung des BEHG und die EU-CO₂-Standards. Ergänzt durch sinkende Technologiekosten, schreitet die Elektrifizierung weiter voran. Im Zusammenhang mit sinkenden Strompreisen verringern sich damit die Kraftstoff- und Stromkosten kontinuierlich trotz einer leicht steigenden Verkehrsnachfrage und steigender Flüssigkraftstoffpreise. Dementsprechend spielen die Kosten für Kraftstoffe auf Mineralölbasis bis 2045 nur noch eine untergeordnete Rolle, wie in Abbildung 26 für den Straßengüterverkehr exemplarisch dargestellt ist.

Abbildung 26: Kraftstoffausgaben in MMS und MWMS - Straßengüterverkehr



Quelle: Eigene Darstellung und Modellrechnung, Öko-Institut

Anmerkungen: Werte sind über 5 Jahre gemittelt (z. B. enthält 2025 den Durchschnittswert 2023-2027); Ausgaben mit Energiesteuern und CO₂-Kosten, ohne MwSt. Flüssigkraftstoffe enthalten Kraftstoffe auf Mineralölbasis, Autogas, Biokraftstoffe und E-Fuels.

Die Ausgaben für Strom steigen dagegen stetig an und bestimmen bereits ab 2040 den Großteil der Energieausgaben. Vor allem durch die Nutzung von FCEV-Lkw wird auch Wasserstoff nachgefragt. Durch die CO₂-differenzierte Lkw-Maut und die EU-CO₂-Emissionsstandards für schwere Nutzfahrzeuge wird potenziell eine schnellere Elektrifizierung angeregt, die jedoch

gebremst wird durch den mangelnden Ausbau der Ladeinfrastruktur. Die Nutzung von FCEV-Lkw fungiert hier als Brückentechnologie, wodurch zwischenzeitlich die Ausgaben für Wasserstoff steigen.

In Bezug auf die Kraftstoff- und Stromkosten gibt es nur minimale Unterschiede zwischen den Szenarien, die nicht interpretiert werden können.

Die Entwicklung der Strom- und Flüssigkraftstoffpreise spielt eine wichtige Rolle für die Wirtschaftlichkeit der Politikinstrumente. Während die Strompreise über die Zeit fallen, ist das Verhältnis zwischen Strom- und Flüssigkraftstoffpreisen entscheidend für die Kostenentwicklung im Verkehrssektor. 2019 waren die Strompreise pro Kilowattstunde noch deutlich höher als die von Flüssigkraftstoffen, aber bis 2045 wird dieser Unterschied nur minimal sein. Der Betrieb von Elektrofahrzeugen ist aufgrund der höheren Effizienz gegenüber Verbrennerfahrzeugen auch heute schon trotz höherer Preise je kWh in etwa gleich teuer. Je kleiner die Differenz zwischen Strompreisen und Kraftstoffkosten, desto günstiger ist der Betrieb eines Elektrofahrzeugs im Vergleich zu einem Verbrenner. Zwar sind heute die Anschaffungskosten eines Elektrofahrzeugs noch deutlich höher, sobald die Strompreise im Vergleich zu Flüssigkraftstoffpreisen allerdings noch weiter sinken, lohnen sich auch höhere Anschaffungskosten, wodurch eine schnellere Elektrifizierung angeregt werden könnte, sofern die nötige Infrastruktur besteht.

3 Gesamtwirtschaftliche Analyse

Der folgende Text basiert auf Schumacher et al. (2024) und wurde aktualisiert. Ziel der gesamtwirtschaftlichen Analyse ist die Abschätzung der Wirkung der zusätzlichen Politikinstrumente im MWMS im Vergleich zum MMS auf Wertschöpfung und Arbeitskräftebedarf. Die Ergebnisse werden nicht nur aggregiert, sondern auch aufgelöst nach Wirtschaftsbereichen dargestellt. Auf diese Weise können strukturelle Unterschiede in der Betroffenheit aufgezeigt werden.

Das vorliegende Kapitel fasst zunächst die Methodik zusammen, beschreibt dann die Impulse, die in die Modellierung einfließen, und schließt mit einer Darstellung und Interpretation der Ergebnisse.

3.1 Methodik

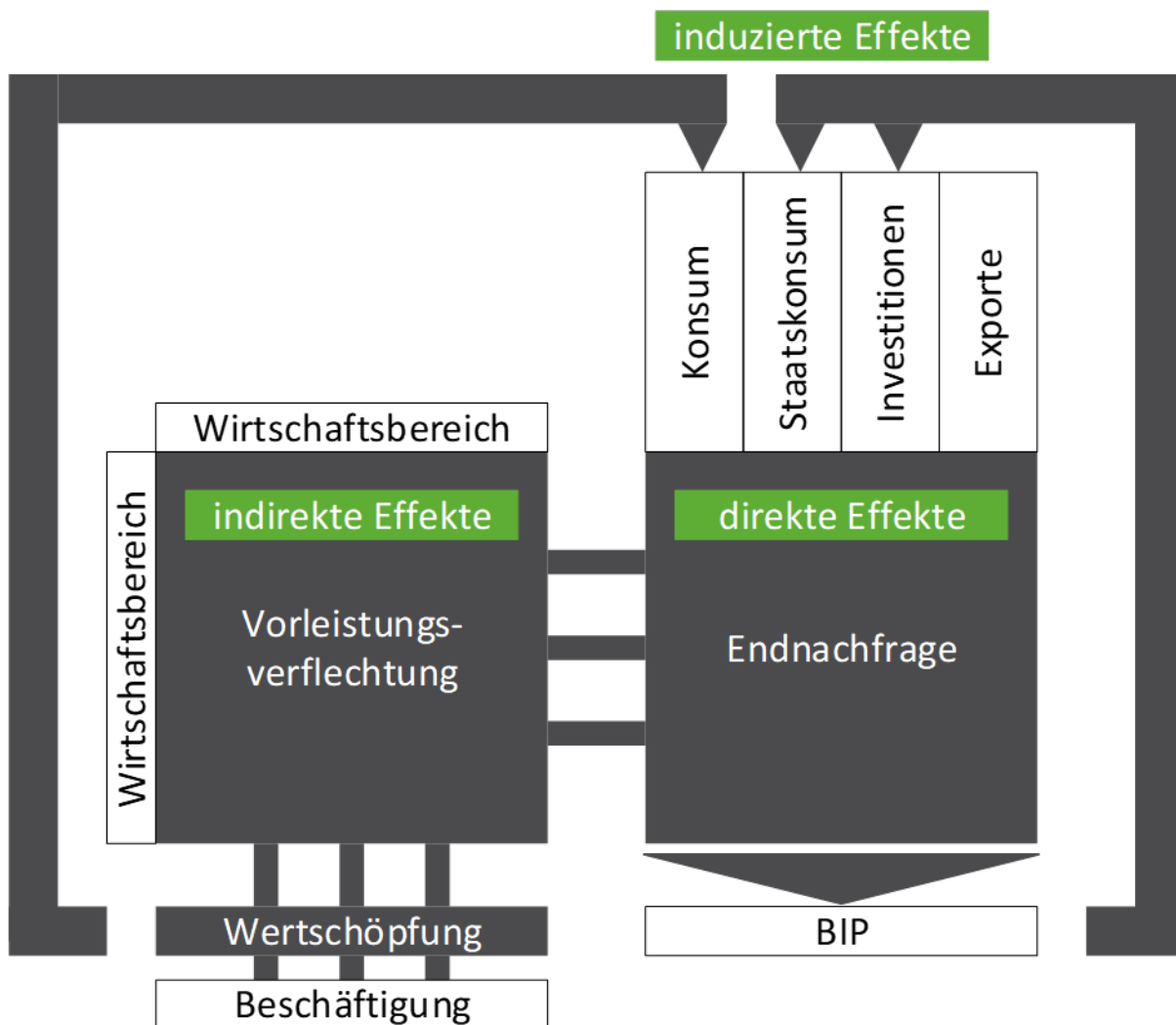
Die mittel- bis langfristige ökonomische Folgenabschätzung von Politikinstrumenten ist komplex und mit viel Unsicherheit verbunden. Um die komplexen Zusammenhänge innerhalb einer Volkswirtschaft, ebenso wie die Wechselwirkung mit dem Energiesystem, in vereinfachter Form abzubilden, werden ökonomische Modelle eingesetzt.

Das Modell ISI-Macro wurde entwickelt, um die ökonomischen Folgen von mittel- und langfristigen Nachhaltigkeitsstrategien in Deutschland abzuschätzen (Sievers et al. 2019). Anwendungsbeispiele umfassen u. a. die Folgenabschätzung der Sektorziele 2030 des Klimaschutzplans (Repenning et al. 2019), die Abschätzung der regionalen Verteilungswirkung der Energiewende (Sievers 2020), die Analyse möglicher Transformationspfade hin zur Klimaneutralität (Sievers et al. 2023). ISI-Macro ist ein in System Dynamics⁵ implementiertes Simulationsmodell und kann vereinfacht als teilweise geschlossenes Input-Output-Modell beschrieben werden. Abbildung 27 stellt das Modell schematisch dar.

Kern des Modells bildet die deutsche Input-Output-Tabelle, die die Lieferbeziehung zwischen 72 Produktionsbereichen und den entsprechenden Gütergruppen darstellt (Input-Output-Rechnung 2019, Destatis 2023a). Die endogen berechnete Endnachfrage bestimmt die Produktion in den einzelnen Produktionsbereichen. An die Produktion gekoppelt ist die Bruttowertschöpfung bestehend aus Arbeitnehmerentgelten, Steuern abzüglich Subventionen, Abschreibungen und Nettobetriebsüberschüssen. Diese Komponenten bestimmen das Niveau der inländischen Endnachfrage, das heißt des privaten und staatlichen Konsums sowie der Investitionen. Es handelt sich somit um ein teilweise geschlossenes Modell. Exogene Projektionen des Wirtschaftswachstums der OECD-Länder und Chinas - der wichtigsten Exportziele Deutschlands - sind Treiber für die zukünftige Entwicklung der Exporte (OECD 2021). Die Produktion in den einzelnen Produktionsbereichen bestimmt den Arbeitskräftebedarf. Das exogen vorgegebene Wachstum der Arbeitsproduktivität ermöglicht die Deckung des Arbeitskräftebedarfs trotz Wirtschaftswachstums und demographischen Wandels. Der Begriff Arbeitskräftebedarf wird anstelle von Beschäftigung gewählt, da eine detaillierte Darstellung des Arbeitskräfteangebots und damit auch des Arbeitsmarktes fehlt.

⁵ System Dynamics wurde Mitte der 1950er-Jahre von Jay W. Forrester entwickelt. Es ist eine Methodik zur Simulation komplexer und dynamischer Systeme. Systemzusammenhänge werden dabei über Bestände (stocks) und Veränderungsraten (flows) dargestellt. Eine wichtige Rolle spielen in sich geschlossene Wirkungsketten (feedback loops).

Abbildung 27: Schematische Darstellung des Modells ISI-Macro



Quelle: Eigene Darstellung, Fraunhofer ISI

Die ökonomische Folgenabschätzung mit ISI-Macro baut auf den Szenarien MMS und MWMS des Projektionsberichts 2024 (Harthan et al. 2024a) und den im vorherigen Kapitel dargelegten Impulsen für Investitionen und Betriebskosten auf. Hierfür wurde ISI-Macro zum einen an die Rahmenparameter (Bevölkerungsentwicklung, BIP-Entwicklung) angepasst (Mendelevitch et al. 2024), und zum anderen wurden Impulse aus den Bottom-up-Modellen (vgl. Kapitel 2) integriert. Impulse umfassen dabei insbesondere exogene Änderungen der Höhe und Struktur von Konsum und Investitionen, von Vorleistungsstrukturen ebenso wie exogene Änderungen des Außenhandels und exogene Änderungen auf den Staatshaushalt. Konkret sind das Energieausgaben der Unternehmen und privaten Haushalte, Investitionen in Energieerzeugungsanlagen und in Infrastruktur, in Fahrzeuge und in Gebäude, Betriebskosten der Energieerzeugung, Außenhandel mit Energieträgern etc. Für die Integration in das Modell werden die Impulse in die Systematik der Input-Output-Rechnung überführt. Das beinhaltet zunächst die Einordnung in die verschiedenen Nachfragekategorien (Investitionen, Konsum, Außenhandel und Vorleistungen) und weiterhin die Überführung von der Ebene der Technologien bzw. Energieträger in die entsprechenden betroffenen produzierenden oder

dienstleistenden Wirtschaftszweige. Grundlage hierfür bildet die auf Literatur und Expertenschätzungen beruhende Datenbasis des Fraunhofer ISI und des Öko-Instituts.⁶

Die Nachfrageänderungen durch die Impulse wirken zum einen direkt in den betroffenen Wirtschaftsbereichen. Zum anderen führen sie zu indirekten Effekten in den vorgelagerten Wirtschaftsbereichen und - durch die Schließung des Modells - zu induzierten Effekten. Unter induzierten Effekten versteht man Nachfrageeffekte, die sich durch die veränderte Wirtschaftsstruktur ergeben, beispielsweise durch veränderte Löhne und damit ein angepasstes Konsumbudget. Durch die Implementierung in System Dynamics ist es möglich, die Wirkung der in jährlichen Zeitschritten integrierten Impulse über einen längeren Zeitverlauf abzubilden.

3.2 Impulse für die gesamtwirtschaftliche Analyse

Textbox 9: Impulse für die gesamtwirtschaftliche Analyse: Wesentliches auf einen Blick

Die Abweichungen des MWMS vom MMS gehen als Impulse in die gesamtwirtschaftliche Modellierung ein. Hierauf beziehen sich die folgenden Punkte.

Investitionen

- ▶ Mehr Investitionen in Gebäudehülle und Energieerzeugung führen zu mehr Nachfrage u. a. in den Wirtschaftsbereichen energieintensive Industrie, Maschinenbau, sonstiges verarbeitendes Gewerbe und Baugewerbe.
- ▶ Höhere Investitionen führen zu höheren Abschreibungen in den Folgejahren. Die Abschreibungen sind Teil der Wertschöpfung. Ohne Preisanpassungen reduzieren höhere Abschreibungen die verbleibenden Wertschöpfungselemente Löhne/Gewinne. Da diese im Sinne der volkswirtschaftlichen Kreislauflogik auf die Nachfrage wirken entsteht dadurch ein dämpfender Effekt auf die Gesamtwirtschaft.
- ▶ Unsicherheit besteht bezüglich der Importanteile der Investitionen: sie basieren je Wirtschaftsbereich auf der Input-Output-Tabelle 2019 und werden fix gehalten.
- ▶ Eine mögliche Verdrängung von anderen Investitionen durch Investitionen in den Klimaschutz wird als Sensitivität analysiert.

Konsum

- ▶ Die Impulse aus den Szenarien führen zu einer Veränderung der Konsumstruktur.
- ▶ Unterschiede in der Energienachfrage sind gering, tendenziell weniger Nachfrage nach fossilen Energieträgern, mehr Nachfrage nach Strom.
- ▶ Unterstellte Wohnkosten steigen durch Umlage der energetischen Mehrinvestitionen abzgl. Förderung.
- ▶ Unsicherheiten bestehen bezüglich der Höhe der umgelegten Investitionen und der Energiepreise.

⁶ Die Investition in eine Technologie wird beispielsweise zunächst auf einzelne Bestandteile verteilt (Planung, Herstellung unterschiedlicher Technologiekomponenten, Installation etc.). In einem zweiten Schritt werden diese Bestandteile dann einzelnen oder mehreren Wirtschaftsbereichen zugeordnet. Für eine detaillierte Beschreibung des Vorgehens siehe z. B. Sievers (2020).

Handel mit Energieträgern

- ▶ Geringere Importe von fossilen Energieträgern, fester Biomasse und Wasserstoff führen trotz geringerer Exporte von Strom zu einem positiven Effekt auf die Handelsbilanz.
- ▶ Unsicherheiten bestehen hinsichtlich der Energiepreise und der konkreten Menge von Importen / heimischer Erzeugung.

Staatshaushalt

- ▶ Abweichungen zwischen MWMS und MMS gering, Impuls auf den Staatshaushalt klein.
- ▶ Geringere Staatseinnahmen aus Energiesteuern und CO₂-Bepreisung von Industrie und Gewerbe.
- ▶ Positiver Effekt auf den Staatshaushalt durch weniger Subventionszahlungen und Mehreinnahmen aus Energiesteuern und CO₂-Bepreisung der Haushalte.
- ▶ Unsicherheiten bestehen mit Blick auf die Wirkung eines positiven oder negativen Effekts auf den Staatshaushalt. Dies ist abhängig von politischer Ausgestaltung und ggfs. theoretischen Annahmen. Die Unsicherheit wird über verschiedene Sensitivitäten zur Gegenfinanzierung adressiert.

Vorleistungen

- ▶ Energieerzeugung: höhere Betriebskosten, geringe Energiekosten.
- ▶ Öffentliche und gewerbliche Gebäude: Ausgaben für fossile Energie und Strom geringer.
- ▶ Verkehr: Ausgaben für Kraftstoffe und Strom geringer.
- ▶ Unsicherheiten betreffen die Energiepreise.

3.2.1 Investitionen

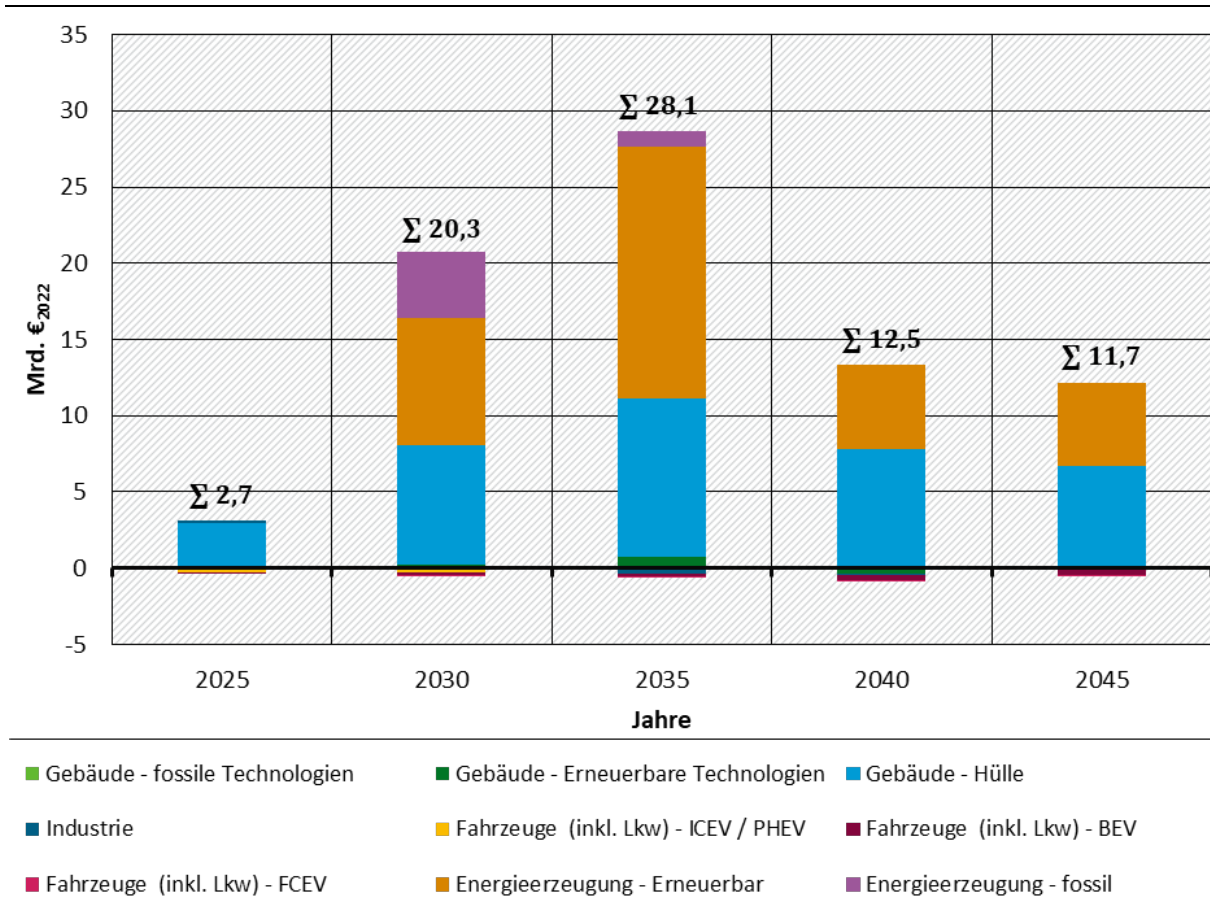
In Abbildung 28 sind die Impulse durch Investitionen auf Ebene der Technologien dargestellt. In der gesamtwirtschaftlichen Betrachtung werden dabei immer die Gesamtinvestitionen in den Sektoren einbezogen. Gezeigt ist die absolute Abweichung des MWMS vom MMS in Mrd. Euro (Preisbasis 2022, siehe Kapitel 1) in 5-Jahres-Schritten. Folgende Beobachtungen sind zentral:

- ▶ höhere Investitionen in Gebäudehülle
- ▶ höhere Investitionen in erneuerbare Energieerzeugung und zunächst auch noch in fossile Energieerzeugung

In Summe ergibt sich ein positiver Investitionsimpuls (Abweichung des MWMS vom MMS), dieser enthält kaum Investitionsrückgänge im Vergleich von MWMS zu MMS. Im MWMS wird pro Jahr zwischen knapp 3 und 28 Mrd. Euro mehr investiert als im MMS. Gemessen an den Investitionen im Jahr 2019 (letztes Vor-Krisenjahr) in Höhe von 742 Mrd. Euro, sind das bis zu 3,8 %. Der Unterschied zwischen den Investitionen nimmt in den Jahren 2030 und 2035 deutlich zu, anschließend deutlich ab. Unterschiede in den Investitionen in die Energieerzeugung sind auf die höheren Investitionen in Wasserstoffkraftwerke und auf Wasserstoff umrüstbare Erdgaskraftwerke zurückzuführen. Die deutlichen Mehrinvestitionen in die Gebäudehülle ergeben sich durch höhere Sanierungsstandards im MWMS.

In der Modellierung wird davon ausgegangen, dass diese zusätzlichen Investitionen eine Steigerung des Gesamtnachfrageniveaus bewirken. Das heißt, es wird keine Verdrängung von anderen Investitionen unterstellt. Dieser Fall (Verdrängung anderer Investitionen in gleicher Höhe) wird jedoch in einer Sensitivität untersucht.

Abbildung 28: Impulse durch Investitionen auf Ebene der Technologien – Absolute Abweichung MWMS von MMS



Alle in der Legende aufgeführten Bereiche erhalten Impulse, diese sind teilweise sehr klein.

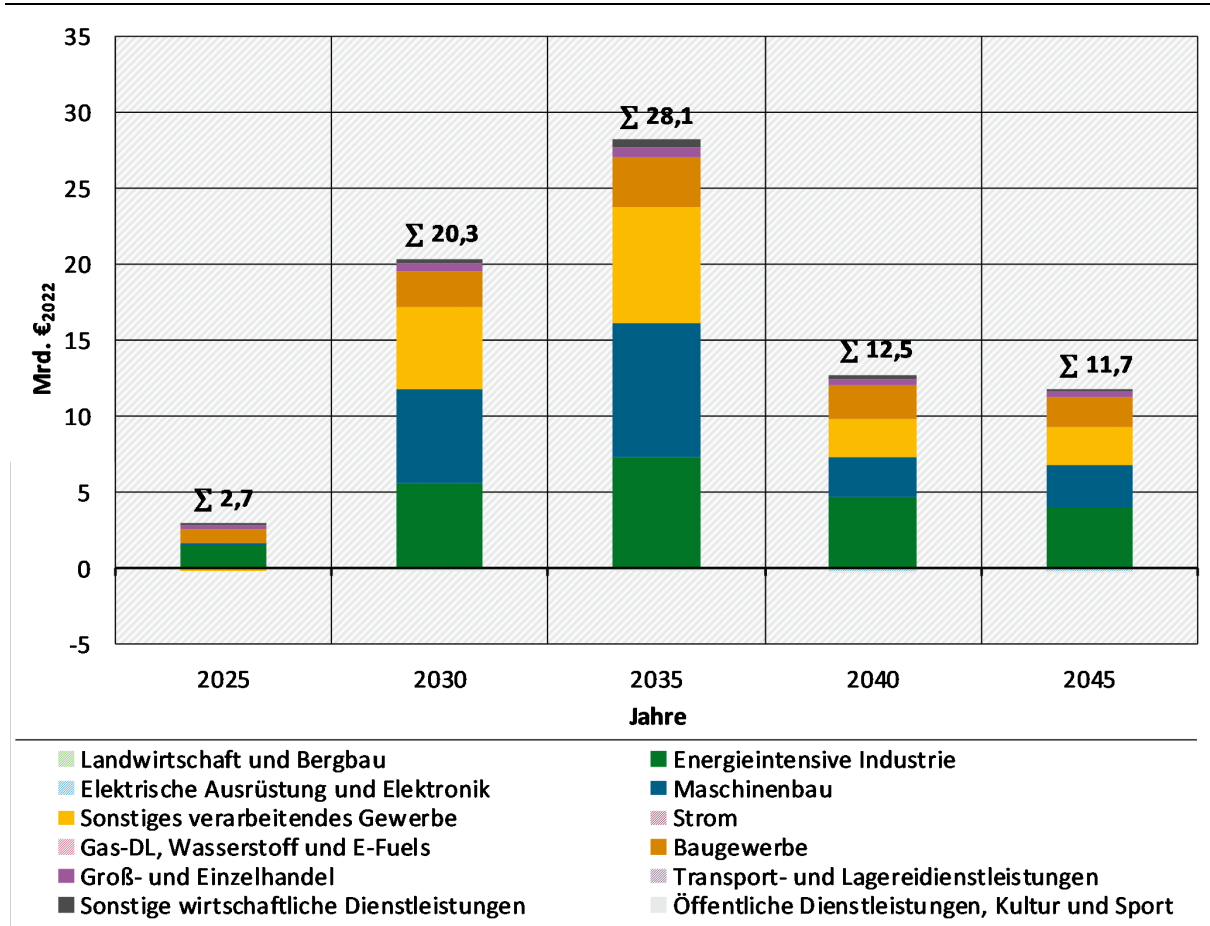
Quelle: Eigene Darstellung, Fraunhofer ISI; Modellrechnungen: Öko-Institut, Fraunhofer ISI, IREES

In Abbildung 29 ist dargestellt, in welchen Wirtschaftsbereichen die Investitionen Nachfrage erzeugen. Dargestellt ist analog zur Technologieebene die absolute Abweichung des MWMS vom MMS in Mrd. Euro. Die 72 Wirtschaftsbereiche des Modells wurden für die Darstellung von Impulsen und Ergebnissen zu 12 Wirtschaftsbereichen zusammengefasst (vgl. Tabelle 19 im Anhang). Die Abbildung stellt dar, welchen Wirtschaftsbereichen die Investitionen, die in Abbildung 28 auf Technologieebene gezeigt wurden, zugeordnet werden. Sie stellt damit die Überleitung der bottom-up Impulse in die Weiterverarbeitung im Modell dar.

Dargestellt sind in der Grafik nur die Bereiche, die direkt an der Bereitstellung von Gütern oder Dienstleistungen für die Investitionen beteiligt sind. Einen positiven Nachfrageimpuls erfahren die Bereiche energieintensive Industrie (insbesondere chemische Erzeugnisse und Glas durch die Investitionen in die Gebäudehülle), das Baugewerbe (durch Investitionen sowohl in Gebäudehülle als auch Energieerzeugung), der Maschinenbau und das verarbeitende Gewerbe (insbesondere Metallherstellung und Installationsleistungen durch Investitionen in die Energieerzeugung).

Der Investitions-Impuls wirkt sowohl auf die inländische Produktion als auch auf Importe. Dabei unterscheidet sich der auf der Input-Output-Tabelle 2019 beruhende Inlandsanteil je nach Wirtschaftsbereich. Im Baugewerbe wirkt der Nachfrageimpuls (fast) ausschließlich inländisch. Im Maschinenbau, in der energieintensiven Industrie (Glas und Chemie) und im sonstigen verarbeitenden Gewerbe (Kraftfahrzeugherstellung) liegt der Inlandsanteil hingegen bei 41 bis 82 % und auch Importe spielen eine relevante Rolle.

Abbildung 29: Impulse durch Investitionen auf Ebene der Wirtschaftsbereiche – Absolute Abweichung MWMS von MMS



Die in der Legende schraffierten Bereiche erhalten keinen Impuls, sind aber aus Gründen der Vollständigkeit und der Vergleichbarkeit mit den anderen Grafiken aufgeführt.

Quelle: Eigene Darstellung, Fraunhofer ISI; Modellrechnungen: Öko-Institut, Fraunhofer ISI, IREES

Die im MWMS im Vergleich zum MMS höheren Investitionen führen zu höheren Abschreibungen in den Wirtschaftsbereichen, welche die Investitionen tätigen. Dies bezieht sich auf Abschreibungen des neu aufgebauten Kapitalstocks und nicht auf mögliche vorgezogene Abschreibungen. Letztere werden in der Analyse nicht näher betrachtet. Ohne Preisanpassung führen höhere Abschreibungen dazu, dass andere Elemente der Wertschöpfung wie Gewinne und Löhne in den investierenden Wirtschaftsbereichen entsprechend geringer ausfallen. Gewinne und Löhne wirken sich durch die Schließung des Modells auf das gesamtwirtschaftliche Nachfrageniveau aus. Dadurch entsteht ein dämpfender Effekt.

3.2.2 Konsum

In Abbildung 30 sind die direkten Konsumveränderungen (hier als Konsumimpuls bezeichnet) auf Ebene von Gütern und Dienstleistungen dargestellt. Gezeigt ist die absolute Abweichung des MWMS vom MMS in Mrd. Euro.

- ▶ Im Bereich der Gebäudeenergie: weniger Konsum von fossilen Energieträgern, dafür mehr Strom / erneuerbare Energien
- ▶ höhere Ausgaben für unterstellte Wohnkosten

Insgesamt wird der Konsumimpuls (Abweichung des MWMS vom MMS) stark vom Gebäudebereich dominiert. Die größte Unsicherheit besteht bei den unterstellten Wohnkosten, die eine Umlage der Investitionen, insbesondere in die energetische Sanierung der Gebäudehülle, darstellen. Nach Abzug von Förderung wurden die energetischen Mehrkosten der Gebäudesanierung in der Modellierung mit 6 % auf die unterstellten Wohnkosten umgelegt. Dabei wurde ein geringerer Umlagewert im Vergleich zur möglichen Mietumlage von bis zu 8 % gewählt, da ein volles Ausschöpfen der möglichen Umlage als wenig realistisch eingestuft wurde. Es fehlen empirische Daten dazu, ob dieser Wert tatsächlich auf dem Wohnungsmarkt durchgesetzt werden kann. Die unterstellten Wohnkosten oder unterstellten Mieten enthalten in der Logik der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung (VGR) auch unterstellte Mieten bei Wohnungseigentümern*Wohnungseigentümerinnen. Dies ist eine andere Perspektive als die Haushaltsperspektive und ist für die Abbildung der Einkommenskreisläufe in der gesamtwirtschaftlichen Modellierung zentral.

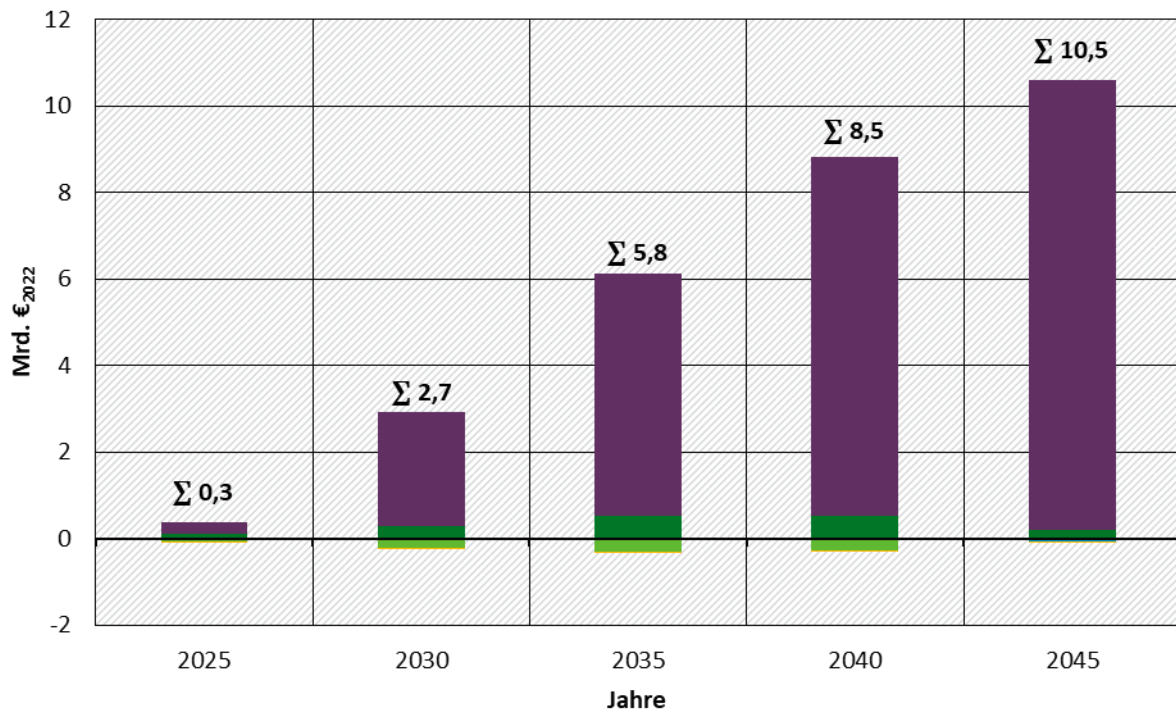
Insgesamt liegen die energiebezogenen Konsumausgaben im MWMS zunächst recht nah am MMS (0,3 Mrd. Euro in 2025), nach 2025 liegen sie jedoch höher und die Differenz steigt auf bis zu 10,5 Mrd. Euro in 2045 an. Dies liegt insbesondere daran, dass Mehrinvestitionen in Gebäude auf die unterstellten Wohnkosten umgelegt werden. Die dargestellten Werte enthalten dabei keine Steuern oder andere energiebezogene Abgaben. Diese werden separat erfasst.

Der Konsumimpuls wirkt sich im Modell strukturell aus. Das Konsumniveau wird im Modell endogen über das verfügbare Einkommen bestimmt. Die Sparrate bleibt unverändert. Höhere energiebezogene Ausgaben müssen also über weniger Konsum in anderen Bereichen kompensiert werden.

In Abbildung 31 ist dargestellt, in welchen Wirtschaftsbereichen der energiebezogene Konsum Nachfrage erzeugt. Dargestellt ist auch hier die absolute Abweichung des MWMS vom MMS in Mrd. Euro. Die unterstellten Wohnkosten führen zu einem positiven Nachfrageimpuls im Grundstücks- und Wohnungswesen (fällt in den Bereich sonstige wirtschaftliche Dienstleistungen), auch Strom erfährt einen positiven Nachfrageimpuls. Einen negativen Nachfrageimpuls erfährt der Bereich Landwirtschaft und Bergbau (in erster Linie geringere Nachfrage nach Öl und Gas).

Der Konsumimpuls wirkt sowohl auf die inländische Produktion als auch auf Importe. Während die Nachfrageänderungen in den Bereichen Grundstücks- und Wohnungswesen und Strom vor allem die inländische Produktion bzw. Service-Erbringung beeinflussen, betrifft der Rückgang im Bereich Landwirtschaft und Bergbau vor allem Importe.

Abbildung 30: Konsumimpuls auf Ebene von Gütern und Dienstleistungen – Absolute Abweichung MWMS von MMS

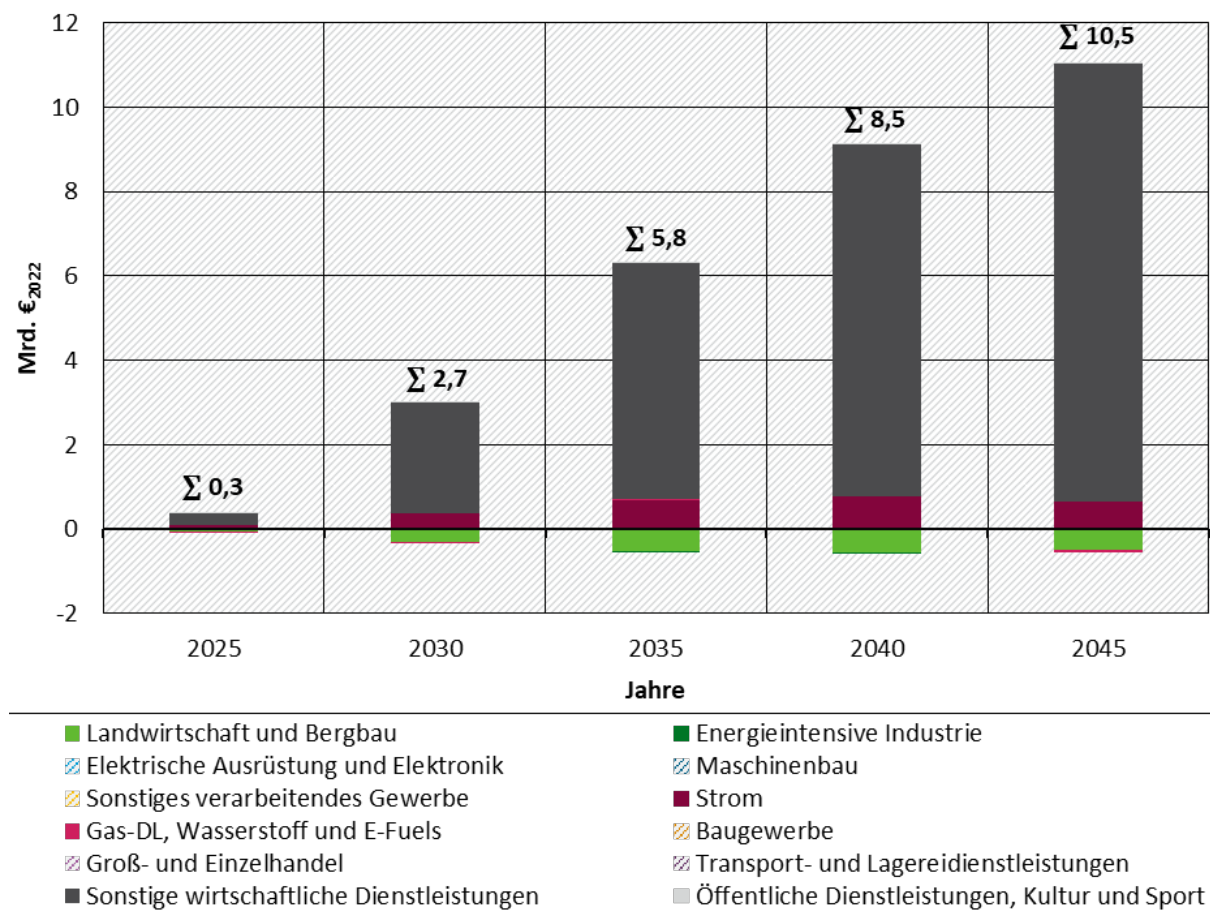


- Gebäudeenergie - fossil
- Gebäudeenergie - Strom, regenerative
- Fahrzeugkraftstoffe - fossil
- Fahrzeugkraftstoffe - Strom, regenerative
- unterstellte Wohnkosten

Alle in der Legende aufgeführten Bereiche erhalten Impulse, diese sind teilweise sehr klein.

Quelle: Eigene Darstellung, Fraunhofer ISI; Modellrechnungen: Öko-Institut, Fraunhofer ISI, IREES

Abbildung 31: Konsumimpuls auf Ebene der Wirtschaftsbereiche – Absolute Abweichung MWMS von MMS



Die in der Legende schraffierten Bereiche erhalten keinen Impuls, sind aber aus Gründen der Vollständigkeit und der Vergleichbarkeit mit den anderen Grafiken aufgeführt.

Quelle: Eigene Darstellung, Fraunhofer ISI; Modellrechnungen: Öko-Institut, Fraunhofer ISI, IREES

3.2.3 Handelsbilanz

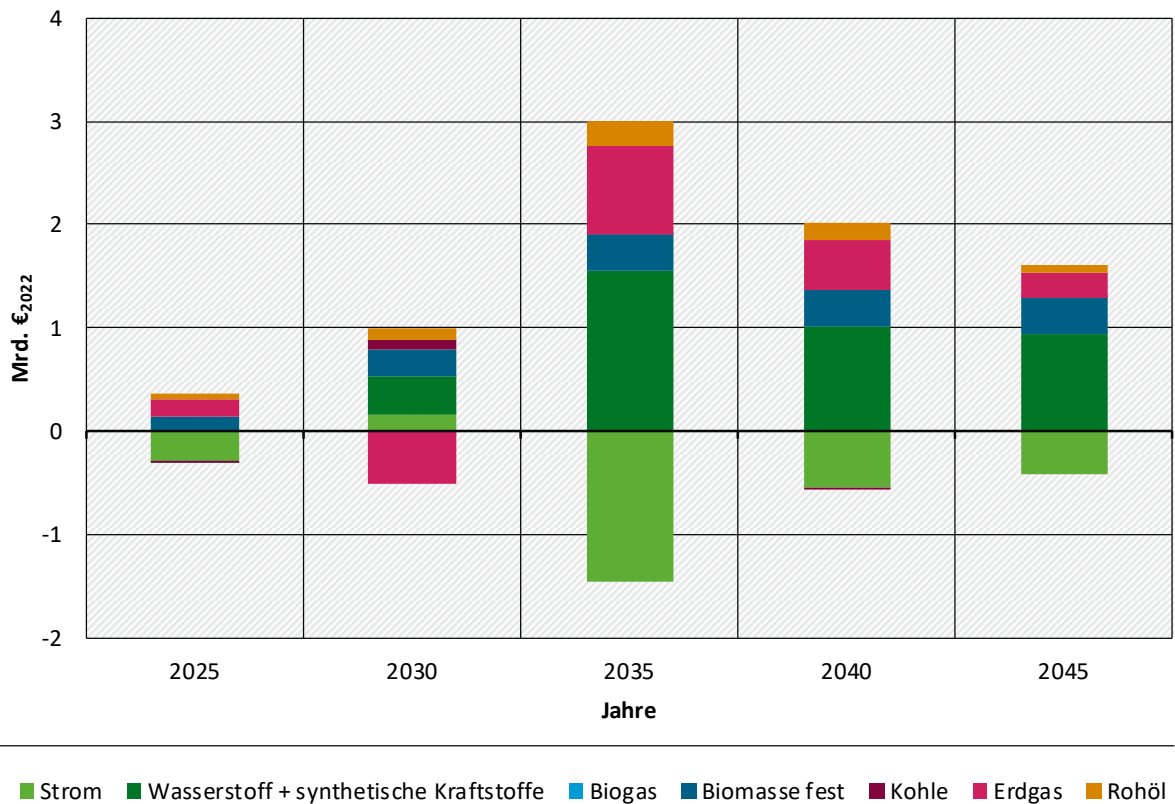
In Abbildung 32 sind die Impulse durch die Handelsbilanz als absolute Abweichung des MWMS vom MMS dargestellt. Die Handelsbilanz setzt sich zusammen aus Exporten abzüglich Importen, somit wirken höhere Importe (bzw. geringere Exporte) negativ auf die Handelsbilanz und höhere Exporte (bzw. geringere Importe) positiv auf die Handelsbilanz.

Im MWMS werden im Vergleich zum MMS weniger fossile Energieträger, weniger feste Biomasse sowie weniger Wasserstoff und synthetische Kraftstoffe (vor allem Wasserstoff) importiert. Eine Ausnahme bildet das Jahr 2030, in dem etwas mehr Erdgas importiert wird. Die geringeren Importe von Wasserstoff im MWMS sind durch eine höhere installierte Leistung in der Wasserstoffherstellung zurückzuführen. Im Szenarienvergleich wird außerdem im MWMS weniger Strom exportiert. Dieser Effekt ist insbesondere für das Jahr 2035 deutlich. Der Stromverbrauch liegt im MWMS höher als im MMS, was vor allem an einer höheren Stromnachfrage der Endverbraucher und deutlich mehr Wasserstoffherstellung liegt. Gleichzeitig gibt es im MWMS keinen entsprechenden deutlichen Mehr-Ausbau von erneuerbaren Energien im Vergleich zum MMS. Dies führt dazu, dass weniger Strom exportiert wird.

Insgesamt ergibt sich dadurch ein positiver Effekt auf die Handelsbilanz von bis zu 2 Mrd. Euro in 2035. Eine positive Handelsbilanz wirkt sich im Modell positiv auf das Bruttoinlandsprodukt

aus. Der nach 2035 zurückgehende positive Impuls auf die Handelsbilanz bedeutet entsprechend einen im Zeitverlauf geringeren positiven Effekt auf das Bruttoinlandsprodukt. Die Werte für Nettostromimporte sind auf Basis der Jahressummenwerte und Jahresmittelwerte von Strompreisen abgeschätzt. Sie können von einer stundenscharfen Betrachtung des Handels und der Preise abweichen.

Abbildung 32: Impulse durch Handelsbilanz – Absolute Abweichung MWMS von MMS



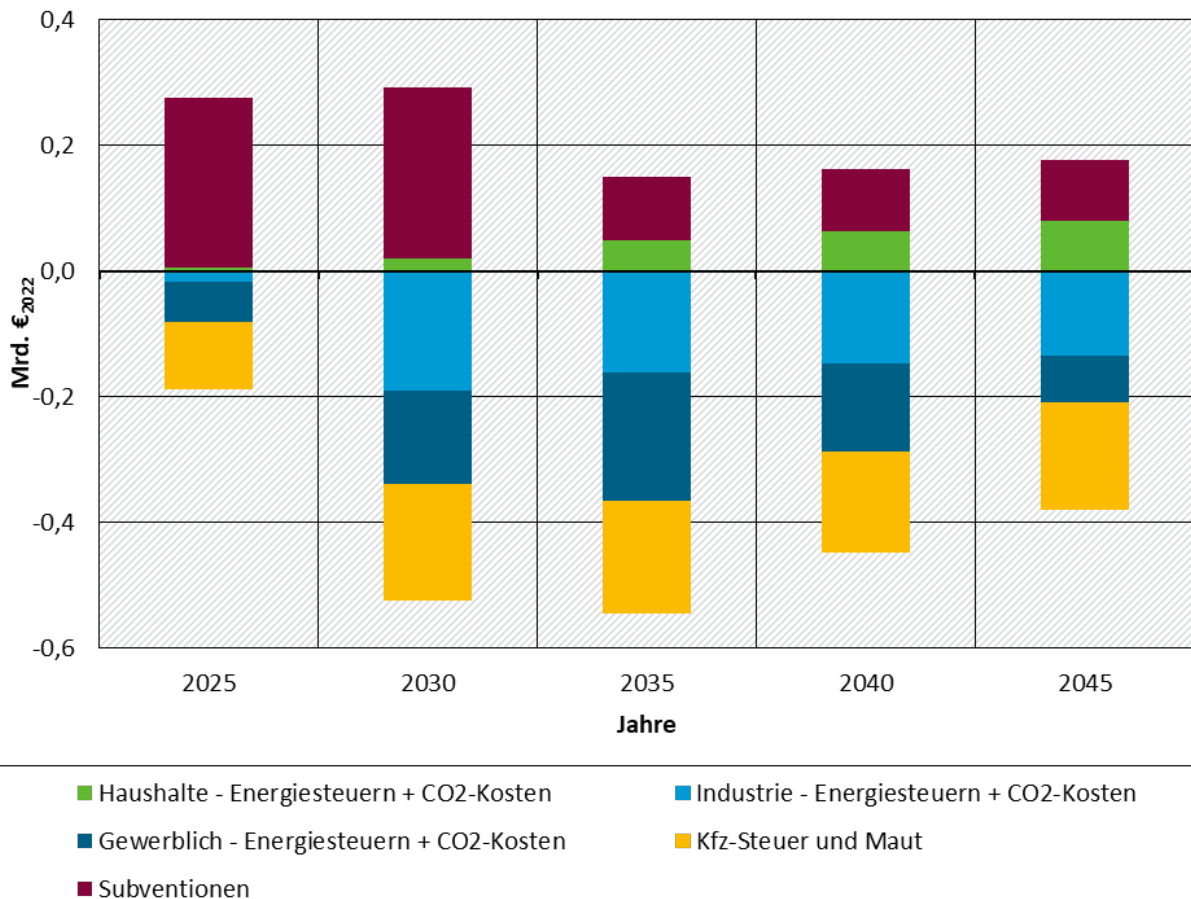
Quelle: Eigene Darstellung, Fraunhofer ISI; Modellrechnungen: Öko-Institut, Fraunhofer ISI, IREES
 Positiv: Mehr Exporte bzw. weniger Importe, Negativ: Weniger Exporte bzw. mehr Importe

3.2.4 Staatshaushalt

In Abbildung 33 sind die Impulse auf den Staatshaushalt durch Steuern und Subventionen als absolute Abweichung des MWMS vom MMS dargestellt. Zusätzliche Ausgaben (bzw. geringere Einnahmen) des Staates sind dabei negativ dargestellt, zusätzliche Einnahmen (bzw. geringere Ausgaben) positiv. Die Ausgaben umfassen OPEX-Subventionen, die an den Energieverbrauch der Industrie gekoppelt sind, Investitionsförderung für die Industrie und im Gebäudebereich, sowie die Förderung im Energiebereich durch EEG und KWKG. Steuereinnahmen beinhalten Energiesteuern und CO₂-Bepreisung.

Die Unterschiede zwischen den Szenarien MWMS und MMS in Hinblick auf Steuereinnahmen und Subventionsausgaben sind mit deutlich unter +/- 0,5 Mrd. Euro gering. Geringere Einnahmen des Staates entstehen in den Bereichen Energiesteuern und CO₂-Kosten aus der Industrie und dem Gewerbe, sowie aus geringeren Kfz-Steuern. Eine positive Wirkung auf den Staatshaushalt ergibt sich durch weniger Subventionszahlungen und höhere Einnahmen aus Energiesteuern und CO₂-Kosten von Haushalten. Der positive Saldo bei den Subventionen ist auf geringere Ausgaben für OPEX-Subventionen im MWMS im Vergleich zum MMS zurückzuführen.

Abbildung 33: Impulse auf den Staatshaushalt durch Steuern und Subventionen – Absolute Abweichung MWMS von MMS



Quelle: Eigene Darstellung, Fraunhofer ISI; Modellrechnungen: Öko-Institut, Fraunhofer ISI, IREES

Durch die Szenarien ist nicht definiert, wie mit den Impulsen auf den Staatshaushalt umzugehen ist, d. h. inwiefern ein negativer Saldo finanziert bzw. ein positiver Saldo verausgabt wird. Auch mit Blick auf ein generelles Vorgehen kann weder davon ausgegangen werden, dass es hierzu eine klare politische Linie gibt, die bis zum Jahr 2045 gelten wird, noch liefert die Theorie eindeutige Antworten. Daher werden Annahmen getroffen. In der Hauptanalyse des MWMS wird angenommen, dass ein positiver Saldo zusätzliche Staatsausgaben ermöglicht und ein negativer Saldo geringere Staatsausgaben erforderlich macht. Die Hauptanalyse trägt beim Vergleich von Sensitivitäten in der Ergebnisdarstellung (Abschnitte 3.3 und 3.4) die Bezeichnung "gov_con" (government consumption).

Folgende Sensitivitäten ergänzen die Hauptanalyse:

- ▶ "con": Umlage über den Konsum (z. B. Finanzierung des negativen Saldos über Steuererhöhung für private Haushalte)
- ▶ "inv": Umlage über die Investitionen (z. B. direkter Effekt auf die Investitionen durch die Finanzierung des negativen Saldos mittels Steuererhöhung für Unternehmen)
- ▶ "inv_crowdout": Die Umlage über die Investitionen wird ergänzt um den Aspekt, dass die zusätzlichen Investitionen im MWMS andere Investitionen in gleicher Größenordnung verdrängen.

- ▶ "non": "keine Gegenfinanzierung" (z. B. Schuldenfinanzierung ohne negative Auswirkung auf gesamtwirtschaftliches Nachfrageniveau)

Durch die geringen Unterschiede im Staatshaushalt zwischen den Szenarien ist für die Sensitivitäten "con", "inv", "non" mit kaum Abweichung zur Hauptanalyse zu rechnen. Daher werden die Sensitivitäten nur für die aggregierten Ergebnisdarstellungen separat ausgewiesen.

3.2.5 Vorleistungen

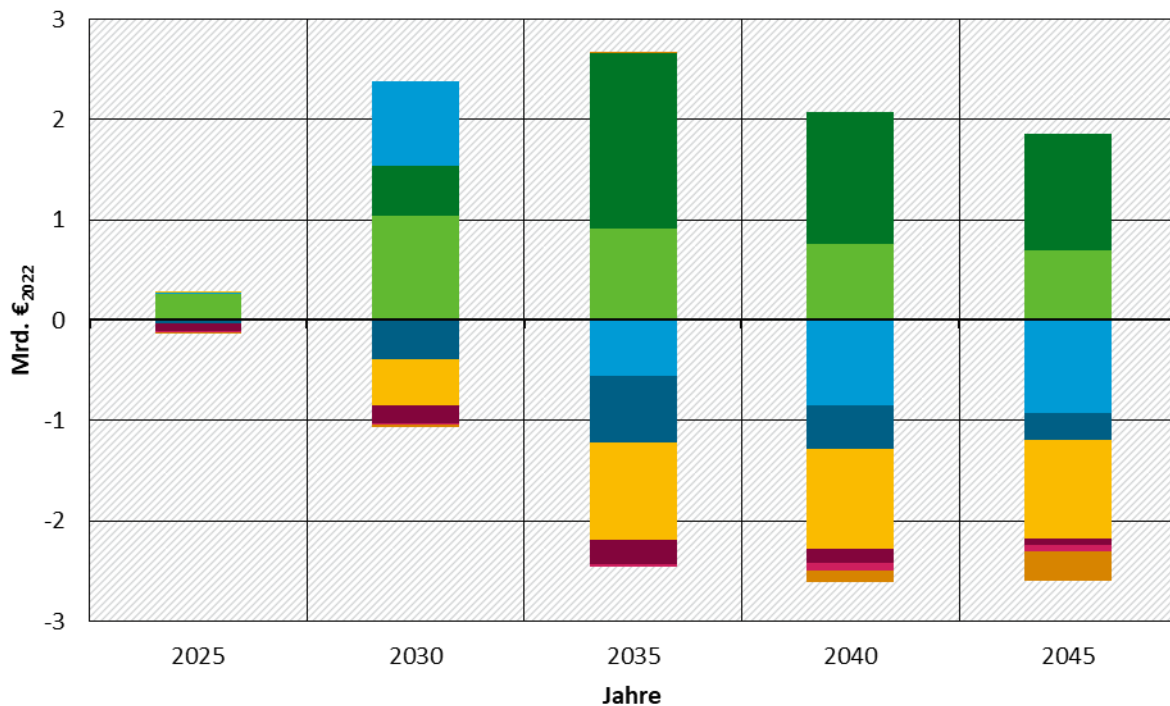
In Abbildung 34 sind die Impulse durch Vorleistungen als absolute Abweichung des MWMS vom MMS in Mrd. Euro dargestellt. Die Impulse aus den Szenarien auf die Vorleistungen umfassen die Energieausgaben im Bereich der gewerblichen Gebäude und des gewerblichen Verkehrs sowie die Energie- und Betriebskosten von Energieerzeugung und Industrie.

Der Saldo der Ausgaben der Sektoren für Vorleistungen ist im Zeitverlauf zunächst positiv, später negativ und bewegt sich dabei mit maximal etwa 1,3 Mrd. Euro (2030) und minimal etwa -0,8 Mrd. Euro (2045) im niedrigen absoluten Bereich. Aus Perspektive der Sektoren, die die Vorleistungen beziehen, ergibt sich folgendes Bild. Die Energieerzeugung hat im MWMS höhere Betriebskosten als im MMS, welche die niedrigeren Brennstoffkosten ab dem Jahr 2035 überkompensieren. Die Brennstoffkosten für die Energieerzeugung liegen insbesondere in den Jahren 2040 und 2045 im MWMS deutlich unter den Brennstoffkosten im MMS, was auf den steigenden Anteil Erneuerbarer zurückgeführt werden kann. In der Industrie ergeben sich im MWMS höhere Betriebs- und Brennstoffkosten als im MMS, vorrangig höhere Ausgaben für Strom. Die geringeren Ausgaben für regenerative Gebäudeenergie sind auf geringere Ausgaben für den Bezug von Fernwärme im MWMS zurückzuführen, die wiederum durch effizientere gewerbliche Gebäude bedingt sind.

Bleibt das Produktionsniveau eines Vorleistungen beziehenden Wirtschaftsbereichs durch die Szenarien unverändert, können höhere bezogene Vorleistungen (z. B. in der Industrie) im Modell einen Rückgang der Wertschöpfung bewirken. Es ist dabei zu beachten, dass die Darstellung der bezogenen Vorleistungen keine Energiesteuern etc. enthält, die ebenfalls auf die entsprechenden Wirtschaftsbereiche wirken.

Der Impuls auf die Vorleistungen bewirkt einen Nachfrageimpuls bei den Vorleistungen liefernden Wirtschaftsbereichen im In- und Ausland. Der Rückgang der Nachfrage nach fossilen Energieträgern bei Gebäude, Verkehr und Industrie reduziert Importe. Die zusätzliche Stromnachfrage wirkt hauptsächlich im Inland, Betriebskosten in der Energieerzeugung wirken sich ebenso wie die Nachfrage nach Wasserstoff und synthetischen Kraftstoffen sowohl auf die inländische Produktion als auch auf Importe aus.

Abbildung 34: Impulse durch Vorleistungen – Absolute Abweichung MWMS von MMS



- Industrie - Betriebs- und Brennstoffkosten
- Energieerzeugung - Betriebskosten
- Energieerzeugung - Brennstoffkosten
- Gebäudeenergie - fossil
- Gebäudeenergie - Strom, regenerative
- Fahrzeugkraftstoffe - fossil
- Fahrzeugkraftstoffe - H2/Syn
- Fahrzeugkraftstoffe - Strom, regenerative

Quelle: Eigene Darstellung, Fraunhofer ISI; Modellrechnungen: Öko-Institut, Fraunhofer ISI, IREES

3.3 Bruttoinlandsprodukt und Wertschöpfung

Textbox 10: Bruttoinlandsprodukt und Wertschöpfung: Wesentliches auf einen Blick

- ▶ **Bruttoinlandsprodukt:** Die zusätzlichen Maßnahmen im MWMS im Vergleich zum MMS führen zu positiven BIP-Effekten (bis zu 1 % im Jahr 2035). Leicht negative Effekte (unter 0,1 %) zeigen sich lediglich unter Annahme starker Verdrängung von Investitionen. Zu den positiven BIP-Effekten tragen insbesondere die zusätzlichen Investitionen und der leicht positive Effekt auf die Handelsbilanz bei.
- ▶ **Bruttowertschöpfung nach Wirtschaftsbereichen:** Die Bruttowertschöpfung ist für fast alle Bereiche positiv. Die Bruttowertschöpfung in wirtschaftlichen Dienstleistungen, energieintensiver Industrie, Maschinenbau, sonstigem verarbeitendem Gewerbe und Baugewerbe ist im MWMS höher als im MMS. Diese Bereiche erfahren zusätzliche Nachfrage, insbesondere durch Investitionen.
- ▶ Die Struktur der Abweichungen zwischen den Wirtschaftszweigen weicht nur für die Sensitivität "inv_crowdout" ab.
- ▶ Zu den Unsicherheiten bei den Impulsen und ihrer Wirkung im Modell kommen die Unsicherheiten, die sich generell auf die Verwendung eines Modells eines bestimmten Typs beziehen. Kritik an Input-Output-Modellen betrifft insbesondere die Verwendung von linear-

limitationalen Produktionsfunktionen und die Annahme der Homogenität der Güter eines Produktionsbereichs (Sievers 2020).

3.3.1 Bruttoinlandsprodukt

In Abbildung 35 ist für das MWMS und zugehörige Sensitivitäten die absolute Abweichung des Bruttoinlandsprodukts vom MMS in Mrd. Euro dargestellt. Abbildung 36 zeigt die entsprechenden Werte der relativen Abweichung in Prozent. Die durchgezogene Linie stellt dabei die Hauptanalyse "gov_con" des MWMS dar, bei der angenommen wurde, dass die Impulse auf Steuern und Subventionen auf den Staatshaushalt durch entsprechende Mehr- oder Minderausgaben des Staates ausgeglichen werden.

Zusätzlich wurden Sensitivitäten untersucht, die in erster Linie verschiedene Varianten des Umgangs mit den Impulsen durch Steuern und Subventionen auf den Staatshaushalt darstellen. Sie sind in den Abbildungen gestrichelt dargestellt.

Der zeitliche Verlauf und die Unterschiede zwischen Sensitivitäten beruhen auf dem Zusammenspiel von Impulsen. Hierbei kann zwischen Impulsen mit positiver Wirkung, negativer Wirkung und vornehmlich struktureller Wirkung unterschieden werden.

Folgende Impulse wirken im Vergleich zum MMS positiv auf das BIP:

- ▶ Zusätzliche Investitionen erhöhen die Nachfrage bei Investitionsgüterherstellern und Dienstleistern. Dieser Impuls ist zentral und treibt den Anstieg des BIP bis 2035 und den Abfall nach 2035.
- ▶ Eine Ausnahme bildet die Sensitivität "inv_crowdout": hier bewirken die Impulse aus den Szenarien durch Investitionen lediglich eine strukturelle Verschiebung, da Investitionen in gleicher Größenordnung verdrängt werden.
- ▶ Die geringeren Importe von fossilen Energieträgern und Wasserstoff bzw. synthetischen Kraftstoffen haben eine leicht positive Wirkung auf die Handelsbilanz.

Folgende Impulse wirken im Vergleich zum MMS negativ auf das BIP:

- ▶ Die zusätzlichen Abschreibungen aufgrund der höheren Investitionen führen dazu, dass (ohne Preisanpassung) Gewinne und Löhne in den investierenden Wirtschaftsbereichen geringer ausfallen. Gewinne und Löhne wirken sich durch die Schließung des Modells auf das gesamtwirtschaftliche Nachfrageniveau aus. Dadurch entsteht ein dämpfender Effekt.
- ▶ Eine Ausnahme bildet die Sensitivität "inv_crowdout": hier bewirken die Impulse durch Investitionen lediglich eine strukturelle Verschiebung, da Investitionen in gleicher Größenordnung verdrängt werden. Zusätzliche Abschreibungen und der damit verbundene dämpfende Effekt treten hier nicht auf.

Durch folgende Impulse entstehen in erster Linie strukturelle Effekte:

- ▶ Es wird im MWMS ein anderes Bündel an Gütern und Dienstleistungen nachgefragt als im MMS. Diese strukturelle Verschiebung führt tendenziell zu etwas mehr Nachfrage nach heimischer Produktion und geringerer Nachfrage nach Importen (z. B. wenn Strom fossile Brennstoffe ersetzt), weshalb über die Handelsbilanz der BIP-Effekt tendenziell positiv ist.
- ▶ Die Impulse durch Steuern und Subventionen haben eine direkte Wirkung auf das Einkommen von Haushalten und Gewerbe und auf den Staatshaushalt.

- ▶ Der direkte Effekt auf den Staatshaushalt wird in der Hauptanalyse des MWMS "gov_con" durch höheren bzw. geringeren Staatskonsum ausgeglichen. Dies betrifft zu großen Teilen im Inland erbrachte öffentliche Dienstleistungen wie öffentliche Verwaltung, Dienstleistungen des Gesundheits- und des Bildungswesens. Gleichzeitig stehen dem direkten Effekt auf den Staatshaushalt durch die zusätzlichen Maßnahmen im MWMS auch direkte Be- und Entlastungen von Haushalten und Gewerbe gegenüber. Diese wirken sich sowohl auf die Nachfrage im Inland als auch nach Importen aus. Unter Beachtung beider Seiten ist die Wirkung auf die Handelsbilanz und damit auf das BIP vor 2030 tendenziell positiv und nach 2030 tendenziell negativ. Der direkte Effekt auf den Staatshaushalt ist hier jedoch sehr klein, weshalb auch die beschriebenen Effekte im Vergleich zu den Effekten durch andere Impulse sehr gering ausfallen.
- ▶ Einen vornehmlich strukturellen Effekt haben auch die Sensitivitäten "con" und "inv" bzw. "inv_crowdout", bei denen die Wirkung auf die Steuereinnahmen über den Konsum bzw. über die Investitionen umgelegt wird. Durch den etwas geringeren Inlandsanteil von Konsum und Investitionen im Vergleich zum Staatskonsum ist die tendenziell positive (vor 2030) bzw. negative (nach 2030) Wirkung auf das BIP weniger ausgeprägt als in der Hauptanalyse "gov_con". Aufgrund des sehr kleinen direkten Effekts auf den Staatshaushalt ist die Verschiebung bei den BIP-Verläufen jedoch minimal.
- ▶ Eine Ausnahme bildet die Sensitivität "non", bei der der Impuls auf die Steuereinnahmen und Subventionen nicht zu einer Nachfrageveränderung bei Staat, Investitionen oder Konsum führt. Dadurch hat nur die höhere Belastung (vor 2030) bzw. geringere Belastung (nach 2030) von Haushalten und Unternehmen einen tendenziell leicht negativen (vor 2030) bzw. positiven (nach 2030) Effekt auf das BIP. Aufgrund des sehr kleinen Impulses auf die Steuereinnahmen und Subventionen ist der Effekt jedoch sehr gering.

Für das MWMS ergibt sich in der Hauptanalyse "gov_con" ein leicht höheres BIP im Vergleich zum MMS. Die absolute Abweichung liegt im Zeitverlauf bei bis zu 36 Mrd. Euro. Das entspricht einer relativen Abweichung von bis zu 0,9 % im Vergleich zum MMS.

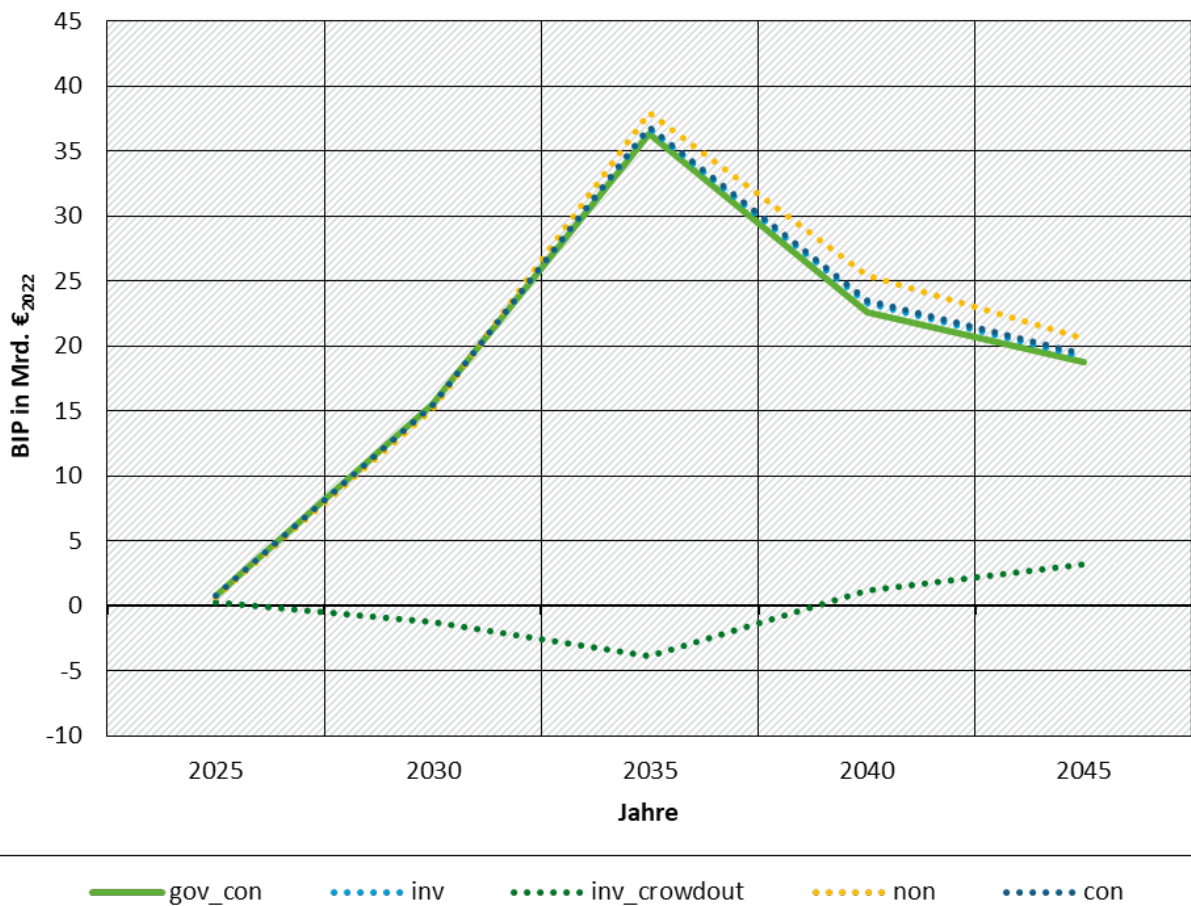
Bis 2035 steigt der positive Effekt auf das BIP zunächst an. Hier wirkt insbesondere der positive Effekt durch Investitionen und auch der Effekt durch die Handelsbilanz. Der positive Effekt der Investitionen wirkt dabei nicht nur direkt anregend auf die Herstellung von Investitionsgütern, sondern auch durch den Aufbau von Kapitalstock, der wiederum zu mehr Wertschöpfung und Beschäftigung führt. Nach 2035 sinkt der positive Effekt auf das BIP, auch hier wirken die im Vergleich zu 2035 geringeren positiven Impulse von Investitionen und Handelsbilanz. Hinzu kommt, dass mittel- und längerfristig die zusätzlichen Abschreibungen auf den wachsenden Kapitalstock dämpfend wirken. Der positive Saldo des Impulses aus dem Konsum wirkt durch das limitierte Konsumbudget im Modell strukturverschiebend, die absolut gesehen kleinen Salden bei den Vorleistungen und dem Staatshaushalt haben ebenfalls nur geringen Einfluss auf den Verlauf des BIP.

Die Sensitivitäten "con", "inv" und "non" sind im Verlauf der Hauptanalyse des MWMS (= "gov_con") fast identisch. Das rührt vom geringen Saldo des Staatshaushalts her. Da sich Ausgaben und Einnahmen fast ausgleichen, muss nur ein sehr kleines Defizit umverteilt werden, das sich nicht in abweichenden BIP-Verläufen niederschlägt. Die Sensitivität "non" zeigt den oberen Rand der Effekte. Die dämpfenden Effekte durch die Ausgleichsfinanzierung der leicht geringeren Staatseinnahmen fallen in dieser Sensitivität weg, so dass sie ab 2035 leicht positiver ausfällt als die anderen Sensitivitäten.

In der Sensitivität "inv_crowdout" fallen die positiven Effekte durch zusätzliche Investitionen, aber auch der dämpfende Effekt durch zusätzliche Abschreibungen weg. Es wirkt sich in erster Linie der Impuls durch die Handelsbilanz positiv auf das BIP aus. Da dieser sehr klein ist, ist auch der Effekt auf das BIP sehr klein. Insgesamt bewegt sich der Effekt zwischen leicht positiv und leicht negativ. Die Annahmen dieser Sensitivität sind so getroffen, dass sie den unteren Rand der Effekte zeigt.

Insgesamt bewegt sich die relative Abweichung des Bruttoinlandsprodukts vom MMS zwischen 0,1 % und +1 %. Die vier Sensitivitäten ohne vollständiges crowding-out zeigen kaum Abweichung.

Abbildung 35: Bruttoinlandsprodukt Deutschland – Absolute Abweichung MWMS von MMS



Quelle: Eigene Darstellung und Modellrechnungen, Fraunhofer ISI

Abbildung 36: Bruttoinlandsprodukt Deutschland – Prozentuale Abweichung MWMS von MMS

Quelle: Eigene Darstellung und Modellrechnungen, Fraunhofer ISI

3.3.2 Bruttowertschöpfung nach Wirtschaftsbereichen

In Abbildung 37 ist die absolute Abweichung der Bruttowertschöpfung im MWMS vom MMS nach Wirtschaftsbereichen dargestellt, die entsprechenden Werte befinden sich in Tabelle 20 im Anhang. Die 72 Wirtschaftsbereiche des Modells wurden dafür zu 12 Wirtschaftsbereichen zusammengefasst.

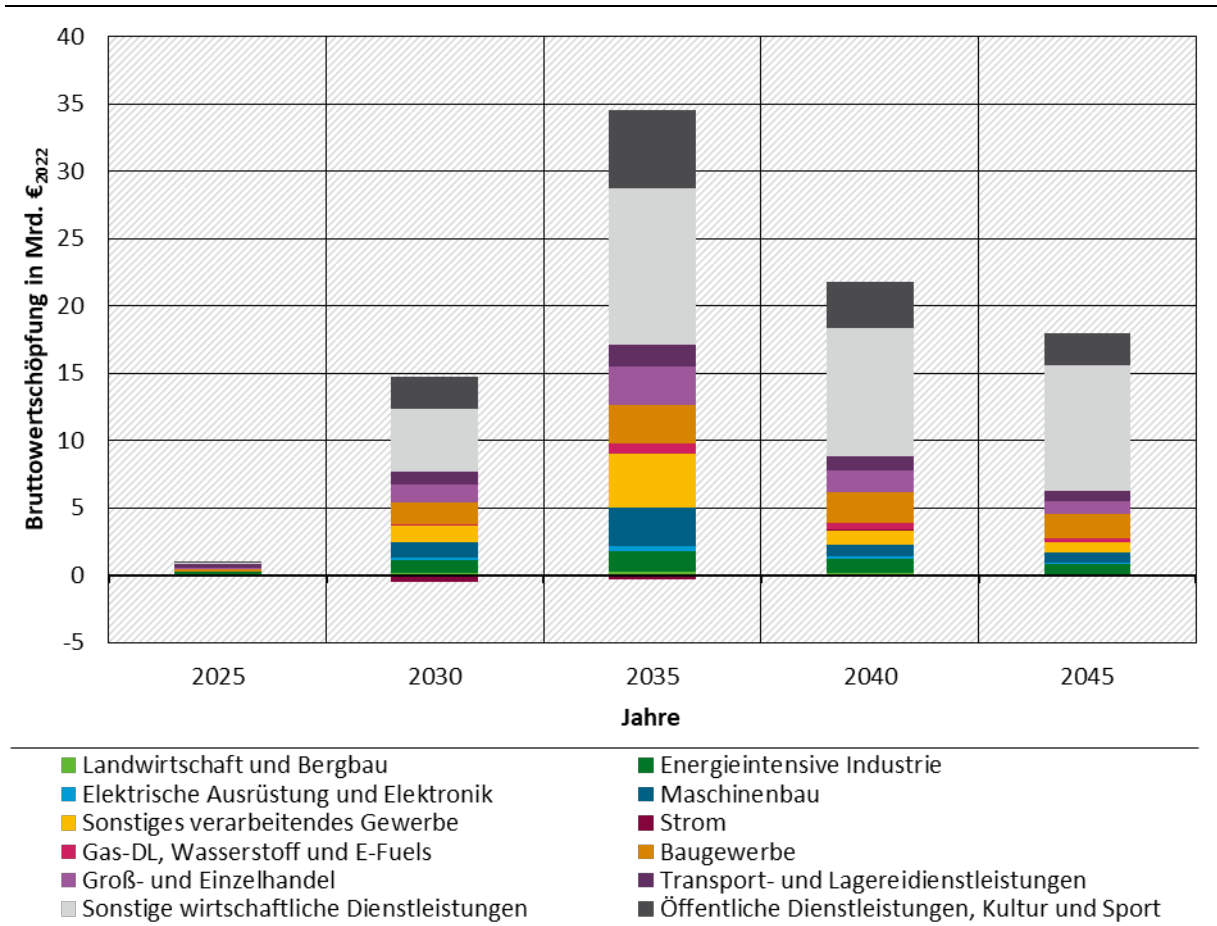
Die Bruttowertschöpfung in fast allen Bereichen ist im MWMS höher als im MMS. Die energieintensive Industrie, der Maschinenbau, das sonstige verarbeitende Gewerbe und das Baugewerbe profitieren von der zusätzlichen Investitionsnachfrage, insbesondere in die Gebäudehülle und die Energieerzeugung (vgl. Abbildung 29 in Abschnitt 3.2.1). Die zusätzliche Bruttowertschöpfung im Bereich wirtschaftliche Dienstleistungen ist vor allem auf das Grundstücks- und Wohnungswesen zurückzuführen, da die unterstellten Wohnkosten höher ausfallen als im MMS (vgl. Abbildung 31). Alle Wirtschaftsbereiche, insbesondere aber der öffentliche Sektor, die sonstigen wirtschaftlichen Dienstleistungen, der Transport und Handel, sind neben der direkten bzw. indirekten Nachfrage durch die Impulse auch von der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung beeinflusst.

Der Anstieg in der Differenz der Wertschöpfung zu Beginn und das Abfallen nach 2035 ist, wie schon in Hinblick auf das BIP beschrieben, auf den Verlauf des Investitionsimpulses zurückzuführen.

Zusätzlich zum MWMS wurden Sensitivitäten untersucht, die verschiedene Varianten des Umgangs mit den Impulsen durch Steuern und Subventionen auf den Staatshaushalt darstellen sowie die gesamtgesellschaftliche Gegenfinanzierung der Investitionen untersuchen. Die absolute Abweichung der Bruttowertschöpfung in diesen Sensitivitäten vom MMS ist in Abbildung 38 für das Jahr 2035 nach Wirtschaftsbereichen dargestellt.

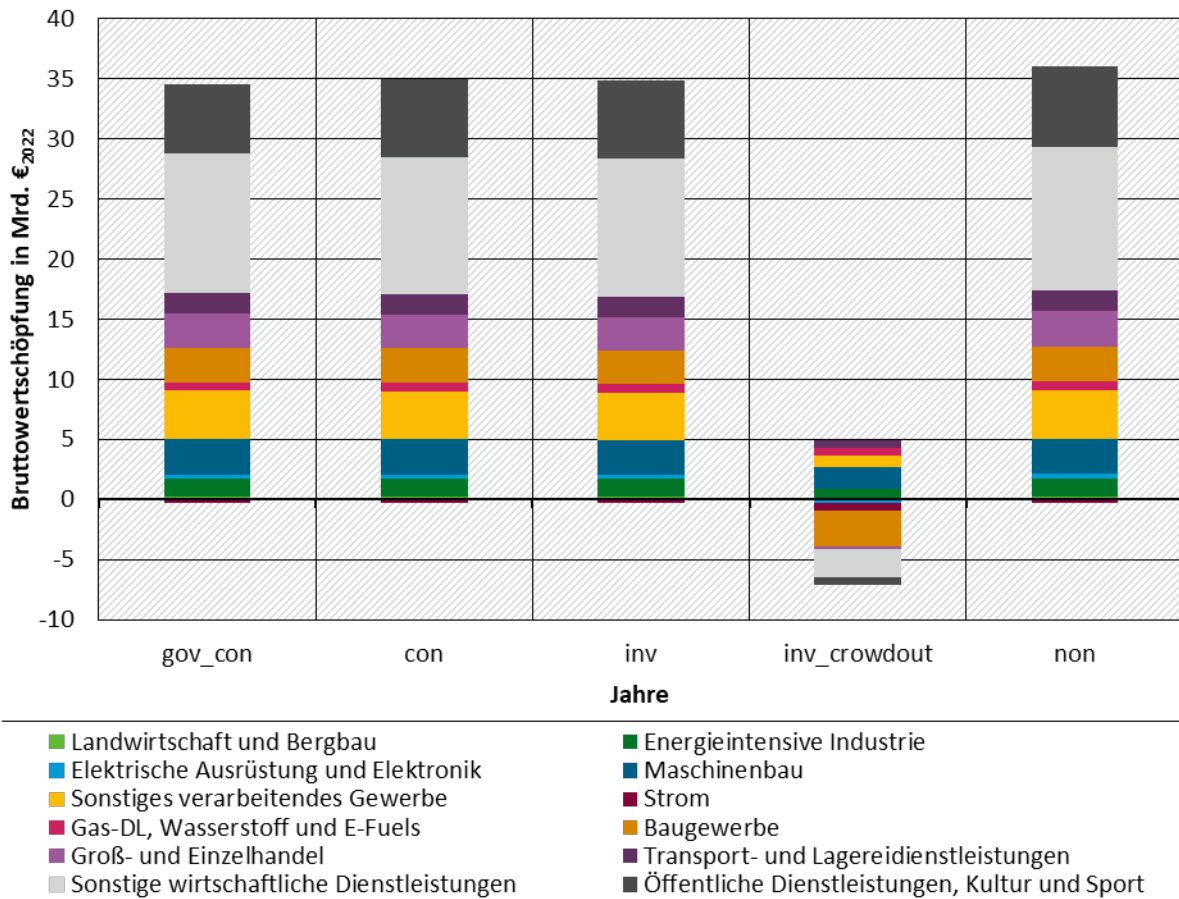
Die Struktur der Abweichungen ist in den meisten Sensitivitäten quasi identisch. Die Sensitivität zur verstärkten Verdrängung von Investitionen "inv_crowdout" weist teilweise eine andere Struktur betroffener Wirtschaftszweige auf. Insbesondere das Baugewerbe sowie die wirtschaftlichen Dienstleistungen sind negativ betroffen. Allerdings ist bei der Interpretation zu beachten, dass bei der Verdrängung der Investitionen vereinfachend die durchschnittliche Struktur verwendet wurde.

Abbildung 37: Bruttowertschöpfung nach Wirtschaftsbereichen – Absolute Abweichung MWMS von MMS für die Hauptanalyse "gov_con" (Gegenfinanzierung über Staatskonsum)



Quelle: Eigene Darstellung und Modellrechnungen, Fraunhofer ISI

Abbildung 38: Bruttowertschöpfung nach Wirtschaftsbereichen – Absolute Abweichung MWMS von MMS für unterschiedliche Sensitivitäten im Jahr 2035



Quelle: Eigene Darstellung und Modellrechnungen, Fraunhofer ISI

3.4 Arbeitskräftebedarf

Textbox 11: Arbeitskräftebedarf: Wesentliches auf einen Blick

- ▶ Arbeitskräftebedarf auf gesamtwirtschaftlicher Ebene: Insgesamt werden im MWMS im Vergleich zum MMS bis zu 350.000 Vollzeitbeschäftigte mehr benötigt. Die prozentualen Effekte liegen dabei in ähnlicher Größenordnung wie das BIP. Ein etwas geringerer Arbeitskräftebedarf im Vergleich zum MMS entsteht lediglich in der Sensitivität, bei der Verdrängung von Investitionen angenommen wurde (max. 60.000 Vollzeitäquivalente weniger).
- ▶ Arbeitskräftebedarf nach Wirtschaftsbereichen: Die Struktur der Effekte auf den Arbeitskräftebedarf nach Wirtschaftsbereichen ähnelt der der Bruttowertschöpfung. Der konkrete Umfang der Betroffenheit einzelner Wirtschaftsbereiche weicht jedoch von der Struktur ab, da sich diese hinsichtlich ihrer Arbeitsproduktivität unterscheiden.
- ▶ Unsicherheiten betreffen die Entwicklung zur Arbeitsproduktivität. Sie orientiert sich an der Entwicklung der Erwerbspersonen und am Wirtschaftswachstum aus den Rahmenparametern. Dabei entwickelt sich die Arbeitsproduktivität in allen Wirtschaftsbereichen gleich (ausgehend von den spezifischen Werten aus der Input-Output-Tabelle).

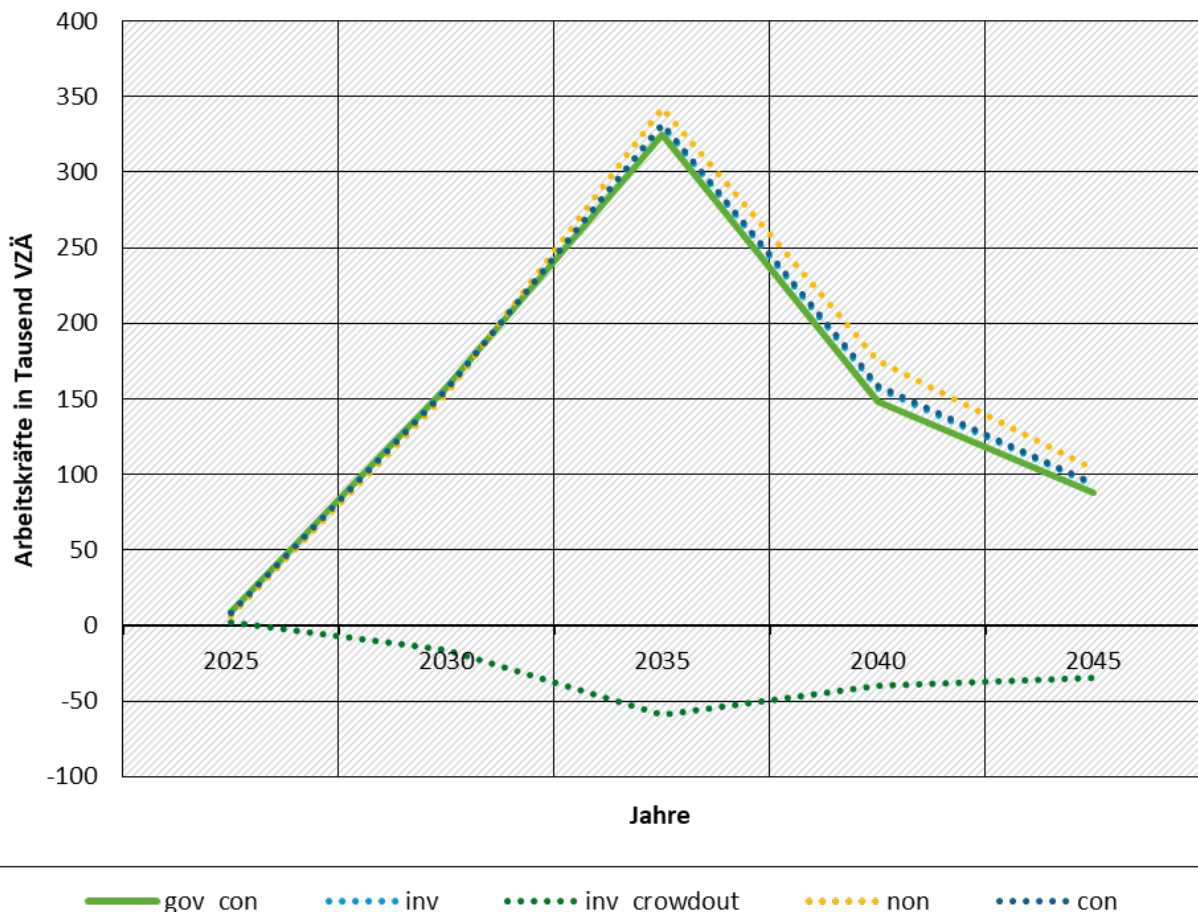
3.4.1 Arbeitskräftebedarf auf gesamtwirtschaftlicher Ebene

In Abbildung 39 ist für den Arbeitskräftebedarf die absolute Abweichung des MWMS vom MMS dargestellt. Abbildung 40 zeigt entsprechend die relative Abweichung. Die durchgezogene Linie stellt die Hauptanalyse des MWMS (= "gov_con") dar, in der die Impulse durch Steuern und Subventionen auf den Staatshaushalt durch den Staatskonsum ausgeglichen werden. Weitere Sensitivitäten sind gestrichelt dargestellt.

Der Arbeitskräftebedarf liegt im MWMS etwas höher als im MMS. In den Sensitivitäten "gov_con", "con", "inv" und "non" werden im Zeitverlauf bis zu 350.000 Vollzeitbeschäftigten mehr als im MMS benötigt. In der Sensitivität "inv_crowdout", die das untere Spektrum der untersuchten Sensitivitäten markiert, ist der Arbeitskräftebedarf teilweise etwas geringer als im MMS. Es werden bis zu 60.000 Vollzeitbeschäftigten weniger benötigt.

Die relative Abweichung zeigt einen ähnlichen Verlauf und eine ähnliche Größenordnung wie das Bruttoinlandsprodukt. In den Sensitivitäten "gov_con", "con", "inv" und "non" werden bis zu 0,9 % mehr Arbeitskräfte als im MMS benötigt. In der Sensitivität "inv_crowdout" werden teilweise weniger Arbeitskräfte als im MMS benötigt, die relative Abweichung liegt dabei unter 0,2 %.

Abbildung 39: Arbeitskräftebedarf Deutschland – Absolute Abweichung MWMS von MMS



Quelle: Eigene Darstellung und Modellrechnungen, Fraunhofer ISI

Abbildung 40: Arbeitskräftebedarf Deutschland – Prozentuale Abweichung MWMS von MMS



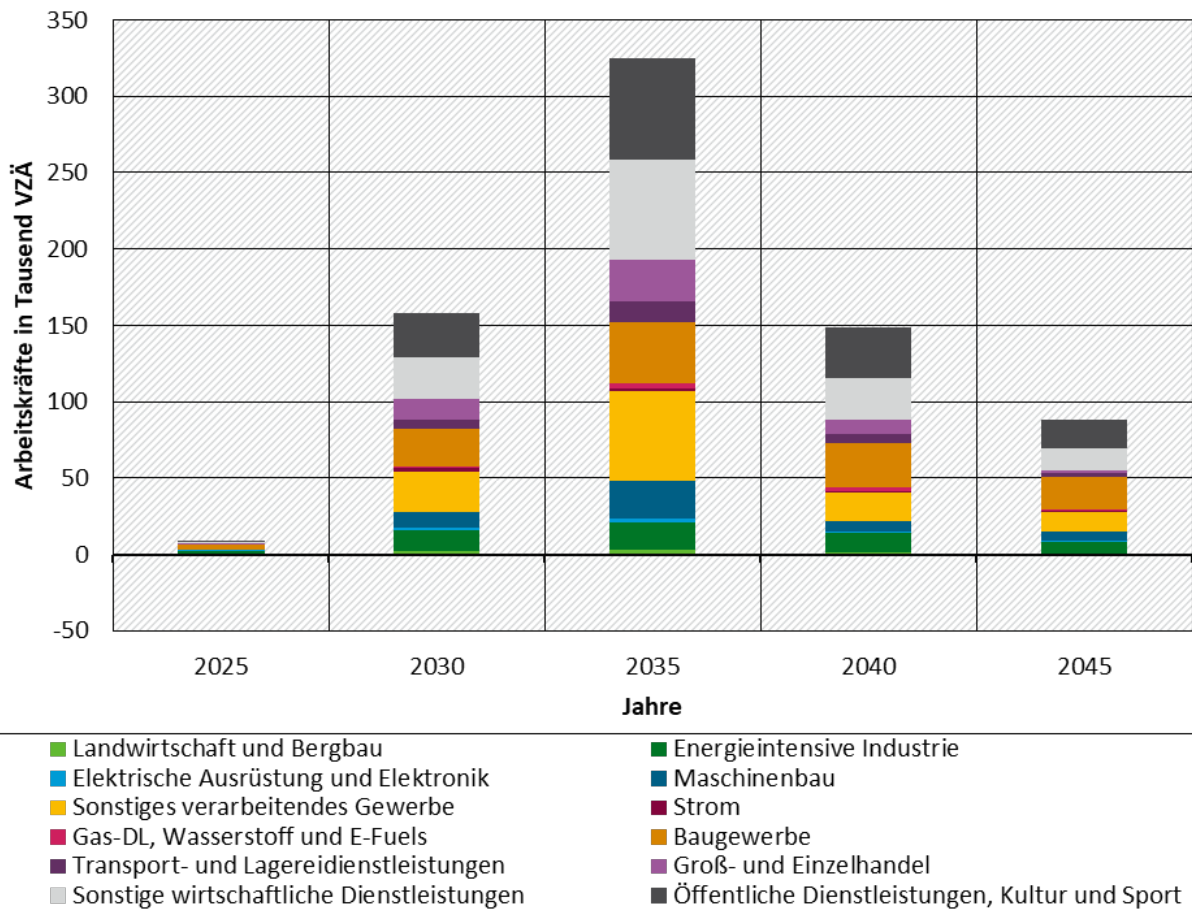
Quelle: Eigene Darstellung und Modellrechnungen, Fraunhofer ISI

3.4.2 Arbeitskräftebedarf nach Wirtschaftsbereichen

In Abbildung 41 ist die absolute Abweichung des Arbeitskräftebedarfs im MWMS vom MMS in 12 zusammengefassten Wirtschaftsbereichen dargestellt. Die entsprechenden Werte befinden sich in Tabelle 21 im Anhang. Die absolute Abweichung des Arbeitskräftebedarfs für die analysierten Sensitivitäten vom MMS ist in Abbildung 42 für das Jahr 2035 nach Wirtschaftsbereichen dargestellt.

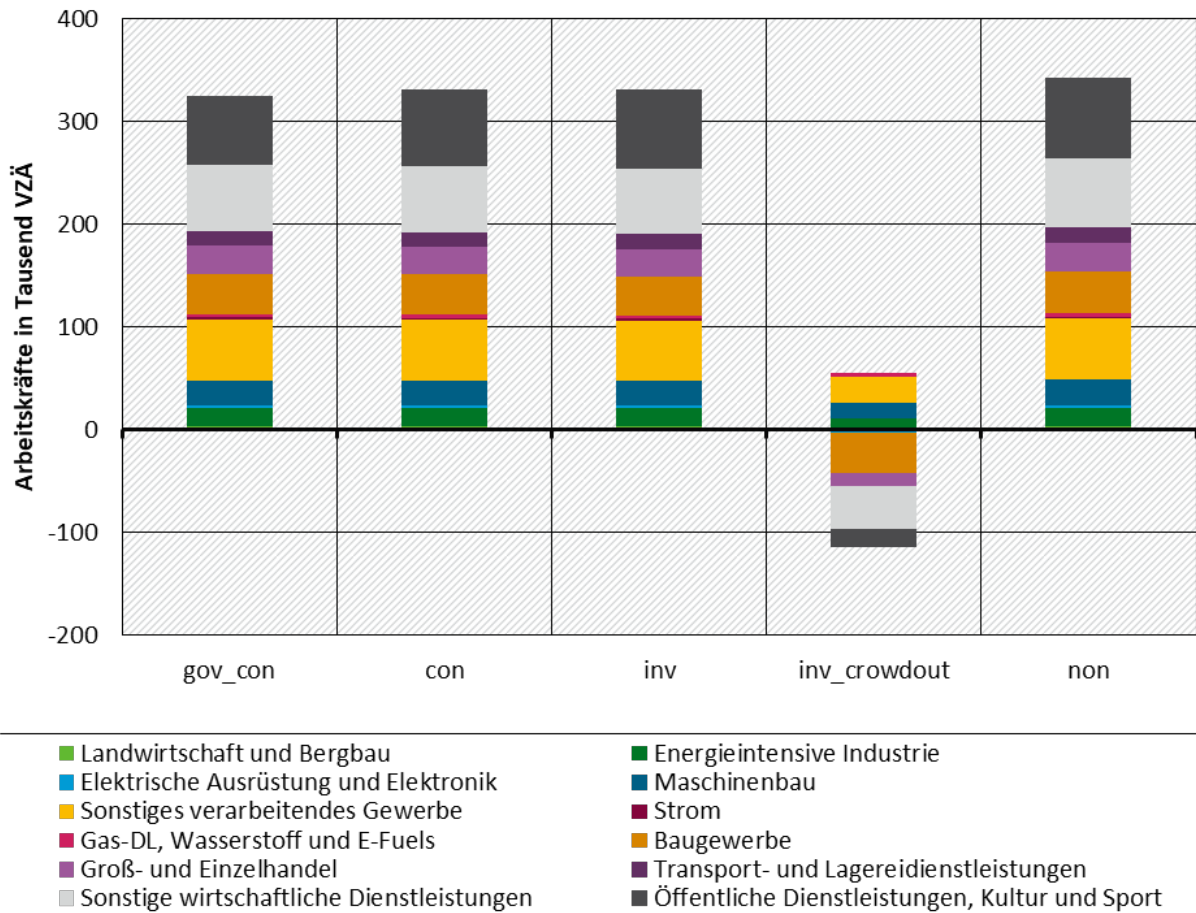
Die Struktur der Abweichung des Arbeitskräftebedarfs ähnelt der Struktur der Abweichung der Bruttowertschöpfung (vgl. Abbildung 37 und Abbildung 38). Sie weicht jedoch im Umfang der Betroffenheit von einzelnen Wirtschaftszweigen ab, da sich diese hinsichtlich ihrer Arbeitsproduktivität unterscheiden. Ein deutlicher Unterschied betrifft den Bereich Wirtschaftliche Dienstleistungen, der das Grundstücks- und Wohnungswesen enthält. Die unterstellten zusätzlichen Wohnkosten führen zu höheren Einnahmen und zu höherer Wertschöpfung, allerdings nicht zu mehr Arbeitskräftebedarf. Der Arbeitskräftebedarf zeigt, wie auch die Entwicklung des BIP bzw. der Wertschöpfung, einen deutlichen Peak im Jahr 2035. In den Bereichen sonstiges verarbeitendes Gewerbe und Baugewerbe steigt der Bedarf mit knapp 60.000 bzw. respektive 40.000 VZÄ. Die Konzentration der zusätzlichen Arbeitskräftenachfrage im MWMS rund um das Jahr 2035 stellt eine Herausforderung für den sowieso schon angespannten Arbeitsmarkt dar.

Abbildung 41: Arbeitskräftebedarf nach Wirtschaftsbereichen – Absolute Abweichung MWMS von MMS für die Hauptanalyse "gov_con" (Gegenfinanzierung über Staatskonsum)



Quelle: Eigene Darstellung und Modellrechnungen, Fraunhofer ISI

Abbildung 42: Arbeitskräftebedarf nach Wirtschaftsbereichen – Absolute Abweichung MWMS von MMS für unterschiedliche Sensitivitäten im Jahr 2035



Quelle: Eigene Darstellung und Modellrechnungen, Fraunhofer ISI

4 Arbeitsmarkteffekte in ausgewählten Bereichen

Textbox 12: Arbeitsmarkteffekte in ausgewählten Bereichen: Wesentliches auf einen Blick

Situation im MWMS:

- ▶ Anstatt eines Vergleichs mit dem MMS werden in Kapitel 4 die absoluten Zahlen im MWMS betrachtet.
- ▶ Insbesondere die Investitionen in elektrifizierte Fahrzeuge, Gebäudehülle, Wärmepumpen und Wind Onshore wirken sich auf zahlreiche Wirtschaftszweige und Tätigkeiten aus.
- ▶ Sie haben einen relativ starken Einfluss auf den Bedarf an Fachkräften und einen deutlich schwächeren Einfluss auf die Arbeitskräftebedarfe der anderen Qualifikationsniveaus.
- ▶ Sie wirken sich teilweise stark auf „unterstützende“ Tätigkeiten, z. B. Dienstleistungen, aus.
- ▶ Investitionen in elektrifizierte Fahrzeuge führen zu einem Bedarf von ca. 200.000 Erwerbstätigen im Jahr 2025, ca. 400.000 Erwerbstätigen im Jahr 2035 und ca. 300.000 Erwerbstätigen im Jahr 2045. Investitionen in Gebäudehülle generieren einen Bedarf von jeweils ca. 250.000 Erwerbstätigen in den Jahren 2025 und 2035 sowie ca. 150.000 Erwerbstätigen im Jahr 2045. Investitionen in Wärmepumpen und Wind Onshore führen zu Erwerbstätigenbedarfen, die z. T. weit unter 70.000 Erwerbstätigen pro Jahr und Technologie liegen.
- ▶ Unter den Erwerbstätigen, die für Investitionen in die hier betrachteten Technologien in Deutschland benötigt werden, sind jeweils (d. h. pro Technologie) zu ca. einem Drittel Erwerbstätige mit einem Engpassberuf. Dieses Drittel setzt sich jeweils aus zahlreichen Engpassberufen zusammen, die z. T. mit jeweils sehr geringen Anteilen ins Gewicht fallen.

4.1 Einführende Erklärung

Der folgende Text basiert auf Schumacher et al. (2024) und wurde aktualisiert.

In Kapitel 4 werden die Arbeitsmarktauswirkungen der Investitionen in ausgewählte Technologien, insbesondere elektrifizierte Fahrzeuge, Gebäudehülle, Wärmepumpen und Wind Onshore, analysiert. Die Technologieauswahl basiert auf der Höhe der zukünftigen Investitionen und anderen Kriterien (z. B. der Stärke des Investitionswachstums und der Breite der Abdeckung verschiedener Sektoren). Zur Darstellung der Effekte wird die Situation im MWMS für die Jahre 2025, 2035 und 2045 dargestellt, d. h., anstatt eines Vergleichs mit dem MMS werden hier die absoluten Zahlen im MWMS betrachtet. Insbesondere werden die für die ausgewählten Technologieinvestitionen erforderlichen inländischen Arbeitskräftezahlen aufgezeigt. Dabei wird nach Wirtschaftszweig, Tätigkeitsprofil (gemäß der „Klassifikation der Berufe 2010“)⁷, Anforderungsniveau (Helfer, Fachkräfte, Spezialisten, Experten) und der Berufsengpassituation auf dem Arbeitsmarkt unterschieden. Insgesamt liegt der Fokus dieses Kapitels nicht auf der Analyse des Gesamtarbeitsmarktes oder der Arbeitsangebotsentwicklung, sondern auf der Einschätzung des Bedarfs an Arbeitskräften in Deutschland für die hier betrachteten Investitionen. So werden u. a. Substitutionseffekte (z. B. der Rückgang der Arbeitskräftebedarfe für Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor bei der Betrachtung der Arbeitskräftebedarfe für die Investitionen in elektrifizierte Fahrzeuge) nicht berücksichtigt.

⁷ Siehe Bundesagentur für Arbeit o. J..

4.2 Vorgehensweise (Berechnung und Datenquellen)

Die Berechnungen der Arbeitsmarktauswirkungen je Technologie erfolgen auf Basis der absoluten *Nettogesamtinvestitionen*⁸ (umgerechnet in Mio. Euro₂₀₁₉) im Szenario „MWMS“, die in Kapitel 2 diskutiert werden. Diese werden für jede Technologie *nach Wirtschaftszweigen disaggregiert* („gesplittet“); die Grundlage hierfür bildet die auf Literatur und Experteneinschätzungen beruhende Datenbasis des Fraunhofer ISI und des Öko-Instituts.⁹ Die *Inlandsanteile* der Investitionen je Technologie und Wirtschaftszweig werden mit Hilfe der Daten des Statistischen Bundesamtes (Destatis 2022b) berechnet. Diese werden wiederum mit Hilfe der Matrix der „inversen Koeffizienten“ (auch von Destatis 2022b) und den projizierten inversen Arbeitsproduktivitäten¹⁰ in *Arbeitskräftebedarf je Technologie, Wirtschaftszweig und Jahr* umgerechnet. Aufgrund der Verwendung der Matrix der „inversen Koeffizienten“ repräsentieren die so errechneten Arbeitskräftebedarfe die direkten und indirekten Effekte der Investitionen (d. h. sie umfassen auch Vorleistungen der Wirtschaftszweige).

Die so errechneten Arbeitskräftezahlen werden mit Hilfe der Daten der Bundesagentur für Arbeit (Bundesagentur für Arbeit 2022) auf *Tätigkeitsprofile und Anforderungsniveaus* heruntergebrochen.¹¹ Dabei wird die Tätigkeits- und Anforderungsniveaustruktur des (Vorkrisen-)Jahres 2019 (je Wirtschaftszweig) für die Jahre 2025, 2035 und 2045 übernommen, sodass die Tätigkeits- und Anforderungsniveaubedarfe lediglich „hochskaliert“ werden (d. h. sie werden nicht prognostiziert; siehe Abschnitt 4.3.5 für eine Diskussion dieser und weiterer Annahmen).

In der *Engpassanalyse* der Bundesagentur für Arbeit (Bundesagentur für Arbeit 2023) werden Berufe (d. h. Tätigkeits-Anforderungsniveau-Kombinationen), für die derzeit ein Engpass besteht, ausgewiesen. Diese Engpassindikation wird mit den im vorigen Schritt errechneten, für die Technologieinvestitionen erforderlichen Tätigkeits-Anforderungsniveau-Kombinationen verknüpft, sodass indiziert wird, wo die derzeitigen Engpässe auf dem Arbeitsmarkt durch die ausgewählten Investitionen (im MWMS) potenziell verstärkt werden. Es wird also analysiert, ob für die aus den Investitionen entstehenden Bedarfe an Berufstätigkeiten und Anforderungen bereits jetzt auf dem Arbeitsmarkt Engpässe bestehen.

Insgesamt werden die Investitionszeitreihen für die ausgewählten Technologien mithilfe der derzeitigen Wirtschafts- und Arbeitsmarktstruktur und der in diesem Abschnitt genannten Annahmen hinsichtlich des zukünftigen Arbeitsproduktivitätswachstums in die Zukunft projiziert. Die so errechneten Zahlen repräsentieren die Effekte der Investitionen auf den Arbeitsmarkt, insbesondere den Arbeitskräftebedarf für die hier betrachteten Investitionen, jedoch nicht den zukünftigen „allgemeinen Strukturwandel“ auf dem Arbeitsmarkt, der z. T. unabhängig von diesen Investitionen erfolgt und durch eine Vielzahl von Faktoren (darunter Endnachfragedynamik, sektorale Technologiedisparitäten und politische und gesellschaftliche

⁸ Dies sind reale Investitionen (fixes Preisniveau) ohne Mehrwertsteuer. Der Begriff „Gesamtinvestition“ wird hier zur Unterscheidung von dem Begriff „Mehrinvestition“ genutzt (siehe Kapitel 2 für Erläuterungen).

⁹ Die Investition in eine Technologie wird zunächst auf einzelne Bestandteile verteilt (Planung, Herstellung unterschiedlicher Technologiekomponenten, Installation etc.). In einem zweiten Schritt werden diese Bestandteile dann einzelnen oder mehreren Wirtschaftsbereichen zugeordnet. Für eine detaillierte Beschreibung des Vorgehens siehe z. B. Sievers (2020).

¹⁰ Die Arbeitsproduktivitäten wurden auf Basis von European Commission (EC) Directorate-General for Economic and Financial Affairs 2021 projiziert. Es wurde homogenes Wachstum der Produktivitäten über Wirtschaftszweige hinweg angenommen („gleichgewichtiges Wachstum“).

¹¹ Die Klassifikation der Berufe unterscheidet vier Anforderungsniveaus (siehe Bundesagentur für Arbeit o. J.): Helfer (einfache, wenig komplexe Tätigkeiten, für die keine oder eine einjährige Berufsausbildung vorausgesetzt wird), Fachkraft (stärker fachlich ausgerichtete Tätigkeiten, die eine zwei- bis dreijährige Berufsausbildung oder entsprechende Berufserfahrung erfordern), Spezialist (komplexere und mit Spezialkenntnissen verbundene Tätigkeiten, für die eine Meister-, Techniker Ausbildung oder ein Fach- / Hochschulabschluss erforderlich ist), Experte (Tätigkeiten, die einen sehr hohen Komplexitätsgrad aufweisen und für die eine vierjährige Hochschulausbildung oder eine entsprechende Berufserfahrung vorausgesetzt wird).

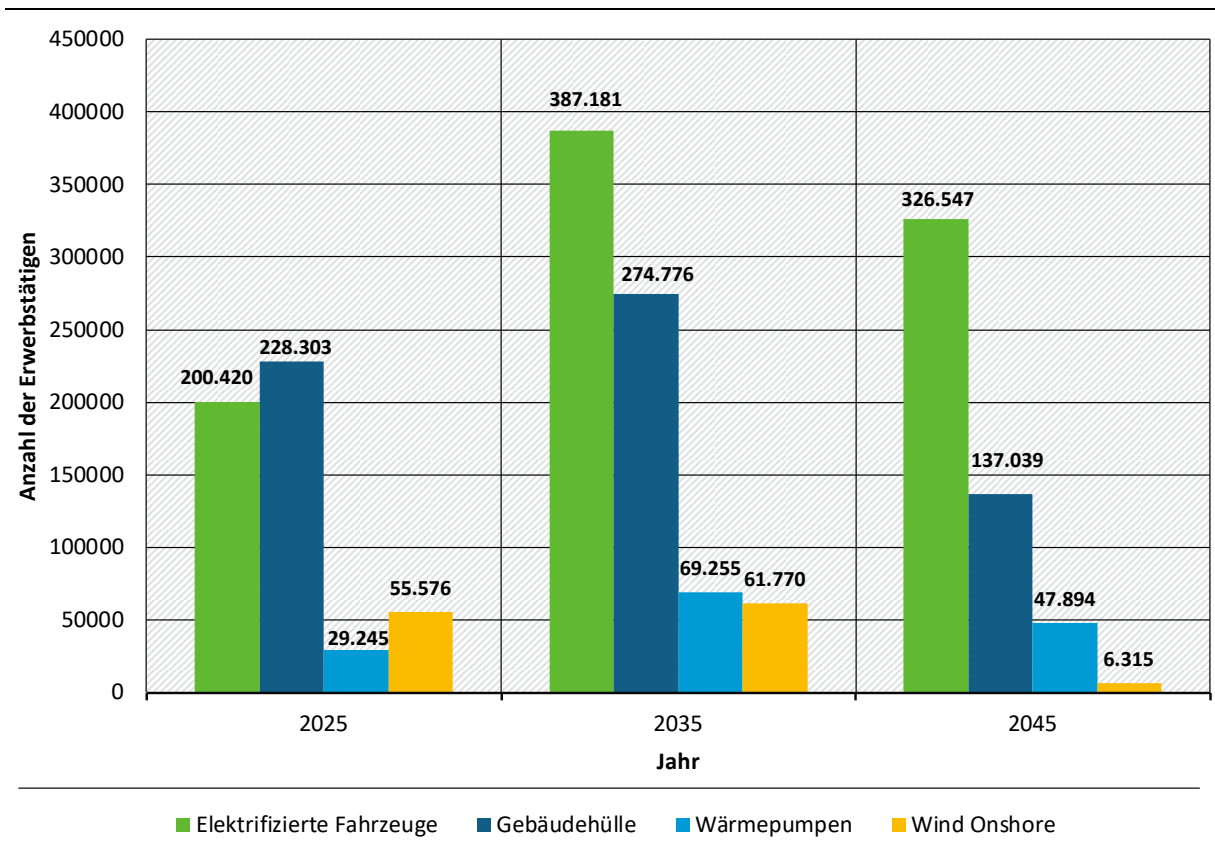
Entwicklungen) bestimmt wird (siehe z. B. Zika et al. 2022 und Zika et al. 2023 für einen Überblick der zukünftigen Determinanten der Arbeitsmarktstruktur).

Im Folgenden werden nach einem kurzen Technologievergleich die Ergebnisse dieser Projektionen je Technologie dargestellt.

4.3 Ergebnisse

In **Abbildung 43** sind die (inländischen) Arbeitskräftebedarfe, die sich aus den Investitionen in die vier Technologien im MWMS ergeben, dargestellt. Die Dynamik der Erwerbstätigenzahlen, darunter der starke Anstieg des Arbeitskräftebedarfs, der durch Investitionen in elektrifizierte Fahrzeuge entsteht, wird hauptsächlich durch die Investitionsdynamik bestimmt. Die im Vergleich der vier Technologien größten Effekte auf die Erwerbstätigenbedarfe ergeben sich durch Investitionen in elektrifizierte Fahrzeuge und Gebäudehülle (Höchstwerte von ca. 400.000 bzw. 275.000 Erwerbstätigen im Jahr 2035). Im Vergleich dazu sind die durch Investitionen in Wärmepumpen und Wind Onshore im Jahr 2035 entstehenden Höchstwerte an Arbeitskräftebedarfen mit ca. 70.000 bzw. 60.000 Erwerbstätigen relativ klein.

Abbildung 43: Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in elektrifizierte Fahrzeuge, Gebäudehülle, Wärmepumpen und Wind Onshore im MWMS – Erwerbstätige je Jahr



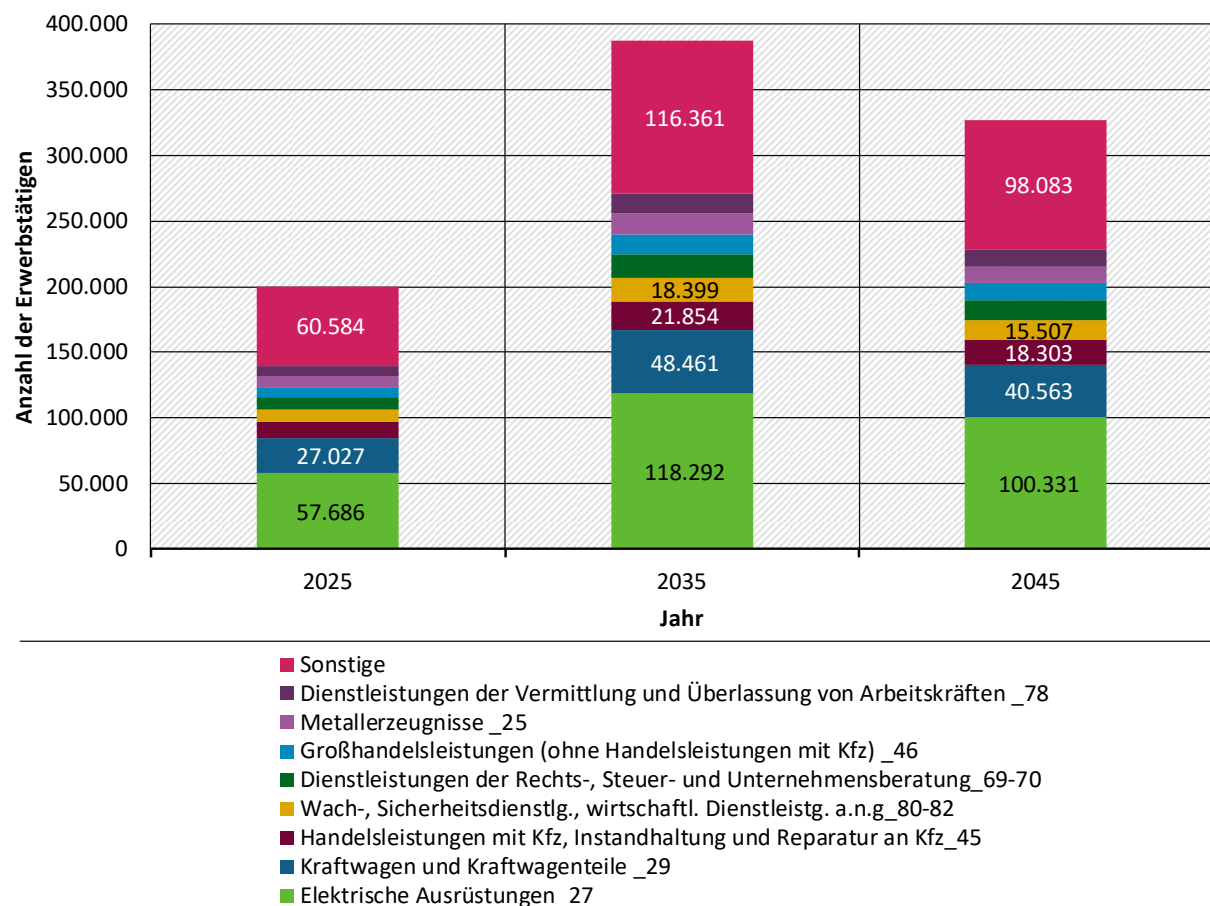
Quelle: Eigene Darstellung und Berechnungen, Fraunhofer ISI

4.3.1 Elektrifizierte Fahrzeuge

In den folgenden Abbildungen sind die detaillierten Zahlen zu den Arbeitskräftebedarfen, die durch Investitionen in elektrifizierte Fahrzeuge in Deutschland entstehen, dargestellt. **Abbildung 44** untergliedert die Arbeitskräftebedarfe nach Jahr und Wirtschaftszweig. Die in Deutschland

am stärksten durch Investitionen in elektrifizierte Fahrzeuge (hinsichtlich Arbeitskräftebedarf) betroffenen Wirtschaftszweige sind elektrische Ausrüstungen (mit Jahresbedarfen zwischen ca. 60.000 und 120.000 Erwerbstätigen in den Jahren 2025, 2035 und 2045) sowie Kraftwagen und -teile (mit Jahresbedarfen um 40.000 Erwerbstätige in den Jahren 2025, 2035 und 2045). Batterien und Elektromotoren sind dabei den elektrischen Ausrüstungen zugeschrieben, während Teile, die auch in Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor zu finden sind, dem Bereich Kraftwagen und -teile zugeordnet sind. Neben den Zweigen „elektrische Ausrüstungen“ und „Kraftwagen und -teile“ sind in Deutschland weitere Wirtschaftszweige in etwas signifikanterem Ausmaß durch Investitionen in elektrifizierte Fahrzeuge betroffen, v. a. verschiedene Dienstleistungen (z. B. Handelsdienstleistungen), die als „unterstützende“ Zweige betrachtet werden könnten. Des Weiteren ist eine hohe Anzahl weiterer Wirtschaftszweige mit jeweils sehr kleinen Arbeitskräftebedarfen betroffen, was der Natur des Wirtschaftssystems (insbesondere der starken Verflechtung der Wirtschaftszweige untereinander) geschuldet ist und sich in **Abbildung 44** so wie in den meisten Abbildungen des Kapitels 4 in einem relativ großen Posten „Sonstige“ widerspiegelt.

Abbildung 44: Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in elektrifizierte Fahrzeuge im MWMS – Erwerbstätige je Wirtschaftszweig und Jahr



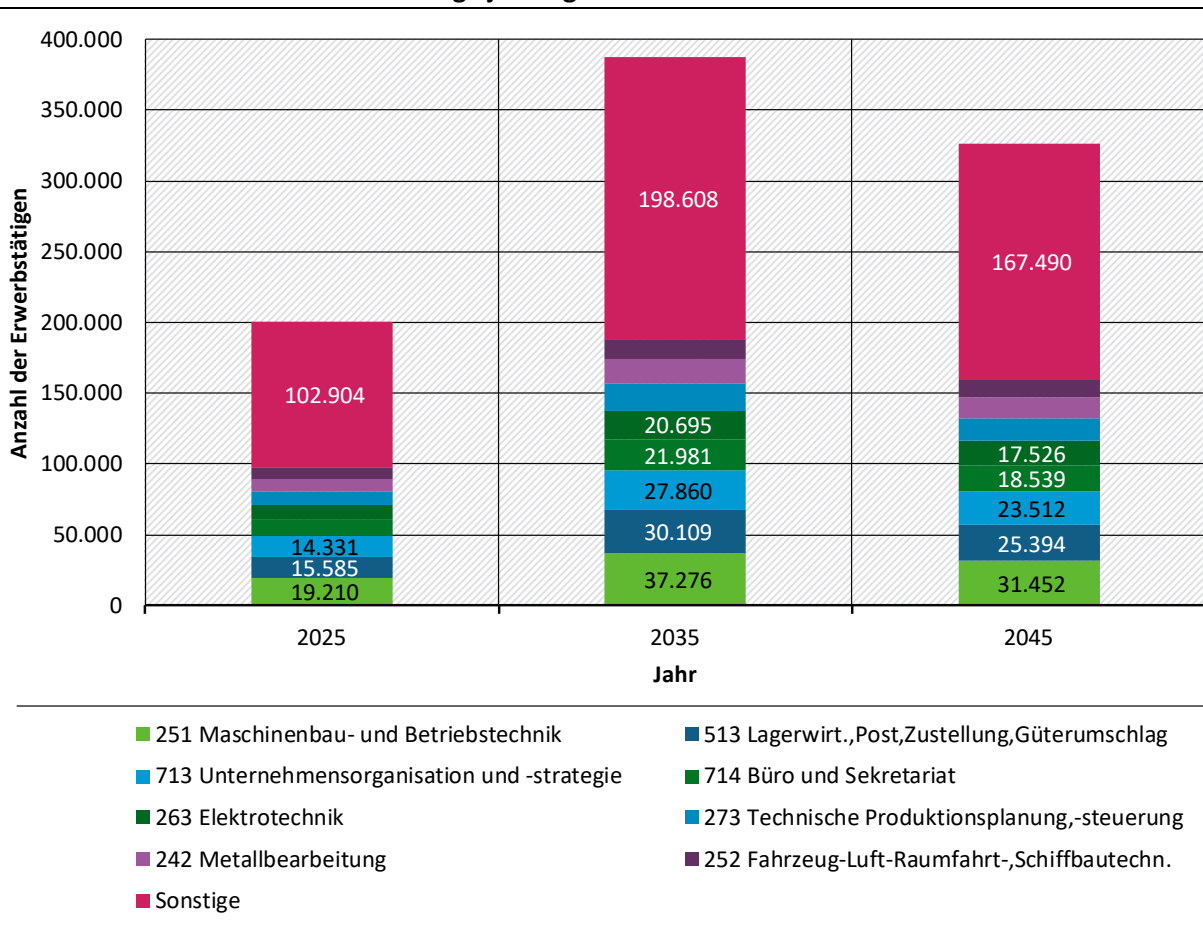
Quelle: Eigene Darstellung und Berechnungen, Fraunhofer ISI

Anmerkungen: Der Posten „Sonstige“ beinhaltet ca. 60 Wirtschaftszweige mit sehr kleinen Erwerbstätigenanteilen. Die in der Legende angegebenen Zahlen sind CPA-Codes („Classification of Products by Activity“), die u. a. in Input-Output-Tabellen zur Identifikation der Produkte bzw. Wirtschaftszweige verwendet werden.

In **Abbildung 45** und **Abbildung 46** sind die durch Investitionen in elektrifizierte Fahrzeuge entstehenden inländischen Arbeitskräftebedarfe nach Berufskategorie, insbesondere nach

Tätigkeit und Anforderungsniveau (gemäß der Klassifikation der Berufe 2010)¹² untergliedert. Auch hier zeigt sich eine Kleingliederung der Effekte: Die meisten Tätigkeiten sind durch Investitionen in elektrifizierte Fahrzeuge in Deutschland jeweils eher marginal betroffen, was sich auch in einem sehr großen Posten „Sonstige“ äußert (Abbildung 45). Der größte Posten entfällt auf die Tätigkeitskategorie „Maschinenbau und Betriebstechnik“ mit Bedarfen von ca. 20.000, 37.000 und 30.000 Erwerbstätigen in den Jahren 2025, 2035 und 2045. Wie zuvor bei den Wirtschaftszweigen entstehen durch Investitionen in elektrifizierte Fahrzeuge in Deutschland auch bei den Tätigkeiten signifikante Bedarfe an „unterstützenden“ Dienstleistungen (z. B. Lagerwirtschaft, Post, Zustellung, Güterumschlag sowie Unternehmensorganisation und -strategie). Die Untergliederung der Arbeitskräftebedarfe nach Anforderungsniveau (Abbildung 46) zeigt, dass Investitionen in elektrifizierte Fahrzeuge in Deutschland hauptsächlich Fachkräftebedarf generieren (ca. 100.000 Erwerbstätige im Jahr 2025 und jeweils ca. 200.000 Erwerbstätige in den Jahren 2035 und 2045). In den übrigen Kategorien (Helfer, Spezialist und Experte) entstehen deutlich kleinere Bedarfe, die sich je Anforderungsniveau auf ca. 30.000 Erwerbstätige im Jahr 2025 und jeweils ca. 50.000 bis 60.000 Erwerbstätige in den Jahren 2035 und 2045 belaufen.

Abbildung 45: Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in elektrifizierte Fahrzeuge im MWMS – Erwerbstätige je Tätigkeit und Jahr

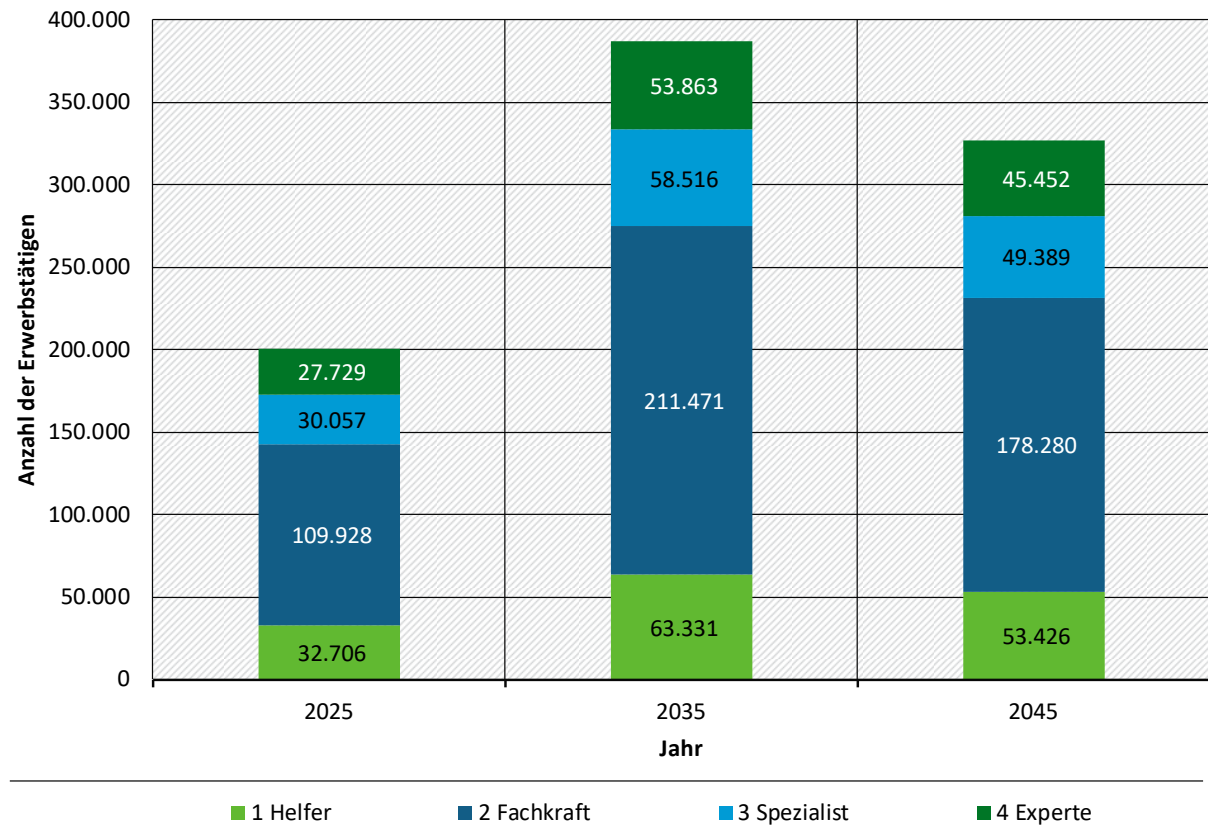


Quelle: Eigene Darstellung und Berechnungen, Fraunhofer ISI

Anmerkung: Der Posten „Sonstige“ beinhaltet ca. 130 Tätigkeitskategorien mit sehr kleinen Erwerbstätigenanteilen. Die Nummern in der Legende sind Codes aus der Klassifikation der Berufe 2010 (Bundesagentur für Arbeit o.J.).

¹² Für die Klassifikation der Berufe siehe Bundesagentur für Arbeit o. J.

Abbildung 46: Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in elektrifizierte Fahrzeuge im MWMS – Erwerbstätige je Anforderung und Jahr

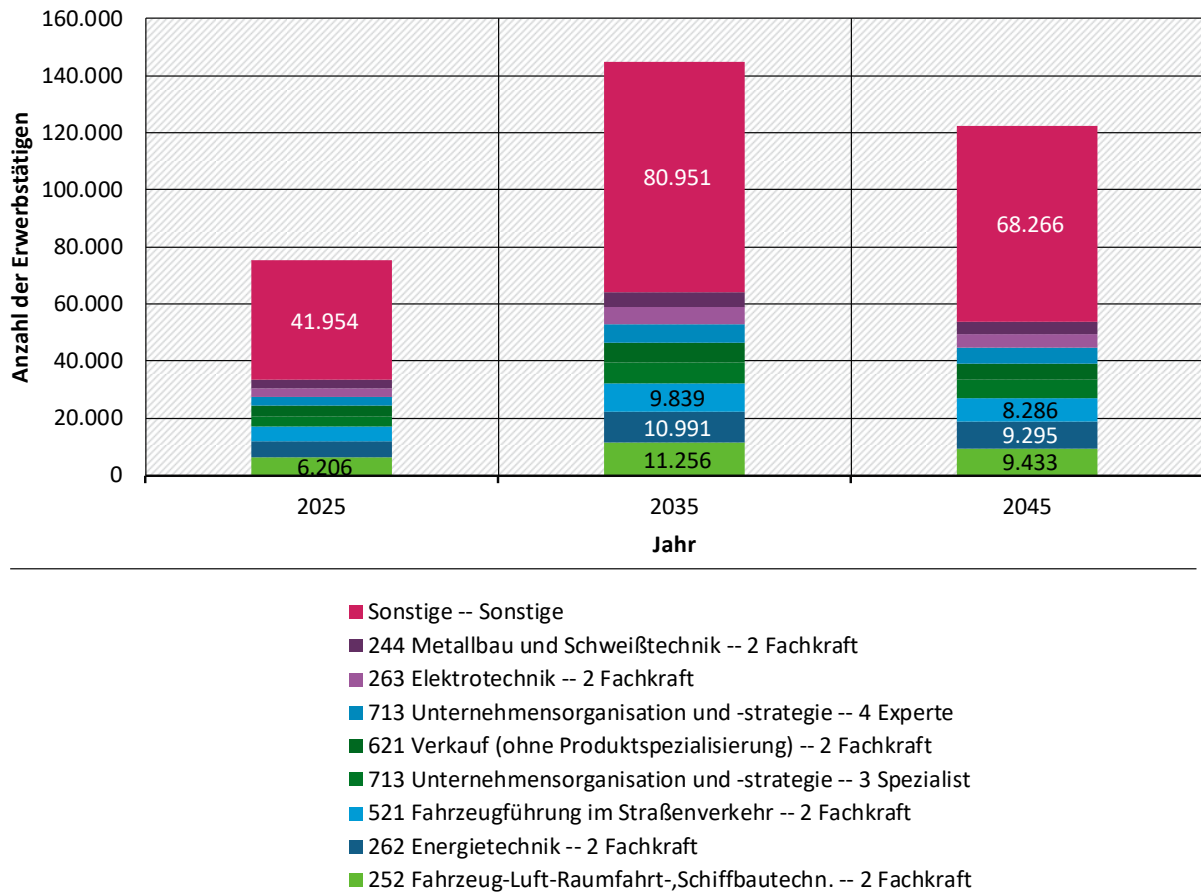


Quelle: Eigene Darstellung und Berechnungen, Fraunhofer ISI

Anmerkung: Die Anforderungsniveauspezifikationen (Helfer, Fachkraft, Spezialist, Experte) sind aus Bundesagentur für Arbeit (o. J.) übernommen.

Die Engpassanalyse der Bundesagentur für Arbeit (Bundesagentur für Arbeit 2023) führt aus, für welche Berufe Engpässe auf dem Arbeitsmarkt bestehen. So kann jeder Beruf in die Kategorie „Engpassberuf“ oder in die Kategorie „kein Engpassberuf“ eingeordnet werden. Mit Hilfe dieser Kategorisierung können die in [Abbildung 45](#) und [Abbildung 46](#) dargestellten Berufsbedarfe im Hinblick auf die Frage analysiert werden, ob sie (bereits) heute in die Engpassberufskategorie fallen. So lässt sich errechnen, dass in den Jahren 2025, 2035 und 2045 durch Investitionen in elektrifizierte Fahrzeuge in Deutschland Bedarfe von ca. 80.000, 140.000 und 120.000 Erwerbstätigen in der Kategorie „Engpassberufe“ entstehen (siehe [Abbildung 47](#)). Diese Engpassberufsbedarfe sind in [Abbildung 47](#) nach verschiedenen Tätigkeits-Anforderungs-Kombinationen untergliedert. Es zeigt sich, dass bei den meisten Engpassberufen nur marginale Bedarfe durch Investitionen in elektrifizierte Fahrzeuge in Deutschland erzeugt werden (Posten „Sonstige“). Die größten Posten entfallen auf Fachkräfte für Fahrzeugbau-, Energietechnik und Fahrzeugführung im Straßenverkehr. Diese belaufen sich zusammen auf ca. 20.000 Erwerbstätige im Jahr 2025 und jeweils ca. 30.000 Erwerbstätige in den Jahren 2030 und 2045 (siehe [Abbildung 47](#)). Insgesamt gilt für alle hier betrachteten Technologien als grober Grundsatz, dass unter den Erwerbstätigen, die in Deutschland für die Investition benötigt werden, zu ca. einem Drittel Erwerbstätige mit einem Engpassberuf sind.

Abbildung 47: Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in elektrifizierte Fahrzeuge im MWMS – Erwerbstätige je Engpassberuf und Jahr



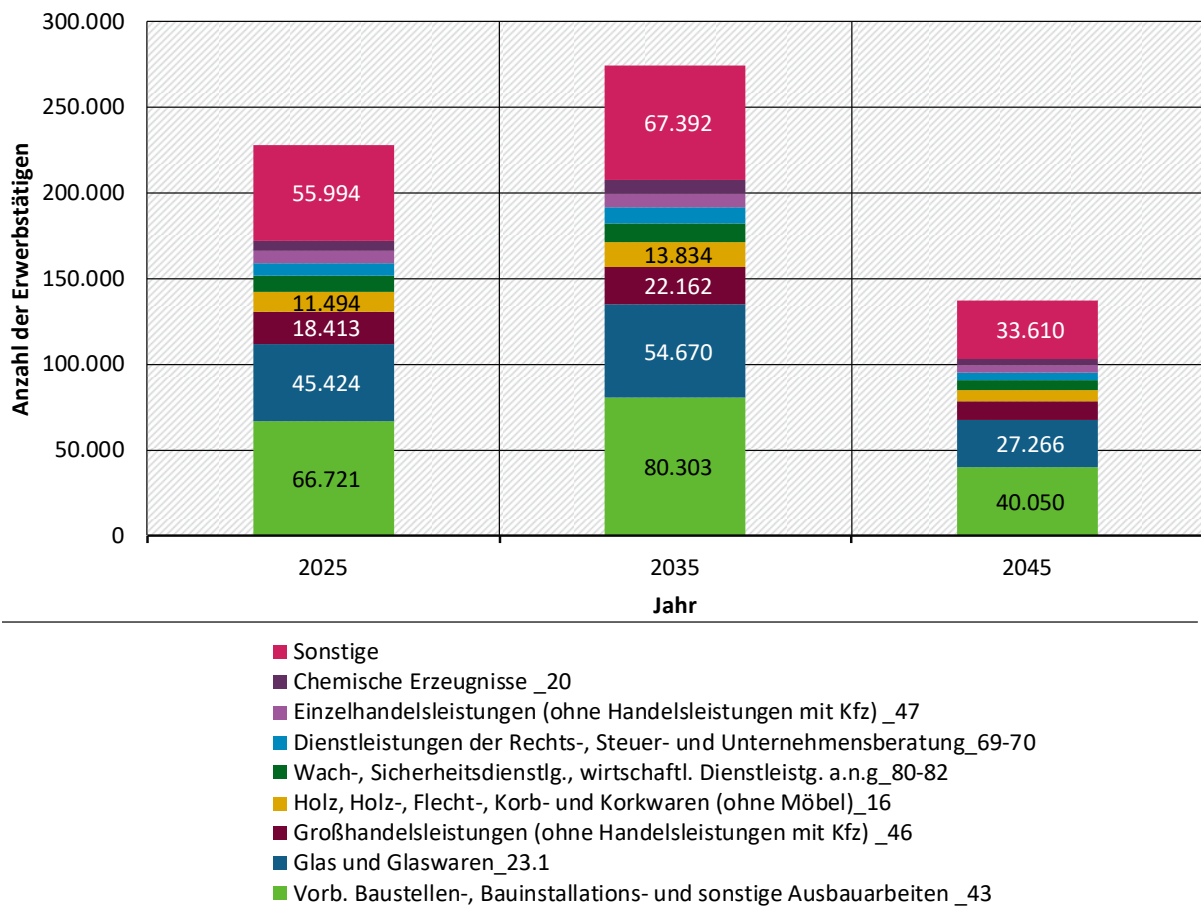
Quelle: Eigene Darstellung und Berechnungen, Fraunhofer ISI

Anmerkung: Der Posten „Sonstige“ beinhaltet ca. 100 Engpassberufe mit sehr kleinen Erwerbstätigenanteilen. Die Klassifizierung als Engpassberuf ist aus Bundesagentur für Arbeit (2023) übernommen. Die Nummern in der Legende sind Codes aus der Klassifikation der Berufe 2010 (Bundesagentur für Arbeit o.J.).

4.3.2 Gebäudehülle

Analog zu der Analyse im vorigen Unterabschnitt werden in den folgenden Abbildungen Detailinformationen zu den Arbeitskräftebedarfen, die durch Investitionen in Gebäudehülle in Deutschland entstehen, dargestellt. **Abbildung 48** untergliedert die Arbeitskräftebedarfe nach Jahr und Wirtschaftszweig. Die in Deutschland am stärksten durch Investitionen in Gebäudehülle (hinsichtlich Arbeitskräftebedarf) betroffenen Wirtschaftszweige sind vorbereitende Baustellen-, Bauinstallations- und sonstige Ausbauarbeiten sowie Glas und Glaswaren. In beiden zusammen entstehen Bedarfe von ca. 110.000 Erwerbstätigen im Jahr 2025, 135.000 Erwerbstätigen im Jahr 2035 und 70.000 Erwerbstätigen im Jahr 2045. Daneben sind „unterstützende“ Wirtschaftszweige (größtenteils Dienstleistungen) in signifikantem Ausmaß und eine hohe Anzahl weiterer Wirtschaftszweige in jeweils eher marginalem Ausmaß (Posten „Sonstige“) betroffen, was die hohe Verflechtung der Wirtschaftszweige widerspiegelt.

Abbildung 48: Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in Gebäudehülle im MWMS – Erwerbstätige je Wirtschaftszweig und Jahr

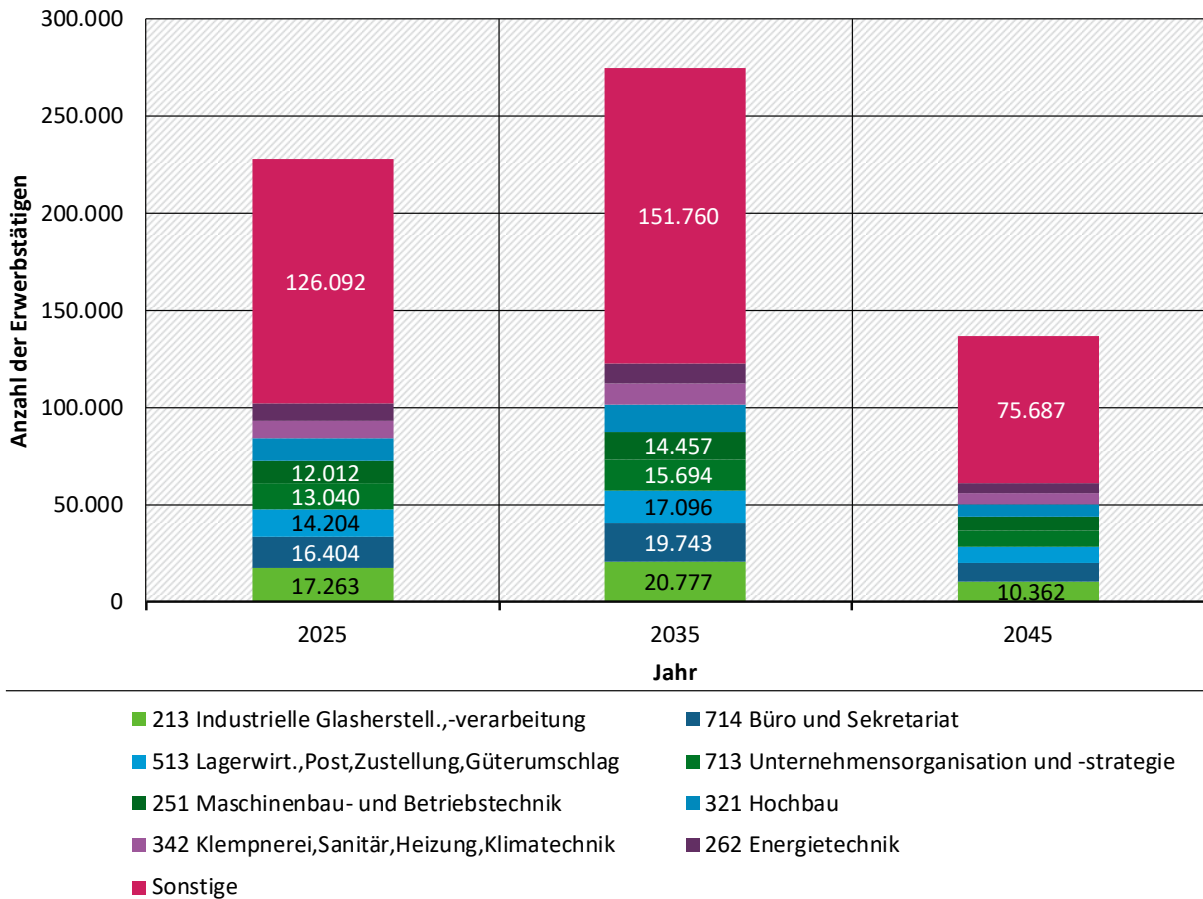


Quelle: Eigene Darstellung und Berechnungen, Fraunhofer ISI

Anmerkung: Der Posten „Sonstige“ beinhaltet ca. 60 Wirtschaftszweige mit sehr kleinen Erwerbstätigenanteilen. Die in der Legende angegebenen Zahlen sind CPA-Codes („Classification of Products by Activity“), die u. a. in den Input-Output-Tabellen zur Identifikation der Produkte bzw. Wirtschaftszweige verwendet werden.

In **Abbildung 49** und **Abbildung 50** sind die aus den Investitionen in die Gebäudehülle entstehenden inländischen Arbeitskräftebedarfe nach Tätigkeit und Anforderungsniveau untergliedert. Bei den meisten Tätigkeiten gilt, dass der in Deutschland entstehende Bedarf eher marginal ist (Posten „Sonstige“ in **Abbildung 49**). Den größten Posten bildet die Tätigkeitskategorie „Industrielle Glasherstellung und -verarbeitung“ mit einem Bedarf von jeweils ca. 20.000 Erwerbstätigen in den Jahren 2025 und 2035 sowie ca. 10.000 Erwerbstätigen im Jahr 2045, gefolgt von „unterstützenden“ Dienstleistungen (z. B. Büro und Sekretariat). Gemäß **Abbildung 50** generieren Investitionen in Gebäudehülle in Deutschland hauptsächlich Fachkräftebedarf (ca. 150.000 Erwerbstätige im Jahr 2025, 175.000 Erwerbstätige im Jahr 2035 und 90.000 Erwerbstätige im Jahr 2045). In den übrigen Kategorien (Helfer, Spezialist und Experte) entstehen deutlich kleinere Bedarfe, die sich im Bereich von ca. 10.000-50.000 Erwerbstätigen je Jahr und Anforderungsniveau bewegen.

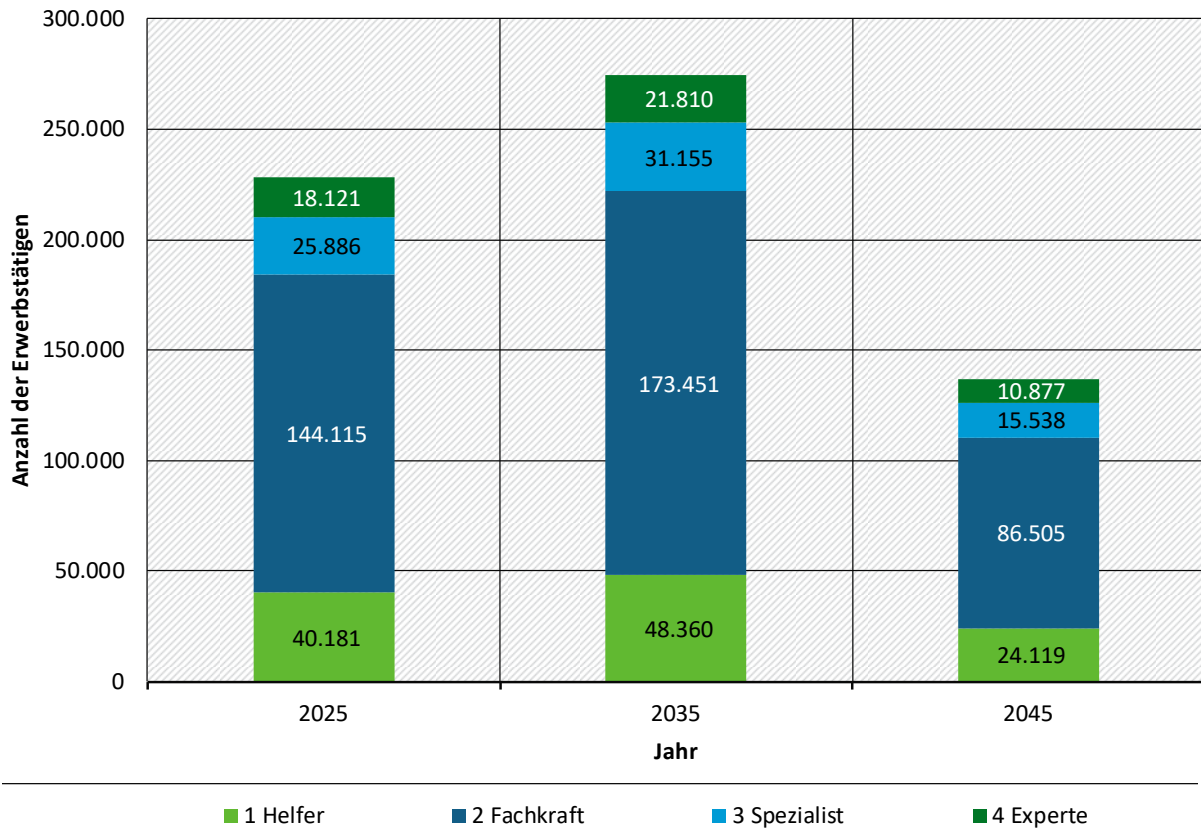
Abbildung 49: Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in Gebäudehülle im MWMS – Erwerbstätige je Tätigkeit und Jahr



Quelle: Eigene Darstellung und Berechnungen, Fraunhofer ISI

Anmerkung: Der Posten „Sonstige“ beinhaltet ca. 130 Tätigkeitskategorien mit sehr kleinen Erwerbstätigenanteilen. Die Nummern in der Legende sind Codes aus der Klassifikation der Berufe 2010 (Bundesagentur für Arbeit o.J.).

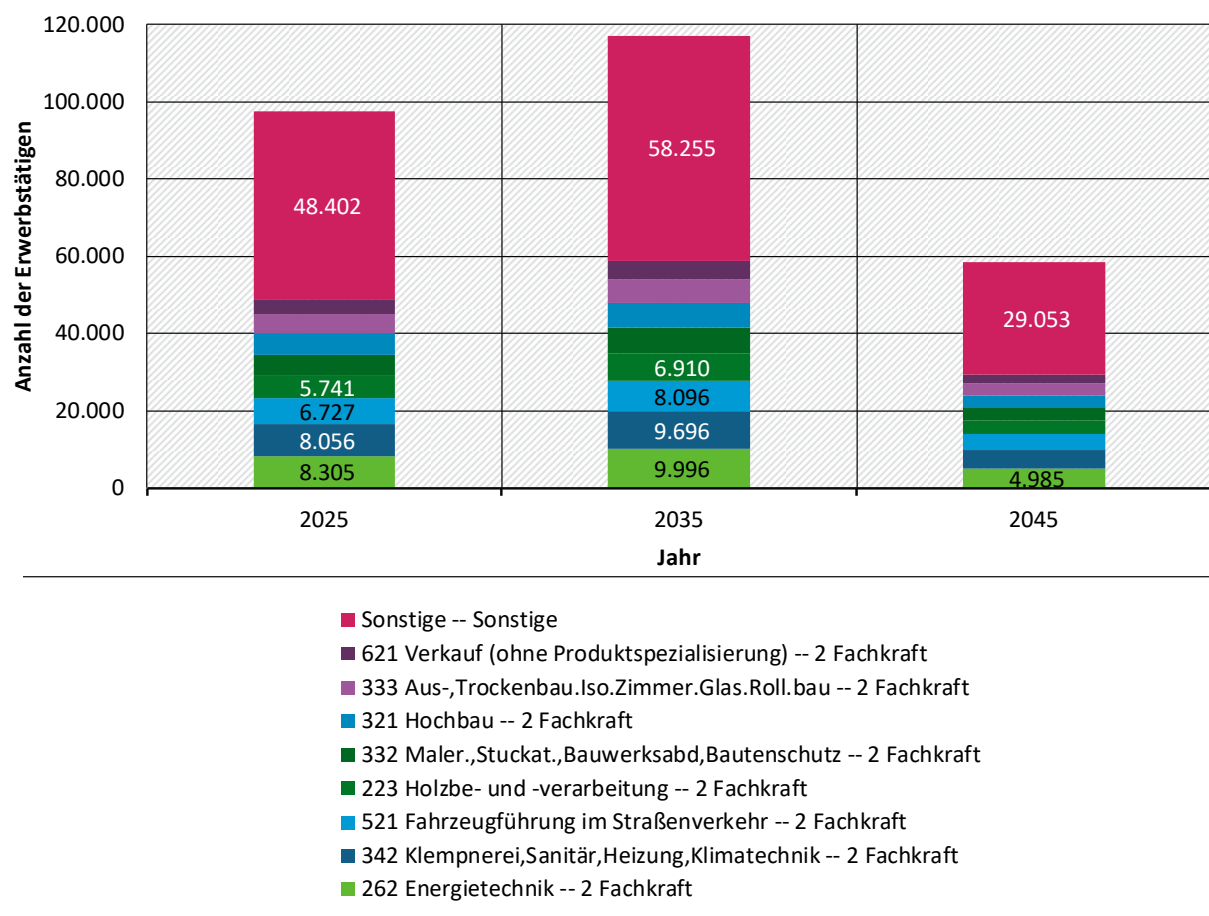
Abbildung 50: Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in Gebäudehülle im MWMS – Erwerbstätige je Anforderung und Jahr



Quelle: Eigene Darstellung und Berechnungen, Fraunhofer ISI

Anmerkung: Die Anforderungsniveauspezifikationen (Helfer, Fachkraft, Spezialist, Experte) sind aus Bundesagentur für Arbeit (o. J.) übernommen.

Mit Hilfe der Engpassklassifizierung der Bundesagentur für Arbeit (Bundesagentur für Arbeit 2023) können die in [Abbildung 49](#) und [Abbildung 50](#) dargestellten Berufsbedarfe hinsichtlich bereits bestehender Engpässe auf dem Arbeitsmarkt kategorisiert werden: Durch Investitionen in Gebäudehülle werden in den Jahren 2025, 2035 und 2045 Bedarfe in den Engpassberufskategorien in Höhe von ca. 100.000, 120.000 und 60.000 Erwerbstätigen generiert (siehe [Abbildung 51](#)). Diese Bedarfe sind in [Abbildung 51](#) nach verschiedenen Tätigkeits-Anforderungs-Kombinationen untergliedert. Es ist ersichtlich, dass zahlreiche Engpassberufe durch Investitionen in Gebäudehülle in Deutschland nur marginal betroffen sind (Posten „Sonstige“). Die größten Posten entfallen auf Fachkräfte für Energietechnik, Klempnerei, Sanitär, Heizung und Klimatechnik sowie Fahrzeugführung im Straßenverkehr. Aufsummiert bewegen sich diese Posten in den Jahren 2025, 2035 und 2045 um 20.000 Erwerbstätige pro Jahr (siehe [Abbildung 51](#)).

Abbildung 51: Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in Gebäudehülle im MWMS – Erwerbstätige je Engpassberuf und Jahr


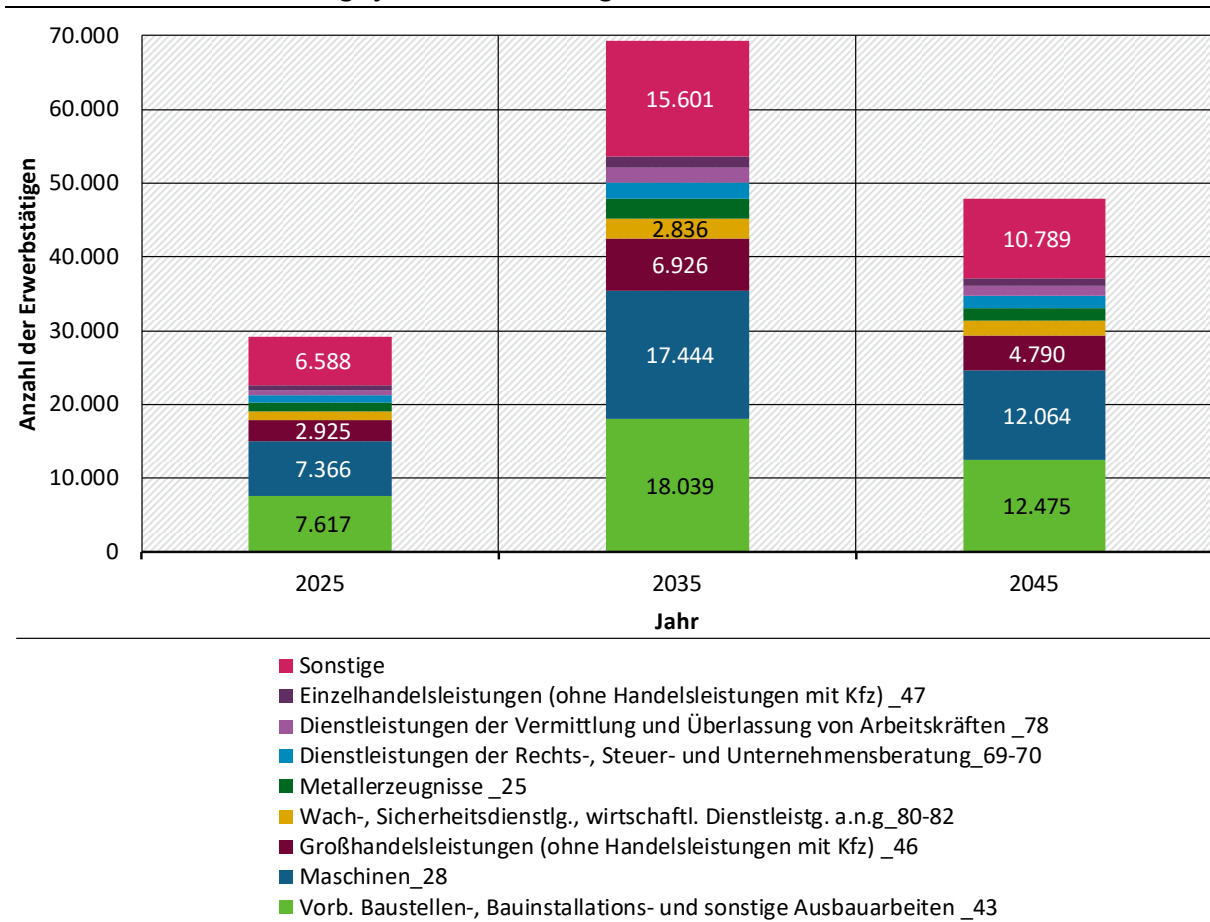
Quelle: Eigene Darstellung und Berechnungen, Fraunhofer ISI

Anmerkung: Der Posten „Sonstige“ beinhaltet ca. 100 Engpassberufe mit sehr kleinen Erwerbstätigenanteilen. Die Klassifizierung als Engpassberuf ist aus Bundesagentur für Arbeit (2023) übernommen. Die Nummern in der Legende sind Codes aus der Klassifikation der Berufe 2010 (Bundesagentur für Arbeit o.J.).

4.3.3 Wärmepumpen

In diesem Abschnitt erfolgt eine Detailanalyse der inländischen Arbeitskräftebedarfe, die durch Wärmepumpeninvestitionen entstehen. **Abbildung 52** stellt diese Arbeitskräftebedarfe nach Jahr und Wirtschaftszweig untergliedert dar. Wärmepumpeninvestitionen generieren die größten Arbeitskräftebedarfe in den Wirtschaftszweigen „Vorbereitende Baustellen-, Bauinstallations- und sonstige Ausbaurbeiten“ sowie „Maschinen“ (in beiden Wirtschaftszweigen zusammen ca. 15.000 Erwerbstätige im Jahr 2025, 35.000 Erwerbstätige im Jahr 2035 und 25.000 Erwerbstätige im Jahr 2045). Daneben sind weitere unterstützende Wirtschaftszweige (größtenteils Dienstleistungen) in signifikantem Ausmaß und zahlreiche weitere Wirtschaftszweige in jeweils eher marginalen Ausmaßen betroffen (Posten „Sonstige“).

Abbildung 52: Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in Wärmepumpen im MWMS – Erwerbstätige je Wirtschaftszweig und Jahr

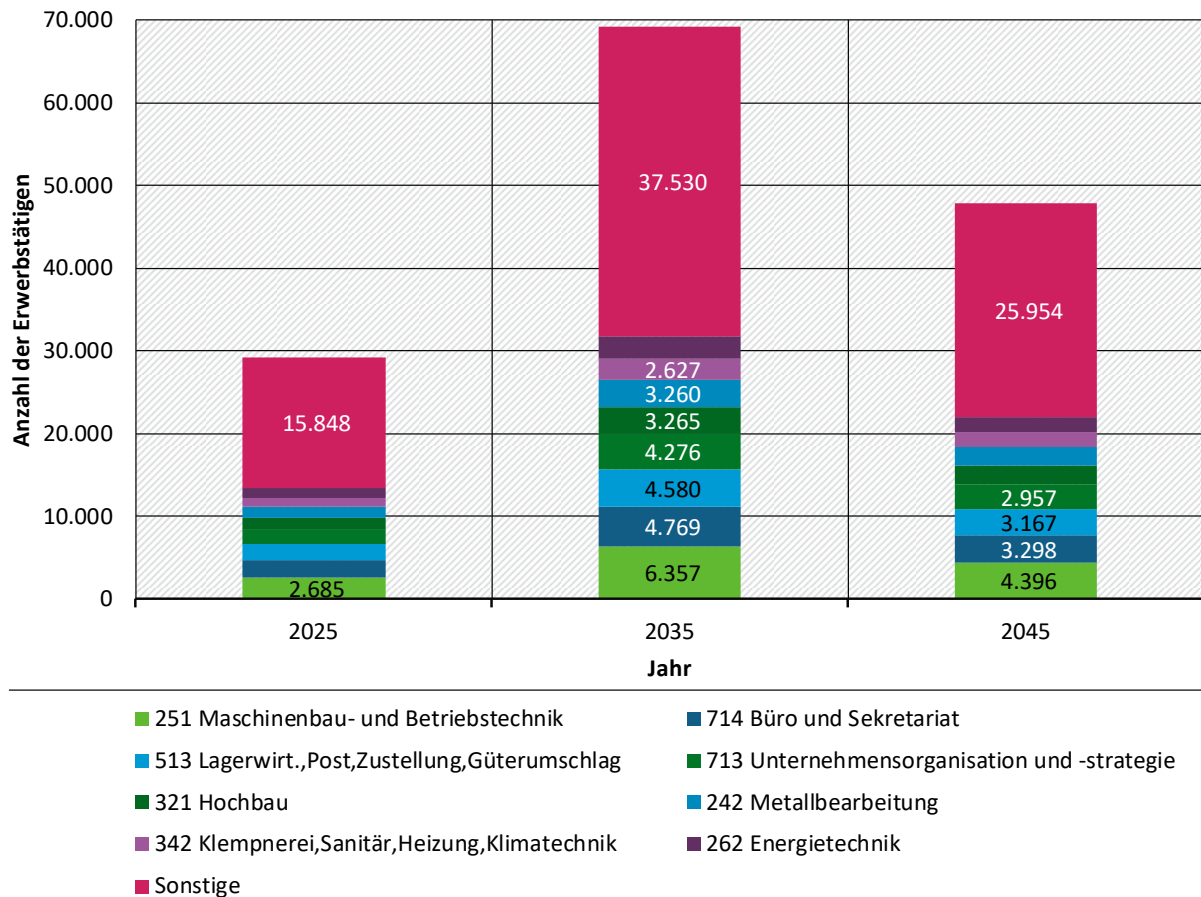


Quelle: Eigene Darstellung und Berechnungen, Fraunhofer ISI

Anmerkung: Der Posten „Sonstige“ beinhaltet ca. 60 Wirtschaftszweige mit sehr kleinen Erwerbstätigenanteilen. Die in der Legende angegebenen Zahlen sind CPA-Codes („Classification of Products by Activity“), die u. a. in Input-Output-Tabellen zur Identifikation der Produkte bzw. Wirtschaftszweige verwendet werden.

Die meisten Tätigkeitskategorien sind durch Wärmepumpeninvestitionen in Deutschland eher marginal betroffen (siehe Posten „Sonstige“ in [Abbildung 53](#)). Den größten Posten macht die Tätigkeitskategorie „Maschinenbau und Betriebstechnik“ mit Bedarfen von jeweils ca. 3.000 bis 6.000 Erwerbstätigen in den Jahren 2025, 2035 und 2045 aus. Auch bei den Wärmepumpeninvestitionen gehören „unterstützende“ Dienstleistungen (z. B. Büro und Sekretariat) zu den wichtigsten Kategorien (gemessen an den Erwerbstätigenzahlen). Wie in [Abbildung 54](#) dargestellt, entsteht durch Wärmepumpeninvestitionen in Deutschland hauptsächlich Fachkräftebedarf (ca. 20.000, 40.000 und 30.000 Erwerbstätige in den Jahren 2025, 2035 und 2045). Auf den übrigen Anforderungsniveaus (Helfer, Spezialist und Experte) entstehen deutlich kleinere Bedarfe, die sich für die Jahre 2025, 2035 und 2045 im Bereich von ca. 3.000-10.000 Erwerbstätige je Jahr und Anforderungsniveau bewegen.

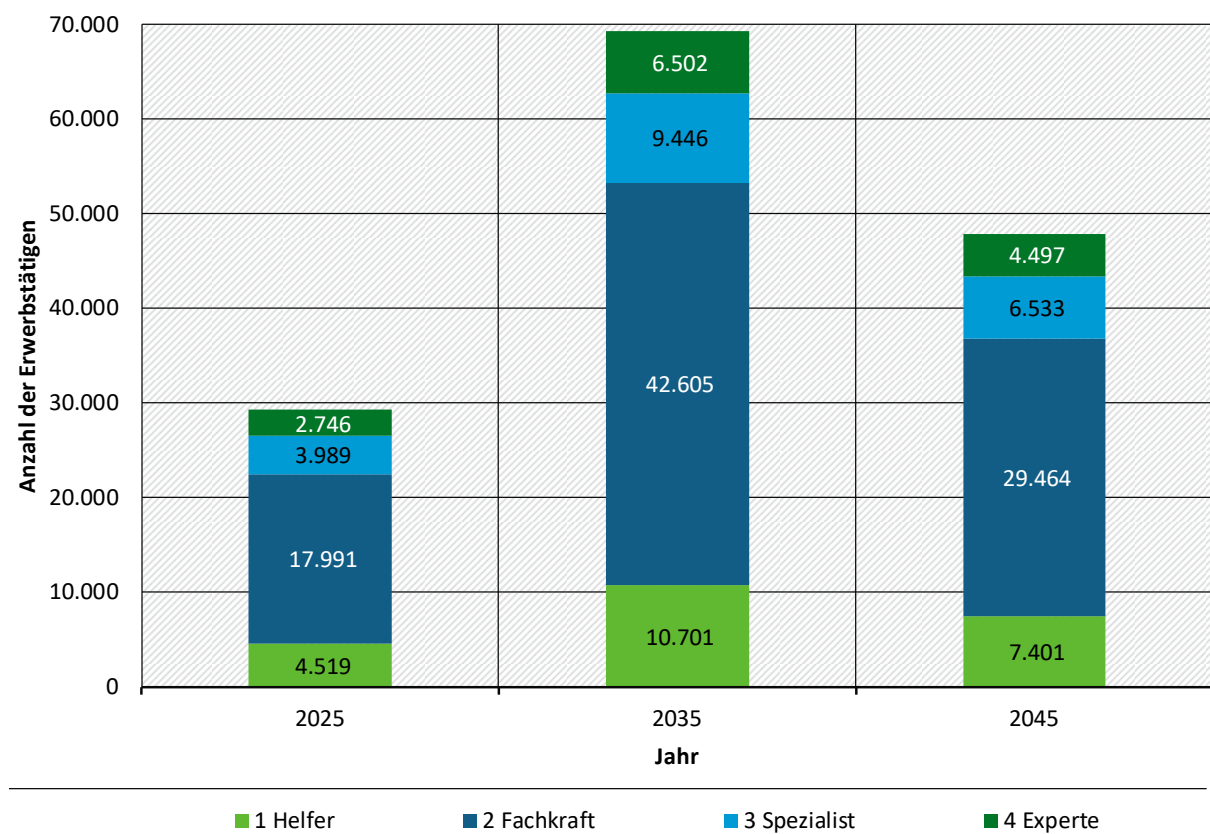
Abbildung 53: Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in Wärmepumpen im MWMS – Erwerbstätige je Tätigkeit und Jahr



Quelle: Eigene Darstellung und Berechnungen, Fraunhofer ISI

Anmerkung: Der Posten „Sonstige“ beinhaltet ca. 130 Tätigkeitskategorien mit sehr kleinen Erwerbstätigenanteilen. Die Nummern in der Legende sind Codes aus der Klassifikation der Berufe 2010 (Bundesagentur für Arbeit o.J.).

Abbildung 54: Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in Wärmepumpen im MWMS – Erwerbstätige je Anforderung und Jahr

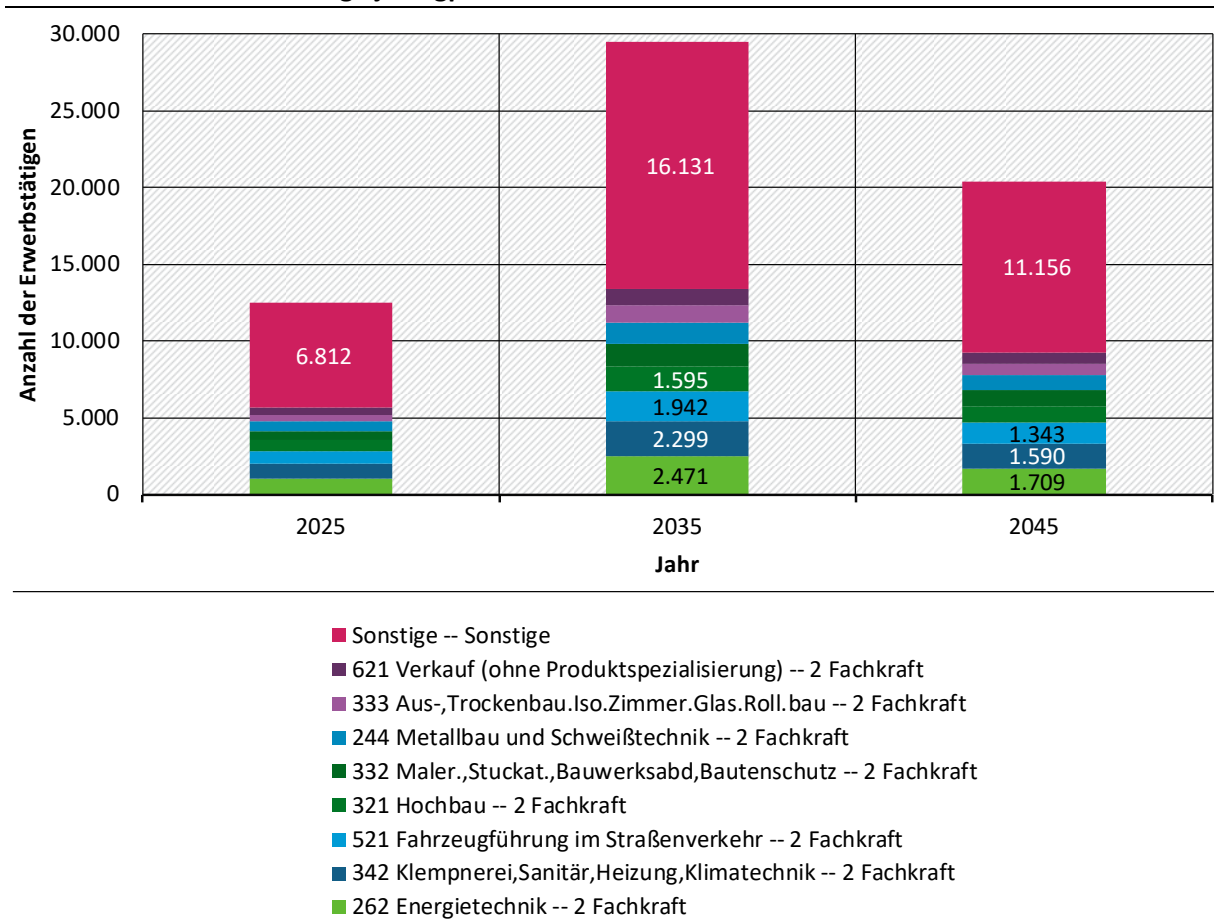


Quelle: Eigene Darstellung und Berechnungen, Fraunhofer ISI

Anmerkung: Die Anforderungsniveauspezifikationen (Helfer, Fachkraft, Spezialist, Experte) sind aus Bundesagentur für Arbeit (o. J.) übernommen.

Die Engpassanalyse auf Basis der Resultate der Bundesagentur für Arbeit (2023) zeigt, dass im Jahr 2025 durch Wärmepumpeninvestitionen in Deutschland ein Arbeitskräftebedarf in Höhe von ca. 13.000 Erwerbstätigen in der Kategorie „Engpassberufe“ entsteht; im Jahr 2035 bzw. 2045 sind es ca. 30.000 bzw. 20.000 Erwerbstätige (siehe [Abbildung 55](#)). Innerhalb dieser Erwerbstätigen­gruppe sind zahlreiche Engpassberufe mit jeweils eher marginalen Beiträgen vertreten (siehe Posten „Sonstige“ in [Abbildung 55](#)). Die größten Posten entfallen auf Fachkräfte für Energietechnik, Klempnerei, Sanitär, Heizung und Klimatechnik sowie Fahrzeugführung im Straßenverkehr. Diese belaufen sich zusammen auf jeweils ca. 5.000 Erwerbstätige in den Jahren 2025, 2035 und 2045 (siehe [Abbildung 55](#)).

Abbildung 55: Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in Wärmepumpen im MWMS – Erwerbstätige je Engpassberuf und Jahr



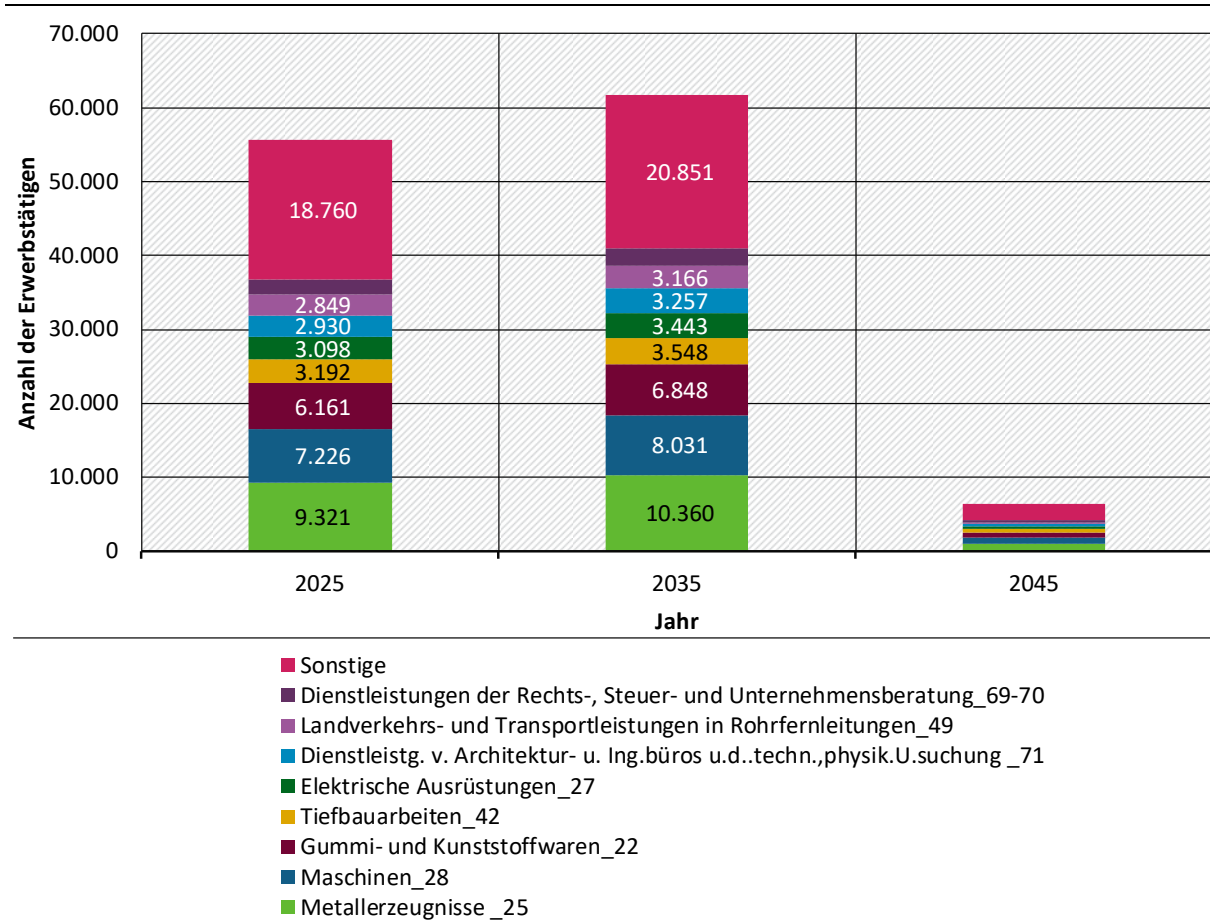
Quelle: Eigene Darstellung und Berechnungen, Fraunhofer ISI

Anmerkung: Der Posten „Sonstige“ beinhaltet ca. 100 Engpassberufe mit sehr kleinen Erwerbstätigenanteilen. Die Klassifizierung als Engpassberuf ist aus Bundesagentur für Arbeit (2023) übernommen. Die Nummern in der Legende sind Codes aus der Klassifikation der Berufe 2010 (Bundesagentur für Arbeit o.J.).

4.3.4 Wind Onshore

In diesem Abschnitt werden die inländischen Arbeitsmarktauswirkungen der Investitionen in Wind Onshore erläutert. **Abbildung 56** stellt diese nach Jahr und Wirtschaftszweig disaggregiert dar. Die größten Arbeitskräftebedarfe entstehen in den Wirtschaftszweigen „Metallerzeugnisse“, „Maschinen“ und „Gummi- und Kunststoffwaren“. Diese belaufen sich zusammen auf jeweils ca. 25.000 Erwerbstätige in den Jahren 2025 und 2035. Daneben sind noch weitere Wirtschaftszweige (z. B. Tiefbauarbeiten, elektrische Ausrüstungen sowie verschiedene Dienstleistungen) in signifikantem Ausmaß betroffen.

Abbildung 56: Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in Wind Onshore im MWMS – Erwerbstätige je Wirtschaftszweig und Jahr

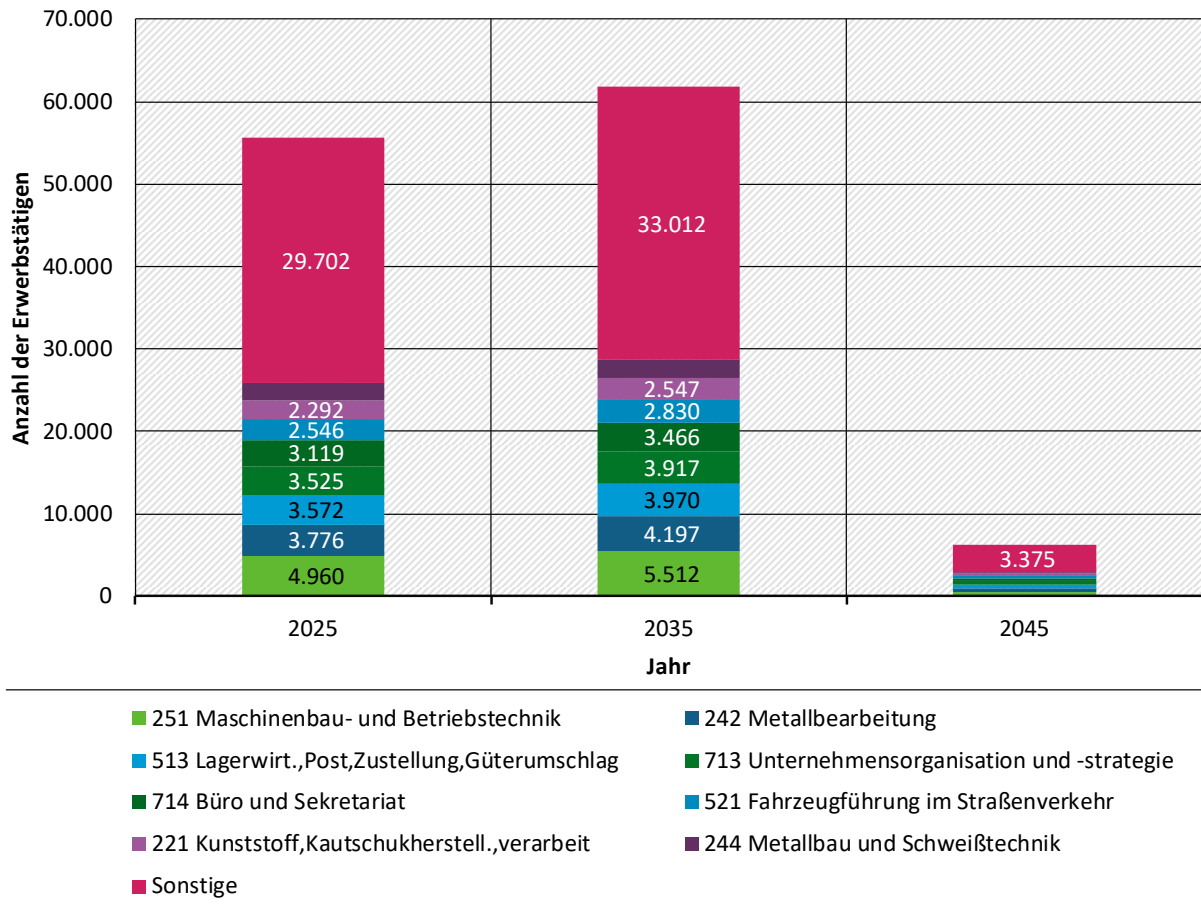


Quelle: Eigene Darstellung und Berechnungen, Fraunhofer ISI

Anmerkungen: Der Posten „Sonstige“ beinhaltet ca. 60 Wirtschaftszweige mit sehr kleinen Erwerbstätigenanteilen. Die in der Legende angegebenen Zahlen sind CPA-Codes („Classification of Products by Activity“), die u. a. in Input-Output-Tabellen zur Identifikation der Produkte bzw. Wirtschaftszweige verwendet werden.

Zahlreiche Tätigkeiten sind durch Investitionen in Wind Onshore in jeweils relativ kleinen Ausmaßen betroffen (siehe den Posten „Sonstige“ in [Abbildung 57](#)). Den größten Posten macht die Tätigkeitskategorie „Maschinenbau- und Betriebstechnik“ mit investitionsbezogenen Bedarfen von jeweils ca. 5.000 Erwerbstätigen in den Jahren 2025 und 2035 aus. Wie in [Abbildung 58](#) dargestellt, entsteht in Deutschland durch Investitionen in Wind Onshore hauptsächlich Fachkräftebedarf (jeweils ca. 35.000 Erwerbstätige in den Jahren 2025 und 2035). Die Bedarfe auf den übrigen Anforderungsniveaus sind im Bereich von ca. 1.000-10.000 Erwerbstätigen pro Jahr und Anforderungsniveau.

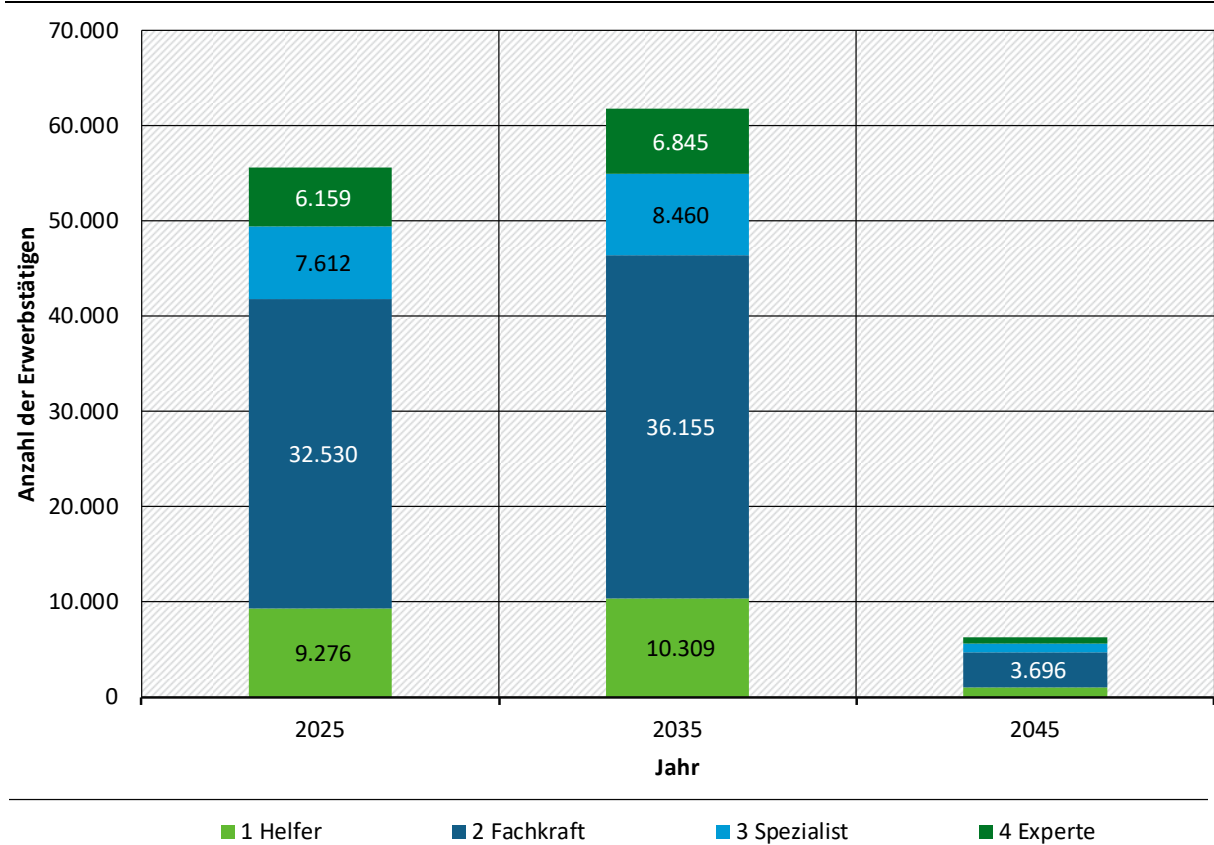
Abbildung 57: Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in Wind Onshore im MWMS – Erwerbstätige je Tätigkeit und Jahr



Quelle: Eigene Darstellung und Berechnungen, Fraunhofer ISI

Anmerkung: Der Posten „Sonstige“ beinhaltet ca. 130 Tätigkeitskategorien mit sehr kleinen Erwerbstätigenanteilen. Die Nummern in der Legende sind Codes aus der Klassifikation der Berufe 2010 (Bundesagentur für Arbeit o.J.).

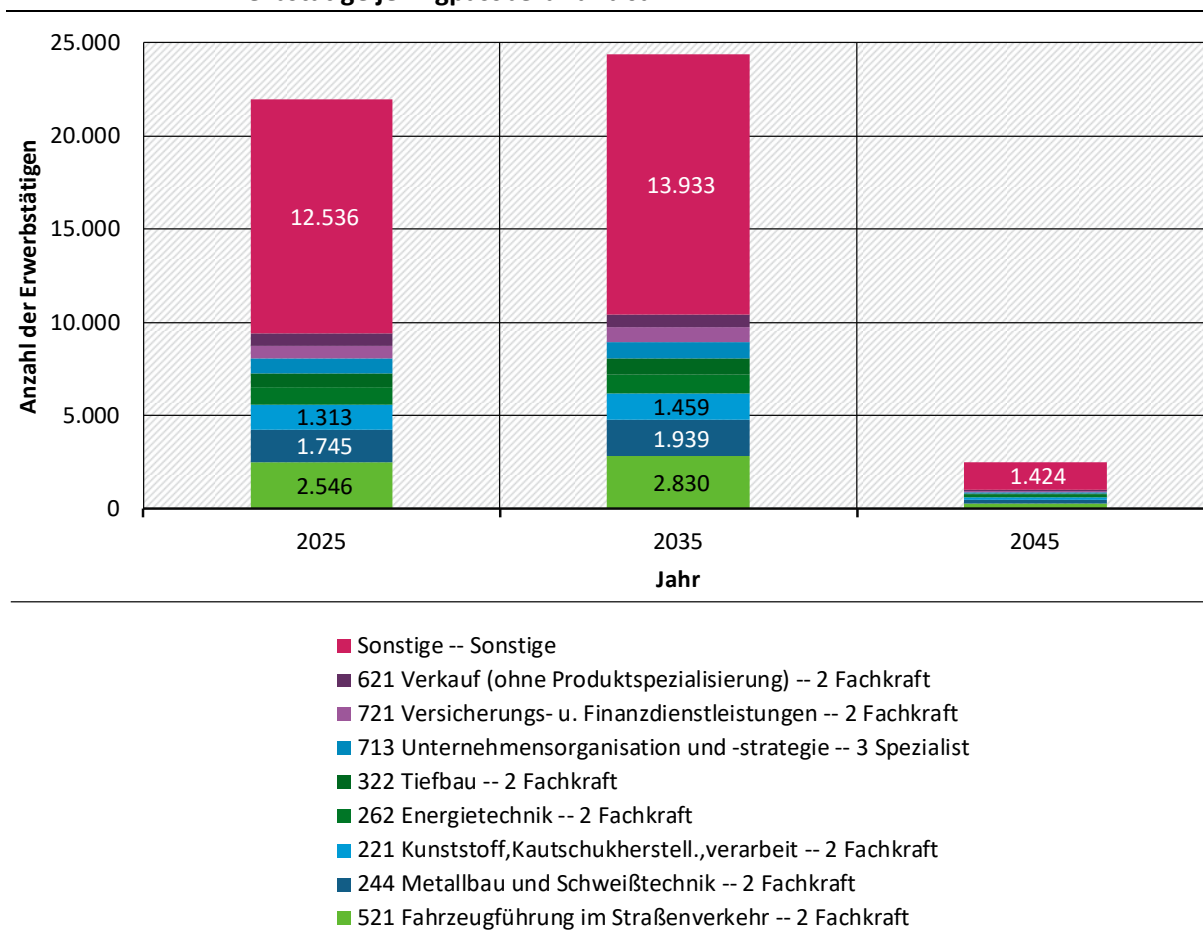
Abbildung 58: Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in Wind Onshore im MWMS – Erwerbstätige je Anforderung und Jahr



Quelle: Eigene Darstellung und Berechnungen, Fraunhofer ISI

Anmerkung: Die Anforderungsniveauspezifikationen (Helfer, Fachkraft, Spezialist, Experte) sind aus Bundesagentur für Arbeit (o. J.) übernommen.

In den Jahren 2025 und 2035 generieren die Investitionen in Wind Onshore in Deutschland Arbeitskräftebedarfe in Höhe von jeweils ca. 22.000 Erwerbstätigen in der Engpassberufskategorie (siehe [Abbildung 59](#)). Innerhalb dieser Erwerbstätigen­gruppe sind zahlreiche Engpassberufe mit eher marginalen Beiträgen vertreten (Posten „Sonstige“), wobei die größten Posten auf Fachkräfte für Fahrzeugführung im Straßenverkehr, Metallbau und Schweißtechnik sowie Kunststoff- und Kautschukherstellung und -verarbeitung entfallen, die sich zusammen auf jeweils ca. 5.000 Erwerbstätige in den Jahren 2025 und 2035 belaufen (siehe [Abbildung 59](#)).

Abbildung 59: Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in Wind Onshore im MWMS – Erwerbstätige je Engpassberuf und Jahr


Quelle: Eigene Darstellung und Berechnungen, Fraunhofer ISI

Anmerkung: Der Posten „Sonstige“ beinhaltet ca. 100 Engpassberufe mit sehr kleinen Erwerbstätigenanteilen. Die Klassifizierung als Engpassberuf ist aus Bundesagentur für Arbeit (2023) übernommen. Die Nummern in der Legende sind Codes aus der Klassifikation der Berufe 2010 (Bundesagentur für Arbeit o.J.).

4.3.5 Abschließende Einordnung der Resultate

Die Analyse der Arbeitsmarktauswirkungen in Kapitel 4 basiert auf den folgenden vereinfachenden Annahmen:

- ▶ Die Arbeitsproduktivität wächst mit der gleichen Rate in allen Wirtschaftszweigen.
- ▶ Die Anforderungs- und Tätigkeitsstruktur sowie die Engpassstruktur ändern sich über die Zeit in den Wirtschaftszweigen nicht.
- ▶ Die Aufspaltung der Investitionen auf Wirtschaftszweige ist über die Zeit konstant.
- ▶ Die Struktur der Wirtschaftszweigverflechtungen („inverse Koeffizientenmatrix“) ist über die Zeit gleichbleibend.
- ▶ Der Inlandsanteil der Investitionen ist über die Zeit gleichbleibend.

Diese Vereinfachungen haben den Vorteil, dass die Auswirkungen der Investitionen von den Auswirkungen des („natürlichen“) Strukturwandels, der hier nicht abgebildet wird und in der langen Frist die Struktur der Wirtschaftszweigverflechtungen, der Anforderungen und Tätigkeiten in den Wirtschaftszweigen sowie der internationalen Arbeitsteilung verändert

(siehe Kapitel 4.2), separiert werden. Zudem stellt die Modellierung des Strukturwandels auf dem hier betrachteten Disaggregationsgrad (für die Gesamtwirtschaft) eine Herausforderung dar, sodass der Versuch, den Strukturwandel mitzuprognostizieren, nur Zusatzfehler/-verzerrungen in den Hauptresultaten generieren könnte. Der Nachteil der Vernachlässigung des Strukturwandels ist, dass die tatsächlich später beobachtbaren Zahlen stark von den hier gegebenen Zahlen abweichen können (allerdings wäre dies auch der Fall bei der Integration einer Strukturwandelprognose in die Analyse). Aus diesen Gründen sind insbesondere die quantitativen Aussagen des Kapitels 4 mit Vorsicht zu interpretieren. Die Kernergebnisse dieses Kapitels, insbesondere die Interpretation der Arbeitskräftebedarfe als Projektionsergebnisse (und nicht als Prognosen) im MWMS sowie die Zusammenfassung am Anfang des Kapitels 4, sind hiervon als bedingte bzw. qualitative Aussagen nicht bzw. wenig berührt.

5 Verteilungswirkungen

Textbox 13: Verteilungswirkungen: Wesentliches auf einen Blick

Die Analyse von Beispielhaushalten zeigt die Effekte ausgewählter Maßnahmen auf verschiedene Haushaltstypen.

Gebäude:

- ▶ **Komplettsanierung:** Unter den hier angelegten Energiepreisentwicklungen mit einem Rückgang der fossilen Energiepreise trotz steigendem CO₂-Preis sind im Jahr 2030 bei einem CO₂-Preis von 101 Euro_{real2022}/t die exemplarisch untersuchten Gebäudesanierungen für Eigentümer*innen mit den bestehenden Fördermodalitäten aus rein einzelwirtschaftlicher Perspektive nicht rentabel. Die Situation ändert sich, wenn ein höherer und stärker an den realen Umweltschäden orientierter CO₂-Preis von ungefähr 240 Euro_{real2022}/t angelegt wird oder die Förderung erhöht wird. Dann wären alle betrachteten Sanierungen auf EH-70 oder EH-55 aus Sicht der Beispielhaushalte vorteilhaft.
- ▶ **Heizungstausch mit der 65 %-EE-Anforderung:** Die Wirtschaftlichkeit des Heizungstauschs nach GEG-Novelle in Verbindung mit den besseren BEG-Förderbedingungen hängt ebenfalls von der Entwicklung der Energiepreise, insbesondere der Relation von Strom- zu Erdgas-/Heizölpreis ab. Für Eigentümer*innen mit Ölheizung ist der Heizungstausch unter den gegebenen geringen Ölpreisen im Jahr 2030 knapp nicht wirtschaftlich. Der Einkommensbonus in der Förderung für selbstnutzende Eigentümer*innen mit geringem Einkommen wirkt sich deutlich positiv aus und senkt die Belastung erheblich. Der Beispielhaushalt mit Gasheizung und geringem Einkommen spart durch den Heizungstausch Geld ein. Für Mietende dagegen übersteigt die angenommene höhere Miete bei den angelegten Energiepreisentwicklungen die Heizkosteneinsparung und die Bruttowarmmiete steigt. Ein geringerer Strompreis oder ein höherer CO₂-Preis wirkt dem entgegen. Für Haushalte mit geringem Einkommen würde sich zudem ein sozialer Förderbonus positiv auswirken.
- ▶ **Geringes Einkommen:** Die Belastung der Haushalte (gemessen am verfügbaren Einkommen) ist stark von der Höhe des Einkommens abhängig. Während der Beispielhaushalt mit hohem Einkommen im Ausgangszustand 2023 im besten Fall nur 4 % seines Einkommens für Wärme und Mobilität ausgibt, ergibt sich bei den Beispielhaushalten mit geringem Einkommen eine Spanne von 15 % bis 35 %. Im Jahr 2030 liegen geringere fossile Energiepreise vor, daher sinkt die Belastung für alle Haushalte gegenüber 2023. Die Belastung nach Umstellung auf klimafreundliche Alternativen hängt von der Preisrelation Strom-/Energiepreis und der Förderung ab. Nach Komplettsanierung und Umstellung auf klimafreundliche Mobilität ergibt sich durch die Investitionen bzw. Umlage auf die Miete sowie die Stromausgaben eine Belastung zwischen 15 % und 30 %.
- ▶ **Soziale Förderung:** Eine höhere Förderung für Haushalte mit geringem Einkommen kann die Belastung deutlich senken und auf ein vergleichbares Niveau zu der Situation ohne Sanierung bzw. Heizungstausch bringen. Für den Heizungstausch wäre für Mietende ein Fördersatz vergleichbar zum sozialen Fördersatz für Eigentümer*innen in Höhe von 70 % der förderfähigen Investitionskosten nötig. Bei Komplettsanierungen würde ein Fördersatz von mind. 40 % (EH-70) bzw. mind. 50 % (EH-55) die Belastung für Haushalte mit geringem Einkommen deutlich senken.

Verkehr:

- ▶ Öffentlicher Verkehr: Der Umstieg vom Pkw auf Bus und Bahn kann sich finanziell lohnen. Steigende Ausgaben für fossile Energien bspw. durch den CO₂-Preis und damit steigende Kosten der fossilen Pkw-Nutzung erhöhen die Attraktivität des ÖPNV. Damit dieser finanzielle Vorteil aber auch zukünftig bestehen bleibt, ist es wichtig, die Kosten für die Nutzung des ÖPNV stabil zu halten und den ÖPNV bedarfsgerecht zu erweitern, so dass möglichst vielen Haushalten auch der Umstieg ermöglicht werden kann.
- ▶ Elektromobilität: Bei einem CO₂-Preis im Jahr 2030 von 101 Euro_{real2022}/t ist ein Antriebswechsel von Verbrenner zu einem E-Auto unter den hinterlegten Energiepreisentwicklungen und Annahmen (über die Kapitalkosten des vorhandenen Pkws und der Fahrleistung) finanziell attraktiv. Dieser Vorteil bei den Betriebskosten des E-Autos gegenüber konventionellen Verbrennerfahrzeugen vergrößert sich zudem mit der Zunahme der Fahrleistung und höheren CO₂-Preisen. Dabei ist es wichtig, einkommensschwache Haushalte im Bedarfsfall bei den notwendigen Investitionen zu unterstützen. Ansonsten können hohe Energiekosten, insbesondere im Szenario mit einem deutlich höheren CO₂-Preis von beispielsweise 240 Euro_{real2022}/t in 2030, vorhandene Ungleichheiten weiter verschärfen.

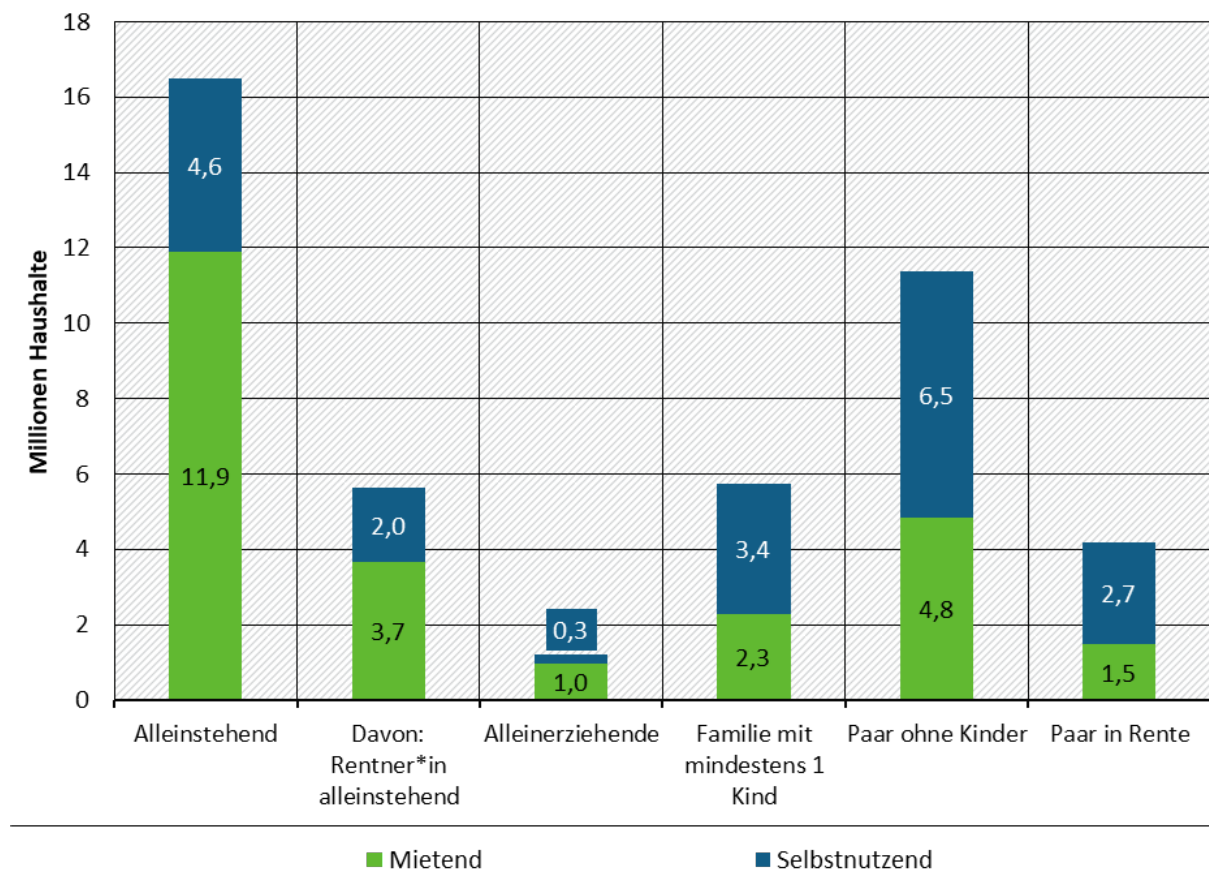
Klimaschutzanstrengungen bedeuten zusätzliche Investitionen, z. B. in Gebäudesanierung, in Heizungstausch oder emissionsarme Mobilität. Sie bedeuten aber auch zusätzliche Einsparungen – insbesondere bei fossilen Heiz- und Kraftstoffen.

Im Gebäudesektor sind die wichtigsten Instrumente, die private Verbraucher*innen betreffen, die 65 %-EE-Regelung und die damit einhergehende Anpassung der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) sowie die Weiterentwicklung energetischer Standards. Im Verkehrssektor sind es die EU-CO₂-Flottenzielwerte für Pkw, die die Elektrifizierung des Fahrzeugbestands beschleunigen werden, und die Einführung des Deutschlandtickets, das zum Umstieg auf den öffentlichen Verkehr anreizen soll. In beiden Sektoren wirkt zudem die CO₂-Bepreisung auf private Verbraucher*innen.

In Kapitel 2 wurde die Bilanz von Kosten und Nutzen aus der systemischen Investoren sicht abgeleitet. In diesem Kapitel betrachten wir die Kosten-Nutzen-Bilanz aus Sicht privater Haushalte und prüfen, wie sich die Bilanz für verschiedene Haushaltstypen gestaltet. Wir beleuchten dafür die Wirkungen veränderter Energiepreise bei konkreten Beispielhaushalten, die sich unterscheiden in Bezug auf die Art und Anzahl der von oder bei ihnen durchgeführten Klimaschutzmaßnahmen. Wir betrachten fünf Beispielhaushalte in verschiedenen Ausprägungen und untersuchen die Wirkungen von einzelnen Klimaschutzinstrumenten sowie einem Bündel an Klimaschutzinstrumenten (zu den Instrumenten siehe auch Harthan et al. 2024b; Harthan et al. 2023).

5.1 Analyse von Beispielhaushalten, Betrachtung einzelner Maßnahmen

Die Analyse von Beispielhaushalten erlaubt einen Blick auf die Streuung von Be- und Entlastungen über Einkommensgruppen oder andere Merkmale hinaus, indem für einen konkreten Beispielhaushalt die Auswirkungen verschiedener Ausgangszustände und Szenarien durchgespielt werden. Die fünf Beispielhaushalte sind in Abbildung 60 in Bezug auf ihre Größenordnung und Relevanz eingeordnet und werden in den folgenden Abschnitten genauer beschrieben.

Abbildung 60: Betrachtete Gruppen von Beispielhaushalten

Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung, Öko-Institut; Datengrundlage sind die Haushaltsdaten der Einkommens- und Verbrauchsstichprobe (EVS) 2018 (FDZ - Forschungsdatenzentren der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder 2018)

5.1.1 Spezifizierung der Beispielhaushalte

In den verschiedenen Ausprägungen haben die Beispielhaushalte unterschiedliche

- ▶ Einkommen
- ▶ Wohnformen (Miete/Eigentum, Art des Gebäudes, Wohnfläche)
- ▶ Ausstattungen (Heizung, Pkw etc.)
- ▶ Pendeldistanzen mit Pkw zur Arbeit oder Pendeln mit dem ÖV, gesamte Fahrleistung pro Jahr
- ▶ aufgrund des Politikinstruments durchgeführte Investitionen (Sanierung, Wärmepumpe, E-Pkw)

Wir unterscheiden Beispielhaushalte, die in einer Mietwohnung wohnen (Tabelle 1 bis Tabelle 4) und Beispielhaushalte, die im eigenen Einfamilienhaus leben (Tabelle 5 bis Tabelle 7). Die Betrachtung der Beispielhaushalte erfolgt für den Status quo im Jahr 2023 sowie für das Jahr 2030, in dem unterschieden wird zwischen einer Situation

- a) **ohne Anpassung in 2030**, in der Haushalte keine Anpassung in Reaktion auf die Klimaschutzinstrumente durchgeführt haben und

b) **mit Anpassung in 2030**, in der auf Klimaschutzinstrumente (oder in Kombination) reagiert wurde und Haushalte Investitionen und Änderungen in Richtung Klimaschutz durchgeführt haben bzw. bei ihnen durchgeführt wurden:

- In Reaktion auf die Novelle des Gebäudeenergiegesetzes führen Eigentümer*innen einen Heizungstausch im selbstgenutzten oder vermieteten Gebäude durch (siehe Abschnitt 5.1.3). Angenommen wird ein Wechsel von einer fossil betriebenen Heizung auf eine Luft-Wärmepumpe (Luft-WP).
- Die Bundesförderung für effiziente Gebäude im Programm Wohngebäude führt zu einer Gesamtanierung des Gebäudes – eigenes Haus oder Mietwohnung - einschließlich eines Heizungstauschs (siehe Anhang A.5.3).
- Die EU-CO₂-Flottenzielwerte bewirken die Anschaffung eines elektrisch betriebenen Fahrzeugs (siehe Abschnitt 5.1.4). Angenommen wird ein Wechsel von einem fossil betriebenen Fahrzeug zu einem Elektroauto (E-Auto).
- Das Deutschlandticket führt zur verstärkten Nutzung des öffentlichen Verkehrs und zur Verringerung der Fahrleistung mit dem eigenen Pkw oder zum Abschaffen des Pkws (siehe Anhang A.5.1).

Wir betrachten diese Instrumente und die Reaktionen individuell und in Kombination (siehe Abschnitt 5.1.5). Die Annahmen inklusive der Verbrauchswerte bzw. Fahrleistungen sind in den folgenden Tabellen dargestellt. Hervorgehoben wird zudem immer die Komponente, die sich gegenüber der Betrachtung ohne Anpassung ändert.

Die Beispielhaushalte, die in Mietwohnungen leben (Tabelle 1 bis Tabelle 4), umfassen vier Haushaltstypen: eine Familie mit 2 Kindern, eine Rentnerin, ein alleinerziehendes Elternteil mit einem Kind sowie einen Single-Haushalt. Diese vier Haushaltstypen wohnen im Ausgangszustand 2023 und im Zustand ohne Anpassung immer in einer Wohnung in einem unsanierten Mehrfamilienhaus, das mit einer Gas- oder Ölheizung beheizt wird. Sie fahren ein Fahrzeug mit Verbrennungsmotor.

Tabelle 1: Beispielhaushalte, die in einer Mietwohnung wohnen – Familie

Zustand	Familie mit 2 Kindern, Kleinstadt, 2 Autos					
	2023	2030	2030	2030	2030	2030
Zustand	Status quo	Ohne Anpassung	Mit Anpassung: Heizungs-tausch	Mit Anpassung: Heizungs-tausch und Gebäude-sanierung	Mit Anpassung: Anschaffung E-Auto	Mit Anpassung: Deutschland-ticket
Wohnfläche (qm)	90	90	90	90	90	90
Gebäude-hülle	Ungedämmt	Ungedämmt	Ungedämmt	Gedämmt (EH-70)	Ungedämmt	Ungedämmt
Heizsystem	Gasheizung	Gasheizung	Luft-WP	Luft-WP	Gasheizung	Gasheizung
Heizenergie-verbrauch (kWh pro Jahr)	16.740	16.740	6.840	2.430	16.740	16.740
Mobilität	Mittelgroßer Benziner & großer Diesel	Mittelgroßer Benziner & großer Diesel	Mittelgroßer Benziner & großer Diesel	Mittelgroßer Benziner & großer Diesel	Mittelgroßer Benziner & großes E-Auto	Mittelgroßer Benziner & großer Diesel & Deutschland-ticket
Fahrleistung (km pro Jahr)	6.000 & 15.000	6.000 & 15.000	6.000 & 15.000	6.000 & 15.000	6.000 & 15.000	3.000 & 8.000

Quelle: Eigene Darstellung, Öko-Institut

Anmerkung: Fett markiert sind die jeweiligen Veränderungen gegenüber dem Ausgangszustand.

Tabelle 2: Beispielhaushalte, die in einer Mietwohnung wohnen – Rentnerin

Zustand	Rentnerin, Stadt, kein Auto			
	2023	2030	2030	2030
Zustand	Status quo	Ohne Anpassung	Mit Anpassung: Heizungstausch	Mit Anpassung: Heizungstausch und Gebäudesanierung
Wohnfläche (qm)	80	80	80	80
Gebäudehülle	Ungedämmt	Ungedämmt	Ungedämmt	Gedämmt (EH-70)
Heizsystem	Ölheizung	Ölheizung	Luft-WP	Luft-WP
Heizenergieverbrauch (kWh pro Jahr)	14.610	14.610	6.080	2.160
Mobilität	Deutschlandticket	Deutschlandticket	Deutschlandticket	Deutschlandticket

Quelle: Eigene Darstellung, Öko-Institut

Anmerkung: Fett markiert sind die jeweiligen Veränderungen gegenüber dem Ausgangszustand.

Tabelle 3: Beispielhaushalte, die in einer Mietwohnung wohnen – Alleinerziehend

Zustand	Alleinerziehendes Elternteil mit einem Kind, Stadt, 1 Auto					
	2023	2030	2030	2030	2030	2030
Zustand	Status quo	Ohne Anpassung	Mit Anpassung: Heizungstausch	Mit Anpassung: Heizungstausch und Gebäudesanierung	Mit Anpassung: Anschaffung E-Auto	Mit Anpassung: Deutschlandticket
Wohnfläche (qm)	75	75	75	75	75	75
Gebäudehülle	Ungedämmt	Ungedämmt	Ungedämmt	Gedämmt (EH-70)	Ungedämmt	Ungedämmt
Heizsystem	Gasheizung	Gasheizung	Luft-WP	Luft-WP	Gasheizung	Gasheizung
Heizenergieverbrauch (kWh pro Jahr)	13.725	13.725	5.700	2.025	13.725	13.725
Mobilität	Mittelgroßer Benziner	Mittelgroßer Benziner	Mittelgroßer Benziner	Mittelgroßer Benziner	Mittelgroßes E-Auto	Deutschlandticket
Fahrleistung (km pro Jahr)	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	

Quelle: Eigene Darstellung, Öko-Institut

Anmerkung: Fett markiert sind die jeweiligen Veränderungen gegenüber dem Ausgangszustand.

Tabelle 4: Beispielhaushalte, die in einer Mietwohnung wohnen – Single

Zustand	Single, Stadt, 1 Auto					
	2023	2030	2030	2030	2030	2030
Zustand	Status quo	Ohne Anpassung	Mit Anpassung: Heizungs-tausch	Mit Anpassung: Heizungs-tausch und Gebäude-sanierung	Mit Anpassung: Anschaffung E-Auto	Mit Anpassung: Deutschland-ticket
Wohnfläche (qm)	75	75	75	75	75	75
Gebäude-hülle	Ungedämmt	Ungedämmt	Ungedämmt	Gedämmt (EH-70)	Ungedämmt	Ungedämmt
Heizsystem	Gasheizung	Gasheizung	Luft-WP	Luft-WP	Gasheizung	Gasheizung
Heizenergie-verbrauch (kWh pro Jahr)	13.725	13.725	5.700	2.025	13.725	13.725
Mobilität	Mittelgroßer Benziner	Mittelgroßer Benziner	Mittelgroßer Benziner	Mittelgroßer Benziner	Mittelgroßes E-Auto	Deutsch-landticket & Mittelgroßer Benziner
Fahrleistung (km pro Jahr)	12.500	12.500	12.500	12.500	12.500	5.000

Quelle: Eigene Darstellung, Öko-Institut

Anmerkung: Fett markiert sind die jeweiligen Veränderungen gegenüber dem Ausgangszustand.

Die Beispielhaushalte, die im eigenen Einfamilienhaus wohnen (Tabelle 5 bis Tabelle 7), umfassen drei Haushaltstypen: eine Familie mit zwei Kindern, ein Paar in Rente und ein Single, z. B. eine Witwe, die im früheren Familienhaus lebt. Auch hier gibt es innerhalb der Haushaltstypen unterschiedliche Zustände: links der Ausgangszustand im Jahr 2023 mit hohen Emissionen, dann folgend der Zustand im Jahr 2030 ohne Anpassung und daher weiterhin hohen Emissionen und in den weiteren Spalten die Zustände im Jahr 2030 mit weniger Emissionen nach Umsetzung von Investitionen oder Verhaltensänderungen in Reaktion auf die Klimaschutzinstrumente.

Tabelle 5: Beispielhaushalte, die im eigenen Einfamilienhaus wohnen – Familie

Zustand	Familie mit 2 Kindern, Land, 2 Autos				
	2023	2030	2030	2030	2030
Zustand	Status quo	Ohne Anpassung	Mit Anpassung: Heizungstausch	Mit Anpassung: Heizungstausch und Gebäudesanierung	Mit Anpassung: Anschaffung E-Auto
Wohnfläche (qm)	120	120	120	120	120
Gebäudehülle	Ungedämmt	Ungedämmt	Ungedämmt	Gedämmt (EH-70)	Ungedämmt
Heizsystem	Ölheizung	Ölheizung	Luft-WP	Luft-WP	Ölheizung
Heizenergieverbrauch (kWh pro Jahr)	30.960	30.960	11.760	3.629	30.960
Mobilität	Mittelgroßer Benziner & großer Diesel	Mittelgroßer Benziner & großer Diesel	Mittelgroßer Benziner & großer Diesel	Mittelgroßer Benziner & großer Diesel	Mittelgroßer Benziner & großes E-Auto
Fahrleistung (km pro Jahr)	6.000 & 15.000	6.000 & 15.000	6.000 & 15.000	6.000 & 15.000	6.000 & 15.000

Quelle: Eigene Darstellung, Öko-Institut

Anmerkung: Fett markiert sind die jeweiligen Veränderungen gegenüber dem Ausgangszustand.

Tabelle 6: Beispielhaushalte, die im eigenen Einfamilienhaus wohnen – Paar in Rente

Zustand	Paar in Rente, Stadtrand, 1 Auto				
	2023	2030	2030	2030	2030
Zustand	Status quo	Ohne Anpassung	Mit Anpassung: Heizungstausch	Mit Anpassung: Heizungstausch und Gebäudesanierung	Mit Anpassung: Anschaffung E-Auto
Wohnfläche (qm)	120	120	120	120	120
Gebäudehülle	Ungedämmt	Ungedämmt	Ungedämmt	Gedämmt (EH-70)	Ungedämmt
Heizsystem	Ölheizung	Ölheizung	Luft-WP	Luft-WP	Ölheizung
Heizenergieverbrauch (kWh pro Jahr)	30.960	30.960	11.760	3.629	30.960
Mobilität	Mittelgroßer Benziner	Mittelgroßer Benziner	Mittelgroßer Benziner	Mittelgroßer Benziner	Mittelgroßes E-Auto
Fahrleistung (km pro Jahr)	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000

Quelle: Eigene Darstellung, Öko-Institut

Anmerkung: Fett markiert sind die jeweiligen Veränderungen gegenüber dem Ausgangszustand.

Tabelle 7: Beispielhaushalte, die im eigenen Einfamilienhaus wohnen – Single

Zustand	Single, Stadt, 1 Auto				
	2023	2030	2030	2030	2030
Zustand	Status quo	Ohne Anpassung	Mit Anpassung: Heizungstausch	Mit Anpassung: Heizungstausch und Gebäudesanierung	Mit Anpassung: Anschaffung E-Auto
Wohnfläche (qm)	75	75	75	75	75
Gebäudehülle	Ungedämmt	Ungedämmt	Ungedämmt	Gedämmt (EH-70)	Ungedämmt
Heizsystem	Gasheizung	Gasheizung	Luft-WP	Luft-WP	Gasheizung
Heizenergieverbrauch (kWh pro Jahr)	19.350	19.350	7.350	2.268	19.350
Mobilität	Mittelgroßer Benziner	Mittelgroßer Benziner	Mittelgroßer Benziner	Mittelgroßer Benziner	Mittelgroßes E-Auto
Fahrleistung (km pro Jahr)	12.500	12.500	12.500	12.500	12.500

Quelle: Eigene Darstellung, Öko-Institut

Anmerkung: Fett markiert sind die jeweiligen Veränderungen gegenüber dem Ausgangszustand.

5.1.2 Annahmen für die Analyse der Beispielhaushalte

Für die Analyse der finanziellen Auswirkungen des Ausgangszustands 2023 und der Zustände in 2030 sind eine Reihe von Annahmen zu den Investitionskosten, zur Umlage der Kosten im Falle von Mietenden, zu möglichen Förderungen, für die wir annehmen, dass sie von den Beispielhaushalten durchgängig in Anspruch genommen werden, sowie zu den Preisen notwendig. Die getroffenen Annahmen werden in den folgenden Tabellen dargelegt. Sie stehen im Einklang mit den Sektormodellen und Rahmendaten (Mendelevitch et al. 2024). Die Tabellen geben auch an, auf Basis welcher Datenquellen und Annahmen die Verbräuche von Erdgas, Heizöl und Strom für das Heizen, sowie von Benzin und Strom für die Mobilität in den verschiedenen Zuständen errechnet werden. Für den CO₂-Preis wird zusätzlich zum Preis im Jahr 2023 in Höhe von 28 Euro_{real2022}/t CO₂ (30 Euro/t CO₂ nominal) und dem CO₂-Preis in Höhe von 101 Euro_{real2022}/t CO₂ (125 Euro/t CO₂ nominal) eine Hochpreis-Sensitivität mit 240 Euro_{real2022}/t CO₂ (296 Euro/t CO₂ nominal) berechnet (vgl. Tabelle 11).

Für selbstnutzende Eigentümer*innen werden die Investitionen¹³ mit einem privaten Zinssatz von 4 % p. a. real über die Lebensdauer der Gebäudehülle (40 Jahre) oder Wärmeversorgung (25 Jahre) annuisiert, d. h. in jährliche Zahlungsströme umgerechnet. Für Mietende werden die umlagefähigen Modernisierungskosten abzüglich der Förderung mit einer

¹³ Dabei legen wir einen Mittelwert aus Vollkosten und energetischen Mehrkosten an. Dies spiegelt wider, dass einige Haushalte im regulären Investitionszyklus sanieren und daher ein Teil der Kosten ohnehin für Instandhaltung anfallen würde, und somit nur die energetischen Mehrkosten für Sanierung oder Heizungstausch zusätzlich anfallen. Andere selbstnutzende Eigentümer*innen dagegen entscheiden sich aufgrund der Förderung oder aus Klimaschutzgründen früher und unabhängig vom Sanierungszyklus und ohnehin anfallenden Instandhaltungsarbeiten (z. B. Neuverputzung, Dachinstandhaltungsarbeiten) für eine energetische Sanierung (z. B. Fassadendämmung oder neues Dach) oder einen Heizungstausch. Für diese Haushalte fallen weniger oder nur anteilige Ohnehin-Kosten für die reguläre Instandhaltung an, so dass durch die Klimaschutzmaßnahme mehr Kosten als nur die energetischen Mehrkosten ausgelöst werden. Der Mittelwert bietet einen Näherungswert zwischen diesen Fällen.

Modernisierungsumlage von 6 % umgelegt. Nach Gesetzesgrundlage (BGB § 559) kann die jährliche Miete um 8 % der für die Wohnung aufgewendeten Kosten erhöht werden. Da dies je nach Marktlage nicht immer in diesem Umfang möglich ist, wird in der vorliegenden Analyse ein geringerer durchschnittlicher Wert von 6 % angesetzt. Die umlagefähigen Modernisierungskosten entsprechen den energetischen Mehrkosten. Dies ist der Fall, wenn im Sanierungszyklus saniert wird und daher Instandhaltungskosten ohnehin angefallen wären. Im Gegensatz zu Kapitel 2 sind in den Rechnungen alle Steuern und Abgaben (inklusive MwSt.) enthalten.

Neben den Kraftstoffkosten, welche sich aus dem spezifischen Verbrauch pro Kilometer und dem korrespondierenden Kraftstoffpreis ergeben, werden noch weitere Pkw-spezifische Kosten berücksichtigt, die sich in fixe und weitere variable von der Laufleistung abhängige Kosten unterteilen. Die Fixkosten umfassen fahrleistungsunabhängige Kosten wie bspw. Versicherung und Kfz-Steuer. Die variablen Kosten umfassen bspw. den Reifenverschleiß und Wartungskosten.

Für die Berechnung der Investitionskosten für ein neues E-Auto wird von einer Kreditfinanzierung und von einer Lebensdauer bzw. Kreditdauer von 15 Jahren und einem Zinssatz von 4 % ausgegangen. Ferner wird selbiger Zinssatz und Lebensdauer bzw. Kreditdauer auch für die Berechnung der jährlichen Investitionskosten des auszutauschenden fossilen Bestandsfahrzeugs angewendet.¹⁴ Die Differenz dieser beiden annuisierten Investitionskosten wird dann als annuisierte Mehrkosten des E-Autos ausgewiesen. In beiden Fällen wird von Kosten für einen Neuwagen ausgegangen.

¹⁴ Aus Gründen der Vergleichbarkeit wird rechnerisch davon ausgegangen, dass das dem Haushalt bereits zur Verfügung stehende Fahrzeug ebenfalls kreditfinanziert ist. So können die vergangene Investition (Kauf fossiler Verbrenner) und die anstehende Investition (Kauf E-Auto) miteinander verglichen werden.

Tabelle 8: Annahmen zu Gebäuden und Gebäudemaßnahmen in der Analyse der Beispielhaushalte – Mehrfamilienhaus

Kleines vermietetes Mehrfamilienhaus (Baujahr 1969-1978)	Wert	Einheit
Endenergieverbrauch Gas ungedämmt	183	kWh/qmWFI/a
Endenergieverbrauch Strom für WP gedämmt (EH-70)	27	kWh/qmWFI/a
Vollkosten energetische Sanierung und Einbau Luft-WP (EH-70)	643	Euro _{real2022} /qmWFI
Energetische Mehrkosten energetische Sanierung und Einbau Luft-WP (EH-70)	234	Euro _{real2022} /qmWFI
Förderung (inkl. WPB-Bonus)	25 %	der Vollkosten
Umlagefähige Kosten unter Annahme, dass diese dem Mittelwert zwischen Vollkosten und energetischen Mehrkosten abzüglich der Förderung entsprechen	278	Euro _{real2022} /qmWFI
Angenommene jährliche Mieterhöhung nach Modernisierung	6 %	der umlagefähigen Kosten
Nur Heizungstausch (2030)		
Endenergieverbrauch Strom für WP (ungedämmt)	76	kWh/qmWFI/a
Vollkosten Heizungstausch	184	Euro _{real2022} /qmWFI
Energetische Mehrkosten Heizungstausch	138	Euro _{real2022} /qmWFI
Förderung für Vermietende (Grundförderung nach BEG)	30 %	der Vollkosten
Umlagefähige Kosten (energetische Mehrkosten abzüglich Förderung)	83	Euro _{real2022} /qmWFI

Quellen: Loga et al. (2015), Hinz (2015), BKI 2023¹⁵, BBSR - Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (2017), Stuible et al. (2017) und eigene Annahmen. Für die Entwicklung der Sanierungskosten zwischen 2025 und 2030 wird angenommen, dass sich der extreme Anstieg der vergangenen Jahre aufgrund von Skaleneffekten abschwächt und sie nominal mit durchschnittlich 2 % pro Jahr steigen. Die Baukosten bis 2024 sind vergleichbar mit WWF Deutschland (2024). Unterschiede begründen sich in unterschiedlichen Modelllogiken und Annahmen zur Abgrenzung von energetischen Mehrkosten gegenüber Ohnehin-Kosten.

Tabelle 9: Annahmen zu Gebäuden und Gebäudemaßnahmen in der Analyse der Beispielhaushalte – Einfamilienhaus

Selbst genutztes Einfamilienhaus (Baujahr 1958-1968)	Wert	Einheit
Endenergieverbrauch Gas ungedämmt	258	kWh/qmWFI/a
Sanierung auf EH-70 (2030)		
Endenergieverbrauch Strom für WP gedämmt (EH-70)	37	kWh/qmWFI/a
Vollkosten Gebäudehülle (EH-70)	1.162	Euro _{real2022} /qmWFI
Energetische Mehrkosten Gebäudehülle (EH-70)	419	Euro _{real2022} /qmWFI
Vollkosten Wärmeversorgung (EH-70)	180	Euro _{real2022} /qmWFI

¹⁵ <https://bki.de/baupreisindex.html>

Selbst genutztes Einfamilienhaus (Baujahr 1958-1968)	Wert	Einheit
Energetische Mehrkosten (EH-70)	100	Euro _{real2022} /qmWFI
Förderung (inkl. WPB-Bonus)	25 %	der Vollkosten
Sanierung auf EH-55 (2030)		
Endenergieverbrauch Strom für WP gedämmt (EH-55)	30	kWh/qmWFI/a
Vollkosten Gebäudehülle (EH-55)	1.213	Euro _{real2022} /qmWFI
Energetische Mehrkosten Gebäudehülle (EH-55)	457	Euro _{real2022} /qmWFI
Vollkosten Wärmeversorgung (EH-55)	201	Euro _{real2022} /qmWFI
Energetische Mehrkosten (EH-55)	121	Euro _{real2022} /qmWFI
Förderung (inkl. WPB-Bonus)	30 %	der Vollkosten
Lebensdauer Gebäudehülle	40	Jahre
Lebensdauer Wärmeversorgung	25	Jahre
Angenommener Zinssatz	4 %	p. a. real
Nur Heizungstausch (2030)		
Endenergieverbrauch Strom für WP (ungedämmt)	98	kWh/qmWFI/a
Vollkosten Heizungstausch	300	Euro _{real2022} /qmWFI
Energetische Mehrkosten Heizungstausch	213	Euro _{real2022} /qmWFI
Förderung für Haushalte mit geringem und mittlerem Einkommen im Jahr 2030 (Grundförderung 30 %, Geschwindigkeitsbonus 14 % ¹⁶ , Einkommensbonus 30 %, max. 70 %)	70 %	der Vollkosten
Förderung für Haushalte mit höherem Einkommen im Jahr 2030 (Grundförderung 30 %, Geschwindigkeitsbonus 14 %)	44 %	der Vollkosten

Quellen: Loga et al. (2015), Hinz (2015), BKI 2023¹⁷, BBSR - Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (2017), Stuible et al. (2017) und eigene Annahmen. Für die Entwicklung der Sanierungskosten zwischen 2025 und 2030 wird angenommen, dass sich der extreme Anstieg der vergangenen Jahre aufgrund von Skaleneffekten abschwächt und sie nominal mit durchschnittlich 2 % pro Jahr steigen. Die Baukosten bis 2024 sind vergleichbar mit WWF Deutschland (2024). Unterschiede begründen sich in unterschiedlichen Modelllogiken und Annahmen zur Abgrenzung von energetischen Mehrkosten gegenüber Ohnehin-Kosten.

Tabelle 10: Annahmen zu Mobilität und Mobilitätsmaßnahmen in der Analyse der Beispielhaushalte

	Wert	Einheit
Verbrauch Benzin mittelgroßer Pkw	0,07	l/km
Verbrauch Benzin großer Pkw	0,08	l/km

¹⁶ Der Geschwindigkeitsbonus beträgt 20 % und wird ab 2029 um jährlich drei Prozentpunkte abgesenkt.

¹⁷ <https://bki.de/baupreisindex.html>

	Wert	Einheit
Verbrauch Diesel großer Pkw	0,08	l/km
Verbrauch Strom mittelgroßer Pkw	0,18	kWh/km
Verbrauch Strom großer Pkw	0,24	kWh/km
Investition E-Auto mittelgroß	26.235	Euro _{real2022}
Investition E-Auto groß	59.085	Euro _{real2022}
Lebensdauer E-Auto	15	Jahre
Fixkosten mittelgroßer Benzin-Pkw	586	Euro _{real2022}
Fixkosten mittelgroßes E-Auto	523	Euro _{real2022}
Fixkosten großer Benzin-Pkw	824	Euro _{real2022}
Fixkosten großes E-Auto	678	Euro _{real2022}
Fixkosten großer Diesel-Pkw	920	Euro _{real2022}
Variable Kosten mittelgroßer Benzin-Pkw	0,06	Euro _{real2022}
Variable Kosten mittelgroßes E-Auto	0,05	Euro _{real2022}
Variable Kosten großer Benzin-Pkw	0,07	Euro _{real2022}
Variable Kosten großes E-Auto	0,07	Euro _{real2022}
Variable Kosten großer Diesel-Pkw	0,07	Euro _{real2022}

Quelle: MMS-Szenario (Harthan et al. 2024a), eigene Annahmen

Die folgende Tabelle 11 umfasst die Preisannahmen für verschiedene Energieträger und für das Deutschlandticket in den Jahren 2023 und 2030. Für das Jahr 2030 werden neben den Energiepreisen der verschiedenen Energieträger bei einem CO₂-Preis von 101 Euro_{real2022} je Tonne auch die Preise einer Sensitivitätsrechnung mit einem CO₂-Preis von 240 Euro_{real2022} je Tonne dargestellt.

Zusätzlich wird für das Jahr 2030 ein **hypothetischer** Preis für jeden Energieträger berechnet, der sich aus dem Preis im Jahr 2023 und dem CO₂-Preisaufschlag des Jahres 2030 zusammensetzt. Dieser Preis isoliert den Effekt der ungewissen Energiepreisentwicklung der Zukunft und zeigt eine Preisentwicklung, die, ausgehend vom Preis für das Jahr 2023, nur die durch den CO₂-Preis bedingte Preissteigerung verdeutlicht. Dies ist unter anderem deshalb erwähnenswert, da die bis zum Jahr 2030 sinkenden Weltmarktpreise für fossile Energieträger dazu führen, dass trotz steigender CO₂-Preise der Preis für Endverbraucher gegenüber dem Jahr 2023 sinkt, wie in der Spalte „Wert 2030 (Rahmendaten)“ ersichtlich. Die sinkenden Weltmarktpreise überkompensieren damit den Anstieg des CO₂-Preises. Besonders deutlich wird dies beim Heizölpreis, der in den Rahmendaten trotz des auf 101 Euro_{real2022}/t CO₂ gestiegenen CO₂-Preises um 2,6 ct/kWh unter dem 2023er Wert liegt.

Tabelle 11: Annahmen zu Energie-, CO₂-Preisen und Deutschlandticket

	Wert 2023	Wert 2030 (Rahmen-daten)	Wert 2030 (hypothetisch: Energiepreise 2023 + CO ₂ -Preisaufschlag des Jahres 2030)	Einheit
Gas inkl. 28 Euro _{real2022} /t CO ₂ laut Gaspreisbremse	11,3			ct _{real2022} /kWh
Gas inkl. 101 Euro _{real2022} /t CO ₂		10,1	13,1	ct _{real2022} /kWh
Gas inkl. 240 Euro _{real2022} /t CO ₂ Sensitivität		13,4		ct _{real2022} /kWh
Heizöl inkl. 28 Euro _{real2022} /t CO ₂	11,3			ct _{real2022} /kWh
Heizöl inkl. 101 Euro _{real2022} /t CO ₂		8,7	15,5	ct _{real2022} /kWh
Heizöl inkl. 240 Euro _{real2022} /t CO ₂ Sensitivität		13,1		ct _{real2022} /kWh
Benzin inkl. 28 Euro _{real2022} /t CO ₂	178			ct _{real2022} /l
Benzin inkl. 101 Euro _{real2022} /t CO ₂		177	195	ct _{real2022} /l
Benzin inkl. 240 Euro _{real2022} /t CO ₂ Sensitivität		208		ct _{real2022} /l
Diesel inkl. 28 Euro _{real2022} /t CO ₂	163			ct _{real2022} /l
Diesel inkl. 101 Euro _{real2022} /t CO ₂		165	180	ct _{real2022} /l
Diesel inkl. 240 Euro _{real2022} /t CO ₂ Sensitivität		198		ct _{real2022} /l
Wärmepumpen-Strom	26,4			ct _{real2022} /kWh
Wärmepumpen-Strom		25,1	26,4	ct _{real2022} /kWh
Strompreis E-Auto	38,5			ct _{real2022} /kWh
Strompreis E-Auto		34,1	38,5	ct _{real2022} /kWh
Deutschlandticket	49			Euro _{real2022} /Monat

Quellen: BMWK (05.04.2023), Destatis (2022a), Destatis (2023b), Mendelevitch et al. (2024), eigene Annahmen

5.1.3 Novelle Gebäudeenergiegesetz (GEG) in Verbindung mit der Anpassung der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) - Heizungsförderung

Die Novelle des Gebäudeenergiegesetzes bewirkt, dass neu eingebaute Heizungen einen Anteil von mindestens 65 % erneuerbaren Energien haben. Damit verbunden ist eine Veränderung der Förderstruktur für den Heizungstausch. Für selbstnutzende Eigentümer*innen gibt es neben einer Grundförderung von 30 % noch einen Klimageschwindigkeitsbonus von 20 %, der allerdings ab dem Jahr 2029 um jährlich drei Prozentpunkte gesenkt wird und im Jahr 2030 nur noch 14 % beträgt. Selbstnutzende Eigentümer*innen mit einem zu versteuernden Einkommen

bis zu 40.000 Euro können noch einen sozialen Einkommensbonus von 30 % erhalten, in Summe sind maximal jedoch 70 % Förderung möglich. Vermietenden Eigentümern*Eigentümerinnen steht die Grundförderung zu. Auch die Umlage der Modernisierungskosten nach § 559 BGB wurde in Bezug auf den Heizungstausch angepasst. Vermieter*innen dürfen weiterhin 8 % der Modernisierungskosten umlegen, wenn keine Förderung in Anspruch genommen wird, und 10 % nach § 559 e BGB, wenn sie Förderung in Anspruch genommen haben. Die Erhöhung der Miete ist auf 0,5 €/qm/Monat innerhalb von sechs Jahren begrenzt (Kappungsgrenze).

5.1.3.1 Mietende

Zunächst werden die jährlichen Kosten, Einsparungen und Belastungen von Beispielhaushalten in Mietwohnungen für die Jahre 2023 und 2030 analysiert. Es werden eine Familie mit zwei Kindern und zwei Autos in einer Kleinstadt, eine Rentnerin ohne Auto in der Stadt, ein alleinerziehendes Elternteil mit einem Kind, mit Auto und in der Stadt und ein jüngerer Single in der Stadt, der ebenfalls ein Auto besitzt, betrachtet. Die Analyse vergleicht die Ausgangszustände mit Szenarien ohne Anpassungen und solchen mit Anpassungen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 12 und Tabelle 13 dargestellt.

Familie mit zwei Kindern, zwei Autos, in einer Kleinstadt wohnend

Die Familie mit zwei Kindern wohnt in einer Kleinstadt in einer ungedämmten Mietwohnung mit Gasheizung und besitzt sowohl einen mittelgroßen Benzin- als auch einen großen Diesel-Pkw für längere Strecken. Der Heizenergieverbrauch beträgt 16.470 kWh pro Jahr. Im Jahr 2023 verursacht dies Heizenergiekosten von 1.863 Euro, einschließlich 94 Euro an CO₂-Kosten. Für ihre Mobilität gibt die Familie im Jahr 2023 jährlich rund 5.500 Euro aus. Bei einer Fahrleistung von 6.000 km pro Jahr für einen Benzin-Pkw betragen die Kraftstoffkosten 716 Euro, während sie bei 15.000 km pro Jahr für einen Diesel-Pkw 1.890 Euro betragen. Der Anteil des CO₂-Preises beträgt hier 107 Euro. Neben den Kraftstoffkosten fallen zusätzlich Fixkosten für die Autos wie bspw. Kfz-Steuer oder Versicherungen als auch variable Kosten z. B. Reifenverschleiß und Wartungskosten in Höhe von 2.880 Euro an. Insgesamt belaufen sich die jährlichen Gesamtkosten für Mobilität und Heizen, inkl. der CO₂-Kosten, auf 7.348 Euro, was bei einem mittleren Nettoeinkommen von 60.000 Euro 12,2 % des Einkommens entspricht und bei einem geringen Einkommen von 35.000 Euro 21,0 % ausmacht.

Im Jahr 2030, ohne Anpassungen, bleiben die Gebäudehülle und das Heizsystem unverändert. Allerdings sinken die Heizenergiekosten entsprechend der in den Rahmendaten (Mendelevitch et al. 2024) projizierten Entwicklung des Gaspreises (vgl. Tabelle 11) auf 1.657 Euro, obwohl die CO₂-Kosten auf 335 Euro steigen. Die Mobilitätskosten bleiben nahezu konstant, auch wenn die CO₂-Kosten auf 367 Euro steigen. Die Gesamtkosten für Heizen und Mobilität reduzieren sich leicht auf 7.162 Euro. Dies entspricht 10,9 % des mittleren Nettoeinkommens in 2030 von 65.607 Euro und 18,7 % des geringen Einkommens von 38.271 Euro.

Im dritten Szenario, in dem die Heizung auf eine Luft-Wärmepumpe (Luft-WP) umgestellt wurde und Modernisierungskosten mit 6 % pro Jahr nach Abzug der Förderung auf die Miete umgelegt werden, ergeben sich zusätzliche 446 Euro pro Jahr für die Bruttokaltmiete. Gleichzeitig sinkt der Energieverbrauch für die Heizung auf 6.840 kWh pro Jahr. Die Stromkosten für die Luft-Wärmepumpe betragen 1.717 Euro pro Jahr, Kosten für Erdgas und CO₂ entfallen. Die Mobilitätskosten bleiben konstant, so dass die Gesamtkosten für Wärme und Mobilität nun 4.789 Euro betragen. Dies entspricht 7,3 % des mittleren und 12,5 % des geringen Einkommens. Die Kosten sind geringer als in der Status-Quo-Situation im Jahr 2023, aber leicht höher als im Zustand ohne Anpassung für das Jahr 2030. Die Begründung dafür liegt insbesondere in der Annahme über die Entwicklung der relativen Energiepreise (vgl. Tabelle 11). Im Jahr 2023 ist der Wärmepumpenstrompreis 2,3mal so hoch wie der Gaspreis. Bis 2030 sinkt der WP-

Strompreis zwar ab, jedoch weniger stark als der Gaspreis, so dass er im Jahr 2030 2,5mal so hoch wie der Gaspreis ist.

Entscheidend für die Wirtschaftlichkeit des Heizungstauschs ist das Verhältnis von Gas- zum Strompreis. Würde der Strompreis, z. B. durch eine Reform der staatlich bestimmten Strompreisbestandteile, gesenkt, so würde sich die Wirtschaftlichkeit erhöhen. Für die hier betrachtete Beispielfamilie wäre eine Wärmepumpen-Strompreisreduktion um 7 ct/kWh nötig, damit die Kosten (Stromkosten und Modernisierungsumlage) geringer sind als die Gaskosten vor Umstellung.

Würde statt einer Anpassung des Strompreises der Gaspreis im Jahr 2030 auf dem Niveau des Jahres 2023 bleiben und der CO₂-Preis in Höhe von 101 Euro_{real2022} aufgeschlagen (siehe Spalte „Wert 2030 hypothetisch“ in Tabelle 11), so wären die Kosten nach dem Heizungstausch im Jahr 2030 geringer als im Szenario ohne Anpassung. Gleiches gilt, wenn mit den projizierten Rahmendaten der CO₂-Preis im Jahr 2030 auf 240 Euro_{real2022} statt auf 101 Euro_{real2022} steigt.

Alternativ würde eine soziale Förderung mit einem Fördersatz von 70 % – inkl. Geschwindigkeits- und Sozial-Bonus ähnlich wie bei den selbstnutzenden Eigentümern*Eigentümerinnen – dafür sorgen, dass keine Modernisierungsumlage auf Mietende umgelegt würde, und die Warmmiete nach Heizungstausch auf gleichem Niveau bleibt.

Rentnerin zur Miete in einer unsanierten Wohnung in der Stadt wohnend, ohne Auto

Die Rentnerin wohnt in der Stadt, in einer Mietwohnung mit Ölzentralheizung. So entstehen im Jahr 2023 Heizkosten in Höhe von 1.656 Euro, einschließlich 110 Euro an CO₂-Kosten. Für die eigene Mobilität fallen lediglich Ausgaben für den Öffentlichen Verkehr an, da sie über keinen Pkw verfügt. Die Kosten für das Deutschlandticket belaufen sich auf 588 Euro pro Jahr. Die Gesamtkosten für Mobilität und Heizung summieren sich auf 2.244 Euro. Dies entspricht 9,0 % des mittleren Nettoeinkommens von 25.000 Euro und 15,0 % des geringen Einkommens von 15.000 Euro.

Im Jahr 2030 stellt sich die Situation ohne Anpassung aufgrund des deutlich geringeren Heizölpreises besser dar gegenüber dem Jahr 2023. Der Heizölpreis geht von gut 11 auf knapp 9 ct/kWh zurück trotz des höheren CO₂-Preises. Die Kosten für das Deutschlandticket bleiben konstant. Die Gesamtkosten für Wärme und Mobilität betragen dann 1.859 Euro, was 6,8 % des mittleren Einkommens und 11,3 % des geringen Einkommens entspricht und somit dank günstiger Ölpreise niedriger als im Jahr 2023 ausfällt.

Im Szenario mit Anpassung, in der der Gebäudeeigentümer in den Heizungstausch zu einer Luft-Wärmepumpe investiert und die Modernisierungskosten auf die Miete umlegt, steigt die Bruttokaltmiete um 396 Euro pro Jahr. Der Energieverbrauch sinkt auf 6.080 kWh pro Jahr. Die Wärmepumpe wird mit Strom betrieben, die Kosten dafür liegen bei 1.526 Euro und damit aufgrund der angenommenen Preisentwicklungen höher als die Heizölkosten inkl. CO₂-Kosten im Jahr 2030 ohne Heizungstausch. Die Gesamtkosten für Wärme und Mobilität erhöhen sich auf 2.511 Euro, was 9,2 % des mittleren und 15,3 % des geringen Einkommens ausmacht.

Auch für die Rentnerin mit Ölheizung würde sich die Situation deutlich anders gestalten, wenn der Ölpreis im Zeitverlauf nicht zurückginge und das relative Preisverhältnis von Strom zu Öl günstiger wäre. Im hypothetischen Fall, dass die Energiepreise auf dem Niveau von 2023 bleiben und nur der CO₂-Preis auf das Rahmendatenniveau in 2030 ansteigt, würde die Rentnerin sich nach dem Heizungstausch deutlich besserstellen. Ähnlich ist der Effekt, wenn sich der Heizölpreis wie in den Rahmendaten vorgesehen entwickelt, aber der CO₂-Preis deutlich stärker ansteigt. Ab einem CO₂-Preis von 240 Euro_{real2022} im Jahr 2030 würde die Belastung mit 9,2 % bei

mittlerem Einkommen und 15,3 % bei niedrigem Einkommen nach dem Heizungstausch geringer ausfallen als im Szenario ohne Anpassung.

Auch eine Verringerung des Strompreises führt bei der Rentnerin dazu, dass die Kosten nach Heizungstausch nicht steigen. Da der Ölpreis in den Rahmendaten trotz höherem CO₂-Preis stark sinkt, ist entsprechend bei ihr eine deutlich stärkere Strompreisreduktion, hier in Höhe von 10 ct/kWh nötig, um den Ausgleich zu schaffen.

Tabelle 12: Jährliche Kosten, Einsparung und Belastung der Beispielhaushalte in einer Mietwohnung im Jahr 2023 und 2030 – Vergleich Heizung mit fossilen Brennstoffen versus Luft-Wärmepumpe – Teil 1

Jahr	Familie mit 2 Kindern Kleinstadt, 2 Autos			Rentnerin Stadt, kein Auto		
	2023	2030	2030	2023	2030	2030
Zustand	Ausgangszustand	ohne Anpassung	mit Anpassung	Ausgangszustand	ohne Anpassung	mit Anpassung
Wohnfläche (qm)	90	90	90	80	80	80
Gebäudehülle	ungedämmt	ungedämmt	ungedämmt	ungedämmt	ungedämmt	ungedämmt
Heizsystem	Gasheizung	Gasheizung	Luft-WP	Ölheizung	Ölheizung	Luft-WP
Heizenergieverbrauch (kWh pro Jahr)	16.470	16.470	6.840	14.640	14.640	6.080
Pkw	Benziner / Diesel	Benziner / Diesel	Benziner / Diesel	kein Auto	kein Auto	kein Auto
Fahrleistung (km pro Jahr)	6.000 / 15.000	6.000 / 15.000	6.000 / 15.000	-	-	-

Heizenergiekosten in Euro_{real2022}

Gas	1.863	1.657	-	-	-	-
Öl	-	-	-	1.656	1.271	-
davon CO ₂ -Kosten	94	335	-	110	394	-
Strom	-	-	1.717	-	-	1.526

Mobilitätskosten in Euro_{real2022}

Benzin	716	709	709	-	-	-
Diesel	1.890	1.917	1.917	-	-	-
davon CO ₂ -Kosten	107	367	367	-	-	-
Strom	-	-	-	-	-	-
Sonstige Pkw-Kosten (z. B. Wartung & Versicherung)	2.880	2.880	2.880	-	-	-

	Familie mit 2 Kindern Kleinstadt, 2 Autos			Rentnerin Stadt, kein Auto		
ÖV	-	-	-	588	588	588
Investitionskosten in Euro_{real2022}						
Modernisierungs- umlage	-	-	446	-	-	396
Gesamtkosten in Euro_{real2022}	7.348	7.162	7.669	2.244	1.859	2.511
Nettoeinkom- men mittel in Euro_{real2022}	60.000	65.607	65.607	25.000	27.336	27.336
in % Nettoeinkommen	12,2%	10,9%	11,7%	9,0 %	6,8 %	9,2 %
Nettoeinkom- men gering in Euro_{real2022}	35.000	38.271	38.721	15.000	16.402	16.402
in % Nettoeinkommen	21,0 %	18,7 %	20,0 %	15,0 %	11,3 %	15,3 %

Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung, Öko-Institut

Alleinerziehendes Elternteil mit einem Kind, in einer ungedämmten Mietwohnung in der Stadt, ein Auto

Die alleinerziehende Person mit einem Kind lebt ebenfalls in einem ungedämmten Mietshaus in der Stadt. Für ihre 75 m² große Wohnung mit Gasheizung fallen im Jahr 2023 Heizenergiekosten in Höhe von 1.552 Euro pro Jahr an, davon 78 Euro CO₂-Kosten. Die jährlichen Kraftstoffkosten für einen Benzin-Pkw, bei einer Fahrleistung von 10.000 km pro Jahr, belaufen sich auf 1.193 Euro, einschließlich 44 Euro an CO₂-Kosten. Zusätzlich fallen weitere Pkw-Kosten u. a. für Versicherung und Wartung von 1.173 Euro an. Insgesamt betragen die jährlichen Gesamtkosten für Heizen und Mobilität 3.919 Euro, was bei einem mittleren Nettoeinkommen von 40.000 Euro 9,8 % des Einkommens und bei einem geringen Einkommen von 20.000 Euro 19,6 % beträgt.

Im Jahr 2030, ohne Anpassungen, sinken die Heizenergiekosten aufgrund niedrigerer Gaspreise leicht auf 1.381 Euro, obwohl die CO₂-Kosten auf 279 Euro steigen. Die Mobilitätskosten bleiben gleich. Die Gesamtkosten reduzieren sich leicht auf 3.735 Euro, was 8,5 % des mittleren Einkommens von 43.738 Euro und 17,1 % des geringen Einkommens von 21.869 Euro entspricht.

Im dritten Szenario, in dem der Vermieter*die Vermieterin die Heizung durch eine Luft-Wärmepumpe (Luft-WP) getauscht hat und die Modernisierungskosten mit 6 % Modernisierungsumlage auf die Miete umlegt, ergeben sich zusätzliche 372 Euro pro Jahr für die Bruttokaltmiete. Gleichzeitig sinkt der Heizenergieverbrauch auf 5.700 kWh pro Jahr. Die Stromkosten für die Luft-Wärmepumpe betragen 1.431 Euro pro Jahr, Kosten für Erdgas und CO₂ entfallen. Die Mobilitätskosten bleiben konstant, so dass die Gesamtkosten für Wärme und Mobilität nun 4.157 Euro betragen. Dies entspricht 9,5 % des mittleren und 19,0 % des geringen Einkommens. Die Belastung ist bei geringem Einkommen knapp zwei Prozentpunkte höher als im Zustand ohne Anpassung für das Jahr 2030, jedoch geringer als im Ausgangszustand 2023.

Auch für den Alleinerziehenden-Haushalt spielen die relativen Preise, insbesondere die sinkenden Gaspreise eine wesentliche Rolle dafür, dass die Umstellung auf die Luft-Wärmepumpe nicht zu Kosteneinsparungen führt. Wären die Preise im Jahr 2030 wie im Jahr 2023 und würde der CO₂-Preis auf 101 Euro_{real2022} steigen, so würde der Heizungstausch im Jahr 2030 zu Einsparungen führen. Ebenso würde ab einem CO₂-Preis von 230 Euro_{real2022} im Jahr 2030 oder bei einer deutlich höheren sozialen Förderung von 70 % die Belastung nach dem Heizungstausch geringer ausfallen als im Szenario ohne Anpassung. Sollten bei gegebenen Rahmendaten die Strompreise angepasst werden, um den Haushalt im Jahr 2030 nach Heizungstausch gleichzustellen mit der Situation ohne Heizungstausch, so wäre eine Reduktion des Wärmestrompreises von 8 ct/kWh nötig, um die zusätzlichen Kosten für Strom und Mieterhöhung durch Umlage der Modernisierungskosten auszugleichen.

Single, Mietwohnung in der Stadt, ein Auto

Der in der Stadt lebende Single wohnt in einer 75m² großen Mietwohnung. Im Jahr 2023 wird das Haus mit einer Gasheizung beheizt, die 13.725 kWh pro Jahr verbraucht und Heizkosten von 1.552 Euro verursacht, einschließlich 78 Euro an CO₂-Kosten. Die Tankausgaben für einen großen Benzin-Pkw, bei einer Fahrleistung von 12.500 km pro Jahr, betragen 1.492 Euro, einschließlich 55 Euro an CO₂-Kosten. Zusätzlich fallen für den Pkw noch weitere Kosten von 1.320 Euro an. Die Gesamtkosten belaufen sich auf 4.364 Euro. Dies entspricht 5,5 % bzw. 29,1 % des verfügbaren Einkommens.

Im Jahr 2030 ohne Verhaltensanpassungen sinken die Heizkosten aufgrund der in den Rahmendaten (Mendelevitch et al. 2024) projizierten Preisentwicklungen leicht auf 1.381 Euro, wengleich die CO₂-Kosten auf 279 Euro steigen. Die Mobilitätskosten für Benzin bleiben nahezu konstant, obwohl die CO₂-Kosten auf 190 Euro steigen. Die Gesamtkosten für Heizen und Mobilität reduzieren sich auf 4.177 Euro, was 4,8 % des mittleren/hohen Einkommens von 87.475 Euro und 25,5 % des geringen Einkommens von 16.402 Euro entspricht.

Die Umstellung der Heizung auf eine Luft-Wärmepumpe führt zu einer Modernisierungsumlage von 372 Euro pro Jahr. Der Energieverbrauch für die Heizung sinkt auf 5.700 kWh. Die Stromkosten für die Luft-Wärmepumpe betragen 1.431 Euro und liegen leicht höher als die Gaskosten im Falle ohne Anpassung, inkl. CO₂-Kosten. Die Gesamtkosten steigen auf 4.600 Euro, was 5,3 % des hohen Einkommens und 28 % des geringen Einkommens entspricht.

Mit der angenommenen Entwicklung der Preise und Umlage ist die Belastung nach Anpassung leicht höher als ohne Anpassung aber geringer als im Ausgangszustand 2023. Wie in den Beispielen zuvor würde ein höherer Gaspreis, oder ein höherer CO₂-Preis in Verbindung mit dem gesunkenen Gaspreis (ab 240 Euro/t CO₂) oder ein höherer Fördersatz mit folglich geringerer Mieterhöhung dazu führen, dass die Belastung im Jahr 2030 nach dem Heizungstausch geringer ausfällt.

Tabelle 13: Jährliche Kosten, Einsparung und Belastung der Beispielhaushalte in einer Mietwohnung im Jahr 2023 und 2030 – Teil 2

Jahr	Alleinerziehende mit einem Kind Stadt, 1 Auto			Single in der Stadt, 1 Auto		
	2023	2030	2030	2023	2030	2030
Zustand	Ausgangs- zustand	ohne Anpassung	mit Anpassung	Ausgangs- zustand	ohne Anpassung	mit Anpassung
Wohnfläche (qm)	75	75	75	75	75	75
Gebäudehülle	ungedämmt	ungedämmt	ungedämmt	ungedämmt	ungedämmt	ungedämmt
Heizsystem	Gasheizung	Gasheizung	Luft-WP	Gasheizung	Gasheizung	Luft-WP
Heizenergiever- brauch (kWh pro Jahr)	13.725	13.725	5.700	13.725	13.725	5.700
Pkw	Benziner	Benziner	Benziner	Benziner	Benziner	Benziner
Fahrleistung (km pro Jahr)	10.000	10.000	10.000	12.500	12.500	12.500
Heizenergiekosten in Euro_{real2022}						
Gas	1.552	1.381	-	1.552	1.381	-
Öl	-	-	-	-	-	-
davon CO ₂ -Kosten	78	279	-	78	279	-
Strom	-	-	1.431	-	-	1.431
Mobilitätskosten in Euro_{real2022}						
Benzin	1.193	1.181	1.181	1.492	1.477	1.477
Diesel	-	-	-	-	-	-
davon CO ₂ -Kosten	44	152	152	55	190	190
Strom	-	-	-	-	-	-
Sonstige Pkw- Kosten (z. B. Wartung und Versicherung)	1.173	1.173	1.173	1.320	1.320	1.320
ÖV	-	-	-	-	-	-
Investitionskosten in Euro_{real2022}						
Modernisierungs- umlage	-	-	372	-	-	372
Gesamtkosten in Euro_{real2022}	3.919	3.735	4.157	4.364	4.177	4.600

	Alleinerziehende mit einem Kind Stadt, 1 Auto			Single in der Stadt, 1 Auto		
Nettoeinkommen mittel (Alleiner- ziehende), hoch (Single)	40.000	43.738	43.738	80.000	87.475	87.745
in % Nettoeinkommen	9,8 %	8,5 %	9,5 %	5,5 %	4,8 %	5,3 %
Nettoeinkommen gering	20.000	21.869	21.689	15.000	16.402	16.402
in % Nettoeinkommen	19,6 %	17,1 %	19,0 %	29,1 %	25,5 %	28,0%

Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung, Öko-Institut

5.1.3.2 Selbstnutzende Eigentümer*innen

Für selbstnutzende Eigentümer*innen unterscheiden sich die Kosten, Einsparungen und Belastungen durch die Umsetzung der Novelle des Gebäudeenergiegesetzes bezüglich des Heizungstauschs insbesondere in Bezug auf die Fördermodalitäten. Für selbstnutzende Eigentümer*innen ist neben der Grundförderung von 30 % der förderfähigen Kosten noch ein Klimageschwindigkeitsbonus von 20 % möglich, der allerdings ab dem Jahr 2029 um jährlich drei Prozentpunkte gesenkt wird und im Jahr 2030 nur noch 14 % beträgt, sowie für Haushalte mit einem zu versteuernden Einkommen von unter 40.000 Euro ein sozialer Einkommensbonus von 30 %, in Summe maximal jedoch 70 %.

Die Wirkungen werden auch für Beispielhaushalte im selbstgenutzten Eigentum für die Jahre 2023 und 2030 analysiert. Es werden eine Familie mit zwei Kindern auf dem Land in einem ungedämmten Haus mit Ölheizung und zwei Autos, ein Paar in Rente am Stadtrand mit einem Auto in einem unsanierten Haus und eine alleinstehende Person (Single) in einem unsanierten Haus in der Stadt mit einem Auto betrachtet, alle jeweils mit geringem und mittlerem/hohem Einkommen. Die Analyse vergleicht die Ausgangszustände mit Szenarien ohne Anpassungen und solchen mit Anpassungen, in denen in eine Luft-Wärmepumpe investiert wird. Die Ergebnisse sind in Tabelle 14 und Tabelle 15 dargestellt.

Familie mit zwei Kindern im unsanierten Eigenheim auf dem Land mit zwei Autos

Die Familie mit zwei Kindern wohnt in einem Eigenheim, das mit Öl beheizt wird. Im Jahr 2023 beträgt der Heizenergieverbrauch 30.960 kWh pro Jahr, und die Ölheizung verursacht Heizenergiekosten von 3.500 Euro, einschließlich 233 Euro an CO₂-Kosten. Die jährlichen Kraftstoffkosten variieren je nach genutztem Fahrzeug. Bei einer Fahrleistung von 6.000 km pro Jahr fallen für Benzin-Pkw 716 Euro an Benzinkosten und für den für längere Strecken und zum Pendeln genutzten Diesel-Pkw bei 15.000 km pro Jahr 1.890 Euro an. Die Gesamtkosten für Heizenergie und Mobilität belaufen sich auf 8.987 Euro pro Jahr, was bei einem mittleren Nettoeinkommen von 60.000 Euro 15,0 % des Einkommens entspricht, und bei einem geringen Einkommen von 35.000 Euro 25,7 %.

Im Jahr 2030, ohne Anpassungen, bleiben die Gebäudehülle und das Heizsystem unverändert. Die Heizenergiekosten für Öl sinken aufgrund Rahmendatenpreisprojektion auf 2.687 Euro, obwohl die CO₂-Kosten auf 834 Euro steigen. Ebenfalls bleiben die Mobilitätskosten insgesamt nahezu konstant, obwohl die CO₂-Kosten auf 367 Euro steigen. Die Gesamtkosten ohne

Anpassung sinken auf 8.193 Euro. Dies entspricht 12,5 % des mittleren Einkommens von 65.607 Euro und 21,4 % des geringen Einkommens von 38.271 Euro.

Im Szenario für 2030 mit Anpassung investiert die Familie in eine Luft-Wärmepumpe (Luft-WP), wodurch der Heizenergieverbrauch auf 11.760 kWh pro Jahr sinkt. Für den Betrieb der Luft-Wärmepumpe fallen Stromkosten in Höhe von 2.952 Euro an, die CO₂-Kosten entfallen. Die Mobilitätskosten bleiben konstant. Die Gesamtkosten für die Familie mit geringem Einkommen werden auf 8.481 Euro pro Jahr reduziert, da der maximale Fördersatz von 70 % für den Heizungstausch in Anspruch genommen wird. Dies entspricht 22,2 % des geringen Einkommens. Für die Familie mit mittlerem Einkommen liegt das zu versteuernde Einkommen über 40.000 Euro pro Jahr, so dass der Einkommensbonus nicht zur Verfügung steht. Die Förderung ist dann insgesamt bei 44 % der förderfähigen Kosten. Die Gesamtkosten liegen dann bei 9.081 Euro und entsprechen 13,8 % des Einkommens.

Bei gegebenen Annahmen zum CO₂-Preis (2023: 28 Euro_{real2022} und 2030: 101 Euro_{real2022}) und der Förderung (70 % inkl. Einkommensbonus) senkt die Investition in eine Wärmepumpe die Belastung für eine Familie mit geringem Einkommen im Eigenheim daher gegenüber dem Ausgangszustand im Jahr 2023 deutlich. Gegenüber dem Zustand ohne Anpassung im Jahr 2030 liegt die Belastung nur leicht höher (22,2 % gegenüber 21,4 %). Die Förderung wirkt hier dem niedrigen Ölpreis entgegen. Auch für Familien mit höherem Einkommen, die den Einkommensbonus nicht erhalten, ist die Belastung nach dem Heizungstausch geringer als im Jahr 2023, allerdings ist sie leicht höher als in der Situation ohne Anpassung im Jahr 2030 (13,8 % versus 12,5 %).

Wie bei den Beispielhaushalten, die zur Miete wohnen, spielen die Projektionen für die Energiepreise eine wesentliche Rolle für die Wirtschaftlichkeit. Gerade der Ölpreis sinkt in den projizierten Rahmendaten deutlich gegenüber dem Jahr 2023 ab und führt dazu, dass die Investition nicht wirtschaftlich ist. Bliebe der Ölpreis im Jahr 2030 auf dem Niveau von 2023 und würde nur der CO₂-Preis steigen (siehe Spalte „Wert 2030 hypothetisch“ in Tabelle 11), so wäre die Investition in die Wärmepumpe deutlich wirtschaftlich und würde die Belastung senken. Mit dem niedrigen projizierten Ölpreis im Jahr 2030 würde sich erst ab einem CO₂-Preis von 180 Euro_{real2022} für die Familie mit mittlerem Einkommen und ab 135 Euro_{real2022} für die Familie mit niedrigem Einkommen die Investition in die Luft-Wärmepumpe lohnen.

Auch eine Senkung des Strompreises verändert das relative Preisgefüge und verbessert die Wirtschaftlichkeit. Für die Familie mit geringem Einkommen würde eine Verringerung des Wärmepumpen-Strompreises um 3 ct/kWh ausreichen, um die Investition in die Wärmepumpe wirtschaftlich zu machen. Für die Familie mit mittlerem Einkommen ist dies erst ab einer Verringerung um ungefähr 7,5 ct/kWh der Fall, da sie aufgrund der geringeren Förderung höhere Investitionen aufbringen muss.

Paar in Rente am Stadtrand, ein Auto sowie alleinstehende Person in der Stadt, ein Auto – jeweils im Eigenheim

Auch für das Rentnerehepaar im Eigenheim mit Ölheizung sowie die alleinstehende Person im Eigenheim mit Gasheizung bewirkt die Investition in die Luft-Wärmepumpe eine Kosteneinsparung und geringere Belastung gegenüber dem Ausgangszustand im Jahr 2023 wie in Tabelle 14 und Tabelle 15 dargestellt. Gegenüber dem Zustand ohne Anpassung im Jahr 2030 gestaltet sich die Situation aufgrund der sinkenden Energiepreise (Tabelle 11) jedoch anders und unterscheidet sich je nachdem, ob die Ausgangsheizung mit Gas oder Öl befeuert wird.

Für das Paar in Rente mit geringem Einkommen liegt die Belastung durch die Ölheizung bei 23,5 % im Jahr 2023 und nur bei 18,4 % im Jahr 2030 ohne Anpassung. Die Investition in die Luft-Wärmepumpe führt trotz der Förderung von 70 % zu einem Anstieg der Belastung auf

19,5 % im Jahr 2030. Bei mittlerem Einkommen reicht die Förderung nicht aus, um dem niedrigen Ölpreis zu begegnen. Die Belastung ist höher nach Heizungstausch. Auch hier würde ein höherer Ölpreis, bspw. wie im Jahr 2023, die Wirtschaftlichkeit sicherstellen. Gleichfalls würde ein geringerer Strompreis die Wirtschaftlichkeit verbessern.

Für die alleinstehende Person mit geringem Einkommen sinkt die Belastung durch die Erdgasheizung von 33,3 % in 2023 auf 28,9 % im Jahr 2030 ohne Anpassung. Gegenüber der Erdgasheizung lohnt sich der Heizungstausch. Die Belastung ist mit 28,4 % im Jahr 2030 bei hoher Förderung von 70 % geringer als in der Situation vor Heizungstausch. Für den Single mit hohem Einkommen reicht die Förderung knapp nicht aus, um die Wirtschaftlichkeit herzustellen. Ein leicht höherer CO₂-Preis von 160 Euro_{real2022} würde auch bei dem niedrigen Gaspreis in 2030 zur Wirtschaftlichkeit führen oder ein um 4 ct/kWh geringerer Wärmepumpenstrompreis. Ebenso würde das Gaspreisniveau von 2023 mit CO₂-Preis für 2030 eine Wirtschaftlichkeit auch ohne Anpassung des Strompreises bewirken.

Zusammengefasst zeigt die Analyse für selbstnutzende Eigentümer*innen, dass die Investition in ein klimafreundliches Heizsystem Kosteneinsparungen und geringere finanzielle Belastungen mit sich bringen kann, abhängig von der Förderung, dem Einkommen der Haushalte und der Entwicklung der Energie- und CO₂-Preise, insbesondere der relativen Entwicklung von Strom- und Erdgas- bzw. Ölpreis. Die niedrigen projizierten Preise für Erdgas und Heizöl führen dazu, dass die Investition in eine Wärmepumpe in den Haushalten mit Ölheizung nicht wirtschaftlich darstellbar ist, für den Beispieleigentümer mit Erdgasheizung und geringem Einkommen ist der Heizungstausch vorteilhaft, mit hohem Einkommen knapp nicht. Die staatliche Förderung trägt dazu bei, dass die finanzielle Belastung durch die Umstellung auf effizientere und klimafreundlichere Heizsysteme signifikant reduziert wird. Dies ist besonders wichtig für Haushalte mit niedrigem Einkommen, da die relative Belastung durch Heiz- und Mobilitätskosten in diesen Haushalten deutlich höher ist. Die höhere Förderung mit bis zu 70 % bietet hier eine wichtige Unterstützung. Insgesamt gilt: Entscheidend für die Wirtschaftlichkeit ist die Relation von Strom- zu Gaspreis. Je stärker und schneller der CO₂-Preis steigt, desto mehr sparen die betrachteten Beispielgruppen mit einem klimafreundlichen Heizsystem auf Basis einer Wärmepumpe Geld gegenüber der nicht-klimafreundlichen (Gas-/ Öl-) Heizung. Geringere Strompreise begünstigen die Wirtschaftlichkeit.

Tabelle 14: Jährliche Kosten, Einsparung und Belastung der Beispielhaushalte im eigenen Haus im Jahr 2023 und 2030 – Teil 1

Jahr	Familie mit 2 Kindern auf dem Land, 2 Autos			Paar in Rente am Stadtrand, 1 Auto		
	2023	2030	2030	2023	2030	2030
Zustand	Ausgangszustand	ohne Anpassung	mit Anpassung	Ausgangszustand	ohne Anpassung	mit Anpassung
Wohnfläche (qm)	120	120	120	120	120	120
Gebäudehülle	ungedämmt	ungedämmt	ungedämmt	ungedämmt	ungedämmt	ungedämmt
Heizsystem	Ölheizung	Ölheizung	Luft-WP	Ölheizung	Ölheizung	Luft-WP
Heizenergieverbrauch (kWh pro Jahr)	30.960	30.960	11.760	30.960	30.960	11.760

Pkw	Familie mit 2 Kindern auf dem Land, 2 Autos			Paar in Rente am Stadtrand, 1 Auto		
	Benziner / Diesel	Benziner / Diesel	Benziner / Diesel	Benziner	Benziner	Benziner
Fahrleistung (km pro Jahr)	6.000 / 15.000	6.000 / 15.000	6.000 / 15.000	10.000	10.000	10.000
Heizenergiekosten in Euro _{real2022}						
Gas	-	-	-	-	-	-
Öl	3.500	2.687	-	3.500	2.687	-
davon CO ₂ - Kosten	233	834	-	233	834	-
Strom	-	-	2.952	-	-	2.952
Mobilitätskosten in Euro _{real2022}						
Benzin	716	709	709	1.193	1.181	1.181
Diesel	1.890	1.917	1.917	-	-	-
davon CO ₂ - Kosten	107	367	367	44	152	152
Strom	-	-	-	-	-	-
Sonstige Pkw- Kosten (z. B. Wartung und Versicherung)	2.880	2.880	2.880	1.173	1.173	1.173
ÖV	-	-	-	-	-	-
Investitionskosten in Euro _{real2022}						
Annuisierte Investitions- kosten Hei- zungstausch (Fördersatz 70 %)	-	-	24	-	-	24
Annuisierte Investitions- kosten Hei- zungstausch (Fördersatz 44 %)	-	-	623	-	-	623
Gesamtkosten in Euro _{real2022} (niedrige Förderung)	8.987	8.193	9.081	5.868	5.042	5.930
Nettoeinkom- men mittel	60.000	65.607	65.607	32.000	34.990	34.990
in % Nettoeinkommen	15,0 %	12,5 %	13,8 %	18,3 %	14,4 %	16,9 %

	Familie mit 2 Kindern auf dem Land, 2 Autos			Paar in Rente am Stadtrand, 1 Auto		
Gesamtkosten in Euro _{real2022} (hohe Förderung)	8.987	8.193	8.481	5.868	5.042	5.331
Nettoeinkommen gering	35.000	38.271	38.271	25.000	27.336	27.336
in % Nettoeinkommen	25,7 %	21,4 %	22,2 %	23,5 %	18,4 %	19,5 %

Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung, Öko-Institut

Tabelle 15: Jährliche Kosten, Einsparung und Belastung der Beispielhaushalte im eigenen Haus im Jahr 2023 und 2030 – Teil 2

	Alleinstehende Person in der Stadt, 1 Auto		
Jahr	2023	2030	2030
Zustand	Ausgangszustand	ohne Anpassung	mit Anpassung
Wohnfläche (qm)	75	75	75
Gebäudehülle	ungedämmt	ungedämmt	ungedämmt
Heizsystem	Gasheizung	Gasheizung	Luft-WP
Heizenergieverbrauch (kWh pro Jahr)	19.350	19.350	7.350
Pkw	Benziner	Benziner	Benziner
Fahrleistung (km pro Jahr)	12.500	12.500	12.500
Heizenergiekosten in Euro_{real2022}			
Gas	2.188	1.946	-
Öl	-	-	-
davon CO ₂ -Kosten	110	393	-
Strom	-	-	1.845
Mobilitätskosten in Euro_{real2022}			
Benzin	1.492	1.477	1.477
Diesel			
davon CO ₂ -Kosten	55	190	190
Strom	-	-	-
Sonstige Pkw-Kosten (z. B. Wartung und Versicherung)	1.320	1.320	1.320
ÖV	-	-	-
Investitionskosten			
Annuierte Investitionskosten Heizungstausch (Fördersatz 70 %)	-	-	15
Annuierte Investitionskosten Heizungstausch (Fördersatz 44 %)	-	-	390
Gesamtkosten in Euro_{real2022} (niedrige Förderung)	5.000	4.743	5.032
Nettoeinkommen hoch	80.000	87.475	87.475
in % Nettoeinkommen	6,3 %	5,4 %	5,8 %
Gesamtkosten in Euro_{real2022} (hohe Förderung)	5.000	4.743	4.657

	Alleinstehende Person in der Stadt, 1 Auto		
Nettoeinkommen gering	15.000	16.402	16.402
in % Nettoeinkommen	33,3 %	28,9 %	28,4 %

Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung, Öko-Institut

5.1.4 EU-CO₂-Flottenzielwerte für Pkw: Umstieg auf E-Auto

Die EU-CO₂-Flottenzielwerte legen fest, wie viel CO₂ neue Fahrzeuge im Durchschnitt je Autobauer und Jahr emittieren dürfen. Die Grenzwerte fallen sukzessive ab, und die Automobilindustrie wird somit dazu angeregt, Fahrzeuge mit geringerem CO₂-Ausstoß zu entwickeln und auf den Markt zu bringen. Die EU-CO₂-Flottenzielwerte erreichen im Jahr 2035 die Zielmarke von ausgestoßenen Null Gramm CO₂ je Kilometer. Die bis dahin schrittweise wirksame Ambitionssteigerung kann jedoch nicht mehr über das Zulassen klassischer Verbrennerfahrzeuge mit konventionellen Kraftstoffen erfolgen, da diese über einen zu hohen spezifischen Emissionsausstoß verfügen. Die Flottenzielwerte müssen daher für die Automobilindustrie vermehrt über den Absatz von Null-Emissions-Fahrzeugen erfolgen. Das Einhalten der CO₂-Flottenzielwerte liegt in der Verantwortung der fahrzeugproduzierenden Unternehmen. Um etwaige Strafen zu vermeiden, ist davon auszugehen, dass die Flottenzielwerte durch passende Preisgestaltung von Null-Emissions-Fahrzeugen seitens der Unternehmen erreicht werden. Daher werden E-Autos im Zeitverlauf preislich immer attraktiver gegenüber klassischen Verbrenner-Pkw.

Tabelle 16 analysiert die jährlichen Kosten, Einsparungen und Belastungen von Beispielhaushalten in Mietwohnungen für die Jahre 2023 und 2030. Neben dem Ausgangszustand im Jahr 2023 wird auch die Situation für das Jahr 2030 bei gleichem Verhaltensmuster und aktualisierten Preisen diskutiert. Zusätzlich wird für das Jahr 2030 auch eine Verhaltensanpassung der Haushalte dargestellt, indem ein fossil betriebener Verbrenner-Pkw gegen ein emissionsfreies E-Auto ausgetauscht wird.¹⁸

Familie mit zwei Kindern in einer unsanierten Mietwohnung in einer Kleinstadt mit zwei Autos

Die Familie mit zwei Kindern wohnt in einer Kleinstadt in einer ungedämmten Mietwohnung mit Gasheizung und besitzt sowohl einen mittelgroßen Benzin- als auch einen großen Diesel-Pkw für längere Strecken. Der Heizenergieverbrauch beträgt in allen Szenarien 16.470 kWh pro Jahr. Im Jahr 2023 verursacht dies Heizenergiekosten von 1.863 Euro, einschließlich 94 Euro an CO₂-Kosten. Für ihre Mobilität gibt die Familie im Jahr 2023 jährlich rund 5.500 Euro aus. Bei einer Fahrleistung von 6.000 km pro Jahr für einen Benzin-Pkw betragen die Kraftstoffkosten 716 Euro, während sie bei 15.000 km pro Jahr für einen Diesel-Pkw 1.890 Euro betragen. Der Anteil des CO₂-Preises beträgt hier 107 Euro. Insgesamt belaufen sich die jährlichen Gesamtkosten für Mobilität und Heizen, inkl. der CO₂-Kosten, auf 7.348 Euro, was bei einem mittleren Nettoeinkommen von 60.000 Euro 12,2% des Einkommens entspricht und bei einem geringen Einkommen von 35.000 Euro 21,0 % ausmacht.

Im Jahr 2030 ohne Verhaltensanpassungen gegenüber dem Jahr 2023 sinken die Heizenergiekosten entsprechend der projizierten Preisentwicklung auf 1.657 Euro, obwohl die CO₂-Kosten auf 335 Euro steigen. Die Kraftstoffkosten für Benzin und Diesel bleiben wegen sinkender Rohölpreise nahezu unverändert bei 709 bzw. 1.917 Euro, während die CO₂-Kosten

¹⁸ Der Anschaffungszeitpunkt des E-Autos hat Einfluss auf die zu realisierende finanzielle Ersparnis des Haushaltes, da von sinkenden Preisen für E-Autos in den Jahren bis 2030 ausgegangen wird. Somit ist der Austausch des vorhandenen Verbrenners durch ein E-Auto in den Jahren bis zum Jahr 2030, je nach Fahrleistung des Haushaltes, nicht immer finanziell vorteilhaft für den Haushalt.

auf 367 Euro steigen. Der Nettoeffekt reduziert sich leicht auf 7.162 Euro, was 10,9 % bzw. 18,7 % des Haushaltsnettoeinkommens entspricht.

Im dargestellten dritten Szenario mit Anpassungsreaktion im Jahr 2030 behält die Familie die Gasheizung bei, wechselt jedoch zu einem vergleichbaren Elektroauto (E-Auto), da dieses angereizt durch die CO₂-Flottenzielwerte finanziell attraktiv geworden ist. Die Familie entscheidet sich somit für den Erwerb eines E-Autos als Ersatz für das bisherige Dieselfahrzeug, da dieses für die meisten Wege der Familie genutzt wird und demnach eine hohe Jahresfahrleistung aufweist und somit die niedrigeren Kilometerkosten des E-Autos hier zur größtmöglichen finanziellen Einsparungen für den Haushalt führen. Dennoch entstehen durch den E-Autokauf zusätzliche Investitionskosten von 405 Euro pro Jahr gegenüber dem Fall, dass der Haushalt weiter ihren Verbrenner behalten.¹⁹ Die Heizenergiekosten bleiben gleich, aber die Mobilitätskosten ändern sich deutlich. Die Stromkosten für das E-Auto betragen 1.225 Euro, während zeitgleich die Ausgaben für Diesel entfallen. Die Kosten für den Benzin-Pkw bleiben gleich. Neben den Kraftstoffkosten sinken ebenfalls die Fixkosten als auch bspw. die Kosten für Wartungen. Die Kosten sinken somit deutlich und auch unter Berücksichtigung der höheren Investitionskosten lohnt sich der E-Autokauf finanziell für die Familie. Der Nettoeffekt sinkt auf 6.607 Euro, was 10,1 % des mittleren Einkommens und 17,3 % des geringen Einkommens entspricht.

Tabelle 16: Jährliche Kosten, Einsparung und Belastung der Beispielhaushalte in einer Mietwohnung im Jahr 2023 und 2030 – Teil 1

Jahr	Familie mit 2 Kindern Kleinstadt, 2 Autos		
	2023	2030	2030
Zustand	Ausgangszustand	ohne Anpassung	mit Anpassung
Wohnfläche (qm)	90	90	90
Gebäudehülle	ungedämmt	ungedämmt	ungedämmt
Heizsystem	Gasheizung	Gasheizung	Gasheizung
Heizenergieverbrauch (kWh pro Jahr)	16.470	16.470	16.470
Pkw	Benziner / Diesel	Benziner / Diesel	Benziner / E-Auto
Fahrleistung (km pro Jahr)	6.000 / 15.000	6.000 / 15.000	6.000 / 15.000
Heizenergiekosten in Euro _{real2022}			
Gas	1.863	1.657	1.657
Öl	-	-	-
davon CO ₂ -Kosten	94	335	335
Strom	-	-	-
Mobilitätskosten in Euro _{real2022}			

¹⁹ Die zusätzlichen Investitionskosten kommen durch den höheren Anschaffungspreis des E-Autos im Jahr 2030 gegenüber dem Anschaffungspreis des Verbrennerfahrzeuges Anfang der 2020er Jahre.

	Familie mit 2 Kindern Kleinstadt, 2 Autos		
Benzin	716	709	709
Diesel	1890	1917	
davon CO ₂ -Kosten	107	367	91
Strom	-	-	1.225
Sonstige Pkw-Kosten (z. B. Wartung und Versicherung)	2.880	2.880	2.612
ÖV	-	-	-
Investitionskosten in Euro_{real2022}			
Annuierte Mehr-investition gegenüber vorherigem Pkw	-	-	405
Gesamtkosten in Euro_{real2022}	7.348	7.162	6.607
Nettoeinkommen hoch	60.000	65.607	65.607
in % Nettoeinkommen	12,2 %	10,9 %	10,1 %
Nettoeinkommen gering	35.000	38.271	38.721
in % Nettoeinkommen	21,0 %	18,7 %	17,3 %

Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung, Öko-Institut

Tabelle 17 untersucht die jährlichen Kosten, Einsparungen und Belastungen für zwei weitere Beispielhaushalte in Mietwohnungen im Jahr 2023 und 2030.

Alleinerziehendes Elternteil mit einem Kind, in einer ungedämmten Mietwohnung in der Stadt, ein Auto

Die Alleinerziehende mit einem Kind lebt ebenfalls in einem ungedämmten Mietshaus in der Stadt und fährt einen mittelgroßen Benziner. Im Jahr 2023 fallen 1.552 Euro an Energiekosten für die Gasheizung, einschließlich 78 Euro an CO₂-Kosten, an. Die jährlichen Mobilitätskosten für einen Benzin-Pkw, bei einer Fahrleistung von 10.000 km pro Jahr, belaufen sich auf 1.193 Euro Kraftstoffkosten, einschließlich 44 Euro an CO₂-Kosten und 1.173 Euro weitere Pkw bezogene-Kosten wie bspw. Versicherung oder Wartung.. Insgesamt betragen die jährlichen Gesamtkosten, der Nettoeffekt, 3.919 Euro, was bei einem mittleren Nettoeinkommen von 40.000 Euro 9,8% des Einkommens und bei einem geringen Einkommen von 20.000 Euro 19,6 % beträgt.

Im Jahr 2030, ohne Anpassungen, sinken die Heizenergiekosten aufgrund niedrigerer Gaspreise leicht auf 1.381 Euro, obwohl die CO₂-Kosten auf 279 Euro steigen. Die Mobilitätskosten bleiben nahezu konstant bei 2.355 Euro. Der Nettoeffekt reduziert sich leicht auf 3.735 Euro, was 8,5 % des mittleren Einkommens von 43.738 Euro und 17,1 % des geringen Einkommens von 21.869 Euro entspricht.

Im weiteren Szenario für 2030 mit Anpassung entscheidet sich die Alleinerziehende für ein vergleichbares Elektroauto, was zusätzliche Investitionskosten von 274 Euro verursacht. Die Heizkosten bleiben bei 1.381 Euro, während die Mobilitätskosten für Strom 693 Euro betragen. Der Nettoeffekt sinkt auf 3.415 Euro, was 7,8 % des mittleren Einkommens und 15,6 % des geringen Einkommens entspricht. Durch den Kauf eines E-Autos kann die Alleinerziehende ihre

finanzielle Belastung somit um über 300 Euro verringern, was je nach Nettoeinkommen einer Verringerung von bis zu 1,5 Prozentpunkten entspricht.

Single, Mietwohnung in der Stadt, ein Auto

Ähnlich sieht die Situation für den in der Stadt lebenden Single aus. Im Jahr 2023 wird das Haus mit einer Gasheizung beheizt, die 13.725 kWh pro Jahr verbraucht und Heizkosten von 1.552 Euro verursacht, einschließlich 78 Euro an CO₂-Kosten. Die Mobilitätsausgaben für einen großen Benzin-Pkw, bei einer Fahrleistung von 12.500 km pro Jahr, betragen 1.492 Euro Kraftstoffkosten, einschließlich 55 Euro an CO₂-Kosten und 1.320 Euro sonstigen Pkw-Kosten. Der Nettoeffekt beläuft sich auf 4.364 Euro. Dies entspricht 5,5 % bzw. 29,1 % des verfügbaren Einkommens.

Im Jahr 2030 ohne Verhaltensanpassungen sinken die Heizkosten leicht auf 1.381 Euro, wengleich die CO₂-Kosten auf 279 Euro steigen. Die Kraftstoffkosten für Benzin bleiben nahezu konstant bei 1.477 Euro, wenn auch hier die CO₂-Kosten deutlich steigen. Der Nettoeffekt reduziert sich auf 4.177 Euro, was 4,8 % des mittleren/hohen Einkommens von 87.475 Euro und 25,5 % des geringen Einkommens von 16.402 Euro entspricht.

Im Falle, dass sich der Haushalt im Jahr 2030 für ein E-Auto anstelle eines Verbrenners entscheidet, sinken die Mobilitätsausgaben auf 2.071 Euro anstelle der 2.797 Euro. Jedoch entstehen dadurch Investitionsmehrkosten in Höhe von 274 Euro pro Jahr. Der Nettoeffekt sinkt auf 3.725 Euro, was 4,3 % des mittleren/hohen Einkommens und 22,7 % des geringen Einkommens entspricht.

Tabelle 17: Jährliche Kosten, Einsparung und Belastung der Beispielhaushalte in einer Mietwohnung im Jahr 2023 und 2030 – Teil 2

Jahr	Alleinerziehendes Elternteil mit einem Kind Stadt, 1 Auto			Single in der Stadt, 1 Auto		
	2023	2030	2030	2023	2030	2030
Zustand	Ausgangszustand	ohne Anpassung	mit Anpassung	Ausgangszustand	ohne Anpassung	mit Anpassung
Wohnfläche (qm)	75	75	75	75	75	75
Gebäudehülle	ungedämmt	ungedämmt	ungedämmt	ungedämmt	ungedämmt	ungedämmt
Heizsystem	Gasheizung	Gasheizung	Gasheizung	Gasheizung	Gasheizung	Gasheizung
Heizenergieverbrauch (kWh pro Jahr)	13.725	13.725	13.725	13.725	13.725	13.725
Pkw	Benziner	Benziner	E-Auto	Benziner	Benziner	E-Auto
Fahrleistung (km pro Jahr)	10.000	10.000	10.000	12.500	12.500	12.500
Heizenergiekosten in EURO _{real2022}						
Gas	1.552	1.381	1.381	1.552	1.381	1.381
Öl	-	-	-	-	-	-

	Alleinerziehendes Elternteil mit einem Kind Stadt, 1 Auto			Single in der Stadt, 1 Auto		
davon CO ₂ -Kosten	78	279	279	78	279	279
Strom	-	-	-	-	-	-
Mobilitätskosten in Euro _{real2022}						
Benzin	1.193	1.181	-	1.492	1.477	-
Diesel	-	-	-	-	-	-
davon CO ₂ -Kosten	44	152	-	55	190	-
Strom	-	-	693	-	-	897
Sonstige Pkw-Kosten (z. B. Wartung und Versicherung)	1.173	1.173	1.068	1.320	1.320	1.204
ÖV	-	-	-	-	-	-
Investitionskosten in Euro _{real2022}						
Annuisierte Mehrinvestition gegenüber vorherigem Pkw	-	-	274	-	-	274
Gesamtkosten in Euro _{real2022}	3.919	3.735	3.415	4.364	4.177	3.725
Nettoeinkommen hoch	40.000	43.738	43.738	80.000	87.475	87.745
in % Nettoeinkommen	9,8 %	8,5 %	7,8 %	5,5 %	4,8 %	4,3 %
Nettoeinkommen gering	20.000	21.869	21.689	15.000	16.402	16.402
in % Nettoeinkommen	19,6 %	17,1 %	15,6 %	29,1 %	25,5 %	22,7 %

Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung, Öko-Institut

Zusammengefasst lässt sich für alle Beispielhaushalte festhalten, dass sich eine Investition in ein E-Auto im Jahr 2030 immer lohnt, da der Energiebedarf deutlich niedriger ausfällt und somit auch die Kosten und Belastung. Dies ist selbst bei den niedrig angesetzten Kosten für fossile Kraftstoffe aufgrund der Rahmdaten im Jahr 2030 der Fall. Im Fall der selbstnutzenden Eigentümer*innen gibt es keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der finanziellen Wirkungen des Wechsels zur E-Mobilität (siehe A.5.2 für die detaillierte Ergebnistabelle).

5.1.5 Kombinierte Klimaschutzanpassungen der Beispielhaushalte

Es ist davon auszugehen, dass Haushalte, soweit sie über die finanziellen Mittel verfügen und sich ein Umstieg von fossiler Technologie auf emissionsärmere Alternativen auch finanziell rechnet, mit einem Umstieg reagieren. Die folgenden Abbildungen zeigen die Anteile des verfügbaren Einkommens der Beispielhaushalte, welches sie für Wärme (laufende Kosten plus Investitionen bzw. Modernisierungsumlage) bzw. Mobilität (laufende Kosten plus Investitionen) aufwenden müssen für die Szenarien des Ausgangszustands im Jahr 2023, sowie ohne Anpassungs- als auch mit Anpassungsreaktion im Jahr 2030. Die Anpassungsreaktionen der Beispielhaushalte im Jahr 2030 umfassen in diesem Fall die maximal mögliche Ausprägung für Verkehr und Wärme. So wird beispielsweise im Bereich Wärme das Gebäude komplett saniert (siehe Anhang A.5.3) und nicht nur die Heizung getauscht, wie in 5.1.3 dargestellt. Für die Mobilität wird hier von einem Wechsel von Verbrenner-Pkw auf Elektrofahrzeug ausgegangen (siehe Abschnitt. 5.1.4).

5.1.5.1 Mietende

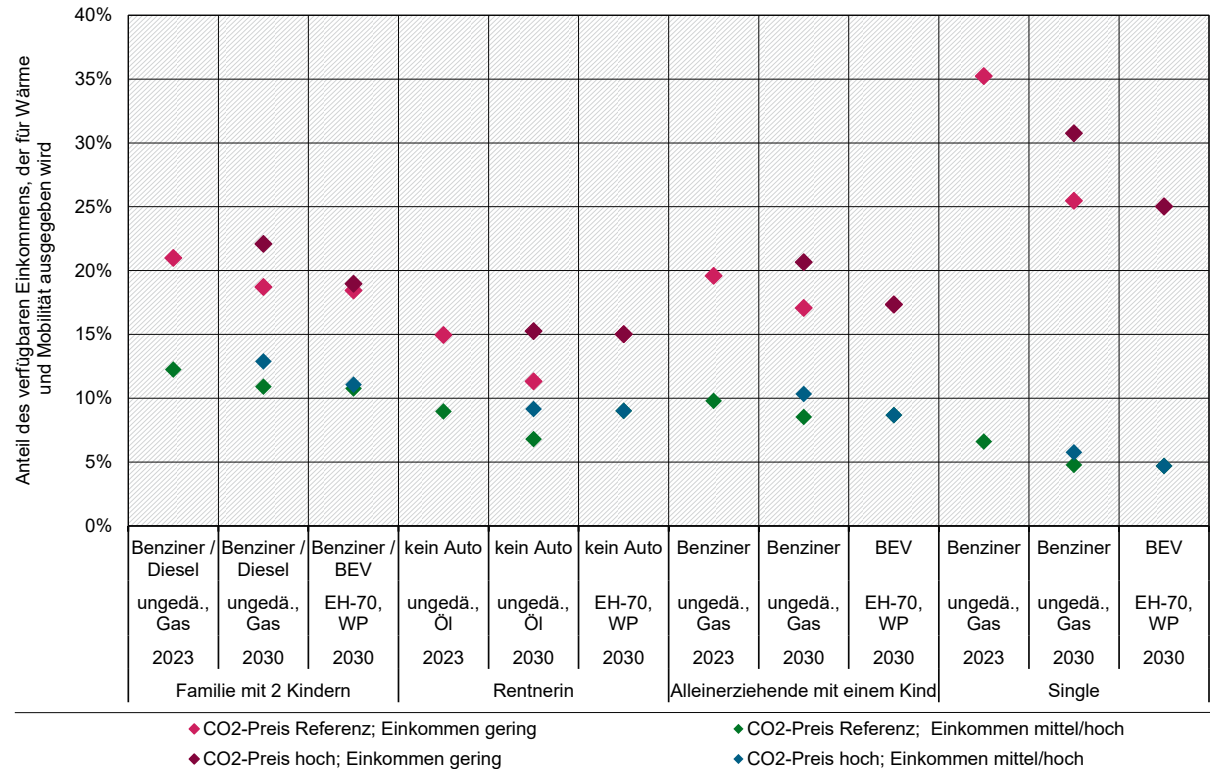
Abbildung 61 umfasst die Ergebnisse der verschiedenen Szenarien der mietenden Beispielhaushalte für die Jahre 2023 und 2030 hinsichtlich des Anteiles ihres verfügbaren Einkommens, den sie für Wärme (laufende Kosten plus Investitionen) bzw. Mobilität (laufende Kosten plus Investitionen) aufwenden müssen. Neben der Referenzentwicklung wird zusätzlich eine Sensitivität betrachtet, bei der ein CO₂-Preis in Höhe von 240 Euro_{real2022} je Tonne im Jahr 2030 angenommen wird. Neben dem Ausgangszustand der Haushalte im Jahr 2023 wird ein Szenario für das Jahr 2030 ohne Anpassungsreaktion sowie ein Szenario mit maximaler Anpassungsreaktion (Sanierung auf EH-70 Standard und Wechsel von fossilbetriebenem Auto auf E-Auto) dargestellt.

Im Jahr 2030 ohne Anpassung ist der Anteil des Einkommens, der für Wärme und Mobilität ausgegeben werden muss, niedriger als im Jahr 2023 trotz des höheren CO₂-Preises im Jahr 2030. Dies ist auf die prognostizierten sinkenden Preise für fossile Energieträger zurückzuführen. Auch gegenüber der Situation mit Anpassung im Jahr 2030 ist die Belastung geringer. So gilt für alle Beispielhaushalte, dass eine Sanierung auf den EH-70 Standard in Kombination mit einem gleichzeitigen Umschwenken auf Elektromobilität in Summe keinen finanziellen Vorteil für die Haushalte bedeutet. Während der Umstieg auf ein E-Auto sich für alle Haushalte lohnt, ist die Komplettsanierung des Wohngebäudes und die damit verbundene Modernisierungsumlage höher als die eingesparten Ausgaben für Energie. Unter der Annahme, dass der CO₂-Preis 240 Euro_{real2022} je Tonne im Jahr 2030 beträgt, dreht sich dieses Verhältnis jedoch um und die kombinierten Anpassungsreaktionen sind für nahezu alle Haushalte auch aus finanzieller Sicht sinnvoll. Eine Ausnahme stellt die Rentnerin in der Stadt dar. Sie verfügt über keinen Pkw und ist daher nur von der Sanierung ihres Wohngebäudes betroffen. Die verringerten Kosten des verringerten Energiebedarfs werden jedoch durch die Modernisierungsumlage überkompensiert, sodass sie höhere Kosten hat als ohne Sanierung.

Es lässt sich feststellen, dass höhere CO₂-Preise die Rentabilität von Klimaschutzmaßnahmen aus der Perspektive der Mietenden unter den hier getroffenen Annahmen steigern. Die reine Gebäudesanierung rechnet sich unter den hier modellierten Annahmen zur Entwicklung der Energiepreise finanziell jedoch für einige Beispielhaushalte erst bei einem CO₂-Preis von ungefähr 240 Euro_{real2022}/t CO₂. Die zusätzlichen Kosten oder Einsparungen durch Klimaschutzmaßnahmen wirken sich bei Haushalten mit niedrigem Einkommen deutlich stärker aus als bei Haushalten mit höherem Einkommen. Dies sollte bei der Gestaltung von Anreiz- und Förderprogrammen berücksichtigt werden. Eine höhere soziale Förderung von 40 % der Investitionskosten, die Mietenden mit geringem Einkommen in Form von geringeren

Mieterhöhungen nach Sanierung, zugutekommt, bewirkt, dass keine zusätzlichen Kosten bzw. sogar Einsparungen für diese Haushalte nach Sanierung entstehen.

Abbildung 61: Anteil des verfügbaren Einkommens, der von Beispielhaushalten in einer Mietwohnung für Wärme und Mobilität aufgewendet wird; Varianten von CO₂-Preis und Einkommen



Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung, Öko-Institut

Anmerkung: CO₂-Preis wird nur im Jahr 2030 auf das hohe Niveau von 240 Euro_{real2022}/t CO₂ angehoben. Daher sind im Jahr 2023 jeweils nur eine Raute für geringes bzw. mittleres/hohes Einkommen zu sehen. Wenn Haushalte im Jahr 2030 komplett auf fossilfreie Technologien umstellen (WP und BEV), bewirkt der CO₂-Preis keinen Kostenunterschied. Die Rauten liegen daher übereinander und nur eine Raute ist jeweils sichtbar. Die Abkürzung „ungedämmtes Haus“ steht für ungedämmtes Haus. Gas, Öl und WP (=Wärmepumpe) für die Heizungstechnologie.

5.1.5.2 Selbstnutzende Eigentümer*innen

Abbildung 62 zeigt die Ergebnisse verschiedener Szenarien für im Eigentum wohnende Beispielhaushalte in den Jahren 2023 und 2030. Diese Szenarien betrachten, welchen Anteil ihres verfügbaren Einkommens die Haushalte für Wärme (laufende Kosten plus annuisierte Investitionen) und Mobilität (laufende Kosten plus annuisierte Investitionen) aufwenden müssen. Zusätzlich zur Referenzentwicklung wird eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt, bei der ein CO₂-Preis von 240 Euro_{real2022}/t CO₂ im Jahr 2030 angenommen wird. Die Darstellung umfasst den Ausgangszustand der Haushalte im Jahr 2023 sowie zwei Szenarien für das Jahr 2030: eines ohne Anpassungsreaktion und eines mit maximaler Anpassungsreaktion (Sanierung auf EH-55 Standard mit Luft-Wärmepumpe und Kauf eines Elektroautos, sofern ein Auto vorhanden ist).

Die Abbildung lässt erkennen, dass Haushalte mit geringem Einkommen in allen Situationen durch die Kosten deutlich stärker belastet sind als Haushalte mit mittlerem/hohem Einkommen.

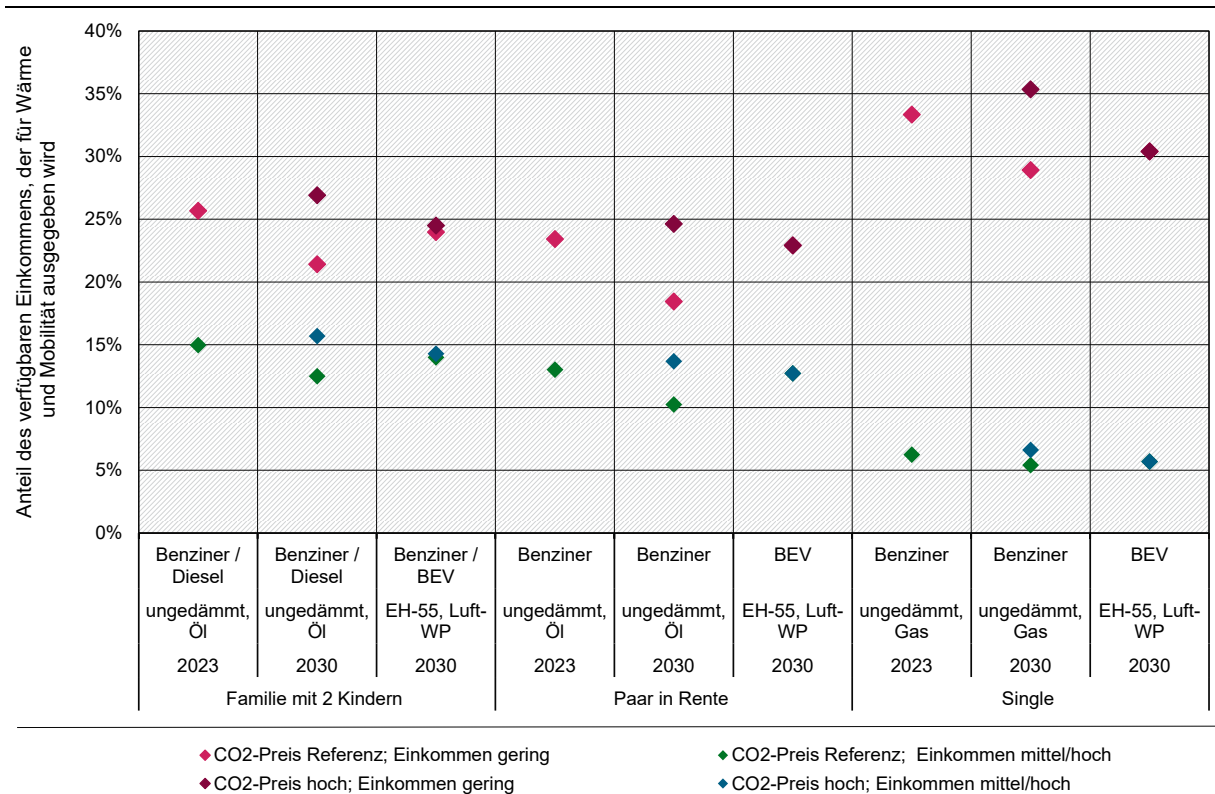
Ähnlich wie für die zur Miete wohnenden Haushalte geben Haushalte, die im eigenen Haus wohnen, im Jahr 2023 anteilig am Einkommen gemessen mehr aus als im Jahr 2030 trotz des

höheren CO₂-Preises im Jahr 2030. Dies ist auf die projizierten sinkenden Preise für fossile Energieträger zurückzuführen. Die Kombination einer Sanierung auf den EH-55 Standard bei gleichzeitigem Umschwenken auf Elektromobilität bringt in Summe keinen finanziellen Vorteil für die Haushalte gegenüber der Situation ohne Anpassung. Dabei ist der Umstieg auf die Elektromobilität zwar für alle Haushalte finanziell attraktiv (vgl. Abschnitt 5.1.4 und A.5.2), die energetischen Mehrkosten der Komplettsanierung des eigenen Hauses auf EH-55 mit Luft-Wärmepumpe jedoch übertreffen die eingesparten Energiekosten (vgl. Abschnitt A.5.3), so dass aus rein finanzieller Sicht kein ausreichender Anreiz zur Komplettsanierung für die Haushalte besteht. Die Förderung für die Effizienzhaussanierung reicht nicht aus, um die Investition wirtschaftlich zu machen. Unter der Annahme eines höheren CO₂-Preises von 240 Euro_{real2022}/t CO₂ im Jahr 2030 verändert sich die Situation. Der Umstieg auf die Elektromobilität und die Sanierung des Eigenheims senken die Belastung für alle Haushalte auf ein vergleichbares Niveau wie ohne Anpassungsreaktion. Für den Singlehaushalt verringert sich die Belastung sogar deutlich.

Es lässt sich feststellen, dass höhere CO₂-Preise die Rentabilität von Klimaschutzmaßnahmen aus der Perspektive der selbstnutzenden Eigentümer*innen unter den hier getroffenen Annahmen steigern. Die reine Gebäudesanierung wird für die meisten Beispielhaushalte jedoch erst ab einem CO₂-Preis von 240 Euro_{real2022}/t CO₂ auch mit der angenommenen Förderung finanziell vorteilhaft gegenüber einer Situation ohne Sanierung. In Kombination mit dem Umstieg im Mobilitätsverhalten ist auch schon bei einem Preis von 200 Euro_{real2022}/t CO₂ eine Wirtschaftlichkeit gegeben.

Es ist auch festzuhalten, dass die zusätzlichen Kosten oder Einsparungen durch Klimaschutzmaßnahmen sich bei Haushalten mit niedrigem Einkommen deutlich stärker auswirken als bei Haushalten mit höherem Einkommen. Dies sollte ebenfalls bei der Gestaltung von Anreiz- und Förderprogrammen berücksichtigt werden. Eine sozial ausgestaltete Förderung für die Gebäudesanierung mit einem Fördersatz von 50 % für Haushalte mit geringem Einkommen bewirkt bei gegebenen Preisprojektionen, dass Sanierungen bei Haushalten mit geringem Einkommen ohne zusätzliche Belastung gegenüber dem Ausgangszustand im Jahr 2023 bzw. dem Zustand ohne Anpassung im Jahr 2030 durchgeführt werden können.

Abbildung 62: Anteil des verfügbaren Einkommens, der von Beispielhaushalten im eigenen Haus für Wärme und Mobilität aufgewendet wird; Varianten von CO₂-Preis und Einkommen



Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung, Öko-Institut

Anmerkung: CO₂-Preis wird nur im Jahr 2030 auf das hohe Niveau von 240 Euro_{real2022}/t CO₂ angehoben. Daher sind im Jahr 2023 jeweils nur eine Raute für geringes bzw. mittleres/hohes Einkommen zu sehen. Wenn Haushalte im Jahr 2030 komplett auf fossilsfreie Technologien umstellen (WP und BEV), bewirkt der CO₂-Preis keinen Kostenunterschied. Die Rauten liegen daher übereinander und nur eine Raute ist jeweils sichtbar. Die Abkürzungen Gas, Öl und WP (=Wärmepumpe) stehen für die Heizungstechnologie.

5.2 Fazit Verteilungsanalyse

Die Ergebnisse der Verteilungsanalyse der verschiedenen Politikinstrumente im Verkehrs- und Gebäudesektor sind ambivalent. Während die Klimaschutzinstrumente im Mobilitätsbereich dazu führen, dass E-Autos finanziell attraktiver werden, so dass sich ein Umstieg für die Haushalte in fast allen Fällen auch finanziell lohnt, sind Kosteneinsparungen durch Sanierungen im Gebäudebereich auch mit bestehender Förderung unter den gegebenen Rahmenbedingungen für die Energiepreisentwicklungen im Jahr 2030 nicht gegeben. Der Streuung der Effekte widmen wir uns in der Betrachtung von Beispielhaushalten. Dabei werden fünf verschiedene Haushaltstypen in verschiedenen Zuständen betrachtet. Sie unterscheiden sich in Bezug auf ihr Einkommen, die Wohnform, das Mobilitätsverhalten und die durchgeführten Klimaschutzmaßnahmen. Wir vergleichen den Status quo im Jahr 2023 mit der Situation im Jahr 2030, zum einen wenn Haushalte keine Anpassung durchführen und zum anderen wenn aufgrund der Klimaschutzinstrumente das Wohngebäude saniert wird und das Mobilitätsverhalten verändert wird. Verglichen werden also die Kosten, Einsparungen und Nettobelastung verschiedene Zustände zu einem gegebenen Zeitpunkt.

Die in den Projektionen zugrunde gelegten Rahmendaten für die Energiepreisentwicklung weisen im Jahr 2030 geringere Endverbraucherpreise für fossile Brenn- und Kraftstoffe auf als

im Jahr 2023 und dies trotz eines deutlich höheren CO₂-Preises (vgl. Tabelle 11). Mit diesen geringen fossilen Energiepreisen sinkt die Kostenbelastung für Heizen und Mobilität für alle Haushalte im Jahr 2030 gegenüber der Belastung im Ausgangsjahr 2023 und dies, ohne dass Haushalte ihr Verhalten anpassen oder in Klimaschutz investieren. Werden Sanierungen durchgeführt, so liegen die Kosten (laufende Kosten und annuisierte Investitionskosten) höher als in der Situation ohne Anpassung. Erst bei einem CO₂-Preis von ca. 240 Euro_{real2022}/t CO₂ gestaltet sich die Situation nach Sanierungsinvestition in der einzelwirtschaftlichen Betrachtung unter den getroffenen Annahmen vergleichbar zur Situation ohne Anpassung. Der Umstieg auf ein E-Fahrzeug dagegen stellt sich auch bei geringeren CO₂-Preisen bereits wirtschaftlich dar. Die höhere Effizienz führt zu deutlich niedrigeren Betriebskosten, demgegenüber steht aber ein höherer Anschaffungspreis, der jedoch überkompensiert wird. Der Erwerb eines Deutschlandtickets lohnt sich teilweise für die Haushalte, je nach laufenden Kosten des genutzten Autos und der Anzahl an Personen im Haushalt, die auf das Auto angewiesen sind. Mangels adäquater Angebote, insbesondere auf dem Land, haben einige Haushalte allerdings nicht die Möglichkeit, auf den ÖV umzusteigen. Daher werden weitere flankierende Maßnahmen benötigt, um das Angebot bedarfsgerecht zu erweitern.

Es wird deutlich, dass die Belastung der Haushalte (gemessen am verfügbaren Einkommen) nicht nur von den relativen Preisen und der Förderung, sondern auch von der Höhe des Einkommens abhängt. Während der Beispielhaushalt mit hohem Einkommen im besten Fall nur rund 5 % seines Einkommens für Wärme und Mobilität ausgibt, sind es bei einem Beispielhaushalt mit geringem Einkommen im extremsten Fall über ein Drittel des verfügbaren Einkommens. Eine sozial gestaffelte Sanierungsförderung mit höheren Fördersätzen für Haushalte mit geringem Einkommen kann die Belastung für diese Haushalte deutlich und nachhaltig senken. Haushalte sind dann resilient gegenüber steigenden CO₂-Preisen. Höhere Mieten bzw. Investitionskosten im Eigenheim werden durch geringere (CO₂-freie) Heizkosten ausgeglichen.

Im Mobilitätsbereich kann durch einen Umstieg von einem Pkw mit Verbrennungsmotor auf einen Pkw mit Elektroantrieb die finanzielle Belastung signifikant gesenkt werden, was insbesondere beim sukzessive steigenden CO₂-Preis immer relevanter wird, wenn dadurch die Kraftstoffpreise steigen. Um hier gesondert Haushalten mit geringem Einkommen einen solchen Umstieg zu ermöglichen, die nicht die Möglichkeit auf den Umstieg zum ÖV haben, ist es ratsam, Unterstützung beim Erwerb eines E-Pkw zu leisten. Letzteres kann sowohl durch gezielte Förderung für Neuwagen wie bspw. Social Leasing erfolgen als auch durch eine Förderung beim Kauf eines gebrauchten E-Autos. Haushalte, die diese Investitionen aufgrund ihres niedrigen Einkommens nicht leisten können, aber auf ihren Pkw angewiesen sind, werden ansonsten aufgrund der steigenden Kraftstoffkosten umso stärker belastet, was die bestehende Ungleichheit verschärfen würde.

6 Zusammenfassendes Fazit

Dieses Kapitel basiert auf der Folgenabschätzung zum Projektionsbericht 2023 (Schumacher et al. 2024) und wurde entsprechend für die Projektionen 2024 aktualisiert.

Die sozio-ökonomische Folgenabschätzung vergleicht zwei Szenarien, das MWMS mit dem MMS des Projektionsberichts 2024, in Hinblick auf den Investitionsbedarf und die Kosteneinsparungen sowie die gesamtwirtschaftliche Wirkung durch Veränderungen in den Sektoren Energie, Industrie, Gebäude und Verkehr. Die Analyse wird ergänzt durch die Abschätzung von Arbeitsmarkteffekten in ausgewählten Branchen und die Verteilungswirkungen verschiedener Instrumente in den Sektoren Gebäude und Verkehr.

Der Blick auf das Zusammenspiel aus allen betrachteten Sektoren zeigt, dass Mehrinvestitionen insbesondere in die Gebäudehüllen bei Sanierung und Neubau, in erneuerbare Energien und in die Elektrifizierung von Heizung, Prozesswärme und Fahrzeugbestand anfallen werden. Dagegen wird weniger in fossile Technologien investiert. Das Investitionsniveau weist im Vergleich zwischen den Szenarien vor allem Unterschiede in den Investitionen für Wasserstofftechnologien und in die Gebäudehülle aus. Im MWMS wird deutlich mehr in Wasserstoffkraftwerke investiert als im MMS. Außerdem ziehen höhere Anforderungen an Gebäudestandards im MWMS höhere Investitionen nach sich, sowohl bei der Sanierung als auch beim Neubau. Gleichzeitig sind über die Zeit deutliche Kosteneinsparungen durch einen abnehmenden Einsatz von fossilen Energieträgern zu erwarten. Mit Energiepreisen auf Höhe der projizierten Preispfade werden die steigenden Betriebskosten für Strom aus erneuerbaren Energiequellen durch die Kosteneinsparungen bei fossilen Technologien bis 2050 deutlich überkompensiert. Die vermehrte Fokussierung auf teure Wasserstofftechnologien und höhere Gebäudestandards im MWMS, um weitere Treibhausgasreduzierungen zu bewirken, bringen unter den angenommenen Preispfaden keine weiteren Kosteneinsparungen mit sich. Die zusätzlichen Investitionen im MWMS können daher gemäß den Projektionen auf einzelwirtschaftlicher Ebene nicht über Betriebskosteneinsparungen kompensiert werden.

Bei der gesamtwirtschaftlichen Betrachtung ändert sich die Situation. Die Mehrinvestitionen bewirken eine zusätzliche Nachfrage nach Produkten und Dienstleistungen und bedeuten damit für die gesamtwirtschaftliche Analyse einen positiven Impuls auf die Bruttowertschöpfung und die Beschäftigung in Deutschland. Auch die veränderte Konsumnachfrage, sowie die Änderungen bei den Vorleistungen wirken positiv auf die Bruttowertschöpfung und Beschäftigung. Die Nachfrage nach neuen Technologien und (zu großen Teilen heimisch erzeugten) erneuerbaren Energien übersteigt den Nachfragerückgang nach fossilen Technologien und (größtenteils importierten) Kraftstoffen. Insbesondere die Mehrinvestitionen und der positive Effekt auf die Handelsbilanz wirken sich positiv auf die Gesamtwirtschaft in Deutschland aus. Die zusätzlichen Maßnahmen im MWMS führen zu einem etwas höheren BIP als im MMS. Die positive Abweichung des BIP im MWMS im Vergleich zum MMS nimmt zunächst zu, erreicht in 2035 mit knapp 1 % einen Höhepunkt und nimmt dann wieder ab, bleibt aber positiv. Leicht negative Effekte (unter -0,1 %) zeigen sich lediglich in einer Sensitivität unter Annahme starker Verdrängung von Investitionen.

Während die aggregierten Gesamteffekte überschaubar sind, ergeben sich deutlichere strukturelle Verschiebungen zwischen verschiedenen Wirtschaftsbereichen. Die Bruttowertschöpfung und Beschäftigung in den Bereichen wirtschaftliche Dienstleistungen, Baugewerbe, Maschinenbau, sonstiges verarbeitendes Gewerbe und energieintensive Industrie ist im MWMS höher als im MMS. Diese Bereiche erfahren zusätzliche Nachfrage. Die Struktur der Abweichungen zwischen den Wirtschaftszweigen ist in den betrachteten Sensitivitäten

überwiegend ähnlich. Die Sensitivität zur verstärkten Verdrängung von Investitionen zeigt generell eine andere Struktur positiv und negativ betroffener Wirtschaftszweige.

Zur Analyse der Arbeitsmarkteffekte werden die zukünftigen Auswirkungen der Investitionen in ausgewählte Technologien im MWMS analysiert. Dies sind elektrifizierte Fahrzeuge, Gebäudehülle, Wärmepumpen und Wind Onshore. Die Ergebnisse zeigen, dass sich die Investitionen in diese Technologien aufgrund der starken Verflechtung der Wirtschaftszweige untereinander auf zahlreiche Wirtschaftszweige und Tätigkeiten innerhalb Deutschlands auswirken. Es entsteht insbesondere Fachkräftebedarf und ein hoher Bedarf an „unterstützenden“ Tätigkeiten, z. B. Dienstleistungen. Ein signifikanter Anteil des durch die Investitionen generierten Arbeitskräftebedarfs bezieht sich auf Berufskategorien, die heute als Engpassberufskategorien gelten. Gemäß der Projektion, die die zukünftigen Investitionen über die heutige Arbeitsmarktstruktur auf die zukünftigen Arbeitskräftebedarfe projiziert, entstehen die größten Arbeitskräftebedarfe in den folgenden Wirtschaftszweigen: Vorbereitende Baustellen-, Bauinstallations- und sonstige Ausbaurbeiten, Elektrische Ausrüstungen, Glas und Glaswaren, Kraftwagen und -teile. Maschinenbau und Betriebstechnik sowie Industrielle Glasherstellung und -verarbeitung sind die gemäß der Projektion am stärksten betroffenen Tätigkeiten.

Im Rahmen der Verteilungsanalyse wurde untersucht, wie sich die Kosten-Nutzen-Bilanz aus Sicht privater Haushalte darstellt. Dabei werden konkrete Beispielhaushalte betrachtet, die sich unterscheiden in Bezug auf die Haushaltsgröße, ihr Einkommen, die Wohnform und das Mobilitätsverhalten. Wir vergleichen den Status quo im Jahr 2023 mit der Situation im Jahr 2030, zum einen, wenn Haushalte keine Anpassung durchführen und zum anderen, wenn aufgrund der Klimaschutzinstrumente das Wohngebäude saniert wird und das Mobilitätsverhalten verändert wird.

Die Betrachtung der Beispielhaushalte zeigt einerseits, dass die gesamte Belastung gerade für Haushalte mit geringem Einkommen durchaus hoch sein kann. Andererseits zeigt sich aber auch, dass insbesondere bei hohen CO₂-Preisen deutliche Entlastungen durch Klimaschutzmaßnahmen entstehen können. Wichtige Treiber für die Höhe der zusätzlichen Einsparungen oder Kosten sind die Annahmen zum Gaspreis und seiner Relation zum Strompreis. Im Gebäudesektor spielt außerdem die Förderung eine große Rolle und wie hoch die Mieterhöhung nach Modernisierung ausfällt. In der Betrachtung der Beispielhaushalte wird deutlich, dass mit dem angenommenen Rückgang der Preise für Rohöl und Erdgas trotz des CO₂-Preises im Jahr 2030 von 101 Euro_{real2022}/t CO₂ die betrachteten Sanierungen auf EH 55/70-Standard im Gebäudesektor aus Sicht von selbstnutzenden Eigentümern*Eigentümerinnen und Mietenden nicht kostenneutral sind. Bei einem deutlich höheren CO₂-Preis von ca. 240 Euro/t CO₂ sind dagegen alle bei den Beispielhaushalten betrachteten Klimaschutzmaßnahmen im Gebäudesektor unter den hier getroffenen Annahmen rentabel. Auch ein geringerer Strompreis und die damit günstigere Relation zwischen Strompreis und Erdgas-/Heizölpreis verbessert die Wirtschaftlichkeit. Ebenso wirkt eine höhere Förderung für Gesamtsanierungen oder für Heizungstausch im Mietwohnbereich deutlich positiv. Dies hat Auswirkungen auf die (sozial differenzierte) Ausgestaltung von Anreiz- und Förderprogrammen, die den wichtigsten Hebel bieten, um Haushalte nachhaltig vor hohen Kosten zu schützen.

Die sozio-ökonomische Folgenabschätzung zeigt durch die Kombination von aggregierten und spezifischen Analysen die Bandbreite der möglichen Effekte durch mehr Klimaschutz aus verschiedenen Perspektiven auf. Die Wirkungen entfalten sich nicht gleichmäßig über die betrachteten Sektoren, Wirtschaftsbereiche, Technologien und Haushaltstypen. Besonderes Augenmerk ist auf die Bereiche zu legen, die von hohen Zuwächsen profitieren oder mit deutlichen Nachfragerückgängen konfrontiert sind. Aspekte wie der Fachkräftemangel in der

Bereitstellung besonders nachgefragter Technologien oder die unterschiedliche Belastung von Beispielhaushalten müssen für die Einordnung aggregierter und gesamtwirtschaftlicher Wirkungen aus ökonomischer Perspektive unbedingt gegenübergestellt werden.

7 Quellenverzeichnis

BBSR - Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (2017): EnEV 2017 – Vorbereitende Untersuchungen (BBSR-Online-Publikation, 16/2017). BBSR - Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Hg.). Bonn. Online verfügbar unter https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/bbsr-online/2017/bbsr-online-16-2017-dl.pdf?__blob=publicationFile&v=1, zuletzt geprüft am 16.02.2024.

BMWK - Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (05.04.2023): Bundeskabinett verabschiedet Anpassungsnovelle für Energiepreisbremsen. Online verfügbar unter <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2023/04/20230405-bundeskabinett-verabschiedet-anpassungsnovelle-fur-energiepreisbremsen.html>, zuletzt geprüft am 14.11.2023.

Bundesagentur für Arbeit (2023): Fachkräfteengpassanalyse 2022 – Deutschland und Länder - Ergebnisse Bund. Online verfügbar unter <https://statistik.arbeitsagentur.de/DE/Navigation/Footer/Top-Produkte/Fachkraefteengpassanalyse-Nav.html>, zuletzt geprüft am 22.11.2023.

Bundesagentur für Arbeit (Hg.) (2022): Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte am Arbeitsort nach Berufen KldB 2010 und Wirtschaftszweigen WZ 2008 sowie nach dem Anforderungsniveau - Statistik der Bundesagentur für Arbeit, Sonderauswertung mit Auftragsnummer 327653 (nicht öffentlich verfügbar).

Bundesagentur für Arbeit (o.J.): KldB 2010 – Überarbeitete Fassung 2020. Online verfügbar unter <https://statistik.arbeitsagentur.de/DE/Navigation/Grundlagen/Klassifikationen/Klassifikation-der-Berufe/KldB2010-Fassung2020/KldB2010-Fassung2020-Nav.html>, zuletzt geprüft am 22.11.2023.

Bürger, B.; Matthey, A. (2020): Methodenkonvention 3.1 zur Ermittlung von Umweltkosten - Kostensätze - Stand 12/2020. Umweltbundesamt (Hg.). Dessau-Roßlau. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2020-12-21_methodenkonvention_3_1_kostensaetze.pdf, zuletzt geprüft am 07.05.2021.

Destatis - Statistisches Bundesamt (2022a): Daten zur Energiepreisentwicklung - Lange Reihen von Januar 2005 bis August 2022. Online verfügbar unter https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fwww.destatis.de%2FDE%2FThemen%2FWirtschaft%2Fpreise%2FPublikationen%2FEnergiepreise%2FEnergiepreisentwicklung-xlsx-5619001.xlsx%3Bjsessionid%3D83CD6E817C188179842CD285CEA1A10.live712%3F__blob%3DpublicationFile&wdOrigin=BROWSELINK, zuletzt geprüft am 13.10.2022.

Destatis - Statistisches Bundesamt (2022b): Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen - Input-Output-Rechnung 2019 (Revision 2019, Stand: November 2021) (Fachserie 18, Reihe 2). Wiesbaden. Online verfügbar unter https://www.statistischebibliothek.de/mir/receive/DESerie_mods_00000191, zuletzt geprüft am 22.11.2023.

Destatis - Statistisches Bundesamt (2023a): Input-Output-Rechnung 2019 - Revision 2019, Stand: August 2023. Online verfügbar unter <https://www.destatis.de/DE/Themen/Wirtschaft/Volkswirtschaftliche-Gesamtrechnungen-Inlandsprodukt/Publikationen/Downloads-Input-Output-Rechnung/statistischer-bericht-input-output-rechnung-2180200197005.html>, zuletzt geprüft am 06.11.2024.

Destatis - Statistisches Bundesamt (Hg.) (2023b): Preise - Daten zur Energiepreisentwicklung - Lange Reihen von Januar 2005 bis Januar 2023. Online verfügbar unter https://www.destatis.de/DE/Themen/Wirtschaft/Preise/Publikationen/Energiepreise/energiepreisentwicklung-pdf-5619001.pdf?__blob=publicationFile, zuletzt geprüft am 14.11.2023.

Deutsche Bundesbank (2024): Diskont- und Lombardsatz der Deutschen Bundesbank sowie Sonderzins bei Unterschreitung des Mindestreserve-Solls. Online verfügbar unter <https://www.bundesbank.de/resource/blob/650692/512547a07947f67450367b332477a304/mL/s510ttdiskont-data.pdf>, zuletzt geprüft am 12.02.2024.

EU - Europäische Union (2018): Verordnung (EU) 2018/1999 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Dezember 2018 über das Governance-System für die Energieunion und für den Klimaschutz, zur Änderung der Verordnungen (EG) Nr. 663/2009 und (EG) Nr. 715/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates, der Richtlinien 94/22/EG, 98/70/EG, 2009/31/EG, 2009/73/EG, 2010/31/EU, 2012/27/EU und 2013/30/EU des Europäischen Parlaments und des Rates, der Richtlinien 2009/119/EG und (EU) 2015/652 des Rates und zur Aufhebung der Verordnung (EU) Nr. 525/2013 des Europäischen Parlaments und des Rates. Fundstelle: ABl. L 328. In: *Amtsblatt der Europäischen Union* (L 328), S. 1–77. Online verfügbar unter <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX:32018R1999&qid=1700666276599>, zuletzt geprüft am 22.11.2023.

European Commission (EC) Directorate-General for Economic and Financial Affairs (2021): *The 2021 ageing report - Economic & budgetary projections for the EU Member States (2019-2070)*. Publications Office of the European Union. DOI: 10.2765/84455.

FDZ - Forschungsdatenzentren der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder (2018): *Einkommens- und Verbrauchsstichprobe 2018 - Grundfile 3 (AAGSHB), SUF, Version 2*. DOI: 10.21242/63211.2018.00.04.3.1.2.

Harthan, R. O.; Förster, H.; Borkowski, K.; Braungardt, S.; Bürger, V.; Cook, V.; Emele, L.; Görz, W. K.; Hennenberg, K.; Jansen, L. L.; Jörß, W.; Kasten, P.; Loreck, C.; Ludig, S.; Matthes, F. C.; Mendelevitch, R.; Moosmann, L.; Nissen, C.; Repenning, J.; Scheffler, M.; Bei der Wieden, Malte; Wiegmann, K.; Brugger, H.; Fleiter, T.; Mandel, T.; Rehfeldt, M.; Rohde, C.; Fritz, M.; Yu, S.; Deurer, J.; Steinbach, J.; Osterburg, B.; Fuß, R.; Rock, J.; Rüter, S.; Adam, S.; Dunger, K.; Gensior, A.; Rösemann, C.; Stümer, W.; Tiemeyer, B.; Vos, C. (2024a): *Technischer Anhang der Treibhausgas-Projektionen 2024 für Deutschland (Projektionsbericht 2024)*. Umweltbundesamt (Hg.). Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/11850/publikationen/projektionen_technischer_anhang_0.pdf, zuletzt geprüft am 10.07.2024.

Harthan, R. O.; Förster, H.; Bürger, V.; Braungardt, S.; Görz, W. K.; Jansen, L. L.; Jörß, W.; Kasten, P.; Loreck, C.; Ludig, S.; Scheffler, M.; Bei der Wieden, M.; Brugger, H.; Fleiter, T.; Mandel, T.; Rehfeldt, M.; Deurer, J.; Steinbach, J.; Osterburg, B.; Rock, J. (2024b): *Treibhausgas-Projektionen 2024 für Deutschland - Instrumente*. Öko-Institut; Fraunhofer ISI; IREES; Thünen-Institut. Umweltbundesamt (Hg.). Dessau-Roßlau. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/treibhausgas-projektionen-2024-fuer-deutschland-0>, zuletzt geprüft am 12.03.2024.

Harthan, R.; Adam, S.; Bei der Wieden, M.; Borkowski, K.; Böttcher, H.; Braungardt, S.; Brugger, H.; Bürger, V.; Deurer, J.; Dunger, K.; Emele, L.; Fleiter, T.; Förster, H.; Fuß, R.; Görz, W. K.; Hennenberg, K.; Jansen, L. L.; Jörß, W.; Kasten, P.; Loreck, C.; Ludig, S.; Mandel, T.; Matthes, F. C.; Mendelevitch, R.; Moosmann, L.; Nissen, C.; Osterburg, B.; Rehfeldt, M.; Repenning, J.; Rock, J.; Rohde, C.; Rösemann, C.; Rüter, S.; Scheffler, M.; Steinbach, J.; Steinbach, I.; Stümer, W.; Tiemeyer, B.; Vos, C.; Wiegmann, K.; Yu, S. (2023): *Projektionsbericht 2023 für Deutschland (2. Auflage)* (Climate Change, 39/2023). Öko-Institut; Fraunhofer ISI; IREES; Thünen-Institut. Umweltbundesamt (Hg.). Dessau-Roßlau. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/projektionsbericht-2023-fuer-deutschland>, zuletzt geprüft am 07.08.2024.

Hinz, E. (2015): *Kosten energierelevanter Bau- und Anlagenteile bei der energetischen Modernisierung von Altbauten - Endbericht*. Institut für Wohnen und Umwelt. Darmstadt. Online verfügbar unter <https://www.iwu.de/forschung/handlungslogiken/kosten-energierelevanter-bau-und-anlagenteile-bei-modernisierung/>, zuletzt geprüft am 16.02.2024.

Loga, T.; Stein, B.; Diefenbach, N.; Born, R. (2015): *Deutsche Wohngebäudetypologie - Beispielhafte Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz von typischen Wohngebäuden (2. erweiterte Auflage)*. Institut Wohnen und Umwelt. Online verfügbar unter

https://www.iwu.de/fileadmin/publikationen/gebaeudebestand/episcopo/2015_IWU_LogoEtAl_Deutsche-Wohngeb%C3%A4udetypologie.pdf, zuletzt geprüft am 15.03.2024.

Mendelevitch, R.; Repenning, J.; Matthes, F. C.; Deurer, J. (2024): Treibhausgas-Projektionen 2024 für Deutschland - Rahmendaten. Öko-Institut; IREES. Umweltbundesamt (Hg.). Dessau-Roßlau. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/treibhausgas-projektionen-2024-fuer-deutschland>, zuletzt geprüft am 12.03.2024.

OECD (2021): Long-term baseline projections, No. 109 (Edition 2021), OECD Economic Outlook: Statistics and Projections (database). Online verfügbar unter <https://doi.org/10.1787/cbdb49e6-en>, zuletzt geprüft am 13.03.2024.

Öko-Institut; Fraunhofer ISI; IREES; Thünen-Institut (2023): Treibhausgasprojektionen 2023 für Deutschland - Instrumente im MMS und MWMS. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/372/dokumente/projektionsbericht2023_instrumente_final.pdf, zuletzt geprüft am 12.10.2023.

Repenning, J.; Schumacher, K.; Bergmann, T.; Blanck, R.; Böttcher, H.; Bürger, V.; Cludius, J.; Emele, L.; Jörß, W.; Hennenberg, K.; Hermann, H.; Loreck, C.; Ludig, S.; Matthes, F.; Nissen, C.; Scheffler, M.; Wiegmann, K.; Carina Zell-Ziegler; Tobias Fleiter; Sievers, L.; Pfaff, M.; Nils Thamling; Rau, D.; Hartwig, J.; Welter, S.; Lösch, O. (2019): Folgenabschätzung zu den ökologischen, sozialen und wirtschaftlichen Folgewirkungen der Sektorziele für 2030 des Klimaschutzplans 2050 der Bundesregierung. Öko-Institut; Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung; Prognos AG; M-Five; Institut für Ressourceneffizienz und Energiestrategien; FiBL. Öko-Institut (Hg.). Berlin. Online verfügbar unter <https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/Folgenabschaetzung-Klimaschutzplan-2050-Endbericht.pdf>, zuletzt geprüft am 17.01.2019.

Schumacher, K.; Appenfeller, D.; Cludius, J.; Bei der Wieden, M.; Kasten, P.; Kreye, K.; Görz, W. K.; Jansen, L. L.; Loreck, C.; Förster, H.; Harthan, R.; Sievers, L.; Grimm, A.; Stijepic, D.; Rehfeldt, M.; Deurer, J.; Steinbach, J. (2024): Sozio-ökonomische Folgenabschätzung zum Projektionsbericht 2023 (Climate Change, 17/2024). Öko-Institut; Fraunhofer ISI; IREES. Umweltbundesamt (Hg.). Dessau-Roßlau. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/sozio-oekonomische-folgenabschaetzung>, zuletzt geprüft am 21.05.2024.

Sievers, L. (2020): Regionale Verteilungseffekte der Energiewende - Eine modellbasierte Analyse möglicher Effekte auf Wertschöpfung und Beschäftigung. Dissertation, Universität der Bundeswehr. München, 2020. Online verfügbar unter <https://publica.fraunhofer.de/bitstreams/1ef1d0f4-a061-4c48-85cc-7d7c2f8654be/download>, zuletzt geprüft am 22.11.2023.

Sievers, L.; Breitschopf, B.; Pfaff, M.; Schaffer, A. (2019): Macroeconomic impact of the German energy transition and its distribution by sectors and regions. In: *Ecological Economics* (160), S. 191–204. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2019.02.017.

Sievers, L.; Grimm, A.; Siegle, J.; Fahl, U.; Kaiser, M.; Pietzcker, R.; Rehfeldt, M. (2023): Gesamtwirtschaftliche Wirkung der Energiewende - Modellbasierte Analyse möglicher Transformationspfade hin zu Klimaneutralität (Ariadne-Hintergrund). Kopernikus-Projekt Ariadne Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (Hg.). DOI: 10.48485/pik.2023.009.

Stuible, A.; Zech, D.; Ullrich, S.; Wülbeck, H.-F.; Wapler, J.; Hauck, S.; Günther, D.; Hartmann, H.; Reisinger, K.; Werner, F.; Orozaliev, J.; Vajen, K.; Schuhmann, E.; Erler, R.; Janczik, S.; Schröder, G. (2017): Evaluation des Marktanreizprogramms zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt im Förderzeitraum 2015 bis 2017 - Ausarbeitung im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie. Stuttgart. Online verfügbar unter <https://docplayer.org/124318934-Evaluation-des-marktanreizprogramms.html>, zuletzt geprüft am 16.02.2024.

WWF Deutschland (Hg.) (2024): Auf die Zukunft bauen: So rechnen sich Sanierungen - Wirtschaftlichkeitsrechnungen von Sanierungen bei Bestandsgebäuden. Prognos. Online verfügbar unter <https://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/Klima/studie-auf-die-zukunft-bauen-so-rechnen-sich-sanierungen.pdf>, zuletzt geprüft am 16.10.2024.

Zika, G.; Schneemann, C.; Zenk, J.; Kalinowski, M.; Maier, T.; Bernardt, F.; Krinitz, J.; Mönnig, A.; Parton, F.; Ulrich, P.; Wolter, M. I. (2023): Langfristprojektion des Fachkräftebedarfs in Deutschland, 2021 – 2040 - Szenario „Fortschrittliche Arbeitswelt“ (Forschungsbericht, 617). Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung; Bundesinstitut für Berufsbildung; Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung. Bundesministerium für Arbeit und Soziales (Hg.). Online verfügbar unter <https://www.bmas.de/DE/Service/Publikationen/Forschungsberichte/fb-617-langfristprojektion-des-fachkraeftebedarfs.html>, zuletzt geprüft am 22.11.2023.

Zika, G.; Schneemann, C.; Zenk, J.; Kalinowski, M.; Maier, T.; Bernardt, F.; Krinitz, J.; Mönnig, A.; Parton, Frederik, Ulrich, Philip; Wolter, M. I. (2022): Fachkräftemonitoring für das BMAS - Mittelfristprognose bis 2026 (Forschungsbericht, 602). Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung; Bundesinstitut für Berufsbildung; Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung. Bundesministerium für Arbeit und Soziales (Hg.). Online verfügbar unter <https://www.bmas.de/DE/Service/Publikationen/Forschungsberichte/fb602-fachkraefte-monitoring-fuer-das-bmas.html>, zuletzt geprüft am 22.11.2023.

A Anhang

A.1 Projizierte Entwicklung der Energiepreise

Abbildung 63 zeigt die Entwicklung ausgewählter Endverbraucherpreise für Energie. Die Preise sind als Index dargestellt mit einem Wert von 100 im Jahr 2020 und beinhalten Energiesteuern, aber keine CO₂-Kosten und keine Mehrwertsteuer. Der Verlauf der Indizes wird maßgeblich determiniert von den Großhandelspreisen für Erdgas und Mineralöl und weiteren Endenergiepreisen. Die Entwicklung basiert auf den Annahmen zu den Rahmendaten für die Modellierung des Projektionsberichts (Mendelevitch et al. 2024) und wird stark dominiert durch die Energiepreiskrise, die durch den Angriffskrieg Russlands auf die Ukraine im Februar 2022 ausgelöst wurde. Die Methodik der Projektion der Endenergiepreise in den Rahmendaten wird in der zugehörigen Veröffentlichung näher beschrieben.

Am stärksten betroffen von den kriseninduzierten Preissteigerungen sind die Erdgaspreise mit einer Steigerung auf über 200 (Industrie) bzw. 170 (Haushalte) im Jahr 2023. Es ist zu erwarten, dass sich der Erdgaspreis bis 2030 wieder weitestgehend erholt. Aufgrund der von der Bundesregierung und der Europäischen Kommission angestrebten Maßnahmen zur Sicherung der Erdgasversorgung wird angenommen, dass die Erdgaspreise bis 2050 noch weiter auf 93 (Industrie) bzw. 102 (Haushalte) sinken werden.

Auch der Dieselpreis ist stark betroffen. Der Preisindex steigt bis auf 150 im Jahr 2022, bevor sich der Preis schon bis 2026 wieder stabilisiert. In der Folge sinkt der Preis stetig bis auf einen Index von 68 im Jahr 2050. Der Dieselpreisindex liegt damit deutlich unter dem Erdgasindex und sinkt im Verlauf auch unter den Strompreisindex.

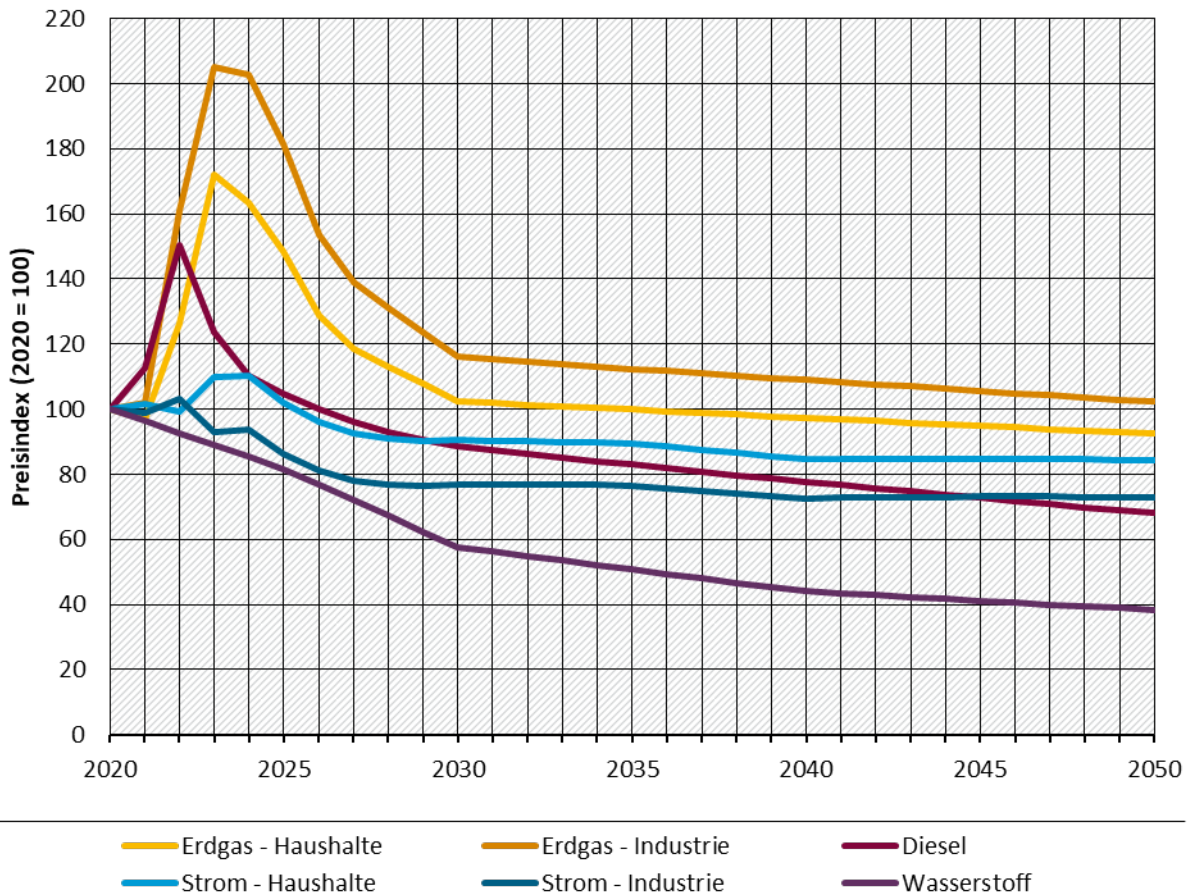
Bei den Strompreisen lassen sich kurzfristig unterschiedliche Verläufe für Haushalte und die Industrie beobachten. Während die Strompreise für die Haushalte im Jahr 2023 bis auf einen Preisindex von 110 gestiegen sind, sind sie für die Industrie auf 93 gesunken. Im weiteren Verlauf sinken die Strompreise stetig auf 73 (Industrie) bzw. 84 (Haushalte).

Der Wasserstoffpreis sinkt im Vergleich zum Referenzjahr 2020 vor der Krise stetig auf einen Preisindex von 38. Der Wasserstoffpreis nimmt damit relativ über die Zeit den günstigsten Verlauf, bewegt sich absolut aber bis zuletzt auf einem sehr hohen Niveau.

Im Projektionsbericht 2024 sind die Energiepreise bis 2023 an die tatsächliche Entwicklung angepasst, wodurch die Preise nach der Krise schneller absinken als im Projektionsbericht 2023. Gleichzeitig wurde der Preispfad für Wasserstoff langfristig angehoben.

Die Projektion der Energiepreise ist mit großen Unsicherheiten verbunden. Als Grundlage für die Rahmenannahmen wurden zum einen Preistrends von Terminkontrakten (Futures) und zum anderen die Preisentwicklungen der großen Mainstream-Projektionen berücksichtigt, die zum Teil große Unterschiede aufweisen. Zudem können kriseninduzierte Preisschocks die Entwicklungen massiv beeinflussen.

Abbildung 63: Projizierte Entwicklung der Endverbraucherpreise für Energie als Preisindex (2020 = 100)



Quelle: Eigene Darstellung, Öko-Institut

Anmerkung: Die Daten basieren auf den Annahmen zu den Rahmendaten für die Modellierung des Projektionsberichts 2024 (Mendelevitch et al. 2024); Preise beinhalten Energiesteuern, aber keine CO₂-Kosten und keine MwSt.; Projizierte Preisentwicklungen für Strom und Erdgas gelten für mittelgroße Industriebetriebe (Stromverbrauch: 20 – 500 MWh, Erdgasverbrauch 10.000 – 100.000 GJ) bzw. mittelgroße Haushalte (Stromverbrauch: 2.5000 – 5.000 kWh, Erdgasverbrauch 20 – 200 GJ); Projizierte Preisentwicklungen für Diesel gelten für Dieselmotoren; Projizierte Preisentwicklungen für Wasserstoff gelten für Wasserstoff als Kraftstoff für Brennstoffzellenfahrzeuge, der nicht im EnergieStG erfasst ist und damit von der Energiesteuer befreit ist.

A.2 Zusätzliche Tabelle: Mehrinvestitionen im MMS und MWMS bis 2030– nach Sektoren

In der folgenden Tabelle werden ergänzend zu Abbildung 10 die Mehrinvestitionen von 2023 bis 2030 jahresscharf bzw. kumuliert berichtet.

Tabelle 18: Mehrinvestitionen im MMS und MWMS bis 2030 - nach Sektoren

		Gebäude	Verkehr	Industrie	Energie
MMS	2023	24.070,3	365,1	10.632,0	23.568,0
	2024	23.251,7	468,1	14.699,2	27.814,9
	2025	25.039,8	1.569,7	13.613,9	37.551,8
	2026	25.095,4	2.266,1	12.136,8	39.243,1
	2027	25.312,7	2.861,9	11.310,9	35.937,2
	2028	27.228,7	3.234,4	10.689,5	37.621,6
	2029	28.640,3	3.292,5	9.241,4	49.787,9
	2030	29.569,3	2.839,5	8.844,6	60.002,2
	kumuliert 2023-2030	208.208,1	16.897,3	91.168,2	311.526,7
	MWMS	2023	24.070,3	365,1	10.632,0
2024		23.251,7	274,5	14.699,2	27.814,9
2025		25.039,8	1.160,1	12.738,9	37.551,8
2026		31.992,9	1.800,1	13.142,5	39.243,1
2027		34.549,7	2.343,2	11.879,2	35.937,2
2028		37.270,9	2.847,2	10.958,8	39.832,3
2029		37.007,0	3.051,6	9.440,9	56.618,1
2030		37.901,9	2.546,2	9.045,6	72.486,5
kumuliert 2023-2030		251.084,2	14.388,0	92.537,2	333.051,9

Quelle: Eigene Darstellung, Öko-Institut; Modellrechnungen: Öko-Institut, Fraunhofer ISI, IREES

Anmerkungen: Für den Industriesektor werden die Mehrinvestitionen berichtet; für den Gebäudesektor werden die energetischen Mehrkosten (also abzüglich der Ohnehin-Kosten) berichtet; für den Energiesektor wird ohne Instandhaltungskosten berichtet; im Verkehrssektor wird die Differenz zwischen Szenarien mit Maßnahmen und Szenario ohne Maßnahmen berichtet; die Sektoren Landwirtschaft und Abfall berichten nur minimale Investitionen und keine Unterschiede zwischen MMS und MWMS; es werden keine Infrastrukturinvestitionen berichtet.

A.3 Ergänzende Tabellen zur gesamtwirtschaftlichen Analyse

Tabelle 19: Zuordnung der Wirtschaftszweige (inkl. CPA) zu Wirtschaftsbereichen

CPA ²⁰	Wirtschaftszweige (Klassifikation WZ 2008)	Wirtschaftsbereich
01	Erzeugnisse der Landwirtschaft, Jagd und Dienstleistungen	Landwirtschaft und Bergbau
02	Forstwirtschaftliche Erzeugnisse und Dienstleistungen	Landwirtschaft und Bergbau
03	Fische, Fischerei- und Aquakulturerzeugnisse	Landwirtschaft und Bergbau
05	Kohle	Landwirtschaft und Bergbau
06	Erdöl und Erdgas	Landwirtschaft und Bergbau
07-09	Erze, Steine u. Erden, sonst. Bergbauerzeugn. u. Dienstleistg.	Landwirtschaft und Bergbau
10-12	Nahrungs- und Futtermittel, Getränke, Tabakerzeugnisse	Sonstiges verarbeitendes Gewerbe
13-15	Textilien, Bekleidung, Leder- und Lederwaren	Sonstiges verarbeitendes Gewerbe
16	Holz, Holz-, Flecht-, Korb- und Korkwaren (ohne Möbel)	Sonstiges verarbeitendes Gewerbe
17	Papier, Pappe und Waren daraus	Sonstiges verarbeitendes Gewerbe
18	Druckereileistungen, bespielte Ton-, Bild- und Datenträger	Sonstiges verarbeitendes Gewerbe
19	Kokerei- und Mineralölerzeugnisse	Energieintensive Industrie
20	Chemische Erzeugnisse	Energieintensive Industrie
21	Pharmazeutische Erzeugnisse	Sonstiges verarbeitendes Gewerbe
22	Gummi- und Kunststoffwaren	Sonstiges verarbeitendes Gewerbe
23.1	Glas und Glaswaren	Energieintensive Industrie
23.2-23.9	Keramik, bearbeitete Steine und Erden	Energieintensive Industrie
24.1-24.3	Roheisen, Stahl, Erzeugung. der ersten Bearbeitung von Eisen und Stahl	Energieintensive Industrie
24.4	NE-Metalle und Halbzeug daraus	Energieintensive Industrie
24.5	Gießereierzeugnisse	Energieintensive Industrie
25	Metallerzeugnisse	Sonstiges verarbeitendes Gewerbe
26	DV-geräte, elektron. u. optische Erzeugnisse	Elektrische Ausrüstung und Elektronik
27	Elektrische Ausrüstungen	Elektrische Ausrüstung und Elektronik

²⁰ CPA = Classification of Products by Activity (Statistische Güterklassifikation in Verbindung mit den Wirtschaftszweigen in der Europäischen Wirtschaftsgemeinschaft)

CPA ²⁰	Wirtschaftszweige (Klassifikation WZ 2008)	Wirtschaftsbereich
28	Maschinen	Maschinenbau
29	Kraftwagen und Kraftwagenteile	Sonstiges verarbeitendes Gewerbe
30	Sonstige Fahrzeuge	Sonstiges verarbeitendes Gewerbe
31-32	Herstellung von Möbeln und sonstigen Waren	Sonstiges verarbeitendes Gewerbe
33	Reparatur, Instandh. u. Installation v. Maschinen u. Ausrüstungen	Sonstiges verarbeitendes Gewerbe
35.1, 35.3	Elektr. Strom, Dienstleistg. der Elektriz., Wärme- und Kälteversorg.	Strom
35.2	Industriell erzeugte Gase, Dienstleistungen der Gasversorgung	Gas-DL, Wasserstoff und E-Fuels
36	Wasser, Dienstleistungen der Wasserversorgung	Öffentliche Dienstleistungen, Kultur und Sport
37-39	Dienstleistg. d. Abwasser-, Abfallentsorg. u. Rückgewinnung	Öffentliche Dienstleistungen, Kultur und Sport
41	Hochbauarbeiten	Baugewerbe
42	Tiefbauarbeiten	Baugewerbe
43	Vorb. Baustellen-, Bauinstallations- und sonstige Ausbaurbeiten	Baugewerbe
45	Handelsleistungen mit Kfz, Instandhaltung und Reparatur an Kfz	Groß- und Einzelhandel
46	Großhandelsleistungen (ohne Handelsleistungen mit Kfz)	Groß- und Einzelhandel
47	Einzelhandelsleistungen (ohne Handelsleistungen mit Kfz)	Groß- und Einzelhandel
49	Landverkehrs- und Transportleistungen in Rohrfernleitungen	Transport- und Lagereidienstleistungen
50	Schifffahrtsleistungen	Transport- und Lagereidienstleistungen
51	Luftfahrtleistungen	Transport- und Lagereidienstleistungen
52	Lagereileistungen, sonstige Dienstleistungen für den Verkehr	Transport- und Lagereidienstleistungen
53	Post-, Kurier- und Expressdienstleistungen	Transport- und Lagereidienstleistungen
55-56	Beherbergungs- und Gastronomiedienstleistungen	Sonstige wirtschaftliche Dienstleistungen
58	Dienstleistungen des Verlagswesen	Sonstige wirtschaftliche Dienstleistungen

CPA ²⁰	Wirtschaftszweige (Klassifikation WZ 2008)	Wirtschaftsbereich
59-60	Dienstleistg. v. audiovisuell. Medien, Musikverlag. u. RF-veranstaltern	Sonstige wirtschaftliche Dienstleistungen
61	Telekommunikationsdienstleistungen	Sonstige wirtschaftliche Dienstleistungen
62-63	IT- und Informationsdienstleistungen	Sonstige wirtschaftliche Dienstleistungen
64	Finanzdienstleistungen	Sonstige wirtschaftliche Dienstleistungen
65	Dienstleistungen von Versicherungen und Pensionskassen	Sonstige wirtschaftliche Dienstleistungen
66	Mit Finanz- und Versicherungsdienstleistg. verbundene Dienstleistg.	Sonstige wirtschaftliche Dienstleistungen
68	Dienstleistungen des Grundstücks- und Wohnungswesens	Sonstige wirtschaftliche Dienstleistungen
69-70	Dienstleistungen der Rechts-, Steuer- und Unternehmensberatung	Sonstige wirtschaftliche Dienstleistungen
71	Dienstleistg. v. Architektur- u. Ing.büros u.d.techn., physik.U.suchung	Sonstige wirtschaftliche Dienstleistungen
72	Forschungs- und Entwicklungsleistungen	Sonstige wirtschaftliche Dienstleistungen
73	Werbe- und Marktforschungsleistungen	Sonstige wirtschaftliche Dienstleistungen
74-75	Sonst. freiberuf., wiss., techn. u. veterinärmedizinische Dienstleistg.	Sonstige wirtschaftliche Dienstleistungen
77	Dienstleistungen der Vermietung von beweglichen Sachen	Sonstige wirtschaftliche Dienstleistungen
78	Dienstleistungen der Vermittlung und Überlassung von Arbeitskräften	Sonstige wirtschaftliche Dienstleistungen
79	Dienstleistg. v. Reisebüros, -veranstaltern u. sonst. Reservierungen	Sonstige wirtschaftliche Dienstleistungen
80-82	Wach-, Sicherheitsdienstlg., wirtschaftl. Dienstleistg. a.n.g	Sonstige wirtschaftliche Dienstleistungen
84.1-84.2	Dienstleistungen der öffentlichen Verwaltung und der Verteidigung	Öffentliche Dienstleistungen, Kultur und Sport
84.3	Dienstleistungen der Sozialversicherung	Öffentliche Dienstleistungen, Kultur und Sport
85	Erziehungs- und Unterrichtsdienstleistungen	Öffentliche Dienstleistungen, Kultur und Sport
86	Dienstleistungen des Gesundheitswesens	Öffentliche Dienstleistungen, Kultur und Sport

CPA ²⁰	Wirtschaftszweige (Klassifikation WZ 2008)	Wirtschaftsbereich
87-88	Dienstleistungen von Heimen und des Sozialwesens	Öffentliche Dienstleistungen, Kultur und Sport
90-92	Dienstleistungen der Kunst, der Kultur und des Glücksspiels	Öffentliche Dienstleistungen, Kultur und Sport
93	Dienstleistungen des Sports, der Unterhaltung und der Erholung	Öffentliche Dienstleistungen, Kultur und Sport
94	Dienstleistg. d. Interessenvertr., kirchl. u. sonst. Vereinigungen	Öffentliche Dienstleistungen, Kultur und Sport
95	Reparaturarbeiten an DV-Geräten und Gebrauchsgütern	Öffentliche Dienstleistungen, Kultur und Sport
96	Sonstige überwiegend persönliche Dienstleistungen	Öffentliche Dienstleistungen, Kultur und Sport
97-98	Waren und Dienstleistungen privater Haushalte o.a.S.	Öffentliche Dienstleistungen, Kultur und Sport

Tabelle 20: Bruttowertschöpfung nach Wirtschaftsbereichen in Millionen Euro₂₀₂₂ – Absolute Abweichung MWMS von MMS für die Hauptanalyse "gov_con" (Gegenfinanzierung über Staatskonsum)

	2025	2030	2035	2040	2045
Landwirtschaft und Bergbau	64	178	259	153	66
Energieintensive Industrie	161	914	1.471	1.038	726
Elektrische Ausrüstung und Elektronik	4	154	373	161	98
Maschinenbau	9	1.162	2.918	875	814
Sonstiges verarbeitendes Gewerbe	15	1.267	4.007	1.072	714
Strom	-141	-559	-297	130	-98
Gas-DL, Wasserstoff und E-Fuels	4	95	744	453	347
Baugewerbe	179	1.642	2.827	2.283	1.800
Groß- und Einzelhandel	78	1.324	2.859	1.556	877
Transport- und Lagereidienstleistungen	259	941	1.688	1.068	848
Sonstige wirtschaftliche Dienstleistungen	148	4.687	11.590	9.530	9.300
Öffentliche Dienstleistungen, Kultur und Sport	73	2.357	5.788	3.410	2.400

Quelle: Eigene Berechnung, Fraunhofer ISI

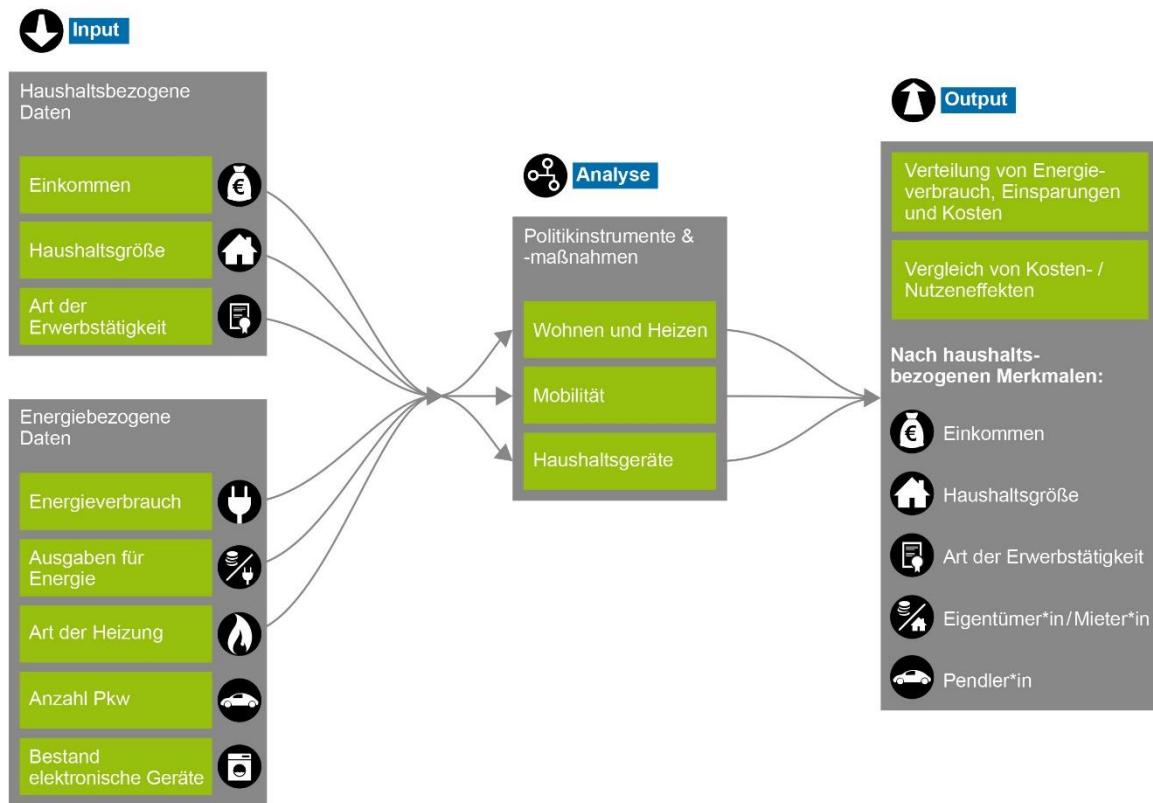
Tabelle 21: Arbeitskräftebedarf nach Wirtschaftsbereichen in Vollzeitäquivalenten – Absolute Abweichung MWMS von MMS für die Hauptanalyse "gov_con" (Gegenfinanzierung über Staatskonsum)

	2025	2030	2035	2040	2045
Landwirtschaft und Bergbau	799	2.222	2.883	1.110	-189
Energieintensive Industrie	1.824	13.861	18.161	12.614	8.513
Elektrische Ausrüstung und Elektronik	24	1.258	2.633	1.075	602
Maschinenbau	73	10.648	24.406	6.732	5.641
Sonstiges verarbeitendes Gewerbe	416	25.952	58.917	18.901	13.230
Strom	-115	2.775	1.930	1.353	528
Gas-DL, Wasserstoff und E-Fuels	23	483	3.489	1.946	1.342
Baugewerbe	3.022	25.214	39.324	29.165	20.651
Groß- und Einzelhandel	812	12.923	27.273	9.839	1.923
Transport- und Lagereidienstleistungen	286	6.074	14.198	5.726	2.589
Sonstige wirtschaftliche Dienstleistungen	605	27.854	65.034	27.071	14.237
Öffentliche Dienstleistungen, Kultur und Sport	933	28.382	66.483	32.848	19.190

Quelle: Eigene Berechnung, Fraunhofer ISI

A.4 Mikrosimulationsmodell SEEK

Abbildung 64: Mikrosimulationsmodell SEEK des Öko-Instituts – Verteilungswirkungen energie- und klimapolitischer Maßnahmen berechnen



Quelle: Eigene Darstellung, Öko-Institut

A.5 Zusätzliche Tabellen zur Analyse der Beispielhaushalte (Abschnitt 5.2)

A.5.1 Deutschlandticket

Das Deutschlandticket ist eine in Deutschland geltende Zeitkarte für den gesamten öffentlichen Personennahverkehr. Anders als „klassische“ Zeitkarten der einzelnen Verkehrsverbünde, welche nur im jeweiligen Tarifgebiet des jeweiligen Verbundes gültig sind, ermöglicht das Deutschlandticket eine bundesweite Nutzung des ÖPNV. Ob ein Umstieg vom Auto auf den ÖPNV und die inkludierte Nutzung des Deutschlandtickets für einen Haushalt finanziell attraktiv ist, hängt ganz vom individuellen Nutzungsverhalten und insbesondere auch von der Anzahl an Personen im Haushalt ab, die zuvor zusammen das Auto genutzt haben. Ferner wird von einem mit der Zeit weiter fortschreitenden und bedarfsgerechten Ausbau des ÖPNV ausgegangen.

Mietende

Im Fall der Beispielhaushalte ist der finanzielle Vorteil der ÖPNV-Nutzung auf Basis des Deutschlandtickets nur teilweise gegeben. Im Fall der Familie mit zwei Kindern kaufen die beiden Eltern beispielweise jeweils ein Deutschlandticket und können somit den ÖPNV für ihre Arbeitswege nutzen. Dadurch sinken die Mobilitätsausgaben der Familie gegenüber der vorherigen Situation mit ausschließlicher Autonutzung. Ein ähnliches Bild ergibt sich für die

alleinstehende Person und die Alleinerziehende mit einem Kind. Letztere spart durch die Abschaffung ihres Autos sogar 1.179 Euro ein.

Tabelle 22: Jährliche Kosten, Einsparung und Belastung der Beispielhaushalte in einer Mietwohnung im Jahr 2023 und 2030 – Teil 1

Jahr	Familie mit 2 Kindern Kleinstadt, 2 Autos			Rentnerin Stadt, kein Auto		
	2023	2030	2030	2023	2030	2030
Zustand	Ausgangszustand	ohne Anpassung	mit Anpassung	Ausgangszustand	ohne Anpassung	mit Anpassung
Wohnfläche (qm)	90	90	90	80	80	80
Gebäudehülle	ungedämmt	ungedämmt	ungedämmt	ungedämmt	ungedämmt	ungedämmt
Heizsystem	Gasheizung	Gasheizung	Gasheizung	Ölheizung	Ölheizung	Ölheizung
Heizenergieverbrauch (kWh pro Jahr)	16.470	16.470	16.470	14.640	14.640	14.640
Pkw	Benziner / Diesel	Benziner / Diesel	Benziner / Diesel	kein Auto	kein Auto	kein Auto
Fahrleistung (km pro Jahr)	6.000 / 15.000	6.000 / 15.000	3.000 / 8.000	-	-	-
Heizenergiekosten in Euro _{real2022}						
Gas	1.863	1.657	1.657	-	-	-
Öl	-	-	-	1.656	1.271	1.271
davon CO ₂ -Kosten	94	335	335	110	394	394
Strom	-	-	-	-	-	-
Mobilitätskosten in Euro _{real2022}						
Benzin	716	709	354	-	-	-
Diesel	1890	1917	1.022	-	-	-
davon CO ₂ -Kosten	107	367	193	-	-	-
Strom	-	-	-	-	-	-
Sonstige Pkw-Kosten (z. B. Wartung und Versicherung)	2.880	2.880	2.227	-	-	-
ÖV	-	-	1.176	588	588	588
Investitionskosten in Euro _{real2022}						
Annuierte Mehrinvestition gegenüber vorherigem Pkw	-	-	-	-	-	274

	Familie mit 2 Kindern Kleinstadt, 2 Autos			Rentnerin Stadt, kein Auto		
Gesamtkosten in Euro _{real2022}	7.348	7.162	6.436	2.240	1.856	1.856
Nettoeinkommen hoch	60.000	65.607	65.607	25.000	27.336	27.336
in % Nettoeinkommen	12,2 %	10,9 %	9,8 %	9,0 %	6,8 %	6,8 %
Nettoeinkommen gering	35.000	38.271	38.721	15.000	16.402	16.402
in % Nettoeinkommen	21 %	18,7 %	16,8 %	14,9 %	11,3 %	11,3 %

Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung, Öko-Institut

Tabelle 23: Jährliche Kosten, Einsparung und Belastung der Beispielhaushalte in einer Mietwohnung im Jahr 2023 und 2030 – Teil 2

	Alleinerziehendes Elternteil mit einem Kind			Alleinstehende Person/Single		
	2023	2030	2030	2023	2030	2030
Jahr	2023	2030	2030	2023	2030	2030
Zustand	Ausgangszustand	ohne Anpassung	mit Anpassung	Ausgangszustand	ohne Anpassung	mit Anpassung
Wohnfläche (qm)	75	75	75	75	75	75
Gebäudehülle	ungedämmt	ungedämmt	ungedämmt	ungedämmt	ungedämmt	ungedämmt
Heizsystem	Gasheizung	Gasheizung	Gasheizung	Gasheizung	Gasheizung	Gasheizung
Heizenergieverbrauch (kWh pro Jahr)	13.725	13.725	13.725	13.725	13.725	13.725
Pkw	Benziner	Benziner	-	Benziner	Benziner	Benziner
Fahrleistung (km pro Jahr)	10.000	10.000	-	12.500	12.500	5.000

Heizenergiekosten in Euro_{real2022}

Gas	1.552	1.381	1.381	1.552	1.381	1.381
Öl	-	-	-	-	-	-
davon CO ₂ -Kosten	78	279	279	78	279	279
Strom	-	-	-	-	-	-

Mobilitätskosten in Euro_{real2022}

Benzin	1.193	1.181	-	1.492	1.477	591
Diesel	-	-	-	-	-	-
davon CO ₂ -Kosten	44	152	-	55	190	76
Strom	-	-	-	-	-	-

	Alleinerziehendes Elternteil mit einem Kind			Alleinstehende Person/Single		
Sonstige Pkw-Kosten (z. B. Wartung und Versicherung)	1.173	1.173	-	1.320	1.320	879
ÖV	-	-	1.176	-	-	588
Investitionskosten in Euro_{real2022}						
Gesamtkosten in Euro_{real2022}	3.919	3.735	2.830	4.364	4.177	3.712
Nettoeinkommen hoch	40.000	43.738	43.738	80.000	87.475	87.745
in % Nettoeinkommen	9,8 %	8,5 %	6,5 %	5,5 %	4,8 %	4,2 %
Nettoeinkommen gering	20.000	21.869	21.689	15.000	16.402	16.402
in % Nettoeinkommen	19,6 %	17,1 %	12,9 %	29,1 %	25,5 %	22,6 %

Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung, Öko-Institut

Selbstnutzende Eigentümer*innen

Im Fall der selbstnutzenden Eigentümer*innen ist unter gegebenen Annahmen für alle Beispielhaushalte eine Integration des ÖPNV in die alltägliche Mobilität auch mit einem finanziellen Vorteil verbunden. Die alleinstehende Person und auch die beiden Eltern bei der Familie mit Kindern verlagern ihre Arbeitswege auf den ÖPNV, während sie die bereits vorhandenen Autos weiter für andere Bedarfe nutzen. Das Paar in Rente tauscht bzw. schafft sogar den eigenen Pkw ab und fährt nun mit zwei Deutschlandtickets günstiger als zuvor.

Tabelle 24: Jährliche Kosten, Einsparung und Belastung der Beispielhaushalte im eigenen Haus im Jahr 2023 und 2030 – Teil 1

Jahr	Familie mit 2 Kindern auf dem Land, 2 Autos			Paar in Rente am Stadtrand, 1 Auto		
	2023	2030	2030	2023	2030	2030
Zustand	Ausgangszustand	ohne Anpassung	mit Anpassung	Ausgangszustand	ohne Anpassung	mit Anpassung
Wohnfläche (qm)	120	120	120	120	120	120
Gebäudehülle	ungedämmt	ungedämmt	ungedämmt	ungedämmt	ungedämmt	ungedämmt
Heizsystem	Ölheizung	Ölheizung	Ölheizung	Ölheizung	Ölheizung	Ölheizung
Heizenergieverbrauch (kWh pro Jahr)	30.960	30.960	30.960	30.960	30.960	30.960
Pkw	Benziner / Diesel	Benziner / Diesel	Benziner / Diesel	Benziner	Benziner	-

	Familie mit 2 Kindern auf dem Land, 2 Autos			Paar in Rente am Stadtrand, 1 Auto		
Fahrleistung (km pro Jahr)	6.000 / 15.000	6.000 / 15.000	6.000 / 15.000	10.000	10.000	-
Heizenergiekosten in Euro _{real2022}						
Gas	-	-	-	-	-	-
Öl	3.500	2.687	2.687	3.500	2.687	2.687
davon CO ₂ -Kosten	233	834	834	233	834	834
Strom	-	-	-	-	-	-
Mobilitätskosten in Euro _{real2022}						
Benzin	716	709	354	1.193	1.181	-
Diesel	1.890	1.917	1.022	-	-	-
davon CO ₂ -Kosten	107	367	193	44	152	-
Strom	-	-	-	-	-	-
Sonstige Pkw-Kosten (z. B. Wartung und Versicherung)	2.880	2.880	2.227	-	-	-
ÖV	-	-	1.176	-	-	1.176
Investitionskosten in Euro _{real2022}						
Annuisierte Mehrinvestition gegenüber vorherigem Pkw	-	-	-	-	-	-
Gesamtkosten in Euro _{real2022}	8.987	8.193	7.467	5.868	5.042	3.863
Nettoeinkommen hoch	60.000	65.607	65.607	45.000	49.205	49.205
in % Nettoeinkommen	15,0 %	12,5 %	11,4 %	18,3 %	14,4 %	11,0 %
Nettoeinkommen gering	35.000	38.271	38.271	25.000	27.336	27.336
in % Nettoeinkommen	25,7 %	21,4 %	19,5 %	23,5 %	18,4 %	14,1 %

Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung, Öko-Institut

Tabelle 25: Jährliche Kosten, Einsparung und Belastung der Beispielhaushalte im eigenen Haus im Jahr 2023 und 2030 – Teil 2

	Alleinstehende Person in der Stadt, 1 Auto		
	2023	2030	2030
Jahr	2023	2030	2030
Zustand	Ausgangszustand	ohne Anpassung	mit Anpassung
Wohnfläche (qm)	75	75	75
Gebäudehülle	ungedämmt	ungedämmt	ungedämmt
Heizsystem	Gasheizung	Gasheizung	Gasheizung
Heizenergieverbrauch (kWh pro Jahr)	19.350	19.350	19.350
Pkw	Benziner	Benziner	Benziner
Fahrleistung (km pro Jahr)	12.500	12.500	7.000
Heizenergiekosten in Euro_{real2022}			
Gas	2.188	1.946	1.946
Öl	-	-	-
davon CO ₂ -Kosten	110	393	393
Strom	-	-	-
Mobilitätskosten in Euro_{real2022}			
Benzin	1.492	1.477	827
Diesel			
davon CO ₂ -Kosten	55	190	106
Strom	-	-	-
Sonstige Pkw-Kosten (z. B. Wartung und Versicherung)	1.320	1.320	997
ÖV	-	-	588
Investitionskosten in Euro_{real2022}			
Annuierte Mehrinvestition gegenüber vorherigem Pkw	-	-	-
Gesamtkosten in Euro_{real2022}	5.000	4.743	4.358
Nettoeinkommen hoch	80.000	87.475	87.745
in % Nettoeinkommen	6,3 %	5,4 %	5,0 %
Nettoeinkommen gering	15.000	16.402	16.402
in % Nettoeinkommen	33,3 %	28,9 %	26,6 %

Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung, Öko-Institut

A.5.2 EU-CO₂-Flottenzielwerte für Pkw

Die EU-CO₂-Flottenzielwerte legen fest, wie viel CO₂ neue Fahrzeuge im Durchschnitt je Autobauer und Jahr emittieren dürfen. Die Grenzwerte fallen sukzessive ab und die Automobilindustrie wird somit dazu angeregt, Fahrzeuge mit geringerem CO₂-Ausstoß zu entwickeln und auf den Markt zu bringen. Die EU-CO₂-Flottenzielwerte erreichen im Jahr 2035 die Zielmarke von ausgestoßenen Null Gramm CO₂ je Kilometer. Die bis dahin schrittweise wirksame Ambitionssteigerung kann jedoch nicht mehr über das Zulassen klassischer Verbrennerfahrzeuge mit konventionellen Kraftstoffen erfolgen, da diese über einen zu hohen spezifischen Emissionsausstoß verfügen. Die Flottenzielwerte müssen daher für die Automobilindustrie vermehrt über den Absatz von Null-Emissions-Fahrzeugen erfolgen. Das Einhalten der CO₂-Flottenzielwerte liegt in der Verantwortung der fahrzeugproduzierenden Unternehmen. Um etwaige Strafen zu vermeiden, ist davon auszugehen, dass die Flottenzielwerte durch passende Preisgestaltung von Null-Emissions-Fahrzeugen seitens der Unternehmen erreicht wird. Daher werden E-Autos im Zeitverlauf preislich immer attraktiver gegenüber klassischen Verbrenner-Pkw.

Die in der folgenden Tabelle dargestellten Ergebnisse unterscheiden sich nicht maßgeblich von den unter 5.1.4 für Mietende dargestellten Szenarien.

Eigentümer*innen

Tabelle 26: Jährliche Kosten, Einsparung und Belastung der Beispielhaushalte im eigenen Haus im Jahr 2023 und 2030 – Teil 1

Jahr	Familie mit 2 Kindern auf dem Land, 2 Autos			Paar in Rente am Stadtrand, 1 Auto		
	2023	2030	2030	2023	2030	2030
Zustand	Ausgangszustand	ohne Anpassung	mit Anpassung	Ausgangszustand	ohne Anpassung	mit Anpassung
Wohnfläche (qm)	120	120	120	120	120	120
Gebäudehülle	ungedämmt	ungedämmt	ungedämmt	ungedämmt	ungedämmt	ungedämmt
Heizsystem	Ölheizung	Ölheizung	Ölheizung	Ölheizung	Ölheizung	Ölheizung
Heizenergieverbrauch (kWh pro Jahr)	30.960	30.960	30.960	30.960	30.960	30.960
Pkw	Benziner / Diesel	Benziner / Diesel	Benziner / E-Auto	Benziner	Benziner	E-Auto
Fahrleistung (km pro Jahr)	6.000 / 15.000	6.000 / 15.000	6.000 / 15.000	10.000	10.000	10.000

Heizenergiekosten in Euro_{real2022}

Gas	-	-	-	-	-	-
Öl	3.500	2.687	2.687	3.500	2.687	2.687
davon CO ₂ -Kosten	233	834	834	233	834	834
Strom	-	-	-	-	-	-

	Familie mit 2 Kindern auf dem Land, 2 Autos			Paar in Rente am Stadtrand, 1 Auto		
Mobilitätskosten in Euro _{real2022}						
Benzin	716	709	709	1.193	1.181	-
Diesel	1.890	1.917	-	-	-	-
davon CO ₂ -Kosten	107	367	91	44	152	-
Strom	-	-	1.225	-	-	693
Sonstige Pkw-Kosten (z. B. Wartung und Versicherung)	2.880	2.880	2.612	1.173	1.173	1.068
ÖV	-	-	-	-	-	-
Investitionskosten in Euro _{real2022}						
Annuisierte Mehrinvestition gegenüber vorherigem Pkw	-	-	405	-	-	274
Gesamtkosten in Euro _{real2022}	8.987	8.193	7.638	5.856	5.042	4.722
Nettoeinkommen hoch	60.000	65.607	65.607	45.000	49.205	49.205
in % Nettoeinkommen	15,0 %	12,5 %	11,6 %	13,0 %	10,2 %	9,6 %
Nettoeinkommen gering	35.000	38.271	38.271	25.000	27.336	27.336
in % Nettoeinkommen	25,7 %	21,4 %	20,0 %	23,4 %	18,4 %	17,3 %

Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung, Öko-Institut

Tabelle 27: Jährliche Kosten, Einsparung und Belastung der Beispielhaushalte im eigenen Haus im Jahr 2023 und 2030 – Teil 2

	Alleinstehende Person/Single in der Stadt, 1 Auto		
Jahr	2023	2030	2030
Zustand	Ausgangszustand	ohne Anpassung	mit Anpassung
Wohnfläche (qm)	75	75	75
Gebäudehülle	ungedämmt	ungedämmt	ungedämmt
Heizsystem	Gasheizung	Gasheizung	Gasheizung
Heizenergieverbrauch (kWh pro Jahr)	19.350	19.350	19.350

	Alleinstehende Person/Single in der Stadt, 1 Auto		
Pkw	Benziner	Benziner	Benziner
Fahrleistung (km pro Jahr)	12.500	12.500	12.500
Heizenergiekosten in Euro _{real2022}			
Gas	2.188	1.946	1.946
Öl	-	-	-
davon CO ₂ -Kosten	110	393	393
Strom	-	-	-
Mobilitätskosten in Euro _{real2022}			
Benzin	1.492	1.477	-
Diesel			
davon CO ₂ -Kosten	55	190	-
Strom	-	-	867
Sonstige Pkw-Kosten (z. B. Wartung und Versicherung)	1.320	1.320	1.204
ÖV	-	-	-
Investitionskosten in Euro _{real2022}			
Annuisierte Mehrinvestition gegenüber vorherigem Pkw	-	-	274
Gesamtkosten in Euro _{real2022}	5.117	4.859	4.290
Nettoeinkommen hoch	80.000	87.475	87.745
in % Nettoeinkommen	6,4 %	5,6 %	4,9 %
Nettoeinkommen gering	15.000	16.402	16.402
in % Nettoeinkommen	34,1 %	29,6 %	26,2 %

Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung, Öko-Institut

A.5.3 Bundesförderung für effiziente Gebäude - Programm Wohngebäude

Die Bundesförderung für effiziente Gebäude bietet Anreize zur energetischen Sanierung von Gebäuden. Das Programm umfasst die Förderung von Einzelmaßnahmen, wie den Heizungstausch, siehe Abschnitt 5.1.3, und auch die Förderung von Gesamtsanierungen, also die Sanierung der Gebäudehülle, Fenster, Decken und Heizung hin zu Effizienzhäusern. Die Förderung ist abhängig vom Zielzustand des Gebäudes. Für die Sanierung auf den Effizienzhausstandard 70 mit Luft-Wärmepumpe werden derzeit 10 % Tilgungszuschuss und 5 % Erneuerbare-Energien-Bonus angeboten sowie ein zusätzlicher 10 % Bonus, wenn es sich um ein Worst Performing Building handelt, so dass in Summe eine Unterstützung von 25 % der Investitionskosten erreicht werden kann. Für die Sanierung auf den Effizienzhausstandard 55 mit Luft-Wärmepumpe ist der Tilgungszuschuss mit 15 % leicht höher, so dass in Summe eine

Unterstützung von 30 % der Investitionskosten erzielt werden kann. Die Programme können von allen Gebäudeeigentümern*Gebäudeeigentümerinnen, also selbstnutzenden und vermietenden Eigentümern*Eigentümerinnen, in Anspruch genommen werden. In den folgenden Analysen nehmen wir an, dass Mehrfamilienhäuser auf den Effizienzhausstandard 70 und Ein- bzw. Zweifamilienhäuser auf Effizienzhausstandard 55 saniert werden.

Mit den angenommenen Entwicklungen für die Energie- und CO₂-Preise sowie Baukosten und Fördersätzen sind die Gesamtsanierungen für die meisten der betrachteten Beispielhaushalte im Jahr 2030 nicht wirtschaftlich gegenüber dem Zustand ohne Anpassung. Gegenüber der Ausgangssituation im Jahr 2023 stellt sich die Situation anders da, hier ist die Belastung nach Sanierung ungefähr gleich hoch bzw. für Mietende sogar leicht geringer. Dies unterstreicht die Bedeutung der Energiepreisentwicklungen insbesondere auch in Relation zueinander. Höhere Gas- oder Ölpreise und ein besseres Verhältnis zwischen Strom- und Gas- bzw. Ölpreis würden die Wirtschaftlichkeit befördern. Bei einem CO₂-Preis von 240 Euro/t CO₂ ist die Belastung nach Gesamtsanierung im Jahr 2030 für alle Beispielhaushalte geringer oder gleich hoch wie im Zustand ohne Sanierung mit Ausnahme der Rentnerin. Eine höhere Förderung würde sich positiv auswirken. Eine Förderung von 40 % (EH-70) bzw. 50 % (EH-55) der Sanierungskosten senkt die Belastung insbesondere für Haushalte mit geringem Einkommen deutlich und führt dazu, dass die Belastung nach Sanierung auf gleichem Niveau ist wie ohne Sanierung.

Mietende

Tabelle 28: Jährliche Kosten, Einsparung und Belastung der Beispielhaushalte in einer Mietwohnung im Jahr 2023 und 2030 – Teil 1

Jahr	Familie mit 2 Kindern			Rentnerin		
	2023	2030	2030	2023	2030	2030
Zustand	Ausgangszustand	ohne Anpassung	mit Anpassung	Ausgangszustand	ohne Anpassung	mit Anpassung
Wohnfläche (qm)	90	90	90	80	80	80
Gebäudehülle	ungedämmt	ungedämmt	gedämmt (EH-70)	ungedämmt	ungedämmt	gedämmt (EH-70)
Heizsystem	Gasheizung	Gasheizung	Luft-WP	Ölheizung	Ölheizung	Luft-WP
Heizenergieverbrauch (kWh pro Jahr)	16.470	16.470	2.430	14.640	14.640	2.160
Pkw	Benziner / Diesel	Benziner / Diesel	Benziner / Diesel	kein Auto	kein Auto	kein Auto
Fahrleistung (km pro Jahr)	6.000 / 15.000	6.000 / 15.000	6.000 / 15.000	-	-	-

Heizenergiekosten in Euro_{real2022}

Gas	1.863	1.657	-	-	-	-
Öl	-	-	-	1.656	1.271	-
davon CO ₂ -Kosten	94	335	-	110	394	-
Strom	-	-	610	-	-	542

	Familie mit 2 Kindern			Rentnerin		
Mobilitätskosten in Euro _{real2022}						
Benzin	716	709	709	-	-	-
Diesel	1890	1917	1917	-	-	-
davon CO ₂ -Kosten	107	367	367	-	-	-
Strom	-	-	-	-	-	-
Sonstige Pkw-Kosten (z. B. Wartung und Versicherung)	2.880	2.880	2.880	-	-	-
ÖV	-	-	-	588	588	588
Investitionskosten in Euro _{real2022}						
Modernisierungsumlage	-	-	1.501	-	-	1.334
Gesamtkosten in Euro _{real2022}	7.348	7.162	7.617	2.244	1.859	2.465
Nettoeinkommen hoch	60.000	65.607	65.607	25.000	27.336	27.336
in % Nettoeinkommen	12,2 %	10,9 %	11,6 %	9,0 %	6,8 %	9,0 %
Nettoeinkommen gering	35.000	38.271	38.721	15.000	16.402	16.402
in % Nettoeinkommen	21,0 %	18,7 %	19,9 %	15,0 %	11,3 %	15,0 %

Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung, Öko-Institut

Tabelle 29: Jährliche Kosten, Einsparung und Belastung der Beispielhaushalte in einer Mietwohnung im Jahr 2023 und 2030 – Teil 2

Jahr	Alleinerziehendes Elternteil mit einem Kind			Single		
	2023	2030	2030	2023	2030	2030
Zustand	Ausgangszustand	ohne Anpassung	mit Anpassung	Ausgangszustand	ohne Anpassung	mit Anpassung
Wohnfläche (qm)	75	75	75	75	75	75
Gebäudehülle	ungedämmt	ungedämmt	gedämmt (EH-70)	ungedämmt	ungedämmt	gedämmt (EH-70)
Heizsystem	Gasheizung	Gasheizung	Luft-WP	Gasheizung	Gasheizung	Luft-WP
Heizenergieverbrauch (kWh pro Jahr)	13.725	13.725	2.025	13.725	13.725	2.025

	Alleinerziehendes Elternteil mit einem Kind			Single		
	Benziner	Benziner	Benziner	Benziner	Benziner	Benziner
Pkw						
Fahrleistung (km pro Jahr)	10.000	10.000	10.000	12.500	12.500	12.500
Heizenergiekosten in Euro _{real2022}						
Gas	1.552	1.381	-	1.552	1.381	-
Öl	-	-	-	-	-	-
davon CO ₂ -Kosten	78	279	-	78	279	-
Strom	-	-	508	-	-	508
Mobilitätskosten in Euro _{real2022}						
Benzin	1.193	1.181	1.181	1.492	1.477	1.477
Diesel	-	-	-	-	-	-
davon CO ₂ -Kosten	44	152	152	55	190	190
Strom	-	-	-	-	-	-
Sonstige Pkw-Kosten (z. B. Wartung und Versicherung)	1.173	1.173	1.173	1.320	1.320	1.320
ÖV	-	-	-	-	-	-
Investitionskosten in Euro _{real2022}						
Modernisierungsumlage	-	-	1.251	-	-	1.251
Gesamtkosten in Euro _{real2022}	3.919	3.735	4.114	4.364	4.177	4.556
Nettoeinkommen hoch	40.000	43.738	43.738	80.000	87.475	87.745
in % Nettoeinkommen	9,8 %	8,5 %	9,4 %	5,5 %	4,8 %	5,2 %
Nettoeinkommen gering	20.000	21.869	21.689	15.000	16.402	16.402
in % Nettoeinkommen	19,6 %	17,1 %	18,8 %	29,1 %	25,5 %	27,8 %

Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung, Öko-Institut

Eigentümer*innen

Tabelle 30: Jährliche Kosten, Einsparung und Belastung der Beispielhaushalte im eigenen Haus im Jahr 2023 und 2030 – Teil 1

Jahr	Familie mit 2 Kindern			Paar in Rente		
	2023	2030	2030	2023	2030	2030
Zustand	Ausgangszustand	ohne Anpassung	mit Anpassung	Ausgangszustand	ohne Anpassung	mit Anpassung
Wohnfläche (qm)	120	120	120	120	120	120
Gebäudehülle	ungedämmt	ungedämmt	gedämmt (EH-55)	ungedämmt	ungedämmt	gedämmt (EH-55)
Heizsystem	Ölheizung	Ölheizung	Luft-WP	Ölheizung	Ölheizung	Luft-WP
Heizenergieverbrauch (kWh pro Jahr)	30.960	30.960	3.600	30.960	30.960	3.600
Pkw	Benziner / Diesel	Benziner / Diesel	Benziner / Diesel	Benziner	Benziner	Benziner
Fahrleistung (km pro Jahr)	6.000 / 15.000	6.000 / 15.000	6.000 / 15.000	10.000	10.000	10.000

Heizenergiekosten in Euro_{real2022}

Gas	-	-	-	-	-	-
Öl	3.500	2.687	-	3.500	2.687	-
davon CO ₂ -Kosten	233	834	-	233	834	-
Strom	-	-	904	-	-	904

Mobilitätskosten in Euro_{real2022}

Benzin	716	709	709	1.193	1.181	1.181
Diesel	1.890	1.917	1.917	-	-	-
davon CO ₂ -Kosten	107	367	367	44	152	152
Strom	-	-	-	-	-	-
Sonstige Pkw-Kosten (z. B. Wartung und Versicherung)	2.880	2.880	2.880	1.173	1.173	1.173
ÖV	-	-	-	-	-	-

Investitionskosten in Euro_{real2022}

Annuierte Investitionskosten	-	-	3.324	-	-	3.324
Gesamtkosten in Euro_{real2022}	8.987	8.193	9.733	5.868	5.042	6.831

	Familie mit 2 Kindern			Paar in Rente		
Nettoeinkommen hoch	60.000	65.607	65.607	32.000	34.990	34.990
in % Nettoeinkommen	15,0 %	12,5 %	14,8 %	13,0 %	10,2 %	13,9 %
Nettoeinkommen gering	35.000	38.271	35.000	25.000	27.336	27.336
in % Nettoeinkommen	25,7 %	21,4 %	25,4 %	23,5 %	18,4 %	25,0 %

Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung, Öko-Institut

Tabelle 31: Jährliche Kosten, Einsparung und Belastung der Beispielhaushalte im eigenen Haus im Jahr 2023 und 2030 – Teil 2

	Single		
Jahr	2023	2030	2030
Zustand	Ausgangszustand	ohne Anpassung	mit Anpassung
Wohnfläche (qm)	75	75	75
Gebäudehülle	ungedämmt	ungedämmt	gedämmt (EH-55)
Heizsystem	Gasheizung	Gasheizung	Luft-WP
Heizenergieverbrauch (kWh pro Jahr)	19.350	19.350	2.250
Pkw	Benziner	Benziner	Benziner
Fahrleistung (km pro Jahr)	12.500	12.500	12.500
Heizenergiekosten in Euro_{real2022}			
Gas	2.188	1.946	-
Öl	-	-	-
davon CO ₂ -Kosten	-	-	-
Strom	-	-	565
Mobilitätskosten in Euro_{real2022}			
Benzin	1.492	1.477	1.477
Diesel	-	-	-
davon CO ₂ -Kosten	55	190	190
Strom	-	-	-
Sonstige Pkw-Kosten (z. B. Wartung und Versicherung)	1.320	1.320	1.320
ÖV	-	-	-

	Single		
Investitionskosten in Euro _{real2022}			
Annuierte Investitionskosten	-	-	2.268
Gesamtkosten in Euro _{real2022}	5.000	4.743	5.439
Nettoeinkommen hoch	80.000	87.475	87.475
in % Nettoeinkommen	6,3 %	5,4 %	6,2 %
Nettoeinkommen gering	15.000	16.402	16.402
in % Nettoeinkommen	33,3 %	28,9 %	33,2 %

Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung, Öko-Institut