

Climate Change

17/2024

Zwischenbericht

Sozio-ökonomische Folgenabschätzung zum Projektionsbericht 2023

von:

Katja Schumacher, Dennis Appenfeller, Johanna Cludius, Malte bei der Wieden, Peter Kasten, Konstantin Kreye, Wolf Kristian Görz, Luca Lena Jansen, Charlotte Loreck, Hannah Förster, Ralph Harthan

Öko-Institut

Luisa Sievers, Anna Grimm, Denis Stijepic, Matthias Rehfeldt
Fraunhofer ISI

Jana Deurer, Jan Steinbach
IREES

Herausgeber:

Umweltbundesamt

CLIMATE CHANGE 17/2024

Forschungsplan des Bundesministeriums für Wirtschaft
und Klimaschutz

Forschungskennzahl 3722 41 511 0

FB001444

Zwischenbericht

Sozio-ökonomische Folgenabschätzung zum Projektionsbericht 2023

von

Katja Schumacher, Dennis Appenfeller, Johanna Cludius,
Malte bei der Wieden, Peter Kasten, Konstantin Kreye, Wolf
Kristian Görz, Luca Lena Jansen, Charlotte Loreck, Hannah
Förster, Ralph Harthan
Öko-Institut

Luisa Sievers, Anna Grimm, Denis Stijepic, 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.
Borkumstr. 2
13189 Berlin

Abschlussdatum:

März 2024

Redaktion:

Fachgebiet V 1.2 Strategien und Szenarien zu Klimaschutz und Energie
Kai Wehmann, Karlotta Schultz

Publikationen als pdf:

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

ISSN 1862-4359

Dessau-Roßlau, April 2024

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

Kurzbeschreibung: Sozio-ökonomische Folgenabschätzung zum Projektionsbericht 2023

Die sozio-ökonomische Folgenabschätzung vergleicht das Mit-weiteren-Maßnahmen-Szenario (MWMS), welches zusätzliche geplante Klimaschutzinstrumente beinhaltet, mit dem Mit-Maßnahmen-Szenario (MMS) des Projektionsberichts 2023 in Hinblick auf Investitionsbedarfe, Kosteneinsparungen sowie die gesamtwirtschaftliche Wirkung. Dabei werden Veränderungen in den Sektoren Energie, Industrie, Gebäude und Verkehr untersucht. Ergänzt wird die Analyse 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, insbesondere in den Bereichen Gebäudehülle, erneuerbare Heiztechnologien, Energiespeicher und elektrische Fahrzeuge, stehen geringeren Investitionen in fossile Heizungstechnologien und Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor gegenüber. Insgesamt sind die Investitionen im MWMS leicht höher als im MMS und die Energie- und Betriebskosten fallen geringer aus. In beiden Szenarien gehen die Nachfrage und daraus resultierend die Ausgaben für fossile Brennstoffe gehen stark zurück, im MWMS stärker als im MMS, während die Stromausgaben aufgrund der Elektrifizierung zunehmen. Mehrinvestitionen und geringere Importe fossiler Brennstoffe wirken sich positiv auf die Gesamtwirtschaft in Deutschland aus, was sich durch einen höheren BIP-Verlauf bis 2045 im MWMS im Vergleich zum MMS ausdrückt. 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 schon heute ein Engpass besteht.

Durch die höheren Klimaschutzanstrengungen im MWMS gegenüber dem MMS entstehen je nach Instrument leicht progressive oder leicht regressive Verteilungswirkungen. Die Analyse von Beispielhaushalten zeigt, dass die Belastung für die Haushalte, insbesondere mit geringem Einkommen, sehr hoch sein kann, aber auch, dass insbesondere bei hohen CO₂-Preisen der Umstieg auf klimafreundliche Lösungen eine Entlastung der Haushalte bewirken kann. 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.

Abstract: Socio-economic impact assessment of the 2023 Projection Report

This socio-economic impact assessment undertakes a comparison of the with additional measures (MWMS) scenario, which includes additional planned climate policy instruments, and the with existing measures (MMS) scenario of the 2023 Projection Report in terms of investment needs, cost savings and the overall economic impacts. Changes in the energy, industry, buildings and transport sectors are examined. The assessment is complemented by an analysis of the estimated labour market effects in selected areas with high investment needs and of the distribution effects of various instruments in the buildings and transport sectors.

Increased investments in the MWMS, particularly in the areas of building envelopes, renewable heating technologies, energy storage and electric vehicles, are counterpointed by lower investments in fossil-based heating technologies and vehicles with combustion engines. Overall, the investments in the MWMS are slightly higher than in the MMS and the energy and operating costs are lower. In both scenarios, the demand and the resulting expenditure on fossil fuels fall sharply, more sharply in the MWMS than in the MMS, while electricity expenditure increases due to electrification. Additional investments and lower imports of fossil fuels have a positive effect on the overall economy in Germany, which is reflected in a higher GDP trend up to 2045 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 will lead to labour shortages in numerous sectors and activities. A significant share of these shortages comes about in occupational categories for which there is currently already a shortage.

The higher climate protection efforts in the MWMS compared to the MMS result in slightly progressive or slightly regressive distribution effects, depending on the instrument. 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. This has implications for the (socially differentiated) design of incentive and support programs, which offer the most important lever for protecting households from high costs in the long term.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	8
Abbildungsverzeichnis.....	10
Tabellenverzeichnis	14
Abkürzungsverzeichnis	15
Zusammenfassung.....	17
Summary	26
1 Einleitung.....	35
2 Investitionsbedarf und Einsparungen	37
2.1 Gesamtbetrachtung	40
2.2 Energiewirtschaft.....	44
2.3 Industrie	50
2.4 Gebäude.....	57
2.5 Verkehr.....	63
3 Gesamtwirtschaftliche Analyse	71
3.1 Methodik.....	71
3.2 Impulse für die gesamtwirtschaftliche Analyse	73
3.2.1 Investitionen	74
3.2.2 Konsum	77
3.2.3 Handelsbilanz.....	79
3.2.4 Steuern und Subventionen	80
3.2.5 Vorleistungen.....	82
3.3 Bruttoinlandsprodukt und Wertschöpfung	83
3.3.1 Bruttoinlandsprodukt	84
3.3.2 Bruttowertschöpfung nach Wirtschaftsbereichen	87
3.4 Arbeitskräftebedarf.....	89
3.4.1 Arbeitskräftebedarf auf gesamtwirtschaftlicher Ebene	90
3.4.2 Arbeitskräftebedarf nach Wirtschaftsbereichen	91
4 Arbeitsmarkteffekte in ausgewählten Bereichen.....	94
4.1 Einführende Erklärung	94
4.2 Vorgehensweise (Berechnung und Datenquellen)	94
4.3 Ergebnisse	96
4.3.1 Elektrifizierte Fahrzeuge	96
4.3.2 Gebäudehülle.....	100

4.3.3	Wärmepumpen.....	104
4.3.4	Wind Onshore	108
4.3.5	Abschließende Einordnung der Resultate	112
5	Verteilungswirkungen	114
5.1	Verteilungsanalyse über alle Einkommensgruppen	116
5.1.1	Gebäude.....	116
5.1.2	Verkehr	123
5.2	Analyse von Beispielhaushalten, Betrachtung einzelner Maßnahmen	125
5.2.1	Spezifizierung der Beispielhaushalte	126
5.2.2	Annahmen für die Analyse der Beispielhaushalte	128
5.2.3	Ergebnisse für Beispielhaushalte, die eine Wohnung mieten	132
5.2.4	Ergebnisse für Beispielhaushalte, die im eigenen Haus wohnen	138
5.3	Fazit Verteilungsanalyse	144
6	Zusammenfassendes Fazit.....	147
7	Quellenverzeichnis	150
A	Anhang	154
A.1	Projizierte Entwicklung der Energiepreise	154
A.2	Weiterführende Daten: Zuordnung Wirtschaftszweige zu Wirtschaftsbereichen	155
A.3	Mikrosimulationsmodell SEEK	159

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Schritte der Folgenabschätzung	17
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	21
Abbildung 5:	Bruttowertschöpfung nach Wirtschaftsbereichen – Absolute Abweichung MWMS von MMS für die Hauptanalyse "gov_con" (Gegenfinanzierung über Staatskonsum)	22
Abbildung 6:	Arbeitskräftebedarf nach Wirtschaftsbereichen – Absolute Abweichung MWMS von MMS für die Hauptanalyse "gov_con" (Gegenfinanzierung über Staatskonsum)	23
Abbildung 7:	Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in elektrifizierte Fahrzeuge, Gebäudehülle, Wärmepumpen und Wind Onshore – Erwerbstätige je Jahr	24
Figure 8:	Steps of the impact assessment	26
Figure 9:	Additional investments in MMS and MWMS - by sector	27
Figure 10:	Energy and operating costs in MMS and MWMS - by sector ...	28
Figure 11:	Germany's gross domestic product: percentage deviation of MWMS from MMS	30
Figure 12:	Gross value added by economic sector: absolute deviation of MWMS from MMS for the main analysis "gov_con" (counter-financing via government consumption)	31
Figure 13:	Labour demand by economic sector: absolute deviation of MWMS from MMS for the main analysis "gov_con" (counter-financing via government consumption)	32
Figure 14:	Direct and indirect effects of investments in electrified vehicles, building envelope, heat pumps and onshore wind – no. of people employed by year	33
Abbildung 15:	Schritte der Folgenabschätzung	36
Abbildung 16:	Treibhausgasminderungen in den Sektoren im Jahr 2030 bzw. 2045 gegenüber 2025	41
Abbildung 17:	Mehrinvestitionen im MMS und MWMS - nach Sektoren	42
Abbildung 18:	Energie- und Betriebskosten in MMS und MWMS - nach Sektoren	44
Abbildung 19:	Mehrinvestitionen in MMS und MWMS - Energiewirtschaft ...	46
Abbildung 20:	Differenzinvestitionen im Vergleich MWMS versus MMS nach Technologie – Energiewirtschaft	47
Abbildung 21:	Betriebskosten in MMS und MWMS nach Technologiegruppe – Energiewirtschaft	48

Abbildung 22	Annuierte Differenzinvestitionen und Mehrausgaben/Einsparungen im Vergleich MWMS versus MMS, nach Technologie - Energiewirtschaft.....	50
Abbildung 23:	Mehrinvestitionen in MMS und MWMS - Industrie.....	53
Abbildung 24:	Differenzinvestitionen in Mio. Euro im Vergleich MWMS versus MMS – Industrie	54
Abbildung 25:	Betriebskosten in MMS und MWMS nach Technologie – Industrie.....	55
Abbildung 26:	Brennstoff- und Stromkosten in MMS und MWMS – Industrie	56
Abbildung 27:	Annuierte Differenzinvestitionen und Mehrausgaben bzw. Einsparungen im Vergleich MWMS versus MMS nach Technologie - Industrie.....	57
Abbildung 28:	Energetische Mehrinvestitionen in MMS und MWMS nach Technologie – Gebäude.....	59
Abbildung 29:	Differenzinvestitionen zwischen MWMS und MMS nach Technologie – Gebäude.....	60
Abbildung 30:	Energieträger- und Stromkosten in MMS und MWMS nach Energieträger – Gebäude	61
Abbildung 31:	Annuierte energetische Mehrinvestitionen sowie Mehrausgaben/Einsparungen im Vergleich MWMS versus MMS - Gebäude.....	63
Abbildung 32:	Gesamtinvestitionen in MMS und MWMS – Verkehr	65
Abbildung 33:	Differenzinvestitionen in MWMS versus MMS nach Technologie - Lkw	66
Abbildung 34:	Kraftstoffausgaben in MMS und MWMS nach Haushalt/Verkehrsbranchen	67
Abbildung 35:	Kraftstoffausgaben in MMS und MWMS - Straßengüterverkehr	68
Abbildung 36:	Annuierte Differenzinvestitionen und Einsparungen/Mehrausgaben im Vergleich MWMS versus MMS – Verkehr.....	69
Abbildung 37:	Schematische Darstellung des Modells ISI-Macro	72
Abbildung 38:	Impulse durch Investitionen auf Ebene der Technologien – Absolute Abweichung MWMS von MMS	75
Abbildung 39:	Impulse durch Investitionen auf Ebene der Wirtschaftsbereiche – Absolute Abweichung MWMS von MMS	76
Abbildung 40:	Impulse durch Konsum auf Ebene von Gütern und Dienstleistungen – Absolute Abweichung MWMS von MMS ..	78
Abbildung 41:	Impulse durch Konsum auf Ebene der Wirtschaftsbereiche – Absolute Abweichung MWMS von MMS	79
Abbildung 42:	Impulse durch Handelsbilanz – Absolute Abweichung MWMS von MMS	80

Abbildung 43:	Impulse durch Steuern und Subventionen – Absolute Abweichung MWMS von MMS	81
Abbildung 44:	Impulse durch Vorleistungen – Absolute Abweichung MWMS von MMS	83
Abbildung 45:	Bruttoinlandsprodukt Deutschland – Absolute Abweichung MWMS von MMS	86
Abbildung 46:	Bruttoinlandsprodukt Deutschland – Prozentuale Abweichung MWMS von MMS	87
Abbildung 47:	Bruttowertschöpfung nach Wirtschaftsbereichen – Absolute Abweichung MWMS von MMS für die Hauptanalyse "gov_con" (Gegenfinanzierung über Staatskonsum).....	88
Abbildung 48:	Bruttowertschöpfung nach Wirtschaftsbereichen – Absolute Abweichung MWMS von MMS für unterschiedliche Sensitivitäten im Jahr 2045	89
Abbildung 49:	Arbeitskräftebedarf Deutschland – Absolute Abweichung MWMS von MMS	90
Abbildung 50:	Arbeitskräftebedarf Deutschland – Prozentuale Abweichung MWMS von MMS	91
Abbildung 51:	Arbeitskräftebedarf nach Wirtschaftsbereichen – Absolute Abweichung MWMS von MMS für die Hauptanalyse "gov_con" (Gegenfinanzierung über Staatskonsum).....	92
Abbildung 52:	Arbeitskräftebedarf nach Wirtschaftsbereichen – Absolute Abweichung MWMS von MMS für unterschiedliche Sensitivitäten im Jahr 2045	93
Abbildung 53:	Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in elektrifizierte Fahrzeuge, Gebäudehülle, Wärmepumpen und Wind Onshore – Erwerbstätige je Jahr	96
Abbildung 54:	Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in elektrifizierte Fahrzeuge – Erwerbstätige je Wirtschaftszweig und Jahr.....	97
Abbildung 55:	Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in elektrifizierte Fahrzeuge – Erwerbstätige je Tätigkeit und Jahr	98
Abbildung 56:	Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in elektrifizierte Fahrzeuge – Erwerbstätige je Anforderung und Jahr	99
Abbildung 57:	Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in elektrifizierte Fahrzeuge – Erwerbstätige je Engpassberuf und Jahr.....	100
Abbildung 58:	Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in Gebäudehülle – Erwerbstätige je Wirtschaftszweig und Jahr	101
Abbildung 59:	Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in Gebäudehülle – Erwerbstätige je Tätigkeit und Jahr	102
Abbildung 60:	Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in Gebäudehülle – Erwerbstätige je Anforderung und Jahr	103
Abbildung 61:	Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in Gebäudehülle – Erwerbstätige je Engpassberuf und Jahr.....	104

Abbildung 62:	Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in Wärmepumpen – Erwerbstätige je Wirtschaftszweig und Jahr	105
Abbildung 63:	Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in Wärmepumpen – Erwerbstätige je Tätigkeit und Jahr.....	106
Abbildung 64:	Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in Wärmepumpen – Erwerbstätige je Anforderung und Jahr	107
Abbildung 65:	Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in Wärmepumpen – Erwerbstätige je Engpassberuf und Jahr ...	108
Abbildung 66:	Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in Wind Onshore – Erwerbstätige je Wirtschaftszweig und Jahr.....	109
Abbildung 67:	Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in Wind Onshore – Erwerbstätige je Tätigkeit und Jahr	110
Abbildung 68:	Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in Wind Onshore – Erwerbstätige je Anforderung und Jahr.....	111
Abbildung 69:	Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in Wind Onshore – Erwerbstätige je Engpassberuf und Jahr	112
Abbildung 70:	Annuierte Differenzinvestitionen und Differenzausgaben privater Haushalte im Gebäudesektor im MWMS gegenüber MMS im Jahr 2025	120
Abbildung 71:	Annuierte Differenzinvestitionen und Differenzausgaben privater Haushalte im Gebäudesektor im MWMS gegenüber MMS im Jahr 2030	122
Abbildung 72:	Annuierte Differenzinvestitionen und Differenzausgaben privater Haushalte im Gebäudesektor im MWMS gegenüber MMS im Jahr 2035	123
Abbildung 73:	Verteilungswirkungen der Ersparnisse durch das Deutschlandticket für regelmäßige Nutzer*innen des öffentlichen Nahverkehrs.....	125
Abbildung 74:	Vorkommen der betrachteten Gruppen von Beispielhaushalten in Deutschland	126
Abbildung 75:	Anteil des verfügbaren Einkommens, der von Beispielhaushalten in einer Mietwohnung für Wärme und Mobilität aufgewendet wird; CO ₂ -Preissensitivität.....	138
Abbildung 76:	Anteil des verfügbaren Einkommens, der von Beispielhaushalten im eigenen Haus für Wärme und Mobilität aufgewendet wird; CO ₂ -Preissensitivität.....	144
Abbildung 77:	Projizierte Entwicklung der Endverbraucherpreise für Energie als Preisindex (2020 = 100).....	155
Abbildung 78:	Mikrosimulationsmodell SEEK des Öko-Instituts – Verteilungswirkungen energie- und klimapolitischer Maßnahmen berechnen	159

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Input Verteilungsanalyse über alle Einkommensgruppen: Differenz MWMS – MMS in EUR/qm	117
Tabelle 2:	Beispielhaushalte, die in einer Mietwohnung wohnen – Teil 1	127
Tabelle 3:	Beispielhaushalte, die in einer Mietwohnung wohnen – Teil 2	127
Tabelle 4:	Beispielhaushalte, die im eigenen Einfamilienhaus wohnen .	128
Tabelle 5:	Annahmen zu Gebäuden und Gebäudemaßnahmen in der Analyse der Beispielhaushalte – Teil 1	129
Tabelle 6:	Annahmen zu Gebäuden und Gebäudemaßnahmen in der Analyse der Beispielhaushalte – Teil 2	129
Tabelle 7:	Annahmen zu Mobilität und Mobilitätsmaßnahmen in der Analyse der Beispielhaushalte.....	130
Tabelle 8:	Annahmen zu Energie-, CO ₂ -Preisen und Deutschlandticket.	131
Tabelle 9:	Jährliche Kosten, Einsparung und Belastung der Beispielhaushalte in einer Mietwohnung bei einem CO ₂ -Preis von 30 Euro/t im Jahr 2022 – Teil 1.....	133
Tabelle 10:	Jährliche Kosten, Einsparung und Belastung der Beispielhaushalte in einer Mietwohnung bei einem CO ₂ -Preis von 30 Euro/t im Jahr 2022 – Teil 2.....	135
Tabelle 11:	Jährliche Kosten und Belastung der Beispielhaushalte in einer Mietwohnung: Sensitivität für hohen CO ₂ -Preis von 200 Euro/t CO ₂ - Teil 1	136
Tabelle 12:	Jährliche Kosten und Belastung der Beispielhaushalte in einer Mietwohnung: Sensitivität für hohen CO ₂ -Preis von 200 Euro/t CO ₂ - Teil 2	137
Tabelle 13:	Jährliche Kosten, Einsparung und Belastung der Beispielhaushalte im eigenen Haus bei einem CO ₂ -Preis von 30 Euro/t im Jahr 2022	140
Tabelle 14:	Jährliche Kosten und Belastung der Beispielhaushalte im selbstgenutzten Einfamilienhaus: Sensitivität für hohen CO ₂ - Preis von 200 Euro/tCO ₂	142
Tabelle 15:	Zuordnung der Wirtschaftszweige (inkl. CPA) zu Wirtschaftsbereichen	155

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
BAK	Baualtersklasse
BEG	Bundesförderung für effiziente Gebäude
BEHG	Brennstoffemissionshandelsgesetz
BEV	Batterieelektrische Fahrzeuge
BEW	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze
BIP	Bruttoinlandsprodukt
CPA	Classification of Products by Activity
CCS	Carbon Capture and Storage
CCU	Carbon Capture and Usage
Destatis	Statistisches Bundesamt, Wiesbaden
EE	Erneuerbare Energie
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EH	Effizienzhaus-Standard
EU-ETS	EU Emissions Trading System (EU-Emissionshandelssystem)
ETS II	Europäischer Emissionshandel für Gebäude und Straßenverkehr
EVS	Einkommens- und Verbrauchsstichprobe
EZFH	Ein-/Zweifamilienhaus
FCEV	Fahrzeuge mit Brennstoffzellen
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GHD	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen
ICE	Internal Combustion Engine (Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor)
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
LNF	Leichte Nutzfahrzeuge
LNG	Liquefied natural gas (Flüssigerdgas)
LPG	Liquefied petroleum gas (Flüssiggas/Autogas)
MFH	Mehrfamilienhaus
MiD	Mobilität in Deutschland
MIV	Motorisierter Individualverkehr
MMS	Mit-Maßnahmen-Szenario
MWMS	Mit-Weiteren-Maßnahmen-Szenario
OPEX	Operational expenditure (Betriebskosten)
ÖV	Öffentlicher Verkehr
PV	Photovoltaik
SOEP	Sozio-ökonomisches Panel
THG	Treibhausgase
VDV	Verband Deutscher Verkehrsunternehmen e. V.

Abkürzung	Bedeutung
VGR	Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung
Wfl	Wohnfläche
WP	Wärmepumpe
WPB	Worst Performing Building

Zusammenfassung

Die sozio-ökonomische Folgenabschätzung vergleicht vor allem zwei Szenarien, das Mit-weiteren-Maßnahmen-Szenario (MWMS) mit dem Mit-Maßnahmen-Szenario (MMS) des Projektionsberichts 2023 (Harthan et al. 2023), 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 2023 für Deutschland auf (Harthan et al. 2023). Das MMS umfasst alle bis Ende August 2022 bereits implementierten und angenommenen 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.

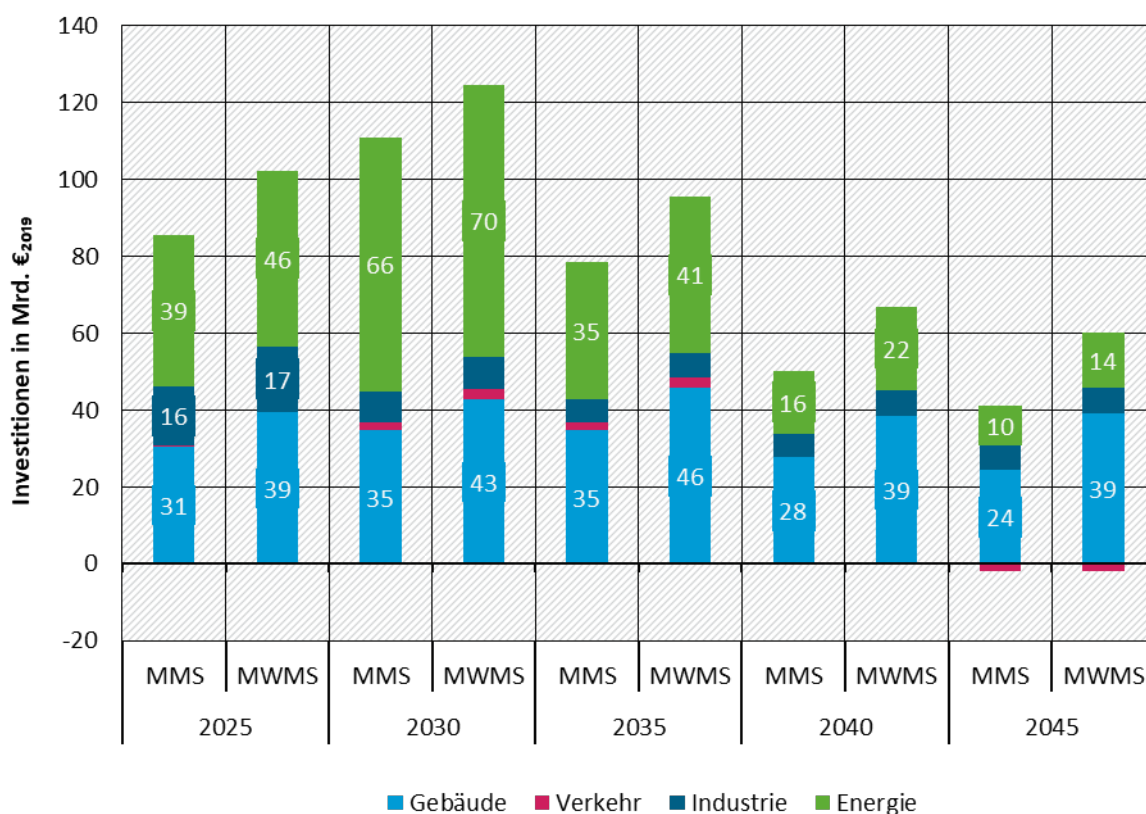
Der Projektionsbericht 2023 (Harthan et al. 2023) ermittelt, dass sich bis zum Jahr 2045 eine deutliche Reduktion der Treibhausgasemissionen abzeichnet, wobei im MMS eine Verringerung auf 229 Mio. t CO₂-Äq. und im MWMS auf 179 Mio. t CO₂-Äq. projiziert wird. Das Minderungsziel von 65 % wird im MMS leicht verfehlt, da die erzielbare Minderung unter den Annahmen im Projektionsbericht nur 63 % beträgt. Mit den zusätzlichen Maßnahmen im MWMS wird die vorgesehene Minderung von 65 % erreicht. Die Treibhausgasneutralität im Jahr 2045 wird

allerdings in beiden Szenarien deutlich verfehlt. Über den Zeitraum von 2023 bis 2050 erfolgt im MWMS eine um 1.093 Mio. t CO₂-Äq. höhere kumulierte Einsparung als im MMS, wodurch die Emissionslücke gemäß des KSG deutlich verringert werden kann. Die größten Einsparungen erfolgen dabei in der Energiewirtschaft, gefolgt von den Sektoren Verkehr und Industrie.

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 66 Mrd. Euro und im MWMS bis zu 70 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 35 bzw. 43 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.

Abbildung 2: Mehrinvestitionen im MMS und MWMS - nach Sektoren



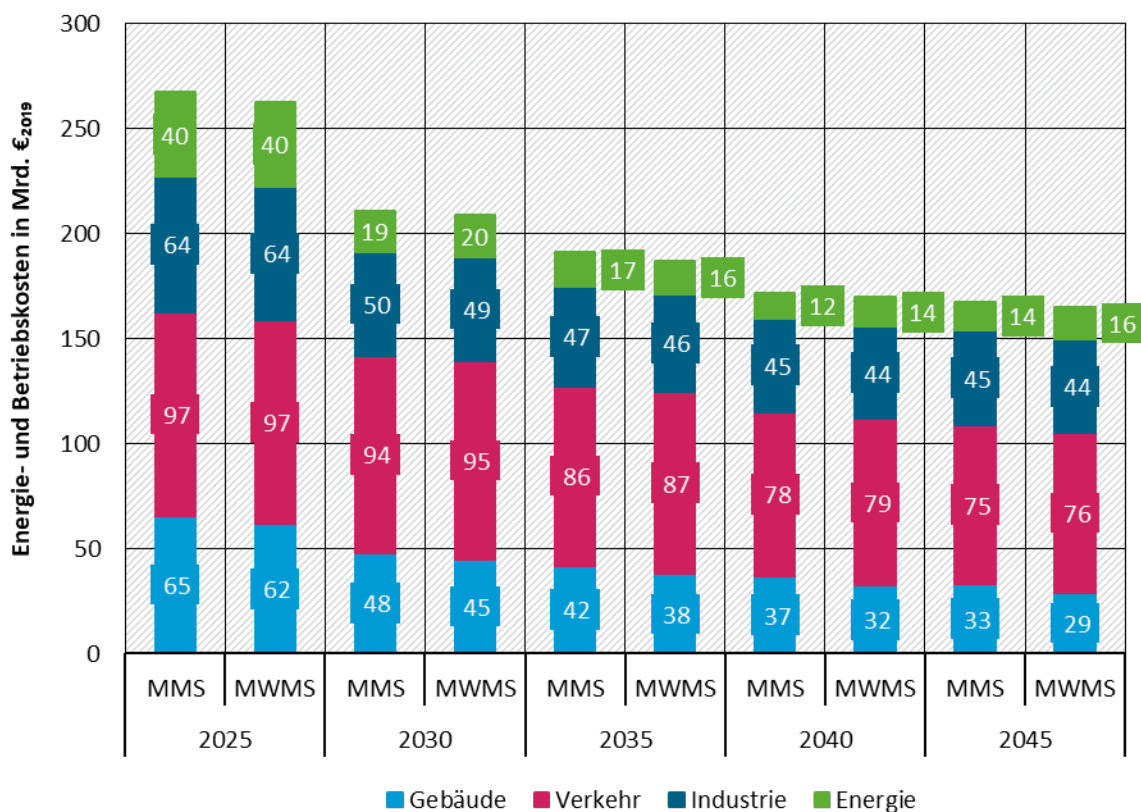
Quelle: Eigene Darstellung (Öko-Institut); Modellrechnungen: Öko-Institut, Fraunhofer ISI, IREES.

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.

Bis 2030 bzw. 2045 wird der zusätzliche Investitionsbedarf im MWMS im Vergleich zum MMS auf 13,6 bzw. 18,8 Mrd. Euro geschätzt. Die Energiewirtschaft setzt hier im MWMS vor allem auf höhere Investitionen in die Batteriespeicherkapazität, um weniger Strom aus erneuerbaren

Energiequellen abregeln zu müssen und die höhere Stromnachfrage zu bedienen. Die erhöhte Nachfrage im MWMS stammt aus allen Sektoren. Im Industriesektor werden durch die Einrichtung Grüner Leitmärkte im MWMS höhere Investitionen getätigt, was eine beschleunigte Elektrifizierung zur Folge hat. Im Gebäudesektor steigt die Stromnachfrage durch höhere Investitionen in Wärmepumpen, und im Straßengüterverkehr führt die verstärkte CO₂-Spreizung der Lkw-Maut zu einer schnelleren Elektrifizierung der Lkw-Flotte im MWMS. 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.

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



Quelle: Eigene Darstellung (Öko-Institut); Modellrechnungen: Öko-Institut, Fraunhofer ISI, IREES.
Anmerkungen: Energie- und Betriebskosten mit Energiesteuern und CO₂-Kosten, ohne MwSt.

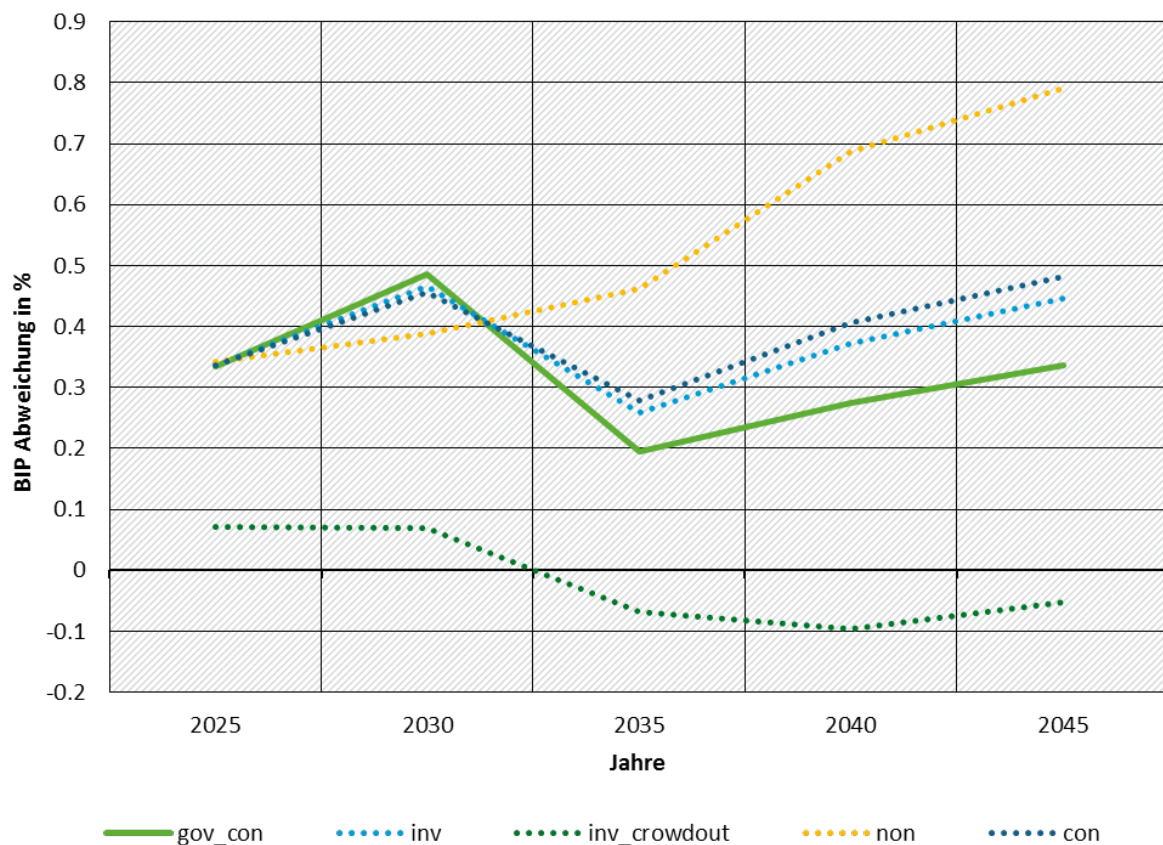
Die Betrachtung der Ausgaben verdeutlicht, dass die getätigten Investitionen in beiden Szenarien zu bedeutenden Einsparungen führen. Dies resultiert vor allem aus einem verringerten Einsatz von fossilen Energieträgern. Im MWMS wird der Effekt nochmal verstärkt durch die beschleunigte Elektrifizierung über alle Sektoren hinweg und die Erhöhung der Speicherkapazitäten von erneuerbarer Energie. Der genaue Umfang der Einsparungen 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.

Die Tatsache, dass die Energiewirtschaft für nachfragenden Sektoren Strom produziert (Sektorkopplung), wirkt sich auf die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit der Mehrinvestitionen

im Hinblick auf potenzielle Kosteneinsparungen aus. Während in den Sektoren Industrie, Gebäude und Verkehr Kosteneinsparungen infolge einer zunehmenden Elektrifizierung und damit einer verminderten Nutzung fossiler Energieträger realisiert werden können, werden die Investitionen zum Ausbau der Kapazitäten zur Stromerzeugung und -speicherung in der Energiewirtschaft getätigt. Zudem werden Einnahmen, die durch den Verkauf von Strom und Wasserstoff erzielt werden, nicht mit bilanziert. Infolgedessen verursacht zusätzlicher Klimaschutz im MWMS im Vergleich zum MMS vor allem in der Energiewirtschaft einen negativen Nettoeffekt aus Investitionen und Kosteneinsparungen. In der Industrie ist der Nettoeffekt dagegen stark positiv. Im Gebäudesektor reichen die Kosteneinsparungen nicht aus, um die Investitionen zu egalisieren, und im Verkehr treten keine Kosteneinsparungen auf. 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.

Gesamtwirtschaftliche Analyse

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. Einnahmen aus Energiebesteuerung, CO₂-Bepreisung, Kfz-Steuer und Maut fallen nach 2030 im MWMS geringer aus als im MMS. Der Umgang mit diesem negativen Impuls auf den Staatshaushalt ist Gegenstand einer Sensitivitätsanalyse. Insbesondere die Mehrinvestitionen und der positive Effekt auf die Handelsbilanz wirken sich günstig auf die Gesamtwirtschaft in Deutschland aus. 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 zu 0,8 %) als im MMS. Leicht negative Effekte (bis zu -0,1 %) zeigen sich lediglich in einer Sensitivität unter Annahme starker Verdrängung von Investitionen.

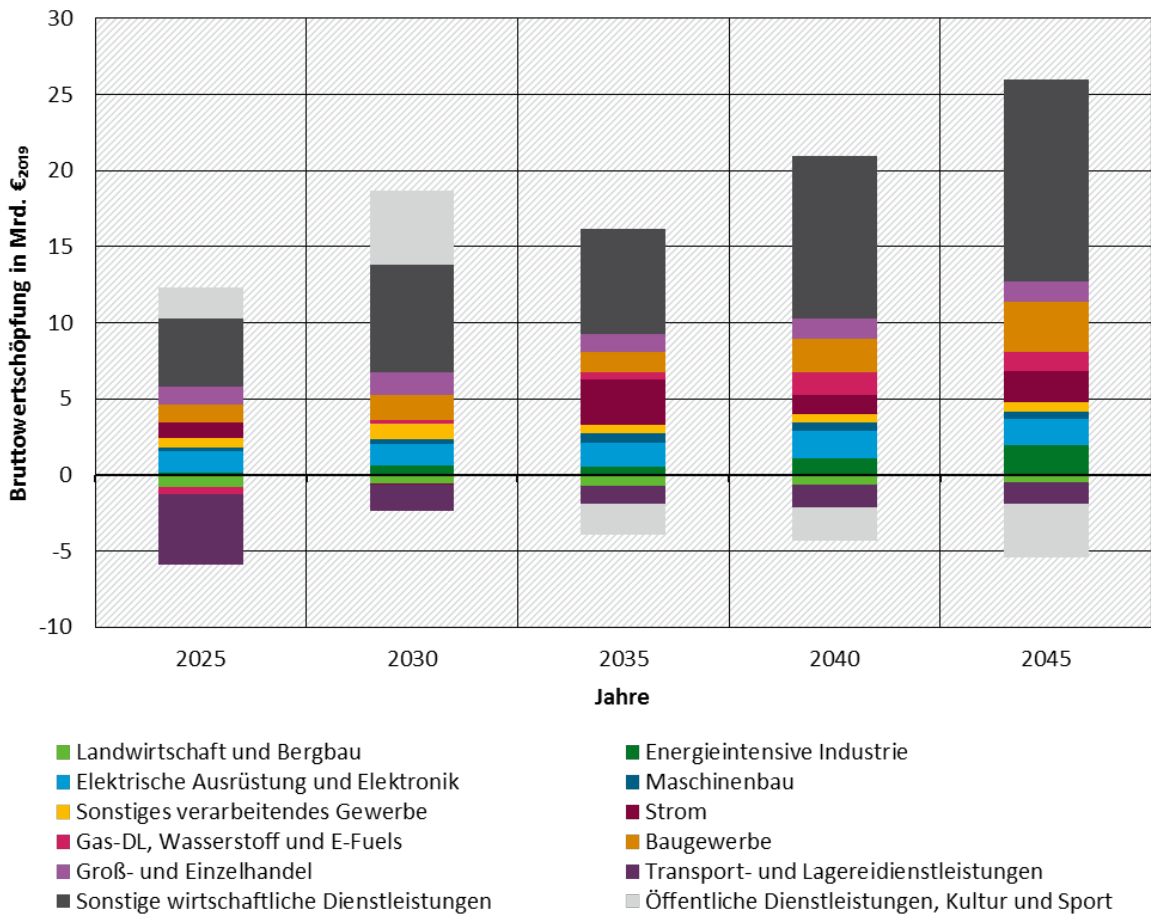
Abbildung 4: Bruttoinlandsprodukt Deutschland – Prozentuale Abweichung MWMS von MMS

Quelle: Eigene Darstellung (Fraunhofer ISI); Modellrechnungen: Fraunhofer ISI.

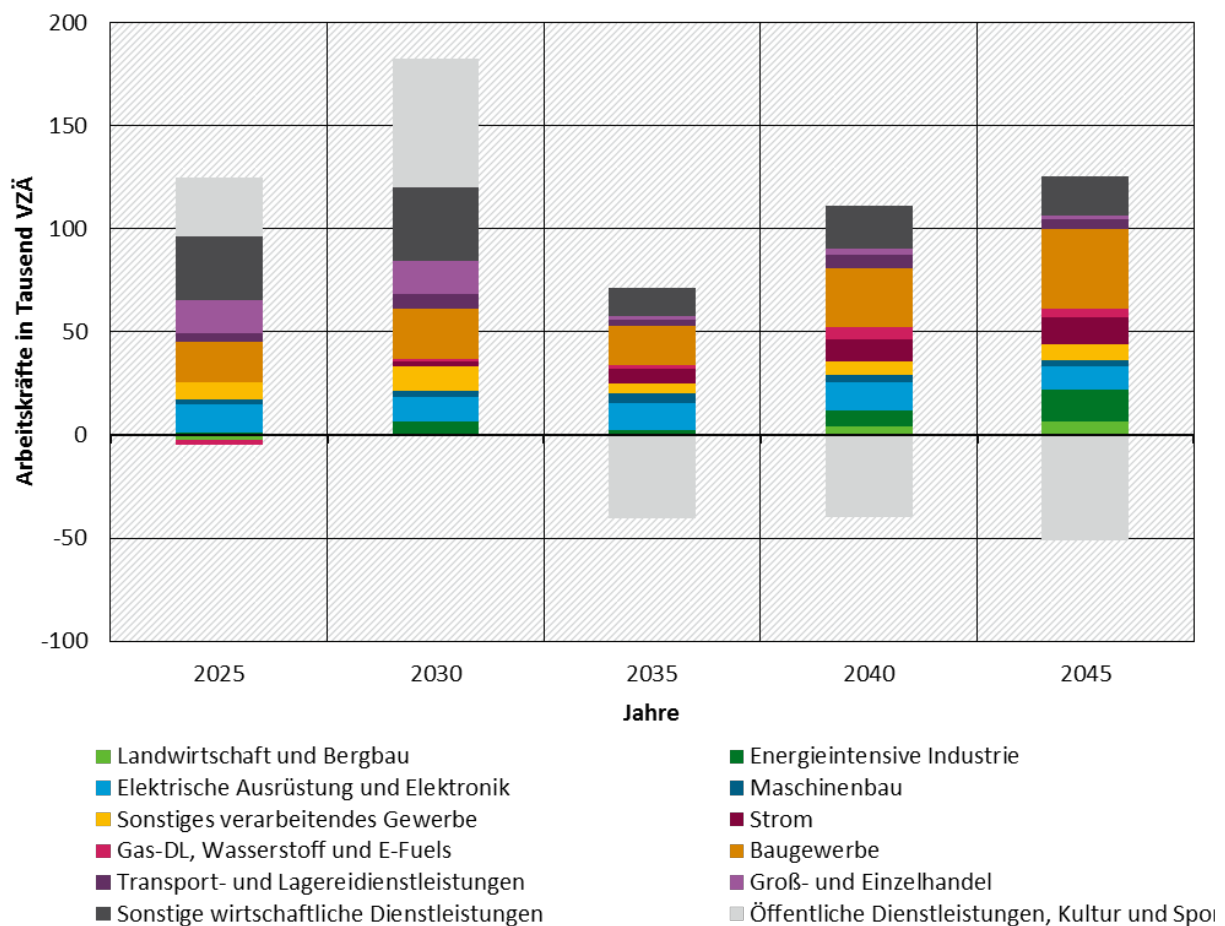
Die gezeigten Linien stellen unterschiedliche Sensitivitäten mit Blick auf den Umgang mit einem negativen oder positiven Impuls auf den Staatshaushalt dar: Gegenfinanzierung über den Staatskonsum (Hauptanalyse "gov_con"), Umlage über die Investitionen ("inv"), Umlage über die Investitionen plus Verdrängung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

Während die aggregierten Gesamteffekte überschaubar sind, ergeben sich deutlichere strukturelle Verschiebungen zwischen verschiedenen Wirtschaftsbereichen. 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. Die Bruttowertschöpfung und der Arbeitskräftebedarf in den Bereichen wirtschaftliche Dienstleistungen, Baugewerbe, Strom, Elektrische Ausrüstungen, und der energieintensiven Industrie ist im MWMS höher als im MMS. Diese Bereiche erfahren zusätzliche Nachfrage. Negative Abweichungen der Bruttowertschöpfung sind im Bereich der Verkehrsdienstleistungen erkennbar, dies ist insbesondere auf Faktoren wie höhere Energiekosten oder die höhere Maut zurückzuführen. Die relative Änderung ist jedoch klein und die positivere gesamtwirtschaftliche Entwicklung führt trotz dieses Kostenanstiegs zu einem leicht höheren Arbeitskräftebedarf im Bereich der Verkehrsdienstleistungen.

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.

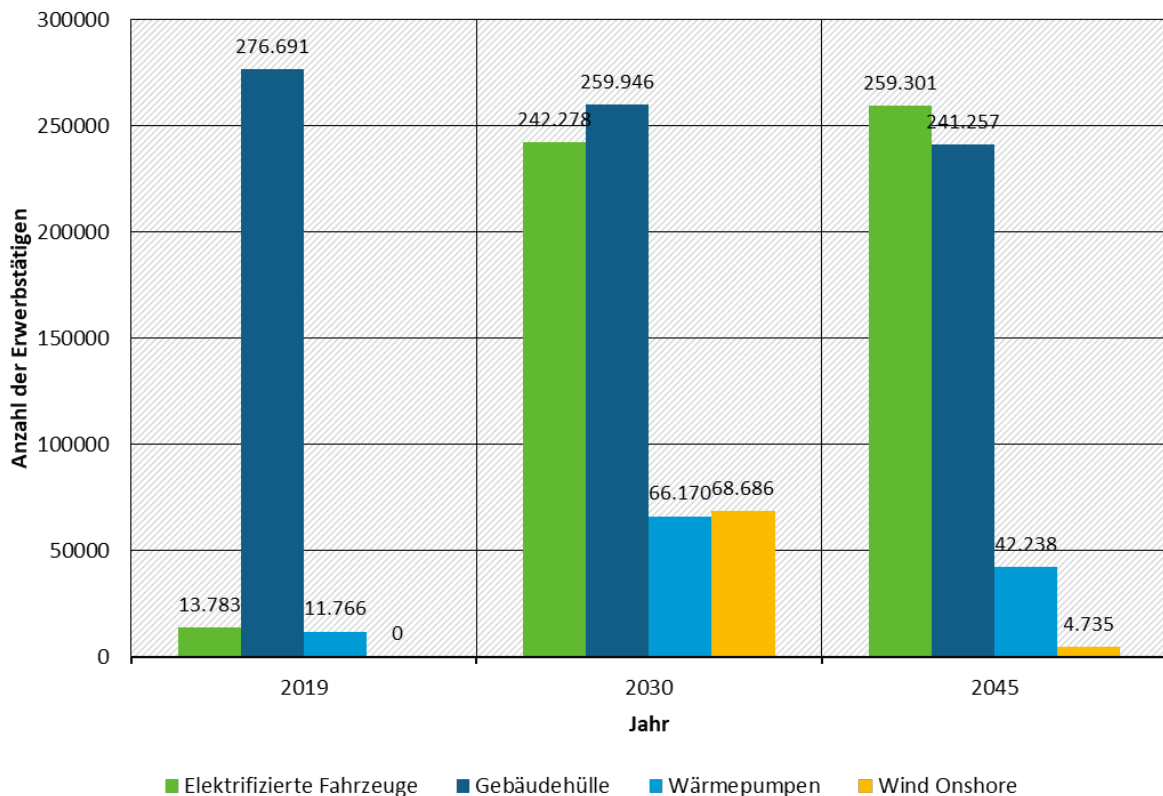
Die Struktur der Abweichungen zwischen den Wirtschaftszweigen ist in den betrachteten Sensitivitäten überwiegend ähnlich. Die Sensitivität zur verstärkten Verdrängung von Investitionen zeigt generell eine andere Struktur positiv und negativ betroffener Wirtschaftszweige.

Arbeitsmarkteffekte in ausgewählten Bereichen

Zur Analyse der Arbeitsmarkteffekte werden die zukünftigen Auswirkungen der Investitionen in Technologien mit hohen projizierten Investitionsniveaus oder -wachstumsraten 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 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.

Abbildung 7: Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in elektrifizierte Fahrzeuge, Gebäudehülle, Wärmepumpen und Wind Onshore – 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 Haushalte und Haushaltsgruppen verteilt. Dabei wird einerseits die Wirkung der höheren Klimaschutzanstrengung im MWMS gegenüber dem MMS auf die gesamte Einkommensverteilung in Deutschland betrachtet, andererseits 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 im Verkehrs- und Gebäudesektor sind ambivalent. Das einzige zusätzliche und für private Haushalte relevante Instrument im MWMS gegenüber dem MMS im Verkehrssektor ist das 49-Euro-Ticket. Es weist eine klar progressive Verteilungswirkung auf, während die untersuchten Instrumente im Gebäudesektor zu Beginn eine nur leicht progressive und mittel- bis langfristig eine leicht regressive Verteilungswirkung aufweisen. In beiden Sektoren bewegen sich die Mehrbelastungen für die Haushalte im Durchschnitt auf einem sehr niedrigen Niveau. Dies betrifft allerdings nur die relativen Unterschiede zwischen dem MMS und dem MWMS.

Die Betrachtung von fünf Beispielhaushalten in insgesamt 18 verschiedenen Ausprägungen zeigt, dass die gesamte Belastung gerade für Haushalte mit geringem Einkommen durchaus sehr hoch sein kann, 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 eine große Rolle, ob innerhalb oder außerhalb des Sanierungszyklus saniert wird, wie hoch die Förderung ist und ob sie in Anspruch genommen wird und wie hoch die Mieterhöhung nach Modernisierung ausfällt. In der Betrachtung der Beispielhaushalte wird außerdem deutlich, dass auch das CO₂-Preisniveau eine entscheidende Rolle spielt. Bei einem CO₂-Preis von 30 Euro/t CO₂ sind die betrachteten Sanierungen auf EH-Standard im Gebäudesektor knapp nicht rentabel. Bei einem deutlich höheren CO₂-Preis von 200 Euro/tCO₂ sind alle bei den Beispielhaushalten betrachteten Klimaschutzmaßnahmen im Gebäude- und Verkehrssektor unter den hier getroffenen Annahmen rentabel. 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.

Neben der Nutzung der Einnahmen aus der CO₂-Bepreisung zur Förderung von Investitionen in klimafreundliche Wärme und Mobilität kann gerade bei einem hohen CO₂-Preis ein Klimageld eine wichtige Entlastung in der Übergangsphase bieten, in der Haushalte noch nicht in Effizienzmaßnahmen investieren oder auf fossilfreie Technologien umstellen konnten und somit durch hohe CO₂-Kosten belastet sind. Dies betrifft vor allem Haushalte mit geringem oder mittlerem Einkommen und Haushalte, die zur Miete wohnen und von den Entscheidungen ihrer Vermietenden abhängig sind. Zu beachten ist jedoch, dass nur die Umstellung auf klimafreundliche Alternativen Haushalte vor einem fossilen Lock-in mit dauerhaft hohen Kosten bewahren kann. Zielgerichtete Förderung für die energetische Sanierung von Gebäuden und klimafreundliche Mobilität ist daher von großer und vorrangiger Bedeutung.

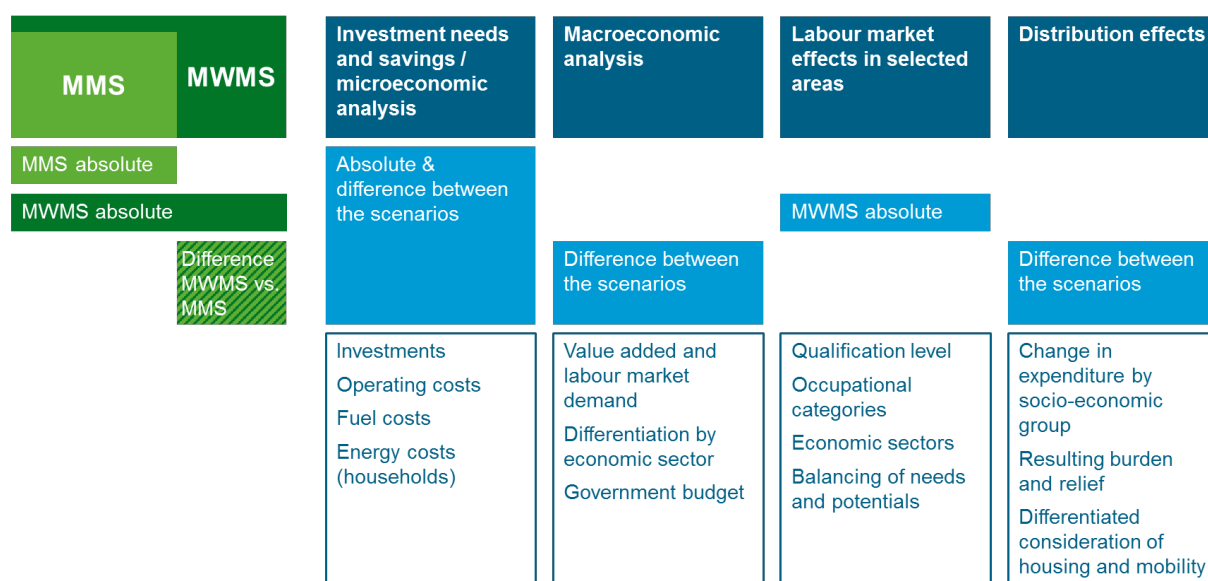
Fazit

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

The socio-economic impact assessment primarily compares two scenarios, the with additional measures scenario (MWMS) and the with measures scenario (MMS) of the 2023 Projection Report (Harthan et al. 2023). The scenarios are compared with a view to investment needs and cost savings and the overall economic impact of changes in the energy, industry, buildings and transport sectors. The assessment is complemented by an analysis of labour market effects in selected sectors and of the distributional 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 in the 2023 Projection Report 2023 for Germany (Harthan et al. 2023). The MMS includes all climate policy instruments that had been implemented and adopted by the end of August 2022, while the MWMS includes all climate policy instruments that are planned but have not yet been implemented by the German government. Figure 8 summarizes the steps of the impact assessment and shows which scenarios or differences are examined for each step.

Figure 8: Steps of the impact assessment



Source: Oeko-Institut and Fraunhofer ISI

Greenhouse gas reductions

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 so-called sector targets. Net greenhouse gas neutrality is to be achieved by 2045.

The 2023 Projection Report (Harthan et al. 2023) determines that there will be a significant reduction in greenhouse gas emissions by 2045, with a reduction to 229 million tonnes of CO₂eq projected in the MMS and to 179 million tonnes of CO₂eq in the MWMS. Fulfillment of the 65 % reduction target falls slightly short in the MMS since the achievable reduction under the assumptions in the Projection Report is only 63 %. With the additional measures in the MWMS, the planned reduction of 65 % is achieved. However, the goal of greenhouse gas neutrality in 2045 is clearly missed in both scenarios. Over the period of 2023 to 2050, the cumulative savings in the MWMS are higher by 1,093 million tonnes of CO₂eq compared to the MMS; this

significantly reduces the emissions gap in accordance with the Climate Change Act. The greatest savings are achieved in the energy sector, followed by the transport and industry sectors.

Investment needs and savings

Considerable additional investment is required to realize the emission savings, particularly in the energy sector (Figure 9). In the MMS, up to EUR 66 billion per year and up to EUR 70 billion per year in the MWMS must be invested by 2030 in order to meet the higher demand for electricity from the buildings, industry and transport sectors. High additional investments of up to EUR 35 billion and EUR 43 billion per year are also required in the buildings sector, primarily with a view 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.

Figure 9: Additional investments in MMS and MWMS - by sector



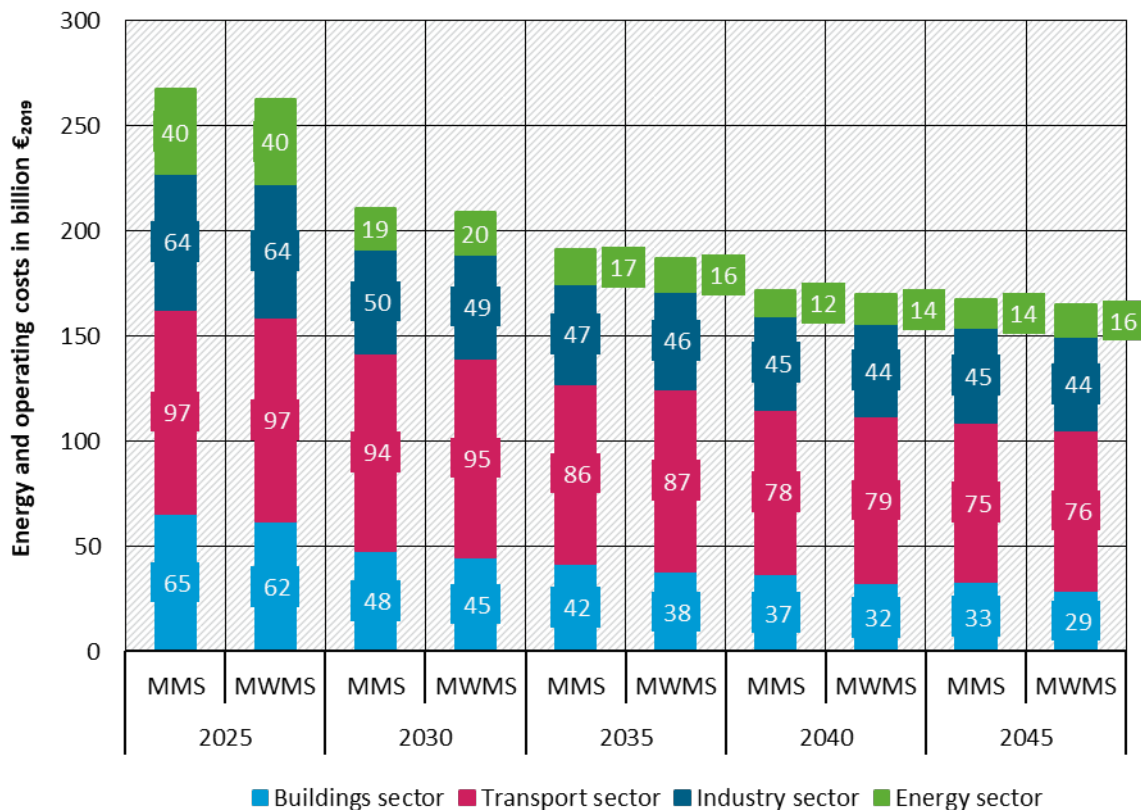
Sources: Oeko-Institut, with model calculations by Oeko-Institut, Fraunhofer ISI and IREES

Notes: For the industry sector, the additional investments are reported; for the buildings sector, the additional energy costs (i.e. minus the costs without measures) 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 MMS and MWMS; no infrastructure investments are reported.

By 2030 and 2045, the additional investment required in the MWMS compared to the MMS is estimated at EUR 13.6 billion and EUR 18.8 billion respectively. In the energy industry in the MWMS, higher investments are primarily made in battery storage capacity so as to have to curtail less electricity from renewable energy sources and to meet the higher demand for

electricity. The increased demand in the MWMS comes from all sectors. In the industry sector, higher investments are made to establish green lead markets in the MWMS, resulting in accelerated electrification. In the buildings sector, the demand for electricity is increasing due to higher investments in heat pumps. In road freight transport, the increased CO₂ differentiation of the lorry toll leads to faster electrification of the lorry fleet in the MWMS. 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.

Figure 10: Energy and operating costs in MMS and MWMS - by sector



Sources: Oeko-Institut, with model calculations by Oeko-Institut, Fraunhofer ISI and IREES

Notes: Energy and operating costs including energy taxes and CO₂ costs, excluding VAT.

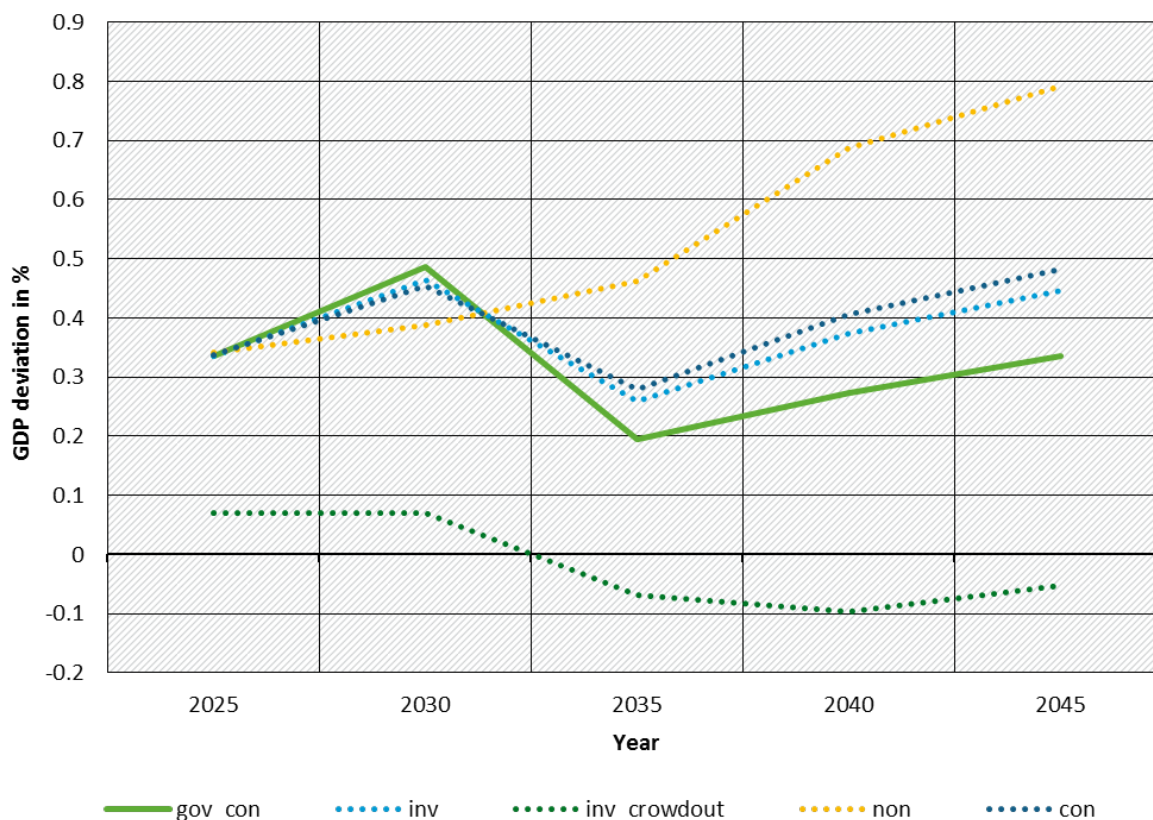
The analysis of expenditure shows that the investments made in both scenarios lead to significant savings (Figure 10). This results primarily from the reduced use of fossil fuels. In the MWMS, the effect is further amplified by the accelerated electrification across all sectors and the increase in storage capacities for renewable energy. The exact extent of the savings is largely dependent on the development of fossil energy and electricity prices, the estimation of which is subject to uncertainty. 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.

The fact that the energy industry produces electricity for demand sectors (sector coupling) has an impact on the assessment of the economic viability of the additional investments in terms of potential cost savings. While cost savings can be realised in the industry, buildings and transport sectors as a result of increasing electrification and thereby decreasing the use of fossil fuels,

investments are made to expand the capacities for electricity generation and storage in the energy sector. In addition, revenue generated through the sale of electricity and hydrogen is not taken into account. As a result, additional climate protection in the MWMS compared to the MMS causes a negative net effect from investments and cost savings primarily in the energy sector. In industry, however, the net effect is strongly positive. In the buildings sector, the cost savings are not sufficient to balance the investments and there are no cost savings in the transport sector. In particular, low wholesale prices for fossil fuels and rising construction and refurbishment costs work against the economic viability of additional climate policy measures and ensure that high CO₂ prices alone are not enough.

Macroeconomic analysis

The additional investments generate additional demand for products and services and therefore have a positive impact on gross value added and employment in Germany in the overall economic analysis. The change in consumer demand and the changes in the demand for intermediate products and services also have a positive effect on gross value added and on employment. The demand for new technologies and (largely domestically produced) renewable energies exceeds the decline in demand for fossil fuel technologies and (largely imported) fuels. Revenues from energy taxation, CO₂ pricing, vehicle tax and tolls are lower in the MWMS after 2030 than in the MMS. The handling of this negative impact on the government budget is the subject of a sensitivity analysis. In particular, the additional investments and the positive effect on the balance of trade have a favourable impact on the overall economy in Germany. Figure 10 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 0.8 %) 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.

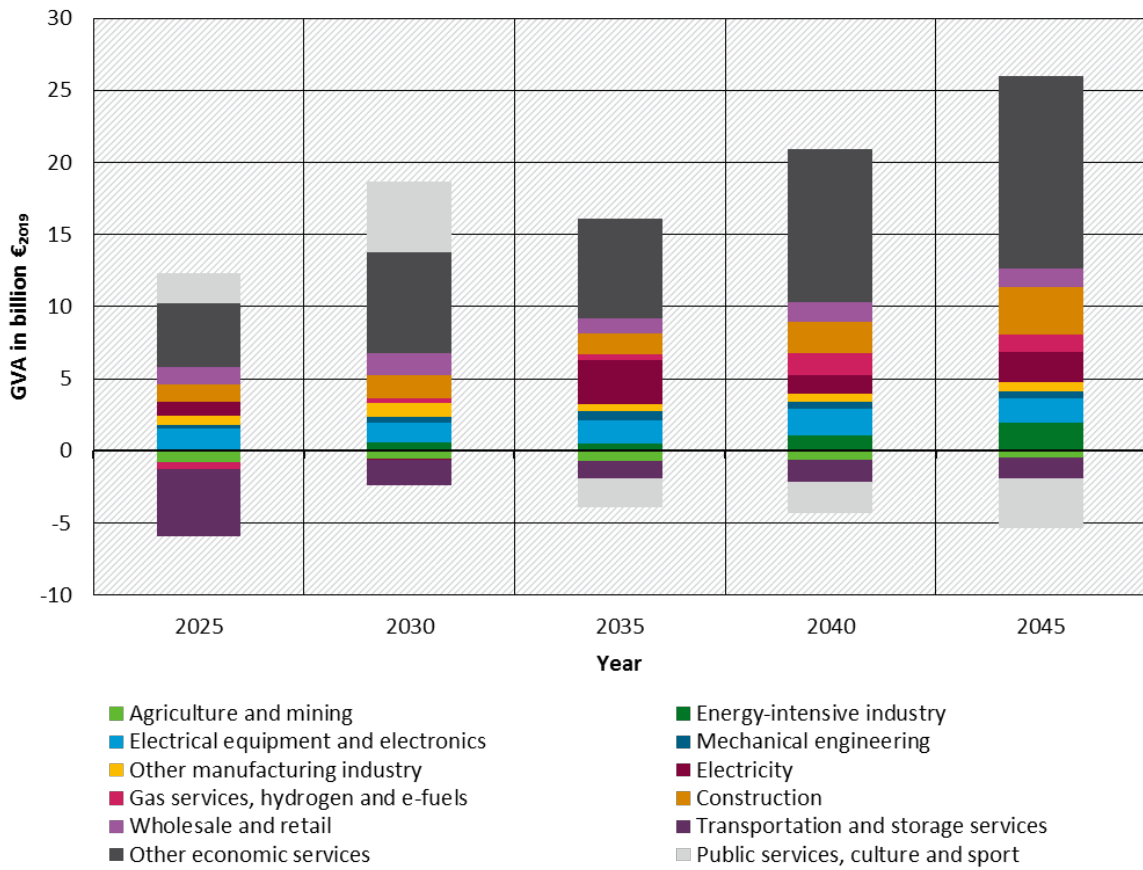
Figure 11: Germany's gross domestic product: percentage deviation of MWMS from MMS

Source: Model calculations by Fraunhofer ISI

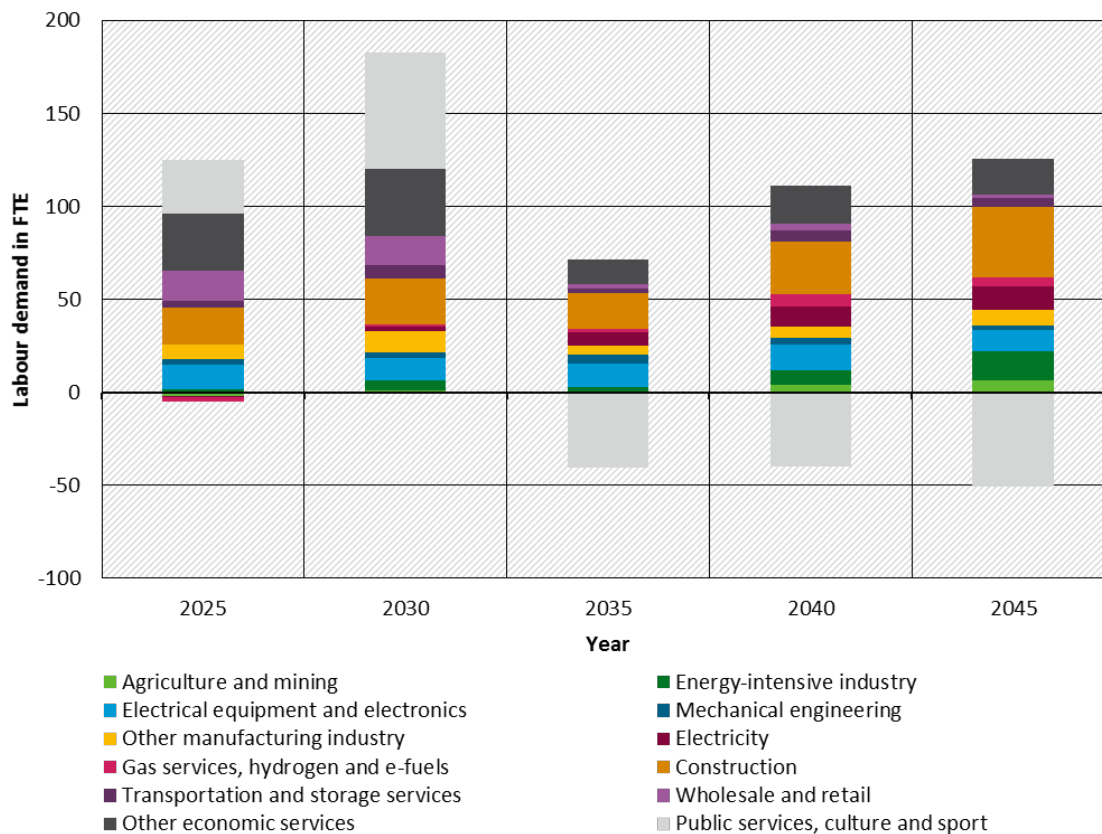
Note: The lines represent different sensitivities in terms of having a negative or positive stimulus on the government budget: counter-financing via government consumption (main analysis "gov_con"), levy via investments ("inv"), levy via investments plus crowding-out of investments through the additional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

While the aggregated overall effects are manageable, there are clearer structural shifts between different economic sectors. The absolute deviation of the MWMS from the MMS is shown for gross value added by economic sector in Figure 12 and for labour demand by economic sector in Figure 13. Gross value added and labour demand in the sectors of economic services, construction, electricity, electrical equipment and energy-intensive industry are higher in the MWMS than in the MMS. These sectors experience additional demand. Negative deviations in gross value added are recognisable in the area of transport services; this is due in particular to factors such as higher energy costs or the higher toll. However, the relative change is small and the more positive overall economic development leads to a slightly higher labour demand in the transport services sector despite this increase in costs.

Figure 12: Gross value added by economic sector: absolute deviation of MWMS from MMS for the main analysis "gov_con" (counter-financing via government consumption)



Source: Model calculations by Fraunhofer ISI

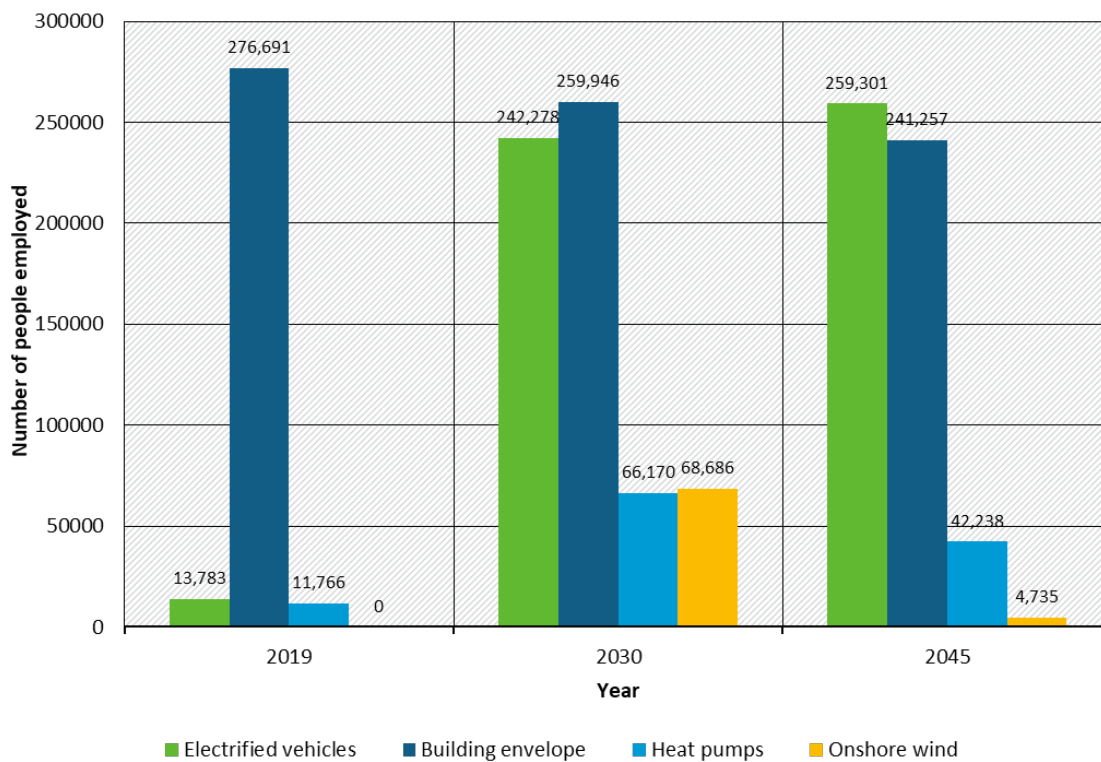
Figure 13: Labour demand by economic sector: absolute deviation of MWMS from MMS for the main analysis "gov_con" (counter-financing via government consumption)

Source: 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 technologies with high projected investment levels or growth rates in the MWMS are examined. These technologies are electrified vehicles, building envelope, heat pumps and onshore wind. The demand for labour resulting from investments in these is shown in Figure 14. 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 proportion of the labour demand generated by the investments relates to occupational categories that are currently considered bottleneck occupations. According to the projection, which projects future investments onto future labour needs based on the current structure of the labour market, the greatest labour needs arise 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 14: Direct and indirect effects of investments in electrified vehicles, building envelope, heat pumps and onshore wind – no. of people employed by year

Source: Calculations by Fraunhofer ISI

Distribution effects

The distribution analysis examined how the cost-benefit balance is distributed across different households and household groups from the perspective of households. The analysis focusses, on the one hand, on the effect of the higher climate protection efforts in the MWMS compared to the MMS on the overall income distribution in Germany and, on the other hand, on specific example households that differ in terms of the type and number of climate policy measures implemented by or for them.

The results of the distribution analysis in the transport and buildings sectors are ambivalent. The only additional instrument in the MWMS that is relevant for private households compared to the MMS in the transport sector is the 49 Euro ticket. It has a clearly progressive distribution effect, while the instruments analysed in the buildings sector only have a slightly progressive distribution effect at the beginning and a slightly regressive one in the medium to long term. In both sectors, the additional burdens for households are at a very low level on average. However, this only applies to the relative differences between the MMS and the MWMS.

The analysis of five sample households with a total of 18 different characteristics shows that the overall burden can be very large, particularly for low-income households, but also that climate policy measures can provide significant relief, particularly in the case of high CO₂ prices. Important drivers for the level of additional savings or costs are the assumptions regarding the gas price and its relation to the electricity price. It is also of major relevance in the buildings sector whether refurbishment is carried out within or outside the refurbishment cycle, how high the subsidy is and whether it is used, and how high the rent increase is after modernization. When analysing the sample households, it also becomes clear that the CO₂ price level also plays a

critical role. At a CO₂ price of 30 EUR/t CO₂, the analysed refurbishments carried out to the EH standard in the buildings sector are barely profitable. With a significantly higher CO₂ price of 200 EUR/tCO₂, all the climate policy measures in the buildings and transport sector analysed for the sample households are profitable under the assumptions made here. This has implications for the (socially differentiated) design of incentive and support programs, which offer the most important lever for protecting households from high costs in the long term.

In addition to using the revenue from CO₂ pricing to promote investment in climate-friendly heating and mobility, the pay-out of a climate premium (*Klimageld*) can provide important relief during the transition phase when households have not yet been able to invest in efficiency measures or switch to fossil-free technologies and are therefore burdened by high CO₂ costs. This particularly affects households with low or medium incomes and households that live in rented accommodation and are dependent on the decisions of their landlords. However, it should be noted that only switching to climate-friendly alternatives can save households from a carbon lock-in with permanently high carbon costs. Targeted funding for the energy-efficient refurbishment of buildings and climate-friendly mobility is therefore of paramount importance.

Conclusion

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

1 Einleitung

Neben den Wirkungen auf Energiebedarfe und -verbräuche sowie Treibhausgasemissionen haben klimapolitische Instrumente auch sozio-ökonomische Wirkungen. Diese entstehen, wenn sich durch eine politische Vorgabe die Ausgabenhöhe oder -struktur von Staat, Bürgern*Bürgerinnen oder Unternehmen verändert (siehe „Leitfaden zur Nutzen-Kosten-Abschätzung umweltrelevanter Effekte in der Gesetzesfolgenabschätzung“ Porsch et al. (2015)).

In der mit diesem Bericht vorliegenden sozio-ökonomischen Folgenabschätzung zum Projektionsbericht 2023 (Harthan et al. 2023) werden daher für das Mit-Maßnahmen-Szenario (MMS) und das Mit-Weiteren-Maßnahmen-Szenario (MWMS) verschiedene Aspekte wie Investitionsbedarfe und Kosten, sowie die Wirkungen auf Wertschöpfung, Beschäftigung und Belastung der Haushalte auf unterschiedlichen Ebenen analysiert. Das gewählte Vorgehen lehnt sich an frühere Studien an (Sievers et al. 2019; Repenning et al. 2019).

Die sozio-ökonomische Modellierung baut auf der Energie- und Treibhausgasmodellierung des MMS und MWMS aus dem Projektionsbericht 2023 für Deutschland auf (Harthan et al. 2023). Das MMS umfasst alle bis Ende August 2022 bereits implementierten und angenommenen Klimaschutzinstrumente, das MWMS enthält alle bisher von der Bundesregierung lediglich geplanten, jedoch noch nicht implementierten Klimaschutzinstrumente.

Die Beschreibung der in den Szenarien berücksichtigten Instrumente findet sich in Harthan et al. (2023). 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.

Der Projektionsbericht projiziert, dass bis zum Jahr 2030 im MMS eine Emissionsreduktion von knapp 63 % gegenüber dem Referenzjahr 1990 erzielt wird. Die zusätzlichen Maßnahmen im MWMS erhöhen dies auf gut 65 %. Bis zum Jahr 2050 wird im MMS eine Emissionsreduktion von gut 83 % und im MWMS von gut 87 % projiziert (Harthan et al. 2023). Die Berechnungen zeigen, dass die Erreichung der Treibhausgasneutralität im Jahr 2045, wie im Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG) festgeschrieben, in beiden Szenarien verfehlt wird.

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 2023 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 die Abweichung zwischen den Szenarien und beleuchten Anpassungswirkungen.

Abbildung 15 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 2019), falls nicht anderweitig angegeben.¹

Abbildung 15: Schritte der Folgenabschätzung



Quelle: Eigene Darstellung (Öko-Institut und Fraunhofer ISI).

¹ Aufgrund der recht hohen Inflation in den letzten zwei Jahren lägen die Werte bei Annahme einer Preisbasis real 2022 je um 11 % höher.

2 Investitionsbedarf und Einsparungen

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.
- ▶ **Mehrinvestitionen:** Teil der Gesamtinvestitionen, die jeweils in den Klimaschutzenszenarien (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.

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.

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 bildet die Mehrinvestitionen, die für die Transformation der Industrie nötig sind.

Gebäude: Mehrinvestitionen werden im Sinne von energetischen Mehrkosten, also verbleibenden Kosten nach Abzug der Ohnehin-Kosten bei Sanierung berichtet. Ohnehin-Kosten umfassen

Sanierungskosten und Investitionen, die auch ohne Klimaschutz notwendig wären (z. B. Ersatz des Putzes, Anstrich, ggf. neue Türen und Fenster, Gerüst, Entsorgung von Bauschutt etc.). Die Mehrinvestition stellen dagegen 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 Box Kapitel 2.1), 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 2023 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. Zusätzlich werden 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 die dadurch bewirkten Einsparungen über die Lebensdauer, so ist die Investition ökonomisch rentabel. Wichtig dabei ist, dass vergleichbare Zeithorizonte gewählt werden, da Investitionen in der Regel in der Anfangsphase anfallen, während die Einsparungen über die Lebensdauer der Technologie entstehen. Auch werden Investitionen zu unterschiedlichen Zeitpunkten durchgeführt und wirken daher unterschiedlich lang in die Zukunft.

Um diesen zeitlichen Aspekten gerecht zu werden, werden die Investitionen in jährliche Kosten (inkl. Zinszahlungen) über die Lebensdauer der Technologien umgelegt (Umwandlung in Annuitäten). Der Annuität gegenübergestellt werden die jährlich anfallenden Einsparungen der Energie- und Betriebs- bzw. sonstigen Kosten. Dieser Saldo ergibt die Nettokosten oder -erlöse der Investitionen pro Jahr (Doll et al. 2008). Er wird als Zeitpunkt Betrachtung bezeichnet².

Für die Zeitpunkt Betrachtung werden die Stützjahre in Fünfjahresschritten von 2025 bis 2045 dargestellt. Alle bis zum jeweiligen Stützjahr durchgeführten Investitionen werden über die

² Die Zeitpunkt Betrachtung (oder annuitätische Darstellung) ist gegenüber einer Betrachtung des gesamten Zeitraums (Kapitalwertmethode) vorteilhaft, da Angaben zu Kosten und Einsparungen in den meisten Sektoren durch Sektormodelle nur für die Stützjahre und nicht jährlich ermittelt werden. Angaben für die zwischenliegenden Jahre müssten interpoliert werden und bilden nicht notwendigerweise die tatsächlichen Verläufe ab. Auch müssten Angaben zu Energiekosteneinsparungen über die gesamte Lebensdauer (oftmals weit über das Jahr 2050 hinaus) in die Berechnung einfließen. Die Energiepreisentwicklung ist jedoch mit großen Unsicherheiten behaftet und abgestimmte Energiepreisprojektionen über das Jahr 2050 hinaus liegen nicht vor.

Lebensdauer der Anlagen mit einer Diskontrate von 2 % in jährliche Zahlungsströme umgelegt. Der Zinssatz spiegelt das im Referenzjahr 2019 niedrige Niveau des Marktzinses wider unter Berücksichtigung der Erwartung, dass sich der Marktzins wieder auf einem etwas höheren Niveau bewegen wird, welche durch die aktuellen Zinssteigerungen untermauert wird³. Die in einem betrachteten Jahr aus den verschiedenen Investitionstätigkeiten anfallenden Annuitäten werden addiert. Dem gegenübergestellt werden die in Summe im betrachteten Jahr eingesparten Betriebs- und Energiekosten, so dass im Ergebnis eine Nettodifferenz der Kosten für das betrachtete Jahr resultiert.

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

³ Die Diskontrate stellt hier den Zinssatz für die Umrechnung der Investition in jährliche Zahlungsströme dar. In der UBA-Methodenkonvention nach (Bünger, Björn, Matthey, Astrid 2020) werden Konventionen zur Diskontrate festgelegt. Aus betriebswirtschaftlicher Sicht für Investitionsentscheidungen ein Zinssatz in Höhe des Marktzins empfohlen und aus gesamtwirtschaftlicher Sicht ein Zinssatz von 1 % (für Umweltschäden). Aus der Perspektive der systemischen Investorensicht befinden wir uns dazwischen und orientieren uns am unteren Ende der erwarteten Entwicklung des Marktzinses. Der Basiszinssatz der Deutschen Bundesbank (2024) lag zwar im Referenzjahr 2019 bzw. vor 2023 bei -0.88 %, stieg aber bereits 2023 auf 1.62 % und 3.12 % und liegt seit Januar 2024 bei 3.62 %.

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.

2.1 Gesamtbetrachtung

Textbox 3: Gesamtbetrachtung: Wesentliches auf einen Blick

- ▶ Treibhausgasemissionen (aus Projektionsbericht 2023): Im Jahr 2045 (2030) reduzieren sich die Gesamtemissionen im MMS auf 229 Mio. t CO₂-Äq. (467 Mio. t CO₂-Äq.) und im MWMS auf nur 179 Mio. t CO₂-Äq. (438 Mio. t CO₂-Äq.) (Harthan et al. 2023). Kumuliert werden im MWMS von 2023 bis 2050 insgesamt 1.093 Mio. t CO₂-Äq. mehr eingespart als im MMS. Bis 2030 wird damit die Emissionslücke zur Einhaltung der Jahresemissionsmengen im Bundes-Klimaschutzgesetz von 331 Mio. t CO₂-Äq. im MMS auf 195 Mio. t CO₂-Äq. geschlossen. Die größten Einsparungen erfolgen in der Energiewirtschaft, gefolgt vom Verkehrssektor und der Industrie.
- ▶ Investitionen: Die höchsten Mehrinvestitionen in beiden Szenarien erfolgen in der Energiewirtschaft (bis zu 66 Mrd. Euro im MMS und bis 70 Mrd. Euro im MWMS), gefolgt vom Gebäudesektor (bis zu 35 Mrd. bzw. 43 Mrd. Euro im MMS bzw. MWMS). Im Jahr 2030 betragen die Differenzinvestitionen, also die zusätzlichen Mehrinvestitionen im MWMS gegenüber dem MMS 13,6 Mrd. Euro, im Jahr 2045 18,8 Mrd. Euro. Dies spiegelt den zusätzlichen Investitionsbedarf wider, der zur Schließung der Emissionslücke im MWMS bei der angenommenen Instrumentierung nötig wäre.
- ▶ Ausgaben: Über die Zeit bewirken die Investitionen hohe Einsparungen in beiden Szenarien, auch hier ist der Unterschied zwischen MWMS und MMS 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.
- ▶ Unsicherheiten: Die Entwicklungen der Energie- und CO₂-Preise in den Szenarien sind mit Unsicherheiten behaftet und beruhen auf Annahmen (vgl. Anhang A.1). Gerade die Relation zwischen den fossilen Preisen 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).

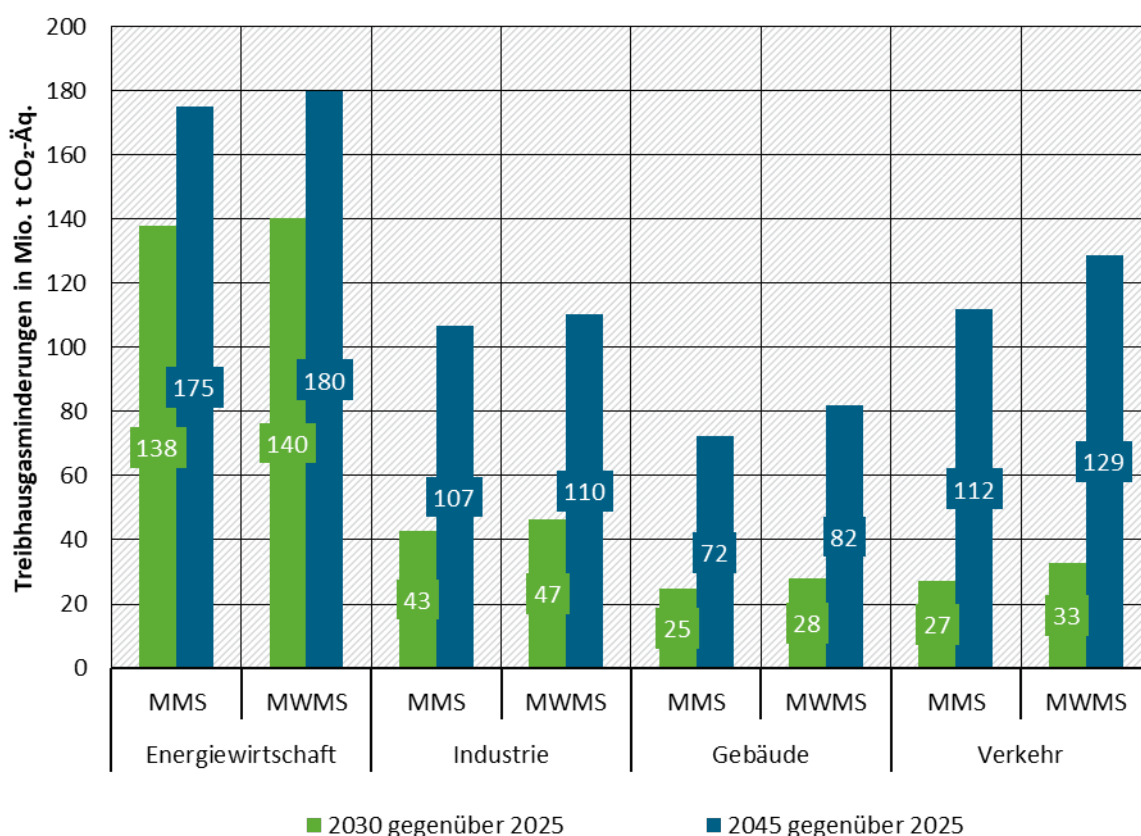
Die Treibhausgasminderungen, die durch die hier dargelegten Investitionen und Transformationsprozesse im MMS und MWMS bewirkt werden, sind in Harthan et al. (2023) berichtet:

„Bis zum Jahr 2030 wird durch die bestehenden Maßnahmen eine Emissionsreduktion von knapp 63 % gegenüber dem Referenzjahr 1990 projiziert, die sich durch die zusätzlichen Maßnahmen im MWMS auf gut 65 % erhöht. Bis zum Jahr 2050 projiziert das MMS eine Emissionsreduktion von gut 83 % und das MWMS gut 87 %. Im Jahr 2045 stehen im MMS Gesamtemissionen in Höhe von 229 Mio. t CO₂-Äq. einer Emissionsenke des LULUCF-Sektors in Höhe von 17 Mio. t CO₂-Äq. gegenüber. Im MWMS reduzieren sich die Gesamtemissionen 2045

auf knapp 179 Mio. t CO₂-Äq. und die LULUCF-Senke erhöht sich auf knapp 22 Mio. t CO₂-Äq. Das Ziel der Netto-Treibhausgasneutralität bis 2045 wird also in beiden Szenarien deutlich verfehlt.“

Im Sektor Energiewirtschaft wird dabei die nach Klimaschutzgesetz erlaubte Jahresemissionsmenge für 2030 sowohl im MMS als auch im MWMS eingehalten. Im Sektor Landwirtschaft wird sie im Jahr 2030 nur im MWMS eingehalten, und in den restlichen Sektoren werden die Jahresemissionsmengen 2030 in beiden Szenarien überschritten. Die absoluten Treibhausgasminderungen in beiden Szenarien für die Hauptsektoren sind in Abbildung 16 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 16: Treibhausgasminderungen in den Sektoren im Jahr 2030 bzw. 2045 gegenüber 2025



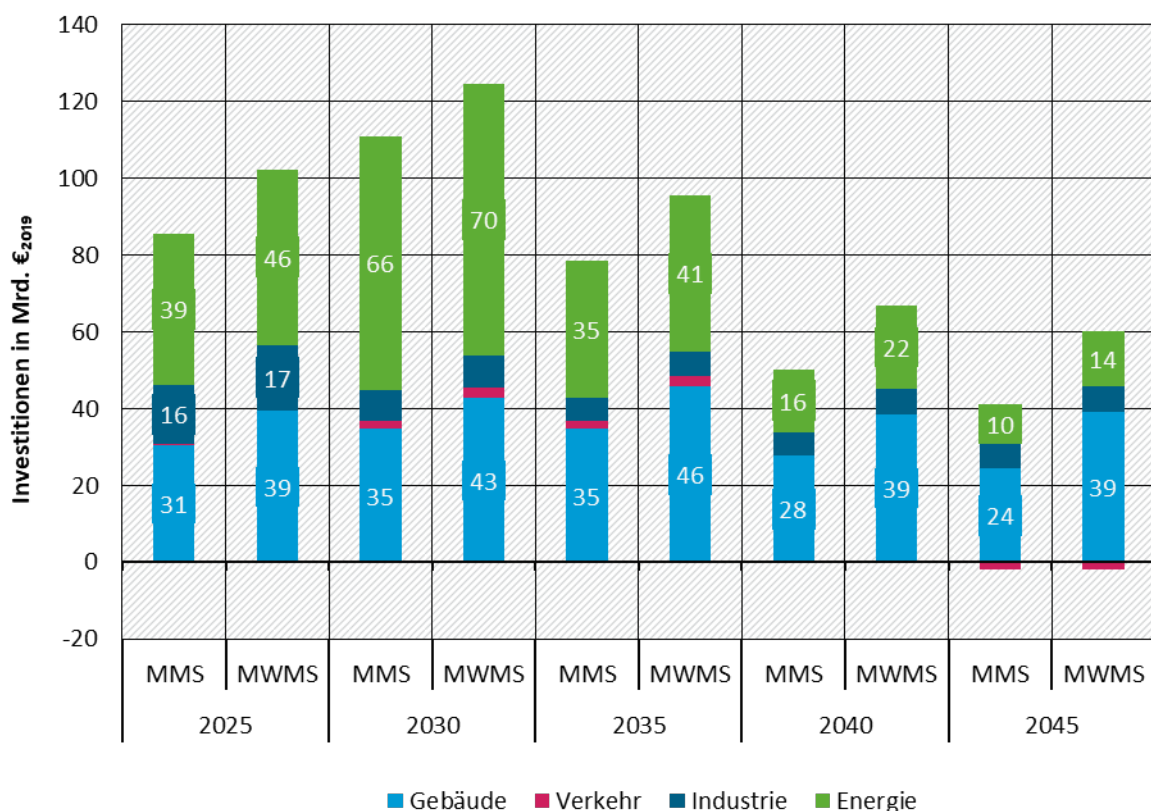
Quelle: Darstellung auf Basis des Projektionsberichts 2023 (Harthan et al. 2023).

Zur Umsetzung der Instrumente und Erreichung der Treibhausgasminderungen ergeben sich für das MMS und MWMS die in Abbildung 17 für die Stützjahre 2025, 2030, 2045 und 2050 aufgeführten Mehrinvestitionsbedarfe. 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 sind im MWMS höher als im MMS und nehmen in beiden Szenarien mit der Zeit ab, wenn ein großer Teil des Kapitalstocks bereits erneuert ist. 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 Treibhausgasminderungen 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 zur damals geplanten Umsetzung der Gebäudestandards und der Anforderungen an den Anteil erneuerbarer Energien beim Heizen höhere Investitionen nötig. Diese führen zu deutlich 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 17: Mehrinvestitionen im MMS und MWMS - nach Sektoren



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.

Zu beachten ist, dass Infrastrukturkosten in den Szenarien nur teilweise 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. Eine qualitative Einordnung der Infrastrukturkosten wird in der folgenden Box gegeben.

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.

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.

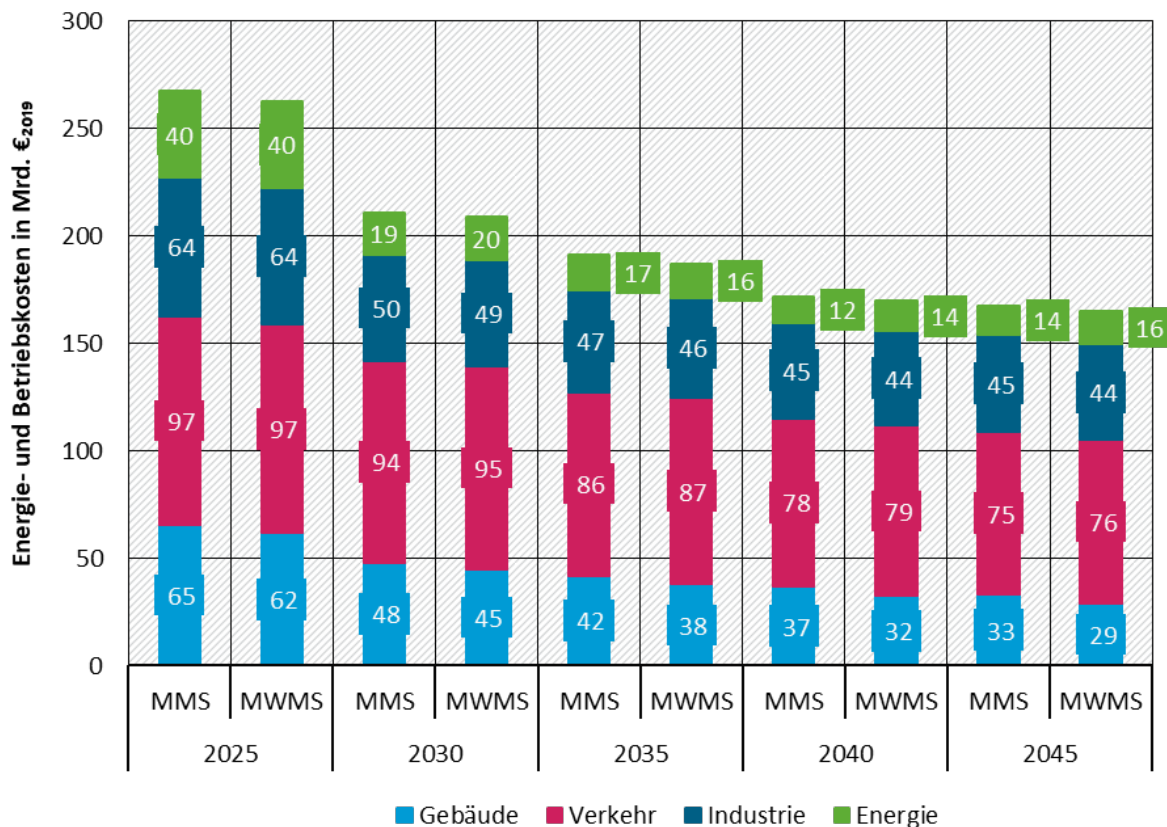
Fernwärme: Für den Aus- und Umbau der Fernwärme sind Investitionen in neue Anlagen, für die Anbindung neuer Anbieter an das Fernwärmenetz, für den Ausbau der Leitungen für neue Siedlungen und für die Nachverdichtung im bestehenden Netz nötig. Einige dieser Kosten werden direkt von den Kunden getragen, 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.

Den in Abbildung 17 dargelegten Mehrinvestitionen stehen Einsparungen durch geringere Energie- und Betriebskosten gegenüber, die für die Wirtschaftlichkeit der Investitionen von großer Bedeutung sind. Die Energie- und Betriebskosten im MMS und MWMS sind daher unterschieden nach Sektor in Abbildung 18 aufgeführt. In beiden Szenarien sind deutliche Verringerungen der Kosten über die Zeit zu verbuchen. In der Energiewirtschaft reduzieren sich die Ausgaben um 61 % im MMS und bis 67 % im MWMS zwischen den Jahren 2025 und 2045. Im Gebäudesektor halbieren sich die Wärmekosten im gleichen Zeitraum, und auch in der Industrie und im Verkehr reduzieren sich die Betriebskosten um gut 20 % bzw. 30 %. Die Kosten und

Kostenreduktion hängen von den Preisentwicklungen ab, die im Vorfeld festgelegt wurden (Mendelevitch et al. 2022). Sollten sich höhere Preise für fossile Brennstoffe und CO₂ einstellen, so wären auch die Kostendifferenzen größer.

Abbildung 18: Energie- und Betriebskosten in MMS und MWMS - nach Sektoren



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

Anmerkungen: Energie- und Betriebskosten mit Energiesteuern und CO₂-Kosten, ohne MwSt.

Eine genauere Beschreibung der Entwicklungen der Investitionskosten und Einsparungen und der treibenden Faktoren in jedem Sektor findet sich in den folgenden Sektorkapiteln. Dort wird auch eine Nettrechnung mit annuisierten, jährlichen Investitionen im Vergleich zu den Einsparungen ergänzt, um die Wirtschaftlichkeit im Szenarienvergleich zu bewerten.

2.2 Energiewirtschaft

Textbox 5: Energiewirtschaft: Wesentliches auf einen Blick

- ▶ Emissionseinsparungen (aus Projektionsbericht 2023): Im Jahr 2045 (2030) reduzieren sich die Treibhausgasemissionen im MMS um 175 Mio. t CO₂-Äq. gegenüber 2025 auf 42,6 Mio. t CO₂-Äq. (2030: um 138 Mio. t CO₂-Äq. auf 79,9 Mio. t CO₂-Äq.) und im MWMS um 180 Mio. t CO₂-Äq. im Vergleich zu 2025 auf nur 38,6 Mio. t CO₂-Äq. (2030: um 140 Mio. t CO₂-Äq. auf 78 Mio. t CO₂-Äq.) (Harthan et al. 2023). 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 Modell annahmegemäß im MWMS mehr in Batteriespeicherkapazität investiert wird, um die Ziele zu erreichen und die höhere Nachfrage zu bedienen. Dadurch muss weniger erneuerbarer Strom abgeregelt werden.

- ▶ **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 Power-to-Heat-Wärmepumpen und Elektrodenkessel, um die höhere Nachfrage zu bedienen. Diese zusätzlichen Betriebskosten übersteigen die Einsparungen an fossilen Kosten.
- ▶ **Nettoeffekt:** In der Energiewirtschaft entstehen im MWMS gegenüber dem MMS netto mehr annuierte Investitionskosten als Einsparungen, da für nachgelagerte Sektoren produziert wird (Sektorkopplung), die von den Investitionen profitieren und Strom nachfragen, z. B. Wärmepumpen und E-Autos. 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).

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 Instrumenten im Sektor Energiewirtschaft gehören

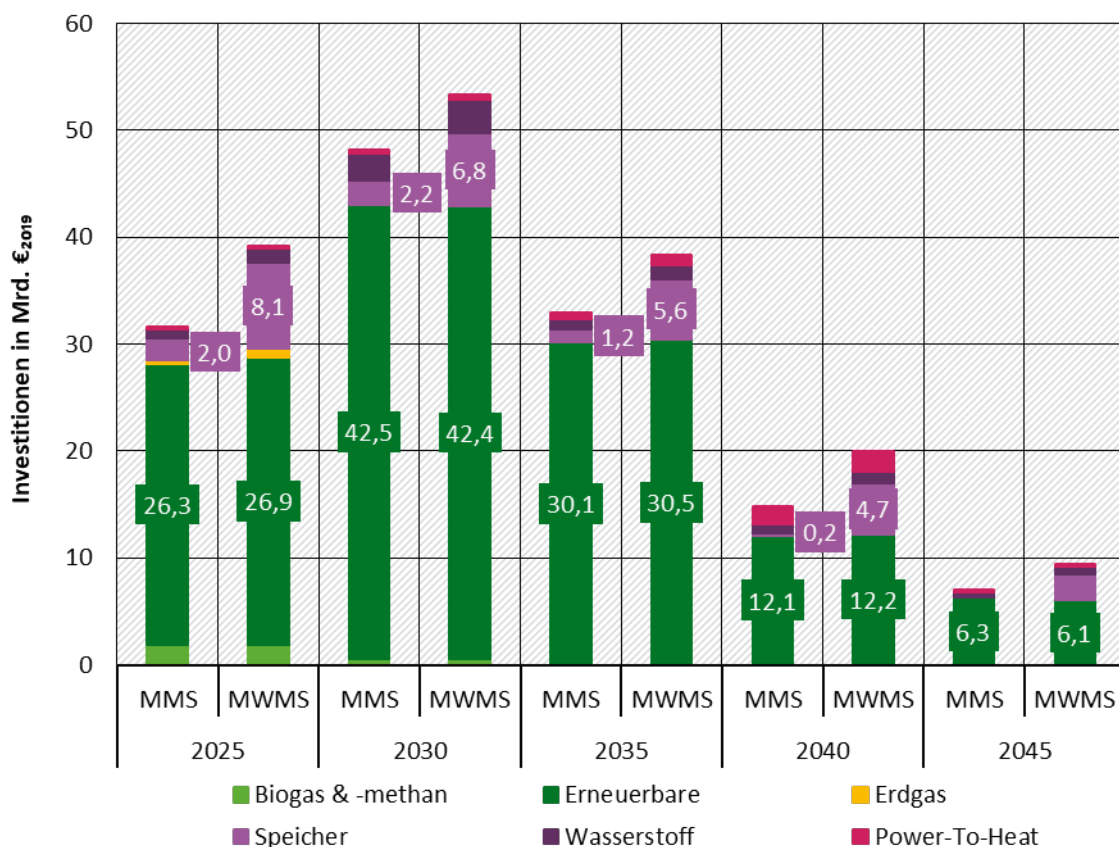
- ▶ der Ausstieg aus der Kohleverstromung, der im MWMS auf das Jahr 2030 vorgezogen wird,
- ▶ der Ausbau der erneuerbaren Energie, der im MWMS mit 80 % des Bruttostromverbrauchs ambitionierter angesetzt wird als die Ausbaumengen im EEG, die im MMS angelegt sind, sowie
- ▶ die Weiterentwicklung und umfassende Modernisierung der Kraft-Wärme-Kopplung und die zunehmende Umstellung der Wärmenetze auf erneuerbare Energien und unvermeidbare Abwärme, für die im MWMS das Ziel der 50%igen Klimaneutralität bis 2030 vorgegeben wird, während im MMS das Fördervolumen nach der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) als Grundlage dient.

- Weiter spielen Instrumente zur Förderung von grünem Wasserstoff und von Wasserstoffkraftwerken eine Rolle, die sich jedoch in den Szenarien nicht unterscheiden.

Investitionsseitig entstehen im Wesentlichen Kosten für a) neue Stromerzeugungsanlagen auf Basis verschiedener Energiequellen, b) für Elektrolyseure 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 (vgl. Abbildung 19). 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 19 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 zwischen 2035 und 2040 für die drei wichtigsten Technologien (PV, Wind an Land und Wind auf See) 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 Erneuerbaren am Bruttostromverbrauch. Durch die Investitionen in der Energiewirtschaft werden deutliche Treibhausgasemissionsminderungen in anderen Sektoren bewirkt.

Abbildung 19: Mehrinvestitionen in MMS und MWMS - Energiewirtschaft



Quelle: Eigene Darstellung und Modellrechnung (Öko-Institut).

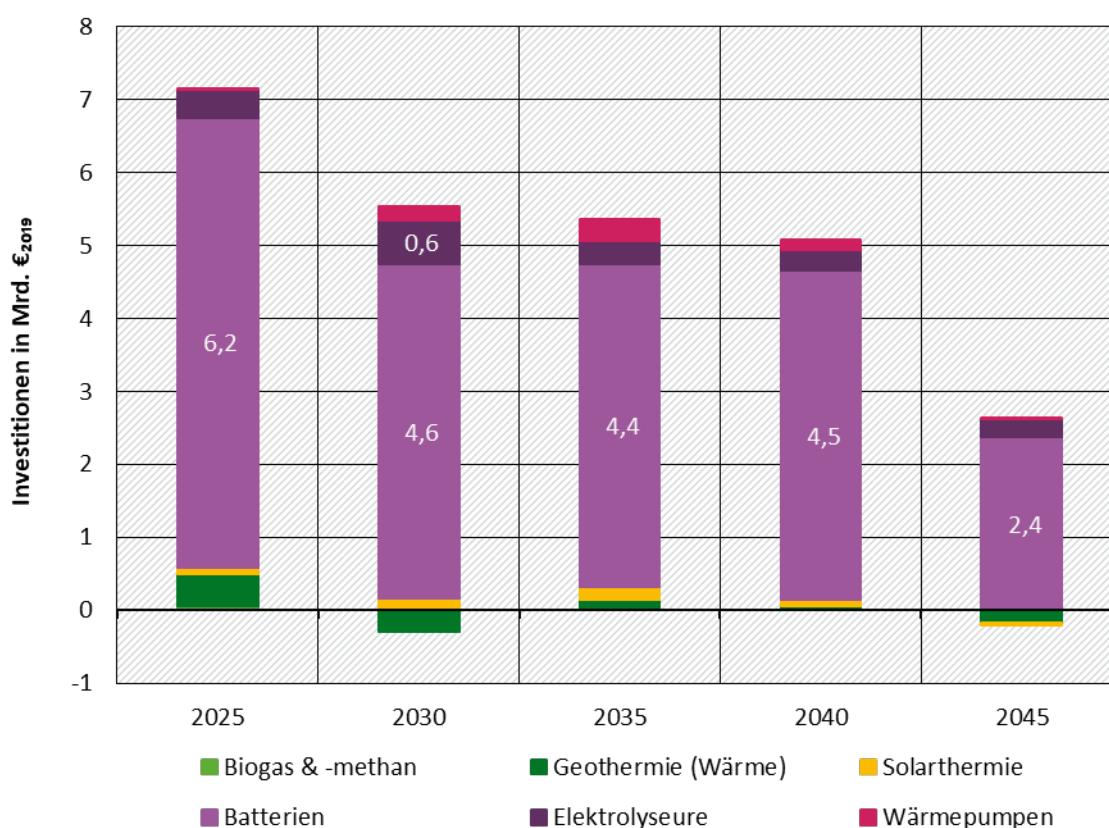
Anmerkungen: Werte sind über 5 Jahre gemittelt (z. B. enthält 2025 den Durchschnittswert 2023-2027); Biogas und -methan beinhaltet Investitionen in Biogas und -methananlagen; Erneuerbare beinhaltet Investitionen in Geothermie, Laufwasser, PV-Anlagen, Solarthermie, Wind onshore und Wind offshore; Erdgas beinhaltet Investitionen in Erdgas (inkl.

⁴ Dies spiegelt sich auch in den deutlichen Treibhausgasemissionsminderungen wider, die bereits im Jahr 2030 erreicht werden (vgl. Abbildung 16).

Neubau von Erdgaskraftwerken); Power-To-Heat beinhaltet Investitionen in Elektrodenkessel und Wärmepumpen; Speicher beinhaltet Investitionen in Batterien und Wärmespeicher; Wasserstoff beinhaltet Investitionen in Elektrolyseure und Wasserstoff-Kraftwerke.

Im Vergleich zwischen den Szenarien (Abbildung 20) fällt auf, dass im MWMS höhere Investitionen vor allem in Batterietechnologien erfolgen. Im MWMS können dadurch die erneuerbaren Energien besser in das System integriert werden und Abregelungen besser vermieden werden. Dies ist vor allem in Anbetracht der höheren Stromnachfrage im MWMS von Bedeutung. Auch die Investitionen in Elektrolyseure sind im MWMS leicht höher, allerdings in nur sehr geringem Umfang und nur bis ungefähr zum Jahr 2030. Dies führt dazu, dass die installierte Leistung im Jahr 2030 im MWMS doppelt so hoch ist wie im MMS. Im MWMS wird mehr Wasserstoff eingesetzt, da zum einen die Nachfrage nach Strom und Wärme höher ist und andererseits Erdgaskapazitäten wegfallen. Der größte Anteil der Nachfrage nach Wasserstoff stammt aus der Industrie und dem Verkehrssektor.

Abbildung 20: Differenzinvestitionen im Vergleich MWMS versus MMS nach Technologie – Energiewirtschaft



Quelle: Eigene Darstellung und Modellrechnung (Öko-Institut).

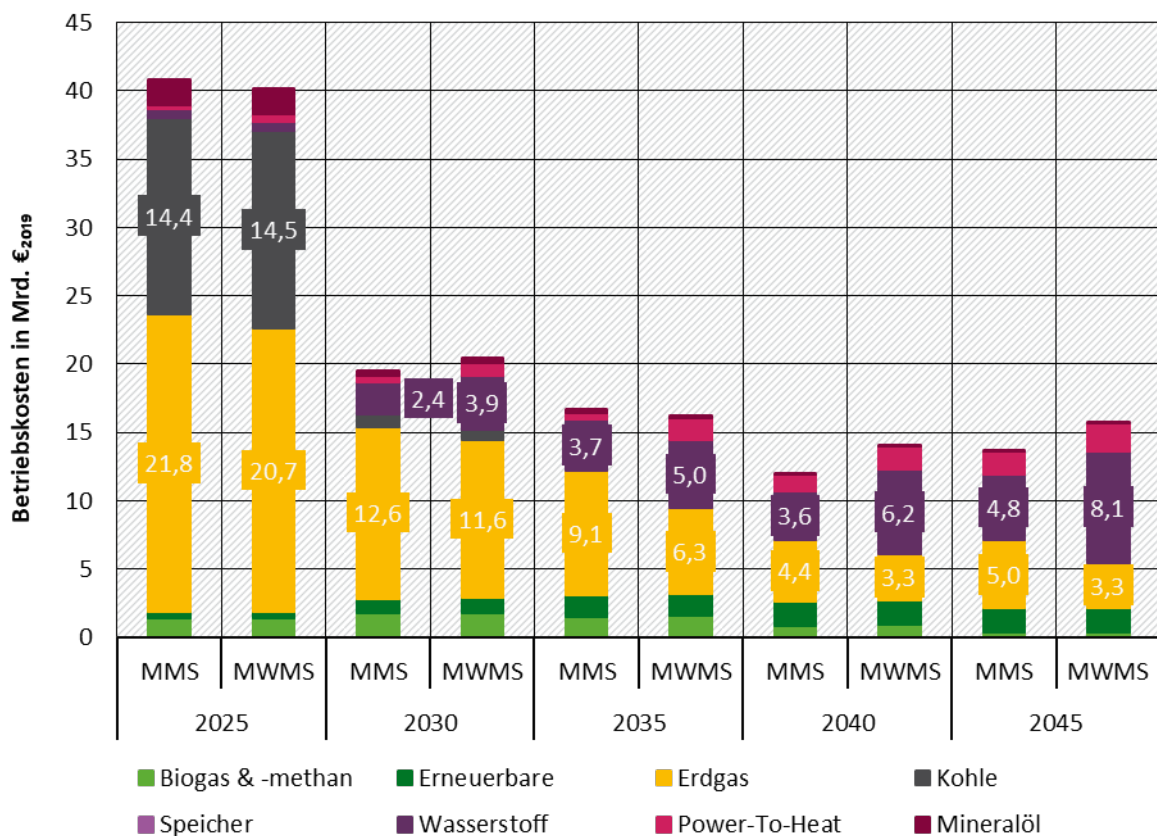
Anmerkungen: Werte sind über 5 Jahre gemittelt (z. B. enthält 2025 den Durchschnittswert 2023-2027); keine oder nur minimale Unterschiede bei Investitionen in Elektrodenkessel, Erdgas Neubau, Geothermie (Strom), Laufwasser, PV-Anlagen, Wärmespeicher, Wasserstoff-Kraftwerke, Wind onshore und Wind offshore zwischen MMS und MWMS.

Mit den Investitionen und Veränderungen im Kraftwerksbestand sind auch Veränderungen auf der Betriebskostenseite verbunden. Abbildung 21 stellt die Betriebskosten nach Technologie- bzw. Brennstoffgruppen für beide Szenarien über die Zeit dar. Insgesamt halbieren sich die Betriebskosten bereits bis zum Jahr 2030 in beiden Szenarien. Dies liegt überwiegend am Kohleausstieg, der gemäß des ambitionierten Stilllegungspfades und des CO₂-Preises bis zum

Jahr 2030 fast vollständig stattfindet. Auch wird bereits 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. Insgesamt betragen die Betriebskosten im Jahr 2045 im MMS nur etwas über 30 % der Kosten des Jahres 2025, im MWMS sind es ungefähr 40 %. Der Unterschied zwischen den beiden Szenarien begründet sich in der höheren Stromnachfrage im MWMS, die insbesondere zu einer fast doppelt so hohen installierten Leistung von Elektrolyseuren und inländischer Wasserstoffproduktion mit entsprechend höheren Betriebskosten führt.

Im MWMS wird deutlich mehr in Batteriespeicherkapazität investiert, um das System zu flexibilisieren und Abregelungen von Strom aus erneuerbaren Energien zu reduzieren. So kann im MWMS bei gleicher Leistung wie im MMS mehr Strom aus erneuerbaren Energien erzeugt werden. Batterien haben annahmegemäß im Modell keine Betriebskosten. Der gespeicherte Strom wird eingekauft, wenn er am Markt günstig ist, und später wieder verkauft, so dass netto keine Betriebskosten entstehen. Kleine Heimspeicheranlagen werden durch eigene PV gespeist.

Abbildung 21: 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.; 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 enthält neben Wasserstoff auch Elektrolyseure; Power-To-Heat enthält Elektrodenkessel und Wärmepumpen.

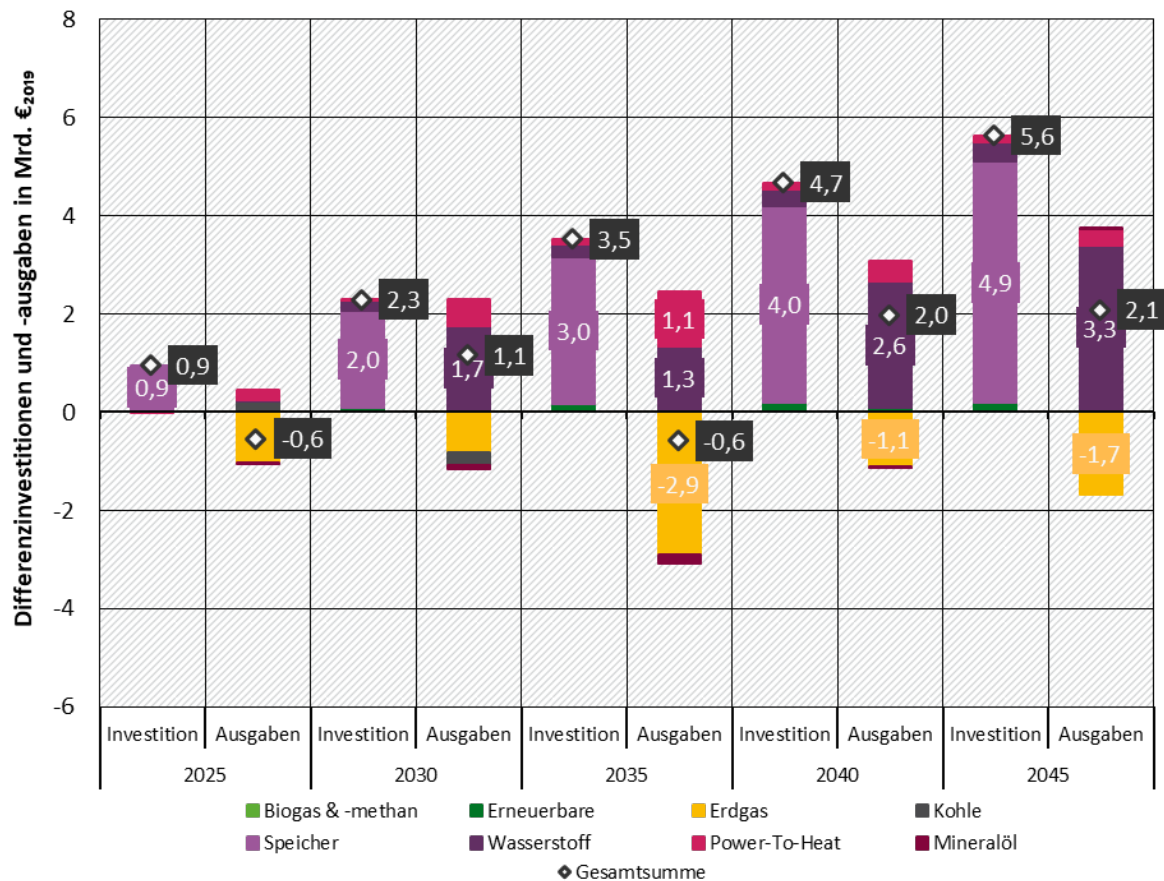
Um die zusätzlichen Investitionen mit den dadurch bewirkten Veränderungen an Brennstoff- und Betriebskosten vergleichen zu können, werden die Investitionen in jährliche Annuitätzahlungen umgelegt (Annuitäten werden über die Lebensdauer der Anlagen und mit einer Diskontrate von 2 % berechnet). In Abbildung 22 werden diese annuisierten Investitionen

und die Betriebskosten für einige Stützjahre im Vergleich des MWMS gegenüber dem MMS illustriert.

Insgesamt sind die annuisierten Investitionen im MWMS zunehmend höher als im MMS, vor allem begründet in höheren Investitionen in Batteriespeicherkapazität und in Wasserstoffkapazität im MWMS. Wie bereits erläutert, sind diese darauf ausgelegt, die höhere Stromnachfrage in anderen Sektoren im MWMS zu bedienen und somit stärkere Treibhausgasminderungen in anderen Sektoren zu ermöglichen. Insbesondere die höhere Speicherkapazität erlaubt die bessere Ausnutzung des erneuerbar erzeugten Stroms. Den höheren Investitionen stehen keine Nettoeinsparungen auf Seiten der Betriebskosten im MWMS gegenüber. Zwar sind die Ausgaben für Erdgas im MWMS deutlich geringer, da weniger Strom aus Erdgas erzeugt wird, jedoch bestehen gleichzeitig höhere Ausgaben für Wasserstoff und Power-to-Heat-Technologien. Bei höheren Erdgaspreisen würde sich der Saldo verbessern, da höhere Einsparungen durch den verringerten Erdgaseinsatz entstehen.

In der Energiewirtschaft selbst stehen dementsprechend den Investitionskosten keine Netto-Einsparungen für die eingesetzten Energieträger gegenüber. Dies begründet sich vor allem in der Sektorkopplung. Andere Sektoren profitieren von dem Strom, den sie nachfragen und für Wärmepumpen in Gebäuden oder in Elektrofahrzeugen verwenden. Zu beachten ist, dass Einnahmen, die durch den Verkauf von Strom oder Wasserstoff an andere Sektoren erzielt werden können, hier nicht bilanziert werden. Die Berücksichtigung dieser Einnahmen würde die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung deutlich verbessern.

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

Abbildung 22 Annuisierte 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 2 %; Kosten mit Energiesteuern und CO₂-Kosten, aber ohne MwSt.; Erneuerbare beinhaltet Geothermie, Laufwasser, PV-Anlagen, Solarthermie, Wind onshore und Wind offshore; Gas beinhaltet Erdgas (inkl. Neubau von Erdgaskraftwerken); Power-To-Heat beinhaltet Elektrodenkessel und Wärmepumpen; Speicher beinhaltet Batterien und Wärmespeicher; Wasserstoff beinhaltet Elektrolyseure und Wasserstoff.

2.3 Industrie

Textbox 6: Industrie: Wesentliches auf einen Blick

- ▶ Emissionseinsparungen (aus Projektionsbericht 2023): Im Jahr 2045 (2030) reduzieren sich die Treibhausgasemissionen im MMS um 107 Mio. t CO₂-Äq. im Vergleich zu 2025 auf 63 Mio. t CO₂-Äq. (2030: um 43 Mio. t CO₂-Äq. im Vergleich zu 2025 auf 127 Mio. t CO₂-Äq.) und im MWMS um 110 Mio. t CO₂-Äq. auf nur 57 Mio. t CO₂-Äq. (2030: um 47 Mio. t CO₂-Äq. auf 120 Mio. t CO₂-Äq.) (Harthan et al. 2023).
- ▶ Investitionen: Sowohl im MMS als auch im MWMS werden hauptsächlich Investitionen in die Elektrifizierung der Prozesswärmeerzeugung und in Effizienzmaßnahmen getätigt. Im MWMS erfolgen im Vergleich zum MMS durch die Einführung Grüner Leitmärkte etwas höhere Investitionen.
- ▶ Brennstoff- und Betriebskosten: Die fortschreitende Elektrifizierung der Prozesswärmeerzeugung sorgt für geringeren Einsatz fossiler Energieträger und damit für

Kostenersparnisse bei diesen. Durch Effizienzmaßnahmen wird im Zeitverlauf zunehmend Strom eingespart, sodass trotz eines höheren Strompreises die Gesamtkosten sinken, mit einer etwas höheren Ersparnis im MWMS. Insbesondere das höhere Investitionsvolumen in Wärmepumpen führt im MWMS zu hohen Effizienzsteigerungen in der Dampferzeugung.

- ▶ Nettoeffekt: Die Kostenersparnisse im MWMS gegenüber dem MMS übersteigen die annuisierten Investitionen im Industriesektor deutlich. Der Nutzen der zusätzlichen Klimaschutzinstrumente übersteigt somit die damit verbundenen Kosten um ein Vielfaches, insbesondere in der langen Frist. Dies wird vor allem durch Investitionen in Effizienzsteigerungen möglich, die durch die Schaffung Grüner Leitmärkte angeregt werden. Gleichzeitig werden im MWMS doppelt so viel Treibhausgase eingespart wie im MMS.
- ▶ 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.

Der Industriesektor deckt industrielle Wärmeerzeuger und Prozessfeuerungen, Industriekraftwerke und die Bauwirtschaft ab (Harthan et al. 2023). Die Kategorie der Wärmeerzeuger und Prozessfeuerungen beinhaltet eine breite und heterogene Palette unterschiedlicher Anlagen in verschiedenen Branchen. Dazu gehören zum Beispiel 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 teilweise auch der Energiewirtschaft zugeordnet werden.

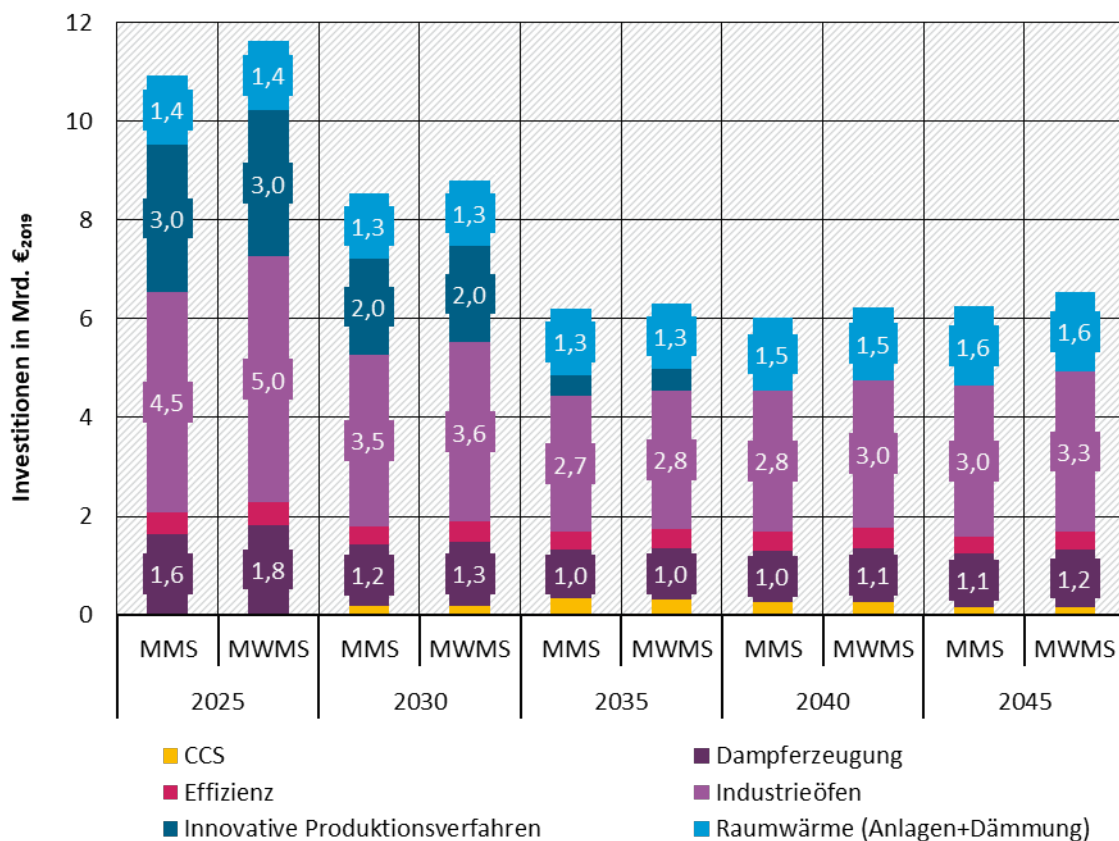
Für die Folgenabschätzung werden Investitionen und Kosten aus dem Simulationsmodell FORECAST abgeleitet, das neben einer detaillierten Bewertung der Wirkung von Instrumenten hinsichtlich Energiebedarfs und Treibhausgasemissionen im Industriesektor Informationen zu Investitionen in den Aufbau von Produktionskapazitäten und Differenzkosten von konventioneller und CO₂-armer bzw. CO₂-neutraler Produktion liefert (Harthan et al. 2023).

Zu den wichtigsten Instrumenten im MMS gehören die Förderprogramme, 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 eine Aufstockung der bestehenden Förderprogramme, die Einführung der Grünen Leitmärkte und die Förderung digitaler Ökosysteme für eine klimafreundliche Industrie. Das Budget zur Förderung der Markteinführung klimafreundlicher Herstellungsverfahren wird erhöht, wobei hier nur der EU-ETS-Innovationsfonds berücksichtigt wird. Mit der Einführung der Leitmärkte erfolgt außerdem 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, das hauptsächlich für die weitere Elektrifizierung von Prozesswärme genutzt wird. Ein weiteres Augenmerk liegt auf der Einrichtung digitaler Lösungen zur Emissionsreduktion, wobei insbesondere das Einsparen von Strom im Fokus steht. Zum einen sinkt durch die digitalen Lösungen und die Leitmärkte der Gesamtenergiebedarf und damit die Energiekosten und zum anderen verursachen die Leitmärkte und die Aufstockung des Innovationsfonds einen Mehrbedarf an Strom zugunsten einer Senkung des fossilen Brennstoffbedarfs.

Im MWMS werden im Vergleich zum MMS im Jahr 2030 bereits zusätzlich 6,7 Mio. t CO₂-Äq. und im Jahr 2045 zusätzlich 6,5 Mio. t CO₂-Äq. eingespart. Im MMS reduzieren sich die jährlichen Treibhausgasemissionen im Jahr 2030 im Vergleich zu 2025 um 43 Mio. t CO₂-Äq. auf 127 Mio. t CO₂-Äq. und im Jahr 2045 um 107 Mio. t CO₂-Äq. auf 63 Mio. t CO₂-Äq. (Abbildung 16). Im MWMS reduzieren sich die jährlichen Treibhausgasemissionen im Jahr 2030 im Vergleich zu 2025 um 47 Mio. t CO₂-Äq. auf 120 Mio. t CO₂-Äq. und im Jahr 2045 um 110 Mio. t CO₂-Äq. auf 57 Mio. t CO₂-Äq. Dafür werden im MWMS zusätzliche Investitionen benötigt, die sowohl im Industriesektor selbst als auch im Energiesektor anfallen, so zum Beispiel, um den zusätzlichen Strombedarf für die beschleunigte Elektrifizierung der Prozesswärme zu decken. Die durch die Politikinstrumente angeregten Mehrinvestitionen und die Betriebskosten werden in folgende Kategorien aufgeteilt:

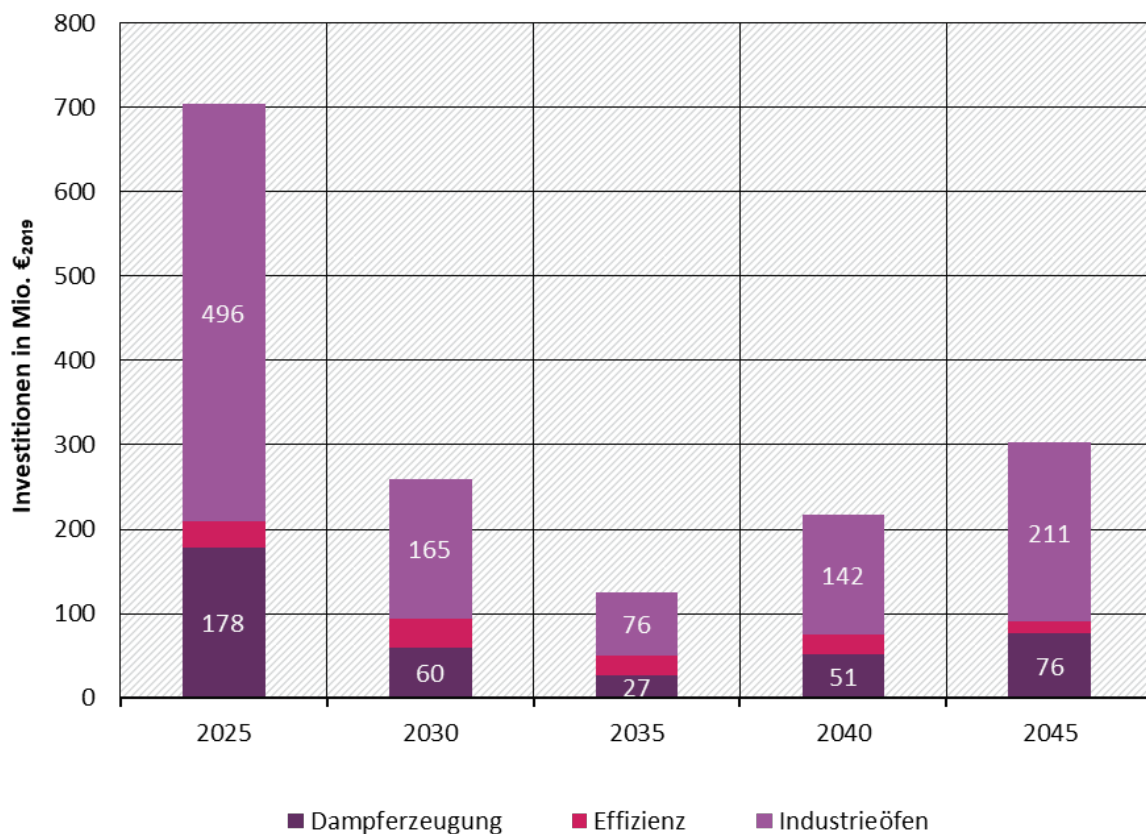
- ▶ Dampferzeugung: Anlagen zur Erzeugung von Prozesswärme in Form von Dampf (bis 500°C, aber überwiegend bis 250°C). Beinhaltet Erdgas-Dampfkessel, Hochtemperaturwärmepumpen, Elektrodenkessel und KWK-Anlagen.
- ▶ Industrieöfen: Anlagen zur Erzeugung von Prozesswärme in Öfen mit Direktbeheizung (bis 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 Abwärmennutzung 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, Schmelzwannen für Flachglas und wasserstoffbasierte Chemie.
- ▶ CCS: Anlagen zur CO₂-Abscheidung und -Speicherung (oder Nutzung (CCU))

Abbildung 23: 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)

In Abbildung 23 werden die durch die Politikinstrumente angeregten Mehrinvestitionen im MMS und MWMS dargestellt. Die Mehrinvestitionen sind im Jahr 2025 mit rund 11 Mrd. Euro am höchsten, sinken bis 2035 und bleiben dann auf einem Niveau von gut 6 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 die Förderung bis 2035 komplett ausläuft. 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. Mehrinvestitionen in Dämmung und effizientere Anlagen zur Raumwärmeerzeugung bleiben ungefähr auf einem Niveau. In sonstige Effizienzmaßnahmen und die Abscheidung und Speicherung von CO₂ wird nur vergleichsweise wenig investiert.

Abbildung 24: Differenzinvestitionen in Mio. Euro im Vergleich MWMS versus MMS – Industrie

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

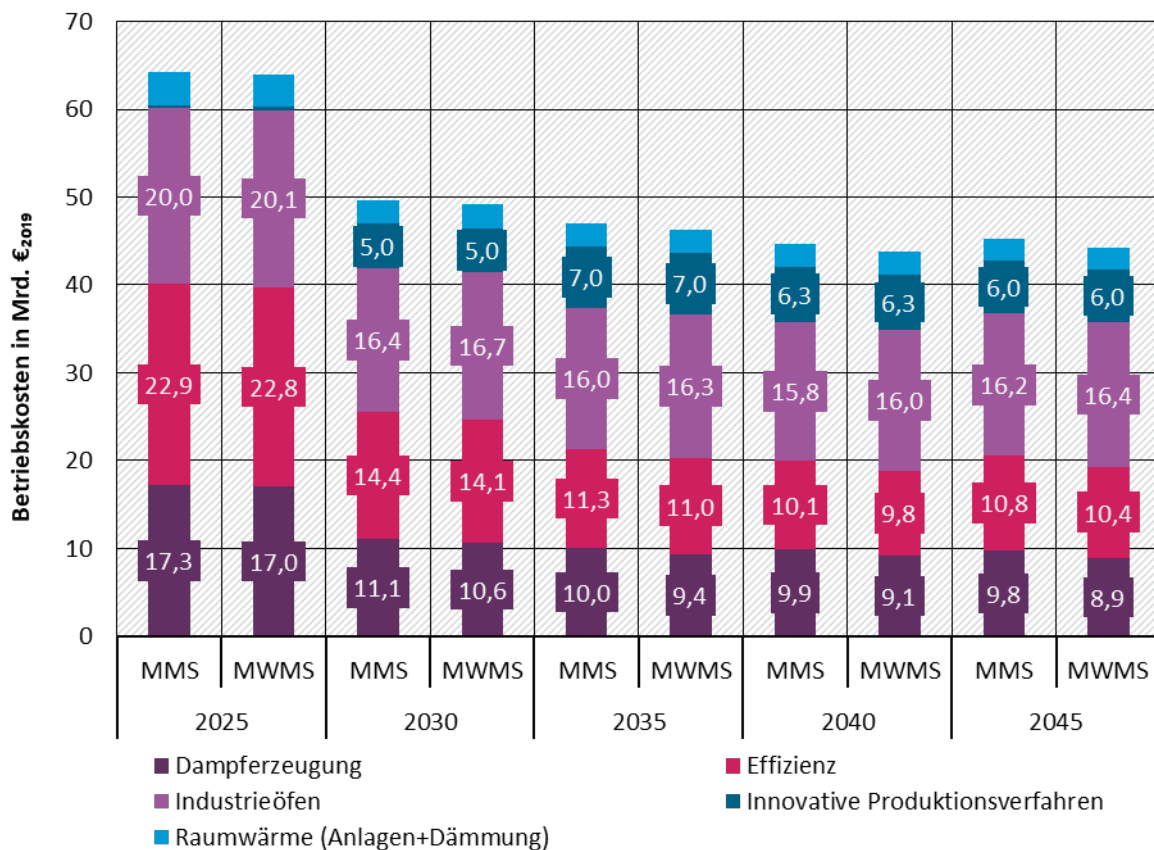
Anmerkungen: Werte sind über 5 Jahre gemittelt (z. B. enthält 2025 den Durchschnittswert 2023-2027); keine Unterschiede bei Investitionen in Raumwärme (Anlagen und Dämmung), innovative Produktionsverfahren und nur minimale Unterschiede bei CCS zwischen MMS und MWMS

In Abbildung 9 ist die Differenz der Mehrinvestitionen im MWMS im Vergleich zum MMS in Mio. Euro dargestellt. Die Mehrinvestitionen im MWMS sind etwas höher als im MMS. Im Jahr 2025 liegt die Differenz der Mehrinvestitionen zwischen MWMS und MMS bei rund 700 Mio. Euro, während die Unterschiede in den folgenden Jahren deutlich geringer sind. Das liegt nicht nur an dem insgesamt hohen Investitionsvolumen, auch prozentual ist der Unterschied der Mehrinvestitionen im MWMS um 2025 größer als in den Folgejahren. Es werden mehr Investitionen in Industrieöfen, in die Dampferzeugung und in anderweitige Effizienzmaßnahmen getätigt, während es in den restlichen Kategorien keine Unterschiede gibt.

Grund für die höheren Mehrinvestitionen im MWMS ist vor allem die Einführung der Grünen Leitmärkte, die damit auch maßgeblich sind für die höhere Emissionsminderung im MWMS im Vergleich zum MMS. Investitionskosten können hier von den Unternehmen leichter auf die Abnehmenden umgelegt werden. Zum einen steigt dadurch das Investitionsvolumen generell und zum anderen werden so Fördergelder frei. Diese werden schwerpunktmäßig für die verstärkte Elektrifizierung der Prozesswärmeerzeugung, vor allem in Industrieöfen, genutzt. Die Umschichtung der Fördergelder, angestoßen durch die Leitmärkte, wirkt vor allem vor 2030. Nach 2030 ist ein geringeres Fördervolumen vorgesehen, sodass es auch weniger Fördergelder gibt, die frei werden können. Zusätzlich besteht für einen beschleunigten Erdgasausstieg die Notwendigkeit der frühen Elektrifizierung. Aufgrund der Lebensdauer von Industrieöfen in Höhe von zum Teil deutlich über 20 Jahren ist das Zeitfenster für Reinvestitionen sehr eingeschränkt. Es wird daher im MWMS in den ersten Jahren sehr schnell teilelektrifiziert. Nach

2035 wird dann noch einmal verstärkt Geld in die anspruchsvollere Vollelektrifizierung investiert.

Abbildung 25: Betriebskosten in MMS und MWMS nach Technologie – Industrie



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

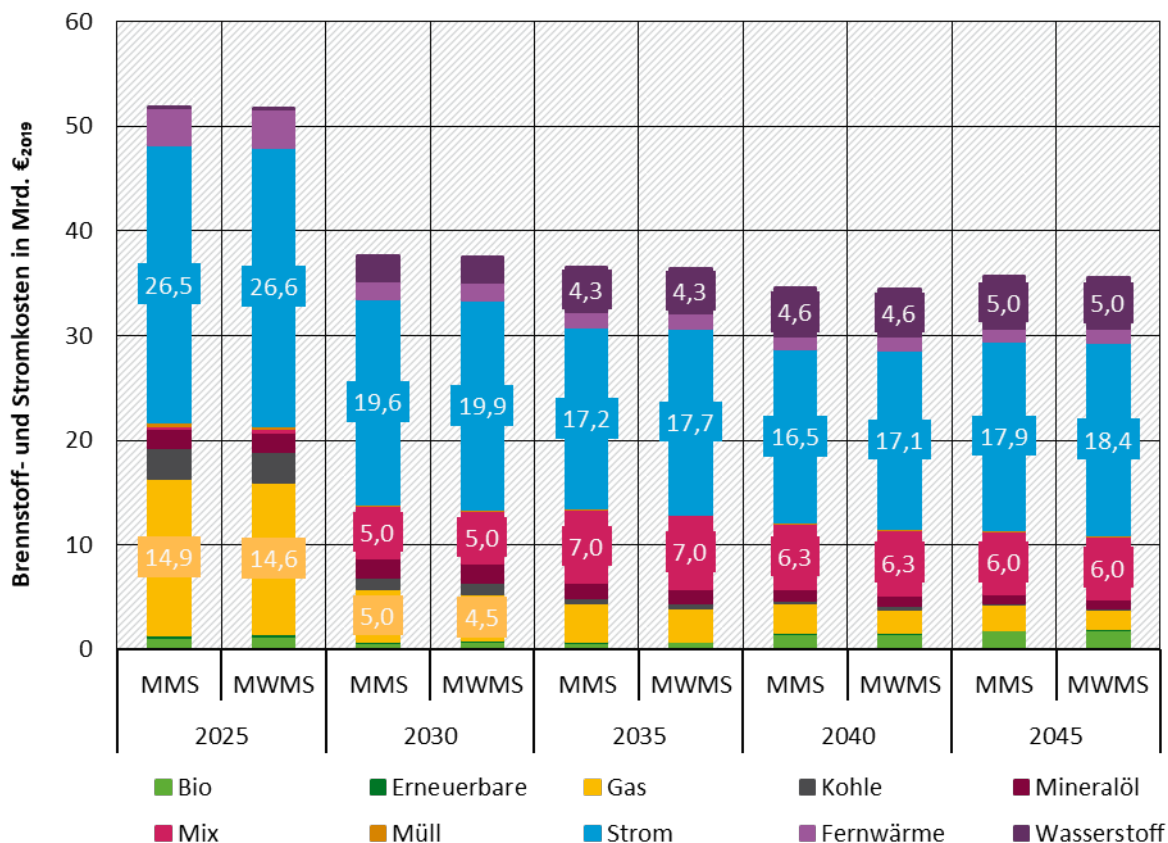
Anmerkungen: Werte sind über 5 Jahre gemittelt (z. B. enthält 2025 den Durchschnittswert 2023-2027); Kosten mit Energiesteuern und CO₂-Kosten, aber ohne MwSt.; nur minimale Betriebskosten für CCS (unter 200 Mio. Euro).

Die Betriebskosten in MMS und MWMS werden nach Technologien (Abbildung 25) und nach Energieträger (Abbildung 26) als Brennstoffkosten 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 Mehrinvestitionen bewirken über den Zeitverlauf eine Verringerung der Betriebskosten. Während um das Jahr 2025 jährliche Kosten in Höhe von über 60 Mrd. Euro entstehen, sinken die Kosten bis 2040 auf unter 45 Mrd. Euro. Um das Jahr 2025 machen sich noch die Nachwirkungen der jüngsten Energiekrise bemerkbar. Dies betrifft insbesondere Strom- und Erdgaspreise, die sich per Annahme bis 2030 wieder normalisieren.

Außerdem sorgt insbesondere der EU-Emissionshandel 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 Elektrifizierung der Prozesswärmeerzeugung ist hier bereits weit fortgeschritten, sodass in Industrieöfen und in der Dampfwärmeerzeugung deutlich weniger fossile Brennstoffe benötigt werden. Effizienzmaßnahmen tragen zu einer Senkung des Gesamtenergiebedarfs bei. Dies sind hauptsächlich Querschnittstechnologien, die mechanische Energie durch Stromnutzung bereitstellen. Die Ausgaben für Wasserstoff steigen kontinuierlich an von geringfügigen Mengen

im Jahr 2025 bis auf ca. 5 Mrd. Euro pro Jahr um das Jahr 2045. Dabei ist zu erwähnen, dass der Preis für Wasserstoff stetig sinkt (Mendelevitch et al. 2022).

Abbildung 26: Brennstoff- und Stromkosten in MMS und MWMS – Industrie



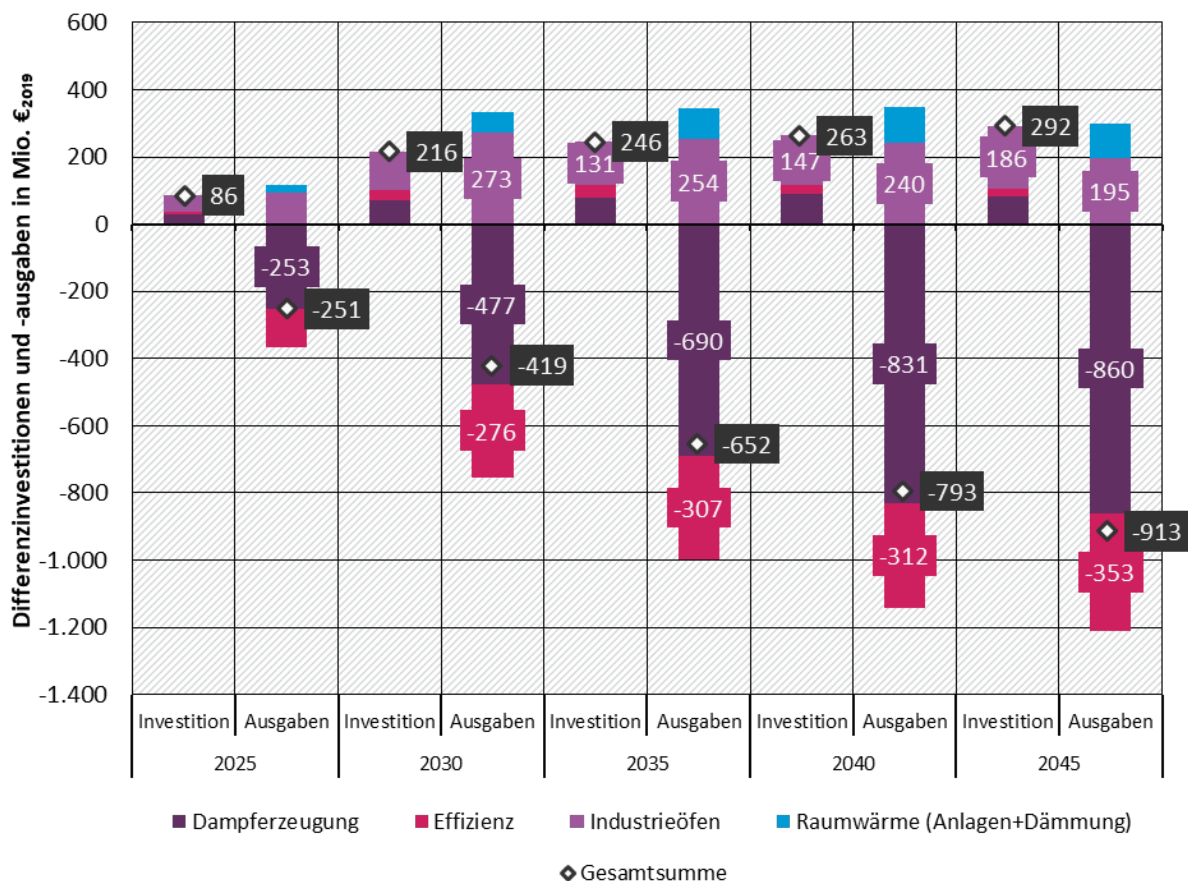
Quelle: Eigene Darstellung (Öko-Institut); Modellrechnung: Fraunhofer ISI.

Anmerkungen: Werte sind über 5 Jahre gemittelt (z. B. enthält 2025 den Durchschnittswert 2023-2027); Kosten mit Energiesteuern, aber ohne CO₂-Kosten und MwSt.; Bio beinhaltet Biogas, Biomasse und Biotreibstoffe; Erneuerbare beinhaltet 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; Mix beinhaltet Brennstoff- und Stromkosten für innovative Produktionsverfahren; für Fernwärme werden die Kosten für Strom/Erdgas nicht aufgeschlüsselt.

Die relativen Unterschiede zwischen MMS und MWMS in den Betriebs- bzw. Brennstoffkosten sind nur minimal. Um 2045, wo der Unterschied am größten ist, sind die Betriebskosten im MWMS um 913 Mio. Euro kleiner als im MMS, während das Gesamtvolumen der Betriebskosten um die 45 Mrd. Euro liegt. Nichtsdestotrotz zeigt sich im Vergleich zu den annuisierten Differenzinvestitionen im MWMS im Vergleich zum MMS (Abbildung 27), dass der Nutzen der zusätzlichen Instrumente im MWMS die Kosten um ein Vielfaches übersteigt, insbesondere in der längeren Frist. Während im Jahr 2025 annuisierte Differenzinvestitionen von 86 Mio. Euro einer Kostenersparnis von 251 Mio. Euro gegenüberstehen, sind es 2045 annuisierte Differenzinvestitionen in Höhe von 292 Mio. Euro bei einer Kostenersparnis von 913 Mio. Euro und gleichzeitig deutlich höheren Treibhausgasminderungen. Dies liegt vor allem an Einsparungen in der Dampferzeugung. Hier sorgt die durch die Grünen Leitmärkte angestoßene Erhöhung der Investitionsvolumen für Wärmepumpen im MWMS zu einer großen Effizienzsteigerung und damit zu großen Kostenersparnissen. Die restlichen Ersparnisse kommen aus einem breiten Spektrum weiterer Effizienzmaßnahmen. Die Betriebskosten für Industrieöfen steigen dagegen leicht an im MWMS. Durch verstärkte Förderanreize wird mehr

elektrifiziert, was aufgrund des vergleichsweise höheren Strompreises auch zu höheren Kosten führt.

Abbildung 27: Annuierte Differenzinvestitionen und Mehrausgaben bzw. Einsparungen im Vergleich MWMS versus MMS nach Technologie - Industrie



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

Anmerkungen: Investitionen über die jeweilige Lebensdauer annuiert mit Prozentsatz von 2 %; Kosten mit Energiesteuern und CO₂-Kosten, aber ohne MwSt.; keine Unterschiede für innovative Produktionsverfahren und minimale Unterschiede für CCS.

2.4 Gebäude

Textbox 7: Gebäudesektor: Wesentliches auf einen Blick

- Emissionseinsparungen (aus Projektionsbericht 2023): Im Jahr 2045 (2030) reduzieren sich die Treibhausgasemissionen im MMS um 72 Mio. Mio. t CO₂-Äq. gegenüber dem Jahr 2025 auf 31 Mio. t CO₂-Äq. (2030: Reduktion um 25 Mio. t CO₂-Äq. im Vergleich zu 2025 auf 78,3 Mio. t CO₂-Äq.) und im MWMS um 82 Mio. t CO₂-Äq. gegenüber 2025 auf nur 14,2 Mio. t CO₂-Äq. (2030: Reduktion um 28 Mio. t CO₂-Äq. gegenüber 2025 auf 68,2 Mio. t CO₂-Äq.) (Harthan et al. 2023). In beiden Szenarien wird das Sektorziel 2030 nach Klimaschutzgesetz verfehlt, im MMS um 12 Mio. t CO₂-Äq., im MWMS jedoch nur um 2 Mio. t CO₂-Äq.
- Investitionen: Im MWMS sind die energetischen Mehrinvestitionen höher als im MMS. Das liegt vor allem an Investitionen in die Gebäudehülle, die durch die höheren Anforderungen an die Gebäudestandards im MWMS bewirkt werden und die bis zu 90 % der Investitionsunterschiede zwischen den Szenarien ausmachen. Ebenfalls wird im MWMS mehr

in Wärmepumpen investiert, bewirkt durch die Pflicht zur Nutzung von 65 % erneuerbaren Energien.

- ▶ **Einsparungen bzw. Mehrausgaben:** Im Zeitverlauf halbieren sich die Ausgaben für Heizenergie in beiden Szenarien. Im MWMS sind die Wärmeausgaben dabei geringer als im MMS. Zusätzlich zeigen sich deutliche Unterschiede in der Zusammensetzung der Ausgaben. Die Ausgaben für Erdgas sind deutlich niedriger im MWMS, dafür sind die Stromausgaben für Wärmepumpen höher und es wird mehr Bioenergie eingesetzt. Die realisierten Kosteneinsparungen hängen damit sehr von der Entwicklung der Strom- und Erdgas- sowie CO₂-Preise ab.
- ▶ **Nettoeffekt:** Im Vergleich MWMS und MMS sind die Einsparungen an Wärmekosten aufgrund der hohen Gaspreise anfangs höher als die annuitätischen (jährlichen) Zahlungen für Investitionen, der Nettoeffekt ist also positiv. Im Zeitverlauf jedoch dreht sich die Bilanz und die annuitätischen Investitionszahlungen sind zunehmend höher als die Einsparungen. Im MWMS wird ab 2025 auf ein deutlich ambitioniertes Niveau saniert bzw. gebaut. Dies ist mit höheren Investitionen verbunden, die zusätzlich von der Steigerung der Bau- und Sanierungskosten abhängen. 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.
- ▶ **Unsicherheiten:** Die Relation der Strom- und Gaspreise hat einen Einfluss auf Investitionsentscheidungen, da sie das Wirtschaftlichkeitskalkül hinsichtlich Elektrifizierung beeinflusst. Die zu erzielenden Kosteneinsparungen hängen stark von der Entwicklung der Preise (individuell und in Relation zueinander) ab.

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. Kostenseitig fallen Investitionen für die Modernisierung der Gebäudehülle und für die Erneuerung der Anlagentechnik in den Gebäuden selbst an, Bezugskosten für Fernwärme, Strom oder andere Energieträger werden über die Betriebskosten erfasst.

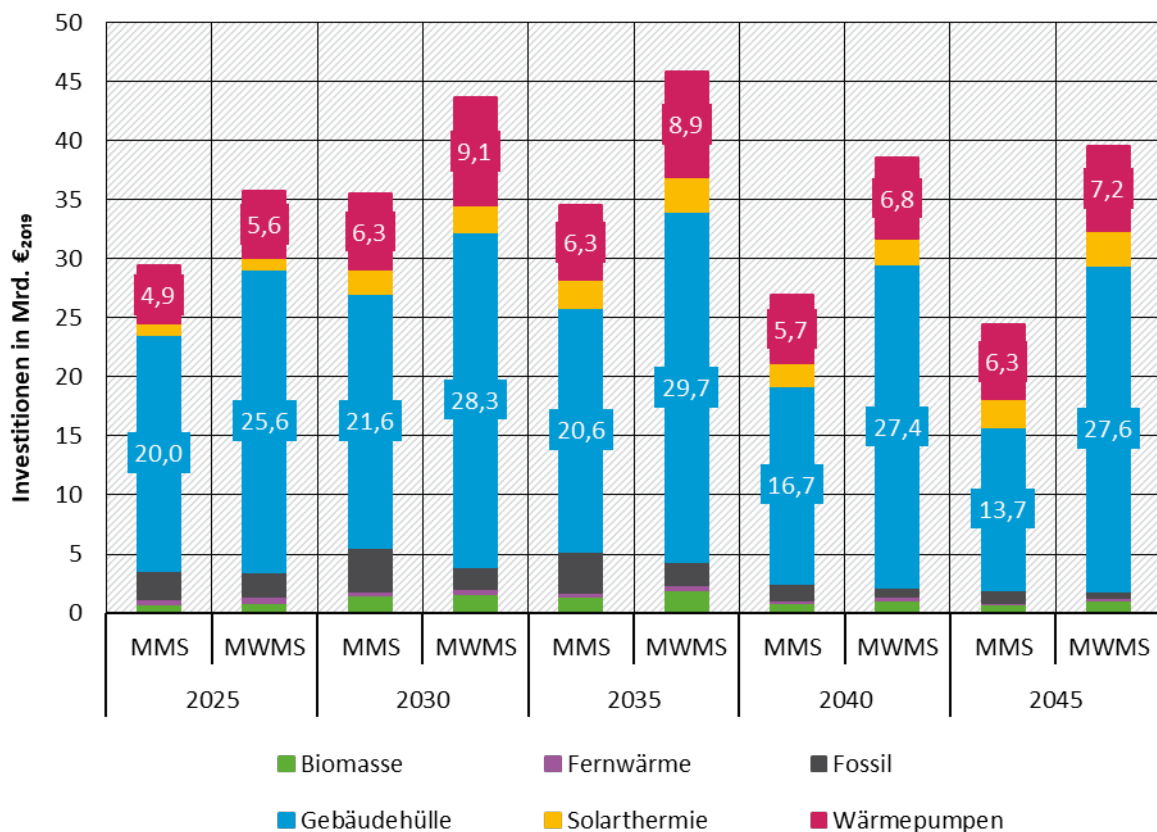
Für die wirtschaftliche Analyse werden Investitionskosten und Betriebskosten je für das MMS und MWMS mit dem Gebäudemodell INVERT/ee-Lab berechnet (Harthan et al. 2023). Dies umfasst Kosten für die Bereitstellung von Wärme in Wohn- und Nichtwohngebäuden. Förderung wird in dieser Rechnung nicht erfasst.

Die Investitionskosten im Gebäudesektor 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. Abbildung 28 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. Kosten für die Erneuerung der Anlagentechnik stellen nur einen geringen Teil der gesamten energetischen Mehrkosten dar, der größte Teil wird in

Wärmepumpen investiert. Die Entwicklung der Bau- bzw. Sanierungskosten hat einen wesentlichen Einfluss auf den Investitionsbedarf.

Die wesentlichen Treiber der Investitionsentscheidungen in beiden Szenarien sind die gestiegenen Energiepreise, einschließlich des CO₂-Preises, und das dadurch angepasste Nutzerverhalten, sowie die novellierte Bundesförderung für effiziente Gebäude (Stand Juli 2022⁵). Im MWMS wird darüber hinaus die Ausgestaltung der 65 %-Anforderung für neue Wärmeversorgungssysteme berücksichtigt, die in der Analyse zum 1.1.2024 in Kraft tritt und aufgrund der Änderungen seit Redaktionsschluss für den Projektionsbericht 2023 nicht mehr die aktuellen Entwicklungen abbildet, sondern in den zeitlichen und technologischen Anforderungen deutlich abgeschwächt ist (Harthan et al. 2023). Im MWMS werden auch die Mindesteffizienzstandards für Nichtwohngebäude berücksichtigt

Abbildung 28: Energetische Mehrinvestitionen in MMS und MWMS nach Technologie – Gebäude



Quelle: Eigene Darstellung (Öko-Institut); Modellrechnung: IREES.

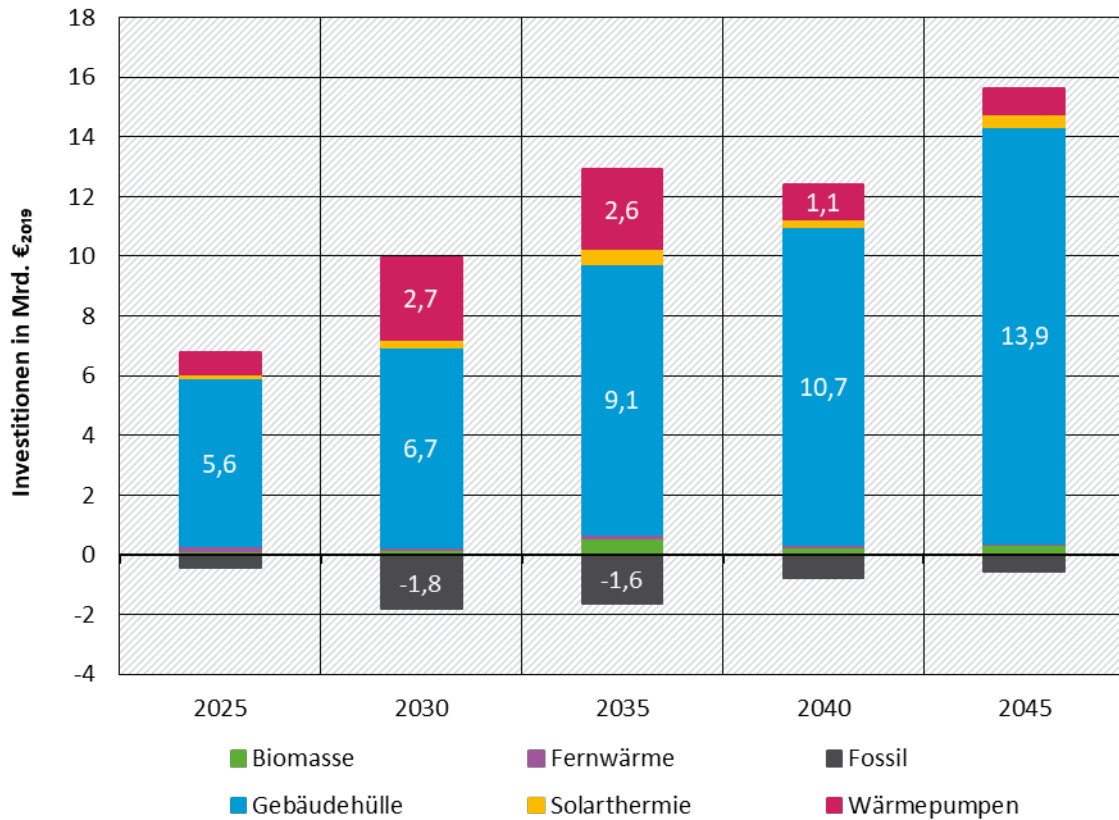
Anmerkungen: Werte sind über 5 Jahre gemittelt (z. B. enthält 2025 den Durchschnittswert 2023-2027); energetische Mehrkosten ohne Ohnehin-Kosten; Angaben ohne MwSt.

Im Vergleich der energetischen Mehrinvestitionen zwischen den Szenarien (Abbildung 29) zeigt sich, dass im MWMS deutlich mehr in die energetische Modernisierung der Gebäudehülle investiert wird. Dies begründet sich maßgeblich in der höheren Sanierungstiefe im MWMS, die durch die Einführung des EH70-Leitstandards im GEG bei Gesamtanierungen sowie den in der Modellierung resultierenden höheren Anteil an Effizienzhaus-Sanierungen bedingt ist. Ein weiterer Effekt ist die Einführung von Mindesteffizienzstandards (MEPS) für Nichtwohngebäude im MWMS. Im MWMS gehen aufgrund der 65 %-Anforderungen für Heizungen, die Investitionen

⁵ Die Novelle berücksichtigt die Änderungen aus dem Sofortprogramm 2022.

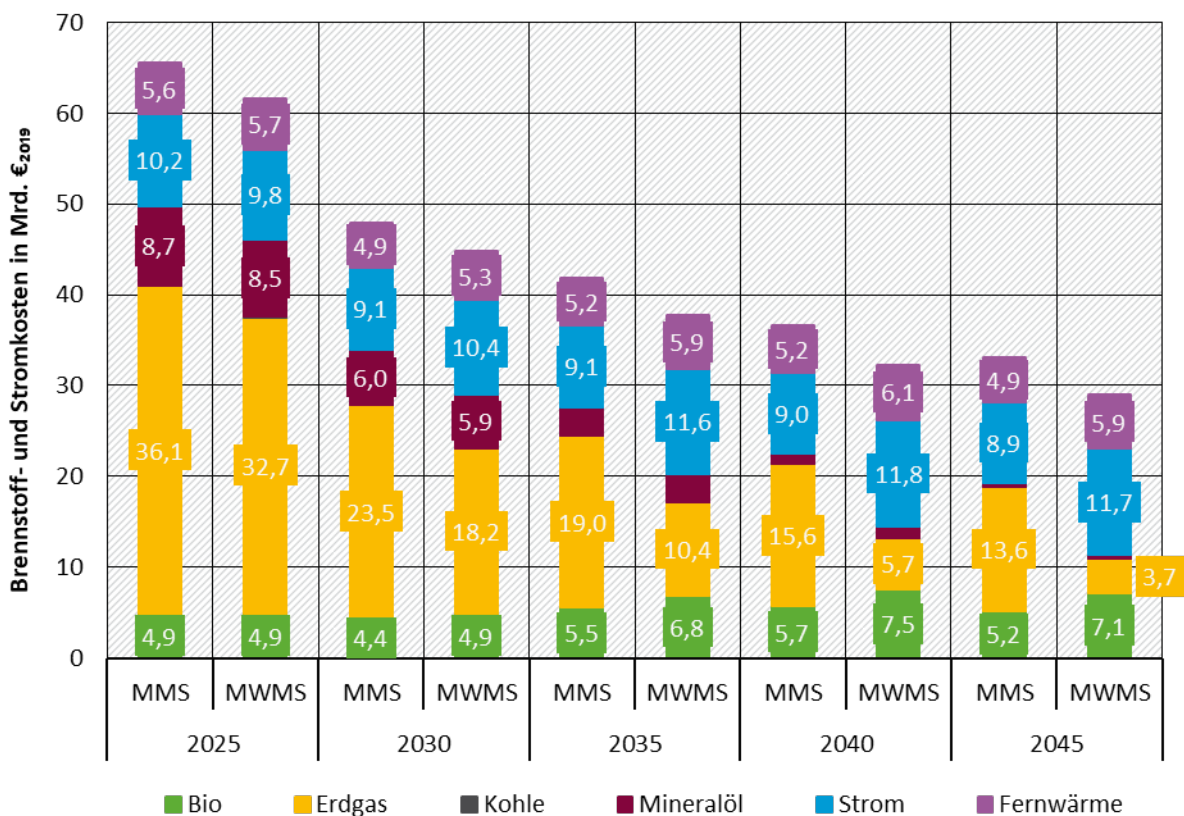
in fossile Anlagen stark zurück und es werden mehr Wärmepumpen wie auch Solarthermie- und Biomasseanlagen und Übergabestation für Fernwärme installiert. Insgesamt werden im MWMS zwar weniger energetische Sanierungen durchgeführt als im MMS, diese aber auf deutlich höherem Standard (vgl. dazu Abbildungen 46 und 47 in Harthan et al. 2023).

Abbildung 29: 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.

Abbildung 30: 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.; Bio beinhaltet Holzpellets, Scheitholz, Hackschnitzel und Biogas; für Fernwärme werden Strom/Erdgas nicht aufgeschlüsselt.

Mit zunehmender energetischer Sanierung der Gebäude sinken die Energiekosten in beiden Szenarien im Zeitverlauf, wie in Abbildung 30 aufgeführt. Die Einsparungen an Energiekosten sind ausgeprägter im MWMS, in dem mit höherem Ambitionsniveau saniert wird. Unterschiede bestehen dadurch vor allem auch in der Zusammensetzung der Ausgaben für Brennstoffe, Strom und Fernwärme. Im MWMS wird weniger Erdgas in späteren Jahren verbraucht, was sich auch emissionsseitig deutlich zeigt (Harthan et al. 2023). Entsprechend reduzieren sich die Ausgaben für Erdgas stark. Mit einem höheren Anteil an Wärmepumpen sind die Stromausgaben im MWMS wiederum etwas höher als im MMS. Auch wird mehr Biomasse eingesetzt und mehr Fernwärme bezogen, was sich in den Ausgaben allerdings nur in geringem Ausmaß bemerkbar macht.

Hervorzuheben ist, dass die monetären Einsparungen stark von den angenommenen Brennstoffpreisentwicklungen, einschließlich der CO₂-Bepreisung, abhängen (siehe dazu auch Anhang A.1). Annahmegemäß beträgt der CO₂-Preis im Gebäude- und Verkehrssektor im Jahr 2030 96 Euro₂₀₁₉/t CO₂ und steigt bis 2050 auf etwas über 200 Euro₂₀₁₉/t CO₂ an (Mendelevitch et al. 2022) und ist damit in 2050 mehr als fünfmal so hoch wie in 2025. Für die Erdgaspreise (ohne CO₂-Preis) wird angenommen, dass sie sich langfristig etwas unter dem Niveau wie vor der Energiepreiskrise einfinden. Einschließlich des CO₂-Preises liegen sie gegenüber 2025 im Jahr 2030 um knapp 15 % niedriger und in den Jahren 2045 und 2050 ungefähr genauso hoch wie im Jahr 2025. Gegenüber dem Jahr 2019 dagegen sind sie im Jahr 2045/2050 doppelt so hoch.

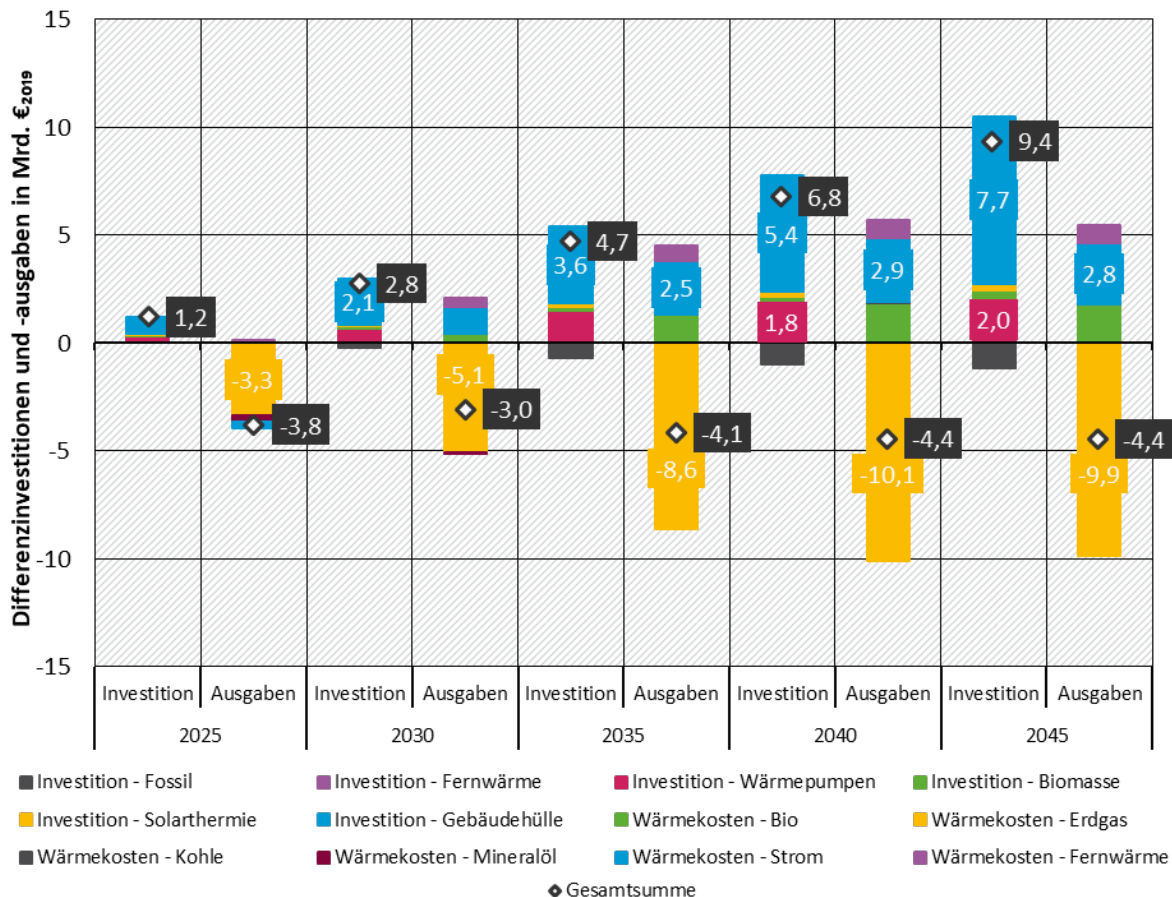
Wichtig für die Wirtschaftlichkeit ist die Entwicklung der Strompreise im Vergleich zu den Gaspreisen inkl. CO₂-Preis. Gegenüber dem Jahr 2025 sind die Strompreise im Jahr 2030 gut 10 % und in den Jahren 2045/2050 gut 20 % niedriger (Mendelevitch et al. 2022). Das relative Preisverhältnis ist von großer 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 1,5-mal so hoch und in den Jahren 2045/2050 nur ungefähr 20 % höher. 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 weniger als die Hälfte der Wärme aus einer Erdgasheizung.

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 2 % berechnet). In Abbildung 31 werden diese annuisierten Investitionen und die Betriebskosten für einige Stützjahre im Vergleich des MWMS gegenüber dem MMS illustriert.

Die annuisierten energetischen Mehrinvestitionen steigen bis 2045 an und liegen im MWMS netto 9,4 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 Erreichung der Klimaziele erfordert hohe Investitionen in die energetische Sanierung, einschließlich vorgezogener Investitionen. Dafür müssen die entsprechenden Anreize geschaffen werden.⁶ Auch die Investitionen in Wärmepumpen sind höher, da mehr Wärmepumpen installiert werden. In fossile Heizungsanlagen wird dagegen weniger investiert. Den zusätzlichen Investitionen stehen deutliche Wärmekosteneinsparungen gegenüber, die sich im Jahr 2025 auf 3,8 Mrd. Euro p. a. und bis zum Jahr 2045 auf 4,4 Mrd. Euro p. a. erhöhen.

Im Vergleich MWMS und MMS sind die Einsparungen an Wärmekosten anfangs höher als die annuitätischen (jährlichen) Zahlungen für Investitionen, im Zeitverlauf jedoch dreht sich die Bilanz und die annuitätischen Investitionszahlungen sind zunehmend höher als die Einsparungen. Zu beachten ist wiederum, dass die Kosteneinsparungen maßgeblich durch den geringeren Gasverbrauch bedingt sind und daher sehr abhängig vom Gas- und CO₂-Preis. Bei höheren Preisen ergeben sich entsprechend höhere Kosteneinsparungen. Dies ist deutlich bis 2025 zu sehen, wo hohe Brennstoffpreise angenommen wurden, die sich in der Realität bereits etwas niedriger eingestellt haben.

⁶ Zu beachten ist, dass Sanierungsförderung in dieser systemischen Betrachtung nicht berücksichtigt ist. Zur Analyse inkl. Fördermittel siehe Kapitel 5 Verteilungswirkungen.

Abbildung 31: Annuierte 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 2 %; Kosten mit Energiesteuern und CO₂-Kosten, aber ohne MwSt.; Bio beinhaltet Holzpellets, Scheitholz, Hackschnitzel und Biogas; für Fernwärme werden die Kosten für Strom/Erdgas nicht aufgeschlüsselt.

2.5 Verkehr

Textbox 8: Verkehr: Wesentliches auf einen Blick

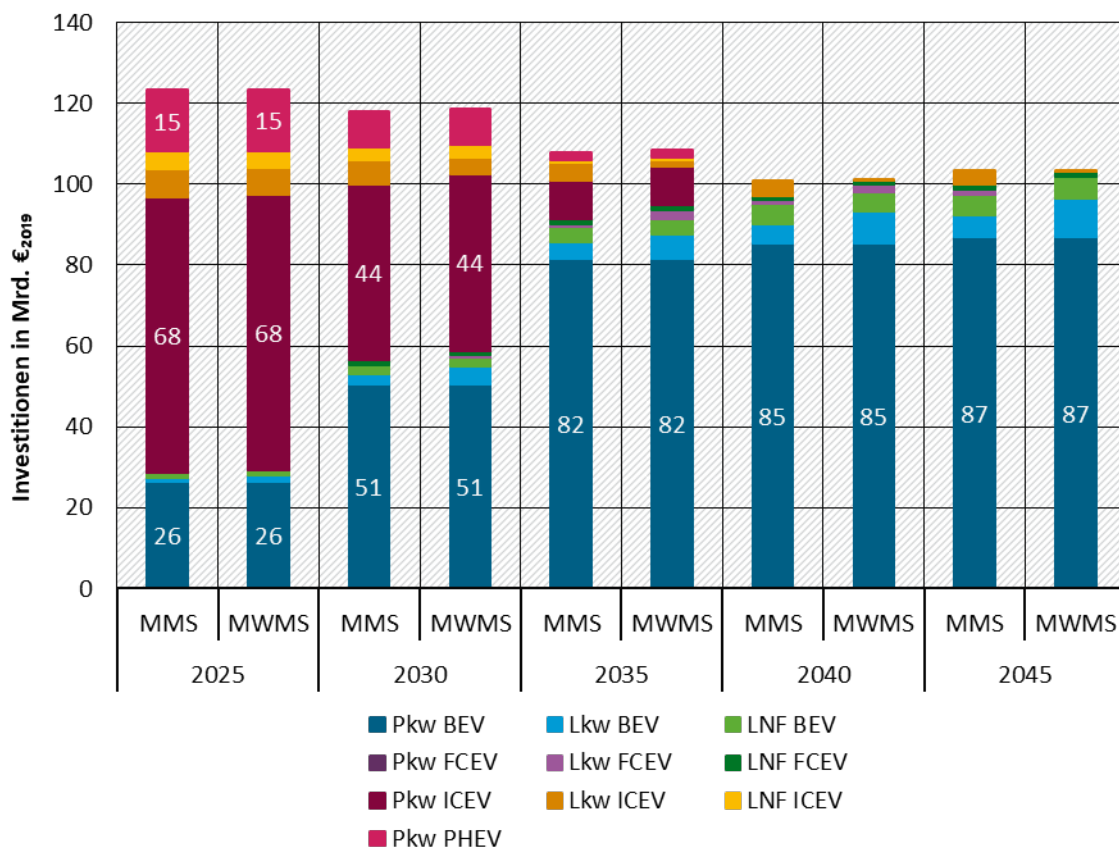
- ▶ Emissionseinsparungen (aus Projektionsbericht 2023): Im Jahr 2045 (2030) reduzieren sich die Treibhausgasemissionen im MMS um 112 Mio. t CO₂-Äq. im Vergleich zu 2025 auf 34 Mio. t CO₂-Äq. (2030: um 27 Mio. t CO₂-Äq. im Vergleich zu 2025 auf 118 Mio. t CO₂-Äq.) und im MWMS um 129 Mio. t CO₂-Äq. auf nur 15 Mio. t CO₂-Äq. (2030: um 33 Mio. t CO₂-Äq. auf 111 Mio. t CO₂-Äq.) (UBA 2023).
- ▶ 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. Unterschiede in den Investitionen zwischen den Szenarien stammen fast ausschließlich aus dem Straßengüterverkehr.
- ▶ Brennstoff- und Betriebskosten: Im Allgemeinen sinken die Kosten infolge eines Rückgangs der Fahrzeugkilometer. Im Zeitverlauf wird ein Großteil der Ausgaben für fossile Kraftstoffe durch

Ausgaben für Strom und zwischenzeitlich zu einem geringeren Maße für Wasserstoff und E-Fuels ersetzt. Im Straßengüterverkehr ist im MWMS im Vergleich zum MMS mit höheren Kosten zu rechnen. Die verstärkte CO₂-Spreizung der Lkw-Maut verteuert die Verbrennung fossiler Kraftstoffe und treibt damit die Elektrifizierung an. Je langsamer parallel der Ausbau der Ladeinfrastruktur vorangeht, desto eher muss zwischenzeitlich auf teure alternative Kraftstoffe wie Wasserstoff und E-Fuels zurückgegriffen werden, die die Transformation verteuern.

- ▶ Nettoeffekt: Der Nettoeffekt wird maßgeblich von der ambitionierteren Ausgestaltung der Lkw-Maut und damit durch Veränderungen im Straßengüterverkehr bestimmt. Diese zusätzlichen Anreize zur Emissionsreduktion im MWMS sind damit stark kostengetrieben, wodurch die annuisierten Investitionen aus einzelwirtschaftlicher Kosten-Nutzen-Perspektive rein finanziell nicht rentabel sind. Hier ist es allerdings wichtig zu betonen, dass mit den Investitionen gesellschaftliche Kosten durch Klimaschäden vermieden werden können, die bei dieser rein finanziellen Betrachtung nicht berücksichtigt werden.
- ▶ 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.

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 2023 dargestellt sind (Harthan et al. 2023). Im Vergleich der beiden Szenarien MMS und MWMS weist das MWMS nur wenige zusätzliche Maßnahmen auf. Dazu gehören vor allem die verstärkte CO₂-Differenzierung der Lkw-Maut, die auf alle Lkw ausgeweitet wird und die im MWMS eine erhebliche Minderungswirkung erzielt, sowie die Einführung des Deutschlandtickets für den Nahverkehr, der Ausbau der Förderung effizienter Trailer und hybridelektrisches Fliegen/klimaneutrales Fliegen.

Im Jahr 2030 wird im MWMS im Vergleich zum MMS eine zusätzliche Minderungswirkung von 6,9 Mio. t CO₂-Äq. und im Jahr 2045 eine zusätzliche Minderungswirkung von sogar 18,4 Mio. t CO₂-Äq. erzielt. Im MMS reduzieren sich die jährlichen Treibhausgasemissionen im Jahr 2030 im Vergleich zu 2025 um 27 Mio. t CO₂-Äq. auf 118 Mio. t CO₂-Äq. und im Jahr 2045 um 112 Mio. t CO₂-Äq. auf 34 Mio. t CO₂-Äq. (Abbildung 16). Im MWMS reduzieren sich die jährlichen Treibhausgasemissionen im Jahr 2030 im Vergleich zu 2025 um 33 Mio. t CO₂-Äq. auf 111 Mio. t CO₂-Äq. und im Jahr 2045 sogar um 129 Mio. t CO₂-Äq. auf nur 15 Mio. t CO₂-Äq. Zur Erreichung der Minderungsziele sind Investitionen vor allem in elektrisch betriebene Fahrzeuge nötig, aber auch Veränderungen der Fahrleistungen durch Verlagerungseffekte und einen Bevölkerungsrückgang leisten einen Beitrag. Aus sozio-ökonomischer Perspektive bedeutet dies eine Umleitung von Investitionen weg von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren hin zu Fahrzeugen mit alternativen Antrieben und zudem auch Veränderungen in den Betriebs- und Energiekosten. Die Nettounterschiede in den sozio-ökonomischen Wirkungen zwischen dem MMS und dem MWMS liegen in der Gesamtbetrachtung gemessen an der zusätzlichen Emissionsminderungswirkung auf einem niedrigen Niveau. 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.

Abbildung 32: 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 wider. Referenzinvestitionen sind nicht berücksichtigt (siehe Textbox 8).

Abbildung 32 zeigt die Projektionen der gesamten Investitionen über die Antriebstechnologien für die jeweiligen Fahrzeugtypen. 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 80 Mrd. Euro in Elektro-Pkw investiert, wohingegen in Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor (ICEV) und sonstigen Antrieben kaum noch investiert wird. Insgesamt sinken die Investitionen aufgrund des erwarteten Bevölkerungsrückgangs und der leicht verringerten Fahrzeugnachfrage und pendeln sich ab 2040 bei rund 100 Mrd. Euro ein.

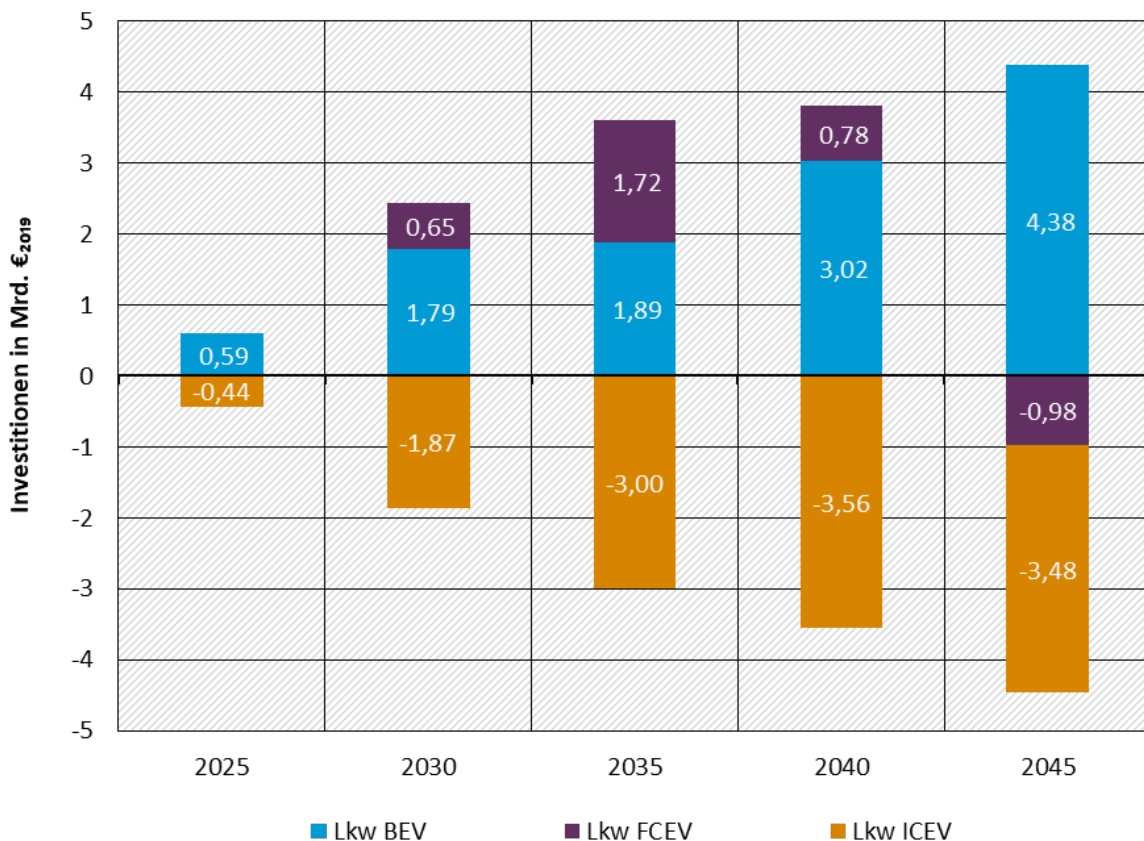
Investitionen in Fahrzeuge mit Brennstoffzellen (FCEV) werden nur sehr wenig getätigt, da sie erwartungsgemäß höhere Gesamtnutzungskosten aufweisen als batterieelektrische Fahrzeuge (Harthan et al. 2023). FCEV fungieren bei den Lkw damit nur als Brückentechnologie, und zwar an Stellen, an denen der Hochlauf 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.

Plugin-Hybride 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 eine vollständig CO₂-freie Neuzulassungsflotten bei den Pkw vorschreiben (Harthan et al. 2023).

Bei den Pkw und leichten Nutzfahrzeugen (LNF) ergeben sich zwischen MMS und MWMS keine nennenswerten Unterschiede, da es im MWMS keine zusätzlichen Instrumente mit Bezug zu LNF gibt.

Am deutlichsten sind die zusätzlichen Investitionswirkungen bei den Lkw zu erkennen, daher werden in Abbildung 33 die Differenzinvestitionen für Lkw gesondert und differenziert nach Antriebstechnologie hervorgehoben.

Abbildung 33: Differenzinvestitionen in MWMS versus MMS nach Technologie - Lkw



Quelle: Eigene Darstellung und Modellrechnung (Öko-Institut).

Anmerkungen: Werte sind über 5 Jahre gemittelt (z. B. enthält 2025 den Durchschnittswert 2023-2027); nur marginale Unterschiede zwischen MMS und MWMS bei den LNF (< 70 Mio. Euro) und Pkw (< 60 Mio. Euro).

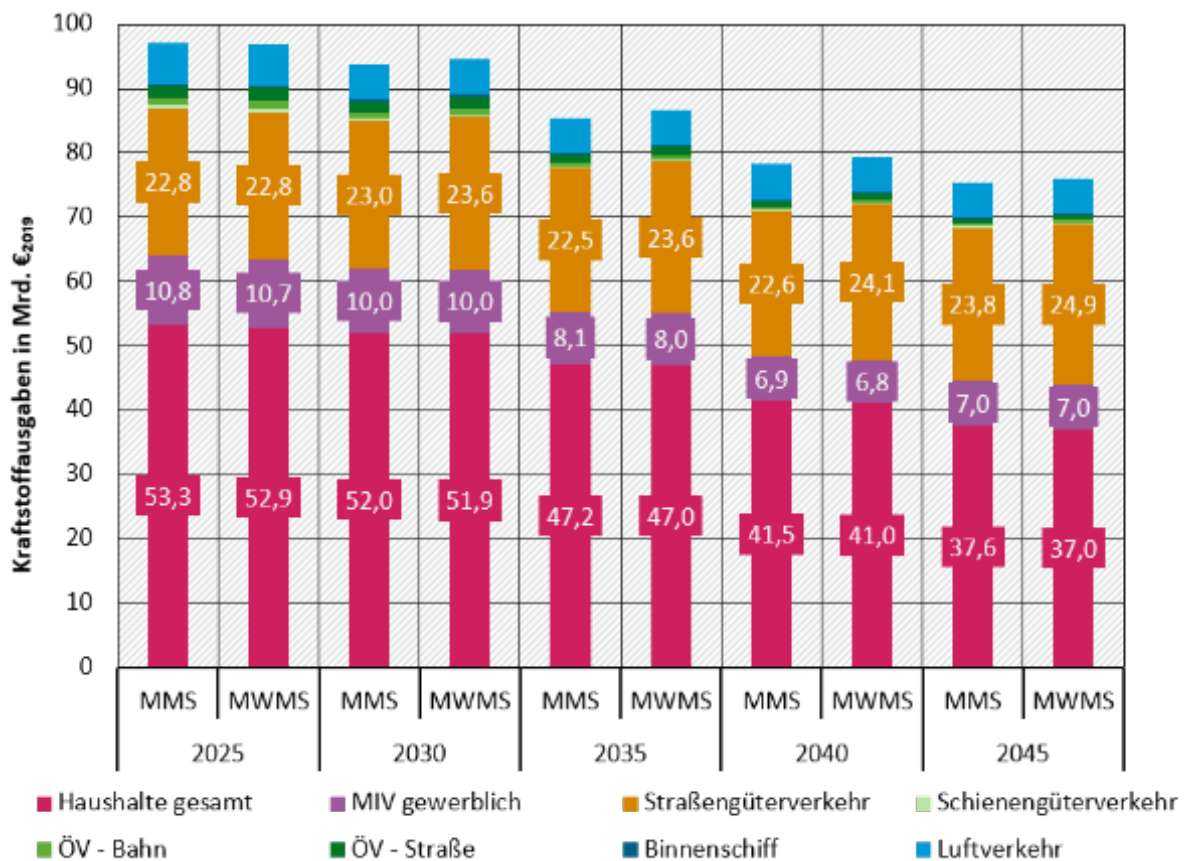
Die stärkere CO₂-Spreizung der Lkw-Maut im MWMS führt dazu, dass zunehmend in Lkw mit alternativen Antrieben investiert wird und die Investitionen in ICEV-Lkw stetig zurückgehen. Im Jahr 2045 sind die Investitionen in Neuanschaffungen von ICEV-Lkw im MWMS um rund 3,5 Mrd. Euro geringer im Vergleich zum MMS.

Der Aufbau einer Ladeinfrastruktur sowie der über die Zeit stattfindende Aufbau des Angebots an emissionsfreien Lkw sorgt dafür, dass die Investitionen in BEV-Lkw kontinuierlich steigen und in den 2040er Jahren deutlich über ein Plus von 4 Mrd. Euro hinauskommen im Vergleich zum MMS.

Der Anreiz durch die neu eingeführte CO₂-Komponente in der Lkw-Maut im Zusammenspiel mit dem notwendigen Zeitraum zum Aufbau einer Ladeinfrastruktur führen dazu, dass FCEV-Lkw in den Jahren bis 2045 eine gewisse Bedeutung als Brückentechnologie haben. Die ist ausgeprägter im MWMS als im MMS, da der Anreiz durch die stärkere CO₂-Spreizung im MWMS noch größer

ausfällt. In den späteren Jahren werden sie dann in beiden Szenarien durch Investitionen in BEV-Lkw ersetzt. Dabei verlieren sie im MWMS ab 2045 schon früher an Bedeutung als im MMS.

Abbildung 34: 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 Energiesteuern und CO₂-Kosten, ohne MwSt.

Die Kraftstoffausgaben sinken insgesamt über den Zeitverlauf, wie Abbildung 34 zu entnehmen ist. Vor allem liegt das an einem Sinken der Brennstoff- und Energiepreise. Bis in die 30iger Jahre hinein liegt das außerdem an einem Rückgang der Verkehrsleistung im privaten und gewerblichen MIV, verursacht durch einen Bevölkerungsrückgang und Verlagerungen auf den ÖV.

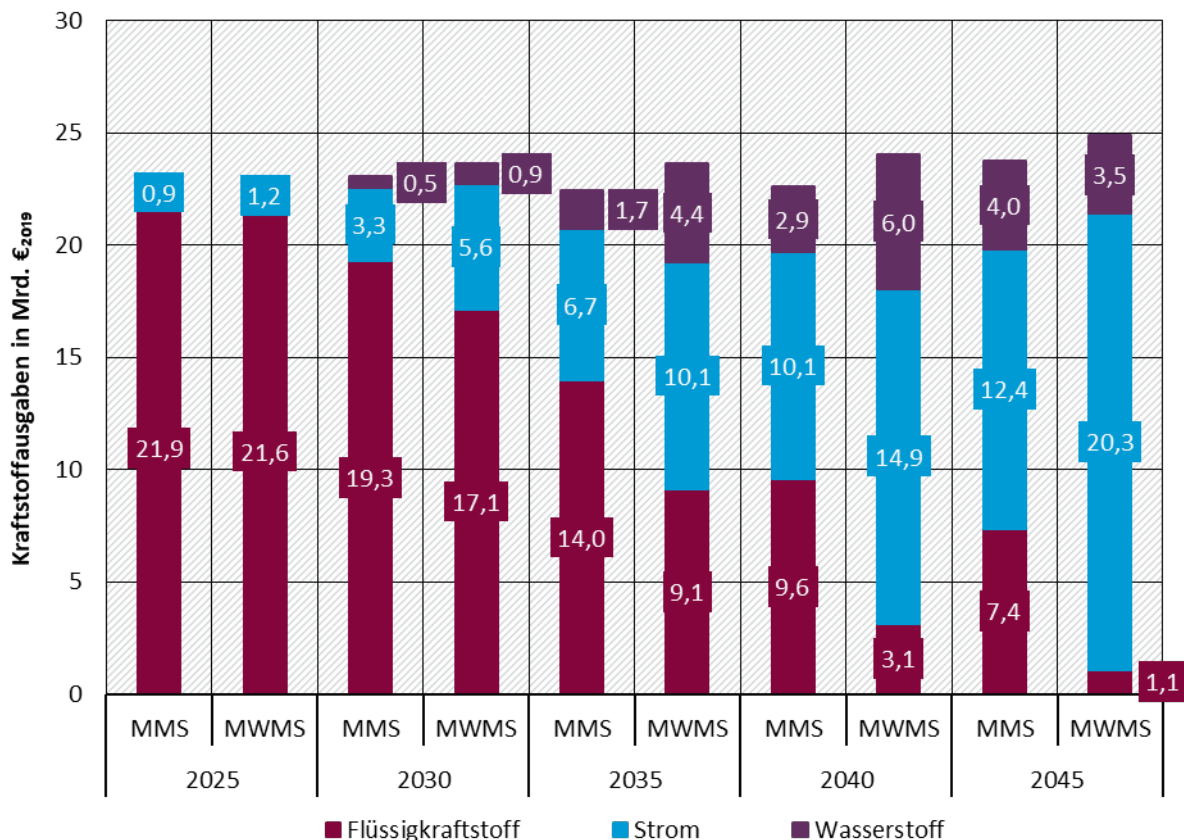
Absolut haben private Haushalte die höchsten Kosten für Kraftstoffe zu tragen. Allerdings sinken die Kosten stark von über 50 Mrd. Euro im Jahr 2025 auf unter 40 Mrd. Euro im Jahr 2045. Im MWMS sind die Kosten durch die Einführung des Deutschland-Tickets etwas niedriger

Auch im Schienengüterverkehr und im Öffentlichen Verkehr (ÖV) sinken die Kosten über den Zeitverlauf, wobei sie nur einen kleinen Teil der Gesamtkraftstoffkosten im Verkehr ausmachen.

Die THG-Quote ist bis 2030 das wirkmächtigste Instrument (Harthan et al. 2023). Die dadurch entstehende Erhöhung der spezifischen Kraftstoffkosten wird in Privathaushalten und im gewerblichen MIV durch eine zunehmende Elektrifizierung kompensiert. Nach 2030 dominieren das BEHG und die EU-CO₂-Standards. Ergänzt durch sinkende Technologiekosten schreitet die Elektrifizierung weiter voran. Im Zusammenhang mit sinkenden Strompreisen sinken damit die Kraftstoffkosten weiterhin.

Die Kraftstoffkosten im Straßengüterverkehr steigen dagegen im Zeitverlauf trotz einer steigenden Verkehrsleistung nur leicht an, wie in Abbildung 35 näher aufgeschlüsselt. Die THG-Quote und der Brennstoffemissionshandel erhöhen zwar die Kosten für Kraftstoffe. Durch die Elektrifizierung sinken jedoch die Kosten pro gefahrenem Kilometer, wodurch die Kraftstoffausgaben insgesamt auf einem ähnlichen Niveau wie im Jahr 2025 verbleiben.

Abbildung 35: 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.

Zusätzlich steigen die Mautkosten, die nicht in den Kraftstoffkosten enthalten sind, im MWMS überproportional für ICEV-Lkw an. Dies führt im MWMS zu einer höheren Nachfrage der Nutzung alternativer Antriebe als im MMS, indem die emissionsfreien Antriebe im Wesentlichen durch die CO₂-Flottenzielwerte für schwere Nutzfahrzeuge in den Fahrzeugbestand kommen. Entsprechend spielen die Ausgaben für Kraftstoffe auf Mineralölbasis bis 2045 im Straßengüterverkehr nur noch eine untergeordnete Rolle. Durch die ambitioniertere Konstruktion der Lkw-Maut im MWMS geht diese Entwicklung schneller als im MMS.

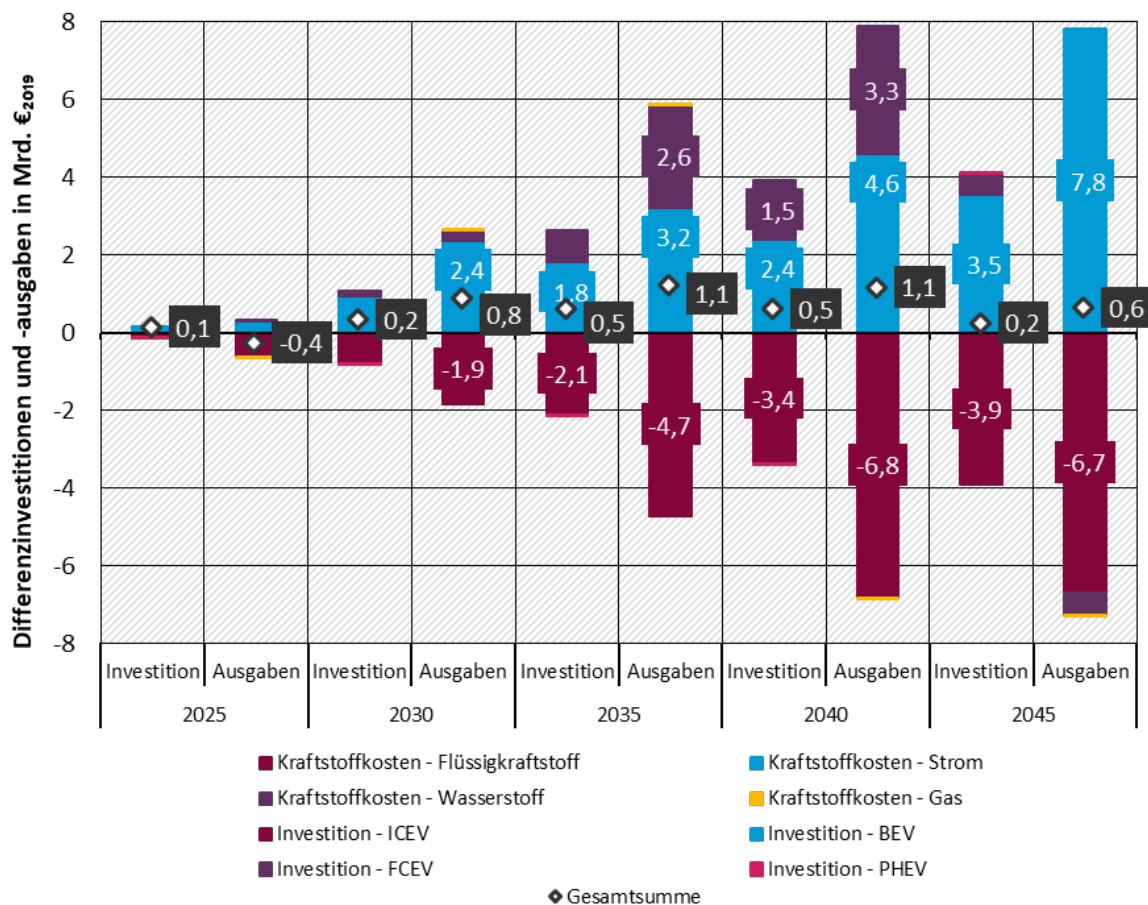
Die Ausgaben für Strom steigen im Straßengüterverkehr stetig an und bestimmen ab 2040 die Energieausgaben. Der durch die veränderte Ausgestaltung der Lkw-Maut verursachte zeitigere Hochlauf der BEV-Lkw macht sich deutlich in den Kosten bemerkbar. Während die Stromkosten im MMS bis 2045 auf knapp über 12 Mrd. Euro steigen, erhöhen sich die Kosten im MWMS auf über 20 Mrd. Euro.

Durch die Nutzung von FCEV-Lkw wird Wasserstoff nachgefragt. Aufgrund der veränderten Lkw-Maut mit CO₂-Komponente steigt auch der Anteil an FCEV im MWMS gegenüber dem MMS,

was höhere Wasserstoffkosten mit sich bringt. Die schnellere Elektrifizierung des MWMS sorgt aber auch dafür, dass sich der FCEV-Anteil im Bestand nach 2040 im Vergleich zum MMS reduziert, so dass im Jahr 2045 die Wasserstoffkosten wieder zurückgehen und leicht unter dem Niveau aus dem MMS liegen.

Das allgemein höhere Kostenniveau des MWMS liegt vor allem an den im Vergleich eher hohen Kosten für Wasserstoff. Es ist aber auch so, dass der Anteil an erneuerbaren Kraftstoffen im MWMS höher ist, wodurch auch die spezifischen Kosten des Diesels relevant teurer sind als im MMS.

Abbildung 36: Annuierte Differenzinvestitionen und Einsparungen/Mehrausgaben im Vergleich MWMS versus MMS – Verkehr



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

Anmerkungen: Investitionen über die jeweilige Lebensdauer annuiert mit Prozentsatz von 2 %; Ausgaben mit Energiesteuern und CO₂-Kosten, ohne MwSt. Flüssigkraftstoffe enthalten Kraftstoffe auf Mineralölbasis, Autogas, Biokraftstoffe und E-Fuels.

Um die Investitionskosten und die Ausgaben bzw. Einsparungen zu vergleichen, werden in Abbildung 36 die annuierten Differenzinvestitionen sowie die Veränderungen in den Ausgaben für Kraftstoffe für einige Stützjahre im MWMS gegenüber dem MMS dargestellt. Sowohl die annuierten Differenzinvestitionen als auch die Differenzausgaben steigen über den Zeitverlauf stetig an, bevor sie zum Ende hin wieder etwas sinken.

Die Differenzen in den annuierten Investitionen werden durch einen schnelleren Austausch der Lkw-Flotte von fossilen Antriebstechnologien hin zu batterieelektrischen und Brennstoffzellen-Lkw verursacht. Dadurch sind die annuierten Differenzinvestitionen vor

allem in den Jahren 2030 und 2035 stark positiv. Die Investitionsvolumen gleichen sich danach in beiden Szenarien tendenziell wieder an, da die Technologiekosten für die emissionsfreien Lkw sinken.

Wie in Abbildung 34 und Abbildung 35 bereits gezeigt wurde, resultieren auch auf der Einspar- bzw. Mehrausgabenseite die Veränderungen fast ausschließlich aus dem Straßengüterverkehr. Während die Ausgaben für Mineralölprodukte kontinuierlich zurückgehen, nehmen die Ausgaben für Strom und alternative Kraftstoffe zu. Netto ergeben sich damit im Zeitverlauf zusätzliche Ausgaben im MWMS, die zunächst gering sind und über die Zeit auf rund 2 Mrd. Euro ansteigen. Zusammen mit den zusätzlichen (annuisierten) Investitionen in neue Antriebstechnologien bewegen sich die jährlichen zusätzlichen Aufwendungen des MWMS ab dem Jahr 2035 in einer Größenordnung von rund 2-2,5 Mrd. Euro. Davor liegt das zusätzliche Kostenniveau deutlich niedriger.

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. Das bedeutet, dass eine schnelle Elektrifizierung der Fahrzeugflotte kurz- bis mittelfristig, sowohl in Bezug auf die Anschaffung als auch in Bezug auf den Betrieb, teurer ist, sich aber langfristig auszahlen wird, wenn die Strompreise im Vergleich zu Flüssigkraftstoffpreisen noch weiter sinken.

3 Gesamtwirtschaftliche Analyse

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

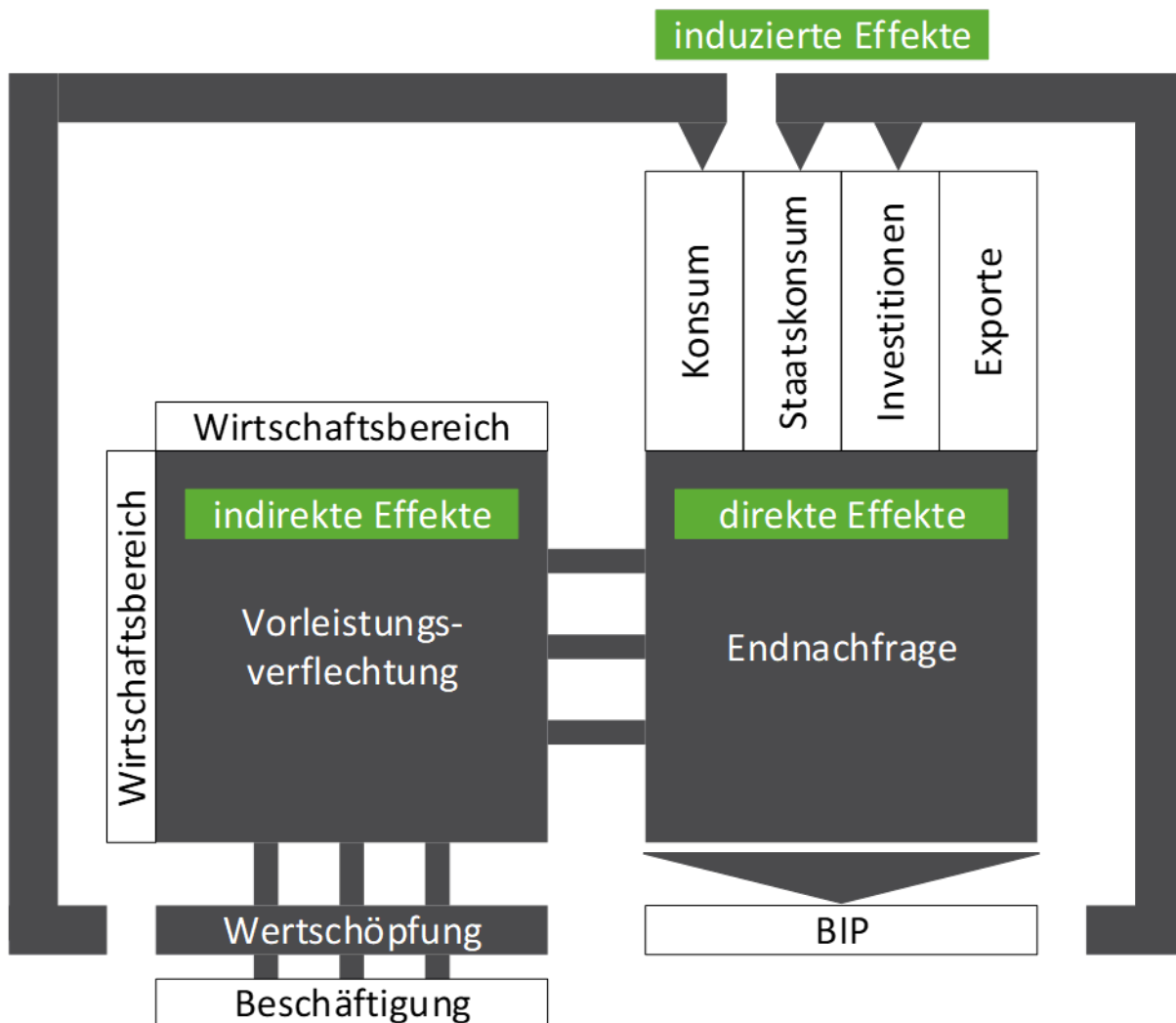
Die mittel- bis langfristige ökonomische Folgenabschätzung von Politikinstrumenten ist komplex und mit viel Unsicherheit verbunden. Um die komplexen Zusammenhänge innerhalb einer Volkswirtschaft, ebenso wie die Wechselwirkung mit dem Energiesystem, in vereinfachter Form abzubilden, werden ökonomische 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 Dynamics⁷ implementiertes Simulationsmodell und kann vereinfacht als teilweise geschlossenes Input-Output-Modell beschrieben werden. Abbildung 37 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, Statistisches Bundesamt (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.

⁷ 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 37: 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 2023 (Harthan et al. 2023) 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. 2022), 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.⁸

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, erneuerbare Heizungstechnologien, elektrifizierte Fahrzeuge, Energiespeicher führen zu mehr Nachfrage u. a. in den Wirtschaftsbereichen Elektrische Ausrüstungen (enthält auch Teile der elektrifizierten Fahrzeuge), Baugewerbe, Maschinenbau, Glas/Keramik/Kunststoffe, Chemische Erzeugnisse, Handel und Metallerzeugnisse.
- ▶ Weniger Investitionen in fossile Heizungstechnologien und Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor. Auf Ebene der Wirtschaftsbereiche insbesondere weniger Nachfrage in der Kraftfahrzeugherstellung, in anderen Bereichen dominieren die positiven Effekte.
- ▶ Höhere Investitionen führen zu höheren Abschreibungen in den Folgejahren. Ohne Preisanpassungen reduzieren sie Löhne/Gewinne und dadurch entsteht ein dämpfender Effekt auf die Gesamtwirtschaft.
- ▶ Unsicherheit besteht bei den Importanteilen der Investitionen (basieren je Wirtschaftsbereich auf der Input-Output-Tabelle 2019 und werden fix gehalten).
- ▶ Eine mögliche Verdrängung von anderen Investitionen wird als Sensitivität analysiert.

Konsum

- ▶ Die Impulse aus den Szenarien führen zu einer Veränderung der Konsumstruktur.
- ▶ Weniger Nachfrage nach fossilen Energieträgern, mehr Nachfrage nach Strom.
- ▶ Mieten⁹ steigen durch Umlage der energetischen Mehrinvestitionen abzgl. Förderung.
- ▶ Unsicherheiten bestehen bezüglich der Höhe der Mietumlage (5 %) und der Energiepreise.

⁸ 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).

⁹ Mieten umfassen in der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung tatsächliche Mieten (Kaltmiete) ebenso wie unterstellte Mieten bei selbstgenutzten Gebäuden.

Handel mit Energieträgern

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

Staatshaushalt

- ▶ Geringere Staatseinnahmen aus Energiesteuern und CO₂-Bepreisung.
- ▶ Staatseinnahmen aus Kfz-Steuer und Lkw-Maut zunächst noch höher, nach 2030 niedriger.
- ▶ Impuls auf den Staatshaushalt wird durch die Abweichungen bei den Staatseinnahmen dominiert, Subventionen spielen eine kleinere Rolle.
- ▶ Impuls vor 2030 positiv, nach 2030 negativ.
- ▶ 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 geringer, für Strom höher.
- ▶ Verkehr: Ausgaben für fossile Energie geringer, für Strom höher.
- ▶ Unsicherheiten betreffen die Energiepreise.

3.2.1 Investitionen

In Abbildung 38 sind die Impulse durch Investitionen auf Ebene der Technologien dargestellt. Gezeigt ist die absolute Abweichung des MWMS vom MMS in Mrd. Euro (Preisbasis 2019, siehe Kapitel 1) in 5-Jahres-Schritten. Folgende Beobachtungen sind zentral:

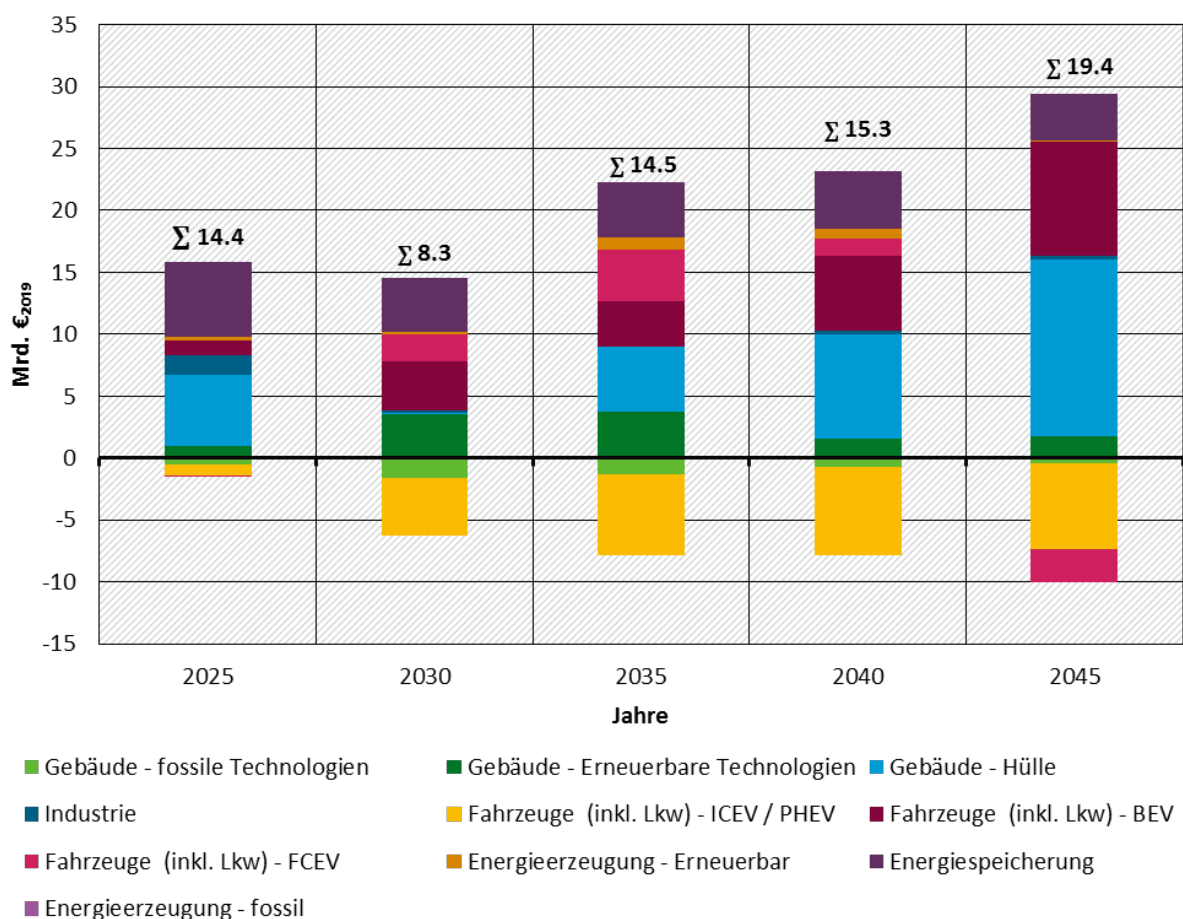
- ▶ höhere Investitionen in elektrifizierte Fahrzeuge, geringere in Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor
- ▶ höhere Investitionen in Gebäudehülle und Heizung mit Strom/Erneuerbaren, geringere Investitionen in Heizung mit Fossilen
- ▶ höhere Investitionen in erneuerbare Energieerzeugung und Energiespeicher

In Summe ergibt sich ein positiver Investitionsimpuls (Abweichung des MWMS vom MMS), da die höheren Investitionen in manchen Bereichen die geringeren Investitionen in anderen Bereichen überkompensieren. Im MWMS wird pro Jahr zwischen 8 und 19 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 2,6 %. Vereinzelt Sprünge bei Investitionen in spezifische Technologien sind teilweise auf modellgegebene Schwankungen zwischen einzelnen

Jahren und entsprechend die Auswahl der dargestellten Jahre zurückzuführen. Die geringe Abweichung der Investitionen in die Gebäudehülle zwischen MWMS und MMS im Jahr 2030 ist vor dem Hintergrund eines steigenden Trends in der Abweichung als Jahres-Einzelfall einzuordnen.

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



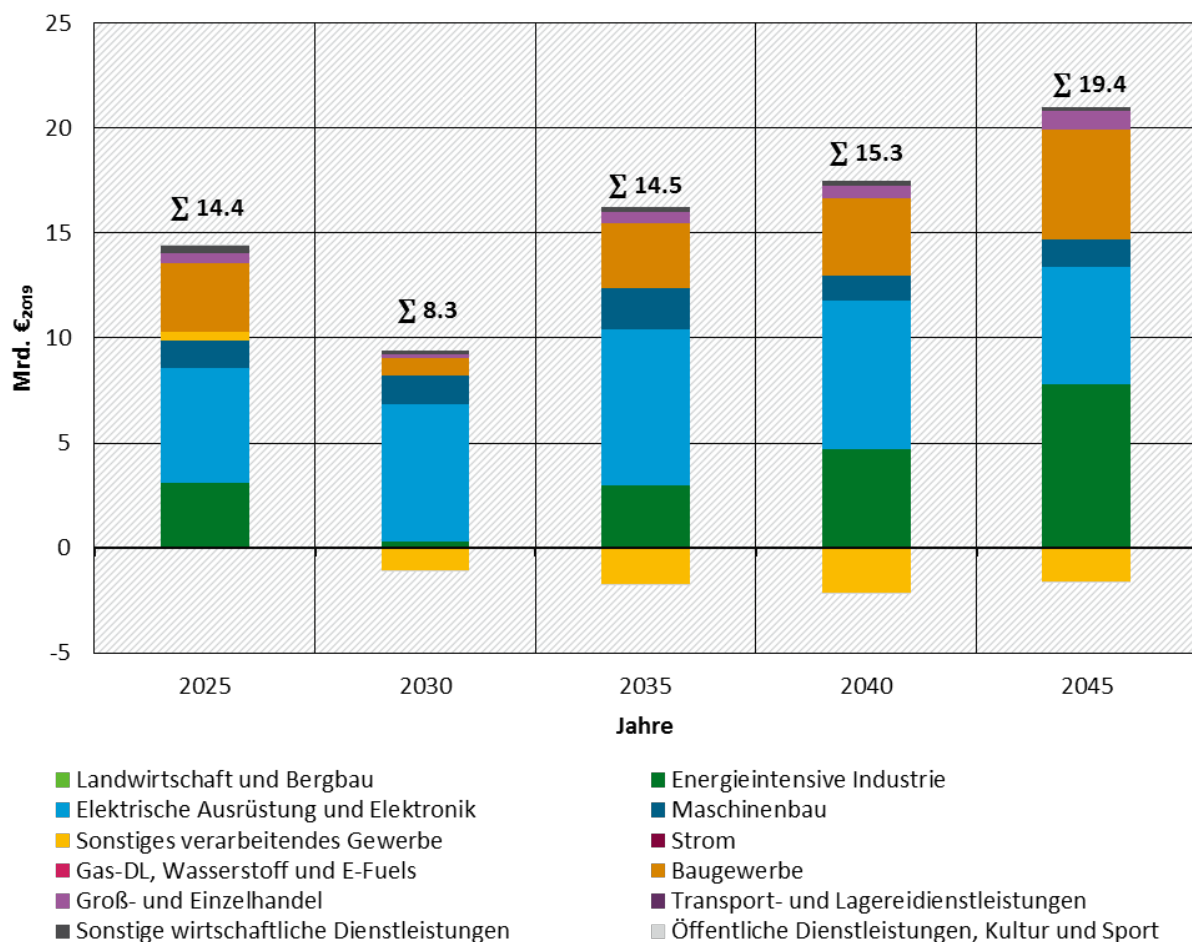
Quelle: Eigene Darstellung (Fraunhofer ISI); Modellrechnungen: Öko-Institut, Fraunhofer ISI, IREES.

In Abbildung 39 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 15 im Anhang). 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, der Maschinenbau, elektrische Ausrüstungen (enthält u. a. Batterien und weitere Komponenten der Elektrofahrzeuge) und der Handel. Einen negativen Nachfrageimpuls enthält das sonstige

Verarbeitende Gewerbe (insbesondere die Kraftfahrzeugherstellung, die alle Komponenten der Fahrzeuge enthält, die unabhängig von der Elektrifizierung sind).

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 und im Handel wirkt der Nachfrageimpuls (fast) ausschließlich inländisch. Im Maschinenbau, im Bereich der elektrischen Ausrüstungen, 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 39: Impulse durch Investitionen auf Ebene der Wirtschaftsbereiche – Absolute Abweichung MWMS von MMS



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 40 sind die Impulse durch Konsum 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
- ▶ im Bereich der Fahrzeugkraftstoffe: weniger Konsum von fossilen Energieträgern, dafür mehr Strom / erneuerbare Energien
- ▶ höhere Ausgaben für Mieten

Insgesamt wird der Konsumimpuls (Abweichung des MWMS vom MMS) stark vom Gebäudebereich dominiert. Die größte Unsicherheit besteht bei den Mieten. Nach Abzug von Förderung wurden die energetischen Mehrkosten der Gebäudesanierung in der Modellierung mit 5 % auf die Mieten umgelegt. Es fehlen jedoch empirische Daten dazu, ob dieser Wert tatsächlich auf dem Wohnungsmarkt durchgesetzt werden kann. Es muss zudem beachtet werden, dass Mieten, sprich Dienstleistungen des Grundstücks- und Wohnungswesens, in der Logik der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung (VGR) auch unterstellte Mieten bei Wohnungseigentümern*Wohnungseigentümerinnen umfassen. Dies ist eine andere Perspektive als die Haushaltsperspektive. Veränderungen in den Belastungen von Haushalten werden in der Verteilungsanalyse genauer betrachtet.

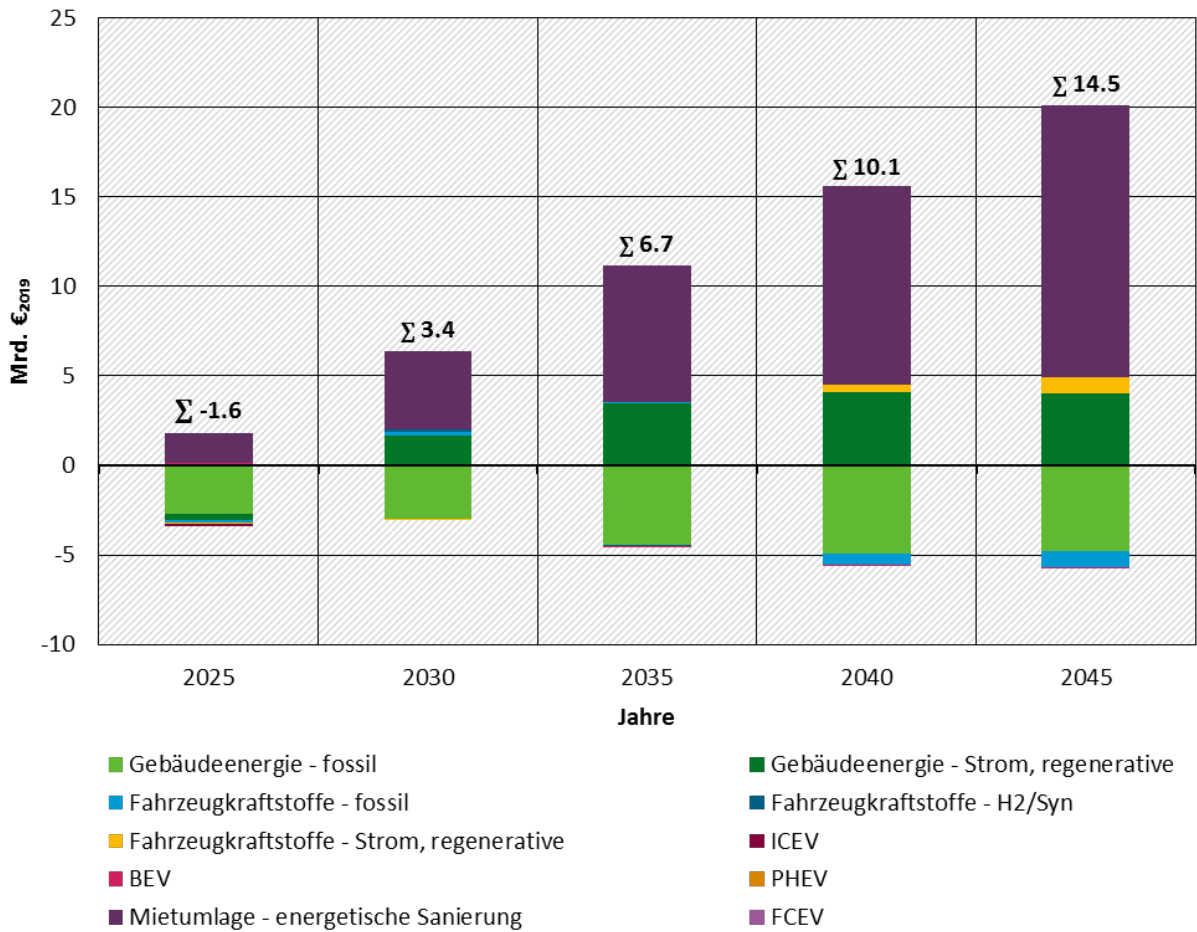
Insgesamt liegen die energiebezogenen Konsumausgaben im MWMS zunächst noch etwas geringer als im MMS (-1,6 Mrd. Euro in 2025), nach 2025 liegen sie jedoch höher und die Differenz steigt auf bis zu 14,5 Mrd. Euro in 2045 an. Dies liegt insbesondere daran, dass Mehrinvestitionen in Gebäude auf die Mieten 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.

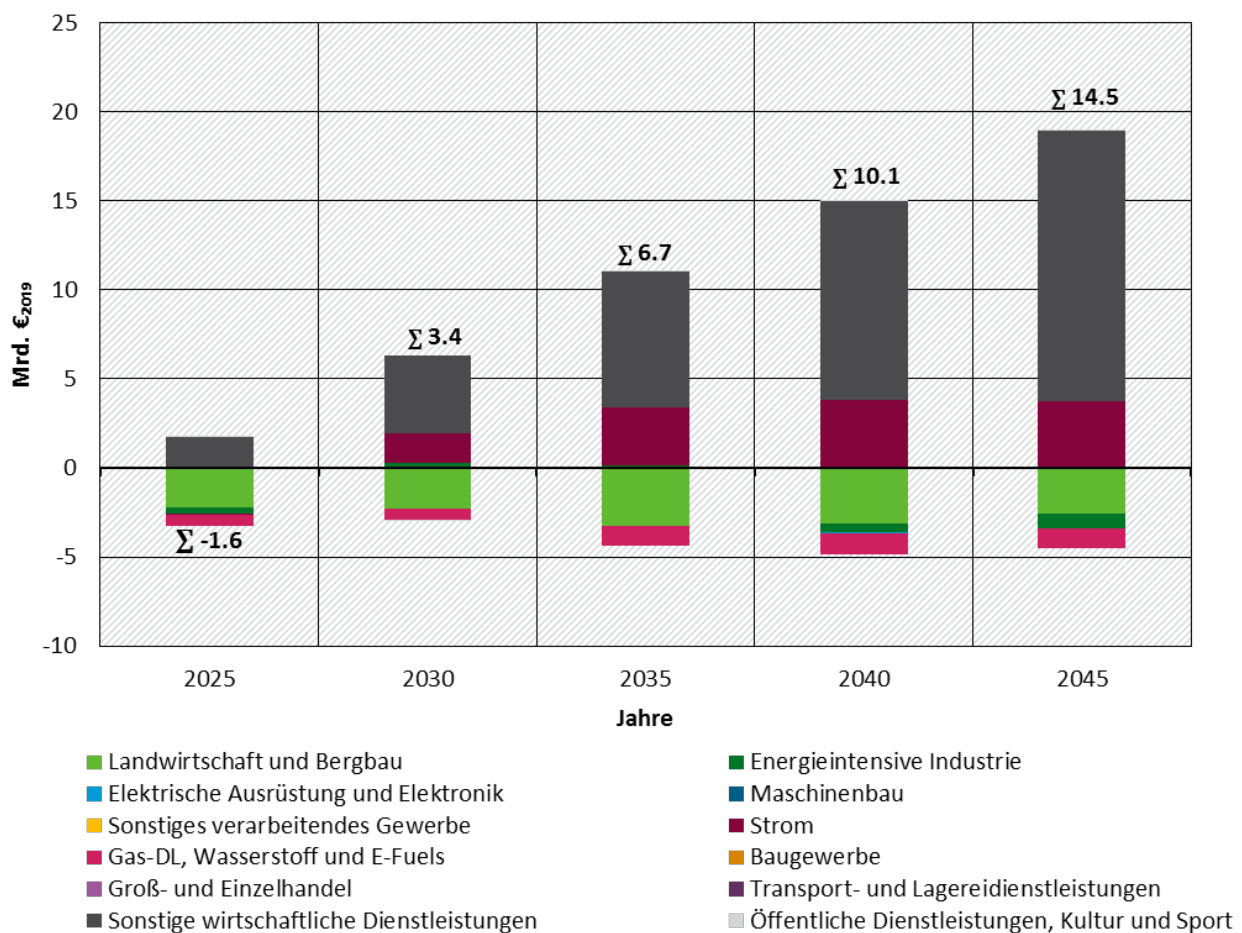
In Abbildung 41 ist dargestellt, in welchen Wirtschaftsbereichen der energiebezogene Konsum Nachfrage erzeugt. Dargestellt ist auch hier die absolute Abweichung des MWMS vom MMS in Mrd. Euro. Die Bereiche Grundstücks- und Wohnungswesen (Mieten, fällt in den Bereich sonstige wirtschaftliche Dienstleistungen) und Strom erfahren einen positiven Nachfrageimpuls. Einen negativen Nachfrageimpuls erfahren die Bereiche Landwirtschaft und Bergbau (in erster Linie geringere Nachfrage nach Öl und Gas), Gas-Dienstleistungen/Wasserstoff/E-Fuels und energieintensive Industrie (geringere Nachfrage nach Mineralölprodukten).

Der Konsum-Impuls wirkt sowohl auf die inländische Produktion als auch auf Importe. Während die Nachfrageänderungen in den Bereichen Grundstücks- und Wohnungswesen, Strom, Gas-Dienstleistungen und energieintensive Industrie größtenteils im Inland wirken, betrifft der Rückgang im Bereich Landwirtschaft und Bergbau vor allem Importe.

Abbildung 40: Impulse durch Konsum auf Ebene von Gütern und Dienstleistungen – Absolute Abweichung MWMS von MMS



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

Abbildung 41: Impulse durch Konsum auf Ebene der Wirtschaftsbereiche – Absolute Abweichung MWMS von MMS

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

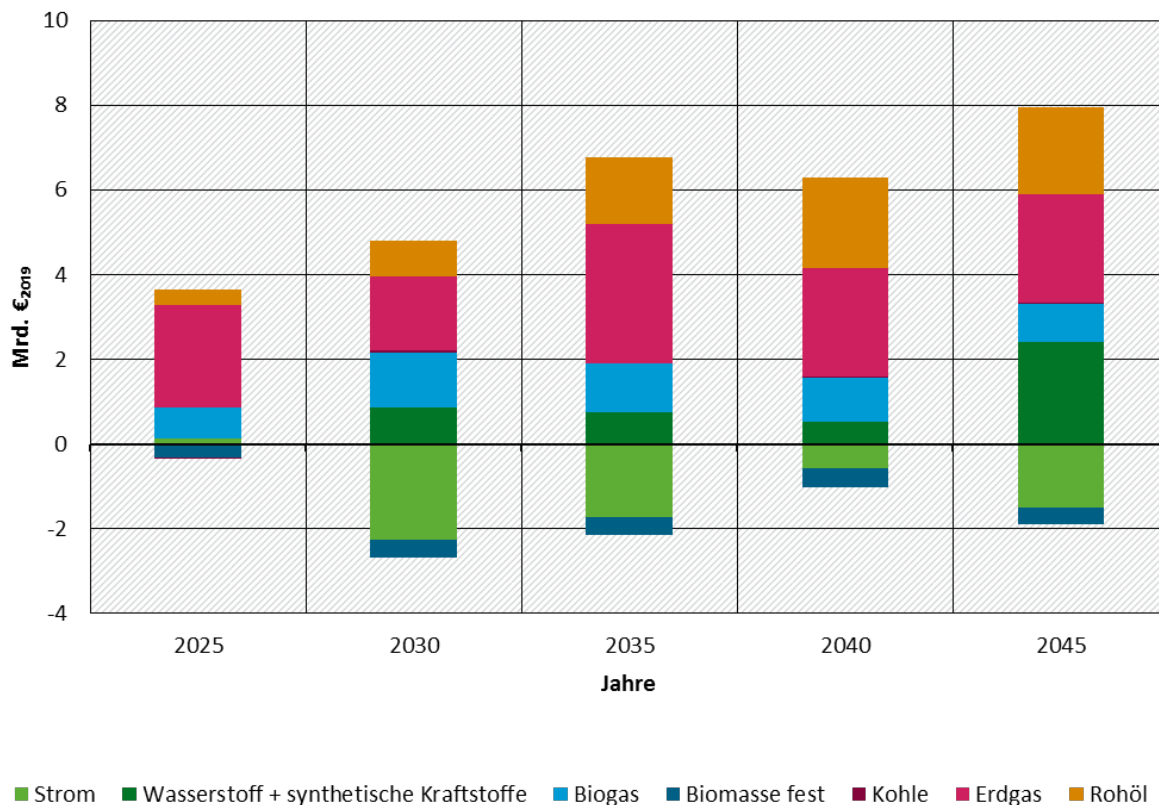
3.2.3 Handelsbilanz

In Abbildung 42 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 importiert, weniger Biogas und mehr feste Biomasse importiert, sowie weniger Wasserstoff und synthetische Kraftstoffe importiert. Der Erdölbedarf sinkt im MWMS im Zeitverlauf schneller als im MMS, wodurch die zunehmende Abweichung der Importe zu erklären ist. Die Abweichung der Erdgasnachfrage zwischen MWMS und MMS bewegt sich zunächst ähnlich. Jedoch schrumpfen im Jahr 2040 die Erdgasimporte, da auch im MMS der Bedarf zurückgeht. Die langfristig deutliche Zunahme im Wasserstoffbedarf im MMS im Vergleich zum MWMS führt dazu, dass im MWMS im Jahr 2045 insgesamt wieder weniger importiert wird. Im Szenarienvergleich wird außerdem im MWMS weniger Strom exportiert. Die Differenzen zwischen MWMS und MMS, also die Weniger-Exporte im MWMS, nehmen im Zeitverlauf durch die sich angleichende hohe Nachfrage nach Strom zunächst ab. Im MWMS erhöhen sich ab 2040 die Flexibilitäten im Stromsystem, wodurch 2045 die inländische Verwendung von Strom zunehmen kann und die Exporte im Vergleich zum MMS wieder niedriger sind. Insgesamt ergibt sich dadurch ein zunehmend positiver Effekt auf die Handelsbilanz von bis zu 6 Mrd. Euro in 2045.

Eine positive Handelsbilanz wirkt sich im Modell positiv auf das Bruttoinlandsprodukt aus.

Abbildung 42: Impulse durch Handelsbilanz – Absolute Abweichung MWMS von MMS



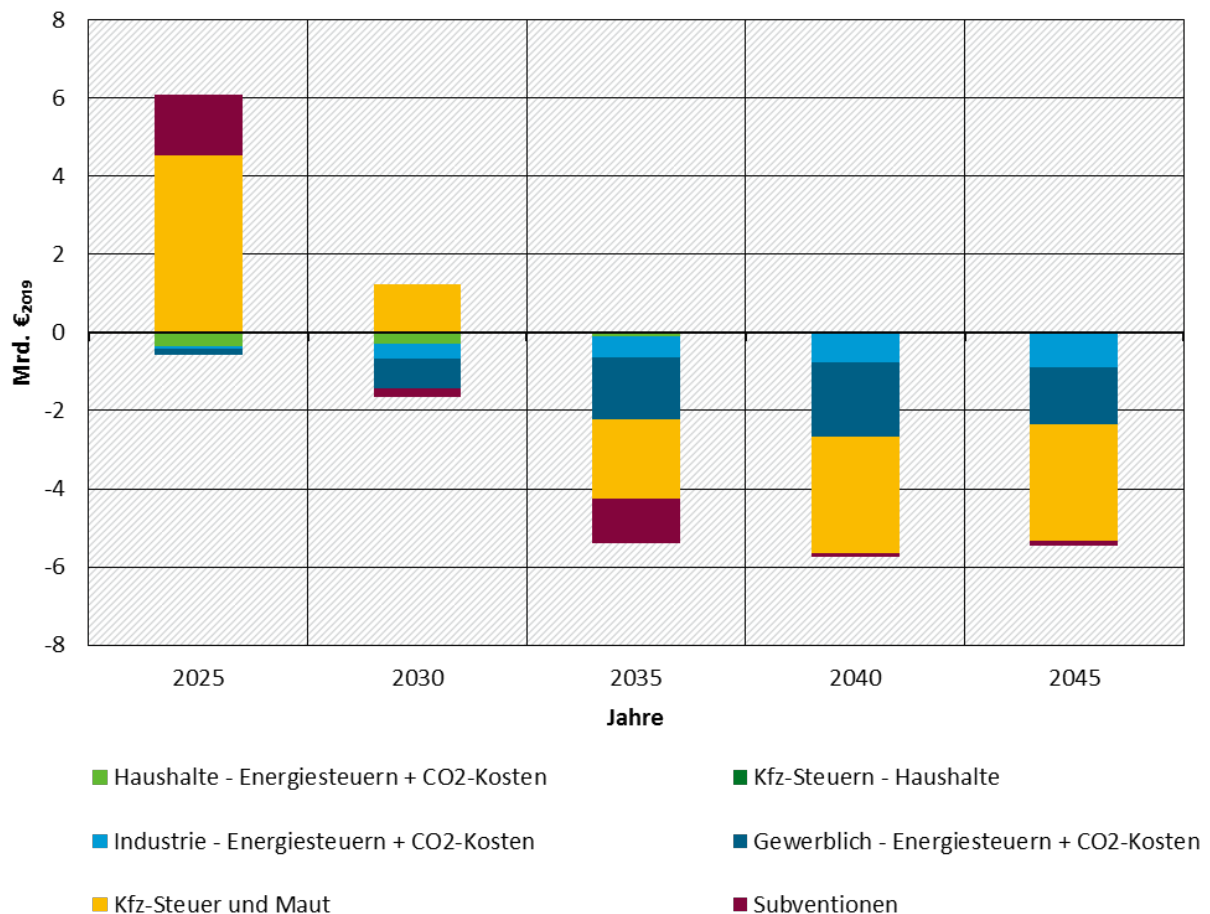
Quelle: Eigene Darstellung (Fraunhofer ISI); Modellrechnungen: Öko-Institut, Fraunhofer ISI, IREES.

Positiv: Mehr Exporte bzw. weniger Importe, Negativ: Weniger Exporte bzw. mehr Importe

3.2.4 Steuern und Subventionen

In Abbildung 43 sind die Impulse 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 Kaufprämie für Elektrofahrzeuge im Verkehr. Steuereinnahmen beinhalten Energiesteuern und CO₂-Bepreisung.

Insbesondere zusätzliche Einnahmen von Kfz-Steuer und Maut und geringere Ausgaben für Subventionen bewirken vor 2030 noch einen positiven Saldo der Impulse auf den Staatshaushalt. Nach 2030 fallen jedoch auch die Einnahmen aus Kfz-Steuer und Maut geringer aus als im MMS und die Subventionen, insbesondere an die Industrie, etwas höher. Dadurch wird der Saldo negativ, er liegt in den Jahren 2035-2045 jeweils bei etwa -5 Mrd. Euro.

Abbildung 43: Impulse 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.

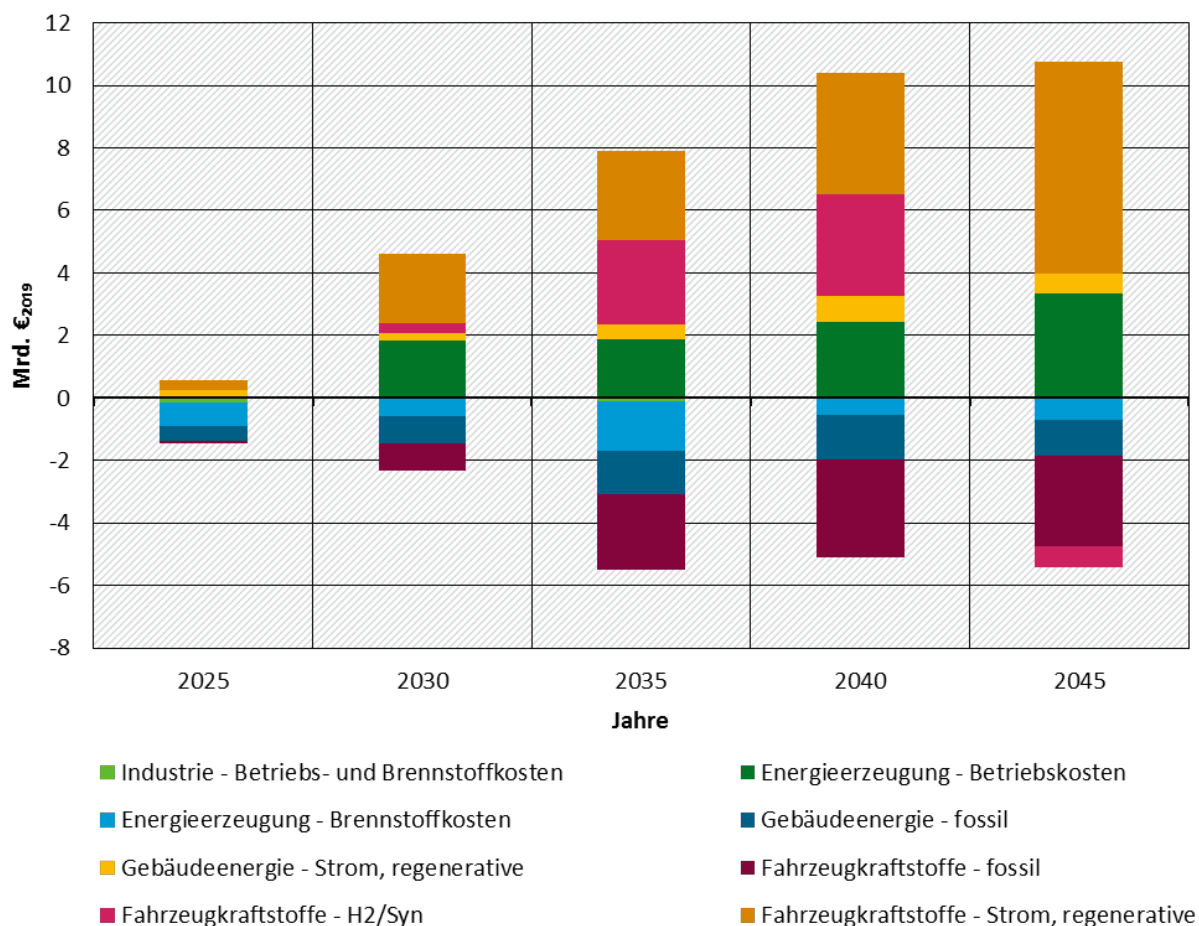
- ▶ "non": "keine Gegenfinanzierung" (z. B. Schuldenfinanzierung ohne negative Auswirkung auf gesamtwirtschaftliches Nachfrageniveau)

3.2.5 Vorleistungen

In Abbildung 44 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 des gewerblichen Verkehrs und der gewerblichen Gebäude sowie die Energie- und Betriebskosten von Energieerzeugung und Industrie.

Aus Perspektive der Vorleistungen beziehenden Wirtschaftsbereiche ergibt sich folgendes Bild. Die Energieerzeugung hat im MWMS höhere Betriebskosten als im MMS, welche die geringeren Brennstoffkosten überkompensieren. Allerdings ist das Produktionsniveau der Energieerzeugung im MWMS auch höher als im MMS. Im gewerblichen Verkehr sind im MWMS die Ausgaben für fossile Energie geringer, für Strom höher als im MMS, sowie für Wasserstoff und synthetische Kraftstoffe mittelfristig (2035, 2040) deutlich höher als im MMS, in 2045 jedoch wieder geringer. Insgesamt fallen die zusätzlichen Ausgaben im Verkehr höher aus als die Einsparungen. Die gewerblichen Gebäude (verteilt auf mehrere Vorleistungen beziehende Wirtschaftsbereiche) beziehen im MWMS weniger fossile Energie und mehr Strom als im MMS, wobei die Einsparungen höher ausfallen. Betriebs- und Brennstoffkosten der Industrie ändern sich im MWMS im Vergleich zum MMS nur marginal. Bleibt das Produktionsniveau eines Vorleistungen beziehenden Wirtschaftsbereichs durch die Szenarien unverändert, können höhere bezogene Vorleistungen (z. B. im Verkehr) 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 44: Impulse durch Vorleistungen – Absolute Abweichung MWMS von MMS

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 0,8 % im Jahr 2045). 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 sowie der positive Effekt auf die Handelsbilanz bei.
- ▶ Bruttowertschöpfung nach Wirtschaftsbereichen: Die Bruttowertschöpfung in wirtschaftlichen Dienstleistungen, Baugewerbe, Strom, Elektrische Ausrüstungen, energieintensiver Industrie ist im MWMS höher als im MMS. Diese Bereiche erfahren zusätzliche Nachfrage. Negative Abweichungen sind im Bereich der Verkehrsdienstleistungen erkennbar, die niedrigere Wertschöpfung ist insbesondere auf höhere Energiekosten / Maut etc. zurückzuführen.
- ▶ Die Struktur der Abweichungen zwischen den Wirtschaftszweigen ist in den meisten der betrachteten Sensitivitäten ähnlich.
- ▶ 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 45 ist für das MWMS und zugehörige Sensitivitäten die absolute Abweichung des Bruttoinlandsprodukts vom MMS in Mrd. Euro dargestellt. Abbildung 46 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 (vgl. Abschnitt 3.2.4). 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.
- ▶ 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, Biogas und Wasserstoff bzw. synthetischen Kraftstoffen haben eine 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, 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. Im MWMS ist der direkte Effekt auf den Staatshaushalt im Vergleich zum MMS vor 2030 noch positiv und danach negativ.

- ▶ 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.
- ▶ 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 jedoch weniger ausgeprägt.
- ▶ Eine Ausnahme bildet die Sensitivität "non", bei der der Impuls auf die Steuereinnahmen 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 positiven bzw. negativen Effekt auf das BIP.

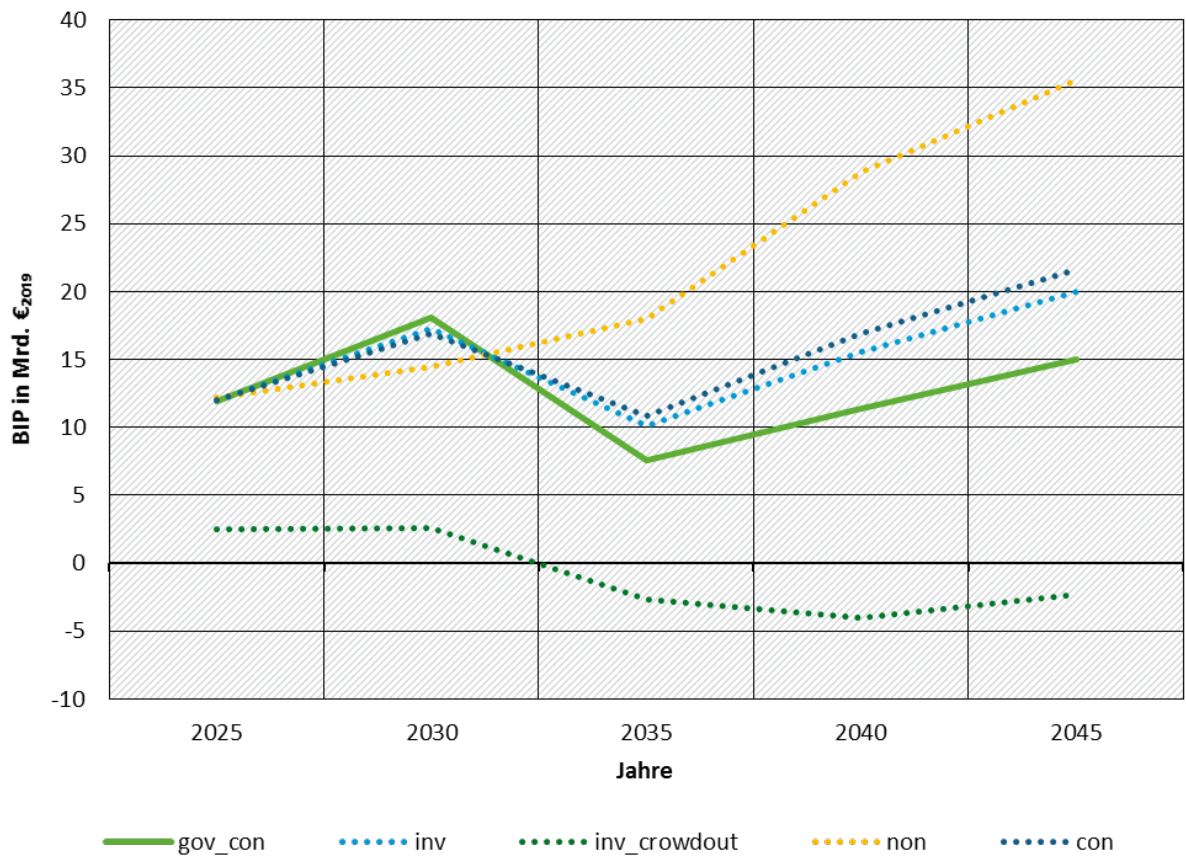
Für das MWMS ergibt sich in der Hauptanalyse "gov_con" ein leicht höheres BIP im Vergleich zum MMS. Die absolute Abweichung liegt im Zeitverlauf zwischen 7 und 18 Mrd. Euro. Das entspricht einer relativen Abweichung zwischen 0,2 und 0,5 % im Vergleich zum MMS.

Zwischen 2025 und 2030 steigt der positive Effekt auf das BIP zunächst an. Hier wirken insbesondere die positiven Effekte durch Investitionen und Handelsbilanz. Mittel- und längerfristig wirken die zusätzlichen Abschreibungen dämpfend. Hinzu kommt, dass ab 2035 der Impuls auf die Steuereinnahmen negativ ist. In 2035 fällt der positive Effekt auf das BIP daher etwas geringer aus als in 2025 und 2030. Auch wenn der negative Impuls auf die Steuereinnahmen in den Folgejahren auf einem ähnlichen Niveau bleibt und die dämpfenden Effekte durch die zusätzlichen Abschreibungen mit der Zeit zunehmen, führen die zunehmend positiven Impulse durch Handelsbilanz und Investitionen dazu, dass der positive Effekt auf das BIP bis 2045 nochmals leicht ansteigt.

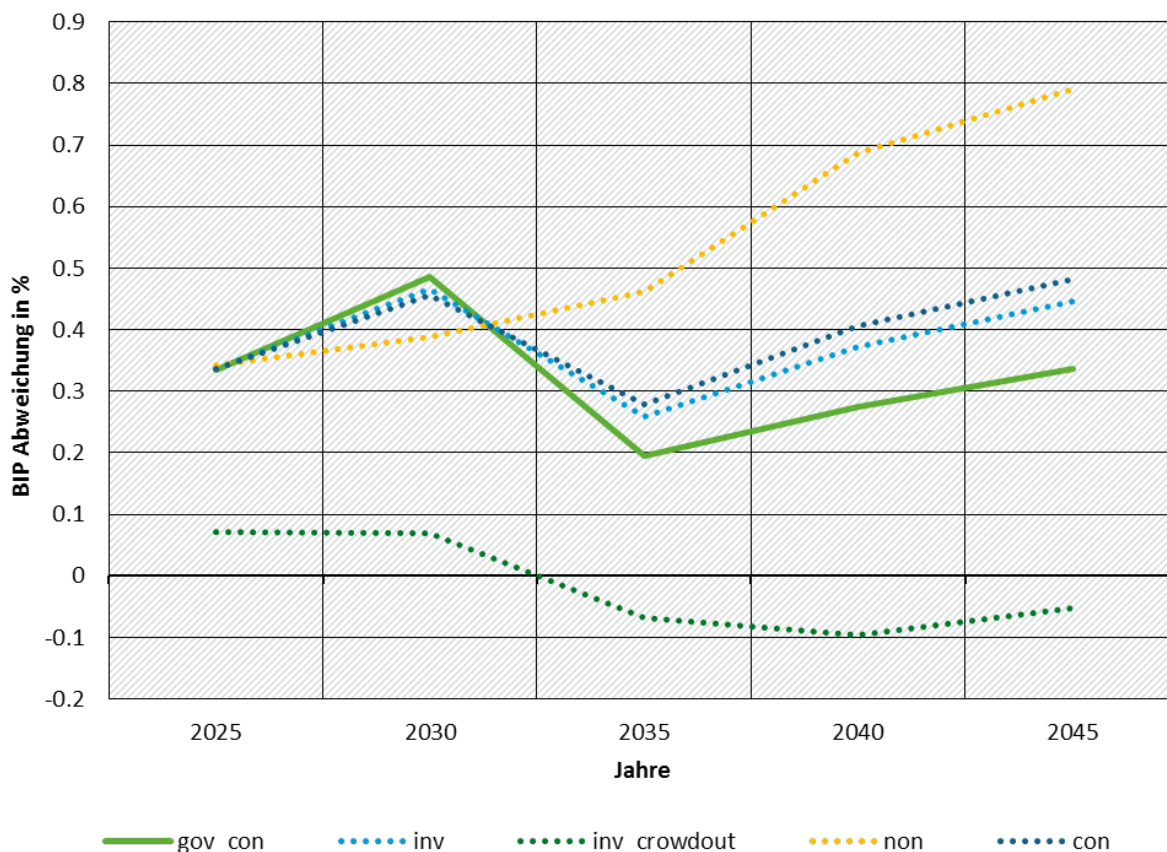
Die Sensitivitäten "con" und "inv" ähneln im Verlauf der Hauptanalyse des MWMS ("gov_con"), wobei der Effekt auf das Bruttoinlandsprodukt etwas positiver ausfällt. In der Sensitivität "inv_crowdout" fallen die positiven Effekte durch zusätzliche Investitionen, aber auch der dämpfende Effekt durch zusätzliche Abschreibungen weg. Es wirkt sich in erster Linie der Impuls durch die Handelsbilanz positiv auf das BIP aus. Der Rückgang von Steuereinnahmen führt in dieser Sensitivität zu einem Rückgang an Investitionen. 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. Die Sensitivität "non" zeigt hingegen den oberen Rand der Effekte. Die dämpfenden Effekte durch die Ausgleichsfinanzierung der geringeren Staatseinnahmen fallen in dieser Sensitivität weg, so dass sie ab 2035 deutlich positiver ausfällt als die anderen Sensitivitäten.

Insgesamt bewegt sich die relative Abweichung des Bruttoinlandsprodukts vom MMS zwischen -0,1 % und +0,8 %. In den drei mittleren Sensitivitäten liegt sie zwischen 0,2 % und 0,5 %. Bei der Sensitivität am oberen Rand liegt das Bruttoinlandsprodukt bis zu 0,8 % über dem MMS. Die Sensitivität am unteren Rand zeigt eine Abweichung vom MMS in Höhe von +/- 0,1 %.

Abbildung 45: Bruttoinlandsprodukt Deutschland – Absolute Abweichung MWMS von MMS



Quelle: Eigene Darstellung und Modellrechnungen (Fraunhofer ISI).

Abbildung 46: Bruttoinlandsprodukt Deutschland – Prozentuale Abweichung MWMS von MMS

Quelle: Eigene Darstellung und Modellrechnungen (Fraunhofer ISI).

3.3.2 Bruttowertschöpfung nach Wirtschaftsbereichen

In Abbildung 47 ist die absolute Abweichung der Bruttowertschöpfung im MWMS vom MMS nach Wirtschaftsbereichen dargestellt. Die 72 Wirtschaftsbereiche des Modells wurden dafür zu 12 Wirtschaftsbereichen zusammengefasst.

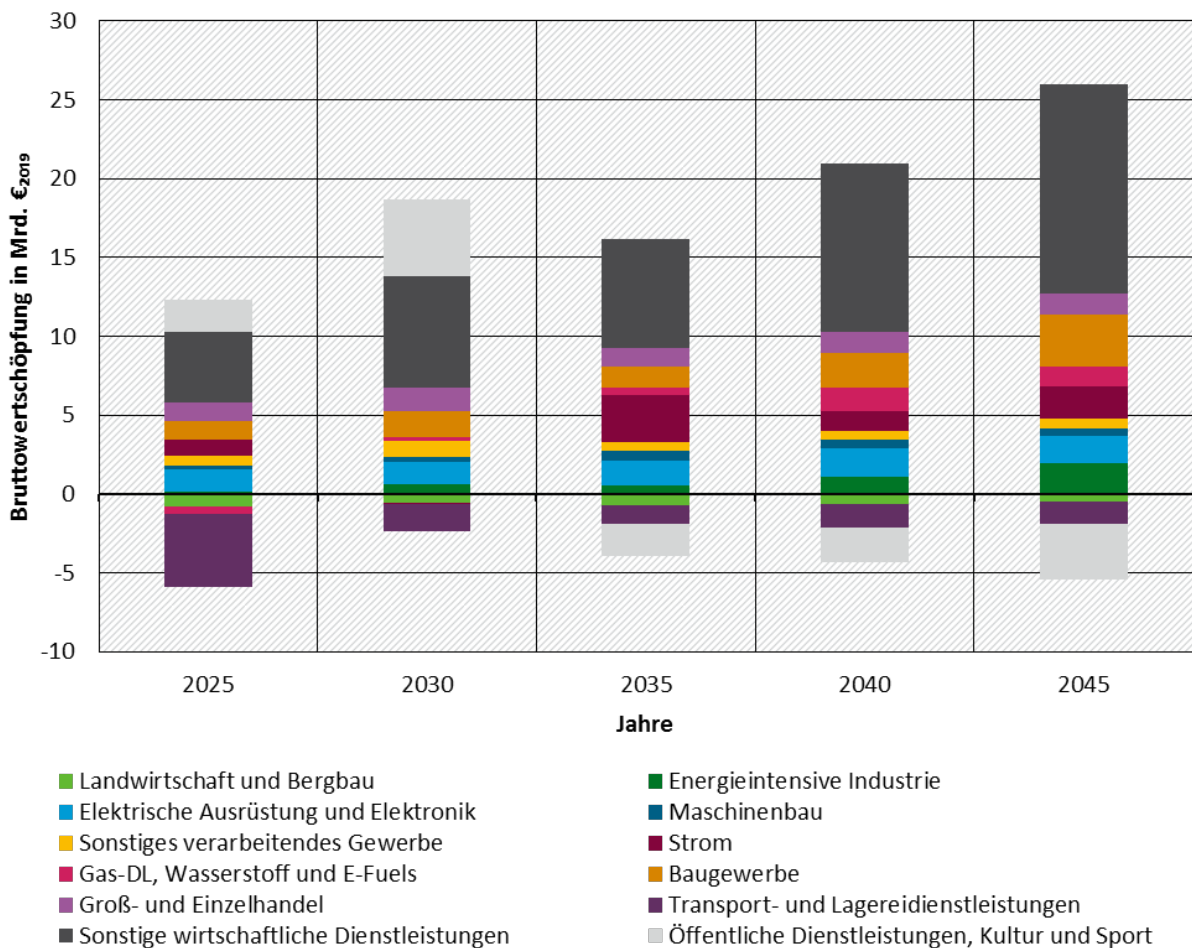
Die Bruttowertschöpfung in den Bereichen wirtschaftliche Dienstleistungen, Baugewerbe, Strom, Elektrische Ausrüstungen und energieintensive Industrie ist im MWMS höher als im MMS. Baugewerbe, Elektrische Ausrüstungen und energieintensive Industrie profitieren von der zusätzlichen Investitionsnachfrage (vgl. Abbildung 39 in Abschnitt 0). Auch Strom wird von Haushalten (vgl. Abbildung 41) und Gewerbe (vgl. Abbildung 44) deutlich stärker nachgefragt als im MMS. Die zusätzliche Bruttowertschöpfung im Bereich wirtschaftliche Dienstleistungen ist vor allem auf das Grundstücks- und Wohnungswesen zurückzuführen, da die (unterstellten) Mieten höher ausfallen als im MMS (vgl. Abbildung 41).

Negative Abweichungen der Bruttowertschöpfung im Vergleich zum MMS sind im Bereich der Verkehrsdienstleistungen erkennbar, die niedrigere Wertschöpfung ist insbesondere auf höhere Ausgaben des gewerblichen Verkehrs für Energie (vgl. Abbildung 44) sowie für die zugehörigen Steuern und Abgaben inkl. Maut (vgl. Abbildung 43) zurückzuführen. Die relative Abweichung vom MMS beträgt rund 3 % im Jahr 2025 und fällt danach geringer aus. Der Wirtschaftsbereich "Öffentliche Dienstleistungen, Kultur und Sport" profitiert zunächst von höheren Staatseinnahmen, die im MWMS zusätzlichen Staatskonsum ermöglichen. Nach 2030 ist die Wertschöpfung in diesem Bereich jedoch geringer als im MMS, da die dann geringeren Staatseinnahmen durch eine Reduktion des Staatskonsums ausgeglichen werden.

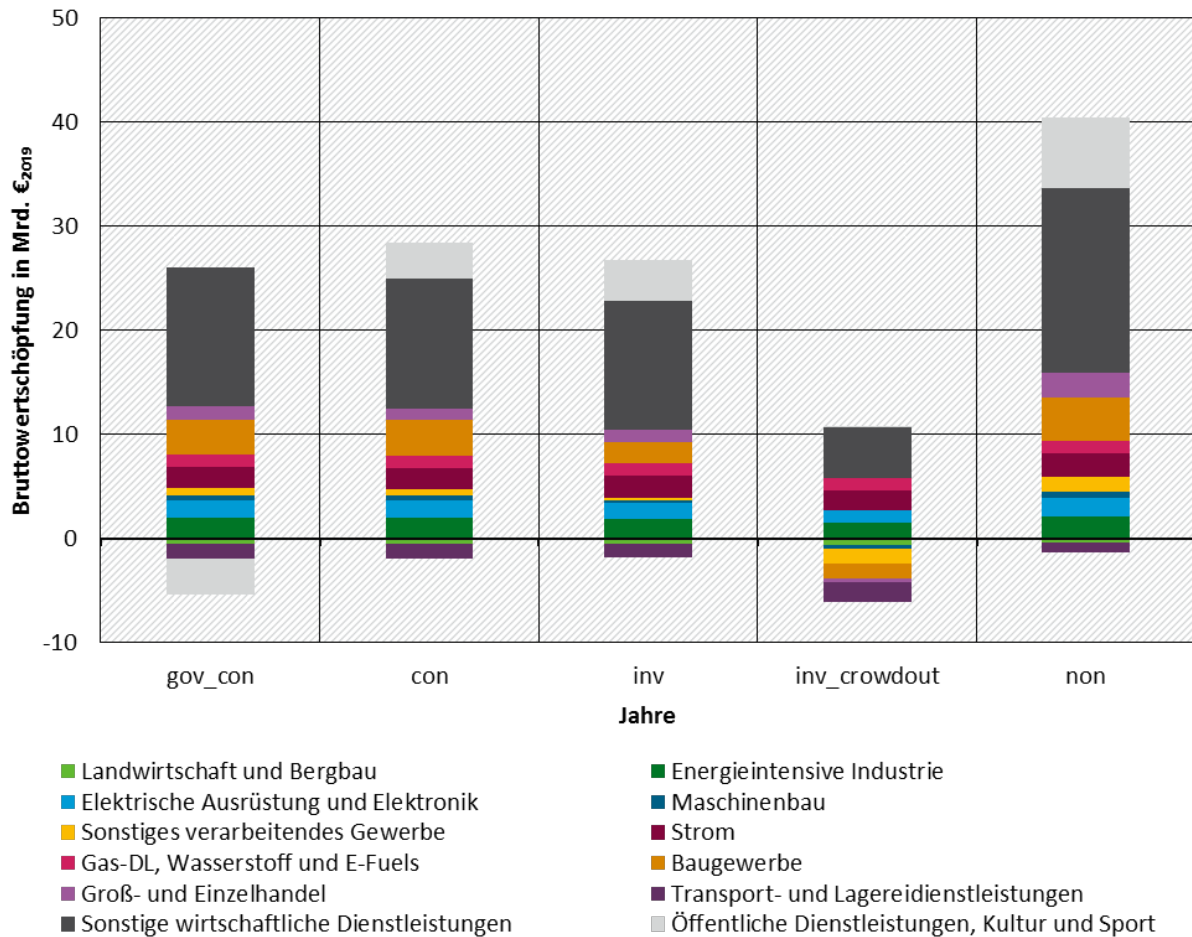
Zusätzlich zum MWMS wurden Sensitivitäten untersucht, die in erster Linie verschiedene Varianten des Umgangs mit den Impulsen durch Steuern und Subventionen auf den Staatshaushalt darstellen (vgl. Abschnitt 3.2.4). Die absolute Abweichung der Bruttowertschöpfung in diesen Sensitivitäten vom MMS ist in Abbildung 48 für das Jahr 2045 nach Wirtschaftsbereichen dargestellt.

Die Struktur der Abweichungen ist in den meisten Sensitivitäten ähnlich. Eine Ausnahme bildet der Effekt auf "Öffentliche Dienstleistungen, Kultur und Sport". Dieser ist nur im MWMS ("gov_con", Umlage der Wirkung auf den Staatshaushalt über den Staatskonsum) negativ, in den anderen Sensitivitäten (Staatshaushalt wird über Konsum "con", Investitionen "inv" oder nicht "non" ausgeglichen) ist der Effekt als Folge des insgesamt positiven gesamtwirtschaftlichen Effekts positiv. Die Sensitivität zur verstärkten Verdrängung von Investitionen "inv_crowdout" weist eine generell andere Struktur betroffener Wirtschaftszweige auf: hier sind Bereiche, die für die Bereitstellung von Investitionsgütern und -dienstleistungen eine Rolle spielen, wie das Baugewerbe, das verarbeitende Gewerbe oder der Maschinenbau negativ betroffen. Allerdings ist bei der Interpretation zu beachten, dass bei der Verdrängung der Investitionen vereinfachend die durchschnittliche Struktur verwendet wurde.

Abbildung 47: Bruttowertschöpfung nach Wirtschaftsbereichen – Absolute Abweichung MWMS von MMS für die Hauptanalyse "gov_con" (Gegenfinanzierung über Staatskonsum)



Quelle: Eigene Darstellung und Modellrechnungen (Fraunhofer ISI).

Abbildung 48: Bruttowertschöpfung nach Wirtschaftsbereichen – Absolute Abweichung MWMS von MMS für unterschiedliche Sensitivitäten im Jahr 2045

Quelle: Eigene Darstellung und Modellrechnungen (Fraunhofer ISI).

3.4 Arbeitskräftebedarf

Textbox 11: Arbeitskräftebedarf: Wesentliches auf einen Blick

- ▶ Arbeitskräftebedarf auf gesamtwirtschaftlicher Ebene: Die Wirkung auf den Arbeitskräftebedarf in Deutschland wird von positiven Effekten dominiert. Insgesamt werden im MWMS im Vergleich zum MMS bis zu 250.000 Vollzeitbeschäftigten mehr benötigt. Die prozentualen Effekte liegen dabei in ähnlicher Größenordnung wie das BIP. Leicht negative Effekte entstehen lediglich in der Sensitivität, bei der Verdrängung von Investitionen angenommen wurde (max. 80.000 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).

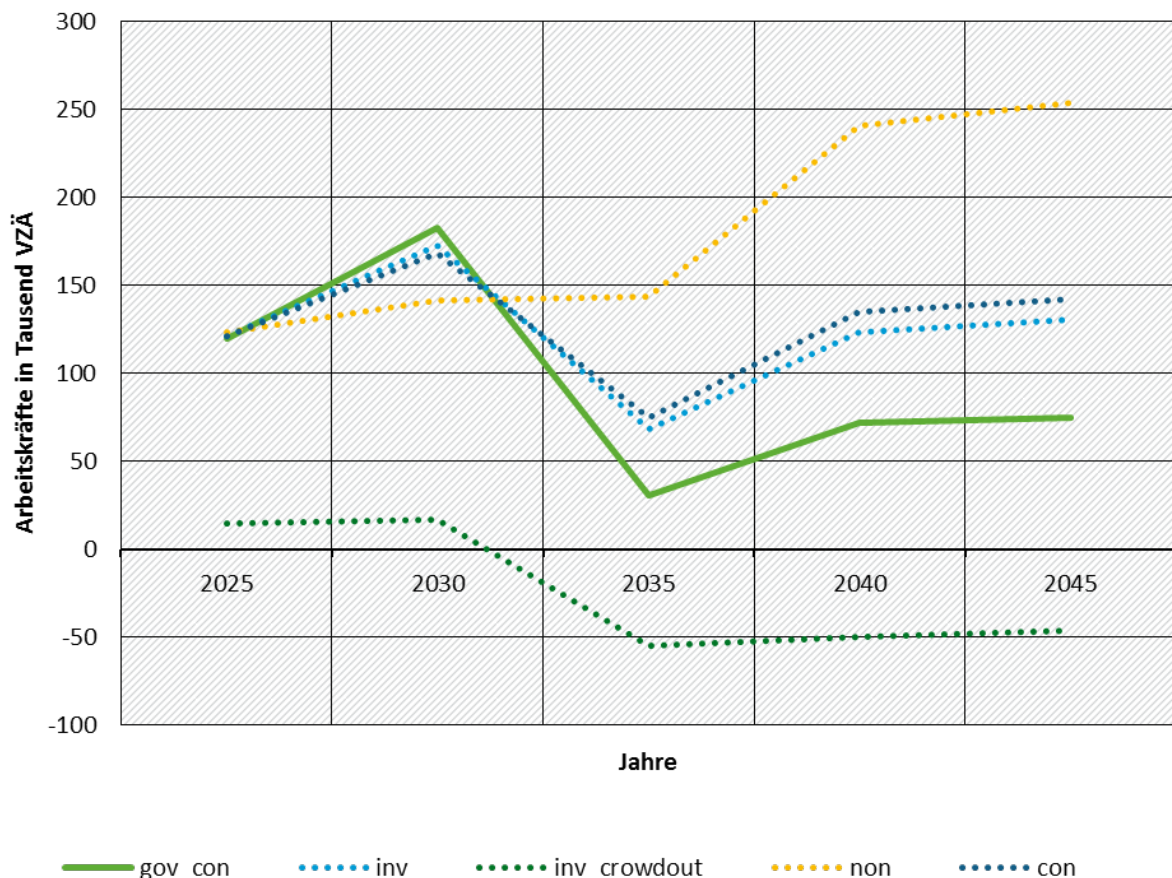
3.4.1 Arbeitskräftebedarf auf gesamtwirtschaftlicher Ebene

In Abbildung 49 ist für den Arbeitskräftebedarf die absolute Abweichung des MWMS vom MMS dargestellt. Abbildung 50 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.

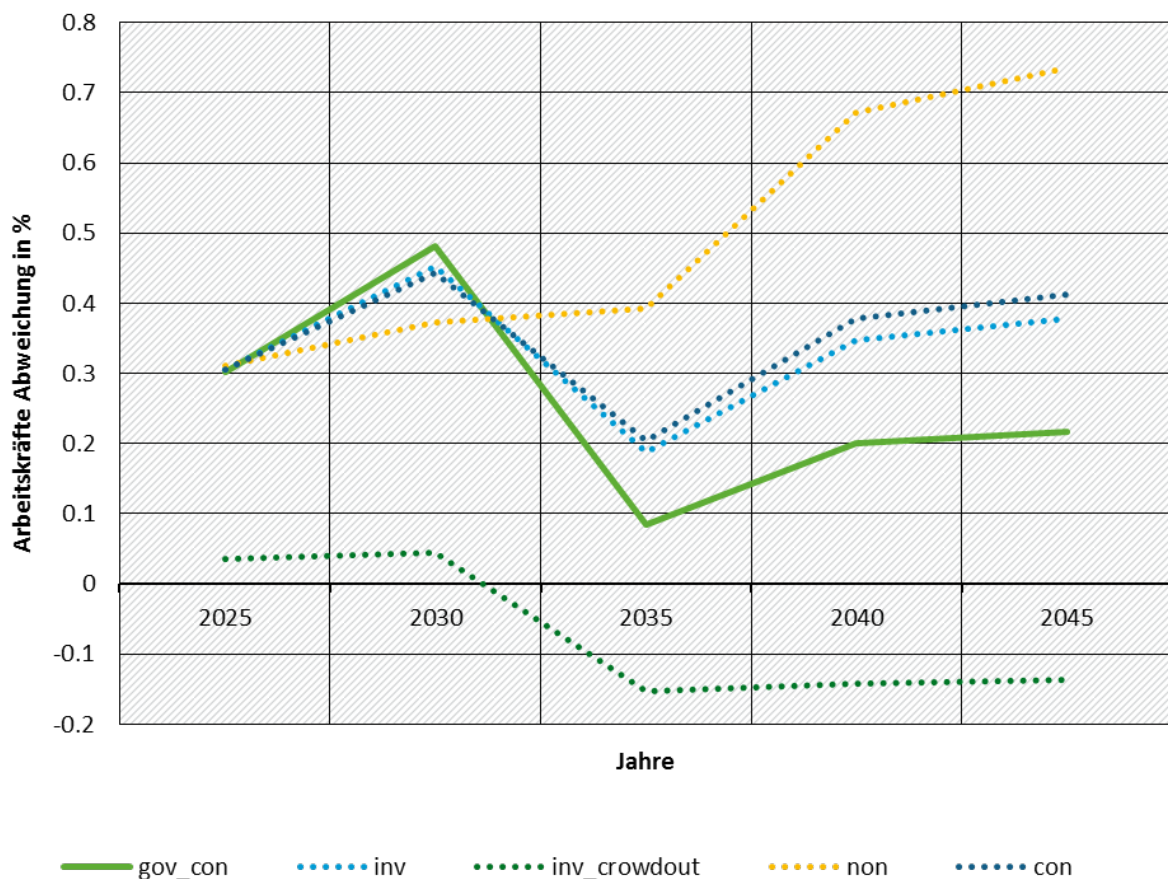
Der Arbeitskräftebedarf liegt im MWMS etwas höher als im MMS. In der Hauptanalyse "gov_con" und den Sensitivitäten "inv" (Ausgleich des Staatshaushalts über Investitionen) und "con" (Ausgleich des Staatshaushalts über Konsum) werden im Zeitverlauf zwischen 30.000 und 180.000 Vollzeitbeschäftigte mehr als im MMS benötigt. In der Sensitivität "non", die das obere Spektrum der untersuchten Sensitivitäten darstellt, werden bis zu 250.000 mehr Vollzeitbeschäftigte 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 50.000 Vollzeitbeschäftigte weniger benötigt.

Die relative Abweichung zeigt einen ähnlichen Verlauf und eine ähnliche Größenordnung wie das Bruttoinlandsprodukt. In der Hauptanalyse "gov_con" und den Sensitivitäten "inv" und "con" liegt die Abweichung im Zeitverlauf zwischen 0,1 % und 0,5 % höher als im MMS. In der Sensitivität "non" werden bis zu 0,7 % 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 49: Arbeitskräftebedarf Deutschland – Absolute Abweichung MWMS von MMS



Quelle: Eigene Darstellung und Modellrechnungen (Fraunhofer ISI).

Abbildung 50: Arbeitskräftebedarf Deutschland – Prozentuale Abweichung MWMS von MMS

Quelle: Eigene Darstellung und Modellrechnungen (Fraunhofer ISI).

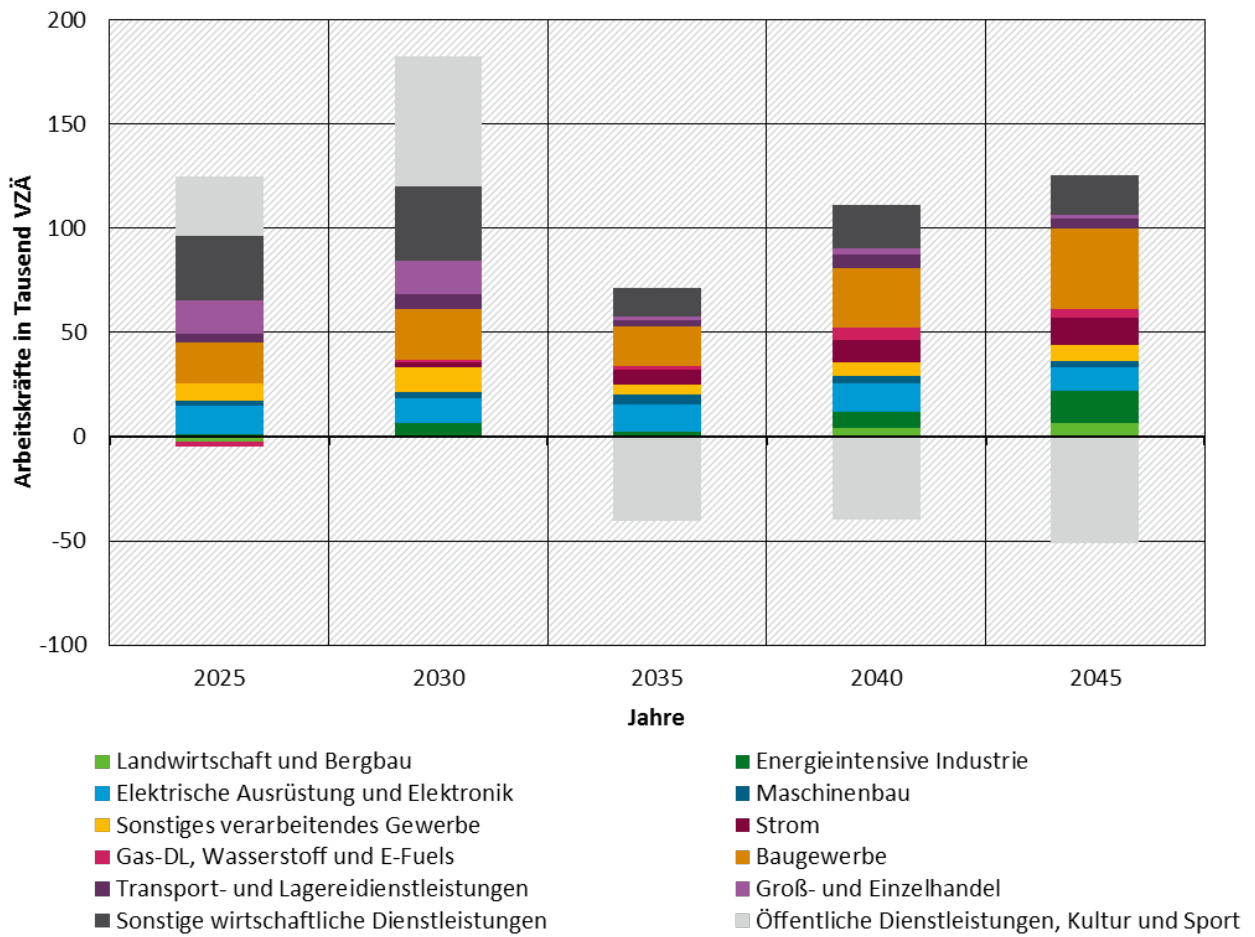
3.4.2 Arbeitskräftebedarf nach Wirtschaftsbereichen

In Abbildung 51 ist die absolute Abweichung des Arbeitskräftebedarfs im MWMS vom MMS in 12 zusammengefassten Wirtschaftsbereichen dargestellt. Die absolute Abweichung des Arbeitskräftebedarfs für die analysierten Sensitivitäten (vgl. Abschnitt 3.2.4) vom MMS ist in Abbildung 52 für das Jahr 2045 nach Wirtschaftsbereichen dargestellt.

Die Struktur der Abweichung des Arbeitskräftebedarfs ähnelt der Struktur der Abweichung der Bruttowertschöpfung (vgl. Abbildung 47 und Abbildung 48). 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 angenommene Mietumlage führt zu höheren Einnahmen und zu höherer Wertschöpfung, allerdings nicht zu mehr Arbeitskräftebedarf. Im Bereich der Transport- und Lagereidienstleistungen führt die gesamtwirtschaftliche Entwicklung zu leicht höherem Arbeitskräftebedarf.¹⁰

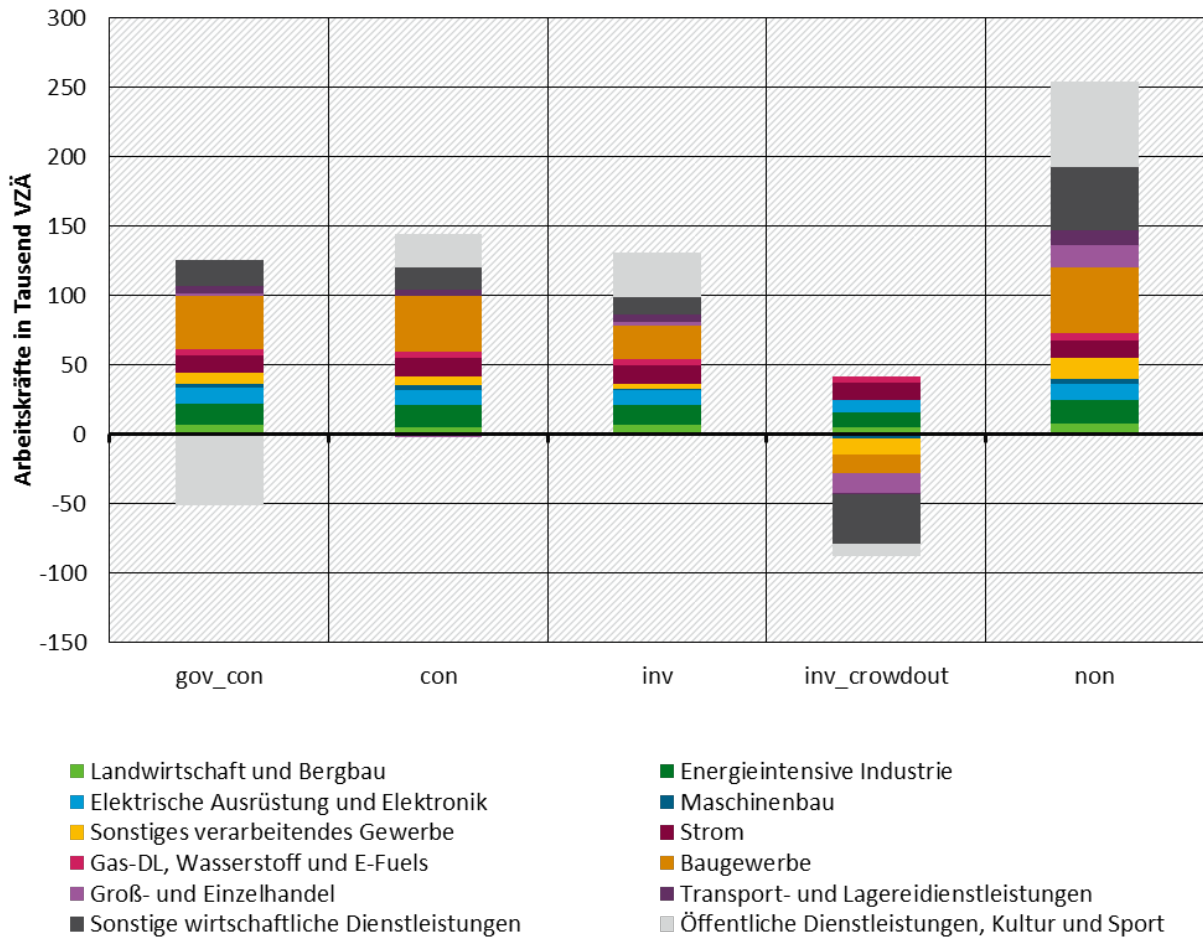
¹⁰ Trotz höherer Nachfrage fällt die Bruttowertschöpfung aufgrund der höheren Energiekosten geringer aus als im MMS. Die relativen Effekte sind jedoch mit bis zu -3 % geringerer Wertschöpfung und unter 0,4 % zusätzlichem Arbeitskräftebedarf gering und somit miteinander vereinbar.

Abbildung 51: Arbeitskräftebedarf nach Wirtschaftsbereichen – Absolute Abweichung MWMS von MMS für die Hauptanalyse "gov_con" (Gegenfinanzierung über Staatskonsum)



Quelle: Eigene Darstellung und Modellrechnungen (Fraunhofer ISI).

Abbildung 52: Arbeitskräftebedarf nach Wirtschaftsbereichen – Absolute Abweichung MWMS von MMS für unterschiedliche Sensitivitäten im Jahr 2045



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:

- ▶ 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 Fachkräftebedarf und einen deutlich schwächeren Einfluss auf die Arbeitskräftebedarfe auf den anderen Qualifikationsniveaus.
- ▶ Sie wirken sich teilweise stark auf „unterstützende“ Tätigkeiten, z. B. Dienstleistungen, aus.
- ▶ Investitionen in elektrifizierte Fahrzeuge und Gebäudehülle führen zu einem Bedarf von jeweils ca. 250.000 Erwerbstätigen in den Jahren 2030 und 2045, während Investitionen in Wärmepumpen und Wind Onshore zu einem Bedarf von zusammen ca. 135.000 Erwerbstätigen im Jahr 2030 und ca. 45.000 Erwerbstätigen im Jahr 2045 führen.
- ▶ Unter den Erwerbstätigen, die für Investitionen in die hier betrachteten Technologien in Deutschland benötigt werden, sind zu ca. einem Drittel Erwerbstätige mit einem Engpassberuf. Dieses Drittel setzt sich aus zahlreichen Engpassberufen zusammen, die z. T. mit jeweils sehr geringen Anteilen ins Gewicht fallen.

4.1 Einführende Erklärung

In diesem Abschnitt werden die Arbeitsmarktauswirkungen der Investitionen in ausgewählte Technologien analysiert. Es werden die Technologien betrachtet, die gemäß dem Projektionsbericht 2023 zukünftig hohe Investitionsniveaus oder hohes Investitionswachstum (im MWMS) aufweisen (vgl. Kapitel 2). Dies sind elektrifizierte Fahrzeuge, Gebäudehülle, Wärmepumpen und Wind Onshore. Zur Darstellung der Effekte wird die Situation im MWMS für die Jahre 2019, 2030 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“)¹¹, Anforderungsniveau (Helfer, Fachkräfte, Spezialisten, Experten) und der Berufengpasssituation auf dem Arbeitsmarkt unterschieden. Insgesamt liegt der Fokus dieses Kapitels nicht auf der Analyse des Gesamtmarktes oder der Arbeitsangebotsentwicklung, sondern an der Einschätzung des Bedarfs an Arbeitskräften in Deutschland für die hier betrachteten Investitionen.

4.2 Vorgehensweise (Berechnung und Datenquellen)

Mit Ausnahme der Berechnungen für Wind Onshore, für die nur Projektionen der Mehrinvestitionen verfügbar waren, erfolgen die Berechnungen der Arbeitsmarktauswirkungen je Technologie auf Basis der absoluten *Nettogesamtinvestitionen*¹² (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

¹¹ Siehe Bundesagentur für Arbeit o. J..

¹² 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).

und Experteneinschätzungen beruhende Datenbasis des Fraunhofer ISI und des Öko-Instituts.¹³ 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 Statistisches Bundesamt (Destatis) 2022) und den projizierten inversen Arbeitsproduktivitäten¹⁴ 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.¹⁵ Dabei wird die Tätigkeits- und Anforderungsniveaustruktur des Jahres 2019 (je Wirtschaftszweig) auch für die Jahre 2030 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 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 Technologievergleich die Ergebnisse dieser Projektionen je Technologie dargestellt.

¹³ 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).

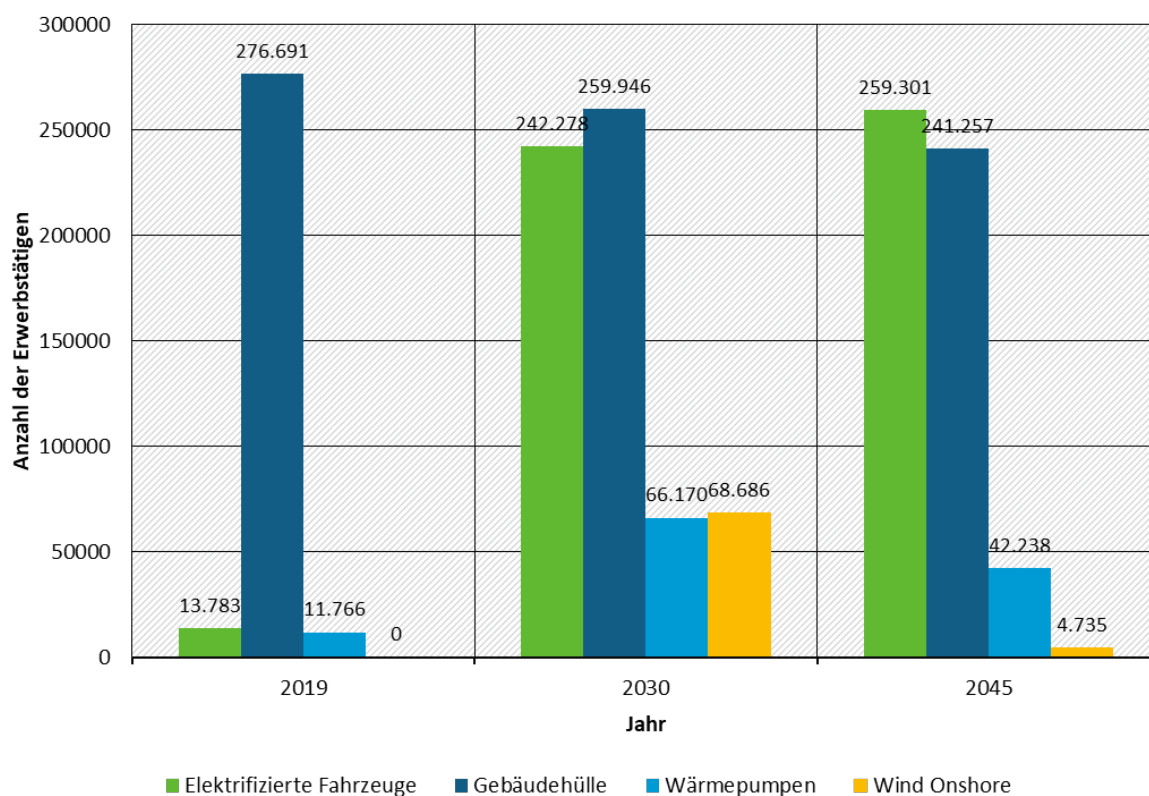
¹⁴ Die Arbeitsproduktivitäten wurden auf Basis von EC 2021 projiziert. Es wurde homogenes Wachstum der Produktivitäten über Wirtschaftszweige hinweg angenommen („gleichgewichtiges Wachstum“).

¹⁵ 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).

4.3 Ergebnisse

In Abbildung 53 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 diese Investitionsdynamik bestimmt. Die im Vergleich der vier Technologien größten Effekte auf die Erwerbstätigenbedarfe ergeben sich durch Investitionen in Gebäudehülle und elektrifizierte Fahrzeuge. Insbesondere entstehen durch Investitionen in Gebäudehülle und elektrifizierte Fahrzeuge in den Jahren 2030 und 2045 Bedarfe in Höhe von jeweils ca. 250.000 Erwerbstätigen. Im Vergleich dazu sind die durch Investitionen in Wärmepumpen und Wind Onshore entstehenden Arbeitskräftebedarfe mit jeweils ca. 70.000 Erwerbstätigen im Jahr 2030 relativ klein.

Abbildung 53: Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in elektrifizierte Fahrzeuge, Gebäudehülle, Wärmepumpen und Wind Onshore – Erwerbstätige je Jahr



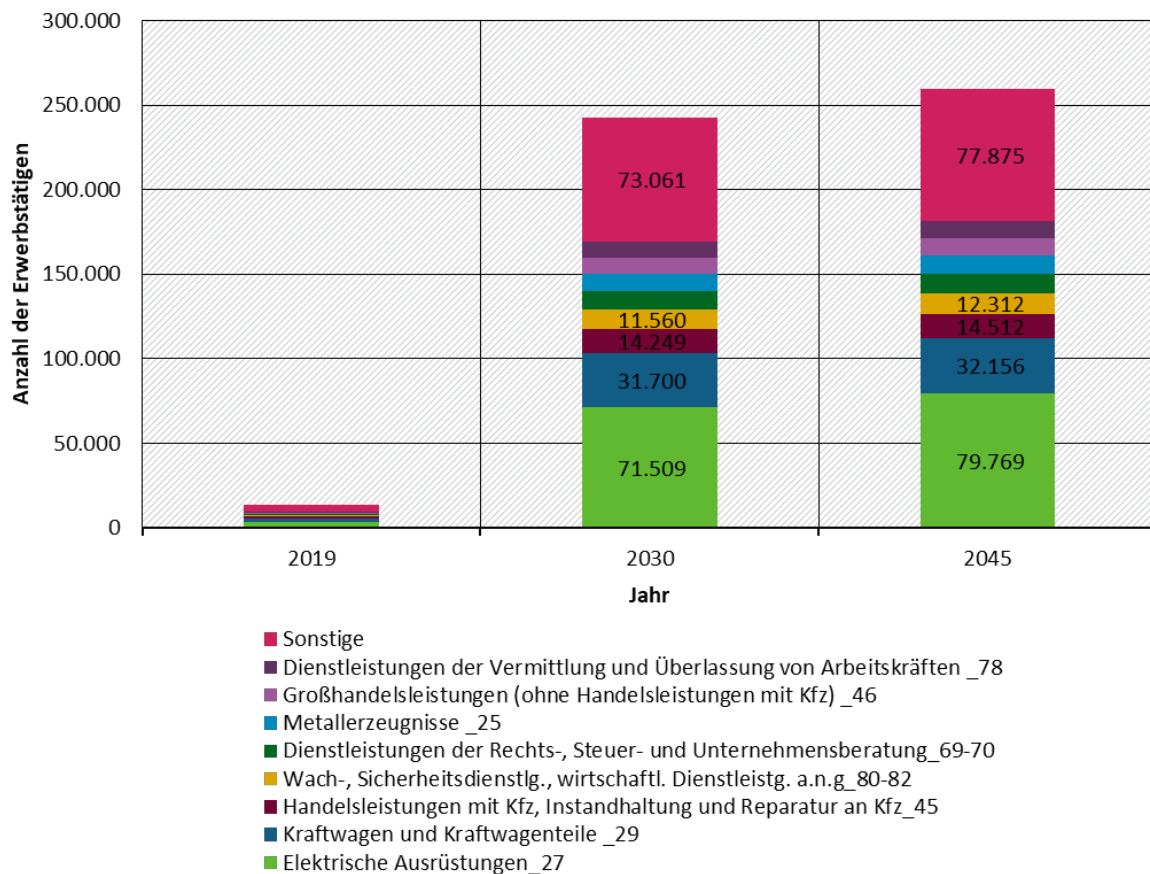
Quelle: Eigene Darstellung und Berechnungen (Fraunhofer ISI).

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 54 untergliedert die Arbeitskräftebedarfe nach Jahr und Wirtschaftszweig. Die in Deutschland am stärksten durch Investitionen in elektrifizierte Fahrzeuge (hinsichtlich Arbeitskräftebedarf) betroffenen Wirtschaftszweige sind elektrische Ausrüstungen sowie Kraftwagen und -teile. In beiden zusammen entstehen Bedarfe von jeweils ca. 100.000 Erwerbstätigen in den Jahren 2030 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 54 so wie in den meisten Abbildungen des Kapitels 4 in einem relativ großen Posten „Sonstige“ widerspiegelt.

Abbildung 54: Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in elektrifizierte Fahrzeuge – Erwerbstätige je Wirtschaftszweig und Jahr



Quelle: Eigene Darstellung und Berechnungen (Fraunhofer ISI).

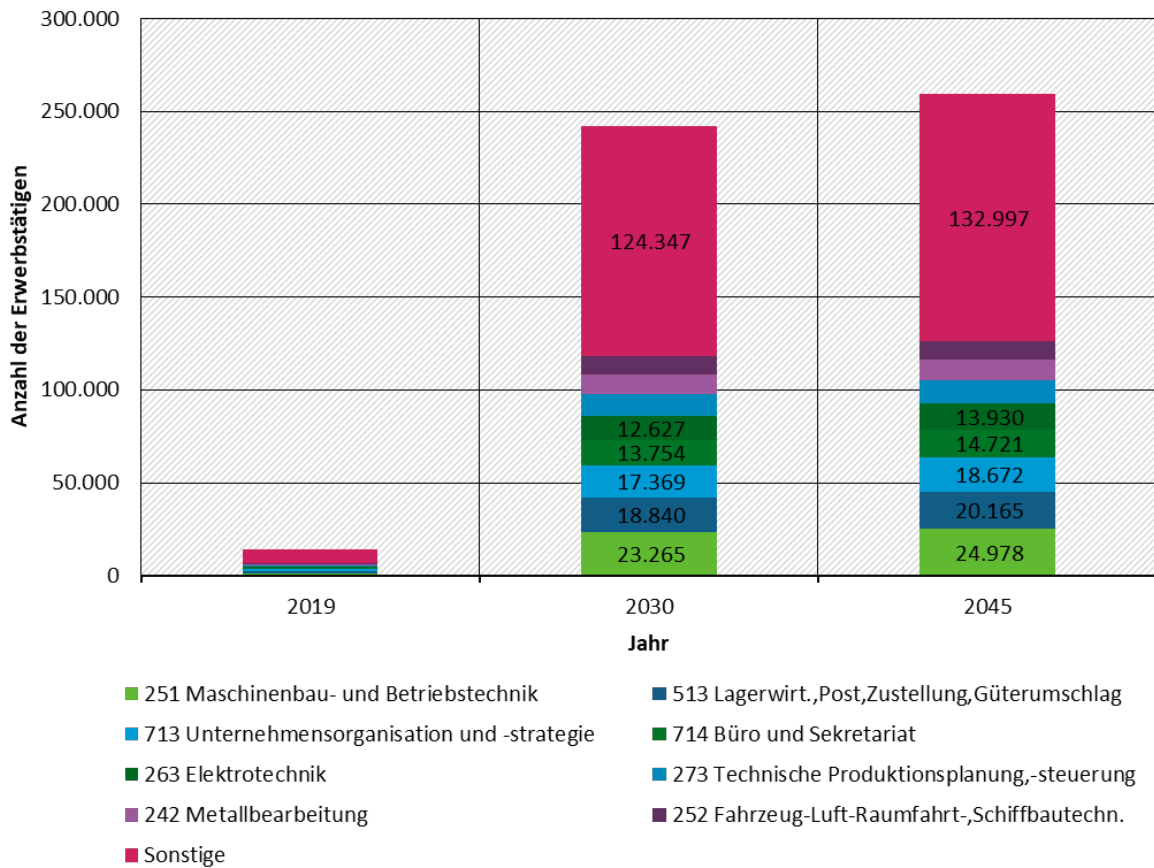
Anmerkungen: Der Posten „Sonstige“ beinhaltet ca. 60 Wirtschaftszweige mit sehr kleinen Erwerbstätigenanteilen. Die in der Legende angegebenen Zahlen sind CPA-Codes („Classification of Products by Activity“), die u.a. in Input-Output-Tabellen zur Identifikation der Produkte bzw. Wirtschaftszweige verwendet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

In Abbildung 55 und Abbildung 56 sind die durch Investitionen in elektrifizierte Fahrzeuge entstehenden inländischen Arbeitskräftebedarfe nach Berufskategorie, insbesondere nach Tätigkeit und Anforderungsniveau (gemäß der Klassifikation der Berufe 2010)¹⁶ 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 55). Der größte Posten entfällt auf die Tätigkeitskategorie „Maschinenbau und Betriebstechnik“ mit Bedarfen von ca. 23.000 Erwerbstätigen im Jahr 2030 und 25.000 Erwerbstätigen im Jahr 2045. Wie zuvor bei

¹⁶ Für die Klassifikation der Berufe siehe Bundesagentur für Arbeit o. J..

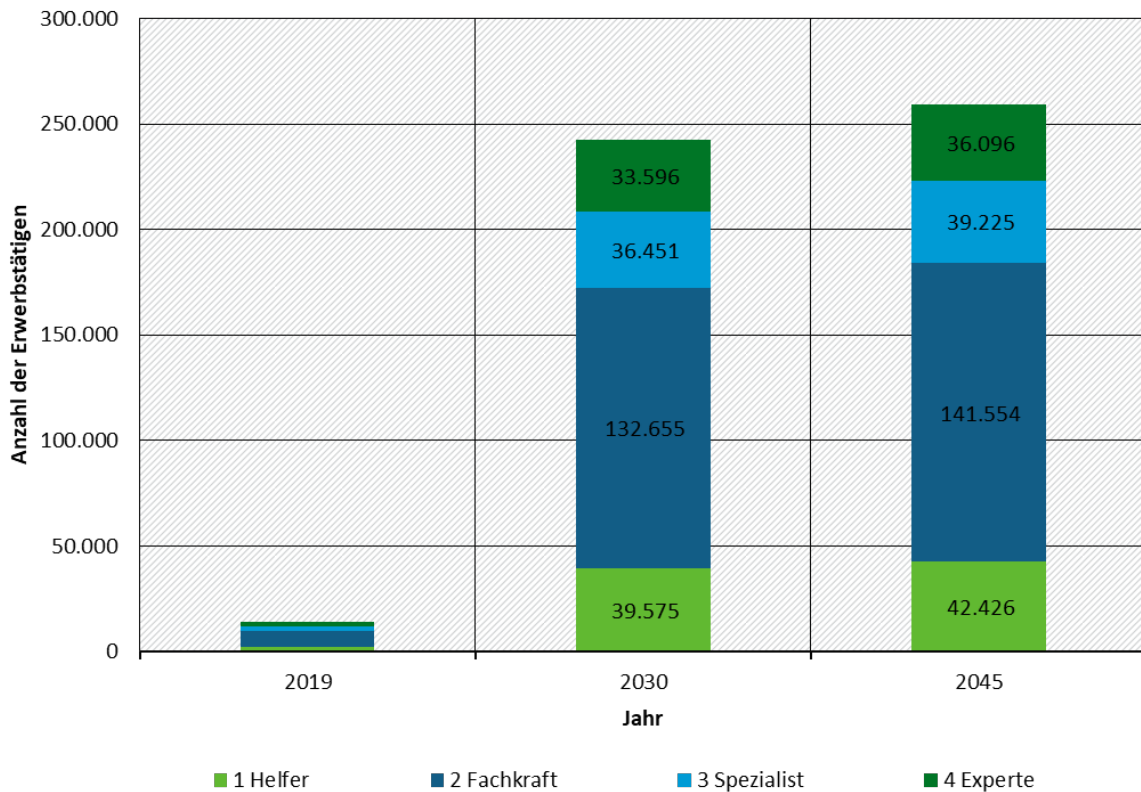
den Wirtschaftszweigen entstehen durch Investitionen in elektrifizierte Fahrzeuge in Deutschland auch bei den Tätigkeiten signifikante Bedarfe an „unterstützenden“ Dienstleistungen (z. B. Lagerwirtschaft, Post, Zustellung, Güterumschlag sowie Unternehmensorganisation und -strategie). Die Untergliederung der Arbeitskräftebedarfe nach Anforderungsniveau (Abbildung 56) zeigt, dass Investitionen in elektrifizierte Fahrzeuge in Deutschland hauptsächlich Fachkräftebedarf generieren (ca. 130.000 Erwerbstätige im Jahr 2030 und ca. 140.000 Erwerbstätige im Jahr 2045). In den übrigen Kategorien (Helfer, Spezialist und Experte) entstehen in den Jahren 2030 und 2045 deutlich kleinere Bedarfe, die sich im Bereich von ca. 30.000-40.000 Erwerbstätigen je Jahr und Anforderungsniveau bewegen.

Abbildung 55: Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in elektrifizierte Fahrzeuge – Erwerbstätige je Tätigkeit und Jahr



Quelle: Eigene Darstellung und Berechnungen (Fraunhofer ISI).

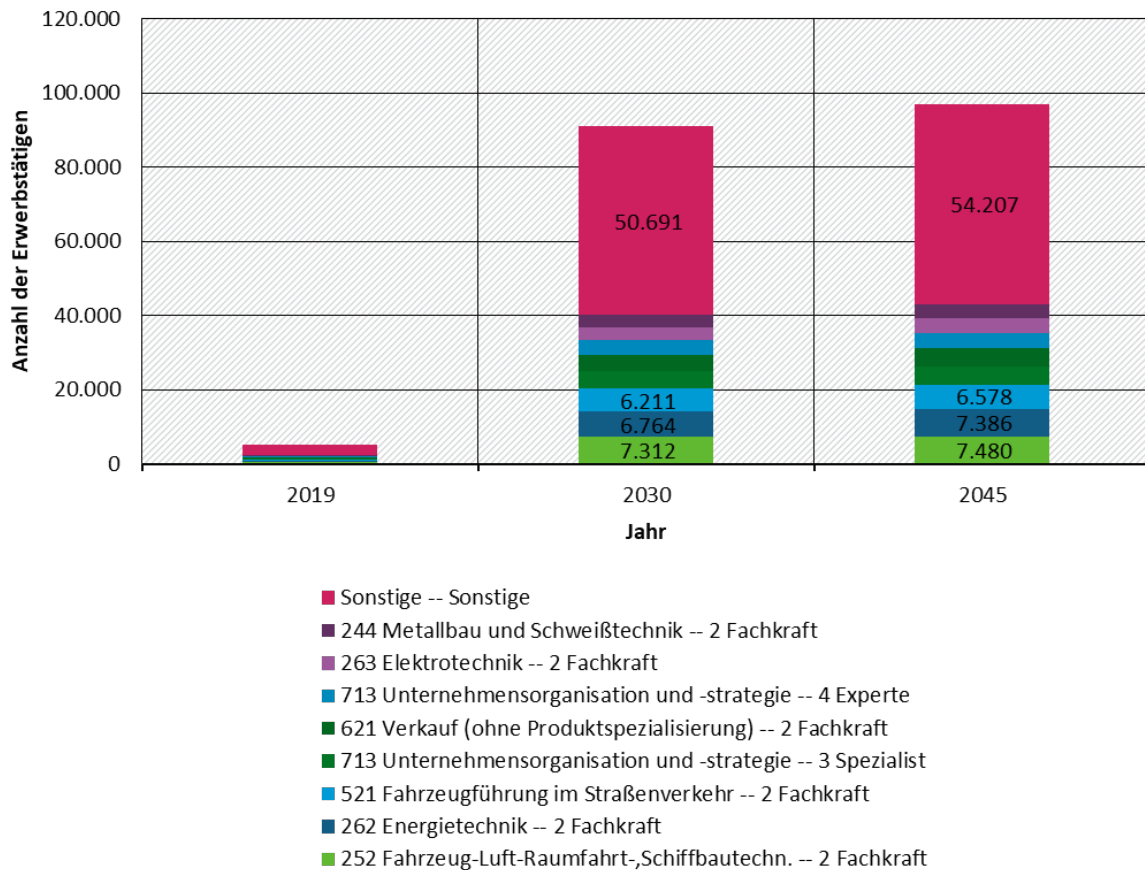
Anmerkung: Der Posten „Sonstige“ beinhaltet ca. 130 Tätigkeitskategorien mit sehr kleinen Erwerbstätigenanteilen. Die Nummern in der Legende sind Codes aus der Klassifikation der Berufe 2010 (Bundesagentur für Arbeit o.J.).

Abbildung 56: Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in elektrifizierte Fahrzeuge – 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 55 und Abbildung 56 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 2030 und 2045 durch Investitionen in elektrifizierte Fahrzeuge in Deutschland Bedarfe von jeweils ca. 95.000 Erwerbstätigen in der Kategorie „Engpassberufe“ entstehen (siehe Abbildung 57). Diese Engpassberufsbedarfe sind in Abbildung 57 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 jeweils ca. 20.000 Erwerbstätige in den Jahren 2030 und 2045 (siehe Abbildung 57). 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.

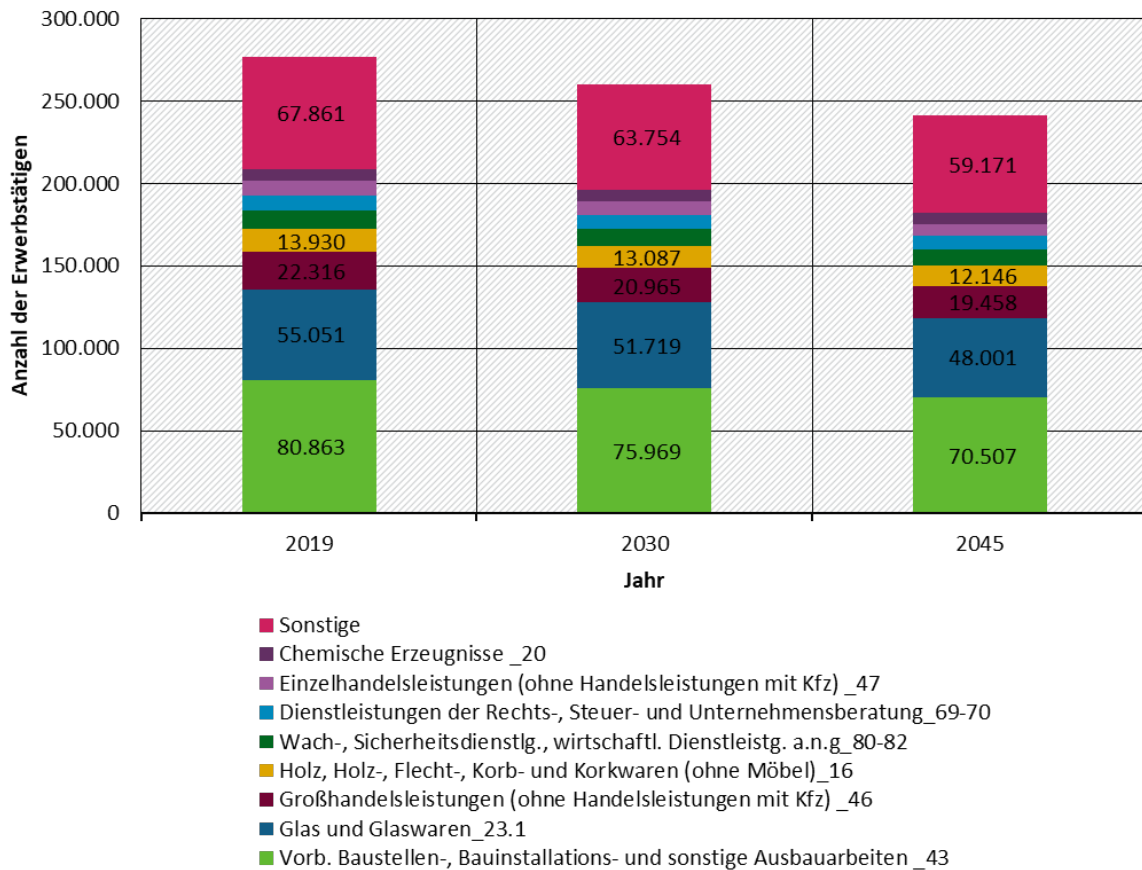
Abbildung 57: Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in elektrifizierte Fahrzeuge – Erwerbstätige je Engpassberuf und Jahr

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 58 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 Ausbaurbeiten sowie Glas und Glaswaren. In beiden zusammen entstehen Bedarfe von ca. 125.000 Erwerbstätigen im Jahr 2030 und ca. 120.000 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.

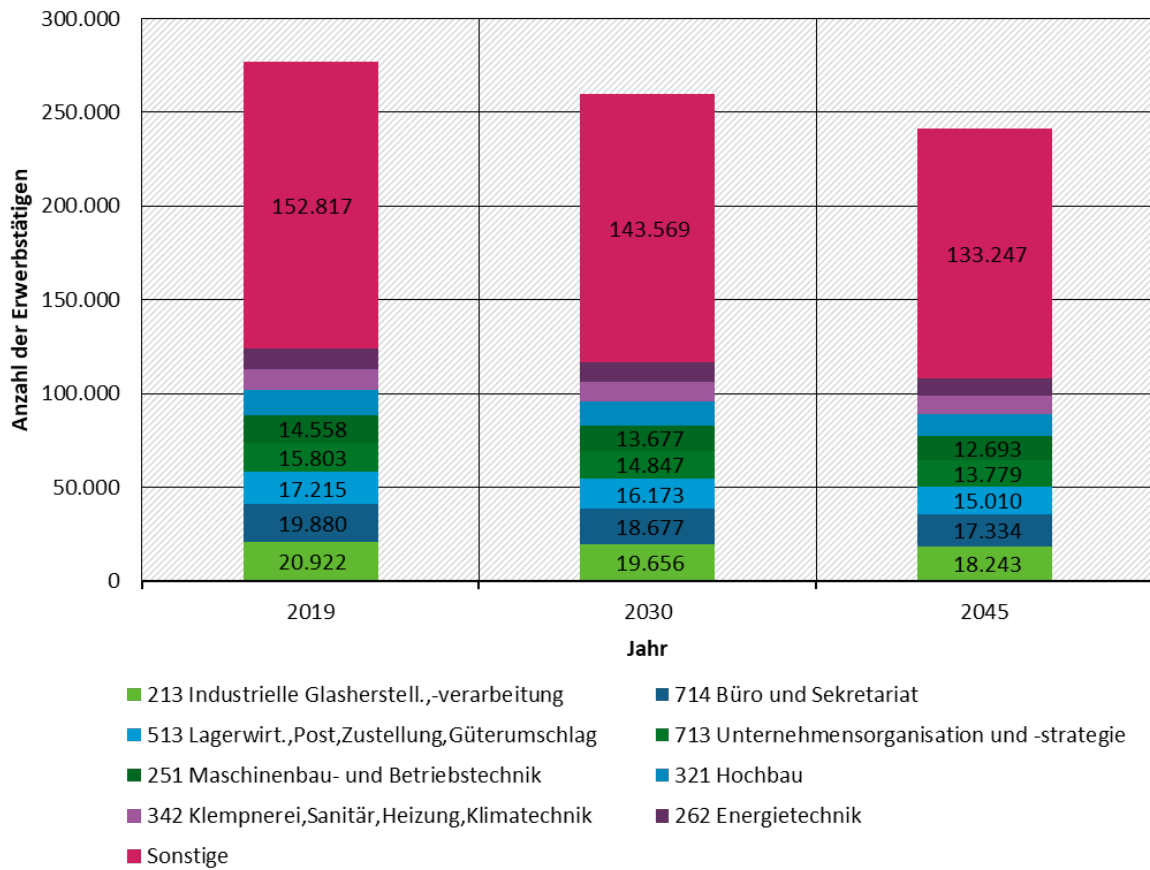
Abbildung 58: Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in Gebäudehülle – Erwerbstätige je Wirtschaftszweig und Jahr

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.

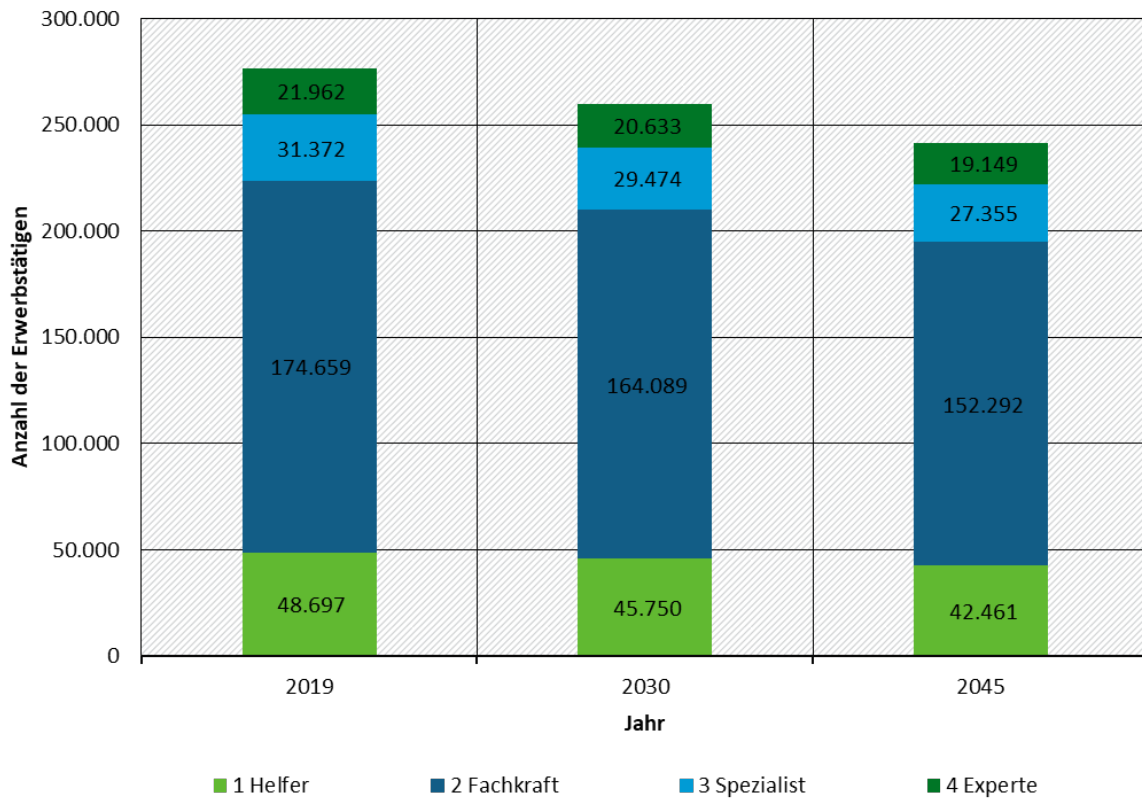
In Abbildung 59 und Abbildung 60 sind die aus den Investitionen in die Gebäudehülle entstehenden inländischen Arbeitskräftebedarfe nach Tätigkeit und Anforderungsniveau untergliedert. Bei den meisten Tätigkeiten gilt, dass der in Deutschland entstehende Bedarf eher marginal ist (Posten „Sonstige“ in Abbildung 59). Den größten Posten bildet die Tätigkeitskategorie „Industrielle Glasherstellung und -verarbeitung“ mit einem Bedarf von jeweils ca. 20.000 Erwerbstätigen in den Jahren 2030 und 2045, gefolgt von „unterstützenden“ Dienstleistungen (z. B. Büro und Sekretariat). Gemäß Abbildung 60 generieren Investitionen in Gebäudehülle in Deutschland hauptsächlich Fachkräftebedarf (ca. 165.000 Erwerbstätige im Jahr 2030 und ca. 150.000 Erwerbstätige im Jahr 2045). In den übrigen Kategorien (Helfer, Spezialist und Experte) entstehen deutlich kleinere Bedarfe, die sich im Bereich von ca. 20.000-50.000 Erwerbstätigen je Jahr und Anforderungsniveau bewegen.

Abbildung 59: Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in Gebäudehülle – Erwerbstätige je Tätigkeit und Jahr



Quelle: Eigene Darstellung und Berechnungen (Fraunhofer ISI).

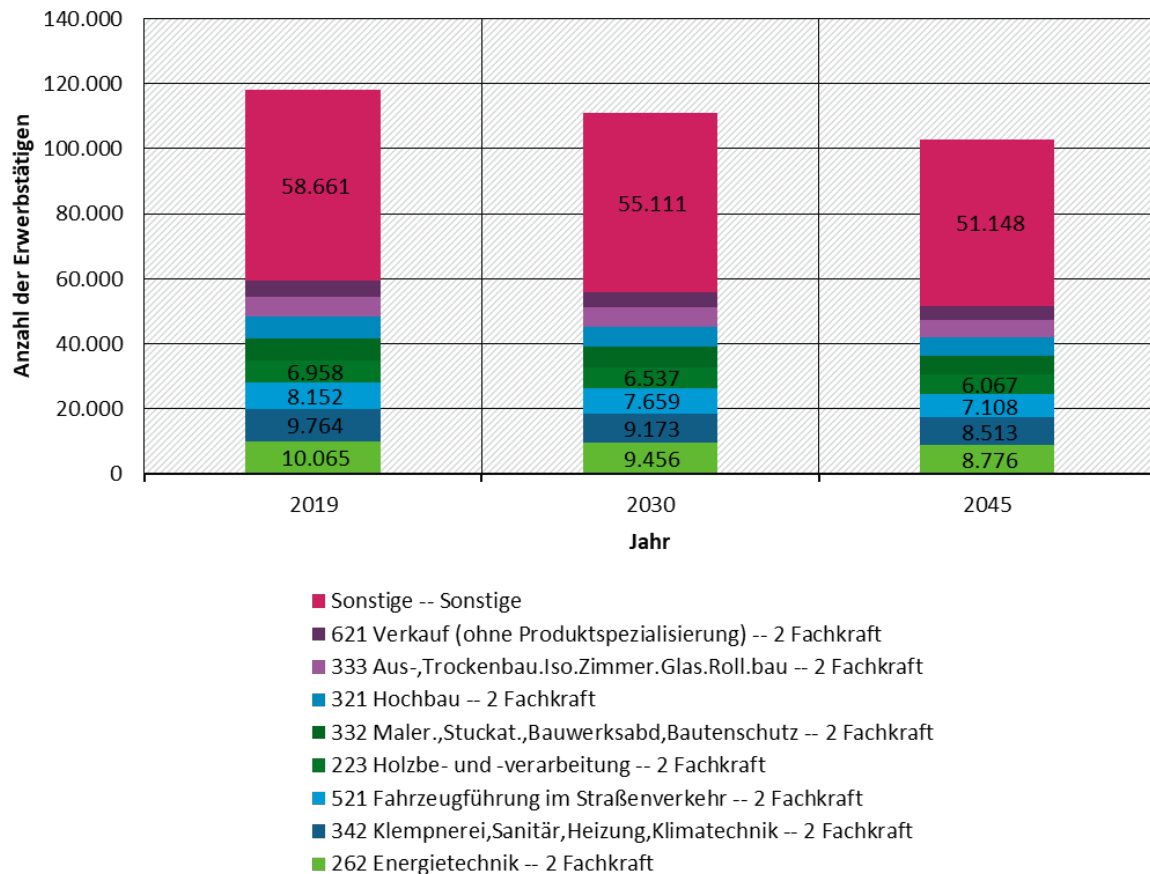
Anmerkung: Der Posten „Sonstige“ beinhaltet ca. 130 Tätigkeitskategorien mit sehr kleinen Erwerbstätigenanteilen. Die Nummern in der Legende sind Codes aus der Klassifikation der Berufe 2010 (Bundesagentur für Arbeit o.J.).

Abbildung 60: Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in Gebäudehülle – 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 59 und Abbildung 60 dargestellten Berufsbedarfe hinsichtlich bereits bestehender Engpässe auf dem Arbeitsmarkt kategorisiert werden: Durch Investitionen in Gebäudehülle werden in den Jahren 2030 und 2045 Bedarfe in den Engpassberufskategorien in Höhe von jeweils ca. 105.000 Erwerbstätigen generiert (siehe Abbildung 61). Diese Bedarfe sind in Abbildung 61 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. Diese belaufen sich zusammen auf ca. 27.000 Erwerbstätige im Jahr 2030 und ca. 24.000 Erwerbstätige im Jahr 2045 (siehe Abbildung 61).

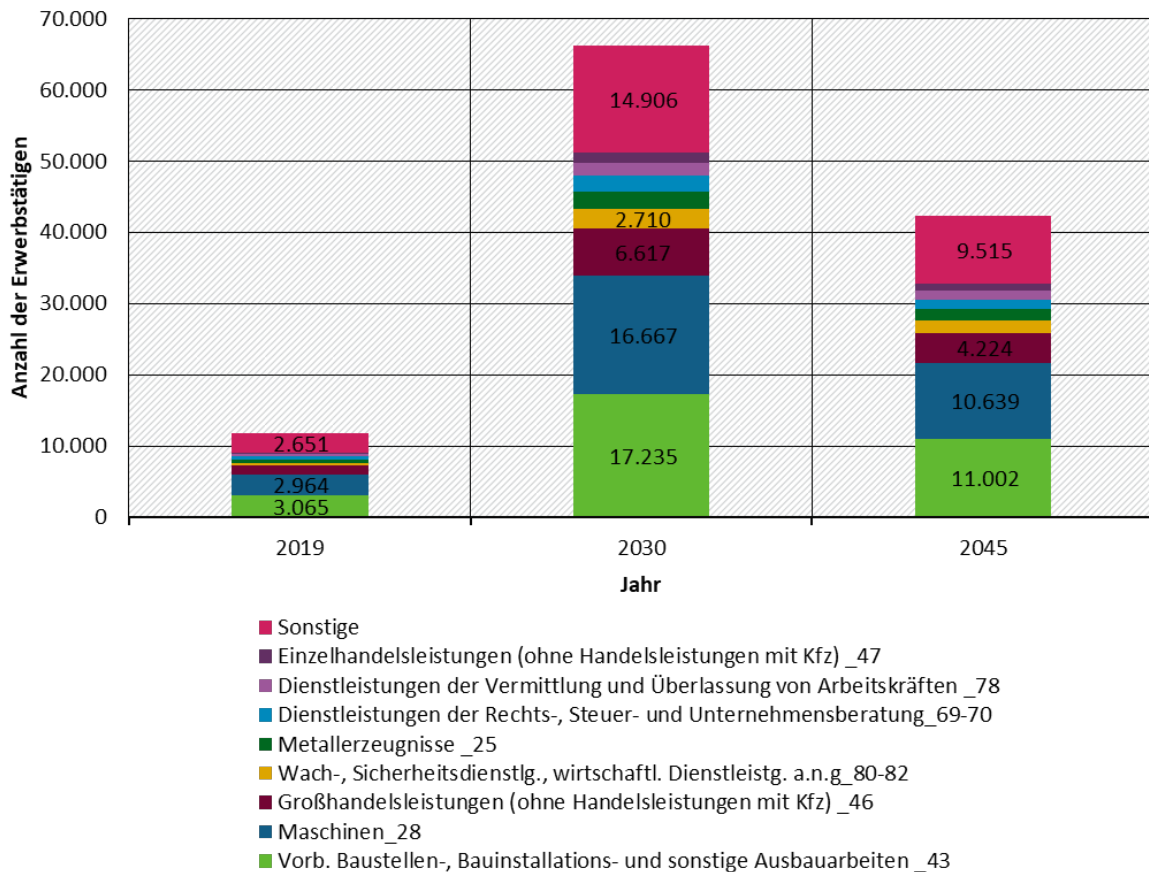
Abbildung 61: Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in Gebäudehülle – Erwerbstätige je Engpassberuf und Jahr

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 62 stellt diese Arbeitskräftebedarfe nach Jahr und Wirtschaftszweig untergliedert dar. Wärmepumpeninvestitionen generieren die größten Arbeitskräftebedarfe in den Wirtschaftszweigen „Vorbereitende Baustellen-, Bauinstallations- und sonstige Ausbauarbeiten“ sowie „Maschinen“ (in beiden Wirtschaftszweigen zusammen ca. 35.000 Erwerbstätige im Jahr 2030 und ca. 20.000 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“).

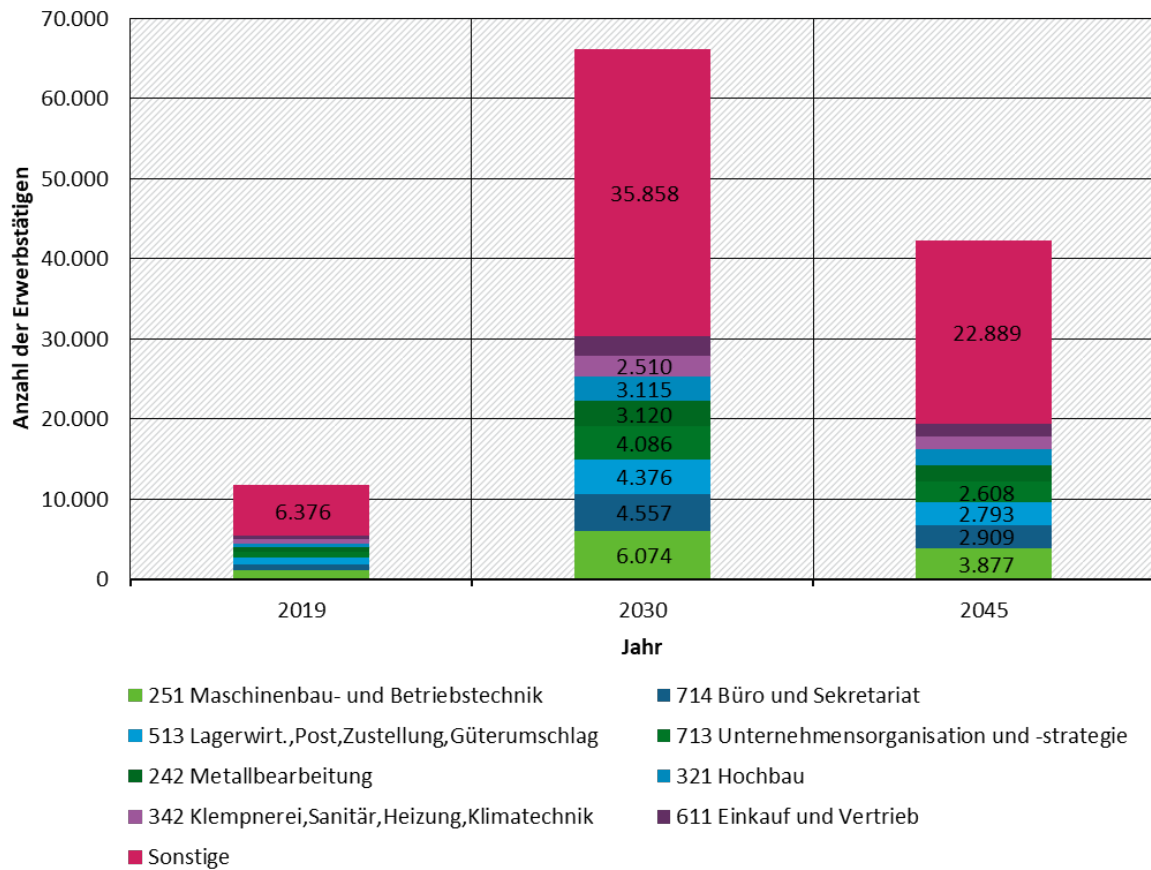
Abbildung 62: Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in Wärmepumpen – Erwerbstätige je Wirtschaftszweig und Jahr

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.

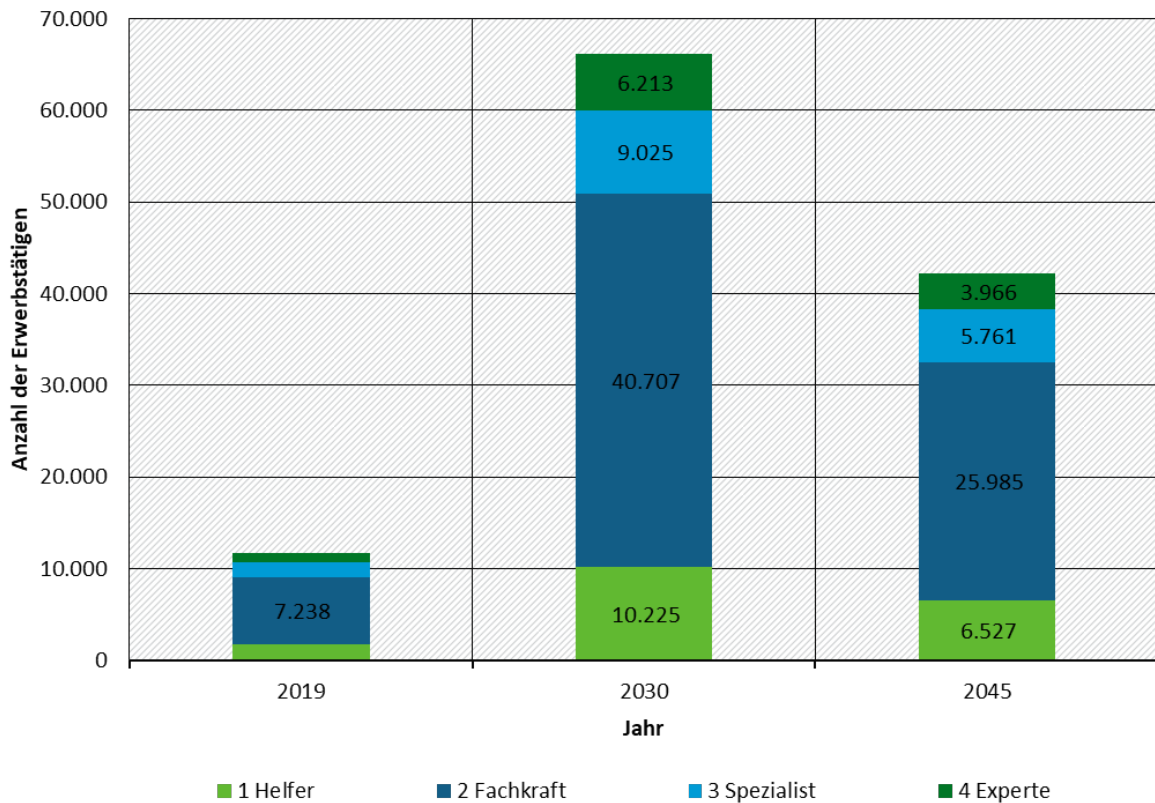
Die meisten Tätigkeitskategorien sind durch Wärmepumpeninvestitionen in Deutschland eher marginal betroffen (siehe Posten „Sonstige“ in Abbildung 63). Den größten Posten macht die Tätigkeitskategorie „Maschinenbau und Betriebstechnik“ mit einem Bedarf von ca. 6.000 Erwerbstätigen im Jahr 2030 und ca. 4.000 Erwerbstätigen im Jahr 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 64 dargestellt, entsteht durch Wärmepumpeninvestitionen in Deutschland hauptsächlich Fachkräftebedarf (ca. 40.000 Erwerbstätige im Jahr 2030 und ca. 25.000 Erwerbstätige im Jahr 2045). Auf den übrigen Anforderungsniveaus (Helfer, Spezialist und Experte) entstehen deutlich kleinere Bedarfe, die sich für die Jahre 2030 und 2045 im Bereich von ca. 4.000-10.000 Erwerbstätige je Jahr und Anforderungsniveau bewegen.

Abbildung 63: Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in Wärmepumpen – 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.).

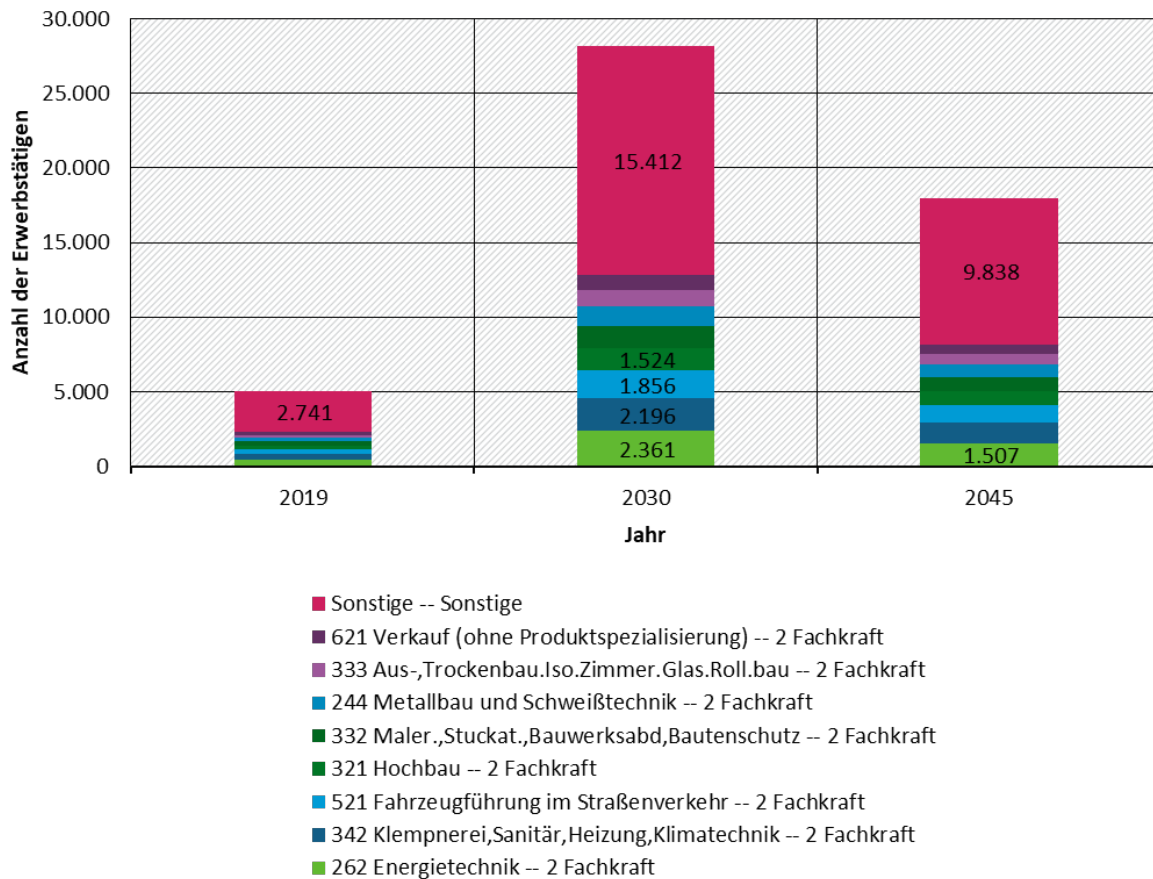
Abbildung 64: Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in Wärmepumpen – Erwerbstätige je Anforderung und Jahr

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 2030 durch Wärmepumpeninvestitionen in Deutschland ein Arbeitskräftebedarf in Höhe von ca. 30.000 Erwerbstätigen in der Kategorie „Engpassberufe“ entsteht; im Jahr 2045 sind es ca. 20.000 Erwerbstätige (siehe Abbildung 65). Innerhalb dieser Erwerbstätigengruppe sind zahlreiche Engpassberufe mit jeweils eher marginalen Beiträgen vertreten (siehe Posten „Sonstige“ in Abbildung 65). Die größten Posten entfallen auf Fachkräfte für Energietechnik, Klempnerei, Sanitär, Heizung und Klimatechnik sowie Fahrzeugführung im Straßenverkehr. Diese belaufen sich zusammen auf ca. 6.000 Erwerbstätige im Jahr 2030 und ca. 4.000 Erwerbstätige im Jahr 2045 (siehe Abbildung 65).

Abbildung 65: Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in Wärmepumpen – Erwerbstätige je Engpassberuf und Jahr



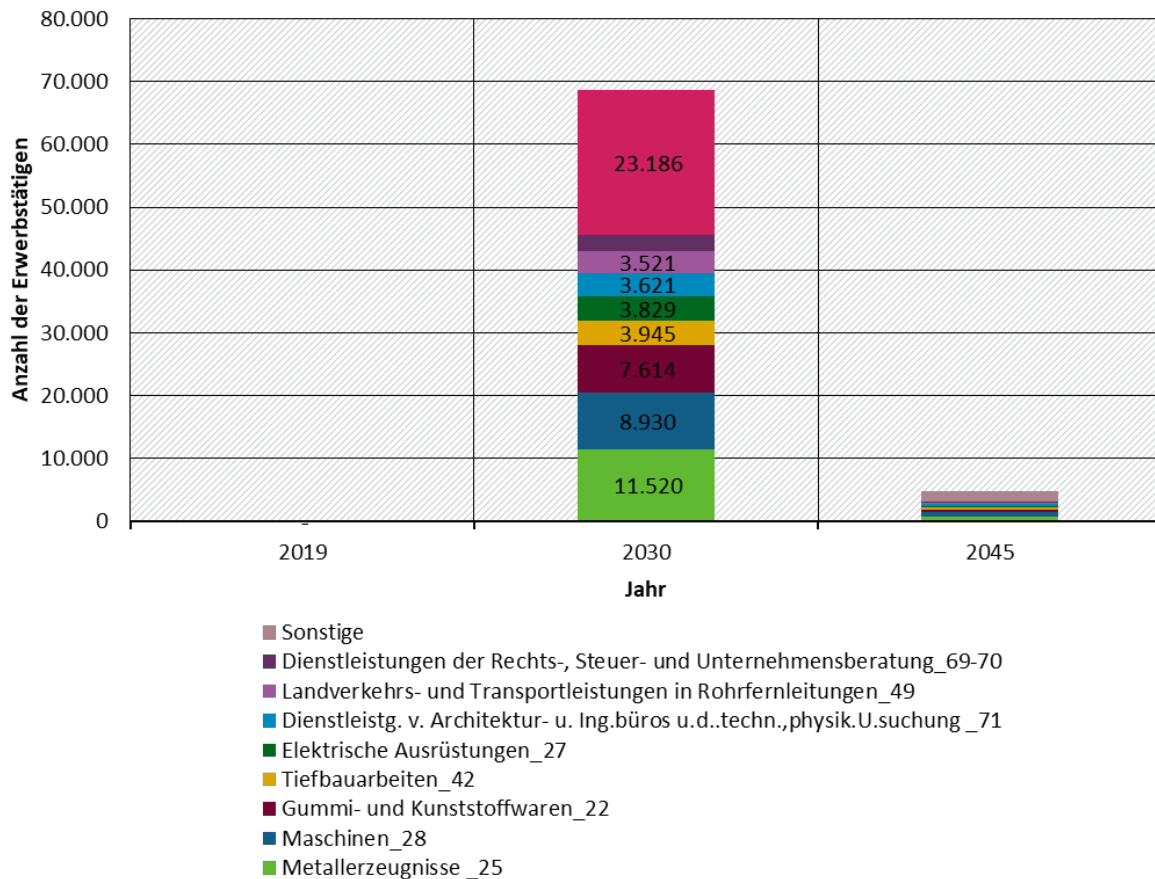
Quelle: Eigene Darstellung und Berechnungen (Fraunhofer ISI).

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 66 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 ca. 28.000 Erwerbstätige im Jahr 2030. Daneben sind noch weitere Wirtschaftszweige (z. B. Tiefbauarbeiten, elektrische Ausrüstungen sowie verschiedene Dienstleistungen) in signifikantem Ausmaß betroffen.

Abbildung 66: Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in Wind Onshore – Erwerbstätige je Wirtschaftszweig und Jahr

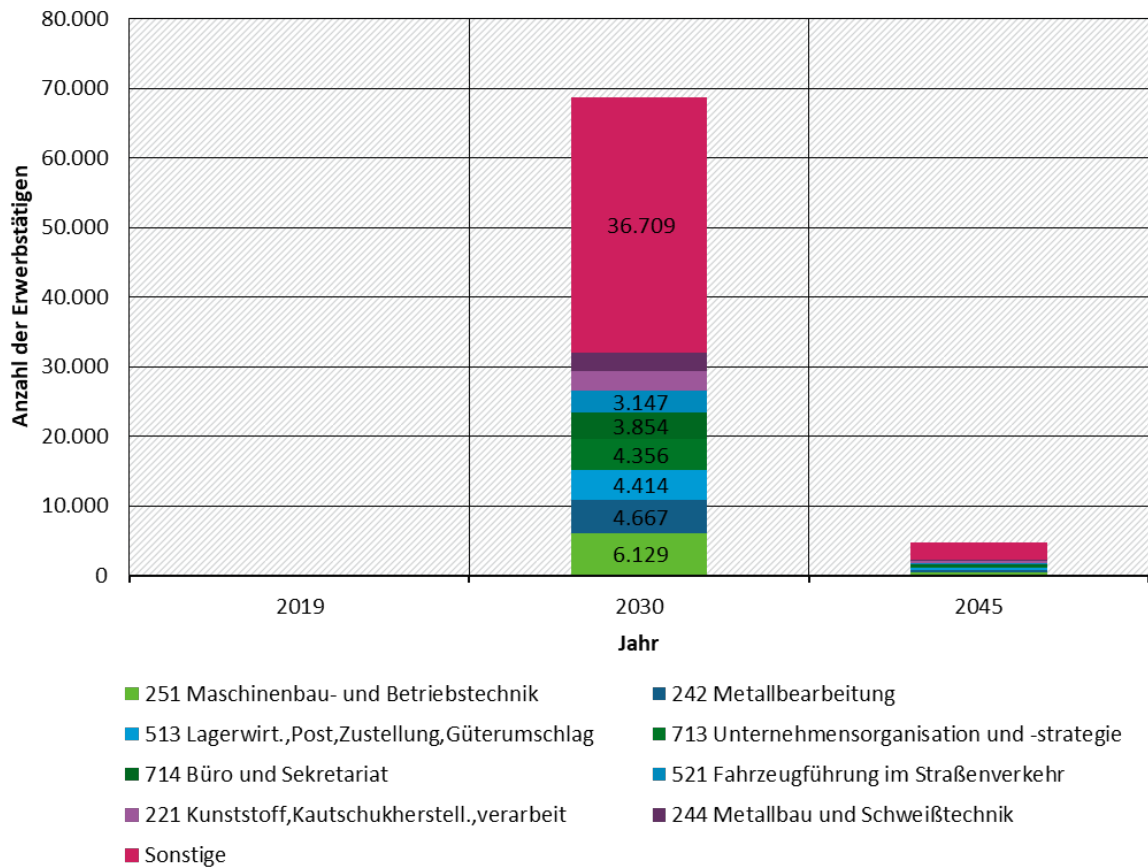


Quelle: Eigene Darstellung und Berechnungen (Fraunhofer ISI).

Anmerkungen: Die fehlende Beschäftigung im Jahr 2019 ist auf die fehlenden Investitionen im Jahr 2019 zurückzuführen; dies gilt auch für die folgenden Abbildungen über Wind Onshore. 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.

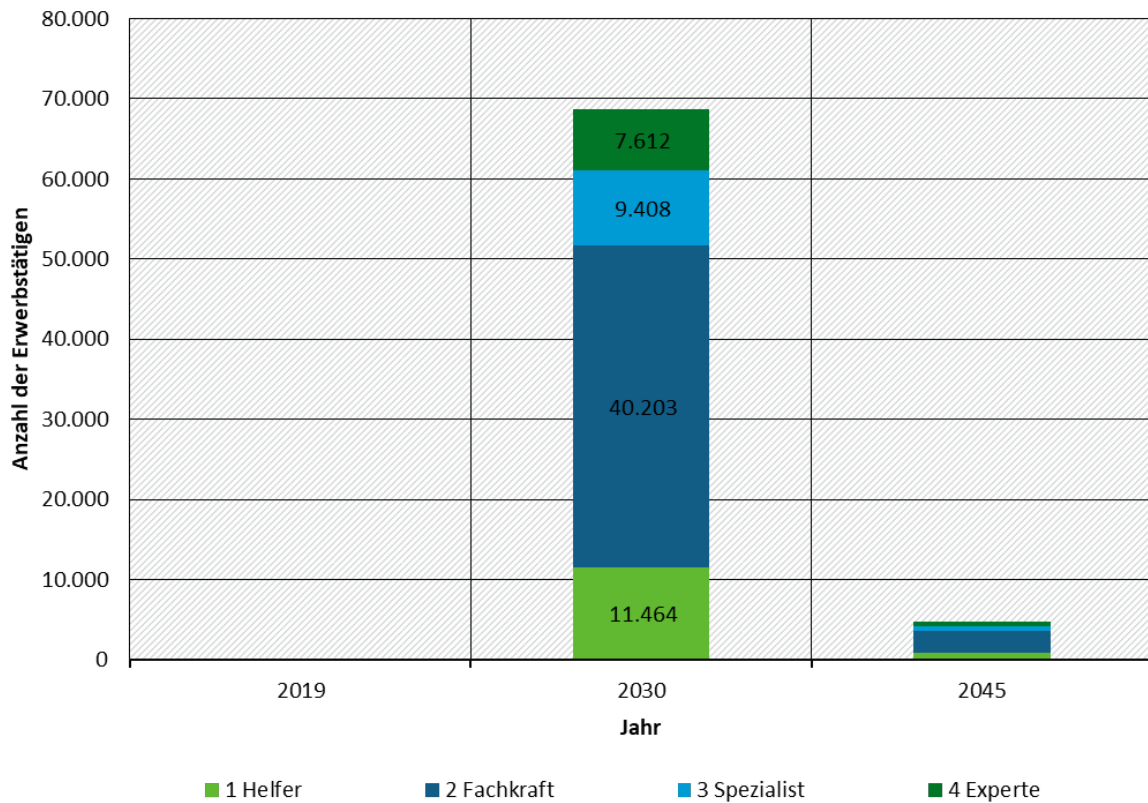
Zahlreiche Tätigkeiten sind durch Investitionen in Wind Onshore in jeweils relativ kleinen Ausmaßen betroffen (siehe den Posten „Sonstige“ in Abbildung 67). Den größten Posten macht die Tätigkeitskategorie „Maschinenbau- und Betriebstechnik“ mit einem investitionsbezogenen Bedarf von ca. 6.000 Erwerbstätigen im Jahr 2030 aus. Wie in Abbildung 68 dargestellt, entsteht in Deutschland durch Investitionen in Wind Onshore hauptsächlich Fachkräftebedarf (ca. 40.000 Erwerbstätige im Jahr 2030). Die Bedarfe auf den übrigen Anforderungsniveaus sind im Bereich von ca. 7.000-12.000 Erwerbstätigen im Jahr 2030.

Abbildung 67: Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in Wind Onshore – Erwerbstätige je Tätigkeit und Jahr



Quelle: Eigene Darstellung und Berechnungen (Fraunhofer ISI).

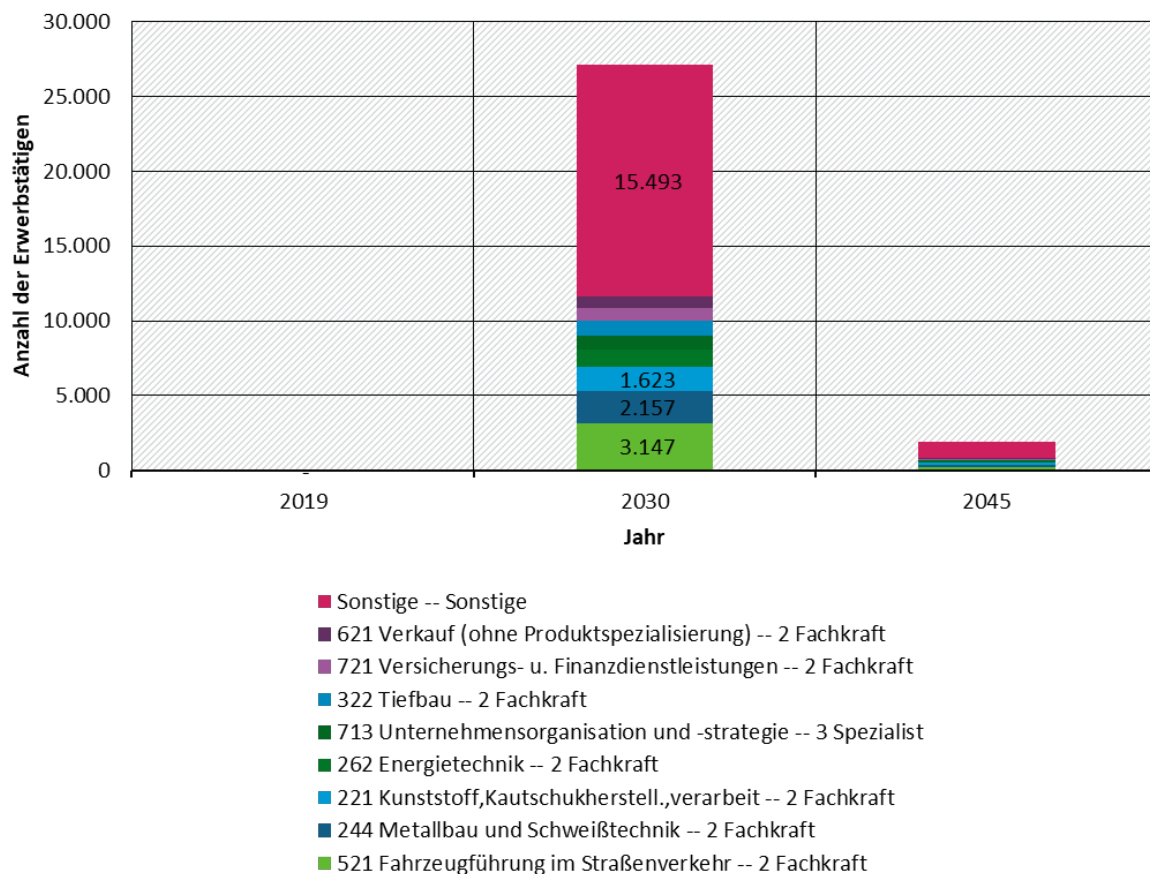
Anmerkung: Der Posten „Sonstige“ beinhaltet ca. 130 Tätigkeitskategorien mit sehr kleinen Erwerbstätigenanteilen. Die Nummern in der Legende sind Codes aus der Klassifikation der Berufe 2010 (Bundesagentur für Arbeit o.J.).

Abbildung 68: Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in Wind Onshore – 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.

Im Jahr 2030 generieren die Investitionen in Wind Onshore in Deutschland einen Arbeitskräftebedarf von ca. 27.000 Erwerbstätigen in der Engpassberufskategorie (siehe Abbildung 69). 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 ca. 7.000 Erwerbstätige im Jahr 2030 belaufen (siehe Abbildung 69).

Abbildung 69: Direkte und indirekte Effekte der Investitionen in Wind Onshore – 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 Aufsplittung 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.

5 Verteilungswirkungen

Textbox 13: Verteilungswirkungen: Wesentliches auf einen Blick

Gebäude:

- ▶ Im MWMS werden die Gebäude auf einen höheren Effizienzstandard gebracht und durch die 65 %-EE-Regelung werden mehr Wärmepumpen eingebaut. Dies zeigt sich insbesondere im Jahr 2030 und in Folgejahren, in denen die zusätzlichen jährlichen Investitionskosten bzw. Mieterhöhungen die Wärmekosteneinsparungen übersteigen. Der Effekt ist dann leicht regressiv, die Nettobelastung ist im Durchschnitt jedoch sehr gering (höchstens 0,15 % des verfügbaren Einkommens). Die Einsparungen sind abhängig von den Annahmen zum Gaspreis und seiner Relation zum Strompreis. Die anfallenden oder umgelegten Kosten dagegen sind abhängig vom Anteil energetischer Mehrkosten, also der Frage, ob im oder außerhalb des Sanierungszyklus saniert wird, der Höhe der Förderung und der Kostenentwicklung insgesamt. Für Mietende spielt außerdem die tatsächlich umgesetzte Mieterhöhung nach Sanierung eine Rolle, die u. a. davon abhängt, ob Vermietende Förderung in Anspruch nehmen.
- ▶ Laut den im Projekt durchgeführten Analysen mit dem Modell Invert/ee-lab reicht die in den Szenarien angenommene Förderung nicht aus, um die zusätzlichen Kosten im MWMS abzufedern und die ambitionierteren Sanierungen wirtschaftlich durchzuführen. Um regressivere Effekte abzumildern, müssten die Fördersätze insbesondere für ambitionierte Sanierungen der Gebäudehülle höher sein und zielgerichtet für besonders belastete Gruppen eingesetzt werden. Hierfür können u. a. die Einnahmen aus der CO₂-Bepreisung verwendet werden.
- ▶ Die Analyse von Beispielhaushalten zeigt die Effekte ausgewählter Maßnahmen auf verschiedene Haushaltstypen. Bei einem niedrigen CO₂-Preis von 30 Euro/t sind die Gebäudesanierungen unter den hier getroffenen Annahmen, die nicht den günstigen Sanierungsfall darstellen¹⁷, knapp nicht rentabel. Bei einem höheren CO₂-Preis von 200 Euro/t sind alle betrachteten Sanierungen auf EH-70 oder EH-55 aus Sicht der Beispielhaushalte und unter der hier getroffenen Annahme, dass Förderung nach BEG in Anspruch genommen wird, vorteilhaft. Die Belastung der Haushalte (gemessen am verfügbaren Einkommen) ist stark von der Höhe des Einkommens abhängig. Während der Beispielhaushalt mit hohem Einkommen im besten Fall nur 4 % seines Einkommens für Wärme und Mobilität ausgibt, sind es bei einem Beispielhaushalt mit geringem Einkommen im schlimmsten Fall 30 % des verfügbaren Einkommens.
- ▶ Unsicherheit: Aus dem Gebäudemodell werden Informationen zur Sanierungstätigkeit differenziert nach Miete/Eigentum, Gebäudeytp (EZFH/MFH) und Baualterklasse zur Verfügung gestellt. Da keine weiteren Informationen dazu vorliegen, welche Haushalte tatsächlich die Sanierungen durchführen, wird in jeder Merkmalskombination gleich verteilt und nicht weiter, z. B. nach dem Einkommen, differenziert. Für eine genaue Analyse der Verteilungswirkungen über die gesamte Bevölkerung wären gesicherte Annahmen dazu, welche Haushalte wahrscheinlich zu welchem Zeitpunkt sanieren, sinnvoll. Auch die in den Szenarien hinterlegten Annahmen zur Fortführung der staatlichen Förderung sind unsicher und hängen von der Haushaltsplanung ab.

¹⁷ In der Analyse der Beispielhaushalte nehmen wir an, dass die umlagefähigen Kosten dem Mittelwert zwischen Vollkosten und energetischen Mehrkosten abzüglich der Förderung entsprechen. Dies entspricht der Annahme, dass die energetische Sanierung außerhalb des Sanierungszyklus erfolgt und vorgezogen wird.

Verkehr:

- ▶ Öffentlicher Verkehr: Der einzige für Haushalte relevante Unterschied zwischen den beiden Szenarien liegt im Deutschlandticket, das im MWMS zusätzlich zur Verfügung steht. Das Deutschlandticket zeigt einen stark progressiven Verlauf: Es entlastet Haushalte mit wenig Einkommen prozentual stärker als Haushalte mit höherem Einkommen. Für Haushalte mit adäquatem Zugang zu entsprechenden Angeboten lohnt sich generell der Umstieg vom Pkw auf den ÖV und mit der Einführung des Deutschlandtickets umso mehr.
- ▶ Elektromobilität: Insbesondere bei einem hohen CO₂-Preis lohnt sich der Umstieg vom Pkw mit Verbrennungsmotor auf einen Pkw mit Elektroantrieb. Haushalte mit niedrigen Einkommen müssen ggf. unterstützt werden, um die dafür nötigen Investitionen aufbringen zu können. Aufgrund hoher Kraftstoffkosten droht ansonsten eine Verschärfung der Ungleichheit.
- ▶ Unsicherheit/Einschränkungen: Aufgrund der begrenzten Datenlage wird die Ersparnis durch das Deutschlandticket gleichmäßig auf alle Haushalte verteilt, die regelmäßig den öffentlichen Verkehr nutzen. Neunutzende des öffentlichen Verkehrs, die ca. 8 % bzw. < 1 Mio. Tickets ausmachen, sind nicht berücksichtigt; auch eine Veränderung des Modal-Splits, also eine Ersparnis durch weniger Autofahren, kann nicht erfasst werden. Für niedrige Einkommen gibt es in vielen Kommunen Sozial-Tickets, die unter dem Preis des Deutschlandtickets liegen. Die Nutzenden dieser Sozial-Tickets hätten gegenüber der Nutzung des Deutschlandtickets in der Regel keine Kostenersparnis, was in der Analyse nicht berücksichtigt wurde.

Die zusätzlichen Klimaschutzanstrengungen, die im MWMS gegenüber dem MMS unternommen werden, 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 zusätzlichen Maßnahmen im MWMS die 65 %-EE-Regelung und die Weiterentwicklung energetischer Standards. Im Verkehrssektor ist das Deutschlandticket eine wichtige zusätzliche Maßnahme im MWMS, welche direkt die Privathaushalte betrifft. Die verstärkte CO₂-Spreizung der LKW-Maut im MWMS könnte die Privathaushalte ebenfalls indirekt betreffen. Es ist allerdings unklar, inwieweit die dadurch entstehenden Mehrkosten an die Endverbrauchenden weitergegeben werden. Die Analyse der Verteilungswirkungen im Verkehrssektor beschränkt sich daher auf die Auswirkungen des Deutschlandtickets.

In Kapitel 2 wurde die daraus resultierende 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 sie sich über verschiedene Haushalte und Haushaltsgruppen verteilt. Dabei beleuchten wir einerseits die Verteilungswirkung über die gesamte Einkommensverteilung in Deutschland (im Abschnitt 5.1.1 für den Gebäudesektor und im Abschnitt 5.1.2 für den Verkehrssektor) und andererseits konkrete Beispielhaushalte. Diese Beispielhaushalte unterscheiden sich in Bezug auf eine Reihe sozio-ökonomischer Merkmale wie Einkommen und Familienstand, sowie das Wohnverhältnis, das bewohnte Gebäude und die zur Verfügung stehende Wohnfläche. Außerdem fahren sie Pkws mit unterschiedlichen Antrieben und/oder nutzen den öffentlichen Nahverkehr. Es wird betrachtet, welche Wirkung die Durchführung unterschiedlicher Klimaschutzmaßnahmen im Gebäude- und Verkehrsbereich auf diese Beispielhaushalte hat.

5.1 Verteilungsanalyse über alle Einkommensgruppen

Basis der Verteilungsanalyse über alle Einkommensgruppen ist das Mikrosimulationsmodell SEEK des Öko-Instituts (siehe nachfolgende Box und Abbildung 78 im Anhang).

Textbox 14: Mikrosimulationsmodell SEEK des Öko-Instituts

Jedes energie- und klimapolitische Instrument zieht Verteilungseffekte in der Bevölkerung nach sich. Auf Basis detaillierter Haushaltsdaten können Verteilungseffekte verschiedenster Instrumente auf die Bevölkerung in Deutschland mit dem Mikrosimulationsmodell SEEK bestimmt werden. Dabei wird abgebildet, wie Veränderungen in den Ausgaben, z. B. durch zusätzliche Investitionen, durch die Einsparung fossiler Brennstoffe oder Veränderungen in den Preisen auf unterschiedliche Haushaltstypen wirken. Betrachtete Verteildimensionen umfassen z. B. das verfügbare Einkommen, die Haushaltszusammensetzung oder den Erwerbstätigkeitsstatus eines Haushaltes.

Als Inputdaten des Mikrosimulationsmodells SEEK dienen die Mikrodatensätze der großen in Deutschland durchgeführten Haushaltsbefragungen. Dazu gehören die Einkommens- und Verbrauchsstichprobe (EVS), das Sozio-ökonomische Panel (SOEP) und die Mobilität in Deutschland (MiD). Je nach Fragestellung wird der Schwerpunkt auf den geeigneten Datensatz gelegt. In der vorliegenden Studie ist der Datensatz der EVS in seiner letzten erhobenen Welle aus dem Jahr 2018 relevant.

Die Verteilungsanalyse mit Hilfe des Modells SEEK und über die gesamte Einkommensverteilung in Deutschland erfolgt für die Sektoren Gebäude und Verkehr. Wir betrachten, welche Unterschiede in der Verteilung von Kosten und Nutzen sich zwischen dem MWMS und MMS ergeben. Dabei zeigen wir die Be- und Entlastung der privaten Haushalte in den verschiedenen Einkommensgruppen für drei Zeitpunkte: 2025, 2030 und 2035. Da das Modell SEEK auf der Bevölkerungsstruktur und den Charakteristika des Gebäude- und Verkehrssektors im Jahr 2018 beruht, wäre eine Weiterführung der Analyse über das Jahr 2035 hinaus mit zunehmenden Unsicherheiten behaftet.

Die Informationen zu den für private Haushalte relevanten Einsparungen und Kosten in MWMS und MMS kommen aus speziellen Auswertungen der Sektormodelle und stellen einen Anteil der gesamten Einsparungen und Kosten dar, die in den vorangegangenen Abschnitten, insbesondere Kapitel 2, betrachtet wurden. Dabei handelt es sich um den Anteil der Einsparungen und Kosten, der für private Haushalte relevant ist.

5.1.1 Gebäude

Die Information über die für private Haushalte relevanten Kosten und Einsparungen für Wohngebäude wurden aus dem Sektormodell INVERT/ee-lab von IREES aufgeschlüsselt nach den folgenden Charakteristika ausgespielt

- ▶ Gebäudetyp: Ein- oder Zweifamilienhaus, Mehrfamilienhaus
- ▶ Baualtersklasse: bis 1918, 1919-1948, 1949-1957, 1958-1968, 1969-1978, 1979-1983, 1984-1994, 1995-2001, 2002-2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009-2015, ab 2016
- ▶ Wohnverhältnis: Selbstgenutztes Eigentum, Miete

Auf Basis dieser Informationen werden die Inputdaten an das Modell SEEK herangespielt. In SEEK sind diese Informationen zur Wohnsituation der Haushalte ebenfalls enthalten, wobei in

SEEK die Baualtersklassen auf die Jahre vor 1949, 1949-1990, 1991-2000, 2001-2010 und ab 2011 zusammengefasst werden. Die Verteilungsanalyse bezieht sich ausschließlich auf den Wohngebäudebestand, da eine Betrachtung der Neubauaktivität eine weitergehende Analyse des Umzugsverhaltens der Haushalte erfordern würde. Der Neubau ist in der Kohorte „ab 2011“ enthalten. Aktivitäten in dieser Kohorte sind fast ausschließlich dem Neubau zuzuordnen und werden deshalb in der Analyse ausgeklammert.

Informationen dazu, wo wie saniert wird und in welchen Gebäuden die Heizung getauscht wird, werden vom Sektormodell an das Mikrosimulationsmodell weitergegeben. Die strukturellen Unterschiede in den Sanierungs- und Heizungstauschaktivitäten, die sich für die unterschiedlichen Gebäude und die Haushalte, die in diesen Gebäuden wohnen, ergeben, beruhen also auf den Ergebnissen aus dem Sektormodell. Dabei werden die Investitionen und Energie- sowie Betriebskosten in EUR/qm umgerechnet, um den Gebäudebestand im Sektormodell INVERT/ee-lab von IREES und dem Mikrosimulationsmodell auf den gleichen Wert zu skalieren. Tabelle 1 stellt diese Inputdaten dar. Auf Basis dieser Informationen simuliert SEEK dann, wie sich die Kosten und Einsparungen in den drei Jahren 2025, 2030 und 2035 auf die Haushalte und Haushaltsgruppen verteilen.

Tabelle 1: Input Verteilungsanalyse über alle Einkommensgruppen: Differenz MWMS – MMS in EUR/qm

		BAK	Energiekosten			Annuierte Investition Gebäudehülle			Annuierte Investition Wärmeversorgung		
			2025	2030	2035	2025	2030	2035	2025	2030	2035
EZFH	Eigentum	vor 1949	-4.48	-2.58	-1.83	2.59	2.27	1.71	0.33	0.55	0.83
		1949-1990	-1.96	-1.38	-1.22	1.08	1.59	1.79	0.25	0.31	0.47
		1991-2000	-0.58	-0.54	-0.85	0.13	0.91	2.14	0.18	0.28	0.37
		2001-2010	-0.43	-0.40	-0.61	0.04	0.40	0.99	0.14	0.32	0.48
EZFH	Miete	vor 1949	-4.24	-2.68	-2.30	1.55	1.82	2.54	0.16	0.37	0.78
		1949-1990	-1.88	-1.74	-2.06	1.31	2.55	3.94	0.12	0.25	0.64
		1991-2000	-0.65	-0.95	-1.56	0.19	1.75	3.77	0.15	0.46	1.22
		2001-2010	-0.46	-0.70	-1.69	0.05	0.56	1.60	0.09	0.23	0.69
MFH	Eigentum	vor 1949	-3.09	-1.78	-1.24	1.62	1.25	0.93	0.14	0.24	0.35
		1949-1990	-1.12	-0.84	-0.88	0.45	0.73	0.90	0.11	0.18	0.25
		1991-2000	-0.37	-0.35	-0.56	0.05	0.32	0.73	0.07	0.16	0.20
		2001-2010	-0.33	-0.50	-0.70	-0.02	0.05	0.10	0.07	0.23	0.25

	Miete	BAK	Energiekosten			Annuierte Investition Gebäudehülle			Annuierte Investition Wärmeversorgung		
		vor 1949	-2.90	-2.03	-2.21	1.20	1.14	1.22	-0.01	-0.06	0.06
		1949-1990	-1.25	-1.36	-1.90	0.63	1.34	1.94	0.02	-0.02	0.09
		1991-2000	-0.33	-0.54	-1.23	0.07	0.58	1.34	0.01	0.01	0.15
		2001-2010	-0.27	-0.52	-1.34	-0.01	0.19	0.42	0.01	0.04	0.20

Quelle: Sektormodell INVERT/ee-lab (IREES); Berechnungen: Öko-Institut

Anmerkung: Positive Zahlen bedeuten zusätzliche Kosten im MWMS gegenüber dem MMS, negative Zahlen bedeuten Einsparungen

Auf der Kostenseite stehen für die privaten Haushalte die Differenzinvestitionen im MWMS gegenüber dem MMS. Diese Differenzinvestitionen ergeben sich aus der Umsetzung der 65 % EE-Regel, sowie der Weiterentwicklung energetischer Standards. Dabei werden analog dem Vorgehen in Kapitel 2 nur die energetischen Mehrkosten betrachtet. Außerdem wurde für die Analyse der Verteilungswirkungen die staatliche Förderung von diesen Kosten abgezogen.

Für selbstnutzende Eigentümer*innen werden die Investitionen mit einem privaten Zinssatz von 4 % p. a. real über die Lebensdauer der Gebäudehülle oder Wärmeversorgung annuiert. Für Mietende werden die energetischen Mehrkosten abzüglich der Förderung mit einer Modernisierungsumlage von 5 % umgelegt. Im Gegensatz zu Kapitel 2 sind alle Steuern und Abgaben (inklusive MwSt.) enthalten und der Zinssatz ist auf 4 % angehoben, um die Perspektive privater Akteure und ihre möglichen Verzinsungserwartungen oder Kreditkonditionen widerzuspiegeln.

Auf der Einsparungsseite stehen niedrigere Energiekosten im MWMS gegenüber dem MMS in den Wohngebäuden. Wie schon in Kapitel 2 deutlich wird, handelt es sich hierbei v. a. um eingesparte Kosten für Erdgas. In der Verteilungsanalyse werden die Differenzkosten im jeweiligen Betrachtungsjahr genutzt. Auch hier sind alle Steuern und Abgaben (Energiesteuer, CO₂-Preise und MwSt.) enthalten.

Abbildung 70 stellt die so errechneten Ergebnisse für private Haushalte für das Jahr 2025 dar. Die Balken repräsentieren die zusätzlichen (annuierten) Investitionen im MWMS gegenüber dem MMS in Gebäudehülle und Wärmeversorgung von Wohngebäuden, sowie die zusätzlichen Einsparungen in Euro/Jahr. Die Linie zeigt das Verhältnis von zusätzlichen Kosten und Einsparungen in % des verfügbaren Einkommens der Haushalte. Dafür wird das im Modell enthaltene Einkommen der Haushalte aus dem Jahr 2018 mit dem Faktor 1,04 auf das Jahr 2019 inflationiert und ab dem Jahr 2019 unter der Annahme eines realen Lohnwachstums von 1 % p. a. auf die Jahre 2025, 2030 bzw. 2035 fortgeschrieben. Basis für diese Annahme ist das Institut Arbeit und Qualifikation der Universität Duisburg-Essen (2023).

Die Effekte sind dargestellt für zehn Einkommensdezile. Um die Einkommensdezile zu bilden, werden die Haushalte anhand ihres Nettoäquivalenzeinkommens sortiert und dann in zehn gleich große Gruppen eingeteilt. Das erste Einkommensdezil ist das einkommensschwächste, das zehnte Dezil das einkommensstärkste. Die Äquivalenzgewichtung des Einkommens stellt

dabei sicher, dass die Haushalte in den Einkommensgruppen vergleichbar sind, indem die Anzahl der Haushaltsmitglieder berücksichtigt wird.¹⁸

Textbox 15: Streuung der Ergebnisse innerhalb der Dezile

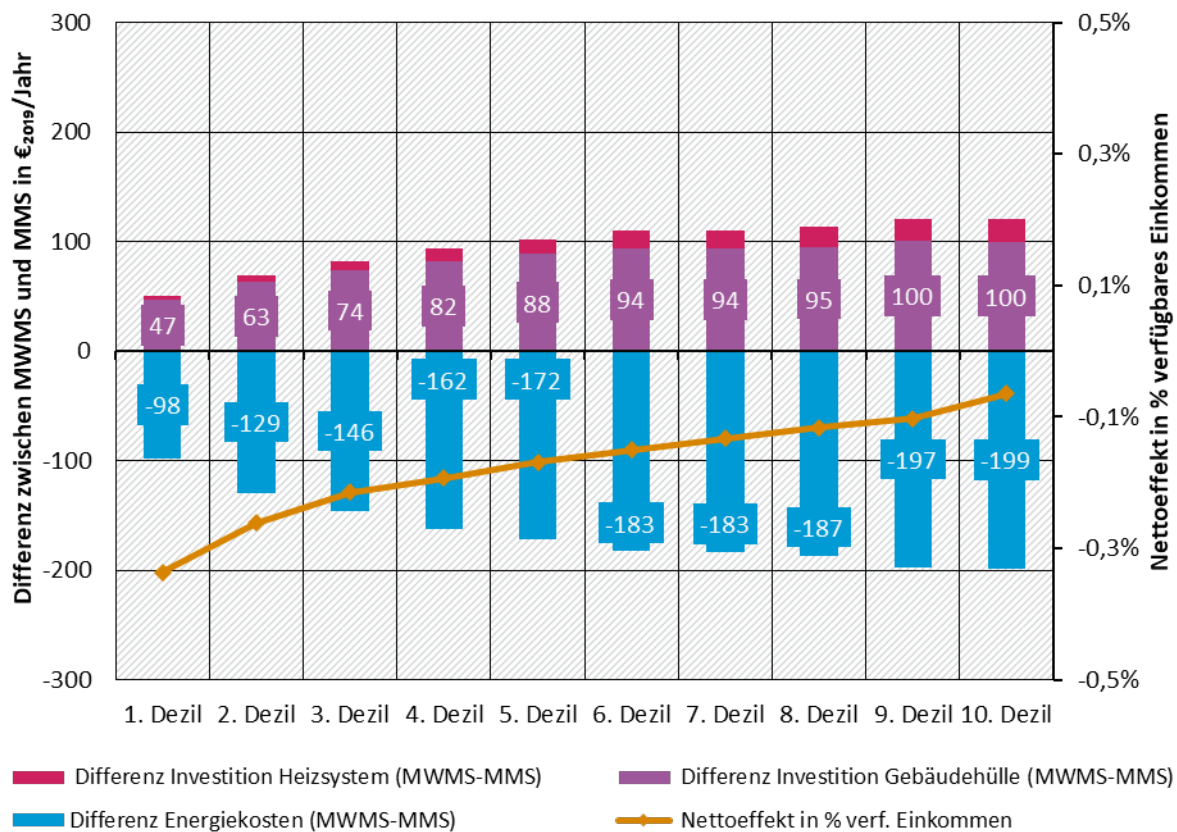
Die hier dargestellten Ergebnisse zeigen den Unterschied zwischen dem MWMS und MMS für einen durchschnittlichen Haushalt im jeweiligen Einkommensdezil. Man muss dabei berücksichtigen, dass sowohl im MMS als auch im MWMS nicht alle Haushalte im jeweiligen Dezil bis zum Jahr 2025, 2030 bzw. 2035 eine Klimaschutzmaßnahme durchführen. Dies liegt daran, dass die Gebäude nur nach und nach saniert und die Heizungen auch nur nach und nach ausgetauscht werden. Dies gilt auch für die zusätzlichen Klimaschutzmaßnahmen im MWMS gegenüber dem MMS. Nicht alle in einem jeweiligen Dezil enthaltenen Haushalte sind von der Weiterentwicklung energetischer Standards oder der 65 % EE-Regelung betroffen. Dies bedeutet, dass für viele Haushalte kein Unterschied zwischen dem MMS und MWMS besteht und die Effekte daher – über die gesamte Bevölkerung verteilt – klein sind. Die hier gezeigten Durchschnittswerte pro Dezil ergeben sich also aus vielen Haushalten, für die zwischen MMS und MWMS kein Unterschied besteht bis zum Jahr 2025, 2030 bzw. 2035 und einigen Haushalten, bei denen es Differenzen in Investitionen und Einsparungen auf Grund der zusätzlichen Instrumente gibt. In Abschnitt 5.2 untersuchen wir anhand von Beispielhaushalten genauer, wie sich unterschiedliche Zustände in Bezug auf Sanierung und Heizungstausch im Einzelfall auswirken.

Laut Abbildung 70 übersteigen die Einsparungen – insbesondere bei Erdgas – die zusätzlichen Investitionen im MWMS gegenüber dem MMS im Jahr 2025 in allen Dezilen. Dies ist analog zu den Ergebnissen aus Sicht von Investoren*Investorinnen (Abbildung 31). Zurückzuführen ist dies u. a. auf die deutlichen Erdgaseinsparungen im Jahr 2025 und den noch recht hohen Erdgaspreis von über 11ct/kWh inkl. CO₂-Preis (vgl. Abschnitt 2.4).

Sowohl die zusätzlichen annuisierten Investitionen als auch die zusätzlichen Einsparungen im MWMS gegenüber dem MMS steigen mit dem Einkommen an (linke Achse in Abbildung 70). Dies hängt einerseits damit zusammen, in welcher Art von Gebäude und in welchem Wohnverhältnis die Haushalte wohnen und in welcher Weise sie deswegen von zusätzlichen Instrumenten im MWMS betroffen sind. Viel stärker getrieben ist der Effekt aber durch die mit dem Einkommen ansteigende Wohnfläche der Haushalte. Wie schon in Abbildung 28 wird deutlich, dass im Jahr 2025 auch aus Sicht der Haushalte die Differenzinvestitionen in die Gebäudehülle größer sind als die Differenzinvestitionen in die Wärmeversorgung.

Auf der rechten Achse in Abbildung 70 ist der Gesamteffekt aus zusätzlichen (annuisierten) Investitionen und Einsparungen dargestellt – und zwar im Verhältnis zum verfügbaren Einkommen. Der Effekt ist progressiv. Das heißt, Haushalte mit niedrigen Einkommen werden – gemessen an ihrem Einkommen – stärker entlastet als Haushalte mit hohem Einkommen. Obwohl es also so ist, dass die absolute Nettoeinsparung mit dem Einkommen ansteigt, nimmt die relative Einsparung mit dem Einkommen ab. Dies ist generell so, wenn die berechneten Einsparungen einen höheren Anteil des Haushaltsbudgets für niedrige Einkommen repräsentieren als für hohe Einkommen.

¹⁸ In jedem Einkommensdezil befindet sich dabei die gleiche Anzahl an Personen, nämlich 8,1 Millionen. Die Anzahl der Haushalte pro Dezil variiert, da die Haushaltsgröße variiert. Z. B. gibt es im ersten Dezil besonders viele Ein-Personen-Haushalte. Zur Bildung des Nettoäquivalenzeinkommens wurde die neue OECD-Skala verwendet.

Abbildung 70: Annuisierte Differenzinvestitionen und Differenzausgaben privater Haushalte im Gebäudesektor im MWMS gegenüber MMS im Jahr 2025

Quelle: Eigene Darstellung (Öko-Institut); Modellrechnung: SEEK auf Basis EVS 2018 (FDZ der Stat. Ämter des Bundes und der Länder) mit Input Modellrechnung IREES.

Anmerkungen: Energetische Mehrkosten ohne Ohnehin-Kosten; alle Steuern und Abgaben enthalten; reales Einkommenswachstum von pauschal 1 % p. a. angenommen. Negative Werte bedeuten Einsparungen für die Haushalte im MWMS gegenüber dem MMS, positive Werte bedeuten zusätzliche Kosten.

Betrachtet man das Jahr 2030 (Abbildung 71) wird deutlich, dass nun die zusätzlichen annuierten Investitionskosten, bzw. die durch die Mieterhöhung nach Modernisierung umgelegten Kosten die zusätzlichen Einsparungen für Heizenergie im MWMS gegenüber dem MMS - in allen Dezilen außer dem ersten - leicht übersteigen. Die Kosten-Nutzen-Bilanz wird für die Haushalte im Durchschnitt leicht ungünstig. Der Gesamteffekt – gemessen am verfügbaren Einkommen – ist mit durchschnittlich 0,03 % des verfügbaren Einkommens sehr niedrig.

Textbox 16: Förderung für Sanierung und Heizungstausch im Sektormodell Invert/ee-Lab

Die energetische Sanierung von Gebäuden wird sowohl durch Zuschüsse in der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) als auch steuerlich gefördert. Der Heizungstausch wird nur durch Zuschüsse in der BEG gefördert. In den Szenarien wird die BEG mit Stand Juli 2022 abgebildet.

Im Sektormodell wird sowohl das Förderbudget als auch die Zuschüsse berücksichtigt. Das Förderbudget der BEG beträgt 18 Mrd. Euro in 2021, 30 Mrd. Euro in 2022 und 13 Mrd. Euro in 2023. Ab 2024 wird ein Budget von rund 8 Mrd. Euro angenommen.

Der Heizungstausch wird mit folgenden Zuschüssen gefördert:

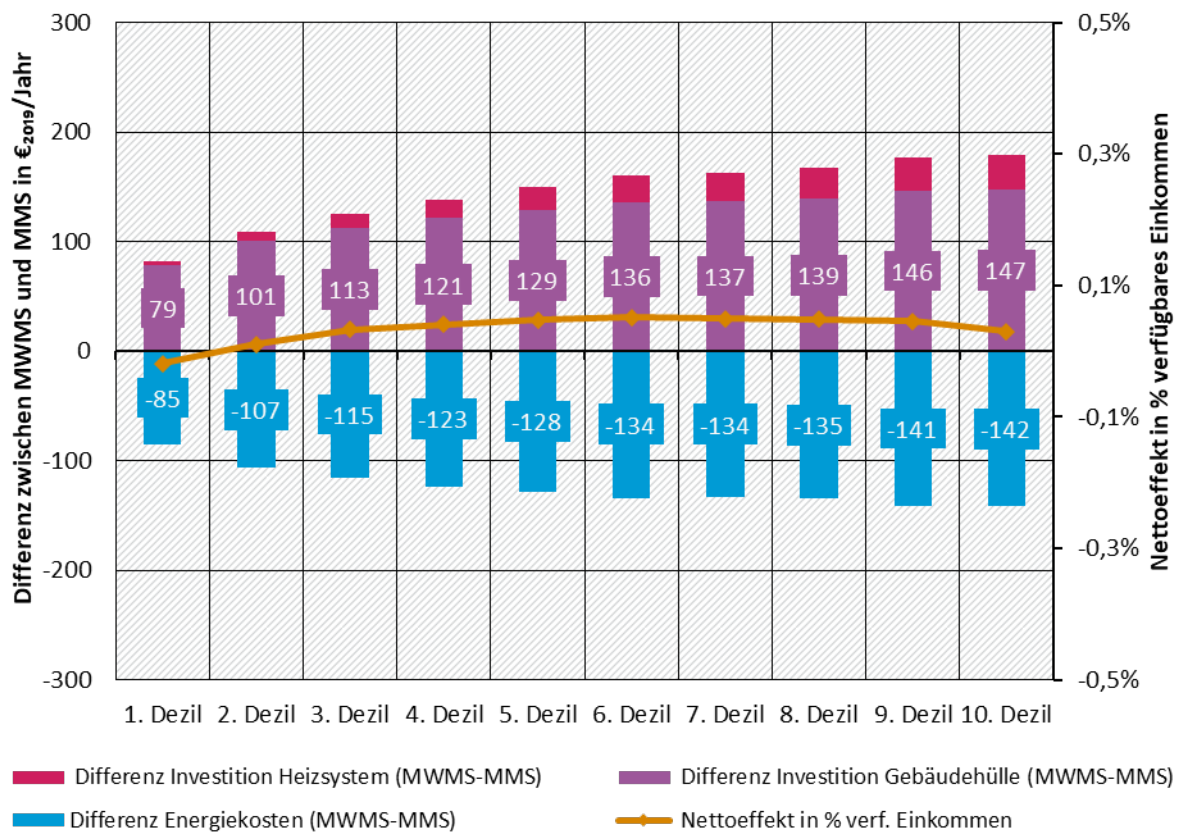
- Biomasse: 10 %

- ▶ Solarthermie: 25 %
- ▶ Wärmepumpe: 25 % (+5 % WP-Bonus bei Sole-WP, Wasser-WP und Abwasser-WP oder natürlichem Kältemittel)
- ▶ Brennstoffzellenheizung: 25 %
- ▶ Innovative Heizungstechnik: 25 %
- ▶ Errichtung Gebäudenetz: 20 % bis 30 %
- ▶ Wärmenetzanschluss: 30 %
- ▶ Bonus für Heizungstausch: 10 % (Öl-/Kohle-/Nachtspeicherheizung, Gasetagenheizung, Gaskessel älter als 20 Jahre)

In Bezug auf die energetische Gebäudesanierung werden im Sektormodell verschiedene Sanierungspakete abgebildet, die den Anforderungen der KfW-Effizienzhäuser entsprechen. Es gelten folgende Zuschüsse:

- ▶ Effizienzhaus 70: 10 %
- ▶ Effizienzhaus 55: 15 %
- ▶ Effizienzhaus 40: 20 %

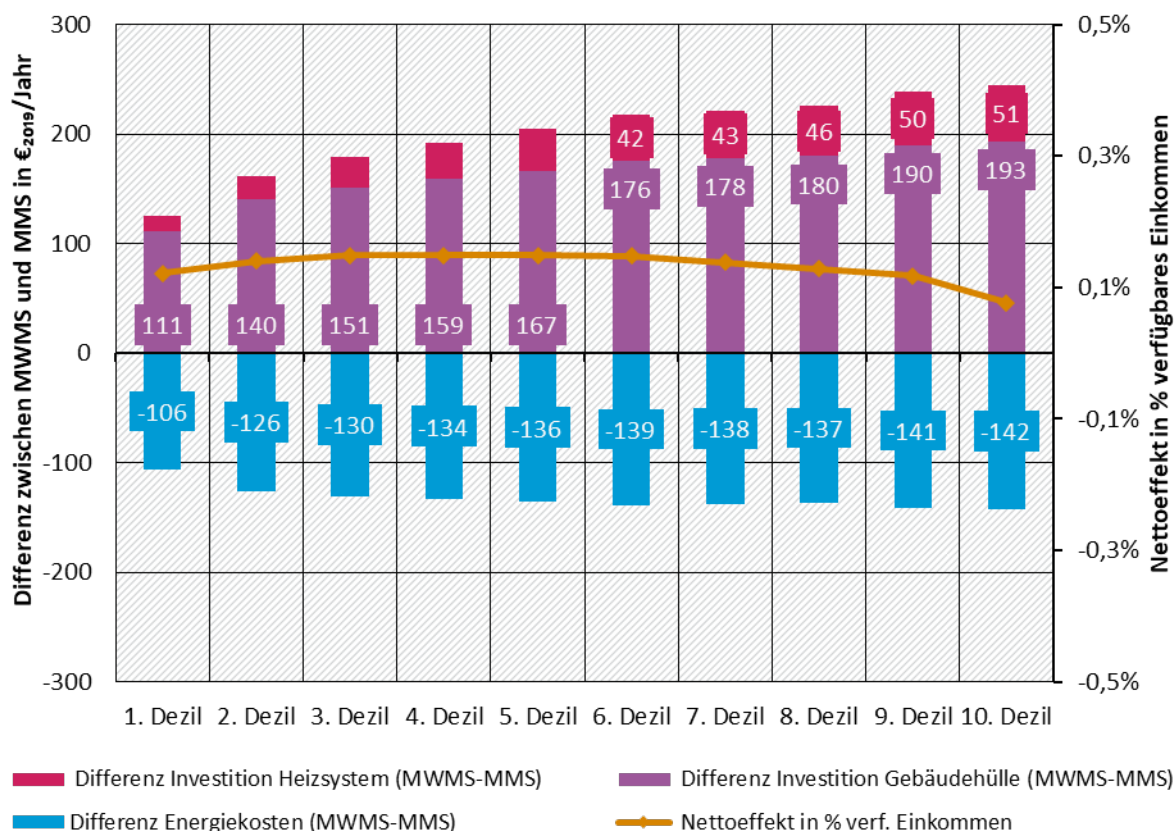
Auch dies entspricht den Ergebnissen aus Investoren-Sicht (Abbildung 31). Ein Grund dafür, dass die Bilanz im Jahr 2030 schlechter ist als im Jahr 2025, ist u. a. der niedrigere Gaspreis im Jahr 2030, der dazu führt, dass die eingesparten Kosten beim Erdgas gegenüber 2025 kleiner sind. Gleichzeitig fallen im MWMS zur Erreichung der ambitionierten Sanierungsniveaus ab 2025 höhere Investitionskosten an, die zusätzlich durch die allgemeine Entwicklung der Bau- und Sanierungskosten steigen. Die Sanierung auf ein höheres Ambitionsniveau führt zu geringerem Erdgasverbrauch, der jedoch aufgrund des geringeren Erdgaspreises die zusätzlichen Investitionen in 2030 nicht ganz kompensieren kann (siehe dazu auch Kapitel 2.4). Die in der Verteilungsanalyse zusätzlich berücksichtigte Förderung (siehe Textbox 16) reicht nicht aus, um die im Sektormodell ermittelten zusätzlichen Kosten im MWMS komplett abzufedern. Das Verhältnis ist außerdem davon abhängig, welcher Anteil der Vollkosten als energetische Mehrkosten ausgewiesen wird. Der Anteil ist in der Regel höher, wenn Gebäude außerhalb des regulären Sanierungszyklus saniert werden, da in dem Fall nur geringe Ohnehin-Kosten (=reguläre Instandhaltungskosten) anfallen (vgl. Textbox 1 in Kapitel 2).

Abbildung 71: Annuierte Differenzinvestitionen und Differenzausgaben privater Haushalte im Gebäudesektor im MWMS gegenüber MMS im Jahr 2030

Quelle: Eigene Darstellung (Öko-Institut); Modellrechnung: SEEK auf Basis EVS 2018 (FDZ der Stat. Ämter des Bundes und der Länder) mit Input Modellrechnung IREES.

Anmerkungen: Energetische Mehrkosten ohne Ohnehin-Kosten; alle Steuern und Abgaben enthalten; reales Einkommenswachstum von pauschal 1 % p. a. angenommen. Negative Werte bedeuten Einsparungen für die Haushalte im MWMS gegenüber dem MMS, positive Werte bedeuten zusätzliche Kosten.

Im Jahr 2035 (Abbildung 72) sind die Effekte noch ausgeprägter. Die Kosten - repräsentiert durch direkte, annuierte Investitionen von selbstnutzenden Eigentümern*Eigentümerinnen und Mieterhöhungen nach Modernisierung bei den Mietenden - übersteigen die Einsparungen durch geringeren Energieverbrauch. Wie in Abbildung 31 wird der Anteil der Investitionen in Heizsysteme beim Vergleich der Differenzinvestitionen bedeutender. Der Effekt - gemessen in Prozent des verfügbaren Einkommens - beträgt durchschnittlich 0,13 %. Er nimmt mit dem Einkommen leicht ab, der Effekt ist also im Jahr 2035 leicht regressiv. Dies hebt die Notwendigkeit einer zielgerichteten Förderung von Sanierungen bei Haushalten mit geringem oder mittlerem Einkommen hervor (siehe dazu auch Textbox 17 in Kapitel 5.2).

Abbildung 72: Annuierte Differenzinvestitionen und Differenzausgaben privater Haushalte im Gebäudesektor im MWMS gegenüber MMS im Jahr 2035

Quelle: Eigene Darstellung (Öko-Institut); Modellrechnung: SEEK auf Basis EVS 2018 (FDZ der Stat. Ämter des Bundes und der Länder) mit Input Modellrechnung IREES.

Anmerkungen: Energetische Mehrkosten ohne Ohnehin-Kosten; alle Steuern und Abgaben enthalten; reales Einkommenswachstum von pauschal 1 % p. a. angenommen. Negative Werte bedeuten Einsparungen für die Haushalte im MWMS gegenüber dem MMS, positive Werte bedeuten zusätzliche Kosten

5.1.2 Verkehr

Im Folgenden wird analysiert, inwiefern sich Unterschiede in den Politikinstrumenten im Verkehrssektor auf die Einkommensbelastung der Bevölkerung auswirken und ob sich die Belastung zwischen den Einkommensschichten unterscheidet. Im Verkehrssektor kommen im MWMS im Vergleich zum MMS nur wenige Instrumente hinzu. Nur das Deutschlandticket ist dabei als direkt verteilungsrelevant für die privaten Haushalte einzuschätzen. Die Wirkung der Erweiterung der Lkw-Maut um eine CO₂-Komponente ist eher als indirekt einzustufen und es bleibt abzuwarten, inwiefern die gestiegenen Kosten für Spediteure an Endkunden*Endkundinnen weitergegeben werden. Auf eine Berücksichtigung der Verteilungswirkung der Lkw-Maut wird daher verzichtet. Um die Verteilungswirkungen aller weiteren Instrumente, also auch der Instrumente, die sowohl im MMS als auch im MWMS zu einer Mehrbelastung oder Entlastung der Haushalte führen, zu betrachten, wird im anschließenden Unterkapitel die Verteilungswirkung der verschiedenen Maßnahmen anhand von Beispielhaushalten analysiert.

Für die Verteilungswirkungsanalyse des Deutschlandtickets werden zunächst basierend auf Daten zu Einnahmen aus Fahrkartenverkäufen und zu Personenkilometern des VDV (VDV Statistik 2019) Personenkilometerpreise für verschiedene Fahrkartentypen (z. B. Einzel- oder

Monatskarten) geschätzt. In einem weiteren Schritt werden die Fahrkartentypen des VDV mit den im MiD 2017¹⁹-Wegedatensatz (Infas 2019), welcher die durchschnittliche Mobilität in Deutschland nach dem Stichtagsprinzip²⁰ beinhaltet, von Öffentlichen Verkehr (ÖV)-Nutzern*Nutzerinnen angegebenen Fahrkartentypen harmonisiert bzw. einander zugeordnet. So wird jedem mit dem ÖV zurückgelegten Weg in der MiD 2017 ein Preis pro Personenkilometer gemäß dem individuell genutzten Ticket hinterlegt. Anschließend werden auf Basis dieses ermittelten Preises und der Angabe zur Wegelänge in der MiD die Kosten für die Fahrten berechnet und anschließend unter Berücksichtigung der Angabe zur Häufigkeit der Wege aufs Jahr hochgerechnet.²¹ Ferner wird angenommen, dass ÖV-Nutzer*innen das Deutschlandticket kaufen, wenn das Deutschlandticket auf das Jahr gerechnet für die ÖV-Nutzer*innen günstiger ist als ihr bisheriger Fahrkartentyp.. Die Differenz zwischen den vorherigen jährlichen Ausgaben und den neuen jährlichen Ausgaben für das Deutschlandticket ist dann die Ersparnis für die ÖV-Nutzer*innen.

Diese Ersparnis ist verteilungsrelevant und wird im Folgenden in Abbildung 73 analysiert. Die Abbildung zeigt die durch das Deutschlandticket gesparten Ausgaben für den ÖV differenziert nach Einkommensdezilen für alle ÖV-Nutzer*innen. Durchschnittlich beläuft sich die Entlastung auf 220 bis 350 Euro pro Jahr je nach Dezil. Die Wirkungen verlaufen progressiv: gemessen am Anteil der Ersparnis am Einkommen der Haushalte fällt die Entlastung für Haushalte der unteren Dezile deutlich stärker aus als für Haushalte der oberen Dezile.

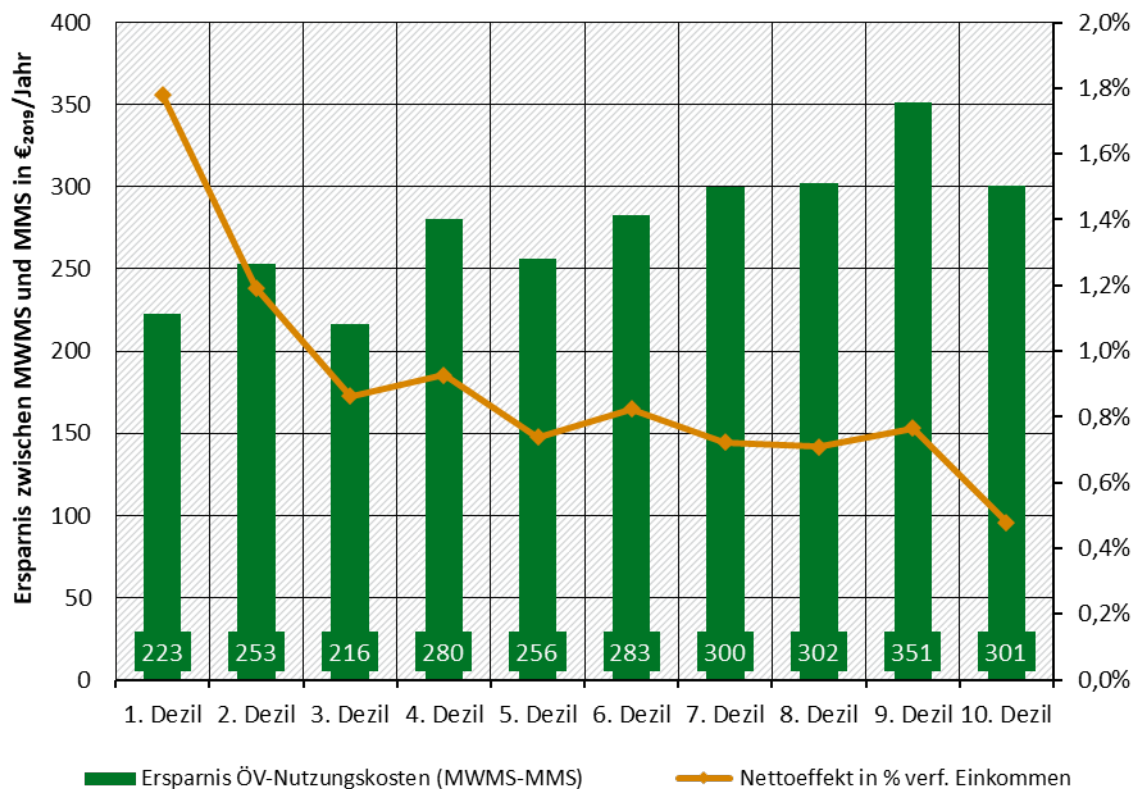
Angesichts der begrenzten Datenverfügbarkeit sind die Ergebnisse jedoch unter Berücksichtigung von folgenden Einschränkungen zu interpretieren:

Die Ersparnis durch das Deutschlandticket ist gleichverteilt auf alle, die regelmäßig den öffentlichen Verkehr nutzen. Somit werden Neunutzer*innen des ÖV, die ca. 8 % bzw. < 1 Mio. Tickets ausmachen, nicht berücksichtigt. Ferner wird eine Veränderung des Modal-Splits nicht erfasst. Eine Ersparnis durch weniger Autofahren ist damit ebenso nicht enthalten. Auch die Verfügbarkeit von Sozial-Tickets wurde bei der Analyse nicht berücksichtigt, welche je nach Kommune und Landkreis jedoch häufig günstiger sind als das Deutschlandticket.

¹⁹ Mobilität in Deutschland

²⁰ Die Befragten der repräsentativen Befragung geben bei einer Stichtagsbefragung ihr Mobilitätsverhalten an einem Tag des Jahres an.

²¹ Eine detaillierte Beschreibung der Methodik inklusive der unterstellten Preise ist Blanck und Kreye ((2021)) zu entnehmen.

Abbildung 73: Verteilungswirkungen der Ersparnisse durch das Deutschlandticket für regelmäßige Nutzer*innen des öffentlichen Nahverkehrs

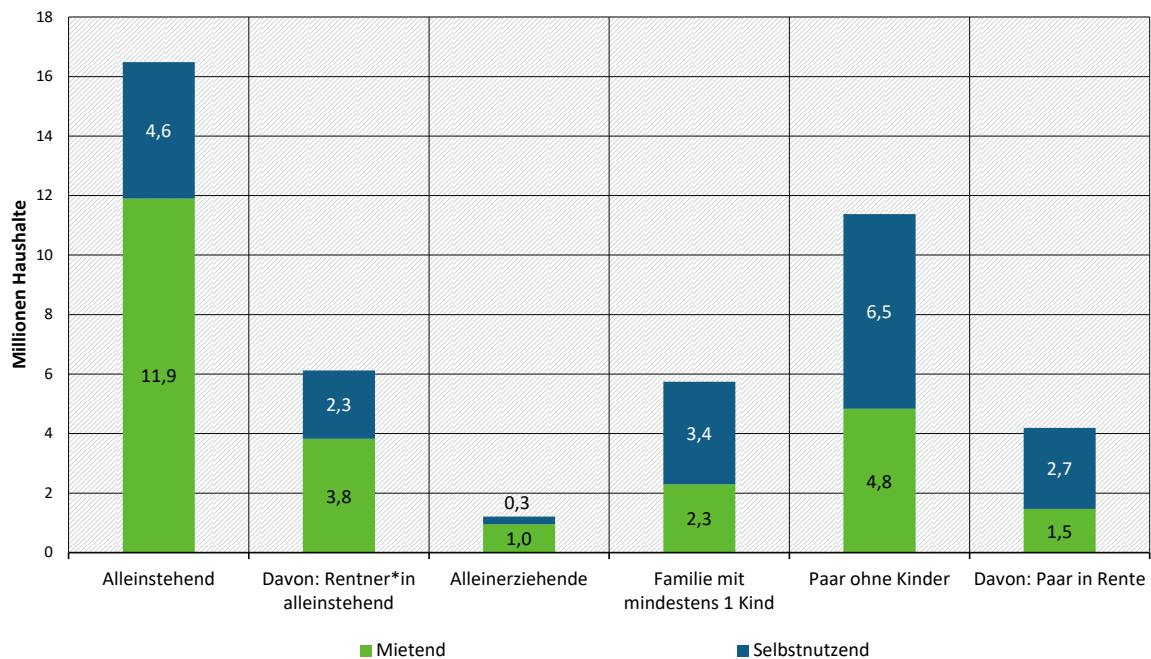
Quelle: Eigene Darstellung (Öko-Institut); Modellrechnung: auf Basis von MiD (2017) und VDV Statistik (2019) mit Input Modellrechnung Öko-Institut.

Dargestellt sind absolute Ersparnisse (Differenz zwischen MWMS und MMS) und relative Ersparnisse vom Haushaltseinkommen (Nettoeffekt), differenziert nach Haushaltseinkommensdezilen; die Dezile teilen die Haushalte in 10 gleich große Haushaltseinkommensgruppen auf.

5.2 Analyse von Beispielhaushalten, Betrachtung einzelner Maßnahmen

Im Gegensatz zur Analyse im vorhergehenden Abschnitt wird im Folgenden nicht die Differenz zwischen den beiden Szenarien MMS und MWMS betrachtet, sondern der Unterschied zwischen verschiedenen Zuständen in Bezug auf durchgeführte Klimaschutzmaßnahmen im Gebäude- und Verkehrsbereich. Die Förderung wird dabei unabhängig von den Szenarien nach aktueller BEG-Regelung angelegt. Die Betrachtung erfolgt anhand einer Reihe von Beispielhaushalten, die sich an Hand verschiedener sozio-ökonomischer Merkmale, ihrer Wohnsituation und ihres Mobilitätsverhaltens unterscheiden. Diese Analyse von Beispielhaushalten erlaubt einen Blick auf die konkreten Auswirkungen im Einzelfall, während in den vorhergehenden Analysen der durchschnittliche Effekt zwischen den Szenarien pro Einkommensdezil betrachtet wurde.

Wir betrachten fünf Beispielhaushalte in insgesamt 18 verschiedenen Ausprägungen. Zur Einordnung zeigt Abbildung 74 das Vorkommen der betrachteten übergeordneten Gruppen - Alleinstehende (darunter alleinstehende Rentner*innen), Alleinerziehende, Familien mit Kindern, Paare ohne Kinder (darunter Paare in Rente) - in Deutschland im Jahr 2018.

Abbildung 74: Vorkommen der betrachteten Gruppen von Beispielhaushalten in Deutschland

Quelle: FDZ der Stat. Ämter des Bundes und der Länder, Einkommens- und Verbrauchsstichprobe (EVS) 2018; Berechnungen: Öko-Institut.

5.2.1 Spezifizierung der Beispielhaushalte

In den verschiedenen Ausprägungen haben die Beispielhaushalte unterschiedliche

- ▶ Einkommen
- ▶ Wohnform (Miete/Eigentum, Art des Gebäudes, Wohnfläche)
- ▶ Ausstattung (Heizung, Pkw etc.)
- ▶ Pendeldistanz mit Pkw zur Arbeit oder Pendeln mit dem ÖV, gesamte Fahrleistung pro Jahr
- ▶ Durchgeführte Investitionen (Sanierung, Wärmepumpe, E-Pkw)

Wir unterscheiden Beispielhaushalte, die in einer Mietwohnung wohnen (Tabelle 2) und Beispielhaushalte, die im eigenen Einfamilienhaus leben (Tabelle 4). Die Spezifizierung der Beispielhaushalte erfolgt für einen unsanierten und nicht-erneuerbaren Ausgangszustand im Jahr 2022, sowie für eine Reihe von sanierten Zuständen und unterschiedlichem Mobilitätsverhalten (Benziner, E-Pkw, Deutschlandticket). Wohnflächen und Fahrleistung entsprechen realistischen Größen für den jeweiligen Beispielhaushalt nach Mikrodatsätzen auf Basis der großen Haushaltsbefragungen (insbesondere der Einkommens- und Verbrauchsstichprobe EVS für Wohnen und der Mobilität in Deutschland MiD für Mobilität).

Die Verbrauchswerte von Erdgas, Heizöl und Strom für Wärme im unsanierten bzw. sanierten Gebäude, sowie für Benzin und Strom bzw. das Deutschlandticket für die Mobilität ergeben sich aus den in Abschnitt 5.2.2 erläuterten Datenquellen und Annahmen. Dies gilt auch für die Reduzierung der Fahrleistung auf Grund des Erwerbs des Deutschlandtickets, die auch in Abschnitt 5.2.2 erläutert wird.

Die Beispielhaushalte, die in Mietwohnungen leben (Tabelle 2), umfassen vier Haushaltstypen: eine Familie mit 2 Kindern, eine*n Rentner*in, eine*n Alleinerziehende*n mit einem Kind sowie einen Single-Haushalt. Diese vier Haushaltstypen wohnen in unseren Betrachtungen immer in einer Wohnung mit unterschiedlichen Zuständen: entweder unsaniert und fossil beheizt oder saniert und mit Wärmepumpe beheizt. Auch die Art des Pkws (Verbrenner/E-Auto), den sie fahren und die Fahrleistung, die bei Inanspruchnahme eines Deutschlandtickets verringert wird, unterscheiden sich. Generell bewegen sich die Zustände innerhalb der Haushaltstypen von einem Ausgangszustand mit hohen Emissionen (jeweils linke Spalte) zu Zuständen mit weniger Emissionen nach Umsetzung verschiedener Klimaschutzmaßnahmen (jeweils mittlere und rechte Spalten innerhalb eines Haushaltstyps). In Fettdruck hervorgehoben ist immer die Komponente, die sich gegenüber der Betrachtung in der vorherigen Spalte ändert.

Tabelle 2: Beispielhaushalte, die in einer Mietwohnung wohnen – Teil 1

Zustand	Familie mit 2 Kindern				Rentner*in	
	Ausgangszustand	Unsaniert und Deutschlandticket	Saniert und Deutschlandticket	Saniert und E-Pkw	Ausgangszustand	Saniert
Wohnfläche (qm)	90	90	90	90	55	55
Gebäudehülle	ungedämmt	ungedämmt	gedämmt (EH-70)	gedämmt (EH-70)	ungedämmt	gedämmt (EH-70)
Heizsystem	Gasheizung	Gasheizung	Luft-WP	Luft-WP	Gasheizung	Luft-WP
Heizenergieverbrauch (kWh pro Jahr)	16.437	16.437	2.222	2.222	10.045	1.358
Mobilität	Benziner	Benziner Deutschlandticket	Benziner Deutschlandticket	E-Auto	kein Auto	kein Auto
Fahrleistung (km pro Jahr)	15.000	10.500	10.500	15.000	-	-

Quelle: Eigene Darstellung (Öko-Institut).

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

Tabelle 3: Beispielhaushalte, die in einer Mietwohnung wohnen – Teil 2

Zustand	Alleinerziehende*r mit 1 Kind			Single	
	Ausgangszustand	Saniert und Deutschlandticket	Saniert und E-Pkw	Ausgangszustand	Saniert und E-Pkw
Wohnfläche (qm)	75	75	75	75	75
Gebäudehülle	ungedämmt	gedämmt (EH-70)	gedämmt (EH-70)	ungedämmt	gedämmt (EH-70)
Heizsystem	Gasheizung	Luft-WP	Luft-WP	Gasheizung	Luft-WP
Heizenergieverbrauch (kWh pro Jahr)	13.697	1.852	1.852	13.697	1.852

Mobilität	Alleinerziehende*r mit 1 Kind			Single	
	Benziner	Benziner Deutschland- ticket	E-Auto	Benziner	E-Auto
Fahrleistung (km pro Jahr)	10.500	7.350	10.500	12.500	12.500

Quelle: Eigene Darstellung (Öko-Institut).

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

Die Beispielhaushalte, die im eigenen Einfamilienhaus wohnen (Tabelle 4), umfassen zwei Haushaltstypen: eine Familie mit zwei Kindern und ein Paar in Rente. Auch hier gibt es innerhalb der Haushaltstypen unterschiedliche Zustände: links der Ausgangszustand mit hohen Emissionen und rechts die Zustände mit weniger Emissionen nach Umsetzung einer oder mehrerer Klimaschutzmaßnahmen.

Tabelle 4: Beispielhaushalte, die im eigenen Einfamilienhaus wohnen

Zustand	Familie mit 2 Kindern					Paar in Rente		
	Ausgangs- zustand	Saniert + Benziner	Ambitio- nierter saniert + Benziner	Saniert + E-Pkw	Ambitio- nierter saniert + E-Pkw	Ausgangs- zustand	Saniert	Saniert + E-Pkw
Wohn- fläche (qm)	120	120	120	120	120	120	120	120
Gebäude- hülle	unge- dämmt	gedämmt (EH-70)	gedämmt (EH-55)	gedämmt (EH-70)	gedämmt (EH-55)	unge- dämmt	gedämmt (EH-70)	gedämmt (EH-70)
Heizsys- tem	Ölheizung	Luft-WP	Luft-WP	Luft-WP	Luft-WP	Ölheizung	Luft-WP	Luft-WP
Heizener- giever- brauch (kWh pro Jahr)	30.990	4.023	3.201	4.023	3.201	30.990	4.023	4.023
Pkw	Benziner	Benziner	Benziner	E-Auto	E-Auto	Benziner	Benziner	E-Auto
Fahr- leistung (km pro Jahr)	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	10.000	10.000	10.000

Quelle: Eigene Darstellung (Öko-Institut).

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

5.2.2 Annahmen für die Analyse der Beispielhaushalte

In diesem Abschnitt wird gezeigt, 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. Außerdem sind für die Berechnung der finanziellen Auswirkungen der durchgeführten Klimaschutzmaßnahmen auf die Haushalte eine Reihe von Annahmen zu den Investitionskosten, zur möglichen Förderung, für die wir annehmen, dass sie von den Beispielhaushalten durchgängig in Anspruch genommen wird, zur Umlage der Kosten im Falle von Mietenden, sowie zu den Preisen notwendig, die auch

in diesem Abschnitt aufgeführt werden. Diese Annahmen korrespondieren mit den Sektormodellen und Rahmendaten (Mendelevitch et al. 2022). Für den CO₂-Preis wird zusätzlich zum Preis im Jahr 2022 in Höhe von 30 Euro/t CO₂ eine Hochpreis-Sensitivität mit 200 Euro/CO₂ berechnet (siehe Tabelle 8). Zur Verwendung der Einnahmen aus der CO₂-Bepreisung siehe Textbox 17.

Tabelle 5: Annahmen zu Gebäuden und Gebäudemaßnahmen in der Analyse der Beispielhaushalte – Teil 1

Kleines vermietetes Mehrfamilienhaus (Baujahr 1969-1978)	Wert	Einheit
Endenergieverbrauch Gas ungedämmt	183	kWh/qmWFI/a
Endenergieverbrauch Strom für WP gedämmt (EH-70)	25	kWh/qmWFI/a
Vollkosten energetische Sanierung und Einbau Luft-WP (EH-70)	743	Euro ₂₀₂₂ /qmWFI
Mehrkosten energetische Sanierung und Einbau Luft-WP (EH-70)	292	Euro ₂₀₂₂ /qmWFI
Förderung für Sanierung auf EH 70 nach BEG (inkl. WPB-Bonus)	25 %	der Vollkosten
Umlagefähige Kosten unter Annahme, dass diese dem Mittelwert zwischen Vollkosten und energetischen Mehrkosten abzüglich der Förderung entsprechen	332	Euro ₂₀₂₂ /qmWFI
Angenommene jährliche Mieterhöhung nach Modernisierung	5 %	der umlagefähigen Kosten

Quelle: Loga et al. (2015), Hinz (2015), BKI 2023²², BBSR (2017), Stuible et al. (2017) und eigene Annahmen. BEG = Bundesförderung für effiziente Gebäude siehe www.energiewechsel.de

Tabelle 6: Annahmen zu Gebäuden und Gebäudemaßnahmen in der Analyse der Beispielhaushalte – Teil 2

Selbst genutztes Einfamilienhaus (Baujahr 1958-1968)	Wert	Einheit
Endenergieverbrauch Gas ungedämmt	258	kWh/qmWFI/a
Sanierung auf EH-70		
Endenergieverbrauch Strom für WP gedämmt (EH-70)	34	kWh/qmWFI/a
Vollkosten Gebäudehülle (EH-70)	892	Euro ₂₀₂₂ /qmWFI
Energetische Mehrkosten Gebäudehülle (EH-70)	291	Euro ₂₀₂₂ /qmWFI
Vollkosten Wärmeversorgung (EH-70)	146	Euro ₂₀₂₂ /qmWFI
Energetische Mehrkosten (EH-70)	81	Euro ₂₀₂₂ /qmWFI

²² <https://bki.de/baupreisindex.html>

Selbst genutztes Einfamilienhaus (Baujahr 1958-1968)	Wert	Einheit
Förderung für Sanierung auf EH 70 nach BEG (inkl. WPB-Bonus)	25%	der Vollkosten
Lebensdauer Gebäudehülle	40	Jahre
Lebensdauer Wärmeversorgung	25	Jahre
Angenommener Zinssatz	4 %	p. a. real
Sanierung auf EH-55		
Endenergieverbrauch Strom für WP gedämmt (EH-55)	27	kWh/qmWFI/a
Vollkosten Gebäudehülle (EH-55)	935	Euro ₂₀₂₂ /qmWFI
Energetische Mehrkosten Gebäudehülle (EH-55)	319	Euro ₂₀₂₂ /qmWFI
Vollkosten Wärmeversorgung (EH-55)	162	Euro ₂₀₂₂ /qmWFI
Energetische Mehrkosten (EH-55)	98	Euro ₂₀₂₂ /qmWFI
Förderung für Sanierung auf EH 55 nach BEG (inkl. WPB-Bonus)	30%	der Vollkosten
Lebensdauer Gebäudehülle	40	Jahre
Lebensdauer Wärmeversorgung	25	Jahre
Angenommener Zinssatz	4 %	p. a. real

Quelle: Loga et al. (2015), Hinz (2015), BKI 2023²³, BBSR (2017), Stuible et al. (2017) und eigene Annahmen. BEG = Bundesförderung für effiziente Gebäude siehe www.energiewechsel.de

Tabelle 7: Annahmen zu Mobilität und Mobilitätsmaßnahmen in der Analyse der Beispielhaushalte

	Wert	Einheit
Verbrauch Benzin mittelgroßer Pkw	0,07	l/km
Verbrauch Strom mittelgroßer Pkw	0,18	kWh/km
Investition E-Auto mittelgroß	30.549	Euro ₂₀₂₂
Verbrauch Benzin großer Pkw	0,08	l/km
Verbrauch Strom großer Pkw	0,21	kWh/km
Investition E-Auto groß	62.371	Euro ₂₀₂₂
Lebensdauer E-Auto	15	Jahre
Reduzierung der Fahrleistung auf Grund Erwerb Deutschlandticket	3.150	km Differenz der Fahrleistung = 210 Arbeitstage * 15 km

²³ <https://bki.de/baupreisindex.html>

Quelle: MMS-Szenario; eigene Annahmen

Tabelle 8: Annahmen zu Energie-, CO₂-Preisen und Deutschlandticket

	Wert	Einheit
Gaspreis inkl. 30 Euro/t CO ₂ laut Gaspreisbremse (Endverbraucher)	12	ct/kWh
Gaspreis inkl. 200 Euro/t CO ₂ Sensitivität (Endverbraucher)	16,1	ct/kWh
Heizölpreis inkl. 30 Euro/t CO ₂ (Endverbraucher)	12	ct/kWh
Heizölpreis inkl. 200 Euro/t CO ₂ Sensitivität (Endverbraucher)	17,4	ct/kWh
Benzinpreis inkl. 30 Euro/t CO ₂ (Endverbraucher)	186,83	ct/l
Benzinpreis inkl. 200 Euro/t CO ₂ Sensitivität (Endverbraucher)	234,8	ct/l
Wärmepumpen-Strompreis	28	ct/kWh
E-Auto-Strompreis	40	ct/kWh
Deutschlandticket	49	Euro/Monat

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

Textbox 17: Verwendung der Einnahmen aus der CO₂-Bepreisung

Die CO₂-Bepreisung im nationalen Emissionshandel führt zu Einnahmen, die vollständig in den Klima- und Transformationsfonds (KTF) fließen.²⁴ Der KTF leistet als Finanzierungsinstrument einen zentralen Beitrag zur Erreichung der energie- und klimapolitischen Ziele in Deutschland. Derzeit fließen die Einnahmen als Strompreisentlastung durch die Abschaffung der EEG-Umlage über den KTF an die Verbraucher*innen zurück.

Im Jahr 2023 wurden laut DEHSt (04.01.2024) 10,7 Mrd. Euro durch den nationalen Emissionshandel eingenommen. Mit höheren CO₂-Preisen steigen auch die Einnahmen. Je nach Anpassung der Endverbraucher*innen kann bei einem Preis von 55 Euro/t CO₂ mit Einnahmen von 14 Mrd. Euro aus der nationalen CO₂-Bepreisung gerechnet werden. Dabei tragen private Haushalte zu etwa 50 % des Aufkommens bei. Bei einem Hochpreis von 200 Euro/t CO₂ sind stärkere Anpassungsreaktionen zu erwarten. Im Jahr 2027 wird der nationale Brennstoffemissionshandel in den europäischen Emissionshandel für Gebäude und Straßenverkehr (ETS II) übergehen. Basierend auf Graichen und Ludig (2024) lässt sich für den vorgesehenen CO₂-Minderungspfad im ETS II ableiten, dass im Jahr 2030 bei einem Preis von 200 Euro/t CO₂ Einnahmen in Höhe von knapp 40 Mrd. Euro zur Verfügung ständen.

Die Einnahmen werden derzeit über den KTF zur Förderung von Klima- und Transformationsinvestitionen genutzt, dazu gehört die Bundesförderung für effiziente Gebäude, die Unterstützung von E-Mobilität, Infrastrukturmaßnahmen und mehr. Grundsätzlich gilt, dass

²⁴ <https://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/rekordeinnahmen-im-emissionshandel-ueber-13>

Maßnahmen, die eine finanzielle Unterstützung für Haushalte bieten, in klimafreundliche Technologien und Verhaltensweisen zu investieren, den fossilen Energieverbrauch verringern und damit nachhaltig die CO₂-Kosten von Haushalten senken. Damit sind Haushalte resilient gegenüber künftigen Energie- und CO₂-Preissteigerungen.

Auch ein Klimageld ist eine Option der Einnahmenverwendung. Für die Verwendung der Einnahmen aus dem ETS II gibt die Emissionshandelsrichtlinie allerdings Regeln vor, dass die Einnahmen für klimafreundliche Zwecke und für besonders betroffene Gruppen, und zwar Haushalte und Unternehmen, verwendet werden müssen (EU 2023). Inwiefern und in welcher Art ein Klimageld dann möglich ist, ist noch zu klären (Busch und Harder 2024).

Ein Klimageld entlastet finanziell, je nach Höhe und Ausgestaltung des Klimagelds und Höhe der CO₂-Kosten. Es sorgt aber nicht für Energieeinsparungen und trägt damit auch nicht zum Klimaschutz bei. Werden besonders belastete Haushalte nicht in die Lage versetzt, ihren fossilen Energieverbrauch zu verringern, so kann dies zu einem Carbon-Lock-in führen, bei dem sie zunehmend steigende CO₂-Kosten tragen müssen, die nicht durch ein Klimageld ausgeglichen werden können (Fiedler et al. 2024). Ein Klimageld kann insbesondere für besonders belastete Haushalte eine Entlastung für den Übergang bieten, bis Investitionen in nachhaltige Wärme oder Mobilität durchgeführt werden, insbesondere wenn diese Investitionen durch andere, z. B. Vermietende, getroffen werden müssen und Haushalte selbst keinen Handlungsspielraum haben. Ein Pro-Kopf-Klimageld in Deutschland in Höhe von 100 Euro pro Person würde in etwa 8 Mrd. Euro pro Jahr betragen. Würde das Klimageld sozial gestaffelt, z. B. indem es mit dem Einkommenssteuersatz besteuert oder an eine Einkommensgrenze gekoppelt wird, ist der soziale Ausgleich progressiver und es werden weniger Einnahmen benötigt, so dass mehr Budget für die zielgerichtete Förderung von Klimaschutz zur Verfügung steht.

In Verbindung mit dem europäischen Emissionshandel (ETS II) für Gebäude und Straßenverkehr, in den der nationale Brennstoffemissionshandel im Jahr 2027 übergeht, wird auch aus diesem Grund ein Klima-Sozialfonds eingeführt. Mit diesem Fonds will die Kommission finanzielle Belastungen bei vulnerablen Gruppen abfedern, die durch den Emissionshandel entstehen. Mit den Mitteln sollen Investitionen unterstützt werden, die für bezahlbare, nachhaltige Wärme, Kühlung und Mobilität für vulnerable Gruppen sorgen. Zeitlich befristet dürfen Einnahmen auch für direkte Einkommenshilfen zur Unterstützung verwendet werden. Mit den geplanten Investitionshilfen reagiert die Emissionshandelsrichtlinie darauf, dass vulnerable Haushalte meist nicht die Mittel haben, um Effizienzmaßnahmen oder Investitionen in erneuerbare Energien umzusetzen. Auch fehlt es ihnen oft am Zugang zu Finanzierungen. Diese Lücke soll der Klima-Sozialfonds schließen. Auch die weiteren Einnahmen aus dem ETS II sollen nach Emissionshandelsrichtlinie für Klimaschutzmaßnahmen bei vulnerablen und anderen Gruppen verwendet werden.

5.2.3 Ergebnisse für Beispielhaushalte, die eine Wohnung mieten

Tabelle 9 und Tabelle 10 zeigen Ergebnisse bei einem CO₂-Preis von 30 Euro/t CO₂ für die Beispielhaushalte, die in einer Mietwohnung wohnen. In Tabelle 9 werden Ergebnisse für die Familie mit zwei Kindern und den*die Rentner*in gezeigt. In der linken Spalte befinden sich die Beispielhaushalte jeweils im Ausgangszustand, in dem noch keine Klimaschutzmaßnahme durchgeführt wurde. Sie haben jährliche Kosten für das Heizen mit Gas in Höhe von 1.927 Euro (Familie mit zwei Kindern) bzw. 1.205 Euro (Rentner*in), sowie Kosten für Benzin von 2.305 Euro/Jahr (nur die Familie mit zwei Kindern). Im zweiten Zustand ist die Familie mit zwei Kindern teilweise auf den ÖV umgestiegen, kauft sich ein Deutschlandticket (588 Euro/Jahr) und spart dafür Benzinkosten ein. In der dritten bzw. zweiten Spalte wurde das Wohngebäude jeweils auf den EH-70 Standard modernisiert, was zur Mieterhöhung nach Modernisierung in

Höhe von 1.493 Euro/Jahr (Familie mit zwei Kindern) bzw. 913 Euro/Jahr (Rentner*in) führt. Dafür sind die Heizkosten mit 622 Euro/Jahr bzw. 380 Euro/Jahr deutlich geringer. Im letzten Fall steigt die Familie mit zwei Kindern statt teilweise auf den ÖV auf ein E-Auto um mit einer annuisierten Mehrinvestition gegenüber einem Verbrenner von 626 Euro, sowie Kosten für E-Auto Strom in Höhe von 1.289 Euro/Jahr.

Am Ende der Tabelle werden die Nettoeffekte der verschiedenen Zustände miteinander verglichen. Im Falle des*der Rentners*Rentnerin führt die Sanierung auf EH-70 Standard unter den hier angenommenen Bedingungen zu einer leichten Erhöhung der gesamten Kosten für die Wärme von 1.205 auf 1.293 Euro pro Jahr (letzteres inklusive Modernisierungsumlage). Dieser Gesamteffekt wird mit zwei verschiedenen Einkommensniveaus für diesen Beispielhaushalt verglichen. Verfügen Rentner*innen über ein jährliches Nettoeinkommen von 25.000 Euro pro Jahr, so muss er*sie etwa 5 % für die Wärmekosten aufbringen. Sind es lediglich 15.000 Euro/Jahr, so liegt der Anteil der Wärmekosten nach Sanierung bei 8 % bzw. 8,6 %. Für das Jahr 2022 liegt die Armutsgefährdungsschwelle einer alleinlebenden Person bei 15.000 Euro (Destatis 2023a), etwa ein Viertel der alleinlebenden Rentner*innen, die zur Miete wohnen, befinden sich laut EVS unterhalb dieser Schwelle.

Werden die Einnahmen aus der CO₂-Bepreisung nicht nur für Fördermaßnahmen verwendet, sondern auch noch ein Klimageld ausgezahlt, so verringern sich die Nettokosten in allen Fällen um den Betrag des Klimageldes. Bei einem Preis von 30 Euro/t CO₂ und dadurch bewirkten Einnahmen von privaten Haushalten in Höhe von knapp 6 Mrd. Euro (vgl. Textbox 17), könnte, wenn alle Einnahmen privater Haushalte für ein Klimageld verwendet würden und die EEG-Umlagen-Abschaffung sowie andere Fördermaßnahmen anderweitig finanziert würden, ein Klimageld von ca. 75 Euro pro Kopf ausgezahlt werden oder bei sozial gestaffelter Variante etwas mehr für Haushalte mit geringem Einkommen. Die Entlastung im Verhältnis zu den Nettokosten ist damit nur gering (vgl. Tabelle 9).

Für den Beispielhaushalt einer Familie mit zwei Kindern sind die Gesamteffekte in den vier Zuständen sehr ähnlich. Der Zustand nach Sanierung und Umstieg auf das E-Auto ist der günstigste. Der teuerste Zustand ist die Sanierung und teilweiser Umstieg auf den ÖV, wobei die Sanierungskosten hier den Ausschlag geben. Nimmt man für die Familie ein mittleres Einkommen von 60.000 Euro/Jahr an, so muss sie bei allen betrachteten Zuständen etwa 7 % ihres Einkommens für Wärme und Mobilität aufbringen. Bei einem niedrigeren Einkommen von 35.000 Euro/Jahr sind es schon 12 %. Auch hier würden sich bei Einführung eines Klimageldes die Nettokosten in allen Fällen um den Betrag des Klimageldes verringern.

Tabelle 9: Jährliche Kosten, Einsparung und Belastung der Beispielhaushalte in einer Mietwohnung bei einem CO₂-Preis von 30 Euro/t im Jahr 2022 – Teil 1

Zustand	Familie mit 2 Kindern				Rentner*in	
	Ausgangszustand	Unsaniert und ÖV-Ticket	Saniert und ÖV-Ticket	Saniert und E-Pkw	Ausgangszustand	Saniert
Wohnfläche (qm)	90	90	90	90	55	55
Gebäudehülle	ungedämmt	ungedämmt	gedämmt (EH-70)	gedämmt (EH-70)	ungedämmt	gedämmt (EH-70)
Heizsystem	Gasheizung	Gasheizung	Luft-WP	Luft-WP	Gasheizung	Luft-WP
Heizenergieverbrauch (kWh pro Jahr)	16.437	16.437	2.222	2.222	10.045	1.358

	Familie mit 2 Kindern				Rentner*in	
Pkw	Benziner	Benziner	Benziner	E-Auto	kein Auto	kein Auto
Fahrleistung (km pro Jahr)	15.000	10.500	10.500	15.000	-	-
Heizenergiekosten						
Gas	1.972	1.972			1.205	
Strom			622	622		380
Mobilitätskosten						
Benzin	2.305	1.614	1.614			
Strom				1.289		
ÖV		588	588			
Investitionskosten						
Modernisierungsumlage			1.493	1.493		913
Annuierte Mehrinvestition gegenüber Benzin-Pkw				626		
Nettoeffekt	4.278	4.174	4.318	4.031	1.205	1.293
Nettoeinkommen mittel/hoch	60.000	60.000	60.000	60.000	25.000	25.000
in % Nettoeinkommen	7,1 %	7,0 %	7,2 %	6,7 %	4,8 %	5,2 %
Nettoeinkommen gering	35.000	35.000	35.000	35.000	15.000	15.000
in % Nettoeinkommen	12,2 %	11,9 %	12,3 %	11,5 %	8,0 %	8,6 %

Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung (Öko-Institut).

Tabelle 10 zeigt die Analyse für die Beispielhaushalte Alleinerziehende mit einem Kind und den Single-Haushalt. Für die Alleinerziehende mit einem Kind wird neben dem Ausgangszustand die Sanierung mit teilweisem Umstieg auf den ÖV sowie Sanierung und Umstieg auf E-Auto betrachtet. Auch hier ist es so, dass die Variante, in der das Miethaus auf EH-70 Standard saniert wird und teilweise auf den ÖV umgestiegen wird, etwas teurer ist als der Ausgangszustand, während die Sanierung mit Umstieg auf das E-Auto etwas günstiger ist. Bei einem Jahresnettoeinkommen von 40.000 Euro beträgt die Belastung durch Wärme und Mobilität für den alleinerziehenden Haushalt dann 6,9 % bis 8,4 % des Nettoeinkommens. Bei einem niedrigeren Jahreseinkommen von 20.000 Euro ist die Belastung dagegen mit 13,9 % bis 16,7 % des Nettoeinkommens deutlich höher. Außerdem fallen bei einem solch kleinen Jahreseinkommen die Unterschiede zwischen den Varianten für die Belastung stärker ins Gewicht.

Für den Single-Haushalt wird neben dem Ausgangszustand ein Zustand betrachtet, in dem das Miethaus auf EH-70 Standard gedämmt wird und auf ein E-Auto umgestiegen wird. Dieser zweite Zustand ist wieder leicht günstiger als der Ausgangszustand. In diesem Fall vergleichen wir einen Single-Haushalt mit hohem und geringem Einkommen. Bei einem hohen Jahreseinkommen von 80.000 Euro ist der Anteil, der für Wärme und Mobilität ausgegeben werden muss, mit ca. 4 % gering. Beträgt das Jahresnettoeinkommen jedoch lediglich 15.000

Euro, so ist die Belastung mit zwischen 19,5 % und 22,2 % sehr hoch. Dies hat auch damit zu tun, dass dieser Haushalt eine recht hohe angenommene Wohnfläche von 75 m² pro Kopf und eine Fahrleistung von 12.500 km/Jahr aufweist.

Insgesamt wird also deutlich, dass selbst bei einem niedrigen CO₂-Preis von 30 Euro/t im Jahr 2022 die klimafreundlichen Zustände entweder kaum teurer sind als der Ausgangszustand oder sogar günstiger. Dies gilt insbesondere für den sanierten Zustand mit E-Pkw der Familie mit 2 Kindern und der Alleinerziehenden mit Kind. Für das Ergebnis sind außerdem die hier getroffenen Annahmen ausschlaggebend, insbesondere die Annahme, dass staatliche Sanierungsförderung in Anspruch genommen wird, und der relativ hohe Gaspreis von 12 ct/kWh im Jahr 2022. Dadurch, dass kein direkter – oder nur sehr kleiner – finanzieller Vorteil entsteht, ist es unwahrscheinlich, dass unter den hier getroffenen Annahmen finanzielle Anreize für die Durchführung von Klimaschutzmaßnahmen entstehen, zumal die Sanierungsentscheidung im hier betrachteten Fall von Mietenden von den Vermietenden getroffen werden muss (vgl. dazu auch Cludius et al. 2024). Es zeigt sich aber auch, dass die Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen für Haushalte mit mittleren und hohen Einkommen unter den getroffenen Annahmen tragbar ist. Also beispielsweise, wenn diese Maßnahmen durch Ordnungsrecht vorgegeben werden.

Tabelle 10: Jährliche Kosten, Einsparung und Belastung der Beispielhaushalte in einer Mietwohnung bei einem CO₂-Preis von 30 Euro/t im Jahr 2022 – Teil 2

Zustand	Alleinerziehende mit einem Kind			Single	
	Ausgangszustand	Saniert + ÖV-Ticket	Saniert + E-Pkw	Ausgangszustand	Saniert + E-Pkw
Wohnfläche (qm)	75	75	75	75	75
Gebäudehülle	ungedämmt	gedämmt (EH-70)	gedämmt (EH-70)	ungedämmt	gedämmt (EH-70)
Heizsystem	Gasheizung	Luft-WP	Luft-WP	Gasheizung	Luft-WP
Heizenergieverbrauch (kWh pro Jahr)	13.697	1.852	1.852	13.697	1.852
Pkw	Benziner	Benziner	E-Auto	Benziner	E-Auto
Fahrleistung (km pro Jahr)	10.500	7.350	10.500	12.500	12.500
Heizenergiekosten					
Gas	1.644			1.644	
Strom		519	519		519
Benzin	1.414	990		1.683	
Mobilitätskosten					
Strom			764		909
ÖV		588			
Investitionskosten					

	Alleinerziehende mit einem Kind			Single	
Modernisierungsumlage		1.245	1.245		1.245
Annuierte Mehrinvestition gegenüber Benzin-Pkw			249		249
Nettoeffekt	3.058	3.341	2.776	3.327	2.921
Nettoeinkommen mittel/hoch	40.000	40.000	40.000	80.000	80.000
in % Nettoeinkommen	7,6 %	8,4 %	6,9 %	4,2 %	3,7 %
Nettoeinkommen gering	20.000	20.000	20.000	15.000	15.000
in % Nettoeinkommen	15,3 %	16,7 %	13,9 %	22,2 %	19,5 %

Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung (Öko-Institut).

Bei einem Preis von 200 Euro/t CO₂ sind alle betrachteten Klimaschutz-Varianten günstiger als der Ausgangszustand (Tabelle 11), weil im Ausgangszustand der Verbrauch von fossilen Energieträgern deutlich teurer wird und sich deshalb die Klimaschutzmaßnahme stärker lohnt. Dies zeigt, dass es bei hohen CO₂-Preisen umso wichtiger ist, Unterstützung zu bieten, damit Haushalte möglichst schnell ihren fossilen Energieverbrauch reduzieren können und nicht durch hohe CO₂-Kosten belastet sind. Eine zielgerichtete Verwendung der Einnahmen aus der CO₂-Bepreisung für Klimaschutzzwecke ist daher wichtig. Ein Klimageld kann zudem Entlastung für besonders belastete Haushalte in der Übergangsphase bieten, in der sie noch nicht auf nachhaltige Wärme oder Mobilität umstellen konnten oder selbst keinen Handlungsspielraum haben, da sie zur Miete wohnen und keine Investitionsentscheidung treffen können.

In Tabelle 11 wird lediglich der Nettoeffekt bei höherem CO₂-Preis gegenüber dem geringeren CO₂-Preis für die verschiedenen Zustände gezeigt. Mit dem höheren CO₂-Preis ergeben sich beträchtliche Einsparungen z. B. im Fall der Familie mit 2 Kindern oder Alleinerziehenden, die sowohl sanieren als auch auf den E-Pkw umsteigen. Auch diese gelten nur unter den getroffenen Annahmen relativ hoher CO₂-Preise und Inanspruchnahme staatlicher Förderung.

Tabelle 11: Jährliche Kosten und Belastung der Beispielhaushalte in einer Mietwohnung: Sensitivität für hohen CO₂-Preis von 200 Euro/t CO₂ - Teil 1

Zustand	Familie mit 2 Kindern				Rentner*in	
	Ausgangszustand	Unsaniert + ÖV-Ticket	Saniert + ÖV-Ticket	Saniert + E-Pkw	Ausgangszustand	Saniert
Wohnfläche (qm)	90	90	90	90	55	55
Gebäudehülle	ungedämmt	ungedämmt	gedämmt (EH-70)	gedämmt (EH-70)	ungedämmt	gedämmt (EH-70)
Heizsystem	Gasheizung	Gasheizung	Luft-WP	Luft-WP	Gasheizung	Luft-WP
Heizenergieverbrauch (kWh pro Jahr)	16.437	16.437	2.222	2.222	10.045	1.358

	Familie mit 2 Kindern				Rentner*in	
Pkw	Benziner	Benziner	Benziner	E-Auto	kein Auto	kein Auto
Fahrleistung (km pro Jahr)	15.000	10.500	10.500	15.000	-	-
Nettoeffekt mit CO₂-Preis 2022 (200 Euro/t CO₂)						
Nettoeffekt	5.537	5.256	4.732	4.031	1.613	1.293
Nettoeinkommen mittel/hoch	60.000	60.000	60.000	60.000	25.000	25.000
in % Nettoeinkommen	9,2 %	8,8 %	7,9 %	6,7 %	6,5 %	5,2 %
Nettoeinkommen gering	35.000	35.000	35.000	35.000	15.000	15.000
in % Nettoeinkommen	15,8 %	15,0 %	13,5 %	11,5 %	10,8 %	8,6 %

Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung (Öko-Institut).

Tabelle 12: Jährliche Kosten und Belastung der Beispielhaushalte in einer Mietwohnung: Sensitivität für hohen CO₂-Preis von 200 Euro/t CO₂ - Teil 2

	Alleinerziehende mit einem Kind			Single	
Zustand	Ausgangszustand	Saniert + ÖV-Ticket	Saniert + E-Pkw	Ausgangszustand	Saniert + E-Pkw
Wohnfläche (qm)	75	75	75	75	75
Gebäudehülle	ungedämmt	gedämmt (EH-70)	gedämmt (EH-70)	ungedämmt	gedämmt (EH-70)
Heizsystem	Gasheizung	Luft-WP	Luft-WP	Gasheizung	Luft-WP
Heizenergieverbrauch (kWh pro Jahr)	13.697	1.852	1.852	13.697	1.852
Pkw	Benziner	Benziner	E-Auto	Benziner	E-Auto
Fahrleistung (km pro Jahr)	10.500	7.350	10.500	12.500	12.500
Nettoeffekt mit CO₂-Preis 2022 (200 Euro/t CO₂)					
Nettoeffekt	3.977	3.595	2.776	4.316	2.921
Nettoeinkommen mittel/hoch	40.000	40.000	40.000	80.000	80.000
in % Nettoeinkommen	9,9 %	9,0 %	6,9 %	5,4 %	3,7 %
Nettoeinkommen gering	20.000	20.000	20.000	15.000	15.000
in % Nettoeinkommen	19,9 %	18,0 %	13,9 %	28,8 %	19,5 %

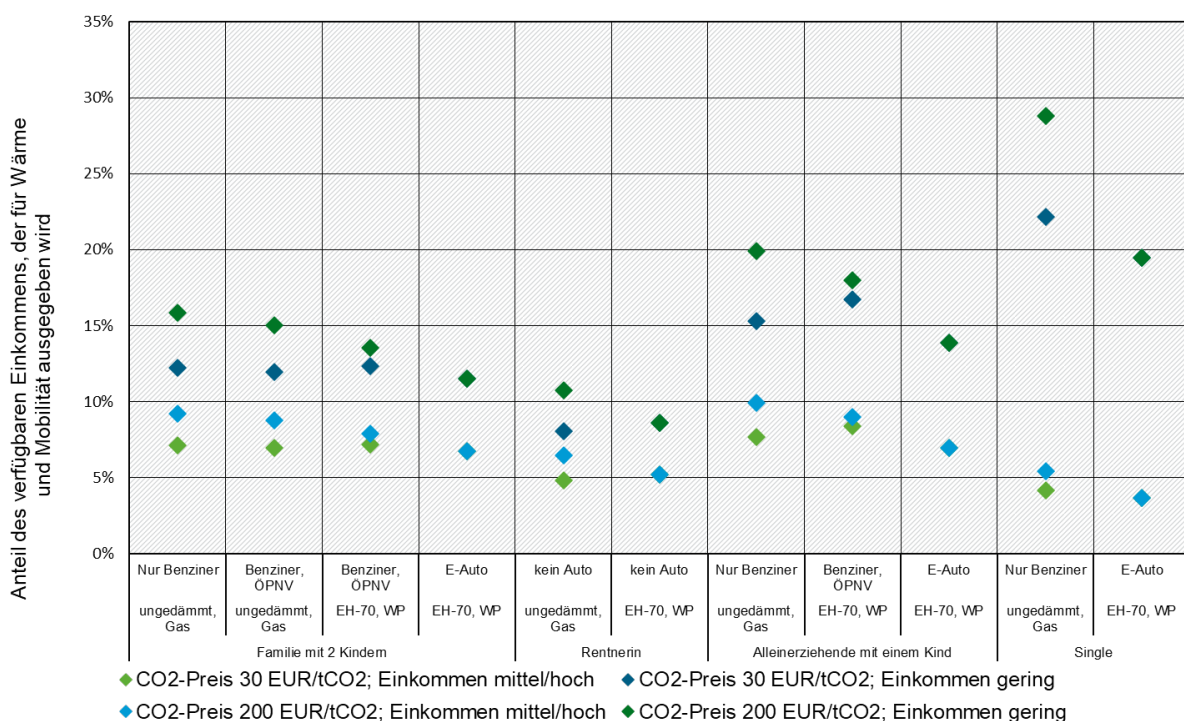
Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung (Öko-Institut).

Abbildung 75 fasst die Erkenntnisse zur Sensitivität der Ergebnisse in Bezug auf die Höhe des Einkommens und die Höhe des CO₂-Preises zusammen. Für alle Beispielhaushalte, die in einer Mietwohnung wohnen, ist dargestellt, welchen Anteil ihres verfügbaren Einkommens sie für Wärme (laufende Kosten plus Investitionen) bzw. Mobilität (laufende Kosten plus Investitionen) aufwenden müssen. Bei mittlerem bzw. hohem Einkommen sind die Effekte immer geringer als

bei niedrigem Einkommen. Im Ausgangszustand mit hohen Emissionen ist der Anteil des Einkommens, der für Wärme und Mobilität ausgegeben werden muss, bei einem CO₂-Preis von 30 Euro/t CO₂ immer geringer als bei einem CO₂-Preis von 200 Euro/t CO₂. Durch einen höheren CO₂-Preis von 200 Euro/t CO₂ werden die durchgeführten Klimaschutzmaßnahmen günstig aus Sicht der Mietenden. In den Zuständen, in denen die Haushalte keine CO₂-Emissionen durch Brenn- oder Kraftstoffe mehr haben (Dämmung, WP und E-Auto), ist der Effekt für beide CO₂-Preislevel identisch. Gleiches gilt für Haushalte mit geringem Einkommen, wobei die Unterschiede zwischen den Zuständen bei geringem Einkommen größer sind. So spart der Single-Haushalt mit geringem Einkommen bei hohem CO₂-Preis fast 10 % des verfügbaren Einkommens durch die durchgeführten Klimaschutzmaßnahmen ein.

Es bleibt festzuhalten, dass höhere CO₂-Preise die Rentabilität von Klimaschutzmaßnahmen aus Sicht der Mietenden unter den hier getroffenen Annahmen deutlich verbessern. Die zusätzlichen Kosten oder Einsparungen, die sich aus der Durchführung der Klimaschutzmaßnahmen ergeben, fallen für Haushalte mit niedrigen Einkommen immer deutlicher ins Gewicht als für solche mit höheren Einkommen. Dies muss bei der Ausgestaltung von Anreiz- und Förderprogrammen berücksichtigt werden.

Abbildung 75: Anteil des verfügbaren Einkommens, der von Beispielhaushalten in einer Mietwohnung für Wärme und Mobilität aufgewendet wird; CO₂-Preissensitivität



Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung (Öko-Institut).

5.2.4 Ergebnisse für Beispielhaushalte, die im eigenen Haus wohnen

Tabelle 13 zeigt die Ergebnisse für die beiden Beispielhaushalte im eigenen Haus. Für die Familie mit zwei Kindern werden fünf Zustände dargestellt: der unsanierte Ausgangszustand mit Gasheizung mit einem privaten Verbrenner-Pkw, zwei sanierte Zustände (EH-70 und EH-55) mit Verbrenner-Pkw, sowie die beiden sanierten Zustände mit Umstieg aufs E-Auto. Die beiden Zustände, bei denen sowohl auf E-Auto umgestiegen als auch saniert wird, sind günstiger als der Ausgangszustand. Die alleinige Sanierung auf EH-70 Standard ist unter den hier getroffenen Annahmen (vorgezogene Sanierung) etwas teurer als der Ausgangszustand, während die

Sanierung auf EH-55 günstiger ist. Bei einem mittleren Jahresnettoeinkommen von 60.000 Euro muss der Haushalt 9,2 % bis 10,4 % für Wärme und Mobilität aufbringen. Bei einem deutlich niedrigeren Nettoeinkommen von 35.000 Euro/Jahr sind es 15,8 % bis 17,9 %.

Bei dem Paar in Rente wird der Ausgangszustand im unsanierten Eigenheim mit Ölheizung und Verbrenner-Pkw betrachtet, ein Zustand, bei dem auf EH-70 saniert, aber der Verbrenner behalten wird, und ein Zustand, in dem sowohl saniert als auch auf ein E-Auto umgestiegen wird. Es wird wieder deutlich, dass die Sanierung auf EH-70 Standard unter den hier getroffenen Annahmen etwas teurer ist als der Ausgangszustand. Der Beispielhaushalt muss etwa 250 Euro pro Jahr mehr zahlen. Wird auch noch auf ein E-Auto umgestiegen, so ergibt sich eine kleine Einsparung. Bei einem mittleren Nettoeinkommen von 45.000 Euro/Jahr gibt der Beispielhaushalt 11,0 % bis 11,8 % für Wärme und Mobilität aus. Bei einem deutlich geringeren Nettoeinkommen von 25.000 Euro/Jahr sind es mit 19,7 % bis 21,2 % ein Fünftel des Einkommens des Haushalts.

Auch bei diesen Beispielhaushalten gilt, dass selbst bei einem niedrigen CO₂-Preis von 30 Euro/t CO₂ im Jahr 2022 die klimafreundlichen Zustände entweder kaum teurer sind als der Ausgangszustand oder sogar günstiger. Etwas teurer ist jeweils nur der Zustand mit Sanierung auf EH-70 und Benzin-Pkw. Dies zeigt, dass die Kombination aus zusätzlicher Einsparung und höherer Förderung für Sanierung auf EH-55 (vgl. Kapitel 5.2.2) insgesamt günstiger für die betrachteten Familien sind. Auch hier gilt, dass bei CO₂-Preisen von 30 Euro/t CO₂ die direkte finanzielle Anreizwirkung unter den hier getroffenen Annahmen gering ist, aber dass die Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen (z. B. im Rahmen von Ordnungsrecht) unter den getroffenen Annahmen zumindest für Haushalte mit mittleren und hohen Einkommen tragbar ist.

Werden die Einnahmen aus der CO₂-Bepreisung nicht nur für Fördermaßnahmen verwendet, sondern auch noch ein Klimageld ausgezahlt, so verringern sich die Nettokosten in allen Fällen um den Betrag des Klimageldes. Allerdings steht bei einem niedrigen CO₂-Preis von 30 Euro/t CO₂ kaum oder kein zusätzliches Budget für ein Klimageld aus den Einnahmen zur Verfügung (vgl. Kapitel 5.2.3). Würden die Fördermaßnahmen anderweitig finanziert und die Einnahmen privater Haushalte als Klimageld in Höhe von ca. 75 Euro pro Kopf oder mit einem etwas höheren Betrag bei sozialer Staffelung des Klimagelds zurückgezahlt, so zeigt sich, dass die Entlastung im Verhältnis zu den Nettokosten nur gering ist. Ein Klimageld kann, soweit finanzierbar, eine gewisse Entlastung für den Übergang bieten. Allerdings ist das verfügbare Einnahmenbudget bei niedrigem CO₂-Preis stark begrenzt. Es lässt sich festhalten, dass die Unterstützung zur Umstellung auf klimafreundliche Alternativen der wichtigste Hebel ist.

Tabelle 13: Jährliche Kosten, Einsparung und Belastung der Beispielhaushalte im eigenen Haus bei einem CO₂-Preis von 30 Euro/t im Jahr 2022

Zustand	Familie mit zwei Kindern					Paar in Rente		
	Ausgangszustand	Saniert und Benzin-Pkw	Ambitionierter saniert und Benzin-Pkw	Saniert und E-Pkw	Ambitionierter saniert und E-Pkw	Ausgangszustand	Saniert und Benzin-Pkw	Saniert und E-Pkw
Wohnfläche (qm)	120	120	120	120	120	120	120	120
Gebäudehülle	ungedämmt	gedämmt (EH-70)	gedämmt (EH-55)	gedämmt (EH-70)	gedämmt (EH-55)	ungedämmt	gedämmt (EH-70)	gedämmt (EH-70)
Heizsystem	Ölheizung	Luft-WP	Luft-WP	Luft-WP	Luft-WP	Ölheizung	Luft-WP	Luft-WP
Heizenergieverbrauch (kWh pro Jahr)	30.990	4.023	3.201	4.023	3.201	30.990	4.023	4.023
Pkw	Benziner	Benziner	Benziner	E-Auto	E-Auto	Benziner	Benziner	E-Auto
Fahrleistung (km pro Jahr)	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	10.000	10.000	10.000
Heizenergiekosten								
Gas								
Heizöl	3.719					3.719		
Strom		1.126	896	1.126	896		1.126	1.126
Mobilitätskosten								
Benzin	2.305	2.305	2.305			1.347	1.347	
Strom				1.289	1.289			727
ÖV								

	Familie mit zwei Kindern					Paar in Rente		
Investitionskosten								
Annuierte Investitionskosten Gebäude		2.826	2.725	2.826	2.725		2.826	2.826
Annuierte Mehrinvestition gegenüber Benzin-Pkw				626	626			249
Nettoeffekt	6.024	6.258	5.927	5.868	5.537	5.066	5.299	4.928
Nettoeinkommen mittel/hoch	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	45.000	45.000	45.000
in % Nettoeinkommen	10,0 %	10,4 %	9,9 %	9,8 %	9,2 %	11,3 %	11,8 %	11,0 %
Nettoeinkommen gering	35.000	35.000	35.000	35.000	35.000	25.000	25.000	25.000
in % Nettoeinkommen	17,2 %	17,9 %	16,9 %	16,8 %	15,8 %	20,3 %	21,2 %	19,7 %

Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung (Öko-Institut).

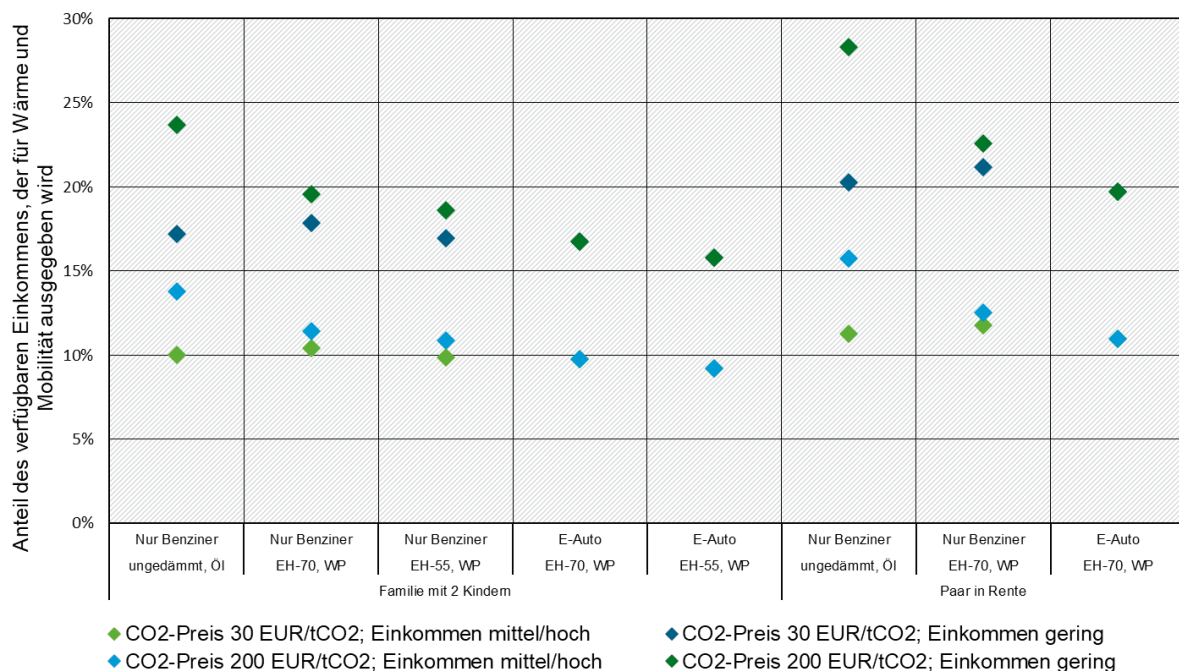
Tabelle 14: Jährliche Kosten und Belastung der Beispielhaushalte im selbstgenutzten Einfamilienhaus: Sensitivität für hohen CO₂-Preis von 200 Euro/tCO₂

Zustand	Familie mit zwei Kindern					Paar in Rente		
	Ausgangszustand	Saniert und Benzin-Pkw	Ambitionierter saniert und Benzin-Pkw	Saniert und E-Pkw	Ambitionierter saniert und E-Pkw	Ausgangszustand	Saniert	Saniert und E-Pkw
Wohnfläche (qm)	120	120	120	120	120	120	120	120
Gebäudehülle	ungedämmt	gedämmt (EH-70)	gedämmt (EH-55)	gedämmt (EH-70)	gedämmt (EH-55)	ungedämmt	gedämmt (EH-70)	gedämmt (EH-70)
Heizsystem	Ölheizung	Luft-WP	Luft-WP	Luft-WP	Luft-WP	Ölheizung	Luft-WP	Luft-WP
Heizenergieverbrauch (kWh pro Jahr)	30.990	4.023	3.201	4.023	3.201	30.990	4.023	4.023
Pkw	Benziner	Benziner	Benziner	E-Auto	E-Auto	Benziner	Benziner	E-Auto
Fahrleistung (km pro Jahr)	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	10.000	10.000	10.000
Nettoeffekt mit CO₂-Preis 2022 (200 Euro/t CO₂)								
Nettoeffekt	8.283	6.849	6.518	5.868	5.537	7.079	5.645	4.928
Nettoeinkommen mittel/hoch	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	45.000	45.000	45.000
in % Nettoeinkommen	13,8 %	11,4 %	10,9 %	9,8 %	9,2 %	15,7 %	12,5 %	11,0 %
Nettoeinkommen gering	35.000	35.000	35.000	35.000	35.000	25.000	25.000	25.000
in % Nettoeinkommen	23,7 %	19,6 %	18,6 %	16,8 %	15,8 %	28,3 %	22,6 %	19,7 %

Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung (Öko-Institut).

Ein höherer CO₂-Preis von 200 Euro/t CO₂ macht die fossilen Varianten deutlich unattraktiver (in Tabelle 14 wird wieder nur der veränderte Nettoeffekt für die Zustände dargestellt). Dies trifft insbesondere auf die Variante mit ungedämmtem und mit Öl beheiztem Haus und Verbrenner-Pkw zu. In dieser Variante muss das hier beispielhaft angenommene Paar in Rente fast 30 % des Haushaltseinkommens für Wärme und Mobilität ausgeben. Dieser Fall zeigt deutlich, dass es wichtig ist, einen fossilen Lock-in insbesondere von Haushalten mit geringem Einkommen zu vermeiden (vgl. Textbox 17 in Kapitel 5.2.2). Auch im Fall der Familie mit zwei Kindern stellt der Ausgangszustand ohne Klimaschutzmaßnahme nun die deutlich unattraktivere Variante dar. Bei einem hohen CO₂-Preis kann ein Klimageld zudem Entlastung in der Übergangsphase insbesondere für Haushalte mit wenig oder mittlerem Einkommen bieten, in der sie noch nicht auf nachhaltige Wärme oder Mobilität umstellen konnten und durch hohe CO₂-Kosten belastet sind. Es lässt sich allerdings festhalten, dass eine Unterstützung zur Umstellung auf klimafreundliche Alternativen der wichtigste Hebel ist, um nachhaltig vor hohen Kosten zu schützen. Zielgerichtete Förderung ist hier von großer Bedeutung.

Abbildung 76 fasst die Erkenntnisse zur Sensitivität der Ergebnisse in Bezug auf die Höhe des Einkommens und die Höhe des CO₂-Preises noch einmal zusammen. Für alle Beispielhaushalte, die im eigenen Haus wohnen, ist dargestellt, welchen Anteil ihres verfügbaren Einkommens sie für Wärme (laufende Kosten plus Investitionen) bzw. Mobilität (laufende Kosten plus Investitionen) aufwenden müssen. Bei mittlerem bzw. hohem Einkommen sind die Effekte immer geringer als bei geringem Einkommen. Im Ausgangszustand mit hohen Emissionen ist der Anteil des Einkommens, der für Wärme und Mobilität ausgegeben werden muss, bei einem CO₂-Preis von 30 Euro/t CO₂ immer geringer als bei einem CO₂-Preis von 200 Euro/t. Durch einen höheren CO₂-Preis von 200 Euro/t CO₂ werden die Klimaschutzmaßnahmen deutlich rentabel. In den Zuständen, in denen die Haushalte keine CO₂-Emissionen durch Brenn- oder Kraftstoffe mehr haben (Dämmung, WP und E-Auto), ist der Effekt für die beiden CO₂-Preislevel identisch. Gleiches gilt für Haushalte mit geringem Einkommen, wobei die Unterschiede zwischen den Zuständen bei geringem Einkommen größer sind. So spart das Paar in Rente mit geringem Einkommen bei hohem CO₂-Preis 6-9 % des verfügbaren Einkommens durch die durchgeführten Klimaschutzmaßnahmen ein. Gleichzeitig muss es bei Verbleiben im Ausgangszustand einen sehr hohen Anteil des Einkommens für Wärme und Mobilität ausgeben.

Abbildung 76: Anteil des verfügbaren Einkommens, der von Beispielhaushalten im eigenen Haus für Wärme und Mobilität aufgewendet wird; CO₂-Preissensitivität

Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung (Öko-Institut).

5.3 Fazit Verteilungsanalyse

Die Ergebnisse der Verteilungsanalyse der Unterschiede im politischen Instrumentarium im Verkehrs- und Gebäudesektor zwischen dem MMS und dem MWMS sind ambivalent. Während das Deutschlandticket eine klar progressive Verteilungswirkung aufweist, weisen die untersuchten Instrumente im Gebäudesektor zu Beginn eine nur leicht progressive und mittel- bis langfristig eine leicht regressiv Verteilungswirkung auf. In beiden Sektoren bewegen sich die Mehrbelastungen für die Haushalte im Durchschnitt auf einem sehr niedrigen Niveau. Dies betrifft allerdings nur die relativen Unterschiede zwischen dem MMS und dem MWMS. Die Betrachtung der Beispielhaushalte zeigt, dass die gesamte Belastung durchaus sehr groß sein kann, aber auch dass, insbesondere bei hohen CO₂-Preisen, durch den Wechsel auf klimafreundliche Lösungen deutliche Entlastungen entstehen können.

Im Gebäudesektor sind die Verteilungseffekte im MWMS im Vergleich zum MMS – gegeben den Annahmen im Sektormodell - recht gleichverteilt über die Gesamtbevölkerung. Im Jahr 2025 übersteigen die eingesparten Energiekosten die annuisierten Investitionen, so dass die Haushalte netto einsparen. Ein wichtiger Grund dafür sind die im Jahr 2025 angenommenen hohen Gaspreise. Im Jahr 2030 und 2035 übersteigen dann die Kosten der annuisierten Investition die eingesparten Energiekosten. Insgesamt beträgt der durchschnittliche Effekt allerdings höchstens 0,15 % des verfügbaren Einkommens. Im Jahr 2035 nimmt der Effekt mit dem Einkommen leicht ab, er ist also leicht regressiv. Dies hebt die Notwendigkeit einer zielgerichteten Förderung von Sanierungen bei Haushalten mit geringem oder mittlerem Einkommen hervor. Der durchschnittliche Effekt ist deshalb so niedrig, weil auch viele Haushalte enthalten sind, die bis zum Jahr 2035 nicht von den zusätzlichen Instrumenten im MWMS betroffen sind, d. h. deren Gebäude bis dahin noch nicht energetisch saniert wurden, und bei denen es keinen Unterschied zwischen MWMS und MMS gibt.

Hinter den durchschnittlichen Effekten für jede Einkommensgruppe versteckt sich eine große Streuung innerhalb der Einkommensdezile. Dieser Streuung der Effekte widmen wir uns in der Betrachtung von Beispielhaushalten. Dabei werden sechs verschiedene Haushaltstypen in verschiedenen Zuständen betrachtet. Sie unterscheiden sich in Bezug auf ihr Einkommen, die Wohnform, das Mobilitätsverhalten und die durchgeführten Klimaschutzmaßnahmen. Bei einem CO₂-Preis von 30 Euro/t CO₂ sind die Gebäudesanierungen unter den hier getroffenen Annahmen (vorgezogene Sanierung) knapp nicht rentabel, der teilweise Umstieg und insbesondere der Kauf eines E-Autos statt eines Verbrenner-Pkws schon. Bei einem höheren CO₂-Preis von 200 Euro/t CO₂ sind alle betrachteten Klimaschutzmaßnahmen aus Sicht der Beispielhaushalte unter den hier getroffenen Annahmen vorteilhaft. 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.

Es wird deutlich, dass die Belastung der Haushalte (gemessen am verfügbaren Einkommen) stark von der Höhe des Einkommens abhängt. Während der Beispielhaushalt mit hohem Einkommen im besten Fall nur 4 % seines Einkommens für Wärme und Mobilität ausgibt, sind es bei einem Beispielhaushalt mit geringem Einkommen im Ausgangszustand und bei hohen CO₂-Preisen 30 % des verfügbaren Einkommens. Dies macht deutlich, dass ein fossiler Lock-in gerade von Haushalten mit geringem Einkommen vermieden werden muss.

Würde ein Teil der Einnahmen aus der CO₂-Bepreisung pauschal als Klimageld zurückverteilt, so würden sich die Nettokosten für alle betrachteten Zustände um die Höhe des Klimagelds verringern. Im Verhältnis zu den Nettokosten nimmt das Klimageld nur eine sehr kleine Größenordnung ein. Gerade bei einem hohen CO₂-Preis kann ein Klimageld allerdings eine wichtige Entlastung in der Übergangsphase bieten, in der Haushalte noch nicht auf fossilfreie Wärme oder Mobilität umstellen konnten und somit durch hohe CO₂-Kosten belastet sind. Dies betrifft insbesondere Haushalte mit geringem oder mittlerem Einkommen und Haushalte, die zur Miete wohnen und von den Entscheidungen ihrer Vermietenden abhängig sind. Zu beachten ist jedoch, dass der wichtigste Hebel, um Haushalte nachhaltig zu schützen, die Unterstützung zur Umstellung auf klimafreundliche Alternativen ist. Zielgerichtete und auskömmliche Förderung für die energetische Sanierung von Gebäuden im vermieteten Bestand und im selbstgenutzten Eigentum ist hier von großer und vorrangiger Bedeutung.

Im Verkehrssektor profitieren insbesondere Haushalte mit geringem Einkommen von der Einführung des Deutschlandtickets. Während die absolute Ersparnis durch das Ticket mit dem Einkommen leicht ansteigt, sinkt die Entlastung relativ zum Einkommen deutlich. Neben einer positiven Lenkungswirkung hin zu einer emissionsärmeren Mobilität kann hier zusätzlich von einer aus sozialer Sicht positiven finanziellen Wirkung ausgegangen werden. Das Deutschlandticket ist in diesem Hinblick als Politikinstrument empfehlenswert. Generell zahlt sich ein Umstieg auf den ÖV finanziell aus, wenn zuvor zumindest durchschnittlich viel mit dem Pkw gefahren wurde, wie die Betrachtung der Beispielhaushalte zeigt. 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.

Ferner kann sich auch ein Umstieg von einem Pkw mit Verbrennungsmotor auf einen Pkw mit Elektroantrieb lohnen. Die finanzielle Belastung steigender Kraftstoffkosten kann so signifikant gesenkt werden, was insbesondere beim sukzessiven steigenden CO₂-Preis immer relevanter wird. 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. 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

Die sozio-ökonomische Folgenabschätzung vergleicht zwei Szenarien, das MWMS mit dem MMS des Projektionsberichts 2023, 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 den Bereichen Gebäudehülle, erneuerbare Heiztechnologien, Energiespeicher und elektrische Fahrzeuge anfallen. Dagegen wird weniger in die durch erneuerbare Lösungen substituierten fossilen Heizungstechnologien und Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor investiert. Das Investitionsniveau weist im Vergleich zwischen den Szenarien keine großen Unterschiede auf. Im MWMS wird leicht mehr investiert als im MMS. Der Saldo aus Mehrinvestitionen in neue Technologien und abnehmende Investitionen in fossile Technologien ist leicht positiv. Die aggregierten Mehrinvestitionen stehen dabei Kosteneinsparungen beispielsweise für Brennstoffe gegenüber.

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. Der Staatshaushalt erfährt einen leicht negativen Impuls nach 2030. 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 (bis zu 0,8 %) als im MMS. 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, Strom, Elektrische Ausrüstungen, und der energieintensiven Industrie ist im MWMS höher als im MMS. Diese Bereiche erfahren zusätzliche Nachfrage. Negative Abweichungen sind im Bereich der Verkehrsdienstleistungen erkennbar, die niedrigere Wertschöpfung ist insbesondere auf Faktoren wie höhere Energiekosten oder die höhere Maut zurückzuführen. 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 Technologien mit hohen projizierten Investitionsniveaus oder -wachstumsraten 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 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.

Im Rahmen der Verteilungsanalyse wurde untersucht, wie sich die Kosten-Nutzen-Bilanz aus Sicht privater Haushalte über verschiedene Haushalte und Haushaltsgruppen verteilt. Dabei wird einerseits die Wirkung der höheren Klimaschutzanstrengung im MWMS gegenüber dem MMS auf die gesamte Einkommensverteilung in Deutschland betrachtet, andererseits konkrete Beispielhaushalte, die sich unterscheiden in Bezug auf die Art und Anzahl der von oder bei ihnen durchgeführten Klimaschutzmaßnahmen.

Die Ergebnisse der Verteilungsanalyse im Verkehrs- und Gebäudesektor sind ambivalent. Das einzige zusätzliche und für private Haushalte relevante Instrument im MWMS gegenüber dem MMS im Verkehrssektor ist das 49-Euro-Ticket. Es weist eine klar progressive Verteilungswirkung auf, während die untersuchten Instrumente im Gebäudesektor zu Beginn eine nur leicht progressive und mittel- bis langfristig eine leicht regressive Verteilungswirkung aufweisen. In beiden Sektoren bewegen sich die Mehrbelastungen für die Haushalte im Durchschnitt auf einem sehr niedrigen Niveau. Dies betrifft allerdings nur die relativen Unterschiede zwischen dem MMS und dem MWMS.

Die Betrachtung der Beispielhaushalte zeigt, dass die gesamte Belastung, gerade für Haushalte mit geringem Einkommen, durchaus hoch sein kann, 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 eine große Rolle, ob innerhalb oder außerhalb des Sanierungszyklus saniert wird, ob Förderung in Anspruch genommen wird und wie hoch die Mieterhöhung nach Modernisierung ausfällt. In der Betrachtung der Beispielhaushalte wird außerdem deutlich, dass auch das CO₂-Preisniveau eine entscheidende Rolle spielt. Bei einem CO₂-Preis von 30 Euro/t CO₂ sind die betrachteten Sanierungen auf EH-Standard im Gebäudesektor knapp nicht rentabel. Bei einem deutlich höheren CO₂-Preis von 200 Euro/t CO₂ sind alle bei den Beispielhaushalten betrachteten Klimaschutzmaßnahmen im Gebäude- und Verkehrssektor unter den hier getroffenen Annahmen rentabel. 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.

Neben der Einnahmenverwendung aus der CO₂-Bepreisung zur Förderung von Investitionen in klimafreundliche Wärme und Mobilität kann gerade bei einem hohen CO₂-Preis ein Klimageld eine wichtige Entlastung in der Übergangsphase bieten, in der Haushalte noch nicht in Effizienzmaßnahmen investieren oder auf fossilfreie Technologien umstellen konnten und somit durch hohe CO₂-Kosten belastet sind. Dies betrifft insbesondere Haushalte mit geringem oder mittlerem Einkommen und Haushalte, die zur Miete wohnen und von den Entscheidungen ihrer Vermietenden abhängig sind. Zu beachten ist jedoch, dass nur die Umstellung auf klimafreundliche Alternativen Haushalte vor einem fossilen Lock-in mit dauerhaft hohen Kosten bewahren kann. Zielgerichtete Förderung für die energetische Sanierung von Gebäuden und für klimafreundliche Mobilität ist daher von großer und vorrangiger Bedeutung.

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 (Hg.) (2017): EnEV 2017 – Vorbereitende Untersuchungen (BBSR-Online-Publikation, 16/2017). 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.
- Blanck, R.; Kreye, K. (2021): Verteilungswirkungen ausgewählter klimapolitischer Maßnahmen im Bereich Mobilität. Öko-Institut (Hg.). Berlin. Online verfügbar unter <https://www.oeko.de/publikation/verteilungswirkungen-ausgewaehlder-klimapolitischer-massnahmen-im-bereich-mobilitaet>, zuletzt geprüft am 16.02.2024.
- BMWK - Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (05.04.2023): Pressemitteilung: 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. Bundesagentur für Arbeit (Hg.). 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. Bundesagentur für Arbeit (Hg.). 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, Björn, Matthey, Astrid (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.
- Busch, R.; Harder, K. (2024): Verwendung der Finanzmittel aus dem EU-Emissionshandel und Klima-Sozialfonds durch die Mitgliedstaaten der EU, Überblick sowie Finanzierung eines Klimageldes in Deutschland (Würzburger Studien zum Umweltenergierecht, 33). Stiftung Umweltenergierecht (Hg.). Online verfügbar unter https://stiftung-umweltenergierecht.de/wp-content/uploads/2024/01/Stiftung_Umweltenergierecht_WueStudien_33_Europaeische_CO2-Bepreisung_und_Klimageld.pdf, zuletzt geprüft am 14.02.2024.
- Cludius, J.; Kenkmann, T.; Braungardt, S.; Hünecke, K.; Schumacher, K.; Bei der Wieden, M.; Stieß, I.; Meemken, S. (2024): Sozialverträgliche Dekarbonisierung im Gebäudebestand, Anreiz- und Verteilungswirkungen von Instrumenten für die energetische Sanierung im Bestand (Texte, 05/2024). Öko-Institut; Institut für sozial-ökologische Forschung (ISOE); Forum Ökologisch-Soziale Marktwirtschaft. Umweltbundesamt (Hg.). Dessau-Roßlau. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/sozialvertraegliche-dekarbonisierung-im>, zuletzt geprüft am 08.02.2024.
- DEHSt - Deutsche Emissionshandelsstelle (04.01.2024): Pressemitteilung: Neue Rekordeinnahmen im Emissionshandel, Über 18 Milliarden Euro für den Klimaschutz. Online verfügbar unter https://www.dehst.de/SharedDocs/pressemitteilungen/DE/2024_001_jahresabschluss-2023-euets-nehs.html, zuletzt geprüft am 14.02.2024.

Destatis - Statistisches Bundesamt (2022a): Daten zur Energiepreisentwicklung, Lange Reihen von Januar 2005 bis August 2022. Statistisches Bundesamt (Hg.). 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%3D83CD6E817C188179842CD2855CEA1A10.live712%3F__blob%3DpublicationFile&wdOrigin=BROUSELINK, zuletzt geprüft am 13.10.2022.

Destatis - Statistisches Bundesamt (2023a): Armutsgefährdungsschwelle und Armutsgefährdung (monetäre Armut). Statistisches Bundesamt (Hg.). Online verfügbar unter <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Einkommen-Konsum-Lebensbedingungen/Lebensbedingungen-Armutsgefaehrung/Tabellen/armutsschwelle-gefaehrung-mz-silc.html>, zuletzt geprüft am 14.02.2024.

Destatis - Statistisches Bundesamt (Hg.) (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 (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. Deutsche Bundesbank (Hg.). Online verfügbar unter <https://www.bundesbank.de/resource/blob/650692/512547a07947f67450367b332477a304/mL/s510ttdiskont-data.pdf>, zuletzt geprüft am 12.02.2024.

Doll, C.; Eichhammer, W.; Fleiter, T.; Schade, W.; Schleich, J.; Schломann, B.; Sensfuß, F.; Walz, R.; Wietschel, M.; Hansen, P.; Kleemann, M.; Markewitz, P.; Martinsen, D.; Harthan, R.; Matthes, F.; Jakob, M.; Ziesig, H.-J. (2008): Wirtschaftliche Bewertung von Maßnahmen des integrierten Energie- und Klimaprogramms (IEKP), Wirtschaftlicher Nutzen des Klimaschutzes. Kostenbetrachtung ausgewählter Einzelmaßnahmen der Meseberger Beschlüsse zum Klimaschutz (Climate Change, 14/2008). Umweltbundesamt (Hg.). Dessau-Roßlau. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/wirtschaftliche-bewertung-von-massnahmen-des-0>, zuletzt geprüft am 16.02.2024.

EC - European Commission (2021): The 2021 Ageing Report, Economic & Budgetary Projections for the EU Member States (2019-2070) (European economy Institutional paper, 148). Luxembourg: Publications Office of the European Union. Online verfügbar unter https://economy-finance.ec.europa.eu/publications/2021-ageing-report-economic-and-budgetary-projections-eu-member-states-2019-2070_en, zuletzt geprüft am 22.11.2023.

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.

EU (2023): Directive 2023/959 of the European Parliament and of the Council of 10 May 2023 amending Directive 2003/87/EC establishing a system for greenhouse gas emission allowance trading within the Union and Decision (EU) 2015/1814 concerning the establishment and operation of a market stability reserve for the

Union greenhouse gas emission trading system. In: *Official Journal of the European Union* (L 130/134). Online verfügbar unter <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:32023L0959&qid=1684218852261>, zuletzt geprüft am 27.10.2023.

Fiedler, S.; Peiseler, F.; Maier, M.; Cludius, J.; Graichen, J.; Schumacher, K.; Healy, S. (2024): CO₂-Preis in Deutschland - Umsetzung des ETSII und des Klima-Sozialfonds in Deutschland. Studie für Klima-Allianz Deutschland (Studie, 2/2024). Forum Ökologisch-Soziale Marktwirtschaft; Öko-Institut. Online verfügbar unter <https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/Umsetzung-ETSII-Klimasozialfonds-DE.pdf>, zuletzt geprüft am 14.02.2024.

Graichen, J.; Ludig, S. (2024): Supply and demand in the ETS 2, Assessment of the new EU ETS for road transport, buildings and other sectors. Öko-Institut. Umweltbundesamt (Hg.). Dessau-Roßlau. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/supply-demand-in-the-ets-2>, zuletzt geprüft am 16.02.2024.

Harthan, R. O.; Förster, H.; Borkowski, K.; Böttcher, H.; Braungardt, S.; Bürger, 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.; Steinbach, I.; Bei der Wieden, M.; Wiegmann, K.; Brugger, H.; Fleiter, T.; Mandel, T.; Rehfeldt, M.; Rohde, C.; Yu, S.; Steinbach, J.; Deurer, J.; Fuß, R.; Rock, J.; Osterburg, B.; Rüter, S.; Adam, S.; Dunger, K.; Rösemann, C.; Stümer, W.; Tiemeyer, B.; Vos, C. (2023): Projektionsbericht 2023 für Deutschland (2. Auflage) (Climate Change, 39/2023). Umweltbundesamt (Hg.). Dessau-Roßlau. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/projektionsbericht-2023-fuer-deutschland>, zuletzt geprüft am 31.01.2024.

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.

Infas - Institut für angewandte Sozialwissenschaft (Hg.) (2019): Mobilität in Deutschland 2017: Standard-Datensatzpaket der MiD (B1), Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur. infas; DLR; IVT Research; infas 360. Bonn. Online verfügbar unter <https://daten.clearingstelle-verkehr.de/279/>, zuletzt geprüft am 15.03.2024.

Institut Arbeit und Qualifikation der Universität Duisburg-Essen (Hg.) (2023): Entwicklung der durchschnittlichen Löhne/Gehälter 1995 – 2022, Brutto, Netto, Nettoreal, je Arbeitnehmer. Online verfügbar unter https://www.sozialpolitik-aktuell.de/files/sozialpolitik-aktuell/_Politikfelder/Einkommen-Armut/Datensammlung/PDF-Dateien/tabIII1.pdf, zuletzt geprüft am 23.11.2023.

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_LogaEtAl_Deutsche-Wohngeb%C3%A4udetypologie.pdf, zuletzt geprüft am 15.03.2024.

Mendelevitch, R.; Repenning, J.; Matthes, F. C. (2022): Rahmendaten für den Projektionsbericht 2023. Umweltbundesamt (Hg.). Dessau-Roßlau. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/rahmendaten-fuer-den-projektionsbericht-2023>, zuletzt geprüft am 09.08.2023.

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

Porsch, L.; Sutter, D.; Maibach, M.; Preiss, P.; Müller, W. (2015): Leitfaden zur Nutzen-Kosten-Abschätzung umweltrelevanter Effekte in der Gesetzesfolgenabschätzung (Texte, 01/2015). Ecologic Institut; Infrasa; IER. Umweltbundesamt (Hg.). Dessau-Roßlau. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/leitfaden-zur-nutzen-kosten-abschaetzung>, zuletzt geprüft am 16.02.2024.

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.

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.). Online verfügbar unter <https://publica.fraunhofer.de/bitstreams/4d1021c2-401d-436f-9f76-54f3b3cfa8ee/download>, zuletzt geprüft am 22.11.2023.

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.

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 Strukturforchung. 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 Strukturforchung. 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

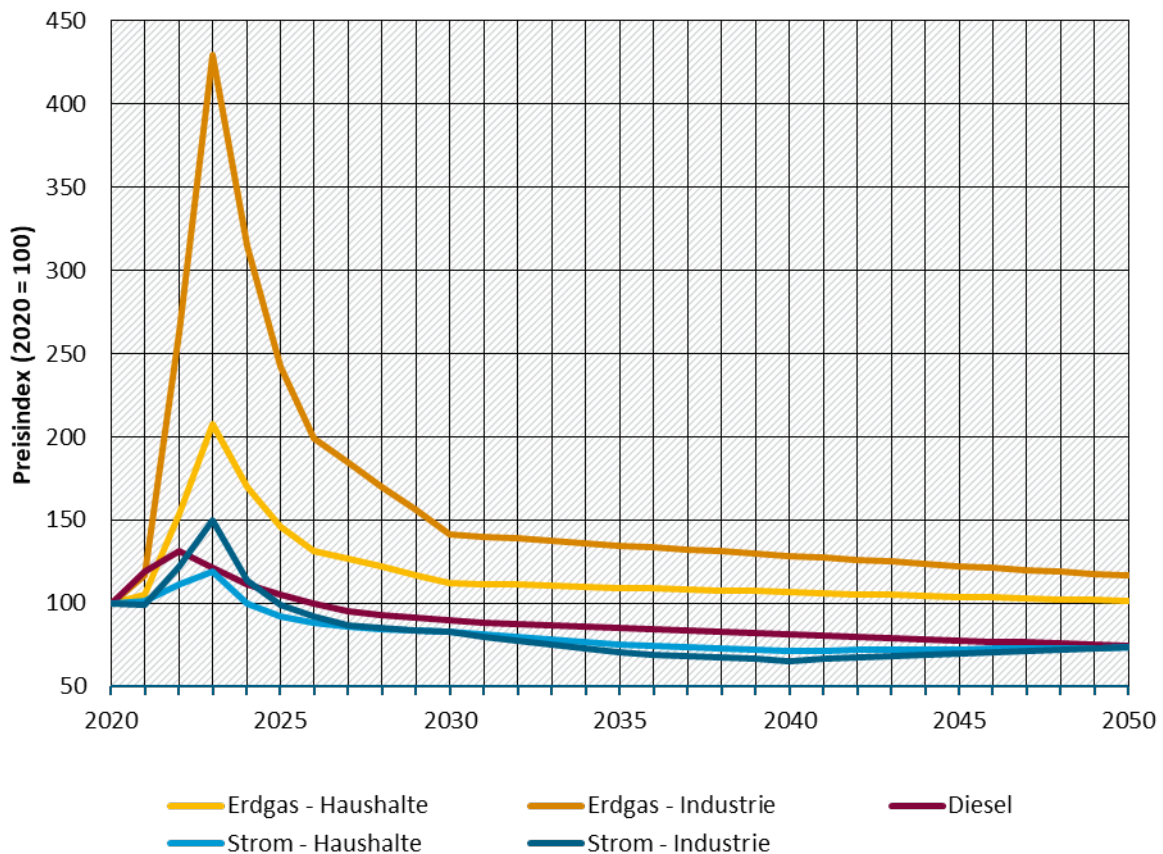
Abbildung 77 zeigt die Entwicklung ausgewählter Endverbraucherpreise für Energie. Die Preise sind als Index dargestellt mit einem Wert von 100 im Jahr 2020 und beinhalten Energiesteuern, aber keine CO₂-Kosten. Der Verlauf der Indizes wird maßgeblich determiniert von den Großhandelspreisen für Erdgas und Mineralöl und weiterer Endenergiepreise. Die Entwicklung basiert auf den Annahmen zu den Rahmendaten für die Modellierung des Projektionsberichts (Mendelevitch et al. 2022) und wird stark dominiert durch die Energiepreiskrise, die durch den Angriffskrieg Russlands auf die Ukraine am 24.02.2022 ausgelöst wurde. Die von der Bundesregierung eingeführten und für 2023 relevanten Preisbremsen für Strom und Gas konnten in den Rahmendaten nicht mehr berücksichtigt werden und spiegeln sich daher auch nicht in den Preisentwicklungen wider.

Am stärksten betroffen von den kriseninduzierten Preissteigerungen sind die Erdgaspreise mit einer Steigerung auf 430 (Industrie) bzw. 207 (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 117 (Industrie) bzw. 101 (Haushalte) sinken werden.

Auch die Strompreise sind stark betroffen. Im Jahr 2030 weisen die Stromindizes einen Höhepunkt von 150 (Industrie) bzw. 119 (Haushalte) auf. Die Strompreise erholen sich erwartungsgemäß schnell und sinken ab 2025 unter das Niveau von 2020 und bis 2040 auf ein Minimum von 65 (Industrie) bzw. 71 (Haushalte). Bis 2050 ist dann wieder ein moderater Strompreisanstieg zu erwarten auf 74 (Industrie) bzw. 73 (Haushalte).

Der Dieselpreis hat schon 2022 bei einem Index von 132 den Höhepunkt der Krise erreicht und sinkt dann stetig bis auf 74 im Jahr 2050. Im Vergleich zum Basisjahr 2020 liegt der Dieselpreisindex damit nach 2025 über dem Strompreisindex, aber deutlich unter dem Erdgasindex.

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

Quelle: Öko-Institut, eigene Darstellung

Anmerkung: Die Daten basieren auf den Annahmen zu den Rahmendaten für die Modellierung des Projektionsberichts 2023 (Mendelevitch et al. 2022); Preise beinhalten Energiesteuern, aber keine CO₂-Kosten; 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)

A.2 Weiterführende Daten: Zuordnung Wirtschaftszweige zu Wirtschaftsbereichen

Tabelle 15: Zuordnung der Wirtschaftszweige (inkl. CPA) zu Wirtschaftsbereichen

CPA ²⁵	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

²⁵ CPA = Classification of Products by Activity (Statistische Güterklassifikation in Verbindung mit den Wirtschaftszweigen in der Europäischen Wirtschaftsgemeinschaft)

CPA ²⁵	Wirtschaftszweige (Klassifikation WZ 2008)	Wirtschaftsbereich
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
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

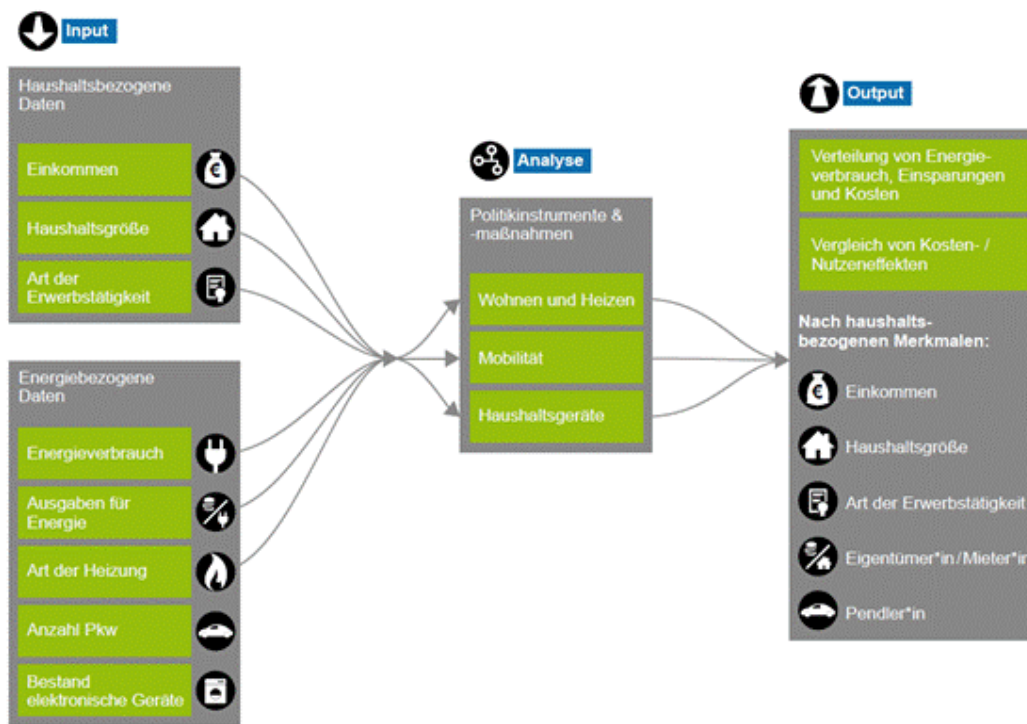
CPA ²⁵	Wirtschaftszweige (Klassifikation WZ 2008)	Wirtschaftsbereich
35.2	Industriell erzeugte Gase, Dienstleistungen der Gasversorgung	Gas-DL, Wasserstoff und E-Fuels
36	Wasser, Dienstleistungen der Wasserversorgung	Öffentliche Dienstleistungen, Kultur und Sport
37-39	Dienstleistg. d. Abwasser-, Abfallentsorg. u. Rückgewinnung	Öffentliche Dienstleistungen, Kultur und Sport
41	Hochbauarbeiten	Baugewerbe
42	Tiefbauarbeiten	Baugewerbe
43	Vorb. Baustellen-, Bauinstallations- und sonstige Ausbauarbeiten	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	Schiffahrtsleistungen	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
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

CPA ²⁵	Wirtschaftszweige (Klassifikation WZ 2008)	Wirtschaftsbereich
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
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

CPA ²⁵	Wirtschaftszweige (Klassifikation WZ 2008)	Wirtschaftsbereich
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

A.3 Mikrosimulationsmodell SEEK

Abbildung 78: Mikrosimulationsmodell SEEK des Öko-Instituts – Verteilungswirkungen energie- und klimapolitischer Maßnahmen berechnen



Quelle: Öko-Institut 2022, eigene Darstellung