

Einzelmaßnahmenbewertung des Klimaschutzso- fortprogramms der Bundesregierung 2022

Bericht im Rahmen der wissenschaftlichen Unterstützung Klimapolitik
und Maßnahmenprogramm 2018

Impressum

Einzelmaßnahmenbewertung des Klimaschutzsofortprogramms der Bundesregierung 2022

Projektleitung

Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI

Breslauer Straße 48, 76139 Karlsruhe

Priv.-Doz. Dr. Patrick Plötz, patrick.ploetz@isi.fraunhofer.de

Prof. Dr. Clemens Rohde, clemens.rohde@isi.fraunhofer.de

Beteiligte Institute

ifeu, Wilckensstraße 3, 69120 Heidelberg

IREES, Durlacher Allee 77, 76131 Karlsruhe

Forum Ökologische Soziale Marktwirtschaft, Schwedenstr. 15A, 13357 Berlin

Öko-Institut, Postfach 17 71, 79017 Freiburg

Prognos AG, Goethestr. 85, 10623 Berlin

Verfasst im Auftrag von

Bundesministerium für Energie und Klimaschutz

Scharnhorststr. 34-37, 10115 Berlin

Zitierempfehlung

Plötz, P.; Rohde, C.; Beermann, A.; Blanck, R.; Boettcher, H.; Braungardt, S.; Brugger, H.; Buerck, S.; Bürger, V.; Dünnebeil, F.; Fehrenbach, H.; Fiedler, S.; Harthan, R.; Heining, F.; Helms, H.; Hennenberg, K.; Hermann, H.; Jöhrens, J.; Kasten, P.; Kemmler, A.; Köhler, B.; Köppen, S.; Kreye, K.; Lösch, O.; Mendelewitsch, R.; Piegsa, A.; Repenning, J.; Scheffler, M.; Seefeldt, F.; Steinbach, J.; Stephan, A.; Thamling, N.; Weiß, U.; Weißenburger, B.; Wiegmann, K.; Wietschel, M.; Winkler, J.; Wünsch, N.; Zerkawy, F.; Ziegenhagen, I.; Zerrahn, A. (2022): Einzelmaßnahmenbewertung des Klimaschutzsofortprogramms der Bundesregierung 2022. Karlsruhe, Freiburg, Berlin, Heidelberg: Fraunhofer ISI, Prognos AG, IREES, Öko-Institut und ifeu.

Veröffentlicht

Mai 2022

Hinweise

Dieser Bericht einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Die Informationen wurden nach bestem Wissen und Gewissen unter Beachtung der Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis zusammengestellt. Die Autorinnen und Autoren gehen davon aus, dass die Angaben in diesem Bericht korrekt, vollständig und aktuell sind, übernehmen jedoch für etwaige Fehler, ausdrücklich oder implizit, keine Gewähr. Die Darstellungen in diesem Dokument spiegeln nicht notwendigerweise die Meinung des Auftraggebers wider.

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	7
2	Einleitung, Daten und Methodik	9
2.1	Auftrag und Hintergrund	9
2.2	Zielsetzung und Abgrenzung	9
2.3	Datenbasis	10
2.4	Methodik	11
2.4.1	Bewertung	11
2.4.2	Umrechnung auf KSG-Sektoren.....	11
3	Quantifizierung der Einzelmaßnahmen	13
3.1	Abfallwirtschaft	13
3.1.1	AW 001 Förderung von innovativen Rückbau- und Recyclingtechnologien zur Herstellung von Sekundärbaustoffen	13
3.2	Energiewirtschaft	15
3.2.1	EW 001 Gaia-X Energie-Data-Spaces für die Energiewende	16
3.2.2	EW 002 Energieeffizienzgesetz (EnEfg).....	17
3.2.3	EW 003 Einsparverpflichtung öffentlicher Auftraggeber (Art. 5 EED)	17
3.2.4	EW 004 Fortschreibung Energieforschungsprogramm / Reallabore der Energiewende	18
3.2.5	EW 006 Kampagne zur Information Energiewende-Klimaschutz	19
3.2.6	EW 007 Verpflichtung zur Einführung von Energiemanagementsystemen	19
3.2.7	EW 008 Rechenzentren und Informationstechnik	20
3.2.8	EW 009 Förderung des Aufbaus von großen Elektrolyseuren zur Erzeugung von grünem Wasserstoff	21
3.2.9	EW 010 Reallabore der Energiewende	23
3.2.10	EW 011 EEG-Novelle (EEG 2023).....	24
3.2.11	EW 013 WindSeeG-Novelle (Teil der EnWG-Novelle).....	25
3.2.12	EW 014 KWKG	27
3.2.13	EW 015 EnWG/BBPIG/NABEG-Novelle im Energiesofortmaßnahmenpaket („Osterpaket“)	27
3.2.14	EW 018 Windflächenbedarfsgesetz	28
3.2.15	EW 019 Maßnahmenbündel in der öffentlichen Stromversorgung.....	29
3.3	Gebäude	33
3.3.1	G 001 Richtlinie für die Förderung von Pilotprojekten der Seriellen Sanierung und flankierenden Maßnahmen (Bundesförderung Serielle Sanierung).....	37
3.3.2	G 003 Gesetz für Kommunale Wärmeplanung	38
3.3.3	G 004 Aufbauprogramm Wärmepumpe / Qualifikationsoffensive Wärmepumpe	40
3.3.4	G 005 Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)	42
3.3.5	G 006 65% Erneuerbare beim Einbau neuer Heizsysteme in Neubau und Bestand sowie Neubaustandards	43

3.3.6	G 007 Weiterentwicklung Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG).....	45
3.3.7	G 014 Vorbildfunktion öffentliche Hand	46
3.4	Industrie.....	47
3.4.1	I 001 Investitionsprämie für Klimaschutz und digitale Wirtschaftsgüter ("Superabschreibung")	49
3.4.2	I 002 Bundesförderung Energie- und Ressourceneffizienz in der Wirtschaft (EEW).....	50
3.4.3	I 004 Energieeffizienzanforderungen im Rahmen des BImSchG (u.a. Abwärmennutzungsverpflichtung).....	51
3.4.4	I 005 Maßnahmenbündel Dekarbonisierung in der Industrie	52
3.4.5	I 005a Aufstockung des Förderprogramms Dekarbonisierung in der Industrie - Investitionsförderung	53
3.4.6	I 005b Aufstockung des Förderprogramms Dekarbonisierung in der Industrie - Klimaschutzverträge.....	53
3.4.7	I 005c IPCEI Wasserstoff	54
3.4.8	I 005d Leitmärkte für klimafreundliche Produkte.....	54
3.4.9	I 006 Aufstockung des FP "CO ₂ -Vermeidung und -Nutzung in Grundstoffindustrien" zur Reduktion prozessbedingter Emissionen der Industrie und Kompensation von Restemissionen	55
3.4.10	I 007 Teil a) des Maßnahmenbündels Technologietransfer-Programm Leichtbau (TTP LB) - Ressourceneffizienz und –substitution	55
3.4.11	I 008 Teil b) des Maßnahmenbündels Technologietransfer-Programm Leichtbau (TTP LB) - Neue Konstruktionstechniken und Werkstoffe für eine emissionsarme Industrie	56
3.4.12	I 009 Beschleunigter Aufbau digitaler und datenbasierter Ökosysteme für eine klimaneutrale und wettbewerbsfähige Industrie	57
3.4.13	I 010 Förderprogramm Industrielle Bioökonomie.....	59
3.4.14	I 011 Stärkung der Marküberwachung im Bereich Ökodesign und Energielabel - Maßnahmen gegen Nichtkonformität.....	60
3.4.15	I 012 Ausbau IPCEI Batteriezellfertigung.....	60
3.5	Klimaneutrale Bundesverwaltung	61
3.5.1	kB 001 Klimafreundlicher Fuhrpark des Bundes	61
3.5.2	kB 002 Dienstreisen der Bundesverwaltung (insb. Reduzierung von Flugreisen).....	62
3.5.3	kB 003 CO ₂ -Schattenpreis bei Investitionsentscheidungen und bei der öffentlichen Beschaffung des Bundes	63
3.5.4	kB 004 Änderung des BImA-Errichtungsgesetzes	64
3.5.5	kB 005 Ausbau Erneuerbarer Energien auf Liegenschaften des Bundes	65
3.5.6	kB 006 Forschungs- und Entwicklungsvorhaben Schwellenwerte in der UVP	65
3.6	Landwirtschaft.....	66
3.6.1	LA 001 Ausbau des Ökolandbaus	66
3.6.2	LA 002 Klima- und tiergerechte Nutztierhaltung und nachhaltige Lebensmittelkette.....	67
3.6.3	LA 003 Erhöhung der Energieeffizienz	68
3.6.4	LA 004 Verbesserte Datenverfügbarkeit für den Vollzug bei der landwirtschaftlichen Düngung.....	69
3.7	LULUCF.....	70
3.7.1	LU 001 Mehrung der Waldfläche für Klimaschutz und Biodiversität	71

3.7.2	LU 002 Schaffung artenreicher und klimaresilienter Wälder durch Wiederherstellung und Waldumbau	72
3.7.3	LU 003 Alte naturnahe Buchenwälder schützen	73
3.7.4	LU 004 KlimaWildnis	74
3.7.5	LU 005 Stärkung und Förderung von Stadtbäumen, urbaner Wälder und Waldgärten.....	74
3.7.6	LU 006 Ökologisches Grünflächenmanagement in Kommunen stärken.....	75
3.7.7	LU 007 Förderung von naturnahen Flächen insb. der Agrarlandschaften mit hohem Klimaschutzbeitrag.....	75
3.7.8	LU 008 Finanzielle Anreize für zusätzliche Klimaschutz- und Biodiversitätsleistungen im Wald.....	76
3.7.9	LU 009 Beschleunigung Wiedervernässung von Moorböden.....	76
3.8	Sektorübergreifende Maßnahmen	78
3.8.1	üM 002 Bundesprogramm STARK (Stärkung der Transformationsdynamik und Aufbruch in den Revieren und an den Kohlekraftwerkstandorten).....	79
3.8.2	üM 003 Fortsetzung der Eigenanteilsbefreiung für finanzschwache Kommunen zur Einstellung von Fachpersonal für das Klimaschutz- und Energiemanagement (Klimaschutzmanagement).....	79
3.8.3	üM 004 Einführung der Eigenanteilsbefreiung für finanzschwache Kommunen zur Einstellung von Fachpersonal (Energiemanagement)	81
3.8.4	üM 011 Planungs- und Genehmigungsbeschleunigung.....	82
3.9	Verkehr.....	83
3.9.1	V 001 Kälte-Klima-Richtlinie erweitern um Förderung von Transportkälteanlagen mit halogenfreien Kältemitteln.....	86
3.9.2	V 002 Klimaneutrales Fliegen.....	87
3.9.3	V 003 Klimaneutrales Schiff	87
3.9.4	V 004 Bundesfinanzhilfen Ausbau Landstromanlagen.....	88
3.9.5	V 005 Maritimes Forschungsprogramm	88
3.9.6	V 008 Steuerliche Anreize für E-PKW	89
3.9.7	V 009 Sonder-Afa für rein elektrische (BEV) Firmenwagen (Pkw).....	90
3.9.8	V 010 Novelle Umweltbonus (Pkw)	91
3.9.9	V 011 Förderung kommunale und gewerbliche Flotten.....	93
3.9.10	V 012 Kommunikation und Informationsstand erhöhen zu Antriebstechnologien	94
3.9.11	V 013 Überarbeitung Masterplan Ladeinfrastruktur	95
3.9.12	V 014 Novelle der CO ₂ -Flottenzielwerte für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge (FF55-Vorschlag der EU-Kommission)	95
3.9.13	V 015 Verordnung zum Aufbau einer Infrastruktur für alternative Kraftstoffe - AFIR (Pkw & LNF).....	97
3.9.14	V 016 Weiterentwicklung Lkw-Maut (Verkehr).....	97
3.9.15	V 017 Mautbefreiung des Vor- und Nachlaufs im Kombinierten Verkehr (Verkehr)	100
3.9.16	V 018 Erweiterung Elektro-Lkw-Förderung (Verkehr).....	101
3.9.17	V 019 Ausweitung Busförderung.....	102
3.9.18	V 020 Förderung Sonderfahrzeuge ausweiten	104
3.9.19	V 021 Förderung Effizienzmaßnahmen Trailer.....	104

3.9.20	V 022 Stärkung Innovationskorridore und Autobahn GmbH.....	105
3.9.21	V 023 Grundnetz an öffentlicher Infrastruktur für BEV-Lkw und H2-Lkw	106
3.9.22	V 024 Förderung von Ladeinfrastruktur an Depots, Betriebshöfen und Hubs.....	107
3.9.23	V 025 Novellierung Flottenzielwerte SNF	107
3.9.24	V 026 AFIR (SNF).....	108
3.9.25	V 027 Investitionshochlauf Bedarfsplan.....	108
3.9.26	V 028 Stärkung Schienengüterverkehr	109
3.9.27	V 029 Digitalisierungspaket Schiene.....	110
3.9.28	V 030 Fortführung Trassenpreisförderung SPFV	111
3.9.29	V 031 Attraktive Bahn zur Reduktion von Kurzstreckenflügen	111
3.9.30	V 032 Stärkung KV-Terminals	112
3.9.31	V 033 Verlagerung von Postflügen.....	112
3.9.32	V 034 Dumpingpreise Flüge verhindern.....	112
3.9.33	V 035 Verlagerung Güterverkehre auf Wasserstraße	113
3.9.34	V 036 Ausbauoffensive Radverkehr und Fußverkehr	113
3.9.35	V 037 Kommunale Handlungsspielräume erweitern.....	114
3.9.36	V 038 Ausbau- und Qualitätsoffensive ÖPNV.....	115
3.9.37	V 039 Vorbereitung Reaktivierung von Strecken	116
3.9.38	V 040 Erneuerbare Kraftstoffe - Nationale Umsetzung der RED II.....	117
3.9.39	V 041 Förderung alternative Antriebe Schiene erweitern.....	119
3.9.40	V 044 Programm Drohnen statt Hubschrauber	120
3.9.41	V 045 Klimafreundliche Flughäfen und Verfahren	120
3.9.42	V 046 Berufliche Wege vermeiden	121
3.9.43	V 047 Digitalisierung kommunaler Verkehrssysteme & Mobilitätsdaten verbessern.....	122
3.9.44	V 048 Forschung zur Anwendung von KI-Methoden, Förderung Automatisierung.....	123
3.9.45	V 049 Unterstützung nachhaltige urbane Mobilitätspläne	124
3.9.46	V 050 Fortführung Förderung betriebliches Mobilitäts- management.....	125
3.9.47	V 051 Informationsstand zu alternativen Antrieben bei Pkw und NfZ erhöhen	125
3.9.48	V 052 EEG-Umlage auf Null absenken	125
3.9.49	V 053 Planungs- und Genehmigungsbeschleunigung.....	125
3.9.50	V 054 Erzeugung erneuerbare Energien an Verkehrsinfrastruktur ermöglichen	126
4	Gesamtwirkung	127
4.1	Überblick	127
4.2	Sektorale Diskussion.....	128
4.3	Mögliche Auswirkungen veränderter Energie- und CO ₂ -Preise.....	130
4.4	Fazit.....	134
5	ANHANG	135
6	Quellen	138
	Tabellenverzeichnis.....	139

1 Zusammenfassung

Auftrag, Hintergrund und Zielsetzung

Im vorliegenden Gutachten erfolgt im Auftrag des BMWK in sehr kurzer Frist eine Bewertung einer großen Zahl von vorgeschlagenen Klimaschutzmaßnahmen hinsichtlich der Plausibilität der dort abgeschätzten Treibhausgas (THG)-Minderung. Von Mitte Februar bis Mitte März haben die Gutachter:innen insgesamt 135 Maßnahmenvorschläge aus sieben Ressorts erhalten. Davon wurde für 73 Maßnahmen eine THG-Minderung angegeben. Die Maßnahmen verteilen sich auf neun Themenbereiche (Abfallwirtschaft, Energiewirtschaft, Gebäude, Industrie, klimaneutrale Bundesverwaltung, Landwirtschaft, LULUCF, Sektor-übergreifend, Verkehr), die in einem oder mehreren Sektoren nach Klimaschutzgesetz (KSG) wirken. Für die Bewertung standen den Gutachter:innen 0,5 – 1,4 Tage pro Maßnahme zur Verfügung. **Ziel des vorliegenden Gutachtens ist eine erste und vorläufige Einzelmaßnahmenbewertung der vorgeschlagenen Maßnahmen für das Klimaschutzsofortprogramm auf Basis der den Gutachter:innen vorliegenden Informationen.** Die Bewertung im vorliegenden Gutachten ist eine Ex-ante-Bewertung und erfolgt als Betrachtung jeder Einzelmaßnahme im Vergleich zu einer Referenzentwicklung ohne diese Maßnahme. Als Referenz werden dabei die Maßnahmen und Emissionsfaktoren des Projektionsberichts 2021 für Deutschland zugrunde gelegt.

Kernergebnisse

Es wurden die THG-Minderungswirkungen der quantifizierten Einzelmaßnahmen in den einzelnen Sektoren des KSG laut Abschätzung aus den Ressorts geprüft und eigene Abschätzungen der Gutachter durchgeführt. Dabei sind auch Sektor-übergreifende Wirkungen berücksichtigt wie bspw. im Sektor Energiewirtschaft anfallende Mehremissionen aufgrund Brennstoffwechsels. Mögliche Minderemissionen durch Interaktionen und Überlappungen der Maßnahmen innerhalb eines Sektors sind in den folgenden Abschätzungen näherungsweise durch Interaktionsfaktoren berücksichtigt. Die reale Netto-Minderungswirkung kann dadurch in der Regel etwas niedriger ausfallen als die Summen der Einzelwirkungen.

Die Gesamtwirkung der Maßnahmen im Sektor **Energiewirtschaft** beträgt ca. 27 Mt CO_{2äq} im Jahr 2030 und hängt maßgeblich von dem beschleunigten Ausbau der erneuerbaren Energien (Maßnahme *EEG-Novelle (EEG 2023)*, Kapitel 3.2.10, bzw. ihre Quantifizierung im Rahmen der *Maßnahmenbündel in der öffentlichen Stromversorgung*, Kapitel 3.2.15) und dem damit verbundenen deutlichen Rückgang der Kohleverstromung bis 2030 ab. Der weitaus größte Teil des quantifizierten Emissionsrückgangs geht hierauf zurück. Größere Interaktionseffekte zwischen Maßnahmen innerhalb des Sektors sind nicht relevant. Jedoch sind die teilweise unterstützenden Maßnahmen *Windflächenbedarfsgesetz* (Kapitel 3.2.14) und *WindSeeG-Novelle* (Kapitel 3.2.11) von zentraler Bedeutung, um die Ausbauziele tatsächlich zu erreichen.

Für den Sektor **Gebäude** beträgt hier die summierte Wirkung der Maßnahmen ca. 35 Mt CO_{2äq} im Jahr 2030, allerdings ist der Einfluss von Interaktionen hier nennenswert. Die vorliegenden Maßnahmen im Gebäudesektor wirken meist auf dieselben Zielgruppen und dieselben Handlungsbereiche ein und beeinflussen die Handlungsweise der Zielgruppen. Methodisch wird dieser Interaktion über eine Effektbereinigung auf der Ebene von Maßnahmenbündeln begegnet. Unter Berücksichtigung dieses Interaktionseffektes wäre die Gesamtwirkung der Gebäudemassnahmen im Jahr 2030 mit 23 Mt CO_{2äq} ca. 12 Mt CO_{2äq} geringer als in der Summe der Einzelwirkungen.

Im **Verkehr** wurde ein Teil der Maßnahmen durch das verantwortliche Ressort mittels integrierter Modellierung quantifiziert. Die dahinterstehende Parametrisierung war den Gutachter:innen weitgehend transparent. Bei einigen wesentlichen Parametern kommen die Gutachter:innen gegenüber

den Ressortangaben zu abweichenden Einschätzungen, so dass die gutachterlich bestätigten THG-Minderungen hier geringer ausfallen. Zahlreiche Maßnahmen im Verkehr sind für eine quantitative (und teilweise auch für eine qualitative) Bewertung nicht ausreichend beschrieben, insbesondere fehlen teilweise Informationen zur genauen Maßnahmenausgestaltung. In diesen Fällen ist eine belastbare Quantifizierung von THG-Minderungen nicht möglich oder es kann nur eine verringerte Wirkung angenommen werden. In Summe erscheint eine Minderungswirkung von knapp 20 Mt CO₂ im Jahr 2030 gegenüber der Referenz plausibel.

In der **Industrie** sind es vor allem das Maßnahmenbündel zu Dekarbonisierung der Industrie (Förderprogramms „Dekarbonisierung in der Industrie“, Klimaschutzverträge, IPCEI Wasserstoff und Leitmärkte für klimafreundliche Produkte) und das Technologietransfer-Programm Leichtbau, die zusammen ca. drei Viertel der gutachterlich bewerteten THG-Minderung im Jahr 2030 ausmachen. Eine erhebliche Unsicherheit besteht in der zukünftigen Entwicklung des ETS-Preises, der bei Realisierung eines Mindestpreises und hoher Preise insgesamt zu zusätzlichen THG-Minderungen in der Industrie führen kann.

Die im Rahmen dieses Berichtes dargestellten Abschätzungen der Maßnahmenwirkungen beinhalten nicht **die Auswirkungen des Ukrainekrieges** auf die Rohstoffverfügbarkeit und die Energiepreise. Anders als bei langfristig geplanten und wirksamen Preis- oder Mengeninstrumenten wie einem CO₂-Preis oder einem Emissionshandel ist die Wirkung des aktuellen Schockereignisses weder in seiner Dauer noch in seiner Intensität aktuell abschätzbar. Im Bereich der privaten Haushalte kann schon heute eine deutlich verstärkte Nachfrage nach alternativen Heizungssystemen - insbesondere Wärmepumpen - und Photovoltaikanlagen beobachtet werden. Ursächlich hierfür ist in vielen Fällen nicht der aktuelle Gaspreis, da die Vielzahl der Verbraucher auf Grund von Preisbindungen in ihren Lieferverträgen noch nicht unmittelbar betroffen ist, sondern ein erwartetes höheres Preisniveau. Auch die öffentlich diskutierten Maßnahmen zur Verhaltensänderungen (bspw. zur Temperaturabsenkung) können mindestens kurzfristig einen deutlichen Effekt auf den Energieverbrauch entfalten. Ebenso ist in der Industrie zu beobachten, dass der schon seit einigen Jahren zu beobachtende Trend, die Reduktion von CO₂-Emissionen als strategisch anzugehendes Thema zu begreifen, massiv verstärkt wird. Der motorisierte Individualverkehr ist stark von individuellem Verhalten geprägt. Hier sind bei hohen Preissignalen auch entsprechende kurzfristige Änderungen im Verhalten möglich. Langfristig kann ein hoher Preis für Benzin und Diesel auch die Nachfrage nach alternativen Antrieben bei Investitionsentscheidungen befördern.

Fazit

Das vorgelegte und hier begutachtete Maßnahmenbündel kann zu einer substantiellen Minderung der THG-Emissionen in Deutschland führen. Nach Einschätzung der Gutachter:innen liegt die Summe der Einzelwirkungen bei einer Reduktion der THG-Emissionen um ca. 137 Mt CO₂ im Jahr 2030 und bei ca. 124 Mt CO₂ wenn Wechselwirkungen zwischen den Maßnahmen berücksichtigt werden. Trotz des begrenzten zeitlichen Rahmens für die Erarbeitung der Bewertung und der noch nicht feststehenden Maßnahmendetails ist dies eine deutliche Indikation für die Wirkung des Gesamtpaketes. Trotz der erheblichen Minderungswirkungen deutet die Analyse zumindest in einigen Sektoren auf eine Zielverfehlung nach KSG hin.

2 Einleitung, Daten und Methodik

2.1 Auftrag und Hintergrund

Im Rahmen der wissenschaftlichen Unterstützung Klimapolitik und Maßnahmenprogramm 2018 begleitet das hier vertretende Konsortium des Fraunhofer Institutes für System- und Innovationsforschung ISI, ifeu – Institut für Energie und Umwelt Heidelberg, IREES GmbH – Institut für Ressourceneffizienz und Energiestrategien, Forum Ökologisch-soziale Marktwirtschaft, Öko-Institut e. V. (Institut für angewandte Ökologie) sowie Prognos AG die Bundesregierung in der Bewertung von Klimaschutzmaßnahmen. Im Rahmen des Projektes erfolgte in sehr kurzer Frist eine Bewertung der Plausibilität der abgeschätzten THG-Minderung von vorgeschlagen Klimaschutzmaßnahmen. Die Gutachter:innen sind weder für die Maßnahmenvorschläge selbst noch für deren politische Umsetzbarkeit verantwortlich.

Von Mitte Februar bis Mitte März haben die Gutachter:innen Maßnahmenvorschläge aus sieben Ressorts erhalten. Für die Bewertung standen den Gutachter:innen rund 0,5 – 1,4 Tage pro Maßnahme zur Verfügung. Dies beinhaltet die Sichtung der Maßnahmenbeschreibung und - wo vorhanden - der Wirkungsabschätzungen und Begleitdokumente. Hinzu kamen Rücksprachen mit den Ressorts, Rücksprachen mit externen Gutachtern, eigene Rechnungen, eigene qualitative und teilweise quantitative Bewertungen sowie die Erstellung des Berichts. Die Aussagen und der Umfang der Analysen in diesem Gutachten sind zwingend vor diesem zeitlichen Hintergrund und dem Auftrag der Einzelmaßnahmenbewertung (anstelle einer umfassenden integrierten Modellierung) zu sehen und zu bewerten. Kurz: Dieses Gutachten ist eine erste Einschätzung der Wirkung der Maßnahmenvorschläge im Lichte vieler Unsicherheiten und nur teilweise eine zusammenfassende Bewertung. Es ist keine integrierte Modellierung, wie sie beispielsweise im Rahmen des Projektionsberichtes erfolgt, hierfür waren weder die Informationen noch der zeitliche Rahmen ausreichend.

2.2 Zielsetzung und Abgrenzung

Ziel des vorliegenden Gutachtens ist eine erste und vorläufige Einzelmaßnahmenbewertung der vorgeschlagenen Maßnahmen für das Klimaschutzsofortprogramm auf Basis der den Gutachter:innen vorliegenden Informationen. Die Gutachter:innen haben zwar ergänzend Gespräche mit Fachressorts geführt, aber letztendlich können die Maßnahmen nur anhand der vorliegenden Informationen bewertet werden: Für viele Maßnahmen sind Details der Ausgestaltung in den vorliegenden Informationen nicht so weit festgelegt, dass eine detaillierte Bewertung möglich wäre.

Nicht Ziel dieses Kurzgutachten und im verfügbaren Zeitrahmen auch nicht möglich waren

- eine volle integrierte Modellierung inkl. der Berücksichtigung aller Wechselwirkungen von Maßnahmen innerhalb eines Sektors oder zwischen den Sektoren (letzteres wurde hier nur vereinfachend vorgenommen)¹,
- eine umfassende Modellierung einzelner Maßnahmen,
- eine umfangreiche Auswertung von Literatur zu vergleichbaren Wirkungsabschätzungen,

¹ Eine Minderung der Gesamtwirkung durch die Interaktion von Maßnahmen innerhalb eines Sektors wurde durch Interaktionsfaktoren, wie in der Ex-Ante-Maßnahmenbewertung üblich, näherungsweise abgebildet, vgl. Schломann et al. (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 BMWi (AP 1.2). Unveröffentlicht.

- eine umfängliche Diskussion, wie die vorgeschlagenen Maßnahmen noch ausgestaltet werden könnten.

Wo im gegebenen Rahmen möglich, geben die Gutachter:innen jedoch Hinweise, welche Auswirkung eine Berücksichtigung der Wechselwirkungen zwischen einzelnen Maßnahmen hätte oder welche Minderungswirkung bei unterschiedlichen Ausgestaltungsoptionen plausibel erscheint.

2.3 Datenbasis

Die Quantifizierung in diesem Bericht basiert auf von den Ressorts zur Verfügung gestellten Daten. Die Datenabfrage bei den Ressorts erfolgte Mitte Januar 2022. Daten und weitere Informationen wurden ab Mitte Februar bis Mitte März 2022 übermittelt und bei der Erstellung des Berichts berücksichtigt. Die übermittelten Daten beinhalten eine Maßnahmen-ID, einen Maßnahmen-Titel, in der Regel eine Kurzbeschreibung, teilweise Angaben zur THG-Minderung und Finanzbedarfe sowie für einige Maßnahmen auch weitere Hintergrunddokumente.

Insgesamt wurden 135 Maßnahmen gemeldet. Davon wurde für 73 Maßnahmen, d.h. etwas über die Hälfte, eine THG-Minderung angegeben. Die Maßnahmen wurden von sieben Ressorts gemeldet. Sie verteilen sich auf neun Themenbereiche (siehe Tabelle 2), die in einem oder mehreren Emissionssektoren nach KSG wirken. Nicht alle ursprünglich betrachteten Maßnahmen wurden weiterverfolgt, da es Überschneidungen, Anpassungen, aber auch Ergänzungen der Maßnahmen gab. Das vorliegende Gutachten enthält nur noch die Maßnahmen, die Gegenstand des finalen Klimaschutzsofortprogramms sein sollen.

Tabelle 1: Anzahl der Maßnahmen nach Themenfeld

Themenfeld	Anzahl Maßnahmen
Abfallwirtschaft	2
Energiewirtschaft	19
Gebäude	14
Industrie	16
klimate neutrale Bundesverwaltung	6
Landwirtschaft	4
LULUCF	9
Sektor-übergreifend	11
Verkehr	54
Gesamt	135

Quelle: Eigene Darstellung.

2.4 Methodik

2.4.1 Bewertung

Die Bewertung im vorliegenden Gutachten ist eine Ex-ante-Bewertung und erfolgt als Betrachtung jeder Einzelmaßnahme im Vergleich zu einer Referenzentwicklung ohne diese Maßnahme. Als Referenz wird konsistent mit §10 Abs. 2 KSG das Mit-Maßnahmen-Szenario (MMS) des Projektionsberichts 2021 verwendet.²

Bei der angegebenen Maßnahmenwirkung wurde prinzipiell unterschieden zwischen Bruttowirkungen, um Effekte bereinigte Nettowirkungen auf Einzelmaßnahmenebene (wie Mitnahme- oder Spillover-Effekte, im Folgenden bezeichnet als Netto1-Wirkung) sowie Nettowirkungen unter Berücksichtigung von Wechselwirkungen zwischen Maßnahmen eines Sektors (Netto2-Wirkung) unterschieden. Die Angaben zur erwarteten Treibhausgasminderungswirkung sollten für „jährlich neue“ und „jährlich addierte“ Einsparungen erfolgen.³ Allerdings waren aufgrund der Komplexität dieser Anforderungen und zahlreicher bestehender Unsicherheiten die diesbezüglichen Meldungen der Ressorts uneinheitlich. Aus diesem Grund wurde von den Gutachter:innen folgende Priorisierung bei der Ausweisung der Einsparungen vorgenommen: Netto 2 (wenn vorhanden), sonst Netto 1 (wenn vorhanden) oder Brutto (soweit keine Nettowerte vorhanden). Diese Werte werden in den Tabellen in diesem Dokument in dieser Priorisierung ausgewiesen, sofern nicht anders angegeben.

Es ist nochmals darauf hinzuweisen, dass es sich hier um eine Einzelmaßnahmenbewertung und keine integrierte Modellierung der Maßnahmenwirkungen handelt. Eine integrierte Modellierung war auf Grund des knappen Zeitrahmens nicht möglich. Sie wäre aber zum derzeitigen Zeitpunkt auch noch nicht sinnvoll gewesen, da die Maßnahmen noch in der Entwicklung sind und im weiteren politischen Prozess noch Anpassungen erfahren können. Dennoch erscheint eine erste Gesamtab-schätzung der Minderungswirkung der vorgeschlagenen Maßnahmen zu einem frühen Zeitpunkt, wie sie hier vorgenommen wurde, wichtig für den weiteren Prozess der Finalisierung des Klimaschutzsofortprogramms. Um zumindest eine erste Einschätzung zur Relevanz von Interaktionseffekten zu erhalten, werden im vorliegenden Gutachten immer dort, wo es methodisch möglich ist, Hinweise zu möglichen Wechselwirkungen gegeben, sofern möglich und sinnvoll auch näherungsweise quantitativ.

2.4.2 Umrechnung auf KSG-Sektoren

Für einen Vergleich der im Gutachten abgeschätzten THG-Minderungswirkungen mit den nationalen Klimaschutzzielen für 2030 und den jährlichen Minderungszielen durch die Vorgabe von Jahresemissionsmengen nach § 4 Abs. 1 KSG ist eine Umrechnung der im Gutachten angegebenen Wirkungen nach Themenfeldern auf die Sektoren des KSG notwendig. Da es sich im vorliegenden Gutachten nur um eine Einzelmaßnahmenbewertung handelt, ist dies insbesondere aufgrund von Wechselwirkungen zwischen den Sektoren jedoch nur näherungsweise möglich. Ein bei vielen Maßnahmen auftretender Fall ist der Brennstoffwechsel, wenn beispielsweise Erdgaskessel durch Wärmepumpen ersetzt werden und THG-Minderungen im Sektor Gebäude Mehremissionen in der Energiewirtschaft gegenüberstehen. Die Gutachter:innen haben dennoch eine erste Aufteilung der

² Vgl. Repenning et al. (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. https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/projektionsbericht_2021_bf.pdf

³ Vgl. zur Methodik der ex-ante-Bewertung Schломann et al. (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 BMWi (AP 1.2). Unveröffentlicht.

THG-Wirkung pro Maßnahme auf die Sektoren des KSG vorgenommen, die jedoch aufgrund der methodischen und datenseitigen Limitierungen mit Unsicherheiten verbunden ist (vgl. Anhang A).

Die Abgrenzung der Sektoren des Klimaschutzgesetzes unterscheiden sich dabei in ihrer Abgrenzung von den Sektoren der Energiebilanz und können auch bei gleichem Namen einen deutlich abweichenden Geltungsbereich haben.

Die Emissionen in den Sektoren des Klimaschutzgesetzes werden gemäß dem Quellenprinzip dort bilanziert, wo sie anfallen. Das bedeutet, dass die Emissionen im Industriesektor im Sinne des Klimaschutzgesetzes nur die direkten Emissionen in diesem Sektor umfassen, während die indirekten Emissionen durch Strom oder Fernwärmenutzung im Umwandlungssektor bilanziert werden. Der Gebäudesektor umfasst die brennstoffseitigen Emissionen der Verbrauchssektoren GHD und private Haushalte. Daraus ergibt sich, dass durch Maßnahmen, die in der Industrie, dem GHD Sektor oder den privaten Haushalten durchgeführt werden, substantielle Einsparungen in der Energiewirtschaft erzielt werden.

3 Quantifizierung der Einzelmaßnahmen

In diesem Kapitel werden die Maßnahmen sortiert nach Themenfeldern einzeln bewertet.

3.1 Abfallwirtschaft

In der Abfallwirtschaft wurden ursprünglich zwei Maßnahmen gemeldet von denen eine nicht mehr im aktuellen Programmentwurf enthalten ist.

Tabelle 2: Maßnahmen in der Abfallwirtschaft

ID	Maßnahmentitel
AW 001	Förderung von innovativen Rückbau- und Recyclingtechnologien zur Herstellung von Sekundärbaustoffen

Quelle: Eigene Darstellung.

Folgende Tabelle zeigt die angegebene von den Ressorts ursprünglich ausgewiesene Wirkungsabschätzung („Ressorts“) und die laut Gutachtern dieses Berichts plausible konservative Wirkung. („Lt. Gutachten“).

Tabelle 3: Wirkung der bewerteten Maßnahmen in der Abfallwirtschaft

ID	Maßnahmentitel / Netto THG Einsparung [Mio. t CO ₂ -Äq.]	Netto THG Einsparung [Mio. t CO ₂ -Äq.]								
		2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
AW 001	Förderung von innovativen Rückbau- und Recyclingtechnologien zur Herstellung von Sekundärbaustoffen									
Ressort		0,00	0,00	0,02	0,04	0,08	0,12	0,16	0,20	0,20
Lt. Gutachten		0,00	0,00	0,02	0,04	0,08	0,12	0,16	0,20	0,20

Quelle: Eigene Darstellung.

3.1.1 AW 001 Förderung von innovativen Rückbau- und Recyclingtechnologien zur Herstellung von Sekundärbaustoffen

Beschreibung

Der Koalitionsvertrag der Bundesregierung führt im Kapitel „III. Klimaschutz in einer sozial-ökologischen Marktwirtschaft“ im Unterkapitel „Rohstoffe, Lieferketten und Freihandel“ ausgeführt (Zeile 1050 f.) zum Thema des Recyclings wie folgt aus: „Wir wollen das ökonomische und ökologische Potenzial des Recyclings umfassend nutzen, den Ressourcenverbrauch senken und damit Arbeitsplätze schaffen (Produktdesign, Rezyklat, Recycling).“ Weiter wird im KoA in dem Unterkapitel „Umwelt- und Naturschutz“ festgelegt (Zeile 1338 f.): „Wir haben das Ziel der Senkung des primären Rohstoffverbrauchs und geschlossener Stoffkreisläufe.“ In Bezug auf die Bauwirtschaft ist im Kapitel „IV. Respekt, Chancen und soziale Sicherheit in der modernen Arbeitswelt“ Unterkapitel „Bauen und Wohnen“ festgelegt (KoA, Zeile 3012 ff), mit welchen Maßnahmen auch im Gebäudebereich eine Kreislaufwirtschaft erreicht werden soll, u.a. indem innovativen Materialien, Technologien und Start-ups Markteintritt und Zulassungen erleichtert werden sollen.

Um den primären Rohstoffverbrauch der Bauwirtschaft zu senken, müssen weitere Schritte zur Schließung von Stoffkreisläufen angestrebt werden. Hierbei ist es wichtig, dass möglichst alle Baustoffe, die bei Um- oder Rückbauaktivitäten an Gebäuden und im Verkehrswegebau anfallen, wieder dem Baustoffkreislauf zugeführt werden, es sei denn, in den Baustoffen vorhandene Schadstoffe

sprechen gegen eine Rückführung in den Kreislauf. Der selektive Rückbau ermöglicht eine möglichst sortenreine Rückgewinnung der ursprünglichen Baustoffe und eine gezielte Ausschleusung von Schadstoffen. Deshalb ist eine Vorerkundung vor jedem Rückbau gekoppelt mit einem Rückbaukonzept und selektiver Rückbau der erste Schritt zu einer Schließung von Stoffkreisläufen im Bausektor. Darüber hinaus sind die Weiterentwicklung und Breitenanwendung von neuen, innovativen Recycling-Technologien notwendig, um Schadstoffe selektiv aus Bauabfällen zu entfernen und ein möglichst hochwertiges Recycling der Baustoffe zu ermöglichen. Außerdem können Abfälle und Nebenprodukte aus industriellen Prozessen bei Erfüllung bautechnischer und umweltrelevanter Standards als Sekundärbaustoffe verwendet werden und so Primärbaustoffe ersetzen. Es liegen bereits viele aussichtsreiche Ansätze vor, die Vorerkundung, den selektiven Rückbau und das Recycling bzw. Aufbereiten von Materialien weiter zu verbessern oder neu zu denken. Allerdings befinden sich diese Techniken oft erst im Labor- oder Technikum-Stadium. Gerade im Bereich von KMU fehlen die Mittel, um diese Technologien dann auch im Industriemaßstab zu nutzen und damit eine Verbreitung dieser Technologien zu erreichen.

Mit der Förderung soll das Risiko für Unternehmen gesenkt werden, innovative Vorerkundungs-, Rückbau- oder Recycling/Aufbereitungs-Technologien im Industriemaßstab einzusetzen. Kriterien für die Mittelvergabe sollen ein wesentlicher Beitrag zur Schließung von Stoffkreisläufen, der Ersatz von primären durch sekundäre Rohstoffe und die Einsparung von Treibhausgasemissionen sein. Weitere Kriterien sind die Skalierbarkeit der Maßnahmen und die Größe und Umweltrelevanz der betroffenen Stoffströme.

Mit den Mitteln soll in einem ersten Schritt im Jahr 2022 ein Projektträger beauftragt werden eine Förderrichtlinie zu erstellen und ein Förderprogramm aufzusetzen und zu betreuen. Mit den Verpflichtungsermächtigungen sollen dann entsprechende Projekte gefördert werden.

Bewertung

Die Förderung des erweiterten Einsatzes von Sekundärbaustoffen ist sinnvoll und wichtig. Dies durch geeignete Förderprogramme zu unterstützen erscheint zielführend. Insbesondere die markttransformierende Wirkung eines solchen Programmes ist zentral für die weitere Verbreitung der Nutzung von Sekundärbaustoffen.

Die für die Maßnahme angegebenen Minderungswirkungen sind in ihrer präzisen Höhe nicht unmittelbar nachvollziehbar, erscheinen aber in ihrer Größenordnung für den gewählten Mitteleinsatz plausibel.

3.2 Energiewirtschaft

In der Energiewirtschaft wurden ursprünglich 19 Maßnahmen gemeldet von denen nicht mehr alle im aktuellen Programmentwurf enthalten sind.

Tabelle 4: Maßnahmen in der Energiewirtschaft

ID	Maßnahmentitel
EW 001	Gaia-X Energie-Data-Spaces für die Energiewende
EW 002	Energieeffizienzgesetz (EnEfG)
EW 003	Einsparverpflichtung öffentlicher Auftraggeber (Art. 5 EED)
EW 004	Fortschreibung Energieforschungsprogramm / Reallabore der Energiewende
EW 006	Kampagne zur Information Energiewende-Klimaschutz
EW 007	Verpflichtung zur Einführung von Energiemanagementsystemen
EW 008	Rechenzentren und Informationstechnik
EW 009	Förderung des Aufbaus von großen Elektrolyseuren zur Erzeugung von grünem Wasserstoff
EW 010	Reallabore der Energiewende
EW 011	EEG-Novelle (EEG 2023)
EW 012	BBPIG-Novelle 2022
EW 013	WindSeeG-Novelle (Teil der EnWG-Novelle)
EW 014	KWKG
EW 015	EnWG-Novelle im Osterpaket
EW 018	Windflächenbedarfsgesetz
EW 019	Maßnahmenbündel in der öffentlichen Stromversorgung

Quelle: Eigene Darstellung.

Folgende Tabelle zeigt die angegebene von den Ressorts ursprünglich ausgewiesene Wirkungsabschätzung („Ressorts“) und die laut Gutachtern dieses Berichts plausible konservative Wirkung. („Lt. Gutachten“).

Tabelle 5: Wirkung der bewerteten Maßnahmen in der Energiewirtschaft

ID	Maßnahmentitel / Netto THG Einsparung [Mio. t CO ₂ -Äq.]									
		2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
EW 003	Einsparverpflichtung öffentlicher Auftraggeber (Art. 5 EED)									
Ressort		0,00	0,00	0,59	1,06	1,53	1,98	2,41	2,84	3,25
Lt. Gutachten		0,00	0,00	0,59	1,06	1,53	1,98	2,41	2,84	3,25
EW 007	Verpflichtung zur Einführung von Energiemanagementsystemen									
Ressort		0,00	0,05	0,11	0,16	0,19	0,21	0,23	0,26	0,28
Lt. Gutachten		0,00	0,05	0,11	0,16	0,19	0,21	0,23	0,26	0,28
EW 008	Rechenzentren und Informationstechnik									
Ressort		0,00	0,22	0,23	0,23	0,24	0,77	0,69	0,68	0,60
Lt. Gutachten		0,00	0,22	0,23	0,23	0,24	0,77	0,69	0,68	0,60
EW 009	Förderung des Aufbaus von großen Elektrolyseuren zur Erzeugung von grünem Wasserstoff									
Ressort		0,00	0,00	0,00	0,01	0,23	0,80	1,52	2,46	2,87
Lt. Gutachten		0,00	0,00	0,00	0,01	0,23	0,80	1,52	2,46	2,87

ID	Maßnahmentitel / Netto THG Einsparung [Mio. t CO ₂ -Äq.]									
	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	
EW 010	Reallabore der Energiewende									
Ressort	0,11	0,25	0,39	0,52	0,66	0,79	0,93	1,07	1,20	
Lt. Gutachten	0,11	0,25	0,39	0,52	0,66	0,79	0,93	1,07	1,20	
EW 019 (Bündel EW 011 bis EW 018)	Maßnahmenbündel in der öffentlichen Stromversorgung									
Ressort	0,74	2,69	6,28	10,44	14,55	17,75	24,42	30,00	26,89	
Lt. Gutachten	0,78	2,77	6,47	10,83	15,26	18,75	25,94	31,95	28,97	

Quelle: Eigene Darstellung.

Zur Abschätzung einer Gesamtwirkung aller Maßnahmen dürfen die THG-Einsparungen der Einzelbewertungen nicht addiert werden.

3.2.1 EW 001 Gaia-X Energie-Data-Spaces für die Energiewende

Beschreibung

Mit dieser Maßnahme soll die Erprobung und Weiterentwicklung von Datenräumen im Rahmen des bestehenden Reallabors SmartQuart gefördert werden.

Hierbei soll insbesondere auf die Entwicklung von Redispatch 3.0 abgezielt werden, welche zusätzlich zu Redispatch 2.0 (Prozess zum Schutz von Netzabschnitten durch gezielte Eingriffe in die Erzeugungsleistung von Kraftwerken bzw. Stromerzeugern) nach und nach zusätzliche steuerbare Lasten wie smarte Anlagen, Gebäude, Quartiere und Ladeinfrastrukturen in das Gesamtenergiesystem gemäß den aktuellen Regulatorien und nach Stand der Technik einbindet und damit eine bessere Prognose und Netzführung ermöglicht. Dies ermöglicht es Verbrauch und Erzeugung möglichst genau vorherzusagen, um Netzengpässe bzw. Abschaltungen von EE-Anlagen zu vermeiden und so die Netze stabil zu halten.

Diese Maßnahme soll den Aufbau von circa zehn dezentralen, skalierbaren und intelligenter Energie-Data-Spaces auf Gaia-X-Basis fördern. Es ist geplant den Aufbau der Datenräume in dem existierenden Reallabor SmartQuart zu erproben und weiterzuentwickeln. Vorgesehen ist, für jedes Gebäude und jeden Netzteilnehmer einen Datenraum aufzubauen und diese miteinander zu verbinden. So können Energiefahrpläne aufgestellt werden, die einen optimierten, sicheren und wirtschaftlichen Netzbetrieb ermöglichen. Gaia-X ermöglicht dabei ein hohes Schutzniveau für sensible Daten verbunden mit Transparenz über die Datennutzung.

Bewertung

Die Maßnahme wird grundsätzlich als sinnvoll und wichtig begutachtet. Sie würde es ermöglichen im Rahmen von Pilotprojekten explorativ Datenräume aufzubauen und zu erproben, welche im Anschluss deutlich skaliert werden könnten und perspektivisch eine zentrale Rolle für die Optimierung der dezentralen Energieversorgung spielen werden. Der zusätzliche Förderbedarf in Höhe von 32 Mio. € für zehn Pilotprojekte wird zunächst als realistisch eingeschätzt. Jedoch ist die Maßnahme in vielen Punkten noch nicht weitreichend genug ausformuliert um dies abschließend beurteilen zu können. So sind insbesondere die Systemgrenzen der zu pilotierenden Energie-Data-Spaces noch nicht definiert und damit nicht ersichtlich wieviel Teilnehmende (und damit wie viele Datenräume) pro Pilotprojekt berücksichtigt werden würden. Dies erschwert eine finale Einschätzung des Förderbedarfs.

Minderungswirkungen wurden vom Ressort nicht bereitgestellt, so dass hierzu keine Begutachtung stattfinden konnte. Auch die Gutachter sehen die Schwierigkeit die Maßnahmen mit Minderungswirkungen zu hinterlegen, da es sich auch innerhalb der Pilotprojekte um eine Enabler-Wirkung handelt, welche notwendig jedoch keine hinreichende Voraussetzung für tatsächliche Minderungen ist. Die Minderungswirkungen würden daher ggfs. auch nicht bei dieser, sondern bei den daraus ermöglichten weiteren Maßnahmen bilanziert.

3.2.2 EW 002 Energieeffizienzgesetz (EnEfG)

Beschreibung

"Mit dem Energieeffizienzgesetz sollen wichtige Anforderungen aus der laufenden Novelle der europäischen Energieeffizienzrichtlinie (EED) national umgesetzt werden. Im Einzelnen werden ein

- Energieeffizienzziel für 2030, 2040 und 2045 für Primär- und Endenergie festgelegt,
- der Grundsatz über das Primat der Energieeffizienz für wichtige Investitionsentscheidungen eingeführt,
- eine Energieeinsparverpflichtung von Bund und Länder vorgesehen.
- eine jährliche Einsparpflicht für die öffentliche Hand in Höhe von 1,7 Prozent Endenergie festgelegt,
- eine Auditpflicht und Pflicht zur Durchführung von Energiemanagementsystemen für Unternehmen bestimmt,
- der Aufbau eines Registers für energieeffiziente Rechenzentren sowie die Einführung von Energiemanagementsystemen und Informationspflichten der Betreiber gegenüber Kunden etabliert. "

Bewertung

Die Maßnahme bündelt verschiedene andere Maßnahmen sowie die Umsetzung rechtlicher Anforderungen durch die EU. Die weitergehende Beschreibung der einzelnen Maßnahmenteile, bspw. für die Energieauditpflicht erfolgt in eigenen Maßnahmendokumenten (EW003, EW007, EW008).

Für die Gesamtmaßnahme liegt daher keine eigene Quantifizierung vor.

3.2.3 EW 003 Einsparverpflichtung öffentlicher Auftraggeber (Art. 5 EED)

Beschreibung

Im Rahmen der Novelle der Energieeffizienzrichtlinie schlägt die EU-Kommission die Einführung einer Einsparverpflichtung der Öffentlichen Hand (Art. 5 Energieeffizienz-Richtlinie) vor. Der Vorschlag der EU-Kommission ist bislang nicht rechtskräftig und basiert auf folgenden Annahmen: Die von der EU-Kommission vorgeschlagene Verpflichtung betrifft Liegenschaften, Fuhrpark, Dienststreifen der Öffentlichen Verwaltung, Krankenhäuser und Alten-/Pflegeheime sowie den ÖPNV. Nach aktuellem Stand ist mit einer Umsetzung ab dem 1. Januar 2024 in Deutschland zu rechnen.

Die genaue Abgrenzung der öffentlichen Hand und des damit verbundenen Energieverbrauchs ist Gegenstand eines derzeit laufenden Projektes des BMWK. Ergebnisse werden im Sommer 2022 erwartet.

Bewertung

Es handelt sich um die Umsetzung von (zu erwartendem) EU-Recht. Da es sich um ein Top-Down definiertes Einsparziel für einen Bereich handelt, besteht eine starke Überschneidung mit anderen Maßnahmen. Die Stärkung der Vorbildfunktion der öffentlichen Hand ist ein wichtiger Baustein im Instrumentenmix.

Die vorliegende Abschätzung der Einsparwirkung basiert teilweise auf groben Schätzungen und älteren Datengrundlagen. Einzelne Energieverbrauchsbereiche (Fuhrpark, Dienstreisen) sind noch nicht in den Zahlen enthalten.

Es handelt sich um eine obere Abschätzung, die simuliert, wenn die 1,7% Vorgabe in allen EEV Bereichen konsequent umgesetzt wird.

Die konkreten Maßnahmen, die diesen Zielpfad sicherstellen, bedürfen der weiteren Ausgestaltung.

Ein für die Abschätzung angenommene Energieverbrauch der öffentlichen Hand von ca. 350 PJ ist in einer realistischen Größenordnung. Unter der Annahme, dass das Einsparziel erreicht wird, sind auch die entsprechend abgeleiteten Energieeinsparungen plausibel. Da sich der Geltungsbereich auf einen substantiellen Teil des Endenergieverbrauchs erstreckt, der auch von weiteren Instrumenten adressiert wird und auch den autonomen Fortschritt beinhaltet, liegt die Nettowirkung mutmaßlich deutlich unter den angegebenen Werten. Eine genaue Abschätzung hierzu ist jedoch auf Grund des bislang unklaren Geltungsbereichs der Maßnahme nicht möglich.

3.2.4 EW 004 Fortschreibung Energieforschungsprogramm / Reallabore der Energiewende

Beschreibung

Im Rahmen dieser Maßnahme soll das existierende Energieforschungsprogramm fortgeschrieben werden und zu einem integrierten Programm Energiewende und Klimaschutz erweitert werden. Das geplante Forschungsprogramm soll innovative Technologien zur Erreichung des Zielbilds "klima-neutrales Energiesystem 2045" adressieren. Im Fokus soll die Beschleunigung des Innovationstransfers, vor allem durch zielgerichtete Weiterentwicklung der Reallabore der Energiewende, und die anwendungsnahe Projektförderung in Kernbereichen der Energiewende und des Klimaschutzes stehen. Es werden keine THG-Einsparungen quantifiziert.

Bewertung

Die Maßnahme ist wichtig, da sie das Maßnahmenpaket im Bereich der Energiewirtschaft ergänzt und durch die Förderung der anwendungsnahe Forschung und Reallabore den Transfer von Forschung zur Implementierung der Technologie beschleunigen kann. Neben dem Technologie- und Innovationstransfer kann durch die Maßnahme der technologische Reifegrad der Innovationen erhöht, Hürden (technisch, wirtschaftlich, rechtlich, sozial etc.) identifiziert und abgebaut werden und Bewusstsein für technologische Veränderung und Akzeptanz geschaffen werden.

Eine Quantifizierung von THG-Einsparungen ist nicht möglich bzw. sinnvoll, da allgemeine Forschung im Bereich der technologischen Innovation eine kumulative Wirkung auf die Entstehung von technischen Innovationen hat und dieser Effekt typischerweise erst mittel- bis langfristig zu Einsparungen führen kann. THG-Einsparungen durch die Reallabore finden sich in dem Maßnahmenvorschlag EW 010 (Reallabore der Energiewende). Die Maßnahme kann nicht abschließend bewertet werden, da die Ausgestaltung und die Finanzbedarfe nicht abschließend feststehen.

3.2.5 EW 006 Kampagne zur Information Energiewende-Klimaschutz

Beschreibung

Vorgeschlagen wird eine Transformation der Informations- und Kommunikationskampagne (www.machts-effizient.de) zu einer Energiewende- und Klimaschutz-Kampagne. Das Thema Energieeffizienz soll in den größeren Kontext des grundlegenden Umbaus unserer Energiewirtschaft gestellt, um das Generationenprojekt „Energiewende“ öffentlich zu bewerben. Es sollen Zusammenhänge der Energiewende und des Klimaschutzes geschärft werden und Alle sollen motiviert und mobilisiert werden unter dem Motto: "Ich mache mit!" Dabei berücksichtigt werden sollen auch spezielle Informationen zu Energieeinsparmaßnahmen für einkommensschwache Haushalte, Erneuerung von Heizungsanlagen (Heizungskellerkampagne) sowie Informationen zum Nutzen des hydraulischen Abgleichs bei Heizungserneuerung (investive Förderung über BEG). Bereits bestehende Elemente der jetzigen Kampagne [machts-effizient.de](http://www.machts-effizient.de) sollen weitergenutzt und ausgebaut werden (Webseite und Hotline, Dialogangebote, Schaltungen in den Medien). Eine Quantifizierung der Maßnahme ist nicht möglich und nicht erfolgt (reine Informationsmaßnahme und keine Förderung investiver Maßnahmen damit verbunden).

Bewertung

Als begleitende informatorische Maßnahme ist es wichtig, Energieeffizienz in den Kontext der Energiewende und des Klimaschutzes zu stellen. Eine Quantifizierung der Maßnahme ist nicht möglich und nicht erfolgt (reine Informationsmaßnahme und keine Förderung investiver Maßnahmen damit verbunden).

3.2.6 EW 007 Verpflichtung zur Einführung von Energiemanagementsystemen

Beschreibung⁴

Im derzeit bestehenden Ordnungsrahmen sind große Unternehmen (nicht KMU) nach Art. 8 EED verpflichtet, regelmäßig einen Energieaudit durchzuführen. Alternativ kann diese Verpflichtung auch durch die Einführung eines Energiemanagementsystems (EMS) oder eines Umweltmanagementsystems erfüllt werden. Im Rahmen von Spitzenausgleich und besonderer Ausgleichsregelung haben in Deutschland bereits viele Unternehmen ein EMS eingeführt. Laut aktuellem ISO Survey gab es in Deutschland im Jahr 2020 6410 Unternehmen, die ein nach ISO 50001 zertifiziertes EMS betreiben.

Im Rahmen des aktuellen EED-Recast, einem Vorschlag zur Änderung der EED, sollen Unternehmen mit einem Energieverbrauch von mehr als 10 TJ ein regelmäßiges Energieaudit durchführen, Unternehmen mit einem Energieverbrauch von mehr als 100 TJ werden verpflichtet, ein EMS einzuführen.

Die Maßnahme EW 007 geht über die die aktuellen europäischen Anforderungen aus Art. 8 Abs. 4 und 6 EED und über den Vorschlag zur Änderung der EED in Art. 11 Abs. 1 EED-Recast hinaus:

(1) Unternehmen mit einem jährlichen durchschnittlichen Energieverbrauch von mehr als 36 TJ (statt 100 TJ) sollen künftig zur Einführung eines EMS verpflichtet werden.

⁴ Im aktuellen Entwurf des EnEg wurde die Maßnahme um eine wesentliche Verpflichtung ergänzt: Unternehmen werden verpflichtet, in den Energie- oder Umweltmanagementsystemen sowie in den Energieaudits, alle als wirtschaftlich identifizierten Endenergieeinsparmaßnahmen unverzüglich, spätestens aber binnen zwei Jahren umzusetzen. Eine Maßnahme gilt dabei in der Regel als wirtschaftlich, wenn eine Amortisationsdauer von maximal 5 Jahren besteht

(2) Zusätzlich sollen KMU erstmals ebenfalls über den aktuellen Rechtszustand hinaus zu Energieaudits verpflichtet werden, wenn sie den in Art. 11 EED-Recast enthaltenen Schwellenwert überschreiten. KMU, die als Teil von großen Unternehmen bereits heute zu Audits verpflichtet sind, bleiben mindestens bis zum Inkrafttreten der Neufassung zum EED auditpflichtig.

Bewertung

Die Maßnahme EW 007 Verpflichtung zur Einführung von Energiemanagementsystemen verschärft die geplante Neufassung des EED zusätzlich, löst insgesamt jedoch nur eine geringe THG-Einsparwirkung aus. Im Wesentlichen ändern sich die Schwellen, ab welchen ein Audit oder ein EMS gefordert sind:

- KMU mit einem EEV von 10-36 TJ: Auditpflicht (statt keiner Verpflichtung)
- KMU mit einem EEV von 36-100 TJ: EMS-Pflicht (statt keiner Verpflichtung)
- nicht KMU mit einem EEV von 36-100 TJ: EMS-Pflicht (statt Auditpflicht)

Damit ist also weniger die effektive Einsparwirkung als das politische Signal verbunden, dass alle Unternehmen – auch KMU – ab einem bestimmten absoluten Energiebedarf angehalten sind, einen Audit bzw. ein EMS einzuführen.

Hinweis: Die Gutachter kommen bei ihrer Abschätzung auf Basis von Adelphi/IREES (2017)⁵ und aktueller Emissionsfaktoren aus der Maßnahmenenerfassung des Klimaschutz-Sofortprogramms 2022 zu einer rund 40 % höheren Endenergie- sowie THG-Einsparung. Im Sinne einer konservativen Abschätzung wurden diejenigen des Ressorts damit als sehr plausibel akzeptiert.

3.2.7 EW 008 Rechenzentren und Informationstechnik

Beschreibung⁶

Folgende Regelungen sollen eingeführt werden:

(1) (Umweltmanagementsystem) Die Betreiber von Rechenzentren betreiben ein Energie- oder Umweltmanagementsystem oder führen dies bis zum 1 Januar 2025 ein. Im Zuge dessen werden kontinuierliche Messungen zur elektrischen Leistung und zum Energiebedarf der wesentlichen Komponenten des Rechenzentrums sowie kontinuierliche Verbesserungen der Energieeffizienz durchgeführt.

(2) (RZ-Betreiber) Die Betreiber von Rechenzentren sind verpflichtet, jährlich ihre Energieverbräuche und die Energieeffizienz bis zum 31. März eines jeden Jahres in der von der Bundesregierung bereitgestellten Formatvorgabe für ein Energieeffizienzregister für Rechenzentren einzugeben. Die Bundesregierung stellt die Daten über eine digitale Plattform der Öffentlichkeit zur Verfügung.

(3) (Energieverbrauchsinformation für Colocation-Kunden) Bietet ein Betreiber von Rechenzentren Dienstleistungen für Dritte (Kunden) an, so ist der Betreiber dazu verpflichtet, die direkt dem Kunden zuzuordnenden Energieverbräuche pro Jahr sowie zusätzlich den entsprechend der Verbrauchsanteile zuzuordnenden Energieverbrauch der technischen Infrastruktur des Rechenzentrums gegenüber seinem Kunden transparent darzustellen.

⁵ Adelphi, IREES (2017): Analyse der Entwicklung des Marktes und Zielerreichungskontrolle für gesetzlich verpflichtende Energieaudits. Schlussbericht an das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA). Karlsruhe. 2017

⁶ Maßnahme wurde um Anforderungen an Eintrittstemperatur für Rechenzentren die mit Luftkühlung betrieben werden erweitert; um die Verpflichtung Rechenzentren zukünftig mit ungefördertem Strom aus erneuerbaren Energien zu betreiben sowie Informationen zur Abwärmeauskopplung auszuweisen.

(4) (Betreiber von IT-Technik in einem Colocation-RZ) Die Betreiber von Informationstechnik innerhalb eines Rechenzentrums mit einer Informationstechnik-Leistung ab 50 kW haben die Anforderungen der Betreiber von Rechenzentren entsprechend zu erfüllen. Die Bundesregierung stellt die Daten über eine digitale Plattform der Öffentlichkeit zur Verfügung.

(5) (Die Betreiber eines Co-Location-Rechenzentrums) stellen sicher, dass 1. beim Angebot einer Co-Location-Dienstleistung die Verträge und Preisgestaltung gegenüber ihren Kunden einen Anreiz dazu bieten, Energie einzusparen und Informationstechnik energieeffizient zu nutzen. Hierzu müssen sie den Kunden den Anteil der Energiekosten an den Gesamtkosten angeben und 2. die Co-Location-Kunden dabei unterstützt werden, den Energieverbrauch der durch sie aufgestellten Informationstechnik zu erfassen und zu reduzieren. Hierzu muss den Kunden ihre Monitoring-Informationen zur Verfügung gestellt werden.

(6) (Energieeffizienzanforderungen für RZ) Rechenzentren, die ab dem 1. Januar 2025 den Betrieb aufnehmen, sollen einen geplanten Jahresdurchschnittswert der Effektivität des Stromverbrauchs (PUE) von höchstens 1,3 einhalten, der spätestens 2 Jahre nach Inbetriebnahme dauerhaft erreicht werden muss. Rechenzentren ab einer Leistung von 3,5 MW, die vor dem 1. Januar 2025 in Betrieb genommen wurden, sollen bis zum 1. Januar 2027 einen Jahresdurchschnittswert der PUE von höchstens 1,3 erreichen.

Bewertung

Die für die kontinuierlich wachsende Digitalisierung notwendige Infrastruktur, hier die Bereiche Rechenzentren und Informationstechnik in Deutschland, stellt eine Stromanwendung mit stark wachsendem Stromverbrauch dar. Deshalb ist diese Maßnahme, die flächendeckend Transparenz und Benchmarking der Energieverbräuche von Rechenzentren und darin eingesetzter Informationstechnik sicherstellt (1, 2), eine wichtige Voraussetzung, um die Entwicklung der Energieverbräuche von Rechenzentren zu überwachen und zu begrenzen. Die Bundesregierung muss dafür die Standards definieren und eine Infrastruktur zur Datenerfassung aufbauen (3). Durch die differenzierte Ausgestaltung der Maßnahme werden die wichtigsten Betreibermodelle und Akteure von Rechenzentren adressiert (4, 5). Die unter (6) vorgeschlagene Festlegung und perspektivische Ausweitung von Energieeffizienzanforderungen für Rechenzentren stellt sicher, dass Rechenzentren möglichst energieeffizient betrieben werden, so dass der zusätzliche Energieverbrauch durch Digitalisierung minimiert werden kann.

Die angegebene Minderungswirkung erscheint plausibel.

3.2.8 EW 009 Förderung des Aufbaus von großen Elektrolyseuren zur Erzeugung von grünem Wasserstoff

Beschreibung

Das Programm soll zu den Zielen der Bundesregierung aus dem Koalitionsvertrag beitragen den Markthochlauf von erneuerbaren Wasserstofftechnologien voranzubringen, Deutschland zu einem Leitanbieter werden lassen und bis 2030 eine Elektrolyseleistung von 10 GW zu Erzeugung von grünem Wasserstoff zu installieren. Ziel ist es den Aufbau von 4 GW Elektrolyseurleistung zu fördern.

Die Förderung zielt auf die Förderung der Investition ab und endet bei der Inbetriebnahme dieser. Der geförderte Wasserstoff soll grüner Wasserstoff sein, und die Elektrolyseure sollen systemdienlich betrieben werden und an systemisch sinnvollen Standorten erfolgen.

Für das Jahr 2030 werden CO₂-Einsparungen von 2,9 Mt gegenüber den Gutachtern angegeben. Für den Zeitraum von 2022 bis 2030 kumuliert 7,9 Mt CO₂. Als kumulierte Finanzbedarf werden 3,5 Mrd. € genannt.

Bewertung

Die Herausforderung bei der Bewertung der Maßnahme ist, dass nicht genannt wird, in welchen Sektoren (wie z.B. der Eisen- und Stahlindustrie, Raffinerien oder dem straßengebundenen Verkehr) der grüne Wasserstoff eingesetzt werden soll und was er dann substituiert. Je nach Einsatzbereich fallen die Emissionsminderungen unterschiedlich aus. Deshalb ist nur mit entsprechenden Angaben ist eine detaillierte Bewertung möglich. Auch ist nicht nachvollziehbar, ob und wenn ja wie auf mögliche Wechselwirkungen mit anderen Fördermaßnahmen in diesem Bereich eingegangen wurde.⁷ Die Empfehlung ist deshalb, dass alle Maßnahmen, die Wasserstoff und Wasserstoffsyntheseprodukte betreffen, zusammen bewertet werden sollten. Abhängigkeiten der verschiedenen Maßnahmen untereinander sind nur so zu erkennen und eine plausible Gesamtbewertung abzugeben. Es sollte dabei deutlich werden, welche Mengen an Wasserstoff und Syntheseprodukten erzeugt werden sollen und wo sie dann verwendet werden. Empfehlung ist deshalb, dass alle Maßnahmen, die Wasserstoff und Wasserstoffsyntheseprodukte betreffen, zusammen bewertet werden sollten. Abhängigkeiten der verschiedenen Maßnahmen untereinander sind nur so zu erkennen und eine plausible Gesamtbewertung abzugeben. Es sollte dabei deutlich werden, welche Mengen an Wasserstoff und Syntheseprodukten erzeugt werden sollen und wo sie dann verwendet werden.

Insgesamt passt die Maßnahme gut zu den Zielen der nationalen Wasserstoffstrategie die Erzeugungskapazitäten in Deutschland für Elektrolyseure auf 10 GW auszubauen. Berechnet man die angegebene CO₂-Emissionsminderung im Vergleich zu Wasserstofferzeugung mit Dampfreformierung, der heute dominierenden Option zur Herstellung von Wasserstoff, dann liegen sie in einer plausiblen Größenordnung. In anderen Einsatzbereichen könnte die Minderung höher ausfallen.

Heute kann man von Investitionen in Niedertemperaturelektrolyseanlagen von 700 bis 1000 €/kW ausgehen, was die reine Beschaffung angeht (bei Projekten können sie höher liegen). In 2027 dann zwischen 550 und 750 €/kW.⁸ Bei den Investitionen für Elektrolyseure besteht eine Unsicherheit, es gibt Meldungen, dass aus China günstigere Elektrolyseure bereitgestellt werden könnten. Allerdings könnten aufgrund der aktuellen Liefersituation mit Engpässen auf den verschiedenen Stufen der Wertschöpfung auch höhere Preise aufgerufen werden⁹.

Die bereitgestellten Mittel im Vergleich zur Zielmarke installierter Elektrolyseanlagen führen zu einer Förderung von knapp 900 €/kW¹⁰. Damit werden die Investitionen durch die bereitgestellten Mittel übernommen. Dies hat einen relevanten Einfluss auf die Markteinführung. Aber die Investitionen sind nur bei niedrigen Volllaststunden des Elektrolyseurs stark ausschlaggebend, ab mehr als 2000 Volllaststunden werden daneben die Stromkosten immer bedeutsamer. Diese werden aber nicht durch das Programm beeinflusst (es endet ja bei Inbetriebnahme der Elektrolyseure).

Als weitere Ziele der Maßnahme wird der systemdienliche Einsatz der Elektrolyseure genannt sowie dass sie an systemisch sinnvollen Standorten gebaut werden sollen. Beides sind wichtige Forderungen. Nach Auskunft des BMWK müssen prinzipiell die Vorgaben des Del. Rechtsaktes einhalten, der

⁷ Nach Auskunft des BMWK wurden Wechselwirkungen berücksichtigt, unterliegen aber noch Unsicherheiten, weil noch nicht alle Fragen geklärt sind.

⁸ Siehe Holst, M et al. (2021): *Cost Forecast for low-temperature electrolysis - technology driven bottom-up prognosis for PEM and alkaline water electrolysis systems*. sowie Prognos (2020): *Kosten und Transformationspfade für strombasierte Energieträger*

⁹ Nach Auskunft des BMWK zeigen aktuelle Entwicklungen bei gemeldeten IPCEI-Projekten eine deutliche Kostensteigerung, die der bislang erwarteten Kostendegression entgegenwirken.

¹⁰ Nach Auskunft des BMWK wurde die Abschätzung des Mittelbedarfs anhand von Projektskizzen bei IPCEI-H2 ermittelt.

allerdings noch nicht veröffentlicht ist. Die Projekte sollen Projektskizzen einreichen, die plausibel die Nutzung wie auch den systemisch sinnvollen Standort darlegen sollen, z. B. geplante Infrastrukturanbindungen, LOI von geplanten Ankerkunden, Nähe zu bestimmten Verbrauchern, Erneuerbaren Energieanlagen, H₂-Pipelines, Stromnetzanschlüssen, Wärmesenken für Abwärmenutzung, O₂-Nutzung, Insellösungen, Wirtschaftlichkeitsabschätzungen, Betriebsweise etc.. Dies sollen neben der Preiskomponente Kriterien für die Projektauswahl sein. Konkretere Festlegungen können in Ausschreibungen vorgenommen werden.

Die vorgeschlagene Maßnahme setzt Anreize bei der Investitionsentscheidung. Derzeit wird Wasserstoff überwiegend über die Dampfreformierung von Erdgas hergestellt. Diese wird trotz der Förderung der Investitionen an Elektrolyseanlagen wahrscheinlich günstiger bleiben, allerdings mit relevanten Unsicherheiten durch die Erdgaspreisentwicklung und die CO₂-Preisentwicklung. Somit müsste zusätzlich die Wasserstoffproduktion selber noch gefördert werden bzw. durch gesetzliche Vorgaben in den Markt hereingebracht werden, um die Preislücke zu schließen.

3.2.9 EW 010 Reallabore der Energiewende

Beschreibung

Im Rahmen dieser Maßnahme sollen die Reallabore der Energiewende weiter gefördert werden. Diese Maßnahme steht daher in engem Zusammenhang mit EW 004 (Fortschreibung Energieforschungsprogramm / Reallabore der Energiewende). In Abgrenzung zur anwendungsorientierten Energieforschung sollen die Reallabore der Energiewende dazu dienen, innovative Technologien im realen Umfeld zu verknüpfen und zu erproben und zielen so auf die ganzheitliche Demonstration marktnaher (ab ca. TRL 6/7), sektorenübergreifender, systemischer Innovationsansätze ab. Sie können alle Themenfelder des 7. Energieforschungsförderprogramm adressieren. Neben technischen können auch sozio-ökonomische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte untersucht werden sowie jeweils mögliche Barrieren identifiziert werden. THG-Einsparungen entstehen zunächst lokal, können aber bei Übertragung auf andere Standorte deutlich ansteigen. In der Maßnahmenbeschreibung wird die Minderungswirkung durch die Projekte (keine externen Effekte) auf kumulativ 1,2 Mt CO₂-Äq. bis zum Jahr 2030 abgeschätzt, für welche bis 2030 ein Finanzierungsbedarf von 408,5 Mio. EUR veranschlagt werden.

Bewertung

Die Maßnahme ist wichtig, da sie dazu beiträgt den Markteinsatz der Technologien zu ermöglichen und zu erproben und somit den Technologie- und Innovationstransfer und damit die Energiewende zu beschleunigen. Die Maßnahme ist essentiell, um neben einer Erhöhung der technologischen Reife auch wirtschaftliche (z.B. Wirtschaftlichkeit, Geschäftsmodelle), rechtliche (z.B. regulatorische Rahmenbedingungen) und soziale (z.B. Akzeptanz) Hürden in der Realität zu identifizieren und ggf. beseitigen zu können.

Die Abschätzung des THG-Minderungspotenzials ist mit einer hohen Unsicherheit behaftet, scheint aber mit einer Höhe von 1,2 Mt CO₂-Äq. plausibel und eher konservativ, wie im Folgenden ausgeführt. Die Abschätzung basiert auf einem Durchschnittswert von Vorhabenbeschreibungen von vier aktuellen Reallaboren, was ein plausibles Vorgehen ist. 1,2 Mt CO₂-Äq. entsprechen einer durchschnittlichen jährlichen THG-Einsparung von 22.600 t CO₂-Äq. pro Reallabor. Dies liegt am unteren

Ende der Spannweite der wenigen öffentlich verfügbaren Angaben zu den THG-Einsparungen einiger der Projekte¹¹. Eine hohe Unsicherheit ergibt sich, da die THG-Einsparungen von der Art und Größe des Projektes abhängen; die THG-Einsparungen unterscheiden sich deutlich zwischen den aktuellen Projekten¹². Zusätzlich zu den quantifizierten lokalen THG-Einsparungen an den Projektstandorten können durch eine Übertragung auf weitere Standorte externe Effekte entstehen, welche in der derzeitigen Abschätzung nicht berücksichtigt sind und zu deutlich höheren THG-Emissionsminderungen führen können.

Der Finanzierungsbedarf mit 408,5 Mio. EUR für insgesamt 53 neue Reallabore bis 2030 wird als plausibel, aber eher gering eingeschätzt. Bei einer durchschnittlichen Laufzeit der Projekte von 4 Jahren und einer gleichbleibenden Förderhöhe über die Jahre je Verbundvorhaben würde das Fördervolumen pro Förderbescheid und Verbundvorhaben ca. 10 Mio. EUR umfassen, was im Vergleich zum derzeit angestrebtem Fördervolumen von bis zu 25 Mio. EUR¹³ pro Verbundvorhaben eher gering ausfällt.

3.2.10 EW 011 EEG-Novelle (EEG 2023)

Beschreibung

Im Rahmen dieser Maßnahme soll die Stromerzeugung in Deutschland bis 2035 nahezu vollständig auf erneuerbare Energien umgestellt werden. Konkret soll im Jahr 2030 der Anteil der erneuerbaren Energien am verbrauchten Strom 80 % betragen und im Jahr 2035 fast 100 %. Sowohl gegenüber einem Anteil von 42 % im Jahr 2021 als auch gegenüber den Zielen des EEG 2021 – 65 % im Jahr 2030 und eine treibhausgasneutrale Versorgung vor dem Jahr 2050 – ist dies eine deutliche Steigerung der Ambitionen. Dies gilt insbesondere vor dem Hintergrund eines zu erwartenden steigenden Stromverbrauchs im Zuge der avisierten Elektrifizierung von Endenergieverbräuchen in anderen Sektoren wie Gebäude, Industrie oder Verkehr. Bei einer erwarteten Spanne beim Bruttostromverbrauch von 680-750 TWh im Jahr 2030 entspricht das relative Ziel einer erneuerbaren Stromerzeugung von 544-600 TWh.

Bewertung

Die Maßnahme ist nach gutachterlicher Einschätzung unmittelbar zentral zum Erreichen des Emissionsziels im Sektor Energiewirtschaft, mittelbar für die Dekarbonisierung der anderen Sektoren und insgesamt für das Gelingen einer deutlichen Reduzierung der deutschen Treibhausgasemissionen. Nur mit einem deutlichen Ausbau der erneuerbaren Stromversorgung kann genügend treibhausgasneutrale Energie über die Sektoren hinweg bereitgestellt werden. Ebenso trägt ein Ausbau der inländischen erneuerbaren Energien dazu bei, die Versorgungssicherheit in dem Sinne zu erhöhen, dass Deutschland weniger auf Importe von Energieträgern angewiesen ist.

Die Maßnahme benennt dabei im Sinne des Sektorziels Energiewirtschaft und des erwarteten höheren Stromverbrauchs aus den anderen Sektoren nach gutachterlicher Einschätzung eine plausible Spanne für das Ziel der erneuerbaren Stromerzeugung.

Die Maßnahme ist mit der Maßnahme *Novelle des WindSeeG* (Kapitel 3.2.11) und den *Maßnahmen im Bereich der öffentlichen Stromversorgung* (Kapitel 3.2.15) harmonisiert in dem Sinne, dass die

¹¹ <https://www.energiewendebauen.de/projekt/delta-das-energiesystem-der-stadt-verbinden/> sowie <https://www.energiesystem-forschung.de/forschen/projekte-norddeutsches-reallabor>

¹² <https://www.energiewendebauen.de/projekt/delta-das-energiesystem-der-stadt-verbinden/> sowie <https://www.energiesystem-forschung.de/forschen/projekte-norddeutsches-reallabor>

¹³ <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2021/07/20210701-weiterentwicklung-der-reallabore-der-energiewende.html>

Größenordnungen grundsätzlich zusammenpassen. Eine Quantifizierung der Maßnahme bis zum Jahr 2030 ist innerhalb der Bewertung der *Maßnahmen im Bereich der öffentlichen Stromversorgung* (Kapitel 3.2.15) enthalten. Grundsätzlich entspricht eine Bruttostromerzeugung von 600 TWh aus erneuerbaren Energien einem Anteil von 80 % an einem Bruttostromverbrauch von 750 TWh. Diese 600 TWh würden in etwa erreicht durch einen Ausbau der Windenergie an Land auf 115 GW, der Photovoltaik auf 215 GW und der Windenergie auf See auf 30 GW.

Anhand der vorgeschlagenen Maßnahmenbeschreibung lässt sich keine konkrete Ausgestaltung des Förderdesigns bzw. der Vergütungsstruktur ablesen. Mit den verfügbaren Informationen lässt sich daher keine Abschätzung ableiten, ob die in der Maßnahme vorgegebene Ziele und damit verbundenen Treibhausgasreduzierungen auch erreicht werden.

Eine technische Anmerkung: Neben der expliziten Festlegung, ob das Ziel von 80 % erneuerbarer Energie sich auf den *Bruttostromverbrauch* bezieht, spielt es auch eine Rolle, ob und wie Stromerzeugung und -verbrauch von Speichern (Batterien, Pumpspeicher, weitere) sowie Wasserstoff in den prozentualen Zielwert einberechnet werden. Insbesondere ist der Anteil der erneuerbaren Energien am (Brutto-)Stromverbrauch niedriger, sofern die Stromerzeugung aus Speichern oder die Rückverstromung inländisch erzeugten Wasserstoffs nicht als erneuerbar gilt. Im Extremfall würden bei einer einhundertprozentigen Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien keine 100 % erneuerbare Energien am (Brutto-)Stromverbrauch erreicht, falls ein Teil des erneuerbaren Stroms eingespeichert wird und bei der Ausspeicherung bzw. Rückverstromung nicht als erneuerbar gilt.

Der in der Maßnahme avisierte Ausbau der erneuerbaren Energien impliziert für Windenergie und Photovoltaik einen größeren Zubau innerhalb von sieben bis acht Jahren als er bis zum Jahr 2021 insgesamt stattgefunden hat. Dieser deutlichen Steigerung, und damit der Realisierung der Mindering der Treibhausgasemissionen könnten Hindernisse entgegenstehen. Diese betreffen unter anderem die Bereitstellung von Flächen sowie bisher lange Planungs- und Genehmigungsverfahren. Für Windenergie an Land adressiert die Maßnahme *Windflächenbedarfsgesetz* (Kapitel 3.2.14) diese möglichen Hindernisse, für die Windenergie auf See die Maßnahme *WindSeeG-Novelle* (Kapitel 3.2.11).

3.2.11 EW 013 WindSeeG-Novelle (Teil der EnWG-Novelle)

Beschreibung

Im Rahmen der Maßnahme sollen die Ausbauziele für Windenergie auf See erhöht werden: für das Jahr 2030 auf mindestens 30 Gigawatt (GW) (bisher 20 GW), für das Jahr 2035 auf mindestens 40 GW und für das Jahr 2045 auf mindestens 70 GW (bisher 40 GW für das Jahr 2040). Zudem soll ein langfristiges Ziel für den Gesamtausbau verankert werden. Das Ziel der Maßnahme ist es, den Zubau der Windenergie auf See zu beschleunigen.

Hierbei soll das Förderregime für den Ausbau der Windenergie auf See komplett neugestaltet werden und sich an verschiedenen Flächen orientieren. Für zentral voruntersuchte Flächen werden *Contracts for Difference* (CfD) ausgeschrieben, die über 20 Jahre laufen sollen. Nicht zentral voruntersuchte Flächen sollen über qualitative Kriterien ausgeschrieben werden. Diese qualitativen Kriterien sollen sowohl die Vereinbarkeit des Ausbaus der Windenergie auf See mit dem Natur- und Artenschutz stärken als auch den Abschluss von Stromlieferverträgen und somit die Dekarbonisierung der Industrie unterstützen. Ein Kriterium für nicht voruntersuchte Flächen beinhaltet eine Zahlung des erfolgreichen Bietenden. Die Einnahmen aus diesen Zahlungen sollen zu 70 % in die Offshore-Netzumlage fließen, wodurch diese geringer ausfallen und somit die Stromkosten senken kann zu 20 % in den Naturschutz, wodurch dieser beim Ausbau der Windenergie auf See gestärkt wird und zu 10% in die umweltschonende Fischerei.

Darüber hinaus enthält die Novelle ein umfassendes Beschleunigungspaket. Dazu gehören unter anderem die Bündelung von Umweltprüfungen, die Einführung eines Plangenehmigungsverfahrens für zentral voruntersuchte Flächen, die Vorgabe der Dauer für Planungs- und Genehmigungsverfahren und die Vorgabe von ambitionierten Realisierungsfristen. Die Offshore-Netzanbindung kann künftig direkt nach Aufnahme der Fläche in den Flächenentwicklungsplan vergeben werden. Diese Maßnahme beschleunigt die Auftragsvergabe um mehrere Jahre.

Neben der eigentlichen Gesetzesnovelle sollen die Auswirkungen des Ausbaus auf den Natur- bzw. Artenschutz auf den verschiedenen Planungsebenen berücksichtigt und ggf. durch Maßnahmen minimiert werden.

Bewertung

Die Maßnahme ist wichtig, um ausreichend erneuerbaren Strom zur Verfügung zu stellen, um unmittelbar den Sektor Energiewirtschaft entsprechend des Sektorziels für Treibhausgasemissionen im Jahr 2030 zu dekarbonisieren und mittelbar die anderen Sektoren, in denen eine merkliche Elektrifizierung der Energienachfragen zu erwarten ist. Zudem wirkt der verstärkte Ausbau der Windenergie auf See positiv auf die Versorgungssicherheit in dem Sinne, dass dadurch Importe von Energieträgern verringert werden können.

Die Maßnahme ist mit den Maßnahmen *EEG-Novelle* (Kapitel 3.2.10) und den *Maßnahmen im Bereich der öffentlichen Stromversorgung* (Kapitel 3.2.15) harmonisiert in dem Sinne, dass die Größenordnungen des Ausbaus zusammenpassen. Eine Quantifizierung der Minderungswirkung der Maßnahme auf Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2030 ist innerhalb der Bewertung der *Maßnahmen im Bereich der öffentlichen Stromversorgung* (Kapitel 3.2.15) enthalten. Diese geht von 30 GW im Jahr 2030 aus.

Gegenüber einem unterstellten Ausbaupfad entsprechend bestehender Planungen auf 10,8 GW bis Ende des Jahres 2025 würde der in der Maßnahme vorgesehene weitere Ausbaupfad von 1 GW im Jahr 2026, 1 GW im Jahr 2027, 1,8 GW im Jahr 2028, 5,5 GW im Jahr 2029 und 9,5 GW im Jahr 2030 in insgesamt 29,6 GW installierter Leistung Ende des Jahres 2030 resultieren. Dieser Pfad würde also das Ziel erreichen¹⁴. Durch das Bündel von Maßnahmen zur Beschleunigung von Planung, Genehmigung, Realisierung und Netzanschluss erscheinen die erhöhten Ausbauziele grundsätzlich erreichbar. Hierzu trägt auch das neue Segment der Anlagen auf nicht voruntersuchten Flächen bei. Dennoch ist bei noch immer langen Vorlaufzeiten ein gegenüber der aktuellen Fassung des Wind-SeeG vor allem Ende der 2020er Jahre erhöhter Ausbau plausibel.

Die Vergabe von nicht voruntersuchten Flächen über qualitative Kriterien enthält innovative Elemente. Hierbei kann die Förderung von Stromlieferverträgen mit der Industrie dazu beitragen, Treibhausgasemissionen in diesem Sektor zu senken. Die Verwendung von 20 % der Zahlungen für den Natur- und Artenschutz und 10 % für die umweltschonende Fischereikann für den Natur- und Artenschutz und die Fischerei einen Beitrag leisten; die Verwendung von 70 % der Zahlungen zur Senkung der Offshore-Netzzumlage kann ebenso einen Beitrag zur Senkung der Strompreise für Endverbraucher leisten. Mit den verfügbaren Informationen kann an dieser Stelle aber keine Quantifizierung und abschließende Bewertung erreicht werden.

¹⁴ Bei Realisierung des Windparks Gennaker mit rund 1 GW im Küstenmeer Mecklenburg-Vorpommerns wird die installierte Leistung Ende 2030 30,6 GW betragen.

3.2.12 EW 014 KWKG

Beschreibung

Das KWKG 2023 soll Vorgaben dazu enthalten, dass neue KWK-Anlagen nach Ablauf einer Übergangsfrist mit relativ geringem Aufwand auf einen Betrieb auf Basis von Wasserstoff umgerüstet werden können. Zudem soll das Gesetz die fortschreitende Absenkung der förderfähigen Volllaststunden weiterführen, um einen systemdienlichen Betrieb der Anlagen anzureizen.

Bewertung

Die Anpassungen des KWKG haben über die etwaige Reduktion der Volllaststunden der neuen fossil betriebenen KWK hinaus, die jedoch noch nicht ausformuliert ist, keine direkten Auswirkungen auf Treibhausgasemissionen. Die Maßnahme und insbesondere die Vorgabe zu H₂-Readiness sind dennoch sinnvoll. Im zukünftigen vollständig treibhausgasneutralen Strom- und Wärmesystem kann Wasserstoff, auch basierend auf Szenario-Studien, eine sinnvolle Rolle in der Spitzenlastabdeckung einnehmen. Aktuell gibt es jedoch noch keine wasserstoffbetriebenen Kraftwerke in größerem Maßstab. Die Regelung kann hier Anreize zu weiteren Demonstrationen sowie Forschung und Entwicklung setzen. Auch die Begrenzung der förderfähigen Volllaststunden erscheint sinnvoll, um den Anreiz zur konstanten Strom- und Wärmeerzeugung zu verringern und dadurch die Integration alternativer Energieträger auch im Wärmebereich mit zu ermöglichen.

3.2.13 EW 015 EnWG/BBPIG/NABEG-Novelle im Energiesofortmaßnahmenpaket („Osterpaket“)

Beschreibung

Die EnWG-Novelle umfasst nach Planung vom Februar mehrere Aspekte, die im Folgenden dargestellt werden:

- 1) Zunächst wird die Treibhausgasneutralität auch im EnWG verankert.
- 2) Der Planungshorizont des Netzentwicklungsplans wird erweitert und eine Vorausschau bis mindestens zum Jahr 2045 erlaubt, so dass die BNetzA für ein klimaneutrales treibhausgasneutrales Stromsystem notwendige Maßnahmen genehmigen kann. So kann die Integration höherer EE-Anteile ermöglicht werden. Die Maßnahme trägt mittelbar zur Erreichung der Sektorziele bei.
- 3) Die Verteilernetzbetreiber (VNB) sollen in die Entwicklung des Netzentwicklungsplans der Übertragungsnetzbetreiber einbezogen werden, um sicherzustellen, dass eine optimierte, effiziente und aufeinander abgestimmte Netzplanung auf allen Ebenen stattfindet. Auch diese Maßnahme ist eine flankierende Maßnahme zur Erreichung der Sektorziele.
- 4) Zudem sollen die Anpassungen des im EnWG aufgrund der immer wichtigeren Rolle der Stromverteilernetze auch dazu beitragen, die vorausschauende und integrierte Verteilernetzplanung zu stärken. Neben den beiden ersten Maßnahmen impliziert dies auch eine verpflichtende Berücksichtigung der Entwicklung in anderen Sektoren, insbesondere Wärme und Verkehr bei der Szenarienerstellung sowie die Einbeziehung auch der kleinen VNB mit < 100.000 Netzkunden in diesen Prozess. Auch diese Änderungen haben einen flankierenden Charakter zur Erreichung der Sektorziele.
- 5) Weiterhin soll die Anmeldung von Netzanschlüssen über die gemeinsame Internetplattform der VNB vereinfacht werden. Dies ist notwendig, um die steigende Anzahl von Erneuerbaren Energien-Anlagen sowie Sektorenkopplungstechnologien (insbesondere Wärmepumpen und Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge) schneller ans Netz anschließen zu können

- 6) Außerdem soll Hemmnissen bei der Höherauslastung der Stromnetzinfrastruktur, insb. beim witterungsabhängigen Freileitungsbetrieb (WAFB), aber auch bei anderen Betriebskonzepten, entgegengewirkt werden. Dies ermöglicht einen optimierten und effizienten Stromnetzbetrieb auch im klimaneutralen Energiesystem.
- 7) In den Bundesbedarfsplan (Anlage zum Bundesbedarfsplangesetz) werden weitere Vorhaben aufgenommen, deren energiewirtschaftliche Notwendigkeit und vordringlichen Bedarf die BNetzA im Rahmen der Prüfung des Netzentwicklungsplans Strom 2021-2035 festgestellt hat. Zudem werden bei einigen bestehenden Vorhaben Anpassungen vorgenommen.
- 8) Daneben ermöglichen verfahrensrechtliche Änderungen einen umfassenderen Verzicht auf die Bundesfachplanung als bislang in geeigneten Fällen durch Stärkung des Bündelungsgebots und die Entwicklung von Präferenzräumen. Darüber hinaus tragen Erleichterungen bei der Durchführung von Vorarbeiten und die grds. digitale Auslegung von Unterlagen in Verfahren nach dem Netzausbaugesetz Übertragungsnetz zu einer beschleunigten Durchführung von Maßnahmen zu Ausbau des Stromübertragungsnetzes bei.
- 9) Die EnWG-Novelle enthält noch weitere Maßnahmen ohne unmittelbaren Bezug zum Klimaschutz, die hier daher nicht detailliert beschrieben werden. So werden die Endkundenrechte gestärkt, unionsrechtliche Vorgaben in Bezug auf Kapazitätsmechanismen umgesetzt, die Veröffentlichungszeitpunkte für zwei Berichte der BNetzA verschoben sowie Ausschreibungen für die Kapazitätsreserve für Anlagen in Luxemburg geöffnet.

Bewertung

Die vorgeschlagenen Änderungen in EnWG, BBPIG und NABEG sind sinnvoll, bei der Netzplanung ist möglicherweise zu berücksichtigen, dass idealerweise zumindest mittelfristig eine Umstellung auf eine noch umfassendere Planung, die auch die Gas- und zukünftige Wasserstoff- und CO₂-Netze berücksichtigt, erfolgt.

Eine THG-Minderung wurde nicht berechnet.

3.2.14 EW 018 Windflächenbedarfsgesetz

Beschreibung

Im Rahmen der Maßnahme wird gesetzlich verankert, dass 2 % der Landesflächen für den Ausbau der Windenergie an Land ausgewiesen werden. Ebenso werden konkrete Flächenziele für Bundesländer festgelegt. Adressat des Gesetzes sollen die Länder sein, die zur Flächenausweisung verpflichtet werden, entweder dadurch, dass sie selbst Flächen bereitstellen oder die Ziele auf die kommunale Ebene herunterbrechen. Zu den Länder-Flächenzielen werden zudem Zwischenziele für einzelne Jahre ausgewiesen, die mit dem im EEG (vergleiche Maßnahme *EEG-Novelle*, Kapitel 3.2.10) festgesetzten, bzw. noch festzusetzenden, Ausbaupfad unter Berücksichtigung von Genehmigungs- und Realisierungszeiten harmonisiert sind. Das Windflächenbedarfsgesetz regelt zudem Fragen zu Anrechnung und Monitoring der Ausweisung der Flächen.

Zudem beinhaltet die Maßnahme Folgeänderungen im Baugesetzbuch (BauGB) Diese betreffen (i) die Konsequenzen, die bei Verfehlungen der Flächenziele durch die Länder eintreten, (ii) eine Abschaffung oder Einschränkung der Länderöffnungsklausel (§ 249 Abs 3 BauGB) zu pauschalen Mindestabstandsregelungen zu Wohnbebauung sowie (iii) Maßnahmen zur Beschleunigung und Vereinfachung der Planung von Windenergieanlagen an Land. Zum Raumordnungsgesetz (ROG) ist eine separate Novelle geplant, die ebenfalls die Beschleunigung der Verfahren betrifft.

Bewertung

Die Dekarbonisierung der Energiewirtschaft ist unmittelbar und maßgeblich auf einen Ausbau der erneuerbaren Stromversorgung angewiesen, um das sektorale Ziel für die Minderung der Treibhausgasemissionen zu erreichen. Dies gilt verstärkt vor dem Hintergrund eines zukünftig steigenden Stromverbrauchs im Zuge der erwarteten Elektrifizierung vieler Endenergieverbräuche, vor allem in den Sektoren Verkehr, Gebäude und Industrie, und somit mittelbar für die Dekarbonisierung insgesamt.

Windenergie an Land ist hierbei eine zentrale Technologie der erneuerbaren Stromversorgung in Deutschland. In den vergangenen Jahren hat sich der Ausbau deutlich verlangsamt, vor allem wegen langwieriger Planungs- und Genehmigungsverfahren, damit verbundener langwieriger juristischer Auseinandersetzungen sowie teilweise regionaler politischer Widerstände. Die Maßnahme adressiert passgenau diese Hindernisse und ist damit wichtig, um den Ausbau der Windenergie an Land sicherzustellen und zu beschleunigen.

Mit der Maßnahme ist keine Quantifizierung von Kosten und Treibhausgaseinsparungen verbunden. Vielmehr kann sie als Voraussetzung für den beschleunigten Ausbau der Windenergie an Land angesehen werden. Eine Quantifizierung der Emissionsminderung durch den Ausbau von Windenergie an Land ist in der Bewertung der *Maßnahmen in der öffentlichen Stromversorgung* (Kapitel 3.2.15)

Die Ausgestaltung mit der Adressierung der Länder und potenziell der Kommunen ist in dem Sinne als fair anzusehen, als dass die Belastungen des Ausbaus regional verteilt werden. Aus energiewirtschaftlicher Perspektive können zudem durch eine räumliche Verteilung der erneuerbaren Stromerzeugung eine einseitige Beanspruchung des Strom-Übertragungsnetzes abgemildert werden sowie sich die Einspeisung des Stroms an verschiedenen Standorten ergänzen. Auch die Unterteilung zwischen einem langfristigen Flächenziel und einem mit dem EEG harmonisierten zeitlichen Pfad dorthin hilft dabei, den erwarteten zügigen Ausbau zu unterstützen.

3.2.15 EW 019 Maßnahmenbündel in der öffentlichen Stromversorgung

Beschreibung

Im Rahmen des Maßnahmenbündels wurden Modellrechnungen durchgeführt, um die Entwicklung der Treibhausgasemissionen der öffentlichen Strom- und Wärmerversorgung abzuschätzen. Hierzu wurde angenommen, dass bis zum Jahr 2030 die Photovoltaik auf 200 GW ausgebaut wird, die Windenergie an Land auf 110 GW und die Windenergie auf See auf 30 GW.¹⁵ Zudem wurde angenommen, dass zuletzt im Jahr 2030 Kohle verstromt wird und das KWKG weitergeführt wird.

Diese Maßnahmen beeinflussen sich gegenseitig: Insbesondere ist ohne einen deutlichen und schnellen Ausbau der erneuerbaren Energien als Ersatz der Kohleverstromung ein deutlicher und schneller Rückgang der Kohleverstromung kaum möglich. Diese Maßnahmen wurden daher zusammen bewertet. Eine Aufteilung auf die einzelnen zugrundeliegenden Maßnahmen findet nicht statt.

¹⁵ Aufgrund des im weiteren Verfahren angehobenen Bruttostromverbrauchs im Jahr 2030 sowie den angehobenen Ausbaumengen für Windenergie an Land und Photovoltaik wurde eine weitere Abschätzung durchgeführt, deren Ergebnisse ganz am Ende dieses Abschnitts berichtet werden.

Bewertung

Die Kohleverstromung war in der Vergangenheit der relevanteste Beitrag zu den Treibhausgasemissionen des Sektors Energiewirtschaft (siehe etwa Bundesregierung, 2021). Ihre Reduzierung ist daher zentral für das Erreichen der Sektorziele. Gleichzeitig ist es bei einem erwarteten, steigenden Stromverbrauch unumgänglich, dass emissionsfreie erneuerbare Energien deutlich ausgebaut werden. Die Maßnahme ist daher von zentraler Relevanz für die Reduktion der Treibhausgasemissionen im Sektor Energiewirtschaft unmittelbar und durch die erwartete Elektrifizierung von Energieverbräuchen, vor allem in den Sektoren Gebäude, Verkehr und Industrie, darüber hinaus mittelbar, um die gesamten Treibhausgasemissionen zu reduzieren.

Das Konsortium hat sich dafür entschieden, den Ausbau der erneuerbaren Energien und die beschleunigte Reduzierung der Kohleverstromung zusammen zu bewerten, weil die wegfallende Energie aus Kohle zu relevanten Teilen durch erneuerbare Energien ersetzt wird. Eine isolierte Bewertung der beschleunigten Reduzierung der Kohleverstromung würde unter der impliziten, unplausiblen Annahme leiden, dass die Kohleverstromung sowohl ohne dezidiertes Instrument als auch ohne erhöhte Konkurrenz durch erneuerbare Energien beschleunigt reduziert würde. Eine isolierte Bewertung des beschleunigten Ausbaus der erneuerbaren Energien wäre ebenso unplausibel, weil bei deutlich erhöhtem Dargebot eine gleichzeitige hohe Einspeisung von Kohlestrom unplausibel wäre.

Eine wichtige Anmerkung in diesem Zusammenhang ist, dass die Maßnahme nicht von einer Reduzierung der installierten Leistung der Kohlekraftwerke gegenüber dem Kohleverstromungsbeendigungsgesetz (KVBG; Stand März 2022) ausgeht. Vielmehr geht die Bewertung von einer Reduzierung der Erzeugung infolge des verstärkten Ausbaus erneuerbarer Energien bei gleichzeitig hohem CO₂-Preis im EU ETS aus.

Die Bewertung der vorliegenden Maßnahme ist weitgehend harmonisiert mit den Maßnahmen *EEG-Novelle* (Kapitel 3.2.10) und *WindSeeG-Novelle* (Kapitel 3.2.11). Letztere geht von 30 GW Windenergie auf See bis 2030 aus. Dieser Wert wird auch in der vorliegenden Quantifizierung zugrunde gelegt. Die Maßnahme *EEG-Novelle* geht von einer Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien im Jahr 2030 zwischen 544 und 600 TWh sowie einem Anteil der erneuerbaren Energien am Stromverbrauch von 80 % aus. Die für die Quantifizierung der Treibhausgasreduzierungen vorliegenden Berechnungen beruhen im Jahr 2030 auf einer Nettostromerzeugung aus erneuerbaren Energien von 570 TWh (entspricht einer Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien von etwa 578 TWh) und einem Bruttostromverbrauch von 717 TWh. Somit wird ein Anteil der erneuerbaren Energien von 81 % erreicht.

Die Quantifizierung der Wirkung erfolgt anhand einer integrierten Modellrechnung. Hierfür wird ein Stromsektormodell verwendet, welches die Kosten des stündlichen Einsatzes der Kraftwerke zur Deckung einer gegebenen Nachfrage über ein Jahr minimiert. Es werden zwei Szenarien jeweils für die Jahre 2022 bis 2030 berechnet: ein Referenz-Szenario (im Folgenden Referenz) mit Kapazitäten der erneuerbaren Energien entsprechend den Zielen des EEG 2021 (Ausbau auf 100 GW PV, 20 GW Wind offshore, 71 GW Wind onshore bis 2030), und ein Szenario mit Maßnahmen (im Folgenden SMM) mit erhöhten Kapazitäten der erneuerbaren Energien (Ausbau auf 200 GW PV, 110 GW Wind onshore, 30 GW Wind offshore bis 2030). Die Rahmenbedingungen – wie etwa die übrigen Kapazitäten, die Entwicklung im europäischen Ausland, die Kapazitäten der KWK-Kraftwerke, Preise für Brennstoffe und Emissionszertifikate – sind gleich. Aus dem resultierenden Einsatz der Kraftwerke

werden die Emissionen berechnet und zwischen den Szenarien verglichen, um die Wirkung der Maßnahme auf die Treibhausgasemissionen zu quantifizieren.¹⁶

Die integrierte Modellrechnung kommt zu dem Ergebnis, dass die Maßnahme die Treibhausgasemissionen im Sektor Energiewirtschaft im Jahr 2022 um 1 Mio. t CO₂-Äq senkt. Die Minderung steigt bis 2029 kontinuierlich auf 30 Mio. t CO₂-Äq an. Im Jahr 2030 beträgt sie 27 Mio. t CO₂-Äq. Die Wirkung der Maßnahme ist sowohl auf den geringeren Einsatz von Kohlekraftwerken (-13 TWh im Jahr 2030) als auch von Erdgaskraftwerken (-52 TWh im Jahr 2030) zurückzuführen. Alle Angaben beziehen sich auf den Vergleich des Szenarios mit Maßnahmen (SMM) mit der Referenzentwicklung.

Nach gutachterlicher Einschätzung ist die Quantifizierung der Wirkung der Maßnahme im Sektor Energiewirtschaft grundsätzlich plausibel und als eher konservativ anzusehen. Sie ist plausibel aufgrund der zielführenden Methodik. Sie ist zudem plausibel, weil die berechneten Differenzen in der Stromerzeugung fossiler Kraftwerke, gewichtet mit gängigen Emissionsfaktoren der Brennstoffe (1,1 Mio. t CO₂ pro TWh Nettostromerzeugung für Braunkohle, 0,95 Mio. t CO₂/TWh für Steinkohle, 0,5 Mio. t CO₂/TWh für Erdgas) die ermittelten Emissionsminderungen im Sektor Energiewirtschaft nahelegen. Hierbei ist das Gutachterkonsortium in seiner Prüfung davon ausgegangen, dass ein gewisser Anteil der Kraftwerke dem Sektor Industrie zugeordnet ist, dessen Emissionen nach Klimaschutzgesetz nicht im Sektor Energiewirtschaft bilanziert werden. Die Anteile des Jahres 2022 (jeweils etwa 3 % der Braun- und Steinkohlekraftwerke, 31 % der Erdgaskraftwerke) sinken nach gutachterlicher Annahme bis zum Jahr 2030 linear auf null (Kohle) bzw. 25 % (Erdgas). Die Emissionen der sonstigen fossilen Kraftwerke (Kuppelgase, Grubengas, Öl, Abfall) sind in der Referenz und im Szenario mit Maßnahmen (SMM) identisch und haben somit keinen Einfluss auf die Bewertung. Die Wirkung im Sektor Industrie wird für die gutachterliche Bewertung zu der Wirkung im Sektor Energiewirtschaft addiert (siehe unten).

Als konservativ ist die Quantifizierung nach gutachterlicher Einschätzung anzusehen, weil sich – als einzige Rahmenbedingung – der Bruttostromverbrauch zwischen den Szenarien unterscheidet. Er liegt im Jahr 2022 mit 578 TWh in beiden Szenarien auf demselben Niveau. Bis 2030 steigt er in der Referenz auf 691 TWh und im SMM auf 717 TWh. Die Differenz, um die der Bruttostromverbrauch im SMM höher liegt, steigt damit bis 2030 graduell auf 26 TWh. Würde in der Referenz derselbe Stromverbrauch wie im SMM zugrunde gelegt, wäre in der Referenz die Stromerzeugung aus fossilen Kraftwerken höher – nicht unbedingt um genau die Differenz, weil ein Teil des zusätzlichen Verbrauchs durch Stromimporte bedient würde – und damit wären auch die Treibhausgasemissionen höher. Die Wirkung der Maßnahme würde also mit einem höheren Betrag quantifiziert. Die Differenz im Bruttostromverbrauch ist größtenteils durch den höheren Stromverbrauch von Elektrolyseuren und *Power-to-Heat-Anlagen* (PtH, Anlage zur Wärmeerzeugung durch Strom) erklärt. Gegeben die unterschiedlichen Anteile erneuerbarer Energien in den Szenarien ist dies plausibel. In der Referenz würden ansonsten Elektrolyseure ggf. mit Strom aus Erdgas betrieben, was energiewirtschaftlich fragwürdig ist. Dennoch könnte in der Quantifizierung von einem identischen Stromverbrauch auf dem niedrigeren Niveau der Referenz ausgegangen werden, um den Effekt der Maßnahme unter identischen Rahmenbedingungen zu isolieren. In diesem Fall wären die Emissionen

¹⁶ Die Bewertung der vorliegenden Maßnahmen in der öffentlichen Stromversorgung erfolgt also nicht gegenüber dem Mit-Maßnahmen-Szenario (MMS) des Projektionsberichts 2021 der Bundesregierung. Insbesondere unterscheiden sich das MMS des Projektionsberichts und die vorliegende Modellrechnung neben der zu bewertenden Maßnahme unter anderem darin, dass sich die Stromnachfrage, das europäische Ausland sowie die Brennstoff- und Zertifikatspreise unterschiedlich entwickeln. Für eine einzelne Bewertung der vorliegenden Maßnahme ist die Annahme weitgehend identischer Rahmenbedingungen zielführend und wird mit der dargestellten Herangehensweise erreicht. Eine Bewertung gegenüber dem MMS wird in Kapitel 4.3 vorgenommen.

im SMM noch geringer, die Differenz zu den Emissionen in der Referenz größer und somit Wirkung der Maßnahme entsprechend höher. Weil eine geringere Nachfrage im SMM zu relevanten Teilen auch zu größeren Netto-Exporten von Strom führen würde, ist eine Bewertung auf Basis der vorliegenden Informationen, also ohne eine Neuberechnung, nicht zu leisten. In jedem Fall wäre die Wirkung der Maßnahme aber größer als quantifiziert.

Als konservativ ist die Quantifizierung nach gutachterlicher Einschätzung zudem anzusehen, weil sie nicht den Effekt auf sonstige Kraftwerke der Energiewirtschaft, etwa Raffineriekraftwerke, betrachtet. Hier könnte ebenfalls eine, wenn auch geringe Minderung der Treibhausgasemissionen resultieren. Zudem enthalten die Zahlen nicht den möglichen Effekt auf Emissionen in der öffentlichen Wärmeversorgung. Auch hier könnte eine Minderung durch die Maßnahme auftreten, auch wenn dabei unklar ist, welcher Teil einer solchen Minderung auf die (indirekte) Substitution von Brennstoffen durch den schnelleren Ausstieg aus der Kohle zurückzuführen wäre¹⁷ und welcher Teil auf die angenommen höhere Nachfrage durch *Power-to-Heat*-Anlagen.

Nicht berücksichtigt werden konnten in der Modellierung jedoch mögliche vorübergehende Mehrmissionen im Kraftwerkssektor aufgrund der energiepolitischen Auswirkungen des gegenwärtigen Angriffskriegs Russlands auf die Ukraine. Hierbei ist zu beachten, dass das Bundes-Klimaschutzgesetz ohnehin keine Jahresemissionsmengen für die Energiewirtschaft für die Jahre 2023-2029 vorsieht, so dass Abweichungen in diesen Jahren keinen Einfluss auf die Zielerreichung in 2030 haben.

Die vorliegende Maßnahme wirkt auch auf den Sektor Industrie. In der vorliegenden Bewertung der Ressorts sind die Emissionen der Industriekraftwerke nicht mit einbezogen, weil sie nach den Kategorien des Bundes-Klimaschutzgesetzes nicht im Sektor Energiewirtschaft bilanziert werden. Dennoch wird ihr Einsatz bei der Berechnung der Szenarien bestimmt. Ihre Emissionen sind im SMM im Jahr 2030 um 2,1 Mio. t CO₂-Äq niedriger als in der Referenz. Bis zum Jahr 2030 steigt diese Differenz von 0 Mio. t CO₂-Äq im Jahr 2022 an.¹⁸ Die vorliegende Maßnahme des Sektors Energiewirtschaft hat somit auch eine Minderungswirkung im Sektor Industrie:

- 2022: 0,0 Mio. t CO₂-Äq
- 2023: 0,1 Mio. t CO₂-Äq
- 2024: 0,2 Mio. t CO₂-Äq
- 2025: 0,4 Mio. t CO₂-Äq
- 2026: 0,7 Mio. t CO₂-Äq
- 2028: 1,5 Mio. t CO₂-Äq
- 2029: 2,0 Mio. t CO₂-Äq
- 2030: 2,1 Mio. t CO₂-Äq

Die Gesamtwirkung der Maßnahme nach gutachterlicher Einschätzung addiert die Wirkungen in den beiden Sektoren Energiewirtschaft und Industrie, d.h. es gibt wenig Interaktionseffekte.

Es bestehen weitere Wechselwirkungen mit dem Sektor Industrie, die in der Bewertung nicht explizit adressiert sind. Dies sind insbesondere die Maßnahmen *Abwärmennutzungsverpflichtung* (Kapitel 3.4.3) und *Aufstockung Maßnahmenbündel Dekarbonisierung in der Industrie* (Kapitel 3.4.4). Mit den verfügbaren Informationen lässt sich eine genaue Quantifizierung nicht ableiten. Qualitativ

¹⁷ Der stärkere Ausbau der erneuerbaren Energien verdrängt Stromerzeugung aus Kohle. Im Fall von Kohle-KWK-Anlagen kann dies eine Substitution durch Erdgas-KWK-Anlagen nach sich ziehen und somit eine Senkung der Emissionen.

¹⁸ Die Zahlen beziehen sich auf Industriekraftwerke im engeren Sinne. Inwiefern hier auch Raffineriekraftwerke, die zum Sektor Energiewirtschaft gerechnet werden, und sonstige Kraftwerke des Sektors Energiewirtschaft, die nicht in den Bereich der öffentlichen Versorgung fallen, enthalten sind, ist unklar.

können folgende Effekte auftreten. Durch die Maßnahme *Abwärmenutzungsverpflichtung* fallen ggf. höhere Mengen an Abwärme als Fernwärme an. Diese können potenziell fossile Fernwärmeerzeugung verdrängen und somit die Emissionen im Sektor Energiewirtschaft senken. Die Maßnahme *Aufstockung Maßnahmenbündel Dekarbonisierung in der Industrie* kann ggf. eine geringere Erzeugung von Strom und Wärme aus Kuppelgasen bewirken. Dies würde zusätzliche Strom- und Fernwärmeerzeugung aus anderen Kraftwerken der Energiewirtschaft erfordern und somit die Emissionen im Sektor Energiewirtschaft erhöhen.

Überdies wird eine weitere Abschätzung geleistet, wie die Treibhausgasminderungen im Falle eines noch schnelleren Ausbaus der Erneuerbaren Energien beeinflusst würden. Für diese weitere Abschätzung wird für das Jahr 2030 von 115 GW Windenergie an Land, 215 GW PV und 30 GW Windenergie auf See ausgegangen, resultierend in einer Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien von knapp über 600 TWh, sowie von einem Bruttostromverbrauch von 750 TWh. In diesem Fall läge der Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch bei knapp über 80 %. Die anderen Rahmenbedingungen sind identisch zum oben berechneten Fall belassen. In diesem Fall wäre die quantifizierte Treibhausgasminderung größer als oben berechnet. In der Referenz würde der gegenüber den oben vorgestellten Berechnungen zusätzliche Stromverbrauch von etwa 33 TWh im Jahr 2030 aus fossilen Energieträgern oder Importen gedeckt. Im SMM würde der zusätzliche Stromverbrauch zu etwa 80 % aus erneuerbaren Energien gedeckt und die verbleibenden 20 % aus fossilen Energieträgern oder Importen. Somit ist die Minderung, die sich als Differenz zwischen SMM und Referenz ergibt, höher. Eine genaue Quantifizierung ist ohne Neuberechnung nicht zu leisten. In jedem Fall wäre die Wirkung der Maßnahme größer als quantifiziert.

3.3 Gebäude

Für den Sektor Gebäude wurden insgesamt 14 Maßnahmen aus dem BMWK und dem BMWSB eingereicht. Die Maßnahme G 002 wurde zurückgezogen, da die Zeit zur Konzipierung der Förderkomponente mit dem Zeitplan zur Umsetzung des KSP nicht synchron war. Sie wird somit nicht bewertet. Die vom BMWSB eingereichten Maßnahmen G 009 bis G 014 wurden den Gutachter:innen erst am 28. Februar 2022 übermittelt. Bei den Maßnahmen G 009 bis G 013 handelt es sich um Förderprogramme. Im Abgleich zeigt sich, dass diese in Summe inhaltlich sehr deckungsgleich zur Maßnahme G 007 (Weiterentwicklung Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)) sind und daher hier eingeflossen sind.

In Summe enthält das Programm eine Vielzahl der im Koalitionsvertrag enthaltenen Maßnahmen – vorwiegend die schnell umsetzbaren. Eine wichtige zusätzliche Maßnahme zur Zielerreichung, die intensivere Vorbereitung benötigt, sind Mindesteffizienzstandards im Gebäudebestand (MEPS). Darüber hinaus sollten die Maßnahmen zur Verbesserung der Informationslage (Gebäudekataster, Ressourcenpass, Energieausweis) zeitnah angegangen werden.

Tabelle 6: Maßnahmen im Gebäudesektor

ID	Maßnahmentitel
G 001	Richtlinie für die Förderung von Pilotprojekten der Seriellen Sanierung und flankierenden Maßnahmen (Bundesförderung Serielle Sanierung)
G 003	Gesetz für Kommunale Wärmeplanung
G 004	Aufbauprogramm Wärmepumpe / Qualifikationsoffensive Wärmepumpe
G 005	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)
G 006	65% Erneuerbare beim Einbau neuer Heizsysteme in Neubau und Bestand sowie Neubaustandards

ID	Maßnahmentitel
G 007	Weiterentwicklung Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)
G 014	Vorbildfunktion öffentliche Hand

Quelle: Eigene Darstellung.

Wie im übergeordneten Methodik Kapitel dargestellt muss zwischen Brutto- und Netto-Wirkung unterschieden werden. Die Netto-Bereinigung erfolgt in zwei Stufen. Die Netto 1 Wirkung der Einzelmaßnahmen stellt die Wirkung der jeweiligen Instrumente auf Einzelmaßnahmenebene dar. Für eine spezifische Maßnahme enthält diese somit die zusätzliche Wirkung, wenn nur diese eine Maßnahme implementiert werden würde. Die Netto 2 Wirkung der Einzelmaßnahmen stellt die Wirkung der jeweiligen Instrumente dar, wobei die Interaktionseffekte mit weiteren zusätzlichen Maßnahmen berücksichtigt ist. Der Interaktionsfaktor bildet die resultierende Überschneidung aller Maßnahmen des Politikbündels ab.

Bei den Maßnahmen im Gebäudesektor ist zu beachten, dass diese stark miteinander interagieren, und sich ihre Wirkungsbereiche teils stark überlagern. Aus Sicht der Gutachter:innen ist diese enge Interaktion der Maßnahmen explizit erwünscht. Sie bildet den Kern einer push/pull-Strategie, die einen hohen technologischen Innovationsgrad und hohe Umsetzungsraten zum Ziel hat¹⁹. So stehen das Fördern von ambitionierten Standards (BEG), die Vorgabe von Mindeststandards (GEG) und die Geschwindigkeit des technologischen Fortschritts in einem engen Verhältnis zueinander. Die einzelnen Elemente dieser Strategie sind regelmäßig zu prüfen und bei Bedarf an den aktuellen Stand der Entwicklung (technologischer Fortschritt, politische Zielsetzungen, geänderte wirtschaftliche Rahmenbedingungen etc.) anzupassen.

Die vorliegenden Maßnahmen wirken meist auf dieselben Zielgruppen (Eigentümer:innen) und dieselben Handlungsbereiche (Neubau, baulicher Wärmeschutz im Bestand, Wärmeerzeugung) ein und beeinflussen die Handlungsweise der Zielgruppen. Aufgrund der engen Zeitschiene der Vorbereitung des Klimaschutzsofortprogramms erfolgte die Bewertung der Einzelmaßnahmen zeitlich parallel. Da sich Teile des vorgeschlagenen Maßnahmenpakets bis zum Ende der Prüfungen durch die Gutachter:innen noch in der Phase der Ausarbeitung und Konkretisierung in den Ressorts befanden, lagen keine finalen Stände aller Maßnahmen vor. Dies gilt im Besonderen für die Maßnahmen zum Gebäudeenergiegesetz (G 006) und zur Bundesförderung für effiziente Gebäude (G 001, G 007, G 009 bis G 013). Die Maßnahmen mussten daher inhaltlich weitgehend getrennt voneinander bewertet werden. Dies führt dazu, dass Einsparungen teilweise doppelt gezählt werden²⁰. Eine einfache Addition der Einzelbewertungen würde die Einsparwirkung des Maßnahmenpakets daher überbewerten. Methodisch wird dieser Interaktion über eine Effektbereinigung auf der Ebene von Maßnahmenbündeln begegnet (Netto2-Effekt gemäß Methodikleitfaden für Evaluationen von Energieeffizienzmaßnahmen des BMWi (Fraunhofer ISI et. al. 2020)). Diese Überlagerungseffekte können aufgrund ihrer Komplexität am zuverlässigsten über eine zeitaufwändige Gesamtsystemmodellierung abgebildet werden. Grundvoraussetzung hierfür ist, dass alle Maßnahmen ausreichend detailliert beschrieben sind und möglichst als finaler Stand vorliegen.

Um kurzfristig eine Aussage zur Einsparwirkung des gesamten Maßnahmenpaketes treffen zu können wurden die Interaktionen der Maßnahmen G 001, G 005, G007 und G 008 daher mit einem

¹⁹ Prognos 2013: Ermittlung der Wachstumswirkungen der KfW-Programme zum Energieeffizienten Bauen und Sanieren. <https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Konzernthemen/Research/PDF-Dokumente-alle-Evaluationen/Wachstumseffekte-EBS-Endbericht.pdf>. Letzter Abruf am 30.03.2022

²⁰ Beispiel: Der durch die BEG geförderte Ersatz eines Erdgaskessels durch eine Wärmepumpe in einem Gebäude wird bei der Einzelbewertung sowohl bei der Maßnahme G 006 (65% Erneuerbare beim Einbau neuer Heizsysteme in Neubau und Bestand sowie Neubaustandards) als auch bei der Maßnahme G 007 (Weiterentwicklung BEG) vollständig gezählt.

vereinfachten Modellansatz rechnerisch abgeschätzt. Der Ansatz bildet die Interaktion der Maßnahmen auf technologischer Ebene ab und lässt damit eine Aussage zur Interaktion innerhalb des Gesamtpaketes dieser 4 Maßnahmen zu. Er ermöglicht keine Allokation der Gesamteinsparungen auf einzelne der vier Maßnahmen. Hierfür wären weitere Informationen und Modellierungen notwendig, die nicht in ausreichender Form vorliegen und deutlich mehr Zeit in Anspruch genommen hätten²¹.

Die Abschätzung des Gutachterteams kommt zu einem Interaktionsfaktor für das Gesamtpaket von 0,66 verglichen mit der Summe der in Kapitel 4 zusammengetragenen Einzelwirkungen dieses Gutachtens. Aufgrund der verstärkten Überlappung von GEG und BEG durch die ab 1.1.2024 geltende GEG-Regelung zum Einsatz von mindestens 65% erneuerbarer Energien bei neu eingebauten Heizungen kommt die Abschätzung zu einem niedrigeren Wert als in vergangenen Gutachten wie beispielsweise dem Integrierten Nationalen Energie- und Klimaplan²².

Folgende Tabelle zeigt die angegebene von den Ressorts ursprünglich ausgewiesene Wirkungsabschätzung („Ressorts“) und die laut Gutachtern dieses Berichts plausible konservative Wirkung. („Lt. Gutachten“).

Tabelle 7: Einzelwirkung der bewerteten Maßnahmen im Gebäudesektor ohne Berücksichtigung von Maßnahmeninteraktionen (Netto 1)

ID	Maßnahmentitel / Netto THG Einsparung [Mio. t CO ₂ -Äq.]								
	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
G 001	Richtlinie für die Förderung von Pilotprojekten der Seriellen Sanierung und flankieren-den Maßnahmen (Bundesförderung Serielle Sanierung)								
Ressort	0	0	0	0	0,1	0,26	0,48	0,79	1,18
Lt. Gutachten	0	0	0	0	0,05	0,13	0,24	0,40	0,59
G 005	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)								
Ressort	0,02	0,13	0,30	0,52	0,94	1,56	2,30	3,04	3,79
Lt. Gutachten	0,04	0,21	0,49	0,85	1,51	2,53	3,72	4,91	6,13
G 006	65% Erneuerbare beim Einbau neuer Heizsysteme in Neubau und Bestand sowie Neubaustandards								
Ressort	0,00	0,08	0,16	2,18	4,37	6,58	8,69	10,74	12,75
Lt. Gutachten	0,08	0,16	2,59	4,94	7,46	9,67	11,78	13,83	15,84
G 007	Weiterentwicklung Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)								
Ressort	1,45	2,76	4,07	5,43	6,78	8,14	9,50	10,86	12,22
Lt. Gutachten	1,42	2,71	4,00	5,33	6,66	7,99	9,33	10,66	12,00
G 014	Vorbildfunktion öffentliche Hand								
Ressort	0,00	0,00	0,14	0,29	0,43	0,57	0,71	0,85	0,99
Lt. Gutachten	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Quelle: Eigene Darstellung.

²¹ Beispiel: es werden Informationen benötigt, welche der Instrumente in welchem Umfang für die Entscheidung zur Umsetzung und zum Ambitionsgrad einer Sanierung verantwortlich sind.

²² <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/I/integrierter-nationaler-energie-klimaplan.html>. Letzter Abruf am 25.04.2022

Exkurs: Wirkungsabschätzung höherer Energiepreise auf die THG-Emissionen im Gebäudesektor

Durch den Überfall Russlands auf die Ukraine ist mit Bezug auf die Energieversorgung in Deutschland die Reduktion der Importabhängigkeit von Russland auf der politischen Agenda. In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, wie sich die aus der veränderten geopolitischen Situation resultierenden Energiepreissteigerungen auf zusätzliche Aktivitäten und Investitionsentscheidungen im Gebäudebereich auswirken. IREES ist kurzfristig beauftragt worden, dazu eine Abschätzung durchzuführen. Die Ergebnisse sind in einem separaten Kurzgutachten dargestellt (Steinbach und Deurer 2021) und werden an dieser Stelle zusammengefasst. Die Quantifizierung erfolgt dabei mit dem Modell Invert/ee-lab, welches auch für die Modellierung der THG-Emissionen des Gebäudesektors im Projektionsbericht 2021 (MMS) eingesetzt wurde. Aufbauend auf dem MMS sind kurzfristig weitere Szenarien berechnet worden mit veränderten Energiepreisen. Qualitativ können für den Gebäudebereich folgende Wirkungszusammenhänge durch einen (hohen) Anstieg von Energiepreisen beschrieben werden:

- Gebäudeeigentümer:innen, die ihre Gebäude mit Erdgas heizen, wollen ihre Heizung schneller tauschen. Die Austauschrate von Heizungen steigt und es werden bis 2030 mehr Wärmeversorgungssysteme getauscht → Vorzieheffekt
- Es werden andere (erneuerbare) Wärmeversorgungssysteme gewählt
- Gebäudeeigentümer:innen denken verstärkt über energetische Sanierungen nach und die Sanierungsrate steigt
- Bei der Umsetzung von Sanierungsmaßnahmen werden ambitioniertere Sanierungspakete gewählt (Sanierungstiefe)

Für die quantitative Abschätzung sind Energiepreissteigerungen von Kalkuhl et al. (2022) verwendet worden – mittlerer und hoher Preispfad. Hierbei ist in der Modellierung angenommen worden, dass es einen Preissprung im Jahr 2022 gibt und dass die Preise auf diesem Niveau dann mit den relativen Preisentwicklungen des Projektionsberichtes bis 2030 fortgeführt werden. Des Weiteren wird in der Modellierung unterschieden inwieweit die hohen Preise nicht nur zu veränderten Investitionsentscheidungen bei den Gebäudeeigentümer:innen führt, sondern ob es auch zu Vorzieheffekten beim Heizungstausch kommt und Heizungen früher getauscht werden als technisch durch die Lebensdauer erforderlich. Ohne diesen Vorzieheffekt ergibt sich aus der Modellierung zusätzliche THG-Einsparungen von 1,4 Mio. t CO_{2äq} (mittlerer Preispfad) und 2,4 Mio. t CO_{2äq} (hoher Preispfad) im Jahr 2030. Um die mögliche Wirkung einer Steigerung beim Heizungstausch zu bewerten, wird in einer weiteren Sensitivitätsrechnung durchgeführt. Dabei wird angenommen, dass fossile Wärmeversorgungssysteme im Schnitt 2,5 Jahre früher getauscht werden, wodurch sich eine deutliche Steigerung in der Wirkung aus den Modellergebnissen ergibt. Diese betragen 6,7 Mio. t CO_{2äq} (mittlerer Preispfad) und 8 Mio. t CO_{2äq} (hoher Preispfad). Aufgrund der hohen Unsicherheit in der Realität und den Annahmen, die der Modellierung zu Grunde liegen, wird empfohlen eher eine konservative Wirkung anzusetzen, die im unteren Bereich liegt oder als Mittelwert aus den Ergebnissen der Modellierung resultiert (4 Mio. t CO_{2äq} als Mittelwert im mittleren Preispfad und 5,2 Mio. t CO_{2äq} im hohen Preispfad). Mögliche Überschneidungseffekte mit den im Folgenden dargestellten Maßnahmen sind qualitativ bewertet worden. Dabei kann festgehalten werden, dass es für die meisten Maßnahmen geringe Überschneidungen, aber auch verstärkende Wirkungen geben kann. Eine relevante Überschneidung durch einen Vorzieheffekt könnte bei der 65 % Pflicht ab 2025 (G006) erwartbar sein. Insgesamt sind die abgeschätzten zusätzlichen Einsparungen jedoch mit hoher Unsicherheit zu bewerten, da insbesondere die Energiepreisentwicklung im Moment schwer einzuschätzen ist.

3.3.1 G 001 Richtlinie für die Förderung von Pilotprojekten der Seriellen Sanierung und flankierenden Maßnahmen (Bundesförderung Serielle Sanierung)

Beschreibung

Das BMWK-Programm zur Förderung der Seriellen Sanierung wurde am 07. Mai 2021 gestartet. Die Maßnahme G001 beschreibt eine mögliche Fortführung des Programms über das Jahr 2023 hinaus. Im Vordergrund dieses Programms steht die Angebotsseite: potenzielle Anbieter serieller Sanierungen sollen dabei unterstützt werden, entsprechende Angebote zu entwickeln und anzubieten.

In seiner aktuellen Fassung wird die Förderung in 3 Modulen organisiert, wie nachfolgender Auszug aus dem Informationsangebot des BAFA zum Programm zeigt²³:

Modul I - Durchführbarkeitsstudien: Im Rahmen der Durchführbarkeitsstudien können für konkrete Liegenschaften und Gebäude die technische, rechtliche und wirtschaftliche Machbarkeit einer Seriellen Sanierung untersucht und die Ergebnisse in einer schriftlichen Studie zusammengefasst werden. Zu untersuchende Fragestellungen können sich z.B. auf Zugänglichkeit, Befestigungsmöglichkeiten oder Lastabtrag beziehen; juristische Aspekte umfassen beispielsweise Themen wie Grundstücksgrenzen, Bebauungspläne oder andere Satzungen. Das beinhaltet auch Vertragsregelungen, wie etwa der Umgang mit PV-Stromerträgen sowie energetische Fragen zu Einsparungen, Erneuerbare-Energien (EE)-Stromerzeugung, Speicherung, etc.

Modul II: Entwicklung und Erprobung serieller Sanierungskomponenten für individuelle Pilotprojekte: In Modul II soll die konkrete Forschungs- und Entwicklungsarbeit für serielle Sanierungskomponenten gefördert werden (Artikel 25 AGVO). Dies beinhaltet die konzeptionelle und praktische Entwicklung der Vorfertigung oder auch die Optimierung von Abläufen auf Hersteller-, Verarbeiter- und Nutzerseite und/oder die Herstellung von Muster- und Prototypelementen und deren in-situ Erprobung am Gebäude, sofern hierdurch weiterer Erkenntnisgewinn für die Entwicklung der Komponenten der Seriellen Sanierung erwartet wird.

Die zu entwickelnden Lösungen sollen serientauglich, leicht adaptier- und skalierbar sein. Das bedeutet, dass sich die entwickelten Komponenten und Verfahren zukünftig auf andere Maßnahmen übertragen lassen und so zu einer marktgetriebenen Kostendegression beitragen können. Förderfähig sind hier Kosten der Komponentenhersteller, die einen konkreten Bezug zur Entwicklung des Produkts selbst oder dessen Vermessung während der Monitoringphase haben.

Modul III: Ergänzende Investitionsbeihilfen zum Aufbau von Produktionskapazitäten serieller Sanierungskomponenten: In Modul III wird der Aufbau von Produktionskapazitäten zur industriellen Herstellung von Fassaden- und Dachelementen und damit verbundener Anlagen- und Gebäudetechnik, gefördert, welche als Komponenten die Definition der Seriellen Sanierung erfüllen.

Als Aufbau von Produktionskapazitäten gilt die Errichtung einer neuen Betriebs-/Produktionsstätte, die Erweiterung einer bestehenden Betriebsstätte oder die Anpassung einer Betriebsstätte an neue Produkte. Förderfähig sind hierbei der Erwerb von Sachanlagen wie Bauten, technische Anlagen, Maschinen und anderer Anlagen, Betriebs- und Geschäftsausstattung. Geförderte Betriebsstätten müssen eindeutig abgrenzbare Produktionsprozesse vorweisen, welche für die Komponenten zur Seriellen Sanierung notwendig sind.

²³ https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Serielles_Sanieren/serielles_sanieren_node.html. Letzter Abruf am 30.03.2022

Bewertung

Die Bundesförderung Serielle Sanierung fördert die Entwicklung, Erprobung und Herstellung neuartiger Verfahren und Komponenten der Seriellen Sanierung und setzt dadurch neue Impulse für die Energiewende im Gebäudebereich.

Die serielle Sanierung ist eine innovative Methode zur energetischen Sanierung von Gebäuden. Im Unterschied zum Status Quo der energetischen Gebäudesanierung wird hier verstärkt mit Standardisierung und vorgefertigten Elementen gearbeitet. Von der seriellen Gebäudesanierung erwarten sich die beteiligten Akteure Kostensenkungs- und Effizienzpotenziale: Die Sanierungen sollen günstiger und schneller werden und der Bedarf an Fachkräften soll reduziert werden. Hierfür notwendig ist die Entwicklung, Erprobung und Herstellung neuartiger Verfahren und Komponenten.

Die den Gutachtern zur Verfügung stehenden Informationen bleiben sehr allgemein und ohne Festlegungen von Zahlen oder Zielen. Aus den Daten zum Finanzbedarf kann geschlossen werden, dass die Maßnahme die Fortführung des Programms über das Jahr 2025 hinaus beinhaltet. Daher konnte der Fördermechanismus problemlos recherchiert werden²⁴. Aufgrund der bislang kurzen Laufzeit (Programmstart am 7. Mai 2021) liegen jedoch noch keine Informationen aus Evaluierungen oder Programmdateien vor, die bei der Plausibilitätsprüfung helfen könnten.

Die genannten Einsparwerte scheinen optimistisch und liegen über den Erwartungen aus vorhergehenden Abschätzungen (beispielsweise Kurzgutachten zu Maßnahmen zur Zielerreichung 2030 zur Begleitung des Klimakabinetts²⁵). Diese Einschätzung basiert auf einer schwachen Informationslage, da den Gutachtern keine detaillierten Angaben vorlagen, die eine quantitative Bewertung ermöglichen. Aufgrund der engen Verflechtungen werden Interaktionen dieses Programms mit der Bundesförderung Effiziente Gebäude (BEG) und dem Gebäudeenergiegesetz (GEG) erwartet. Aufgrund dieser Unsicherheiten und der genannten vorherigen Ausarbeitungen schätzen die Gutachter:innen einen Skalierungsfaktor von 50% auf die in den vorgelegten Informationen genannten Einsparwerte. Die erwartete THG-Einsparung liegt damit bei 0,59 Mt CO₂-äq (Netto 1) in 2030.²⁶

Die serielle Sanierung adressiert zwei zentrale Hemmnisse der Wärmewende: Kostengünstiges Bauen und Sanieren sowie den Fachkräftemangel. Ihre Förderung ist damit aus klima-, wohnungs- und arbeitsmarktpolitischer Sicht eine sinnvolle Ergänzung zu den bestehenden Förderprogrammen und wird von den Gutachter:innen befürwortet.

3.3.2 G 003 Gesetz für Kommunale Wärmeplanung

Beschreibung

Ziel der kommunalen Wärmeplanung (KWP) ist es, einen klaren Orientierungs- und Planungsrahmen für alle Investitionen zu schaffen, die sich direkt oder indirekt auf die Wärmeversorgung in der Kommune auswirken. Damit leistet die KWP einen wichtigen Beitrag zur Lösung der Koordinationsprobleme im Zuge der Wärmewende. Um die KWP innerhalb eines klimazielformen Zeitraums flächendeckend einzuführen, ist eine gesetzliche Regelung unverzichtbar. Die genaue Ausgestaltung ist noch offen. Nach derzeitigem Stand erfolgt die Umsetzung durch ein zustimmungspflichtiges Bundesgesetz, das in enger Abstimmung mit den Ländern erarbeitet wird. In diesem Gesetz

²⁴ https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Seriell_Sanieren/serielles_sanieren_node.html. Letzter Abruf am 30.03.2022

²⁵ Prognos et. al. 2019: Kurzgutachten zu Maßnahmen zur Zielerreichung 2030 zur Begleitung des Klimakabinetts. https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Studien/kurzgutachten-zu-massnahmen-zur-zielerreichung-2030-zur-begleitung-des-klimakabinetts.pdf?__blob=publicationFile&v=8. Letzter Abruf am 30.03.2022

²⁶ Nach Abschluss der gutachterlichen Bewertung wurde wurden die Haushaltsmittel für die Bundesförderung Serielles Sanieren auf 89% der hier bewerteten Mittel reduziert. Dies hat keinen Eingang mehr in die Quantifizierung gefunden.

werden die Länder verpflichtet, eine kommunale Wärmeplanung einzuführen. Der Bund prüft darüber hinaus Wege, die Länder bei der Umsetzung dieser gesetzlichen Verpflichtung finanziell zu unterstützen. Der KWP sind selbst keine THG-Minderungen zuzuschreiben. Sie erzeugt eine indirekte, bzw. mittelbare Minderungswirkung. Die KWP soll durch ihre Koordinationswirkung und die Verknüpfung mit anderen Instrumenten dafür sorgen, dass diese ihre THG-Minderungswirkung entfalten können. Instrumente und Maßnahmen, mit denen die KWP zusammenwirkt sind v.a. die BEG, das GEG, die BEW, die EEW, Serielle Sanierung, Systementwicklungsstrategie, Nationale Wasserstoffstrategie, Biomassestrategie, Kommunalrichtlinie (NKL), Energetische Stadtanierung, sowie Energieberatung für Kommunen.

Bewertung

Die Maßnahme kann einen sehr wichtigen Beitrag zum Gelingen der Wärmewende leisten. Hierfür ist insbesondere eine Koordinierung der sehr heterogenen Stakeholderlandschaft insgesamt und v.a. auf lokaler Ebene wichtig, um zu zielführenden und wirtschaftlichen Lösungen im Wärmebereich zu kommen. Die KWP kann als zentrale Schnitt- und Planungsstelle fungieren, um die Handlungen und Aktivitäten der involvierten Akteur:innen aufeinander abzustimmen. Sie kann darüber hinaus mit anderen Instrumenten gekoppelt werden und gut in den Instrumentenmix insgesamt eingebettet werden (s. auch Auflistung der Instrumente in der Beschreibung).

Es ist unklar, was der Abschätzung des Finanzbedarfs zu Grunde gelegt ist. Die den Gutachter:innen vorliegenden Informationen liegen deutlich über den Werten, die sich ergeben würden, wenn der Ansatz der Konnexitätszahlungen aus Baden-Württemberg auf die ca. 1.600 Kommunen (entspricht der in der Instrumentenbeschreibung angegebenen Anzahl der erstellten Wärmepläne) mit mehr als 10.000 Einwohner:innen in Deutschland angewandt würde. Wenn davon ausgegangen wird, dass in den Kommunen Personalstellen geschaffen werden, um den Prozess der Wärmeplanung dauerhaft zu verankern, sind die Werte realistisch. Für die Einführung der Wärmeplanung wird ab 2024 von einem Finanzbedarf ausgegangen, allerdings wird auch davon ausgegangen, dass erste Wärmepläne schon 2023 erstellt werden. Der Finanzbedarfsplan sollte noch an den Zeitplan der Einführung der Wärmeplanung angepasst werden.²⁷ Wärmeplanung sollte im Idealfall als dauerhafte Aufgabe in Kommunen verankert werden. Dementsprechend haben die Kommunen auch einen dauerhaften Finanzbedarf, um die Wärmeplanung durchzuführen und zu begleiten. In der Beschreibung ist eine Lebensdauer angegeben, die mit 25 Jahren zwar lange ist, es kann aber nicht sicher gesagt werden, ob dies eine passende Angabe ist. Vor dem Hintergrund, dass bis spätestens 2045 die Wärmeversorgung klimaneutral erfolgen muss, erscheinen die 25 Jahre aber plausibel und ausreichend.

Wärmeplanung ist ein strategischer Prozess, der die Wärmewende vor Ort koordinieren und voranbringen soll. Daraus abgeleitete Maßnahmen werden oftmals z.B. durch die Nutzung von Fördergeldern umgesetzt werden und die damit verbundenen Emissionseinsparungen diesen zugeschrieben. Wie in der Beschreibung dargelegt sind der Wärmeplanung direkt keine Emissionseinsparungen zuzurechnen, sie hat aber das Potenzial hohe Emissionseinsparungen anzustoßen. Diese können u.a. durch die Nutzung von Förderprogrammen für die Maßnahmenumsetzung auch den Sektoren nach dem KSG zugeordnet werden. Wärmeplanung adressiert in erster Linie die Wärmebereitstellung durch den Einsatz von Endenergie und damit auch Brennstoffen. Andere Emissionen ("graue Emissionen" im Gebäudebereich, Landnutzung etc.) werden durch die Wärmeplanung nicht direkt adressiert, wohl aber Emissionsminderungen durch Energieeinsparungen z.B. durch energetische Gebäudesanierung.

²⁷ Nach Abschluss der gutachterlichen Bewertung wurden im Rahmen der Anmeldung des Ergänzungshaushalts und des Haushalts 2023 bereits für 2023 Mittel angemeldet.

Weitere direkte ökologische Folgewirkungen neben der genannten (Reduktion der Schadstoffbelastung durch Ausbau der Fernwärme und Wärmepumpen) aus der Maßnahme selbst sind nicht abzusehen. Allerdings können durch die in erstellten Wärmeplänen definierte Maßnahmen Wirkungen entstehen: zusätzlicher Flächenbedarf für die erneuerbare Wärmebereitstellung, ohne entsprechende Einschränkungen ggf. zusätzliche Nachfrage nach Biomasse für die Wärmebereitstellung.

Soziale Aspekte insbesondere mit Blick auf die energetische Gebäudesanierung können im Rahmen einer Wärmeplanung von vornherein mit betrachtet werden und zielgerichtet in der gesamten Kommune von den relevanten Akteur:innen adressiert werden. Die Wärmeplanung kann damit bei entsprechender Ausgestaltung des Prozesses vor Ort positive soziale Effekte haben und auch die Akzeptanz der Wärmewende durch Beteiligung erhöhen.

Die kommunale (besser lokale, regionale oder räumliche) Wärmeplanung sollte so schnell wie möglich beschlossen/ umgesetzt werden. Kommunen, aber auch Planende, die Wärmepläne erstellen, benötigen Zeit sich auf die neue Pflichtaufgabe vorzubereiten und entsprechende Kapazitäten aufzubauen. Ein früher Kabinettsbeschluss wäre hilfreich, um mit Inkrafttreten auch in der Lage zu sein, mit der Wärmeplanung in den ersten Kommunen zu beginnen. Die Wärmeplanung erfüllt eine wichtige koordinierende und strategische Funktion und kann durch das Anstoßen von Maßnahmen erhebliche Emissionsminderungen bewirken. Sie hilft darüber hinaus Lock-Ins zu vermeiden. Sie kann positive lokale und nationale wirtschaftliche Effekte generieren. Sie wird von den Gutachter:innen befürwortet.

3.3.3 G 004 Aufbauprogramm Wärmepumpe / Qualifikationsoffensive Wärmepumpe

Beschreibung

Ziel des Aufbauprogramms bzw. der Qualifikationsoffensive Wärmepumpe ist es, Fachkenntnisse zur Wärmepumpe im Handwerk in die Breite zu bringen. Hintergrund ist, dass Planung und Einbau von Wärmepumpen technisch komplex sind. Ein effizienter Anlagenbetrieb erfordert umfangreiche Kenntnisse, die bislang im Handwerk noch nicht flächendeckend verfügbar sind und sich in der Ausbildungs- und Weiterbildungspraxis nicht im ausreichenden Maße wiederfinden.

Erstens fördert die Maßnahme Weiterbildungen zur Planung und zum Einbau von Wärmepumpen in Wohngebäuden mit dem Ziel der Qualifizierung (Planung und Errichtung). Neben den Kosten der Fortbildung werden auch Kosten für Verpflegung, Unterkunft sowie der Verdienstausschlag für den Zeitraum der Fortbildung gefördert.

Zweitens fördert die Maßnahme Schulungen im Bereich Kältemittel für Wärmepumpen.

Drittens werden Schulungen speziell für den Wärmepumpeneinbau im Bestand gefördert, mit Blick auf Niedertemperaturfähigkeit und unter Berücksichtigung der Peripherie einschließlich Heizlastberechnung sowie qualitativer Beurteilung von Heizverteilung und Heizkörpern. Förderberechtigte sind Planende und Handwerker:innen, mit bis zu 75% der Kosten.

Es ist geplant, eine weitere Förderkomponente zur Thematik der Einhaltung von Lärmgrenzwerten von Luft-Wärmepumpen zu integrieren.

Bewertung

Den Gutachter:innen wurde keine abschließende Konkretisierung der Maßnahme zur Verfügung gestellt. Daher kann die Maßnahme zum aktuellen Zeitpunkt aus Gutachter:innensicht nicht bewertet werden.

Die Gutachter:innen halten es jedoch für den geplanten Roll-Out von Wärmepumpen für zwingend erforderlich, dass die Bundesregierung den dafür notwendigen Kompetenzaufbau unterstützt. Sie nutzen daher die Gelegenheit, Hinweise zu einem möglichen Aufbauprogramm / Qualifikationsfördernde Wärmepumpe zu geben. Diese Hinweise basieren unter anderem auf Erkenntnissen des Stakeholderdialogs zur Roadmap Energieeffizienz 2045²⁸ des BMWK zum Thema Aus- und Weiterbildung:

a) Zu den skizzierten Weiterbildungen

Zwar sind Weiterbildungen zur Planung und Errichtung von Wärmepumpen heute schon weitgehend verfügbar (in etwas geringerem Maße Weiterbildungen mit Spezialisierung auf Niedertemperaturfähigkeit). Es bestehen jedoch erhebliche Hemmnisse bei Handwerksunternehmen, diese Weiterbildungen anzunehmen. Die Weiterbildungen werden daher in weit geringerem Maße besucht, als für die Zielerreichung im Gebäudesektor erforderlich ist. Diese Hemmnisse sollten durch finanzielle Förderung adressiert werden. Eine Förderung der Kosten für Verpflegung, Unterkunft und Verdienstaufschlag kann einen wesentlichen Hebel darstellen; sie muss daher ausreichend finanziert sein.

b) Zur Dauer der Schulungen

Die Gutachter:innen empfehlen, dass die neue Maßnahme auf kompakte Schulungen fokussiert. Hintergrund: es besteht heute schon die Möglichkeit, über das Qualifizierungschancengesetz Weiterbildungen zu fördern. Dort sind allerdings mit mind. 120 Stunden hohe Mindestdauern vorgegeben, die oft nicht zur betrieblichen Realität im Heizungshandwerk passen. Ein Beispiel für Schulungen zur Planung und Errichtung von Wärmepumpen könnten die Schulungen nach VDI 4645 Blatt 1 Gesamtpaket PE (Planung und Errichtung) sein, die einen Spezialistenkreis von Techniker:innen, Meister:innen oder Ingenieur:innen oder Personen mit mehrjähriger einschlägiger, verantwortlicher Tätigkeit adressieren und auf eine Dauer von rund zwei Personentagen ausgelegt sind.

c) Zur Verschränkung mit heutigen Ausbildungs- und Meisterprüfungsordnungen

Neben der Weiterbildung erfahrener Handwerker:innen sollte die Maßnahme dafür sorgen, dass angehende Gesell:innen und Meister:innen schon während ihrer Ausbildung bzw. in der Meisterschule die notwendigen Kompetenzen erlernen. Der bisherige Ansatz der Technologieoffenheit hat dazu geführt, dass de facto in der Ausbildung hauptsächlich fossile Verbrennungstechnologien gelehrt werden, während die Wärmepumpe ein Nischendasein führt. Letztere stellt jedoch die zentrale Schlüsseltechnologie für die klimaneutrale Wärmeversorgung dar. Daher müssen künftig klimaneutrale Technologien und besonders die Wärmepumpe ins Zentrum der Ausbildung gerückt werden. Hierfür sollte eine entsprechende Konkretisierung von Ausbildungs- und Meisterprüfungsordnungen erfolgen. Der Bund könnte und sollte hier eine koordinierende Rolle einnehmen.

d) Zur bleibenden Problematik Fachkräftemangel

Der allgemeine Fachkräftemangel in gebäudenahen Handwerksberufen wird durch die Maßnahme nicht adressiert: auch bei Qualifizierung bestehender Handwerker wird ein Engpass bestehen bleiben, der durch weitere Instrumente adressiert werden sollte.

²⁸ <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Dossier/Energieeffizienz/roadmap-energieeffizienz-2045.html>

3.3.4 G 005 Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)

Beschreibung

Die BEW reizt die Umstellung vorwiegend fossiler Wärmenetze auf erneuerbare Energien (EE) und unvermeidbare Abwärme an sowie den Neubau von Wärmenetzen mit min. 75-prozentiger Einspeisung aus erneuerbarer Wärme und unvermeidbarer Abwärme. Ergänzend werden Einzelmaßnahmen gefördert. Die BEW soll damit zur Erreichung der Klimaneutralität von Energie- und Wärmeversorgung bis 2045 beitragen und hierzu Investitionen anreizen, mit denen der Anteil von EE und Abwärme in Kälte- und Wärmenetzen gesteigert werden. Dadurch soll laut dem ressortabgestimmten Entwurf der Förderrichtlinie auf Basis der bisher in Aussicht stehenden Haushaltsmittel bis 2030 die Installation von durchschnittlich bis zu 400 MW erneuerbarer Wärmeerzeugungsleistung pro Jahr gefördert und somit Investitionen von durchschnittlich rund 690 Mio. Euro jährlich angestoßen und die Menge der Treibhausgasemissionen um ca. 2,4 Mio. Tonnen CO₂ pro Jahr im Jahr 2030 reduziert werden. Mit der im Folgenden als Teil des Sofortprogramms dargestellten höheren Mittelanmeldung des Fachreferats für den 2. RegE 2022 und den Eckwerten 2023 wären entsprechend höhere Ziele zu erreichen, die in Abhängigkeit vom Ergebnis der Haushaltsplanberatungen neu zu berechnen wären.

Insgesamt fiele dafür ein zusätzlicher Finanzbedarf von 9,85 Mrd. EURO bis 2030 an, die der Bewertung des geprüften Gutachtens zugrunde liegt. Als Ergebnis der Haushaltsplanberatungen hat sich die Mittelzuweisung im Rahmen des 2. RegE 2022 für die Jahre 2022 bis 2026 jedoch geändert. Für den Zeitraum 2022 bis 2026 sind für das BEW damit zusätzliche Finanzmittel von 1,4 Mrd. EURO vorgesehen. Der Finanzbedarf von 9,85 Mrd. EURO bis 2030, der in der Bewertung des geprüften Gutachtens angesetzt ist, hat für den gleichen Zeitraum zusätzliche Finanzmittel von 3,45 Mrd. EURO vorgesehen.

Bewertung

Die BEW ist eine zentrale Maßnahme zur Anreizung der Transformation im Fernwärmesektor und den Ausbau von Wärmenetzen mit CO₂-neutraler Wärmeversorgung. Die ausgewiesene Wirkungsabschätzung der Maßnahme basiert auf der „Wissenschaftliche Unterstützungsleistung und Wirkungsabschätzung für ein Basisförderprogramm zur Transformation von Wärmenetzen“ (Pehnt et al. 2020). Die dort ausgewiesenen Einsparungen sind grundsätzlich plausibel. Allerdings weisen die Gutachter auch auf die hohe Unsicherheit in der Bewertung hin, die sowohl zu höheren und niedrigeren Einsparungen führen können. Des Weiteren sind folgende Punkte zu erwähnen:

- Die BEW löst das Förderprogramm Wärmenetze 4.0 mit verbesserten Förderbedingungen, Erweiterung der Förderung und einer Erhöhung des Förderbudgets ab. Mit Bezug auf die Wirkung der Maßnahme ist jedoch zu unterscheiden, welche Elemente bereits im vorangegangenen Programm (Modellvorhaben Wärmenetze 4.0) gefördert wurden. Das Sofortprogramm soll die Ziellücke schließen, die sich aus dem Projektionsbericht ergibt. Der Projektionsbericht beinhaltet bereits eine Fortführung des Wärmenetz 4.0 Programms bis 2030. Die Wirkungsabschätzung beinhaltet jedoch die Wirkung der BEW ohne Abzug von Wirkungen, die durch Fortführung des Modellvorhabens Wärmenetze bis 2030 induziert worden wären.
- Der Wirkungsabschätzung liegt eine Wirtschaftlichkeitsberechnung zugrunde. Bei dieser ist eine zum Zeitpunkt der Berechnung realistische Entwicklung der EU-ETS Preise angenommen worden, die eine Steigerung auf 35 EURO /t bis 2030 vorsieht. Unabhängig von der Entwicklung der Großhandelsenergiepreise ist auch die Entwicklung der ETS Preise mittlerweile von der Realität überholt worden. Somit ist davon auszugehen, dass die Wirtschaftlichkeit von EE-Wärme und Abwärme in Wärmenetzen auch bei niedrigeren Fördersätzen erreichbar ist. Damit könnte bei gleichem Budget für das Förderprogramm eine höhere Wirkung erzielt werden.

- Als Ergebnis der Haushaltsplanberatungen stehen für die Jahre 2022 bis 2026 nur 42 % der in der Bewertung angesetzt Mittel zur Verfügung, Es ist bisher unklar, ob das Gesamtvolumen von 9,85 Mrd. Euro durch höhere Mittelzuweisung für den Zeitraum 2027 bis 2030 zur Verfügung steht. Werden die zusätzlichen Mittel in den Zeitraum 2027 bis 2030, ist von ursprünglichen Finanzmitteln im Gesamtzeitraum auszugehen, womit keine Änderung der Bewertung erforderlich. Werden jedoch nur die in der ursprünglichen Planung vorgesehen Mittel von für den Zeitraum 2027 bis 2030 zur Verfügung gestellt, reduzieren sich die zusätzlichen Finanzmittel auf 7,83 Mrd. EURO, womit eine entsprechend geringere THG Wirkung der BEW verbunden wäre.

Auf Basis der zur Verfügung stehenden Informationen schätzt das vorliegende Gutachten das Einsparpotenzial der Maßnahme mit den genannten Unsicherheiten mit 3,8 Mt CO_{2äq} (brutto) ein bei Finanzmitteln von 9,85 Mrd. EURO bis 2030. Die Netto-Wirkung der Maßnahme wird in dem vorliegenden Gutachten nicht berechnet. Für die Abschätzung der Netto-Wirkung wird in Anlehnung an die Evaluierung der BEG und ihrer Vorläufer ein pauschaler Abschlagsfaktor von 0,85 angenommen, so dass die Netto-Wirkung bei 3,2 Mt CO_{2äq} liegt. Allerdings erfolgt in dem Gutachten die Bewertung anhand der durch die BEW geförderten Wärmeerzeuger in den Wärmenetzen. Diese THG-Einsparung wird daher der Energiewirtschaft zugeordnet.

Für den Gebäudesektor sind die durch das Programm induzierten CO₂-Einsparungen relevant, die sich durch die Umstellung der Wärmeerzeugung von fossiler Objektversorgung auf einen Anschluss an ein Wärmenetz ergeben. . Dazu wird in dem Gutachten von Pehnt et al. (2020) keine Wirkungsabschätzung vorgenommen. Die Wirkung für den Gebäudebereich wird daher überschlägig anhand möglicher zusätzlicher Wärmenetzanschlüssen abgeschätzt. Diese ergibt sich aus der Nachverdichtung und dem Ausbau der Wärmenetze und der Tatsache, dass der Anschluss an ein durch die BEW dekarbonisiertes Wärmenetz eine wirtschaftliche Option darstellt. Aus der Abschätzung ergibt sich eine Wirkung von 2,88 Mt CO_{2äq} (netto 1) im Gebäudesektor.

3.3.5 G 006 65% Erneuerbare beim Einbau neuer Heizsysteme in Neubau und Bestand sowie Neubaustandards

Beschreibung

Die Maßnahmenbeschreibung umfasst die Weiterentwicklung ordnungsrechtlicher Standards sowie die Nutzungspflicht von EE-Wärme von 65 %. Aus den zuständigen Ministerien sind folgende Beschreibung der Maßnahme zur Verfügung gestellt worden, die insbesondere die zeitliche Ausgestaltung und einzelne Elemente enthält

- Der Neubaustandard im GEG wird zum 1.1.2025 an den EH40-Standard angeglichen. Diese Anpassung wird erst in einer GEG Novelle in 2023 umgesetzt
- Übergangsweise bis 2025 wird ab 1.1.2023 der EH55-Standard gesetzlich verankert (GEG-Novelle 2022)
- Zum 1.1.2024 soll jede neu eingebaute Heizung in Neubau und Bestand auf der Basis von 65 % erneuerbaren Energien betrieben werden. Die Einführung der EE-Nutzungspflicht für neu eingebaute Wärmeversorgungssysteme war ursprünglich ab dem 01.01.2025 geplant. Mit dem Maßnahmenpaket des Bundes zum Umgang mit den hohen Energiekosten²⁹ wurde dies auf den 01.01.2024 um ein Jahr vorgezogen.
- Mindesteffizienzstandards für Bestandsgebäude - Reform der EPBD (GEG-Novelle 2022);

²⁹ https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Downloads/2022-03-23-massnahmenpaket-bund-hohe-energiekosten.pdf?__blob=publicationFile&v=3

- Anpassung des Wirtschaftlichkeitsgebotes auf eine volkswirtschaftliche Betrachtung

Die bereitgestellte Wirkungsabschätzung bezieht sich jedoch nur auf die Wirkung des verschärften Neubaustandards und die 65 % Nutzungspflicht im Falle eines Heizkesseltausches.

Bewertung

Diese Maßnahme beinhaltet mehrere ordnungsrechtliche Maßnahmen, die jedoch in der Umsetzung alle über das GEG geregelt werden können und daher hier zusammengefasst sind. Insbesondere die Nutzungspflicht für 65 % EE-Wärme ist als eine der zentralsten Maßnahmen für den Gebäudebereich einzuschätzen. Hierbei kommt es jedoch auf die konkrete Ausgestaltung der Maßnahme an und wie der Markt und die Installationsbetriebe in den nächsten Jahren darauf vorbereitet werden. Eine hohe Wirkung kann dann erzielt werden, wenn mit der Maßnahme ein technologischer Wandel erfolgt. Dazu ist erforderlich, dass Heizungsbetriebe primär EE-Wärme Technologien wie Wärmepumpen installieren oder ein Umstieg auf Wärmenetze erfolgt. Das Aufbauprogramm Wärmepumpe (Maßnahme G004) leistet hierfür eine wichtige Grundlage zur Marktvorbereitung. Mit der 65 % EE Pflicht können theoretisch weiterhin Hybridanlagen mit Gas installiert werden (z.B. Gas/ Wärmepumpe). Allerdings wird das in vielen Fällen aus wirtschaftlichen Gründen und wegen der höheren Investitionskosten keine Option sein.

Die konkrete Ausgestaltung der Maßnahme lag zum Zeitpunkt der Bewertung noch nicht final vor. Daher besteht eine große Unsicherheit hinsichtlich der abgeschätzten THG-Einsparungen. Sollte beispielsweise eine (bilanzielle oder reale) Beimischung von Biomethan oder strombasierten Gasen als Erfüllungsoption (brennstoffbasierte Erfüllung) zugelassen werden, könnte ein herkömmlicher Gaskessel – beispielsweise mit 50 % Biomethan und 15 % Solarthermie die EE-Nutzungspflicht erfüllen. Eine Wärmeversorgung auf Basis von strombasierten Gasen weist jedoch im Vergleich zu Wärmepumpen einen deutlich höheren Primärenergiebedarf auf und wirkt daher negativ auf die Robustheit und Versorgungssicherheit des Energiesystems. Weiterhin sind Biomethan und grüne Gase absehbar nur in geringen Mengen bei gleichzeitig hohen Preisen verfügbar, was für Mieter:innen und im selbstgenutzten Wohneigentum zu hohen Preisrisiken führt. Ein zu leichtfertiges Zulassen dieser Option ist in zweifacher Hinsicht ein großes Risiko für die Erreichung der Mittel- und langfristigen Klimaschutzziele. Zum einen besteht die Gefahr, dass der notwendige Strukturwandel hin zu Wärmepumpen und Wärmenetzen ausgebremst wird. Zum anderen wird eine größere Anzahl von Wärmeerzeugern ermöglicht, bei denen aus heutiger Sicht sehr unsicher ist, ob sie jemals zur THG-Reduktion beitragen werden. Wird hingegen eine rein technologieorientierte Ausgestaltung der Erfüllungsoption definiert, ist nicht nur eine signifikante Wirkung bis 2030 zu erwarten, sondern auch Implikationen auf die erforderlichen Änderungen in den Marktstrukturen – Anpassung des Portfolios der Heizungsinstallateure.

Für die Wirkungsabschätzung im Gutachten wurde der Ersatz von Gasheizungen und Heizölheizungen betrachtet. Beim Ersatz dieser Anlagen wurde unterstellt, dass 10 % als Härtefälle betrachtet werden, die von einem Wechsel zu einem anderen Heizsystem ausgenommen sind. Für die übrigen Fälle werden als Ersatzlösungen hauptsächlich Wärmepumpen und Fernwärme gewählt, daneben wurde auch der Einsatz durch Holz (z.B. Pellet), Hybrid-Systeme (z. B. aus Gasheizung und Wärmepumpen, mit 65% EE-Anteil) und bei Gasheizungen die in geringem Umfang Beimischung von Biogas (65%) angenommen. Bei den Ersatzlösungen Wärmepumpen, Fernwärme und Holz werden die CO₂-Emissionen (im Gebäudesektor) vollständig vermieden, bei den Ersatzlösungen Hybridheizung und Biogasbeimischung wird der fossile Energieverbrauch zu mindestens 65 % vermieden. Dadurch ergeben sich bei den anstehenden Ersatzinvestitionen ein sehr hoher Rückgang des fossilen Energieverbrauchs und der damit verbundenen CO₂-Emissionen.

Die verschärften Neubauanforderungen sind ebenfalls ein wichtiges Signal. Allerdings ist die Wirkung im Neubau mit Bezug auf die zusätzlichen THG-Minderungen im Vergleich zu den Maßnahmen im Bestand sehr viel geringer. In diesem Zusammenhang sind die Mindesteffizienzstandards für bestehende Gebäude als zentrale Maßnahme zu sehen, für die allerdings keine Bewertung vorliegt.

Die Wirkungsabschätzung der beiden Maßnahmenbestandteile - 65 % EE-Pflicht und Verschärfung der Neubaustandards - ist geprüft worden und wird unter den oben genannten Punkten mit Bezug auf die Ausgestaltung als plausibel angesehen. Hierzu gab es einen Austausch mit den Gutachtern des BMWK und ein entsprechendes Begleitdokument zur Bewertung wurde bereitgestellt.

Auf Basis der zur Verfügung stehenden Informationen schätzt das vorliegende Gutachten das Einsparpotenzial der Maßnahme mit 12,75 Mt CO₂-äq (netto 1) ein. In der ursprünglichen Bewertung ist die 65 % Pflicht jedoch erst ab dem Jahr 2025 in Kraft. Durch das Vorziehen auf das Jahr 2024 ergibt sich eine zusätzliche Wirkung von 3,1 Mt CO₂-äq (netto 1), die sich zum einen durch das zusätzliche Wirkungsjahr und die damit adressierten Heizkesseltausche im Jahr 2024 zusammensetzt, zum anderen durch die Reduktion der negativen Vorzieheffekte³⁰, die in der ursprünglichen Bewertung berücksichtigt worden sind.

Wie beschrieben unterliegt dieser Wert Unsicherheiten, da die konkrete Ausgestaltung der Anpassungen am Gebäudeenergiegesetz zum Zeitpunkt der Prüfung noch nicht final war.

3.3.6 G 007 Weiterentwicklung Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)

Beschreibung

Ziel der Maßnahme ist die Umgestaltung der bestehenden Förderung im Rahmen der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG). Richtschnur für die Neuausrichtung der BEG ist es einerseits, die Anreize so zu setzen, dass die geförderten Gebäude „klimaschutzkompatibel“ sind, also nach der geförderten Sanierung bis 2045 – weitgehend unverändert – Teil eines klimaneutralen Gebäudebestandes sein können. Andererseits muss die in den letzten Jahren mit der enormen Aufstockung der Förderung angestoßene Dynamik („Investitionswelle im Gebäudebereich“) aufrechterhalten werden. Ziel ist eine deutliche Steigerung der geförderten Sanierungen bei gleichzeitiger Kürzung der Neubauförderung.

Zum Zeitpunkt der Prüfung befand sich das vorgeschlagene Reformpaket noch in der Ausarbeitung, so dass die Maßnahmenbeschreibung Optionen darstellt und noch kein finales Maßnahmenpaket.

Die Wirkung der Maßnahme wurde mit 14,4 Mt CO₂-äq (brutto) bzw. 12,2 Mt CO₂-äq (netto 1) quantifiziert (Quellenbilanz). Als Quelle für die Quantifizierung wird die gutachterliche Abschätzung Prognos et.al. 2022 angegeben. Der dargestellte Finanzplan sieht Mittel in der Höhe von 22 Mrd. Euro im Jahr 2022 vor, 15 Mrd. in den Jahren 2023-2024 und 14 Mrd. in den Folgejahren bis 2030. Dies beinhaltet allerdings die gesamten Mittel der BEG und beschränkt sich nicht auf die durch die Umgestaltung zusätzlich veranschlagten Mittel.

³⁰ Damit ist das Vorziehen von Kesseltauch gemeint, durch den Gebäudeeigentümer:innen einen Einbau fossiler Wärmeerzeuger noch durchführen bevor die Nutzungspflicht in Kraft tritt.

Bewertung

Die abgeschätzte Wirkung von 14,4 Mt CO₂-äq (brutto) bzw. 12,2 Mt CO₂-äq (netto 1) erscheint im Vergleich mit bestehenden Schätzungen zur Wirkung der Förderung energetischer Modernisierungsmaßnahmen ambitioniert. Beispielsweise wird die Wirkung der gesamten BEG im Projektionsbericht 2021 für das Jahr 2030 mit 12,4 Mt CO₂-äq abgeschätzt³¹, d.h. die o.g. Abschätzung geht davon aus, dass durch die Umgestaltung *zusätzliche* Einsparungen in der gleichen Größenordnung erfolgen.

Grundsätzlich ist mit der Maßnahme ein deutliches Einsparpotenzial verbunden, sofern sich die Inanspruchnahme der Förderung entsprechend entwickelt. Dies liegt dadurch begründet, dass die Verschiebung der Fördermittel von der Neubauförderung zu Bestandsgebäuden deutlich bessere Fördereffizienzen aufweist.

Das vorliegende Gutachten schätzt das Einsparpotenzial der Maßnahme mit 10-12 Mt CO₂-äq (netto 1) ein. Eine genaue Abschätzung des Einsparpotenzials ist allerdings vor dem Hintergrund der noch unklaren konkreten Ausgestaltung der Anpassungen an der Bundesförderung für effiziente Gebäude schwierig. Die tatsächlichen Einsparungen hängen stark davon ab, wie sich die Antragszahlen in den einzelnen Fördertatbeständen durch die Umgestaltung verändern. Im Weiteren wird mit einem Einsparwert von 12 Mt CO₂-äq (netto 1) gerechnet.

3.3.7 G 014 Vorbildfunktion öffentliche Hand

Beschreibung

Der Bauherr Bund beabsichtigt, sich bei allen Sanierungsvorhaben im Gebäudebestand des Bundes vorbildlich zu verhalten, durch Berücksichtigung mindestens eines Effizienzgebäude 55-Standards (EGB 55) und einer jährlich steigenden Sanierungsrate von derzeit ca. 1% auf 5% Prozent. Mittels einer nicht näher spezifizierten Maßnahme zur Erhöhung der Sanierungsrate bei allen öffentlichen Gebäuden soll ein vergleichbares Ambitionsniveau wie das der „Energieeffizienzfestlegungen für klimaneutrale Neu-/ Erweiterungsbauten und Gebäudesanierungen des Bundes“ auf alle Nichtwohngebäude der öffentlichen Hand ausgeweitet werden. Hierfür ist ein Dialog mit Ländern und Kommunen geplant, der noch im 2. Quartal 2022 starten soll und sich zum Ziel gesetzt hat, innerhalb von vier Jahren die Sanierungsrate von derzeit 1% auf dann (hier widerspricht sich die Maßnahmen-Beschreibung, siehe oben) kontinuierlich 3% jährlich zu steigern. Die THG-Minderungswirkung kann auch über alternative Ansätze erbracht werden, z.B. tiefere Sanierungen bei reduzierten Sanierungsraten.

Bewertung

Die Maßnahme erscheint gerade in Zusammenspiel mit EW 003 Einsparverpflichtung öffentlicher Auftraggeber (Art. 5 EED), sowie kB 004 (Änderung des BImA-Errichtungsgesetzes) & kB 005 (Ausbau Erneuerbarer Energien auf Liegenschaften des Bundes) grundsätzlich geeignet, einen positiven Impuls für eine Sanierungsoffensive im Bereich der Bundesliegenschaften zu setzen und damit auch sehr konkrete Einsparungen zu generieren. Allerdings dürfte dies nur mit einer konkreten Maßnahmenplanung in Verbindung mit einem konkreten Finanzplan plausibel sein.

Für die weitere Konkretisierung der Maßnahme wäre zu unterfüttern, auf welche Gesamtfläche sich das Vorhaben bezieht (in der Maßnahme kB 004, die sich nur auf BImA Liegenschaften bezieht, ist von 38 Mio m² Nutzfläche die Rede, bei der hier genannten Sanierungsrate von 5,5 Mio. m² jährlich

³¹ Projektionsbericht 2021 für Deutschland, online verfügbar unter: https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/projektionsbericht_2021_bf.pdf

zu sanierende NF müsste insgesamt eine Größenordnung von ca. 100 Mio. m² NF angestrebt werden, die offenbar nur zum Teil durch die Liegenschaften der BImA gedeckt werden dürfte). Ein weiterer Teil der zu sanierenden Flächen dürfte militärisch genutzte Liegenschaften (BMVg) betreffen. Gesamt-Bezugsgröße, betroffene Verwaltungen und damit die Überschneidung mit kB 004 und kB 005 bleiben insofern unklar, diese wären konkret zu benennen.

Bezogen auf die jährlich angestrebten zu sanierenden Flächen (5,5 Mio m² NF) erscheinen die jährlich angestrebten THG Einsparungen nicht unrealistisch, bei dem konkret benannten Zielstandard (EGB 55) sollte allerdings auch eine Einsparung der Endenergie zu beziffern sein, hierzu wäre noch der energetische Ausgangszustand der Liegenschaften (Baseline) zu benennen.

Laut gutachterlicher Einschätzung reicht für die Unterfütterung einer solch weitreichenden Maßnahme das vorgesehene „Dialogformat“ nicht aus. Der Bund (die BImA, BAIUD, BBR oder Staatshochbauämter) als Bauherren dürften den Finanzbedarf einer so umfangreichen Maßnahme nicht aus dem Cashflow der Liegenschaften generieren können. Daher sollte eine konkrete Budgetierung im Bundeshaushalt erfolgen, die deutlich macht, von welchem *zusätzlichen* Investitionsbedarf man jährlich ausgeht. Über den Kapitalbedarf hinaus ist unklar, ob die personelle Ausstattung der Bauherren (BImA, BAIUD bzw. der entsprechend mit der Umsetzung zu beauftragenden Staatshochbauämter und BBR) für eine entsprechend ambitionierte Renovierungswelle ausreicht.

Ohne diese weiteren, konkretisierenden Angaben ist eine Quantifizierung nicht möglich.

3.4 Industrie

In der Industrie wurden ursprünglich 16 Maßnahmen gemeldet von denen nicht mehr alle im aktuellen Programmentwurf enthalten sind.

Tabelle 8: Maßnahmen in der Industrie

ID	Maßnahmentitel
I 001	Investitionsprämie für Klimaschutz und digitale Wirtschaftsgüter ("Superabschreibung")
I 002	Bundesförderung Energie- und Ressourceneffizienz in der Wirtschaft (EEW)
I 004	Energieeffizienzanforderungen im Rahmen des BImSchG
I 005	Maßnahmenbündel Dekarbonisierung in der Industrie
I 005a	Aufstockung des Förderprogramms Dekarbonisierung in der Industrie - Investitionsförderung
I 005b	Aufstockung des Förderprogramms Dekarbonisierung in der Industrie - Klimaschutzverträge
I 005c	IPCEI Wasserstoff
I 005d	Leitmärkte für klimafreundliche Produkte
I 006	Aufstockung des FP "CO ₂ -Vermeidung und -Nutzung in Grundstoffindustrien" zur Reduktion prozessbedingter Emissionen der Industrie und Kompensation von Restemissionen
I 007	Teil a) des Maßnahmenbündels Technologietransfer-Programm Leichtbau (TTP LB) - Ressourceneffizienz und -substitution
I 008	Teil b) des Maßnahmenbündels Technologietransfer-Programm Leichtbau (TTP LB) - Neue Konstruktionstechniken und Werkstoffe für eine emissionsarme Industrie
I 009	Beschleunigter Aufbau digitaler und datenbasierter Ökosysteme für eine klimaneutrale und wettbewerbsfähige Industrie

ID	Maßnahmentitel
I 010	Förderprogramm Industrielle Bioökonomie
I 011	Stärkung der Marküberwachung im Bereich Ökodesign und Energielabel - Maßnahmen gegen Nichtkonformität
I 012	Ausbau IPCEI Batteriezellfertigung

Quelle: Eigene Darstellung.

Folgende Tabelle zeigt die angegebene von den Ressorts ursprünglich ausgewiesene Wirkungsabschätzung („Ressorts“) und die laut Gutachtern dieses Berichts plausible konservative Wirkung. („Lt. Gutachten“).

Tabelle 9: Wirkung der bewerteten Maßnahmen in der Industrie

ID	Maßnahmentitel / Netto THG Einsparung [Mio. t CO ₂ -Äq.]	Netto THG Einsparung [Mio. t CO ₂ -Äq.]								
		2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
I 002	Bundesförderung Energie- und Ressourceneffizienz in der Wirtschaft (EEW)									
Ressort		0,27	0,57	0,87	1,17	1,46	1,74	2,01	2,27	2,27
Lt. Gutachten		0,12	0,26	0,40	0,54	0,67	0,80	0,92	1,05	1,04
I 004	Energieeffizienzanforderungen im Rahmen des BImSchG									
Ressort		0,00	0,82	1,64	2,45	3,27	4,09	4,91	5,73	6,55
Lt. Gutachten		0,00	0,82	1,64	2,45	3,27	4,09	4,91	5,73	6,55
I 005	Maßnahmenbündel Dekarbonisierung in der Industrie									
Ressort		0,13	0,19	3,90	4,88	7,46	10,03	12,61	15,19	17,77
Lt. Gutachten		0,13	0,19	3,90	4,88	7,46	10,03	12,61	15,19	17,77
I 006	Aufstockung des FP "CO ₂ -Vermeidung und -Nutzung in Grundstoffindustrien" zur Reduktion prozessbedingter Emissionen der Industrie und Kompensation von Restemissionen									
Ressort		0,00	0,00	0,01	0,26	1,64	3,11	3,41	3,62	4,15
Lt. Gutachten		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
I 007	Teil a) des Maßnahmenbündels Technologietransfer-Programm Leichtbau (TTP LB) - Ressourceneffizienz und -substitution									
Ressort		0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,49	0,98	1,68	2,73
Lt. Gutachten		0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,4	0,79	1,36	2,21
I 008	Teil b) des Maßnahmenbündels Technologietransfer-Programm Leichtbau (TTP LB) - Neue Konstruktionstechniken und Werkstoffe für eine emissionsarme Industrie									
Ressort		0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,45	0,90	1,54	2,50
Lt. Gutachten		0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,36	0,71	1,22	1,98
I 009	Beschleunigter Aufbau digitaler und datenbasierter Ökosysteme für eine klimaneutrale und wettbewerbsfähige Industrie									
Ressort		0,00	0,10	0,48	1,14	1,63	2,14	2,87	2,89	2,97
Lt. Gutachten		0,00	0,05	0,27	0,61	0,93	1,17	1,55	1,58	1,59
I 010	Förderprogramm Industrielle Bioökonomie									
Ressort		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,41	1,22	2,44	3,66

ID	Maßnahmentitel / Netto THG Einsparung [Mio. t CO ₂ -Äq.]								
Lt. Gutachten	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,12	0,24	0,37
I 011	Stärkung der Marktüberwachung im Bereich Ökodesign und Energielabel - Maßnahmen gegen Nichtkonformität								
Ressort	0,01	0,02	0,04	0,05	0,06	0,07	0,09	0,10	0,11
Lt. Gutachten	0,01	0,02	0,04	0,05	0,06	0,07	0,09	0,10	0,11
I 012	Ausbau IPCEI Batteriezellfertigung								
Ressort	0,00	0,00	0,00	0,03	0,12	0,37	0,90	1,88	3,32
Lt. Gutachten	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Zur Abschätzung einer Gesamtwirkung aller Maßnahmen dürfen die THG-Einsparungen der Einzelbewertungen nicht addiert werden.

3.4.1 I 001 Investitionsprämie für Klimaschutz und digitale Wirtschaftsgüter ("Superabschreibung")

Beschreibung

Um kurzfristig zusätzliche Anreize für Klimaschutz- und Effizienzinvestitionen zu setzen, schafft die Bundesregierung eine Investitionsprämie für Klimaschutz, die den Steuerpflichtigen in den Jahren 2022 und 2023 ermöglicht, einen Anteil der Anschaffungs- und Herstellungskosten der im jeweiligen Jahr angeschafften oder hergestellten Wirtschaftsgüter des Anlagevermögens, die in besonderer Weise diesen Zwecken dienen, vom steuerlichen Gewinn abzuziehen („Superabschreibung“). Ziel der Bundesregierung ist es, Unternehmen den notwendigen finanziellen Spielraum zu geben, um in moderne, klimafreundliche Anlagen zu investieren.

In der Maßnahmenbeschreibung fehlen Informationen zu förderfähigen Investitionen, der THG-Minderungswirkung und den Finanzbedarfen.

Bewertung

Die derzeitige Beschreibung ist sehr allgemein und weder ausreichend für eine Bewertung, noch, um daraus Energie- und THG-Einsparungen abzuleiten (was für diese Maßnahme auch bisher nicht erfolgt ist). Es sollen bis Mai 2022 noch Definitionen für förderfähige Investitionen erarbeitet werden. Ein Start der Maßnahme bereits im Jahr 2022 erscheint vor diesem Hintergrund als sehr ambitioniert.

Diese Maßnahme wurde bereits im Entstehungsprozess des Klimaschutzprogramms 2030 und des Nationalen Energie- und Klimaplan (NECP) diskutiert, allerdings zu der Zeit nur mit Fokus auf Energieeffizienz-Investitionen. Der Vorschlag basierte auf Erfahrungen in Irland und dem Vereinigten Königreich, die diese Maßnahme erfolgreich eingeführt haben. Mit einem solchen steuerlichen Anreiz könnten bestehende Hemmnisse für die Durchführung von Energieeffizienzinvestitionen abgebaut und damit bestehende Effizienzpotenziale stärker ausgeschöpft werden. Im Vorfeld der Diskussionen zu einem neuen Klimaschutzprogramm wurde der Vorschlag im Jahr 2021 von mehreren Seiten nochmals aufgegriffen, diesmal mit einer Erweiterung auf Klimaschutzinvestitionen, so z.B. im Weißbuch "Green Recovery" der DENEFF oder in den 22 Eckpunkten für ein Klimaschutz-Sofortprogramm der Agora. Auch im Rahmen der "Roadmap Energieeffizienz 2045" wurde die Maßnahme in der 3. und 4. Sitzung der AG Industrie mit Stakeholdern diskutiert und fand dort ein positives Echo. Bei einer möglichen Quantifizierung der Maßnahme ist zu berücksichtigen, dass bei einer Beschränkung der beschleunigten Abschreibungsmöglichkeiten auf 2 Jahre auch neue Energie- und THG-Einsparungen lediglich in diesen 2 Jahren anfallen würden. Die Gesamtwirkung der Maßnahme

im Jahr 2030 wäre damit eher als gering einzuschätzen. Bei den bisherigen Vorschlägen erfolgt keine zeitliche Befristung bzw. für einen längeren Zeitraum (z.B. 6 Jahre). Auch vor dem Hintergrund des erforderlichen administrativen Aufwands insbesondere für die Festlegung der förderfähigen Investitionen erscheint eine Beschränkung der Maßnahme auf nur 2 Jahre als eher kurz.

3.4.2 I 002 Bundesförderung Energie- und Ressourceneffizienz in der Wirtschaft (EEW)

Beschreibung

Die „Bundesförderung für Energie- und Ressourceneffizienz in der Wirtschaft“ (kurz: EEW) ist als zentrales Förderprogramm für Energie- und Ressourceneffizienz sowie erneuerbare Prozesswärme etabliert. Aufgrund des gestiegenen Ambitionsniveaus, insbesondere im Rahmen des Bundes-Klimaschutzgesetzes (KSG), wurde die EEW im November 2021 novelliert und erweitert, erstmals werden auch Maßnahmen im Bereich Ressourceneffizienz sowie Transformationskonzepte gefördert.

Die Förderung der Nutzung von Tiefengeothermie zur Substitution fossiler Prozesswärme ist aktuell in der Richtlinie Erneuerbare Energien -Premium auf die Verwendung der geothermischen Wärme in Wärmenetzen begrenzt. Diese Begrenzung soll aufgegeben werden³².

Es sind Haushaltsmittel für die Förderung und eine THG-Minderung angegeben.

Bewertung

Einsparungen werden auf Grundlage der Fördereffizienzen pro Modul berechnet, wie sie in der Evaluierung zum Förderjahr 2019 ermittelt wurden. Für den noch nicht evaluierten Fördergegenstand "Transformationskonzepte" wurden die Werte von Modul 4 angenommen. Die Wirkung Modul 4 und "Transformationskonzepte" sind damit vermutlich überschätzt. Das Fördergeschehen im Modul 4 war durch einen Förderfall in der Kreditvariante so stark dominiert, dass die Fördereffizienz sehr hoch war. Das inzwischen evaluierte Förderjahr 2020 zeigt eine deutliche "Verschlechterung" der Fördereffizienz in diesem Bereich. Daher wird angenommen, dass die angegebene Minderungswirkung zu hoch angesetzt. Die genaue Herleitung der Minderungswirkung laut methodischen Begleitdokument ist nicht mit dem angegebenen Quellendokument zur Evaluierung des Förderjahrs 2019 nachvollziehbar. Die Bewertung wird daher nur anhand der vorliegenden Evaluierungsberichte vorgenommen. Es wird empfohlen eine Neubewertung der Minderungswirkung an den aktuellen Evaluierungsergebnissen vorzunehmen.

Als Näherung wird daher ein Skalierungsfaktor von 54% angenommen. Dieser Faktor leitet sich wie folgt her: Gesamt-Fördereffizienz in 2019: 20,42 €/t THG bei durchschnittlicher Fördereffizienz in 2019 und 2020: 38,10 €/t THG. Die Steigerung zwischen der bisherigen zu Grunde liegenden Fördereffizienz in 2019 und der durchschnittlichen Fördereffizienz der Jahre 2019 und 2020 beträgt somit 186,35%. Der Kehrwert hieraus beträgt 54%.

Da der zwischenzeitlich aktualisierte Finanzplan 10,4% weniger Finanzmittel bis zum Jahr 2030 enthält muss die Minderungswirkung ebenfalls angepasst werden³³. Dies wird im pauschalen Skalierungsfaktor berücksichtigt in dem der bisherige Faktor von 54% auf 46% ($0,54 \cdot 0,86$) abgesenkt wird.

³² Die Förderung zur Nutzung der Tiefengeothermie in der Industrie soll künftig ins EEW aufgenommen werden, eine Öffnung der Richtlinie Erneuerbare Energien - Premium soll (entgegen der Maßnahmenbeschreibung) nicht mehr erfolgen.

³³ Der Finanzplan bzw. der HH-Ansatz sieht keine Absenkung der Finanzmittel vor. Eventuell sind die Gutachter vom Ansatz des HH-Titels ausgegangen. Jedoch werden aus dem HH-Titel noch andere Maßnahmen finanziert. In Bezug auf das EEW ist das Gegenteil der Fall: Die Ausgaben steigen stetig an. Konkrete Zahlen kann IIB1 liefern. Inzwischen sind auch weitere 450 Mio. € pro Jahr zusätzlich zum HH-Ansatz beantragt.

3.4.3 I 004 Energieeffizienzanforderungen im Rahmen des BImSchG (u.a. Abwärmenutzungsverpflichtung)

Beschreibung³⁴

Seitens der Ressorts wurden zwei unterschiedliche Maßnahmen zur Hebung von Energieeffizienzpotenzialen im Rahmen des BImSchG vorgeschlagen, die sich zum Zeitpunkt der Bewertung noch im Abstimmungsprozess zwischen den betroffenen Ressorts befinden. Diese Bewertung fokussiert auf den eingangs eingereichten Vorschlag einer Abwärmenutzungsverordnung. Dieser soll die Anforderungen gemäß der in §5 Abs. 1 Nr. 3 BImSchG definierten Betreibergrundpflicht zur sparsamen und effizienten Energieverwendung („Energieeffizienzgebot“) konkretisieren. Hierfür wird eine Rechtsverordnung nach §7 Abs. 1 Nr2(a) BImSchG erlassen. Hierfür ist eine Aufhebung oder Öffnung der Sperrklausel für genehmigungspflichtige Anlagen im EU ETS nach § 5 Abs. 2 Satz 2 hinsichtlich Vorgaben zur Abwärmenutzung erforderlich. Die Abwärmenutzungsverordnung soll drei wesentliche Bestandteile enthalten: 1) Für genehmigungspflichtige Neuanlagen wird eine Abwärmenutzungsverpflichtung vorgeschrieben. Hierbei ist nachzuweisen, dass alle Maßnahmen zur Vermeidung oder Nutzung von Abwärme durchgeführt werden, die als wirtschaftlich darstellbar bewertet wurden. 2) Für Bestandsanlagen mit wesentlichen genehmigungspflichtigen Änderungen (§16 BImSchG) wird eine Pflicht zur Erstellung eines Abwärmenutzungskonzepts eingeführt. Das Abwärmenutzungskonzept beschreibt wirtschaftlich nutzbare Maßnahmen zur Vermeidung oder Nutzung der Abwärme. Die anschließende Umsetzung der in diesem Konzept beschriebenen wirtschaftlichen Maßnahmen ist verpflichtend. 3) Für Neuanlagen sowie alle genehmigungspflichtigen Bestandsanlagen wird eine Meldepflicht über die ermittelten Abwärmemengen und deren mögliche Abgabetemperatur an die Kommune sowie Wärmenetzbetreiber vorgeschrieben.

Die Wirkungsabschätzung des Erstgutachters / des Ressorts beruht auf der Studie UBA 2021: „Analyse des wirtschaftlichen Potenzials für eine effiziente Wärme- und Kälteversorgung“; dort wird auf S. 186ff eine analoge Maßnahme beschrieben und deren potenzielle Minderungswirkung dargestellt. Für das Jahr 2030 wird eine Netto-Maßnahmenwirkung von 6,5 Mio. t CO₂ angegeben.

Bewertung

Die Maßnahme wird als zentral angesehen, um bisher nicht genutzte wirtschaftliche Effizienzpotenziale in der Industrie durch eine verstärkte Abwärmenutzung zu heben. Da sich die Temperaturniveaus und der Prozesswärmebedarf industrieller Prozesstechniken auch nach einer Dekarbonisierung (direkte und indirekte Elektrifizierung) der Industrie nur teilweise ändern werden, ist von einer dauerhaften Verfügbarkeit relevanter Abwärmemengen auszugehen. Die Maßnahme dient zugleich zur Operationalisierung des „Energieeffizienzgebots“ im BImSchG. Zentral für die Maßnahmenausgestaltung ist die Definition angemessener Parameter (Diskontierungszinssätze, Lebensdauern der Investitionen) zur Bestimmung der Wirtschaftlichkeit der betrieblichen Abwärmenutzungsmaßnahmen.

³⁴ Maßnahme wurde inzwischen weiter ausgearbeitet und enthält die folgenden Eckpunkte: a) die Einrichtung von zertifizierten Energie- oder Umweltmanagementsystemen bei einem noch festzulegenden jährl. Gesamtenergieverbrauch von Anlagen, sowie die Durchführung von Energieaudits ab einem noch festzulegenden Schwellenwert. Umsetzung identifizierter Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz, die im Rahmen des Energie- oder Umweltmanagementsystems bzw. Energieaudits als wirtschaftlich durchführbar identifiziert wurden. b) die Einführung von Abwärmenutzungskonzepten bei Bestandsanlagen mit wesentlichen Änderungen nach § 16 BImSchG. c) den verpflichtenden Einsatz von Abwärme bei großen Abwärmemengen in Fällen von Neuan siedlung von Unternehmen. d) den Nachweis zur Umsetzung von technisch machbaren und wirtschaftlich zumutbaren Maßnahmen zur Vermeidung und Nutzung von Abwärme bei Neuanlagen. e) die Meldung der verfügbaren Abwärme an Kommunen und Wärmenetzbetreiber für Neu- und Bestandsanlagen. Darüber hinaus sollen Maßnahmen ergriffen werden die Verlängerung von Genehmigungsverfahren durch die Aufnahme von Energieeffizienzregelungen im Rahmen eines BImSchG-Genehmigungsverfahrens zwingend zu vermeiden.

Die durch den Erstgutachter abgeschätzte Minderungswirkung konnte anhand der vorliegenden Studie sowie weiterer vorliegender Details zur Berechnung gut nachvollzogen werden und wird daher als plausibel eingeschätzt. Aus den vorliegenden Angaben lässt sich darüber hinaus schließen, dass die Maßnahmenwirkung zu 60% (=3,93 Mio. t CO₂ in 2030) dem Industriesektor (innerbetriebliche Abwärmenutzung) und zu 40% (=2,62 Mio. t CO₂ in 2030) dem Sektor Energiewirtschaft (Einspeisung von Abwärme ins Fernwärmenetz) zugerechnet werden kann. Auch diese Wirkungsabschätzung unterliegt jedoch verschiedenen Unsicherheiten.

Sofern die Maßnahme umfassender, im Sinne einer Energieeffizienzverordnung mit verpflichtender Maßnahmenumsetzung, über die verpflichtende Nutzung von Abwärme hinausgehend umgesetzt wird, sind auch höhere Minderungswirkungen (>10 Mio. t im Jahr 2030) realistisch, eine genauere Wirkungsabschätzung wäre jedoch erst bei Vorliegen einer hinreichend klaren Maßnahmenausgestaltung möglich.

3.4.4 I 005 Maßnahmenbündel Dekarbonisierung in der Industrie

Beschreibung

Das Maßnahmenbündel „Dekarbonisierung in der Industrie“ besteht aus den im Folgenden separat beschriebenen Maßnahmen I005a bis I005d. Die Maßnahmenbeschreibung erfolgt bei den Einzelmaßnahmen, die Bewertung erfolgt ausschließlich hier für das Bündel als Ganzes, da die Schnittmengen der Einzelmaßnahmen bzgl. der adressierten Minderungspotenziale sehr groß sind.

Die seitens des Ressorts gemeldete Minderungswirkung des Maßnahmenbündels von 17,77 Mio. t CO₂ im Jahr 2030 beruht auf bislang unveröffentlichten Ergebnissen des UBA-Vorhabens „Politikszenerarien X“.

Bewertung

Das vorgeschlagene Maßnahmenbündel wird als zentral zur Realisierung einer Dekarbonisierung der Industrie und einer erheblichen Minderungswirkung bereits im Zeitraum bis 2030 bewertet. Investitionen in klimafreundliche Produktionsverfahren in den Grundstoffindustrien sollten aufgrund der typischerweise sehr langen Lebensdauern der Prozessanlagen möglichst frühzeitig erfolgen, um Carbon Lock-In durch Re-Investitionen in emissionsintensive Anlagen zu vermeiden. Hierzu können die Maßnahmen des Bündels I005 einen sehr relevanten Beitrag leisten.

Die seitens des Ressorts gemeldete Minderungswirkung des Maßnahmenbündels von 17,77 Mio. t CO₂ im Jahr 2030 beruht insbesondere auf Annahmen zur Substitution energieintensiver Produktionskapazitäten in der Grundstoffindustrie durch neue klimafreundliche Produktionsverfahren unter Annahme einer staatlichen Förderung von Investitions- und Betriebskosten. Die getroffenen Annahmen konnten in einem direkten Austausch mit dem zuständigen Autor der o.g. bislang unveröffentlichten Studie geprüft werden. Insgesamt erscheint die abgeschätzte Maßnahmenwirkung als sehr plausibel. Die bewilligten Haushaltsmittel für das Maßnahmenbündel sind gegenüber den für die Begutachtung zunächst genannten Zahlen deutlich reduziert worden. Zum derzeitigen Stand ist den Gutachtern ein absehbares Finanzvolumen von ca. 30 Mrd. € bis 2030 für das Maßnahmenbündel bekannt. Unter der Annahme, dass es bei dieser Größenordnung bleibt, kann weiterhin von voller Wirksamkeit ausgegangen werden (17,77 Mio. t CO₂ im Jahr 2030). Grundsätzlich unterliegen Annahmen zur Realisierung der Substitution emissionsintensiver Produktionsverfahren und zu den damit einhergehenden Minderungswirkungen erheblichen Unsicherheiten. Es kann Wechselwirkungen mit der Maßnahme EW019 geben, diese konnten jedoch in dem Begutachtungsprozess nicht analysiert werden.

3.4.5 I 005a Aufstockung des Förderprogramms Dekarbonisierung in der Industrie - Investitionsförderung

Beschreibung

Bei dieser Maßnahme handelt es sich um eine Aufstockung des bereits zu Beginn des Jahres 2021 gestarteten Förderprogramms „Dekarbonisierung in der Industrie“ des damaligen BMU. Dieses wurde bereits im Klimaschutzplan 2050 als strategische Maßnahme angelegt und im Klimaschutzprogramm 2030 sowie der Nationalen Wasserstoffstrategie beschlossen. Das Programm und die Programmaufstockung adressiert vor allem die energieintensiven Unternehmen der Grundstoffindustriestrukturen mit besonders schwer vermeidbaren Prozessemissionen (insbesondere Stahl, Zement, Chemie, Kalk). Dort können relevante und zielkompatible (Klimaneutralität 2045) Treibhausgasreduzierungen oftmals nur durch völlig andere Produktionsverfahren mit entsprechend hohem Investitionsaufwand realisiert werden. Aufgrund der noch mangelnden Wettbewerbsfähigkeit dieser Verfahren ist eine Förderung der Investitionsvorhaben durch den Staat notwendig. Das Förderprogramm unterstützt neben Maßnahmen der F&E sowie Pilotvorhaben insbesondere auch Investitionen in industriellem Maßstab.

Bewertung

Aufgrund des vorliegenden Antragsstandes mit einem Investitionsvolumen im mittleren einstelligen Mrd.-€ Bereich erscheint die Aufstockung des Programms als zielführend zur Hebung weiterer Potenziale.

Keine Bewertung der Minderungswirkung der Einzelmaßnahme, siehe Bewertung des Maßnahmenbündels unter I005.

3.4.6 I 005b Aufstockung des Förderprogramms Dekarbonisierung in der Industrie - Klimaschutzverträge

Beschreibung

Klimaschutzverträge nach dem Ansatz der Carbon Contracts for Difference sind projektbezogene Verträge zwischen dem Staat und einem Industrieunternehmen. Sie dienen dazu, den Betrieb klimafreundlicher Produktionsverfahren in der energieintensiven Grundstoffindustrie auch dann zu ermöglichen, wenn dieser durch erhöhte Betriebskosten (bzw. noch nicht hinreichend hohem CO₂-Preis) relativ zu einem vergleichbaren emissionsintensiven Produktionsverfahren noch nicht wirtschaftlich ist. Zentrales Element ist der Vertragspreis, der den Unternehmen einen bestimmten CO₂-Preis über eine bestimmte Vertragslaufzeit garantiert. Es resultiert ein Vorzieheffekt: Investitionen in klimafreundliche Produktionsverfahren finden früher statt und führen somit, aufgrund der hohen Emissionsintensität der substituierten Verfahren und der Größe der industriellen Produktionsverfahren, zu erheblichen CO₂-Minderungen. In Abhängigkeit der Ausgestaltung des Instruments kann es während der Vertragslaufzeit der Klimaschutzverträge auch zu Zahlungsflüssen der Unternehmen an den Staat kommen. Die Betriebskostenförderung bzw. -absicherung durch die Klimaschutzverträge ergänzt die anderen Maßnahmen I005a und I005c, die sich auf eine Investitionsförderung beschränken.

Bewertung

Die Klimaschutzverträge sind ein sehr relevanter Bestandteil des Maßnahmenbündels I005 zur (teilweisen) Risikoübernahme bzgl. Preisvolatilitäten von relevanten Betriebskosten sowie zur (teilwei-

sen) Abdeckung von Betriebskostendifferenzen. Entscheidend für die Planungssicherheit der Unternehmen und frühzeitige Investitionsentscheidungen ist die wirtschaftliche Darstellbarkeit des Betriebs der klimafreundlichen Produktionsverfahren und somit bzgl. der staatlichen Unterstützungsmaßnahmen die Kombination aus Investitionsförderung (z.B. durch I005a) und Betriebskostenförderung (I005b).

Keine Bewertung der Minderungswirkung der Einzelmaßnahme, siehe Bewertung des Maßnahmenbündels unter I005.

3.4.7 I 005c IPCEI Wasserstoff

Beschreibung

Die Maßnahme umfasst die der Industrie zuzurechnenden Vorhaben des IPCEI Wasserstoff.

Die Bundesregierung plant im Rahmen des IPCEI Wasserstoff die Förderung von integrierten Projekten entlang der gesamten Wertschöpfungskette des Wasserstoffs von der Erzeugung von grünem Wasserstoff über die erforderliche Infrastruktur bis hin zur Nutzung in der Industrie und im Verkehrssektor. Dabei sind vorrangig Investitionen förderfähig, eine Förderung von Betriebskosten ist nur in besonderen Fällen, vor allem für F&E-Projekte, möglich.

Hinsichtlich der Nutzung von Wasserstoff in der Industrie wurden vor allem eingereichte Skizzen der deutschen Stahlindustrie für das weitere Verfahren ausgewählt. Ende August 2021 wurde der Prä-Notifizierungsprozess für die ersten beiden Wellen („Industry“ und „Technology“) für die beteiligten deutschen Unternehmen mit der EU-Kommission gestartet.

Bewertung

Keine Bewertung der Minderungswirkung der Einzelmaßnahme, siehe Bewertung des Maßnahmenbündels unter I005.

3.4.8 I 005d Leitmärkte für klimafreundliche Produkte

Beschreibung

Die Maßnahme zielt darauf ab, dass klimafreundliche Produkte auf der Basis klimafreundliche hergestellter Grundstoffe bereits in 2020er Jahren auf den Markt gebracht und gewinnbringend verkauft werden können. Hierfür ist, als ein Ziel der Maßnahme, eine Kennzeichnung für klimafreundliche Grundstoffe einzuführen, um eine Differenzierung des Marktes zu ermöglichen, da sich die klimafreundlichen von den konventionellen, emissionsintensiven Grundstoffen physisch nicht unterscheiden lassen.

Darüber hinaus zielt die Maßnahme auf die Stärkung der nachhaltigen öffentlichen Beschaffung sowie die Einführung von Mindeststandards ab. So könnten, im Rahmen der bevorstehenden Reform der Ökodesign-Richtlinie, Mindeststandards bzgl. der bei der Produktion entstandenen Emissionen für Produkte definiert werden, die auf dem EU-Binnenmarkt angeboten werden.

Bewertung

Die Maßnahme wird als grundsätzlich sinnvoll zur Flankierung der weiteren Einzelmaßnahmen des Bündels angesehen. Die Maßnahme bedarf jedoch einer genaueren Ausgestaltung.

Keine Bewertung der Minderungswirkung der Einzelmaßnahme, siehe Bewertung des Maßnahmenbündels unter I005.

3.4.9 I 006 Aufstockung des FP "CO₂-Vermeidung und -Nutzung in Grundstoffindustrien" zur Reduktion prozessbedingter Emissionen der Industrie und Kompensation von Restemissionen

Beschreibung

Bei der vorliegenden Maßnahme handelt es sich um die Aufstockung eines bereits beschlossenen (aber noch in Prüfung durch die EU-Kommission befindlichen) Förderprogramms. Ziel des Programms ist es, Vorhaben zu fördern, die technisch durch CO₂-Abscheidung und Nutzung (CCU) oder Abscheidung und Speicherung (CCS) CO₂-Emissionen der Grundstoffindustrien mindern. Durch die Aufstockung der bereits beschlossenen Maßnahme sollen zusätzliche und komplexere CCU/CCS-Großprojekte umgesetzt werden, die dementsprechend zu zusätzlichen Minderungen führen.

Seitens der zuständigen Arbeitseinheit wurde eine CO₂-Minderungswirkung von 4,155 Mt CO₂ im Jahr 2030 kalkuliert, anhand eines exemplarischen Portfolios möglicher CCU/CCS-Projekte im Rahmen des unterstellten Budgets. Diese Informationen wurden für die Begutachtung übermittelt.

Bewertung

Die vorliegenden getroffenen Annahmen zur Abschätzung der CO₂-Minderungswirkung von 4,155 Mt CO₂ konnten nachvollzogen werden und erscheinen hinreichend plausibel. Allerdings wurden die für die Aufstockung (für die erste Begutachtung vorliegenden) beantragten Finanzmittel in Gänze nicht bewilligt. Da die Wirkung des bestehenden Programms bereits im MMS des Projektionsberichts berücksichtigt wurde, ist die zusätzliche Minderungswirkung der nun de facto gestrichenen Aufstockung mit Null zu bewerten. Grundsätzlich unterliegen Annahmen zu möglichen umsetzbaren Projekten erheblichen Unsicherheiten.

Die Maßnahme könnte insgesamt insbesondere für diejenigen industriellen Emissionen sinnvoll sein, die nach derzeitigem technischem Stand nicht durch eine direkte Vermeidung der Entstehung dieser Emissionen gemindert werden können.

3.4.10 I 007 Teil a) des Maßnahmenbündels Technologietransfer-Programm Leichtbau (TTP LB) – Ressourceneffizienz und -substitution

Beschreibung

Bei dieser Maßnahme handelt es sich um eine Aufstockung des seit Mai 2020 bestehenden Technologietransfer-Programms Leichtbau (TTP LB), wobei hier nur der Programmteil betrachtet wird, der zur Förderung der Entwicklung von ressourceneffizienten Verfahren/Technologien dient.

Das TTP LB ist sehr breit und offen angelegt und adressiert den gesamten Produktlebenszyklus neuer Verfahren/Technologien, die Substitution treibhausgasintensiver Ressourcen und Rohstoffe, sowie die Kreislaufführung von Materialien. Nach Angaben des Ressorts wird das TTP LB sehr gut angenommen, weshalb ein hinreichendes Potenzial für eine deutliche Aufstockung gesehen wird. Durch die Aufstockung werden insbesondere die Themenbereiche zirkuläre Wirtschaft, Hybrid-Materialien und KI für den Systemleichtbau neu in das TTP LB aufgenommen.

Seitens der zuständigen Arbeitseinheit wurde eine Treibhausgasminderung von in Summe 2,72 Mio. t CO₂ im Jahr 2030 abgeschätzt, unter Berücksichtigung der bereits vorhandenen Finanzmittel für das bestehende Programm als auch der für die Aufstockung zusätzlich beantragten Finanzmittel. Diese Abschätzung beruht auf einer Auswertung vorläufiger Zwischenergebnisse des Programmmonitorings auf Projektebene, Annahmen zum möglichen Markterfolg und der Geschwindigkeit einer möglichen Marktdiffusion sowie einer Skalierung anhand der vorgesehenen zusätzlichen Finanzmittel. Die Herleitung der Abschätzung inklusive der getroffenen Annahmen lag zur Begutachtung vor, darüber hinaus fand ein direkter Austausch mit der zuständigen Arbeitseinheit statt.

Bewertung

Das TTP LB wird als sehr sinnvolle Maßnahme im Bereich einer breiten und offenen F&E-Förderung zur Forcierung einer zirkulären und ressourcenleichten Wirtschaftsweise bewertet.

Die quantitative Wirkungsabschätzung bzgl. der Minderung von THG-Emissionen unterliegt ganz erheblichen Unsicherheiten. Dies ist der Natur der TTP LB als F&E-Förderprogramm geschuldet, da verschiedenste Faktoren die Minderungswirkung beeinflussen, die sich jeweils nur sehr schwer vor ihrem Eintreten abschätzen lassen: Erfolgsquote der geförderten Verfahren/Technologien (tatsächlicher Markteintritt), erzielbare Marktanteile und Diffusionsgeschwindigkeit, jeweils spezifische Minderungswirkung / Substitutionseffekt der erfolgreichen Verfahren/Technologien relativ zu konventionellem Verfahren/Technologie. Die für die Begutachtung vorgelegten Unterlagen zeigen jedoch, dass die getroffenen Annahmen als hinreichend konservativ und vorsichtig einzuschätzen sind. Insgesamt erscheint daher die abgeschätzte Minderungswirkung von in Summe 2,72 Mt CO₂ im Jahr 2030 durchaus plausibel. Allerdings konnten die für die Abschätzung herangezogenen zusätzlichen Finanzmittel nicht erzielt werden. Da die Wirkung der bereits vorhandenen Programmmittel im MMS des Projektionsberichtes als nicht hinreichend abgebildet angesehen werden kann, wird die genannte Minderungswirkung entsprechend den nicht realisierten zusätzlichen Finanzmitteln herunterskaliert, mit einem Faktor von 81%. Es verbleibt eine Minderungswirkung von 2,2 Mt CO₂ im Jahr 2030.

Aufgrund der Anwenderbranchen der bisher ausgewerteten Projekte des bestehenden Programms, lässt sich die abgeschätzte Minderungswirkung zu 50 % dem Industriesektor (1,1 Mt CO₂ im Jahr 2030, Minderungswirkung vor allem durch Ressourcenschonung/Leichtbau in der Produktion) und zu 50 % dem Verkehrssektor (1,1 Mt CO₂ im Jahr 2030, Minderungswirkung vor allem in der Nutzungsphase) zusprechen.

3.4.11 I 008 Teil b) des Maßnahmenbündels Technologietransfer-Programm Leichtbau (TTP LB) – Neue Konstruktionstechniken und Werkstoffe für eine emissionsarme Industrie

Beschreibung

Bei dieser Maßnahme handelt es sich um eine Aufstockung des seit Mai 2020 bestehenden Technologietransfer-Programms Leichtbau (TTP LB), wobei hier nur der Programmteil betrachtet wird, der zur Förderung der Entwicklung von neuen Konstruktionswerkstoffen bzw. -techniken und Materialien dient.

Das TTP LB ist sehr breit und offen angelegt und adressiert den gesamten Produktlebenszyklus neuer Verfahren/Technologien, die Substitution treibhausgasintensiver Ressourcen und Rohstoffe, sowie die Kreislaufführung von Materialien. Nach Angaben des Ressorts wird das TTP LB sehr gut

angenommen, weshalb ein hinreichendes Potenzial für eine deutliche Aufstockung gesehen wird. Durch die Aufstockung werden insbesondere die Themenbereiche additive Fertigung, funktionsintegrierter Leichtbau sowie Neue Werkstoffe neu in das TTP LB aufgenommen.

Seitens der zuständigen Arbeitseinheit wurde eine Treibhausgasminderung in Höhe von in Summe 2,49 Mt CO₂ im Jahr 2030 abgeschätzt, unter Berücksichtigung der bereits vorhandenen Finanzmittel für das bestehende Programm als auch der für die Aufstockung zusätzlich beantragten Finanzmittel. Diese Abschätzung beruht auf einer Auswertung vorläufiger Zwischenergebnisse des Programmmonitorings auf Projektebene, Annahmen zum möglichen Markterfolg und der Geschwindigkeit einer möglichen Marktdiffusion sowie einer Skalierung anhand der vorgesehenen zusätzlichen Finanzmittel. Die Herleitung der Abschätzung inklusive der getroffenen Annahmen lag zur Begutachtung vor, darüber hinaus fand ein direkter Austausch mit der zuständigen Arbeitseinheit statt.

Bewertung

Das TTP LB wird als sehr sinnvolle Maßnahme im Bereich einer breiten und offenen F&E-Förderung zur Forcierung einer zirkulären und ressourcenleichten Wirtschaftsweise bewertet.

Die quantitative Wirkungsabschätzung bzgl. der Minderung von THG-Emissionen unterliegt ganz erheblichen Unsicherheiten. Dies ist der Natur der TTP LB als F&E-Förderprogramm geschuldet, da verschiedenste Faktoren die Minderungswirkung beeinflussen, die sich jeweils nur sehr schwer vor ihrem Eintreten abschätzen lassen: Erfolgsquote der geförderten Verfahren/Technologien (tatsächlicher Markteintritt), erzielbare Marktanteile und Diffusionsgeschwindigkeit, jeweils spezifische Minderungswirkung / Substitutionseffekt der erfolgreichen Verfahren/Technologien relativ zu konventionellem Verfahren/Technologie. Die für die Begutachtung vorgelegten Unterlagen zeigen jedoch, dass die getroffenen Annahmen als hinreichend konservativ und vorsichtig einzuschätzen sind. Insgesamt erscheint daher die abgeschätzte Minderungswirkung von in Summe 2,49 Mt CO₂ im Jahr 2030 durchaus plausibel. Allerdings konnten die für die Abschätzung herangezogenen zusätzlichen Finanzmittel nicht erzielt werden. Da die Wirkung der bereits vorhandenen Programmmittel im MMS des Projektionsberichtes als nicht hinreichend abgebildet angesehen werden kann, wird die genannte Minderungswirkung entsprechend den nicht realisierten zusätzlichen Finanzmitteln herunterskaliert, mit einem Faktor von 79%. Es verbleibt eine Minderungswirkung von 1,98 Mt CO₂ im Jahr 2030.

Aufgrund der Anwenderbranchen der bisher ausgewerteten Projekte des bestehenden Programms, lässt sich die abgeschätzte Minderungswirkung zu 50 % dem Industriesektor (0,99 Mt CO₂ im Jahr 2030, Minderungswirkung vor allem durch Ressourcenschonung/Leichtbau in der Produktion) und zu 50 % dem Verkehrssektor (0,99 Mt CO₂ im Jahr 2030, Minderungswirkung vor allem in der Nutzungsphase) zusprechen.

3.4.12 I 009 Beschleunigter Aufbau digitaler und datenbasierter Ökosysteme für eine klimaneutrale und wettbewerbsfähige Industrie

Beschreibung

Es handelt sich hierbei um eine Förder- und Transfermaßnahme, welche die Entwicklung von Datenräumen und datenbasierten Leitanwendungen in der Industrie sowie die Einbindung von KMUs in selbige fördert. Realisiert werden soll diese Maßnahme innerhalb der durch Gaia-X bereitgestellten vertrauenswürdigen Dateninfrastruktur.

Das vorgeschlagene Sofortprogramm soll den notwendigen Impuls zur Etablierung und initialen Skalierung (=branchenweites Wachstum) von vollständig geschlossenen Datenökosystemen innerhalb der deutschen Industrie legen um skalierbare, automatisierte und flächendeckende Anwendung von datenbasierten Lösungen zur Hebung von Energie- und Ressourceneinsparpotentialen auch über Unternehmensgrenzen hinweg zu ermöglichen.

Ziel des Programmes ist initiale Wachstumsnuklei solcher Ökosysteme bzw. Datenräume in den Leitbranchen der deutschen Industrie am Markt zu initiieren. Die Entwicklung dieser Datenräume und damit verbundenen Anwendungen in der Praxis gliedert sich dabei in drei sich überlappende Phasen, die innerhalb des Sofortprogramms in den Modulen FuE-Förderrahmen, Transferinitiative und Stakeholderdialog abgebildet werden:

Modul 1: FuE-Förderrahmen „Entwicklung von Datenräumen und datenbasierten Leitanwendungen zur Reduktion des CO₂-Fußabdrucks in der Industrie“: Erstellung der technologischen und organisatorischen Grundlagen für das Ökosystem (Einbindung von ca. 10-50 Unternehmen je Datenraum)

Modul 2: Transferinitiative „Einbindung von KMU in digitale Datenräume zur systematischen Reduktion des CO₂-Fußabdruckes der Industrie“: systematische Integration der Akteure der Zulieferkette (Einbindungsrate ~1000 Unternehmen pro Datenraum). Dies soll eine anschließende Skalierung erleichtern.

Modul 3: Stakeholderdialog „Systematische Orchestrierung von Initiativen und Projekten der digitalen Transformation durch die Plattform Industrie 4.0“.

Bewertung

Die Maßnahme spielt eine sehr wichtige Rolle um Energie-, Material- und Ressourceneinsparungen durch Digitalisierung zu erzielen. Während innerbetriebliche Digitalisierungsmaßnahmen zur Hebung dieser Potentiale durch andere Maßnahmen adressiert werden, fördert diese Maßnahme die integrierte und datenbasierte Leitanwendung entlang der gesamten Wertschöpfungskette und adressiert somit insbesondere die Schnittstelle zwischen Unternehmen sowie die Möglichkeit der Schaffung neuer Geschäftsmodelle. Sie ist somit zentral um das Potential von Energie-, Material- und Ressourceneinsparungen in der Industrie und in KMUs zu fördern.

Diese Maßnahme wirkt als Enabler. Sie wird daher als grundlegend notwendig betrachtet um Emissionsreduktion durch Energie-, Material- und Ressourceneffizienz durch Digitalisierung zu ermöglichen, jedoch selbst nur beschränkte Einsparungen hervorbringt. Insbesondere ist diese Maßnahme notwendige Voraussetzung für jedwede Maßnahmen in denen Kreislaufwirtschaft und Materialeffizienz durch Digitalisierung adressiert werden.

Die seitens des Ressorts ursprünglich gemeldete Minderungswirkung von jährlich addierten 2,97 Mt CO₂ im Jahr 2030 werden, aufgrund der zugrundeliegenden Annahmen, als deutlich zu hoch eingeschätzt. Es ist davon auszugehen, dass die direkten Einsparwirkungen durch die Digitalisierung (jenseits von Materialeffizienz und Kreislaufwirtschaft) nur auf einen deutlich geringeren Teil der Emissionen wirken als auf die hier angenommenen 80%. Eine neue Abschätzung unter Berücksichtigung einer detaillierteren Subsektorbetrachtung sowie der vom Ressort nicht berücksichtigten strombedingten Emissionen wurde von den Gutachtern durchgeführt. Die Gutachter ermittelten in ihrer Abschätzung eine Minderungswirkung von jährlich addierten 1,59 Mt CO₂ im Jahr 2030.

3.4.13 I 010 Förderprogramm Industrielle Bioökonomie

Beschreibung

Neue biobasierte bzw. biotechnologische Verfahren bergen im Vergleich zu fossilbasierten Verfahren ein deutliches CO₂-Einsparpotenzial. Es mangelt jedoch an der Umsetzung der erfolgreich im Labormaßstab erprobten Produkte und Verfahren in den industriellen Maßstab. Hier setzt das Förderprogramm Industrielle Bioökonomie an, mit dem Unternehmen bei der Skalierung und dem Transfer ihrer biobasierten Produkte und Verfahren in den Markt und die Praxis unterstützt werden. Die Förderung gliedert sich in zwei Bereiche:

- Die Hochskalierung im Labormaßstab erprobter biobasierter Produkte und Verfahren in Richtung des industriellen Maßstabs.
 - a) Zum einen werden insbesondere KMU und Start-ups beim Zugang und bei der Nutzung von Multi-Purpose-Anlagen unterstützt, um biobasierte Produkte und Verfahren hochzukalieren.
 - b) Zum anderen werden vorbereitende Tätigkeiten und Durchführbarkeitsstudien für Unternehmen gefördert, die Leuchtturmprojekte der industriellen Bioökonomie, sogenannte Single-Purpose-Demonstrationsanlagen, errichten wollen.
- An die Skalierung schließt sich die Integration von neuen skalierten biobasierten Produkten und Verfahren in regionale industrielle Wertschöpfungsnetze bis kurz vor einem Markteintritt an. Zudem wird der Aufbau von Innovationsclustern zur Stärkung des regionalen Transfers gefördert. Dies geschieht in sogenannten Beispielregionen der industriellen Bioökonomie, von denen in Deutschland bis zum Jahr 2022 bereits 28 identifiziert wurden.

Die Fördermaßnahme weist eine starke Orientierung an den Herausforderungen des Klimaschutzes, an den Bedarfen und der Wettbewerbsfähigkeit der Industrie und eine Fokussierung auf bioökonomische Wertschöpfungsnetze auf, die durch bestehende Förderprogramme bisher nicht explizit adressiert sind. Zudem grenzt sie sich von der Mehrzahl von Förderprogrammen durch die Skalierung und den Transfer von Lösungen hohen Technologiereifegrads (ab TRL 5 bis 8) ab. Die in den geförderten Anlagen eingesetzte regionale Biomasse soll nachhaltig erzeugt werden; im Sinne der Kaskadennutzung und innerhalb der nachhaltig verfügbaren Potenziale soll vor allem der stofflichen Nutzung von Biomasse, Rest- und Abfallstoffen Vorrang vor einer energetischen Nutzung eingeräumt werden.

Es wird ein zusätzlicher Finanzbedarf von kumuliert 100 Mio. € bis 2030 gesehen sowie eine THG-Minderung von ab dem Jahr 2027 gemeldet in Höhe von 0,4 Mt CO₂ im Jahr 2026 bis zu 1,22 Mt im Jahr 2030 auf Basis der Projektanträge bei schneller Umsetzung in großen Teilen der Industrie unter Berücksichtigung, dass nicht alle Technologien erfolgreich am Markt sein werden.

Bewertung

Es handelt sich um ein wichtiges Förderprogramm für die industrielle Bioökonomie, da es eine relevante Förderlücke schließt. Teil c) ist eine sinnvolle Fortsetzung von a) und b). Die Abgrenzung zu ähnlichen Maßnahmen des BMBF (Clusterförderung, Innovationsräume Bioökonomie) sollte geprüft werden.

Keine THG-Einsparungen vor 2026, wie vom Ressort angegeben, sind plausibel. Die Werte nach 2027 erscheinen jedoch sehr hoch. Zum einen erscheint die angenommene Wirkung schnelle massenhafte industrielle Verbreitung vorauszusetzen. Nach Prüfung der derzeitigen Projekte und ihrer Einsatzgebiete, erscheint dies nur in Einzelfällen und auch nur teilweise im Sinne von Spillover-Effekten möglich bzw. realistisch. Zum anderen kann hier nur die unmittelbare Maßnahmenwirkung

betrachtet werden. In diesem Falle ist die Umsetzung in den Forschungsprojekten mit einer realen aber sehr begrenzten Wirkung verbunden. Für eine größere Verbreitung wäre Ordnungsrecht oder ein umfangreiches Förderprogramm für die Umsetzung erforderlich, die hier nicht enthalten sind.

In Summe sehen die Gutachter daher nur einen kleinen Teil der Wirkung im Sinne von (a) Direkte Wirkung in den geförderten Anlagen und (b) leichte Spillover-Effekte. Die genaue Höhe ist schwer abzuschätzen und kann ohne eine eigene Studie nur grob geschätzt werden. Die Gutachter setzen ca. 10% der angegebenen Wirkung an, d.h. bis zu 0,37 Mt CO₂/a im Jahr 2030. Der Wert ist natürlich sehr unsicher, aber deutlich mehr erscheint nicht mehr konservativ und plausibel.

3.4.14 I 011 Stärkung der Marktüberwachung im Bereich Ökodesign und Energielabel - Maßnahmen gegen Nichtkonformität

Beschreibung

Der Sonderbericht 01-2020 des Europäischen Rechnungshofes in dem die Effektivität von Ökodesign und Energielabel bewertet wurde, beziffert den Verlust von Energieeinsparungen durch Nichtkonformität von Produkten unter der Ökodesign-Richtlinie und EU-Energielabel auf ca. 10 %. Dieser Nichtkonformität soll im Rahmen der Novellierung des Energieverbrauchsrelevante-Produkte-Gesetzes (EVPG) entgegengewirkt werden. Von der Novellierung sind 41 sehr unterschiedliche Produktgruppen (weiße Ware, Elektronikprodukte, Heizgeräte, etc.) betroffen, so dass bereits bei geringen Steigerungen der Marktüberwachungsaktivitäten und -durchschlagskraft von relativ hohen Einsparungen in Gewerbe, Haushalte und Industrie ausgegangen werden. Es wird von einer Kompensation der Einsparungsverluste von 1 % ausgegangen. Konkret sollen Anpassungen am Verwaltungsverfahren und den Bußgeld-Regelungen sowie eine Erweiterung der Zugriffsrechte der Marktüberwachungsbehörden in die Revision des EVPG einfließen

Bewertung

Die Stärkung der Compliance im Bereich der EuP kann helfen, die verbleibenden Effizienzpotentiale in diesem Bereich zu heben. Die operative Umsetzung liegt auf Grund der Zuständigkeit bei den Ländern und es ist unklar, inwieweit die Länder erweiterte Aufgaben ohne Kompensation übernehmen werden. Die Größenordnung der Einsparung erscheint plausibel.

3.4.15 I 012 Ausbau IPCEI Batteriezellfertigung

Beschreibung

Die Bundesregierung plant ein drittes IPCEI im Bereich der Batteriezellfertigung mit dem Fokus auf die nachhaltige Produktion von Batteriezellen der vierten Generation (u.a. Feststoffzellen), hocheffiziente Produktionsprozesse sowie auf einer nachhaltigen Rohstoffgewinnung und einem großskaligem Batterierecycling. Der Förderstart soll 2024 erfolgen. Eine Hebelwirkung auf die THG-Emissionen der Batterieproduktion in Deutschland wird hierdurch erwartet. Zudem sollen klimaschonende Prozessinnovationen in den Bereichen Rohstoffe, Batteriematerialien und Batteriezellfertigung sowie eine Realisierung des Batterierecyclings befördert werden.

Den Gutachtern wird eine THG-Minderung von 1,4 Mt CO₂ im Jahre 2030 vorgelegt und eine kumulierte THG-Einsparung von 2022 bis 2030 in der Höhe von 3,3 Mt CO₂.

Bewertung

Es ist eine sinnvolle Maßnahme zur Reduzierung der THG-Emissionen. Der Energieverbrauch alleine in der Batteriezellproduktion kann mit bereits bekannten Technologien um 50% gesenkt werden

und damit auch die THG-Emissionen (siehe Agora (2021): Batteriestandort auf Klimakurs – Perspektiven einer klimaneutralen Batterieproduktion für Elektromobilität in Deutschland. Endbericht, Herausgeber Agora Verkehrswende). Mit besseren Batterien lässt sich auch die Erhöhung der Marktdiffusion von Elektrofahrzeugen erreichen.

Allerdings ergibt sich eine zusätzliche THG-Minderung nur, wenn die Maßnahme zusätzlich zu dem Referenzszenario (MMS-Szenario) wirkt. Im Referenzszenario wird als flankierende Maßnahme der Aufbau einer nationalen Batteriezellproduktion bereits berücksichtigt (siehe Projektionsbericht 2021 für Deutschland). Weiterhin ist ein relevanter Aspekt der THG-Minderung bei der Batteriezellproduktion die Verwendung von Erneuerbarem Strom, der fossilen Strom substituiert (siehe Agora (2021)). Dieser Erneuerbare Strom muss zudem zusätzlich sein, was die Maßnahme für sich alleine gesehen nicht sicherstellen kann.

Zusätzlich lässt sich davon ausgehen, dass nur ein Teil der Batteriezellen der 4. Generation im Jahr 2030 sein werden, weil diese derzeit noch nicht kommerziell produziert werden und mit einem Produktionsstart erst in einigen Jahren gerechnet werden kann.

Deshalb wird der Maßnahme von den Gutachtern keine zusätzliche THG-Minderung zugeordnet.

3.5 Klimaneutrale Bundesverwaltung

Es wurden sechs Maßnahmen im Bereich der klimaneutralen Bundesverwaltung gemeldet.

Tabelle 10: Maßnahmen in der klimaneutralen Bundesverwaltung

ID	Maßnahmentitel
kB 001	Klimafreundlicher Fuhrpark des Bundes
kB 002	Dienstreisen der Bundesverwaltung (insb. Reduzierung von Flugreisen)
kB 003	CO ₂ -Schattenpreis bei Investitionsentscheidungen und bei der öffentlichen Beschaffung des Bundes
kB 004	Änderung des BImA-Errichtungsgesetzes
kB 005	Ausbau Erneuerbarer Energien auf Liegenschaften des Bundes
kB 006	Forschungs- und Entwicklungsvorhaben Schwellenwerte in der UVP

Quelle: Eigene Darstellung.

3.5.1 kB 001 Klimafreundlicher Fuhrpark des Bundes

Beschreibung

Mit der Maßnahme soll die Umstellung des bundeseigenen Fuhrparkes auf rein elektrische Fahrzeuge beschleunigt werden. Hiervon betroffen sind die ca. 120 Behörden der Bundesverwaltung. Bis 2025 sollen bei den Neubeschaffungen mindestens 80% rein elektrische Fahrzeuge sein und bis 2030 sollen dann 100% des Bestands elektrische Fahrzeuge sein. Die Verwaltungsvorschrift zu Sicherstellung der Umsetzung des SaubFahrzeugBeschG durch den Bund, die sich derzeit in der Erstellung befindet, soll den neuen Zielwert für die Beschaffung aufnehmen. Des Weiteren soll das Kriterium der Wirtschaftlichkeit um die Umweltverträglichkeit bei der Beschaffung erweitert werden.

Die bisherigen Ziele aus dem Maßnahmenprogramm Nachhaltigkeit (bei Neubeschaffung 2025 40% alternative Antriebe (inkl. Hybrid) und bis 2030 100 % alternative Antriebe (max. 50% Hybrid)) werden angehoben. Mit der Verwaltungsvorschrift wird die Clean Vehicles-Richtlinie der EU in den

öffentlichen Fuhrpark des Bundes umgesetzt. Den Gutachtern liegt keine Quantifizierung der Maßnahme vor.

Bewertung

Die Maßnahme fügt sich in die Strategie zur Förderung der Elektromobilität und zur Treibhausgas-minderung im Verkehrssektor gut ein. Sie trägt zur Zielerreichung von Elektrofahrzeugen (15 Mio. reine Elektrofahrzeuge bis 2030) aus dem Koalitionsvertrag der aktuellen Bundesregierung bei.

Da keine Quantifizierung zur Treibhausgas-minderung vorliegt, kann diese auch nicht bewertet werden. Es wird als eine Quelle der Referentenentwurf SaubFahrzeugBeschG erwähnt, diese liegt aber den Gutachtern nicht vor. Da es sich um eine Anhebung der Ziele bei der Beschaffung von elektrischen Fahrzeugen handelt und die Zahl der betroffenen Fahrzeuge überschaubar ist³⁵, sind die absoluten Effekte bei Energieeinsparung und Treibhausgaseinsparung begrenzt. Als Vorbildfunktion kann die Maßnahme eine gewisse Ausstrahlung erzielen.

Generell sind die Total-Cost-of-Ownership für Elektrofahrzeuge in den letzten Jahren deutlich gesunken und liegen je nach Fahrzeug und Nutzung unter Berücksichtigung der staatlichen Förderung schon auf dem Niveau von konventionellen PKW. Ab ca. 2025 ist auch ohne staatlich Förderung von einer Kostenparität auszugehen. Wenn anstelle eines konventionellen PKW ein E-PKW angeschafft wird, ist damit eher von keinen oder nur geringen Mehrausgaben auszugehen. Bei kleinen und mittleren Lkw ergibt sich ein vergleichbares Bild.

3.5.2 kB 002 Dienstreisen der Bundesverwaltung (insb. Reduzierung von Flugreisen)

Beschreibung

Die Bundesverwaltung plant ihre Emissionen aus Dienstreisen zu reduzieren. Dazu sollen innerdeutsche Flüge entsprechend dem Maßnahmenprogramm Nachhaltigkeit vermieden werden. Im Rahmen einer Selbstverpflichtung/gemeinsamen Zielvereinbarung verzichtet die Bundesverwaltung dafür in der Regel auf die Buchung der Business Class für Flüge bis z.B. 6 alternativ 8 Stunden (ausgenommen werden könnten Nachtflüge) und intermodale Reiserouten sollen vorrangig genutzt werden (Kombination Bahn/Flug insb. bei internationalen Reisen). Sofern belastbare Zahlen vorliegen (Vergleich Vor-/Nach-Pandemie), wird die Anwendung des neuen BRKG überprüft und wenn notwendig nachgeschärft.

Neu an der Maßnahme ist die Ankündigung der Verschärfung des BRKG, die Aufnahme intermodaler Verbindungen (Bsp: Anreise per Zug von BER nach FRA/MUC dann internationale Weiterreise mit dem Flugzeug) sowie die mögliche Einbeziehung eines CO₂-Schattenpreises auch bei Reisebuchungen. Es ist keine THG-Minderung und auch kein Finanzbedarf vom Ressort angegeben.

Bewertung

Es handelt sich streng genommen nicht um eine neue Maßnahme, sondern um eine Ankündigung einer Änderung des BRKG. Es wurde keine THG-Minderung ausgewiesen und wird daher auch keine

³⁵ 2020 25.000 Fahrzeuge zur Personenförderung und 9.000 Fahrzeuge zur Güterbeförderung (Quelle Monitoringbericht 2020: Nachhaltigkeit konkret im Verwaltungshandeln umsetzen - Maßnahmenprogramm Nachhaltigkeit).

THG-Minderung gesehen. Bei ambitionierter Umsetzung könnte eine THG-Minderung in Höhe von bis zu 50 kt CO₂-Äq. im Jahr 2030 erwartet werden.³⁶

3.5.3 kB 003 CO₂-Schattenpreis bei Investitionsentscheidungen und bei der öffentlichen Beschaffung des Bundes

Beschreibung

Bei der öffentlichen Beschaffung und bei Investitionsentscheidungen des Bundes sollen die Auswirkungen auf das Erreichen der nationalen Klimaschutzziele stärker berücksichtigt werden. Gleichzeitig beteiligt sich die öffentliche Hand mit diesem Prozess am Aufbau eines Systems zur Berechnung von Klima- und Umweltkosten wie im Koalitionsvertrag vorgesehen. § 2 Absatz 3 AVV Klima legt parallel zu § 13 Absatz 1 Satz 3 KSG bereits fest, dass für die Vermeidung oder Verursachung von Treibhausgasemissionen in der Wirtschaftlichkeitsuntersuchung ein CO₂-Preis rechnerisch zugrunde zu legen ist (CO₂-Schattenpreis).

Zur Umsetzung des Schattenpreises in der Beschaffungspraxis sind möglichst konkrete, zumindest auf die betroffene Produkt- bzw. Leistungsgruppe bezogene Hilfestellungen für die Auftraggeber notwendig. Diese Hilfestellung soll sich auf die UBA-Methodenkonvention zur Schätzung von Umweltkosten stützen. Damit würden durchgehend deutlich höhere volkswirtschaftliche Schadenskosten berücksichtigt als bisher, da derzeit der CO₂-Preis nach dem Brennstoffemissionshandelsgesetz (BEHG) als unterer Schadenswert dient.

Der anzuwendende CO₂-Schattenpreis soll durch einen Erlass in den Geschäftsbereichen des BMWK und BMUV erprobt werden. Mittelfristig sollen die Beschaffungsstellen der gesamten Bundesverwaltung über einen festen Referenzwert Planungssicherheit haben.

Bewertung

Durch Umsetzung der Maßnahme werden Investitionsentscheidungen zunehmend unter Einbeziehung der Umweltschadenskosten getroffen und führen, bei entsprechendem Wirtschaftlichkeitsnachweis, zur Wahl klimafreundlicherer Produkte, Dienstleistungen und Infrastruktur- (insb. Bau-)maßnahmen. Da die öffentliche Hand bei einigen Produktgruppen ein relevanter Nachfrager ist oder in einigen Fällen ein Nachfragemonopol innehat, kann sie eine Lenkungswirkung bezüglich nachhaltiger Produktion und Innovation entfalten und die Vorbildfunktion des Bundes stützen.

Der Umfang der Klimaschutzwirkung kann anhand der den Gutachtern zur Verfügung stehenden Informationen bisher nicht geschätzt werden. Zudem überschneidet sich die Wirkung mit den weiteren Maßnahmen aus dem Bereich „klimaneutrale Bundesverwaltung“.

Die Maßnahme ist wichtig, um eine Wissensgrundlage und Erfahrung für die Lebenszyklus-basierte Betrachtung der entstehenden Treibhausgasemissionen und Bepreisung zu schaffen und damit klimafreundlichere Handlungsalternativen zu unterstützen. Ihr Erfolg hängt dabei von einer möglichst breiten, stringenten und konsequenten Umsetzung in allen Bereichen der öffentlichen Beschaffung ab.

Die Erprobung in den Geschäftsbereichen des BMWK und BMUV ist sinnvoll, sollte jedoch zügig die Grundlage für alle Bereiche der öffentlichen Beschaffung werden. Dabei wären auch die personelle und finanzielle Ausstattung der ausführenden Beschaffungsstellen sowie eine Festlegung

³⁶ Vgl. Schlomann et al. (2019): Anpassung der Gesamtbewertung der zur Umsetzung des Klimaschutzplans 2050 von den Ressorts vorgelegten Maßnahmenvorschläge an den Beschluss des Klimakabinetts vom 20.9.2019. Unveröffentlicht.

der Regelung in weiteren Rechtsgrundlagen wie beispielsweise der AVV (Allgemeine Verwaltungsvorschrift) notwendig.

3.5.4 kB 004 Änderung des BImA-Errichtungsgesetzes

Beschreibung

Die Maßnahme zielt darauf ab, die BImA explizit auf einen nachhaltigen und klimaneutralen Gebäudebetrieb per Änderung des Errichtungsgesetzes zu verpflichten. Dies soll die Grundlage dafür schaffen, den Bau von Gebäuden, den Betrieb der Liegenschaften und Investitionen unter Einbeziehung ökologischer, energetischer und nachhaltigkeitsbezogener Ziele aus eigener Verpflichtung heraus zu entwickeln. Einhergehend mit der Erweiterung der Ziele der BImA sollen Vorgaben zur Umsetzung eines klimaneutralen Liegenschaftsbetriebs verbindlich eingeführt werden.

Hierzu werden in der Maßnahmenbeschreibung die Gesamtzahl der betroffenen Gebäude (38.100), die damit verbundenen Nutzflächen (37,6 Mio. m² HNF) sowie die angestrebte Sanierungsrate (mittelfristiges Anwachsen der Sanierungsrate auf 2 Mio. m² HNF, entsprechend einer Sanierungsrate von über 5%) genannt. Als weitere Maßnahme wird die flächendeckende Einführung eines Energiemanagementsystems genannt.

Bewertung

Die Maßnahme erscheint im Zusammenspiel mit G 014 (Vorbildfunktion Öffentliche Hand), EW 003 (Umsetzung Art. 5 EED) und kB 005 (Erneuerbare Energien in Bundesliegenschaften) geeignet, einen positiven Impuls für klimaneutrale Bundesliegenschaften zu setzen, die der Vorbildwirkung der öffentlichen Hand gerecht werden und damit auch konkrete Einsparungen generieren. Im Übrigen ist sie in der geplanten Auswirkung weitgehend deckungsgleich mit G 014. Allerdings sind beide Initiativen (G 014 sowie kB 004) nur in Verbindung mit einer konkreten Maßnahmenplanung bzw. mit einem konkreten Finanzplan möglich. Ein (wie hier vorgesehen) ambitionierter Investitionsplan in Richtung Klimaneutralität bedarf einer konkreten Finanzplanung im Bundeshaushalt bzw. eines Wirtschaftsplans, der deutlich macht, von welchem jährlichen Investitionsbedarf man ausgeht und ob/wie weit der Investitionsbedarf aus den Rücklagen der BImA heraus geleistet werden kann. Über den Kapitalbedarf sollte auch die personelle Ausstattung der BImA bzw. der entsprechend mit der Umsetzung zu beauftragenden Bauverwaltungen der Bundesländer und des BBR für eine entsprechend ambitionierte Renovierungswelle unterfüttert werden.

Die flächendeckende Einführung eines Energiemanagementsystems in Bundesliegenschaften bedarf einer weiteren, konkreten Beschreibung, insbesondere inwiefern die Maßnahme über bereits existierende Liegenschafts- und Energiemanagementsysteme der Bundesliegenschaften (ELM / EMIS / LUMAS) hinausgeht, bzw. mit welchen zusätzlichen Mitteln oder mit welchem zusätzlichen Personal die Umsetzung verbunden ist.

Laut gutachterlicher Einschätzung reicht für die Unterfütterung einer solch weitreichenden Maßnahme die vorgesehene „Verpflichtung“ nicht aus. Hierzu sollte eine konkrete Budgetierung im Bundeshaushalt erfolgen, die deutlich macht, von welchem *zusätzlichen* Investitionsbedarf man jährlich ausgeht. Über den Kapitalbedarf hinaus ist unklar, ob die personelle Ausstattung der Bauherren (der BImA, des BMVg bzw. der entsprechend mit der Umsetzung zu beauftragenden Landesbauverwaltungen und des BBR) für eine entsprechend ambitionierte Renovierungswelle ausreicht.

Ohne diese weiteren, konkretisierenden Angaben ist aus gutachterlicher Sicht eine Quantifizierung nicht möglich.

3.5.5 kB 005 Ausbau Erneuerbarer Energien auf Liegenschaften des Bundes

Beschreibung

Der Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland ist ein wichtiger Baustein zur Erreichung des Klimaschutzziels. Dabei sind gem. Maßnahmenprogramm Nachhaltigkeit alle Potenziale auf bundeseigenen Liegenschaften zu erheben und zu nutzen. Die direkte, regenerative Produktion von Strom, Wärme und Kälte vor Ort ermöglicht neben der Umsetzung von Maßnahmen zur Energieeffizienz eine Transformation des bundeseigenen Immobilienbestandes in Richtung Klimaneutralität, setzt Impulse am Markt, erfüllt die Vorbildrolle des Bundes und entlastet die Nachfrage insgesamt nach erneuerbaren Energien. Eine schnelle, umsetzungsorientierte Ermittlung möglicher Standorte für Sonnen-, Wasser-, Windenergie und Geothermie soll anhand von Beispielpportfolios im Bund pilotiert werden. Die Maßnahme ergänzt die Anstrengungen zum Ausbau erneuerbarer Energien insgesamt.

Bewertung

Wie in der Beschreibung der Maßnahme erwähnt, kann der Ausbau von erneuerbaren Energien auf Liegenschaften des Bundes insbesondere eine Signalwirkung für die Installationen privater Akteure haben. Zudem könnte sie aufgrund der aktuell begrenzten Flächenverfügbarkeit für Wind an Land einen auch quantitativ erheblichen Beitrag leisten, falls unter die hier gemeinten staatlichen Liegenschaften auch der Bundesforst fällt. Dies gilt insbesondere dann, wenn die Bundesländer hier dem Beispiel des Bundes folgen würden.

3.5.6 kB 006 Forschungs- und Entwicklungsvorhaben Schwellenwerte in der UVP

Beschreibung

Das BMUV prüft derzeit in einem FuE-Projekt, inwieweit sich über eine Methodik zur Bestimmung von Schwellenwerten für die UVP-Prüfung bei Änderungsvorhaben zu klimaschutzrelevanter Infrastruktur und klimaschutzrelevanten Vorhaben ein Beschleunigungspotential heben lässt.

Es ist keine THG-Minderung und kein Finanzbedarf angegeben.

Bewertung

Es ist unklar auf die Schwellenwerte für welche Anlagen sich das Projekt bezieht und ob es nur um die Änderung bereits geplanter bzw. geprüfter oder auch um ganz neue Anlagen handelt. Wenn die UVP für neue Windkraftanlagen oder Spanungsleitungen erheblich beschleunigt würde, könnte dies die den Ausbau der Erneuerbaren Stromerzeugung nennenswert beschleunigen. Für eine weitgehende Bewertung ist die Beschreibung nicht genau genug.

3.6 Landwirtschaft

Es wurden vier Maßnahmen in der Landwirtschaft gemeldet.

Tabelle 11: Maßnahmen in der Landwirtschaft

ID	Maßnahmentitel
LA 001	Ausbau des Ökolandbaus
LA 002	Klima- und tiergerechte Nutztierhaltung und nachhaltige Lebensmittelkette
LA 003	Erhöhung der Energieeffizienz
LA 004	Verbesserte Datenverfügbarkeit für den Vollzug bei der landwirtschaftlichen Düngung

Quelle: Eigene Darstellung.

Folgende Tabelle zeigt die angegebene von den Ressorts ursprünglich ausgewiesene Wirkungsabschätzung („Ressorts“) und die laut Gutachtern dieses Berichts plausible konservative Wirkung. („Lt. Gutachten“).

Tabelle 12: Wirkung der bewerteten Maßnahmen in der Landwirtschaft

ID	Maßnahmentitel / Netto THG Einsparung [Mio. t CO ₂ -Äq.]									
		2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
LA 001	Ausbau des Ökolandbaus									
Ressort		0,00	0,15	0,45	0,90	1,50	2,25	3,15	4,20	5,40
Lt. Gutachten		0,00	0,15	0,3	0,45	0,6	0,75	0,9	1,05	1,2

Quelle: Eigene Darstellung.

Die angegebene Einsparung von THG Emissionen ergibt sich allein aus der Maßnahme "Ausbau des Ökolandbaus". Sie beruht auf der Annahme, dass der ökologische Landbau bis 2030 auf 30 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche ausgedehnt wird und sich der Anteil regionaler und ökologischer Erzeugnisse am Warenangebot für den Endverbraucher entsprechend der Ausbauziele erhöht. Die übrigen Maßnahmen lassen weitere THG-Minderungen erwarten. Für die Schätzung ihrer Wirksamkeit sind die genaue Ausgestaltung und finanzielle Ausstattung zu konkretisieren. Auch im Sektor Landwirtschaft überlagern sich die Wirkungen der Einzelmaßnahmen, so dass bei einer weiteren Quantifizierung deren Interaktion berücksichtigt werden muss. Beispielsweise wirkt sich der Ausbau des Ökolandbaus auch auf den Einsatz von Düngemitteln aus, der mit der Maßnahme LA 004 reduziert werden soll.

3.6.1 LA 001 Ausbau des Ökolandbaus

Beschreibung

Der Koalitionsvertrag (KoaV) sieht vor, den ökologischen Landbau bis 2030 auf 30 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche auszudehnen und den Anteil regionaler und ökologischer Erzeugnisse am Warenangebot für den Endverbraucher entsprechend der Ausbauziele zu erhöhen. Um dies zu erreichen, werden die Maßnahmen der Zukunftsstrategie ökologischer Landbau (ZÖL) neu ausgerichtet, das Bundesprogramm Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft (BÖLN) wird aufgestockt und die Eiweißpflanzenstrategie (EPS) weiterentwickelt. Gefördert werden sollen zudem die Nachfrage nach Bioprodukten sowie Projekte entlang der gesamten Wertschöpfungskette. Die genaue Ausgestaltung und finanzielle Ausstattung der Maßnahme sind noch offen.

Bewertung

Um das 30% Ziel zu erreichen, müssten bis 2030 jedes Jahr rund 330.000 ha landwirtschaftlich genutzte Fläche von konventioneller auf ökologische Landwirtschaft umgestellt werden. Dies ist nur möglich, wenn deutliche Anreize zum Wechsel gesetzt werden und der bisherige Wandel stark beschleunigt (in etwa verfünffacht) wird: In den letzten 10 Jahren wurden durchschnittlich nur rund 66.800ha/Jahr in biolandwirtschaftliche Fläche gewandelt. Aus der allgemeinen Maßnahmenbeschreibung lässt sich bisher nicht beurteilen, ob dies mit den erwähnten Strategien in ausreichendem Umfang gelingen kann. Dafür notwendig wäre zeitgleich ebenfalls ein Wandel bei der Nachfrage nach Produkten aus ökologischer Landwirtschaft.

Die Schätzung der Treibhausgasminde rung beruht nach den zur Verfügung stehenden Informationen auf der Annahme, dass die Umnutzung wie skizziert umfassend gelingt. Dann könnte jedes % mehr Anteil des Ökolandbaus an der landwirtschaftlichen Fläche zu einer Treibhausgasminde rungswirkung von etwa 0,06 Mt CO₂-Äq. / a führen. D.h., gegenüber den derzeitigen etwa 10 % Ökolandbau haben 20 % Ökolandbau eine Treibhausgasminde rungswirkung von ca. 0,6 Mt CO₂-Äq. / a. 30 % Ökolandbau haben eine Treibhausgasminde rungswirkung von ca. 1,2 Mio. t CO₂-Äq. / a. Unter der Annahme einer linearen Zunahme des Ökolandbaus an der landwirtschaftlichen Fläche auf 30 % bis 2030 ist dann eine Treibhausgasminde rungswirkung in Höhe von aufsummiert insgesamt 1,2 Mt CO₂-Äq. im Zeitraum 2023 bis 2030 plausibel. Sie gelingt aber nur bei Einhaltung des 30%-Ziels und bei Vermeidung von Leakage Effekten.

Die Minde rung erfolgt nach den zur Verfügung stehenden Informationen durch Vermeidung von Mineraldüngung. Nicht (vollständig) bewertet sind Strukturänderungen in der Landwirtschaft und insbesondere der Tierhaltung durch den höheren Anteil von Ökolandbau an der landwirtschaftlichen Fläche. Auch Risiken, wie beispielsweise zunehmende Probleme mit Pflanzenpathogenen oder erhöhte Mineralisierung von organischer Substanz infolge von Stickstoffunterversorgung sind nicht quantifiziert. Nicht zuletzt könnte diese Maßnahme erhebliche Leakage-Effekte verursachen, da Erträge im Ökolandbau durchschnittlich niedriger sind als im konventionellen Landbau. Die Maßnahme sollte daher stets mit einem veränderten Verbraucherverhalten einhergehen, um Leakage-Effekte zu begrenzen oder zu kompensieren.

Die Kohlenstoffspeicherung durch Humus wird im LULUCF-Sektor angerechnet.

3.6.2 LA 002 Klima- und tiere gerechte Nutztierhaltung und nachhaltige Lebensmittelkette

Beschreibung

Die Nutztierhaltung einschließlich der Fütterung und Erzeugung tierischer Lebensmittel muss umgebaut und dabei auf Klima- und Tierschutz ausgerichtet werden. Zu den tragenden Elementen dieses Umbaus gehören die Einführung einer verbindlichen Tierhaltungskennzeichnung (Erarbeitung eines Gesetzentwurfs bis zur Sommerpause), die Unterstützung der Tierhalter:innen durch eine auf die genannten Ziele ausgerichtete Förderpolitik (ein Konzept soll 2022 erarbeitet werden), die Prüfung der Möglichkeiten für sachgerechte Änderungen in den einschlägigen Rechtsbereichen, wie dem Bau- und Umweltrecht sowie die Flächenbindung der Tierhaltung. Bei dem Umbau können die THG-Emissionen aus der Tierhaltung sowohl verfahrenstechnisch als auch durch den mittelbaren Einfluss auf die Tierbestände verringert werden. Besonders die Reduktion der Tierbestände ist mit einem großen Treibhausgaseinsparungspotenzial verbunden. In der Klimaberichterstattung hängen die Treibhausgasemissionen aus der Tierhaltung maßgeblich vom Tierbestand ab.

Konkret gibt es verschiedene Ansatzpunkte an unterschiedlichen Stellen in der Kette der Nutztierhaltung sowie den nachfolgenden Stufen der Lebensmittelkette:

- Flächenbindung der Tierhaltung
- Klima- und tiergerechte Haltungssysteme (Stärkung der Synergien zwischen Klimaschutz und Tiergerechtigkeit; Klärung von Mindestanforderungen)
- Optimierte Fütterungskonzepte (u. a.: Etablierung verbesserter Systeme in den Betrieben hinsichtlich Futterwerbung, Konservierung und Lagerung, Futtermittelbewertung, Rationsplanung und Fütterungskontrolle)
- Prüfung des Einsatzes von Futtermittelzusatzstoffen mit methanreduzierender Wirkung bei der Fütterung von Milchkühen im ersten Laktationsdrittel
- Förderung der Tiergesundheit auch im Hinblick auf Tierhaltung und Fütterung: Gesundheitliche Probleme und Imbalancen gehen i.d.R. mit Leistungseinbußen und damit höheren Emissionen pro erzeugter Produkteinheit einher
- Weitere Verbesserung des Wirtschaftsdüngermanagements im Hinblick auf die Emissionsminderung, Umsetzung der Maßnahmen des Luftreinhalteprogramms
- Reduzierung der Lebensmittelverschwendung einschließlich von Lebensmittelabfällen und sonstigen Verlusten in der Primärproduktion sowie den weiteren Stufen der Lebensmittelversorgungskette

Bewertung

Die erwähnten Ansatzpunkte sind wichtige Elemente, um die Treibhausgasemissionen der Nutztierhaltung zu reduzieren. Um die Wirksamkeit und Umsetzbarkeit der Maßnahme bewerten zu können, sind ihre genaue Ausgestaltung und finanzielle Ausstattung zu konkretisieren. Dabei sind auch die Förderbedingungen durch die Gemeinsame Agrarpolitik (GAP) und weitere geopolitische Rahmenbedingungen zu berücksichtigen, von denen nationalen Maßnahmen nicht losgelöst sind.

Treibhausgasreduzierungen ergeben sich vor allem durch eine Reduktion der Tierbestände, wodurch weitere indirekte Effekte auf die Emissionen zu erwarten sind (u.a. durch Veränderungen der Flächennutzung bei geringerem Futterflächenbedarf, verringerte Futterimporte und durch die Verringerung der organischen Düngung, mit Auswirkungen auf die N-Düngung insgesamt und auf die Bodenkohlenstoffgehalte). Neben der Reduktion der Tierzahlen spielen für die Berechnung der THG-Emissionen aus der deutschen Nutztierhaltung aber auch eine Vielzahl von Parametern wie Leistungsniveau, Gewicht und Fütterungsbedarf der Tiere, Wirtschaftsdüngermanagement und -ausbringung eine Rolle. Eine Reduktion der Tierbestände sollte mit einer Verringerung des Konsums von Produkten tierischen Ursprungs einhergehen (siehe auch Empfehlungen der Zukunftskommission Landwirtschaft).

Es sind Überlappungen der Maßnahme mit den Wirkungen anderer Klimaschutzmaßnahmen wie der Reduzierung der Stickstoff-Überschüsse und der Erhöhung der Wirtschaftsdüngervergärung in Biogasanlagen zu erwarten. Die Gesamtwirkung der Tierbestandsminderung auf die Emissionen verringert sich entsprechend.

Zudem verringert sich die Emissionsminderung unter Umständen infolge einer Abwanderung der Kapazitäten in andere Länder. Bei jeder Konkretisierung der Maßnahme müssen daher auch betriebs- und volkswirtschaftliche Folgen sowie potentielle Leakage-Effekte geprüft werden.

3.6.3 LA 003 Erhöhung der Energieeffizienz

Beschreibung

Mit der Maßnahme soll die Umstellung auf die Nutzung erneuerbarer Energien in stationären Anlagen (z. B. Wärmeenergie) und alternative Antriebstechniken in der Land-, Forst- und Fischerei-

wirtschaft erreicht werden. Möglichkeiten können z.B. Wärmepumpen, elektrische Antriebe, fortschrittliche Biokraftstoffe, Biomethan und ggf. angepasste Landtechniken sein. Um dies umzusetzen, soll eine Verstärkung und in Teilen eine Neuausrichtung des Bundesprogramms zur Energieeffizienz und CO₂-Einsparung in Landwirtschaft und Gartenbau vorgenommen werden. Die genaue Ausgestaltung und finanzielle Ausstattung der Maßnahme sind noch offen.

Bewertung

Die Förderung von alternativen Antriebstechniken und Kraftstoffen, sowie die Förderung der erneuerbaren Energie im Kontext der Land-, Forst- und Fischereiwirtschaft sind wichtige Bestandteile einer nachhaltigen Agrarpolitik. Für die Bewertung der Wirksamkeit der Maßnahme sind die praktische und finanzielle Ausgestaltung ausschlaggebend. Bei der Implementierung und Gradation von neuen Technologien in der Landwirtschaft spielt auch der durch die gemeinsame Agrarpolitik (GAP) geschaffene europäische Rahmen eine zentrale Rolle.

Seit 2020 ist das Bundesprogramm zur Energieeffizienz und CO₂-Einsparung Teil des Klimaschutzplans 2030 und wurde außerdem in das Sofortprogramm Klimaschutz der Bundesregierung aufgenommen. Das Programm informiert über klimafreundlichere Alternativen und fördert diese. Um die CO₂-Emissionen im Agrarsektor langfristig zu reduzieren, muss es für Landwirt:innen ökonomisch sinnvoll sein, ihre Systeme auf nachhaltigere und klimaneutrale Antriebstechniken umzustellen. Die Förderung neuer Technologien wirkt effektiver, wenn parallel die Subventionen für konventionelle, klimaschädliche Technologien abgebaut werden. Dies betrifft beispielsweise die Steuererleichterungen für Diesel in der Land- und Forstwirtschaft. Werden diese fortgeführt, besteht ein Zielkonflikt der Maßnahmen und die Wettbewerbsfähigkeit alternativer, emissionsärmerer Kraftstoffe verringert sich. Eine Transformation im Bereich Kraftstoffe und Antriebstechniken des Agrarsektors kann nur gelingen, wenn die entsprechenden ökonomischen Anreize bei den landwirtschaftlichen Betrieben geschaffen werden.

3.6.4 LA 004 Verbesserte Datenverfügbarkeit für den Vollzug bei der landwirtschaftlichen Düngung

Beschreibung

Die landwirtschaftliche Düngung verursacht erhebliche Mengen an Treibhausgasemissionen und trägt so zum Klimawandel bei. Eine effiziente Düngung, welche Nährstoffüberschüsse verringert, ist deshalb ein wirksames und notwendiges Mittel zur THG-Minderung. Um dies zu erreichen, wurde im Klimaschutzprogramm 2030 bereits vereinbart, dass:

- die Länder die Düngeverordnung umsetzen und konsequent vollziehen;
- die Stoffstrombilanz mit verpflichtender Einführung auf weiteren Betrieben ab dem Jahr 2021 weiterentwickelt wird;
- die Gesamtbilanz für Deutschland schrittweise am Ziel der Nachhaltigkeitsstrategie (70 kg N / ha) im Jahr 2030 ausgerichtet wird.

Um diese Ziele zu erreichen, soll das Düngegesetz um eine Monitoringverordnung erweitert werden. Gestützt wird dies durch die Vereinbarung im KoA-Vertrag über ein digitales Herkunftssystem Nährstoffe.

Bewertung

Der Einsatz von Düngemittel in der Landwirtschaft ist essenziell für die Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit und Bereitstellung von Nährstoffen für das Pflanzenwachstum. Eine übermäßige Düngung hat jedoch negative Folgen für die Umwelt und das Klima.

In den vergangenen drei Jahren konnten bereits einige Erfolge erzielt werden. Folgende Informationen wurden den Gutachtern zur Verfügung gestellt: Der Einsatz von N-Mineraldünger wurde im Dreijahresmittel im Vergleich zur letzten Periode (Periode 1: 2019-2021; Periode 2: 2015-2017) um 20% reduziert. Das entspricht einem Rückgang der N-Mineraldüngerzufuhr von 102 auf 81 kg N/ha Landwirtschaftsfläche. Um das Ziel von 70 kg N / ha zu erreichen braucht es sowohl eine Effizienzsteigerung als auch eine weitere Reduktion der Düngung. Die vorliegende Maßnahme soll die Datenverfügbarkeit für das Monitoring des Düngemittleinsatzes verbessern. Dies ist sinnvoll, da dies die Grundlage für eine effektive Reduktion und die damit verbundene Umsetzung der Zielvorgaben liefern kann.³⁷ Sie ersetzt jedoch nicht die Implementierung von weiteren Instrumenten und den im Klimaschutzprogramm 2030 vorgesehenen Strategien sowie eine systematische Neuausrichtung der Landwirtschaft, welche die Reduzierung weiter vorantreiben können.

Es sind Überschneidungen mit anderen Klimaschutzmaßnahmen, vor allem mit dem Ausbau der ökologischen Landwirtschaft, festzustellen. Im ökologischen Landbau sind chemisch-synthetische Stickstoffdünger verboten. Der Boden wird auf Grundlage des Kreislaufgedankens hauptsächlich mit Wirtschaftsdünger und nicht-synthetischen Mineraldünger fruchtbar gehalten. Dies führt zu einer deutlichen Einsparung von N pro Hektar. Der geplante massive Ausbau der ökologischen Landwirtschaft führt zu Synergien bei der Reduzierung der Nitratbelastung. Einsparungen sind in Zukunft vor allem aus diesem Grund zu erwarten.

3.7 LULUCF

Es wurden neun Maßnahmen im Bereich LULUCF gemeldet.

Tabelle 13: Maßnahmen LULUCF

ID	Maßnahmentitel
LU 001	Mehrung der Waldfläche für Klimaschutz und Biodiversität
LU 002	Schaffung artenreicher und klimaresilienter Wälder durch Wiederherstellung und Waldumbau
LU 003	Alte naturnahe Buchenwälder schützen
LU 004	KlimaWildnis
LU 005	Stärkung und Förderung von Stadtbäumen, urbaner Wälder und Waldgärten
LU 006	Ökologisches Grünflächenmanagement in Kommunen stärken
LU 007	Förderung von naturnahen Flächen insb. der Agrarlandschaften mit hohem Klimaschutzbeitrag
LU 008	Finanzielle Anreize für zusätzliche Klimaschutz- und Biodiversitätsleistungen im Wald
LU 009	Beschleunigung Wiedervernässung von Moorböden

Quelle: Eigene Darstellung.

Folgende Tabelle zeigt die angegebene von den Ressorts ursprünglich ausgewiesene Wirkungsbewertung („Ressorts“) und die laut Gutachtern dieses Berichts plausible konservative Wirkung. („Lt. Gutachten“).

³⁷ Im Rahmen der Umsetzung des Vertragsverletzungsverfahrens Nitrat erfolgt in Abstimmung mit der Europäischen Kommission eine Überarbeitung der Verwaltungsvorschrift zur Ausweisung der mit Nitrat belasteten und eutrophierten Gebiete. In der Folge müssen diese Gebiete durch die Länder neu ausgewiesen werden. Dabei ist mit einer deutlichen Ausweitung der Kulissen um ca. 30 % gegenüber der Ausweisung aus 2020 zu rechnen.

Tabelle 14 Wirkung der bewerteten Maßnahmen LULUCF

ID	Maßnahmentitel / Netto THG Einsparung [Mio. t CO ₂ -Äq.]									
	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	
LU 001	Mehrung der Waldfläche für Klimaschutz und Biodiversität									
Ressort	0,01	0,02	0,04	0,08	0,15	0,25	0,38	0,57	0,80	
Lt. Gutachten	0,01	0,02	0,04	0,08	0,15	0,25	0,38	0,57	0,80	
LU 003	Alte naturnahe Buchenwälder schützen									
Ressort	0,18	0,36	0,80	1,49	2,09	2,94	3,96	4,98	6,00	
Lt. Gutachten	0,18	0,36	0,80	1,49	2,09	2,94	3,96	4,98	6,00	
LU 004	KlimaWildnis									
Ressort	0,00	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	
Lt. Gutachten	0,00	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	
LU 007	Förderung von naturnahen Flächen insb. der Agrarlandschaften mit hohem Klimaschutzbeitrag									
Ressort	0,02	0,06	0,14	0,26	0,44	0,71	1,08	1,57	2,21	
Lt. Gutachten	0,02	0,06	0,14	0,26	0,44	0,71	1,08	1,57	2,21	
LU 008	Finanzielle Anreize für zusätzliche Klimaschutz- und Biodiversitätsleistungen im Wald									
Ressort	1,22	2,44	3,67	4,89	6,11	7,33	8,55	9,78	11,00	
Lt. Gutachten	1,22	2,44	3,67	4,89	6,11	7,33	8,55	9,78	11,00	
LU 009	Beschleunigung Wiedervernässung von Moorböden									
Ressort	0,00	0,05	0,18	0,52	1,39	2,29	3,19	4,09	5,00	
Lt. Gutachten	0,00	0,05	0,18	0,52	1,39	2,29	3,19	4,09	5,00	

Quelle: Eigene Darstellung.

3.7.1 LU 001 Mehrgung der Waldfläche für Klimaschutz und Biodiversität

Beschreibung

Abgesehen von Moorflächen weisen Wälder in Deutschland die höchste flächenspezifische Speicherleistung an Kohlenstoff auf. Die Erhöhung der Waldfläche führt daher gleichsam zu einer Erhöhung des Kohlenstoffspeichers, die aufgrund des auf lange Lebensdauer angelegten Waldes auch langfristig wirksam ist. Im Rahmen dieser Maßnahme sollen von 2023 bis 2030 zusätzlich jährlich 10.000 ha - vorbehaltlich einer abschließenden Gesamtabstimmung zum Flächenverbrauch – an neuem Wald angelegt bzw. wiederbewaldet werden.

Durch die Einbindung von Kohlenstoff in die aufwachsende Biomasse beläuft sich die Bruttoeinsparung von anfangs ca. 10.000 t auf über 230.000 t CO₂ pro Jahr (Abzüge durch Energieeinsatz werden hier vernachlässigt, was als vertretbar einschätzt wird). Kumulativ ergeben sich bis zum Jahr 2030 damit ca. 800.000 t CO₂. Die Gesamtkosten dafür werden mit 0,85 Mio. € beziffert.

Bewertung

Insgesamt nimmt die Maßnahme im Rahmen des LULUCF-Sektors eine Schlüsselfunktion ein. Der berechnete Beitrag als Senke ist dabei als vorsichtige Schätzung zu werten. Die Größe von 10.000 ha stellt angesichts der bestehenden Flächenverhältnisse (weniger als 0,1% der 11,3 Mio. ha bestehenden Waldfläche in Deutschland) zwar nur eine vergleichsweise geringfügige Veränderung dar, die Umsetzung wird sich jedoch als Herausforderung herausstellen. Trotz bereits bestehender GAK-Förderung für Aufforstung findet diese bisher in weit geringerem Umfang statt (90 ha in 2020). Ob

die angestrebten Flächenumwandlungen ab 2020 erreicht werden, ist daher fraglich. Es ist zu vermuten, dass neben dem offenbar nicht genügend attraktiven Förderrahmen auch administrative Hemmnisse die Umsetzung bremsen.

Die Maßnahme ist neben dem Klimaschutzeffekt auch aus anderen ökologischen Gründen zu begrüßen. Wichtig ist, dass es sich bei den Wäldern um stabile, klimaresiliente und standortangepasste Baumartenzusammensetzungen (Laubmischwäldern) handelt. Gerade in agrarisch geprägten Regionen besteht durch die Mehrung der Waldfläche zudem die Möglichkeit, die Strukturvielfalt in der Landschaft und damit die Lebensraumqualität für viele Arten zu erhöhen, zur Biotopvernetzung beizutragen, gleichzeitig lassen sich bspw. positive Effekte auf das Lokalklima sowie den Landschaftswasserhaushalt erzielen. Die Maßnahme steht auch im Einklang mit der EU-Biodiversitätsstrategie und der EU-Waldstrategie sowie dem strategischen Plan für Wälder der Vereinten Nationen. Die Maßnahme schafft maximale Synergien zwischen Klima- und Biodiversitätsschutz. Allerdings ist bei der Umsetzung und der Flächenauswahl unbedingt zu beachten, dass kein artenreiches Grünland umgewandelt wird und Konflikte mit anderen Maßnahmen wie die Förderung von naturnahen Agrarlandschaften die Wiedervernässung von Moorböden vermieden werden.

3.7.2 LU 002 Schaffung artenreicher und klimaresilienter Wälder durch Wiederherstellung und Waldumbau

Beschreibung

Nach einer Risikoanalyse des Thünen-Instituts (Bolte et al. 2021) sind etwa 25 % der Waldbestände in Deutschland die heutigen Waldbestände aufgrund ihrer Baumartenzusammensetzung besonders empfindlich gegenüber Dürreereignissen sind. Dies stellt ein großes Risiko für den Bestand des Kohlenstoffspeichers des Waldes dar. Daher gilt es, den Wald insbesondere in den bedrohten Bereichen aktiv umzubauen und so zu bewirtschaften, dass sie auch in Zukunft nicht durch den fortschreitenden Klimawandel akut gefährdet sind. Aus dem Klimaschutzprogramm 2030 hat die Bundesregierung zusammen mit der Ko-Finanzierung der Länder bereits bis zu rund 800 Mio. Euro für die Zeit bis 2023 zur Verfügung gestellt zur Förderung einer naturnahen und daher klimastabilen Waldbewirtschaftung sowie der Beseitigung von Schäden durch Extremwetterereignisse zur Verfügung gestellt. Bisher wurde der Großteil dieser Gelder für die Beseitigung von Schäden durch Extremwetterereignisse ausgegeben. In 2022 sollen die Mittel zur Bewältigung der durch Extremwetterereignisse verursachten Folgen im Wald sowie die Mittel für Maßnahmen zum Waldumbau über das Klimaschutzsofortprogramm aufgestockt werden. Insgesamt sollen bis 2030 weitere 675 Mio. € einfließen. Der Nutzen für den Klimaschutz wurde nicht quantifiziert, da dies mit zu vielen Unsicherheiten verbunden wäre.

Bewertung

Das Risiko des klimabedingten Verlusts von Baumbeständen in Wäldern wird sehr groß eingeschätzt. Diese Maßnahme ist daher sehr essenziell zur Ermöglichung eines dauerhaften hohen C-Speichers im Wald. Damit verbunden sind auch viele weitere positive Effekte, wie den Erhalt der Zukunftsfähigkeit der Holzwirtschaft und deren Wertschöpfungskette.

Es bestehen aber auch noch große Unsicherheiten und entsprechende Forschungsfragen wie insbesondere die Frage nach der "richtigen" Baumartenwahl. So könnte auch die ausschließliche Wiederaufforstung mit Douglasie als Umsetzung der Maßnahme behauptet werden. Hier könnten sich Konflikte mit anderen Maßnahmen bzw. Zielen ergeben.

3.7.3 LU 003 Alte naturnahe Buchenwälder schützen

Beschreibung

Das Ziel, den Einschlag in alten, naturnahen Buchenwäldern in öffentlichem Besitz zu stoppen, steht im Koalitionsvertrag der Bundesregierung. Mit dieser Maßnahme sollen bis 2030 alte, naturnahe Buchenwälder aus der Nutzung genommen werden, konkret 6.000 ha im Bundeswald und jeweils 17.000 ha in Landes- und Privatwald. In einem ersten Schritt soll dies auf den Flächen des Bundes umgesetzt werden. Der Beitrag der anderen öffentlichen Waldbesitzer, also der Länder und Kommunen, soll über eine „Allianz der Freiwilligen“ oder andere Möglichkeiten umgesetzt werden. Unterstützt mit entsprechend langfristiger Finanzierung sollen auch Privatwaldbesitzer gewonnen werden.

Der bundesweite Vorrat von Buchenbeständen >120 Jahre (rechnerischer Reinbestand) liegt bei 450 m³/ha. Für jüngere Buchenbestände liegt der Wert im Mittel bei 275 m³/ha. Als grobe Näherung kann bei einer regulären Nutzung alter, hiebsreifer Buchenbestände eine Absenkung des mittleren Vorrats um 175 m³/ha erwartet werden. Dies entspräche einer Abnahme des Kohlenstoffvorrats in der lebenden Biomasse um 164 t CO₂/ha in dem Einschlagsjahr (Umrechnung nach Schultze et al. 2020).³⁸ Mit einem Wert von einmalig 150 t CO₂/ha zum Erhalt des CO₂-Speichers werden die Gesamteinsparungen konservativ auf kumulativ 6 Mio. t CO₂ geschätzt, davon 0,90 Mio. t CO₂ im Bundeswald und je 2,55 Mio. t CO₂ im Landes- und Privatwald. In dieser Maßnahme werden 10.000 EUR je ha eingesetzt. Dies entspricht der Größenordnung für die Förderung eines dauerhaften Verzichts auf forstliche Bewirtschaftung in bestimmten Waldlebensraumtypen im Land Brandenburg, in Höhe von 8.000 EUR je ha (MLUK 2022).³⁹

Bewertung

Die Maßnahme unterstützt unmittelbar den natürlichen Klimaschutz durch die Sicherung ökologisch wertvoller, natürlicher Kohlenstoffspeicher. Auch die EU-Biodiversitätsstrategie enthält das Ziel die altgewachsenen Wälder zu identifizieren und zu schützen. Die Maßnahme schafft somit maximale Synergien zwischen Klima- und Biodiversitätsschutz. Als die potenzielle natürliche Vegetation stellen Buchenwälder für unsere Region die "Urvegetation" dar, die sich natürlicherweise v.a. aus alten Baumbeständen zusammensetzt. Alte Bäume repräsentieren hohen C-Speicher. Dazu kommen viele weitere positive Aspekte, die bereits genannt sind. 40.000 ha machen ca. 2% des Buchenbestands aus und entsprechen dem Bestand an naturnahem Wald älter als 160 Jahre.

Zu bedenken ist, dass für den Privatwald die Teilnehmenden erst gewonnen werden müssen. Außerdem hängt die Entwicklung der Waldsenke von den jeweiligen Wachstumsbedingungen in den Jahren ab. Aufgrund der Veränderung des Klimas und der steigenden Wahrscheinlichkeit für Wetterextreme ist das Ergebnis dieser Maßnahme mit Risiken behaftet. Diese Risiken sollten in einem Forschungsprojekt adressiert werden, um eine möglichst effektive Umsetzung der Maßnahmen sicherzustellen.

³⁸ Schultze et al. (2020): The climate change mitigation effect of bioenergy from sustainably managed forests in Central Europe. GCB Bioenergy 12:186–197. DOI: 10.1111/gcbb.12672

³⁹ MLUK (Ministeriums für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz des Landes Brandenburg) (2022): Richtlinie des Ministeriums für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz des Landes Brandenburg zur Gewährung von Zuwendungen für Naturschutzmaßnahmen im Wald und Hilfsmaßnahmen zur Bewältigung der durch Extremwetterereignisse verursachten Folgen im Wald (MLUK-Forst-RL-NSW und BEW), vom 1. Januar 2022, online unter: https://forst.brandenburg.de/sixcms/media.php/9/richtl_nsw_bew.pdf

3.7.4 LU 004 KlimaWildnis

Beschreibung

Die Entwicklung von Wildnis auf mindestens 2% der Landesfläche ist ein zentrales Ziel der NBS. Über den Wildnisfonds laufen entsprechend geförderte Projekte und zielen überwiegend auf großflächige Gebiete ab, um die Zielquote zu erfüllen. Die Maßnahme KlimaWildnis soll über diese hinausreichen und auch kleinere Flächen in den Fokus nehmen. Insbesondere in den westdeutschen Bundesländern werden die Potenziale für großflächige Wildnisentwicklung als begrenzt erachtet. Der Bedarf an naturschutzfachlich hochwertigen und effektiven Klimasenken ist jedoch sehr groß. Mit dem Programm „KlimaWildnis“ sollen bis 2030 jährlich 3.000 ha an neuen Wildnisflächen entstehen. Voraussetzung dafür ist allerdings noch eine abschließende Gesamtabstimmung zum Flächenverbrauch.

Insgesamt wird eine Einsparung von 70.000 t CO₂ kumulativ in 2030 ermittelt. Der Finanzierungsbedarf liegt bei 220.000 €.

Bewertung

Natürliche Entwicklung bedeutet in der Regel ein Anwachsen an Biomasse und damit C-Speicher. Während die Maßnahmen LU001 bis LU003 eine gewisse Lenkung beinhalten, bedeutet diese Maßnahme den gleichen Effekt nur ohne Lenkung. Insofern ist die Maßnahme weitgehend konsistent, beinhaltet hier aber die freie Entwicklung der Natur. Mit 3,5 t CO₂/(ha*a) als Basis für die Einsparberechnung wird das Potenzial sehr vorsichtig geschätzt.

3.7.5 LU 005 Stärkung und Förderung von Stadtbäumen, urbaner Wälder und Waldgärten

Beschreibung

Diese Maßnahme soll in einem neuen Förderprogramm im Rahmen des Aktionsprogramms Natürlicher Klimaschutz zur Förderung von Baumpflanzungen und einer Neubegrünung urbaner Wälder zur Klimaanpassung und Förderung der Biodiversität ermöglicht werden. Voraussetzung ist die Identifizierung geeigneter Baumarten und die Erstellung von Gesamtkonzepten für Kommunen (z.B. gesamtstädtische Straßenbaumkonzepte, städtische „Klimawäldchen“). Dabei soll der Fokus der Neupflanzungen im innerstädtischen Bereich liegen.

Vorgesehen sind 20.000 Bäume pro Jahr mit Kosten von 2.000 € pro Baum.

Bewertung

Die Wirksamkeit urbaner Wälder und Bäume für die Kohlenstoffbindung, die Verbesserung des Lokalklimas, die Förderung der biologischen Vielfalt sowie den Nutzen für die Erholung und Lebensqualität in Städten sind hinlänglich bekannt. Dabei haben die Gestaltung und Pflege einen großen Einfluss auf die Gesamtbilanz. Ein gesunder und langlebiger Baumbestand ist essentiell für eine hohe CO₂-Festlegung. Mit pauschalen Speicherfaktoren⁴⁰ kommt man auf vergleichsweise geringe kumulative Einsparungen (Bereich 2.000 t CO₂).

⁴⁰ CO2online rechnet mit 12,5 kg CO₂ pro Baum im Jahr, <https://www.co2online.de/service/klima-orakel/beitrag/wie-viele-baeume-braucht-es-um-eine-tonne-co2-zu-binden-10658/>

3.7.6 LU 006 Ökologisches Grünflächenmanagement in Kommunen stärken

Beschreibung

Durch eine extensive Pflege sowie der Anreicherung mit Gehölzen auf kommunalen Grün- und Freiflächen soll die Kohlenstoffbindung erhöht werden. Ein neues Förderprogramm im Rahmen des Aktionsprogramms Natürlicher Klimaschutz sollen Kommunen soll die Umstellung auf ein ökologisches Grünflächenmanagement unterstützen. Dabei sollen u.a. Ausgaben für die Aufstellung eines angepassten Pflegeplans, die Anschaffung der erforderlichen technischen Ausstattung (z.B. Balkenmäher), für die Aus- und Weiterbildung des Personals, die Einrichtung eines Datenpools übernommen werden. Die Kosten werden mit 9.000 € pro Jahr angesetzt. Der Einspareffekt wird nicht beziffert.

Bewertung

Ein wichtiger Bestandteil zur Ökologisierung von Innenstädten und Ortschaften. Davon profitieren wird insbesondere die Biodiversität. Der CO₂-Einspareffekt wird dabei als eher gering eingeschätzt.

3.7.7 LU 007 Förderung von naturnahen Flächen insb. der Agrarlandschaften mit hohem Klimaschutzbeitrag

Beschreibung

Diese Maßnahme zielt auf das Potenzial zur Erhöhung des Kohlenstoffgehalts in Böden und Vegetation der Agrarlandschaft, wobei dies einher gehen soll mit positiven Wirkungen für die Biodiversität. Dementsprechend vielschichtig stellt sich die Maßnahme dar. Sie basiert auf folgenden Nutzungsänderungen:

- 1) Förderung von Strukturelementen in der Agrarlandschaft (Feldgehölze, Hecken, Baumreihen, Streuobstwiesen, Agroforst): hierfür werden eine Senkenleistung über 20 Jahre (linear von 0 auf 16,0 t CO₂/ha/Jahr gemittelt) eine THG-Einbindung von ca. 1,9 Mio. t CO₂ kumuliert bis 2030, ermittelt.
- 2) Förderung der Anlage von extensivem Grünland: Im Jahr 2030 führt diese Maßnahme zu einer kumulierten THG-Einbindung von 0,33 Mio. t CO₂.
- 3) Erhöhung des Ökolandbauanteils auf 30%: Hierfür wird bis zum Jahr 2030 eine kumulierte THG-Einbindung von 0,21 Mio. t₂ ermittelt.

Insgesamt erzielt die Maßnahmen kumulativ 2,2 Mio. t CO₂ Einsparung. Die Kosten werden mit knapp 100 Mio. € pro Jahr abgeschätzt.

Bewertung

Der Wert dieser Maßnahme liegt in der erheblichen ökologischen Aufwertung des für Deutschland letztlich dominierenden Agrarraumes. Die CO₂-Einsparungen bleiben in einem überschaubaren Rahmen, sind allerdings auch sehr konservativ abgeschätzt. Hier bestehen durchaus Potenziale für höhere Werte. Wert. Auf der anderen Seite ist hier die Permanenz der Maßnahme die größte Herausforderung. Eine Umkehr mit Beseitigung der Strukturelemente nach 2030 eliminiert sowohl den Klimanutzen als auch den ökologischen Nutzen umgehend. Für die durchmechanisierten landwirtschaftlichen Betriebe stellen Strukturelemente Arbeitshindernisse dar, weswegen sie heute noch eher aus der Landschaft verschwinden als gepflegt zu werden. Auch für Grünland ist die Perspektive

der Nutzung schwierig. Die umfassende und zielgerichtete Förderung ist hier daher ein entscheidender Erfolgsfaktor.

3.7.8 LU 008 Finanzielle Anreize für zusätzliche Klimaschutz- und Biodiversitätsleistungen im Wald

Beschreibung

Der notwendige Waldumbau auf klimaresiliente Wälder soll mit überwiegend standortheimischen Baumarten geschaffen werden. Er beinhaltet eine zeitlich bis 2030 begrenzte Extensivierung der Laubholznutzung, die über die bisherigen Anforderungen der Zertifizierungssysteme hinausgeht. Für eine Änderung der Holznutzung ist zu berücksichtigen, dass sie je nach Nutzung und Substitut die Gesamt-THG-Bilanz positiv oder negativ beeinflussen kann und dass sie sich auf die Zusammensetzung und damit auch Stabilität von Waldbeständen auswirkt. Maßnahmen zur Anhebung der Kohlenstoffspeicher im Wald sollten in eine sinnvolle Balance gebracht werden mit einer Verwendung von Holz in langlebigen Produkten und einer langen Nutzungskaskade sowie der Erhaltung bzw. Entwicklung hin zu artenreichen und klimaresilienten Wäldern

Die Maßnahme umfasst eine Extensivierung der Laubholzernte auf 10% der entsprechenden Waldfläche. Daraus werden Einsparungen durch Senkenleistung in Höhe von 1,2 Mio. t CO₂ jährlich und bis 2030 von 11 Mio. t CO₂ abgeschätzt. Die Kosten von jährlich 210 Mio. € bzw. 1,9 Mrd. kumulativ bis 2030 gilt als Honorierung für entgehende Erträge (30 EUR/m³ nicht geerntetem Laubholz).

Bewertung

Sie ist in hohem Maße geeignet, Wälder klimaresilient und in Richtung Naturnähe weiterzuentwickeln. Sie weist unter den hier beschriebenen LULUCF-Maßnahmen das insgesamt größte Potenzial an Senkenleistung und damit Emissionsminderung auf. Sie setzt jedoch voraus, dass ein Forstbetrieb als ganzes die Anforderungen zur Honorierung der Ökosystemleistungen insgesamt erfüllt. Ansonsten besteht das Risiko von Mitnahmeeffekten, wenn ein Betrieb gleichzeitig zur Extensivierung/Nutzungsaufgabe auf Nachbarflächen intensiver wirtschaftet.

Die Maßnahme ist als komplementär zu LU002 und LU003 zu sehen, deckt sich in der Handlungsweise (Nutzungsaufgabe) allerdings mit LU004 und LU005. Diese Maßnahmen schließen sich gegenseitig aus, da es sonst zu einer Doppelförderung kommen würde. Ein Betrieb kann aber entscheiden, ob er für einen alten, naturnahen Buchenwald besser die Finanzierungsmöglichkeit durch diese Maßnahme nutzt.

3.7.9 LU 009 Beschleunigung Wiedervernässung von Moorböden

Beschreibung

Landwirtschaftlich genutzte entwässerte Moorböden sind eine wesentliche Quelle der in Deutschland verursachten Treibhausgasemissionen. Durch die Wiedervernässung lässt sich somit ein hohes THG-Einsparpotential realisieren. Dies ist bereits Ziel und Handlungsmaßnahme im Klimaschutz, wobei die bisher erreichten Fortschritte als nicht ausreichend bewertet werden, um das angestrebte Reduktionsziel von 5 Mio t. CO₂-Äq bis 2030 zu erreichen.

Die Maßnahme hier sieht daher die Beschleunigung der bereits beschlossenen Maßnahmen vor. Das bedeutet: 1. die Nationale Moorschutzstrategie beschließen und zügig umsetzen, 2. für den Moorschutz passende Vereinbarungen im Rahmen der Planungs- und Genehmigungsbeschleunigung mit den Ländern treffen, 3. Ein Vorkaufsrecht von landwirtschaftlich genutzten Flächen in Moor-Regionen für die öffentliche Hand einführen.

Die konkreten zur THG-Minderung weisenden Maßnahmen unterteilen sich in Wiedervernässung (Teil- und Vollvernässung), Einstellung und Wiedervernässung von Torfabbauf Flächen und die Optimierung bestehender Feuchtgebiete, verteilt auf insgesamt ca. 400.000 ha. Für jede der vier Einzelmaßnahmen werden in 2030 zwischen 1 bis 1,5 Mio. CO₂-Äq-Einsparung erwartet. Kumulativ in 2030 summiert sich der Werte auf etwa 16,7 Mio. t CO₂-Äq. Die Kosten werden auf insgesamt 2,3 Mrd. € kalkuliert.

Bewertung

Diese Maßnahme weist das drittgrößte Minderungspotenzial unter den hier aufgeführten LULUCF-Maßnahmen auf und ist somit relevant einzustufen. Da es sich um keine neue Maßnahme, sondern um eine Beschleunigung bestehender Maßnahmen handelt, liegt das Risiko in den bereits bestehenden Umsetzungsschwierigkeiten durch Hindernisse in der Praxis.

3.8 Sektorübergreifende Maßnahmen

Insgesamt wurden ursprünglich elf Maßnahmen als Sektor-übergreifend gemeldet von denen nicht mehr alle im aktuellen Programmentwurf enthalten sind. Es handelt sich sowohl von der Adressatengruppe wie auch vom Wirkmechanismus her um ein heterogenes Maßnahmenset.

Tabelle 15: Wirkung der Sektor-übergreifenden Maßnahmen

ID	Maßnahmentitel
üM 002	Bundesprogramm STARK (Stärkung der Transformationsdynamik und Aufbruch in den Revieren und an den Kohlekraftwerkstandorten)
üM 003	Fortsetzung der Eigenanteilsbefreiung für finanzschwache Kommunen zur Einstellung von Fachpersonal (Klimaschutzmanagement)
üM 004	Einführung der Eigenanteilsbefreiung für finanzschwache Kommunen zur Einstellung von Fachpersonal (Energiemanagement)
üM 011	Planungs- und Genehmigungsbeschleunigung

Quelle: Eigene Darstellung.

Aufgrund ihres übergeordneten Charakters lassen sich häufig keine direkten eingesparten THG Emissionen zuordnen. Maßnahmen zur Planung, Genehmigung oder Transformation können im Idealfall leistungsfähige Strukturen und Voraussetzungen schaffen, die wiederum zu konkreten Projekten und Einsparungen führen können; eine Quantifizierung wäre allerdings methodisch nicht seriös vertretbar. Bei einigen der skizzierten Instrumente fehlen leider auch konkretere Angaben, wie genau die Einsparungen zustande kommen. Folgende Tabelle zeigt die angegebene und die laut Gutachten plausible konservative Wirkung.

Tabelle 16: Wirkung der Sektor-übergreifenden Maßnahmen

ID	Maßnahmentitel / Netto THG Einsparung [Mio. t CO ₂ -Äq.]									
		2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
üM 003	Fortsetzung der Eigenanteilsbefreiung für finanzschwache Kommunen zur Einstellung von Fachpersonal (Klimaschutzmanagement)									
Ressort		0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,14	0,21	0,28	0,35
Lt. Gutachten		0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,14	0,21	0,28	0,35
üM 004	Einführung der Eigenanteilsbefreiung für finanzschwache Kommunen zur Einstellung von Fachpersonal (Energiemanagement)									
Ressort		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01
Lt. Gutachten		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01
üM 010	klimaneutrale Medienproduktionen fördern									
Ressort		0,01	0,01	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Lt. Gutachten		0,01	0,01	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03

Quelle: Eigene Darstellung.

Insgesamt ist die Summe der erwarteten Einsparungen gering. Dennoch sind an ausgewählten Stellen Wechselwirkungen mit dem Gebäudesektor zu erwarten, wie etwa bei der Vorbildwirkung der Öffentlichen Hand (siehe G 014), bei der Einspar-Verpflichtung öffentlicher Auftraggeber (siehe EW 003), sowie bei bereits existierenden Instrumenten, etwas im Gebäudeenergiegesetz. Eine erste Einschätzung des Gutachtertteams kommt zu einem Interaktionsfaktor für das Gesamtpaket von 0,5 bezogen auf die Gesamtsumme der Einsparungen. Höhere Präzision bei der Bewertung kann erst eine Gesamtsystemmodellierung liefern.

3.8.1 üM 002 Bundesprogramm STARK (Stärkung der Transformationsdynamik und Aufbruch in den Revieren und an den Kohlekraftwerkstandorten)

Beschreibung

Das Bundesprogramm STARK ist ein Förderprogramm im Rahmen des Investitionsgesetzes Kohleregionen (InvKG). Ziel des Programms ist es, die Braunkohlereviere und strukturschwache Steinkohlekraftwerksstandorte zu bundesweiten Modellregionen einer treibhausgasneutralen, ressourceneffizienten und nachhaltigen Entwicklung zu entwickeln. Die Bundeskompetenz für das Programm leitet sich aus dem Klimaschutz (Art 72 GG) ab. Die Förderrichtlinie ist Mitte 2020 in Kraft getreten. Bislang wurden Mittel in Höhe von 170 Mio. Euro und 78 Projekte bewilligt. Das zeigt, dass das Programm in den betroffenen Regionen sehr stark nachgefragt wird. Förderfähig sind primär nicht-investive Projekte (z.B. Personalkosten für ein Innovationszentrum). Antragsberechtigt sind öffentliche Körperschaften, Unternehmen und Private. Insgesamt werden Projekte in 11 Förderkategorien (z.B. im Bereich Wissens- und Technologietransfer) gefördert.

Bewertung

Das Programm kann einen Beitrag zur THG-Minderung in den Kohleregionen leisten, indem es primär nicht-investive Projekte, deren Ziel eine ökologische Transformation der Kohleregionen ist, fördert. Da die Umsetzung der Projekte im Rahmen des Förderprogramms noch am Anfang steht, kann der exakte Effekt der Maßnahme in Bezug auf die Höhe der THG-Minderung derzeit nicht bestimmt werden.

3.8.2 üM 003 Fortsetzung der Eigenanteilsbefreiung für finanzschwache Kommunen zur Einstellung von Fachpersonal für das Klimaschutz- und Energiemanagement (Klimaschutzmanagement)

Beschreibung

Im Rahmen der Kommunalrichtlinie (KRL) der Nationalen Klimaschutzrichtlinie (NKI) wird bereits die **Einführung von Klimaschutzmanagement** (KSM) in Kommunen gefördert. Bereits seit August 2020 werden finanzschwache Kommunen von der Pflicht der Erbringung eines Eigenanteils in diesem Förderschwerpunkt befreit, der Eigenanteil für übrige Zuwendungsempfänger ist herabgesetzt. Diese Regelung gilt befristet bis zum 31.12.2022 und soll auf die gesamte Geltungsdauer der Richtlinie (bis 31.12.2027) ausgedehnt werden. Finanzschwache Kommunen sollen demnach eine Vollfinanzierung für die im Rahmen der Förderung befristete Einstellung von Fachpersonal erhalten. Dabei soll eine zusätzliche Stelle geschaffen werden.

Durch die Änderung sollen in den Jahren 2023 bis 2027 insgesamt rund 300 zusätzliche KSM-Vorhaben in finanzschwachen Kommunen initiiert werden. Dies entspricht einem zusätzlichen Förderbedarf von rund 65 Mio. € sowie einer jährlichen THG-Minderung von 0,35 Mio. t/a im Jahr 2030 (NKI-Logik) bzw. einer jährlich addierten THG-Minderung von 1,05 Mio. t im Jahr 2030 (NAPE-Logik). Lt. den Autor:innen der Maßnahme ist die Maßnahme durch entsprechende politische Willensbekundung (KoalIV plus Hausmeinung BMWK) gedeckt. Im gegenwärtigen HH-Verfahren wurde bereits ein entsprechender Mittelaufwuchs angemeldet.

Bewertung

Die Maßnahme bezieht sich auf ein laufendes Programm, das bereits länger (und offenbar mit Erfolg) für alle Kommunen durchgeführt wird. Die bisherige Einführungsphase für finanzschwache Kommunen soll nun um 5 Jahre verlängert werden. Der Vorschlag geht davon aus, dass ab 2023 jährlich 63 neue KSM, über 5 Jahre also 315 Erstvorhaben beantragt und bewilligt werden. Der zusätzliche Finanzbedarf wird nicht in der jährlichen Finanzplanung ausgewiesen. Nach Rücksprache mit dem zuständigen Fachreferat wird bestätigt, dass die NKI außerhalb des Haushalts budgetiert wird und dort insgesamt ca. 15 Mio. jährlich für die Maßnahme üM 003 und üM 004 eingeplant werden. Mit beiden Maßnahmen werden 315 neue KSM (Klimaschutzmanagement) sowie 300 neue KEM (kommunales Energiemanagement) Vorhaben angestrebt, mit einem durchschnittlichen Förderbedarf von ca. 100.000 EUR pro Förderfall (insgesamt ca. 62 Mio. EUR).

Im Bericht zur Evaluierung der KRL (Ifeu/Ökol et. al. 2021) werden auf Seite 139 die bislang erzielten Programmzahlen, Abrufe und Fördereffizienzen für ALLE Kommunen genannt (nicht abgegrenzt für finanzschwache Kommunen)⁴¹. Die insgesamt sorgfältige Abschätzung des vorliegenden Vorschlags lehnt sich an die Parameter des Evaluierungsberichts der NKI/KRL (Ifeu/Ökol et. al. 2021) an. Für die Ermittlung der Einsparungen wird die halbe Fördereffizienz (18 EUR/t, statt 9 EUR/t) für finanzschwache Kommunen angesetzt. Das scheint aus unserer Sicht (bei allen Abgrenzungsproblemen einer solchen Maßnahme) eher vorsichtig und seriös vertretbar.

Bei dem geplanten zusätzlichen Finanzbedarf (65 Mio. EUR) geht es offenbar um die Aufstockung des bereits existierenden Förderbudgets Richtung *finanzschwache* Kommunen (ca. 30 Mio. für KEM und ca. 31,5 Mio. für KSM, kumuliert über 5 Jahre). Wichtige Voraussetzung für die Zusätzlichkeit wäre, dass das "klassische", bestehende, erfolgreiche KSM Programm in gleicher Intensität fortgeführt und ebenfalls mit entsprechendem Budget unterfüttert wird bzw. bleibt.

Grundsätzlich ist die geförderte Einführung von KSM sinnvoll, gerade für finanzschwache Kommunen. Die Maßnahme dürfte auch die sich abzeichnende Einspar-Verpflichtung des öffentlichen Sektors nach Art. 5 EED unterstützen (siehe auch EW 003). Wichtig erscheint aus gutachterlicher Sicht, dass die Förderung auch bei einer etwaigen (ordnungsrechtlichen) Verpflichtung des öffentlichen Sektors weiterhin zur Verfügung steht. Gerade finanzschwache Kommunen verfügen sonst über zu wenige eigene finanzielle und personelle Ressourcen, um ein KSM aufzubauen, bzw. um konkrete Maßnahmen abzuleiten bzw. überhaupt geeignete Förderanträge zu stellen.

Insgesamt erscheint die Maßnahme aus gutachterlicher Sicht ausreichend konkret, die Finanzplanung plausibel. Die erwarteten (zusätzlichen) Einsparungen beruhen auf Ergebnissen eines verfügbaren Evaluierungsberichts⁴². Das aus gutachterlicher Sicht einzig verbleibende Risiko ist das „Absatz“risiko, also ob und in welchem Umfang finanzschwache Kommunen die zusätzlich zur Verfügung stehenden Finanzmittel ausschöpfen, insbesondere weil das "Anfangsproblem" fehlender Verwaltungskapazitäten gerade bei finanzschwachen Kommunen ein Hemmnis an sich darstellt. Allerdings versucht die Maßnahme genau dies zu adressieren. Darüber hinaus erscheinen die geplanten Fallzahlen (ca. 60-70 Fälle p.a.) angesichts der Grundgesamtheit der finanzschwachen Kommunen (ca. 2700 lt IÖW/DIFU 2020⁴³) nicht unrealistisch. Insgesamt sollen offenbar über die Dauer der Maßnahmen üM 003 und üM 004 rund ein Fünftel aller finanzschwachen Kommunen erreicht werden.

⁴¹ Ifeu/Ökol et. al. 2021a: Gesamtbericht (A1) zum Vorhaben Evaluation, Begleitung und Anpassung bestehender Förderprogramme sowie Weiterentwicklung der Nationalen Klimaschutzinitiative (NKI) https://www.klimaschutz.de/sites/default/files/mediathek/dokumente/A1%20Kommunalrichtlinie_Eval_2019.pdf

⁴² https://www.klimaschutz.de/sites/default/files/mediathek/dokumente/A1%20Kommunalrichtlinie_Eval_2019.pdf

⁴³ IÖW / DIFU (2020): Klimaschutz in finanzschwachen Kommunen - Potenziale für Haushaltsentlastungen, lokale Wertschöpfungseffekte sowie alternative Finanzierungsansätze kommunaler Klimaschutzmaßnahmen; Schriftenreihe des IÖW 219/20, Juni 2020

3.8.3 üM 004 Einführung der Eigenanteilsbefreiung für finanzschwache Kommunen zur Einstellung von Fachpersonal (Energiemanagement)

Beschreibung

Im Rahmen der Kommunalrichtlinie der Nationalen Klimaschutzrichtlinie (NKI) wird seit dem 1.1.22 die Einstellung von Fachpersonal für die Einführung und Implementierung eines Energiemanagementsystems gefördert. Finanzschwache Kommunen verfügen i. d. R. nicht über ausreichend Finanzmittel, um den regelhaft geforderten Mindesteigenanteil aufzubringen bzw. wird ihnen der Personalaufwuchs seitens der Kommunalaufsicht untersagt. Daher wird vorgeschlagen, die derzeit gültige Regelung für Personalstellen im Rahmen des Klimaschutzmanagements (KSM, siehe Maßnahme üM 003), die finanzschwachen Kommunen eine Vollfinanzierung einer Personalstelle ermöglicht, für den gesamten Geltungszeitraum der Richtlinie (bis 31.12.2027) auch für das **kommunale Energiemanagement** (KEM) einzuführen. Ziel ist es, finanzschwachen Kommunen einen Einstieg in das Kommunale Energiemanagement zu ermöglichen. KEM ist ein niedrighschwelliger und wirksamer Einstieg in den Klimaschutz. Pro Vorhaben wird mit einer Fördersumme von 100.000 Euro gerechnet. Dies entspricht (lt. Vorschlag) dem Durchschnittswert der (insgesamt 35) bestehenden EM-Erstvorhaben, die aktuell bereits umgesetzt werden.

Die Zielgruppe ist deckungsgleich mit der in üM 003 vorgesehenen Förderung des Klimaschutzmanagements (KSM). Offenbar erhofft man sich für rund 300 Kommunen (im Schnitt je 60 über 5 Jahre) einen "niedrighschwelligeren Einstieg" ins KEM (üM 004) und für rund 315 Kommunen (je 63 über 5 Jahre) einen "höherwertigen" Einstieg mit dem KSM (üM 003).

Bewertung

Die gutachterliche Bewertung lehnt sich eng an die Einschätzung zur Maßnahme üM 003 an: grundsätzlich ist die geförderte Einführung von KEM (üM 004, sowie KSM üM 003) sinnvoll, insbesondere für finanzschwache Kommunen. Dies könnte auch die sich abzeichnende Einspar-Verpflichtung des öffentlichen Sektors nach Art. 5 EED unterstützen (siehe auch EW 003). Der zusätzliche Finanzbedarf wird nicht in der jährlichen Finanzplanung ausgewiesen. Nach Rücksprache mit dem Zuständigen wird jedoch bestätigt, dass die NKI außerhalb des Haushalts budgetiert wird und dort insgesamt ca. 15 Mio. jährlich für die Maßnahme üM 003 und üM 004 eingeplant werden.

Bei ansonsten ähnlichen Fallzahlen liegt die erwartete Einsparung im KSM (üM 003) um eine Größenordnung höher als im KEM (üM 004). Dies ist vorrangig den in den jeweiligen Evaluierungsberichten unterschiedlich verwendeten (und hier richtig angewendeten) Parametern geschuldet. Die Abschätzung für das KEM lehnt sich an die Parameter des Einzelberichts der NKI/KRL (Ifeu/Ökol et. al. 2021b) an. Das scheint aus unserer Sicht (bei allen Abgrenzungsproblemen einer solchen Maßnahmen) eher vorsichtig und so vertretbar⁴⁴.

Insgesamt ist die Maßnahme erfreulich konkret, die Finanzplanung plausibel. Die erwarteten (zusätzlichen) Einsparungen beruhen auf Ergebnissen eines verfügbaren Evaluierungsberichts⁴⁵. Das aus gutachterlicher Sicht einzig verbleibende Risiko ist das „Absatz“risiko, also ob und in welchem

⁴⁴ Ifeu/Ökol et. al. 2021b: Einzelbericht (A6) Kommunale Energieeffizienz-Netzwerke zum Vorhaben Evaluation, Begleitung und Anpassung bestehender Förderprogramme sowie Weiterentwicklung der Nationalen Klimaschutzinitiative (NKI)

⁴⁵ Ifeu/Ökol et. al. 2021b: Einzelbericht (A6) Kommunale Energieeffizienz-Netzwerke zum Vorhaben Evaluation, Begleitung und Anpassung bestehender Förderprogramme sowie Weiterentwicklung der Nationalen Klimaschutzinitiative (NKI)

Umfang finanzschwache Kommunen die zusätzlich zur Verfügung stehenden Finanzmittel ausschöpfen, insbesondere weil das "Anfangsproblem" fehlender Verwaltungskapazitäten gerade bei finanzschwachen Kommunen ein Hemmnis an sich darstellt. Allerdings versucht die Maßnahme genau dies zu adressieren. Darüber hinaus erscheinen die geplanten Fallzahlen (ca. 60-70 Fälle p. a.) angesichts der Grundgesamtheit der finanzschwachen Kommunen (ca. 2700 lt IÖW/DIFU 2020⁴⁶) nicht unrealistisch. Insgesamt sollen offenbar über die Dauer der Maßnahmen üM 003 und üM 004 rund ein Fünftel aller finanzschwachen Kommunen erreicht werden.

3.8.4 üM 011 Planungs- und Genehmigungsbeschleunigung

Beschreibung

Eine Beschleunigung der Energie-, Industrie- und Verkehrswende sowie eine Beschleunigung der Infrastrukturmaßnahmen zum EE-Ausbau und zum Netzausbau können einen signifikanten Beitrag zur Energiewende leisten. Hierfür sind insbesondere schnellere Verwaltungs-, Planungs- und Genehmigungsverfahren zentrale Voraussetzungen. Vor diesem Hintergrund werden die derzeitigen rechtlichen Grundlagen der dem Ausbau von EE und Netzen sowie Umrüstung von Industrieanlagen zugrundeliegenden Verwaltungs-, Planungs- und Genehmigungsverfahren einer umfassenden Prüfung unterzogen.

Ressortübergreifend werden Regelungen gesichtet und auf Beschleunigungspotentiale hin untersucht. Verfahren sollen gestrafft, Doppelprüfungen vermieden und bestehende Hemmnisse abgebaut werden. Konkret werden noch in der ersten Jahreshälfte Änderungen im BBPlG sowie Windenergie-auf-See-Gesetz vorgenommen und ein Windenergie-an-Land-Gesetz angestoßen. Zudem werden weitere Beschleunigungspotentiale in öffentlichen Vergabeverfahren, verwaltungsgerichtlichen Verfahren sowie in BauGB und ROG geprüft. Ergänzend werden auch strukturelle und prozedurale Maßnahmen in den Fokus genommen. Möglichkeiten zur Stärkung von Behördeninfrastrukturen und zur Beschleunigung des Rechtsweges werden ebenso geprüft, wie der Einsatz innovativer digitaler Lösungen.

Bewertung

Aufgrund der aktuellen Verzögerungen insbesondere beim Ausbau von EE und Netzen ist diese begleitende Maßnahme von großer Wichtigkeit für die Umsetzung der Energiewende und weiterer Klimaschutzmaßnahmen. Eine möglichst breite Anwendung über alle Sektoren hinweg ist sinnvoll, um die Klimaziele rechtzeitig zu erreichen und die jeweiligen sektoralen Transformationen und Nutzung grüner Energieträger zu beschleunigen. Da die Maßnahme noch nicht detailliert beschrieben wird, ist aktuell unklar, inwieweit die gewünschten Effekte erreicht werden können.

⁴⁶ IÖW / DIFU (2020): Klimaschutz in finanzschwachen Kommunen - Potenziale für Haushaltsentlastungen, lokale Wertschöpfungseffekte sowie alternative Finanzierungsansätze kommunaler Klimaschutzmaßnahmen; Schriftenreihe des IÖW 219/20, Juni 2020

3.9 Verkehr

Im Verkehr wurden ursprünglich 54 Maßnahmen gemeldet von denen nicht mehr alle im aktuellen Programmentwurf enthalten sind.

Die Bewertung wurde nach Kenntnissen der Gutachter von einem erfahrenen Konsortium⁴⁷ u.a. auf der Basis einer umfangreichen Verkehrsmodellierung und Szenarien-Bildung vorgenommen.

Tabelle 17: Maßnahmen im Verkehr

ID	Maßnahmentitel
V 001	Kälte-Klima-Richtlinie erweitern um Förderung von Transportkälteanlagen mit halogenfreien Kältemitteln
V 002	Klimaneutrales Fliegen
V 003	Klimaneutrales Schiff
V 004	Bundesfinanzhilfen Ausbau Landstromanlagen
V 005	Maritimes Forschungsprogramm
V 007	drittes IPCEI Batteriezellfertigung (Verkehr)
V 008	Steuerliche Anreize für E-PKW
V 009	Sonder-Afa BEV für Firmenwagen (auch Pkw)
V 010	Novelle Umweltbonus
V 011	Förderung kommunale und gewerbliche Flotten
V 012	Kommunikation und Informationsstand erhöhen zu Antriebstechnologien
V 013	Überarbeitung Masterplan Ladeinfrastruktur
V 014	Flottenzielwerte Pkw und Lnf (-55%)
V 015	AFIR (Pkw und Lnf)
V 016	Weiterentwicklung LKW-Maut
V 017	Befreiung Vor- und Nachlauf KV
V 018	Erweiterung Lkw-Förderung
V 019	Ausweitung Busförderung
V 020	Förderung Sonderfahrzeuge ausweiten
V 021	Förderung Effizienzmaßnahmen Trailer
V 022	Stärkung Innovationskorridore u. Autobahn GmbH
V 023	Grundnetz für BEV-Lkw, Grundnetz für H2-BZ-Lkw
V 024	Förderung an Depots, Betriebshöfen, Hubs
V 025	Novellierung Flottenzielwerte
V 026	AFIR (SNF)
V 027	Investitionshochlauf Bedarfsplan
V 028	Stärkung Schienengüterverkehr
V 029	Digitalisierungspaket Schiene
V 030	Fortführung Trassenpreisförderung SPFV

⁴⁷ Wissenschaftliche Begleitung der Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie (MKS) der Bundesregierung, siehe auch 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. Karlsruhe

ID	Maßnahmentitel
V 031	Attraktive Bahn zur Reduktion Kurzstreckenflüge
V 032	Stärkung KV-Terminals
V 033	Verlagerung von Postflügen
V 034	Dumpingpreise Flüge verhindern
V 035	Verlagerung Güterverkehre auf Wasserstraße
V 036	Ausbauoffensive Radverkehr und Fußverkehr
V 037	Kommunale Handlungsspielräume erweitern
V 038	Ausbau- und Qualitätsoffensive ÖPNV
V 039	Vorbereitung Reaktivierung von Strecken
V 040	Erneuerbare Kraftstoffe
V 041	Förderung alternative Antriebe Schiene erweitern
V 042	Ausbau Landstrom in Häfen
V 043	Stärkung Luftfahrtforschungsprogramm u. maritimes Forschungsprogramm
V 044	Programm Drohnen statt Hubschrauber
V 045	Klimafreundliche Flughäfen und Verfahren
V 046	Berufliche Wege vermeiden
V 047	Digitalisierung kommunaler Verkehrssysteme & Mobilitätsdaten verbessern
V 048	Forschung zur Anwendung von KI-Methoden, Förderung Automatisierung
V 049	Unterstützung nachhaltige urbane Mobilitätspläne
V 050	Fortführung Förderung betr. Mob.management
V 051	Informationsstand zu alternativen Antrieben bei Pkw und NfZ erhöhen
V 052	EEG-Umlage auf Null absenken
V 053	Planungs- und Genehmigungsbeschleunigung
V 054	Erzeugung erneuerbare Energien an Verkehrsinfrastruktur ermöglichen

Quelle: Eigene Darstellung.

Folgende Tabelle zeigt die angegebene von den Ressorts ursprünglich ausgewiesene Wirkungsabschätzung („Ressorts“) und die laut Gutachtern dieses Berichts plausible konservative Wirkung. („Lt. Gutachten“).

Tabelle 18: Wirkung der bewerteten Maßnahmen im Verkehr

ID	Maßnahmentitel / Netto THG Einsparung [Mio. t CO ₂ -Äq.]	2022 2023 2024 2025 2026 2027 2028 2029 2030								
		V 001	Kälte-Klima-Richtlinie erweitern um Förderung von Transportkälteanlagen mit halogenfreien Kältemitteln							
Ressort		0,00	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06
Lt. Gutachten		0,00	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06
V 002	Klimaneutrales Fliegen									
Ressort		0,00	0,00	0,00	0,03	0,09	0,16	0,26	0,37	0,50
Lt. Gutachten		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
V 003	Klimaneutrales Schiff									
Ressort		0,00	0,00	0,00	0,00	0,23	0,46	0,84	1,22	1,61
Lt. Gutachten		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

ID	Maßnahmentitel / Netto THG Einsparung [Mio. t CO ₂ -Äq.]									
		2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
V 004	Bundesfinanzhilfen Ausbau Landstromanlagen									
Ressort		0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,06	0,09	0,13	0,16
Lt. Gutachten		0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,06	0,09	0,13	0,16
V 005	Maritimes Forschungsprogramm									
Ressort		0,39	0,59	0,79	2,09	2,45	2,80	3,15	3,50	3,68
Lt. Gutachten		0,01	0,01	0,02	0,04	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07
V 007	drittes IPCEI Batteriezellfertigung									
Ressort		0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,05	0,12	0,26	0,47
Lt. Gutachten		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
V 008	Steuerliche Anreize für E-PKW									
Ressort		0,00	0,00	0,02	0,01	0,05	0,08	0,12	0,19	0,23
Lt. Gutachten		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
V 009	Sonder-Afa BEV für Firmenwagen (auch Pkw)									
Ressort		0,00	0,00	0,03	0,07	0,10	0,14	0,14	0,13	0,12
Lt. Gutachten		0,00	0,00	0,03	0,07	0,10	0,14	0,14	0,13	0,12
V 010	Novelle Umweltbonus									
Ressort		0,00	0,77	2,20	3,47	4,34	4,77	4,89	4,82	4,71
Lt. Gutachten		0,14	0,49	1,54	2,71	3,43	4,01	4,13	4,13	3,92
V 012	Kommunikation und Informationsstand erhöhen zu Antriebstechnologien									
Ressort		0,00	0,00	0,01	0,01	0,06	0,14	0,35	0,92	1,50
Lt. Gutachten		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
V 014	Flottenzielwerte Pkw und Lnf (-55%)									
Ressort		0,08	0,19	0,55	1,09	1,69	2,39	3,11	3,84	4,57
Lt. Gutachten		0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,19	0,44	0,87	1,77
V 016	Weiterentwicklung LKW Maut									
Ressort		0,00	0,40	1,70	3,40	4,40	5,50	7,20	9,20	11,00
Lt. Gutachten		0,00	0,00	-0,01	0,15	0,65	1,41	2,20	3,19	3,55
V 018	Erweiterung Lkw-Förderung									
Ressort		0,00	0,70	0,80	0,81	1,11	1,00	0,73	0,37	0,46
Lt. Gutachten		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
V 019	Ausweitung Busförderung									
Ressort		0,05	0,09	0,14	0,18	0,26	0,36	0,47	0,58	0,71
Lt. Gutachten		0,05	0,09	0,14	0,18	0,26	0,36	0,47	0,58	0,71
V 021	Förderung Effizienzmaßnahmen Trailer									
Ressort		0,00	0,05	0,05	0,10	0,10	0,10	0,20	0,20	0,20
Lt. Gutachten		0,00	0,05	0,05	0,10	0,10	0,10	0,20	0,20	0,20
V 027	Investitionshochlauf Bedarfsplan									
Ressort		0,05	0,06	0,08	0,09	0,11	0,12	0,14	0,15	0,17
Lt. Gutachten		0,05	0,06	0,08	0,09	0,11	0,12	0,14	0,15	0,17
V 028	Stärkung Schienengüterverkehr									
Ressort		0,31	0,41	0,52	0,62	0,72	0,83	0,94	1,05	1,17
Lt. Gutachten		0,31	0,41	0,52	0,62	0,72	0,83	0,94	1,05	1,17
V 036	Ausbauoffensive Radverkehr und Fußverkehr									
Ressort		0,04	0,08	0,24	0,40	0,52	0,63	0,73	0,83	0,93

ID	Maßnahmentitel / Netto THG Einsparung [Mio. t CO ₂ -Äq.]									
	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	
Lt. Gutachten	0,04	0,08	0,24	0,40	0,52	0,63	0,73	0,83	0,93	
V 037	Kommunale Handlungsspielräume erweitern									
Ressort	0,02	0,02	0,31	0,35	0,36	0,39	0,42	0,44	0,47	
Lt. Gutachten	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
V 038	Ausbau- und Qualitätsoffensive ÖPNV									
Ressort	0,00	0,02	0,26	0,47	0,61	0,75	0,87	0,98	1,09	
Lt. Gutachten	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
V 040	Erneuerbare Kraftstoffe									
Ressort	0,30	0,50	0,30	-0,60	-0,9	-0,11	0,62	1,22	0,94	
Lt. Gutachten	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
V 041	Förderung alternative Antriebe Schiene erweitern									
Ressort	0,00	0,03	0,10	0,17	0,23	0,30	0,33	0,33	0,33	
Lt. Gutachten	0,00	0,02	0,08	0,14	0,18	0,24	0,26	0,26	0,26	
V 046	Berufliche Wege vermeiden									
Ressort	3,22	3,34	3,25	3,16	3,16	3,17	3,17	3,16	3,15	
Lt. Gutachten	3,22	3,34	3,25	3,16	3,16	3,17	3,17	3,16	3,15	
V 047	Digitalisierung kommunaler Verkehrssysteme & Mobilitätsdaten verbessern									
Ressort	0,00	0,15	0,31	0,47	0,64	0,80	0,97	1,13	1,30	
Lt. Gutachten	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
V 048	Forschung zur Anwendung von KI-Methoden, Förderung Automatisierung									
Ressort	1,01	1,86	2,81	3,10	3,19	3,26	3,26	3,26	3,26	
Lt. Gutachten	0,3	0,56	0,84	0,93	0,96	0,98	0,98	0,98	0,98	
V 052	EEG-Umlage auf Null absenken									
Ressort	0,86	1,35	2,31	2,42	2,26	1,94	1,74	1,61	1,55	
Lt. Gutachten	Wirkung in V 010 enthalten									

Quelle: Eigene Darstellung.

3.9.1 V 001 Kälte-Klima-Richtlinie erweitern um Förderung von Transportkälteanlagen mit halogenfreien Kältemitteln

Beschreibung

Seit Ende 2021 gibt es marktfähige Transportkälteanlagen mit halogenfreien Kältemitteln (das heißt Kohlenwasserstoffen oder Kohlendioxid als Kältemittel). Die Aufnahme derartiger Anlagen in die Förderung im Rahmen der bestehenden Kälte-Klima-Richtlinie (Richtlinie zur Förderung von Kälte- und Klimaanlage mit nicht-halogenierten Kältemitteln in stationären und Fahrzeug-Anwendungen im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative) wird geprüft, um die Marktdurchdringung anzureizen und so die Emission halogenhaltiger klimawirksamer Gase sowie die Anreicherung persistenter ökotoxischer Fluorverbindungen zu verringern. Klimaschutz im Verkehr, Vermeidung von Treibhausgasemissionen und persistenten Fluorverbindungen sowie Förderung von Umweltinnovationen sind im Koalitionsvertrag allgemein vorgesehen. Es wurde eine geringe THG-Minderung von 0,06 Mt CO₂ im Jahr 2030 berechnet.

Bewertung

Die Maßnahme ergänzt bestehende Regelungen und die minimalen THG-Minderungen erscheinen plausibel.

3.9.2 V 002 Klimaneutrales Fliegen

Beschreibung

Es werden Anstrengungen im Bereich F&E in der Luftfahrt unternommen. Steuerungsinstrument ist das zivile nationale Luftfahrtforschungsprogramm des BMWK und seine Förderlinie emissionsfreies und klimaneutrales Fliegen. Gefördert und bewilligt wurden bereits Projekte im Volumen von 200 Mio. EUR. Es ist eine Verstärkung der Förderung und Mittelerhöhung vorgesehen mit Schwerpunkt auf elektrischen und hybridelektrischen Antrieben bis 2026 und von Regionalflugzeugen bis 2028.

Bewertung

Da es sich um ein F&E-Programm handelt und dadurch allein keine relevante Marktdurchdringung bis 2030 erfolgt, wird hier von gutachterlicher Seite keine THG-Minderungswirkung gesehen, auch wenn das Programm einen wichtigen Baustein für die Emissionsreduktion von Kurzstrecken-Flügen nach 2030 darstellt.

3.9.3 V 003 Klimaneutrales Schiff

Beschreibung

Aufbauend auf den bestehenden maritimen Förderinstrumenten sollen die Aktivitäten für die Entwicklung eines klimaneutralen "Nullemissions"-Schiffes im Rahmen einer neuen marktnahen Förderinitiative gebündelt werden. Im Fokus stehen Full-scale Demonstratoren z. B. von Null-Emissions-Schiffen unterschiedlicher Verwendung („Maritime Reallabore“), welche unter kommerziellen Bedingungen getestet werden können. Die Maßnahme soll die maritime Industrie Deutschlands in die Lage versetzen, ab 2030 klimaneutrale Transportsysteme für den Seeverkehr zu produzieren.

Bewertung

Mit der Maßnahme sollen Full-Scale-Demonstratoren unterstützt werden. Laut den Gutachtern soll mit der Maßnahme die Markteinführung von Methanol ab 2026, sowie Ammoniak und Wasserstoff ab 2028 erreicht werden. Die jährlich addierte Einsparung in 2030 wird mit ca. 1,6 Mt CO₂-Äq angegeben.

Konkrete Aktivitätsdaten lagen für die Bewertung nicht vor und mussten daher geschätzt werden. Die Kosten für ein großes Containerschiff liegen bei ca. 130 Mio. €. Wenn man die Umrüstung bestehender Schiffe zu Demonstratoren annimmt und dafür optimistisch etwa die Hälfte der Baukosten annimmt, könnten etwa vier Demonstratoren mit unterschiedlichen Technologien und Einsatzgebieten realisiert werden. Allerdings scheint es noch sehr unsicher, ob durch das Projekt tatsächlich THG-Einsparung bis 2030 realisierbar sind, sei es durch die Demonstratoren selbst oder durch einen selbstlaufenden Markthochlauf der erprobten Technologien. Beide Möglichkeiten scheinen im Zeitraum 2022 bis 2030 sehr optimistisch. Um die THG-Minderung nach dem KSG anrechnen zu können, müsste sich die Minderung zusätzlich nur auf den nationalen Seeverkehr (zwischen deutschen Häfen) beziehen. Die Minderungen beziehen sich auf die deutsche Handelsflotte, deren jährliche Emissionen mit 39,5 Mt CO₂-Äq angegeben wurden. Die Emissionen der Schifffahrt nach KSG im Jahr 2019 liegen jedoch nur bei 1,6 Mt CO₂-Äq, und damit ca. 4% des angenommenen Referenzwertes. Eine Übertragung dieses Anteils auf die THG-Einsparung ist daher realistisch. Da auch die Marktfähigkeit der neuen Technologien infolge der Maßnahme im angenommenen Zeitraum sehr unsicher ist, wäre es auch möglich, dass keine THG-Minderung stattfindet.

Angenommene addierte jährliche THG-Einsparung 2030: 0 bis 0,06 Mt CO₂-Äq.

Längerfristig und bezogen auf den internationalen Schiffsverkehr, welcher zwar nicht in die Bilanzgrenzen des KSG fällt, aber einen erheblichen Anteil an den globalen THG-Emissionen hat, könnte die Maßnahme bei erfolgreicher Umsetzung jedoch deutlich höhere Potenziale zur THG-Minderung schaffen.

3.9.4 V 004 Bundesfinanzhilfen Ausbau Landstromanlagen

Beschreibung

Während der Liegezeit im Hafen kommt es durch bordeigene Stromerzeugung aus fossilen Kraftstoffen zu Treibhaus-, Luft- und Lärmemissionen. Über einen Landstromanschluss aus dem Strom aus erneuerbaren Energien bezogen wird, werden diese Emissionen zu 100% vermieden. Mit der Verwaltungsvereinbarung auf der Grundlage von Art. 104 b Abs. 1 GG stellt der Bund seit 2020 Investitionskostenzuschüsse (Bundesfinanzhilfen) aus dem EKF für Landesprogramme zum Ausbau von Landstromanlagen zur Verfügung. Die Bundesländer konnten in den Jahren 2020 und 2021 für max. 75% des Förderbetrages Bundesfinanzhilfen abrufen, für die Jahre 2022 – 2024 sind max. 50% möglich.

Eine aktuelle Abfrage bei den Bundesländern ergab, dass insb. für die großen Seehäfen Hamburg und Bremen und am Rhein entlang bei einem Investitionsvolumen von 400 Mio.€ weitere Landstromanlagen (ca. 40 für See- und 100 für Binnenschiffe) realisierbar wären, für die den Bundesländern aber die finanziellen Möglichkeiten fehlen. Um dieses zusätzliche Potential zügig zu heben, müsste der Bereitstellungszeitraum der Bundesfinanzhilfen bis 2030 verlängert, die Bundesförderquote wieder auf 75% angehoben und der Umfang der Hilfen um 270 Mio. € (Finanzbedarf) aufgestockt werden.

Bewertung

Durch die Bereitstellung entsprechender Fördermittel sollen bis 2030 insgesamt 140 Landstromanlagen realisiert werden, die meisten davon für Binnenschiffe, einige auch für Seeschiffe und Kreuzfahrtschiffe. Die dadurch verursachte Nachfrage an Landstrom im Jahr 2030 beträgt ca. 250 GWh.

Die Maßnahme soll eine addierte jährliche THG-Einsparung ca. 0,16 Mt CO₂-Äq. im Jahr 2030 bewirken. Die ist angesichts der angenommen Ausbaukapazitäten plausibel, allerdings unter der Voraussetzung, dass eine entsprechende Nachfrage an Landstrom durch die zu erwartenden Schiffsverkehre besteht oder durch weitere Maßnahmen generiert wird.

3.9.5 V 005 Maritimes Forschungsprogramm

Beschreibung

Im Förderquerschnitt MARITIME.green des Maritimen Forschungsprogrammes werden sämtliche Forschungs- und Entwicklungsthemen gebündelt, welche einen Beitrag zur maritimen Energiewende leisten. Das Forschungsprogramm soll im Rahmen der Maßnahme weiterentwickelt und verlängert werden. Übergeordnete Zielstellung ist dabei die Erleichterung der Überführung von vielversprechenden Technologien zur TGH-Einsparung aus der Forschung in den Markt.

Bewertung

Für die Maßnahme wird eine addierte jährliche THG-Einsparung von ca. 3,7 Mt CO₂-Äq. in 2030 angegeben. Den Gutachtern wurde dazu erläutert, dass das Forschungsprogramm zu einer jährlichen Reduktion des spezifischen Kraftstoffverbrauchs ab 2022 um 0,5% führt. Diese Einsparung liegt nur

geringfügig unterhalb der Prognosen der 4. IMO GHG-Study, welche im Mittel 0,8% p.a. Reduktion für Bulk-Schiffe annehmen (IMO, 2021). Dies erscheint als kurzfristige Wirkung eines F&E-Programms eher optimistisch.

Zusätzlich sollen ab 2025 Optimierungen bei der Abgasminderung von LNG-Schiffen zur Reduktion der Methan-Emissionen führen. Die dadurch entstehenden THG-Einsparungen müssten alleine im Jahr 2025 ca. 1,1 Mt CO₂-Äqu. ausmachen. Nach den vorliegenden Informationen würde dies ca. 3% der geschätzten jährlichen THG-Emissionen der deutschen Handelsflotte ausmachen. Unter der Annahme, dass der Methanschlepp am Motor aktuell ca. 15% der THG-Emissionen eines LNG-Schiffes ausmacht (basierend auf MKS 2013), müssten die THG-Emissionen von LNG-Schiffen im Jahr 2025 ca. 20% der Emissionen der deutschen Handelsflotte ausmachen. Diese müssten zu 100% vermieden werden, um die angegebene THG-Einsparung zu erreichen. Derzeit sind allerdings keine Studien bekannt, die eine derartige Zunahme von LNG-Schiffen und deren Emissionen bis 2025 erkennen ließen. Aufgrund des geringen Anteils der THG-Emissionen des maritimen Seeverkehrs an den nationalen Emissionen (vgl. Bewertung zu V 003 „Klimaneutrales Schiff“), dürfte nur ein Bruchteil der THG-Einsparung nach den Bilanzgrenzen des KSG anrechenbar sein.

Zur Abschätzung der THG-Einsparung der Maßnahme wird von den Gutachtern die Hälfte der angegebenen prozentualen THG-Wirkungen angenommen, da diese optimistisch und nur zum Teil nachvollziehbar sind. Zusätzlich wird die THG-Minderung auf den nationalen Anteil der Emissionen der Schifffahrt, welcher ca. 4% des angegebenen Referenzwertes ausmacht, bezogen. Damit reduziert sich die addierte jährliche THG-Einsparung in 2030 ca. 3,7 Mt auf ca. 0,1 Mt CO₂-Äquivalent.

Für den internationalen Schiffsverkehr, welcher zwar nicht in die Bilanzgrenzen des KSG fällt, aber einen erheblichen Anteil an den globalen THG-Emissionen hat, kann die Maßnahme bei erfolgreicher Umsetzung entsprechend deutlich höhere Potenziale zur THG-Minderung schaffen.

3.9.6 V 008 Steuerliche Anreize für E-PKW

Beschreibung

Steuerliche Anreize sollen insbesondere die Attraktivität von BEV verbessern, da sie zu Beginn der 2020er Jahre noch teurer in der Anschaffung und Vorbehalten (z.B. Reichweitenangst, universelle Einsetzbarkeit auch im Urlaub, etc.) bei den Käufern unterliegen. Fahrzeugpreise werden in der Nutzung kompensiert durch geringere Energie- und Wartungskosten. Niedrigere Energiekosten im Vergleich zu Verbrennern resultieren aus der höheren Effizienz und können bspw. verstärkt werden durch eine Absenkung der Kosten des Fahrstroms. Darauf zielen die beiden folgenden Instrumente ab:

- Halbierung der Stromsteuer für Fahrstrom ab 2023 auf 1,025 ct/kWh (anstatt 2,05 ct/kWh). Bei 30 ct/kWh Haushaltsstrompreis entspricht dies einer Senkung der Stromkosten um 3,4%.
- Absenkung der Mehrwertsteuer auf Fahrstrom ab 2023 auf den reduzierten Satz von 7% (anstatt 19%). Die Absenkung entspricht einer Senkung der Stromkosten um 10% für private Nutzer. Für gewerbliche Nutzer ist die Mehrwertsteuer ein durchlaufender Posten, so dass hier nur private E-PKW-Besitzer profitieren.

Die Stromkostensenkung insgesamt liegt etwas über 4 ct/kWh (nominal). In der Modellierung wurde davon ausgegangen, dass die Stromversorger die Ersparnisse voll an ihre Kunden weitergeben. Begründen lässt sich dies durch die Existenz eines liberalisierten Strommarktes, welcher es den BEV- und PHEV Besitzern ermöglicht den Versorger zu wechseln.

Alternativ kann eine Absenkung der Versicherungssteuer für elektrische Pkw gewährt werden. Diese beträgt zurzeit 19%, ist aber nicht im Maßnahmenpaket und der dazu gehörigen Modellierung berücksichtigt.

Bewertung

Die Steuerentlastungen für Fahrstrom privater Nutzer:innen sind aus Sicht der Gutachter:innen rechtlich derzeit nicht umsetzbar, da keine rechtliche Definition für "Fahrstrom" vorhanden ist, solange die Ladung nicht an öffentlichen Ladepunkten stattfindet. Auch müssten erhebliche technische Umrüstungen stattfinden, um rechtssicher „Fahrstrom“ an nicht-öffentlichen Ladepunkten zu identifizieren. Aus gutachterlicher Sicht ist es daher sehr unwahrscheinlich, dass die genannten Instrumente an nicht-öffentlichen Ladepunkten eine Wirkung entfalten.

Es ist davon auszugehen, dass mehr als 70% der Lademengen an nicht-öffentlichen Ladepunkten anfallen werden⁴⁸. Über 70% der Lademengen würden somit nicht von den genannten Entlastungen auf den Strompreis profitieren. Entsprechend wird die finanzielle Entlastungswirkung dieses Instrumentenpakets in der eingesetzten Modelllogik als zu hoch eingeschätzt. Die THG-Emissionsentlastungswirkung der genannten steuerlichen Anreize dürfte entsprechend der beschränkten Möglichkeiten der Umsetzung geringer sein als in der durchgeführten Modellierung⁴⁹ und damit vernachlässigbar gering sein. In der von den Gutachter:innen selbst durchgeführten Modellierung zur Wirkungsabschätzung der Instrumente auf die Pkw-Emissionen wurden diese Instrumente wegen der geringen Wirksamkeit nicht parametrisiert.

Finanzierungsbedarfe für die steuerliche Entlastung der Ladung von Pkw sind nicht angegeben. Diese dürften wegen der geringen Wirksamkeit zwar gering ausfallen; sie sollten aber nicht null sein.

3.9.7 V 009 Sonder-Afa für rein elektrische (BEV) Firmenwagen (Pkw)

Beschreibung

Das Instrument adressiert den gewerblichen Pkw-Markt. Es können nur Unternehmen davon profitieren, welche einen Gewinn erzielen, auf den Steuern zu entrichten sind. Durch die Sonderabschreibung im ersten Jahr kann die Steuerzahlung des Jahres reduziert werden. Laut den AfA-Tabellen des BMF sind Pkw über 6 Jahre abzuschreiben (entspricht 16,7% jährlich). Bei einer durchschnittlichen gewerblichen Haltedauer von 3 Jahren sind Pkw bei ihrem Verkauf noch nicht voll, sondern erst zu 50% abgeschrieben. Die Sonder-AfA ermöglicht bereits im ersten Jahr eine Abschreibung von 50% und weitere Abschreibungen in den beiden Folgejahren. Es wird in den Folgejahren von einem Vorteil von 13,3% als Abschlag zum Kaufpreis ausgegangen. Dieser wird zu 80% kaufpreismindernd angesetzt (Annahme: 80% der Unternehmen Gewinne erzielen und daher von Sonder-AfA profitieren können). Weiter wird von einer Steuerersparnis von 50% ausgegangen (etwa 35% Gewerbe- und Kapitalertragsteuer, plus Vorteile bei der Liquidität durch geringere Vorauszahlungen für Steuern in den Folgejahren). Durch das Instrument verringert sich der Kaufpreis für gewerbliche Käufer eines Mittelklasse BEV oder FCEV um 1.200 bis 1.500 €₂₀₁₀ und eines Oberklasse BEV oder FCEV um über 2000 €₂₀₁₀.

Bewertung

Die angedachte Sonder-AfA ist der Teil der eigenen Modellierung des Cluster „Pkw“, welche von den Gutachter:innen mit dem Tool TEMPS durchgeführt wird (siehe Bewertung V 010). Mit dieser Modellierung wird eine Wirkungsabschätzung vorgenommen, welche eine THG-Emissionsminderungswirkung in sehr ähnlicher Größenordnung wie vom BMDV angegeben (jährlich addierte THG-

⁴⁸ https://www.now-gmbh.de/wp-content/uploads/2020/11/Studie_Ladeinfrastruktur-nach-2025-2.pdf

⁴⁹ Jährliche neue THG-Emissionsminderungen zwischen 0 und 0,07 Mio t CO₂Äq im Zeitraum 2022 - 2030. Jährliche addierte Emissionsminderung zwischen 0 und 0,23 Mio t CO₂Äq im Zeitraum 2022-2030.

Emissionsminderung von bis zu 0,14 Mio. t CO₂Äq zeigt. Die THG-Emissionsminderungswirkung wird von den Gutachter:innen daher als plausibel eingeschätzt.

Es sind keine Angaben zum Finanzierungsbedarf angegeben. Eigene Berechnungen für den Finanzierungsbedarf wurden auch nicht durchgeführt. Durch die steuerliche Sonderbehandlung sollten jedoch ein geringer zusätzlicher Finanzierungsbedarf bzw. ein zusätzlicher Steuerausfall entstehen.

3.9.8 V 010 Novelle Umweltbonus (Pkw)

Beschreibung

Es wird anders als im MMS des Projektionsberichts 2021 (vollständiges Ausschöpfen des Förderpotentials bis Ende 2021) berücksichtigt, dass die Bundesregierung den bestehenden erhöhten Fördersatz aus Umweltbonus und Innovationsprämie bis Ende 2022 verlängert hat. Anschließend werden durch das hier beschriebene Instrument die Fördersätze und -bedingungen für 2023 bis 2027 festgelegt (siehe Abbildung 1):

- Die PHEV-Förderung wird bis 2024 verlängert, sinkt aber ab dem Jahr 2023 ab.
- Die Förderung von BEV & FCEV mit Basis-Kaufpreisen von 40.000 bis 65.000 € wird erhöht und bis 2026 verlängert. Nach 2024 gibt es ein degressives Absinken.
- Die Förderung von BEV & FCEV mit Basis-Kaufpreisen bis 40.000 € wird deutlich erhöht und bis 2027 verlängert. Nach 2024 gibt es ein degressives Absinken.
- Auch die Industrie verlängert ihren Industriebeitrag bis 2026 bzw. 2027.
- Ab dem zweiten Halbjahr 2023 wird die volle Förderung nur gewährt, wenn gleichzeitig ein Verbrenner-PKW, der mindestens 11 Jahre alt ist, verschrottet wird.

Für die zusätzliche Verschrottungsprämie wird angesetzt, dass 10% bis 20% der vollständigen Höhe des Fördersatzes nur gewährt werden, wenn beim Kauf des elektrischen Pkw gleichzeitig ein gebrauchter Verbrenner, der mindestens 11 Jahre alt ist, verschrottet wird.

- In der Modellierung wurde angenommen, dass die Verschrottungsprämie die Verschrottungsrate um 20% erhöht bei 11 bis 16 Jahre alten Verbrenner-Pkw und um 40% bei Verbrenner-Pkw, die älter als 16 Jahre sind.

Abbildung 1: Ausgestaltung des Umweltbonus (inkl. Verschrottungsprämie)

Bereich	Instrument	Antrieb	Kategorien	Politik-Gestaltung											
				2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	
Priv. & Gew. Staat	Kaufprämie	BEV	<40 k€	3000	6000	6000	10800	10800	7200	7200	4800	0	0	0	0
			40-60 k€	2500	5000	5000	8400	8400	4800	4800	0	0	0	0	0
	FCEV	<40 k€	3000	6000	6000	10800	10800	7200	7200	4800	0	0	0	0	
		40-60 k€	2500	5000	5000	8400	8400	4800	4800	0	0	0	0	0	
	PHEV	<40 k€	2250	4500	4500	2250	1500	0	0	0	0	0	0	0	0
		40-60 k€	1875	3750	3750	1875	1000	0	0	0	0	0	0	0	0
Priv. & Gew. Industrie	Kaufprämie	BEV	<40 k€	3000	3000	3000	3000	3000	2000	2000	1000	0	0	0	0
			40-60 k€	2500	2500	2500	2500	2000	2000	1000	0	0	0	0	0
	FCEV	<40 k€	3000	3000	3000	3000	3000	2000	2000	1000	0	0	0	0	
		40-60 k€	2500	2500	2500	2500	2000	2000	1000	0	0	0	0	0	
	PHEV	<40 k€	2250	2250	2250	2250	1500	0	0	0	0	0	0	0	0
		40-60 k€	1875	1875	1875	1875	1000	0	0	0	0	0	0	0	0
Priv. & Gew. Gesamt	Kaufprämie	BEV	<40 k€	6000	9000	9000	13800	13800	9200	9200	5800	0	0	0	0
			40-60 k€	5000	7500	7500	10900	10400	6800	5800	0	0	0	0	0
	FCEV	<40 k€	6000	9000	9000	13800	13800	9200	9200	5800	0	0	0	0	
		40-60 k€	5000	7500	7500	10900	10400	6800	5800	0	0	0	0	0	
	PHEV	<40 k€	4500	6750	6750	4500	3000	0	0	0	0	0	0	0	0
		40-60 k€	3750	5625	5625	3750	2000	0	0	0	0	0	0	0	0

Angaben in € nominal

Bewertung

Die jährlich addierten THG-Emissionsminderungen durch die Verlängerung und Erhöhung des Umweltbonus werden vom BMDV auf bis zu 5 Mio. t CO₂Äq abgeschätzt. Diese THG-Emissionsminderung wird nach Ansicht der Gutachter:innen als zu hoch eingeschätzt. Maximal werden nach den Modellierungsläufen für das Cluster „Pkw“ (V 008 – V 015) mit dem Modell TEMPS Emissionsminderungen von 4 Mio. t CO₂Äq (jährlich addierte Emissionsminderungen) von den Gutachter:innen abgeschätzt.

Dies geht unter anderem auf eine unterschiedliche Parametrisierung zwischen den vom BMDV (integrierte Modellierung mit ASTRA-M) und den von Gutachter:innen eingesetzten Modellen zurück. In der von den Gutachter:innen eingesetzten Modellierung wird "nur" der Anteil als wirksame Kaufprämie hinterlegt, wohingegen in der Modellierung des BMDV auch der von der Automobilindustrie beizutragende Anteil der Kaufprämie wirksam wird. Auch ist anders als in der Modellierung für die Informationskampagne kein Effekt auf die Restwerte der verbrennungsmotorischen Pkw (siehe V012) hinterlegt. Auch wird darauf verzichtet, eine Parametrisierung für die zusätzliche Verschrotungsprämie vorzunehmen (siehe Ende des Abschnitts mit Informationen zur Parametrisierung).

Der Finanzierungsbedarf des Instruments wurde vom BMDV nicht angegeben. Im Begleitmaterial zur Modellierung des BMDV wird jedoch der Finanzierungsbedarf von rund 60 Mrd. EUR₂₀₁₀ genannt. Auf Basis der zugänglichen Informationen zu den Modellierungsergebnissen des BMDV berechnen die Gutachter:innen auf Basis der Neuzulassungszahlen für den Zeitraum 2023-2027 einen Finanzierungsbedarf von insgesamt 73 Mrd. EUR (nominal). Dabei wurde entsprechend der heutigen Aufteilung der Fördersummen angenommen, das BEV und FCEV zu 90% den höheren Fördersatz erhalten (10% den niedrigeren Fördersatz) und PHEV zu 60% den höheren Fördersatz (40% den niedrigeren Fördersatz) erhalten. Für die Modellierungsergebnisse der Gutachter:innen mit TEMPS, die zu einer geringeren THG-Emissionsminderung und zu einer geringeren Zahl an förderungswürdigen Pkw führen, wird ein Finanzierungsbedarf von 35,1 Mrd. EUR (2023-2027) abgeschätzt.

Die Wirkungsabschätzung der Gutachter:innen für die Instrumente V 008 – V 015 (Cluster „Pkw“) wird mit der folgenden Parametrisierung der Instrumente durchgeführt:

Die Wirkungsbewertung durch die Gutachter:innen wird über einen Modelllauf mit dem Emissionsmodellierungstool TEMPS durchgeführt, welches ebenfalls für die Erstellung des Projektionsberichts 2021 eingesetzt wurde. Dafür wurde ein Modelllauf durchgeführt, in dem die Rahmenannahmen des MMS hinterlegt sind. Die Berechnungen bauen daher direkt auf dem MMS des Projektionsberichts 2021 auf. Für die Wirkungsabschätzung wurden die folgenden Parametrisierungen vorgenommen.

- Als Umweltbonus wird nur der staatliche Anteil als wirksamer Bonus beim Fahrzeugkauf angenommen, weil davon ausgegangen wird, dass der Umweltbonus-Anteil der Automobilhersteller in der Preisgestaltung der Hersteller als Mitnahmeeffekt eingepreist ist. Dies ist ein Unterschied zu der Modellierung, welche für Wirkungsabschätzung des BMDV durchgeführt wurde. In der Modellierung des BMDV wird auch der Hersteller-Anteil der Kaufzuschüsse als Bonus an die Kunden weitergegeben. In den Begleitunterlagen zur Modellierung des BMDV wurde der "Abwrackanteil" mit 10-20% des maximalen Werts der Kaufprämie angegeben. In der Modellierung wurde daher angenommen, dass der staatliche Anteil der Kaufprämie um 15% unter den vom BMDV angegebenen Werten liegt.
- Die EEG-Umlage wurde entsprechend der Annahmen des BMDV auf 3,7 ct/kWh (2022) und 0 ct/kWh (ab 2023) abgesenkt.
- Das Instrument der Sonder-AfA für gewerbliche Pkw wurde entsprechend der Ausgestaltung des BMDV implementiert.

- Es wurde der FF55-Vorschlag der EU-Kommission für die CO₂-Flottenzielwerte für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge als mindestens zu erreichender Zielpfad hinterlegt (siehe Instrument V 014 - CO₂ -Flottenzielwerte).
- Es wurde keine weitere Parametrisierung der Verschrottungsprämie vorgenommen. Eine empirische Grundlage für die Abschätzung der Wirkung ist nicht gegeben. Da der zusätzliche Bonus für das Abwracken von verbrennungsmotorischen Pkw > 10 Jahren (für BEV: 1.260 EUR bzw. 1.620 EUR (2023/24); 720 EUR bzw. 1.080 EUR (2025/2026); 0 EUR bzw. 720 EUR (2027) / PHEV: < 400 EUR (2023/24)) im Vergleich zu den auf dem Gebrauchtwagenmarkt erzielbaren Preisen als eher gering eingeschätzt wird, wird von den Gutachter:innen davon ausgegangen, dass der zusätzliche Effekt der Verschrottungsprämie eher gering ist. Aufgrund der nicht vorhandenen empirischen Grundlage und der eher geringen Wirksamkeit wurde keine Parametrisierung für die Verschrottungsprämie vorgenommen.

Die Modellierung in TEMPS umfasst mit der Entlastung von der EEG-Umlage ein Instrument, welches vom BMDV separat mit einer Minderungswirkung hinterlegt wird. Die Modellrechnung der Gutachter:innen mit TEMPS berücksichtigt in dieser Hinsicht daher bereits Interaktionseffekte zwischen den Maßnahmen. Die der Einzelmaßnahmenbewertung der ambitionierteren CO₂-Flottenzielwerte zugeordneten THG-Emissionsminderung sowie die THG-Emissionsminderung, die der Einführung der Sonder-AfA für gewerbliche Pkw zugeordnet werden, sind von der Gesamtemissionsminderung des Modellaufs mit TEMPS abgezogen, um auf diese Weise die Wirkungsbewertung der Novelle des Umweltbonus vorzunehmen.

Die Modellierung des BMDV weist beim Zusammenspiel aller Instrumente (V 008 – V 015) eine Neuzulassungsstruktur an Pkw auf, bei der ab dem Jahr 2023 knapp 60% der Pkw-Neuzulassungen BEV und FCEV sind. Bereits im Jahr 2022 liegt dieser Anteil bei knapp unter 30%. Zusammen mit PHEV liegt der Neuzulassungsanteil elektrischer Pkw ab dem Jahr 2023 bei mindestens 65%. Im Jahr 2021 lagen die Anteile bei den Neuzulassungen von BEV bzw. PHEV bei 13,6% bzw. 12,4%. Die in der Modellierung des BMDV bestimmte Neuzulassungsstruktur wird von den Gutachter:innen in Bezug auf die frühzeitig hohen Neuzulassungsanteile von batterieelektrischen Fahrzeugen und auf die THG-Emissionsminderung als zu optimistisch eingeschätzt.

Nach aktuellem Kenntnisstand stehen für den Umweltbonus im Zeitraum 2023 bis 2027 statt den oben genannten Finanzbedarfen (35,1 Mrd. EUR bis 73 Mrd. EUR) allerdings nur 5,9 Mrd. EUR an Haushaltsmitteln zur Verfügung. Aufgrund der sich überlagernden Wirkungen der Maßnahmen (insbesondere die CO₂-Flottenzielwerte) ist in diesem Fall eine erheblich geringere zusätzliche Minderungswirkung durch den Umweltbonus zu erwarten. Bei den Zulassungszahlen der Modellierungen mit TEMPS und ASTRA-M für das „Cluster-Pkw“ würde alleine im Jahr 2023 ein Finanzierungsbedarf von rund 8 – 17 Mrd. EUR. für den Umweltbonus entstehen.

3.9.9 V 011 Förderung kommunale und gewerbliche Flotten

Beschreibung

Es liegt keine Beschreibung des Instruments vor.

Bewertung

Eine Bewertung ist nicht möglich, da weder eine Beschreibung noch eine Wirkungsbewertung vorliegt. Es wird allerdings eingeschätzt, dass mit der Maßnahme keine zusätzliche THG-Emissionsminderung angereizt wird. Der angegebene Finanzierungsbedarf kann ebenfalls nicht bewertet werden.

3.9.10 V 012 Kommunikation und Informationsstand erhöhen zu Antriebstechnologien

Beschreibung

Diese Maßnahmen dienen zur Steuerung der Erwartungswerte zur zukünftigen Nutzbarkeit verschiedener Antriebsarten. Ein zentraler Erwartungswert ist dabei der Restwert, den gebrauchte Verbrenner-Pkw noch auf dem Gebrauchtwagenmarkt erzielen werden können. Im Bereich der Information für Pkw-Käufer sind vorzusehen:

- Anpassung des Pkw-Effizienz-Labels, so dass A- und B-Effizienzklassen ausschließlich von Null-Emissions-Pkw (BEV, FCEV) zu erreichen sind (umgesetzt spätestens ab 2024).
- Informationskampagnen zur zukünftigen Wirkung der CO₂-Bepreisung (BEHG) auf die laufenden Kosten von neuen Verbrennern. Ggf. ist hier eine Fokussierung der Kampagnen auf Autohäuser und Online-Plattformen des Pkw-Handels vorzunehmen.

Die Erweiterung kommunaler Handlungsspielräume kann ebenfalls dazu beitragen, den Informationsstand zu (zukünftig zu erwartenden) Vor- und Nachteilen der Pkw-Antriebsarten zu verbessern.

Es wird angenommen, dass durch die konsistente Kommunikation zur angestrebten Transformation zu Null-Emissions-Pkw (BEV und FCEV) die von potenziellen Pkw-Käufern in den nächsten Jahren erwarteten Restwerte von Verbrennern gegenüber der Referenzentwicklung deutlich sinken: 2025: -10%; 2026: -17,5%; 2027: -25%; 2028: -30%; 2029: -35% 2030: -40%.

Bewertung

Für diese Maßnahme gibt das BMDV ab dem Jahr 2025 eine steigende THG-Emissionsminderungswirkung an. Im Jahr 2030 ergibt sich nach dieser Schätzung eine emissionsmindernde Wirkung von 1,5 Mio. t CO₂-Äq (jährlich addierte Minderung). Die Gutachter:innen schätzen Informationskampagnen und eine Anpassung des Pkw-Effizienz-Labels als sinnvolle Maßnahmen, allerdings ohne zusätzliche THG-Emissionsminderungswirkung (flankierende Maßnahme) ein.

Die Wirkung der Maßnahme wird über eine Reduktion der Restwerte verbrennungsmotorischer Pkw abgeschätzt. Die Herleitung bzw. die empirische Grundlage dieses Effekts sind den Gutachter:innen nicht bekannt. Es ist auch eher unwahrscheinlich, dass Pkw-Käufer:innen beim Fahrzeugkauf mögliche starke, zukünftige Veränderungen der Restwerte verbrennungsmotorischer Pkw in ihre Kaufentscheidung im wesentlichen Maßstab berücksichtigen, wenn keine relevanten sonstigen Instrumente wie eine sehr viel höhere Bepreisung und sonstige Nutzungs- und Parkbeschränkungen zum Zeitpunkt des Fahrzeugkaufs bekannt sind. Das angedachte Instrument der Verschrottungsprämie für ältere verbrennungsmotorische Pkw würde – wenn es wie in der Modellierung des BMDV angenommen – zudem das Angebot verbrennungsmotorischer Pkw auf dem Gebrauchtwagenmarkt verknappen. Inwieweit sich die Restwerte verbrennungsmotorischer Pkw in dem angedachten Instrumentenpaket anders – als aus der Empirie auf Basis heutiger Daten abgeleitet – entwickeln, ist daher aus heutiger Sicht schwierig einzuschätzen. Die für die Modellierung hinterlegte Annahme wird daher als stark zu optimistisch eingeschätzt.

Es sind keine Finanzierungsbedarfe für die angedachte Informationskampagne angegeben. Die Informationskampagne müsste jedoch mit finanziellen Mitteln ausgestattet werden, um als flankierende Maßnahme eine Wirksamkeit zu entfalten.

3.9.11 V 013 Überarbeitung Masterplan Ladeinfrastruktur

Beschreibung

Die Maßnahme ist weder beschrieben, noch ist der Finanzierungsbedarf erklärt.

Bewertung

Wegen der nicht vorhandenen Beschreibung der Maßnahme ist keine Bewertung der Maßnahme möglich. Die Einordnung einer gut entwickelten Ladeinfrastruktur als Bedingung für den Hochlauf batterieelektrischer Fahrzeuge wird geteilt.

3.9.12 V 014 Novelle der CO₂-Flottenzielwerte für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge (FF55-Vorschlag der EU-Kommission)

Beschreibung

Die Verschärfung der CO₂-Flottenzielwerte für Neufahrzeuge treibt den Antriebswechsel bei Pkw und leichten Nutzfahrzeugen voran. In begrenztem Umfang werden auch Effizienzverbesserungen bei Pkw angestoßen, die sich dann auf die Effizienz von Verbrenner-Pkw positiv auswirken. Die CO₂-Standards werden für den Durchschnittswert aller Pkw-Neuzulassungen auf EU-Ebene gesetzt. Mit dem Fit for 55-Paket hat die EU-Kommission vorgeschlagen, den Zielwert der CO₂-Emissionsminderung der durchschnittlichen Emissionen der Neufahrzeugflotte im Jahr 2030 auf -55% gegenüber dem Jahr 2021 (zuvor -37,5 für Pkw; -31 zu erhöhen und diesen Wert im Jahr 2035 auf -100% zu setzen. Vor dem Jahr 2030 bleibt die Regulierung nach dem Vorschlag der EU-Kommission wie bisher. Ab dem Jahr 2025 müssen die durchschnittlichen Emissionen der Neufahrzeuge um 15% unter den Emissionswerten des Jahres 2021 liegen. Ab gewissen Anteilen an batterieelektrischen Fahrzeugen, die einen festgelegten Schwellenwert überschreiten, kann das von den Automobilherstellern zu erreichende Ziel bis zum Jahr 2029 um bis zu 5%-Punkte abgesenkt werden.

In der Modellierung werden die höheren CO₂-Flottenzielwerte über einen geringeren Kaufwiderstand für alternative Antriebe abgebildet, der aus einer Heuristik auf Basis elektrifizierter Modellreihen in den verschiedenen Fahrzeugsegmenten abgeleitet wird:

- Die Produktionsplanungen der OEM bezüglich batterieelektrischer Pkw werden seit mehreren Jahren aufgenommen (z.B. steigende Ankündigung des geplanten Pkw-Absatzes für elektrische Pkw, welcher heute in der Größenordnung von 60%-100% des Gesamtabsatzes im Jahr 2030 liegt).
- Aus diesen Beobachtungen und Experten-Diskussionen wurden Heuristiken abgeleitet, die verschiedenen Ambitionsniveaus der CO₂-Flottenzielwerte unterschiedliche Produktionsplanungen und ein Anstieg des Absatzes an elektrischen Pkw zuordnen.
- Markt- und Produktionsentwicklungen passen sich daher dem Ambitionsniveau der CO₂-Flottenzielwerte an: Je frühzeitiger und je höher das Ambitionsniveau gesetzt wird, desto früher muss das Produktionsniveau angepasst werden, um die erforderlichen Zuwächse an elektrischen Fahrzeugen zu ermöglichen.
- Für ein Ambitionsniveau bis -40% hat sich dabei eine lineare Heuristik bewährt, d.h. ein kontinuierliches Hochfahren der Produktion und der Absatzbemühungen. Für höhere Ambitionsniveaus wie -55% ist eine logarithmische Funktion besser, um die erforderliche Produktionsentwicklung abzubilden. Dies gilt insbesondere in Kombination mit politischen Zielen, die aus dem Klimaschutzgesetz abgeleitet werden. Diese erfordern einen frühzeitigen Hochlauf der batterieelektrischen Pkw, um geringe Abweichungen vom Pfad zu sichern, sowie zur Zielerreichung in 2030 beizutragen.

Die Elektrifizierung wird sich nicht im selben Maße in allen EU-Ländern bis 2030 umsetzen lassen. Bedingt durch geringere Zahlungsbereitschaft und eine begrenzte Belastbarkeit der nationalen Stromversorgungssysteme (insbesondere letzte Meile Stromnetz) werden bis 2030 noch technische Beschränkungen der maximalen Bestandszahlen in ost- und südeuropäischen Ländern erwartet. Deutschland wird zu einer Ländergruppe gehören, die überproportional elektrifizieren kann und damit zur Zielerreichung überdurchschnittlich beiträgt.

Daher wurde über eine Zuordnung der MS der EU in verschiedene Kategorien (sehr hohe bis niedrige Neuzulassungsanteile an batterieelektrischen Pkw) eine Matrix hergeleitet, mit der gezeigt wird, wie sich die Neuzulassungsanteile an elektrischen Pkw in verschiedenen EU-Mitgliedsstaaten auf die Zielerfüllung der CO₂-Flottenzielwerte auswirken.

Bewertung

Die Modellierung des BMDV gibt keinen expliziten Zielpfad für die durchschnittlichen CO₂-Emissionen der Pkw-Neuzulassungen vor und modelliert über einen aus der Anzahl an angekündigten Modellreihen alternativer Antriebe (Pkw) hergeleiteten Kaufwiderstand die Wirkung der CO₂-Flottenzielwerte (siehe Beschreibung). Die Wirkung der CO₂-Flottenzielwerte wird daher sehr indirekt bestimmt.

In der Modellierung mit dem Modell TEMPS (siehe V 010) wird explizit ein Emissionsminderungspfad vorgegeben, der die Mindestentwicklung der durchschnittlichen THG-Emissionsminderung der Neufahrzeugflotte folgt. Für diesen wird angenommen, dass in den Zwischenjahren zwischen zwei Zielwertstufen (z.B. zwischen 2020/21 und 2025 bzw. 2025 und 2030) kein linearer Minderungsverlauf für die durchschnittlichen Emissionen der Neuzulassungen direkt auf den neuen Zielwert stattfindet. Stattdessen wird angenommen, dass die durchschnittlichen CO₂-Emissionswerte der neu registrierten Pkw in den Zwischenjahren in einem linearen Verlauf bis auf ca. ein Drittel der notwendigen Emissionsminderung (Jahr vor dem „neuen“ Zielwert) für die „neue“ Zielwertstufe fallen und erst im Jahr des „neuen“ Zielwerts ein „großer“ Sprung zur Zielerreichung (ca. die restlichen zwei Drittel der Zielwertreduktion) stattfindet. Im Vergleich zu den empirischen Daten aus den Jahren bis einschließlich 2020 ist diese angenommene Entwicklung bereits eine optimistische Annahme, die sich aber mit dem Aufbau neuer Produktionskapazitäten für den Umstieg auf emissionsfreie Pkw begründen lässt. Dieser Minderungspfad kann übertroffen werden, wenn Instrumente wie beispielsweise der Umweltbonus (siehe V 008) einen stärkeren Anreiz zum Kauf batterieelektrischer Pkw liefern.

Die starke Übererfüllung der CO₂-Flottenzielwerte in den Zwischenjahren zwischen neuen Zielwerten in der BMDV-Modellierung wird als sehr optimistisch eingeschätzt (siehe vergangenes Vorgehen der Automobilhersteller zur Zielerfüllung), da der Anreiz für die Automobilhersteller begrenzt sein dürfte, batterieelektrische Pkw mit heute geringer Gewinnmarge maßgeblich über das durch die CO₂-Flottenzielwerte verpflichtende Maß auf den Markt zu bringen. Aus Sicht der Gutachter:innen sind daher vor allem die frühzeitigen Emissionsminderungen (ab dem Jahr 2022) gegenüber der Referenz zu hoch eingeschätzt. Da dieser Effekt sich durch den erhöhten Bestand an batterieelektrischen Pkw kumuliert, setzt sich diese als zu hoch eingeschätzte THG-Emissionsminderungswirkung bis zum Jahr 2030 fort. Die Wirkungsabschätzung der Gutachter:innen als Einzelmaßnahme stammt aus einer Modellierung, in der dem MMS des Projektionsberichts ein Zielpfad entsprechend des FF55-Vorschlags der EU-Kommission hinzugefügt wird.

Das Vorgehen für die Einordnung der Neuzulassungsstruktur in Deutschland in den EU-Kontext mit der Einteilung in verschiedene Länder-„Kategorien“ durchaus plausibel. In der Einordnung ist jedoch vernachlässigt, dass einige Länder außerhalb der EU (z.B. Norwegen und Island) Teil des Regulierungskontexts sind und einige Länder bereits einen vollständigen Ausstieg aus Neuzulassungen von nicht elektrifizierten Pkw festgelegt haben (z.B. Niederlande, Schweden, Irland, Slowenien,

Dänemark). Auch hängt die Neuzulassungsentwicklung in den Mitgliedsstaaten stark von den nationalen Fördersystemen und fiskalen Rahmenbedingungen sowie der europäischen Ausgestaltung der CO₂-Flottenzielwerte ab. Für eine Bestätigung eines bestimmten Verlaufs an Neuzulassungen ist ein solches Vorgehen daher nicht hinreichend, kann aber die Ergebnisse der Modellierung in den Gesamtkontext einordnen.

Als Finanzierungsbedarf sind diesem Instrument Mindereinnahmen von Steuern im Zeitraum 2022-2030 zugeordnet. Da keine Erläuterung für die Herleitung der Mindereinnahmen vorliegt, ist eine Bewertung dieses Finanzbedarfs nicht möglich. Sollten sich diese Mindereinnahmen an Steuern auf die gestiegene Zahl an elektrischen Pkw beziehen (z.B. geringer Einnahmen an Kfz- und Energiesteuern) müsste dieser Effekt auch bei anderen Instrumenten mit Minderungswirkung (z.B. V 008) Berücksichtigung finden und würde die Finanzierungsbedarfe dieser Maßnahmen erhöhen. Zur Einordnung veränderter steuerlicher Einnahmen von Verkehrsszenarien mit hohen THG-Emissionsminderungen wird auf Blanck et al. (2021)⁵⁰ verwiesen.

3.9.13 V 015 Verordnung zum Aufbau einer Infrastruktur für alternative Kraftstoffe - AFIR51 (Pkw & LNF)

Beschreibung

Im Rahmen des Fit for 55-Pakets hat die EU-Kommission eine Fortschreibung der Regulierung des Aufbaus einer Infrastruktur für neue Energieträger vorgeschrieben. Mit Bezug zu batterieelektrischen und Brennstoffzellenfahrzeugen werden Mindest-Standards für den Aufbau der Energieinfrastruktur für den Straßenverkehr vorgeschlagen.

Diese Maßnahme wird als flankierende notwendige Maßnahme für den Hochlauf alternativer Antriebssysteme im Verkehrssektor eingeschätzt.

Bewertung

Die Einordnung als flankierendes Instrument für den Hochlauf alternativer Antriebe wird unterstützt.

3.9.14 V 016 Weiterentwicklung Lkw-Maut (Verkehr)

Beschreibung

Eine CO₂-basierte Differenzierung der Lkw-Maut wird durch die Revision der Euro-Vignetten-Richtlinie (1999/62/EG) frühestens ab 2023 möglich. Die Maßnahme beinhaltet die Umsetzung der drei Komponenten der Richtlinie in deutsches Recht auf folgende Weise:

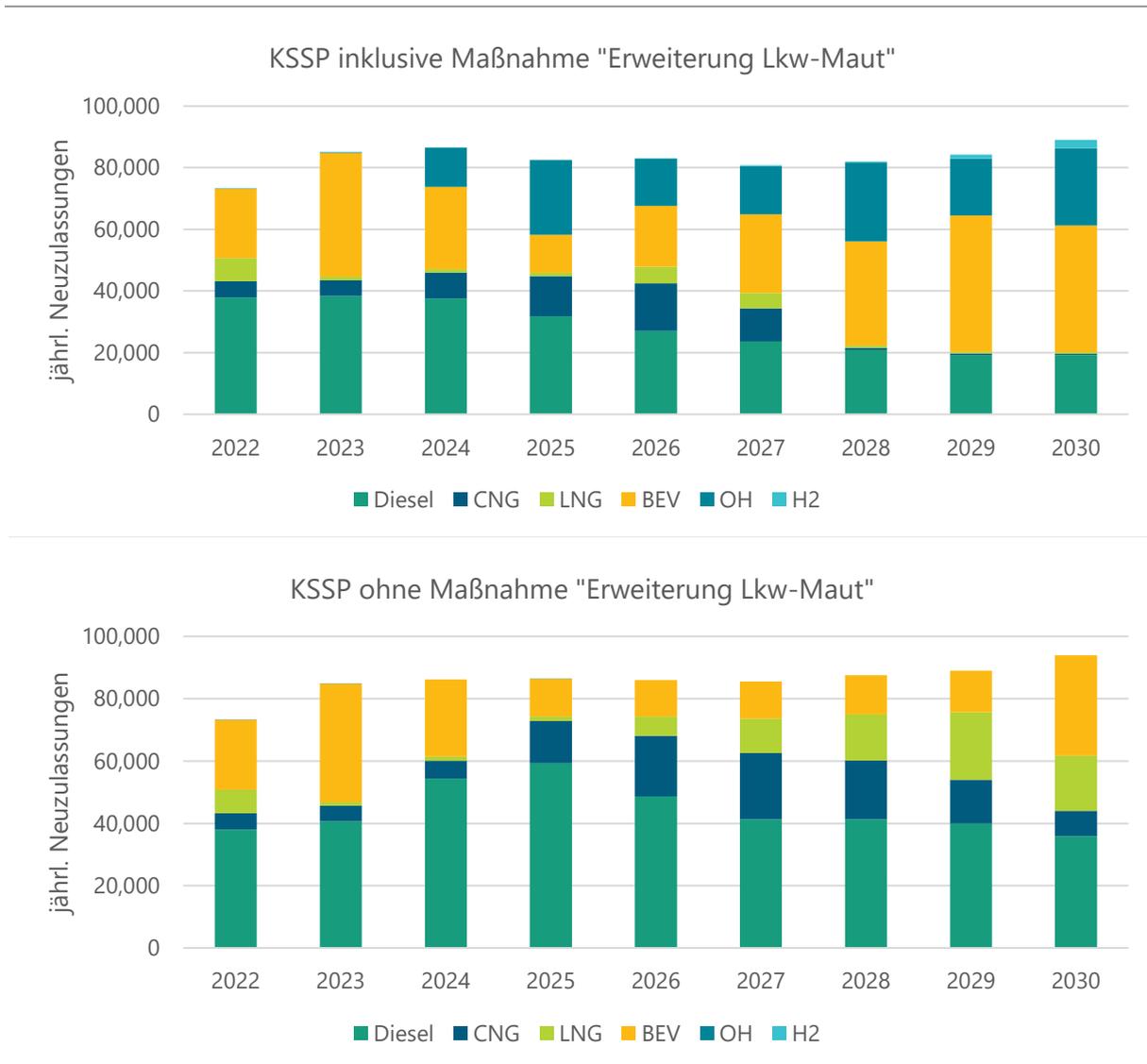
- Ab 2024: Absenkung der Infrastrukturkomponente der Maut für Null-Emissions-LKW um 75 % (CO₂- und Schadstoff-Komponenten entfallen hier ohnehin). Bis dahin gilt wie gehabt eine vollständige Mautbefreiung für Nullemissionsfahrzeuge.
- Ab 2024: Aufschlag einer CO₂-Komponente auf die Maut für fossil betriebene SNF (ohne Anrechnung der Bio-Anteile im Kraftstoff) in Höhe von 200 €/t CO₂ (entspricht etwa 19-20 ct/Fzg-km für Lkw > 20t zGG). Der CO₂-Preis nach BEHG wird dabei auf die Maut angerechnet.
- Ab 2025: Ausdehnung der Bemautung auf SNF 3,5–7,5t zGG.

⁵⁰ Blanck et al. (2021). Mobilität in die Zukunft steuern: Gerecht, individuell und nachhaltig. (https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/3521/publikationen/2021-11-18_texte_85-2021_mobilitaet-zukunft-steuern.pdf)

⁵¹ Alternative Fuel Infrastructure Regulation

Mit dieser Parametrierung wurde die SNF-Flottenentwicklung mit dem Modell ASTRA-M berechnet und einem KSSP-Szenario ohne diese Maßnahme gegenübergestellt. Die Ergebnisse wesentlicher Aktivitätsgrößen wurden den Gutachtern als Zeitreihen 2022-2030 zur Verfügung gestellt. Abbildung 2 zeigt die Neuzulassungen mit und ohne die Maßnahme.

Abbildung 2: Neuzulassungen SNF nach Antriebsart⁵² im KSSP.



Quelle: Wirkungsabschätzung durch das verantwortliche Ressort (BMDV).

Bewertung

Die Maßnahme ist notwendig und sinnvoll, da sie Klimafolgekosten von Lkw-Transporten internalisiert und damit ein wirksames Preissignal für Lkw-Betreiber zum Umstieg auf elektrische Antriebe setzt. Die Wirkung der Maßnahme auf die THG-Emissionen wurde nach Ansicht der Gutachter im KSSP allerdings deutlich überschätzt.

Die kostenbasierte Modellierung der Neuzulassungen bewirkt den Gutachtern zur Verfügung gestellten Informationen zufolge, dass Fahrzeuge mit hoher Fahrleistung grundsätzlich zuerst auf

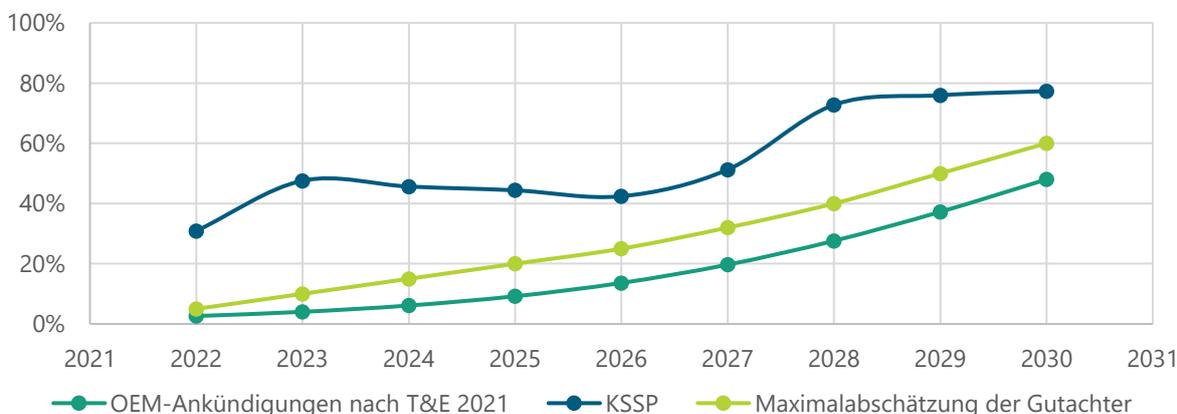
⁵² CNG: Compressed Natural Gas; LNG: Liquefied Natural Gas; BEV: battery electric vehicle; OH: Oberleitungs-Hybrid-Lkw; H2: Wasserstoff-Brennstoffzellen-Lkw

Elektroantrieb umgestellt werden. Praktische Gegebenheiten, v.a. eine begrenzt vorhandene Infrastruktur in den ersten Jahren, dürften dazu führen, dass nicht ausschließlich die wirtschaftlich optimalen Einsatzprofile umgestellt werden. Die Gutachter gehen daher in einem konservativeren Ansatz davon aus, dass Elektro-SNF im Durchschnitt dieselbe Fahrleistung erreichen wie konventionelle Fahrzeuge.

Zudem werden in Kombination mit der Wirkung der Maßnahme "Erweiterung Lkw-Förderung" in den ersten Jahren Neuzulassungsanteile erreicht, die die bislang kommunizierten Ziele der Fahrzeughersteller deutlich übertreffen. Somit ist unklar, ob die Produktionskapazitäten hinreichend schnell aufgebaut werden können. Hierbei ist auch zu berücksichtigen, dass die derzeitigen CO₂-Flottengrenzwerte (als primär die OEMs adressierendes Instrument) kurzfristig voraussichtlich keine Anreize für sehr hohe Elektro-Anteile bieten werden⁵³. Insbesondere in den Jahren 2023-2026 ist unsicher, ob das benötigte Angebot an elektrischen SNF bereitsteht; es werden im KSSP elektrische Neuzulassungsanteile von knapp 50 % für 2023 angenommen, während der reale Neuzulassungsanteil⁵⁴ im Jahr 2021 im Bereich von 1 % lag.⁵⁵ Der zugrundeliegenden Modellierung zufolge sind wesentliche Teile der neu zugelassenen elektrischen SNF in diesen Jahren Oberleitungs-Hybrid-Lkw (OH-Lkw), die sich derzeit noch im Prototypenstadium befinden.

Die Gutachter deckeln in ihrer eigenen Abschätzung die Neuzulassungen von Nullemissions-Lkw daher bis 2025 auf etwa das Doppelte dessen, was die Hersteller aktuell selbst an Zielen kommuniziert haben⁵⁶ (im Jahr 2025 bedeutet dies maximal 20 % der NZL). Für den Zeitraum 2025-2030 veranschlagen die Gutachter die maximal möglichen Neuzulassungen gut 10 Prozentpunkte oberhalb der durchschnittlich kommunizierten Ziele der OEMs (für 2030 entspricht dies 60 % der NZL). Die Gutachter halten dies immer noch für einen eher optimistischen Ansatz.

Abbildung 3: Abschätzung maximaler Neuzulassungsanteile von elektrischen SNF



Auf dieser Basis veranschlagen die Gutachter die erzielbaren CO₂-Reduktionen deutlich niedriger als in der ursprünglichen Bewertung angegeben: Im Jahr 2030 können somit jährlich statt der durch das Ressort veranschlagten 11 Mt nur etwa 3,5 Mt CO₂-Äquivalente gegenüber der Referenz ohne

⁵³ Eine aktuelle Studie des ICCT zeigt, dass die derzeitigen Flottengrenzwerte von den Ankündigungen der Hersteller bereits übertroffen werden. Die Autoren empfehlen eine Orientierung an den Herstellerzielen als Minimum bei der Novellierung der Flottengrenzwerte.

⁵⁴ <https://theicct.org/publication/hdv-co2standards-recs-mar22/>

⁵⁵ Mit den EV-Zulassungen aus <https://www.acea.auto/fuel-cv/fuel-types-of-new-trucks-diesel-95-8-electric-0-5-alternative-fuels-3-6-share-full-year-2021/> (987 SNF > 3.5 t zGG) und den Gesamt-Neuzulassungen > 3.5 t zGG aus <https://www.acea.auto/cv-registrations/commercial-vehicle-registrations-9-6-in-2021-8-4-in-december/>

⁵⁶ Quelle: https://www.transportenvironment.org/wp-content/uploads/2021/10/202108_truck_CO2_report_final.pdf

Maßnahme eingespart werden. Modellierungen mit dem Modell TEMPS unter Zugrundelegung einer ähnlichen Parametrierung bestätigen diese Ergebnisse.

Die tatsächlich realisierbaren CO₂-Minderungen durch die Maßnahme hängen in hohem Maße von der Ausgestaltung flankierender Maßnahmen zur Sicherstellung eines hinreichenden Marktangebots an ZEV (insbesondere der Novellierung der CO₂-Flottengrenzwerte für SNF) sowie eines raschen Infrastrukturausbaus (AFIR, Infrastrukturförderung) ab. Dies betrifft insbesondere die Oberleitungsinfrastruktur, um die im KSSP angenommenen erheblichen Anteile an Oberleitungsfahrzeugen zu realisieren. Für den Aufbau von Oberleitungsinfrastruktur enthält das KSSP keine Maßnahme.

V.a. in der Anfangsphase generiert die vorliegende Maßnahme beträchtliche Zusatzeinnahmen, solange noch viele Diesel-Lkw auf den Straßen unterwegs sind. Diese Zusatzeinnahmen sollen in Teilen für den Ausbau der Energieversorgungsinfrastruktur alternativer Antriebe verwendet werden. Bei der zugrunde gelegten Höhe der CO₂-Kosten (200 €/t) ist mit einer Erhöhung des Mautsatzes für Dieselfahrzeuge um etwa 80 % zu rechnen. Ein Teil der Mehreinnahmen wird allerdings durch Mindereinnahmen beim CO₂-Preis aus dem BEHG kompensiert, der auf die Maut angerechnet werden soll. Da sich gleichzeitig der Bestand fossil betriebener Fahrzeuge durch die Maßnahme in 2030 halbiert, ist mittelfristig allerdings mit Einnahmeausfällen zu rechnen, wenn die Reduktion der Maut für E-Lkw um 75 % bestehen bleiben sollte. Hierzu werden in der Maßnahme keine Angaben gemacht. Die Kostenbilanz der Maßnahme ist allerdings auch für die Klimaschutzwirkung bedeutsam, da im KSSP angegeben wurde, dass zumindest aus Teilen der Mehreinnahmen der Aufbau von Energieversorgungsinfrastruktur für alternative Antriebe finanziert werden soll.

3.9.15 V 017 Mautbefreiung des Vor- und Nachlaufs im Kombinierten Verkehr (Verkehr)

Beschreibung

Die Maßnahme besteht darin, den Vor- und Nachlauf des Kombinierten Verkehrs (also die per Lkw auf der Straße erbrachten Anteile) von der Lkw-Maut zu befreien. Ziel ist es, durch die Maßnahme die Nutzung der Schiene (Hauptlauf) für Gütertransporte attraktiver zu machen. Die Maßnahme ist hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die durch das KSSP erreichbaren THG-Minderungen als Teil des Pakets „Stärkung Schienengüterverkehr“ (V028) bewertet worden.

Bewertung

Der Schienengüterverkehr weist hinsichtlich einer Vielzahl von Umweltindikatoren Vorteile gegenüber dem Straßengüterverkehr auf. Die Verlagerung von Güterverkehr auf die Schiene ist deshalb seit langem ein politisches Ziel. Da viele Betriebe keinen Gleisanschluss besitzen und dies nur langfristig geändert werden kann, kommt dem Kombinierten Verkehr eine wesentliche Rolle bei der Stärkung des Schienenverkehrs zu. Die vorgeschlagene Maßnahme ist grundsätzlich sinnvoll, da sie die Kosten des Kombinierten Verkehrs im Vergleich zum reinen Straßenverkehr senkt und ihn dadurch attraktiver macht.

Die Mautbefreiung des Kombinierten Verkehrs senkt die Einnahmen aus der Lkw-Maut. Sie muss folglich entweder durch eine Erhöhung der Mautgebühren für alle anderen Straßennutzer oder durch staatliche Mittel ausgeglichen werden. Zur Höhe der Einnahmeausfälle wurden keine Angaben gemacht.

Weiterhin ist zu beachten, dass die Mautbefreiung bzw. weitreichende Mautreduktion für Elektro-Lkw (ab 2023) die Anreizwirkung der vorliegenden Maßnahme für den Einsatz des Kombinierten Verkehrs zumindest dann stark absenkt, wenn für den KV Elektro-Lkw zum Einsatz kommen sollen.

Im ungünstigen Fall wird der Einsatz von Diesel-Lkw im KV dadurch vergleichsweise attraktiver und die fossile Antriebstechnologie könnte eine attraktive Nische finden (→ Pfadabhängigkeit). Dieser Effekt dürfte vor allem dann greifen, wenn die Mautermäßigung für Elektro-Lkw langfristig bestehen bleibt, was auch hinsichtlich der Kostenbilanz kritisch zu bewerten wäre (vgl. Maßnahme V016).

3.9.16 V 018 Erweiterung Elektro-Lkw-Förderung (Verkehr)

Beschreibung

Im Referenzszenario wurden 40% des Mehrpreises alternativer Lkw gefördert, wobei Fördermittel bis 2024 zur Verfügung standen und in den Jahren 2019 bis 2022 auch Gas-Lkw gefördert wurden. Die vorliegende Maßnahme beinhaltet die mittlerweile von der EU-Kommission bewilligte erhöhte Förderung der Anschaffung von Elektro-Lkw (Förderung von 80 % der Mehrkosten ggü. Diesel-Lkw). Als Teil der Maßnahme wird die Förderung bis 2028 verlängert. Gefördert werden alle Nullemissionsfahrzeuge in allen Gewichtsklassen und Oberleitungs-Hybrid-Lkw ab 20 t zGG.

Bewertung

Kaufprämien stellen generell ein geeignetes Mittel zur Marktaktivierung bei neuen Technologien in der ersten Phase ihrer Einführung dar. Aufgrund ihrer hohen Kosten und Anfälligkeit für Mitnahmeeffekte sind solche Instrumente degressiv auszugestalten und durch kostenneutrale bzw. ordnungspolitische Instrumente zu flankieren. Mit der Maßnahme "Weiterentwicklung der Lkw-Maut" (V016), die u.a. eine CO₂-basierte Mautspreizung vorsieht, existiert im KSSP ein solches im Grundsatz kostenneutrales Instrument mit hohem Wirkpotential. Die Bewertung der vorliegenden Maßnahme konzentriert sich daher auf die Frage, inwiefern die Flottendurchdringung mit elektrischen Antrieben durch die vorliegende Maßnahme zusätzlich beschleunigt werden kann.

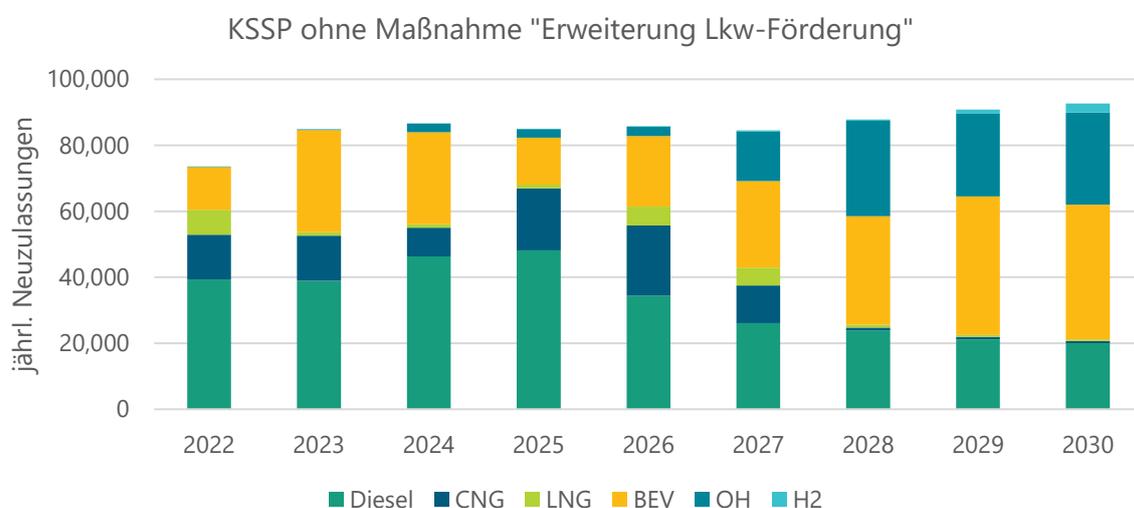
Abbildung 4 zeigt die Baseline der Neuzulassungsanteile ohne Kaufprämie laut KSSP-Modellierung. Ein Vergleich mit Abbildung 2 (oberes Bild) ergibt, dass auch ohne Maßnahme gerade in den ersten Jahren die Nachfrage das realistisch erwartbare Marktangebot deutlich übertrifft. Es werden in den Jahren 2023 bis 2026 jeweils etwa 50 % Nullemissionsfahrzeuge in den NZL angenommen. Im Jahr 2021 lag der Anteil an den NZL bei etwa 1 %.⁵⁷ Es ist nicht ersichtlich, wie ein entsprechendes Marktangebot sichergestellt werden soll, da auch die Hersteller deutlich geringere Ziele kommuniziert haben. Die Gutachter haben daher eine angepasste Abschätzung gemacht, in der die maximal möglichen Neuzulassungen für die einzelnen Jahre gedeckelt sind (siehe Maßnahme "Erweiterung Lkw-Maut"). Wird diese Deckelung angenommen, so führt die Kaufprämie nicht zu zusätzlichen Neuzulassungen gegenüber einem Szenario ohne Kaufprämie. Der Flaschenhals dürfte demzufolge absehbar das Marktangebot elektrischer SNF und der Infrastrukturausbau sein. In der Konsequenz können der Maßnahme bei realistischen Annahmen zur Markthochlaufgeschwindigkeit keine zusätzlichen THG-Minderungswirkungen zugeschrieben werden. Nichtsdestotrotz ist die Maßnahme in der ersten Phase des Markthochlaufs sinnvoll, da es denkbar erscheint, dass sich die in der KSSP-Modellierung veranschlagten Kostendegressionen bei den elektrischen Antrieben erst verzögert am Markt manifestieren.

Mit Blick auf die in der Maßnahme enthaltene Verlängerung der Kaufprämie auf den Zeitraum 2025-2028 ist dies jedoch anders zu bewerten. Der Anteil der Fahrzeuge, die durch das bereitgestellte Finanzvolumen bei einer Förderquote von 80 % der Mehrkosten gefördert werden können, liegt in 2025 bei etwa 16 % der im KSSP veranschlagten Neuzulassungen von Nullemissionsfahrzeugen und

⁵⁷ Mit den EV-Zulassungen aus <https://www.acea.auto/fuel-cv/fuel-types-of-new-trucks-diesel-95-8-electric-0-5-alternative-fuels-3-6-share-full-year-2021/> (987 SNF > 3.5 t zGG) und den Gesamt-Neuzulassungen > 3.5 t zGG aus <https://www.acea.auto/cv-registrations/commercial-vehicle-registrations-9-6-in-2021-8-4-in-december/>

in 2028 unter 4 %. Auch bei Zugrundelegung deutlich geringerer Neuzulassungszahlen, die seitens der Gutachter als realistisch eingeschätzt werden, können mit 40 % (2025) bzw. 10 % (2028) nur ein Teil der Fahrzeuge die veranschlagte Förderung erhalten. Eine degressive Ausgestaltung der Förderung bzw. Fokussierung auf bestimmte Technologien ist somit zwingend. In der Maßnahmenbeschreibung werden dazu keine Aussagen getroffen. Generell kann die Frage nach der Notwendigkeit einer Förderung im Zeitraum 2025-2028 derzeit noch nicht abschließend beantwortet werden und sollte von der künftigen Marktentwicklung abhängig gemacht werden. Für die Jahre 2027 und 2028 weist auch die KSSP-Modellierung keine Wirkungen der Kaufprämie auf die Neuzulassungen aus.

Abbildung 4: Neuzulassungen SNF nach Antriebsart⁵⁸ im KSSP ohne Kaufprämien. Quelle: Wirkungsabschätzung durch BMDV.



3.9.17 V 019 Ausweitung Busförderung

Beschreibung

Derzeit erfolgt bereits eine Förderung der Anschaffung elektrisch betriebener Busse in Höhe von 80 % der Investitionsmehrkosten gegenüber einem Dieselbus durch das BMWK (früher: BMUV) und seit 2021 auch durch das BMDV. Die „Förderrichtlinie zur Anschaffung von E-Bussen im öffentlichen Personennahverkehr“ des BMUV vom März 2018 sieht z.B. bis Dezember 2023 rund 1.500 geförderte Elektrobusse von mehr als 70 Verkehrsunternehmen vor. 2021 betrug der Bestand elektrischer Busse in Deutschland nach Erhebungen im Rahmen der „Begleituntersuchung zur Förderung von Elektrobussen im ÖPNV“ bereits ca. 1.100.

Bereits im MMS wurde von einem starken Anstieg des elektrifizierten Busbestands durch eine weitere Förderung ausgegangen: Damit sollte 2030 eine Zielmarke von bis zu 50 % elektrischer Stadtbusse erreicht werden. Nicht klar definiert ist jedoch, inwieweit dieser Zielwert auch tatsächlich erreicht wird. In der Quantifizierung der Ausweitung der Busförderung im Rahmen des KSSP wurde daher ein Referenzszenario zugrunde gelegt, welches davon ausgeht, dass die bisherigen Mittel nur für einen Anteil von 40 % elektrischer Stadtbusse in 2030 ausreichen. Daher wird die Bereitstellung

⁵⁸ CNG: Compressed Natural Gas; LNG: Liquefied Natural Gas; BEV: Battery-electric vehicle; OH: Oberleitungs-Hybrid-Lkw; H2: Wasserstoff-Brennstoffzellen-Lkw

von bis zu 7 Mrd. Euro zusätzlicher Fördermittel zur Finanzierung von Fahrzeugmehrkosten sowie Um- oder Ausbau von Betriebshöfen vorgesehen. Durch diese Fördermittel soll nun ein Anteil elektrischer Stadtbusse von 65 % in 2030 erreicht werden. Dadurch wird eine Gesamtminderung von 0,71 Mt CO₂ in 2030 erwartet.

Bewertung

Das Instrument einer Förderung der Investitionsmehrkosten elektrifizierter Busse ist bereits etabliert und bewährt. Insbesondere im Stadtverkehr ist der Einsatz elektrifizierter Fahrzeuge auch mit einem besonders großen Verbrauchsvorteil verbunden und damit sinnvoll. Eine wachsende Anzahl von Busmodellen – auch europäischer Hersteller – ist auch auf dem Markt verfügbar. Demnach wird die Ausweitung der Förderung prinzipiell als umsetzbar und sinnvoll angesehen. Die Einsparung brennstoffseitiger CO₂-Emissionen im Verkehr ist durch den Einsatz von elektrischen Bussen generell sichergestellt. In der Wirkungsquantifizierung wurde nach den vorliegenden Informationen davon ausgegangen, dass ein Elektrobus auch genau einen Diesibus ersetzt. In der Praxis könnte hier – zumindest in der Frühphase – auch eine höhere Anzahl von Elektrobussen pro Diesibus notwendig sein. Genaue Daten dazu aus der „Begleituntersuchung zur Förderung von Elektrobussen im ÖPNV“ liegen jedoch noch nicht vor.

Die den Gutachtern zur Verfügung gestellten Annahmen zu den Neuzulassungen elektrifizierten Bussen sind grundsätzlich denkbar. Es kann jedoch nicht nachvollzogen werden, ob damit 2030 tatsächlich 65 % der Stadtbusse elektrifiziert werden, da hierzu keine differenzierten Daten vorliegen. Der Neuzulassungsanteil elektrifizierter Busse bezogen auf die Gesamtflotte beträgt 2025 44 % und sogar 2030 80 % und übersteigt damit die im Rahmen der Clean Vehicles Directive (EU 2019/1161) erforderlichen Mindestquoten emissionsfreier Busse im ÖPNV von 22,5 % bis 2025 und 32,5 % von 2025 bis 2030 deutlich. Daraus entstehen ggf. Unsicherheiten in der Ausschöpfung der Fördersumme, wenn nicht anderweitig weitere Vorgaben für die Elektrifizierung der Flotte erfolgen.

Die quantifizierte Gesamtminderungswirkung von insgesamt 0,71 Mt CO₂-Emissionen im Jahr 2030 ist auf Basis der den Gutachtern zur Verfügung gestellten Annahmen der Neuzulassungen elektrifizierter Busse und gegenüber der angenommenen Referenz näherungsweise plausibel. Die Referenz basiert jedoch auf der Erreichung eines Bestandsanteils elektrifizierter Stadtbusse von 40 % in 2030 und nicht dem Zielwert von bis zu 50 % im MMS. Würde dieser Zielwert tatsächlich auch ohne die Ausweitung der Busförderung erreicht, würden die zusätzliche Einsparungswirkung entsprechend geringer ausfallen (ca. 60 % der angegebenen Minderung). Zugleich läge dann aber auch der Finanzbedarf bei nur 60 % der genannten Summe. Die angegebene Aufteilung der Einsparungen auf die einzelnen Jahre kann aus den Angaben zu Neuzulassungen pro Jahr jedoch nur bedingt nachvollzogen werden. Vor dem Hintergrund der angenommenen Neuzulassungen könnte der Finanzbedarf in den ersten Jahren evtl. auch niedriger liegen und in den letzten Jahren evtl. höher.

Der geplante Finanzrahmen ist auch gegenüber der Referenz mit dem Ziel von 40 % elektrifizierter Stadtbusse in 2030 plausibel: Vorgesehen ist die Anschaffung von knapp 17.000 zusätzlichen elektrifizierten Stadtbussen zwischen 2022 und 2030. Die veranschlagte zusätzliche Fördersumme von bis zu 7 Mrd. Euro ermöglicht Investitionsförderungen pro Bus von über € 400.000,-. Da die Anschaffungskosten von Elektrobussen heute im Bereich von € 500.000 bis 900.000,- liegen, können 80 % der Investitionsmehrkosten damit gut abgedeckt werden und zusätzlich sind auch Beteiligungen am Um- und Ausbau von Betriebshöfen denkbar. Investitionsmehrkosten könnten zudem zukünftig sogar sinken.

3.9.18 V 020 Förderung Sonderfahrzeuge ausweiten

Zu dieser Maßnahme lagen keine weiteren Informationen und keine THG-Minderung vor, es konnte keine Bewertung vorgenommen werden.

3.9.19 V 021 Förderung Effizienzmaßnahmen Trailer

Beschreibung

Durch eine Förderung der Investitionsmehrkosten für effizienzsteigernde Trailertechnologien soll der Energieverbrauch von Sattelzügen reduziert werden. Die Maßnahme beinhaltet zum einen die Fortführung der Förderung von intelligenten Trailer-Technologien (gesamte Trailer & energiesparende Komponenten) im Rahmen des Förderprogramms Erneuerung der Nutzfahrzeugflotte (ENF). Das umfasst insbesondere aerodynamische und Rollwiderstandsoptimierungen, Leichtbau sowie die Erhöhung von Ladekapazitäten und der Kranbarkeit von Trailern. Zum anderen sollen neu auch Potenziale der Trailer als Unterstützung der Zugmaschine als Batterieträger, Antriebsunterstützung o.ä. geprüft werden.

Das in der Maßnahmenbeschreibung angegebene Emissionseinsparpotenzial von 0,2 Mio. t CO₂ bezieht sich lt. BMDV-Gutachtern ausschließlich auf die neu geförderten sogenannten eTrailer, welche mit einer eigenen von der Sattelzugmaschine unabhängigen elektrischen Antriebsachse ausgestattet sind und so den Kraftstoffbedarf der Sattelzugmaschine reduzieren.

Für die Maßnahme wird ein Finanzierungsbedarf von insgesamt 1,05 Mrd. Euro über 7 Jahre (2023-2029) angegeben. Damit sollen jährlich 37.000-50.000 Maßnahmen mit maximal 5.000 € pro Maßnahme im Jahr 2023-2025, absinkend auf maximal 3.000€ bis 2027 und 2.000€ bis 2029 gefördert werden. Pro Trailer können mehrere Maßnahmen gefördert werden.

Bewertung

In der europäischen CO₂-Flottenregulierung für schwere Nutzfahrzeuge werden bisher Effizienzpotenziale bei Sattelaufliegern (Trailer) nicht erfasst. Studien (z.B. ICCT 2021⁵⁹, UBA 2019⁶⁰) geben an, dass durch Effizienzmaßnahmen bei Trailern ca. 10% Effizienzsteigerung durch verbesserte Aerodynamik und Rollwiderstand bei spezifischen Mehrkosten von 1.500-2.000 Euro/Trailer gegenüber Standard-Trailern erreichbar sind. Bis zu 15% Effizienzsteigerung sind mit weiteren Maßnahmen (v.a. Leichtbau) möglich bei insgesamt 3.000-7.000 Euro Mehrkosten. Gemäß vorliegender Maßnahmenbeschreibung wurde in der bisherigen ENF-Förderung bereits eine Vielzahl von Maßnahmen gefördert, dabei wurde in den meisten Fällen die maximale Förderhöhe pro Maßnahme von 5.000 Euro ausgeschöpft, was auf Förderbedarfe vor allem bei kostenintensiveren Trailertechnologien schließen lässt. Eine ambitionierte Fortführung der Förderung von Trailertechnologien im Rahmen des ENF bietet demnach die Chance auf deutliche zusätzliche CO₂-Einsparungen im Lkw-Verkehr. Unter der beispielhaften Annahme, dass 2023-2029 pro Jahr bei im Mittel 15.000 Trailern eine zusätzliche Effizienzsteigerung um 5-10% gefördert wird (neu + Nachrüstung), würde diese

⁵⁹ ICCT 2021: Benefits of extending the EU heavy-duty CO₂ emissions standards to other truck segments. WORKING PAPER 2021-33. International Council on Clean Transportation. <https://theicct.org/sites/default/files/publications/extending-eu-hdv-co2-standards-sept21.pdf>

⁶⁰ UBA 2019: Entwicklung und Bewertung von Maßnahmen zur Verminderung von CO₂-Emissionen von schweren Nutzfahrzeugen. UBA-Texte 12/2019. Umweltbundesamt. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/entwicklung-bewertung-von-massnahmen-zur>

Effizienzsteigerung im Jahr 2030 ca. 28% des gesamten Sattelzugverkehrs erreichen und zu einer zusätzlichen Einsparung von 0,2-0,5 Mio. t CO₂ führen.

Für neu entwickelte eTrailer wird in der Maßnahmenbeschreibung ein spezifisches Einsparpotenzial von 16 % angenommen, dieses betrifft lt. verwendeter Literatur⁶¹ allerdings primär Bremsenergie-rekuperation im Verteilerverkehr. Solche eTrailer bieten damit aus gutachterlicher Sicht im die CO₂-Emissionen dominierenden Fernverkehr nur geringe Zusatzpotenziale. eTrailer mit eigenem Zusatzantrieb (z.B. elektrische Antriebsachse) sollen zukünftig auch im Fernverkehr zusätzliche CO₂-Einsparungen bringen⁶², sind bisher aber nur als Prototyp verfügbar und noch nicht für den Straßenverkehr zugelassen. Es erscheint unwahrscheinlich, dass bereits in den nächsten Jahren in größerer Anzahl solcher eTrailer gefördert werden können.

Nach Einschätzung der Gutachter ist die Effizienzförderung bei Trailern insgesamt eine hilfreiche flankierende Maßnahme zur Emissionseinsparung im Lkw-Verkehr, solange für Trailer keine eigenen Ziele im Rahmen der europäischen CO₂-Flottenregulierung festgelegt worden sind. Das angegebene Potenzial von 0,2 Mio. t CO₂ im Jahr 2030 ist dabei konservativ anzusehen. Im Fokus einer weiterhin breit angelegten Förderung sollten primär bereits heute verfügbare Trailertechnologien stehen, womit im dominierenden Lkw-Fernverkehr signifikante CO₂-Einsparungen mit einer guten Kosteneffizienz erreichbar sind.

3.9.20 V 022 Stärkung Innovationskorridore und Autobahn GmbH

Beschreibung

Die Innovationscluster sind wesentlicher Baustein der sogenannten "Skalierungsphase" innerhalb des Gesamtkonzepts klimafreundliche Nutzfahrzeuge des BMDV. Ziel ist es, nach großmaßstäblicher Erprobung verschiedener Lkw-Antriebstechnologien über deren jeweilige bevorzugte Einsatzgebiete Klarheit zu erlangen und auf dieser Basis Pfadentscheidungen bezüglich des weiteren Infrastrukturaufbaus in der nachfolgenden "Roll-out-Phase" treffen zu können.

Seitens des Ressorts liegt keine genauere Maßnahmenbeschreibung vor. Ziel und Umfang der Innovationscluster sind auf der Website des BMDV grob beschrieben.⁶³ Demzufolge wird für die Umsetzung zweier der Innovationskorridore ein Förderbedarf jeweils in Höhe eines "niedrigen bis mittleren dreistelligen Millionenbetrags" angenommen. Das dritte Cluster (Projekt "HoLa") wird mit 12 Mio. € durch das BMVI gefördert.

Bewertung

Die Maßnahme ist zweifelsohne sinnvoll und muss angesichts des benötigten raschen Markthochlaufs für die Klimazielerreichung mit größtmöglichem Tempo durchgeführt werden. Um das im KSSP zugrunde gelegte Tempo für den Markthochlauf von Elektro-Lkw zu erreichen, kann es notwendig werden, Pfadentscheidungen zum weiteren Infrastrukturaufbau in Abweichung vom geplanten Vorgehen bereits vor vollständiger Auswertung der Erfahrungen aus den Innovationsclustern zu treffen.

⁶¹ TRID 2020: Kraftstoffeinsparungen eines elektrifizierten Aufliegers im Fahrversuch. <https://trid.trb.org/view/1721072>

⁶² <https://www.krafthand.de/truck/artikel/innovationspreis-fuer-elektrisch-angetriebenen-trailer-30857/>

⁶³ <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Pressemitteilungen/2021/104-scheuer-innovationscluster-strassennutzverkehr.html>

3.9.21 V 023 Grundnetz an öffentlicher Infrastruktur für BEV-Lkw und H2-Lkw

Beschreibung

Gegenstand der Maßnahme ist der Aufbau eines Grundnetzes an öffentlicher Ladeinfrastruktur für Batterie-Lkw und/oder H2-Tankstellen für Brennstoffzellen-Lkw. Für BEV-LKW im Fernverkehrseinsatz wird im KSSP davon ausgegangen, dass ein öffentlich finanzierter Ausbau der Megacharger-Infrastruktur Voraussetzung für den Hochlauf von Batterie-Lkw auf der Langstrecke ist. Für den BEV-Hochlauf im Verteiler- und Regionalverkehr wird hingegen angenommen, dass im Wesentlichen Ladestationen mit 50kW und 150 kW genügen (siehe Maßnahme V024).

Es gibt in den Begleitdokumenten unterschiedliche Angaben zum technologischen Fokus des aufzubauenden Grundnetzes. In der Abschätzung der THG-Minderungen wurde eine Fokussierung auf den Aufbau von Ladeinfrastruktur für Batterie-Lkw unterstellt, um einen kostenoptimalen Hochlauf von Nullemissionsfahrzeugen zu unterstützen. Im Finanztableau wird hingegen der Einsatz der Mittel für den Aufbau von H2-Tankstellen angenommen, während der Modellierung zufolge kaum Brennstoffzellenfahrzeuge in den Bestand kommen. Bei der Bewertung der Maßnahme wird im Folgenden eine Fokussierung auf Ladeinfrastruktur im Einklang mit den Modellergebnissen angenommen.

Bewertung

Eine öffentliche Basisinfrastruktur für die Energieversorgung elektrischer SNF ist essentiell, um den Fahrzeugbetreibern jenseits des Nah- und Regionalverkehrs die nötige Sicherheit beim Umstieg auf elektrische Antriebe zu geben. Es gibt bereits eine Industrieinitiative von Daimler, Traton und Volvo,⁶⁴ die ein Basisnetz an Schnellladeinfrastruktur in Europa realisieren möchte. Die staatliche Förderung wäre komplementär dazu und ist notwendig, um eine Flächendeckung der Infrastruktur zu gewährleisten.

Das Finanztableau sieht ein Ansteigen der Förderung bis 2026 und dann eine sukzessive Absenkung der Mittel bis 2030 vor. Angesichts der veranschlagten Flottendurchdringung mit elektrischen SNF (siehe Maßnahme "Weiterentwicklung Lkw-Maut") bis 2030 ist davon auszugehen, dass dann bereits eine umfassende Infrastruktur vorhanden sein muss und die Basisinfrastruktur bereits bis spätestens 2026 aufgebaut sein müsste. In diesem Sinne ist die angegebene zeitliche Verteilung der Finanzmittel zu prüfen.

Von den angegebenen Finanzmitteln sollen laut Begleitunterlagen etwa 500 Mio. € für Schnellladestationen und 100 Mio. € für H2-Tankstellen ausgegeben werden. Damit lässt sich voraussichtlich ein Basisnetz von ca. 1000 Lkw-Schnellladepunkten realisieren,⁶⁵ zusätzlich eine Minimalversorgung mit H2-Tankstellen. Dieser Umfang deckt sich mit in der Literatur abgeleiteten Basisnetzen, die Finanzmittel erscheinen somit plausibel. Zusätzlich sind allerdings erhebliche privatwirtschaftliche Investitionen erforderlich, da ein Ladenetz zur Unterstützung des im KSSP veranschlagten E-SNF-Hochlaufs ein Mehrfaches dieser Kapazität benötigen würde. Es ist davon auszugehen, dass private Betreiber die Kosten der Infrastruktur auf die Lkw-Betreiber umlegen werden, was den Strompreis entsprechend erhöhen dürfte. Dies ist in der Marktmodellierung für die KSSP-Wirkungsabschätzung nicht abgebildet. Der für die im KSSP angenommenen Fahrzeughochläufe notwendige Bau einer Oberleitungsinfrastruktur ist ebenfalls nicht Teil der Maßnahme.

⁶⁴ <https://www.electrive.net/2021/07/05/daimler-traton-und-volvo-planen-lkw-ladenetz/>

⁶⁵ Vgl. Fraunhofer ISI (2020): Hochleistungsschnellladenetz für Elektro-Lkw. https://publica.fraunhofer.de/eprints/urn_nbn_de_0011-n-6086668.pdf.

3.9.22 V 024 Förderung von Ladeinfrastruktur an Depots, Betriebshöfen und Hubs

Beschreibung

Für den BEV-Hochlauf im Verteiler- und Regionalverkehr wird im KSSP angenommen, dass Ladestationen mit 50 kW und 150 kW im Übernachtladen meist genügen, vereinzelt ergänzt durch öffentliche Schnelllader mit 350 kW. Diese Ladestationen werden privat aufgebaut und zu Beginn anteilig gefördert. Die Förderung in Höhe von 40-60 % der Investitionskosten ist Gegenstand der vorliegenden Maßnahme. Bis zum Jahr 2024 sind im Rahmen des Programms KsNI bereits 5 Mrd. € für die Förderung von LIS für SNF eingestellt. Die vorliegende Maßnahme verlängert diese Förderung bis 2030 mit zusätzlichen Finanzmitteln i.H.v. 120 Mio. €.

Bewertung

Die Förderung betrieblicher Ladeinfrastruktur ist grundsätzlich sinnvoll und notwendig. Auf Basis der Kostenannahmen der NPM⁶⁶ können mit dem für die Jahre 2024-2030 zusätzlich eingestellten Finanzvolumen ca. 5.000 betriebliche Ladestationen zu 50% anteilig gefördert werden, wenn diese je zur Hälfte 50 kW und 150 kW Leistung haben. Verglichen mit einem Gesamtbedarf von grob 100.000 Ladepunkten in 2030 bei Annahme von 0,7 Ladepunkten pro Lkw ist dies eine relevante Größenordnung, wenn man unterstellt, dass betriebliche LIS mit fortschreitendem Markthochlauf zunehmend auch ohne Förderung realisierbar sein sollte.

Betriebliche Ladeinfrastruktur wird in der Anfangsphase des Markthochlaufs elektrischer SNF bis ca. 2025 in den meisten Fällen voraussichtlich die einzige Energiequelle für Elektro-SNF sein, da erst dann ein flächendeckendes Netz an öffentlicher Ladeinfrastruktur für SNF zu erwarten ist. Um die im KSSP erwarteten schnellen Fahrzeughochläufe zu realisieren, muss betriebliche Ladeinfrastruktur vor allem in den Anfangsjahren schnell aufgebaut werden. Die Verteilung des Finanzbedarfs auf die Jahre (Maximum in 2027) wirkt daher aus Sicht der Gutachter nicht ganz schlüssig. Generell ist es nach Einschätzung der Gutachter aus heutiger Sicht kaum möglich, den Förderbedarf für den betrieblichen Infrastrukturaufbau in einigen Jahren vorherzusehen.

3.9.23 V 025 Novellierung Flottenzielwerte SNF

Beschreibung

CO₂-Flottengrenzwerte stellen ein wirksames Mittel dar, um ein hinreichendes Marktangebot von klimafreundlichen Fahrzeugen und insbesondere Nullemissionsfahrzeugen sicherzustellen; das Instrument hat sich bei den Pkw bereits bewährt. Nach aktuellem Stand sehen die Flottenzielwerte für SNF eine CO₂-Minderung der Neuwagenflotte von -30% in 2030 ggü. 2020 vor. Der Rechtsakt wird momentan auf europäischer Ebene weiterentwickelt. In der Maßnahmenbeschreibung finden sich keine Aussagen zur aktuellen oder geplanten Positionierung der Bundesregierung in diesem Prozess.

Bewertung

Im Nfz-Bereich war der Ambitionsgrad der Flottenzielwerte mit -30% in 2030 ggü. 2020 in Anbetracht der notwendigen schnellen Antriebswende bisher gering - selbst in optimistischen Szenarien

⁶⁶ Nationale Plattform Mobilität, AG1 (2020): Werkstattbericht Antriebswechsel Nutzfahrzeuge - Wege zur Dekarbonisierung schwerer Lkw mit Fokus Elektrifizierung. https://www.plattform-zukunft-mobilitaet.de/wp-content/uploads/2020/12/NPM_AG1_Werkstattbericht_Nfz.pdf (07.12.2020).

würden durch diese Zielwerte nicht mehr als ein Viertel Nullemissionsfahrzeuge in den Neuzulassungen des Jahres 2030 notwendig gemacht. Um die im KSSP vorgesehenen Neuzulassungsanteile von fast 80 % in 2030 zu unterstützen, müsste der Ambitionsgrad der Regulierung jenseits aller bisher diskutierten Vorschläge verschärft werden. Im Kontext des KSSP kann von der Maßnahme daher lediglich erwartet werden, die Bemühungen der Lkw-Herstellung in Richtung Nullemissionsfahrzeuge generell positiv zu beeinflussen.

3.9.24 V 026 AFIR (SNF)

Beschreibung

Die Alternative Fuels Infrastructure Regulation (AFIR) soll Mindestvorgaben für den Aufbau der Energieversorgungsinfrastruktur für alternative Antriebe in den EU-Ländern machen. Das europäische Gesetzgebungsverfahren für die AFIR ist derzeit im Gange. Die AFIR wird als flankierende Maßnahme im KSSP erwähnt. Es werden keine Angaben zur Positionierung der Bundesregierung im europäischen Gesetzgebungsprozess für die AFIR gemacht.

Bewertung

Eine europaweite Koordinierung des Infrastrukturaufbaus ist von großer Bedeutung, da erhebliche Teile des Straßengüterverkehrs grenzüberschreitend abgewickelt werden. Die AFIR kann dazu einen wichtigen Beitrag leisten, indem sie bindende Mindeststandards für die europäischen Staaten beim Infrastrukturausbau (öffentlich) definiert und somit für alle Beteiligten Planungssicherheit schafft.

Eine aktuelle Untersuchung des ICCT⁶⁷ kommt zu dem Ergebnis, dass die Vorgaben für den Ausbauzustand der Ladeinfrastruktur im Jahr 2030 in den aktuellen AFIR-Entwürfen der EU-Kommission und des Parlamentsberichterstatters nicht ausreichend sind, um eine elektrische Lkw-Flotte im Umfang von 7 % des SNF-Bestands ausreichend zu versorgen. Im KSSP wird von einem Bestand an Batterie-Lkw von 30 % des Gesamtbestands ausgegangen. Daraus folgt, dass einweit ambitioniertere Ausgestaltung der AFIR notwendig wäre, um wirksam zu den Zielen des KSSP beizutragen.

3.9.25 V 027 Investitionshochlauf Bedarfsplan

Beschreibung

Die Maßnahme Investitionshochlauf Bedarfsplan zielt darauf ab, erreichte Transportzuwächse im Schienenverkehr zu sichern und weitere Zuwächse bis zu den verkehrlichen Zielen zu ermöglichen. Diese Maßnahme stellt ein Maßnahmenbündel dar und umfasst im Schienenpersonenverkehr u.a. den Kapazitätsausbau der Schienennetze und die Maßnahmen des Deutschland-Taktes. Die einzelnen Maßnahmen werden im Zusammenspiel betrachtet, da sie einander bedingen und ihre Wirkung damit nicht differenziert nach einzelnen Instrumenten quantifiziert werden kann. Für den Schienenpersonenverkehr ergibt sich im Jahr 2030 eine THG-Einsparung von 0,17 Mio. t; der Finanzierungsbedarf wird in Summe mit 5,2 Mrd. EUR abgeschätzt.

Bewertung

Die Maßnahme ist wichtig, um die oben genannten Ziele zu erreichen. Die THG-Einsparungen im Schienenpersonenverkehr resultieren im Wesentlichen aus einer Verlagerung des Straßenverkehrs

⁶⁷ <https://theicct.org/wp-content/uploads/2022/03/review-afir-public-infrastructure-to-support-transition-to-zero-emission-truck-fleet-eu-mar22.pdf>

auf die Schiene. Die Höhe der THG-Einsparungen ist im Rahmen dieses Gutachtens kaum zu quantifizieren, da zum einen mehrere Maßnahmen zusammenwirken müssen, um eine Minderungswirkung zu erzielen und eine Quantifizierung dieses komplexen Zusammenspiels in der verfügbaren Zeit nicht möglich ist und zum anderen den Gutachtern kaum Details zur Ausgestaltung, des Zeitverlaufs und des Zusammenwirkens der berücksichtigten Maßnahmen vorliegen. Demnach wird eine Plausibilisierung des angegebenen Wertes durch einen Vergleich mit existierenden Studien vorgenommen.

Nach Kenntnis der Gutachter wurden die THG-Einsparungen im SPV von erfahrenen Modellierern⁶⁸ quantifiziert. Die den Gutachtern bekannten Annahmen bezüglich der Ausgestaltung der Maßnahme(n) und deren Zusammenwirken scheinen plausibel. Die Höhe der berechneten THG-Einsparungen ist mit 0,17 Mio. t für das Jahr 2030 niedriger als beispielsweise die im Abschlussbericht der NPM AG1⁶⁹ berechneten jährliche THG-Einsparung durch eine Beschleunigung der im Klimaschutzprogramm 2030 verankerten bzw. zusätzlichen Instrumente von (1 Mio. t). Aus Sicht der Gutachter beziehen sich beide Berechnungen auf ähnliche Referenzszenarien, welche auf Basis der den Gutachtern zur Verfügung stehenden Informationen ähnliche Maßnahmen für den Schienenpersonenverkehr und mit 127 Mrd. bzw. 126,6 Mrd. Personenkilometern auf der Schiene im Jahr 2030 ohne zusätzliche/beschleunigte Maßnahmen auch eine ähnliche Transportleistung aufweisen. Die geringere THG-Einsparung der KSSP-Maßnahmen im Vergleich zu den beschleunigten/zusätzlichen Instrumenten des Abschlussberichts der AG1 könnte sich dadurch erklären lassen, dass in der Modellierung für das KSSP nicht alle der beschleunigten Instrumente der AG1 umgesetzt wurden, was in einer geringeren Anzahl Personenkilometer (129,4 Mrd. pkm im Vergleich zu 142 Mrd. pkm im Fall der beschleunigten Instrumente des Abschlussberichts der AG1) resultiert. Somit wird die angegebene THG-Einsparung von 0,17 Mio. t als plausibel eingeschätzt. Zu den anfallenden zusätzlichen Finanzierungsmitteln kann aufgrund fehlender Detailinformationen keine Aussage gemacht werden.

3.9.26 V 028 Stärkung Schienengüterverkehr

Beschreibung

Diese Maßnahme stellt ein Bündel von Maßnahmen dar und umfasst insbesondere das Bundesprogramm Zukunft SGV, die Anlagenpreisförderung und die Trassenpreisförderung. Die einzelnen Maßnahmen werden im Zusammenspiel betrachtet, da sie einander bedingen und ihre Wirkung damit nicht differenziert nach einzelnen Instrumenten quantifiziert werden kann. Für den Schienengüterverkehr ergibt sich im Jahr 2030 eine THG-Einsparung von 1,17 Mio. t CO₂; der Finanzierungsbedarf wird in Summe mit 1,97 Mrd. EUR abgeschätzt.

Bewertung

Die Maßnahme ist wichtig, um THG-Einsparungen im Verkehr zu erreichen. Die THG-Einsparungen bei Stärkung des Schienengüterverkehrs entsteht im Wesentlichen durch eine modale Verlagerung auf die Schiene, welche deutlich geringere THG-Emissionen verursacht als der Gütertransport per Lkw und durch ein Bündel von Maßnahmen induziert wird. Im Schienengüterverkehr wirken insbesondere Maßnahmen zur Kostenreduktion nur im Zusammenspiel, da die Kunden erst ab einem gewissen Schwellenwert, welcher die "Rüstkosten" für die Verlagerung übersteigen müsste, auf die

⁶⁸ Wissenschaftliche Begleitung der Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie (MKS) der Bundesregierung, siehe auch 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. Karlsruhe

⁶⁹ https://www.plattform-zukunft-mobilitaet.de/wp-content/uploads/2021/07/NPM_AG1_Wege-fuer-mehr-Klimaschutz.pdf

Schiene umrüsten. Dementsprechend macht es aus gutachterlicher Sicht Sinn, hier keine THG-Minderungswirkungen von Einzelmaßnahmen, sondern die des Maßnahmenbündels zu quantifizieren. Aufgrund des komplexen Zusammenspiels, zusammen mit den unzureichenden Informationen, welche den Gutachtern bezüglich der Ausgestaltungen und des Wirkmechanismus der Maßnahmen vorliegen, und im Rahmen der für dieses Gutachten angesetzten Zeit ist eine eigene Quantifizierung der Maßnahme kaum möglich. In der Folge wird die berechnete THG-Einsparung mit Hilfe von Studien auf Plausibilität geprüft.

Nach Kenntnis der Gutachter wurde die Quantifizierung von einem sehr erfahrenen Konsortium durchgeführt⁷⁰. Die den Gutachtern bekannten Annahmen bezüglich der Ausgestaltung der Maßnahme(n) und deren Zusammenspiel schienen plausibel und sollten in einer eher konservativen Abschätzung der THG-Einsparungen resultieren. Für eine Einordnung der berechneten THG-Einsparung wird auf den Abschlussbericht der AG1 der NPM zurückgegriffen. Aufgrund der unterschiedlichen zu Grunde liegenden Szenarien führt ein Vergleich der Berechnung nur zur groben Einschätzung der THG-Einsparung, eine genaue Quantifizierung ist nicht möglich. Die berechnete THG-Minderungswirkung von 1,17 Mt für das Jahr 2030 liegt deutlich unter den im Abschlussbericht der NPM AG1 angegebenen jährlichen THG-Minderungswirkung von 1,8 Mt (inkl. beschleunigte Maßnahmen). Dieser Unterschied lässt sich zum einen dadurch erklären, dass sich die zu Grunde liegenden Referenzszenarien deutlich unterscheiden (z.B. berücksichtigt das Referenzszenario der Berechnungen für das KSSP bereits Wirkungen durch Maßnahmen wie dem Deutschlandtakt, dem Ausbau von 740m-Gleisen, einer Trassenpreisförderung oder dem Ausbau von KV-Terminals während vieler dieser Maßnahmen im Referenzszenario der NPM AG1 nach Kenntnis der Gutachter nicht berücksichtigt sind), zum anderen wurden nach Kenntnis der Gutachter in der Bewertung des KSSP nicht alle Instrumente des (beschleunigten) Maßnahmenpakets der AG1 umgesetzt. Demnach wird die berechnete THG-Einsparung von 1,17 Mt für das Jahr 2030 als plausibel erachtet. Zu den anfallenden zusätzlichen Finanzierungsmitteln kann aufgrund fehlender Detailinformationen keine Aussage gemacht werden.

3.9.27 V 029 Digitalisierungspaket Schiene

Beschreibung

Im Rahmen dieser Maßnahme soll die Digitalisierung des Schienenverkehrs unterstützt werden. Die Maßnahme umfasst insbesondere die Fahrzeugförderung, die Vorbereitung des digitalen Bahnsystems und die Realisierung von hochautomatisiertem Fahren sowie ein digitales Kapazitätsmanagement. Das THG-Minderungspotenzial ist nicht quantifiziert; der Finanzierungsbedarf beträgt bis zum Jahr 2030 ca. 572,2 Mio. EUR.

Bewertung

Die Digitalisierung der Schiene ist wichtig, um eine höhere Zuverlässigkeit und gesteigerte Kapazität im Schienenverkehr zu erreichen. Hierdurch kann es zu modaler Verlagerung kommen, wodurch THG-Minderungen erreicht werden können. Da es sich um eine flankierende Maßnahme handelt, die keine eigene THG-Minderungswirkung besitzt, ist es sinnvoll, kein THG-Minderungspotenzial

⁷⁰ Wissenschaftliche Begleitung der Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie (MKS) der Bundesregierung, siehe auch 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. Karlsruhe

zu quantifizieren. Die Maßnahme kann nicht abschließend bewertet werden, da den Gutachtern keine Informationen bezüglich der Ausgestaltung vorliegen und unklar ist, inwiefern die Maßnahme über bereits existierende Maßnahmen im Schienenverkehr hinausgeht.

3.9.28 V 030 Fortführung Trassenpreisförderung SPFV

Beschreibung

Mit der Maßnahme soll die derzeitige Förderung der Trassenpreise im SPFV fortgeführt werden. Es wird hierfür ein Finanzierungsbedarf von je 800 Mio. EUR für die Jahre 2022, 2023, 2024 abgeschätzt.

Bewertung

Die Trassenpreisförderung ist ein wettbewerbsneutrales Förderinstrument, welches primär die wirtschaftliche Situation der Eisenbahnverkehrsunternehmen unterstützt, und demnach für den Erhalt oder Ausbau von Kapazität sinnvoll sein kann. Durch die aktuelle Trassenpreisförderung (März 2020 bis Mai 2022) im SPFV soll (neben der Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit) insbesondere die erhebliche wirtschaftliche Belastung der EVUs durch die COVID19-Pandemie gemildert werden. Die geplante Förderhöhe von 800 Mio. EUR pro Jahr liegt etwas unter der aktuellen Förderhöhe (aktuell insgesamt 2.105 Mio. EUR für 27 Monate⁷¹, d.h. durchschnittlich 936 Mio. EUR pro Jahr). Eine abschließende Bewertung der Höhe der erforderlichen Förderung erfordert ein besseres Verständnis der Gutachter für den Wirkmechanismus, inkl. auch angenommener Folgen der Corona-Pandemie für den SPFV, und einer Quantifizierung der THG-Minderungswirkung. Zusätzlich zu beachten ist, dass die Erhebung von Trassenpreisen auf EU-Ebene vorgeschrieben ist und mindestens die unmittelbaren Kosten der Zugfahrt abdecken muss (Richtlinie 2012/34/EU), es jedoch in Krisenzeiten gemäß EU-Verordnung 2020/1429 erlaubt ist, die Entgelte für den Zugang zur Eisenbahninfrastruktur zu ermäßigen, erlassen oder zu stunden.

3.9.29 V 031 Attraktive Bahn zur Reduktion von Kurzstreckenflügen

Beschreibung

Durch attraktive Verbindungen im Personenverkehr inkl. der Anbindung von Drehkreuzen soll zur Reduktion von Kurzstreckenflügen beigetragen werden.

Bewertung

Die Maßnahme wird als wichtig eingeschätzt, um über eine modale Verlagerung THG-Emissionsreduktionen zu erreichen. Sie stellt eine flankierende Maßnahme dar und besitzt daher keine eigene THG-Minderungswirkung. Die Maßnahme kann nicht abschließend bewertet werden, da den Gutachtern keine Informationen zur Ausgestaltung (insbesondere im Zusammenspiel mit weiteren Maßnahmen im Bereich Schiene wie beispielsweise dem Deutschlandtakt) und zu den Finanzbedarfen vorliegen.

⁷¹ <https://fahrweg.dbnetze.com/fahrweg-de/kunden/leistungen/trassen/SPFV-Foerderung-COVID-19-6338572>

3.9.30 V 032 Stärkung KV-Terminals

Beschreibung

Im Rahmen dieser Maßnahme sollen KV-Terminals durch Förderung und Ausbau von KV-Kapazitäten von privaten und DUSS-Terminals gestärkt werden. Die Maßnahme ist eine flankierende Maßnahme; THG-Emissionsminderungen werden nicht quantifiziert. Der Finanzbedarf wird mit kumulativ 502,9 Mio. EUR bis 2030 abgeschätzt.

Bewertung

Die Maßnahme dient dazu die Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit des KV zu steigern und kann so zu einer Verlagerung des Güterverkehrs auf die Schiene führen, wodurch dann THG-Emissionsreduktionen erzielt werden können. Anhand der den Gutachtern zur Verfügung stehenden Informationen, insbesondere aufgrund der fehlenden Informationen zur Ausgestaltung der Maßnahme, ist keine abschließende Bewertung der Maßnahme möglich.

3.9.31 V 033 Verlagerung von Postflügen

Beschreibung

Im Rahmen dieser Maßnahme soll der Transport von Post vom Flug auf die Schiene verlagert werden. Die THG-Emissionsreduktionen sind bislang nicht berechnet.

Bewertung

Die Verlagerung von Postflügen stellt eine gute Möglichkeit dar THG-Emissionen einzusparen; welche bisher noch nicht quantifiziert sind. Zu berücksichtigen ist, dass sich durch die Verlagerung die Dauer der Zustellung verlängern kann. Es ist zu prüfen, ob zunächst die Post-Universaldienst-Verordnung angepasst werden muss, laut derer die Post 80% ihrer Briefe am Tag nach Einwurf in den Briefkasten zustellen muss. Eine abschließende Bewertung ist nicht möglich, da den Gutachtern die Ausgestaltung und der Finanzierungsbedarf der Maßnahme nicht vorliegen.

3.9.32 V 034 Dumpingpreise Flüge verhindern

Beschreibung

Die Maßnahme soll durch das Verhindern von Dumpingpreisen zu einer Verlagerung auf die Schiene führen. THG-Emissionsminderungen sind bislang nicht berechnet.

Bewertung

Das Verhindern von Dumpingpreisen bei Flügen stellt eine geeignete Maßnahme dar das Missverhältnis von günstigen Flugpreise und den Klimafolgen der Flugreise aufzulösen. Eine abschließende Bewertung ist nicht möglich, da den Gutachtern die Ausgestaltung und der Finanzierungsbedarf nicht vorliegen.

3.9.33 V 035 Verlagerung Güterverkehre auf Wasserstraße

Beschreibung

Die Verlagerung von Straßengüterverkehren auf die Wasserstraße soll durch eine Verbesserung der Voraussetzungen für eine stärkere Nutzung des Verkehrsträgers, das Gewinnen neuer Güterarten für den Transport auf dem Wasserweg und durch klimaneutrale Wasserstraßen und Schifffahrtsverwaltung erreicht werden. THG-Emissionsminderung wurden bislang nicht berechnet.

Bewertung

Die Maßnahme ist wichtig, da die Verlagerung der Güterverkehre auf die Wasserstraße aufgrund der niedrigeren durchschnittlichen THG-Emissionen in der Binnenschifffahrt gegenüber dem Transport auf der Straße zu deutlichen THG-Einsparungen führen kann. Für eine hohe THG-Emissionsminderung ist die Dekarbonisierung des Schiffsverkehrs essentiell. Eine abschließende Bewertung ist nicht möglich, da den Gutachtern die Ausgestaltung und der Finanzierungsbedarf der Maßnahme nicht vorliegen.

3.9.34 V 036 Ausbauoffensive Radverkehr und Fußverkehr

Beschreibung

Ziel der Maßnahme ist eine deutliche Qualitätssteigerung der Rad- und Fußverkehrsinfrastruktur. Dies beinhaltet das Schaffen von durchgängigen Radnetzen im urbanen Raum, den Ausbau von Radwegen, so dass diese mit höherer Geschwindigkeit nutzbar sind, und infrastrukturelle Maßnahmen zur Erhöhung der Sicherheit von Radfahrer- und FußgängerInnen. In der Regel liegt der Bau von Rad- und Fußverkehrsinfrastruktur dabei in der Verantwortung von Kommunen und Ländern, so dass der Bund nicht direkt bauen kann. Dementsprechend sollen mit der Maßnahme über entsprechende Förderprogramme Anreize für den Ausbau der Infrastruktur gesetzt werden.

Mit dem Klimaschutzprogramm 2030 (KsPr2030) und dem darüber hinaus im Juni 2021 beschlossenen Klimaschutz-Sofortprogramm 2022 (KSP2022)⁷² sind die Bundesmittel für investive Radverkehrsprojekte bereits deutlich erhöht worden, konkret durch das Sonderprogramm Stadt und Land (KsPr2030: 657 Mio. €, KSP2022: 302 Mio. €; jeweils bis 2023), den Ausbau des „Radnetz Deutschland“ (KsPr2030: 45 Mio. €; bis 2023) und die Förderung von Modellvorhaben (KsPr2030: 125 Mio. €, KSP2022: 51 Mio. €; >2025) sowie von Radschnellwegen (KsPr2030: 72 Mio. €; bis 2023). In der Maßnahme werden diese Förderprogramme mit 3,5 Mrd. € (gegenüber dem KsPr2030) aufgestockt und bis 2030 weitergeführt.

Flankierend sollen folgende Entwicklungen und Maßnahmen die Maßnahmenwirksamkeit zusätzlich erhöhen:

- Verstärkte Pedelecisierung mit Folge der Steigerung der durchschnittlichen Geschwindigkeiten und Reichweiten im Radverkehr.
- Einführung von Tempo 30 in Kommunen, dadurch Erhöhung der Sicherheit für den Rad- und Fußverkehr sowie Verschiebung von Reisezeitdifferenzen zugunsten des Radverkehrs (V037).
- Erhöhung der Kosten der Pkw-Nutzung über marktwirtschaftliche Parkraumbewirtschaftung (V037) und Umverteilung der Flächenverfügbarkeit zugunsten von ÖPNV und Rad.

⁷² <https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Standardartikel/Themen/Schlaglichter/Klimaschutz/klimaschutz-sofortprogramm.html>

Bewertung

Mit der Maßnahme sollen gegenüber der Referenzentwicklung je Jahr zwischen 0,04 (2022) und 0,16 (2024/2025) Mio. t CO₂ neu eingespart werden. In Summe ergibt sich damit im Jahr 2030 eine Einsparung von 0,93 Mio. t CO₂. Das entspricht einer Emissionsreduktion im deutschlandweiten Pkw-Verkehr 2030 von 1,2 %. Die Verkehrsleistung im Radverkehr erhöht sich um 13,5 Mrd. pkm oder 34 % gegenüber der Referenz 2030 bzw. um 51 % gegenüber heute. Dies wird lt. Maßnahmenbeschreibung u.a. über eine Geschwindigkeitserhöhung in der Radnutzung um 18,6 % bei Wegen unter 10 km erreicht. Der Anstieg der Radverkehrsleistung ist damit etwas höher als die durch Verlagerung eingesparte Pkw-Verkehrsleistung. Das erscheint vor dem reinen Pull-Charakter der Maßnahme realistisch. Ein Teil der beschriebenen Maßnahmenwirkung und Finanzbedarfe ist dem bereits im Juni 2021 beschlossenen Klimaschutz-Sofortprogramm 2022 zuzurechnen, welches in der Referenzentwicklung (Projektionsbericht) noch nicht enthalten ist.

Die beschriebene Maßnahmenwirkung bleibt mit insgesamt 53,3 Mrd. pkm Radverkehrsleistung im Jahr 2030 deutlich unter dem Ziel des Nationalen Radverkehrsplans 3.0 (NRVP3)⁷³ einer Verdoppelung des Radverkehrs auf 81,8 Mrd. pkm in 2030 gegenüber 2017⁷⁴. Jedoch sind die für die Maßnahme eingeplanten Mittel auch deutlich niedriger als der im NRVP3 formulierte Bedarf für die Zielerreichung: Die 3,5 Mrd. € würden auf 8 Jahre umgelegt zwar zu einer signifikanten Erhöhung der Radverkehrsmittel von heute ca. 6,3 – 12 €/ Einwohner und Jahr⁷⁵ auf ca. 11,6 – 17,3 €/ Einwohner und Jahr führen, im NRVP3 ist allerdings ein Bedarf von 30 €/ Einwohner und Jahr angegeben. Die als Maßnahmenwirkung angenommene Steigung um 54 % ist daher realistisch.

Eine zentrale Voraussetzung für den Ausbau der Radinfrastruktur wird sein, dass parallel zur Aufstockung der Finanzmittel auch das Hemmnis fehlender Planungskapazitäten in den umsetzenden Kommunen angegangen wird sowie der Planungs- und Antragsprozess für den Abruf von Fördermitteln deutschlandweit vereinfacht wird⁷⁶. So konnten im Förderprogramm Radschnellwege in 2021 nur 5 Mio. € von den zur Verfügung gestellten 50 Mio. € abgerufen werden (Drucksache Bundestag 19/32473). Die ermittelten Minderungspotenziale können somit nur unter der Bedingung realisiert werden, dass entsprechend flankierende Initiativen ergriffen werden, um ausreichend Planungskapazitäten für die Ausbauoffensive bereitzustellen.

3.9.35 V 037 Kommunale Handlungsspielräume erweitern

Beschreibung

Mit der Maßnahme sollen Kommunen durch Änderung der Straßenverkehrsordnung bzw. des Straßenverkehrsgesetzes zusätzliche Möglichkeiten gegeben werden, regulierend auf den Pkw-Verkehr einzuwirken. Auch wenn die genannten Möglichkeiten primär auf eine Steigerung der Lebensqualität abzielen, wirken sie auch MIV-reduzierend und tragen damit zur CO₂-Reduktion bei. In der Maßnahmenbeschreibung werden folgende Möglichkeiten genannt, aber nicht näher ausgeführt:

⁷³ https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/StV/nationaler-radverkehrsplan-3-0.pdf?__blob=publicationFile

⁷⁴ Auch aus dem Vergleich der jährlichen pro Kopf Rad-Verkehrsleistung im Jahr 2017 der Niederlande (907 km, MON/OViN) mit Deutschland (479 km, MiD 2017) erscheint eine Verdoppelung der Radverkehrsleistung ambitioniert aber grundsätzlich machbar.

⁷⁵ Bandbreite jährlicher Radverkehrsausgaben in untersuchten Kommunen inkl. durchschnittlicher Bundes- und Landesförderungen. Auswertungen in ifeu/infras (2021): Klimaschutzbeitrag alternativer Verkehrsträger – Potenziale und Anforderungen (unveröffentlichtes Kurzpapier im Rahmen des Vorhabens „Analysen und Bewertungen zur Klimawirkung von Instrumenten und Maßnahmen zur Treibhausgasreduzierung im Verkehr, Entwicklung von Gestaltungsoptionen“)

⁷⁶ Z.B. Vereinfachte einstufige LGVFG-Antragsverfahren bei <100.000 Euro und Förderteams in Regierungspräsidien in Baden-Württemberg (https://rp.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/RP-Internet/Stuttgart/Abteilung_4/Referat_45/_DocumentLibraries/Documents/45_LGVFG_Infoveranstaltung_210712.pdf)

- Einführung von Tempo 30 auf Hauptverkehrsstraßen (entweder als Regelgeschwindigkeit oder durch Eröffnung kommunaler Handlungsspielräume)
- Marktwirtschaftliche Parkgebühren (z.B. erhöhte Anwohnerparkgebühren)
- Geringere Raumverfügbarkeit zugunsten ÖPNV und Rad

Die konkrete Ausgestaltung der Maßnahme ist nicht beschrieben. Über die angegebenen Änderungen bei Pkw-Reisezeiten (z.B. +6% für Wege <10 km, +2,4% für Wege >10 km) und Pkw-Kosten (z.B. +35 % für Wege <2,5 km) im Jahr 2030 gegenüber der Referenz ist von einer angenommenen hohen deutschlandweiten Maßnahmenintensität auszugehen.

Bewertung

Mit der Maßnahme sollen gegenüber der Referenzentwicklung 0,47 Mio. t CO₂ im Jahr 2030 eingespart werden, das entspricht einer Emissionsreduktion im Pkw-Verkehr 2030 von 0,6%.

Dieses in der Maßnahmenbeschreibung angegebene Potenzial ist im Zusammenwirken mit den weiteren Maßnahmen zur Verlagerung von Pkw-Fahrten im Cluster Stadt- und Regionalverkehr, der Ausbauoffensive von Rad- und Fußverkehr (V036) sowie ÖPNV (V038), zu bewerten. Die hier beschriebene Erweiterung der kommunalen Handlungsspielräume zur Regulierung des Pkw-Verkehrs ist eine wichtige Teilmaßnahme für die Erschließung der Pkw-Verlagerungspotenziale. Insgesamt wird im Cluster Stadt- und Regionalverkehr ein Potenzial von 2,5 Mt. im Jahr 2030 angegeben. Im Vergleich dazu wurde in dem Kurzpapier „Klimaschutzbeitrag alternativer Verkehrsträger“ ein maximales Minderungspotenzial der Verkehrswende im Alltagsverkehr von 7,9 Mio. t CO₂ abgeschätzt. Als Gesamtwirkung des Maßnahmenclusters wird demnach eine konservative Verlagerung von Pkw-Fahrten angenommen, diese wird von den Gutachtern insgesamt als realistisch eingeschätzt.

Inwieweit die hier beschriebene Erweiterung kommunaler Handlungsspielräume den genannten Beitrag zur Verlagerung leisten kann, kann wegen der zu unkonkreten Maßnahmenbeschreibung jedoch nicht beurteilt werden. Entscheidend für die Maßnahmenwirkung (Pkw-Reisezeiten und -kosten) wird die deutschlandweite Intensität der Maßnahmenumsetzung sein, d.h. in welchem Maße Änderungen unmittelbar in allen Kommunen wirken (z.B. Tempo 30 als Regelgeschwindigkeit), welche weiteren Handlungsspielräume eröffnet werden (z.B. Ermöglichung von flächendeckender Parkraumbewirtschaftung unabhängig vom Parkdruck) und wie viele Kommunen die neuen Handlungsspielräume bis zum Jahr 2030 nutzen.

Die erreichbare Minderungswirkung wird daher von den Gutachtern in einer Bandbreite von 0 Mio. t (geringe Umsetzungsintensität, wenige Kommunen machen von neuen Handlungsspielräumen Gebrauch) bis 0,47 Mio. t CO₂ (Potenzial lt. Maßnahmenbeschreibung) eingeschätzt.

3.9.36 V 038 Ausbau- und Qualitätsoffensive ÖPNV

Beschreibung

Mit der Maßnahme „Ausbau und Qualitätsoffensive im ÖPNV“ soll gemeinsam mit den Ländern bis Ende 2022 ein Gesamtkonzept für einen attraktiven und leistungsstarken ÖPNV erarbeitet werden. Um bereits frühzeitig THG-Minderungspotenziale heben zu können, bieten sich lt. Maßnahmenbeschreibung neue Bus-Systeme, On-Demand-Shuttles, die Umsetzung baureifer Tramprojekte sowie die Stärkung des SPNV an. Konkrete Maßnahmen (Ausgestaltung, Umfang) und hierfür erforderliche finanzielle Mittel werden in der Maßnahmenbeschreibung nicht erläutert, sie sollen im Rahmen einer Bund-Länder-Arbeitsgruppe identifiziert werden, um die Grundlagen für erforderliche Anpassungen des finanziellen Rahmens zu schaffen. Flankierend sollen Modellprojekte zur Stärkung des ÖPNV verstetigt werden, die bisher mit bis zu 250 Mio. EUR bis 2024 gefördert werden und lt. Maßnahmenbeschreibung ab 2025 mit jährlich ca. 150 Mio. EUR gefördert werden sollen.

Bewertung

Mit der Maßnahme sollen gegenüber der Referenzentwicklung je Jahr zwischen 0,02 (2022) und 0,24 (2024) Mio. t CO₂ neu eingespart werden. In Summe ergibt sich damit in 2030 eine Reduktion von 1,09 Mio. t CO₂. Dies wird erreicht mit einer Verkehrsleistungsreduktion im MIV gegenüber der Referenzentwicklung von 22,1 Mrd. pkm (-2 %). Gleichzeitig steigt die Verkehrsleistung im ÖPNV gegenüber der Referenz in 2030 um 21 % (+32 Mrd. pkm) bzw. gegenüber 2022 um 31 % (+43,3 Mrd. pkm) auf 181,1 Mrd. pkm an. Der Anteil an induziertem Verkehr erscheint angesichts des Pull-Charakters der Maßnahme in einer plausiblen Größenordnung, ebenso das Verhältnis zwischen der verlagerten Verkehrsleistung und dem Emissionseffekt der Maßnahme.

In einzelnen Bundesländern (Baden-Württemberg) wird bis zu einer Verdoppelung der Betriebsleistung im öffentlichen Verkehr angestrebt. Auch beim Vergleich mit der heutigen Situation in der Schweiz, wo je Einwohner der ÖV jährlich für ca. die doppelte Anzahl an Kilometern als in Deutschland genutzt wird⁷⁷, erscheint eine Steigerung um 31 % bis 2030 grundsätzlich machbar. Andererseits ist angesichts des aktuellen Corona-bedingten Einbruchs der ÖPNV-Nutzung die mit der Maßnahme angestrebte Steigerung deutlich ambitionierter einzustufen. Auch ist die Finanzierung des ÖPNVs z.B. in der Schweiz deutlich höher als in Deutschland: So liegen die jährlichen öffentlichen Ausgaben der Schweiz für den Regional- und den öffentlichen Nahverkehr bei 400 €/ Einwohner, in Deutschland für den ÖPNV bei 170 €/ Einwohner⁷⁸.

Auch wenn das angegebene Minderungspotenzial der Maßnahme grundsätzlich vorhanden ist, sind aufgrund der noch nicht spezifizierten Maßnahmengestaltung und -intensität und zugehörigem Finanzierungsbedarf keine Bewertungen hinsichtlich der tatsächlichen Umsetzung möglich. Zudem sind die Beiträge der einzelnen Maßnahmenbestandteile (z.B. Modellprojekte, Stärkung SPNV) aufgrund fehlender Informationen zur Ausgestaltung nicht einschätzbar. Die Minderungswirkung wird daher als Bandbreite von 0 Mio. t (geringe Umsetzungsintensität) bis 1,09 Mio. t CO₂ (Potenzial lt. Maßnahmenbeschreibung) eingeschätzt.

3.9.37 V 039 Vorbereitung Reaktivierung von Strecken

Beschreibung

Durch die Maßnahme soll die Reaktivierung von Schienenstrecken vorbereitet werden. Es handelt sich um eine flankierende Maßnahme ohne eigene THG-Minderungswirkung.

Bewertung

Die Maßnahme ist sinnvoll, da durch die Reaktivierung von Strecken neben der generellen Erhöhung der Attraktivität von Städten und Gemeinden eine Verlagerung des Verkehrs von der Straße auf die Schiene erreicht und so zu einem klimafreundlicheren Verkehr beigetragen werden kann. Als flankierende Maßnahme können keine THG-Einsparungen quantifiziert werden. Anhand der den Gutachtern zur Verfügung stehenden Informationen kann die Maßnahme nicht abschließend bewertet werden; es liegen keine Angaben zum Finanzierungsbedarf vor.

⁷⁷ Daten Schweiz aus dem Mikrozensus 2015, Tabelle 3.8.1, Daten Deutschland aus MiD2017

⁷⁸ Auswertungen in ifeu/infras (2021): Klimaschutzbeitrag alternativer Verkehrsträger – Potenziale und Anforderungen (unveröffentlichtes Kurzpapier im Rahmen des Vorhabens „Analysen und Bewertungen zur Klimawirkung von Instrumenten und Maßnahmen zur Treibhausgasminimierung im Verkehr, Entwicklung von Gestaltungsoptionen“)

3.9.38 V 040 Erneuerbare Kraftstoffe - Nationale Umsetzung der RED II

Beschreibung

Das zentrale Element für den Einsatz von Biokraftstoffen sowie anderen regenerativen Energieträger im Verkehr ist für die Mitgliedsstaaten der Europäischen Union die Erneuerbare-Energien-Richtlinie (Renewable Energy Directive 2009/28/EC, kurz RED) und deren Überarbeitung 2018 (2018/2001/EC, kurz RED II). Sie legen für Mitgliedsstaaten die Mindestanteile für erneuerbare Energien im Verkehr (RED: 10% bis 2020 und REDII 14% bis 2030) fest. Die nationale Umsetzung dieser Vorgabe erfolgt in Deutschland durch das Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG). Zentrales Instrument ist dabei die THG-Minderungsquote. Sie verpflichtet die Kraftstoffinverkehrbringer eine Treibhausgas-minderung der inverkehrgebrachten Kraftstoffmengen gegenüber einem Referenzwert zu erreichen. Nach dem BImSchG können Quotenverpflichtete die in der Tabelle 1 beschriebenen Erfüllungsoptionen auf die THG-Minderungsquote anrechnen. Insgesamt wird mit der THG-Minderungsquote ab dem Jahr 2022 ein jährlich steigendes Ambitionsniveau (siehe §37a (4)) vorgegeben, welches von 7 % im Jahr 2022 auf 25 % im Jahr 2030 nach oben geht. Im BImSchG ist auch festgeschrieben (§ 37h), dass der Gesetzgeber das Ambitionsniveau der THG-Minderungsquote erhöhen muss, sobald die Zielerfüllung sehr stark über die Anrechnung der THG-Emissionsminderung der Elektromobilität erfolgt. Damit ist sichergestellt, dass der Anteil an erneuerbaren Kraftstoffen im Kraftstoffmix über die Zeit ansteigt.

Tabelle 19: Erfüllungsoptionen der nationalen Umsetzung der RD II in Deutschland (RED II, BImSchG)

Erfüllungsoption	Erläuterung	2025	2030
(Konventionelle) Biokraftstoffe aus Nahrungs- und Futtermitteln	Maximalanteil energetisch, Ausschluss von Palmöl bis 2023	4,4%	4,4%
(„Fortschrittliche“) Biokraftstoffe aus Abfall- und Reststoffen (RED II Anhang IX Teil A)	Mindestanteil energetisch, 2fache Anrechnung oberhalb des Mindestanteil	0,7%	2,6%
Biokraftstoffe aus Altspeiseöl und tierischen Fetten (RED II Anhang IX Teil B)	Maximalanteil energetisch	1,9%	1,9%
Strom in Straßenfahrzeugen (nur batterieelektrische Fahrzeuge)	3fache Quotenanrechnung bis zur energetischen Oberquote; für Oberdarüberhinausgehende Mengen erfolgt eine Quotenerhöhung;	19 PJ Oberquote	88 PJ Oberquote
Strombasiertes-Kerosin (PtL)	Mindestanteil an Kerosin	0%	2,0%
Upstream-Emissionsminderungen (Maßnahmen bei Erdöl- und Erdgasförderung)	Bis 2026 anrechenbar		
Grüner Wasserstoff, der in Mineralölraffinerien genutzt wird und Grüner Wasserstoff als Kraftstoff sowie PtX (Power to Gas oder Power to Liquid)	2fache Quotenanrechnung		

Den Gutachtern wurde mitgeteilt, dass für den Zeitraum 2022 bis 2030 im Bereich Straßenverkehr mit einer kumulierten Treibhausgaseinsparung von 2,2 Mio. t CO₂ (nur für 2030: 0,9 Mio. t CO₂)

und bei der Luftfahrt mit 0,1 Mio. t CO₂ (nur für 2030: 0,04 Mio. t CO₂) angegeben wird.⁷⁹ Die Treibhausgaseinsparung wird gegenüber dem MKS Referenzszenario gerechnet.⁸⁰

In diesem Referenzszenario wird davon ausgegangen, dass die Ausgestaltung der THG-Quote den Vorgaben der RED (2018/2001/EC) entspricht (EE-Anteil im Verkehrssektor von 14% im Jahr 2030). Im MMS des Projektionsberichts 2021 wird für die Umsetzung der RED jedoch vom Kabinettsentwurf ausgegangen, der Anfang des Jahres 2021 in den Bundestag als Gesetzesvorschlag eingebracht wurde. Dieser Gesetzesvorschlag hat ein weitaus höheres Ambitionsniveau (z.B. THG-Minderung im Jahr 2030: 22 %) als die RED II, so dass im MMS des Projektionsberichts höhere Mengen an erneuerbaren Kraftstoffen hinterlegt sind als in der MKS-Referenzentwicklung, für die die kumulierte Emissionseinsparung von 2,2 Mio. t CO₂ bestimmt wurde.

Bewertung

Die Bewertung wurde nach Kenntnissen der Gutachter auf der Basis einer umfangreichen Verkehrsmodellierung und Szenarien-Bildung vorgenommen⁸¹. Die Annahmen sind nur rudimentär offengelegt, die Modellierung mit allen Annahmen wird nicht offengelegt. Weiterhin beeinflussen sich die verschiedenen Instrumente im Verkehr, z.B. die CO₂-Flotttzielwerte oder die Maßnahmen zur Förderung von Wasserstoff mit der hier vorliegenden nationalen Umsetzung der RED II und sollten dementsprechend auch integriert betrachtet werden.

Es werden in der RED II und BImSchG keine absoluten Vorgaben gemacht, sondern nur Anteile zur THG-Emissionsminderung festgelegt. Somit hängt die THG-Einsparung auch vom unterstellende Verkehrsszenario ab. Die für die Maßnahmenbewertung vorgenommenen Berechnungen basieren auf einem Referenzszenario des BMDV-Gutachterkonsortiums (MKS-Referenzszenario), welche Abweichungen zum Projektionsbericht 2021 aufweist. Die Entwicklung der Mengen an erneuerbaren Kraftstoffen erscheint auf Basis der den Gutachter:innen bekannten Informationen plausibel für das Szenario, welches vom BMDV für die Instrumentenbewertung eingesetzt wird.

Die Elektromobilität hat eine große Hebelwirkung bei der Quotenerfüllung, u.a. durch die Mehrfachanrechnung auf die Quote sowie die Reduzierung der nachgefragten Endenergiemenge an Kraftstoffen. Durch die jährlich steigende Quotenverpflichtung führt die THG-Quote in diesem Szenario zunächst zu einer verstärkten Nachfrage an fortschrittlichen Biokraftstoffen (bis 2024), die aufgrund der steigenden Zielerfüllung über die THG-Emissionsminderung der Elektromobilität in Folge zurückgeht (bis 2026). Sobald der Ausgleichsmechanismus für die sehr hohe Emissionsminderung durch die Elektromobilität wirksam wird (ab 2027), steigt der Anteil der erneuerbaren Kraftstoffe im Kraftstoffmix stark an.

Mit Verweis auf die abweichenden Annahmen zur politischen Ausgestaltung des MKS-Referenzszenario „REF-2020“ und des MMS-Szenarios des Projektionsberichts 2021 nehmen die Gutachter:innen eine Anpassung der THG-Emissionsminderung durch die Umsetzung der RED vor, da für die Bestimmung der Minderungswirkung das MMS-Szenario zugrunde gelegt werden soll. Über den gesamten Zeitraum von 2022-2030 aufsummiert liegen die Emissionen des MMS und der THG-

⁷⁹ Quelle: Entwurf Klimaschutz-Sofortprogramm 2022 Teil Verkehr - Eckpunkte und Erläuterungen des BMDV

⁸⁰ Quelle für das Referenzszenario: 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. Karlsruhe.

⁸¹ Wissenschaftliche Begleitung der Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie (MKS) der Bundesregierung, siehe auch 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. Karlsruhe

Minderungsquote im BImSchG in derselben Größenordnung und es tritt kumuliert keine relevante Emissionsminderung gegenüber dem MMS auf. Dies ist damit zu erklären, dass das MMS den Gesetzentwurf des Kabinetts als Grundlage nimmt, der durch die Entscheidung im Bundestag nur leicht angepasst wurde.

Die von den Gutachter:innen vorgenommene Anpassung geht wesentlich auf einen Vergleich der im MMS des Projektionsberichts und der im Szenario des BMDV hinterlegten absoluten Mengen an erneuerbaren Kraftstoffen zurück. Da die Wirkung der THG-Quote stark von sonstigen Instrumenten und deren Wirkung abhängt, die zu einer Veränderung der nachgefragten Menge an Kraftstoffen sowie der anrechenbaren Emissionsminderung durch batterieelektrische Fahrzeuge führen, kann die Emissionsminderungswirkung bei einem anderen Set an Instrumenten als im MMS oder im Szenario des BMDV eine andere Emissionsminderungswirkung entfalten.

Der Vergleich der Kraftstoffmengen zwischen MMS und den Berechnungen des BMDV zeigt, dass sich durch das Ansteigen der Nutzung fortschrittlicher Biokraftstoffe zu Beginn der 2020er Jahre sich zunächst eine THG-Emissionsminderung gegenüber dem MMS einstellt, die sich jedoch ab der Mitte der 2020er Jahre wieder ausgleicht. Gegen Ende der 2020er Jahre liegen die erneuerbaren Kraftstoffmengen des MMS und des Instrumentenszenarios des BMDV in einer ähnlichen Größenordnung. Es gibt daher nur eine geringe Minderungswirkung.

3.9.39 V 041 Förderung alternative Antriebe Schiene erweitern

Beschreibung

Mit dieser Maßnahme soll die Beschaffung von Schienenfahrzeugen mit emissionsarmen/-freien Antrieben für den Schienenpersonen- und den Schienengüterverkehr gefördert werden. Zusätzlich soll die Betankungs- und Ladeinfrastruktur für diese Schienenfahrzeuge über die Richtlinie zur Förderung alternativer Antriebe im Schienenverkehr vom 03.02.2021 hinaus gefördert werden. Die zu beschaffenden Fahrzeuge ersetzen reine Dieselschienenfahrzeuge. Vorgesehen sind insgesamt 175 Züge/Loks im SPNV und SGV sowie 100 hybride Rangierlokomotiven und die hybride Nachrüstung von 45 weiteren Rangierlokomotiven. Die THG-Einsparungen werden im Jahr 2030 auf 0,33 Mio. t geschätzt, hierfür ist ein Finanzierungsbedarf von ca. 220 Mio. Euro vorgesehen.

Bewertung

Die Maßnahme ist wichtig, um die Dieseltraktion durch emissionsärmere Antriebe zu ersetzen. Eine eigene Quantifizierung ist im Rahmen dieses Gutachtens und anhand der den Gutachtern zur Verfügung stehenden Informationen kaum möglich. Daher wird die angegebene THG-Minderungswirkung auf Basis der im folgenden angegebenen Literatur bewertet. Im Jahr 2015 wurden durch Dieselfahrzeuge ca. 1 Mio. t THG-Emissionen ausgestoßen⁸², sodass eine THG-Einsparung von 0,33 Mio. t eine Einsparung eines Drittels der im Jahr 2015 ausgestoßenen THG-Emissionen durch Dieselszüge bedeutet. Diese Einsparung soll mit Hilfe des neuen Einsatzes bzw. der Nachrüstung von insgesamt 320 Zügen/(Rangier-)Loks gelingen. Auf Basis der Flottenzusammensetzung der Bahn (2018 waren knapp 2400 Triebwagen und Lokomotiven mit Dieselmotoren unterwegs⁸³) scheint eine THG-Einsparung von 0,33 Mio. t durch die genannten Maßnahmen sehr ambitioniert. Zusätzlich dazu muss berücksichtigt werden, dass der Einsatz einer Hybrid-Lok anstelle einer Diesel-Lok

⁸² https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2019/Factsheet_PowerFuels_Nicht_elektrifizierter_Strassenverkehr.pdf

⁸³ https://www.focus.de/auto/news/abgas-skandal/feinstaub-und-stickoxide-deutsche-bahn-betreibt-ueber-700-diesel-loks-mit-20-jahre-alter-abgas-technik_id_9035017.html

die THG-Emissionen nicht vollständig reduziert, wenn diese mit Hilfe des (typischerweise emissionsarmen) Dieselmotors fährt. Auf Basis dieser Argumentation und dem Fehlen detaillierter Angaben zu den der berechneten Minderungswirkung zu Grunde liegenden Annahmen und Wirkmechanismen, wird davon ausgegangen, dass die angegebene THG-Minderungswirkung eine obere Grenze darstellt und die tatsächliche THG-Einsparung im Jahr 2030 im Bereich von 0,26-0,33 Mio. t liegt (pauschaler Abschlag von 20%). Unter der Annahme, dass der angegebene Finanzierungsbedarf nicht die kompletten Investitionskosten für die Züge und Loks decken muss, scheint der angegebene Finanzierungsbedarf von 220 Mio. Euro plausibel.

3.9.40 V 044 Programm Drohnen statt Hubschrauber

Beschreibung

Im Rahmen der Maßnahme soll der Einsatz von Drohnen statt Hubschraubern gefördert werden. THG-Minderungen wurden bislang nicht berechnet; der Finanzbedarf liegt bei 5 Mio. EUR.

Bewertung

Die Maßnahme kann wichtig sein, da durch den Ersatz von Hubschraubern durch Drohnen der hohe Treibstoffverbrauch des Hubschraubers vermieden und so eine THG-Minderungswirkung erzielt werden kann. Es eignen sich bestimmte Anwendungsfälle, welche derzeit typischerweise von Hubschraubern bedient werden, beispielsweise bei Polizei/Grenzschutz/Feuerwehr/Küstenwache, der Unterstützung von Notdiensten oder für kleinere Lastentransporte in schwer zugänglichen Regionen. Der Einsatz von Drohnen durch eine Anpassung des Luftfahrtgesetzes rechtlich geregelt ist, es existieren jedoch noch Herausforderungen in der öffentlichen Akzeptanz (insbesondere bezüglich des Datenschutzes und der Wahrung der Privatsphäre). Aufgrund fehlender Angaben zur THG-Minderungswirkung und Maßnahmenausgestaltung kann die Maßnahme, insbesondere der Finanzbedarf, durch die Gutachter nicht abschließend bewertet werden.

3.9.41 V 045 Klimafreundliche Flughäfen und Verfahren

Beschreibung

Klimafreundliche Flughäfen und Verfahren sollen durch den Einsatz alternativer Kraftstoffe und Bodenstrom an Flughäfen sowie der Digitalisierung des Luftverkehrsmanagements und der verstärkten Nutzung des kontinuierlichen Sinkfluges erreicht werden. THG-Minderungen sowie der geplante Finanzbedarf wurden bislang nicht berechnet.

Bewertung

Anhand der den Gutachtern vorliegenden Informationen kann die Maßnahme nur qualitativ und unzureichend bewertet werden. Der Einsatz alternativer Kraftstoffe im Vorfeldverkehr und beim Personentransport, Bodenstrom, ein effizientes Flughafenmanagement und der optimierte (kontinuierliche) Sinkflug tragen wesentlich zu geringeren THG-Emissionen der Flughäfen bei. Beispielsweise führt der Einsatz von Bodenstrom dazu, dass die Flugzeuge ihre Hilfstriebwerke weniger einsetzen müssen. Durch den mittlerweile weit verbreiteten Einsatz von stationären und mobilen Aggregaten können so bis zu 90% der durch den Kraftstoffverbrauch der Hilfstriebwerke entstehenden

CO₂-Emissionen eingespart werden⁸⁴. Simulationen zeigen, dass durch den kontinuierlichen Sinkflug Einsparungen von bis zu 85l Kraftstoff pro Flug erreicht werden können (Bundesverband der Deutschen Luftfahrtindustrie, 2020)⁸⁵, was bei einem Emissionsfaktor von 3,15kg CO₂/kg Kerosin eine Einsparung von ca. 0,2 t CO₂ pro Flug bedeutet. Allerdings wird dieses Verfahren bereits an vielen großen deutschen Flughäfen angewendet (Bundesverband der Deutschen Luftfahrtindustrie, 2020)^[2]. Mehr Informationen bezüglich der Ausgestaltung der Maßnahme und der angenommenen Wirkmechanismen wären wünschenswert, um die Höhe der durch die Maßnahme eingesparten THG-Emissionen berechnen zu können.

3.9.42 V 046 Berufliche Wege vermeiden

Beschreibung

Mit der Corona-Pandemie wurden Potenziale für mobiles Arbeiten aktiviert und erweitert. Damit kam es während der Pandemie zu einer deutlichen Verringerung von Pendelverkehren, Dienstreisen sowie Fahrten für Vertrieb und Wartung und so zu einem temporären deutlichen Rückgang der Pkw-Fahrleistungen insgesamt. Ziel der Maßnahme ist es, durch die Schaffung von infrastrukturellen Grundlagen (insb. digitale Infrastruktur) sowie von arbeitsrechtlichen Voraussetzungen eine Verstetigung dieser Vermeidung beruflicher Wege auch nach Ende der Corona-Pandemie zu fördern. Damit soll gegenüber der Referenzentwicklung, welche noch keine Auswirkungen der Corona-Pandemie auf berufliche Wege abbildet, die Pkw-Fahrleistung bei Pendelwegen um 5% sinken sowie bei Dienstreisen um knapp 13%. Im Jahr 2030 sollen insgesamt 3,15 Mio. t CO₂ eingespart werden, davon entfällt etwas über die Hälfte auf die Reduktion der Pkw-Dienstreisen. CO₂-Wirkungen außerhalb des Pkw-Verkehrs (weniger nationale & internationale Flugreisen, veränderte Strom-/Wärmebedarfe in Haushalten und Bürogebäuden) wurden nicht untersucht.

Bewertung

Mit der Corona-Pandemie ist der Anteil im Homeoffice tätiger Personen gegenüber 13% im Jahr 2017 (MiD 2017) deutlich angestiegen und lag zwischen Juni 2020 und Dezember 2021 dauerhaft bei über 40% (DLR 2021⁸⁶). Nach verschiedenen Studien sind grundsätzlich über die Hälfte der Arbeitsplätze zumindest teilweise ins Homeoffice verlagerbar. Ein Großteil der während der Pandemie im Homeoffice Tätigen kann sich auch langfristig eine Tätigkeit im Homeoffice vorstellen. Gleichzeitig hat sich während der Pandemie die Digitalisierung der Arbeitswelt stark beschleunigt, die Zahl der Dienstreisen hat insb. zugunsten von Videokonferenzen und Online-Tagungen stark abgenommen. Nach verschiedenen Umfragen gehen über die Hälfte der Unternehmen in Deutschland davon aus, dass sie zukünftig Geschäftsreisen dauerhaft reduzieren werden (vgl. ifeu 2021⁸⁷).

⁸⁴ Bundesverband der Deutschen Luftfahrtindustrie BDL, 2020, https://www.bdl.aero/wp-content/uploads/2021/03/klimaschutzreport2020_final-1.pdf

⁸⁵ Bundesverband der Deutschen Luftfahrtindustrie BDL, 2020, https://www.bdl.aero/wp-content/uploads/2021/03/klimaschutzreport2020_final-1.pdf

⁸⁶ DLR 2021: Fünfte DLR-Befragung: Wie verändert Corona unsere Mobilität? Institut für Verkehrsforschung des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR), Dezember 2021. <https://verkehrsforschung.dlr.de/de/news/fuenfte-dlr-befragung-wie-veraendert-corona-unsere-mobilitaet>

⁸⁷ Ifeu 2021: Homeoffice und Ersatz von Dienst- und Geschäftsreisen durch Videokonferenzen. Potenziale zur Minderung der Treibhausgasemissionen unter Berücksichtigung der Erfahrungen aus der Corona-Krise. ifeu paper 4/2021. ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg, Heidelberg. <https://www.ifeu.de/publikation/homeoffice-und-ersatz-von-dienst-und-geschaeftsreisen-durch-videokonferenzen/>

Die Maßnahmenbeschreibung enthält keine Erläuterungen zur geplanten Ausgestaltung infrastruktureller und arbeitsrechtlicher Voraussetzungen. Dementsprechend ist keine sichere Bewertung der durch die konkrete Maßnahme erreichbaren Maßnahmenwirkungen möglich. Das in der Maßnahmenbeschreibung angegebene Potenzial liegt am unteren Ende der in verschiedenen anderen Studien abgeschätzten Bandbreite (z.B. ifeu 2021, Öko-Institut 2022⁸⁸, bitkom 2021⁸⁹). Da die Maßnahme grundsätzlich nur auf eine Verstärkung der aktuellen Verkehrseinsparungen beruflicher Wege zielt und allein die Einsparungen im Pkw-Verkehr bewertet, erscheint die Höhe des angegebenen Potenzials deshalb grundsätzlich plausibel, auch wenn diese Einsparungen aus gutachterlicher Sicht möglicherweise bereits gänzlich ohne zusätzliche Maßnahme zu erwarten sind. Gleichzeitig verweisen die vorliegenden Studien auf deutlich darüberhinausgehende Emissionseinsparpotenziale, die durch bisher nicht vorgesehene zusätzliche Maßnahmen aktiviert werden könnten.

3.9.43 V 047 Digitalisierung kommunaler Verkehrssysteme & Mobilitätsdaten verbessern

Beschreibung

Ziel der Maßnahme ist eine Verbesserung der Zugangszeiten zum öffentlichen Verkehr und geteilten Verkehrsmitteln um durchschnittlich 1-3 Minuten je Weg bis zum Jahr 2030 durch Bereitstellung von Echtzeitdaten und barrierefreie Abrechnung zu Mobilitätsoptionen über alle öffentlichen und geteilten Verkehrsmittel. Infolge der verkürzten Zugangszeiten (Planung/Vorbereitung, Warte-/Umstiegszeiten) wurde eine Steigerung der Nachfrage im öffentlichen Nah- und Fernverkehr um ca. 5% modelliert, die zusammen mit verstärkter Nutzung geteilter Verkehrsmittel die Verkehrsnachfrage im motorisierten Individualverkehr um 1-2% reduziert und so im Jahr 2030 eine Treibhausgasersparung von 1,3 Mio. t CO₂ bewirkt.

Um die angestrebte Reduktion der Zugangszeiten zu erreichen, soll zum einen die Förderrichtlinie "Digitalisierung kommunaler Verkehrssysteme" fortgeschrieben und hierüber die Vernetzung der Mobilität, von Systemen zur intelligenten Verkehrssteuerung, anbieterübergreifenden Buchungs- und Bezahlssystemen, Ride-Sharing und On-Demand-Mobilität, Mobility-as-a-Service (MaaS)-Angeboten sowie der Verfügbarmachung und Nutzung von Umwelt- und Mobilitätsdaten gefördert werden. Zum anderen wird eine kostenfreie Bereitstellung von Echtzeit-Verkehrsdaten für alle öffentlich geförderten Verkehre angestrebt. Lt. Maßnahmenbeschreibung durch die Gutachter des BMDV sollte MobilityDataSpace als Single Entry Point mit leistungsfähigen Schnittstellen (APIs) ausgestattet werden (inkl. Förderung kleinerer Verkehrsverbände bei der Umsetzung), standardisierte Buchungsschnittstellen im ÖPNV für eine barrierefreie und transparente Buchung von Tickets über Verbundsgrenzen, Bundes- und Ländergrenzen sollten festgelegt werden.

Bewertung

Ein möglichst niederschwelliger Zugang (einfache Tarife und Buchungssysteme) und Fahrgastinformation vor und während der Fahrt (optimierte Umsteige-/Anschlussverbindungen, ...) zu Mobilitätsangeboten des Umweltverbands verringert die Zugangszeiten und erhöht die wahrgenommene Zuverlässigkeit des Umweltverbands im Vergleich zum eigenen Pkw. Eine solche Maßnahme kann

⁸⁸ Öko-Institut 2022: Arbeiten im Homeoffice – gut für die Umwelt und die Mitarbeiter:innen? Analyse der potenziellen ökologischen und sozialen Auswirkungen mobilen Arbeitens. https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/compan-e_Homeoffice.pdf

⁸⁹ Bitkom 2021: Klimaeffekte der Digitalisierung. Studie zur Abschätzung des Beitrags digitaler Technologien zum Klimaschutz. https://www.bitkom.org/sites/main/files/2021-10/20211010_bitkom_studie_klimaeffekte_der_digitalisierung.pdf

damit ergänzend zur direkten Verbesserung von Angebotsumfang und -qualität (V 038-039) ein wichtiger Baustein zur Verlagerung von Pkw-Fahrten sein.

In der Maßnahmenbeschreibung wird auf fehlende Studien mit quantitativer Analyse der konkreten Wirkungen von Mobilitätsplattformen und die damit verbundenen Unsicherheiten der modellierten Maßnahmenwirkung verwiesen. Aus gutachterlicher Sicht erscheint bei geeigneten Maßnahmen eine Verkehrsnachfragereduktion im motorisierten Individualverkehr um 1-2% grundsätzlich möglich und damit das angegebene Potenzial erreichbar. Voraussetzung dafür ist, dass die Maßnahme zielgerichtet den öffentlichen Verkehr und geteilte Mobilitätsangebote adressiert und dabei eine deutschlandweit flächendeckende Wirkung erzielt wird.

Die Förderrichtlinie „Digitalisierung kommunaler Verkehrssysteme“ wurde im Rahmen des Sofortprogramms „Saubere Luft 2017 – 2020“ aufgelegt und hat in 4 Jahren insgesamt über 550 Aktivitäten in knapp 70 Kommunen mit knapp 625 Mio. Euro gefördert. Ein großer Anteil der geförderten Aktivitäten betrifft Kfz-orientierte Maßnahmen wie Verkehrsflussoptimierung und Parkleitsysteme in Städten. Für die Fortschreibung sind lt. Maßnahmenbeschreibung über 4 Jahre 200 Mio. Euro Finanzbedarf vorgesehen. Zu möglichen Anpassungen der förderfähigen Aktivitäten trifft die Maßnahmenbeschreibung keine weiterführenden Aussagen.

Unter der Voraussetzung, dass sich eine Fortschreibung der Förderrichtlinie ausschließlich auf Aktivitäten im öffentlichen Verkehr und bei geteilten Mobilitätsangeboten beschränkt und gleichzeitig weniger einzelne Kommunen, sondern primär kommunenübergreifende Verkehrs- und Tarifverbünde gefördert werden, erscheint eine deutschlandweite Wirkung der Maßnahme erreichbar. Bei unveränderter Beibehaltung der aktuellen Förderbedingungen ist dagegen anzunehmen, dass keine signifikanten Verbesserungen der deutschlandweiten Zugangszeiten im Umweltverbund erreicht werden, insbesondere, wenn ein Großteil der zukünftigen Förderung auf Kfz-orientierte Aktivitäten entfällt. In diesem Fall würde die Maßnahme keine Verlagerung von Pkw-Fahrten und somit auch keine CO₂-Minderungen bewirken, sie könnte vielmehr zu einer weiteren Pkw-Attraktivitätssteigerung beitragen.

3.9.44 V 048 Forschung zur Anwendung von KI-Methoden, Förderung Automatisierung

Beschreibung

Durch die Schaffung entsprechender rechtlichen Grundlagen, z.B. einer Anpassung der Mindestabstände in der StVO, und die Erforschung von KI-Methoden soll der Markthochlauf für automatisierte Fahrzeuge beschleunigt und die Bildung von Platoons bei LKW ermöglicht werden. Es wird angenommen, dass dadurch die Einführung von Fahrzeugen von Stufe 1-4 beschleunigt wird und vor allem bei den LKW sich der Anteil automatisierter Fahrzeuge im Bestand bis 2030 deutlich steigert.

Durch verschiedene Effekte, darunter Platooning, Eco-Driving und eine Begrenzung der Höchstgeschwindigkeit für PKW auf Autobahnen von max. 130 km/h, werden eine energieeffizientere Fahrweise und damit THG-Einsparungen erreicht. Fünf begleitende Forschungsprojekte zu KI-Methoden wirken flankierend und haben keinen Anteil an der THG-Einsparung.

Bewertung

Die angenommenen Markthochlaufszenarien orientieren sich am Szenario 1 von (Krail et al, 2019). Es wird hierbei unterstellt, dass der Bestandsanteil automatisierter Fahrzeuge bei den PKW um 9 Prozentpunkte (auf insgesamt 34%) und bei LKW um 57 Prozentpunkte (auf insgesamt 57%) zunimmt. Es handelt sich vor allem um teilautomatisierte Fahrzeuge der Stufe 1-3. Dies erfolgt alleine

aufgrund der Schaffung der rechtlichen Grundlagen und des dadurch folgenden selbstlaufenden Markthochlaufs. Der zusätzlich angenommene Markthochlauf bei LKW aufgrund der Maßnahme kann aus den vorliegenden Informationen jedoch nicht nachvollzogen werden und wird als sehr optimistisch eingeschätzt.

Die angegebene addierte jährliche THG-Einsparung beträgt 3,26 Mt im Jahr 2030. Laut weiteren Informationen, welche den Gutachtern vorlagen, verteilen sich diese zu ca. 80% auf LKW, 19% auf PKW und 1% auf Busse. Die Minderung erfolgt weitgehend auf Autobahnen und Außerortsstraßen. Mögliche Nettobereinigungen, z.B. ein Anstieg der LKW-Fahrleistung um 4% sowie zusätzliche on-board-Energieverbräuche für die Fahrzeugelektronik, wurden nach Angaben der Gutachter eingerechnet. Demnach würden gegenüber dem MMS-Szenario somit 6% (2,6 Mt/42 Mt) der THG-Emissionen aller LKW und 1% (0,6 Mt/78 Mt) der THG-Emissionen aller PKW im Jahr 2030 reduziert. Die dafür nötigen spezifischen Minderungen der automatisierten Fahrzeuge liegen bei den LKW dann bei ca. 10%, bei PKW etwas geringer. Diese Minderungen werden als optimistisch eingeschätzt.

So wurde in einer noch unveröffentlichten Studie für das Umweltbundesamt die Einsparung durch Platooning auf nur 2-4% geschätzt. Dies resultiert vor allem daraus, dass schon beim heute geltenden Mindestabstand Platooning-Effekte zum Tragen kommen und das Potenzial zur Platooningbildung aus verschiedenen Gründen begrenzt ist. Für die Effekte durch Eco-Driving gibt es große Bandbreiten. Der LKW-Hersteller DAF geht beispielsweise von einem Einsparpotenzial von theoretisch bis zu 6% durch entsprechende Fahrertrainings aus (DAFTRUCKS, 2020). Auch ist davon auszugehen, dass die Automatisierung keinen Einfluss auf Nebenverbraucher wie Standheizung, Klimaanlage, hat. Eine Reduktion der Fahrgeschwindigkeit für PKW auf Autobahnen auf max. 130 km/h führt laut einer aktuellen Berechnung des UBA zu einer Einsparung von 595 Mio. Litern und damit umgerechnet ca. 1,5% des Kraftstoffverbrauchs der PKW. Zuletzt stellt die Wirkung automatisierter Fahrzeuge auf die Straßenkapazität eine Unsicherheit dar. Eine Teilautomatisierung der Fahrzeugflotte ohne ausreichende Vernetzung könnte den Verkehrsfluss verschlechtern und so sogar zu einer Erhöhung des Kraftstoffverbrauchs führen. Aus den genannten Gründen stellt die angegebene THG-Minderung eine optimistische Betrachtung dar. In Anbetracht der großen Unsicherheiten wäre es auch möglich, dass die Maßnahme zu keiner THG-Minderung führt.

Vorgeschlagene THG-Minderung 2030: 0 – 3,26 Mt CO₂-Äq.

3.9.45 V 049 Unterstützung nachhaltige urbane Mobilitätspläne

Beschreibung

Kommunen sollen in der Implementierung von nachhaltigen Mobilitätsplänen (Sustainable Urban Mobility Plans, SUMP) in Deutschland unterstützt werden und eine Kopplung von GVFG-Förderungen an diese Pläne wird geprüft.

Es ist keine eigene THG-Minderung, aber ein Finanzbedarf von kumuliert 41,5 Mio. € bis 2030 angegeben.

Im begleitenden Gutachter des MKS-Konsortiums werden weitere Details einer möglichen Umsetzung vorgestellt: Die Revision der TEN-T-Regulierung der EU-Kommission fordert für alle TEN-T-Netzknoten die Erstellung eines SUMP (Sustainable Urban Mobility Plan). Das betrifft in Deutschland 77 Städte mit insgesamt 26 Mio. Einwohnern. In einem SUMP werden die strategischen Ziele dokumentiert, Maßnahmenpakete festgehalten und nach einer klimaorientierten Wirkungsermittlung priorisiert werden. Hierzu sollte laut den Gutachtern eine Flexibilisierung des Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetzes (GVFG) und des Regionalisierungsgesetzes erreicht werden.

Bewertung

Die Maßnahme sieht eine Förderung von SUMP in den größten deutschen Städten vor. Eine zusätzliche Förderung im Rahmen des GVFG soll nur geprüft werden und ist somit nicht direkt Teil der Maßnahme. Die Maßnahme kann generell einen wichtigen Beitrag für den Umstieg auf umweltfreundlichere Verkehrsmittel leisten. Allerdings betreffen die angezeigten Finanzmittel sicher nur die Implementierung von SUMP und nicht die Förderung im Rahmen des GVFG, da bei 77 Städten nur ca. 0,5 Mio. € Förderung pro Stadt über eine mehrjährige Umsetzungsphase verfügbar sind.

Eine eigene THG-Minderungswirkung kann ohne zusätzliche Details zur genauen Maßnahmengestaltung nicht erfolgen.

3.9.46 V 050 Fortführung Förderung betriebliches Mobilitätsmanagement

Zu dieser Maßnahme lagen keine weiteren Informationen und keine THG-Minderung vor, es konnte keine Bewertung vorgenommen werden.

3.9.47 V 051 Informationsstand zu alternativen Antrieben bei Pkw und NfZ erhöhen

Zu dieser Maßnahme lagen keine weiteren Informationen und keine THG-Minderung vor, es konnte keine Bewertung vorgenommen werden.

3.9.48 V 052 EEG-Umlage auf Null absenken

Die EEG-Umlage wird von allen Stromnutzern erhoben zur Finanzierung der in der Vergangenheit aufgetretenen Mehrkosten bei Investitionen in Erzeugungsanlagen erneuerbaren Stroms (EEStrom). Die Höhe der EEG-Umlage wurde in der Referenzentwicklung für die Jahre 2021 und 2022 gedeckelt und danach bis 2030 langsam auf null abgesenkt. Für den KSSP wird (1) der nun bekannte Wert für 2022 genutzt werden (3,72 ct/kWh) und (2) ab 2023 die komplette Umlage vom Staat übernommen, d.h. auf die EEG-Umlage auf 0 ct/kWh abgesenkt werden.

Bewertung

Die Maßnahme reduziert Energiekosten für elektrische Verkehrsmittel und ist vor allem für E-Pkw und E-Lkw interessant. Die Maßnahme wurde integriert mit der Novelle des Umweltbonus modelliert und die kombinierte Wirkung dort aufgeführt. Die Maßnahme kann als eine effektive Preissenkung für Strom allerdings zu einem Mehrverbrauch von Strom in versch. Sektoren sorgen und bedeutet damit (1) einen verringerten Anreiz für Effizienzmaßnahmen in der Stromnutzung und (2) Mehremissionen in der Energiewirtschaft durch erhöhte Stromnachfrage. Beide Effekte sind im Rahmen der hier vorgenommenen Einzelmaßnahmenbewertung schwer zu quantifizieren und werden daher vernachlässigt, d.h. die Reale THG-Minderung wäre eher etwas geringer wenn diese Interaktion berücksichtigt würde.

3.9.49 V 053 Planungs- und Genehmigungsbeschleunigung

Zu dieser Maßnahme lagen keine weiteren Informationen und keine THG-Minderung vor, es konnte keine Bewertung vorgenommen werden.

3.9.50 V 054 Erzeugung erneuerbare Energien an Verkehrsinfrastruktur ermöglichen

Zu dieser Maßnahme lagen keine weiteren Informationen und keine THG-Minderung vor, es konnte keine Bewertung vorgenommen werden.

4 Gesamtwirkung

4.1 Überblick

Für die Abschätzung der Gesamtwirkung aller Maßnahmenvorschläge wurden alle THG-Minderungen der Maßnahmen den THG-Sektoren des KSG zugeordnet und dabei auch im Rahmen einer ersten groben Abschätzung mögliche Mehremissionen in der Energiewirtschaft durch Maßnahmen zum Brennstoffwechsel in den übrigen Sektoren berücksichtigt.

Tabelle 20 zeigt die Summe der einzelnen THG-Minderungswirkungen laut Ressorts und laut Gutachten. Die Zahlen beziehen sich auf die Emissionssektoren und nicht auf die Unterkapitel, daher weichen die Summen teilweise ab. Dabei sind Wirkungen über mehrere Emissionssektoren hinweg enthalten, und teilweise auch die Interaktionen und Überlappungen der Maßnahmen innerhalb eines Sektors. D.h. die reale Minderungswirkung wird könnte niedriger sein als die angegebenen Summen der Einzelwirkungen. Die mögliche Höhe dieser Effekte und sektorale Besonderheiten werden im Folgenden für die Sektoren des KSG diskutiert.

Tabelle 20: THG-Minderung in Mt CO_{2äq.} nach Ressorts und laut Gutachten

Werte sind Summen der Einzelmaßnahmenbewertung nach Zuordnung auf KSG-Emissionssektoren. Gesamtsummen ab 100 Mt CO_{2äq.} auf ganze Zahlen gerundet. Die Zahlen beziehen sich auf die KSG-Emissionssektoren und nicht auf Wirtschaftszweige oder Themenfelder.

Sektor	Bewertung	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Energiewirtschaft ⁹⁰	Ressort	0,63	2,33	4,7	7,1	10,0	13,0	19,1	24,1	20,9
	Gutachten	0,53	2,88	6,1	9,9	13,8	17,4	24,5	30,3	27,4
Industrie	Ressorts	0,30	1,13	5,76	8,07	13,4	19,7	25,5	31,8	38,0
	Gutachten	0,22	0,95	5,39	7,19	10,87	15,1	19,6	24,4	28,8
Gebäude	Ressorts	1,48	4,06	7,24	13,6	20,3	26,6	33,0	39,3	45,4
	Gutachten	1,54	3,02	7,44	11,74	16,5	21,1	25,7	30,3	34,8
Verkehr ⁹¹	Ressorts	7,00	13,17	19,3	24,4	30,0	34,4	39,0	44,2	49,0
	Gutachten	4,69	5,89	8,12	9,97	11,6	13,4	15,2	17,4	19,6
Landwirtschaft	Ressorts	0,00	0,15	0,45	0,90	1,50	2,25	3,15	4,20	5,40
	Gutachten	0,00	0,15	0,30	0,45	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20
Abfall & Sonstige	Ressorts	0,00	0,01	0,04	0,07	0,13	0,25	0,42	0,66	0,85
	Gutachten	0,00	0,01	0,03	0,06	0,10	0,16	0,22	0,29	0,31
LULUCF	Ressorts	1,42	2,94	4,83	7,25	10,2	13,6	17,2	21,0	25,1
	Gutachten	1,42	2,94	4,83	7,25	10,2	13,6	17,2	21,0	25,1

Quelle: Eigene Darstellung.

⁹⁰ Im Emissionssektor Energiewirtschaft handelt es sich bei der quantitativ relevantesten Maßnahme (Maßnahmenbündel in der öffentlichen Stromversorgung) nicht um eine Bewertung gegenüber dem MMS des Projektionsberichts, sondern gegenüber einer separaten Referenz. Diese methodische Abweichung erlaubt es, die THG-Minderungswirkung trennscharf der zugrundeliegenden Maßnahme zuzuordnen. Für eine Minderungswirkung gegenüber dem MMS des Projektionsberichts, siehe Kapitel 4.3. Zudem sind in den THG-Wirkungen hier auch Maßnahmen aus anderen Bereichen relevant (in anderen Sektoren auch, aber in der Energiewirtschaft passiert dies bspw. durch Brennstoffwechsel zu Strom häufig).

⁹¹ Zu einigen Maßnahmen konnte aufgrund mangelnder Informationen zur Ausgestaltung keine Quantifizierung vorgenommen werden, so dass nicht die Wirkung aller Maßnahmen abgeschätzt werden könnte.

4.2 Sektorale Diskussion

Energiewirtschaft

Die Gesamtwirkung der Maßnahmen im Sektor Energiewirtschaft hängt maßgeblich von dem beschleunigten Ausbau der erneuerbaren Energien (Maßnahme *EEG-Novelle (EEG 2033)*, Kapitel 3.2.10, bzw. ihre Quantifizierung im Rahmen der *Maßnahmenbündel in der öffentlichen Stromversorgung*, Kapitel 3.2.15) und dem damit verbundenen deutlichen Rückgang der Kohleverstromung bis 2030 ab. Der weitaus größte Teil des quantifizierten Emissionsrückgangs geht hierauf zurück. Interaktionseffekte bestehen hier insofern, als der Ausbau der erneuerbaren Energien Voraussetzung für die Reduzierung der Kohleverstromung ist. Dies wurde quantitativ im Rahmen einer integrierten Modellierung abgebildet. Teilweise sind weitere unterstützende Maßnahmen wie das *Windflächenbedarfsgesetz* (Kapitel 3.2.14) und *WindSeeG-Novelle* (Kapitel 3.2.11) von zentraler Bedeutung, um die Ausbauziele tatsächlich zu erreichen.

Ohne den deutlichen und schnellen Ausbau der erneuerbaren Stromversorgung wird das Sektorziel für die Treibhausgasemissionen in der Energiewirtschaft nicht erreicht. Dies gilt umso mehr aufgrund der vielfältigen Interaktionen der Energiewirtschaft mit den *anderen* Sektoren. In der Industrie, dem Verkehr und bei den Gebäuden ist die Elektrifizierung ein maßgebliches Element der Dekarbonisierung. Der Bruttostromverbrauch wird daher bis 2030 deutlich steigen. Ohne mehr erneuerbare Energien würde nur eine Emissionsverlagerung stattfinden. Die Quantifizierung der Wirkung des *Maßnahmenbündels in der öffentlichen Stromversorgung* (Kapitel 3.2.15) geht daher bereits von einem Bruttostromverbrauch von knapp 720 TWh im Jahr 2030 aus; im Jahr 2018 waren es noch knapp unter 600 TWh. Idealerweise würde eine über alle Sektoren hinweg integrierte Modellierung eine *Bottom-up*-Abschätzung des Stromverbrauchs auf Basis der Maßnahmen in allen Sektoren liefern. Dies ist aber in diesem Kontext nicht möglich. Der für die Quantifizierung angelegte Wert von knapp 720 TWh liegt jedoch im Rahmen der zu erwartenden Steigerung und ist damit plausibel.

Ein weiteres maßgebliches Element neben dem Ausbau der erneuerbaren Energien, um die emissionsintensive Kohleverstromung bis 2030 weitgehend zu reduzieren, ist der CO₂-Preis im EU ETS. Im Sinne der Transparenz sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass bei der Modellierung für das Jahr 2030 von etwa 117 Euro pro Zertifikat ausgegangen wird. Ein niedrigerer Preis kann entsprechend die Stromerzeugung aus Kohle erhöhen und damit die Emissionen. In welchem Umfang dies geschehen würde, hängt auch von der Entwicklung der Brennstoffpreise und weiteren Faktoren ab. Dies kann ohne eine Neuberechnung nicht quantifiziert werden.

Nicht berücksichtigt werden konnten mögliche vorübergehende Mehremissionen im Kraftwerkssektor aufgrund der energiepolitischen Auswirkungen des gegenwärtigen Angriffskriegs Russlands auf die Ukraine. Hierbei ist zu beachten, dass das Bundes-Klimaschutzgesetz ohnehin keine Jahresemissionsmengen für die Energiewirtschaft für die Jahre 2023-2029 vorsieht, so dass Abweichungen in diesen Jahren keinen Einfluss auf die Zielerreichung in 2030 haben.

Eine weitere Interaktion zwischen den Sektoren findet durch Kraftwerke statt, die dem KSG-Sektor Industrie zugeordnet sind, aber in der Modellierung des Sektors Energiewirtschaft betrachtet werden. Hierdurch entsteht laut den vorliegenden Rechnungen eine Minderung der Treibhausgasemissionen von bis zu 2 Mio. tCO₂-Äq pro Jahr (siehe Kapitel 3.2.15), die dem Sektor Industrie zugeordnet ist.

Industrie

In der Industrie sind es vor allem das Maßnahmenbündel zu Dekarbonisierung der Industrie (Förderprogramms „Dekarbonisierung in der Industrie“, Klimaschutzverträge, IPCEI Wasserstoff und Leitmärkte für klimafreundliche Produkte) sowie das Technologie-Transfer-Programm Leichtbau, die zusammen fast 70 % der gutachterlich bewerteten THG-Minderung im Jahr 2030 ausmachen.

In der Industrie stellen die CO₂-Preise im ETS eine erhebliche Unsicherheit für die Wirkungsabschätzung zusätzlicher THG-Einsparungen dar. In einem parallel laufenden Projekt der Gutachter (KIS-2030 Szenario) erfolgte eine Modellierung mit Szenarien der CO₂-Bepreisung im EU-ETS. in zwei voneinander abgrenzbare Mechanismen: *inkrementeller Brennstoffwechsel* und *Diffusion CO₂-armer Produktionsverfahren*. Beide bewirken grundsätzlich, dass weniger CO₂-intensive Energienutzung attraktiver wird. Allerdings unterscheiden sie sich bezüglich der Interaktion mit anderen Instrumenten und dem Detailgrad ihrer Abbildung. Im *inkrementellen Brennstoffwechsel* werden Energieträger und Technologien anhand der bei ihrer Nutzung entstehenden Kosten bewertet und miteinander verglichen. Eine durch höhere CO₂-Bepreisung verschobene Kostenstruktur bewirkt eine höhere Attraktivität CO₂-armer Optionen. Vereinfacht gesagt bewirkt eine Halbierung der Differenz der CO₂-Bepreisung zwischen zwei Szenarien eine Halbierung der Differenzwirkung.⁹² Die *Diffusion CO₂-armer Produktionsverfahren* nutzt einen anderen Modellierungsansatz der Bewertung von einzelnen Verfahren.⁹³ Ceteris paribus kann aber auch hier davon ausgegangen werden, dass eine lineare Wirkung der CO₂-Bepreisung (in Kombination mit den Förderprogrammen) auf die Diffusion CO₂-armer Produktionsverfahren und damit deren Emissionsminderungen vorliegt. Diese Modellierung zeigt, dass durch höhere ETS-Preise eine zusätzliche THG-Minderung in 2030 in Höhe von bis zu 12 Mt. CO_{2äq.} erzielt werden kann. Da in diesem Szenario ein festgelegter Mindestpreispfad im EU-ETS angenommen wurde (2022: 67 Euro/t; 2025: 82 Euro/t; 2030: 115 Euro/t), ist die tatsächlich zu erwartende THG-Minderung ohne Mindestpreispfad vermutlich deutlich geringer.

Darüber hinaus sehen die Gutachter keine starken Interaktionseffekte zwischen den Maßnahmen innerhalb des Industriesektors.

Gebäude

Die vorliegenden Maßnahmen im Gebäudesektor (u. a. Förderung und Ordnungsrecht) wirken meist auf dieselben Zielgruppen und dieselben Handlungsbereiche ein und beeinflussen die Handlungsweise der Zielgruppen. Methodisch wird diese Interaktion über eine Effektbereinigung auf der Ebene von Maßnahmenbündeln begegnet (Netto-Effekt 2 gemäß Methodik-Leitfaden für Evaluationen von Energieeffizienzmaßnahmen des BMWi⁹⁴). Detailliertere Informationen zum Vorgehen kann Kapitel 3.3 entnommen werden.

⁹² Die konkrete Wirkung einer veränderten Preiskomponente ist nur schwer abzuschätzen, da in der Bewertung der Technologieoptionen Nichtlinearitäten vorliegen. Eine sehr unattraktive (also vergleichsweise teure) Technologie erhöht durch eine geringe Senkung ihrer Kosten den Marktanteil nur vernachlässigbar, wohingegen bei wettbewerbsfähigen Technologien Preissignale stärker wirken können. Dieser Zusammenhang entsteht aus Modellannahmen zum Investierendenverhalten. Ein wichtiger Indikator ist hierbei die Preisdifferenz zwischen Strom und der Summe Erdgas + CO₂-Bepreisung. Im Rahmen der durchgeführten Modellierung im KIS-2030 kann näherungsweise davon ausgegangen werden, dass der Kippunkt, an dem direkte Stromnutzung gegenüber Erdgas durch kleine Preissignale deutlich attraktiver wird, noch nicht erreicht ist. Daraus kann abgeleitet werden, dass eine lineare Wirkung der CO₂-Bepreisung auf die Emissionseinsparung anzunehmen ist. Die im Text vereinfachend genannte Einschätzung basiert nicht auf einer speziell hierzu durchgeführten Berechnung, sondern lediglich auf der Expertenschätzung der Modellierenden.

⁹³ Aufgrund der deutlich unterscheidbaren Eigenschaften der betrachteten Verfahren (z.B. wasserstoffbasierte Chemie, Direktreduktion von Eisen, elektrifizierte Glasschmelze) werden diese einzeln bewertet und jeweils in Bezug zu einem definierten Referenzverfahren gesetzt. Dabei handelt es sich um die heute etablierten Verfahren (z.B. Hochofen, fossil basierte Chemie, erdgasbefeuerte Glasschmelze). Für die Diffusion der CO₂-armen Produktionsverfahren sind die Differenzkosten zu den Referenzverfahren maßgeblich. Diese werden weit überwiegend durch die eingesetzten Energieträger und deren Preisen sowie der CO₂-Bepreisung bestimmt. Förderbudgets übernehmen die Aufgabe, die entstehende Differenz auszugleichen und so wettbewerbsfähige Produktion in CO₂-armen Verfahren zu ermöglichen. Darüber hinaus wird aus diesen die Investitionstätigkeit gefördert. Sinken die Differenzkosten durch höhere CO₂-Bepreisung, kann mit als konstant angenommenen Förderbudgets eine größere Produktionsmenge unterstützt werden. Auch hier können Nichtlinearitäten auftreten, wenn etwa die Differenzkosten negativ werden. Darüber hinaus ist die Zuordnung der begrenzten Förderbudgets zu den Verfahren in gewissem Maße willkürlich bzw. nicht frei von Interessenkonflikten: Sollen Verfahren gefördert werden, die nahe an der Wirtschaftlichkeit sind, und dadurch schnelle Emissionsminderungen in großem Umfang realisieren können (z.B. Direktreduktion von Eisen). Oder wenig entwickelte Verfahren, die mittelfristig wichtige und notwendige strukturelle Änderungen bewirken, aber unmittelbar – auch durch Bilanzierungsfragen – nur geringere Emissionsminderungen im Industriesektor erbringen (z.B. wasserstoffbasierte Olefinproduktion)? Diese Effekte können den einer sich in Grenzen haltenden Änderung der CO₂-Bepreisung übersteigen.

⁹⁴ Fraunhofer ISI et al. (2020)

Das Gutachterteam hat über einen rechnerischen Modellansatz der Interaktionen der Maßnahmen auf technologischer Ebene einen Interaktionsfaktor für das Gesamtpaket von etwa 0,66 verglichen mit der Summe der in Kapitel 4 zusammengetragenen Einzelwirkungen dieses Gutachtens bestimmt. Aufgrund der verstärkten Überlappung von GEG und BEG durch die ab 1.1.2024 geltende GEG-Regelung zum Einsatz von mindestens 65% erneuerbarer Energien bei neu eingebauten Heizungen wird dieser Wert niedriger eingeschätzt als im vergangenen Gutachten wie beispielsweise dem Integrierten Nationalen Energie- und Klimaplan⁹⁵. Höhere Sicherheit bei der Bewertung kann aber erst eine Gesamtsystemmodellierung liefern. Unter Berücksichtigung dieses Interaktionseffektes liegt die Gesamtwirkung der im Gebäudesektor wirksamen Maßnahmen bei ca. 23 Mt CO₂ im Jahr 2030.

In Summe enthält das Programm eine Vielzahl der im Koalitionsvertrag enthaltenen Maßnahmen – vorwiegend die schnell umsetzbaren. Eine wichtige zusätzliche Maßnahme zur Zielerreichung, die intensivere Vorbereitung benötigt, sind Mindesteffizienzstandards im Gebäudebestand (MEPS), die laut aktueller Studien ein THG-Minderungspotenzial in Höhe von 3,8⁹⁶-4⁹⁷ Mio. t CO₂-Äq. in 2030 haben. Darüber hinaus sollten die Maßnahmen zur Verbesserung der Informationslage (Gebäudekataster, Ressourcenpass, Energieausweis) zeitnah angegangen werden.

Verkehr

Im Verkehrssektor wurde ein Teil der Maßnahmen (insbesondere der beschleunigte Umstieg auf alternative Antriebe bei Pkw und Lkw) durch das Ressort mittels integrierter Modellierung quantifiziert. Die Parametrierung dafür war den Gutachtern weitgehend transparent. Bei einigen wesentlichen Parametern (z.B. der Marktverfügbarkeit von Nullemissions-Lkw in den kommenden Jahren) kommen die Gutachter gegenüber den Ressortangaben zu abweichenden Einschätzungen, so dass die gutachterlich bestätigten THG-Minderungen hier teilweise geringer ausfallen. Viele weitere Maßnahmen (insb. Förderprogramme, stärkerer Ausbau und Digitalisierung klimafreundlicher Mobilitätsangebote) sind für eine quantitative (und teilweise auch für eine qualitative) Bewertung nicht ausreichend beschrieben. In einigen Fällen wurden lediglich Themengebiete benannt, aber keine Angaben zur Ausgestaltung der Maßnahmen gemacht. In diesem Fall ist eine belastbare Quantifizierung von THG-Minderungen nicht möglich, einige Maßnahmen können bei ungünstiger Ausgestaltung sogar Mehremissionen zur Folge haben. Die Gutachter haben in solchen Fällen daher bei der Bewertung in der Regel keine THG-Minderungen angesetzt.

Zusätzliche Interaktionseffekte innerhalb des Verkehrs werden nur in geringem Maße gesehen, da Maßnahmen mit starker Interaktion bereits gemeinsam betrachtet wurden und darüber hinaus die verschiedenen Verkehrsträger in erster Näherung eher unabhängig voneinander betrachtet werden können. Die Mehremissionen in der Energiewirtschaft durch erhöhte Stromnutzung im Verkehr sind, wie oben beschrieben, abgebildet.

4.3 Mögliche Auswirkungen veränderter Energie- und CO₂-Preise

Die im Rahmen dieses Berichtes dargestellten Abschätzungen der Maßnahmenwirkungen beinhalten nicht die Auswirkungen des Ukrainekrieges auf die Rohstoffverfügbarkeit und die Energiepreise. Zudem wurde der für die Einschätzung der Klimaschutzlücke maßgebliche Projektionsbericht 2021 auf Basis von deutlich anderen Energie- und Brennstoffpreisannahmen erarbeitet. Die Auswirkungen werden aktuell an vielen Stellen diskutiert und analysiert.

⁹⁵ <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/I/integrierter-nationaler-energie-klimaplan.html>. Letzter Abruf am 25.04.2022

⁹⁶ Unveröffentlichte Studie: Klimaschutz-Instrumente-Szenario 2030 (KIS-2030).

⁹⁷ https://www.stiftung-klima.de/app/uploads/2022/04/2022-04-05-Stiftung-Klimaneutralitaet_Oeko-Institut_Analyse_Klimaschutz_2030.pdf

Anders als bei langfristig geplanten und wirksamen Preis- oder Mengeninstrumenten wie einem CO₂-Preis oder einem Emissionshandel ist die Wirkung des aktuellen Schockereignisses weder in seiner Dauer noch in seiner Intensität aktuell abschätzbar. Insofern sind Erfahrungen aus der Wirkung solcher Instrumente nicht unmittelbar auf die aktuelle Situation übertragbar. Es ergeben sich aus Sicht der Energieeinsparungen aber in jedem Fall verschiedene Folgewirkungen, die im Folgenden kurz diskutiert werden.

Im Bereich der privaten Haushalte kann schon heute eine deutlich verstärkte Nachfrage nach alternativen Heizungssystemen - insbesondere Wärmepumpen - und Photovoltaikanlagen beobachtet werden. Ursächlich hierfür ist in vielen Fällen nicht der aktuelle Gaspreis, da die Vielzahl der Verbraucher auf Grund von Preisbindungen in ihren Lieferverträgen noch nicht unmittelbar betroffen ist, sondern ein *erwartetes* höheres Preisniveau. Auch die öffentlich diskutierten Maßnahmen zur Verhaltensänderungen (bspw. zur Temperaturabsenkung) können mindestens kurzfristig einen deutlichen Effekt auf den Energieverbrauch entfalten.

Ebenso ist in der Industrie zu beobachten, dass der schon seit einigen Jahren zu beobachtende Trend, die Reduktion von CO₂-Emissionen strategisch anzugehen, massiv verstärkt wird. Während bei vielen Unternehmen lange Zeit die Kostendiskussion führend war, stehen nun Fragen der klimaneutralen Transformation und Versorgungssicherheit neben der kosteneffizienten Produktion auch wieder stark im Fokus der Unternehmen. Gerade in energieintensiven Industrien werden ökonomische Überlegungen auch kurzfristig dazu führen, dass die Produktion vermindert wird und auch - sofern möglich - auf alternative Lieferanten für energieintensive Produkte aus dem (außer-europäischen) Ausland zurückgegriffen wird.

Der motorisierte Individualverkehr ist der am stärksten von individuellem Verhalten geprägte Energienachfragesektor. Hier sind bei hohen Preissignalen auch entsprechende kurzfristige Änderungen im Verhalten möglich. Andererseits ist ein großer Teil der Verkehrsnachfrage ein Resultat von Geschäftstätigkeiten und kann nicht unmittelbar reduziert werden. Langfristig kann ein hoher Preis für Benzin und Diesel auch die Nachfrage nach alternativen Antrieben bei Investitionsentscheidungen befördern. Die Wirkung der aktuell erhöhten Benzin- und Dieselpreise wurden über eine Abschätzung mittels einer Sensitivitätsrechnung des MMS modellexogen über Preiselastizitäten abgebildet.⁹⁸ Weitere kurzfristige Effekte wie gestiegene Margen bei der Kraftstoffproduktion sind in dieser Abschätzung nicht mit abgebildet, da von einer marktgetriebenen Preisgestaltung ausgegangen wird. In dieser Abschätzung sinken die THG-Emissionen des MMS im Jahr 2022 um 3,1 Mt CO_{2äq} und im Jahr 2023 um 0,8 Mt CO_{2äq}. Für die Jahre danach ist keine Änderung ableitbar.

Durch die genannten Entwicklungen kann sich der Trend zur Elektrifizierung deutlich beschleunigen, was neben einer Reduzierung der Öl- und Gasnachfrage zu einer weiteren Steigerung der Stromnachfrage führen kann. Dies wird dann entsprechende Folgen in der Energiewirtschaft nach sich ziehen.

Tabelle 21 fasst die grobe Bewertung möglicher Auswirkungen der Energiepreisänderungen auf die Emissionsminderung in den KSG-Sektoren zusammen. Diese Abschätzung ist vorläufig und hat stark qualitativen Charakter.

⁹⁸ Für die Sensitivität wurden die erhöhten Produktionskosten für fossile Kraftstoffe auf Basis von ökonomischen Analysen aus den Großhandelspreisen für Rohöl abgeleitet: Fossiles Benzin: +5% (2022); fossiler Diesel: +13% (2022), +4% (2023). Für die sonstigen Jahre liegen die Großhandelspreise für Rohölprodukte derzeit in der Größenordnung der Rahmenannahmen des MMS. Diese Sensitivität ist jedoch nicht Teil der THG-Emissionsbewertung in Tabelle 20.

Tabelle 21: Mögliche Emissionsminderung in Mt CO_{2äq} durch Energiepreisänderungen

Sektor	Bewertung	Minderung in Mt CO _{2äq}		
		2022, 2023	2025	2030
Industrie	Laut Gutachten	0,2 – 1	7	29
	Mögliche zusätzliche Änderung ⁹⁹	4,5 – 6,5	8	12
	Mögliche Gesamtwirkung	4,7 – 7,5	15	41
Gebäude	Laut Gutachten (inkl. Interaktionseffekten)	1 – 2	7,8	23
	Mögliche zusätzliche Änderung	Unklar	1,5 – 2,0	4 – 5
	Mögliche Gesamtwirkung	1 – 2	9 – 9,5	27 – 28
Verkehr	Laut Gutachten	5 – 6	10	19,6
	Mögliche zusätzliche Änderung	1 – 3	Unklar	Unklar
	Mögliche Gesamtwirkung	6 – 9	10	19,6

Quelle: Eigene Darstellung.

⁹⁹ Grobe Abschätzung anhand der Berechnungen des KIS-2030-Szenario als Summe von höheren EU-ETS und Brennstoffpreisen.

Exkurs: Zusätzliche Minderungswirkung in der Energiewirtschaft durch veränderte Preise

Im Sektor Energiewirtschaft erfolgte die Bewertung des Maßnahmenbündels in der öffentlichen Stromversorgung *nicht* gegenüber der Emissionsentwicklung des MMS des Projektionsberichts 2021, sondern gegenüber einer separaten Referenz (siehe Kapitel 3.2.15). Das Maßnahmenbündel umfasst den stärkeren Ausbau der erneuerbaren Energien sowie einen Rückgang der Kohleverstromung. Zwischen der separaten Referenz, die u.a. die ggü den Annahmen des Projektionsberichts deutlich höheren EU-ETS-Zertifikatepreise berücksichtigt und der Berechnung mit der Maßnahme wurden nur diese Faktoren geändert, um eine trennscharfe Zuordnung der Minderungswirkung zur Maßnahme zu ermöglichen. Gegenüber dem Projektionsbericht ändern sich weitere relevante Einflussgrößen auf die Treibhausgasemissionen, unter anderem die Brennstoff- und Zertifikatspreise sowie die Stromnachfrage. Insbesondere der Unterschied in den Zertifikatspreisen im EU ETS sticht heraus, im Jahr 2030 etwa 117 Euro/Zertifikat in der Berechnung der Maßnahme und 30 Euro/Zertifikat im MMS. Eine Bewertung gegenüber dem MMS nimmt auch diese Einflüsse mit auf. Die Minderungswirkung kann somit nicht zwischen dem Maßnahmenbündel an sich (verstärkter EE-Ausbau, zügigerer Kohleausstieg) und den weiteren geänderten Rahmenbedingungen (EU-ETS- und Brennstoffpreise, Stromnachfrage, Entwicklung im europäischen Ausland etc.) aufgeteilt werden. Der methodischen Konsistenz halber führt untenstehende Tabelle dennoch die Differenz zwischen der Berechnung mit der Maßnahme und dem MMS des Projektionsberichts 2021 auf. Hierbei wird nur die Wirkung auf die Stromversorgung aus Kraftwerken der öffentlichen Versorgung betrachtet. Kraftwerke der Industrie und sonstige Kraftwerke der Energiewirtschaft sowie die öffentliche Wärmeversorgung und die Wärmeversorgung in der sonstigen Energiewirtschaft werden nicht mit einbezogen. Daher werden als Vergleichsgrundlage die Zahlen aus den Ressorts verwendet, die nur die Stromversorgung aus Kraftwerken der öffentlichen Versorgung umfassen.

Mögliche Emissionsminderung in der Energiewirtschaft durch Energie- und EU-ETS-Preise

Sektor	Bewertung	Minderung in Mt CO _{2äq}		
		2022, 2023	2025	2030
Energie-wirtschaft	Laut Gutachten	0,5 – 3	10	27
	Mögliche zusätzliche Änderung (ggü. MMS des Projektionsberichts 2021)	31 – 33	92	59
	Mögliche Gesamtwirkung (ggü. MMS des Projektionsberichts 2021)	32 – 36	102	86

Quelle: Eigene Darstellung.

Gegenüber dem MMS des Projektionsberichts 2021 liegt die Maßnahmenwirkung deutlich höher: kurzfristig (2022-2023) um 32 bis 36 Mio. t CO₂-Äq, im Jahr 2025 über 100 Mio. t CO₂-Äq und im Jahr 2030 bei 86 Mio. t CO₂-Äq. Während eine genaue Aufteilung auf die zahlreichen Unterschiede zwischen MMS und der Bewertungsrechnung des Maßnahmenpakets nicht möglich ist, zeigt ein Vergleich zwischen den Emissionen im MMS und in der *separaten Referenzrechnung*, die als Vergleichsbasis für die Bewertung der Einzelmaßnahme dient, deutlich, dass der niedrigere EU-ETS-Preis im MMS der gewichtigste Faktor ist. Das MMS und die Referenz sind nahezu identisch, was den Ausbau der erneuerbaren Energien und die Kapazitäten der Kohlekraftwerke angeht. Sie unterscheiden sich dagegen maßgeblich im EU-ETS-Preis sowie in der Stromnachfrage, welche in der Referenz höher liegt. Hier zeigt der Vergleich, dass die Treibhausgasemissionen im MMS kurzfristig (2022-2023) ebenfalls um über 30 Mio. t CO₂-Äq höher liegen als in der separaten Referenzrechnung, im Jahr 2025 um über 90 Mio. t CO₂-Äq und im Jahr 2030 um fast 60 Mio. t CO₂-Äq.

4.4 Fazit

Das vorgelegte und hier begutachtete Maßnahmenbündel kann zu einer substantiellen Minderung der THG-Emissionen in Deutschland führen. Nach Einschätzung der Gutachter liegt die Summe der Einzelwirkungen bei einer Reduktion der THG-Emissionen um ca. 137 Mt CO₂ im Jahr 2030 und bei ca. 124 Mt CO₂ wenn Wechselwirkungen zwischen den Maßnahmen berücksichtigt werden. Trotz des begrenzten zeitlichen Rahmens für die Bewertung und der noch nicht feststehenden Maßnahmen-details ist dies eine deutliche Indikation für die Wirkung des Gesamtpaketes. Genauere Ergebnisse können am ehesten durch eine zeitlich sehr viel aufwändigere integrierte Modellierung abgeleitet werden. Zudem betrachtet das vorliegende Gutachten ausschließlich THG-Minderungswirkungen und keine anderen wichtigen Bewertungskategorien wie soziale oder industriepolitische Wirkungen und mögliche Zielkonflikte oder Trade-offs. Zudem kann im Rahmen eine Einzelmaßnahmenbewertung keine Betrachtung des Policy-mix erfolgen.

5 ANHANG

Tabelle 22: Ungefähre Zuordnung der Maßnahmenwirkung auf KSG-Sektoren.

ID	Energie- wirtschaft	Industrie	Gebäude	Verkehr	Landwirt- schaft	Abfall und Sonstige	LULUCF
AW 001						100%	
AW 002						100%	
EW 003	10%		90%				
EW 005	100%						
EW 007	40%	50%	10%				
EW 008	100%						
EW 009		100%					
EW 010	50%	30%	20%				
EW 016		100%					
EW 017	100%						
EW 019	100%						
G 001	-20%		100%				
G 002	-20%		100%				
G 005	53%		47%				
G 006	-20%		100%				
G 007	-20%		100%				
G 008	0%	100%	0%				
G 009	-20%		100%				
G 010	-20%		100%				
G 011	-20%		100%				
G 012	-20%		100%				
G 013	-20%		100%				
G 014	-20%		100%				
I 002	50%	50%					
I 004	40%	60%					
I 005		100%					
I 006		100%					
I 007		50%		50%			
I 008		50%		50%			
I 009	48%	52%					
I 010		85%				15%	
I 011	90%	5%	5%				
I 012	100%						

ID	Energie- wirtschaft	Industrie	Gebäude	Verkehr	Landwirt- schaft	Abfall und Sonstige	LULUCF
LA 001					100%		
LA 002					100%		
LA 004					100%		
LU 001							100%
LU 003							100%
LU 004							100%
LU 005							100%
LU 007							100%
LU 008							100%
LU 009							100%
üM 003	10%		90%				
üM 004	10%		90%				
üM 006	100%						
üM 007	100%						
üM 010	15%		10%	70%	5%		
V 001						100%	
V 002				100%			
V 004	-60%			100%			
V 005				100%			
V 006				100%			
V 007	100%						
V 008				100%			
V 009				100%			
V 010				100%			
V 012				100%			
V 014				100%			
V 016	-63,10%			100%			
V 018				100%			
V 019	-60%			100%			
V 021				100%			
V 027				100%			
V 028				100%			
V 036				100%			
V 037				100%			
V 038				100%			
V 040				100%			
V 046				100%			

ID	Energie- wirtschaft	Industrie	Gebäude	Verkehr	Landwirt- schaft	Abfall und Sonstige	LULUCF
V 047				100%			
V 048				100%			
V 052				100%			

6 Quellen

- Wietschel, M.; Gnann, T.; Kühn, A.; Plötz, P.; Moll, C.; Speth, D.; Buch, J. (2017): Machbarkeitsstudie zur Ermittlung der Potentiale des Hybrid-Oberleitungs-Lkw. Studie im Rahmen der Wissenschaftlichen Beratung des BMVI zur Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie. Karlsruhe: Fraunhofer ISI.
- Héraud, J.-A. (2003): Regional Innovation Systems and European Research Policy: Convergence or Misunderstanding? In: *European Planning Studies*, 11 (1), S. 41-56.
- Funke, S. Á.; Plötz, P. (2017): A techno-economic analysis of fast charging needs in Germany for different ranges of battery electric vehicles. In: *Proceedings to the European Electric Vehicle Congress (EEVC)*, 14th – 16th March 2017, Geneva, Switzerland.
- Kalkuhl, M., Flachsland, C., Knopf, B., Amberg, M., Bergmann, T., Kellner, M., Stüber, S., Haywood, L., Roolfs, C., & Edenhofer, O. (2022). *Auswirkungen der Energiepreiskrise auf Haushalte in Deutschland Sozialpolitische Herausforderungen und Handlungsoptionen*. www.mcc-berlin.net
- Prognos et al. (2021) im Auftrag von Stiftung Klimaneutralität, Agora Energiewende, Agora Verkehrswende: Klimaneutrales Deutschland 2045. Online verfügbar unter: https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2021/2021_04_KNDE45/A-EW_231_KNDE2045_Langfassung_DE_WEB.pdf , zuletzt geprüft am 27.02.2022.
- Toyota Deutschland GmbH (2015): Toyota Prius Plug-in Hybrid. Online verfügbar unter <http://www.toyota.de/automobile/prius-plug-in/index.json>, zuletzt geprüft am 12.04.2015.
- DAFTRUCKS, 2020: <https://www.daftrucks.de/de-de/presse-und-downloads/news-articles/de/2020/03-02-2020-daf-ecodrive-fahrertraining>, Abruf am 29.03.2022
- Krail et al., 2019: Energie- und Treibhausgaswirkungen des automatisierten und vernetzten Fahrens im Straßenverkehr. Wissenschaftliche Beratung des BMVI zur Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie. Karlsruhe, 08. Januar 2019
- IMO, 2021: Fourth IMO GHG Study 2020, Full Report, International Maritime Organization.
- Bundesregierung (2021): Projektionsbericht 2021 für Deutschland. Online verfügbar unter https://www.bmuv.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/projektionsbericht_2021_bf.pdf
- Steinbach und Deurer (2022). Kurzpapier - Wirkungsabschätzung höherer Energiepreise auf die THG-Emissionen im Gebäudesektor. IREES im Auftrag des BMWK.

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Anzahl der Maßnahmen nach Themenfeld	10
Tabelle 2:	Maßnahmen in der Abfallwirtschaft.....	13
Tabelle 3:	Wirkung der bewerteten Maßnahmen in der Abfallwirtschaft	13
Tabelle 4:	Maßnahmen in der Energiewirtschaft.....	15
Tabelle 5:	Wirkung der bewerteten Maßnahmen in der Energiewirtschaft.....	15
Tabelle 6:	Maßnahmen im Gebäudesektor	33
Tabelle 7:	Einzelwirkung der bewerteten Maßnahmen im Gebäudesektor ohne Berücksichtigung von Maßnahmeninteraktionen (Netto 1)	35
Tabelle 8:	Maßnahmen in der Industrie.....	47
Tabelle 9:	Wirkung der bewerteten Maßnahmen in der Industrie.....	48
Tabelle 10:	Maßnahmen in der klimaneutralen Bundesverwaltung.....	61
Tabelle 11:	Maßnahmen in der Landwirtschaft.....	66
Tabelle 12:	Wirkung der bewerteten Maßnahmen in der Landwirtschaft	66
Tabelle 13:	Maßnahmen LULUCF.....	70
Tabelle 14:	Wirkung der bewerteten Maßnahmen LULUCF.....	71
Tabelle 15:	Wirkung der Sektor-übergreifenden Maßnahmen.....	78
Tabelle 16:	Wirkung der Sektor-übergreifenden Maßnahmen.....	78
Tabelle 17:	Maßnahmen im Verkehr	83
Tabelle 18:	Wirkung der bewerteten Maßnahmen im Verkehr	84
Tabelle 19:	Erfüllungsoptionen der nationalen Umsetzung der RD II in Deutschland (RED II, BImSchG).....	117
Tabelle 20:	THG-Minderung in Mt CO _{2äq.} nach Ressorts und laut Gutachten	127
Tabelle 21:	Mögliche Emissionsminderung in Mt CO _{2äq.} durch Energiepreisänderungen.....	132
Tabelle 22:	Ungefähre Zuordnung der Maßnahmenwirkung auf KSG-Sektoren.....	135