

Expertenrat
für Klimafragen

Prüfbericht 2023 für die Sektoren Gebäude und Verkehr

Prüfung der den Maßnahmen zugrunde liegenden Annahmen gemäß
§ 12 Abs. 2 Bundes-Klimaschutzgesetz



22. August 2023

Prüfbericht 2023 für die Sektoren Gebäude und Verkehr

Prüfung der den Maßnahmen zugrunde liegenden Annahmen gemäß
§ 12 Abs. 2 Bundes-Klimaschutzgesetz



Impressum

Geschäftsstelle Expertenrat für Klimafragen (ERK)

Seydelstr. 15, 10117 Berlin

Tel.: +49 30 30 8903 5575

info@expertenrat-klima.de

www.expertenrat-klima.de

Erschienen am 22.08.2023 | Version vom 15.09.2023

Die Veröffentlichungen des ERK sind unter www.expertenrat-klima.de kostenlos verfügbar.

Zur sprachlichen Gleichbehandlung: Als Mittel der sprachlichen Darstellung aller sozialen Geschlechter und Geschlechtsidentitäten wird in diesem Gutachten bei allen Bezeichnungen, die auf Personen bezogen sind, der Genderstern (z. B. Leser*innen) verwendet.

Zitierweise für diese Publikation: Expertenrat für Klimafragen (2023): Prüfbericht 2023 für die Sektoren Gebäude und Verkehr. Prüfung der den Maßnahmen zugrunde liegenden Annahmen gemäß § 12 Abs. 2 Bundes-Klimaschutzgesetz. Online verfügbar unter: <https://www.expertenrat-klima.de>

©Expertenrat für Klimafragen

Die Vervielfältigung und Verbreitung originären Text- und Bildmaterials des ERK ist, auch auszugsweise, mit Quellenangabe für nicht-kommerzielle Zwecke gestattet. Text- und Bildmaterial aus Quellen Dritter unterliegt den urheberrechtlichen Bedingungen der jeweiligen Quellen.

Expertenrat für Klimafragen

Prof. Dr. Hans-Martin Henning (Vorsitzender)

Dr. Brigitte Knopf (stellvertretende Vorsitzende)

Prof. Dr. Marc Oliver Bettzüge

Prof. Dr. Thomas Heimer

Dr. Barbara Schlomann

Die Ratsmitglieder bedanken sich für die sachkundige und engagierte Unterstützung durch die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des wissenschaftlichen Stabes und der Geschäftsstelle des ERK.

Wissenschaftlicher Stab

Dr. Jakob Peter (Generalsekretär) • Jessica Berneiser • Iska Brunzema (Koordination) • Paula Feltes • Nicolai Hans • Dr. Alexander Hurley • Theresa Iglauer • Jakob Junkermann • Julian Kilchling • Bruno Nemec • Dr. Niklas Reinfandt • Simon Schnier • Dr. Franziska Schulz (Koordination) • Charlotte Senkpiel (Koordination) • Dr. Annette Steingrube • Antonia Walter • Pia Willers

Geschäftsstelle

Lea Eisemann • Cynthia Schmitt

Im Laufe der Erarbeitung dieses Gutachtens haben der Expertenrat für Klimafragen und der wissenschaftliche Stab zudem mit vielen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern sowie Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern unterschiedlicher Institutionen zusammengearbeitet:

Mitarbeitende des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz, Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen, Bundesministerium für Digitales und Verkehr, Umweltbundesamtes, Dr. Tobias Fleiter (Fraunhofer ISI), Dr. Patrick Plötz (Fraunhofer ISI), Dr. Matthias Rehfeldt (Fraunhofer ISI), Clemens Rohde (Fraunhofer ISI), Malte Bei der Wieden (Öko-Institut), Dr. Sibylle Braungardt (Öko-Institut), Dr. Veit Bürger (Öko-Institut), Dr. Hannah Förster (Öko-Institut), Wolf Görz (Öko-Institut), Dr. Ralph Harthan (Öko-Institut), Luca Lena Jansen (Öko-Institut), Peter Kasten (Öko-Institut), Charlotte Loreck (Öko-Institut), Lorenz Moosmann (Öko-Institut), Dr. Roland Fuss (Thünen-Institut), Dipl. Ing. Bernhard Osterburg (Thünen-Institut), Dr. Joachim Rock (Thünen-Institut), Dr. Cora Vos (Thünen-Institut), Jana Deurer (IREES), Dr. Jan Steinbach (IREES), Ines Haug (M-Five), Rafael Oehme (M-Five), Dr. Wolfgang Schade (M-Five), Dr. Heike Gading (BBG und Partner), Prof. Dr. Christoph Walther (PTV Transport Consult GmbH), Volker Waßmuth (PTV Transport Consult GmbH), Philipp Anstett (Technische Universität Hamburg, Umwelttechnik und Energiewirtschaft / IUE), Katharina Beck (Technische Universität Hamburg, Umwelttechnik und Energiewirtschaft / IUE), Henriette Nalbach (EWI), Christoph Heidt (ifeu) und Franka Sunder (Fraunhofer ISE), die während der Erstellung dieses Prüfberichts für Fachfragen zur Verfügung standen. Der Expertenrat für Klimafragen dankt für die wertvolle Zusammenarbeit.

Inhaltsverzeichnis

1	Auftrag und grundlegende Betrachtungen zur Prüfung.....	11
2	Prüfung der Maßnahmen für den Gebäudesektor	15
2.1	Beschreibung der Maßnahmen für den Sektor Gebäude.....	15
2.2	Methodisches Vorgehen für die Prüfung im Gebäudesektor.....	17
2.3	Prüfschritt 1: Einhaltung des Zielpfads	17
2.4	Prüfschritt 2: Prüfung des methodischen Vorgehens	18
2.5	Prüfschritt 3: Plausibilisierung.....	23
2.6	Fazit Gebäude	33
3	Prüfung der Maßnahmen für den Verkehrssektor	35
3.1	Beschreibung der Maßnahmen für den Verkehrssektor	35
3.2	Methodisches Vorgehen für die Prüfung im Verkehrssektor	37
3.3	Prüfschritt 1: Einhaltung des Zielpfads	39
3.4	Prüfschritte 2 und 3: Vorgehen und Realisierungswahrscheinlichkeit.....	40
3.5	Fazit Verkehr	75
4	Anhang	79
A.1	Vergleich der THG-Minderungswirkung des Projektionsberichts 2023 zum Sofortprogramm 2022 für den Gebäudesektor	79
A.2	Nähere Erläuterungen zu den Prüftabellen.....	82
5	Literaturverzeichnis.....	93

Abbildungen

Abbildung 1: Übersicht der THG-Minderungswirkungen der Maßnahmen des Klimaschutzprogramms 2023 gemäß Projektionsbericht 2023 im Gebäudesektor	16
Abbildung 2: Vergleich des projizierten THG-Emissionspfads des MWMS des Projektionsberichts 2023 mit dem Zielpfad des Bundes-Klimaschutzgesetzes für den Gebäudesektor	18
Abbildung 3: Vergleich der projizierten THG-Emissionspfade des Klimaschutzprogramms 2023 mit dem Zielpfad des Bundes-Klimaschutzgesetzes für den Verkehrssektor	39

Tabellen

Tabelle 1: Zuordnung der Maßnahmen des Klimaschutzprogramms 2023 zum Projektionsbericht 2023 und zum Sofortprogramm 2022 für den Gebäudesektor	19
Tabelle 2: Bewertung des Vorgehens der Modellierung im Gebäudesektor im Rahmen des Projektionsberichts 2023.....	21
Tabelle 3: Maßnahmenübersicht Gebäudeenergiegesetz in aktuell gültiger Fassung	24
Tabelle 4: Gegenüberstellung der Annahmen zur Ausgestaltung der „GEG-Novelle“	25
Tabelle 5: Maßnahmenübersicht „BEG“	27
Tabelle 6: Gegenüberstellung der Annahmen zur Ausgestaltung der „BEG“	28
Tabelle 7: Maßnahmenübersicht „EnSimiMaV“	29
Tabelle 8: Gegenüberstellung der Annahmen zur Ausgestaltung der „EnSimiMaV“	29
Tabelle 9: Maßnahmenübersicht „BEW“	31
Tabelle 10: Gegenüberstellung der Annahmen zur Ausgestaltung der „BEW“ und der entsprechenden angenommenen THG-Minderungswirkung.....	32
Tabelle 11: Gegenüberstellung der fünf ausgewählten Maßnahmen mit größter Minderungswirkung im Sektor Verkehr und ihrer Quantifizierung, differenziert nach Quelle	36
Tabelle 12: Maßnahmenübersicht „CO ₂ -Aufschlag auf die Lkw-Maut, Erweiterung Klasse ab 3,5 t und Erweiterung Lkw-Förderung“	40
Tabelle 13: Prüfung des Vorgehens und der Realisierungswahrscheinlichkeit der THG-Minderung der Maßnahmen „CO ₂ -Aufschlag auf die Lkw-Maut, Erweiterung Klasse ab 3,5 t und Erweiterung Lkw-Förderung“ im BMDV-Gutachten (M-Five et al. 2023a)	42
Tabelle 14: Prüfung des Vorgehens und der Realisierungswahrscheinlichkeit der THG-Minderung der Maßnahmen „CO ₂ -Aufschlag auf die Lkw-Maut, Erweiterung Klasse ab 3,5 t und Erweiterung Lkw-Förderung“ im BMWK-Gutachten 2022 (Fraunhofer ISI et al. 2022)	45
Tabelle 15: Maßnahmenübersicht „Einführung Deutschlandticket“	47
Tabelle 16: Prüfung des Vorgehens und der Realisierungswahrscheinlichkeit der THG-Minderung der Maßnahmen „Einführung Deutschlandticket“ im BMDV-Gutachten (M-Five et al. 2023a; M-Five et al. 2023b).....	49

Tabelle 17:	Prüfung des Vorgehens und der Realisierungswahrscheinlichkeit der THG-Minderung der Maßnahmen „Einführung Deutschlandticket“ im Projektionsbericht 2023 (Öko-Institut et al. 2023a)	53
Tabelle 18:	Maßnahmenübersicht „Forschung zur Anwendung von KI-Methoden/Effizienzsteigerungen durch automatisiertes und vernetztes Fahren“	55
Tabelle 19:	Prüfung des Vorgehens und der Realisierungswahrscheinlichkeit der THG-Minderung der Maßnahmen „Forschung zur Anwendung von KI-Methoden/Effizienzsteigerungen durch automatisiertes und vernetztes Fahren“ im BMDV-Gutachten (M-Five et al. 2023a).....	56
Tabelle 20:	Prüfung des Vorgehens und der Realisierungswahrscheinlichkeit der THG-Minderung der Maßnahmen „Forschung zur Anwendung von KI-Methoden/Effizienzsteigerungen durch automatisiertes und vernetztes Fahren“ im BMWK-Gutachten (Fraunhofer ISI et al. 2022) ...	60
Tabelle 21:	Maßnahmenübersicht „Stärkung des Schienengüterverkehrs“	63
Tabelle 22:	Prüfung des Vorgehens und der Realisierungswahrscheinlichkeit der THG-Minderung der Maßnahmen „Stärkung des Schienengüterverkehrs“ im BMDV-Gutachten (M-Five et al. 2023a)	64
Tabelle 23:	Maßnahmenübersicht „Vermeidung beruflicher Wege durch Digitalisierung“	67
Tabelle 24:	Prüfung des Vorgehens und der Realisierungswahrscheinlichkeit der THG-Minderung der Maßnahme „Vermeidung beruflicher Wege durch Digitalisierung“ im BMDV-Gutachten (M-Five et al. 2023a)	68

Abkürzungen

BEG	Bundesförderung für effiziente Gebäude
BEV	batterieelektrische Fahrzeuge (Battery Electric Vehicle)
BEW	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze
BMDV	Bundesministerium für Digitales und Verkehr
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (ehem. BMWi)
BMWSB	Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen
CH ₄	Methan
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
CO ₂ -Äq.	Kohlenstoffdioxid-Äquivalente
EED	EU-Energieeffizienzrichtlinie
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EH	Effizienzhaus
EnSimiMaV	Verordnung zur Sicherung der Energieversorgung über mittelfristig wirksame Maßnahmen (Mittelfristenergieversorgungssicherungsmaßnahmenverordnung)
EPBD	EU-Gebäuderichtlinie (Energy Performance of Buildings Directive)
ESR	Lastenteilungsverordnung (Effort Sharing Regulation)
EU	Europäische Union
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GW	Gigawatt
KSG	Bundes-Klimaschutzgesetz
KSP	Klimaschutzprogramm
kt	Kilotonne
MEPS	Mindestenergieeffizienzstandards/Energetische Mindeststandards für den Gebäudebestand (Minimum Energy Performance Standards)
MKS	Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie
MMS	Mit-Maßnahmen-Szenario
MWMS	Mit-Weiteren-Maßnahmen-Szenario
NFZ	Nutzfahrzeug
NPM	Nationale Plattform Zukunft der Mobilität

ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
Pkw	Personenkraftwagen
SGV	Schienengüterverkehr
THG	Treibhausgas
THG-Budget	Treibhausgasbudget
UBA	Umweltbundesamt
zGG	zulässiges Gesamtgewicht

Zusammenfassung

In dem gemäß § 12 Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG) erstellten Bericht prüft der Expertenrat für Klimafragen die von den zuständigen Bundesministerien am 21. Juni 2023 vorgelegten Maßnahmen für die Sektoren Gebäude und Verkehr. Die Vorlage von Sofortprogrammen für diese Sektoren ist nach der zum Zeitpunkt der Berichtslegung geltenden Fassung des Bundes-Klimaschutzgesetzes gemäß § 8 Abs. 1 KSG notwendig geworden, weil beide Sektoren ihre jeweiligen Jahresemissionsziele im Jahr 2022 überschritten haben (Überschreitung Gebäude: 4,3 Mt CO₂-Äq., Überschreitung Verkehr: 9,7 Mt CO₂-Äq.). Laut Mitteilung der Bundesregierung entsprechen die im Klimaschutzprogramm 2023 enthaltenen Maßnahmen für die Sektoren Gebäude und Verkehr den von den zuständigen Ministerien vorzulegenden Maßnahmen im Sinne des § 8 Abs. 1 KSG und werden daher in diesem Bericht als solche geprüft. Die zuständigen Ministerien für die Sektoren Gebäude und Verkehr sind das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK), das Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB) und das Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV).

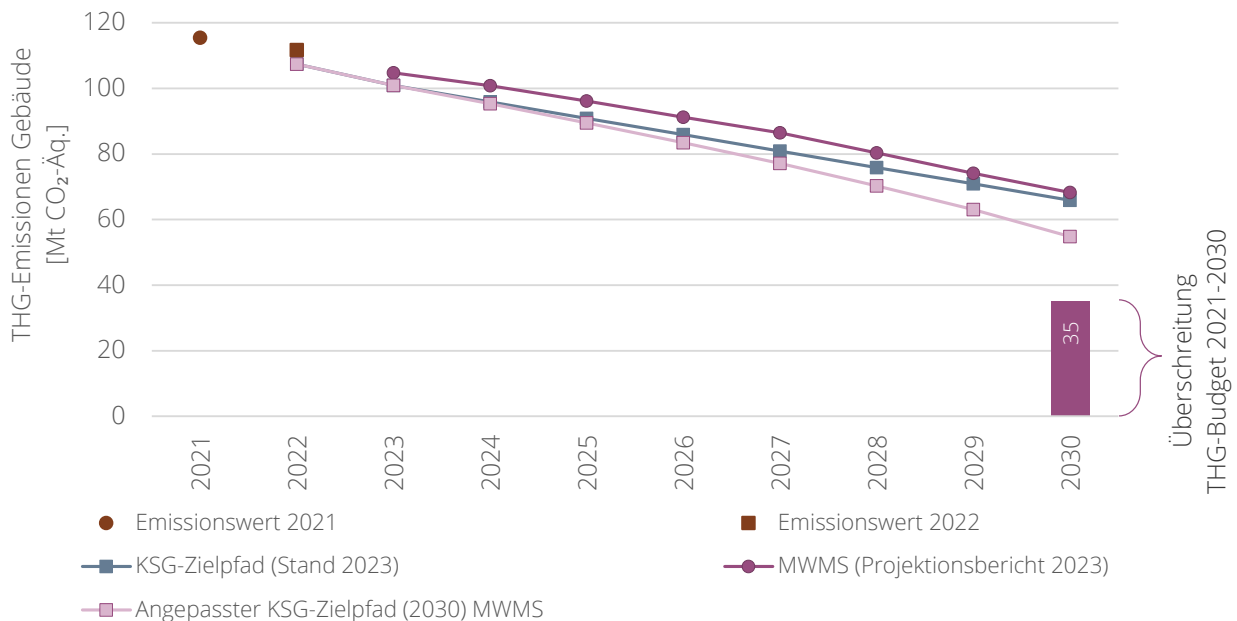
Die Prüfung durch den Expertenrat folgt einem dreigliedrigen Schema, welches jeweils auf die spezifische Datenlage in den beiden Sektoren angepasst werden musste. Hierbei wird zuerst die Einhaltung des KSG-Zielpfads durch die ausgewiesene Emissionsminderung geprüft. Anschließend wird die zur Ermittlung der Minderungswirkung verwendete Methodik sowie die Plausibilität bzw. Realisierungswahrscheinlichkeit der ausgewiesenen Emissionsminderung betrachtet.

Gebäudesektor

Die im Klimaschutzprogramm 2023 enthaltenen Maßnahmenvorschläge für den Gebäudesektor umfassen 14 Maßnahmen. Im Kern entsprechen die vorgelegten Maßnahmen dem Namen nach, aber nicht unbedingt dem Inhalt nach, denjenigen im Sofortprogramm 2022 für den Gebäudesektor. Viele der Maßnahmen sind bereits implementiert. Andere befinden sich noch im politischen Prozess, was Unsicherheiten bezüglich der genauen Ausgestaltung zur Folge hat.

Die von der Bundesregierung ausgewiesene Minderungswirkung der Maßnahmen im Klimaschutzprogramm 2023 zum Gebäudesektor ist nicht ausreichend, um das Treibhausgas-(THG-)Budget der Jahre 2021 bis 2030 für den Gebäudesektor einzuhalten: Laut dem zugrunde gelegten Szenario überschreitet der Sektor sein Budget bis zum Jahr 2030 um 35 Mt CO₂-Äq. (Abbildung Z 1). Eine eindeutige Zuordnung des Klimaschutzprogramms 2023 zum Projektionsbericht 2023 ist jedoch nicht gegeben, da der Konkretisierungsgrad der angeführten Maßnahmen teilweise gering ist, was eine eindeutige Zuordnung erschwert und in Teilen unmöglich macht. Zudem sind Maßnahmen des Klimaschutzprogramms 2023 teilweise nicht in den Annahmen der Projektionsrechnung enthalten. Hierbei handelt es sich jedoch um Maßnahmen mit tendenziell geringer Wirkung. Zusätzlich zu den Maßnahmen des Klimaschutzprogramms 2023 spielen weitere Effekte und bereits implementierte Maßnahmen eine wesentliche Rolle für die errechnete Treibhausgasminderung.

Abbildung Z 1: Vergleich des projizierten THG-Emissionspfads des MWMS des Projektionsberichts 2023 mit dem Zielpfad des Bundes-Klimaschutzgesetzes im Gebäudesektor



Eigene Darstellung basierend auf Öko-Institut et al. (2023a), UBA (2023a) und Öko-Institut et al. (2023b). Der „angepasste KSG-Zielpfad“ stellt den bereinigten Zielpfad aus Anlage 2 KSG gemäß der Korrekturvorgabe aus § 4 Abs. 3 KSG um Über- und Unterschreitungen bis zum nächsten Zieljahr dar.

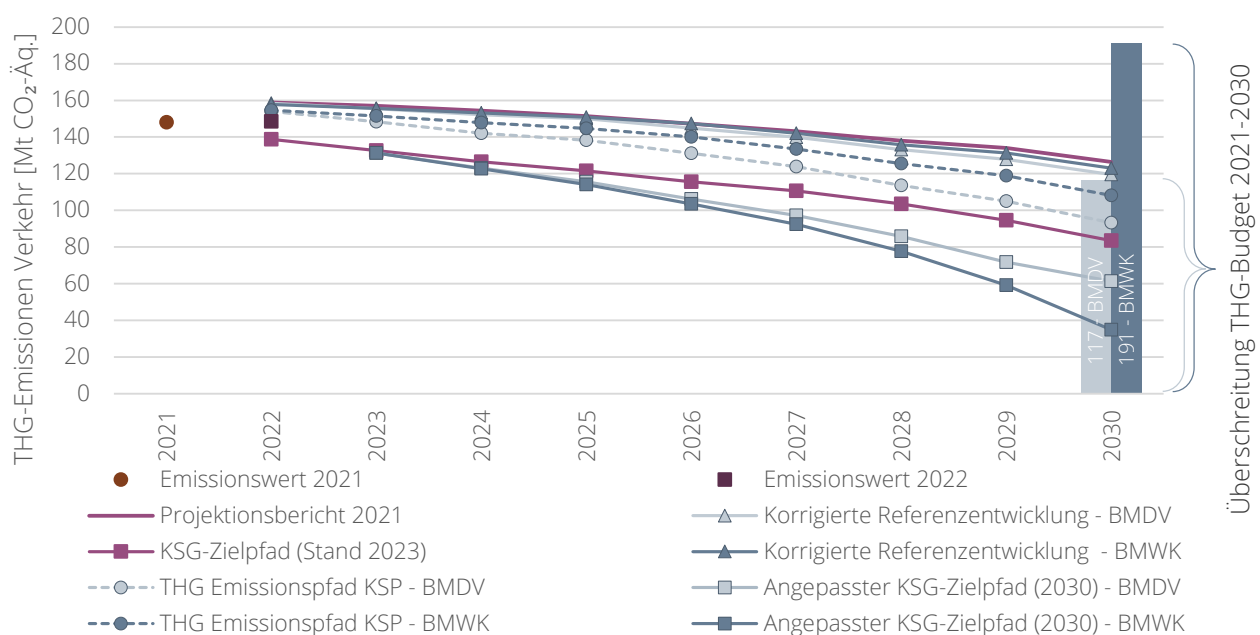
Die verwendete Modellierung sowie die Methodik der Einzelmaßnahmenbewertung werden als angemessen eingeordnet, jedoch entspricht die Ausgestaltung der Maßnahmen nicht der aktuellen politischen Debatte. So schwächt beispielsweise der aktuell erwartbare Stand der Novellierung des Gebäudeenergiegesetz („GEG-Novelle“) die Ausgestaltung gegenüber dem Mit-Weiteren-Maßnahmen-Szenario (MWMS) des Projektionsberichts 2023 ab. Der Expertenrat geht daher davon aus, dass die Treibhausgasreduzierung des MWMS unter Beachtung der weniger ambitionierten Ausgestaltung der „GEG-Novelle“ tendenziell überschätzt ist.

Zusammenfassend kann daher festgehalten werden, dass der durch die Bundesregierung attestierte, nahezu vollständige Abbau der Ziellücke im Gebäudesektor durch das vorliegende Klimaschutzprogramm 2023 unter Berücksichtigung der aktuell wahrscheinlichen Ausgestaltung der zentralen Maßnahmen unwahrscheinlich ist. Es ist jedoch davon auszugehen, dass die im Klimaschutzprogramm 2023 enthaltenen Maßnahmen einen substanziellen Beitrag zur Minderung der THG-Emissionen im Gebäudesektor leisten können. Der Expertenrat stellt daher fest, dass diese Maßnahmen für den Gebäudesektor mit der von BMWK und BMWSB angegebenen und dabei überdies tendenziell überschätzten Minderungswirkung die Bedingung an ein Sofortprogramm gemäß § 8 Abs. 1 KSG nicht erfüllen. Zudem bemerkt der Expertenrat, dass die zu erwartende Minderungswirkung hinter den Anspruch des Sofortprogramms 2022 für den Gebäudesektor zurückfällt, zumal die aktuell im politischen Prozess diskutierte Ausgestaltung der Maßnahmen von den Beschreibungen in den Modellrechnungen in erheblichem Maße abweicht.

Verkehrssektor

Die im Klimaschutzprogramm 2023 enthaltenen Maßnahmenvorschläge für den Verkehrssektor umfassen 50 Maßnahmen. Insgesamt wurden 21 Maßnahmen in den übermittelten Gutachten und/oder dem Projektionsbericht 2023 quantifiziert. Davon wurden 17 Maßnahmen zudem im Rahmen des ressortübergreifenden Abstimmungsprozesses quantifiziert und spiegeln sich in der Abstimmungstabelle BMWK-BMDV wider (BMWK und BMDV 2022). Dabei basieren die THG-Minderungswirkungen entweder auf den Schätzungen in den Gutachten oder sind Resultat eines Einigungsprozesses zwischen den beteiligten Ressorts. So ergeben sich zwei unterschiedliche THG-Emissionspfade für den Verkehrssektor. Beide Emissionspfade überschreiten den KSG-Zielpfad von 2021-2030 deutlich, nämlich kumuliert um 191 Mt CO₂-Äq. (BMWK) bzw. 117 Mt CO₂-Äq. (BMDV) (siehe Abbildung Z 2). Damit unterscheiden sich die berechneten Minderungswirkungen der beiden Gutachten in erheblichem Maße, und die jeweiligen Lücken entsprechen damit kumuliert dem etwa 2,3-fachen (BMWK) bzw. 1,4-fachen (BMDV) des aktuellen Zielwerts für die Jahresemissionen des Sektors im Jahr 2030.

Abbildung Z 2: Vergleich der projizierten THG-Emissionspfade des Klimaschutzprogramms 2023 mit dem Zielpfad des Bundes-Klimaschutzgesetzes im Verkehrssektor



Eigene Darstellung. Der THG- Emissionspfad des Projektionsberichts 2021 für das BMWK und das BMDV wurde um die Maßnahmen, die in der Abstimmungstabelle BMWK-BMDV enthalten, aber nicht im Klimaschutzprogramm 2023 inkludiert sind, angepasst. Ausgehend von den korrigierten Referenzentwicklungen wurden die entsprechenden THG-Emissionspfade auf Basis der quantifizierten Maßnahmenwirkung der Abstimmungstabelle BMWK-BMDV bestimmt. Die hieraus resultierenden Lücken zum angepassten KSG-Zielpfad (Stand 2023) ergeben in Verbindung mit dem KSG-Ausgleichsmechanismus die angepassten KSG-Zielpfade (2030). Die Überschreitung des THG-Budgets für den Zeitraum 2021-2030 ergibt sich aus der Fläche zwischen dem jeweiligen THG Emissionspfad KSP – BMWK bzw. BMDV und dem KSG-Zielpfad (Stand 2023). Die resultierende Überschreitung des THG-Budgets 2021-2030 beträgt laut BMWK-Gutachten (Fraunhofer ISI et al. 2022) 191 Mt CO₂-Äq. und laut BMDV-Gutachten (M-Five et al. 2023a) 117 Mt CO₂-Äq. Quellen: (BMWK und BMDV 2022; Öko-Institut et al. 2021; Schade et al. 2022; UBA 2022)

Das BMWK identifiziert eine kumulierte THG-Minderungswirkung der Maßnahmen des Klimaschutzprogramms 2023 von 72 Mt CO₂-Äq. über den betrachteten Zeitraum bis 2030. Etwa 90 % davon sind auf die fünf Maßnahmen mit der größten Minderungswirkung zurückzuführen. Das BMDV identifiziert

eine kumulierte THG-Minderungswirkung der Maßnahmen des Klimaschutzprogramms 2023 von 132 Mt CO₂-Äq. Etwa 70 % davon sind auf die fünf Maßnahmen mit der größten Minderungswirkung zurückzuführen. Diese Maßnahmen sind laut beiden Gutachten der „CO₂-Aufschlag Lkw Maut“ (17,9 - 22,5 Mt CO₂-Äq.)¹, „Einführung Deutschlandticket“ (4,2 - 22,6 Mt CO₂-Äq.), „Forschung zur Anwendung von KI-Methoden/Effizienzsteigerungen durch automatisiertes und vernetztes Fahren“ (7,1 - 14,1 Mt CO₂-Äq.) und „Stärkung Schienengüterverkehr“ (6,6 Mt CO₂-Äq.) sowie die „Vermeidung beruflicher Wege durch Digitalisierung“ (28,8 Mt CO₂-Äq.). Diese Maßnahmen wurden im Rahmen der Prüfung detailliert betrachtet.

Der Expertenrat stellt fest, dass die dem Verkehrssektor zugehörigen Maßnahmen des Klimaschutzprogramms 2023 mit den von BMWK und BMDV vorgelegten Quantifizierungen zwar emissionsmindernde Wirkung entfalten, aber nicht die Bedingungen an ein Sofortprogramm gemäß § 8 Abs. 1 KSG erfüllen. Es ist davon auszugehen, dass die vorgelegten Maßnahmen nach § 8 KSG Abs. 1 einen Beitrag zur Minderung der THG-Emissionen im Verkehrssektor leisten können. Allerdings ist die Erreichung der ausgewiesenen Minderung nur teilweise wahrscheinlich. Zusätzlich sind die Ambitionen der vorgelegten Maßnahmen hinsichtlich der kumulierten THG-Minderungswirkung ohnehin bei weitem nicht ausreichend, um den Verkehrssektor zurück auf den KSG-Zielpfad zu bringen.

Fazit

Die Bundesregierung hat Maßnahmen für die Sektoren Gebäude und Verkehr in ihrem Entwurf für ein Klimaschutzprogramm 2023 vorgelegt, und ist damit ihrer Ansicht nach gleichzeitig der Pflicht aus § 8 Abs. 1 KSG zur Vorlage von Sofortprogrammen für diese Sektoren nachgekommen. Der Expertenrat kommt zu dem Schluss, dass beide Maßnahmenbündel zwar geeignet sind, eine wesentliche zusätzliche Minderung der Treibhausgasemissionen in den Sektoren zu bewirken, dass sie aber die in § 8 Abs. 1 KSG formulierte Anforderung an das Ausmaß der Treibhausgasemissionen nicht erfüllen. Dabei unterscheidet sich das Maß der Zielverfehlung zwischen den Sektoren: Während die kumulierte Lücke ausweislich der Daten der Bundesregierung für den Gebäudesektor bei etwa dem halben Zielwert für die Jahresemissionen des Jahres 2030 liegt, ist es beim Verkehr etwa das 1,4- bis 2,3-fache. Zudem gibt es für beide Sektoren Hinweise darauf, dass mit dieser Quantifizierung tendenziell eine Überschätzung der Minderungswirkung erfolgt.

In seiner Stellungnahme zum Entwurf für ein Klimaschutzprogramm 2023 (ERK 2023b) nimmt der Expertenrat eine übergreifende Einordnung der zu erwartenden Treibhausgasentwicklung über alle Sektoren, einschließlich Gebäude und Verkehr, vor. Auf diese Stellungnahme wird ergänzend verwiesen. Unter anderem wird dort die unzureichende Datenlage kritisiert, die im Zusammenhang des vorliegenden Berichtes zu erheblichen Einschränkungen bei der Prüfung der Maßnahmen und Annahmen führt. Zudem wird dort ausgeführt, dass die in diesem Prüfbericht konstatierten Zielverfehlungen auch zu einer Erfüllungslücke bezüglich der deutschen Verpflichtungen aus der europäischen Lastenteilung (ESR) führen würden - und damit zu entsprechenden Strafzahlungen. Auch weist die Stellungnahme auf die Bedeutung eines noch ausstehenden Gesamtkonzepts für die Minderung der Treibhausgase auf das Niveau des KSG-Zielpfads hin, der sich auch in den beiden in diesem Prüfbericht untersuchten Sektoren manifestiert.

¹ Die Spanne der THG-Minderungswirkung resultiert aus den unterschiedlichen Quantifizierungen von BMWK und BMDV. Nähere Angaben sind in Tabelle 11 zu finden.

1 Auftrag und grundlegende Betrachtungen zur Prüfung

- 1 Das Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG) in seiner zum Zeitpunkt der Berichtslegung gültigen Fassung² sieht nach § 8 Abs. 1 KSG für den Fall einer Überschreitung der zulässigen Jahresemissionsmenge in einem Sektor vor, dass das jeweils zuständige Bundesministerium verpflichtet ist, innerhalb von drei Monaten ein Sofortprogramm für den jeweiligen Sektor vorzulegen, „[...] das die Einhaltung der Jahresemissionsmengen des Sektors für die folgenden Jahre sicherstellt“. Laut § 12 Abs. 2 KSG gilt, dass „vor der Erstellung der Beschlussvorlage für die Bundesregierung über die Maßnahmen nach § 8 Abs. 2 [...] der Expertenrat für Klimafragen die den Maßnahmen zugrunde gelegten Annahmen zur Treibhausgasreduktion [prüft]“.
 - 2 Das Umweltbundesamt hat am 15.03.2023 im Bericht zur Vorjahresschätzung der THG-Emissionen des Jahres 2022 ausgewiesen, dass der Gebäudesektor im Jahr 2022 111,7 Mt CO₂-Äq. und der Verkehrssektor 148,5 Mt CO₂-Äq. ausgestoßen haben. Mit diesem Ergebnis wurde die in Anlage 2 des Bundes-Klimaschutzgesetzes (Anlage 2 zu § 4 KSG) jährlich zugelassene Menge an Treibhausgasemissionen im Gebäudesektor von 107,4 Mt CO₂-Äq. um 4,3 Mt CO₂-Äq. überschritten. Im Verkehrssektor wurde die zulässige Menge von 138,8 Mt CO₂-Äq. um 9,7 Mt CO₂-Äq. überschritten.³ Der am 17.04.2023 veröffentlichte Bericht des Expertenrats für Klimafragen (ERK 2023a) hat die Emissionsdaten des Umweltbundesamtes gemäß § 12 Abs. 1 KSG geprüft und die Überschreitungen der zulässigen Jahresemissionsmengen des Vorjahres im Gebäude- und Verkehrssektor bestätigt.
 - 3 Die Bundesregierung hat dem Expertenrat am 21.06.2023 den "Entwurf eines Klimaschutzprogramms 2023"⁴ (BReg 2023) übermittelt und dabei erklärt: „Der Entwurf enthält auch die nach § 8 Abs. 1 KSG erforderlichen Maßnahmenvorschläge von BMWK/BMWSB für den Gebäudesektor sowie des BMDV für den Verkehrssektor.“ Laut Mitteilung der Bundesregierung stellen folglich die im Klimaschutzprogramm 2023 enthaltenen Maßnahmen für die Sektoren Gebäude und Verkehr auch die Maßnahmenvorschläge dar, die aufgrund der Überschreitung der Jahresemissionsmengen im Jahr 2022 nach § 8 Abs. 1 KSG von den zuständigen Ministerien vorgelegt werden müssen. Mit diesem Bericht kommt der Expertenrat dem Auftrag der Prüfung der den Maßnahmen zugrunde liegenden Annahmen zur Treibhausgasreduktion nach (Prüfung nach § 12 Abs. 2 KSG).
 - 4 Der Expertenrat hat ein dreigliedriges Prüfschema entwickelt, welches bereits im Prüfbericht zu den Sofortprogrammen 2022 für den Gebäude- und Verkehrssektor (ERK 2022a) zur Anwendung gekommen ist: 1) Prüfung der Vereinbarkeit der für den jeweiligen Sektor von den jeweils zuständigen Ministerien ausgewiesenen THG-Minderungswirkung mit dem KSG-Zielpfad bis zum Jahr 2030; 2)
- ² Am 21.06.2023 hat das Bundeskabinett per Kabinettsbeschluss eine Novelle des Bundes-Klimaschutzgesetzes auf den Weg gebracht. Das parlamentarische Gesetzgebungsverfahren zu dieser KSG-Novelle beginnt im Herbst 2023. Neben vielen weiteren Änderungen enthält der Entwurf der KSG-Novelle grundlegende Änderungen von § 8 KSG. So soll laut dem Gesetzesentwurf zukünftig nicht mehr die Überschreitung der Jahresemissionsmenge in einem Sektor Auslöser für ein Sofortprogramm sein. Stattdessen soll das Auslösekriterium für die Vorlage weiterer Maßnahmen auf einer mehrjährigen und sektorenübergreifenden Gesamtrechnung basieren: „Weisen die Projektionsdaten nach § 5a nach Feststellung des Expertenrats für Klimafragen nach § 12 Abs. 1 in zwei aufeinanderfolgenden Jahren aus, dass bei aggregierter Betrachtung aller Sektoren die Summe der Treibhausgasemissionen in den Jahren 2021 bis einschließlich 2030 die Summe der Jahresemissionsgesamtmengen nach Anlage 2a in Verbindung mit § 4 Abs. 2 für diese Jahre überschreitet, so beschließt die Bundesregierung Maßnahmen, die die Einhaltung der Summe der Jahresemissionsgesamtmengen für diese Jahre sicherstellen.“ (§ 8 Abs. 1 Entwurf KSG-Novelle)
- ³ Im Sektor Verkehr wurde im Rahmen einer durch das Umweltbundesamt durchgeführten Validierungsrechnung eine Untererfassung von 635 kt CO₂-Äq. identifiziert (ERK 2023a). Diese Korrektur ist in der angegebenen Überschreitung eingerechnet.
- ⁴ Im Folgenden als Klimaschutzprogramm 2023 oder KSP 2023 bezeichnet.

Prüfung des methodischen Vorgehens der jeweils zuständigen Ministerien bei der Ermittlung der THG-Minderungswirkung; 3) Prüfung der verwendeten Annahmen im Hinblick auf die Realisierungswahrscheinlichkeit der ausgewiesenen THG-Minderungswirkung. Die Prüfschritte 2 und 3 erfolgen jeweils auf Ebene der Einzelmaßnahmen bzw. der Maßnahmenbündel.

- 5 Für den ersten Prüfschritt ist zu konkretisieren, was das Bewertungskriterium in Bezug auf § 8 Abs. 1 KSG darstellt. Zum einen ist der Zielpfad aus Anlage 2 KSG gemäß der Korrekturvorgabe aus § 4 Abs. 3 KSG um Über- und Unterschreitungen bis zum nächsten Zieljahr zu bereinigen („angepasster KSG-Zielpfad“). Diese Bereinigung hat der Expertenrat für Klimafragen ausgehend von den Angaben des Umweltbundesamts im Nachfolgenden in einer vereinfachten Form vorgenommen. Dabei werden für den angepassten KSG-Zielpfad ungeachtet der Vorgaben der Europäischen Klimaschutzverordnung Überschreitungen des Zielpfades vollständig auf alle Folgejahre übertragen. Damit wird über den KSG-Zielpfad implizit ein Emissionsbudget für den jeweiligen Sektor (außer Energiewirtschaft) im Zeitraum von 2021-2030 betrachtet. Die Vereinbarkeit der hier betrachteten angepassten Zielpfade für die Sektoren Gebäude und Verkehr mit den Vorgaben der Europäischen Klimaschutzverordnung kann nur im Gesamtzusammenhang mit den anderen von der Europäischen Lastenteilung (ESR) betroffenen Sektoren abschließend bewertet werden und war nicht Gegenstand der hier vorgenommenen Prüfung.
- 6 Zum anderen bedarf es einer Interpretation, was mit der Einhaltung der Jahresemissionsmengen „für die folgenden Jahre“ (§ 8 Abs. 1 KSG) gemeint ist. Hier lässt das Gesetz aus Sicht des Expertenrats Auslegungsspielraum. Beispielsweise könnte der Passus so interpretiert werden, dass ab dem Folgejahr, in diesem Fall ab dem Jahr 2024, der auf Basis des Ausgleichsmechanismus in § 4 Abs. 3 KSG angepasste und jeweils aktualisierte Zielpfad wieder eingehalten werden soll. Eine weite Auslegung des Passus wäre, dass der angepasste Zielpfad erst bis zum nächsten Zieljahr gemäß § 3 Abs. 1 KSG erreicht werden soll, derzeit also bis zum Jahr 2030. Bei dieser Auslegung wächst nach Auffassung des Expertenrats allerdings die Gefahr einer Zielverfehlung im Jahr 2030, da sich der Anpassungszeitraum immer weiter verringert. Im letztjährigen Prüfbericht zu den Sofortprogrammen 2022 für den Gebäude- und Verkehrssektor (ERK 2022a) stellte der Expertenrat fest, dass das damals vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) und Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB) vorgeschlagene Sofortprogramm 2022 für den Gebäudesektor laut eigenen Angaben zur THG-Minderungswirkung die Bedingung an ein Sofortprogramm gemäß § 8 Abs. 1 KSG erfüllen würde, allerdings nur in einer Budget-Betrachtung und damit in der weiten Auslegung des hier vom Expertenrat angelegten Prüfschemas. Zum damals vom Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) vorgelegten Sofortprogramm 2022 für den Verkehrssektor stellte der Expertenrat fest, dass das vom BMDV vorgeschlagene Sofortprogramm 2022 für den Verkehrssektor laut eigener Einschätzung des BMDV zwar emissionsmindernde Wirkung entfalten würde, aber nicht die Bedingung an ein Sofortprogramm gemäß § 8 Abs. 1 KSG erfülle, da die Emissionsreduktionswirkung nur die Verfehlung der Jahresemissionsmenge des Berichtsjahres ausgleiche und damit „die Einhaltung der Jahresemissionsmengen des Sektors für die folgenden Jahre“ nicht sichergestellt sei. Die Interpretation von § 8 Abs. 1 KSG, dass sich „für die folgenden Jahre“ auf die Zielerreichung in den Folgejahren bezieht, und somit eine ausschließliche Kompensation der Verfehlung der Jahresemissionsmenge des Berichtsjahres nicht ausreichend ist, wurde durch verschiedene Expertisen bestätigt (WissDienst 2022; Wollenteit et al. 2023).
- 7 Die Durchführbarkeit des hier beschriebenen Vorgehens setzt eine entsprechende Konsistenz und Vollständigkeit der zur Verfügung stehenden Unterlagen voraus. Diese ist sowohl für den Sektor Gebäude als auch für den Sektor Verkehr nicht gegeben, weshalb eine Prüfung unter Anwendung dieses Prüfschemas nicht umfassend möglich ist. Daher musste für den vorliegenden Bericht jeweils ein

modifiziertes Vorgehen gewählt werden, und es können viele Feststellungen nur qualitativ und ohne genaue Quantifizierung getroffen werden.

Zugegangene und verwendete Unterlagen

- 8 Für den folgenden Prüfbericht wurden dem Expertenrat am 21. Juni 2023 und in den Wochen danach folgende Unterlagen⁵ durch die Bundesregierung übermittelt, die der Prüfung der den Maßnahmen zugrundeliegenden Annahmen gemäß § 12 Abs. 2 KSG als Basis dienen:⁶
- i) Anschreiben des BMWK zum „Entwurf eines Klimaschutzprogramms 2023“ mit Prüfauftrag
 - ii) Bundesregierung: „Entwurf eines Klimaschutzprogramms 2023 der Bundesregierung“ (BReg 2023)
 - iii) Öko-Institut, Fraunhofer ISI, IREES, Thünen-Institut: „Treibhausgasprojektionen 2023 für Deutschland. Instrumente im MMS und MWMS“ (Öko-Institut et al. 2023c)
 - iv) Mendelevitch, Roman; Repenning, Julia; Matthes, Felix (2022): „Rahmendaten für den Projektionsbericht 2023“ (Mendelevitch et al. 2022)
 - v) Öko-Institut, Fraunhofer ISI, IREES, Thünen-Institut: „Projektionsbericht 2023 für Deutschland“ (finaler Entwurf) (Öko-Institut et al. 2023a)⁷
 - vi) Projektionsbericht 2023 Modellierungsergebnisse (Excel-Tabelle) (Öko-Institut et al. 2023b)
 - vii) Fraunhofer ISI, ifeu, IREES, FÖS, Öko-Institut, Prognos AG: „Einzelmaßnahmenbewertung des Klimaschutz-Sofortprogramms der Bundesregierung 2022.“ (Fraunhofer ISI et al. 2022)
 - viii) Dokumentation zur Instrumentenbewertung in 2022 (Entwurf, mit Aktualisierung in 06/2023). Arbeitspapier im Auftrag des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr (M-Five et al. 2023a)
 - ix) Bewertung der Ausgestaltungs-Varianten des Deutschlandtickets für den ÖPNV (M-Five et al. 2023b)
 - x) Kommentierung der Studie „Bewertung von Ausgestaltungs-Varianten des Deutschlandtickets für den ÖPNV“ (Öko-Institut 2023)
 - xi) Abstimmungstabelle BMWK-BMDV (Excel-Tabelle) (BMWK und BMDV 2022)
 - xii) Erläuterungen zur Abstimmungstabelle BMWK-BMDV Mapping der Verkehrsmaßnahmen Entwurf KSPR-2022 zu KSPR-2023

⁵ Dem Expertenrat für Klimafragen ist die Mitwirkung des Fraunhofer ISI an der Erstellung eines Teils der Gutachten bekannt. Die Trennung zwischen den dort mitwirkenden Organisationseinheiten und dem Ratsmitglied Dr. Barbara Schlomann ist durch die Organisationsstruktur des Fraunhofer ISI gegeben.

⁶ Unterlagen, die dem Expertenrat darüber hinaus übermittelt wurden, sind nicht in die Prüfung einbezogen worden.

⁷ Die Projektionsberichte dienen der internationalen Berichterstattung an die Vereinten Nationen und die Europäische Union sowie der nationalen Berichterstattung im Rahmen des Bundes-Klimaschutzgesetzes.

2 Prüfung der Maßnahmen für den Gebäudesektor

2.1 Beschreibung der Maßnahmen für den Sektor Gebäude

- 9 Der Entwurf für ein Klimaschutzprogramm 2023 enthält für den Gebäudesektor die im Folgenden aufgeführten Maßnahmen.

Quantifizierte Maßnahmen:

- i) Novelle des Gebäudeenergiegesetzes („GEG-Novelle“)
- ii) EU-Gebäuderichtlinie und Mindestenergieeffizienzstandards („MEPS“)
- iii) Bundesförderung für effiziente Gebäude („BEG“)
- iv) Optimierung bestehender Heizungssysteme⁸ („EnSiMiMaV“)
- v) Bundesförderung für effiziente Wärmenetze („BEW“)

Nicht-quantifizierte Maßnahmen:

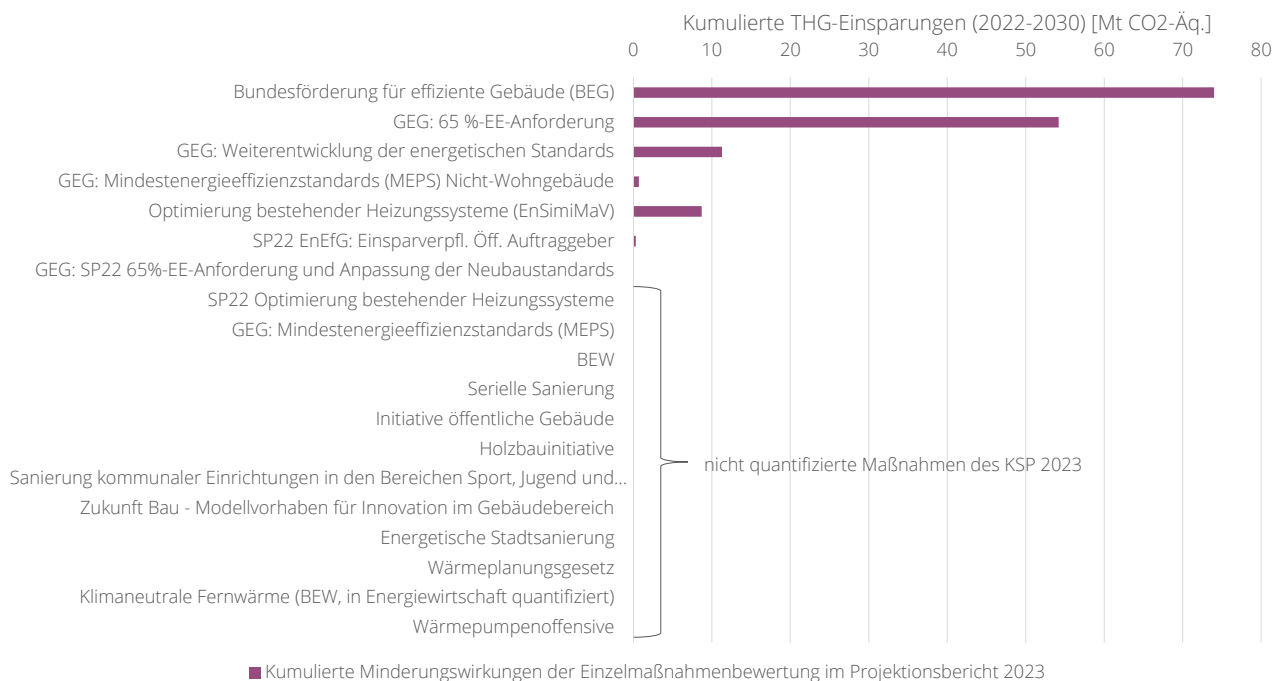
- vi) Holzbauinitiative
 - vii) Serielle Sanierung
 - viii) Initiative öffentliche Gebäude
 - ix) Sanierung kommunaler Einrichtungen in den Bereichen Sport, Jugend und Kultur („Sanierung kommunaler Einrichtungen“)
 - x) Zukunft Bau - Modellvorhaben für Innovation im Gebäudebereich („Zukunft Bau - Modellvorhaben“)
 - xi) Energetische Stadtsanierung
 - xii) Wärmeplanungsgesetz
 - xiii) Wärmepumpenoffensive
 - xiv) Fernwärmegipfel
- 10 Im Wesentlichen entspricht die Liste der Maßnahmen dem Namen nach derjenigen im Sofortprogramm 2022 für den Gebäudesektor. Die Maßnahmen „Holzbauinitiative“ und „Energetische Stadtsanierung“ sind im Klimaschutzprogramm 2023 als neue Maßnahmen hinzugekommen. Der Entwurf des Projektionsberichts 2023 (Öko-Institut et al. 2023a) wurde dem Expertenrat als Grundlage zur Prüfung der den Maßnahmen zugrunde gelegten Annahmen zur Treibhausgasreduktion übermittelt, wobei innerhalb dieses Berichts das Mit-weiteren-Maßnahmen-Szenario (MWMS)⁹ als Basis für die

⁸ Die Bundesregierung bezieht sich bei der „Optimierung bestehender Heizsysteme“ konkret auf die Mittelfristenergieversorgungssicherungsmaßnahmenverordnung (EnSiMiMaV), sodass im Folgenden die Abkürzung der Verordnung verwendet wird.

⁹ Im Projektionsbericht werden zwei Szenarien zur Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Deutschland für den Zeitraum 2023 - 2050 modelliert, das Mit-Maßnahmen-Szenario (MMS) und das Mit-weiteren-Maßnahmen-Szenario (MWMS). Beide Szenarien

Quantifizierung der Wirkung im Hinblick auf die Emissionsminderungen benannt wurde (im weiteren als Prüfgegenstand bezeichnet). Die vorgelegten quantifizierbaren Maßnahmen, die im Projektionsbericht 2023 enthalten sind, führen zu den in Abbildung 1 dargestellten THG-Einsparungen.

Abbildung 1: Übersicht der THG-Minderungswirkungen der Maßnahmen des Klimaschutzprogramms 2023 gemäß Projektionsbericht 2023 im Gebäudesektor



Eigene Darstellung auf Basis von Öko-Institut et al. (2023a) sowie dem Klimaschutzprogramm 2023 (BReg 2023). Die Vergleichbarkeit zwischen Projektionsbericht 2023 und Klimaschutzprogramm 2023 ist dabei nicht vollständig gegeben.

- 11 Bei den Maßnahmenvorschlägen des Klimaschutzprogramms 2023 für den Gebäudesektor ist festzustellen, dass die quantifizierten Maßnahmen im Grundsatz dieselben sind, wie im Sofortprogramm 2022 für den Gebäudesektor, das im Rahmen von ERK (2022a) bereits ausführlich geprüft wurde; die beschlossene oder geplante Ausgestaltung hat sich allerdings teilweise gegenüber dem Stand 2022 geändert.

basieren auf einem einheitlichen Satz an übergreifenden und sektorspezifischen Rahmendaten und unterscheiden sich hinsichtlich der berücksichtigten Politiken und Maßnahmen. Während das MMS nur solche Maßnahmen enthält, die bis zu einem Stichtag (31.8.2022) bereits umgesetzt oder zumindest legislativ unterlegt sind, stellen die im MWMS zusätzlich enthaltenen Maßnahmen lediglich einen Planungsstand dar (Öko-Institut et al. 2023a).

2.2 Methodisches Vorgehen für die Prüfung im Gebäudesektor

- 12 In Prüfschritt 1 wird für den Prüfgegenstand des MWMS-Szenarios des Projektionsberichts 2023 geprüft, ob eine Wiedererreichung des KSG-Zielpfads bis zum Jahr 2030 zu erwarten ist. In diesem Prüfschritt wird demnach unterstellt, dass der MWMS-Pfad des Projektionsberichts 2023 die Wirkung des Klimaschutzprogramms 2023 und der darin enthaltenen Maßnahmen abbildet, wie dies aus Sicht der Bundesregierung gegeben ist. Diese Unterstellung erweist sich allerdings als nicht haltbar, wie die weiteren Prüfschritte zeigen.
- 13 In Prüfschritt 2 wird 1.) eine Zuordnung der Maßnahmen des Klimaschutzprogramms 2023 zum zugrunde gelegten Prüfgegenstand durchgeführt, 2.) die verwendete Methodik der Modellierung des Maßnahmenbündels im MWMS-Pfad des Projektionsberichts 2023 gemäß einer, im Vergleich zu ERK (2022a) sowie Kapitel 3, angepassten Prüftabelle bewertet sowie 3.) die Methodik der Einzelmaßnahmenbewertung beurteilt.
- 14 In Prüfschritt 3 wird anschließend für ausgewählte Einzelmaßnahmen eine vertiefende Bewertung der Differenz zwischen MWMS des Projektionsberichts 2023 und der Maßnahmen des Klimaschutzprogramms 2023 durchgeführt, sowie eine Bewertung der Abweichungen in der Maßnahmenausgestaltung zwischen dem Projektionsbericht 2023 und dem aktuellen politischen Stand. Da die Wirkung des Klimaschutzprogrammes 2023 für den Gebäudesektor geringer ausfällt als im Sofortprogramm 2022, wird in einem Exkurs auf die Differenzen der Quantifizierungen der wesentlichen Einzelmaßnahmen eingegangen (siehe Anhang A.1).

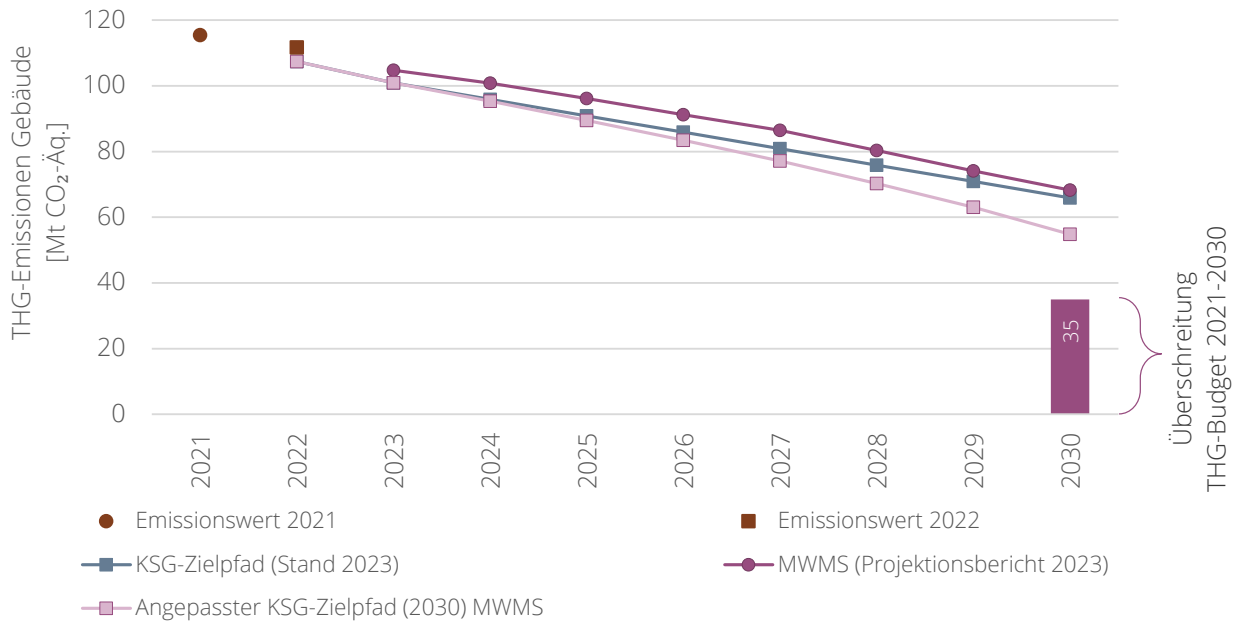
2.3 Prüfschritt 1: Einhaltung des Zielpfads

- 15 Für Prüfschritt 1 wird der THG-Emissionspfad des MWMS des Projektionsberichts 2023 (Öko-Institut et al. 2023a) mit dem aktuellen KSG-Pfad sowie der entstehenden Ziellücke des THG-Budgets bis zum Jahr 2030¹⁰ verglichen (siehe Abbildung 2). Die kumulierte Zielerreichungslücke liegt im Jahr 2030 bei 35 Mt CO₂-Äq. Somit kann der MWMS-Pfad des Projektionsberichts 2023 keine Budgeteinhaltung bis zum Jahr 2030 gewährleisten, anders als dies im Sofortprogramm 2022 für den Gebäudesektor noch ausgewiesen wurde.¹¹ Die so ausgewiesene Lücke entspricht etwa der Hälfte der aktuellen Zielsetzung für die Jahresemissionen des Jahres 2030. Insgesamt erfüllen demnach die im Klimaschutzprogramm 2023 für den Gebäudesektor ausgewiesenen Maßnahmen unter Anlegung dieser Quantifizierung nicht die Anforderung, die sich aus § 8 Abs. 1 KSG an ein Sofortprogramm ergibt, nämlich dass damit „die Einhaltung der Jahresemissionsmengen des Sektors für die folgenden Jahre“ sichergestellt wird.

¹⁰ Der Budgetansatz stellt im Gegensatz zu den jahresscharfen Emissionsmengen die kumulierte Emissionsmenge über den Zeitraum 2021 bis 2030 dar und setzt diesen Wert mit den kumulierten jährlichen KSG-Zielwerten ins Verhältnis. Dies ist sowohl sektorenübergreifend als auch für jeden einzelnen Sektor möglich. Laut § 4 Abs. 3 KSG werden bei Über- oder Unterschreitungen der jeweils zulässigen Treibhausgasmengen ab dem Jahr 2021 in einem Sektor die Differenzmengen auf die verbleibenden Jahresemissionsmengen des Sektors bis zum Jahr 2030 gleichmäßig angerechnet. Da für den Sektor Energiewirtschaft kein KSG-Zielpfad für die Jahre 2023 bis einschließlich des Jahres 2029 im KSG definiert ist, wird wie im Projektionsbericht 2023 eine lineare Fortschreibung angenommen. Da durch die Anwendung des Ausgleichsmechanismus nur noch das verbleibende Budget die relevante Bezugsgröße ist, wird im Folgenden der Begriff THG-Budget bis zum Jahr 2030 verwendet.

¹¹ Ein Vergleich des MWMS-Pfads des Projektionsberichts 2023 sowie des Sofortprogramms 2022 für den Gebäudesektor ist in einem vertiefenden Exkurs dargestellt (siehe Anhang A.1).

Abbildung 2: Vergleich des projizierten THG-Emissionspfads des MWMS des Projektionsberichts 2023 mit dem Zielpfad des Bundes-Klimaschutzgesetzes für den Gebäudesektor



Eigene Darstellung basierend auf Öko-Institut et al. (2023a), UBA (2023a) und Öko-Institut et al. (2023b). Der „angepasste KSG-Zielpfad“ stellt den bereinigten Zielpfad aus Anlage 2 KSG gemäß der Korrekturvorgabe aus § 4 Abs. 3 KSG um Über- und Unterschreitungen bis zum nächsten Zieljahr dar.

2.4 Prüfschritt 2: Prüfung des methodischen Vorgehens

Zuordnung der Maßnahmen des Klimaschutzprogramms 2023 zum zugrunde gelegten Prüfgegenstand

- 16 Für eine Zuordnung der Maßnahmen des Klimaschutzprogramms 2023 werden zunächst Kernelemente der im Klimaschutzprogramm 2023 genannten Maßnahmen für den Gebäudesektor aufgeführt und dem MWMS des Projektionsberichts 2023 zugeordnet (siehe Tabelle 1). Für einen zusätzlichen Vergleich werden diese auch dem Sofortprogramm 2022 für den Gebäudesektor zugeordnet. Viele der im Klimaschutzprogramm 2023 enthaltenen Maßnahmen sind bereits implementiert und der Großteil der Maßnahmen des Klimaschutzprogramms 2023 war bereits im Sofortprogramm 2022 für den Gebäudesektor enthalten. Zum Teil wurden diese weiterentwickelt oder der Stand der Umsetzung hat sich verändert (z. B. bei der „EnSimiMaV“). Einige andere befinden sich noch im politischen Prozess, was Unsicherheiten bezüglich der genauen Ausgestaltung zur Folge hat. Unterschiede hinsichtlich der angenommenen Maßnahmenausgestaltung betreffen insbesondere die „GEG-Novelle“, sowie die von der „GEG-Novelle“ abhängigen Maßnahmen. Die zentralen Maßnahmen des Klimaschutzprogramms 2023 im Gebäudesektor wurden im Projektionsbericht 2023 quantifiziert: die „BEG“, die „GEG-Novelle“ (inklusive „MEPS“ für Nichtwohngebäude) und die „EnSimiMaV“ sind für eine kumulierte Minderungswirkung (2022-2030) von 148,9 Mt CO₂-Äq. verantwortlich (siehe Tabelle 1). Einige der im Klimaschutzprogramm 2023 enthaltenen Maßnahmen (bzw. Maßnahmenelemente) sind im Projektionsbericht 2023 nicht enthalten, z. B. die „Sanierung kommunaler Einrichtungen“, die „Energetische Stadtsanierung“ oder die „Initiative öffentliche

Gebäude“¹². Viele andere Maßnahmen sind im Projektionsbericht 2023 zwar enthalten, wurden aber nicht quantifiziert. Dies betrifft die „Holzbauinitiative“ oder die „Serielle Sanierung“¹³. Da es sich bei den nicht-quantifizierten Maßnahmen tendenziell um Maßnahmen mit geringerer Wirkung handelt, ist nicht davon auszugehen, dass durch diese Maßnahmen ein Lückenschluss erreicht werden kann. Die nicht-quantifizierten Maßnahmen sind zum Teil flankierende Maßnahmen, denen keine eigenständige Wirkung zugewiesen werden kann. Sie unterstützen jedoch die Umsetzung der quantifizierten Maßnahmen und sind für die vollständige Wirkung des Maßnahmenbündels notwendig. Flankierende Maßnahmen umfassen zum Teil Modellvorhaben oder andere Maßnahmen, deren konkrete Ausgestaltung noch unklar ist.

- 17 Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass eine eindeutige Zuordnung des Klimaschutzprogramms 2023 zu dem vorgelegten Prüfgegenstand nicht gegeben ist, da 1.) der Konkretisierungsgrad teilweise gering ist¹⁴, was eine eindeutige Zuordnung erschwert und in Teilen unmöglich macht und 2.) Maßnahmen des Klimaschutzprogramms 2023 teilweise nicht enthalten sind. Unter Berücksichtigung dieses Umstands wird im Folgenden dennoch auf die Quantifizierungen im Rahmen des Projektionsberichts 2023 Bezug genommen.

Tabelle 1: Zuordnung der Maßnahmen des Klimaschutzprogramms 2023 zum Projektionsbericht 2023 und zum Sofortprogramm 2022 für den Gebäudesektor

Kernelement der Maßnahmen	Klimaschutzprogramm 2023	MWMS-Pfad des Projektionsberichts 2023	Sofortprogramm 2022 für den Gebäudesektor
GEG-Novelle			
GEG-Novelle: Neubaustandard EH55	Nicht genannt	Enthalten	Enthalten
GEG-Novelle: Ölkesselverbot ab 2026	Nicht genannt	Enthalten	Nicht enthalten
GEG-Novelle: Weiterentwicklung der energetischen Standards (Neubau EH40, Sanierungen EH70)	Enthalten*	Enthalten	Enthalten
GEG-Novelle: 65 %-Erneuerbare Energien-Anforderung	Nicht genannt**	Enthalten	Enthalten
BEG	Enthalten	Enthalten	Enthalten
Holzbauinitiative	Enthalten	Enthalten (in LULUCF)	Nicht enthalten
Serielle Sanierung	Enthalten	Enthalten	Enthalten
Initiative öffentliche Gebäude	Enthalten	Nicht enthalten	Enthalten

¹² Die „Energieeinsparverordnung für Bundesgebäude“, die im Projektionsbericht 2023 erwähnt wird, und die Maßnahme „Initiative öffentliche Gebäude“ des Klimaschutzprogramms 2023 überschneiden sich in Teilaspekten, eine eindeutige Zuordnung ist nicht möglich.

¹³ Die Maßnahme „Serielle Sanierung“ wurde nicht quantifiziert, da laut Projektionsbericht 2023 (Öko-Institut et al. 2023a) davon ausgegangen wird, dass „die Maßnahme erst dann eine spürbare Einsparwirkung entfaltet, wenn sich die damit verbundenen Verfahren und Komponenten auf dem Markt etabliert haben und entsprechend nachgefragt werden“.

¹⁴ So geht aus dem Klimaschutzprogramm 2023 beispielsweise nicht eindeutig hervor, wie die Änderungen der „GEG-Novelle“ in Bezug auf die Anforderungen an Heizsysteme ausgestaltet sein wird. So steht dort lediglich: „Mit der neuen Regelung wird die Abkehr vom fossilen Heizen eingeleitet“.

Kernelement der Maßnahmen	Klimaschutzprogramm 2023	MWMS-Pfad des Projektionsberichts 2023	Sofortprogramm 2022 für den Gebäudesektor
Sanierung kommunaler Einrichtungen	Enthalten	Nicht enthalten	Enthalten
Zukunft Bau - Modellvorhaben	Enthalten	Enthalten	Enthalten
Energetische Stadtsanierung	Enthalten	Nicht enthalten	Nicht enthalten
Wärmeplanungsgesetz	Enthalten	Enthalten (als „Kommunale Wärmeplanung“ in Energiewirtschaft)	Enthalten
Klimaneutrale Fernwärme			
BEW	Enthalten	Enthalten (in Energiewirtschaft)	Enthalten
Fernwärmegipfel	Enthalten	Nicht enthalten	Nicht enthalten
Wärmepumpenoffensive	Enthalten	Enthalten	Enthalten
EnSimiMaV	Enthalten	Enthalten	Enthalten
MEPS	Enthalten	Enthalten	Enthalten

Eigene Darstellung basierend auf (Öko-Institut et al. 2023a).

*Der Sanierungsstandard EH70 ist nicht im Klimaschutzprogramm 2023 enthalten. Im Klimaschutzprogramm 2023 ist bei der Ausgestaltung der „GEG-Novelle“ nur die Weiterentwicklung des energetischen Standards für Neubau auf EH40 ab 2025 erwähnt.

** Aus dem Klimaschutzprogramm 2023 geht lediglich hervor, dass „Mit der neuen Regelung [...] die Abkehr vom fossilen Heizen eingeleitet [wird].“

Methodik der Modellierung des Maßnahmenbündels im Projektionsbericht 2023

18 Das Umweltbundesamt beauftragt alle zwei Jahre die Erstellung eines Projektionsberichts zur Quantifizierung der Klimaschutzmaßnahmen¹⁵. Mithilfe eines detaillierten, integrierten Modellierungsansatzes schätzt das für den jeweiligen Projektionsbericht beauftragte Projektkonsortium ab, wie sich sowohl aktuell implementierte als auch geplante Klimaschutzmaßnahmen auf die THG-Emissionen Deutschlands bis zum Jahr 2045 auswirken. Im Rahmen des Projektionsberichts 2023 wird eine Modellierung des Gesamtmaßnahmenbündels sowie eine Bottom-up-Einzelmaßnahmenbewertung durchgeführt, deren Werte für die Jahre 2025 und 2030 ausgewiesen werden (siehe Randziffer 19). Zur Ermittlung des Zielpfads im Projektionsbericht 2023 wurde das Maßnahmenbündel der Gebäudemassnahmen des MWMS gemäß der Maßnahmendarstellung in Tabelle 1 modelliert. Hierfür wurde das Gebäudemodell Invert/ee-Lab (Steinbach 2016) genutzt. Eine Bewertung des Vorgehens und der Annahmen im Rahmen der Modellierung des Maßnahmenbündels des Gebäudesektors ist Tabelle 2 zu entnehmen.

¹⁵ In der geplanten Novellierung des Bundes-Klimaschutzgesetzes ist die jährliche Erstellung eines Projektionsberichtes vorgesehen.

Tabelle 2: Bewertung des Vorgehens der Modellierung des Gebäudesektors im Rahmen des Projektionsberichts 2023

Prüfkriterium		Kommentierung	
THG-Minderungseffekt			
Berechnungs- methode	Darstellung	Im Projektionsbericht 2023 ist das Modell Invert/ee-Lab detailliert und mit Verweis auf weitere Literatur zu dem Modell beschrieben. Es ist ein technoökonomisches Bottom-Up-Simulationsmodell auf Grundlage einer detaillierten Darstellung des Gebäudebestands nach Gebäudetypen, Baualtersklassen und Sanierungszuständen. Das Modell bildet Investitionsentscheidungen in Energieeffizienz sowie in die Systeme zur Bereitstellung von Raumwärme, Warmwasser und Klimatisierung ab. Der Heiz- und Kühlenergiebedarf wird unter Berücksichtigung des Verhaltens der Nutzenden und von Klimadaten ermittelt. Das Modell folgt einem Logit-Ansatz. Es berücksichtigt investorenspezifische Hemmnisse und Kalküle sowie das Temperaturniveau von Wärmeverteilungssystemen und deren Abhängigkeit zu Wirkungsgraden und Arbeitszahlen. Zudem kann es politische Instrumente wie Förderungen, Nutzungspflichten und Umlagesysteme abbilden. Eine detaillierte Beschreibung findet sich in Öko-Institut et al. (2023a) sowie Steinbach (2016).	Weitgehend dargestellt
	Angemessenheit	Die Kombination aus detaillierter Gebäudemodellierung, der Abbildung von Investitionsentscheidungen sowie der Abbildung politischer Instrumente ist als angemessen zu bewerten.	Angemessen
	Korrektheit der Rechnung	Da die Berechnung nicht vorliegt, kann die Korrektheit nicht bewertet werden.	Keine Bewertung möglich
Nachvollziehbarkeit der Annahmen	Darstellung	• Nicht alle in der Modellierung verwendeten Daten und Annahmen sind, bedingt durch die Modellkomplexität, dargestellt. Daher wird an dieser Stelle Bezug zu den im Rahmen des Projektionsberichts 2023 explizit dargestellten Annahmen genommen: • Die Energiepreisentwicklungen werden in den Rahmendaten zum Projektionsbericht 2023 transparent und nachvollziehbar dargestellt. Bis zum Jahr 2025 orientieren sich die Großhandelspreise an den Futures; im weiteren Verlauf werden die Prognosen der IEA und der europäischen Kommission herangezogen (Mendelevitch et al. 2022). • Modellanpassung hinsichtlich der Parametrierung der Preise in der Investitionsentscheidung: Hierunter ist zu verstehen, dass die Energiepreisteigerungen (kalkulatorische Energiepreise) der letzten Jahre sowie des jeweiligen Simulationsjahres über die Lebensdauer der Technologie im Rahmen der Investitionsrechnung	Teilweise dargestellt

Prüfkriterium		Kommentierung	
		berücksichtigt werden und nicht nur die Energiepreise des jeweiligen Simulationsjahres (Öko-Institut et al. 2023a). • Maßnahmenausgestaltung bildet den Stand zum August 2022 ab. • Im Vergleich zum Projektionsbericht 2021 wurde die Verwendung von Biomasse nicht begrenzt, sondern anhand von Kostenpotenzialkurven und dem Preis abgebildet. • Höhere Aktivität beim Heizungstausch (Austauschrate) auf Grund gestiegener Energiepreise (Lebensdauern kalibriert auf Basis der realen Entwicklung in den Jahren 2020-2022). • Zudem wurden transparent die sektorspezifischen Annahmen zur Entwicklung der Bevölkerung, Haushaltsgröße, Anzahl privater Haushalte, spezifischer Wohnfläche sowie der Heizgradtage dargestellt.	
	Angemessenheit	• Die angenommenen Energiepreisentwicklungen sind zum Zeitpunkt der Erstellung der Werte als plausibel einzustufen. Die langfristigen Entwicklungen (ab dem Jahr 2025) orientieren sich nach Mendelevitch et al. (2022) in der Tendenz an der konservativen Bandbreite der berücksichtigten Prognosen. Die kurz- bzw. mittelfristige Entwicklung (2022-2025) orientiert sich hingegen an Futures. Unter Betrachtung der tatsächlichen Preisentwicklungen (v.a. Gas) sowie der Tatsache, dass die Strom- und Gaspreisbremse in der Modellierung noch nicht berücksichtigt wurde, könnten die kurzfristigen Prognosen der Energiepreise somit tendenziell überschätzt sein. • Die Energiepreissteigerungen im Rahmen der Investitionsentscheidung zu berücksichtigen ist nachvollziehbar und plausibel. Den Dynamiken am Heizungsmarkt kann hierdurch besser Rechnung getragen werden. • Unter Betrachtung der aktuellen politischen Lage ist insbesondere der Umstand, dass die Maßnahmen zum Stand August 2022 in der Modellierung abgebildet sind, kritisch zu sehen, wenngleich dies im Prozess der Erstellung des Projektionsberichts 2023 nachvollziehbar ist. Eine vertiefte Betrachtung ist Prüfschritt 2 (Kapitel 2.5) zu entnehmen. • Die Nicht-Begrenzung von Biomasse scheint plausibel, da eine Begrenzung dem aktuellen politischen Stand widersprechen würde. • Eine Anpassung der Aktivität des Heizungstauschs aufgrund der letzten Jahre (2020-2022) ist nachvollziehbar. Ein Vergleich mit den Zahlen des Bundesverbandes der Deutschen Heizungsindustrie (BDH 2023) für den Marktabsatz von Wärmepumpen für das Jahr 2022 zeigt, dass die Modellierung im Ergebnis zu einer leichten Überschätzung in Höhe von etwa 13 000 Wärmepumpen führt. Dies macht jedoch nur rund 1 Prozentpunkt	• Weitgehend nachvollziehbar

Prüfkriterium		Kommentierung	
		Unterschied gemessen am Gesamtabatz für Wärmeerzeuger aus. Hierdurch zeigt sich eine gute Modellkalibrierung. Ob sich die höhere Dynamik am Heizungsmarkt und die damit verbundene verkürzte Lebensdauer verstetigt, ist mit Unsicherheiten behaftet. Es gibt jedoch keinen Hinweis auf eine bessere Annahme. Die Annahmen zur Bevölkerung, Haushaltsgröße, spezifischer Wohnfläche sowie der Entwicklung der Heizgradtage sind, gemäß der angegebenen zugrundeliegenden Quellen, angemessen.	
Vorgehen bei der Abschätzung		Insgesamt ist das Vorgehen als angemessen einzustufen. Das verwendete Modell ist für die Bottom-Up-Simulation des Gebäudesektors angemessen. Da das Maßnahmenpaket im Bündel bewertet ist, werden Überlagerungseffekte angemessen berücksichtigt.	Angemessen
Realisierungswahrscheinlichkeit der abgeschätzten Maßnahmenwirkung		Unter den getroffenen Annahmen gibt es keinen Hinweis dafür, dass ein anderes Ergebnis hätte erzielt werden müssen – jedoch ist die Realisierungswahrscheinlichkeit in hohem Maße abhängig von der Ausgestaltung der Annahmen, die insbesondere bei den Maßnahmen mit hoher THG-Minderungswirkung vom aktuellen politischen Stand abweichen. Eine eingehende Darstellung erfolgt in Prüfschritt 3 (Kapitel 2.5).	

Eigene Darstellung.

Methodik der Einzelmaßnahmenabschätzung im Projektionsbericht 2023

- 19 Die Einzelmaßnahmenbewertung im Rahmen des Projektionsberichts 2023 findet für den Gebäudesektor auf Basis einer Bottom-up-Abschätzung statt (entsprechende Informationen hierzu finden sich in den Anhängen 3 und 4 des Projektionsberichtes 2023 (Öko-Institut et al. 2023a)) und orientiert sich am Methodikpapier für Ex-ante-Maßnahmenbewertung Schlomann et al. (2022). Im Detail wird auf bestehende Auswertungen beziehungsweise Evaluationen der jeweiligen Maßnahmen zurückgegriffen und es werden die entsprechenden spezifischen Einsparungen mit den relevanten Aktivitätsgrößen skaliert. Bei fehlenden Evaluierungen wird die Wirkung auf Basis eigener Abschätzungen mittels geeigneter Indikatoren bestimmt. Damit folgt das Vorgehen insgesamt einem Best-Practice-Ansatz und ist wie die Modellierung als angemessen einzustufen.

2.5 Prüfschritt 3: Plausibilisierung

- 20 Für die Plausibilisierung des errechneten THG-Minderungspfads gemäß MWMS des Projektionsberichts 2023 werden zwei Gesichtspunkte betrachtet (siehe Randziffer 14): 1.) eine vertiefende Bewertung der Differenz zwischen MWMS des Projektionsberichts 2023 und den Maßnahmen des Klimaschutzprogramms, 2.) eine Bewertung der Abweichungen in der Maßnahmenausgestaltung zwischen dem Projektionsbericht 2023 und dem aktuellen politischen Stand für ausgewählte

Einzelmaßnahmen.¹⁶ Die Plausibilisierung wird im Folgenden für vier zentrale politische Maßnahmen im Gebäudesektor, die „GEG-Novelle“, die „BEG“, die „BEW“ sowie die „EnSimiMaV“, im Detail vorgenommen.

Novellierung des Gebäudeenergiegesetzes („GEG-Novelle“)

- 21 Das GEG regelt das Energieeinsparrecht für Gebäude in Deutschland. Wie in Tabelle 3 dargestellt, sind darin aktuell der Neubaustandard EH55 implementiert sowie ein vereinfachtes Nachweisverfahren für Wohngebäude. Das GEG ist am 01.11.2020 in Kraft getreten, die letzte Novellierung zum 01.01.2023.

Tabelle 3: Maßnahmenübersicht Gebäudeenergiegesetz in aktuell gültiger Fassung

Gebäudeenergiegesetz	
Kurzbeschreibung der aktuellen Ausgestaltung der Maßnahme	Das GEG bildet den rechtlichen Rahmen für das Energieeinsparrecht für Gebäude und dient der nationalen Umsetzung der EU-Gebäuderichtlinie (EPBD) sowie der EU-Energieeffizienzrichtlinie (EED). Die in den zwei jüngsten Novellierungen implementierten Bausteine der Maßnahme sind: • Neubaustandard EH55 ab 01.01.2023 • vereinfachtes Nachweisverfahren für Wohngebäude • Einführung eines Primärenergiefaktors für Strom zum Betrieb von wärmenetzgebundenen Großwärmepumpen
Instrumententyp	• Regulierung
Aktueller politischer Stand	• erlassen am 08. August 2020, in Kraft getreten am 01. November 2020 • letzte Novellierung am 20. Juli 2022, in Kraft getreten am 01. Januar 2023 • aktuelle Novellierung ist in Abstimmung, Inkrafttreten für das Jahr 2024 geplant • aktuellster abgestimmter Entwurf: Stand 30. Juni 2023 (Deutscher Bundestag 2023) • Abstimmung (vermutlich des aktuellen Entwurfs) in erster Sitzung nach Sommerpause im September geplant

Eigene Darstellung.

- 22 Die „GEG-Novelle“ ist derzeit in Abstimmung, das Inkrafttreten ist für das Jahr 2024 geplant. Die Abstimmung im Bundestag ist in der ersten Sitzung nach der Sommerpause im September vorgesehen. Die Umsetzung vieler im Projektionsbericht 2023 angenommener Ausgestaltungsbestandteile (Tabelle 4) der „GEG-Novelle“ ist daher zum aktuellen Zeitpunkt unsicher. Auffällig ist vor allem, dass im Klimaschutzprogramm 2023 lediglich die Angleichung der Neubau-Standards zum 1. Januar 2025 an den EH40-Standard explizit genannt wird, aber darüber hinaus keine weiteren Maßnahmen konkretisiert aufgeführt werden. Es wird nur die Möglichkeit genannt, dass weitere Maßnahmen eingesetzt werden können. Die Weiterentwicklung der energetischen Standards mit der Vorgabe des EH40-Standards für Neubauten ab Januar 2025 wurde bereits im Koalitionsvertrag angekündigt und wird auch für die „GEG-Novelle“ diskutiert. Im aktuellen Referentenentwurf findet sich dieser Aspekt jedoch nicht wieder, insofern ist die Umsetzung als unsicher einzustufen.

¹⁶ Unterschiede in den Quantifizierungen im Rahmen des Sofortprogramms 2022 und dem Projektionsbericht 2023, werden in einem gesonderten Kapitel im Anhang A.1 dargestellt.

- 23 Die Umsetzung der Pflicht zur Nutzung erneuerbarer Energieträger (65 %-Regel) ist zwar wahrscheinlich, da sie mit der kommenden „GEG-Novelle“ einhergeht, jedoch erscheint nahezu sicher, dass diese Pflicht nicht zum Januar 2024 eintritt, da diese an die kommunale Wärmeplanung geknüpft werden soll.¹⁷ Bis die kommunale Wärmeplanung durchgeführt wurde, soll die 65 %-Regel noch nicht gelten. Die Ausgestaltung allgemein ist unklar, insbesondere, welche Ausnahmen, beispielsweise über Härtefallregelungen, möglich sein werden.
- 24 Abgesehen davon gibt es bei der Umsetzung der Mindestenergieeffizienzstandards „MEPS“ Unsicherheiten. Da die EU-Gebäuderichtlinie, die die „MEPS“ vorschreibt, noch nicht final beschlossen ist, sind der zeitliche Rahmen und die konkrete Ausgestaltung auch für die nationale Umsetzung weiterhin unsicher. Im MWMS des Projektionsberichts 2023 ist die Einführung des EH70-Standards für den Bestand bei der Sanierung einzelner Bauteile angenommen, da dies im Koalitionsvertrag verankert ist. Die Umsetzung ist für eine zusätzliche Novellierung des GEG geplant, die konkrete Ausgestaltung in Zusammenhang mit der Implementierung der „MEPS“ ist jedoch zum jetzigen Zeitpunkt als unsicher einzustufen.
- 25 Der Stand der „GEG-Novelle“, welcher der Maßnahmengestaltung des Projektionsberichtes 2023 zum Stichtag im August 2022 zugrunde liegt, unterscheidet sich damit deutlich von den jüngsten bekannten Entwürfen. Durch das spätere Eintreten und die mit mehr Erfüllungsoptionen ausgestattete Ausgestaltung der 65 %-Regel sowie der derzeit noch unklaren Ausgestaltung und Umsetzung zu Mindesteffizienzstandards der „Worst Performing Buildings“ (Effizienzklasse G und H)¹⁸ ist davon auszugehen, dass die Wirkung tendenziell geringer ausfällt als im MWMS des Projektionsberichts 2023 angegeben.

Tabelle 4: Gegenüberstellung der Annahmen zur Ausgestaltung der „GEG-Novelle“

Kernbausteine	Klimaschutzprogramm 2023	Projektionsbericht 2023 (MWMS)	Umsetzungsstand	Exkurs: Sofortprogramm 2022 für den Gebäudesektor
Angleichung der Neubau-Standards zum 1. Januar 2025 an den EH40-Standard	Enthalten	Enthalten	Umsetzung unsicher	Enthalten
Pflicht zur Nutzung von 65 % erneuerbaren Energieträgern ab dem 1. Januar 2024	Nicht genannt	Enthalten	Umsetzung unsicher	Enthalten

¹⁷ Der aktuelle politische Diskussionsstand besagt, dass Städte mit mehr als 100 000 Einwohner*innen die Wärmeplanung bis zum Jahr 2026 vorlegen müssen, kleinere Kommunen bis zum Jahr 2028. Bis Ende Juni 2026 beziehungsweise Ende Juni 2028 dürfen weiter Heizungen eingebaut werden, die die Anforderungen des Heizungsgesetzes nicht erfüllen. (Tagesschau 2023)

¹⁸ Im Rahmen des Zweijahresgutachtens (ERK 2022b) hat der Expertenrat darauf hingewiesen, dass für das Emissionsgeschehen des Wohngebäudebestands insbesondere die „Worst Performing Buildings“ (Effizienzklassen G und H) relevant sind und diese zusammen für ca. 50 % der THG-Emissionen des Wohngebäudebestands verantwortlich sind. Damit wird deutlich, dass durch den derzeit diskutierten Entwurf der „GEG-Novelle“ nicht das volle Minderungspotenzial ausgeschöpft wird. Die Minderungswirkung ist im Wesentlichen davon abhängig, wie die Ausgestaltung der „MEPS“ beziehungsweise die Einführung des EH70-Standards sein wird.

Kernbausteine	Klimaschutzprogramm 2023	Projektionsbericht 2023 (MWMS)	Umsetzungsstand	Exkurs: Sofortprogramm 2022 für den Gebäudesektor
Mindestenergieeffizienzstandards für Bestandsgebäude (MEPS)	Nicht genannt	Enthalten **	Umsetzung wahrscheinlich	Enthalten *
Installationsverbot von neuen Ölkesseln ab 2026	Nicht genannt	Enthalten	Implementiert	Nicht enthalten
Neubaustandards (EH55)	Nicht genannt	Nicht enthalten	Implementiert	Enthalten
Bestand, bei Sanierung einzelner Bauteile: EH70	Nicht genannt	Enthalten	Nicht enthalten	Nicht enthalten
Einordnung des Klimaschutzprogramms 2023	Viele zentrale Aspekte der Maßnahmenausgestaltung, die im Projektionsbericht 2023 genannt werden, sind im Klimaschutzprogramm 2023 nicht explizit enthalten. Es wird genannt, dass „Mit der neuen Regelung die Abkehr vom fossilen Heizen eingeleitet wird.“			
Exkurs: Vergleich der THG-Minderungswirkung der „GEG-Novelle“ zum Sofortprogramm 2022 für den Gebäudesektor	Die ausgewiesene Wirkung der „GEG-Novelle“ unter Berücksichtigung der Annahmen zur Ausgestaltung ist im Projektionsbericht 2023 höher als im Sofortprogramm 2022 für den Gebäudesektor. Die zugrundeliegende Hauptursache hierfür ist im Rahmen der 65 %-Regel einer höheren Dynamik im Heizungsmarkt zuzuschreiben. (siehe Anhang A.1).			
Plausibilisierung des MWMS-Pfades unter Berücksichtigung des aktuellen politischen Diskussionsstands der „GEG-Novelle“	Ein Vergleich mit der aktuellen politischen Ausgestaltung lässt darauf schließen, dass die Wirkung der „GEG-Novelle“ tendenziell überschätzt ist, da sich ein zeitlicher Verzug im Auslösetatbestand der 65 %-Regel abzeichnet, und zusätzlich die Regelungen zu den „MEPS“ bzw. dem EH70-Standard derzeit noch unklar sind.			

Eigene Darstellung basierend auf (Öko-Institut et al. 2023a).

* Wohn- und Nichtwohngebäude der Effizienzklassen G und H müssen im Falle der Eigentumsübertragung innerhalb einer Periode von fünf Jahren energetisch so saniert werden, dass sie Effizienzklasse C oder besser erreichen (ERK 2022a).

** „MEPS“ wurden im Projektionsbericht 2023 nur für Nichtwohngebäude quantifiziert. Für Wohngebäude bezieht sich das Effizienzziel auf den gesamten Wohnbestand und entfaltet daher keine Minderungswirkung (Öko-Institut et al. 2023a).

- 26 Die konkrete Ausgestaltung der „GEG-Novelle“ hat aufgrund der zentralen Rolle dieses Instrumentes zudem Auswirkungen auf andere Instrumente im Gebäudesektor. So muss vor allem die „BEG“ nach der „GEG-Novelle“ erneut angepasst werden. Des Weiteren wirkt sich die „GEG-Novelle“ auf das „Wärmeplanungsgesetz“ und die Anpassung der „BEW“ aus, sodass auch hier die konkrete Ausgestaltung erst später spezifiziert werden kann.

Bundesförderung für effiziente Gebäude („BEG“)

- 27 Die „BEG“ ist eines der größten Förderprogramme im Gebäudesektor, in dem vor allem Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle, der Einsatz erneuerbarer Energieträger und der Tausch von Heizungssystemen in Wohngebäuden und Nichtwohngebäuden mit Krediten und Subventionen

gefördert werden (siehe Tabelle 5). Die „BEG“ wurde im Jahr 2021 implementiert. Die letzte Anpassung der Förderrichtlinie ist am 01.01.2023 in Kraft getreten.

Tabelle 5: Maßnahmenübersicht „BEG“

Bundesförderung für effiziente Gebäude	Wesentliche Eckpunkte der Ausgestaltung
Kurzbeschreibung der aktuellen Ausgestaltung der Maßnahme	Die „BEG“ wurde im Jahr 2021 implementiert. In der „BEG“ wurden vorherige Programme zur Förderung von Energieeffizienz und dem Einsatz erneuerbarer Energieträger im Gebäudebereich zusammengeführt. In drei Teilen werden Maßnahmen für Wohngebäude und Nichtwohngebäude sowie Einzelmaßnahmen gefördert. Hierbei liegt der Fokus auf der Förderung des Einsatzes alternativer Heizungssysteme, der Optimierung bestehender Heizungsanlagen, Maßnahmen an der Gebäudehülle und dem Einsatz optimierter Anlagentechnik.
Instrumententyp	Fiskalisch
Aktueller politischer Stand	- in Kraft getreten am 01. Januar/01. Juli 2021 - letzte Novellierung der Förderrichtlinien am 9. Dezember 2022, in Kraft getreten am 01. Januar 2023 - weitere Anpassung ist für das Jahr 2023 geplant - Ausgestaltung abhängig von der „GEG-Novelle“ (s. o.), daher Anpassung frühestens ab September 2023 möglich

Eigene Darstellung.

- 28 Tabelle 6 zeigt den Vergleich der Ausgestaltung der „BEG“ im Klimaschutzprogramm 2023 und in den unterschiedlichen Gutachten sowie den Umsetzungsstand. Im Sofortprogramm 2022 für den Gebäudesektor war in der Weiterentwicklung der „BEG“ unter anderem der Ausbau der Sanierung von Bestandsgebäuden enthalten. Diese ist seit der Anpassung der Förderrichtlinie im Jahr 2022 implementiert. Genauso wurde, wie im Sofortprogramm 2022 für den Gebäudesektor aufgeführt, die Förderung für Neubauten inzwischen reduziert und ist an die Anforderung eines klimaneutralen Gebäudebestands bis zum Jahr 2045 gekoppelt. Ebenso ist die Anforderung von 65 % Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern implementiert, die der Umsetzung der „GEG-Novelle“ dient. Diese Aspekte sind auch im Projektionsbericht 2023 enthalten und bilden die Grundlage für die darin enthaltene Quantifizierung. Das Klimaschutzprogramm 2023 greift diese einzelnen Teile der „BEG“ ebenfalls auf, genauso wie den bereits implementierten zusätzlichen Bonus für die Sanierung von „Worst Performing Buildings“.
- 29 Die kumulierte Minderungswirkung der „BEG“ bis zum Jahr 2030 wird im Projektionsbericht 2023 mit 74 Mt CO₂-Äq. beziffert und scheint unter den getroffenen Annahmen plausibel. Da die „BEG“ nach der „GEG-Novelle“ erneut angepasst werden muss und somit Weiterentwicklungen beziehungsweise Abänderungen der aktuell bereits implementierten Förderrichtlinie möglich sind, ist die tatsächliche Wirkung zum jetzigen Zeitpunkt allerdings noch unsicher. Ebenso kann keine Aussage über eine Umsetzungswahrscheinlichkeit getroffen werden, da noch keine Details einer möglichen angepassten Ausgestaltung bekannt sind.

Tabelle 6: Gegenüberstellung der Annahmen zur Ausgestaltung der „BEG“

Kernbausteine/ Programme	Klimaschutzprogr mm 2023	Projektionsbericht 2023 (MWMS)	Umsetzungsstand	Exkurs: Sofortprogramm 2022 für den Gebäudesektor
Flankierung der neuen Vorgaben der „GEG- Novelle“: Erneuerbare Energien- Wärmeanforderungen	Enthalten	Enthalten	Implementiert	Enthalten
Flankierung der neuen Vorgaben der „GEG- Novelle“: Neubauanforderungen EH40 ab 2025	Nicht genannt	Enthalten	Einordnung nicht möglich	Enthalten
Förderung Sanierung im Bestand	Enthalten	Enthalten	Implementiert	Enthalten
Förderprogramm „Klimafreundlicher Neubau“	Enthalten	Nicht enthalten	Implementiert	Enthalten
Einbau von Anlagen zur Wärmeerzeugung mit erneuerbaren Energieträgern	Nicht genannt	Enthalten	Implementiert	Nicht enthalten
Sanierung Wärmeversorgung, Sanierung Einzelmaßnahmen	Nicht genannt	Enthalten	Implementiert	Nicht enthalten
Bonus für „Worst Performing Buildings“	Enthalten	Enthalten	Implementiert	Nicht enthalten
Einordnung des Klimaschutzprogramms 2023	Da die Ausgestaltung der BEG-Anpassung von der „GEG-Novelle“ (s. o.) abhängig ist, ist zur Einordnung der „BEG“ im Klimaschutzprogramm 2023 keine endgültige Aussage möglich.			
Exkurs: Vergleich der THG-Minderungswirkung des BEG zum Sofortprogramm 2022 für den Gebäudesektor	Die niedrigere Minderungswirkung ist vor allem Folge anderer Fördersätze sowie eines geringeren Fördervolumens (siehe Anhang A.1).			
Plausibilisierung des Beitrags der „BEG“ unter Berücksichtigung des aktuellen politischen Stands des MWMS-Pfads	Die Wirkabschätzung der „BEG“ im Rahmen des Projektionsberichtes 2023 ist unter den dort zugrunde gelegten Annahmen als plausibel einzustufen. Aufgrund der noch unsicheren tatsächlichen Ausgestaltung, die auch von der Einigung zur Ausgestaltung der „GEG-Novelle“ abhängig ist, ist eine endgültige Einordnung und Plausibilisierung der Minderungswirkung der „BEG“ zum jetzigen Zeitpunkt allerdings nicht möglich.			

Eigene Darstellung basierend auf Öko-Institut et al. (2023a).

Optimierung bestehender Heizungssysteme („EnSimiMaV“)

- 30 Die „EnSimiMaV“ umfasst die Verpflichtung zur Heizungsprüfung und -optimierung für Gebäudeeigentümer*innen sowie zum hydraulischen Abgleich bei Nichtwohngebäuden und großen Wohngebäuden. Sie wurde als Reaktion auf die Energiepreiskrise im Jahr 2022 umgesetzt und gilt begrenzt für zwei Jahre mit einer Laufzeit vom 01.10.2022 bis 30.09.2024. Tabelle 7 stellt die aktuelle Ausgestaltung der Maßnahme dar.

Tabelle 7: Maßnahmenübersicht „EnSimiMaV“

Optimierung bestehender Heizsysteme	
Kurzbeschreibung der aktuellen Ausgestaltung der Maßnahme	• Implementierte Mittelfristmaßnahme als Reaktion auf die Energiepreiskrise 2022, begrenzt auf zwei Jahre, Laufzeit: 01.10.2022–30.09.2024 • Aktuelle Ausgestaltung: • Heizungsprüfung und Heizungsoptimierung: Verpflichtung von Gebäudeeigentümer*innen, die mit Gas heizen, eine einmalige Heizungsprüfung und einfache Optimierungen durchführen zu lassen • Hydraulischer Abgleich bei Nichtwohngebäuden und Wohngebäuden ab zehn Wohneinheiten • Weiterentwickelte Maßnahme (Heizoptimierung im Rahmen der „BEG“)
Instrumententyp	• Regulierung
Aktueller politischer Stand	• Erlassen am 24. August 2022, in Kraft getreten am 01.10.2022 • Implementiert, begrenzt auf zwei Jahre, Laufzeit: 01.10.2022–30.09.2024

Eigene Darstellung.

- 31 Wie in Tabelle 8 dargestellt, entspricht die aktuelle Ausgestaltung der Maßnahme weitestgehend den im Sofortprogramm 2022 für den Gebäudesektor genannten Zielvorgaben. Da es sich um eine implementierte Maßnahme handelt, deckt sich dies auch mit der Ausgestaltung im Klimaschutzprogramm 2023 und dem Projektionsbericht 2023. Die im Projektionsbericht 2023 festgestellte Minderungswirkung der „EnSimiMaV“ von 8,7 Mt CO₂-Äq. wird als plausibel eingeschätzt, da die konkrete Ausgestaltung und Umsetzung der Maßnahme gesichert ist.

Tabelle 8: Gegenüberstellung der Annahmen zur Ausgestaltung der „EnSimiMaV“

Kernbausteine/ Programme	Klimaschutzprogramm m 2023	Projektionsbericht 2023 (MWMS)	Umsetzungsstand	Exkurs: Sofortprogramm 2022 für den Gebäudesektor
Heizungsprüfung und Heizungsoptimierung	Enthalten	Enthalten	Implementiert	Umsetzung als Ziel erwähnt
Hydraulischer Abgleich bei Nichtwohngebäuden und großen Wohngebäuden mit Gaszentralheizungen	Enthalten	Enthalten	Implementiert	Umsetzung als Ziel erwähnt

Kernbausteine/ Programme	Klimaschutzprogram m 2023	Projektionsbericht 2023 (MWMS)	Umsetzungsstand	Exkurs: Sofortprogramm 2022 für den Gebäudesektor
Einordnung des Klimaschutzprogramms 2023	Die Ausgestaltung der „EnSimiMaV“ im Klimaschutzprogramm 2023 sowie im Projektionsbericht 2023 entspricht der implementierten Maßnahme.			
Exkurs: Vergleich der THG-Minderungs- wirkung der „EnSimiMaV“ zum Sofortprogramm 2022 für den Gebäudesektor	Die Realisierung der im Sofortprogramm 2022 für den Gebäudesektor angegebenen Minderungswirkung der Maßnahme wurde vom Expertenrat als „kaum erwartbar“ eingestuft wurde. Dies lässt sich damit erklären, dass es sich im Sofortprogramm 2022 für den Gebäudesektor um eine Potenzialabschätzung für eine nicht instrumentalisierte Maßnahme handelte, im Projektionsbericht 2023 aber um eine implementierte Maßnahme ohne Unsicherheit in Bezug auf die konkrete Ausgestaltung (siehe Anhang A.1).			
Plausibilisierung des Beitrags der „EnSimiMaV“ unter Berücksichtigung des aktuellen politischen Stands zum MWMS- Pfad	Die im Projektionsbericht 2023 angegebene Minderungswirkung wird als plausibel eingeschätzt, da keine Unsicherheit in Bezug auf Umsetzung und Ausgestaltung besteht. Mit einer Minderungswirkung von 8,7 Mt CO ₂ -Äq. leistet die „EnSimiMaV“ allerdings einen eher kleinen Beitrag zur kumulierten Minderungswirkung des MWMS-Pfads für den Zeitraum 2022-2030.			

Eigene Darstellung basierend auf Öko-Institut et al. (2023a).

Bundesförderung für effiziente Wärmenetze („BEW“)

- 32 Die „BEW“ ist eine Weiterentwicklung des Modellvorhabens Wärmenetze 4.0 und soll dazu beitragen, die Fernwärme zu dekarbonisieren. Bis zum Jahr 2030 soll „die Installation von durchschnittlich bis zu [sic] 681 MW erneuerbarer Wärmeerzeugungsleistung pro Jahr gefördert und somit Investitionen von durchschnittlich rund 1 174 Millionen Euro jährlich angestoßen werden“ (BMWK 2022b). Die aktuelle Ausgestaltung der „BEW“ ist seit dem 15.09.2022 in Kraft und fördert den Bau neuer Wärmenetze mit mindestens 75-prozentiger Einspeisung aus erneuerbarer Wärme und unvermeidbarer Abwärme sowie die Dekarbonisierung bestehender Wärmenetze. Das Klimaschutzprogramm 2023 spiegelt die aktuelle Ausgestaltung der Maßnahme wider. Für das Jahr 2023 ist eine Anpassung der „BEW“ geplant. Zur Umsetzungswahrscheinlichkeit und genauen Ausgestaltung der Anpassung der „BEW“ kann aufgrund der Abhängigkeit von der „GEG-Novelle“ keine Einschätzung getroffen werden.

Tabelle 9: Maßnahmenübersicht „BEW“

Bundesförderung für effiziente Wärmenetze	
Kurzbeschreibung der aktuellen Ausgestaltung der Maßnahme	• Bis zum Jahr 2030 stehen 2,98 Milliarden Euro zur Verfügung. Damit soll die Installation von durchschnittlich bis zu 681 Megawatt erneuerbarer Wärmeerzeugungsleistung für Wärmenetze pro Jahr gefördert und Investitionen von durchschnittlich rund 1 174 Millionen Euro pro Jahr angestoßen werden. • Die „BEW“ fördert: • den Bau neuer Wärmenetze mit mindestens 75 % erneuerbaren Energieträgern und Abwärme • die Dekarbonisierung bestehender Netze • Weiterentwickelte Maßnahme (Modellvorhaben Wärmenetze 4.0)
Instrumententyp	• Fiskalisch
Aktueller politischer Stand	• Aktuelle Ausgestaltung der „BEW“ wurde am 01. August 2022 beschlossen, in Kraft getreten zum 15. September 2022 • Novellierung geplant für das Jahr 2023 • Ausgestaltung der Anpassung abhängig von „GEG-Novelle“ (s.o.), daher Änderung frühestens ab September möglich

Eigene Darstellung basierend auf BMWK (2022b) und BMWK (2022a).

- 33 Die Ausgestaltung der „BEW“ im Klimaschutzprogramm 2023 enthält die Förderung des Neubaus von erneuerbaren Wärmenetzen sowie die Förderung des Umbaus bestehender Wärmenetze auf erneuerbare Energieträger und unvermeidbare Abwärme (siehe Tabelle 10). Die Förderung des Umbaus bestehender Netze ist im Projektionsbericht 2023 im Energiewirtschaftssektor berücksichtigt, da die THG-Emissionen, die bei der Erzeugung von Fernwärme entstehen, laut Bundes-Klimaschutzgesetz in der Energiewirtschaft bilanziert werden. Der Umbau fossiler Netze auf erneuerbare Energieträger entfaltet daher eine Minderungswirkung im Energiewirtschaftssektor. Der Wärmenetzneubau hingegen hat keinen mindernden Effekt in der Energiewirtschaft und ist in der Ausgestaltung der „BEW“ im Projektionsbericht 2023 so nicht enthalten. Da der Neubau von Wärmenetzen die Umstellung fossiler Heizungssysteme auf Fernwärme begünstigt, kann der Wärmenetzneubau eine emissionsmindernde Wirkung im Gebäudesektor entfalten. Nach Aussage der Gutachter*innen wird dieser Effekt der 65 %-Regelung zugeschrieben und daher im Projektionsbericht 2023 nicht separat im Gebäudesektor

quantifiziert. Im MMS und MWMS des Projektionsberichts 2023 sind darüber hinaus konkrete Zielpfade für den Anteil erneuerbarer Energieträger und Abwärme an der Wärmeversorgung vorgesehen. Diese werden im Energiewirtschaftssektor bilanziert.

- 34 Die zusätzliche THG-Minderungswirkung der „BEW“ im Vergleich zur 65 %-Regel ist auf Grund von Überlagerungseffekten mit der 65 %-Regel schwer abzuschätzen und ist daher mit Unsicherheiten verbunden. Es gibt daher keinen konkreten Hinweis auf eine Unterschätzung der Maßnahmenwirkung im Rahmen des Projektionsberichts 2023.

Tabelle 10: Gegenüberstellung der Annahmen zur Ausgestaltung der „BEW“ und der entsprechenden angenommenen THG-Minderungswirkung

Kernbausteine/ Programme	Klimaschutz- programm 2023	Projektionsbericht 2023 MWMS (Energiewirtschaft)	Umsetzungsstand	Exkurs: Sofortprogramm 2022 für den Gebäudesektor
Förderung Neubau von Wärmenetzen mit mindestens 75 % Wärmeeinspeisung aus erneuerbaren Energieträgern und Abwärme	Enthalten	Nicht enthalten	Implementiert	Enthalten
Förderung Umbau bestehender Wärmenetze auf erneuerbare Energieträger und unvermeidbare Abwärme	Enthalten	Enthalten	Implementiert	Enthalten
Zusätzliche Förderung von Einzelmaßnahmen	Nicht genannt	Nicht enthalten	Einordnung nicht möglich	Enthalten
Anteil erneuerbarer Energieträger & Abwärme: 25 % bis 2025, 50 % bis 2030, 65 % bis 2035, 80 % bis 2040, klimaneutral bis 2045	Nicht genannt	Enthalten	Einordnung nicht möglich	Nicht enthalten
Einordnung des Klimaschutzprogramms 2023	Die Ausgestaltung der „BEW“ im Klimaschutzprogramm 2023 entspricht weitestgehend der Ausgestaltung der Maßnahme im Sofortprogramm 2022 für den Gebäudesektor. Diese unterscheidet sich jedoch von der Ausgestaltung der Maßnahme im Projektionsbericht 2023, wo die Maßnahme im Energiewirtschaftssektor bilanziert wird.			
Exkurs: Vergleich der THG-Minderungswirkung der „BEW“ zum Sofortprogramm 2022 für den Gebäudesektor	Die Maßnahmenausgestaltung im Klimaschutzprogramm 2023 enthält wie im Sofortprogramm 2022 für den Gebäudesektor sowohl den Umbau bestehender Wärmenetze als auch den Wärmenetzneubau. Die zusätzliche THG-Minderungswirkung der „BEW“ im Vergleich zur 65 %-Regel ist auf Grund von Überlagerungseffekten mit der 65 %-Regel schwer abzuschätzen und ist daher mit Unsicherheiten verbunden (siehe Anhang A.1).			

Kernbausteine/ Programme	Klimaschutz- programm 2023	Projektionsbericht 2023 MWMS (Energiewirtschaft)	Umsetzungsstand	Exkurs: Sofortprogramm 2022 für den Gebäudesektor
Plausibilisierung des Beitrags der „BEW“ unter Berücksichtigung des aktuellen politischen Stands zum MWMS-Pfad	Zur Realisierung der Minderungswirkung kann keine Aussage getroffen werden, da sich die Maßnahmenausgestaltung im Klimaschutzprogramm 2023 und im Projektionsbericht 2023 stark unterscheiden. Zur Umsetzungswahrscheinlichkeit und tatsächlichen Ausgestaltung der Novellierung der „BEW“ ist keine Einschätzung möglich, da die Ausgestaltung der Novellierung der „BEW“ von der „GEG-Novelle“ (s.o.) abhängig ist.			

Eigene Darstellung basierend auf ERK (2022a) und Öko-Institut et al. (2023a).

Weitere treibhausgasmindernde Effekte im MWMS-Pfad des Projektionsberichts 2023

- 35 Im Rahmen des Projektionsberichts 2023 spielen verschiedene Effekte eine Rolle für die Entwicklung der Treibhausgase, die ihre Wirkung unabhängig von den politischen Maßnahmen entfalten. Neben dem Energiepreiseffekt sind der Klimateffekt, autonome Sanierungen, die Dynamik im Heizungsmarkt sowie der Neubau zu nennen (Öko-Institut et al. 2023a). Während die Zunahme der Wohn- und gewerblichen Nutzfläche infolge der Neubauaktivität zu Mehremissionen führt, weisen die anderen Effekte mindernde Emissionswirkungen auf: Hohe Preise für fossile Energieträger wirken sich positiv auf den Einsatz erneuerbarer Wärmeerzeuger aus, auch unabhängig von politischen (Förder-)Maßnahmen (Öko-Institut et al. 2023a). Der Energiepreiseffekt ist im Projektionsbericht 2023 mit einer Minderungswirkung von 1,9 Mt CO₂-Äq. im Jahr 2030 quantifiziert. Der Klimateffekt weist eine Minderungswirkung von 4,4 Mt CO₂-Äq. im Jahr 2030 auf: Steigende Außentemperaturen infolge des Klimawandels reduzieren den Verbrauch fossiler Wärmeträger. Autonomen Sanierungen, also Sanierungen, die unabhängig von politischen Instrumenten wie Förderungen stattfinden, werden Minderungen von 6,1 Mt CO₂-Äq. im Gebäudesektor zugeschrieben. Auch die Dynamik am Heizungsmarkt hat eine mindernde Wirkung: Hohe Energiepreise und Unsicherheiten infolge des Kriegs in der Ukraine können zum vermehrten vorzeitigen Austausch fossiler Heizungssysteme führen und zusätzliche Emissionsminderungen bewirken. Insgesamt gibt es keine Hinweise für eine Unterschätzung der Wirkung der weiteren Effekte im Projektionsbericht 2023.

Fazit zu Prüfschritt 3 „Plausibilisierung“

- 36 Eine vertiefte Plausibilisierung der Maßnahmenwirkung wurde für die vier größten Maßnahmen durchgeführt. Da jedoch bei der „GEG-Novelle“ aufgrund der ambitionierteren Ausgestaltung im Projektionsbericht 2023 gegenüber der aktuell wahrscheinlichen Ausgestaltung von einer tendenziellen Überschätzung der Maßnahme ausgegangen werden muss, erscheint die Quantifizierung der Treibhausgasminderung des Projektionsberichts 2023 für den Gebäudesektor insgesamt tendenziell überschätzt. Es verbleiben hierbei jedoch eine Reihe von Unsicherheiten.

2.6 Fazit Gebäude

- 37 Die von der Bundesregierung ausgewiesene Minderungswirkung des Klimaschutzprogramms 2023 ist auf Basis der Abschätzungen im MWMS des Projektionsberichts 2023 nicht ausreichend, um das THG-Budget bis zum Jahr 2030 für den Gebäudesektor einzuhalten. Laut MWMS überschreitet der Sektor Gebäude sein Budget bis zum Jahr 2030 um 35 Mt CO₂-Äq.

- 38 Eine eindeutige Zuordnung der Maßnahmen des Klimaschutzprogramms 2023 zu den Annahmen im Projektionsbericht 2023 ist nicht möglich, da der Konkretisierungsgrad etlicher Maßnahmen des Klimaschutzprogramms 2023 gering ist, was eine eindeutige Zuordnung erschwert und in Teilen unmöglich macht. Darüber hinaus sind Maßnahmen des Klimaschutzprogramms 2023 teilweise nicht im Projektionsbericht 2023 enthalten. Hierbei handelt es sich jedoch um Maßnahmen mit tendenziell geringer Wirkung. Daher ist der MWMS-Pfad nicht mit der Wirkung des Klimaschutzprogramms 2023 gleichzusetzen. So spielen neben den klimapolitischen Maßnahmen wie der „GEG-Novelle“ oder der „BEG“ weitere Effekte eine ausschlaggebende Rolle für die Treibhausgasminderung, wie z. B. die „Dynamisierung des Heizungsmarktes“, „autonome Sanierungen“ oder der „Klimaeffekt“.
- 39 Die verwendete Modellierung sowie die Methodik der Einzelmaßnahmenbewertung werden als angemessen eingeordnet, jedoch entspricht die Ausgestaltung der Annahmen zu den jeweiligen Maßnahmen im Projektionsbericht nicht der aktuellen politischen Debatte. Der aktuelle Stand der politischen Diskussion um die „GEG-Novelle“ lässt eine weniger wirkmächtige Ausgestaltung gegenüber den entsprechenden Annahmen im MWMS des Projektionsberichts 2023 erwarten. Der Expertenrat geht daher davon aus, dass die im MWMS für das GEG ausgewiesene Treibhausgasminderung tendenziell zu einer Überschätzung führt. Die Ausgestaltung der „GEG-Novelle“ hat eine Wechselwirkung mit der „BEG“, dem „Wärmeplanungsgesetz“ sowie der „BEW“, wodurch deren THG-Minderungswirkungen aktuell unsicher erscheinen.
- 40 Es ist davon auszugehen, dass die im Klimaschutzprogramm 2023 enthaltenen Maßnahmen einen substanziellen Beitrag zur Minderung der THG-Emissionen im Gebäudesektor leisten können. Zugleich ist jedoch festzuhalten, dass der durch die Bundesregierung attestierte, nahezu vollständige Abbau der Ziellücke im Gebäudesektor durch das vorliegende Klimaschutzprogramm 2023 unter Berücksichtigung der aktuell wahrscheinlichen Ausgestaltung der zentralen Maßnahmen als unwahrscheinlich anzusehen ist. Der Expertenrat stellt daher fest, dass die im Klimaschutzprogramm 2023 enthaltenen Maßnahmen für den Gebäudesektor die Bedingung an ein Sofortprogramm gemäß § 8 Abs. 1 KSG nicht erfüllen. Zudem merkt der Expertenrat an, dass die von der Bundesregierung ausgewiesene Minderungswirkung hinter den Anspruch des Sofortprogramms 2022 für den Gebäudesektor zurückfällt, und zwar sowohl unter Heranziehung der Ergebnisse des MWMS des Projektionsberichts 2023 als auch vor dem Hintergrund der aktuell im politischen Prozess diskutierten Ausgestaltung der Maßnahmen, die zusätzlich eine geringer ausfallende Minderungswirkung erwarten lassen.

3 Prüfung der Maßnahmen für den Verkehrssektor

3.1 Beschreibung der Maßnahmen für den Verkehrssektor

- 41 Die Bundesregierung legte dem Expertenrat eine auf mehreren Gutachten basierende Abstimmungstabelle von BMWK und BMDV als Grundlage für die THG-Minderung im Verkehrssektor vor. Die Werte in der Abstimmungstabelle resultieren aus der Fortschreibung aus dem Projektionsbericht 2021. Die Abstimmungstabelle umfasst 50 Maßnahmen und enthält alle Maßnahmen des Klimaschutzprogramms 2023 für den Sektor Verkehr, die dem Expertenrat zur Prüfung vorgelegt worden sind, sowie weitere Maßnahmen. Im Folgenden wird die Abstimmungstabelle zur Grundlage der Prüfung gemacht. Die in der Abstimmungstabelle beschriebenen Maßnahmen unterteilen sich hinsichtlich ihrer emissionsreduzierenden Wirkung in quantifizierte und nicht-quantifizierte Maßnahmen. Quantifizierte Maßnahmen sind hierbei solche, für die ein direkter THG-Minderungseffekt ausgewiesen ist. Für die nicht-quantifizierten Maßnahmen wird in den beigefügten Gutachten hingegen kein direkter THG-Minderungseffekt ausgewiesen. Die nicht-quantifizierten Maßnahmen stellen meist flankierende Maßnahmen im Klimaschutzprogramm 2023 dar (siehe Randziffer 8 für die Liste der zugrundeliegenden Gutachten). Aus den Maßnahmenvorschlägen für den Verkehrssektor wurden unter allen quantifizierten Maßnahmen fünf Maßnahmen zur Prüfung der zugrundeliegenden Annahmen ausgewählt und im Detail geprüft.
- 42 Eine Übersicht über alle ausgewiesenen Maßnahmen wird im Anhang der Stellungnahme des Expertenrates zum Entwurf eines Klimaschutzprogramms 2023 gegeben (ERK 2023b). Die Maßnahmen sind im Verkehrssektor in folgende Bereiche untergliedert:
- i) Schienenverkehr, Stärkung des Stadt- und Regionalverkehrs
 - ii) Verstärkte Nutzung des Potenzials synthetischer Kraftstoffe
 - iii) Antriebswechsel Lkw und schwere Nutzfahrzeuge
 - iv) Beschleunigung Klimaneutralität Pkw
 - v) Luft- und Seeverkehr
 - vi) Digitalisierung
 - vii) Raum- und Verkehrsplanung, Mobilitätsmanagement
- 43 Insgesamt wurden 21 Maßnahmen in den übermittelten Gutachten und/oder dem Projektionsbericht 2023 quantifiziert. Davon wurden 17 Maßnahmen zudem im Rahmen des ressortübergreifenden Abstimmungsprozesses besprochen und in der Abstimmungstabelle BMWK-BMDV aufgeführt (BMWK und BMDV 2022). Demnach basieren die ausgewiesenen THG-Minderungswirkungen entweder auf den Schätzungen in den Gutachten oder sind Resultat eines Einigungsprozesses zwischen den beteiligten Ressorts. In der Abstimmungstabelle BMWK-BMDV werden sowohl jährliche addierte THG-Minderungen als auch eine kumulierte THG-Minderung für den Zeitraum 2022-2030 ausgewiesen. Das Jahr 2022 ist hierbei inkludiert, da die Quantifizierung gegenüber dem MMS-Pfad Projektionsbericht 2021 vorgenommen wurde. Diese Minderungswirkung sollte jedoch bereits in der Vorjahresschätzung der realisierten THG-Emissionen des Jahres 2022 enthalten sein (ERK 2023a), sodass eine vollständige Zuschreibung der kumulierten THG-Minderung des Zeitraums 2022-2030 zum Klimaschutzprogramm 2023 unzulässig erscheint. Darüber hinaus liegen vereinzelt Maßnahmen vor, deren Wirkbeginn ab dem Jahr 2022 oder dem Jahr 2023 ausgewiesen wird, die jedoch nur in Teilen umgesetzt sind und/oder deren

Wirkbeginn als optimistisch einzuordnen ist. Bei ausschließlicher Betrachtung des Zeitraums 2023-2030 würde die geschätzte THG-Minderungswirkung durch das Klimaschutzprogramm 2023 entsprechend geringer ausfallen.

- 44 Im Folgenden werden in Tabelle 11 die fünf Maßnahmen aus dem Klimaschutzprogramm 2023 aufgelistet, die laut der begleitenden Gutachten (Fraunhofer ISI et al. 2022) und (M-Five et al. 2023a) die größte kumulierte THG-Minderungswirkung im Zeitraum von 2022-2030 haben. Zudem sind die jeweiligen Gutachten, auf denen die geschätzten THG-Minderungen beruhen, sowie der Umsetzungsgrad und Instrumententyp dargestellt.

Tabelle 11: Gegenüberstellung der fünf ausgewählten Maßnahmen mit größter Minderungswirkung im Sektor Verkehr und ihrer Quantifizierung, differenziert nach Quelle

Maßnahme	Kumulierte THG-Minderungswirkung von 2022 bis 2023 [Mt CO ₂ -Äq.]	Quelle	Beauftragt durch	Umsetzungsgrad	Instrumententyp
CO ₂ -Aufschlag auf die Lkw-Maut & Erweiterung Klasse ab 3,5 t; zusätzlich bei (M-Five et al. 2023a): Erweiterung Lkw-Förderung	17,9	(Fraunhofer ISI et al. 2022)	BMWK	Implementiert	Ökonomisch
	22,5	(M-Five et al. 2023a)	BMDV		Fiskalisch & ökonomisch
Einführung Deutschlandticket	4,2 (nur 2023 bis 2030)	Projektionsbericht 2023	BMWK/UBA	Implementiert	Fiskalisch
	22,6	(M-Five et al. 2023a)	BMDV		
Forschung zur Anwendung von KI-Methoden/ Effizienzsteigerungen durch automatisiertes und vernetztes Fahren	7,1	(Fraunhofer ISI et al. 2022)	BMWK	Teile des Maßnahmenbündels sind implementiert	Forschung & Entwicklung
	14,1	(M-Five et al. 2023a)	BMDV		
Stärkung Schienengüterverkehr	6,6 (Einigung zw. BMWK und BMDV)	(M-Five et al. 2023a)	BMDV	Implementiert	Fiskalisch
Sondermaßnahme: Vermeidung beruflicher Wege durch Digitalisierung	28,8 (Einigung zw. BMWK und BMDV)	(M-Five et al. 2023a)	BMDV	Keine Information	Unklar

Eigene Darstellung.

- 45 Die Abstimmungstabelle BMWK-BMDV enthält neben den im Klimaschutzprogramm 2023 enthaltenen Maßnahmen, die laut Bundesregierung den Maßnahmen nach § 8 KSG Abs. 1 für den Verkehrssektor entsprechen, weitere Maßnahmen, die bereits umgesetzt sind und deren Quantifizierung Teil des Einigungsprozesses ist (BMWK und BMDV 2022). Diese Maßnahmen werden bei der THG-

Minderungswirkung der zur Prüfung vorgelegten Maßnahmen für den Verkehrssektor nicht berücksichtigt, sondern werden der Referenzentwicklung zugeschrieben (siehe RZ 51 und Abbildung 3).

- 46 Die Maßnahme „Abschaffung der EEG-Umlage“ wird im Klimaschutzprogramm 2023 bei den sektorenübergreifenden Maßnahmen gelistet (BReg 2023). Im Sektor Verkehr wirkt sie unterstützend auf eine Elektrifizierung des Fahrzeugbestands. Hinsichtlich der THG-Minderungswirkung liegen jedoch unterschiedliche Abschätzungen in den Gutachten vor. Obwohl die „Abschaffung der EEG-Umlage“ nach BMDV-Gutachten eine vergleichsweise hohe THG-Minderungswirkung aufweist und damit unter die fünf größten Maßnahmen hinsichtlich der THG-Minderungswirkung fallen würde, wird von einer Prüfung abgesehen. Dies liegt darin begründet, dass die zugrundeliegenden Annahmen für die Wirkabschätzungen zwischen den Gutachten stark divergieren, so dass keine vergleichende Einordnung erfolgen kann.

3.2 Methodisches Vorgehen für die Prüfung im Verkehrssektor

- 47 Die Prüfung der ausgewählten Maßnahmen erfolgt in drei Schritten: In einem ersten Prüfschritt wird geprüft, ob der KSG-Zielpfad bis zum Jahr 2030 bei vollständiger Umsetzung der Maßnahmen, die im Klimaschutzprogramm 2023 sowie in der Referenz enthalten sind, eingehalten werden kann. Schon laut eigener Einschätzung der Bundesregierung wird der KSG-Zielpfad verfehlt (BReg 2023). In ERK (2022a) wurde aus diesem Befund der Abbruch der Prüfung abgeleitet. Die nunmehr im Klimaschutzprogramm 2023 vorgeschlagenen Maßnahmen leisten allerdings im Vergleich zum Sofortprogramm 2022 für den Verkehrssektor einen, laut Gutachten, in der erwarteten Summe der THG-Emissionsreduktionen substanziellen Beitrag zur Minderung der nationalen THG-Emissionen. Daher werden im Folgenden trotz Vorliegen des Abbruchkriteriums aus ERK (2022a) die Prüfschritte 2 und 3 durchgeführt, wenngleich in vereinfachter Form, da die Prüfung nur für die fünf Maßnahmen mit der größten angegebenen Minderungswirkung durchgeführt wird. In den Prüfschritten zwei und drei werden das methodische Vorgehen für die Quantifizierungen sowie die zugrundeliegenden Annahmen geprüft. Zudem wird auf Basis der Prüfung eine abschließende Bewertung der Realisierungswahrscheinlichkeit der maßnahmenspezifischen THG-Minderung gegeben, um die verbleibende Lücke besser einordnen zu können.
- 48 Das übermittelte Klimaschutzprogramm 2023 stellt laut Bundesregierung die Maßnahmenvorschläge nach § 8 KSG Abs. 1 für den Sektor Verkehr dar. Die zugrundeliegende Quantifizierung der Maßnahmenvorschläge ist somit Gegenstand der Prüfung nach § 12 Abs. 2 KSG. Der übermittelte Prüfgegenstand ist eine zwischen BMWK und BMDV ressortabgestimmte Tabelle – im folgenden Abstimmungstabelle BMWK-BMDV - aus dem Oktober 2022 (BMWK und BMDV 2022). Diese enthält unterschiedliche Angaben zur THG-Minderungswirkung der einzelnen Maßnahmen, die im Klimaschutzprogramm 2023 halten sind, welche auf unterschiedlichen Gutachten beruhen. Darüber hinaus enthält die Abstimmungstabelle BMWK-BMDV Maßnahmen, die bereits umgesetzt wurden und nicht im Klimaschutzprogramm 2023 enthalten sind und somit bei der Beurteilung der Maßnahmenwirkung keine Berücksichtigung finden. Diese Maßnahmen werden in einem korrigierten Referenzpfad berücksichtigt, wodurch sie weder den THG-Emissionspfad der jeweiligen Ministerien noch die THG-Minderungswirkung des Klimaschutzprogramms 2023 verzerren. Für die Maßnahmen, die im Klimaschutzprogramm 2023 enthalten sind, liegen entsprechend zwei Gutachten vor, die geprüft werden: Ein Gutachten vom BMDV zum Klimaschutzprogramm 2023 (M-Five et al. 2023a) und eines vom BMWK zum Klimaschutz-Sofortprogramm 2022 der Bundesregierung (Fraunhofer ISI et al. 2022). Im Folgenden wird auf die beiden Gutachten mit BMDV-Gutachten (M-Five et al. 2023a) und BMWK-

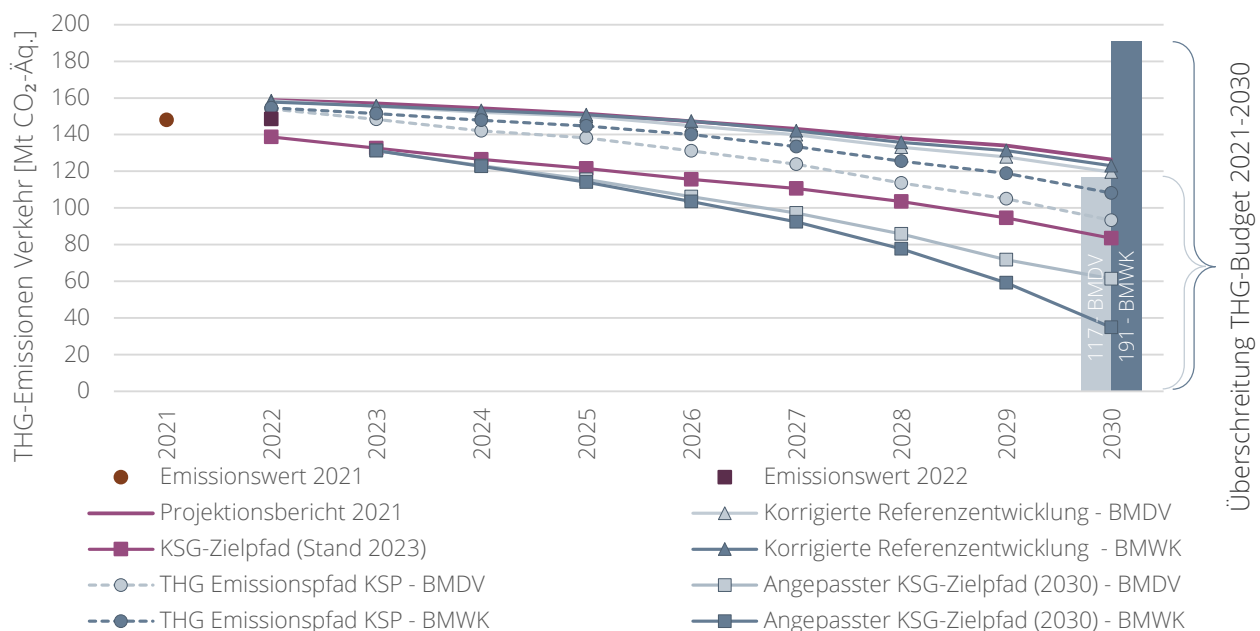
Gutachten (Fraunhofer ISI et al. 2022) referenziert. Von den fünf zur Prüfung ausgewählten Maßnahmen liegt für zwei eine ressortabgestimmte Einigung hinsichtlich der Quantifizierung der THG-Minderungswirkung vor (BMWK und BMDV 2022), sodass in diesen Fällen ausschließlich das BMDV-Gutachten geprüft wird, da es Grundlage der Einigung ist. Für zwei weitere Maßnahmen werden beide Gutachten geprüft, um die Plausibilität der in der Abstimmungstabelle BMWK-BMDV angegebenen Spannweite einzuordnen. Die Maßnahme „Einführung Deutschlandticket“ stellt einen Sonderfall dar, da das BMDV-Gutachten eine Abschätzung der THG-Minderungswirkung beinhaltet (M-Five et al. (2023a); M-Five et al. (2023b)), das BMWK-Gutachten aus dem Jahr 2022 (Fraunhofer ISI et al. (2022)) aber noch nicht. Stattdessen liegt eine kritische Kommentierung der BMDV-Studie durch das Öko-Institut (Öko-Institut 2023) vor, die aber keine eigene Quantifizierung beinhaltet. Deshalb wurde nach Abstimmung mit beiden Ressorts zusätzlich der Projektionsbericht 2023 betrachtet (Öko-Institut et al. 2023a), der eine konservativere Abschätzung der Maßnahme enthält. Das Deutschlandticket ist die einzige Maßnahme, bei der der Projektionsbericht 2023, trotz unterschiedlicher Referenzentwicklung (u.a. Änderungen der Rahmendaten zwischen den Projektionsberichten 2021 und 2023), zur Begutachtung herangezogen wird. Dem Expertenrat liegt entsprechend auch für den Verkehrssektor kein in sich konsistenter Prüfgegenstand für die Prüfung der Maßnahmen vor, der sowohl hinsichtlich der Referenzen als auch hinsichtlich der Annahmen eine konsistente Prüfung der gesamten THG-Minderungseffekte ermöglicht. Weiterhin ist anzumerken, dass das Gutachten von (2022) für einen Teil der Maßnahmen auf dem Vorgängergutachten von M-Five et al. (2023a), also M-Five et al. (2022a), beruht.

- 49 Die Prüfung der ausgewählten Einzelmaßnahmen erfolgt anhand der nachfolgenden Prüfkriterien. Die Prüfung wird unter den getroffenen Annahmen des Referenzszenarios (Projektionsbericht 2021, MMS) ceteris paribus durchgeführt. Die Prüfung erfolgt anhand der genannten Kriterien, jeweils hinsichtlich des Vorgehens (Prüfschritt 2) und der Realisierungswahrscheinlichkeit (Prüfschritt 3).
- i) Konkretisierungsgrad der Maßnahme:
 - a. Ausgestaltung
 - b. Finanzierungsrahmen
 - ii) THG-Minderungseffekt:
 - c. Berechnungsmethode
 - d. Zusätzlichkeit
 - e. Nachvollziehbarkeit der Annahmen
 - f. Effektbereinigung Einzelmaßnahme bzw. des Maßnahmenbündels
 - g. Plausibilisierung der angegebenen THG-Minderung
- 50 Eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Prüfkriterien sowie der jeweils zugrunde gelegten Bewertungsskala ist dem Anhang zu entnehmen. Anhang 1 gibt einen Überblick über alle Prüfkriterien und die verwendeten Bewertungsskalen, Anhang 2 bis Anhang 9 definieren die jeweiligen Skalen der einzelnen Kriterien.

3.3 Prüfschritt 1: Einhaltung des Zielpfads

51 Der erste Prüfschritt erfordert die Ermittlung eines Emissionspfads bis zum Jahr 2030 nach Umsetzung der von der Bundesregierung als Sofortprogramm qualifizierten Maßnahmen. Ausgangspunkt für die Berechnung eines solchen Pfades ist für einen überwiegenden Teil der Maßnahmen das MMS des Projektionsberichtes 2021 (Öko-Institut et al. 2021). Der MMS-Emissionspfad des Projektionsberichtes 2021 wurde im Weiteren um die THG-Minderungswirkung der Maßnahmen korrigiert, die in der Abstimmungstabelle BMWK-BMDV enthalten sind, jedoch nicht im Klimaschutzprogramm 2023. Daraus ergeben sich zwei unterschiedliche Referenzentwicklungen für BMWK und BMDV. Ergänzend müssen die THG-Minderungswirkungen aus dem Klimaschutzprogramm 2023 berücksichtigt werden. Für diese liegen zwei Gutachten vor (siehe Randziffer 48), so dass sich zwei unterschiedliche, korrigierte THG-Emissionspfade ergeben. Beide Emissionspfade liegen ab dem Jahr 2024 in allen Jahren deutlich oberhalb des KSG-Zielpfades (siehe Abbildung 3). Die kumulierte Erfüllungslücke bis zum Jahr 2030 liegt zwischen 191 Mt CO₂-Äq. (entsprechend des BMWK-Gutachtens bzw. des Projektionsberichtes 2023 für das Deutschlandticket) und 117 Mt CO₂-Äq. (entsprechend des BMDV-Gutachtens von M-Five et al. (2023a)). Das entspricht der Differenz des KSG-Zielpfades zu den dann gültigen, nach § 4 Abs. 3 KSG angepassten, Zielpfaden im Jahr 2030. Der Expertenrat stellt damit fest, dass die dem Verkehrssektor zugehörigen Maßnahmen des Klimaschutzprogramm 2023 laut eigener Einschätzung des BMDV und auch des BMWK zwar emissionsmindernde Wirkung entfalten, aber nicht die Anforderungen an ein Sofortprogramm gemäß § 8 Abs. 1 KSG erfüllen.

Abbildung 3: Vergleich der projizierten THG-Emissionspfade des Klimaschutzprogramms 2023 mit dem Zielpfad des Bundes-Klimaschutzgesetzes für den Verkehrssektor



Eigene Darstellung. Der THG-Emissionspfad des Projektionsberichtes 2021 für das BMWK und das BMDV um die Maßnahmen, die in der Abstimmungstabelle BMWK-BMDV enthalten, aber nicht im Klimaschutzprogramm 2023 inkludiert sind, angepasst. Ausgehend von den korrigierten Referenzentwicklungen wurden die entsprechenden THG-Emissionspfade auf Basis der quantifizierten Maßnahmenwirkung der Abstimmungstabelle BMWK-BMDV bestimmt. Die hieraus resultierenden Lücken zum angepassten KSG-Zielpfad (Stand 2023) ergeben in Verbindung mit dem KSG-Ausgleichsmechanismus die angepassten KSG-Zielpfade (2030). Die Überschreitung des THG-Budgets für den Zeitraum 2021-2030 ergibt sich aus der Fläche zwischen den jeweiligen THG Emissionspfad KSP – BMWK bzw. BMDV und dem KSG-Zielpfad (Stand 2023). Die resultierende Überschreitung des

THG-Budgets 2021-2030 beträgt laut BMWK-Gutachten (Fraunhofer ISI et al. 2022) 191 Mt CO₂-Äq. und laut BMDV-Gutachten (M-Five et al. 2023a) 117 Mt CO₂-Äq. Quellen: (BMWK und BMDV 2022; Öko-Institut et al. 2021; Schade et al. 2022; UBA 2022)

52 Das BMDV kündigte im vergangenen Jahr bei der Vorlage des Sofortprogramms 2022 für den Verkehrssektor zur Zielverfehlung im Jahr 2021 an, dass eine Rückkehr auf den KSG-Zielpfad durch ein innerhalb der Bundesregierung abgestimmtes Programm¹⁹ angestrebt wird. Die vorliegende Prüfung zeigt, dass das Klimaschutzprogramm 2023 diese Ankündigung nicht einlöst und Prüfschritt 1 eine Rückkehr auf den Zielpfad weiterhin ausschließt.²⁰ Anders als im Vorjahr wird die Prüfung an dieser Stelle dennoch fortgeführt, beschränkt sich aber im Folgenden auf die fünf Maßnahmen mit der größten Minderungswirkung.

3.4 Prüfschritte 2 und 3: Vorgehen und Realisierungswahrscheinlichkeit

53 Zunächst wird das Vorgehen des zuständigen Ministeriums bei der Ermittlung der THG-Minderungswirkung der fünf Maßnahmen mit der größten ausgewiesenen THG-Minderungswirkung untersucht (Prüfschritt 2). Darüber hinaus erfolgt für diese Maßnahmen eine Prüfung der verwendeten Parameter im Hinblick auf die Realisierungswahrscheinlichkeit der ausgewiesenen THG-Minderungswirkung (Prüfschritt 3). Im Folgenden wird die Prüfung für die fünf in Tabelle 11 aufgeführten Maßnahmen vorgenommen. Darüber hinaus erfolgt eine summarische Einordnung weitere quantifizierten Maßnahmen hinsichtlich der Plausibilität der ausgewiesenen THG-Minderungswirkung.

CO₂-Aufschlag auf die Lkw-Maut und Erweiterung Klasse ab 3,5 t

54 Die nachfolgende Tabelle gibt eine zusammenfassende Übersicht über wesentliche Elemente der Maßnahme und der Quantifizierung ihrer Einsparwirkung.

Tabelle 12: Maßnahmenübersicht „CO₂-Aufschlag auf die Lkw-Maut, Erweiterung Klasse ab 3,5 t und Erweiterung Lkw-Förderung“

Übersicht Maßnahme „CO ₂ -Aufschlag auf die Lkw-Maut, Erweiterung Klasse ab 3,5 t und Erweiterung Lkw-Förderung“	
Kurzbeschreibung	Die Maßnahme beinhaltet mehrere Elemente: • ab 01.12.23: Einführung einer CO₂-Komponente bei der Lkw-Maut i.H.v. 200 Euro pro Tonne CO₂ sowie eine Ausweitung der Maut auf Nfz ab 3,5 t zulässiges Gesamtgewicht (zGG) • bis 31.12.25: Emissionsfreie Lkw werden von der Infrastrukturgebühr befreit • ab 01.01.26: Für emissionsfreie Fahrzeuge fallen nur 25 % des Mautteilsatzes für Infrastrukturgebühren an zzgl. der Mautteilsätze für Lärmbelastung und Luftverschmutzung Neben diesen Elementen, die in der Maßnahme „CO₂-Aufschlag auf die Lkw-Maut & Erweiterung Klasse ab 3,5 t“ (V 016) enthalten sind, berücksichtigen M-Five et al. (2023a) die Maßnahme

¹⁹ Bei dem angekündigten Programm handelte es sich ursprünglich um das für vergangenes Jahr vorgesehene Klimaschutz-Sofortprogramm 2022.

²⁰ Die Bundesregierung argumentiert in ihrem veröffentlichten Klimaschutzprogramm 2023 damit, dass die „aktuellen Treibhausgasemissionen des Verkehrssektors [...] in hohem Maße durch Strukturen geprägt [sind], die aus der jahrzehntelangen Nutzung verhältnismäßig günstigen Erdöls resultieren“. Aufgrund dieser veränderten Bedingungen müsse darauf adäquat reagiert werden. Dabei seien „zusätzliche Maßnahmen [...] so auszugestalten, dass sie zur Erreichung der Klimaschutzziele im Verkehr führen und den Industriestandort mit hohem Beschäftigungsniveau zukunftssicher machen, ohne die aktuellen Herausforderungen wie die Energiekrise und einen möglichen konjunkturellen Abschwung aus dem Blick zu verlieren. Dabei achtet die Bundesregierung auf die Bezahlbarkeit der Mobilität insbesondere für benachteiligte gesellschaftliche Gruppen“.

		„Erweiterung Lkw-Förderung“ (V 018) als Bündelwirkung in der Quantifizierung. Diese beinhaltet darüber hinaus: • Aufstockung der Förderung von 40 % auf 80 % der Mehrkosten ggü. einem Diesel-Lkw • Verlängerung des Förderzeitraums bis zum Jahr 2028 • Einschränkung der Förderung auf emissionsfreie Fahrzeuge aller Gewichtsklassen sowie Oberleitungs-Hybrid-Lkw ab 20 t zGG									
In die Prüfung einbezogene Informationen		Für die Prüfung der Annahmen lagen folgende Unterlagen vor, die dem Expertenrat zwischen dem 21.06. und dem 04.08.2023 von BMWK und BMDV übermittelt wurden: • Maßnahmenpaket Verkehr (enthalten in Entwurf eines Klimaschutzprogramms 2023 der Bundesregierung; (BReg 2023)) • Gestaltung des Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie (MKS) Referenzszenarios für die Periode 2021 bis 2035 (REF-2020) (Schade et al. 2022) • Einzelmaßnahmenbewertung des Klimaschutz-Sofortprogramms der Bundesregierung 2022 (Fraunhofer ISI et al. 2022) • Projektionsbericht 2023 für Deutschland (Öko-Institut et al. 2023a) • Dokumentation zur Instrumentenbewertung in 2022 (Entwurf, mit Aktualisierungen in 06/2023). Arbeitspapier im Auftrag des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr. (M-Five et al. 2023a) • Abstimmungstabelle BMWK-BMDV (BMWK und BMDV 2022) • Bewertung eines Instrumenten-Paketes zur KSG-Zielerreichung im Verkehr in 2030 – Klimaschutz-Sofortprogramm 2022 der Bundesregierung (KSSP) (M-Five 2023) • Zusätzliche Informationen aus Schriftverkehr und Gesprächen mit den Gutachter*innen									
Nicht in die Prüfung einbezogene Informationen		-									
Instrumententyp		Ökonomisch & fiskalisch									
Neue/weiterentwickelte Maßnahme		• V 016: Weiterentwicklung der bestehenden Maut durch Übertragung von EU-Recht in nationales Recht • V 018: Weiterentwickelte Maßnahme durch Verlängerung des Förderzeitraums									
Angenommene Fördervolumina		5,6 Mrd. Euro (für Pkw und Nfz)									
Angabe der geschätzten THG-Minderung in Mt CO ₂ -Äq. (Netto-2) in den Maßnahmenvorschlägen nach § 8 KSG Abs 1 (jährlich addiert; kumuliert 2022–2030)		2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2022 –2030
	BMWK	-0,6 (-0,6)	-0,5 (+0,1)	-0,2 (+0,3)	0,2 (+0,4)	1,0 (+0,8)	2,0 (+1,0)	3,4 (+1,4)	5,2 (+1,8)	7,4 (+2,2)	17,9
	BMDV	0,2 (+0,2)	0,3 (+0,1)	0,3 (+0,0)	0,4 (+0,1)	0,8 (+0,4)	1,8 (+1,0)	3,7 (+2,7)	6,1 (+2,4)	8,9 (+2,8)	22,5

Eigene Darstellung basierend auf (BReg 2023).

55 Tabelle 13 und Tabelle 14 stellen die gemeinsame Prüfung für Prüfschritt 2 (Prüfung des Vorgehens der zuständigen Ministerien bei der Ermittlung der THG-Minderungswirkung) und Prüfschritt 3 (Prüfung der

verwendeten Parameter im Hinblick auf die Realisierungswahrscheinlichkeit der ausgewiesenen THG-Minderungswirkung) für die Maßnahme „CO₂-Aufschlag auf die Lkw-Maut, Erweiterung Klasse ab 3,5 t und Erweiterung Lkw-Förderung“ dar.

Tabelle 13: Prüfung des Vorgehens und der Realisierungswahrscheinlichkeit der THG-Minderung der Maßnahmen „CO₂-Aufschlag auf die Lkw-Maut, Erweiterung Klasse ab 3,5 t und Erweiterung Lkw-Förderung“ im BMDV-Gutachten (M-Five et al. 2023a)

Prüfkriterium		Kommentierung	
Konkretisierungsgrad der Maßnahme			
Ausgestaltung		Die Inhalte und Instrumententypen werden genannt und die explizite Ausgestaltung beschrieben.	Weitgehend konkretisiert
Finanzierungsrahmen			
THG-Minderungseffekt			
Berechnungs- methode	Darstellung	Die Berechnung der THG-Minderung erfolgte mittels des Verkehrsmodells ASTRA-M. Dieses ermittelt die Verkehrsnachfrage endogen, indem es die Verkehrserzeugung durch Handel, Güterproduktion etc. berücksichtigt und darauf aufbauend die Verkehrsverteilung, die Modalwahl sowie die resultierende Fahrleistung berechnet. Die Ergebnisse fließen in das Lkw-Kauf- und Flottenmodell ein, wobei ein Teil der simulierten Fahrzeugkund*innen ihre Kaufentscheidung anhand eines TCO-Modells fällt, während der andere Teil zusätzliche Faktoren, wie die Technologieakzeptanz oder den Ausbau der öffentlichen Lade- und Tankinfrastruktur, im Rahmen eines Logit-Modells einbezieht. Um eine Doppelbelastung durch die Maut und das BEHG zu vermeiden, hat die Bundesregierung Entlastungsmaßnahmen angekündigt, sodass die CO₂-Bepreisung auf einem Niveau von 200 Euro pro Tonne CO₂ bleibt. Die Gutachter*innen setzten daher die CO₂-Komponente der Lkw-Maut auf 100 Euro pro Tonne CO₂ an, sodass die CO₂-Bepreisung in Verbindung mit dem BEHG etwa 200 Euro pro Tonne CO₂ im Jahr 2030 entspricht. Die Randbedingungen wurden wie folgt definiert: • Der Erdgas-Preis steigt bei CNG im Jahr 2022 auf 1,30 €₂₀₁₀/kg und verharrt weitestgehend bis 2030 auf 1,25 €₂₀₁₀/kg. Bei LNG liegt der Preis 2022 auf 1,00 €₂₀₁₀/kg und sinkt auf ca. 0,70 €₂₀₁₀/kg im Jahr 2030. • Der Bestand an Megachargern steigt deutschlandweit bis zum Jahr 2030 auf 25 000 Ladepunkte, der an Flüssigwasserstoff-Tankstellen steigt auf 27.	Teilweise dargestellt

Prüfkriterium		Kommentierung	
		Im Ergebnis liegt der Anteil der emissionsfreien Lkw (alle zGG) an den Neuzulassungen für 2022 im Modell bei 10 % und steigt auf 22 % im Jahr 2025 bzw. 65 % im Jahr 2030. Trotz der ausführlichen Beschreibung der Randbedingungen können nicht alle Berechnungsschritte der Modellierung nachvollzogen werden, womit die Methodik nur teilweise dargestellt wird.	
	Angemessenheit	Die Berechnungsmethode erscheint größtenteils angemessen. Es ist jedoch unklar, auf welcher Grundlage die Abschätzung zu den Anteilen der Kunden erfolgte, die auf Basis eines TCO- bzw. Logit-Modells ihre Kaufentscheidung tätigen.	Teilweise angemessen
	Korrektheit der Rechnung	-	Keine Bewertung möglich
Zusätzlichkeit	Darstellung	Im Gutachten wird die Zusätzlichkeit gegenüber der Referenzentwicklung ausgewiesen.	Definiert und weitgehend bekannt
	Angemessenheit	Die Maßnahmen „CO ₂ -Aufschlag auf die Lkw-Maut“ und „Erweiterung Klasse ab 3,5 t“ greifen im REF-2020 noch nicht. Zudem wird im REF-2020 die Lkw-Förderung bereits im Jahr 2022 beendet. Das Maßnahmenbündel stellt somit eine Zusätzlichkeit dar.	Gegeben
Nachvollziehbarkeit der Annahmen	Darstellung	Die Annahmen, welche der Berechnung zugrunde liegen sind weitgehend dargestellt.	Weitgehend dargestellt
	Angemessenheit	Die Herleitungen der meisten Randbedingungen sind hinreichend beschrieben und nachvollziehbar. Einige Annahmen hingegen erscheinen nicht plausibel. So liegt der modellierte Anteil von Nullemissionsfahrzeugen an den Neuzulassungen im Jahr 2022 bei 10 %. Tatsächlich betrug dieser im Jahr 2022 6,42 % (KBA 2023). Der von den Gutachter*innen angesetzte Ausgleichsmechanismus zur Deckelung der CO ₂ -Bepreisung ist als kritisch anzusehen. So ist unklar, ob und wenn ja, wie ein Ausgleichsmechanismus in der Praxis umgesetzt werden könnte. Selbst wenn ein entsprechender Mechanismus implementiert werden sollte, wird eine Lösung für eine Überleitung vom BEHG zum EU-ETS 2 gefunden werden müssen. Es stellt sich in diesem Kontext die Frage, ob der Ausgleichsmechanismus dann überhaupt aufrechterhalten werden kann. Auch bleibt unklar, auf welcher Grundlage die Einschätzung hinsichtlich der Verfügbarkeit einer MCS-Infrastruktur bereits für das Jahr 2024 erfolgte, während der entsprechende Standard erst im Jahr 2024 oder im Jahr 2025 einen finalen Status erreichen wird (CharIN 2022). Die Gutachter*innen selbst unterstellen hier einen ambitionierten Hochlauf. Im Gegensatz dazu wird ein wesentlich weniger ambitionierter Hochlauf beim Aufbau von H ₂ -Tankstellen angenommen, was 1) durch die Einschränkung auf Flüssigwasserstoff, 2) den	Teilweise nachvollziehbar

Prüfkriterium		Kommentierung	
		Bezug auf die Minimalanforderungen des AFID-Entwurfs für Flüssig-Wasserstoff und 3) fehlende Vorgaben für 700-bar-Tankstellen im Nfz-Kontext begründet wird. Dies steht im Widerspruch zu Ankündigungen von Fahrzeugherstellern, die nicht nur Fahrzeuge mit 350-, sondern auch 700-bar-Drucktanks entwickeln (Klingler et al. 2022). H2Mobility hat zudem den Aufbau von 200 Tankstellen für Nutzfahrzeuge bis zum Jahr 2030 angekündigt (H2 MOBILITY 2022). Eine Einordnung dessen findet nicht statt. In Verbindung mit der MCS-Infrastruktur wurde darüber hinaus der Ausbau des Stromnetzes nicht betrachtet. Entsprechende Limitierungen, die zu Verzögerungen im Hochlauf von BEV-Nfz führen können, bleiben damit unberücksichtigt und bergen große Unsicherheiten. Dies gilt ebenso für die Produktionskapazitäten seitens der Fahrzeughersteller. Ob diese in der Lage wären, die erhöhte Nachfrage zu decken, wird nicht erläutert.	
Effektbereinigung	Darstellung	Nach Auskunft der Gutachter*innen wird die berechnete Treibhausgasminderung als Netto 2-Einsparung ausgewiesen. Da es sich hier um eine integrierte Modellierung handelt, wird die Effektbereinigung direkt im Systemmodell vorgenommen (siehe Schломann et al. 2022). Es werden hierbei Mitnahmeeffekte, Wechselwirkungen zwischen Instrumenten, Rebound- und Spillover-Effekte, sowie die sich verändernde Vergleichsbasis durch die Referenzentwicklung berücksichtigt. Eine zusätzliche Effektbereinigung ist somit nicht nötig.	Nicht relevant
	Angemessenheit	Das Vorgehen zur Effektbereinigung erscheint dem Expertenrat angemessen.	Angemessen
Vorgehen bei der Abschätzung		Das Vorgehen wurde weitgehend dargestellt. Insgesamt erscheint dem Expertenrat das Vorgehen mit Einschränkungen angemessen. Es sind allerdings nicht alle Annahmen nachvollziehbar.	Mit Einschränkungen angemessen
Realisierungswahrscheinlichkeit der abgeschätzten Maßnahmenwirkung		Es bestehen große Unsicherheiten bei der Quantifizierung der THG-Minderungswirkung aufgrund diverser Abhängigkeiten von flankierenden Maßnahmen, wie dem Hochlauf der Infrastruktur. Hier können Faktoren wie Inflation, Fachkräftemangel oder Verzögerungen in den Genehmigungsverfahren hemmend wirken. Auch bleibt unklar, ob die Fahrzeughersteller, die durch die Maßnahmen induzierte, zusätzliche Nachfrage decken können. Aufgrund der optimistischen Annahmen ist davon auszugehen, dass die Minderungswirkung überschätzt wird.	Kaum erwartbar

Tabelle 14: Prüfung des Vorgehens und der Realisierungswahrscheinlichkeit der THG-Minderung der Maßnahmen „CO₂-Aufschlag auf die Lkw-Maut, Erweiterung Klasse ab 3,5 t und Erweiterung Lkw-Förderung“ im BMWK-Gutachten 2022 (Fraunhofer ISI et al. 2022)

Prüfkriterium		Kommentierung	
Konkretisierungsgrad der Maßnahme			
Ausgestaltung		Die Inhalte und Instrumententypen werden genannt und die explizite Ausgestaltung beschrieben. Anders als im Begleitgutachten von M-Five et al. (2023a) wird hier die Maßnahme „Erweiterung Lkw-Förderung“ nicht zum Maßnahmenbündel gezählt.	Weitgehend konkretisiert
Finanzierungsrahmen			
THG-Minderungseffekt			
Berechnungsmethode	Darstellung	Es erfolgte eine Plausibilitätsprüfung der in M-Five et al. (2023a) mittels des Verkehrsmodells ASTRA-M durchgeführten THG-Minderungsquantifizierung. Ergänzend dazu erfolgte eine Validierung mittels TEMPS (Fraunhofer ISI et al. 2022). Eine Beschreibung der Gutachter*innen, wie die Modellierung in TEMPS erfolgte, liegt nicht vor.	Teilweise dargestellt
	Angemessenheit	Die Angemessenheit der Abschätzung der THG-Minderungswirkung kann nicht im Detail beurteilt werden. Der Ansatz scheint jedoch – unter Berücksichtigung einer nur kurzen Bearbeitungszeit seitens der Gutachter*innen – als angemessen.	Angemessen
	Korrektheit der Rechnung	-	Keine Bewertung möglich
Zusätzlichkeit	Darstellung	Im Gutachten wird die Zusätzlichkeit gegenüber der Referenzentwicklung ausgewiesen.	Definiert und weitgehend bekannt
	Angemessenheit	Die Zusätzlichkeit ist nur teilweise gegeben. Im MMS des Projektionsberichts 2021 wird die Maßnahme „CO ₂ -Spreizung der Lkw-Maut und Einführung eines CO ₂ -Aufschlags“ bereits berücksichtigt. Somit stellt lediglich die Erweiterung der Maut auf die Nfz-Klasse ab 3,5 t eine Zusätzlichkeit dar.	Mit Einschränkungen gegeben
Nachvollziehbarkeit der Annahmen	Darstellung	Es liegen keine detaillierte Modellbeschreibung und nur wenige explizite Annahmen über die Randbedingungen vor. Als einschränkender Faktor für den weiteren Markthochlauf emissionsfreier Lkw sehen die Gutachter*innen das wahrscheinlich zur Verfügung stehende Marktangebot an. Aus diesem Grund deckeln sie auf Basis eigener Abschätzungen die Zahl der Neuzulassungen von Nullemissions-Lkw bis zum Jahr 2025 auf das Doppelte der von den Herstellern kommunizierten Ziele. Dies entspräche maximal 20 % der Neuzulassungen im Jahr 2025. In dem Zeitraum von 2025 bis 2030 setzen die Gutachter*innen eine Deckelung von 10 % über den durchschnittlichen von den Herstellern kommunizierten Zielen an, was im Jahr 2030 60 % der	Teilweise dargestellt

Prüfkriterium		Kommentierung	
		Neuzulassungen entspräche. Beide Annahmen bewerten sie dennoch als optimistischen Ansatz. Die realisierbaren CO₂-Minderungen hängen zudem in hohem Maße von der Ausgestaltung flankierender Maßnahmen ab, u.a. um ein hinreichendes Marktangebot an Nullemissionsfahrzeugen sowie einen raschen Infrastrukturausbau sicherzustellen. Diese Einschätzung deckt sich mit dem Projektionsbericht 2023, in den entsprechenden Maßnahmen als flankierend Berücksichtigung finden. Die Gutachter*innen gehen von einem Basisnetz mit 1 000 Schnellladepunkten aus, was sich mit den Annahmen von Plötz et al. (2020) deckt. Es liegt jedoch keine Darstellung hinsichtlich des nötigen Ausbaus der Stromleitungsinfrastruktur vor.	
	Angemessenheit	Die Annahmen erscheinen teilweise angemessen, jedoch bleibt unklar, auf welcher Grundlage die Gutachter*innen zu ihrer Einschätzung bezüglich der Deckelung der Produktionskapazitäten gelangt sind. Hier fehlen insbesondere Ausführungen zu den Investitionszyklen der Fahrzeughersteller, um beurteilen zu können, ob Anpassungen der Produktion an eine höhere Nachfrage in diesem Umfang möglich sind. Ebenso bleibt unklar, wie der Ausbau des Stromnetzes, der eine Voraussetzung für den Aufbau der Ladeinfrastruktur darstellt, realisiert werden soll.	Teilweise nachvollziehbar
Effektbereinigung	Darstellung	Die berechnete Treibhausgas-minderung wird bereits bei M-Five et al. (2023a) als Netto 2-Einsparung ausgewiesen. Auf die dort angewendete Methodik wird verwiesen.	Nicht relevant
	Angemessenheit	Das Vorgehen zur Effektbereinigung erscheint dem Expertenrat angemessen.	Angemessen
Vorgehen bei der Abschätzung		Die Abschätzung des THG-Minderungseffekts erscheint dem Expertenrat mit Einschränkungen angemessen.	Mit Einschränkungen angemessen
Realisierungswahrscheinlichkeit der abgeschätzten Maßnahmenwirkung		Es bestehen große Unsicherheiten bei der Quantifizierung der THG-Minderungswirkung aufgrund diverser Abhängigkeiten von flankierenden Maßnahmen wie dem Hochlauf der Infrastruktur oder der Ausweitung der Produktionskapazitäten in der Fahrzeugindustrie. Trotz der Berücksichtigung dieser Limitierungen weisen die Gutachter*innen darauf hin, dass sie einen noch immer eher optimistischen Ansatz gewählt haben. Ob und inwiefern dies zutrifft, kann der Expertenrat nicht beurteilen. Dies liegt vor allem daran, dass die Gutachter*innen nicht darlegen, auf welcher Grundlage sie zu ihrer Einschätzung bezüglich der Produktionskapazitäten kommen. Darüber hinaus bleibt unklar, wie der Ausbau des Stromnetzes parallel zum Aufbau der Ladeinfrastruktur realisiert wird. Der Expertenrat sieht daher die Wirkminderung der Maßnahme als überschätzt an.	Kaum erwartbar

Eigene Darstellung.

56 Das vorliegende Maßnahmenbündel umfasst einen CO₂-Aufschlag auf die Lkw-Maut, die Erweiterung derselben auf Nutzfahrzeuge ab 3,5 t zGG sowie (im Falle des BMDV-Gutachtens (M-Five et al. 2023a)) zusätzlich die Erweiterung der bestehenden Lkw-Förderung. Die THG-Minderung wurde im BMDV-Gutachten (M-Five et al. 2023a) über die simulierte Entwicklung der schweren Nutzfahrzeug-Flotte im Verkehrsmodell ASTRA-M berechnet. Im BMWK-Gutachten (Fraunhofer ISI et al. 2022) wurden die Ergebnisse, unter Berücksichtigung zusätzlicher Annahmen, einer Plausibilisierung unterzogen und mit dem Modell TEMPS validiert. Die Quantifizierung beider Gutachten weicht stark voneinander ab, was insbesondere auf hohe Unsicherheiten der Randbedingungen zurückzuführen ist. So besteht eine hohe Abhängigkeit der tatsächlichen THG-Minderungswirkung, zum einen von flankierenden Maßnahmen wie einem ambitionierten Ausbau einer Megacharger-Infrastruktur, zum anderen von den Produktionskapazitäten der Fahrzeughersteller. Da im BMDV-Gutachten (M-Five et al. 2023a) diesbezüglich limitierende Faktoren nicht berücksichtigt wurden, ist davon auszugehen, dass die THG-Minderungswirkung mit den angegebenen 22,5 Mt CO₂-Äq. mit hoher Wahrscheinlichkeit deutlich überschätzt wird. Auch wenn im BMWK-Gutachten (Fraunhofer ISI et al. 2022) entsprechende Limitationen berücksichtigt wurden, stellen auch diese immer noch optimistische Annahmen dar. Dies deutet darauf hin, dass auch die dort ermittelte Minderungswirkung von 17,9 Mt CO₂-Äq. überschätzt sein könnte. Aufgrund der im BMWK-Gutachten (Fraunhofer ISI et al. 2022) beschriebenen Unsicherheiten bezüglich der Randbedingungen ist eine abschließende Bewertung allerdings nicht möglich.

Einführung Deutschlandticket

57 Die nachfolgende Tabelle gibt eine zusammenfassende Übersicht über wesentliche Elemente der Maßnahme und der Quantifizierung ihrer Einsparwirkung.

Tabelle 15: Maßnahmenübersicht „Einführung Deutschlandticket“

Übersicht Maßnahme „Einführung Deutschlandticket“	
Kurzbeschreibung	Der im Maßnahmenpaket Verkehr dargelegte Vorschlag zur Einführung eines Deutschlandtickets enthält folgende Elemente: • die Einführung eines deutschlandweit gültigen Tickets für die Nutzung des Öffentlichen Nah- und Regionalverkehrs zum Preis von aktuell 49 Euro pro Monat zum 1.5.2023 • die Option einer Rabattierung durch den Arbeitgeber als Job-Ticket
In die Prüfung einbezogene Informationen	Für die Prüfung der Annahmen lagen folgende Unterlagen vor, die dem Expertenrat zwischen dem 21.06. und dem 04.08.2023 von BMWK und BMDV übermittelt wurden: • Maßnahmenpaket Verkehr (enthalten in Entwurf eines Klimaschutzprogramms 2023 der Bundesregierung; (BReg 2023)) • Abstimmungstabelle BMWK-BMDV (BMWK und BMDV 2022) • Dokumentation zur Instrumentenbewertung in 2022 (Entwurf, mit Aktualisierung in 06/2023). Arbeitspapier im Auftrag des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr (M-Five et al. 2023a) • Bewertung von Ausgestaltungs-Varianten des Deutschlandtickets für den ÖPNV. Kurzstudie im Auftrag des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr (M-Five et al. 2023b) • Kommentierung der Studie „Bewertung von Ausgestaltungs-Varianten des Deutschlandtickets für den ÖPNV“ (Öko-Institut 2023)

		• Projektionsbericht 2023 für Deutschland (Öko-Institut et al. 2023a) • Treibhausgasprojektionen 2023 für Deutschland – Instrumente im MMS und MWMS (Öko-Institut et al. 2023c) • Zusätzliche Informationen aus Schriftverkehr und Gesprächen mit den Gutachter*innen									
Nicht in die Prüfung einbezogene Informationen		-									
Instrumententyp		Fiskalisch									
Neue/weiterentwickelte Maßnahme		Es handelt sich um eine neue Maßnahme.									
Angenommene Fördervolumina		3 Mrd. Euro. Die von Bund und Ländern hälftig zur Verfügung gestellten Mittel für das Deutschlandticket sind im RegG aktuell nur bis zum Jahr 2025 gesichert. Des Weiteren bestehen Unklarheiten hinsichtlich einer Regelung der Nachschusspflicht über das Jahr 2023 hinaus.									
Angabe der geschätzten THG-Minderung in Mt CO ₂ -Äq. (Netto-2) in den Maßnahmenvorschlägen nach § 8 KSG Abs. 1 (jährlich addiert; kumuliert 2022–2030; die neue jährliche THG-Minderung ist in Runden Klammern angegeben) ²¹		2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2022–2030
	Projektionsbericht 2023	-	0,4 (0,4)	0,5 (0,5) ²²	0,5 (0,5)	0,5 (0,5)	0,5 (0,5)	0,6 (0,6)	0,6 (0,6)	0,6 (0,6)	4,2
	BMDV	-	1,9 (1,9)	3,2 (3,2)	3,1 (3,1)	3,0 (3,0)	2,9 (2,9)	2,9 (2,9)	2,8 (2,8)	2,8 (2,8)	22,6

Eigene Darstellung basierend auf (BReg 2023).

58 Tabelle 16 und Tabelle 17 stellen die gemeinsame Prüfung für Prüfschritt 2 (Prüfung des Vorgehens der zuständigen Ministerien bei der Ermittlung der THG-Minderungswirkung) und Prüfschritt 3 (Prüfung der verwendeten Parameter im Hinblick auf die Realisierungswahrscheinlichkeit der ausgewiesenen THG-Minderungswirkung) für die Maßnahme „Einführung Deutschlandticket“ dar.

²¹ Mögliche Abweichungen ergeben sich durch Rundungsdifferenzen.

²² Im Falle des Deutschlandtickets entsprechen sich jährliche und jährlich addierte THG-Minderungswirkung, da der Besitz eines Deutschlandtickets in einem Jahr keine zusätzliche Minderungswirkung in den Folgejahren bedingt. Anders ist dies beispielsweise bei batterieelektrischen Fahrzeugen zu beurteilen, da Neuzulassungen in einem Jahr auch in den Folgejahren elektrisch fahren.

Tabelle 16: Prüfung des Vorgehens und der Realisierungswahrscheinlichkeit der THG-Minderung der Maßnahmen „Einführung Deutschlandticket“ im BMDV-Gutachten (M-Five et al. 2023a; M-Five et al. 2023b)

Prüfkriterium		Kommentierung	
Konkretisierungsgrad der Maßnahme			
Ausgestaltung		Da es sich um eine bereits implementierte Maßnahme handelt, besteht keine Unsicherheit hinsichtlich der Ausgestaltung der Maßnahme.	Weitgehend konkretisiert
Finanzierungsrahmen			
THG-Minderungseffekt			
Berechnungsmethode	Darstellung	Die Schätzung der THG-Minderungswirkung erfolgt mit dem Systemmodell ASTRA-M. Dabei wird die Verlagerungswirkung vom Straßen- auf den Schienenverkehr anhand der vier Stufen Erzeugung, Zielwahl, Modalwahl und Umlegung modelliert: (1) In der Verkehrserzeugung werden auf Basis von Wegeraten für vier Wegezwecke ausgehende Wege generiert und mithilfe von makroökonomischen Entwicklungen induzierte Wege ergänzt. (2) Die Verkehrsverteilung dient der räumlichen Verteilung der generierten Wege mit Quelle-Ziel-Matrizen. Dabei werden intra- und interzonale Wege unterschieden. Außerdem wird nach Distanzklasse, Flächennutzung und Wegezweck differenziert. Die Verkehrsverteilung erfolgt anhand einer spezifischen Nutzenfunktion (Logit), die Fahrtzeiten und –kosten berücksichtigt. Es wird betont, dass klimapolitische Maßnahmen, die sich auf Fahrtzeiten oder –kosten auswirken, damit bereits einen Einfluss auf die Zielwahl haben. (3) Die Modalwahl verteilt die erzeugten Verkehrsströme auf die zur Verfügung stehenden Verkehrsmittel. Dazu wird eine Logit-Funktion genutzt. Es wird beschrieben, dass die Verkehrsmittelwahl sowohl auf soziodemografischen als auch auf mobilitätsspezifischen und verkehrsmittelspezifischen Faktoren (v.a. Zeit und Kosten) beruht. Das Resultat ist der Anteil der Verkehrsmittel am Verkehrsaufkommen. (4) In einem letzten Schritt wird basierend auf dem Verkehrsaufkommen die Fahrleistung und die Verkehrsleistung bestimmt. Die Modellierung erfolgt in zwei Reaktionsebenen: auf Reaktionsebene 1 wird nur der intrazonale ÖV-Preis angepasst. Dadurch finden die Verlagerungen praktisch ausschließlich innerhalb einer Zone statt und die Verkehrsmatrix bleibt konstant. Auf Reaktionsebene 2 werden zusätzlich interzonale ÖV-Preise angepasst, sodass zum einen die Zielwahl angepasst wird (siehe (2) Verkehrsverteilung) sowie im Ergebnis auch interzonale Fahrten verlagert werden (M-Five et al. 2023b). Zusätzlich wurde zur Validierung der Ergebnisse eine Modellierung mit dem Verkehrsmodell PTV Validate durchgeführt, welches räumlich den Status quo des Verkehrssystems stärker differenziert als ASTRA-M mit einem statischen Ansatz abbildet. Das heißt es berücksichtigt die	Teilweise dargestellt

Prüfkriterium		Kommentierung	
		aktuellen Kapazitätsrestriktionen des ÖPNV und bildet die aktuelle Verkehrsnachfrage ab. Es findet keine dynamische Zielwahanpassung statt. Die Preisreduktion durch das Deutschlandticket wird regional differenziert ermittelt und für die verbundweite Gültigkeit durch eine zusätzliche Reduktion um 10 % modelliert. Zusätzlich besteht die Annahme, dass der Wechsel von Pkw zu ÖPNV eher stattfindet, wenn die Fahrt eine Verbundgrenze überquert. Eine detailliertere Modellbeschreibung ist M-Five et al. (2023b) zu entnehmen. Es liegt eine umfassende Modellbeschreibung vor, jedoch nicht alle zugrundeliegenden Ausgangsdaten.	
	Angemessenheit	Die Berechnung entspricht in Teilen einer angemessenen Methode. Einige potenziell relevante Aspekte der THG-Minderungswirkung, wie beispielsweise Kapazitätsrestriktionen des ÖPNV, finden keine Berücksichtigung.	Teilweise angemessen
	Korrektheit der Rechnung	Da die Berechnung nicht vorliegt, kann die Korrektheit nicht bewertet werden.	Keine Bewertung möglich
Zusätzlichkeit	Darstellung	Die Referenzentwicklung der THG-Minderungspfade ohne die Maßnahme liegt in angemessener Form vor (REF-2020 Szenario).	Definiert und weitgehend bekannt
	Angemessenheit	Für das Deutschlandticket wird eine Zusätzlichkeit gegenüber der Baseline festgestellt.	Gegeben
Nachvollziehbarkeit der Annahmen	Darstellung	Dem Expertenrat liegt für die vier Schritte Erzeugung, Verteilung, Modalwahl und Umlegung eine Auflistung der Inputparameter des Modells vor. Da es sich zumeist um größere Datensätze handelt, die für den Expertenrat nicht einsehbar sind, ist eine Nachvollziehbarkeit im Einzelnen nicht gegeben.	Teilweise dargestellt
	Angemessenheit	Die Angemessenheit der getroffenen Annahmen ist entsprechend nicht abschließend bewertbar.	Keine Bewertung möglich
Effektbereinigung Einzelmaßnahme	Darstellung	Nach Auskunft der Gutachter*innen wird die berechnete Treibhausgasreduktion als Netto 2-Einsparung ausgewiesen. Da es sich hier um eine integrierte Modellierung handelt, wird die Effektbereinigung direkt im Systemmodell vorgenommen (siehe Schlomann et al. 2022). Es werden hierbei Mitnahmeeffekte, Wechselwirkungen zwischen Instrumenten, Rebound- und Spillover-Effekte, sowie die sich verändernde Vergleichsbasis durch die Referenzentwicklung berücksichtigt. Eine zusätzliche Effektbereinigung ist somit nicht nötig.	Nicht relevant
	Angemessenheit	Das Vorgehen zur Effektbereinigung erscheint dem Expertenrat angemessen.	angemessen
Vorgehen bei der Abschätzung		Das gewählte Vorgehen zur Abschätzung des THG-Minderungseffektes erscheint dem Expertenrat mit Einschränkungen angemessen.	Mit Einschränkungen angemessen

Prüfkriterium	Kommentierung
Realisierungswahrscheinlichkeit der abgeschätzten Maßnahmenwirkung	Die folgenden Aspekte wurden in ASTRA-M nicht berücksichtigt und könnten zu einer Überschätzung der THG-Minderungswirkung in ASTRA-M geführt haben: (A) Eine stärkere Auslastung des ÖPNV geht ggf. mit längeren Fahrt- und Wartezeiten einher und reduziert damit den Fahrtkomfort und potenziell auch die Attraktivität des ÖPNV aus Nutzer*innensicht. Dieser, der Verlagerung hin zum ÖPNV, gegenläufige Effekt wurde nicht abgebildet (Öko-Institut 2023) (B) Die Minderungswirkung beruht zu einem großen Teil auch auf der Verlagerung längerer PKW-Fahrten auf den ÖPNV (interzonale Fahrten, Reaktionsebene 2). Auswertungen zum 9-Euro-Ticket unterstützen diese Annahme nur bedingt (Follmer et al. 2023) (C) Kapazitätsrestriktionen des ÖPNVs sind nicht abgebildet. Die Gutachter*innen verweisen zwar darauf, dass die Kapazitäten für das 9-Euro-Ticket weitestgehend gegeben waren, und deshalb weitestgehend nicht mit Engpässen gerechnet wird. Nichtsdestotrotz hat "der prognostizierte Anstieg der Verkehrsleistung im ÖPNV [...] teilweise eine Angebotsausdehnung zur Bedingung". (M-Five et al. 2023b) (D) Die Kostenreduktion durch das Deutschlandticket, die sowohl Ziel- als auch Modalwahl beeinflusst, basiert auf einer umfangreichen und regional aufgelösten Ermittlung aktueller Tarifikosten für Abos, Zeitkarten und Einzelkarten. Bereits bestehende vergünstigte Tickets wie beispielsweise Semestertickets für Studierende werden nicht berücksichtigt. Die ermittelte Kostenreduktion könnte also überschätzt sein. (M-Five et al. 2023b) Die Validierung mit PTV Validate weist andere Schwachstellen auf, wie beispielsweise die pauschale Reduktion des Fahrtpreises um zusätzliche 10 % bei verbundübergreifenden Fahrten anstelle eines Preisdeckels, auch verbundübergreifend, bei 49 Euro, sodass bei langen Fahrten eine Kostenüberschätzung, trotz zusätzlicher Annahmen, nicht gänzlich auszuschließen ist. Gleichzeitig ist die Modellierung basierend auf dem Status quo des Verkehrssystems und der Verkehrsnachfrage ein interessanter Vergleich, um die Auswirkungen der dynamischen Zielwahanpassung in ASTRA-M besser zu verstehen. PTV Validate schätzt die THG-Minderungswirkung des Deutschlandtickets auf 0,9 Mt CO₂-Äq. jährlich. Im Folgenden soll das Ergebnis der ASTRA-M Modellierung zum Deutschlandticket, also die abgeschätzte THG-Minderungswirkung, mit Ergebnissen empirischer Studien zum 9-Euro-Ticket verglichen werden. Diese empirischen Studien sind in ihrer Herangehensweise kaum mit dem ASTRA-M Systemmodell vergleichbar und sollen an dieser Stelle nur der qualitativen Einordnung der Ergebnisse dienen. Die Kommentierung des Öko-Instituts erwähnt die folgenden Studien:

Teilweise erwartbar

Prüfkriterium	Kommentierung
	• Der "Abschlussbericht zur bundesweiten Marktforschung" des VDV basiert die Abschätzung der Verlagerungswirkung auf der subjektiven Einschätzung einer repräsentativen Bevölkerungsgruppe (Abfrage der Nutzungshäufigkeiten der Verkehrsmittel und Abfrage der letzten Fahrt mit dem 9-Euro-Ticket, "Wie hätten Sie sich sonst verhalten?") und weist eine potenzielle jährliche THG-Minderungswirkung von bis zu 7,2 Mt CO₂-Äq. aus (VDV und DB 2022) • Die vorläufigen Ergebnisse des RWI "Auswertung des Neun Euro Tickets", in denen die Abschätzung der THG-Minderungswirkung des 9-Euro-Tickets auf der Differenz-zu-Differenz-Methode basiert (repräsentative Bevölkerungsgruppe), weisen ein jährliches Minderungspotenzial von 0,8 – 2,8 Mt CO₂-Äq. aus. (Andor et al. 2022) Das Öko-Institut beurteilt die genutzte Methodik als "im Vergleich zum Vorgehen in der VDV-Studie robuster", da sie nicht auf subjektive Fragestellungen zurückgreift; die Abschätzung der THG-Minderungswirkung des Deutschlandtickets im Projektionsbericht 2023 basiert ebenfalls darauf (Öko-Institut 2023) • Der Mobilitätsreport 07 "Alles wie vorher? Die Verkehrswende zwischen 9-Euro-Ticket und alten Herausforderungen" des Infas wertet App-basierte Bewegungsdaten (einer nicht repräsentativen Bevölkerungsgruppe) aus und weist eine jährliche THG-Minderungswirkung von 2 Mt CO₂-Äq. aus (Follmer et al. 2023) Es fällt auf, dass die ausgewiesene jährliche Minderungswirkung durch das Deutschlandticket (1,9 – 3,2 Mt CO₂-Äq. p.a.) auch im Vergleich zum deutlich günstigeren 9-Euro-Ticket eher hoch liegt.

Eigene Darstellung.

Tabelle 17: Prüfung des Vorgehens und der Realisierungswahrscheinlichkeit der THG-Minderung der Maßnahmen „Einführung Deutschlandticket“ im Projektionsbericht 2023 (Öko-Institut et al. 2023a)

Prüfkriterium		Kommentierung	
Konkretisierungsgrad der Maßnahme			
Ausgestaltung		Da es sich um eine bereits implementierte Maßnahme handelt, besteht keine Unsicherheit hinsichtlich der Ausgestaltung der Maßnahme.	Weitgehend konkretisiert
Finanzierungsrahmen			
THG-Minderungseffekt			
Berechnungsmethode	Darstellung	Die Abschätzung der THG-Minderungswirkung beruht laut Gutachtergesprächen auf der Methodik der Studie „Auswertung des Neun Euro Tickets“ des RWI. RWI wertet Panel-Daten aus den Monaten April und Juni 2022 aus und verwendet die Differenz-zu-Differenz Methode zur Abschätzung der Veränderung der Verkehrsleistung. Die Abschätzung der THG-Minderung des Deutschlandtickets im Vergleich zum 9-Euro-Ticket erfolgte anteilig, basierend auf empirischen Erhebungen (Andor et al. 2022; Öko-Institut 2023). Die Berechnungsmethode ist dargestellt. Es liegen nicht alle Ausgangsdaten vor, die Berechnungen zur THG-Minderungswirkung des 9-Euro-Tickets (Andor et al. 2022) können nicht im Detail nachvollzogen werden.	Teilweise dargestellt
	Angemessenheit	Der Ansatz scheint angemessen.	Angemessen
	Korrektheit der Rechnung	Da die Berechnung nicht vorliegt, kann die Korrektheit nicht bewertet werden.	Keine Bewertung möglich
Zusätzlichkeit	Darstellung	Im Projektionsbericht 2023 wird die Zusätzlichkeit gegenüber der Referenzentwicklung ausgewiesen. Es ist anzumerken, dass sich der Projektionsbericht 2023 auf ein anderes Referenzszenario als das zuvor besprochene Gutachten von (M-Five et al. 2023b) bezieht und die absolute Zusätzlichkeit entsprechend nur bedingt vergleichbar ist.	Definiert und weitgehend bekannt
	Angemessenheit	Die Maßnahme ist im Referenzszenario des Projektionsberichtes 2023 (MMS) noch nicht enthalten und stellt somit eine Zusätzlichkeit dar.	Gegeben
Nachvollziehbarkeit der Annahmen	Darstellung	Die der Berechnungsmethode der THG-Minderungswirkung zugrunde gelegten expliziten Annahmen werden nicht vollumfänglich ausgewiesen. Im Gespräch mit den Gutachter*innen wurde auf die Abschätzung der THG-Minderungswirkung des 9-Euro-Tickets durch das Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung verwiesen.	Teilweise dargestellt

Prüfkriterium		Kommentierung	
		Die Bestimmung des Anteils der 9-Euro-Ticket Nutzer*innen, die auch das Deutschlandticket nutzen, erfolgte laut Gesprächen mit den Gutachter*innen in Anlehnung an Agora Verkehrswende (2022) und Krämer et al. (2022) in Höhe von 30 %.	
	Angemessenheit	Eine Bewertung ist entsprechend nicht möglich.	Keine Bewertung möglich
Effektbereinigung Einzelmaßnahme	Darstellung	Es ist nicht ersichtlich, ob die Bruttowirkung der Maßnahme um wirkungsverstärkende oder wirkungsmindernde Effekte bereinigt wurde.	Nicht dargestellt
	Angemessenheit	Die Angemessenheit kann entsprechend nicht beurteilt werden.	Keine Bewertung möglich
Vorgehen bei der Abschätzung		Die Abschätzung des THG-Minderungseffektes erscheint dem Expertenrat mit Einschränkungen angemessen.	Mit Einschränkungen angemessen
Realisierungswahrscheinlichkeit der abgeschätzten Maßnahmenwirkung		Die Abschätzung der THG-Minderungswirkung im Projektionsbericht 2023 wird durch den Expertenrat, insbesondere im Vergleich zur Abschätzung mithilfe des Systemmodells ASTRA-M, als mit größerer Unsicherheit behaftet und vergleichsweise konservativ eingeschätzt. Auch die Abschätzung, dass etwa 30 % der Nutzer*innen des 9-Euro-Tickets auch das Deutschlandticket nutzen würden, erscheint in Anbetracht der bereits 10 Millionen Nutzer*innen nach nur einem Monat (DPA 2023) (im Vergleich zu 52 Millionen Nutzer*innen des 9-Euro-Tickets in drei Monaten (VDV und DB 2022)) vergleichsweise konservativ. Es wird mit einer Unterschätzung der Minderungswirkung gerechnet.	Erwartbar

Eigene Darstellung.

- 59 Die THG-Minderung der Maßnahme „Einführung Deutschlandticket“ wurde in dem im Auftrag des BMDV erstellten Gutachtens zu den Ausgestaltungs-Varianten des Deutschlandtickets (M-Five et al. 2023b) durch die Berücksichtigung regional aufgelöster reduzierter Fahrtkosten im Verkehrsmodell ASTRA-M simuliert. Die dabei abgeschätzte kumulierte THG-Minderungswirkung in Höhe von 22,6 Mt CO₂-Äq. erscheint dem Expertenrat aufgrund der oben aufgeführten Aspekte in der Tendenz überschätzt. Gleichzeitig wird die im Projektionsbericht 2023 durchgeführte, nicht-modellbasierte Schätzung der kumulierten THG-Minderungswirkung in Höhe von 4,2 Mt CO₂-Äq. vom Expertenrat als mit größerer Unsicherheit behaftet und eher die untere Grenze darstellend eingeschätzt. Eine genauere Abschätzung der tatsächlichen THG-Minderungswirkung ist dem Expertenrat nicht möglich.

Forschung zur Anwendung von KI-Methoden/Effizienzsteigerungen durch automatisiertes und vernetztes Fahren (7,1 - 14,1 Mt CO₂-Äq.)

60 Die nachfolgende Tabelle 18 gibt eine zusammenfassende Übersicht über wesentliche Elemente der Maßnahme und der Quantifizierung ihrer Einsparwirkung.

Tabelle 18: Maßnahmenübersicht „Forschung zur Anwendung von KI-Methoden/Effizienzsteigerungen durch automatisiertes und vernetztes Fahren“

Übersicht Maßnahme „Forschung zur Anwendung von KI-Methoden/Effizienzsteigerung durch automatisiertes und vernetztes Fahren“	
Kurzbeschreibung	Der im Maßnahmenpaket Verkehr dargelegte Vorschlag für die „Forschung zur Anwendung von KI-Methoden/Effizienzsteigerungen durch automatisiertes und vernetztes Fahren“ umfasst die folgenden Elemente: • Förderung von Forschungsvorhaben zur Anwendung von KI-Methoden im Rahmen eines neuen Forschungsprogramms • Einsparpotenziale durch den Markthochlauf von Fahrzeugen mit Automatisierungsfunktionen der Stufen 2 bis 4 THG-Einsparungen werden durch einen selbstlaufenden Markthochlauf und einen Energieeffizienzvorteil der automatisierten Fahrzeuge erreicht.
In die Prüfung einbezogene Informationen	Für die Prüfung der Annahmen lagen folgende Unterlagen vor, die dem Expertenrat zwischen dem 21.06. und dem 04.08.2023 von BMWK und BMDV übermittelt wurden: • Maßnahmenpaket Verkehr (enthalten in Entwurf eines Klimaschutzprogramms 2023 der Bundesregierung; (BReg 2023)) • Abstimmungstabelle BMWK-BMDV (BMWK und BMDV 2022) • Dokumentation zur Instrumentenbewertung in 2022 (Entwurf, mit Aktualisierungen in 06/2023). Arbeitspapier im Auftrag des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr (M-Five et al. 2023a) • Einzelmaßnahmenbewertung des Klimaschutz-Sofortprogramms 2022 der Bundesregierung (Fraunhofer ISI et al. 2022) • Bewertungstemplate: Maßnahmenvorschlag für das Klimaschutz-Sofortprogramm 2022 der Bundesregierung (Bundesregierung 2022) • Bewertung eines Instrumenten-Paketes zur KSG-Zielerreichung im Verkehr in 2030 - KSSP (M-Five 2023) • Gestaltung des MKS Referenzszenarios für die Periode 2021 bis 2035 (REF-2020) (Schade et al. 2022) • Zusätzliche Informationen aus Schriftverkehr und Gesprächen mit den Gutacher*innen
Nicht in die Prüfung einbezogene Informationen	-
Instrumententyp	Forschung & Entwicklung
Neue/weiterentwickelte Maßnahme	Weiterentwicklung und Fortsetzung bestehender Maßnahmen
Angenommene Fördervolumina	276 Mio. Euro im Zeitraum 2023-2026

Angabe der geschätzten THG-Minderung in Mt CO ₂ -Äq. (Netto-2) in den Maßnahmenvorschlägen nach § 8 Abs 1 KSG (jährlich addiert; kumuliert 2023–2030; die neue jährliche THG-Minderung ist in Runden Klammern angegeben) ²³		2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2022–2030
	BMWK	0,2 (0,2)	0,4 (0,3)	0,7 (0,3)	0,9 (0,2)	1,0 (0,0)	1,0 (0,0)	1,0 (0,0)	1,0 (0,0)	1,0 (0,0)	7,1
	BMDV	0,2 (0,2)	0,4 (0,3)	0,7 (0,3)	1,2 (0,4)	1,6 (0,5)	2,1 (0,5)	2,5 (0,1)	2,8 (0,2)	2,6 (-0,22)	14,1

Eigene Darstellung basierend auf (BReg 2023).

61 Tabelle 19 und Tabelle 20 stellen die gemeinsame Prüfung für Prüfschritt 2 (Prüfung des Vorgehens der zuständigen Ministerien bei der Ermittlung der THG-Minderungswirkung) und Prüfschritt 3 (Prüfung der verwendeten Parameter im Hinblick auf die Realisierungswahrscheinlichkeit der ausgewiesenen THG-Minderungswirkung) für die Maßnahme „Forschung zur Anwendung von KI-Methoden/Effizienzsteigerungen durch automatisiertes und vernetztes Fahren“ dar.

Tabelle 19: Prüfung des Vorgehens und der Realisierungswahrscheinlichkeit der THG-Minderung der Maßnahmen „Forschung zur Anwendung von KI-Methoden/Effizienzsteigerungen durch automatisiertes und vernetztes Fahren“ im BMDV-Gutachten (M-Five et al. 2023a)

Prüfkriterium		Kommentierung
Konkretisierungsgrad der Maßnahme		
Ausgestaltung		Zusätzlich zu den Informationen aus dem Maßnahmenpaket Verkehr, wird im Gutachten die Schaffung der rechtlichen Grundlagen für Platooning bei Nutzfahrzeugen (z. B. Anpassung der Mindestabstände in der StVO) als Element der Maßnahme genannt. Die Quantifizierung des Gutachtens berücksichtigt also zusätzlich eine regulierende Wirkung der Maßnahme. Insgesamt sind die Inhalte und Instrumententypen weitgehend genannt, werden jedoch nicht ausdifferenziert beschrieben.
Finanzierungsrahmen		Zusätzlicher Finanzbedarf wird für den Zeitraum 2023 – 2026 p.a. angegeben. Dieser bezieht sich auf die flankierende Maßnahme zur Förderung von Forschungsprojekten zur Anwendung von KI-Methoden.
THG-Minderungseffekt		
Berechnungsmethode	Darstellung	Die THG-Minderungswirkung basiert auf einer Berechnung dargestellt in Krail et al. (2019). Die Berechnung erfolgte mithilfe des Modells ASTRA-M. Dabei wurden Einsparpotenziale sowie der Markthochlauf automatisierter Fahrzeuge, jeweils

²³ Mögliche Abweichungen ergeben sich durch Rundungsdifferenzen.

Prüfkriterium		Kommentierung	
		differenziert nach Fahrzeugtyp, Fahrsituation und Automatisierungsstufe berücksichtigt. Die verwendeten Einsparpotenziale stammen aus der Literatur, wie z. B. EU-Feldversuchsprojekten, und wurden mit dem Anteil der verschiedenen Fahrsituationen an der gesamten Fahrleistung der Fahrzeugtypen (entnommen aus HBEFA) verrechnet. Der Markthochlauf basiert auf einem Diffusionsmodell, in das die Einführungszeitpunkte der Automatisierungsstufen, die Produktionskosten, eine Akzeptanzanalyse und die Mehrpreisbereitschaft potenzieller Kund*innen einfließen. Die in M-Five et al. (2023a) angegebene Minderungswirkung ist im Rahmen einer Aktualisierung dieser Berechnung entstanden, die teilweise in Krail (2020) dargestellt ist. Auskunft über in die aktualisierte Berechnung eingeflossenen Daten und Annahmen erfolgte auf Nachfrage des Expertenrats bei den Gutachter*innen.	
	Angemessenheit	Die Berechnungsmethode erscheint angemessen. Eine endgültige Bewertung ist allerdings nicht möglich, da eine Dokumentation nur über die Methode von Krail et al. (2019) vorlag.	Angemessen
	Korrektheit der Rechnung	Da die Berechnung nicht vorliegt, kann die Korrektheit nicht bewertet werden.	Keine Bewertung möglich
Zusätzlichkeit	Darstellung	Eine Zusätzlichkeit gegenüber dem Referenzszenario wird festgestellt.	Weitgehend dargestellt
	Angemessenheit	Das REF-2020 aus Schade et al. (2022), dessen Rahmenbedingungen mit dem Projektionsbericht 2021 (siehe Öko-Institut et al. 2021) konsistent sind, dient als Referenzszenario. Es enthält nicht die hier behandelte Maßnahme. Dies erscheint angemessen, um die Zusätzlichkeit der Maßnahme zu gewährleisten.	Angemessen
Nachvollziehbarkeit der Annahmen	Darstellung	Der angegebenen THG-Minderung liegt die Einführung der Automatisierungsstufe 3 im Jahr 2022 und des Platoonings im Jahr 2027 zugrunde. Es wird ein Markthochlaufszenario angenommen, in dem der Anteil von Fahrzeugen mit Automatisierungsstufen 2 bis 4 am Bestand bei Pkw auf 9 %, bei Lkw auf 22 % und bei Bussen auf 29 % im Jahr 2030 ansteigt. Beispielhafte Effizienzvorteile können Krail et al. (2019) entnommen werden, allerdings sind nicht alle Fahrzeugtypen, Fahrsituationen und Automatisierungsstufen abgebildet. Die Information, dass kein Einsparpotenzial für Elektrofahrzeuge angenommen wird, erhielt der Expertenrat auf Nachfrage von den Gutachter*innen. Ebenfalls berücksichtigt wurde der zusätzliche Energieverbrauch automatisierter Fahrzeuge durch die Automatisierungsfunktionen und Mehrgewicht. Dazu werden in Krail (2020) zwei Szenarien beschrieben. Das Gutachten spezifiziert nicht, welches dieser Szenarien in die Berechnung einfließt.	Teilweise dargestellt

Prüfkriterium		Kommentierung	
	Angemessenheit	Die Einführung der Automatisierungsstufe 3 im Jahr 2022 ist für Pkw und Busse nachvollziehbar. Seit dem Jahr 2022 hat Mercedes-Benz einen Pkw der S-Klasse mit Automatisierungsstufe 3 als Sonderausstattung auf dem Markt. Busse mit Automatisierungsfunktionen der Stufe 4 sind in einigen Städten im Testbetrieb (siehe z. B. VDV (2023) und Redaktion Hannover.de (2023)). Für Lkw ist diese Annahme nicht nachvollziehbar. Nutzfahrzeuge mit der entsprechenden Ausstattung für automatisiertes Fahren der Stufe 3 sind auf dem deutschen Markt aktuell nicht verfügbar. Hinsichtlich der Einführung des Truck-Platooning gehen die Einschätzungen auseinander. Während in älteren Studien (u.a. Chottani et al. 2018) der Markteintritt für die Jahre bis 2025 erwartet wird, zeigt sich inzwischen, dass die Branche die Entwicklung der Automatisierungsstufe 4 für Lkw stärker vorantreibt und dabei Stufe 3 überspringt. Stufe 4 und Platooning stellen dabei keinen Widerspruch dar. MAN und Mercedes planen offiziell, bis spätestens zum Jahr 2030 entsprechende Fahrzeuge in Serie zu produzieren. Somit bleibt eine gewisse Unsicherheit hinsichtlich des Einführungszeitpunkts des Platooning im Jahr 2027 oder ob dieser nicht mit der Einführung der Automatisierungsstufe 4 zu einem späteren Zeitpunkt zusammenfällt. Der Markthochlauf der automatisierten Fahrzeuge wird allein durch die Schaffung der rechtlichen Grundlagen für automatisiertes und vernetztes Fahren begründet. Dies erscheint dem Expertenrat als sehr optimistisch. Bezüglich der Effizienzvorteile durch automatisierte Fahrzeuge ist dem Expertenrat eine Bewertung der Angemessenheit nicht möglich, da diese nicht vollständig dargestellt sind. Der Expertenrat kann die Berücksichtigung des zusätzlichen Energieverbrauchs automatisierter Fahrzeuge durch die Automatisierungsfunktionen und Mehrgewicht nachvollziehen. Eine Beurteilung der Angemessenheit ist auf Grund fehlender Informationen nicht möglich.	Teilweise nachvollziehbar
Effektbereinigung Maßnahmenbündel	Darstellung	Die ausgewiesene Minderungswirkung ist im Gutachten als Netto 2-Einsparung definiert. Da es sich um eine integrierte Modellierung handelt, erfolgte eine direkte Verrechnung von Rebound-Effekten (z. B. erhöhte Effizienz im Straßenverkehr und eine Veränderung der Reisezeit) im Modell ASTRA-M. Eine Bereinigung auf Einzelmaßnahmenebene ist daher nicht notwendig (siehe Schlomann et al. 2022). Aus den Rebound-Effekten resultiert eine Verlagerung von der Schiene auf die Straße, die von der THG-Minderungswirkung abgezogen wurde.	Nicht relevant
	Angemessenheit	Das Vorgehen zur Effektbereinigung erscheint dem Expertenrat angemessen.	Angemessen
Vorgehen bei der Abschätzung		Die Berechnungsmethode ist weitgehend dargestellt und die Zusätzlichkeit der Maßnahme zum Referenzszenario konnte festgestellt werden. Rebound-Effekte wurden innerhalb des	Teilweise angemessen

Prüfkriterium	Kommentierung	
	verwendeten Modells ASTRA-M berücksichtigt. Die der Quantifizierung zugrundeliegenden Annahmen sind ebenfalls teilweise dargestellt. Es fehlen Angaben zu den angenommenen Effizienzvorteilen und dem zusätzlichen Energieverbrauch der Automatisierungsfunktionen. Allein die Information, dass Effizienzvorteile und zusätzlicher Energieverbrauch in die Quantifizierung einfließen, ist wichtig, um das Vorgehen nachzuvollziehen. Deshalb stuft der Expertenrat das Vorgehen bei der Abschätzung der THG-Minderung insgesamt als angemessen ein. In großen Teilen entspricht das Vorgehen dem Best-Practice-Ansatz der ex-ante Maßnahmenbewertung.	
Realisierungswahrscheinlichkeit der abgeschätzten Maßnahmenwirkung	Einige Annahmen, die einen großen Einfluss auf die THG-Minderungswirkung haben, kann der Expertenrat nicht nachvollziehen oder sind nicht klar definiert. So wird z. B. ein sehr optimistischer Markthochlauf angenommen, der mit einer hohen Unsicherheit verbunden ist. Ebenfalls offen ist der Einführungszeitpunkt für Platooning bei Lkw und es ist fraglich, ob die resultierende Minderungswirkung innerhalb des Betrachtungszeitraums einsetzt. Die volle Minderungswirkung des automatisierten Fahrens tritt ein, wenn die Automatisierungsfunktionen in allen Fahrsituationen, die es erlauben, eingesetzt werden. Das ist unter anderem mit einer geringeren Höchstgeschwindigkeit verbunden, da die Nutzung der Sensoren eine Fahrgeschwindigkeit über 130 km/h nicht zulässt. Der Expertenrat schätzt die volle Ausnutzung der Automatisierungsfunktionen als unwahrscheinlich ein. Diese Unsicherheiten deuten darauf hin, dass die Maßnahmenwirkung überschätzt wurde. Zusätzlich fehlen Angaben zu den angenommenen Effizienzvorteilen der automatisierten Fahrzeuge. Die fehlenden Angaben erhöhen die Unsicherheit der abgeschätzten Maßnahmenwirkung. Der Expertenrat stuft die Realisierungswahrscheinlichkeit somit als kaum erwartbar ein.	Kaum erwartbar

Eigene Darstellung.

Tabelle 20: Prüfung des Vorgehens und der Realisierungswahrscheinlichkeit der THG-Minderung der Maßnahmen „Forschung zur Anwendung von KI-Methoden/Effizienzsteigerungen durch automatisiertes und vernetztes Fahren“ im BMWK-Gutachten (Fraunhofer ISI et al. 2022)

Prüfkriterium		Kommentierung	
Konkretisierungsgrad der Maßnahme			
Ausgestaltung		Zusätzlich zu den Informationen aus dem Maßnahmenpaket Verkehr wird im Gutachten die Schaffung der rechtlichen Grundlagen für Platooning bei Nutzfahrzeugen (z. B. Anpassung der Mindestabstände in der StVO) als Element der Maßnahme genannt. Die Quantifizierung berücksichtigt also zusätzlich eine regulierende Maßnahme. Insgesamt sind die Inhalte und Instrumententypen weitgehend genannt, werden jedoch nicht ausdifferenziert beschrieben.	Teilweise konkretisiert
Finanzierungsrahmen		Zusätzlicher Finanzbedarf wird für den Zeitraum 2023 – 2026 p.a. angegeben. Er bezieht sich auf die flankierende Maßnahme zur Förderung von Forschungsprojekten zur Anwendung von KI-Methoden.	
THG-Minderungseffekt			
Berechnungs- methode	Darstellung	Es wurde eine Plausibilitätskontrolle der vom zuständigen Ressort ausgewiesenen THG-Minderungswirkung durchgeführt. Die ausgewiesene Minderungswirkung basiert auf der Berechnung beschrieben in Krail et al. (2019). Die Gutachter*innen haben die vom Ressort angegebene Minderungswirkung als deutlich zu hoch eingestuft und mittels einer Abschätzung eine niedrigere Minderungswirkung ermittelt. Für die Abschätzung wurde ein Korrekturfaktor von 30 % für die THG-Einsparung des Ressort-Gutachtens abgeleitet. Für die Ableitung des Korrekturfaktors wurde die Minderungswirkung für das Jahr 2030 mit einer Energieeinsparung durch automatisiertes und vernetztes Fahren von durchschnittlich 4 % berechnet. Der Berechnung wurde ein automatisierter Fahrleistungsanteil von 10 % für Pkw und 80 % für schwere Nutzfahrzeuge zugrunde gelegt. Ebenfalls berücksichtigt wurden ein Anteil der schweren Nutzfahrzeuge an der Fahrleistung von 60 % auf Fernstraßen (relevant für Platooning). Die induzierte Fahrleistung schwerer Nutzfahrzeuge ist durch einen zusätzlichen Energieverbrauch von 4 % in die Berechnung eingeflossen. Die Berechnungsmethode wird so beschrieben, dass sie nachgerechnet werden kann. Alle zugrundeliegenden Ausgangsdaten liegen vor.	Weitgehend dargestellt
	Angemessenheit	Die Quantifizierung der Minderungswirkung basiert auf einer Plausibilisierung und Abschätzung. Die Abschätzung ist stark vereinfacht. So wird z. B. der Korrekturfaktor von 30 % nur für das Jahr 2030 bestimmt, aber auf den gesamten Zeitraum angewendet. Der Expertenrat stuft die Berechnungsmethode deshalb als teilweise angemessen ein.	Teilweise angemessen

Prüfkriterium		Kommentierung	
	Korrektheit der Rechnung	Das Ergebnis der Berechnung, basierend auf den zur Verfügung stehenden Zahlen, wird vom Expertenrat durch Prüfung auf rechnerische Korrektheit bestätigt.	Weitgehend gegeben
Zusätzlichkeit	Darstellung	Eine Zusätzlichkeit gegenüber dem Referenzszenario wird festgestellt.	Weitgehend dargestellt
	Angemessenheit	Das MMS des Projektionsberichts 2021 (Öko-Institut et al. 2021) dient als Referenzszenario. Es enthält nicht die hier behandelte Maßnahme. Dies erscheint angemessen, um die Zusätzlichkeit der Maßnahme zu gewährleisten.	Angemessen
Nachvollziehbarkeit der Annahmen	Darstellung	Der angegebenen THG-Minderung liegt eine Einführung der Maßnahme im Jahr 2024 zugrunde. Es wird ein Markthochlaufszenario angenommen, in dem der Bestandsanteil automatisierter Fahrzeuge der Stufen 1 bis 4 bei Pkw insgesamt 9 % und bei Lkw insgesamt 22 % im Jahr 2030 beträgt. Dies erfolgt durch die Schaffung der rechtlichen Grundlagen und des dadurch folgenden selbstlaufenden Markthochlaufs. Es wird von einem durchschnittlich 4 % niedrigeren Energieverbrauch der automatisierten Fahrzeuge ausgegangen. Der zusätzliche automatisierte Fahrleistungsanteil wird mit 10 % für Pkw und 80 % für schwere Nutzfahrzeuge angegeben. Darüber hinaus wird der Anteil der Fernstraßen, auf denen Lkw-Platoons gebildet werden können, mit 60 % angegeben.	Weitgehend dargestellt
	Angemessenheit	Da die Maßnahme nicht implementiert ist, bestehen noch Unsicherheiten in ihrer Ausgestaltung und der Einführung im Jahr 2024. Darüber hinaus ist nicht klar definiert, welche Elemente bei Einführung der Maßnahme im Jahr 2024 umgesetzt werden. Eine Bewertung der Angemessenheit dieser Annahme ist dem Expertenrat somit nicht möglich. Der angenommene Markthochlauf wird als sehr optimistisch eingeschätzt und kann nicht nachvollzogen werden. Der durchschnittlich 4 % niedrigere Energieverbrauch automatisierter Fahrzeuge ist laut Gutachten realisierbar, wenn die Automatisierungsfunktionen in fast allen Fahrsituationen, die es erlauben, angewendet werden. Die Realisierung dieser Bedingung und somit auch die angenommene Energieeinsparung erscheinen für Pkw unwahrscheinlich. Für Nutzfahrzeuge hingegen konnte im Feldversuch EDDI (siehe Tran et al. 2019) im Jahr 2019 eine Kraftstoffersparnis von 3-4 % erzielt werden. Im Feldversuch sind zwei Lkw im Abstand von 15 m bis 23 m im Platoon gefahren. Da die Maßnahme eine Verkürzung des Mindestabstands in der StVO vorsieht und in der Praxis voraussichtlich mehr als zwei Fahrzeuge ein Platoon bilden werden, stuft der Expertenrat den im Gutachten angenommenen um 4 % niedrigeren Energieverbrauch für Nutzfahrzeuge als angemessen und nachvollziehbar ein.	Teilweise nachvollziehbar

Prüfkriterium		Kommentierung	
Effektbereinigung Maßnahmen- bündel	Darstellung	Die im Gutachten ausgewiesene Maßnahmenwirkung basiert auf einer Plausibilisierung und Korrektur einer Netto 2-Einsparung, die mittels des Modells ASTRA-M berechnet wurde (siehe Krail et al. 2019). Rebound-Effekte, die zu Verlagerungen von der Schiene auf die Straße führen, wurden innerhalb des Modells berücksichtigt. Somit ist eine zusätzliche Effektbereinigung nicht nötig (Schlomann et al. 2022).	Nicht relevant
	Angemessenheit	In den Korrekturfaktor von 30 % ist ein Anstieg der Lkw-Fahrleistung um 4 % eingerechnet. Der Anstieg der Fahrleistung ist bereits in den Rebound-Effekten des Modells ASTRA-M enthalten und wird somit doppelt berücksichtigt.	Nicht angemessen
Vorgehen bei der Abschätzung		Der Expertenrat stuft das Vorgehen bei der Abschätzung als weitgehend angemessen ein. Die Berechnungsmethodik, die Zusätzlichkeit und die Annahmen sind weitgehend dargestellt.	Weitgehend angemessen
Realisierungswahrscheinlichkeit der abgeschätzten Maßnahmenwirkung		Der Beginn der Maßnahme wird im Jahr 2024 angenommen, während eine THG-Minderungswirkung bereits ab dem Jahr 2022 ausgewiesen wird. Dies ist für den Expertenrat nicht nachvollziehbar und deutet auf eine Überschätzung der Maßnahmenwirkung hin. Für die volle Entfaltung der Minderungswirkung, müssen die Automatisierungsfunktionen in allen Situationen, die es erlauben, angewendet werden. Dies stuft der Expertenrat als unrealistisch ein und deutet ebenfalls auf eine Überschätzung der THG-Minderung hin. Darüber hinaus ist der angenommene Markthochlauf und somit auch die THG-Minderungswirkung mit einer großen Unsicherheit verbunden. Aus diesen Gründen stuft der Expertenrat die Realisierungswahrscheinlichkeit der abgeschätzten Maßnahmenwirkung als kaum erwartbar ein.	Kaum erwartbar

Eigene Darstellung.

- 62 Die THG-Minderungswirkung der Effizienzsteigerungen durch automatisiertes und vernetztes Fahren wurde im BMDV-Gutachten (M-Five et al. 2023a) unter Berücksichtigung von Einsparpotenzialen durch automatisierte Fahrzeuge und deren Markthochlauf im Verkehrsmodell ASTRA-M berechnet. Im BMWK-Gutachten (Fraunhofer ISI et al. 2022) wurde eine vom zuständigen Ressort gelieferte Abschätzung der THG-Minderung einer Plausibilisierungskontrolle unterzogen und mittels eines Korrekturfaktors nach unten korrigiert. Die daraus berechnete kumulierte Minderungswirkung beträgt mit 7,1 Mt CO₂-Äq. etwa die Hälfte der kumulierten THG-Minderung von 14,1 Mt CO₂-Äq. in M-Five et al. (2023a). Aufgrund von Unsicherheiten im Markthochlauf automatisierter Fahrzeuge und den Einführungszeitpunkten der Automatisierungsstufen und des Platooning, stuft der Expertenrat die Minderungswirkung beider Gutachten im gegebenen Betrachtungszeitraum als kaum erwartbar ein.

Stärkung des Schienengüterverkehrs (6,3 Mt CO₂-Äq.)

63 Die nachfolgende Tabelle gibt eine zusammenfassende Übersicht über wesentliche Elemente der Maßnahme und der Quantifizierung ihrer Einsparwirkung.

Tabelle 21: Maßnahmenübersicht „Stärkung des Schienengüterverkehrs“

Übersicht Maßnahme „Stärkung des Schienengüterverkehrs“	
Kurzbeschreibung	Der im Maßnahmenpaket Verkehr dargelegte Vorschlag für eine „Stärkung des Schienengüterverkehrs“ verfolgt das Ziel, bis zum Jahr 2030 einen Marktanteil von 25 % am Güterverkehr zu erreichen. Dabei enthält die Maßnahme folgende Elemente: • Anteilige Förderung der Trassenpreise im Schienengüterverkehr fortsetzen • Verstärkte Anreize für Investitionen in die Erprobung sowie die Markteinführung von Innovationen in den Bereichen Digitalisierung, Automatisierung und Fahrzeugtechnik • Verstärkte Entlastung des Einzelwagenverkehrs durch Anlagenpreisförderung bei der Nutzung von Zugbildungsanlagen
In die Prüfung einbezogene Informationen	Für die Prüfung der Annahmen lagen folgende Unterlagen vor, die dem Expertenrat zwischen dem 21.06. und dem 04.08.2023 von BMWK und BMDV übermittelt wurden: • Maßnahmenpaket Verkehr (enthalten in Entwurf eines Klimaschutzprogramms 2023 der Bundesregierung (BReg 2023)) • Abstimmungstabelle BMWK-BMDV (BMWK und BMDV 2022) • Dokumentation zur Instrumentenbewertung in 2022 (Entwurf, mit Aktualisierungen in 06/2023). Arbeitspapier im Auftrag des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr. (M-Five et al. 2023a) • Bewertungstemplate: Maßnahmenvorschlag für das Klimaschutz-Sofortprogramm 2022 der Bundesregierung (Bundesregierung 2022) • Gestaltung des MKS Referenzszenarios für die Periode 2021 bis 2035 (REF-2020) (Schade et al. 2022) • Einzelmaßnahmenbewertung des Klimaschutz-Sofortprogramms der Bundesregierung 2022 (Fraunhofer ISI et al. 2022) • Bewertung eines Instrumenten-Paketes zur KSG-Zielerreichung im Verkehr in 2030 – Klimaschutz-Sofortprogramm 2022 der Bundesregierung (KSPP) (M-Five 2023) • Zusätzliche Informationen aus Schriftverkehr und Gesprächen mit den Gutachter*innen
Nicht in die Prüfung einbezogene Informationen	-
Instrumententyp	Fiskalisch
Neue/weiterentwickelte Maßnahme	Weiterentwicklung und Fortsetzung bestehender Maßnahmen mit Wirkbeginn im Jahr 2021
Angenommene Fördervolumina	1,97 Mrd. Euro

Angabe der geschätzten THG-Minderung in Mt CO ₂ -Äq. (Netto-2) in den Maßnahmenvorschlägen nach § 8 Abs. 1 KSG (jährlich addiert; kumuliert 2023–2030; die neue jährliche THG-Minderung ist in Runden Klammern angegeben) ²⁴	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2022–2030
	0,3 ²⁵ (0,1)	0,4 (0,1)	0,5 (0,1)	0,6 (0,1)	0,7 (0,1)	0,8 (0,1)	0,9 (0,1)	1,1 (0,1)	1,2 (0,1)	6,3

Eigene Darstellung basierend auf (BReg 2023).

64 Tabelle 22 stellt die gemeinsame Prüfung für Prüfschritt 2 (Prüfung des Vorgehens der zuständigen Ministerien bei der Ermittlung der THG-Minderungswirkung) und Prüfschritt 3 (Prüfung der verwendeten Parameter im Hinblick auf die Realisierungswahrscheinlichkeit der ausgewiesenen THG-Minderungswirkung) für die Maßnahme „Stärkung des Schienengüterverkehrs“ dar.

Tabelle 22: Prüfung des Vorgehens und der Realisierungswahrscheinlichkeit der THG-Minderung der Maßnahmen „Stärkung des Schienengüterverkehrs“ im BMDV-Gutachten (M-Five et al. 2023a)

Prüfkriterium	Kommentierung	
	Konkretisierungsgrad der Maßnahme	
Ausgestaltung	Die Inhalte und Instrumententypen werden genannt, jedoch wird die explizite Ausgestaltung nicht ausdifferenziert beschrieben. Die vollständige Ausgestaltung der Instrumente findet sich in NPM (2021). Konkret werden diese Elemente durch die folgenden Instrumente umgesetzt: • Digitale Automatisierte Kupplung (DAK) • Kombinierte Verkehr (KV): Mautbefreiung Lkw im Vor- und Nachlauf • Förderung Anlagenkosten im Einzelwagenverkehr • Förderung Gleisanschlüsse – Erschließung der Fläche für den Schienengüterverkehr (SGV) • Weiterer Ausbau der Elektrifizierung. Instrumente des Maßnahmenbündels, die bereits implementiert und somit Bestandteil des Referenzszenarios sind: • Trassenpreisförderung SGV • Ausbau 740m-Überholgleise	Weitgehend konkretisiert

²⁴ Mögliche Abweichungen ergeben sich durch Rundungsdifferenzen.

²⁵ Die jährlich addierte Minderungswirkung im Jahr 2022 enthält die Maßnahmenwirkung aus dem Jahr 2021 i.H.v. 0,20 Mt CO₂-Äq.

Prüfkriterium		Kommentierung	
		- Engpassauflösung im Güterverkehr durch ETCS - Reduzierung Stromsteuer und Wegfall EEG-Umlage.	
Finanzierungsrahmen		Zusätzlicher Finanzbedarf wird bis einschließlich 2028 p.a. angegeben.	
THG-Minderungseffekt			
Berechnungs- methode	Darstellung	Die Berechnung wurde mit dem aktualisierten integrierten Wirkmodell der Nationalen Plattform Zukunft der Mobilität (NPM) durchgeführt. Eine detaillierte Modellbeschreibung oder detaillierte Ausgangsdaten liegen nicht vor und sind nicht Gegenstand der Prüfung. Die Ausgestaltung der Instrumente wird im „Instrumentensteckbrief“ von NPM (2021) beschrieben. Selbiges wurde ebenfalls für die Parametrisierung im Rahmen des Projektionsberichts 2021 verwendet (Öko-Institut et al. 2021). Das Modell wurde dabei für die Quantifizierung von M-Five angepasst, um den Anstieg der Nachfrage auf Basis der neu verfügbaren gleitenden Mittelfristprognose (05/22) zu berücksichtigen (BMDV 2023b). Dabei wurden die Minderungswerte für die Jahre 2025 und 2030 durch das Modell berechnet und die Zwischenwerte interpoliert. Weitere wesentlichen Anpassungen für das REF-2020 sind dokumentiert. Eine Prüfung auf rechnerische Korrektheit des Modells ist weder der Anspruch noch im Rahmen dieses Gutachten möglich. Entsprechend kann keine Bewertung vorgenommen werden.	Keine Bewertung möglich
	Angemessenheit	Auf Basis der vorliegenden Unterlagen und der Plausibilisierung durch Fraunhofer ISI et al. (2022), kann kein Anhaltspunkt gefunden werden, dass die Berechnungsmethode nicht angemessen ist.	Angemessen
	Korrektheit der Rechnung	Da die Berechnung nicht vorliegt, kann die Korrektheit nicht bewertet werden.	Keine Bewertung möglich
Zusätzlichkeit	Darstellung	Die Referenzentwicklung der THG-Minderungspfade ohne die Maßnahme (bzw. Weiterentwicklung der Maßnahme) liegt in angemessener Form vor. Es wird zwischen dem Status quo und neuen Instrumenten differenziert, die bei dem Referenz- bzw. Maßnahmenzenario Berücksichtigung finden. Für die zugrunde gelegten Annahmen der Baseline wird auf den Abschlussbericht der NPM verwiesen. Das Modell der Referenzentwicklung ist in Schade et al. (2022) beschrieben.	Definiert und weitgehend bekannt
	Angemessenheit	Durch die Differenzierung des Status quo und der neuen Instrumente wird für das Maßnahmenbündel eine Zusätzlichkeit gegenüber der Baseline festgestellt.	Gegeben
Nachvollziehbarkeit der Annahmen	Darstellung	Das verwendete Modell zur Wirkungsberechnung für die Schiene gemäß NPM wurde für das REF-2020 auf Seiten des Verkehrsmengengerüsts angepasst und alle Anpassungen sind dargestellt. Weiter sind die Annahmen zur Quantifizierung im „Instrumentensteckbrief“ von NPM (2021) enthalten.	Weitgehend dargestellt

Prüfkriterium		Kommentierung	
	Angemessenheit	Die Anpassungen des Verkehrsmengengerüsts erfolgten auf Basis der gleitenden Mittelfristprognose Frühjahr 2022 (BMDV 2023b). Diese umfassen veränderte Prognosen bis zum Jahr 2025, die einen leichten Rückgang im Ganzzugverkehr, Konstanz im Einzelwagenverkehr und Wachstum im Kombinierten Verkehr implizieren. Die maßnahmenspezifischen Annahmen im „Instrumentensteckbrief“ von NPM (2021) sind als sinnvoll und nachvollziehbar zu erachten.	Weitgehend nachvollziehbar
Effektbereinigung Maßnahmenbündel	Darstellung	Die angestrebte THG-Minderung wird als Netto 2-Einsparung ausgewiesen. Eine detaillierte und transparente Darstellung der bereinigten Effekte erfolgt nicht.	Teilweise dargestellt
	Angemessenheit	Da keine Informationen über die Effektbereinigung vorliegen, kann keine Aussage über die Angemessenheit getroffen werden.	Keine Bewertung möglich
Vorgehen bei der Abschätzung		Auf Basis der übermittelten Unterlagen und Korrespondenz mit den Gutachter*innen ist davon auszugehen, dass die Modellierung angemessen zur Quantifizierung des Maßnahmenbündels ist. Fraunhofer ISI et al. (2022) bestätigt dieses Ergebnis.	Angemessen
Realisierungswahrscheinlichkeit der abgeschätzten Maßnahmenwirkung		Auf Basis der übermittelten Unterlagen und Korrespondenz mit den Gutachter*innen, ist davon auszugehen, dass die abgeschätzte THG-Minderungswirkung erwartbar ist.	Weitgehend erwartbar

Eigene Darstellung.

- 65 Die Weiterentwicklung und Fortsetzung der Maßnahmen im Bündel "Stärkung des Schienengüterverkehrs" stellt durch die angepasste und aktualisierte Modellierung im Rahmen von NPM (2021) eine nachvollziehbare und realistische ex-ante Abschätzung der zusätzlichen THG-Minderungswirkung der Maßnahmen dar. Im Rahmen der Prüfung konnte keine detaillierte Prüfung des zugrundeliegenden Modells vorgenommen werden, die den Rahmen dieses Gutachtens jedoch überschreiten würde. Der Expertenrat für Klimafragen kommt zu keiner anderen Einschätzung als Fraunhofer ISI et al. (2022).

Sondermaßnahme: Vermeidung beruflicher Wege durch Digitalisierung

- 66 Die Maßnahme „Vermeidung beruflicher Wege durch Digitalisierung“ wird vom Expertenrat als Sondermaßnahme klassifiziert. Aus der dem ERK vorliegenden Maßnahmenbeschreibung wird nicht deutlich, welche Aspekte eine, über die seit der Covid-19-Pandemie ohnehin erfolgte, verstärkte Ermöglichung und Inanspruchnahme von mobilem Arbeiten hinaus anreizen bzw. einleiten sollen. Es ist weder eine gesetzliche Regelung noch eine Absicht zu einer entsprechenden gesetzlichen Ausgestaltung dargelegt, die eine Veränderung in den Aktivitäten erwarten lassen würde. Die erwähnte Gigabitstrategie bzw. die Schaffung (weiterer) infrastruktureller Voraussetzungen werden als sinnvolle flankierende Maßnahmen, jedoch nicht als primär ausschlaggebend für die angenommene zukünftige Entwicklung von mobilem Arbeiten und Dienstreisewegen erachtet. Es wird kein politisches Instrumentarium vorgeschlagen, um die Wirkung der bereits autonom erfolgenden Entwicklung der Nutzung von Homeoffice zu verstärken bzw. langfristig sicherzustellen. Im Projektionsbericht 2023 ist der Trend zu einer Ausweitung von Homeoffice daher nach Aussage der Gutachter*innen in den

Rahmenbedingungen der Szenarien zur Berechnung der Verkehrsnachfrage und nicht als dezidierte Klimaschutzmaßnahme berücksichtigt worden. Der Expertenrat teilt die Ansicht der Gutachter*innen, dass eine Anpassung des Referenzpfades aufgrund der veränderten Rahmenbedingungen gegenüber der Ausweisung als politische Maßnahme zu bevorzugen ist. Gleichzeitig bewertet der Expertenrat die Einbeziehung dieser veränderten Rahmenbedingungen in den Maßnahmen nach § 8 Abs.1 KSG als sinnvoll, da eine THG-Minderungswirkung erfolgt, die im Referenzszenario zum Zeitpunkt der Erstellung noch nicht abgebildet werden konnte. Daher wird im Folgenden eine Prüfung der zugrunde gelegten Annahmen und der Realisierungswahrscheinlichkeit der THG-Minderungen vorgenommen. Hierbei wird jedoch (erneut) betont, dass die ausgewiesene THG-Minderungswirkung zum überwiegenden Teil einer autonomen Entwicklung und nicht der aufgeführten Maßnahmenbeschreibung zugeschrieben wird.

- 67 Für die Maßnahme „Vermeidung beruflicher Wege durch Digitalisierung“ erfolgte eine Einigung im ressortübergreifenden Abstimmungsprozess. Die Prüfung des ausgewiesenen THG-Minderungseffekts erfolgt daher auf Basis des BMDV-Gutachtens (M-Five et al. 2023a), in welchem diese Einsparung abgeschätzt wurde.

Tabelle 23: Maßnahmenübersicht „Vermeidung beruflicher Wege durch Digitalisierung“

Übersicht Maßnahme „Vermeidung beruflicher Wege durch Digitalisierung“	
Kurzbeschreibung	Der im Maßnahmenpaket Verkehr dargelegte Vorschlag für eine Vermeidung beruflicher Wege durch Digitalisierung (Erhaltung und Ausdehnung von mobilem Arbeiten und Homeoffice) enthält folgende Elemente: • Unterstützung der flächendeckenden Versorgung mit Glasfaser und dem neuesten Mobilfunkstandard durch die Gigabitstrategie der Bundesregierung • Prüfung, inwieweit die Attraktivität der Nutzung des Homeoffice durch die Anpassung rechtlicher Rahmenbedingungen auch langfristig für Wirtschaft und Beschäftigte erhöht werden kann
In die Prüfung einbezogene Informationen	Für die Prüfung der Annahmen lagen folgende Unterlagen vor, die dem Expertenrat zwischen dem 21.06. und dem 04.08.2023 von BMWK und BMDV übermittelt wurden: • Abstimmungstabelle BMWK-BMDV (BMWK und BMDV 2022) • Maßnahmenpaket Verkehr (enthalten in Entwurf eines Klimaschutzprogramms 2023 der Bundesregierung; (BReg 2023)) • Dokumentation zur Instrumentenbewertung in 2022 (Entwurf, mit Aktualisierungen in 06/2023). Arbeitspapier im Auftrag des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr (M-Five et al. 2023a) • Bewertungstemplate: Maßnahmenvorschlag für das Klimaschutz-Sofortprogramm 2022 der Bundesregierung (Bundesregierung 2022) • Projektionsbericht 2023 für Deutschland (Öko-Institut et al. 2023a) • Zusätzliche Informationen aus Schriftverkehr und Gesprächen mit den Gutachter*innen
Nicht in die Prüfung einbezogene Informationen	• Einzelmaßnahmenbewertung des Klimaschutz-Sofortprogramms 2022 der Bundesregierung (Fraunhofer ISI et al. 2022)
Instrumententyp	Unklar
Neue/weiterentwickelte Maßnahme	Im Rahmen des Klimaschutzprogramms 2023 ist nicht ausgewiesen, welche konkreten Bestandteile die Maßnahme enthält. Hinsichtlich des Verweises auf die Unterstützung der Gigabitstrategie der Bundesregierung zur Schaffung der infrastrukturellen Voraussetzungen (BReg 2023) ist nicht ausgeführt, mit welchem THG-Effekt die Gigabitstrategie in Bezug auf die Vermeidung beruflicher Wege einhergeht. Als neu ist aufgeführt, dass eine Prüfung der Anpassung rechtlicher Rahmenbedingungen

	zur Steigerung der Attraktivität von Homeoffice und mobilem Arbeiten erfolgen soll (BReg 2023). Insgesamt wird daher angezweifelt, inwiefern die vorliegende Beschreibung als neue Maßnahme zur Verminderung der THG-Emissionen gewertet werden kann.									
Angenommene Fördervolumina	-									
Angabe der geschätzten THG-Minderung in Mt CO ₂ -Äq. (Netto-2) in den Maßnahmenvorschlägen nach § 8 Abs. 1 KSG (jährlich addiert; kumuliert 2022–2030)	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2022–2030
	3,2	3,3	3,3	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	28,8

Eigene Darstellung basierend auf BReg (2023).

68 Tabelle 23 stellt die gemeinsame Prüfung für Prüfschritt 2 (Prüfung des Vorgehens der zuständigen Ministerien bei der Ermittlung der THG-Minderungswirkung) und Prüfschritt 3 (Prüfung der verwendeten Parameter im Hinblick auf die Realisierungswahrscheinlichkeit der ausgewiesenen THG-Minderungswirkung) für die Maßnahme „Vermeidung beruflicher Wege durch Digitalisierung“ dar.

Tabelle 24: Prüfung des Vorgehens und der Realisierungswahrscheinlichkeit der THG-Minderung der Maßnahme „Vermeidung beruflicher Wege durch Digitalisierung“ im BMDV-Gutachten (M-Five et al. 2023a)

Prüfkriterium		Kommentierung	
Konkretisierungsgrad der Maßnahme			
Ausgestaltung		Es liegen keine weiteren Informationen hinsichtlich der Ausgestaltung der Maßnahme vor.	Nicht konkretisiert
Finanzierungsrahmen			
THG-Minderungseffekt			
Berechnungs- methode	Darstellung	Die Berechnung der THG-Minderung erfolgt mittels des Verkehrsmodells ASTRA-M (M-Five et al. 2023a). Zur Modellierung der Fahrterzeugung werden verschiedene Fahrtzwecke berücksichtigt (pendeln, geschäftlich, touristisch, privat). Durch die Ermöglichung von Homeoffice wird angenommen, dass eine Reduktion der Pendelwege erfolgt. Die zugrunde gelegten Annahmen sind folgende: 25% der Beschäftigten setzen an einem von fünf Arbeitstagen Homeoffice um, was zu einer Reduktion der Pendelwege um 5 % führt ($0,25 \cdot 0,2$). Bezüglich Dienstreisen wurde eine Verringerung der Fahrten um 9,96 % bis 13,3 % (abhängig von den Altersklassen der Beschäftigten) angenommen. Die THG-	Teilweise dargestellt

Prüfkriterium		Kommentierung	
		Minderung wurde mittels der veränderten Verkehrserzeugungsraten durch eine Verringerung der Pendelwege und Dienstreisen in ASTRA-M simuliert.	
	Angemessenheit	Die Berechnungsmethode erscheint angemessen.	Angemessen
	Korrektheit der Rechnung	-	Keine Bewertung möglich
Zusätzlichkeit	Darstellung	Im Begleitgutachten M-Five et al. (2023a) wird erläutert, dass keine Anpassung des Referenzpfades in REF-2020 erfolgte, um die Vergleichbarkeit zum MMS des Projektionsberichts 2021, in dem die Verstetigung von Homeoffice nicht berücksichtigt ist, beizubehalten. Die veränderte Fahrleistung und die damit verbundene THG-Minderung ist daher als Maßnahme und nicht als Änderung der Referenz ausgewiesen. Somit ist eine Zusätzlichkeit gegenüber der Referenzentwicklung gegeben.	Definiert und weitgehend bekannt
	Angemessenheit	Es erscheint fraglich, inwiefern durch die Maßnahme eine Zusätzlichkeit der THG-Minderungswirkung durch das Klimaschutzprogramm 2023 erfolgt. Sowohl die Gigabitstrategie der Bundesregierung als auch die Prüfung arbeitsrechtlicher Voraussetzungen werden zwar als notwendige, jedoch als nicht hinreichende sowie eher flankierende und indirekt wirkende Maßnahmen eingeschätzt. Es erscheint zudem fraglich, ob eine Verringerung der Pendelwege und Dienstreisen nicht auch ohne die beschriebenen Inhalte der Maßnahme erfolgen würde. Der Expertenrat stellt daher fest, dass die ausgewiesene THG-Minderung durch die Verstetigung von Homeoffice und einer Verringerung von Dienstreisen zwar zusätzlich zum Referenzpfad erfolgt, dies aber vielmehr dem Zeitpunkt der Erstellung des Referenzpfades als einer Maßnahmenwirkung zuzuschreiben ist.	Nicht gegeben
Nachvollziehbarkeit der Annahmen	Darstellung	Die der Simulation zugrundeliegenden Annahmen werden größtenteils dargestellt.	Weitgehend dargestellt
	Angemessenheit	Die ausgewiesene THG-Minderung wird von M-Five als konservative Schätzung eingeordnet. Hierbei ist anzumerken, dass im Vorgängergutachten, das der Expertenrat zur Abschätzung der Minderungswirkung des Sofortprogramms 2022 für den Verkehrssektor erhalten hatte und welches zudem veröffentlicht ist (M-Five et al. 2022b), nur 0,5 Mt CO ₂ -Äq. pro Jahr, also rund ein Sechstel der für das Klimaschutzprogramm 2023 veranschlagten Minderungswirkung, (als konservative Schätzung) ausgewiesen wurde. Dennoch erscheinen die Annahmen, dass 25 % der Beschäftigten an durchschnittlich einem Tag pro Woche aus dem Homeoffice arbeiten, unter Berücksichtigung weiterer Literatur (Öko-Institut 2022; Destatis 2023; Aksoy et al. 2022) sowie der Einschätzung der Gutachter*innen des Klimaschutz-	Vollständig nachvollziehbar

Prüfkriterium		Kommentierung	
		Sofortprogramm 2022 (Fraunhofer ISI et al. 2022) als angemessen. Konservativere Abschätzungen weisen ein Potenzial von rund 1 Mt CO ₂ -Äq. Minderung pro Jahr aus (Stowasser et al. 2019; Öko-Institut 2022). Bei Eintreten eines solchen Szenarios, in dem ein insgesamt geringerer Anteil an Homeoffice-Tagen erfolgt, ist die für das Klimaschutzprogramm 2023 ausgewiesene THG-Minderungswirkung daher als zu hoch einzuordnen. Zudem ist anzumerken, dass mögliche langfristige Anpassungsreaktionen in den Studien meist nicht berücksichtigt wurden. Auch eine Verringerung der Dienstreisen um 9,96 % bis 13,3 % im Vergleich zum Referenzszenario wird als angemessen beurteilt. Internationale Befragungen von Unternehmen und Arbeitnehmer*innen liefern unterschiedliche Erkenntnisse hinsichtlich der Größenordnung der antizipierten bzw. geplanten Reduzierung von Dienstreisen, jedoch zeichnet sich ein perspektivischer Rückgang im Vergleich zum Jahr 2019 ab (Morgan Stanley 2022; Reisemanagement 2023; Roeschke 2023).	
Effektbereinigung Einzelmaßnahme	Darstellung	Nach Auskunft der Gutachter*innen wird die berechnete THG-Minderung als Netto 2-Einsparung ausgewiesen. Da es sich hier um eine integrierte Modellierung handelt, wird die Effektbereinigung direkt im Systemmodell vorgenommen (siehe Schlomann et al. 2022). Es werden hierbei Mitnahmeeffekte, Wechselwirkungen zwischen Instrumenten, Rebound- und Spillover-Effekte, sowie die sich verändernde Vergleichsbasis durch die Referenzentwicklung berücksichtigt. Eine zusätzliche Effektbereinigung ist somit nicht nötig. Dennoch werden bspw. langfristige Anpassungsreaktionen hinsichtlich Wohnortwahl und einer möglichen damit verbundenen Erhöhung der Pendelwege (Marz 2022) nicht berücksichtigt. Inwieweit die Möglichkeit zu verstärktem Homeoffice kausal eine Veränderung des Wohnorts (mit)bedingt, ist bei der vorliegenden empirischen Datenlage jedoch schwierig abschätzbar.	Nicht relevant
	Angemessenheit	Das Vorgehen zur Effektbereinigung erscheint dem Expertenrat angemessen.	Angemessen
Vorgehen bei der Abschätzung		Die Prüfkriterien zur THG-Minderung sind überwiegend mindestens teilweise angemessen dargestellt. In großen Teilen entspricht das Vorgehen dem Best-Practice-Ansatz der ex-ante Maßnahmenbewertung. Einschränkend ist hierbei, wie bereits erläutert, inwiefern die Vermeidung beruflicher Wege als Maßnahme und nicht als Veränderung der Referenzentwicklung gewertet werden kann.	Mit Einschränkungen angemessen
Realisierungswahrscheinlichkeit der abgeschätzten Maßnahmenwirkung		Die Realisierungswahrscheinlichkeit der THG-Minderung durch die Vermeidung beruflicher Wege wird als weitgehend erwartbar, wenn auch als nicht sicher, eingeordnet. Sowohl die Annahmen als auch die abgeschätzte Einsparung erscheint bei Betrachtung der weiteren Studienlage sowie aus Sicht der	Weitgehend erwartbar

Prüfkriterium	Kommentierung
	Gutachter*innen des Klimaschutz-Sofortprogramms 2022 der Bundesregierung (Fraunhofer ISI et al. 2022) plausibel. Eine Überschätzung der Maßnahmenwirkung ist dennoch möglich, wenn ein konservativeres Szenario (eine geringere Anzahl an Beschäftigten ist an weniger als einem Tag der Woche im Homeoffice) langfristig eintritt. Zudem sind langfristige Anpassungsreaktionen, wie ein Wohnortswechsel, bei dieser Einschätzung nicht berücksichtigt. Inwiefern die THG-Minderungswirkung insgesamt auf die vorgelegte Maßnahme zurückzuführen ist, erscheint fraglich. Vielmehr wird davon ausgegangen, dass eine Verstetigung des Trends zu mehr Homeoffice als vor der Covid-19-Pandemie unabhängig von dieser Maßnahme erfolgt. Welchen Einfluss die Gigabitstrategie auf die Wahrscheinlichkeit hat, dass Arbeitgeber*innen Homeoffice-Möglichkeiten verstärkt anbieten sowie Dienstreisen verringert werden, erscheint unklar.

Eigene Darstellung.

- 69 Die THG-Minderung der Vermeidung beruflicher Wege wurde mittels veränderter Verkehrserzeugungsraten durch eine Verringerung der Pendelwege und Dienstreisen im Verkehrsmodell ASTRA-M simuliert. Durch das Fehlen von weiterführenden Informationen zur Ausgestaltung, Implementierungsstrategie und der Zusätzlichkeit als Klimaschutzmaßnahme gegenüber der bereits weitgehend autonom (ohne politisches Instrumentarium) erfolgenden Entwicklung von Homeoffice und mobilem Arbeiten wird durch den Expertenrat zwar nicht das ausgewiesene Potenzial zur THG-Minderung angezweifelt, jedoch inwiefern dies als Maßnahmenwirkung des Klimaschutzprogramms 2023 gewertet werden kann.

Summarische Einordnung weiterer quantifizierter Maßnahmen

- 70 Eine detaillierte Prüfung aller (quantifizierter) Maßnahmen, die Bestandteil des Klimaschutzprogramms 2023 sind, erfolgte aus Zeitgründen sowie unzureichender Konkretisierung der Maßnahmenausgestaltung im Klimaschutzprogramm 2023 nicht. Nachfolgend werden jedoch Anmerkungen zu der Plausibilität der THG-Minderungswirkung weiterer Maßnahmen angeführt.
- i) Angebotsseitige Effekte Pkw-Markt: Das BMDV weist im Prüfgegenstand (BMWK und BMDV 2022) eine THG-Minderung durch angebotsseitige Effekte am Pkw-Markt aus (2022-2030 kumuliert 12,3 Mt CO₂-Äq.). M-Five et al. (2023a) hinterlegen diese Schätzung mit der Argumentation, dass der Markthochlauf von E-Pkw bis zum Jahr 2030 (u.a. als Resultat verschärfter Flottenzielwerte) maßgeblich von Seiten der Hersteller getrieben sein wird. Als Einflussfaktoren dafür werden die Umrüstung bzw. der Aufbau von Werken zur Produktion von E-Pkw, die Abdeckung aller Fahrzeugklassen in den Portfolios, Skaleneffekte sowie externe Effekte (Entwicklung der Energiepreise) und flankierende Maßnahmen (z. B. Aufbau der Ladeinfrastruktur) genannt. Es erscheint hierbei fraglich, inwiefern diese Aspekte eher einen Teil der Referenzentwicklung als eine ausgewiesene Maßnahmenwirkung darstellen. Zudem ist die ausgewiesene THG-Minderungswirkung stark von den (derzeitigen) Plänen und zukünftigen Anstrengungen der Autohersteller abhängig. Die Bekanntmachungen der Hersteller lassen zum jetzigen Zeitpunkt allerdings noch keinen endgültigen Schluss zu, in welchem Ausmaß bis zum Jahr 2030 eine Umstellung der Neuwagenflotte auf E-Pkw erfolgen wird (ADAC 2023). Die Gutachter*innen M-Five et al. (2023a) führen darüber hinaus an, dass die Wirkung angebotsseitiger Effekte durch die Diskussion zum Einsatz strombasierter Kraftstoffe potenziell eingeschränkt wird. Zum Zeitpunkt der Erstellung des BMDV-Gutachtens (M-Five et al. 2023a) war das Maßnahmenpaket zum Hochlauf von E-Fuels noch nicht Bestandteil des Klimaschutzprogramms 2023. Diese Entwicklung beeinflusst daher möglicherweise ebenfalls das genannte Potenzial zur THG-Minderung durch angebotsseitige Effekte. Insgesamt ist anzumerken, dass der alleinige Absatz an E-Pkw noch keinen Schluss darüber zulässt, wie groß die THG-Minderung ausfällt. In der Vergangenheit war bspw. zu beobachten, dass der Motorisierungsgrad zugenommen hat (UBA 2023b). Die im Verkehrssektor realisierte THG-Minderung ist jedoch primär davon abhängig, wie viele Fahrzeugkilometer weiterhin durch Verbrenner (Benzin- und Diesel-Pkw) zurückgelegt werden.
 - ii) Abschaffung EEG-Umlage: Die Abschaffung der EEG-Umlage ist im Rahmen des Klimaschutzprogramms 2023 als sektorenübergreifende Maßnahme zu verstehen. Dennoch ist die Maßnahme in der Abstimmungstabelle BMWK-BMDV (BMWK und BMDV 2022) mit quantifizierter Maßnahmenwirkung für den Verkehrssektor enthalten und somit Teil des Prüfgegenstandes. Der Entfall der EEG-Umlage wirkt durch einen günstigeren Strompreis laut M-Five et al. (2023a) auf die Attraktivität verschiedener Verkehrsträger (E-Pkw, E-Lkw, Schienenverkehr und elektrifizierter ÖPNV) und erzielt nach Aussage des Gutachtens im Zeitraum 2022-2030 eine kumulierte Minderungswirkung von 12,2 Mt CO₂-Äq. (M-Five et al. 2023a). Jedoch erscheint fraglich, in welcher Größenordnung eine Zusätzlichkeit der THG-Minderungswirkung durch das Klimaschutzprogramm 2023 erfolgt. Im BMWK-Gutachten (Fraunhofer ISI et al. 2022) wird die Abschaffung der EEG-Umlage zusammen mit dem Umweltbonus und Flottenzielwerten als Bündelwirkung ausgewiesen, weshalb der Abschaffung der EEG-Umlage keine eigene Klimaschutzwirkung zugeschrieben wird. Zudem sind nach Aussage der Gutachter*innen von Fraunhofer ISI et al. (2022) im Bereich Lkw keine zusätzlichen Minderungswirkungen zu den bereits quantifizierten Maßnahmen zu erwarten. Dies sei darauf zurückzuführen, dass hohe Neuzulassungsanteile für Elektro-SNF bereits durch die Maßnahmen zur Lkw-Maut und Erweiterung der Lkw-Förderung erreicht werden, deren Realisierung aufgrund von

Produktionskapazitäten sowie (deutlich niedrigeren) herstellereigenen Zielen von den Gutachter*innen angezweifelt wird. Der Abschaffung der EEG-Umlage wird daher keine weitere THG-Minderungswirkung zugewiesen. Darüber hinaus wird von Seiten der BMDV-Gutachter*innen (M-Five et al. 2023a) darauf hingewiesen, dass die Preisanstiege für Strom (und Erdgas) im Jahr 2022 deutlich stärker ausfielen als die Reduzierung des Strompreises durch die Abschaffung der EEG-Umlage.

- iii) **Ausbauoffensive Rad- und Fußverkehr:** Die Wirkung der Maßnahmen im Bereich Förderung des Rad- und Fußverkehrs ist von der tatsächlichen Mittelbereitstellung abhängig. Insgesamt scheint die Finanzierung ungesichert bzw. liegt hinter dem im BMDV-Gutachten (M-Five et al. 2023a) veranschlagten Finanzbedarf zurück. Darin wird zur Quantifizierung der THG-Minderung angenommen, dass eine „Bereitstellung von rund 3,5 Mrd. Euro für die Rad- und Fußverkehrsinfrastrukturförderung bis 2030“ erfolgt. Zudem wird angenommen, dass für die Maßnahme „Erweiterung der Radwegeförderung“ zusätzliche 2,7 Mrd. Euro zur Verfügung stehen (M-Five et al. 2023a). Darüber hinaus wurden im Gutachten für die Maßnahme „Förderung sicheres Fahrradparken“ bis zum Jahr 2026 bis zu 110 Mio. Euro berücksichtigt (M-Five et al. 2023a). In der Realität sind für das Jahr 2023 jedoch lediglich rund 561 Mio. Euro vorgesehen (BMDV 2023a). Unter Annahme einer linearen Verteilung der benötigten Finanzmittel im Zeitraum 2023-2030 stellt dies eine deutlich geringere Finanzierung dar als nach M-Five et al. (2023a) zur Realisierung der ausgewiesenen Minderungswirkung notwendig wäre. Im Haushaltsentwurf für das Jahr 2024 sind lediglich 263 Mio. Euro anberaumt (BMF 2023b).
- iv) **Kommunale Handlungsspielräume:** Die Erweiterung kommunaler Handlungsspielräume wird mit einer kumulierten Minderungswirkung von 2,8 Mt CO₂-Äq. im Zeitraum 2022-2030 quantifiziert (M-Five et al. 2023a). Dies ist insbesondere auf die Möglichkeit zur Einführung von Tempo-30 Zonen durch kommunale Verwaltungsentscheidungen zurückzuführen. Durch die Umsetzung der Tempo-30 Zonen wird die Geschwindigkeit abgesenkt und die Fahrzeit im Pkw-Verkehr erhöht. Zudem erfolgt eine Kostensteigerung in Höhe von 10-15 % bis zum Jahr 2025 von städtischen Pkw-Fahrten durch zusätzliche Parkraumbewirtschaftung (M-Five et al. 2023a). Beide Effekte wirken laut Gutachten reduzierend auf Pkw-Fahrten. Jedoch erscheint bei Betrachtung der Maßnahmenbeschreibung die konkrete Ausgestaltung der Maßnahme noch unklar. Laut Fraunhofer ISI et al. (2022) wurden zudem hohe (deutschlandweite) durchschnittliche Änderungen der Fahrzeiten angegeben (2025: +5,0 % für Strecken <2km und 2-10km), was laut BMWK-Gutachter*innen eine großflächige Implementierung der 30-er Zonen und Parkraumbewirtschaftung voraussetzt. Zudem ist die Maßnahmenwirkung nach Fraunhofer ISI et al. (2022) im Bündel mit anderen Maßnahmen zur Verlagerung von Pkw zu bewerten. Dies kann aufgrund unkonkreter Ausgestaltung und Offenheit, inwieweit dies von den Kommunen umgesetzt wird, nicht bewertet werden. Die BMWK-Gutachter*innen (Fraunhofer ISI et al. 2022) schlussfolgern daher eine Bandbreite von 0 Mt CO₂-Äq. (geringe Umsetzungsintensität, wenige Kommunen machen von neuen Handlungsspielräumen Gebrauch) bis 0,47 Mt CO₂-Äq. (Potenzial lt. Maßnahmenbeschreibung) im Jahr 2030.

Betrachtung weiterer Maßnahmen ohne Quantifizierung

71 Im Folgenden werden weitere Aspekte ausgewählter, nicht quantifizierter Maßnahmen des Klimaschutzprogramms 2023 diskutiert.

- i) Besteuerung nach Klimawirkung: Die Besteuerung von Kraftstoffen soll laut Klimaschutzprogramm 2023 (BReg 2023) perspektivisch stärker die Umwelt- und Klimawirkung berücksichtigen. Die Bundesregierung weist darauf hin, dass sie den Vorschlag der Europäischen Kommission zur Überarbeitung der Energiesteuerrichtlinie unterstützt, für erneuerbare und fortschrittliche Biokraftstoffe sowie E-Fuels geringere Mindeststeuersätze anzusetzen. Hier ist darauf hinzuweisen, dass sowohl die Verwendung von Biokraftstoffen als auch von E-Fuels perspektivisch starken Nutzungskonkurrenzen unterliegt. Inwieweit eine Ausweitung der Nutzung bzw. Einführung auch im Pkw-Bereich durch eine Verringerung der Kraftstoffbesteuerung angereizt werden sollte, wird vom Expertenrat mit Verweis auf wissenschaftliche Literatur (siehe u.a. NPM (2020) sowie Ueckerdt und Odenweller (2023)) kritisch hinterfragt. Primäre Anwendungsfälle liegen im Verkehrssektor auf absehbare Zeit lediglich im Luftverkehr und der Schifffahrt. Dabei ist bisher unklar, in welchem Ausmaß E-Fuels (u.a. aufgrund der deutlich schlechteren Effizienz in der Nutzung im Vergleich zu Direktelektrifizierung) bis zum Jahr 2030 überhaupt zur Verfügung stehen (Wietschel et al. 2023). Die Bundesregierung weist in ihrem Klimaschutzprogramm 2023 selbst darauf hin, dass das Potenzial zur Herstellung von E-Fuels insbesondere in Afrika und Südamerika liegt. Inwiefern dort eine Produktion in industriellem Maßstab für den Export unter Berücksichtigung lokaler Nutzungskonflikte sowie Ausschluss negativer Spillover-Effekte für lokale Bevölkerungsgruppen (BReg 2023) tatsächlich erfolgen kann, erscheint unsicher. Zudem soll eine Besteuerung nach Klimawirkung auch bei Dienstwagen im Rahmen der Einkommenssteuer sowie bei der Kraftfahrzeugsteuer Berücksichtigung finden. Hierbei ist darauf hinzuweisen, dass dies bei der Bemessungsgrundlage für die private Nutzung eines Dienstwagens bereits der Fall ist. Neben vollelektrischen Fahrzeugen erfahren allerdings auch Plug-in Hybride eine Steuererleichterung (Versteuerung von 0,5 % des Listenpreises anstatt 1 % in der Einkommenssteuer; siehe BMDV (2022)). Dadurch wird einerseits eine Elektrifizierung des Fahrzeugbestands und auch die Verfügbarkeit von reinen E-Pkw auf dem Gebrauchtwagenmarkt verzögert. Andererseits ist diese Ausgestaltung als inkonsistent zum Umweltbonus (Kaufprämie) zu werten, der seit dem 1.1.2023 nicht mehr für Plug-in-Hybride gilt sowie bereits bei einem Netto-Listenpreis von E-Pkw über 40 000 Euro geringer ausfällt. E-Dienstwägen hingegen müssen nur mit 0,25 % des Listenpreises versteuert werden, insofern sie günstiger als 60 000 Euro sind (BReg 2022). Im Bereich der Dienstwägen werden somit sowohl hochpreisigere als auch im Verbrauch klimaschädlichere (Plug-in Hybride) Fahrzeuge gefördert als bei Privat-Pkw.
- ii) Verstärkte Nutzung des Potenzials synthetischer Kraftstoffe: Laut Klimaschutzprogramm 2023 spielen klimafreundliche Kraftstoffe, insbesondere strombasierte E-Fuels, eine wichtige Rolle bei der Erreichung von Klimaneutralität im Verkehr (BReg 2023). Um deren Markthochlauf zu beschleunigen, sollen nicht nur rechtliche und administrative Hürden für deren Nutzung, die im Rahmen eines E-Fuels-Dialogs identifiziert werden, abgebaut werden. Künftig sollen E-Fuels auch im Pkw-Bereich eingesetzt werden, indem diese an Tankstellen verkauft werden. Unterstützt werden soll dies durch den Aufbau entsprechender Produktionsinfrastrukturen im Rahmen von E-Fuel-Partnerschaften sowie durch Förderung entsprechender Forschungsprojekte. Ferner sollen ab dem Jahr 2035 Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor nur noch zugelassen werden, wenn diese mit E-Fuels betrieben werden. Wie bereits unter Punkt i). erwähnt, dürfte die Verfügbarkeit von E-Fuels bis weit in die 30er Jahre hinein stark begrenzt sein. Dies liegt unter anderem an der eingeschränkten

Verfügbarkeit von nachhaltigen Kohlenstoffquellen wie beispielsweise Abfall- und Reststoffe oder altem Speiseöl und tierischen Fetten. Das Gesamtpotenzial an verfügbarer nachhaltiger Biomasse liegt in Deutschland bei ca. 10 % bis 14 % des Gesamtprimärenergiebedarfs (dena 2021). Da Biomasse bereits heute im Strom- und Wärmesektor sowie zur Herstellung von Drop-in-Kraftstoffen im Pkw-Bereich verwendet wird, bleibt fraglich, ob der benötigte zusätzliche Bedarf durch die Produktion von E-Fuels gedeckt werden kann. Auch die Verfügbarkeit von grünem Wasserstoff bleibt begrenzt. Bis zum Jahr 2030 wird dessen Anteil am Endenergieverbrauch in der EU bei unter 1 % liegen (Odenweller et al. 2022). Auch hier liegt wieder eine Nutzungskonkurrenz zu anderen Sektoren, insbesondere der Industrie, vor (Matthes et al. 2021).

- iii) Der Haushaltsentwurf für das Jahr 2024 besagt, dass der Schwerpunkt der Investitionen bei der Schiene liege. Bei Betrachtung der übergreifend bereitgestellten Finanzmittel für das Jahr 2024 fällt auf, dass die bereitgestellten Finanzmittel für die Schiene niedriger als für den Bereich Straße entfallen sollen (BMF 2023b). Die kürzlich vorgelegten Zahlen des Klima- und Transformationsfonds finden hierbei keine explizite Berücksichtigung. Diese können eine Verlagerung der Finanzmittel hin zur Schiene bewirken.

- 72 Den sonstigen Maßnahmen jenseits der fünf vertiefend geprüften wird im Prüfgegenstand eine Minderungswirkung von 7,8 Mt CO₂-Äq. laut BMWK und 37,3 Mt CO₂-Äq. laut BMDV zugewiesen. Entsprechend bewirken die größten fünf Maßnahmenvorschläge, die durch den Expertenrat für Klimafragen geprüft wurden, 90% (BMWK) bzw. 72% (BMDV) der Gesamtwirkung der Maßnahmenvorschläge. Aus den genannten Gründen bewertet der Expertenrat diese Angabe als Überschätzung, insbesondere wenn die Konkretisierung und Umsetzung dieser Maßnahmen nicht rasch und zielgerichtet erfolgt.

3.5 Fazit Verkehr

- 73 Im Gesamtbild reichen die Maßnahmen des Klimaschutzprogramms 2023 nicht aus, um den Verkehrssektor auf den KSG-Zielpfad zu führen. Diese Einschätzung wurde bereits von der Bundesregierung im Rahmen des Klimaschutzprogramms 2023 angeführt und wird vom Expertenrat geteilt. Es besteht eine substantielle Lücke zwischen der nach Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG 2021) erforderlichen Emissionsminderung und der in den beiden Gutachten von BMWK und BMDV realisierbaren Minderungswirkung durch das Klimaschutzprogramm 2023. Die ausgewiesene THG-Minderungswirkung divergiert dabei in den Einschätzungen der verantwortlichen Ressorts (BMWK und BMDV). Die kumulierte Erfüllungslücke bis zum Jahr 2030 liegt zwischen 191 Mt CO₂-Äq. (Abschätzung BMWK) und 117 Mt CO₂-Äq. (Abschätzung BMDV). Das BMWK identifiziert entsprechend eine kumulierte THG-Minderungswirkung der Maßnahmen des Klimaschutzprogramms 2023 von 72 Mt CO₂-Äq. über den betrachteten Zeitraum bis 2030. Etwa 90 % davon sind auf die fünf Maßnahmen mit der größten Minderungswirkung zurückzuführen. Das BMDV identifiziert eine kumulierte THG-Minderungswirkung der Maßnahmen des Klimaschutzprogramms 2023 von 132 Mt CO₂-Äq. Etwa 72 % davon sind auf die fünf Maßnahmen mit der größten Minderungswirkung zurückzuführen.
- 74 Die angegebenen Bandbreiten in der Maßnahmenwirkung geben einen Hinweis auf zu berücksichtigende Unsicherheiten von ex-ante Maßnahmenbewertungen. Auf Einzelmaßnahmenebene begründen sich die unterschiedlichen Bewertungen der Maßnahmenwirkungen zwischen den Ressorts bzw. den beigelegten Gutachten primär wie folgt: Manche Maßnahmen wurden in einem Gutachten im Bündel quantifiziert, während diese in anderen einer Einzelquantifizierung unterzogen wurden. Zudem wurde die Validität der getroffenen Annahmen zur Wirkung mancher Maßnahmen in den Gutachten

unterschiedlich bewertet. Im Falle der Maßnahme „Einführung des Deutschlandtickets“ sind die zugrundeliegenden Referenzen unterschiedlich, wodurch ein Vergleich problematisch ist. Einzelne Maßnahmen wurden darüber hinaus von Seiten (Fraunhofer ISI et al. 2022) eher als flankierende, in der Wirkung eines anderen Instruments bereits beinhaltete bzw. vorausgesetzte, Maßnahmen erachtet.

- 75 Dennoch können die vorgeschlagenen Maßnahmen einen Beitrag zur Minderung der THG-Emissionen im Verkehrssektor leisten. Für die in Bezug auf den kumulierten THG-Minderungsbeitrag (2022-2030) bedeutsamsten Maßnahmen „CO₂-Aufschlag Lkw Maut“ (17,9 - 22,5 Mt CO₂-Äq.), „Einführung Deutschlandticket“ (22,6 Mt CO₂-Äq.), „Forschung zur Anwendung von KI-Methoden/Effizienzsteigerungen durch automatisiertes und vernetztes Fahren“ (7,1 - 14,1 Mt CO₂-Äq.) und „Stärkung Schienengüterverkehr“ (6,6 Mt CO₂-Äq.) kommt der Expertenrat zur Einschätzung, dass die angegebene Maßnahmenwirkung nur teilweise erwartbar ist. Weiterhin führt die Betrachtung der Realisierungswahrscheinlichkeit der Einzelmaßnahmen "kaum erwartbar"/"teilweise erwartbar" zur Gesamteinschätzung, dass die Minderungswirkung eher überschätzt wird. Auch die summarische Einordnung weiterer quantifizierter Maßnahmen unterstreicht diese Einschätzung. Diese Einschätzung wird durch folgende Aspekte untermauert: Der Wirkbeginn der im Prüfgegenstand ausgewiesenen THG-Minderung liegt in Teilen bereits in den Jahren 2022 und 2023, was unter Berücksichtigung der Umsetzungsgeschwindigkeit für manche der Maßnahmen als unrealistisch eingestuft wird. Weiterhin führen an einigen Stellen vom Expertenrat als optimistisch eingeschätzte Annahmen zu möglicherweise überschätzten Minderungswirkungen. Rund zwei Drittel der THG-Emissionen entstehen im Personenverkehr, vor allem im motorisierten Individualverkehr. Wie ersichtlich, zielen jedoch die Maßnahmen mit der größten Minderungswirkung fast ausschließlich auf eine Dekarbonisierung des Güterverkehrs ab, was als kritisch eingestuft wird. Der Expertenrat begrüßt daher die Einführung des Deutschlandtickets als eine Maßnahme, die das Potenzial bietet, eine (notwendige) Verlagerung von Pkw-Fahrten auf den ÖPNV zu ermöglichen. Ein konsequenter Ausbau und die Stärkung der ÖPNV- sowie Schieneninfrastruktur wird daher als relevant erachtet und bedarf einer Sicherstellung der Finanzmittel. Zur Verlagerung kürzerer Wegstrecken vom Pkw- auf Fuß- und Radverkehr werden die Fördermaßnahmen als grundsätzlich sinnvoll eingeschätzt. Die Realisierung ist dabei jedoch wiederum von den bereitgestellten Finanzmitteln sowie dem Zusammenspiel mit weiteren Maßnahmen und der lokalen Umsetzung abhängig. Die THG-Minderung der im vorliegenden Prüfbericht als Sondermaßnahme ausgewiesenen „Vermeidung beruflicher Wege“ wird als realistisch, je nach eintretendem Szenario möglicherweise jedoch auch als optimistisch, eingeschätzt. Da es keine gesetzliche Homeoffice-Pflicht mehr gibt, handelt es sich um keine intendierte Maßnahme. Vielmehr sind die ausgewiesenen emissionssenkenden Effekte als Resultat einer Änderung der Referenzentwicklung zu betrachten. Bei einigen Maßnahmen bestehen auch Unsicherheiten bezüglich wichtiger Voraussetzungen wie beispielsweise dem Hochlauf der Infrastruktur, der Ausweitung der Produktionskapazitäten in der Fahrzeugindustrie, dem Fachkräftemangel oder den Verzögerungen bei der Planung und Genehmigung von Infrastrukturprojekten. Darüber hinaus reduziert auch die teils nicht gesicherte Finanzierung der Maßnahmen die Realisierungswahrscheinlichkeit der angenommenen THG-Minderungswirkung.
- 76 Insgesamt dominieren im Verkehrssektor fiskalische Maßnahmen das Klimaschutzprogramm 2023, welche einer entsprechenden Mittelbereitstellung im Finanzplan des Bundes bedürfen. Ob die Verfügbarkeit der erforderlichen Haushaltsmittel bereits sichergestellt ist, ist für den Expertenrat derzeit weder aus dem Bundeshaushalt für das Jahr 2023 und dem Entwurf für das Jahr 2024 noch aus dem Wirtschaftsplan des Klima- und Transaktionsfonds (BMF 2023a) erkennbar. Daher weist der Expertenrat darauf hin, dass eine Sicherstellung der benötigten Finanzmittel unerlässlich ist, um die abgeschätzte Maßnahmenwirkung tatsächlich zu realisieren. Neben der unsicheren Finanzierung und der in Teilen

unkonkreten Maßnahmenausgestaltung führt auch die geringe Anzahl an Maßnahmen, die einen Antriebswechsel sowie eine Verkehrsverlagerung auf Schiene, Fuß- und Radverkehr adressieren, in Summe zu einer tendenziellen Überschätzung der Minderungswirkung.

- 77 Im Fazit ist damit die Erreichung der ausgewiesenen THG-Minderung mit der Umsetzung der beschriebenen Maßnahmen angesichts der genannten Prüfergebnisse nur teilweise wahrscheinlich. Darüber hinaus sind die Ambitionen der vorgelegten Maßnahmen nach § 8 Abs.1 KSG hinsichtlich der kumulierten THG-Minderungswirkung nicht ausreichend, um den Verkehrssektor zurück auf den KSG-Zielpfad zu bringen. Somit ist die zukünftige Einhaltung des KSG-Zielpfads für diesen Sektor im Ergebnis der Prüfung nicht zu erwarten.

4 Anhang

A.1 Vergleich der THG-Minderungswirkung des Projektionsberichts 2023 zum Sofortprogramm 2022 für den Gebäudesektor

78 In der Quantifizierung zum Sofortprogramm 2022 für den Gebäudesektor hat die Bundesregierung eine Einhaltung des THG-Budgets bis zum Jahr 2030 im Gebäudesektor ausgewiesen. Wie in Prüfschritt 1 gezeigt, überschreitet der MWMS-Pfad des Projektionsberichts 2023 nun das verbleibende THG-Budget um 35 Mt CO₂-Äq. Mögliche Ursachen für diese Abweichung werden im Folgenden auf Basis der wesentlichen Maßnahmen („GEG-Novelle“, „BEG“, „BEW“ sowie „EnSimiMaV“) und der Annahmen zu den Rahmendaten diskutiert.

Novellierung des Gebäudeenergiegesetzes („GEG-Novelle“)

79 Ein Vergleich zwischen der Maßnahmenwirkung des Sofortprogramms 2022 für den Gebäudesektor und dem Projektionsbericht 2023 zeigt, dass es Unterschiede in der Quantifizierung der Maßnahmenwirkung der „GEG-Novelle“ gibt. Diese sind zum Teil auf eine unterschiedliche Ausgestaltung und zum Teil auf veränderte Annahmen in der Maßnahmenbewertung zurückzuführen. Ein Vergleich der Annahmen zur Ausgestaltung zwischen Sofortprogramm 2022 für den Gebäudesektor und Projektionsbericht 2023 ist Tabelle 4 zu entnehmen.

- i) Die Minderungswirkung der 65 %-Regel zusammen mit der Anpassung der Neubaustandards lag im Rahmen des Sofortprogramms 2022 für den Gebäudesektor kumuliert für den Zeitraum 2022-2030 bei 43,8 Mt CO₂-Äq., während die Minderungswirkung für die 65 %-Regel im Rahmen des Projektionsberichts 2023 für den gleichen Zeitraum eine Minderungswirkung von 54,2 Mt CO₂-Äq. ausweist und damit um ca. 10 Mt CO₂-Äq. höher liegt. Dieser Unterschied ist laut Auskunft der Gutachter*innen im Wesentlichen darauf zurückzuführen, dass im Rahmen des Projektionsberichts 2023 eine höhere Austauschrate der Heizsysteme angenommen wurde als im Sofortprogramm 2022. Diese Anpassung soll der Marktbeobachtung gerecht werden, dass die Absatzzahlen der Jahre 2020-2022 eine höhere Dynamik als in den vorherigen Jahren aufweisen. Der THG-Minderungseffekt der Anpassung der Neubaustandards, der im Sofortprogramm 2022 für den Gebäudesektor zusammen mit der 65 %-Regel quantifiziert wurde, ist dabei eher vernachlässigbar.
- ii) Im Rahmen des Sofortprogramms 2022 für den Gebäudesektor wurden zudem als separater Bestandteil der „GEG-Novelle“ die „MEPS“ quantifiziert, denen eine THG-Minderungswirkung von kumuliert 9,8 Mt CO₂-Äq. für die Jahre 2022-2030 zugewiesen wurde. Im Rahmen des Projektionsberichts 2023 wurden der EH70-Standard bei der Sanierung einzelner Bauteile, wie im Koalitionsvertrag definiert, gemeinsam mit der Anpassung der Neubaustandards mit 11,3 Mt CO₂-Äq. sowie die „MEPS“ für Nichtwohngebäude mit 0,7 Mt CO₂-Äq. quantifiziert. Hierbei weichen die Ausgestaltungen des Instruments im Rahmen der beiden Quantifizierungen voneinander ab. Im Rahmen des Sofortprogramms 2022 für den Gebäudesektor lag den „MEPS“ die Annahme zugrunde, dass alle Wohn- und Nichtwohngebäude der Effizienzklassen G und H im Falle der Eigentumsübertragung innerhalb einer Periode von fünf Jahren energetisch so saniert werden müssen, so dass sie die Effizienzklasse C oder besser erreichen. Die Regelung gilt nicht, wenn in einem Mehrfamilienhaus nur für einzelne Wohnungen ein Wechsel der Eigentümerschaft stattfindet

(Fraunhofer ISI et al. 2022). Im Rahmen des Projektionsberichts 2023 wurden die „MEPS“ nur für Nichtwohngebäude quantifiziert. Für Wohngebäude liegt dem Instrumentenpapier, welches die Maßnahmenausgestaltung im Rahmen des Projektionsberichts 2023 definiert, die Parametrisierung eines Effizienzziels für den gesamten Wohnbestand bezogen auf den mittleren flächenspezifischen Primärenergieverbrauch zugrunde. Für das Jahr 2033 ist die Mindestgesamtenenergieeffizienzklasse D definiert. Da das Flottenziel keinen direkten Auslösetatbestand darstellt, wird der Maßnahme für Wohngebäude keine THG-Minderung zugewiesen (Öko-Institut et al. 2023a). Hierbei sind jedoch grundsätzlich die Überlagerungseffekte mit dem EH70-Standard zu beachten.

Die Bundesförderung für effiziente Gebäude („BEG“)

80 Im Prüfbericht zum Sofortprogramm 2022 für den Gebäudesektor (ERK 2022a) hat der Expertenrat die Wirkung der „BEG“ als leicht überschätzt eingeordnet. Grundsätzlich lassen sich die Unterschiede in den Quantifizierungen der THG-Minderung in den beiden Gutachten jedoch auf unterschiedliche angenommene jährliche Fördervolumen zurückführen. Im Projektionsbericht 2023 wurde das Fördervolumen (2022: 30 Mrd. Euro, 2023: 13 Mrd. Euro, 2024-30: je 8 Mrd. Euro) deutlich niedriger als bei der Wirkabschätzung des Sofortprogramms 2022 für den Gebäudesektor (2022: 22 Mrd. Euro, 2023-24: je 15 Mrd. Euro, 2025-30: je 14 Mrd. Euro) angenommen. Zudem spielen veränderte Fördersätze sowie Annahmen zur Inanspruchnahme des Programmes eine Rolle in der veränderten Maßnahmenwirkung.

Die Optimierung bestehender Heizungssysteme („EnSimiMaV“)

81 Die erwarteten Minderungswirkungen des Projektionsberichts 2023 und des Sofortprogramms 2022 für den Gebäudesektor für die „EnSimiMaV“ unterscheiden sich: Die Maßnahme wurde im Rahmen des Sofortprogramms 2022 für den Gebäudesektor mit einer Einsparung von 20,7 Mt CO₂-Äq. abgeschätzt, während die nun umgesetzte „EnSimiMaV“ im Rahmen des Projektionsberichts 2023 mit 8,7 Mt CO₂-Äq. quantifiziert wurde. Ein möglicher Grund ist die noch unklare Ausgestaltung zum Zeitpunkt der Erstellung des Sofortprogramms 2022 für den Gebäudesektor und infolgedessen eine mögliche Überschätzung der Maßnahmenwirkung im Sofortprogramm 2022. Während es sich im Sofortprogramm 2022 für den Gebäudesektor um eine Potenzialabschätzung für eine nicht instrumentalisierte Maßnahme handelte, bezieht sich der Projektionsbericht 2023 auf eine implementierte Maßnahme ohne Unsicherheit in Bezug auf die konkrete Ausgestaltung. Im Prüfbericht zum Sofortprogramm 2022 für den Gebäudesektor stufte der Expertenrat die Realisierungswahrscheinlichkeit der abgeschätzten Maßnahmenwirkung als „kaum erwartbar“ ein (ERK 2022a).

Die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze („BEW“)

82 Im Sofortprogramm 2022 für den Gebäudesektor wurde die „BEW“ mit einer kumulierten Minderungswirkung (2022-2030) von rund 3 Mt CO₂-Äq. quantifiziert. Im Prüfbericht des Sofortprogramms 2022 für den Gebäudesektor stufte der Expertenrat die Realisierungswahrscheinlichkeit der abgeschätzten Maßnahmenwirkung jedoch als „teilweise erwartbar“ ein (ERK 2022a). Die Maßnahmenausgestaltung im Sofortprogramm 2022 für den Gebäudesektor enthält wie im Klimaschutzprogramm 2023 sowohl den Umbau bestehender

Wärmenetze als auch den Wärmenetzneubau. Im Projektionsbericht 2023 ist die Förderung des Umbaus bestehender Netze im Energiewirtschaftssektor berücksichtigt, da die THG-Emissionen, die bei der Erzeugung von Fernwärme entstehen laut Bundes-Klimaschutzgesetz in der Energiewirtschaft bilanziert werden. Die zusätzliche THG-Minderungswirkung der „BEW“ im Gebäudesektor ist auf Grund von Überlagerungseffekten mit der 65 %-Regel schwer abzuschätzen und ist daher mit Unsicherheiten verbunden.

Zusammenfassende Einordnung

- 83 Ursache des gegenüber dem Sofortprogramm 2022 für den Gebäudesektor nicht mehr erreichten Lückenschlusses sind somit die Maßnahmen, die im Ergebnis des Projektionsberichts 2023 eine tendenziell geringere Minderungswirkung im Vergleich zum Sofortprogramm 2022 für den Gebäudesektor aufweisen. Hierzu zählen die „BEG“, die auf Grund geringerer Fördervolumina und anderer Fördersätze mit einer geringeren Wirkung abgeschätzt wurden sowie die „EnSimiMaV“, die mit ca. 12 Mt CO₂-Äq. geringeren Maßnahmenwirkung abgeschätzt wurde, was auf die Konkretisierung der Maßnahme „Heizsystemoptimierung“ im Sofortprogramm 2022 für den Gebäudesektor zur „EnSimiMaV“ zurückzuführen ist. Zusätzlich werden einige Maßnahmen anders bewertet, beziehungsweise keine explizite Wirkung für diese im Gebäudesektor ausgewiesen. Die „BEW“ hat dadurch im Gebäudesektor eine um rund 3 Mt CO₂-Äq. geringere Wirkung, da sie im Projektionsbericht 2023 ausschließlich in der Energiewirtschaft separat bilanziert wird. Die „Serielle Sanierung“ weist eine um 0,9 Mt CO₂-Äq. geringere Wirkung auf. Der „Einsparverpflichtung öffentlicher Auftraggeber*innen“, der im Rahmen des Sofortprogramms 2022 eine THG-Minderungswirkung von rund 8 Mt CO₂-Äq. zugewiesen wurde, ist nun kein expliziter Teil des Klimaschutzprogramms 2023 mehr. Eine höhere THG-Minderungswirkung weist die „GEG-Novelle“ mit rund 10 Mt CO₂-Äq. im Projektionsbericht 2023 im Vergleich zum Sofortprogramm 2022 für den Gebäudesektor aus. Weitere Unterschiede ergeben sich schließlich durch unterschiedliche Annahmen zu den Energiepreisen sowie den resultierenden Preiseffekten und weiteren Annahmen.

A.2 Nähere Erläuterungen zu den Prüftabellen

Anhang 1: Übersicht der Prüfkriterien mit Unterkriterien und Bewertungsskalen

Prüfkriterium	Unterkriterien/Bewertungsskala	Beschreibung
Konkretisierungsgrad der Maßnahme		
Ausgestaltung	Ausgestaltung: <i>Weitgehend konkretisiert/teilweise konkretisiert/nicht konkretisiert</i>	Siehe Anhang 2
Finanzierungsrahmen	Relevanz des Finanzierungsrahmens: <i>Relevant/nicht relevant</i>	Siehe Anhang 3
	Darstellung des Finanzierungsrahmens: <i>Weitgehend angegeben/teilweise angegeben/nicht angegeben</i>	
	Plausibilität des Finanzierungsrahmens: <i>Weitgehend plausibel/teilweise plausibel/nicht plausibel</i>	
THG-Minderungseffekt		
Berechnungsmethode	Darstellung der Berechnungsmethode: <i>Weitgehend dargestellt/teilweise dargestellt/nicht dargestellt</i>	Siehe Anhang 4
	Angemessenheit der Berechnungsmethode: <i>Angemessen/teilweise angemessen/nicht angemessen</i>	
	Rechnerische Korrektheit: <i>Gegeben/teilweise gegeben/nicht gegeben</i>	
Zusätzlichkeit	Definition Baseline: <i>Definiert und weitgehend bekannt/definiert und teilweise bekannt/nicht definiert</i>	Siehe Anhang 5
	Einschätzung zur Zusätzlichkeit: <i>Gegeben/teilweise gegeben/nicht gegeben</i>	
Nachvollziehbarkeit der Annahmen	Darstellung der Annahmen: <i>Weitgehend dargestellt/teilweise dargestellt/nicht dargestellt</i>	Siehe Anhang 6
	Einschätzung zur Nachvollziehbarkeit der Annahmen: <i>Weitgehend nachvollziehbar/teilweise nachvollziehbar/nicht nachvollziehbar/keine Bewertung möglich</i>	
Effektbereinigung Einzelmaßnahme	Darstellung der Effektbereinigung: <i>Weitgehend dargestellt/teilweise dargestellt/nicht dargestellt</i>	Siehe Anhang 7
	Angemessenheit der Effektbereinigung: <i>Angemessen/teilweise angemessen/nicht angemessen</i>	
Effektbereinigung Maßnahmenbündel	Darstellung der Interaktionen: <i>Weitgehend dargestellt/teilweise dargestellt/nicht dargestellt</i>	Siehe Anhang 8
	Angemessenheit der Berücksichtigung von Interaktionen: <i>Angemessen/teilweise angemessen/nicht angemessen</i>	

Prüfkriterium	Unterkriterien/Bewertungsskala	Beschreibung
Konsistenz-prüfungsergebnis (Vorgehen bei der Abschätzung)	Vorgehen bei der Maßnahmenabschätzung: Angemessen/mit Einschränkungen angemessen/nicht angemessen	Siehe Anhang 9
Realisierungswahrscheinlichkeit der abgeschätzten Maßnahmenwirkung	Realisierungswahrscheinlichkeit der abgeschätzten Maßnahmenwirkung: Weitgehend erwartbar/teilweise erwartbar/kaum erwartbar	

Eigene Darstellung.

Anhang 2: Beschreibung des Prüfkriteriums „Ausgestaltung“

Prüfblock: Konkretisierungsgrad der Maßnahme, Prüfkriterium: Ausgestaltung		
Unterkriterium	Prüfergebnis (Skala)	Beschreibung
Ausgestaltung	<i>Weitgehend konkretisiert</i>	Instrumententyp und Inhalt sind weitgehend konkretisiert.
	<i>Teilweise konkretisiert</i>	Teile der Maßnahme sind konkret ausgestaltet (hinsichtlich Instrumententyp und Inhalten) jedoch betrifft dies nicht alle Aspekte der Maßnahme.
	<i>Nicht konkretisiert</i>	Die Maßnahme ist im Rahmen des Sofortprogramms genannt. Die Ausgestaltung ist noch in Diskussion und damit nicht konkret benannt oder der Instrumententyp ist noch nicht definiert.

Eigene Darstellung.

Anhang 3: Beschreibung des Prüfkriteriums „Finanzierungsrahmen“

Prüfblock: Konkretisierungsgrad der Maßnahme, Prüfkriterium: Finanzierungsrahmen		
Unterkriterium	Prüfergebnis (Skala)	Beschreibung
Relevanz	<i>Relevant</i>	Es werden haushälterische Finanzmittel zur Realisierung der THG-Minderungswirkung ausgewiesen.
	<i>Nicht relevant</i>	Es werden keine haushälterischen Finanzmittel zur Realisierung der THG-Minderungswirkung ausgewiesen.
Darstellung des Finanzierungsrahmens (Anmerkung: Prüfung erfolgt nur, wenn Finanzierungsrahmen als „relevant“ eingeordnet wird).	<i>Weitgehend angegeben</i>	Für die vorgeschlagene Maßnahme des Sofortprogramms wird der Finanzierungsrahmen weitgehend angegeben. Informationen über benötigte Mittel sowie über deren Bewilligung, bspw. im Finanzplan des Bundes, liegen weitgehend vor.
	<i>Teilweise angegeben</i>	Für die vorgeschlagene Maßnahme des Sofortprogramms wird der Finanzierungsrahmen in Teilen (bspw. lediglich für einzelne Jahre und/oder spezifische Aspekte der Maßnahme) angegeben. Informationen über benötigte Mittel und deren Bewilligung, bspw. im Finanzplan des Bundes, liegen nur in Teilen vor.
	<i>Nicht angegeben</i>	Für die vorgeschlagene Maßnahme des Sofortprogramms wird kein Finanzierungsrahmen angegeben. Es liegen weder Informationen über benötigte Mittel noch über deren Bewilligung, bspw. im Finanzplan des Bundes, vor.
Plausibilität des Finanzierungsrahmens (Anmerkung: Prüfung erfolgt nur, wenn Finanzierungsrahmen als „relevant“ eingeordnet wird.)	<i>Weitgehend plausibel</i>	Es liegen keine Diskrepanzen zwischen den ausgewiesenen benötigten und bewilligten Finanzmitteln vor. Die Finanzierung der Maßnahme in ihrer vorliegenden Ausgestaltung ist im Rahmen des Finanzplans des Bundes (aktuell 2022-2026) zugesichert. Die Höhe der benötigten Mittel im Zeitraum von 2026 bis 2030 ist von keinen größeren Abweichungen geprägt. Die Mittelbereitstellung ab 2026 ist konsistent mit den Jahren, für die der Finanzplan bereits beschlossen ist.
	<i>Teilweise plausibel</i>	Es liegen (möglicherweise) Diskrepanzen zwischen den ausgewiesenen benötigten und bewilligten Finanzmitteln vor. Die Finanzierung der Maßnahme in ihrer vorliegenden Ausgestaltung ist im Rahmen des Finanzplans des Bundes (aktuell 2022-2026) bisher nicht zugesichert. Die Höhe der benötigten Mittel im Zeitraum von 2026 bis 2030 ist ggf. von größeren Abweichungen geprägt. Ggf. ist die Mittelbereitstellung ab 2026, die ohnehin mit größerer Unsicherheit behaftet ist, nicht konsistent mit den Jahren, für die der Finanzplan bereits beschlossen ist.
	<i>Nicht plausibel</i>	Es liegen Diskrepanzen zwischen den ausgewiesenen benötigten und bewilligten Finanzmitteln vor. Die Finanzierung der Maßnahme in ihrer vorliegenden Ausgestaltung ist im Rahmen des Finanzplans des Bundes (aktuell 2022-2026) nicht zugesichert. Die Höhe der benötigten Mittel im Zeitraum von 2026 bis 2030 ist von größeren Abweichungen geprägt. Bspw. ist die Mittelbereitstellung ab 2026, die ohnehin mit größerer Unsicherheit behaftet ist, nicht konsistent mit den Jahren, für die der Finanzplan bereits beschlossen ist.

Eigene Darstellung.

Anhang 4: Beschreibung des Prüfkriteriums „Berechnungsmethode“

Prüfblock: THG-Minderungseffekt, Prüfkriterium: Berechnungsmethode		
Unterkriterium	Prüfergebnis (Skala)	Beschreibung
Darstellung der Berechnungsmethode	<i>Weitgehend dargestellt</i>	Die Berechnungsmethode wird so beschrieben, dass sie nachgerechnet werden kann. Alle zugrunde liegenden Ausgangsdaten liegen vor.
	<i>Teilweise dargestellt</i>	Die Berechnungsmethode ist dargestellt. Es liegen nicht alle Ausgangsdaten vor.
	<i>Nicht dargestellt</i>	Die Berechnungsmethode ist nicht dargestellt. Die zugrunde liegenden Ausgangsdaten liegen nicht vor. Es liegen nur die Ergebnisdaten vor.
Angemessenheit der Berechnungsmethode (Anmerkung: Prüfung erfolgt nur, wenn Berechnungsmethode mindestens „teilweise dargestellt“ ist.)	<i>Angemessen</i>	Die Berechnungsmethode ist angemessen. Die Berechnungsmethode basiert auf vorhandenen Daten (z. B. Evaluationen) und berücksichtigt für die Maßnahmenbewertung alle relevanten Aspekte der THG-Minderungswirkung.
	<i>Teilweise angemessen</i>	Die Berechnungsmethode entspricht in Teilen einer angemessenen Methode, da sie zwar einige, aber nicht alle relevanten Aspekte der THG-Minderungswirkung berücksichtigt.
	<i>Nicht angemessen</i>	Die Berechnungsmethode, die angewendet wurde, ist nicht angemessen, da sie z. B. wesentliche Aspekte der Maßnahmenwirkung nicht berücksichtigt.
Rechnerische Korrektheit (Anmerkung: Prüfung erfolgt nur, wenn Berechnungsmethode mindestens „teilweise dargestellt“ ist.)	<i>Weitgehend gegeben</i>	Das Ergebnis der Berechnung basierend, auf den zur Verfügung stehenden Zahlen, wird vom Expertenrat durch Prüfung auf rechnerische Korrektheit bestätigt. Der Expertenrat kommt durch Prüfung auf rechnerische Korrektheit auf Basis der zur Verfügung stehenden Zahlen zu einem ähnlichen Ergebnis, das aber durch Mängel in den zur Verfügung gestellten Daten vom angegebenen Ergebnis leicht abweicht.
	<i>Nicht gegeben</i>	Das Ergebnis der Berechnung basierend, auf den zur Verfügung stehenden Zahlen, wird vom Expertenrat durch Prüfung auf rechnerische Korrektheit widerlegt.
	<i>Keine Bewertung möglich</i>	Das Prüfen auf rechnerische Korrektheit ist für den Expertenrat nicht möglich, da z. B. ein Modell verwendet wurde.

Eigene Darstellung.

Anhang 5: Beschreibung des Prüfkriteriums „Zusätzlichkeit“

Prüfblock: THG-Minderungseffekt, Prüfkriterium: Zusätzlichkeit		
Unterkriterium	Prüfergebnis (Skala)	Beschreibung
Definition Baseline	<i>Definiert und weitgehend bekannt</i>	Die Referenzentwicklung der THG-Minderungspfade ohne die Maßnahme (bzw. Weiterentwicklung der Maßnahme) liegt in angemessener Form vor. Die zugrunde gelegten Annahmen der Baseline werden vollständig ausgewiesen und/oder sind einsehbar. Die Berechnungsmethode der Referenzentwicklung ist beschrieben und/oder einsehbar.
	<i>Definiert und teilweise bekannt</i>	Die Referenzentwicklung der THG-Minderungspfade ohne die Maßnahme (bzw. Weiterentwicklung der Maßnahme) liegt in angemessener Form vor. Die zugrunde gelegten Annahmen der Baseline werden in Teilen ausgewiesen und/oder sind nur in Teilen einsehbar. Die Berechnungsmethode des Referenzszenarios ist nicht oder nur in Teilen beschrieben und/oder einsehbar.
	<i>Nicht definiert</i>	Die Referenzentwicklung der THG-Minderungspfade ohne die Maßnahme (bzw. Weiterentwicklung der Maßnahme) liegt nicht in angemessener Form vor. Die zugrunde gelegten Annahmen der Baseline werden nicht ausgewiesen und/oder sind nicht einsehbar. Die Berechnungsmethode der Referenzentwicklung ist nicht beschrieben und/oder einsehbar.
Einschätzung zur Zusätzlichkeit (Anmerkung: Prüfung auf Zusätzlichkeit erfolgt, wenn Baseline als mindestens „teilweise angemessen“ eingeordnet wird.)	<i>Gegeben</i>	Für die Maßnahme des Sofortprogramms wird eine Zusätzlichkeit gegenüber der Baseline festgestellt.
	<i>Mit Einschränkungen gegeben</i>	Für die Maßnahme des Sofortprogramms wird eine Zusätzlichkeit gegenüber der Baseline festgestellt. Es liegen Hinweise vor, dass Teile der Maßnahmenwirkung bereits in der Baseline vorhanden sind. Die Höhe der zusätzlichen THG-Minderungswirkung unterscheidet sich dabei ggf. zwischen dem Sofortprogramm und den begleitenden Gutachten.
	<i>Nicht gegeben</i>	Für die Maßnahme des Sofortprogramms wird keine Zusätzlichkeit gegenüber der Baseline festgestellt. Dies ist weder für das Sofortprogramm noch die begleitenden Gutachten der Fall.

Eigene Darstellung.

Anhang 6: Beschreibung des Prüfkriteriums „Nachvollziehbarkeit der Annahmen“

Prüfblock: THG-Minderungseffekt, Prüfkriterium: Nachvollziehbarkeit der Annahmen		
Unterkriterium	Prüfergebnis (Skala)	Beschreibung
Darstellung der Annahmen	<i>Weitgehend dargestellt</i>	Die der Berechnungsmethode der THG-Minderungswirkung zugrunde gelegten expliziten Annahmen werden im Sofortprogramm und/oder den begleitenden Gutachten transparent, differenziert und formal nachvollziehbar dargestellt.
	<i>Teilweise dargestellt</i>	Die der Berechnungsmethode der THG-Minderungswirkung zugrunde gelegten expliziten Annahmen werden im Sofortprogramm oder in begleitenden Gutachten nur in Teilen transparent, differenziert und formal nachvollziehbar dargestellt und/oder sind nur teilweise einsehbar.
	<i>Nicht dargestellt</i>	Die der Berechnungsmethode der THG-Minderungswirkung zugrunde gelegten expliziten Annahmen werden nicht ausgewiesen und/oder sind nicht einsehbar.
Einschätzung zur Nachvollziehbarkeit der Annahmen (Anmerkung: Prüfung auf Nachvollziehbarkeit erfolgt, wenn Darstellung der Annahmen als mindestens „teilweise dargestellt“ eingeordnet wird.)	<i>Weitgehend nachvollziehbar</i>	Für die Maßnahme des Sofortprogramms entsprechen die der THG-Minderungswirkung zugrunde liegenden expliziten und ggf. impliziten Annahmen sowie verwendete Modelle/Theorien und Ansätze weitgehend dem allgemeinen Wissensstand und/oder sind angelehnt an den aktuellen Stand der Forschung (State of the Art).
	<i>Teilweise nachvollziehbar</i>	Für die vorgeschlagene Maßnahme des Sofortprogramms entsprechen die der THG-Minderungswirkung zugrunde liegenden expliziten und ggf. impliziten Annahmen sowie verwendete Modelle/Theorien und Ansätze nur in Teilen dem allgemeinen Wissensstand und/oder sind nur in Teilen angelehnt an den aktuellen Stand der Forschung (State of the Art).
	<i>Nicht nachvollziehbar</i>	Für die vorgeschlagene Maßnahme des Sofortprogramms entsprechen die zugrunde liegenden expliziten und ggf. impliziten Annahmen verwendete Modelle/Theorien und Ansätze nicht dem allgemeinen Wissensstand und/oder sind nicht angelehnt an den aktuellen Stand der Forschung (State of the Art).

Eigene Darstellung.

Anhang 7: Beschreibung des Prüfkriteriums „Effektbereinigung Einzelmaßnahme“

Prüfblock: THG-Minderungseffekt, Prüfkriterium: Effektbereinigung Einzelmaßnahme		
Unterkriterium	Prüfergebnis (Skala)	Beschreibung
Darstellung der Effektbereinigung	<i>Weitgehend dargestellt</i>	Die Bruttowirkung der Maßnahme wurde um wirkungsverstärkende/-mindernde Effekte bereinigt. Es wurde transparent dargestellt, welche Effekte erhoben wurden und/oder aus welchem Grund andere Effekte nicht berechnet wurden. Die Annahmen, die Methode und die Berechnung der Effektbereinigung wurden nachvollziehbar dargestellt. Zu den möglichen Effekten zählen Mitnahmeeffekte, Vorzieheffekte, Spill-Over-Effekte, Nachlaufeffekte, strukturelle Effekte und Rebound-Effekte.
	<i>Teilweise dargestellt</i>	Die Bruttowirkung der Maßnahme wurde um wirkungsverstärkende/-mindernde Effekte bereinigt. Es wurde nur in Teilen transparent dargestellt, welche Effekte erhoben wurden und/oder aus welchem Grund bestimmte Effekte nicht berechnet wurden. Die Annahmen, die Methode und die Berechnung der Effektbereinigung wurden nicht vollumfänglich dargestellt. Zu den möglichen Effekten zählen Mitnahmeeffekte, Vorzieheffekte, Spill-Over-Effekte, Nachlaufeffekte, strukturelle Effekte und Rebound-Effekte.
	<i>Nicht dargestellt</i>	Es ist nicht ersichtlich, ob die Bruttowirkung der Maßnahme um wirkungsverstärkende/-mindernde Effekte bereinigt wurde. Zu den möglichen Effekten zählen Mitnahmeeffekte, Vorzieheffekte, Spill-Over-Effekte, Nachlaufeffekte, strukturelle Effekte und Rebound-Effekte.
Angemessenheit der Effektbereinigung	<i>Angemessen</i>	Alle relevanten Effekte wurden in die Effektbereinigung einbezogen und die der Effektbereinigung zugrunde liegenden Annahmen, Methoden und Berechnungen sind angemessen.
(Anmerkung: Prüfung auf Angemessenheit erfolgt, wenn Darstellung der Effektbereinigung als mindestens „teilweise dargestellt“ eingeordnet wird.)	<i>Teilweise angemessen</i>	Es wurden relevante Effekte bei der Effektbereinigung nicht berücksichtigt und/oder die der Effektbereinigung zugrunde liegenden Annahmen, Methoden und Berechnungen sind partiell nicht angemessen.
	<i>Nicht angemessen</i>	Keiner der relevanten Effekte wurden in die Effektbereinigung einbezogen und/oder die der Effektbereinigung zugrunde liegenden Annahmen, Methoden und Berechnungen sind nicht angemessen.

Eigene Darstellung.

Anhang 8: Beschreibung des Prüfkriteriums „Interaktionen mit Maßnahmenbündel“

Prüfblock: THG-Minderungseffekt, Prüfkriterium: Effektbereinigung Maßnahmenbündel		
Unterkriterium	Prüfergebnis (Skala)	Beschreibung
Darstellung der Berücksichtigung von Interaktionen	<i>Weitgehend dargestellt</i>	Interaktionseffekte wurden nachvollziehbar berücksichtigt. Es ist weitgehend dargestellt, auf welche weiteren Maßnahmen sich diese beziehen.
	<i>Teilweise dargestellt</i>	Interaktionseffekte wurden nachvollziehbar berücksichtigt. Es ist jedoch nicht dargestellt, auf welche weiteren Maßnahmen sich diese beziehen.
	<i>Nicht dargestellt</i>	Es ist nicht ersichtlich, ob Interaktionseffekte mit anderen Maßnahmen im Bündel berücksichtigt wurden.
Angemessenheit der Effektbereinigung (Anmerkung: Prüfung auf Angemessenheit erfolgt, wenn Darstellung der Berücksichtigung von Interaktionen als mindestens „teilweise dargestellt“ eingeordnet wird.)	<i>Angemessen</i>	Das komplette Maßnahmenbündel wurde mit einem Modellansatz berechnet, sodass die Überlagerungseffekte angemessen berücksichtigt sind.
	<i>Teilweise angemessen</i>	Die Berücksichtigung von Maßnahmenüberlagerungen wurde abgeschätzt, allerdings wurde das komplette Maßnahmenbündel nicht berücksichtigt, sodass es möglich ist, dass Überlagerungseffekte über- oder unterschätzt sind.
	<i>Nicht angemessen</i>	Die Berücksichtigung von Maßnahmenüberlagerungen ist überschätzt oder unterschätzt. Gründe hierfür sind, dass Interaktionen mit anderen Maßnahmen nicht hinreichend berücksichtigt wurden.

Eigene Darstellung.

Anhang 9: Beschreibung des Prüfszusammenfassung „Gesamteinschätzung zur Einzelmaßnahme“

Gesamteinschätzung zur Einzelmaßnahme		
Aspekt der Gesamteinschätzung	Prüfergebnis (Skala)	Beschreibung
Konsistenzprüfungsergebnis (Vorgehen bei der Abschätzung)	<i>Angemessen</i>	Die Prüfkriterien zur THG-Minderung (Berechnungsmethode, Zusätzlichkeit, Nachvollziehbarkeit der Annahmen, Effektbereinigung Einzelmaßnahme, Interaktion mit Maßnahmenbündel) sind überwiegend angemessen dargestellt und bei der Quantifizierung der THG-Minderung berücksichtigt. Es wurde sich an dem Best-Practice-Vorgehen der ex-ante Maßnahmenbewertung orientiert.
	<i>Mit Einschränkungen angemessen</i>	Die Prüfkriterien zur THG-Minderung (Berechnungsmethode, Zusätzlichkeit, Nachvollziehbarkeit der Annahmen, Effektbereinigung Einzelmaßnahme, Interaktion mit Maßnahmenbündel) sind überwiegend mindestens mit Einschränkung angemessen dargestellt und bei der Quantifizierung der THG-Minderung berücksichtigt. In großen Teilen entspricht das Vorgehen dem Best-Practice-Ansatz der ex-ante Maßnahmenbewertung.
	<i>Nicht angemessen</i>	Die Prüfkriterien zur THG-Minderung (Berechnungsmethode, Zusätzlichkeit, Nachvollziehbarkeit der Annahmen, Effektbereinigung Einzelmaßnahme, Interaktion mit Maßnahmenbündel) sind nicht angemessen berücksichtigt. Das Vorgehen orientiert sich nicht am Best-Practice-Ansatz der ex-ante Maßnahmenbewertung.
Realisierungswahrscheinlichkeit der abgeschätzten THG-Minderungswirkung	<i>Weitgehend erwartbar</i>	Es bestehen nur geringe Unsicherheiten bei der Quantifizierung der THG-Minderungswirkung. Es gibt keine Hinweise auf höhere Überschätzung der Maßnahmenwirkung.
	<i>Teilweise erwartbar</i>	Es bestehen größere Unsicherheiten bei der Quantifizierung der THG-Minderungswirkung. Es gibt Hinweise auf Überschätzung der Maßnahmenwirkung.
	<i>Kaum erwartbar</i>	Es bestehen große Unsicherheiten bei der Quantifizierung der THG-Minderungswirkung. Es gibt Hinweise auf umfangreiche Überschätzung der Maßnahmenwirkung.

Eigene Darstellung.

5 Literaturverzeichnis

ADAC (2023): Ausstieg Verbrennungsmotor: Wann wird welcher Hersteller elektrisch? Hg. v. Allgemeiner Deutscher Automobil-Club e.V. (ADAC). Online verfügbar unter: <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/autokatalog/marken-modelle/auto/ausstieg-verbrennungsmotor/> (17.08.2023).

Agora Verkehrswende (2022): Webinar. Das 9-Euro-Ticket und die Verkehrswende.

Aksoy, C. G., Barrero, J. M., Bloom, N., Davis, S. J., Dolls, M., Zarate, P. (2022): Working Paper. Working from Home Around the World. Hg. v. National Bureau of Economic Research (NBER). Online verfügbar unter: <https://www.nber.org/papers/w30446> (11.08.2023).

Andor, M. A., Dehos, F., Hansteen, S., Tomberg, L. (2022): Präsentation. Auswertung des Neun Euro Tickets. Vorläufige Ergebnisse. Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung (RWI). Online verfügbar unter: https://www.agora-verkehrswende.de/fileadmin/Veranstaltungen/2022/9Euro-Ticket/RWI_Andor_Webinar_Agora_Verkehrswende_9_Euro_Ticket.pdf (08.08.2023).

BDH (2023): Pressemitteilung. Jahresbilanz 2022: Heizungsmarkt boomt. Hg. v. Bundesverband der Deutschen Heizungsindustrie e. V. (BDH). Online verfügbar unter: <https://www.bdh-industrie.de/presse/pressemeldungen/artikel/jahresbilanz-2022-heizungsmarkt-boomt> (07.03.2023).

BMDV (2023a): Artikel. Förderung und Finanzierung des Radverkehrs. Hg. v. Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV). Online verfügbar unter: <https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Artikel/StV/Radverkehr/finanzielle-foerderung-des-radverkehrs.html> (11.08.2023).

BMDV (2023b): Artikel. Gleitende Kurz- und Mittelfristprognose für den Güter- und für den Personenverkehr (letzte Aktualisierung: Juni 2023). Hg. v. Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV). Online verfügbar unter: <https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Artikel/G/gleitende-kurz-und-mittelfristprognose.html> (11.08.2023).

BMDV (2022): Klimaschutz im Verkehr – Personenkraftwagen (Pkw). Hg. v. Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV). Online verfügbar unter: <https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Artikel/G/Klimaschutz-im-Verkehr/klimaschutz-personenkraftwagen.html> (17.08.2023).

BMF (2023a): Klima- und Transformationsfonds: Gezielt und technologieoffen in die Transformation unseres Landes investieren. Hg. v. Bundesministerium der Finanzen (BMF). Online verfügbar unter: <https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Pressemitteilungen/Finanzpolitik/2023/08/2023-08-09-klima-und-transformationsfonds.html> (17.08.2023).

BMF (2023b): Zusätzliche Informationen zum Regierungsentwurf für den Bundeshaushalt 2024. Hg. v. Bundesministerium der Finanzen (BMF). Online verfügbar unter: https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Downloads/Oeffentliche-Finanzen/Bundeshaushalt/kabinetttvorlage-regierungsentwurf-2024.pdf?__blob=publicationFile&v=3 (11.08.2023).

BMWK (2022a): Booster für grüne Fernwärme: Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) startet. Hg. v. Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK). Online verfügbar unter: <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2022/09/20220915-booster-fur-grune-fernwaerme-bundesfoerderung-fur-effiziente-waermetetze-bew-startet.html> (17.08.2023).

BMWK (2022b): Richtlinie für die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze „BEW“. Hg. v. Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK). Online verfügbar unter: <https://www.bundesanzeiger.de/pub/publication/LqynJ78mbcSrTH7IL83/content/LqynJ78mbcSrTH7IL83/BA-nz%20AT%2018.08.2022%20B1.pdf?inline> (17.08.2023).

BMWK, BMDV (2022): Tabelle. Ergebnis Abstimmung BMWK-BMDV. Hg. v. Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) und Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV). Unveröffentlicht.

BReg (2023): Entwurf eines Klimaschutzprogramms 2023 der Bundesregierung. Hg. v. Bundesregierung.

BReg (2022): Neue Förderregeln für den Umweltbonus ab 2023. Hg. v. Bundesregierung. Online verfügbar unter: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/schwerpunkte/klimaschutz/eenergie-und-mobilitaet/faq-umweltbonus-1993830> (17.08.2023).

Bundesregierung (2022): Bewertungs-Template: Maßnahmenvorschlag für das Klimaschutz-Sofortprogramm 2022.

CharIN (2022): Internetseite. How to prepare for the Megawatt Charging System: The business case for co-investment in CCS and MCS. Hg. v. Charging Interface Initiative e. V. (CharIN). Online verfügbar unter: <https://www.charin.global/news/how-to-prepare-for-the-megawatt-charging-system/> (11.08.2023).

Chottani, A., Hastings, G., Murnane, J., Neuhaus, F. (2018): Artikel. Distraction or disruption? Autonomous trucks gain ground in US logistics. Hg. v. McKinsey & Company. Online verfügbar unter: <https://www.mckinsey.com/industries/travel-logistics-and-infrastructure/our-insights/distraction-or-disruption-autonomous-trucks-gain-ground-in-us-logistics#/> (11.08.2023).

dena (2021): Abschlussbericht. dena-Leitstudie Aufbruch Klimaneutralität. Eine gesamtgesellschaftliche Aufgabe. Hg. v. Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena). Online verfügbar unter:

https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2021/Abschlussbericht_dena-Leitstudie_Aufbruch_Klimaneutralitaet.pdf (11.08.2023).

Destatis (2023): Pressemitteilung. Knapp ein Viertel aller Erwerbstätigen arbeitete 2022 im Homeoffice. Zahl der Woche Nr. 28 vom 11. Juli 2023. Hg. v. Statistisches Bundesamt (Destatis). Online verfügbar unter: https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/Zahl-der-Woche/2023/PD23_28_p002.html (11.08.2023).

Deutscher Bundestag (2023): Formulierungshilfe des BMWK für einen Änderungsantrag der Fraktionen von SPD, BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN und FDP zu dem Entwurf eines Gesetzes zur Änderung des Gebäudeenergiegesetzes, zur Änderung der Heizkostenverordnung und zur Änderung der Kehr- und Überprüfungsordnung, BT-Drs. 20/6875. Online verfügbar unter: <https://www.bundestag.de/resource/blob/956254/3320714bc5fad9e22d6e5de31f28e9d7/A-Drs-20-25-426-FH-des-BMWK-fuer-einen-AeA-der-Koafaktionen-data.pdf> (28.07.2023).

DPA (2023): Artikel. Mobilfunkdaten zeigen Effekt des 49-Euro-Tickets. Hg. v. Der Spiegel. Online verfügbar unter: <https://www.spiegel.de/auto/deutschlandticket-mobilfunkdaten-zeigen-effekt-des-49-euro-tickets-a-c9c42552-21d6-4a07-82ac-73ed04b9a249> (08.08.2023).

ERK (2023a): Prüfbericht zur Emissionsberechnung der deutschen Treibhausgasemissionen für das Jahr 2022 Prüfung und Bewertung der Emissionsdaten gemäß § 12 Abs. 1 Bundes-Klimaschutzgesetz. Hg. v. Expertenrat für Klimafragen (ERK).

ERK (2023b): Stellungnahme zum Entwurf eines Klimaschutzprogramms 2023. Gemäß § 12 Abs. 3 Nr. 3 Bundes-Klimaschutzgesetz.

ERK (2022a): Prüfbericht zu den Sofortprogrammen 2022 für den Gebäude- und Verkehrssektor. Prüfung der den Maßnahmen zugrundeliegenden Annahmen gemäß § 12 Abs. 2 Bundes-Klimaschutzgesetz. Hg. v. Expertenrat für Klima (ERK). Online verfügbar unter: https://expertenrat-klima.de/content/uploads/2022/08/ERK2022_Pruefbericht-Sofortprogramme-Gebaeude-Verkehr.pdf (28.10.2022).

ERK (2022b): Zweijahresgutachten 2022. Gutachten zur Entwicklung der Treibhausgasemissionen, Trends der Jahresemissionsmengen und zur Wirksamkeit von Maßnahmen (gemäß § 12 Abs. 4 Bundes-Klimaschutzgesetz). Hg. v. Expertenrat für Klimafragen (ERK). Online verfügbar unter: https://expertenrat-klima.de/content/uploads/2022/11/ERK2022_Zweijahresgutachten.pdf (07.03.2023).

Follmer, R., Schelewsky, M., Treutlein, J., Kern, F. (2023): Mobilitätsreport 07: Ausgabe Februar 2023. Alles wie vorher? Die Verkehrswende zwischen 9-Euro-Ticket und alten Herausforderungen. Hg. v. Institut für angewandte Sozialwissenschaft GmbH (infas). Online verfügbar unter: https://www.infas.de/wp-content/uploads/2023/02/infas_Mobilitaetsreport_07_7647.pdf (08.08.2023).

Fraunhofer ISI, ifeu, IREES, FÖS, Öko-Institut, Prognos AG (2022): Einzelmaßnahmenbewertung des Klimaschutzsofortprogramms der Bundesregierung 2022. Bericht im Rahmen der wissenschaftlichen Unterstützung Klimapolitik und Maßnahmenprogramm 2018.

H2 MOBILITY (2022): Pressemitteilung. Beschleunigter Ausbau der Wasserstofftankstelleninfrastruktur: H2 MOBILITY Deutschland präsentiert 110 Mio. Euro Investitionsplan und von Hy24 verwalteten Fonds als neuen Finanzinvestor. Hg. v. H2 MOBILITY Deutschland. Online verfügbar unter: <https://h2.live/press/beschleunigter-ausbau-der-wasserstofftankstelleninfrastrukturh2-mobility-deutschland-praesentiert-110-mio-euro-investitionsplan-und-von-hy24-verwalteten-fondsals-neuen-finanzinvestor/> (08.08.2023).

KBA (2023): Daten. Fahrzeugzulassungen (FZ). Neuzulassungen von Kraftfahrzeugen mit alternativem Antrieb. Monatsergebnisse Dezember 2022 (FZ 28). Hg. v. Kraftfahrt-Bundesamt (KBA). Online verfügbar unter: https://www.kba.de/SharedDocs/Downloads/DE/Statistik/Fahrzeuge/FZ28/fz28_2022_12.xlsx?__blob=publicationFile&v=6 (08.08.2023).

Klingler, A.-L., Mauch, L., Voglstätter, C., Aschbrenner, S., Plötz, P., Holderried, W. (2022): Durchführbarkeitsuntersuchung zu Pilotlade- und Tankinfrastruktur für Langstrecken Lkw (VorPiLaTes). Hg. v. Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW). Online verfügbar unter: <https://pd.lubw.de/10488> (08.08.2023).

Krail, M. (2020): Auto tankt Internet. Auswirkungen des automatisierten und vernetzten Fahrens auf den Energieverbrauch von Fahrzeugen, Datenübertragung und Infrastruktur. Analyse. Hg. v. Agora Verkehrswende. Online verfügbar unter: https://www.agora-verkehrswende.de/fileadmin/Projekte/2020/Automatisiertes_Fahren/Agora-Verkehrswende_Auto-tankt-Internet.pdf (11.08.2023).

Krail, M., Hellekes, J., Schneider, U., Dütschke, E., Schellert, M., Rüdiger, D., Steindl, A., Luchmann, I., Waßmuth, V., Fläming, H., Schade, W., Mader, S. (2019): Wissenschaftliche Beratung des BMVI zur Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie. Energie- und Treibhausgaswirkungen des automatisierten und vernetzten Fahrens im Straßenverkehr. Hg. v. Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (Fraunhofer ISI). Online verfügbar unter: <https://www.iml.fraunhofer.de/content/dam/iml/de/documents/OE%20320/Energie-und-Treibhausgaswirkungen-des-automatisierten-und-vernetzten-Fahrens-im-Stra%C3%9Fenverkehr.pdf> (11.08.2023).

Krämer, A., Wilger, G., Bongaerts, R. (2022): Das 9-Euro-Ticket: Erfahrungen, Wirkungsmechanismen und Nachfolgeangebot.

KSG (2021): Erstes Gesetz zur Änderung des Bundes-Klimaschutzgesetzes vom 18. August 2021.

M-Five (2023): Bewertung eines Instrumenten-Paketes zur KSG-Zielerreichung im Verkehr in 2030 Klimaschutz-Sofortprogramm (KSSP). Nicht öffentlich.

M-Five, Fraunhofer ISI, PTV, IUE, VPL (2023a): Dokumentation zur Instrumentenbewertung in 2022. Arbeitspapier im Auftrag des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr (Entwurf, mit Aktualisierung in 06/2023). Unveröffentlichter Entwurf.

M-Five, Fraunhofer ISI, PTV, IUE, VPL (2022a): Dokumentation zur Instrumentenbewertung in 2022. Unveröffentlicht.

M-Five, Fraunhofer ISI, TUHH, TRIMODE, FH W-S, PTV Group, TU Dresden, BBG und Partner (2023b): Bewertung von Ausgestaltungs-Varianten des Deutschlandtickets für den ÖPNV - Kurzstudie.

M-Five, Fraunhofer ISI, TUHH, TRIMODE, FH W-S, PTV Group, TU Dresden, BBG und Partner (2022b): Bewertung von Maßnahmen für ein Sofortprogramm nach Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG). Hg. v. M-Five GmbH; Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (Fraunhofer ISI); Technische Universität Hamburg (TUHH); TTS TRIMODE Transport Solutions GmbH (TRIMODE); Hochschule für angewandte Wissenschaften Würzburg-Schweinfurt (FH W-S); PTV Planung Transport Verkehr GmbH (PTV Group); Technische Universität Dresden (TU Dresden); BBG und Partner. Online verfügbar: https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/K/presse/051-wissing-sofortprogramm-zur-einhaltung-der-klimaziele-im-verkehrssektor-anlage-1.pdf?__blob=publicationFile (17.08.2022).

Marz, W. (2022): Reduziert mehr Homeoffice die Emissionen im Verkehr? ifo Schnelldienst 75 (5), S. 15-18.

Matthes, F. C., Braungardt, S., Bürger, V., Göckeler, K., Heinemann, C., Hermann, H., Kasten, P., Mendelevitch, R., Mottschall, M., Seebach, D., Cook, V. (2021): Die Wasserstoffstrategie 2.0 für Deutschland. Hg. v. Öko-Institut. Online verfügbar unter: <https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/Die-Wasserstoffstrategie-2-0-fuer-DE.pdf> (17.08.2023).

Mendelevitch, R., Repenning, J., Matthes, F. (2022): Rahmendaten für den Projektionsbericht 2023.

Morgan Stanley (2022): Internetseite. 2023 Outlook: Business Travel Bounces Back. Hg. v. Morgan Stanley. Online verfügbar unter: <https://www.morganstanley.com/ideas/business-travel-trends-2023-outlook> (11.08.2023).

NPM (2021): AG 1 - Bericht. Wege für mehr Klimaschutz im Verkehr. Hg. v. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI), Nationale Plattform Zukunft der Mobilität (NPM). Online verfügbar unter: https://www.plattform-zukunft-mobilitaet.de/wp-content/uploads/2021/07/NPM_AG1_Wege-fuer-mehr-Klimaschutz.pdf (08.08.2023).

NPM (2020): Werkstattbericht Alternative Kraftstoffe. Klimawirkungen und Wege zum Einsatz alternativer Kraftstoffe. Hg. v. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI), Nationale Plattform Zukunft der Mobilität (NPM). Online veröffentlicht unter: https://www.plattform-zukunft-mobilitaet.de/wp-content/uploads/2020/12/NPM_AG1_Werkstattbericht_AK.pdf (11.08.2023).

Odenweller, A., George, J. F., Müller, V. P., Verpoort, P. C., Gast, L., Pfluger, B., Ueckerdt, F. (2022): Ariadne-Analyse. Wasserstoff und die Energiekrise: fünf Knackpunkte. Hg. v. Kopernikus-Projekt Ariadne, Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK). Online verfügbar unter: https://ariadneprojekt.de/media/2022/09/Ariadne-Analyse_Wasserstoff-Energiekrise_September2022.pdf (11.08.2023).

Öko-Institut (2023): Kommentierung der Studie "Bewertung von Ausgestaltungs-Varianten des Deutschlandtickets für den ÖPNV".

Öko-Institut (2022): Arbeiten im Homeoffice – gut für die Umwelt und die Mitarbeiter:innen? Analyse der potenziellen ökologischen und sozialen Auswirkungen mobilen Arbeitens Hg. v. Öko-Institut e.V. Online verfügbar unter: https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/compan-e_Homeoffice.pdf (11.08.2023).

Öko-Institut, Fraunhofer ISI, IREES, Thünen-Institut (2023a): Projektionsbericht 2023 für Deutschland. Gemäß Artikel 18 der 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 sowie §10 (2) des Bundes-Klimaschutzgesetzes. (unveröffentlichter Entwurf). Unveröffentlichter Entwurf.

Öko-Institut, Fraunhofer ISI, IREES, Thünen-Institut (2023b): Projektionsbericht 2023 Modellierungsergebnisse. Unveröffentlichte Excel-Tabelle.

Öko-Institut, Fraunhofer ISI, IREES, Thünen-Institut (2023c): Treibhausgasprojektionen 2023 für Deutschland. Instrumente im MMS und MWMS.

Öko-Institut, Fraunhofer ISI, IREES, Thünen-Institut (2021): Projektionsbericht 2021 für Deutschland. Gemäß Artikel 18 der 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 sowie §10 (2) des Bundes-Klimaschutzgesetzes. Berlin, Karlsruhe, Braunschweig: Hg. v. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU). Online verfügbar unter: https://www.bmuv.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/projektionsbericht_2021_bf.pdf.

Plötz, P., Speth, D., Rose, P. (2020): Hochleistungsschnellladenetz für Elektro-Lkw. Kurzstudie im Auftrag des Verbandes der Automobilindustrie (VDA). Hg. v. Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung

(ISI). Online verfügbar unter: <https://publica-rest.fraunhofer.de/server/api/core/bitstreams/8e4ba65c-887b-4338-a3fb-26ad89de936e/content> (11.08.2023).

Redaktion Hannover.de (2023): Artikel. Projekt ALBUS. Region Hannover bekommt Förderbescheid für autonomes Fahren. Bund fördert Projekt für selbstfahrenden Elektro-Bus mit 3,6 Millionen Euro. Hg. v. Hannover.de Internet GmbH (Hannover.de). Online verfügbar unter: <https://www.hannover.de/Leben-in-der-Region-Hannover/Mobilit%C3%A4t/Bus-Bahn/Aktuelle-Meldungen/Region-Hannover-bekommt-F%C3%B6rderbescheid-f%C3%BCr-autonomes-Fahren#> (11.08.2023).

Reisemanagement, V. D. (2023): Statistik. Anzahl der Geschäftsreisen von deutschen Unternehmen in den Jahren von 2004 bis 2022 (in Millionen). Hg. v. Statista. Online verfügbar unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/72112/umfrage/anzahl-der-geschaeftsreisen-seit-2004/> (11.08.2023).

Roeschke, L. (2023): Internetseite. Travel & Hospitality. Report: Business, but Not As Usual Hg. v. Morning Consult. Online verfügbar unter: <https://pro.morningconsult.com/analyst-reports/business-but-not-as-usual> (11.08.2023).

Schade, W., Stich, M., Kleemann, M., Berthold, D., Scherf, C., Krail, M., Brauer, C., Krauß, K., Anstett, P., Walther, C., Waßmuth, V. (2022): Gestaltung des MKS Referenzszenarios für die Periode 2021 bis 2035 (REF-2020). Arbeitspapier im Auftrag des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr.

Schlomann, B., Brunzema, I., Kemmler, A., Bürger, V., Mendelevitch, R. (2022): Methodikpapier zur ex-ante Abschätzung der Energie- und THG-Minderungswirkung von energie- und Klimaschutzpolitischen Maßnahmen. Kurzpapier im Rahmen des Vorhabens «Projektionen zu nationalen und europäischen Energie- und Klimazielen und zu Wirkungen von Einzelmaßnahmen und Maßnahmenprogrammen» im Auftrag des BMWK Hg. v. Öko-Institut e.V. (oeko). Online verfügbar unter: <https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/Ex-ante-Massnahmenbewertung.pdf> (29.10.2022).

Steinbach, J. (2016): Modellbasierte Untersuchung von Politikinstrumenten zur Förderung erneuerbarer Energien und Energieeffizienz im Gebäudebereich. Hg. v. Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (Fraunhofer ISI). Online verfügbar unter: <https://publica-rest.fraunhofer.de/server/api/core/bitstreams/6cc9411e-c0f8-4b58-bed7-bb65ec0ddc4e/content> (11.08.2023).

Stowasser, S., Altun, U., Hartmann, V., Hille, S., Sandrock, S. (2019): Gutachten zur Mobilen Arbeit. Erstellt im Auftrag der Bundestagsfraktion der Freien Demokratischen Partei (FDP). Hg. v. Institut für angewandte Arbeitswissenschaft e. V. (ifaa). Online verfügbar unter: https://www.arbeitswissenschaft.net/fileadmin/Downloads/Angebote_und_Produkte/Publicationen/FDP_Gutachten_Mobile_Arbeit_Finale_Version_15.10.2020.pdf (11.08.2023).

Tagesschau (2023): Entwurf der Ampel: Was steht im Heizungsgesetz? Online verfügbar unter: <https://www.tagesschau.de/inland/innenpolitik/heizungsgesetz-126.html> (17.08.2023).

Tran, C.-A., Haas, C. T., Hammer, S., Völl, S., Schwertberger, W. (2019): EDDI - Elektronische Deichsel - Digitale Innovation. Schlussbericht. Hg. v. Deutsche Bahn AG (DB AG), MAN Truck & Bus SE, Hochschule Fresenius (HS Fresenius). Online verfügbar unter: <https://doi.org/10.2314/KXP:1690637781> (11.08.2023).

UBA (2023a): Internetseite. Emissionsübersichten nach Sektoren des Bundesklimaschutzgesetzes 1990 - 2022. Stand: 15.03.2023.: Hg. v. Umweltbundesamt (UBA). Online verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/treibhausgas-emissionen> (23.03.2023).

UBA (2023b): Internetseite. Mobilität privater Haushalte. Hg. v. Umweltbundesamt (UBA). Online verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/private-haushalte-konsum/mobilitaet-privater-haushalte> (11.08.2023).

UBA (2022): Daten der Treibhausgasemissionen des Jahres 2021 nach KSG. 2022_03_15_trendtabellen_thg_nach_sektoren_v1.0.xlsx. Hg. v. Umweltbundesamt. Online verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/treibhausgas-emissionen>, heruntergeladen 24.03.2022.

Ueckerdt, F., Odenweller, A. (2023): E-Fuels - Aktueller Stand und Projektionen. Hg. v. Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK). Online verfügbar unter: https://www.pik-potsdam.de/members/Ueckerdt/E-Fuels_Stand-und-Projektionen_PIK-Potsdam.pdf (11.08.2023).

VDV (2023): Internetseite. Autonome Busse in Deutschland: Liste & Details der Projekte. Autonome Shuttle-Bus-Projekte in Deutschland. Hg. v. Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV). Online verfügbar unter: <https://www.vdv.de/liste-autonome-shuttle-bus-projekte.aspx> (11.08.2023).

VDV, DB (2022): Präsentation. Abschlussbericht der bundesweiten Marktforschung zum 9-Euro-Ticket. Hg. v. Verband Deutscher Verkehrsunternehmen e. V. (VDV), Deutsche Bahn AG, DB Regio AG. Online verfügbar unter: https://www.vdv.de/deutsche-bahn_vdv_9-euro-ticket-abschlussbericht.pdf?forced=true (08.08.2023).

Wietschel, M., Plötz, P., Dütschke, E., Neuner, F., Tröger, J., Gnann, T. (2023): Diskussionsbeitrag. Eine kritische Diskussion der beschlossenen Maßnahmen zur E-Fuel-Förderung im Modernisierungspaket für Klimaschutz und Planungsbeschleunigung der Bundesregierung vom 28.3.2023. Hg. v. Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung (ISI). Online verfügbar unter: <https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/cce/2023/Diskussionspapier%20final.pdf> (11.08.2023).

WissDienst (2022): Sachstand - Zu den Anforderungen an ein Sofortprogramm bei Überschreitung der Jahresemissionsmenge (§ 8 Abs. 1 Bundes-Klimaschutzgesetz). Hg. v. Wissenschaftliche Dienste des Deutschen Bundestags (WissDienst). Online verfügbar unter: <https://www.bundestag.de/resource/blob/926650/c8940e921f00327aa781c69581b6bcc6/WD-8-082-22-pdf-data.pdf> (17.08.2023).

Wollenteit, U., Günther, M., Heidel, H.-G., Hack, M., Goldmann, C., John, M., Legler, D., Verheyen, R., Horenburg, A., Peters, J., Görlich, V., Garbers, S. (2023): Gutachten zum Verstoß der zuständigen Ministerien und der Bundesregierung gegen die Pflicht zu Vorlage und Beschluss wirksamer Sofortprogramme (§ 8 Abs. 1, Abs. 2 KSG) Online verfügbar unter: [https://www.germanwatch.org/sites/default/files/germanwatch_rechtsgutachten_zu klimaschutzsfortprogrammen_2023.pdf](https://www.germanwatch.org/sites/default/files/germanwatch_rechtsgutachten_zu_klimaschutzsfortprogrammen_2023.pdf) (18.08.2023).

Expertenrat für Klimafragen (ERK)

Seydelstr. 15

10117 Berlin

www.expertenrat-klima.de
