

TEXTE

168/2024

Abschlussbericht

Überarbeitung der EU- Flottenzielwerte zur CO₂- Minderung bei Pkw, leichten und schweren Nutzfahrzeugen

von:

Peter Kasten, Katharina Göckeler, Moritz Mottschall, Wolf Christian Görz, Florian Hacker
Öko-Institut e.V., Berlin

Herausgeber:

Umweltbundesamt

TEXTE 168/2024

REFOPLAN des Bundesministeriums Umwelt,
Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz

Forschungskennzahl 3721 57 101 0

FB001552

Abschlussbericht

Überarbeitung der EU-Flottenzielwerte zur CO₂-Minderung bei Pkw, leichten und schweren Nutzfahrzeugen

von

Peter Kasten, Katharina Göckeler, Moritz Mottschall,
Wolf Christian Görz, Florian Hacker
Öko-Institut e.V., Berlin

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Impressum

Herausgeber

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

Durchführung der Studie:

Öko-Institut e.V.
Borkumstraße 2
13189 Berlin

Abschlussdatum:

Juli 2024

Redaktion:

Fachgebiet I 2.2, Schadstoffminderung und Energieeinsparung im Verkehr
Helge Jahn

Publikationen als pdf:

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

ISSN 1862-4804

Dessau-Roßlau, Dezember 2024

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

Kurzbeschreibung: Überarbeitung der EU-Flottenzielwerte zur CO₂-Minderung bei Pkw, leichten und schweren Nutzfahrzeugen

Dieses Vorhaben unterstützte das Umweltbundesamt und das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz mit wissenschaftlichen Analysen bei der Positionierung Deutschlands für die Novellierung der CO₂-Flottenzielwerte für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge sowie für schwere Nutzfahrzeuge. Die Arbeiten umfassen die Analyse und Bewertung der jeweiligen Kommissionsvorschläge sowie der Folgenabschätzungen der EU-Kommission, Kommentierungen von Positionierungen und Vorschlägen von Stakeholdern sowie die Erstellung eigener Analysen. Die wissenschaftlichen Analysen wurden unter anderem auch in Ad-Hoc-Arbeiten erstellt und in den Ressortbesprechungen zwischen den Ministerien vorgestellt.

Abstract: Revision of the EU fleet targets for CO₂ reduction in passenger cars, light and heavy commercial vehicles

This project supported the Federal Environment Agency and the Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Nuclear Safety and Consumer Protection with scientific analyses in Germany's positioning for the amendment of the CO₂ fleet target values for passenger cars and light commercial vehicles as well as for heavy commercial vehicles. The work includes the analysis and assessment of the respective Commission proposals as well as the impact assessments of the EU Commission, comments on positions and proposals of stakeholders as well as the preparation of own analyses. The scientific analyses were also prepared in ad hoc work and were presented in meetings between the ministries.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	9
Tabellenverzeichnis	10
Abkürzungsverzeichnis.....	11
Zusammenfassung.....	12
Summary	14
1 Hintergrund	16
1.1 Vorgehen und Rolle dieses Forschungsprojekts	17
2 Analyse der Regulierungsvorschläge der EU-Kommission	18
2.1 Kommissionsvorschlag zur Novellierung der CO ₂ -Flottenzielwerte für Pkw und LNF.....	18
2.2 Kommissionsvorschlag zur Novellierung der CO ₂ -Flottenzielwerte für SNF.....	21
3 Analyse der CO ₂ -Emissionsminderungswirkung und des Ambitionsniveaus der CO ₂ - Flottenzielwerte	24
3.1 THG-Emissionsminderungswirkung in Deutschland durch die CO ₂ -Flottenzielwerte für Pkw und LNF.....	24
3.2 Die Ausgestaltung des Ambitionsniveaus der CO ₂ -Flottenzielwerte für Pkw und LNF im EU-Kontext	26
3.3 THG-Emissionsminderungswirkung in Deutschland durch die CO ₂ -Flottenzielwerte für SNF	30
4 Themenspezifische Arbeiten (Hintergrundpapiere).....	32
5 Unterstützung des politischen Prozesses zur Positionsfindung Deutschlands	34
6 Quellenverzeichnis	35
A Anhang: Sammlung der thematischen Hintergrundpapiere.....	39
A.1 Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte des Strukturwandels in der deutschen Automobilindustrie	39
A.1.1 Einführung.....	39
A.1.2 Status quo der deutschen Automobilwirtschaft.....	40
A.1.3 Studien zu den Auswirkungen des Strukturwandels	42
A.1.4 Einordnung der Ergebnisse	47
A.1.5 Ansatzpunkte für einen gelingenden Strukturwandel.....	50
A.2 Diskussion über die Höhe des „Nutzenparameters“ in den CO ₂ -Emissionsstandards für Pkw und LNF.....	51
A.3 Diskussion zu Anrechnung von erneuerbaren Kraftstoffen auf die CO ₂ -Flottenzielwerte für Pkw und LNF	57
A.4 CO ₂ -Emissionsstandards für SNF – Flexibilität durch Banking und Borrowing	60

A.4.1	Hintergrund und Vorschlag der EU-Kommission	60
A.4.2	Einordnung und Bewertung des EU-Vorschlags	61
A.4.3	Ideen für Veränderungen im Banking und Borrowing.....	64
A.5	Wirkung des Vorschlags zur Fortschreibung der CO ₂ -Flottenzielwerte auf die THG- Emissionen und den Markthochlauf von Nullemissionsfahrzeugen.....	66
A.5.1	Auswirkungen auf gesamteuropäischer Ebene	67
A.5.2	Auswirkung auf deutscher Ebene	68
A.5.3	Fazit.....	75
A.6	Berücksichtigung der THG-Emissionsminderung durch erneuerbare Kraftstoffe in den CO ₂ -Flottenzielwerten für schwere Nutzfahrzeuge (HDV) – Zusammenfassung des Impact Assessments der EU-Kommission und eigene Kommentierung.....	75
A.6.1	Diskussion zur Einführung eines THG-Emissions-Korrekturfaktor bei der Berechnung der CO ₂ -Emissionen der Neufahrzeugflotte der Fahrzeughersteller (FUEL 1)	76
A.6.2	Diskussion zur Einführung eines Systems zur Anrechnung (Crediting) von THG- Emissionsminderungen durch den Einsatz von zusätzlichen erneuerbaren Kraftstoffen (FUEL 2).....	78
A.6.3	Fazit.....	81
A.7	Die Berücksichtigung von Stadtbussen in dem Vorschlag der EU-KOM	82
A.7.1	Vorschlag der EU-KOM	82
A.7.2	Vorschlag zur Überarbeitung des Anhangs der CO ₂ -Emissionsstandards für schwere Nutzfahrzeuge.....	84
A.8	Sammelpapier: Verschiedene technische Aspekte zur Fortentwicklung der CO ₂ - Flottenzielwerte für schwere Nutzfahrzeuge	85
A.8.1	Technisches Potenzial zur CO ₂ -Minderung bei Sattelaufliegern (Semi-Trailer).....	85
A.8.2	Grenzwert für die Definition von ZEV.....	86
A.8.3	Abbildung von Fahrzeugen mit Vorderradantrieb in VECTO	87
A.8.4	Ausnahme für Sonderfahrzeuge für den Scope der CO ₂ -Emissionsstandards für Lkw.....	87
A.9	Überlegungen zum Vorschlag Finnlands, die besonderen Eigenschaften von EHC-Lkw (Extra Heavy Combination) bei der Berechnung der CO ₂ -Ziele zu berücksichtigen	89
A.9.1	Hintergrund.....	89
A.9.2	Änderungsvorschlag Finnlands	89
A.9.3	Einordnung des Vorschlages.....	90
A.10	Vorschlag zur veränderten Berücksichtigung der Reisebusse in den CO ₂ - Emissionsstandards für schwere Nutzfahrzeuge (SNF).....	91
B	Anhang: Foliensätze für Ressortbesprechungen.....	93
B.1	Ressortbesprechung 01. September 2021.....	94

B.2	Ressortbesprechung 25. Januar 2022	97
B.3	Ressortbesprechung 16. März 2023	99
B.4	Ressortbesprechung 29. September 2023.....	103

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Übersicht über Bewertung verschiedener Ausgestaltungsoptionen der Novellierung der CO ₂ -Zielwert-Verordnung in der Folgenabschätzung der EU-Kommission	19
Abbildung 2:	Durchschnittliche zusätzliche Gesamtnutzungskosten für Zielerfüllung mit Emissionsminderung über zusätzliche erneuerbare Kraftstoffe im Vergleich zu zusätzlichen batterieelektrischen Fahrzeugen	20
Abbildung 3:	Verteilung der Neuzulassungen von Pkw im Jahr 2020 inklusiver einer Einschätzung zu Marktpotenzialen für alternative Antriebe	30
Abbildung 4:	Aktuelle Anzahl der Beschäftigten im Automobilsektor (in Tsd.)	40
Abbildung 5:	Einfluss auf den Umsatz (engl. Output) in den am stärksten beeinflussten Sektoren (Mio. EUR-2015) und relative Abweichung zur Referenz.	43
Abbildung 6:	Einfluss auf Beschäftigtenzahlen nach Sektoren.....	44
Abbildung 7:	Analyse des Nutzenparameters: Szenario 0 (Monitoring-Datenbank für das Jahr 2020).....	53
Abbildung 8:	Änderung der Verteilung der Neuzulassungsanteile hinsichtlich Antriebstyp und CO ₂ -Emissionen zwischen den Jahren 2020 und 2021.....	54
Abbildung 9:	Analyse des Nutzenparameters: Szenario 1.1 (konservatives Szenario auf Basis von Marktdaten von Januar – Oktober 2021)	55
Abbildung 10:	Analyse des Nutzenparameters: Szenario 1.2 (progressives Szenario auf Basis von Marktdaten von Januar – Oktober 2021)	56
Abbildung 11:	Konzept des Banking und Borrowing in der bestehenden Regulierung.....	60
Abbildung 12:	Konzept des Banking und Borrowing im Kommissionsvorschlag der EU-KOM (Beispiel: neu regulierte Lkw und Reisebusse).....	61
Abbildung 13:	Phasen mit hoher Wahrscheinlichkeit der Kumulation von Emissionsguthaben (in Rot eingekreist); Phasen mit geringer Wahrscheinlichkeit der Kumulation von Emissionsguthaben (in blau eingekreist); Beispiel für neu regulierte Lkw und Reisebusse	63
Abbildung 14:	Zielwerte und mögliche Optionen für Trajektorie zur Bestimmung der Emissionsguthaben (inkl. möglicher zeitlicher Restriktion des Einsatzes von Emissionsguthaben) für bereits regulierte Fahrzeugtypen	65
Abbildung 15:	Neuzulassungsanteile verschiedener Antriebsoptionen bei verschiedenen Ambitionsniveaus, 2030 – 2040	67
Abbildung 16:	Direkte CO ₂ -Emissionen der schweren Nutzfahrzeuge bei verschiedenen Ambitionsniveaus der CO ₂ -Standards, 2020 - 2050	68
Abbildung 17:	Vorgegebener Pfad der CO ₂ -Emissionsminderung bei Neufahrzeugen (Mindestentwicklung), gültig für alle bereits regulierten Fahrzeuge.....	70
Abbildung 18:	Vorgegebener Pfad der CO ₂ -Emissionsminderung bei Neufahrzeugen (Mindestentwicklung), gültig für alle neu regulierten Fahrzeuge.....	71
Abbildung 19:	Entwicklung der Neuzulassungsanteile von Lkw > 12 t, 2020 – 2040 (inkl. 2045 und 2050); unterteilt in Szenarien „v1“ und „v2“	71

Abbildung 20:	Entwicklung der Neuzulassungsanteile von Lkw < 12 t, 2020 – 2040 (inkl. 2045 und 2050); unterteilt in Szenarien „v1“ und „v2“ 72
Abbildung 21:	THG-Emissionen des Verkehrssektors (MMS inkl. Vorschlag der EU-Kommission für die HDV CO ₂ -Regulierung); 2020 - 2050 73
Abbildung 22:	Compliance-Kosten für Fahrzeughersteller für unterschiedliche Zielerfüllungs-Strategien 79
Abbildung 23:	Kosteneinsparungen für verschiedene Nullemissions-Technologien (ZEV) im Vergleich zur Nutzung des Anrechnungsmechanismus für zusätzliche Mengen an erneuerbaren Kraftstoffen (fortschrittliche Biokraftstoffe) im Jahr 2030 ... 79
Abbildung 24:	Beispielrechnung für den Aufbau von Emissionsguthaben und der Gegenrechnung von Emissionsschulden bei Stadtbussen 83

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	THG-Emissionsminderungswirkung der verschiedenen Ausgestaltungsoptionen der CO ₂ -Flottenzielwerte für Pkw und LNF 25
Tabelle 2:	Übersicht über strategische Ausrichtung verschiedener Automobilkonzerne/-marken; Stand Dezember 2021 27

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Erläuterung
BMUV	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz
ETS	Emissionshandelssystem (Emissions Trading System)
HDV	Heavy Duty vehicles
LNF	Leichte Nutzfahrzeuge
Mission profiles	Fahrzeugnutzungsprofile
SNF	Schwere Nutzfahrzeuge
THG	Treibhausgase
UBA	Umweltbundesamt, Dessau
zGG	zulässiges Gesamtgewicht

Zusammenfassung

Dieses Forschungsvorhaben unterstützte durch wissenschaftliche Analysen das Umweltbundesamt (UBA) und das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) dabei, eine Positionierung zur Fortschreibung der CO₂-Flottenzielwerte für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge (LNF) sowie der CO₂-Flottenzielwerte für schwere Nutzfahrzeuge (SNF) zu entwickeln. Da sich die Schwerpunkte der Arbeit in diesem Forschungsvorhaben aus dem Kontext der politischen Diskussion und des Entscheidungsprozesses der Verordnungen ergeben, ist dieser Forschungsbericht kein inhaltlich in sich konsistenter und aufeinander aufbauender Bericht. Vielmehr ist er eine Zusammenstellung der Analysen und Bewertungen, die sich im Laufe der Projektlaufzeit ergeben haben und verschiedene Themenbereiche sowie verschiedene Unterstützungsfunktionen umfassen:

- ▶ Die wissenschaftlichen Erkenntnisse und Analysen sind in die Positionierung des BMUV zur Fortschreibung der beiden Regulierungen eingegangen. Die Forschungsnehmenden nahmen außerdem an verschiedenen Ressortgesprächen mit Vertreter*innen verschiedener Ministerien teil und präsentierten dort ihre Analysen und standen für Rückfragen zu ihren Analysen zur Verfügung.
- ▶ Für beide EU-Verordnungen schlug die EU-Kommission jeweils eine zeitliche und im Falle der SNF auch auf den Gültigkeitsbereichs bezogene Fortschreibung der Regulierung vor. Der Vorschlag der EU-Kommission für die Novellierung der CO₂-Flottenzielwerte für Pkw und LNF sah die Anhebung des Ambitionsniveaus ab dem Jahr 2030 auf -55 % (Pkw) bzw. -50 % (LNF)¹ und die Minderungsanforderung von 100 % ab dem Jahr 2035 vor. Der Novellierungsvorschlag der EU-Kommission für die CO₂-Flottenzielwerte für SNF umfasste die Anhebung des Ambitionsniveaus auf eine CO₂-Emissionsminderung von -45 % (2030), -65 % (2025) bzw. -90 % (2040) gegenüber dem jeweiligen Referenzjahr. Teil des Vorschlags war zudem die Erweiterung des Gültigkeitsbereichs auf weitere, bisher nicht regulierte Lkw-Fahrzeugtypen, Lkw-Anhänger und auf Busse.

Beide Verordnungen sind entsprechend der vorgeschlagenen Struktur und nur mit geringen Anpassungen final beschlossen worden. Bei der Verordnung für die Pkw und LNF gab es keine wesentliche Änderung des Kommissionsvorschlags. Bei der Verordnung der SNF wurde beschlossen, dass die 100%ige Quote für emissionsfreie Stadtbusse erst im Jahr 2035 – und nicht bereits im Jahr 2030 - wirksam werden soll.

- ▶ Die EU-Kommission kommt in ihren Folgenabschätzungen für die beiden Verordnungen auf strukturell ähnliche Bewertungen für die Ausgestaltung der Regulierungen. Je höher das Ambitionsniveau der Verordnung ausgestaltet ist, desto höher wird die Effektivität der Verordnungen in Bezug auf die THG-Emissionsminderung und das Innovationsniveau der europäischen Automobilindustrie eingeschätzt. Zudem wird den Szenarien mit hohem Ambitionsniveau auch eine sehr hohe Effizienz zugeordnet, da diese Szenarien mit den geringsten gesellschaftlichen und Nutzungskosten der Fahrzeuge sowie positiven volkswirtschaftlichen Effekten verbunden sind. Die Analysen in der Folgenabschätzung zur möglichen Integration der Emissionsminderungswirkung erneuerbarer Kraftstoffe in die CO₂-Flottenzielwerte weisen auf eher negative Effekte hin.

¹ Die CO₂-Emissionsminderungsanforderungen der Pkw und LNF beziehen sich auf die Emissionen des Jahres 2021.

- ▶ Die Analysen in dem Forschungsvorhaben zeigen sowohl für den Verordnungsvorschlag für Pkw und LNF als auch für den Verordnungsvorschlag für SNF, dass die Novellierungen zwar zur THG-Emissionsminderung bis zum Jahr 2030 beitragen, die bestehende Lücke zu den Verkehrssektorzielen des zum Zeitpunkt der Durchführung des Vorhabens gültigen Klimaschutzgesetzes (KSG) Deutschlands jedoch nicht annähernd schließen. Im Jahr 2030 führt der Novellierungsvorschlag für die Pkw- und LNF-Verordnung der EU-Kommission den Modellierungsergebnissen nach zu einer THG-Emissionsminderung von 1,8 Mt CO₂-Äq; der Vorschlag zur Novellierung der SNF-Verordnung hat der Modellierung nach eine Minderungswirkung von 2,5 – 6,3 Mt CO₂-Äq. Die Novellierungsvorschläge der EU-Kommission sind damit zwar notwendig und zielführend für die THG-Emissionsminderung, aber nicht hinreichend für die Einhaltung der Minderungsanforderungen des KSG. Die THG-Emissionsminderungsbeiträge nach dem Jahr 2030 sind jedoch erheblich und die Anreizwirkung auf die Transformation der Automobilindustrie ist ebenfalls erheblich.
- ▶ Für die Diskussion der deutschen Positionsfindung erstellten die Forschungsnehmenden zudem 10 Hintergrundpapiere und kommentierten verschiedene Positionen und Kompromissvorschläge von Stakeholdern für die Ausgestaltung der beiden Verordnungen.

Summary

This research project used scientific analyses to support the Federal Environment Agency (UBA) and the Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Nuclear Safety and Consumer Protection (BMUV) in developing a position on updating the CO₂ fleet target values for passenger cars and light commercial vehicles (LNF) and the CO₂ fleet target values for heavy commercial vehicles (SNF). As the focus of the work in this research project arises from the context of the political discussion and the decision-making process of the regulations, this research report is not a consistent and consecutive report in terms of content. Rather, it is a compilation of the analyses and evaluations that have emerged over the course of the project, covering various subject areas and different support functions:

- ▶ The scientific findings and analyses have been incorporated into the FMEV's positioning on the updating of the two regulations. The research participants also took part in various departmental discussions with representatives of various ministries, where they presented their analyses and were available to answer questions about their analyses.
- ▶ For both EU regulations, the EU Commission proposed an update of the regulation in terms of time and, in the case of the SNF, also in terms of the scope of validity. The EU Commission's proposal for the amendment of the CO₂ fleet targets for passenger cars and light commercial vehicles envisaged raising the ambition level to -55 % (passenger cars) and -50 % (light commercial vehicles) from 2030 and the reduction requirement of 100 % from 2035. The EU Commission's amendment proposal for the CO₂ fleet targets for SNF included raising the ambition level to a CO₂ emissions reduction of -45 % (2030), -65 % (2025) and -90 % (2040) compared to the respective reference year. Part of the proposal was also to extend the scope of application to other, previously unregulated truck vehicle types, truck trailers and buses.
- ▶ Both regulations were finally adopted in accordance with the proposed structure and with only minor adjustments. There were no significant changes to the Commission proposal in the regulation for passenger cars and light commercial vehicles. In the case of the SNF regulation, it was decided that the 100 % quota for zero-emission city buses should not take effect until 2035 - and not as early as 2030.
- ▶ In its impact assessments for the two regulations, the EU Commission arrives at structurally similar assessments for the design of the regulations. The higher the level of ambition of the regulation, the higher the effectiveness of the regulations in terms of GHG emission reduction and the level of innovation in the European automotive industry. In addition, the scenarios with a high level of ambition are also assigned a very high level of efficiency, as these scenarios are associated with the lowest social and usage costs of the vehicles as well as positive economic effects. The analyses in the impact assessment on the possible integration of the emission reduction effect of renewable fuels into the CO₂ fleet targets point to rather negative effects.
- ▶ The analyses in the research project show for both the proposed regulation for passenger cars and LCVs and the proposed regulation for HDVs that although the amendments contribute to GHG emission reductions by 2030, they do not come close to closing the existing gap to the transport sector targets of the German Climate Protection Act (KSG) in force at the time the project was carried out. According to the modeling results, the proposed amendment to the EU Commission's Car and LCV Regulation will lead to a GHG emission reduction of 1.8 Mt CO₂-eq in 2030; the proposal to amend the SNF Regulation has a

minimum GHG emission reduction of 1.8 Mt CO₂-eq according to the modeling results; The proposal to amend the SNF Regulation has a reduction effect of 2.5 - 6.3 Mt CO₂-eq according to the modeling. The EU Commission's amendment proposals are therefore necessary and expedient for GHG emission reduction, but not sufficient for compliance with the reduction requirements of the KSG. However, the GHG emission reduction contributions after 2030 are significant and the incentive effect on the transformation of the automotive industry is also considerable.

- ▶ For the discussion of the German position, the research participants also prepared 10 background papers and commented on various positions and compromise proposals from stakeholders for the design of the two regulations.

1 Hintergrund

Die CO₂-Emissionsstandards für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge (LNF) sind seit dem Jahr 2009 auf EU-Ebene die relevante politische Rahmensetzung für die Transformation des Automobilsektors und der damit verbundenen Klimaschutzwirkung im Verkehr. Die Hersteller bzw. Herstellergemeinschaften sind mit der EU-Verordnung dazu verpflichtet, die bei der erstmaligen Zulassung der Fahrzeuge angegebenen CO₂-Emissionen über ihre Gesamtflotte zu reduzieren. Seit dem Jahr 2015 galten dafür erstmalig Zielwerte, bei deren Überschreitung ein Bußgeld von den Automobilherstellern zu zahlen ist; im Jahr 2014 wurde die im Jahr 2009 beschlossene Verordnung novelliert, mit der der Rechtsrahmen mit dem Fokus auf das Jahr 2020 final festgelegt wurde. Eine weitere Novellierung der Flottenzielwertverordnung für Pkw und LNF fand im Jahr 2019 statt (EU - European Union 2019). In dieser wurde der Regulierungsrahmen mit dem Fokus auf das Jahr 2030 fortgeschrieben und festgelegt, dass die CO₂-Emissionen der neu zugelassenen Pkw und LNF im Durchschnitt um 37,5 % (Pkw) bzw. 31 % (LNF) gegenüber den Durchschnittsemissionen des Jahres 2021 sinken müssen, um eine Strafzahlung der Automobilhersteller zu vermeiden.

Die Novellierung der CO₂-Flottenzielwerte im Jahr 2019 und der Fortschreibung der CO₂-Flottenzielwerte führte zu einer Beschleunigung der Transformation hin zu emissionsfreien Pkw und LNF; während im Jahr 2019 nur 1,9 % der neu zugelassenen Pkw in der EU einen emissionsfreien Antrieb besaßen (Monteforte et al. 2024b), stieg der Anteil der emissionsfreien Pkw auf 5,6 % (2020) bzw. 12,2 % (2022). Die Schätzungen für das Jahr 2023 weisen einen Anteil an emissionsfreien Pkw von 15 % für die Neuzulassungen in der EU auf (Monteforte et al. 2024a). Diese Zahlen zeigen die Wirksamkeit der CO₂-Flottenzielwerte für Pkw und LNF für die Transformation der Automobilindustrie und für den Klimaschutz im Verkehrssektor.

Im Sommer 2021 veröffentlichte die EU-Kommission als Teil des „European Green Deal“ einen Vorschlag für eine weitere Novellierung der CO₂-Flottenzielwerte für Pkw und LNF. Die wesentlichen Anpassungen des Vorschlags der EU-Kommission war die Steigerung des Ambitionsniveaus der CO₂-Minderung ab dem Jahr 2030 auf eine 55%ige Minderung (Pkw) bzw. 50%ige Minderung (LNF) der Durchschnittsemissionen gegenüber dem Jahr 2021 sowie die Fortschreibung der Zielwerte nach dem Jahr 2030. Ab dem Jahr 2035 sah der Vorschlag der EU-Kommission eine 100%ige CO₂-Minderung bei den neu zugelassenen Pkw und LNF vor. Mit dieser Ausgestaltung der Verordnung können die Automobilhersteller ab dem Jahr 2035 Strafzahlungen nur vermeiden, wenn alle neu zugelassenen Pkw und LNF emissionsfrei sind.

Der Vorschlag der EU-Kommission für die Novellierung der CO₂-Flottenzielwerte führte im Jahr 2023 schlussendlich mit der Anpassungsverordnung (EU) 2023/851 zu geänderten CO₂-Flottenzielwerten. Die wesentlichen Ausgestaltungselemente wie beispielsweise das CO₂-Minderungsniveau entsprechen dem Vorschlag der EU-Kommission aus dem Jahr 2021; Anpassungen zum Vorschlag der EU-Kommission fanden vor allem an technischen Details der Verordnungen statt. Es ist also vor allem in der zweiten Hälfte der 2020er Jahre von einem noch stärker beschleunigten Hochlauf der Neuzulassungsanteile von emissionsfreien Pkw und LNF auszugehen, um die genannten Zielwerte dieser Verordnung einzuhalten.

Zeitversetzt zur CO₂-Verordnung für neue Pkw und LNF führte die EU mit der Verordnung (EU) 2019/1242 im Jahr 2019 erstmalig verbindliche CO₂-Flottenzielwerte für schwere Nutzfahrzeuge (SNF) ein. Die grundsätzliche Systematik dieser Verordnung ist sehr ähnlich zu den Pkw und LNF. Gegenüber den Referenzemissionen des Zeitraums Juli 2019 bis Juni 2020 müssen die Hersteller der schweren Nutzfahrzeuge die CO₂-Emissionen der Neufahrzeuge um 15 % (ab 2025) bzw. 30 % (ab 2030) reduzieren, um Strafzahlungen zu vermeiden.

Ähnlich wie bei den Pkw und den LNF ist für die EU bei den SNF eine Marktdynamik hin zu emissionsfreien Neufahrzeugen zu erkennen (Mulholland und Rodríguez 2023b), die allerdings nicht vollständig auf die im Jahr 2019 erfolgte Einführung von CO₂-Flottenzielwerten zurückzuführen ist. Während der steigende Anteil an emissionsfreien Neufahrzeugen im Bereich der Busse und leichten und mittelschweren Lkw vor allem auf andere Politikinstrumente (z. B. Clean Vehicle Directive) und Gesamtkostenvorteile für die Nutzung (z. B. KEP²-Dienstleistungen) zurückgeht, ist bei den schweren Lkw und den Last- und Zugmaschinen seit dem Jahr 2021 ein erster, langsam wachsender Markt für emissionsfreie Neufahrzeuge zu erkennen.

Anfang des Jahres 2023 veröffentlichte die EU-Kommission einen Vorschlag zur Novellierung der CO₂-Flottenzielwerte für SNF. Wie bei der Verordnung für Pkw und LNF schlug die EU-Kommission eine ambitioniertere Ausgestaltung der CO₂-Flottenzielwerte ab dem Jahr 2030 (45%ige Minderung gegenüber der Referenz) sowie eine Fortschreibung der Flottenzielwerte bis zum Jahr 2040 vor. Der Vorschlag der Verordnung sah vor, die CO₂-Emissionen der Neufahrzeuge ab dem Jahr 2035 um 65 % und ab dem Jahr 2040 um 90 % gegenüber der Referenz zu reduzieren. Ein weiterer wesentlicher Anpassungsvorschlag war die Erweiterung des Gültigkeitsbereichs der CO₂-Flottenzielwerte auf schwere Nutzfahrzeuge, die bisher nicht von der Verordnung erfasst sind. Busse, weitere Gruppen von Lkw und für Lkw-Anhänger und Auflieger sollten nach dem Vorschlag in die CO₂-Flottenzielwerte mit unterschiedlichen CO₂-Minderungsvorgaben integriert werden. Für Stadtbusse schlug die EU-Kommission vor, dass die Hersteller dazu verpflichtet werden, ab dem Jahr 2030 nur noch emissionsfreie Fahrzeuge neu zuzulassen.

Kurz vor Fertigstellung dieses Berichts wurde nach einem Trilog-Prozess der Vorschlag der EU-Kommission weitestgehend bestätigt. Die beschlossene Verordnung sieht kleinere gegenüber dem Vorschlag der EU-Kommission Zielwertveränderungen u. a. bei den Stadtbussen vor (90%iger Anteil an emissionsfreien Neufahrzeugen ab dem Jahr 2030, 100%iger Anteil an emissionsfreien Neufahrzeuge ab dem Jahr 2035). Zudem wurde ein Prüfauftrag an die EU-Kommission für eine zusätzliche Erweiterung des Gültigkeitsbereichs der Verordnung zu einem späteren Zeitpunkt (z. B. Arbeitsfahrzeuge, kleine Lkw unter 5 Tonnen zGG³) hinzugefügt.

1.1 Vorgehen und Rolle dieses Forschungsprojekts

Dieses Vorhaben wurde im Kontext des politischen Prozesses zur Novellierung der CO₂-Emissionsflottenzielwerte für Pkw und LNF sowie für SNF durchgeführt. Daher bestand die Aufgabe nicht darin – wie in anderen Vorhaben üblich – eine oder mehrere Forschungsfragen konsistent, ohne wechselnde Fragestellungen, zu bearbeiten. Die wissenschaftlichen Analysen ergaben sich vielmehr aus dem jeweils aktuellen und sich immer wieder ändernden politischen Diskurs und dem wissenschaftlichen Unterstützungsbedarf des UBA und des BMUV für die Positionsfindung in Bezug auf die beiden genannten Regulierungen. Der Forschungsbericht ist daher keine in sich geschlossene Arbeit, sondern geht auf verschiedene Aspekte der wissenschaftlichen Analysen des Forschungsnehmers ohne übergreifende Forschungsfrage ein.

² Kurier-, Express- und Paketdienstleistungen

³ zGG: zulässiges Gesamtgewicht

2 Analyse der Regulierungsvorschläge der EU-Kommission

Für beide Regulierungen war der jeweilige Verordnungsvorschlag der EU-Kommission der Ausgangspunkt der wissenschaftlichen Unterstützungsarbeiten. Beide Regulierungsvorschläge wurde systematisch daraufhin untersucht, welche wesentlichen Änderungen sich in den Vorschlägen befinden, welche Unklarheiten im Verordnungsvorschlag und welche möglichen Diskussionspunkte existieren und was sich aus der Folgenabschätzung der EU-Kommission ergibt.

2.1 Kommissionsvorschlag zur Novellierung der CO₂-Flottenzielwerte für Pkw und LNF

Der Kommissionsvorschlag zur Novellierung der CO₂-Flottenzielwerte für Pkw und LNF (EC - European Commission 2021b) ist im Wesentlichen eine Fortschreibung der zuvor bestehenden Regulierung (EU) 2019/631 ohne relevante Änderungen in der Architektur der Verordnung. Wesentliche Aspekte des Vorschlags waren:

- ▶ Bis zum Jahr 2029 bleibt die Ausgestaltung der CO₂-Flottenzielwerte gleich zur zuvor bestehenden Verordnung.
- ▶ Das Ambitionsniveau der CO₂-Flottenzielwerte ab dem Jahr 2030 steigt bei den Pkw auf eine 55%ige Minderung der Durchschnittsemissionen der Neuzulassungen (zuvor 37,5 %); bei den LNF schlug die EU-Kommission eine 50%ige Emissionsminderung vor (zuvor 31 %). Diese Minderung gilt jeweils gegenüber den Durchschnittsemissionen des Jahres 2021.
- ▶ Ab dem Jahr 2035 wird das Ambitionsniveau der Emissionsminderung für Pkw und LNF auf 100 % angehoben.
- ▶ Der existierende Anreizmechanismus für emissionsfreie und emissionsarme Pkw und LNF ist nur bis zum Jahr 2029 nutzbar. Danach wird er für die Prüfung der Zielwertehaltung nicht mehr eingesetzt.
- ▶ Die Ausnahmen für Hersteller mit geringen Neuzulassungszahlen (< 10.000 Pkw und < 22.000 LNF) laufen nach dem Jahr 2029 aus.
- ▶ Die Überprüfung der Verordnung findet im Jahr 2028 statt.

Die Folgenabschätzung (EC - European Commission 2021a) hat als zentralen Fokus der Diskussion die Ausgestaltung des Ambitionsniveaus ab dem Jahr 2030. Dafür werden in der Folgenabschätzung drei Szenarien mit verschiedenen Ambitionsniveaus entwickelt und nach verschiedenen Bewertungskategorien bewertet. Das Szenario mit dem hohen Ambitionsniveau⁴ („TL_High“) entspricht in etwa dem veröffentlichten Kommissionsvorschlag und kann daher gut die erwarteten Folgen des Kommissionsvorschlags darstellen.

⁴ Das Ambitionsniveau im Jahr 2030 liegt für Pkw bei -60 % anstatt bei -55 %.

Abbildung 1: Übersicht über Bewertung verschiedener Ausgestaltungsoptionen der Novellierung der CO₂-Zielwert-Verordnung in der Folgenabschätzung der EU-Kommission

xx	x	0	✓	✓✓
Strongly negative	Weakly negative	Neutral	Weakly positive	Strongly positive

<i>Options considered</i>	<i>Effectiveness</i>	<i>Efficiency</i>	<i>Coherence</i>	<i>Proportionality – added value</i>
1. CO₂ EMISSION TARGETS (cars and vans)				
<i>1.1 Target Levels</i>				
TL_0	0	0	0	0
TL_Low	✓	✓	✓	✓
TL_Medium	✓✓	✓✓	✓✓	✓
TL_High	✓✓	✓✓	✓✓	✓
<i>1.2 Timing of targets</i>				
TT 0	0	0	0	0
TT 1	✓	x	0	xx
<i>1.3 Use of revenues from excess emissions premiums</i>				
REV 0	0	0	0	0
REV 1	0	x	0	x
REV 2	0	x	0	x
<i>1.4 Derogations for small volume manufacturers</i>				
SVM 0	0	0	0	0
SVM 1	✓	0	✓✓	0
2. INCENTIVE SCHEME FOR ZERO- AND LOW-EMISSION VEHICLES (cars and vans)				
ZLEVT_no	0	0	0	0
ZLEV_Low	xx	0	0	0
ZLEV_Med	0	x	0	xx
ZLEV_High	✓	x	0	xx
3. MECHANISM FOR RENEWABLE AND LOW-CARBON FUELS ACCOUNTING (cars and vans)				
FUEL0	0	0	0	0
FUEL1	xx	xx	xx	x
FUEL2	x	xx	xx	xx

Quelle: (EC - European Commission 2021a), S. 75

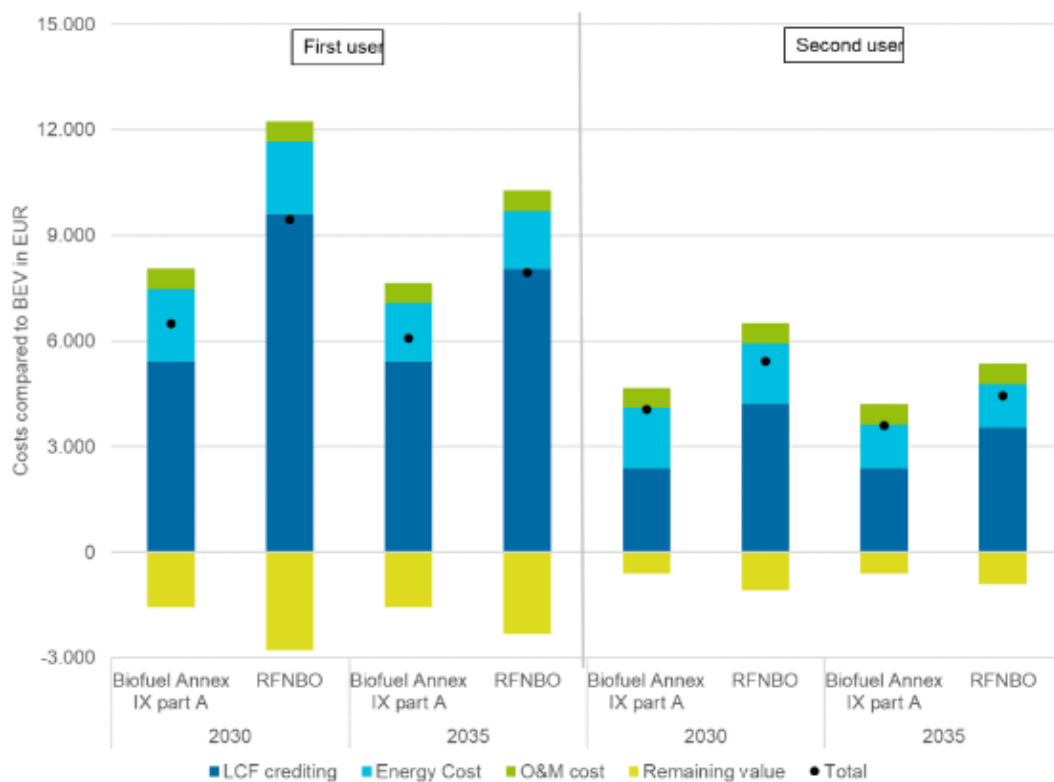
In der Analyse des Ambitionsniveaus schneidet das Ambitionsniveau „TL_High“ zusammen mit „TL_Medium“ in der Folgenabschätzung mit der besten Bewertung ab (siehe Abbildung 1). Die Effektivität für die THG-Emissionsminderung und die Marktentwicklung für emissionsfreie Fahrzeuge steigert sich verständlicherweise mit steigendem Ambitionsniveau. Das hohe Ambitionsniveau unterstützt damit nicht nur die Klimaschutzwirkung des Instruments, sondern reizt auch die Marktentwicklung innovativer Antriebstechnologien und der damit verbundenen Investitionen in neue Infrastrukturen an.

In ihrer Folgenabschätzung sieht die EU-Kommission das hohe Ambitionsniveau ebenfalls als stark vorteilhaft hinsichtlich der Effizienz der Regulierung. Die Kostenrechnungen für das Jahr 2030 und danach zeigen, dass die Gesamtnutzungskosten niedriger und die gesellschaftlichen Kosten mit positiven Effekten verbunden sind. Je höher das Ambitionsniveau und je weiter in die Zukunft geblickt, desto höher sind dabei die positiven, ökonomischen Effekte der Ausgestaltung „TL-High“. Diese Kosteneffekte führen in den Analysen der Folgenabschätzung auch dazu, dass das höchste Ambitionsniveau hinsichtlich der sozialen Effekte am besten abschneidet, da Haushalte mit niedrigem Einkommen in diesem Szenario die stärkste Entlastung erfahren. Die höheren Anschaffungskosten der Fahrzeuge werden dabei durch stärkere Entlastungen in der

Nutzungsphase der Fahrzeuge mehr als ausgeglichen. Auch wenn durch die Regulierung und das ambitionierte Emissionsminderungsniveau die Fahrzeughersteller höhere Kosten tragen müssen und stärkere Investitionen aufweisen, sieht die Folgenabschätzung den Effekt auf die europäische Wirtschaft und den Arbeitsmarkt positiv.

Die Folgenabschätzung verweist zudem auf eine hohe Kohärenz mit anderen Politikinstrumenten und den Zielen anderer Regulierungen. Spezifisch werden in der Folgenabschätzung die Unterstützung der Mitgliedsstaaten für die Erfüllung der Ziele der Lastenverteilungsverordnung sowie das effiziente Zusammenspiel mit dem neu eingeführten Emissionshandelssystem für den Gebäudesektor und den Straßenverkehr genannt, mit dem zu hohe CO₂-Preise für den Straßenverkehr vermieden werden. Hinsichtlich der Verhältnismäßigkeit⁵ findet die Folgenabschätzung keine relevanten Unterschiede zwischen den genannten Szenarien.

Abbildung 2: Durchschnittliche zusätzliche Gesamtnutzungskosten für Zielerfüllung mit Emissionsminderung über zusätzliche erneuerbare Kraftstoffe im Vergleich zu zusätzlichen batterieelektrischen Fahrzeugen



Quelle: (EC - European Commission 2021a), S.70

Für die politische Diskussion in Deutschland ist zudem die Folgenabschätzung für eine mögliche Einbeziehung von erneuerbaren Kraftstoffen als Emissionsminderungsoption in die CO₂-Flottenzielwerte von Interesse. Dafür untersuchte die EU-Kommission in der Folgenabschätzung zwei mögliche Ausgestaltungsoptionen: „Fuel 1“ stellt die Einbeziehung über einen Emissionskorrekturfaktor dar, mit dem die Beimischung erneuerbarer Kraftstoffe in den Kraftstoffmix Berücksichtigung in der Emissionsberechnung finden könnte. Mit diesem würde bei gleichem Ambitionsniveau jedoch die Wirksamkeit der CO₂-Flottenzielwerte auf die THG-

⁵ Die Verhältnismäßigkeit bezieht sich v.a. auf die administrativen Aufwände und Kosten sowie die Komplexität der Regulierung für betroffene Akteure sowie für den Vollzug (Monitoring, Verifizierung, etc.)

Emissionsminderung und auf die Marktentwicklung der emissionsfreien Fahrzeuge zurück gehen. Entsprechend negativ sieht die Folgenabschätzung diese Ausgestaltungsoption auch bei den Bewertungskategorien Effizienz und Kohärenz.

Mit der Option „Fuel 2“ wird die Einführung eines möglichen Crediting-Systems der Emissionsminderung von zusätzlichen erneuerbaren Kraftstoffen, welche durch die CO₂-Flottenzielwert-Verordnung angereizt werden, in die Folgenabschätzung aufgenommen. Besonders auffällig sind die negativen Kostenbetrachtungen für die Automobilhersteller und die Fahrzeugnutzenden (siehe Abbildung 2), die in der Folgenabschätzung deutlich werden. Die Folgenabschätzung verweist zudem auf mögliche negative Effekte für die Freisetzung von Luftschadstoffen und eine möglicherweise verlangsamte Transformation der Automobilindustrie, welche zu einer negativen Bewertung der Effektivität beitragen. Die Kohärenz wird für diese Ausgestaltungsoption als stark negativ eingeschätzt aufgrund möglicher Nutzungskonflikte mit anderen Nachfragesektoren wie dem Flug- und Seeverkehr (erneuerbare Kraftstoffe) sowie der Industrie (Biomasse als Rohstoff für Industrieprozesse). Durch die Verknüpfung mit der Erneuerbaren-Energie-Richtlinie, über die der Einsatz der erneuerbaren Kraftstoffe im Verkehrssektor vorangetrieben wird, und der notwendigen Vermeidung von Doppelzahlungen des gleichen Kraftstoffs in beiden Regulierungen schätzt die Folgenabschätzung diese Ausgestaltungsoption als sehr komplex, administrativ aufwendig und fehleranfällig in der Durchführung ein. Dies führt zu einer negativen Bewertung hinsichtlich der Verhältnismäßigkeit der Ausgestaltungsoption „Fuel 2“.

Die finale Fassung der Flottenzielwerte für Pkw und LNF (EU - European Union 2023) weist nur wenige Abweichungen zum ursprünglichen Vorschlag der EU-Kommission auf. Kleinproduzenten können Ausnahmenregeln für die Flottenzielwerte noch bis einschließlich des Jahres 2035 mit der EU-Kommission abstimmen. Zudem findet die Überprüfung der Verordnung nicht erst im Jahr 2028, sondern bereits im Jahr 2026 statt.

2.2 Kommissionsvorschlag zur Novellierung der CO₂-Flottenzielwerte für SNF

Im Gegensatz zum Kommissionsvorschlag für die Regulierung der Pkw und LNF sah der Vorschlag für SNF im Vergleich zur gültigen Verordnung (EU) 2019/1242 auch strukturelle Veränderungen wie die Ausweitung des Gültigkeitsbereichs auf noch nicht regulierte Fahrzeugklassen und damit verbundenen Anpassungen der Zielwert- und Emissionsberechnung vor. Wesentliche Novellierungsvorschläge waren die folgenden:

- ▶ In der bestehenden Verordnung fallen Lkw der Klasse N3 unter die Regulierung. Um im größeren Umfang die anfallenden CO₂-Emissionen in die Regulierung zu integrieren und die Klimaschutzwirkung zu erhöhen, sieht der Vorschlag eine Erweiterung auf (fast) alle schweren Nutzfahrzeuge vor. Schwere Nutzfahrzeuge zum Personentransport (Busse) sowie Lkw der Klassen N₂ und bisher nicht regulierte Lkw der Klasse N3 sowie Anhänger für den Gütertransport sollen dem Vorschlag nach durch die Regulierung mit Minderungszielen versehen werden. Ausgenommen von den CO₂-Emissionsminderungsanforderungen sind unter anderem Arbeits- und Off-Road-Fahrzeuge sowie Fahrzeuge für spezielle Zwecke (z. B. Sicherheitsbehörden, ärztliche Zwecke), wenn diese nicht gleichwertig als emissionsfreie Fahrzeuge eingesetzt werden können. Die Hersteller von Fahrzeugen außerhalb des Gültigkeitsbereichs können solche Fahrzeuge über eine freiwillige Opt-In-Option jedoch in die Emissions- und Zielwertberechnung mit einbeziehen.
- ▶ Übergeordnet sieht der Vorschlag eine Minderung von 45 % ab dem Jahr 2030, von 65 % ab dem Jahr 2035 und von 90 % ab dem Jahr 2040 vor. Im Detail gab der Regulierungsvorschlag

jedoch unterschiedliche Minderungsanforderungen für verschiedene Fahrzeugtypen vor, die zum Teil miteinander verrechenbar in der Emissionsberechnung und für die Prüfung der Zielwerteinhaltung sind. Für alle Lkw und Überlandbusse sieht die Berechnungsformel der Verordnung eine Minderung von 43 % (ab 2030), 64 % (ab 2035) bzw. 90 % (ab 2040) vor. Diese Minderungsanforderungen beziehen sich für die bereits regulierten Fahrzeugtypen auf die Referenzperiode des Jahres 2019⁶. Alle neu zu regulierenden Fahrzeuge sollen die vorgeschlagenen Minderungen gegenüber der Referenz des Jahres 2025 erfüllen. Zusätzlich gelten für Anhänger und Sattelaufleger ab dem Jahr 2030 Minderungsanforderungen von 7,5 % bzw. 15 %. Lkw und Anhänger werden über Gewichtungsfaktoren in der gemeinsamen Emissionsberechnung berücksichtigt, so dass die Hersteller Zielverfehlungen in einigen Fahrzeugklassen durch eine Übererfüllung in anderen Bereich ausgleichen können.

- ▶ Der Vorschlag sieht für die Stadtbusse ab dem Jahr 2030 eine Quote von 100 % an emissionsfreien Neufahrzeugen vor. Die Mitgliedsstaaten können dem Vorschlag entsprechend, einen gewissen Anteil an Stadtbussen von dieser Anforderung nach vorgegebenen Kriterien ausnehmen. Die Überprüfung der Zielwerteinhaltung erfolgt über einen gemeinsamen Ziel- und Emissionswert von Stadt- und Überlandbussen. Hersteller von beiden Buskategorien besitzen damit die Flexibilität, zwischen den beiden Kategorien die mögliche Nicht-Einhaltung von Zielwerten über die andere Fahrzeugkategorie auszugleichen.
- ▶ Der Anreizmechanismus für emissionsfreie und emissionsarme Neufahrzeuge wird nach dem Jahr 2029 nicht weitergeführt.
- ▶ Das System für Emissionsminderungsguthaben (credits) und Emissionsminderungsschulden (debts)⁷ bleibt bestehen und wird bis zum Jahr 2039 fortgesetzt. Guthaben aus dem Zeitraum bis zum Jahr 2024 (early credits) können die Hersteller nur im Jahr 2025 für die Zielwerteinhaltung einsetzen. In den Jahren 2029, 2034 und 2039 müssen mögliche Schulden, die wie in der bestehenden Regulierung auf 5 % des herstellerspezifischen Zielwerts begrenzt sind, aus der zu Ende gehenden Regulierungsperiode ausgeglichen sein.
- ▶ Neu ist die Flexibilität der Übertragung von Fahrzeugen zwischen den Herstellern. Nicht emissionsfreie Fahrzeuge können jedoch nur innerhalb einer Unternehmensgruppe übertragen werden. Die Aufnahme von emissionsfreien Fahrzeugen ist auf 5 % der neuzugelassenen Fahrzeuge eines Unternehmens begrenzt.
- ▶ Die Grenze für die Definition als emissionsfreie Fahrzeuge ist bei 5 g CO₂/tkm bzw. 5 g CO₂/pkm vorgesehen, um verbrennungsmotorische Fahrzeuge mit Wasserstoffnutzung als emissionsfreie Fahrzeuge in der Verordnung anrechenbar zu machen.
- ▶ Die Überprüfung der Verordnung soll im Jahr 2028 stattfinden und die Pönale verbleibt auch nach dem Jahr 2030 bei 4.250 Euro je g CO₂/tkm an Zielverfehlung.

Die Folgenabschätzung der EU-Kommission für die SNF weist strukturell ähnliche Ergebnisse auf wie bei den Pkw und LNF, weshalb diese im Folgenden nur verkürzt dargestellt werden. Die Erweiterung des Gültigkeitsbereich wird als sehr effektiv für die Emissionsminderung und die Marktentwicklung innovativer Technologien (emissionsfreie Antriebssysteme) angesehen. Während mit der bestehenden Regulierung 73 % der CO₂-Emissionen der schweren

⁶ Die Referenzperiode und damit auch die Periode für die Zielerfüllung bezieht sich immer auf den Zeitraum Juli des genannten Jahres bis Juni des Folgejahres.

⁷ Guthaben erhält ein Hersteller, wenn der Durchschnittsemissionswert unter einer linearen Minderungstrajektorie liegt. Schulden entstehen, wenn der Durchschnittsemissionswert über dem Zielwert des entsprechenden Jahres liegt.

Nutzfahrzeuge in die Regulierung integriert sind, erhöht sich der Anteil auf 98 % mit der Erweiterung des Gültigkeitsbereichs. Die positive Bewertung hinsichtlich der Kohärenz mit anderen Politikinstrumenten ergibt sich ebenfalls aus der höheren CO₂-Emissionsminderung gegenüber dem bisherigen Gültigkeitsbereich. Die Folgenabschätzung sieht für die Erweiterung des Gültigkeitsbereichs der Verordnung zudem eine hohe Effizienz der Erweiterung des Scopes, da die Kostenvorteile für die Gesellschaft und die Nutzenden (siehe folgender Absatz zur Analyse für verschiedene Ambitionsniveaus) auch für weitere Anwendungen erreicht werden.

Bei der Analyse des Ambitionsniveaus der Zielwerte bis zum Jahr 2040 liegt der Vorschlag der EU-Kommission zwischen den beiden untersuchten Szenarien „TL_Med“ und „TL_High“ (siehe Abbildung 1). Die strukturellen Effekte sind dabei die gleichen wie in der Folgenabschätzung bei den Pkw und LNF. Je ambitionierter die Zielwertsetzung der Verordnung ausgestaltet ist, desto stärker profitieren die Nutzenden und die Gesellschaft ökonomisch von der Verordnung. Die Kohärenz mit anderen Regulierungen und Zielen der EU sowie die Effektivität hinsichtlich der Ziele der Verordnung (THG-Emissionsminderung, Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Industrie durch innovative Technologien) wird mit steigendem Ambitionsniveau als sehr hoch eingeschätzt. Wie in der Folgenabschätzung für die Pkw- und LNF-Verordnung sind ebenfalls positive Effekte auf den Arbeitsmarkt bei ambitionierten Zielwerten zu erwarten.

Bei den Möglichkeiten zur Integration der CO₂-Emissionsminderung durch erneuerbare Kraftstoffe in die CO₂-Flottenzielwerte entspricht die Folgenabschätzung strukturell der Analyse bei den Pkw und LNF. Für die Nutzenden und die Automobilhersteller wäre ein Crediting-System mit höheren Kosten verbunden. Die Option, Korrekturfaktoren für die Beimischung von erneuerbaren Kraftstoffen in den Kraftstoffmix einzuführen, wird vor allem wegen der geringeren Effektivität der Verordnung als nicht zielführend eingeschätzt.

Im Trilog-Prozess zwischen EU-Parlament, EU-Rat und EU-Kommission wurden verschiedene Änderungen zum Vorschlag der EU-Kommission umgesetzt, wobei die wesentlichen Aspekte des Vorschlags beibehalten werden.

Der Gültigkeitsbereich der Verordnung soll ab 2035 zusätzlich zu den im Vorschlag der EU-Kommission genannten Fahrzeugtypen um sogenannte Arbeitsfahrzeuge ergänzt werden. Zudem werden die Minderungsanforderungen an die Sattelaufleger gegenüber dem Kommissionsvorschlag angepasst; ab 2030 sollen die Emissionen der Sattelaufleger um 10 % unter dem Wert der Referenzperiode des Jahres 2025 liegen. Für Stadtbusse wird das Ziel einer 100 %-Quote für emissionsfreie Neufahrzeuge gegenüber dem Vorschlag um fünf Jahre nach hinten auf das Jahr 2035 geschoben; ab 2030 müssen die Hersteller einen Anteil von 90 % an neuzugelassenen Stadtbussen erreichen. Zudem wurde die Definition emissionsfreier Fahrzeuge gegenüber dem Vorschlag der EU-Kommission verändert. Um den Status eines emissionsfreien Fahrzeugs zu erreichen, dürfen die Emissionen des SNF nicht über 3 g CO₂/tkm bzw. nicht über 1 g CO₂/pkm liegen.

Eine weitere technische Anpassung gegenüber dem Kommissionsvorschlag ist die zeitliche Begrenzung der Gültigkeit von Emissionsminderungsguthaben. Diese sind in ihrer Zeitdauer nicht unbegrenzt einsetzbar. Sie behalten ihre Gültigkeit bis sieben Jahre nach der Ausstellung des Emissionsminderungsguthabens. Die Überprüfung der Verordnungen wird zudem um ein Jahr nach vorne geschoben und soll bereits im Jahr 2027 stattfinden.

3 Analyse der CO₂-Emissionsminderungswirkung und des Ambitionsniveaus der CO₂-Flottenzielwerte

Das Hauptziel der Einführung und Fortschreibung der beiden Verordnungen ist die THG-Emissionsminderung im Verkehrssektor. Mit dem Absinken der spezifischen CO₂-Emissionen bei den Neufahrzeugen sinken nach und nach die Durchschnittsemissionen des Bestands und damit der THG-Emissionsausstoß im Verkehrssektor. Die Untersuchung, wie stark die CO₂-Flottenzielwerte zur THG-Emissionsminderung beitragen und welches Emissionsniveau der Verkehrssektor zukünftig bei unterschiedlichen Ausgestaltungen der CO₂-Flottenzielwerte erreichen wird, ist also ein zentraler Bestandteil der Bewertung verschiedener Ausgestaltungsoptionen beider Verordnungen. Die Ausgestaltung des Ambitionsniveaus und die damit verbundene Emissionsminderungswirkung der Regulierungen waren daher ein wichtiger Bestandteil der Analysen in diesem Forschungsvorhaben.

3.1 THG-Emissionsminderungswirkung in Deutschland durch die CO₂-Flottenzielwerte für Pkw und LNF

Das Bottom-Up Modell TEMPS, welches für die Wirkungsabschätzung von Klimaschutzinstrumenten und die Abbildung von THG-Emissionsszenarien für den deutschen Verkehrssektor entwickelt wurde und in vielen Forschungsvorhaben, wie beispielsweise für die Erstellung der Projektionsberichte Deutschlands, eingesetzt wird, ist das Werkzeug, welches für die Analyse zur THG-Emissionsminderungswirkung der CO₂-Flottenzielwerte in diesem Projekt zum Einsatz kommt. Die vorgenommenen Modellierungen und Minderungsabschätzungen setzen auf den Rahmenbedingungen und den Modellierungsergebnissen des Projektionsberichts 2021 auf (Repenning et al. 2021). Sie sind damit konsistent zu den zum Zeitpunkt der politischen Diskussion an die EU-Kommission übermittelten THG-Emissionsprojektionen Deutschlands.

In der Diskussion zur deutschen Positionsfindung hinsichtlich des Ambitionsniveaus der CO₂-Flottenzielwerte standen im Wesentlichen zwei Aspekte zur Diskussion, für deren Wirkungsabschätzung Modellierungen mit dem Tool TEMPS durchgeführt wurden:

- ▶ Soll das Ambitionsniveau der CO₂-Verordnung im Jahr 2030 höher sein als von der EU-Kommission vorgeschlagen?
- ▶ Soll es, anders als im Kommissionsvorschlag, verbindliche, kontinuierliche sinkende Zwischenzielwerte zwischen den Jahren 2025 und 2030 sowie zwischen 2030 und 2035 geben?

Diese beiden Aspekte ergaben sich aus der Tatsache, dass der Projektionsbericht 2021 allein für das Jahr 2030 eine THG-Emissionsminderungslücke des Verkehrssektors von 41 Mt CO₂-Äq. zum Zeitpunkt des bei den Analysen in Deutschland gültigen Klimaschutzgesetzes (KSG) aufwies. Für den gesamten Zeitraum zwischen 2020 und 2030 lag die projizierte Zielverfehlung des Verkehrssektors in Bezug auf das KSG bei weit über 200 Mt CO₂-Äq. Mit 5,8 Mio. batterieelektrischen Pkw (BEV) im Bestand im Jahr 2030 wies die Projektion des Jahres 2021 zudem eine erhebliche Zielverfehlung der im Koalitionsvertrag festgehaltenen Zielgröße von 15 Mio. BEV im Jahr 2030 auf.

Insgesamt wurden vier unterschiedliche Ausgestaltungsoptionen (jeweils in relativen Minderungsanforderungen gegenüber den Emissionen des Jahres 2021) auf Ihre Effektivität für

die THG-Emissionsminderung und den Markthochlauf batterieelektrischer Fahrzeuge hin untersucht:

- ▶ Der Vorschlag der EU-Kommission (FF 55) mit Minderungszielen von -55 % (2030) und -100 % (2035).
- ▶ Eine Ausgestaltung mit Minderungszielen (Variante 1) von -75 % (2030) und -100 % (2035) mit jährlich absinkender Minderungsanforderung (linear) zwischen 2025 und 2030 sowie zwischen 2030 und 2035.
- ▶ Eine Ausgestaltung mit Minderungszielen (Variante 2) von -65 % (2030) und -100 % (2035) mit jährlich sinkenden Minderungszielen inklusive einer zweijährigen Compliance-Phase zwischen 2025 und 2030 sowie zwischen 2030 und 2035.
- ▶ Eine Ausgestaltung mit Minderungszielen (Variante 3) von -65 % (2030) und -100 % (2035) mit jährlich absinkender Minderungsanforderung (linear) zwischen 2025 und 2030 sowie zwischen 2030 und 2035.

Offensichtlich ist, dass die THG-Emissionen im Szenario FF 55, welches den Vorschlag der EU-Kommission repräsentiert, am geringsten zurückgehen, wogegen die ambitionierteren Ausgestaltungen stärker zur Schließung der Lücke zu den Verkehrssektorzielen des KSG⁸ beitragen. Die THG-Emissionen des ambitioniertesten Szenarios Variante 1 sinken im Jahr 2030 beispielsweise um knapp 5 Mt CO₂-Äq. mehr als im Szenario FF 55. Im Jahr 2035 ist die THG-Minderung des Szenarios Variante 1 um knapp 10 Mt CO₂-Äq. größer als der Vorschlag der EU-Kommission (FF 55).

Tabelle 1: THG-Emissionsminderungswirkung der verschiedenen Ausgestaltungsoptionen der CO₂-Flottenzielwerte für Pkw und LNF

	Gesamtemissionen bzw. Emissionsminderung in t CO ₂ -Äq.			Emissionsminderung (kumuliert) in t CO ₂ -Äq.	
	2030	2035	2040	2025 - 2030	2031 - 2040
Projektionsbericht 2021	126,3	100,0	78,6		
FF 55	-1,8	-10,3	-19,5	-3,3	-116,0
Variante 1	-6,7	-20,1	-25,1	-17,0	-196,0
Variante 2	-5,4	-19,2	-24,7	-15,1	-188,0
Variante 3	-5,3	-17,9	-23,9	-13,9	-177,0
Ziel KSG	85,0				

Quelle: Eigene Berechnungen mit TEMPS

Strukturell weisen die Vorschläge ähnliche Wirkungsmechanismen auf. Sehr hohe THG-Emissionsminderungen treten jedoch erst nach 2030 auf. Dies liegt daran, dass durch die CO₂-Flottenzielwerte im Zeitraum nach 2030 hohe Neuzulassungsanteile an emissionsfreien Fahrzeugen in den Bestand kommen und zugleich ein relativ hoher Anteil an emittierenden verbrennungsmotorischen Fahrzeugen den Fahrzeugbestand verlässt. Aus dieser Kombination

⁸ Zum Zeitpunkt der Fertigstellung dieses Berichtes haben Bundestag und Bundesrat ein verändertes KSG beschlossen, welches keine sektoralen Zielstellungen mehr vorsieht.

stellt sich eine vergleichsweise steile THG-Emissionsminderungstrajektorie in diesem Zeitraum ein. Mit verbindlichen Zwischenzielwerten, die ein kontinuierliches Absinken der Durchschnittsemissionen der Neufahrzeuge festlegen, sind deutlich höhere THG-Emissionsminderungen erreichbar als in der Ausgestaltung des EU-Kommissionsvorschlags.

Deutlich wird jedoch auch, dass sich die THG-Emissionslücke zu den Sektorzielen des KSG nicht allein durch die CO₂-Flottenzielwerte schließen lässt. Selbst bei ambitioniertester Ausgestaltung verbleibt im Jahr 2030 eine THG-Emissionsminderungslücke von knapp 35 Mt CO₂-Äq., welche durch weitere nationale wie europäische Klimaschutzinstrumente zu schließen ist. Eine ambitionierte Novellierung der CO₂-Flottenzielwerte für Pkw und LNF ist daher notwendig, aber selbst bei sehr ambitionierter Ausgestaltung nicht ausreichend, um die im KSG festgelegten Minderungsziele des Verkehrssektors zu erreichen.

Abbildungen der THG-Emissionsentwicklung, zur genaueren Parametrisierung der Szenarien und zur Entwicklung des Pkw-Bestands wurden in den Ressortbesprechungen gezeigt und finden sich in Anhang B.

3.2 Die Ausgestaltung des Ambitionsniveaus der CO₂-Flottenzielwerte für Pkw und LNF im EU-Kontext

Die CO₂-Flottenzielwerte legen für die Automobilhersteller eine CO₂-Emissionsminderungsanforderung für ihre Neufahrzeuge in der gesamten EU⁹ fest. Daraus ergibt sich die Fragestellung, inwieweit eine ambitionierte Ausgestaltung der CO₂-Flottenzielwerte für das Jahr 2030 nicht nur in Deutschland, sondern auch innerhalb der EU erfüllbar ist und wie diese mit den Zielen bzw. den Politiken der Mitgliedsstaaten der EU in Verbindung stehen. Zudem weisen die strategischen Ausrichtungen der Hersteller darauf hin, welche Ambitionshöhe im gesamteuropäischen Kontext möglich sein kann.

Aus diesem Grund wurde für die Analyse ein Tool erstellt, welches aus den Neuzulassungszahlen für Pkw des Jahres 2020 (EEA – European Environment Agency 2024) eine Verteilung der Pkw-Neuzulassungen in den EU-Mitgliedsstaaten erstellt und über Annahmen zur Markteinschätzung emissionsfreier Pkw in den verschiedenen Ländern eine Abschätzung darüber zulässt, welches Ambitionsniveau in der EU realistisch erreichbar ist. Anders als die Modellierung mit dem Emissionsberechnungsmodell TEMPS, welches eine Bottom-Up-Modellierung der möglichen Kaufentscheidung von Neufahrzeugen integriert, lässt das neu entwickelte Tool eine auf Annahmen gestützte Abschätzung zu, wie sich unterschiedliche Marktanteile an emissionsfreien Pkw in den verschiedenen Ländern auf die CO₂-Emissionsminderung in der gesamten EU auswirken.

Aus der Verteilung der Neuzulassungen für Pkw innerhalb der EU lassen sich erste strukturelle Ergebnisse schließen:

- ▶ In den vier Ländern Deutschland, Frankreich, Italien und Spanien finden knapp 70 % der Neuzulassungen von Pkw innerhalb des Gültigkeitsraums der CO₂-Flottenzielwerte für Pkw und LNF statt. Die Entwicklung in diesen vier Mitgliedsstaaten ist also sehr entscheidend für die Entwicklung der durchschnittlichen Emissionen im europäischen Fahrzeugbestands und für die Geschwindigkeit des Umstiegs auf emissionsfreie Fahrzeuge.

⁹ Zusätzlich sind Norwegen und Island Teil des Gültigkeitsraums der CO₂-Flottenzielwerte

- Nimmt man die vier Länder Belgien, Polen, Schweden und Niederlande hinzu, steigt der Anteil der regulierten Neuzulassungen auf über 80 %. Weniger als 20 % der Neuzulassungen verteilen sich auf die übrigen 21 Länder des Gültigkeitsbereichs der Verordnung.

Einschätzungen dazu, inwieweit sich die Anteile emissionsfreier Pkw-Neuzulassungen in den einzelnen Mitgliedsstaaten der EU entwickeln könnten, wurde über zwei Ansätze verfolgt. Einerseits wurde untersucht, welche politischen Zielsetzungen hinsichtlich des Markthochlaufs von emissionsfreien Pkw die einzelnen Mitgliedstaaten verfolgen und welche Positionierungen sowie Instrumentierungen in den Mitgliedsstaaten existieren. Der zweite Ansatz war die Analyse der strategischen Ausrichtungen der verschiedenen Automobilhersteller sowie deren Marktanteile in den verschiedenen Mitgliedsstaaten der EU.

- Zum Zeitpunkt der Analyse hatten acht Länder des Gültigkeitsbereichs der CO₂-Flottenzielwerte ein politisch gesetztes und zum Teil auch mit politischen Instrumenten hinterlegtes Ziel für ein Phase-Out von verbrennungsmotorischen bzw. emittierenden Neuzulassungen im Bereich der Pkw (Wappelhorst 2021). In Norwegen galt diese Zielsetzung bereits für das Jahr 2025, die meisten Ländern hatten sich diese Zielsetzung jedoch für das Jahr 2030 gegeben (z. B. Niederlande, Schweden, Irland, Island). In Dänemark galt diese Zielsetzung für das Jahr 2035 und Spanien sowie Frankreich folgen mit der Zielsetzung für das Jahr 2040. Zu diesen Ländern kommt mit Slowenien ein neuntes Land hinzu, welches ab dem Jahr 2035 Neuzulassungen auf emissionsarme Fahrzeuge von weniger als 50 g CO₂/km begrenzen will.
- In der Diskussion um die CO₂-Flottenzielwerte gab es zudem eine Gruppe von EU-Mitgliedsstaaten, die von der Kommission die Festlegung eines Datums für das Phase-Out von verbrennungsmotorischen Pkw- und LNF-Neuzulassungen forderte (Randall 2021; Que choisir? 2015) ohne für diese Forderung ein konkretes Enddatum zu nennen. Diese Länder waren Belgien, Dänemark, Griechenland, Irland, Litauen, Luxemburg, Malta, die Niederlande und Österreich.
- Eine Zusammenstellung der strategischen Ausrichtung der Automobilhersteller zum Zeitpunkt der Analysen ist in Tabelle 2 gegeben. Länder, in denen der Marktanteil von Autoherstellern, die in Tabelle 2 als ambitioniert hinsichtlich der Transformation zu emissionsfreien Pkw eingeschätzt werden¹⁰, im Jahr 2020 über 70 % lag, sind Deutschland, Tschechien und Österreich. Marktanteile dieser Marken über 60 % gab es im Jahr 2020 in Italien, den Niederlanden, Schweden, Norwegen, Irland, Luxemburg, Slowenien, Litauen und Kroatien.

Tabelle 2: Übersicht über strategische Ausrichtung verschiedener Automobilkonzerne/-marken; Stand Dezember 2021

Marke	Anteil	Technologie	Jahr	Eigene Anmerkungen	ambitioniert für Transformation
Audi	100 %	ZEV	2033	gilt für Europa (ab Mitte der 2020er Ausstieg aus der Neuentwicklung von ICEV)	X

¹⁰ Die Marke Tesla ist nicht in Tabelle 2 aufgezählt, ist in die Analyse allerdings integriert. SEAT und Skoda sind als Teile des Volkswagen-Konzerns genauso wie Lancia als Teil von Fiat in der Analyse als ambitioniert mit aufgenommen. Kleinere ambitionierte Nischenanbieter sind nicht mit in diese Zahlen integriert.

Marke	Anteil	Technologie	Jahr	Eigene Anmerkungen	ambitioniert für Transformation
Volkswagen	70 % / 100 %	ZEV	2030 / 2033-2035	gilt für Europa (ab Mitte der 2020er Ausstieg aus der Neuentwicklung von ICEV)	X
Opel	100 %	ZEV	2028		X
Fiat	100 %	ZEV	2030		X
Renault	65 % / 90 %	PHEV, ZEV / ZEV	2025 / 2030	2025er-Ziel bezieht sich auf Europa, 2030-Ziel auf weltweite Verkäufe	X
Mercedes	50 % / (100 %)	PHEV, ZEV	2025 / 2030	"electric only"-Strategie: 100 % ZEV in 2030 dort, wo es die Marktbedingungen zulassen; keine Entwicklung mehr von ICEV ab Mitte der 2020er Jahre	X
Volvo	50 % / 100 %	ZEV	2025 / 2030		X
Ford	100 %	ZEV	2030	gilt für Europa (67 % PHEV und BEV für LNF)	X
BMW	50 %	(PHEV,) ZEV	2030	unterschiedliche Einschätzung in den Quellen	
Jaguar	100 %	ZEV	2025		X
GM	100 %	ZEV	2035		
Hyundai	100 %	ZEV	2035	gilt für Europa (30 % ZEV weltweit in 2030; 80 % ZEV weltweit in 2040)	X
Honda	40 % / 80 %	ZEV	2030 / 2035	Zahlen gelten für alle wichtigen Märkte (2040: 100 % ZEV weltweit)	
Porsche	50 % / 80 %	PHEV, ZEV	2025 / 2030		X
Alfa Romeo	100 %	ZEV	2027		X
Peugeot	n.a.			Ab 2023 zu 100 % elektrifiziertes Angebot	
Nissan	n.a.			Anfang der 2030er vollständig elektrifiziert (inkl. HEV)	
Kia	n.a.			40 % des Umsatzes ab 2030 aus elektrifizierten Fahrzeugen (inkl. HEV)	
Mazda	40 %	ZEV	2030	Multi-Solution-Ansatz	
Toyota	20 %	PHEV, ZEV	2025		

Marke	Anteil	Technologie	Jahr	Eigene Anmerkungen	ambitioniert für Transformation
SMART	100 %	ZEV			X

Quelle: Eigene Zusammenstellung nach Informationen aus (Mock 2021) und (Köllner 2021) und weiterer eigener Recherche.

Die Analyse zeigt, dass der Großteil der neuen Pkw in Ländern zugelassen wird, in denen aufgrund der politischen Zielsetzung oder aufgrund der Marktanteile von hinsichtlich der Transformation zu emissionsfreien Fahrzeugen ambitionierten Herstellern eher hohe Anteile an emissionsfreien Neuzulassungen zu erwarten sind (siehe hierzu auch Abbildung 3):

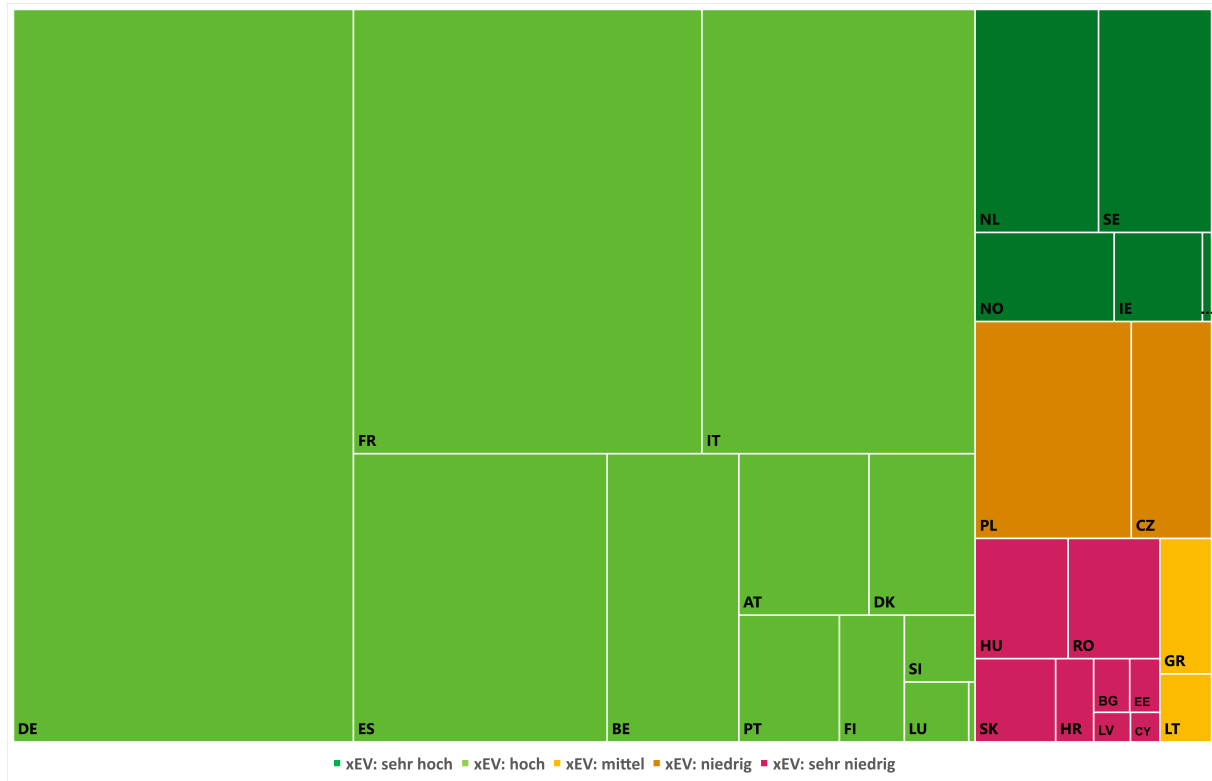
- ▶ 8 % der Neuzulassungen von Pkw fanden im Jahr 2020 in Ländern statt, die als politisches Ziel das vollständige Phase-Out aus emittierenden Fahrzeugen beschlossen hat.
- ▶ Weitere 80 % der Neuzulassungen fanden im Jahr 2020 in Ländern statt, in denen potenziell hohe Anteile an emissionsfreien Pkw möglich sind. Darunter fallen alle Länder, die sich spätestens zum Jahr 2040 das politische Ziel gesetzt haben, nur (Albert et al. 2016) noch emissionsfreie Pkw zuzulassen, Länder, die die EU-Kommission aufgefordert haben, ein Datum für den Ausstieg aus verbrennungsmotorischen Neuzulassungen von Pkw festzulegen¹¹ und solche Länder, in denen Automobilhersteller, die eine ambitionierte Transformationsstrategie verfolgen, mehr als 60 % der Neuzulassungen im Jahr 2020 ausgemacht haben¹². Hinzu kommen Länder, in denen ein hoher Anteil an emissionsfreien Pkw möglich erscheint, zu denen noch Finnland und Portugal zugeordnet werden, die im Jahr 2020 vergleichsweise hohe Neuzulassungsanteile an emissionsfreien Pkw hatten.

Es ist also deutlich, dass knapp 90 % der Neuzulassungen von Pkw in Mitgliedsstaaten stattfinden, in denen durchaus hohe Neuzulassungsanteile von emissionsfreien Fahrzeugen erwartbar sind. Ambitionierte CO₂-Flottenzielwerte, wie sie von der EU-Kommission vorgeschlagen, aber auch in Deutschland diskutiert wurden (siehe Kapitel 3.1), sind im EU-Kontext also realistisch darstellbar. Es gilt jedoch auch zu beachten, dass einige Länder und Hersteller von den politischen und den unternehmensstrategischen Zielsetzungen erheblich abweichen und entfernt sind. Gerade für Spanien und Italien, die aufgrund ihrer Marktgröße für Neufahrzeuge relevant für die Zielerfüllung der CO₂-Flottenzielwerte sind, weisen bisher eher niedrige Neuzulassungsanteile für emissionsfreie Pkw auf.

¹¹ Ausnahme in der Bewertung ist Griechenland, welches im Jahr 2020 den zweitniedrigsten Neuzulassungsanteil an emissionsfreien Pkw im Gültigkeitsbereich der Verordnung hatte.

¹² Ausnahme in der Bewertung ist Litauen, welches im Jahr 2020 den viertniedrigsten Neuzulassungsanteil an emissionsfreien Pkw im Gültigkeitsbereich der Verordnung hatte.

Abbildung 3: Verteilung der Neuzulassungen von Pkw im Jahr 2020 inklusiver einer Einschätzung zu Marktpotenzialen für alternative Antriebe



Quelle: Eigene Abbildung und Einschätzungen

3.3 THG-Emissionsminderungswirkung in Deutschland durch die CO₂-Flottenzielwerte für SNF

Die Effektivität des Kommissionsvorschlags für die Novellierung der CO₂-Flottenzielwerte für SNF hinsichtlich der THG-Emissionsminderung in Deutschland wurde ebenfalls mit dem Modellierungsinstrument TEMPS vorgenommen. Die Grundlage für die Modellierung war im Gegensatz zur Bewertung des Vorschlags der Novellierung der Verordnung für Pkw und LNF der Projektionsbericht 2023. Die Rahmenbedingungen und die Politikausgestaltung der Emissionsminderungsbewertung setzen also auf den Rechnungen und Ergebnissen des Mit-Maßnahmen-Szenarios (MMS) im Projektionsbericht 2023 auf (Harthan et al. 2023). Die Emissionsminderungslücke zum Verkehrssektorziel des zum Zeitpunkt der Untersuchung gültigen KSG (85 Mt CO₂-Äq.) für das Jahr 2030 liegt bei knapp 30 Mt CO₂-Äq.¹³; kumuliert für den gesamten Zeitraum 2020 bis 2030 ist die Zielverfehlung mit knapp über 200 Mt CO₂-Äq. weiterhin sehr groß.

Für die Emissionsbewertung der Novellierung der CO₂-Flottenzielwerte für SNF wurden insgesamt vier Modellierungsvarianten untersucht, die im Folgenden erläutert werden:

¹³ Unterschiede in der Höhe der THG-Emissionen in den hier gezeigten Ergebnissen im Vergleich zum Projektionsbericht 2023 ergeben sich aus der unterschiedlichen Emissionsbewertung des Einsatzes von E-Fuels. Im Projektionsbericht werden die durch die Verbrennung von E-Fuels entstehenden THG-Emissionen gemäß der Bilanzierungsvorgaben des IPCC im Verkehrssektor angerechnet; die emissionsmindernde Wirkung wird den Sektoren, denen der Kohlenstoff für die Produktion der E-Fuels entnommen wird, zugeordnet. In diesem Vorhaben werden die THG-Emissionen der Nutzung von E-Fuels im Verkehrssektor mit null angesetzt. Die für das KSG rechtlich relevante THG-Emissionsminderungslücke wäre dementsprechend größer als die hier genannten Werte.

- ▶ Alle Modellierungsläufe beziehen sich auf den Vorschlag der EU-Kommission für die Novellierung der CO₂-Flottenzielwerte für SNF. Unterschieden wird dabei zwischen unterschiedlichen Entwicklungen zwischen den Zielwertjahren sowie zwischen unterschiedlichen Annahmen zur Entwicklung der Durchschnittsemissionen in Deutschland gegenüber dem EU-Durchschnitt.
- ▶ Zwei Modellläufe gehen davon aus, dass die Durchschnittsemissionen der Neufahrzeuge dem EU-Durchschnitt entsprechen. Die Vorgaben für die Emissionsminderung der Durchschnittsemissionen sind damit eine 45%ige (2030), eine 65%ige (2035) und eine 90%ige (2040) Minderung der spezifischen Neufahrzeugemissionen gegenüber dem jeweiligen Referenzjahr.
- ▶ Zwei weitere Modellläufe nehmen an, dass die Durchschnittsemissionen der Neufahrzeuge in Deutschland niedriger sind als im EU-Durchschnitt. Diese Annahme stützt sich auf eine Befragung der Fahrzeughersteller (NOW 2023), die zu dem Ergebnis kommt, dass sie von 11 %-Punkte höheren Neuzulassungsanteilen an emissionsfreien Lkw in Deutschland ausgehen als im EU-Durchschnitt. Die Minderungsanforderung liegt in diesen Szenarien demnach bei 56 % (2030), 76 % (2035) bzw. 100 % (2040) gegenüber dem jeweiligen Referenzjahr des Fahrzeugtyps.
- ▶ In den beiden, oben genannten Modellvarianten wird jeweils zwischen einer jährlich angepassten, linearen Entwicklung der Emissionsminderung zwischen den Zielwertjahren und der bisher angenommenen, stufenförmigen Entwicklung der Emissionsminderung, in der erst kurz vor dem neuen Zielwertjahr die Emissionen abgesenkt werden, unterschieden.

Details der Annahmen und der Ergebnisse der Modellierungsläufe sind in einem für die Positionsfindung der Bundesregierung erstellten Hintergrundpapier aufbereitet (siehe Anhang A.5). Im Jahr 2030 gehen die THG-Emissionen ausgehend vom MMS des Projektionsberichts 2023 um 2,5 – 6,3 Mt CO₂-Äq. zurück. Die kumulierte Emissionsminderung in den vier Szenarien für den Zeitraum 2020 bis 2030 beträgt zwischen 5,4 und 14,4 Mt CO₂-Äq. Offensichtlich ist, dass die Novellierung der CO₂-Flottenzielwerte die Emissionsminderungsbemühungen Deutschlands wesentlich unterstützt, die Lücke für die Sektorzielerreichung im KSG jedoch nicht annähernd schließt. Verbindliche Zwischenzielwerte, die ein kontinuierliches Absinken der Durchschnittsemissionen der Neufahrzeuge sicherstellen, führen dabei zu einer wesentlich stärkeren Emissionsreduktion als Szenarien mit einem stufenförmigen Verlauf der durchschnittlichen Emissionsentwicklung der Neufahrzeuge.

4 Themenspezifische Arbeiten (Hintergrundpapiere)

Teil des Forschungsvorhabens war es, auf Basis von bestehenden wissenschaftlichen Untersuchungen, eigenen Analysen sowie Gesprächen mit Expert*innen Hintergrundpapiere zu verschiedensten Aspekten im Kontext der beiden CO₂-Flottenzielwertverordnungen zusammenzustellen. Die Analysen befassen sich dabei mit möglichen Auswirkungen der Verordnungen durch verschiedene Ausgestaltungsoptionen bis hin zur Diskussion von eher technischen Detailfragen der Verordnungen. Insgesamt wurden zehn Hintergrundpapiere erstellt, welche in Anhang A dieses Berichts zu finden sind. Die Hintergrundpapiere sind auf Verständlichkeit ausgelegt und häufig auch in sehr kurzer Bearbeitungszeit entstanden. Sie sind also keine für die Wissenschaft ausgelegten Papiere, sie zielen vielmehr darauf ab, dem interessierten Leser in Kürze die notwendigen Informationen zur Verfügung zu stellen.

- ▶ *Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte des Strukturwandels in der deutschen Automobilindustrie:* In diesem Papier gibt es eine Übersicht über verschiedene wissenschaftliche Studien zur Wirkung der Transformation der Automobilbranche auf die Wertschöpfung und Beschäftigung in Deutschland (siehe Anhang A.1).
- ▶ *Diskussion über die Höhe des „Nutzenparameters“ in den CO₂-Emissionsstandards für Pkw und LNF:* Das Ziel dieses Hintergrundpapiers ist es, zu bestimmen, wie hoch der Nutzenparameter „a“ in der Zielwertkurve im Jahr 2025 sein kann und welchen Einfluss batterieelektrischer Fahrzeuge auf den Nutzenparameter haben können (siehe Anhang A.2).
- ▶ *Diskussion zu Anrechnung von erneuerbaren Kraftstoffen auf die CO₂-Flottenzielwerte für Pkw und LNF:* Dieses Papier beschäftigt sich mit der möglichen Einführung eines Anrechnungssystems der THG-Emissionsminderung durch den Einsatz zusätzlicher erneuerbarer Kraftstoffe sowie dadurch entstehender Risiken (siehe Anhang A.3).
- ▶ *CO₂-Emissionsstandards für SNF – Flexibilität durch Banking und Borrowing:* Dieses Hintergrundpapier diskutiert die Chancen und Risiken für die Automobilhersteller, die sich durch das Banking von Emissionsminderungsguthaben (Credits) und Borrowing durch Emissionsminderungsschulden (Debts) ergeben können. Auf der Basis der Diskussion werden Vorschläge für eine veränderte Ausgestaltung des Banking- und Borrowing-Systems gemacht (siehe Anhang A.4).
- ▶ *Wirkung des Vorschlags zur Fortschreibung der CO₂-Flottenzielwerte auf die THG-Emissionen und den Markthochlauf von Nullemissionsfahrzeugen:* Dieses Papier fasst die Analysen der Folgenabschätzung der EU-Kommission für die THG-Emissionsminderung in der EU zusammen und beschreibt eigene Wirkungsabschätzungen für die THG-Emissionsminderung in Deutschland, die mit dem Modell TEMPS auf Basis von Rechnungen für den Projektionsbericht 2023 erstellt wurden (siehe Anhang A.5).
- ▶ *Berücksichtigung der THG-Emissionsminderung durch erneuerbare Kraftstoffe in den CO₂-Flottenzielwerten für schwere Nutzfahrzeuge (HDV) – Zusammenfassung des Impact Assessments der EU-Kommission und eigene Kommentierung:* Dieses Hintergrundpapier fasst die Diskussion zur möglichen Einbindung der Emissionsminderung durch den Einsatz erneuerbarer Kraftstoffe in die CO₂-Flottenzielwerte für SNF mit den dadurch möglichen Chancen und Risiken zusammen und kommentiert die untersuchten Optionen dieser Ausgestaltung der Verordnung (siehe Anhang A.6).
- ▶ *Die Berücksichtigung von Stadtbussen in dem Vorschlag der EU-Kommission:* Dieses Hintergrundpapier untersucht die Integration der Stadtbusse in die CO₂-Flottenzielwerte für

SNF. Der Fokus der Analyse liegt auf der Berechnung der Emissionsminderungsguthaben, die die Automobilhersteller vor dem Zielwert im Jahr 2030 erwerben können („early credits“) und welche Effekte diese auf das Ambitionsniveau der Verordnung haben können. Zudem werden mögliche Änderungsvorschläge für das System der Emissionsminderungsguthaben bei Stadtbussen gemacht (siehe Anhang A.7).

- ▶ *Sammelpapier: Verschiedene technische Aspekte zur Fortentwicklung der CO₂-Flottenzielwerte für schwere Nutzfahrzeuge:* Dieses Papier geht auf Fragen zu technischen Aspekten der CO₂-Flottenzielwerte ein. Darunter fallen die Einschätzung zu CO₂-Minderungspotenzialen der Sattelaufleger, eine Diskussion der Emissionsbewertung von verbrennungsmotorischen Wasserstoff-Fahrzeugen und von elektrischen Fahrzeugen mit Vorderradantrieb sowie die Möglichkeiten zur Berücksichtigung von Arbeitsfahrzeugen in der Verordnung (vocational vehicles) (siehe Anlage A.8).
- ▶ *Überlegungen zum Vorschlag Finnlands, die besonderen Eigenschaften von EHC-Lkw (Extra Heavy Combination) bei der Berechnung der CO₂-Ziele zu berücksichtigen:* Dieses Papier analysiert den Vorschlag Finnlands, die extra-schweren Lkw über einen Korrekturfaktor in den CO₂-Flottenzielwerten für SNF zu berücksichtigen (siehe Anhang A.9).
- ▶ *Vorschlag zur veränderten Berücksichtigung der Reisebusse in den CO₂-Emissionsstandards für schwere Nutzfahrzeuge (SNF):* Dieses Papier geht auf die Berücksichtigung der Reisebusse in den CO₂-Flottenzielwert für SNF ein und macht einen Vorschlag dazu, wie mehr Flexibilität für die Hersteller von Reisebussen innerhalb der Regulierung geschaffen werden kann (siehe Anhang A.10).

5 Unterstützung des politischen Prozesses zur Positionsfindung Deutschlands

Dieses Forschungsvorhaben unterstützte das UBA und das BMUV nicht nur bei durch schriftliche Aufbereitungen mit wissenschaftlichen Hintergrundinformationen, sondern auch durch die Einbindung in den Positionsfindungsprozess der Bundesregierung. Die Forschungsnehmenden nahmen insgesamt an fünf Ressortbesprechungen teil, die im Folgenden aufgelistet sind, präsentierten dort ihre wissenschaftlichen Analysen und standen für Rückfragen der Ministerien bereit.

- ▶ *Ressortbesprechung 01. September 2021:* Vorstellung der Änderungen bzw. der wesentlichen inhaltlichen Aspekte der Fortschreibung der CO₂-Flottenzielwerte für Pkw und LNF im Vorschlag der EU-Kommission sowie erste Ergebnisse der Wirkungsabschätzung (siehe auch Abschnitt B.1).
- ▶ *Ressortbesprechung 18. Januar 2022:* Vorstellung des Positionsvorschlags des BMUV; Teilnahme zur Beantwortung von Fragen zur Wirkungseinschätzung des Vorschlags.
- ▶ *Ressortbesprechung 25. Januar 2022:* Vorstellung der Emissionsminderungsabschätzung bei verschiedenen Ausgestaltungsoptionen des Ambitionsniveaus der CO₂-Flottenzielwerte für Pkw und LNF (siehe auch Abschnitt B.2).
- ▶ *Ressortbesprechung 16. März 2023:* Vorstellung der Änderungen bzw. der wesentlichen inhaltlichen Aspekte der Fortschreibung der CO₂-Flottenzielwerte für SNF (siehe auch Abschnitt B.3).
- ▶ *Ressortbesprechung 29. September 2023:* Vorstellung des Systems für den Erwerb von Emissionsminderungsguthaben für Stadtbusse und der dadurch entstehenden Effekte auf das Ambitionsniveau der Verordnung (siehe auch Abschnitt B.4).

Zusätzlich kommentierten die Forschungsnehmer dieses Vorhabens unter anderem die Positionierung des BMUV und ließen dadurch ihre wissenschaftlichen Analysen in diese Position mit einfließen. Zudem fanden Kommentierungen der Positionierung verschiedener Stakeholder sowie von Kompromissvorschlägen der jeweiligen Ratspräsidentschaften statt, um über Ad-Hoc-Überlegungen die wissenschaftliche Expertise des Forschungskonsortiums mit in die Überlegungen des BMUV zu integrieren.

6 Quellenverzeichnis

Agora Verkehrswende (Hg.) (2021): Automobile Arbeitswelt im Wandel. Jobeffekte in Deutschland bis 2030. Online verfügbar unter https://www.agora-verkehrswende.de/fileadmin/Projekte/2021/BCG-Jobstudie/Automobile-Arbeitswelt-im-Wandel_Ergebnisfolien.pdf, zuletzt geprüft am 07.08.2024.

Åkerman, I.; Jonsson, R. (2007): European Modular System for road freight transport – experiences and possibilities. Report 2007:2 E. Hg. v. TFK - TransportForsk AB und Department of Transportation KTH. Stockholm. Online verfügbar unter <https://unece.org/DAM/trans/wp24/wp24-presentations/documents/pres08-11.pdf>, zuletzt geprüft am 08.08.2024.

Albert, C.; Bonn, A.; Burkhard, B.; Daube, S.; Dietrich, K.; Engels, B. et al. (2016): Towards a national set of ecosystem service indicators: Insights from Germany. In: Ecological Indicators 61, S. 38–48. DOI: 10.1016/j.ecolind.2015.08.050.

Bauer, W.; Riedel, O.; Herrmann, F.; Borrmann, D.; Sachs, C. (2018): ELAB 2.0. Wirkungen der Fahrzeugelektrifizierung auf die Beschäftigung am Standort Deutschland. Hg. v. Fraunhofer Institut für Arbeitswirtschaft und -organisation (IAO). Stuttgart. Online verfügbar unter <https://publica.fraunhofer.de/entities/publication/dd906cb2-3a8e-45bc-ac15-393b0642034f/details>, zuletzt geprüft am 13.06.2024.

BMWi - Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Hg.) (2019): Entwurf des integrierten nationalen Energie- und Klimaplan. Gemäß der VERORDNUNG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES über das Governance-System für die Energieunion und für den Klimaschutz, zur Änderung der Richtlinie 94/22/EG, der Richtlinie 98/70/EG, der Richtlinie 2009/31/EG, der Verordnung (EG) Nr. 663/2009, der Verordnung (EG) Nr. 715/2009, der Richtlinie 2009/73/EG, der Richtlinie 2009/119/EG des Rates, der Richtlinie 2010/31/EU, der Richtlinie 2012/27/EU, der Richtlinie 2013/30/EU und der Richtlinie (EU) 2015/652 des Rates und zur Aufhebung der Gemäß der VERORDNUNG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES über das Governance-System für die Energieunion und für den Klimaschutz, zur Änderung der Richtlinie 94/22/EG, der Richtlinie 98/70/EG, der Richtlinie 2009/31/EG, der Verordnung (EG) Nr. 663/2009, der Verordnung (EG) Nr. 715/2009, der Richtlinie 2009/73/EG, der Richtlinie 2009/119/EG des Rates, der Richtlinie 2010/31/EU, der Richtlinie 2012/27/EU, der Richtlinie 2013/30/EU und der Richtlinie (EU) 2015/652 des Rates und zur Aufhebung der Verordnung (EU) Nr. 525/2013. BMWi - Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. Online verfügbar unter https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/E/entwurf-des-integrierten-nationalen-energie-und-klimaplan.pdf?__blob=publicationFile&v=8, zuletzt geprüft am 12.02.2019.

Deloitte (Hg.) (2021): Transformation deutscher Automobilzulieferer. Statusbericht 2021 von Deloitte und dem VDA. Online verfügbar unter <https://www2.deloitte.com/de/de/pages/consumer-industrial-products/articles/automobilzulieferer-transformation-elektromobilitaet-studie-2021.html>, zuletzt geprüft am 08.08.2024.

EC - European Commission (2021a): COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT IMPACT ASSESSMENT Part 1 Accompanying the document Proposal for a REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL amending Regulation (EU) 2019/631 as regards strengthening the CO₂ emission performance standards for new passenger cars and new light commercial vehicles in line with the Union's increased climate ambition. Brussels (SWD(2021) 613 final). Online verfügbar unter https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:9a735251-eecc-11eb-a71c-01aa75ed71a1.0001.01/DOC_1&format=PDF, zuletzt geprüft am 15.08.2024.

EC - European Commission (2021b): Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the council amending Regulation (EU) 2019/631 as regards strengthening the CO₂ emission performance standards for new passenger cars and new light commercial vehicles in line with the Union's increased climate ambition. 2021/0197 (COD) (2021/0197 (COD)). Online verfügbar unter <https://eur->

[lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:870b365e-eecc-11eb-a71c-01aa75ed71a1.0001.01/DOC_1&format=PDF](https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:870b365e-eecc-11eb-a71c-01aa75ed71a1.0001.01/DOC_1&format=PDF), zuletzt geprüft am 07.08.2024.

EC - European Commission (2023): COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT EXECUTIVE SUMMARY OF THE IMPACT ASSESSMENT REPORT Accompanying the document Proposal for a REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL amending Regulation (EU) 2019/1242 as regards strengthening the CO₂ emission performance standards for new heavy-duty vehicles and integrating reporting obligations, and repealing Regulation (EU) 2018/956 (SWD(2023) 89 final). Online verfügbar unter https://climate.ec.europa.eu/document/download/3e2d9011-e7f6-41a7-9f24-2f4b8706173e_en?filename=policy_transport_hdv_20230214_impact_assessment_en.pdf, zuletzt geprüft am 07.08.2024.

ECF - European Climate Foundation (Hg.) (2018): Low-carbon cars in Europe: A socio-economic assessment. Final Report. Cambridge, Brüssel. Online verfügbar unter <https://europeanclimate.org/wp-content/uploads/2019/12/20-02-2019-low-carbon-cars-in-europe-a-socioeconomic-assessment-technical-report.pdf>, zuletzt geprüft am 08.08.2024.

EEA – European Environment Agency (Hg.) (2024): Monitoring of CO₂ emissions from passenger cars Regulation (EU) 2019/631. Datahub. Online verfügbar unter <https://www.eea.europa.eu/en/datahub/datahubitem-view/fa8b1229-3db6-495d-b18e-9c9b3267c02b>, zuletzt geprüft am 07.08.2024.

EU - European Union (2019): VERORDNUNG (EU) 2019/631 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 17. April 2019 zur Festsetzung von CO₂-Emissionsnormen für neue Personenkraftwagen und für neue leichte Nutzfahrzeuge und zur Aufhebung der Verordnungen (EG) Nr. 443/2009 und (EU) Nr. 510/2011. Neufassung. Online verfügbar unter <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=celex%3A32019R0631>, zuletzt geprüft am 08.08.2024.

EU - European Union (2023): Regulation (EU) 2023/851 of the European Parliament and of the Council of 19 April 2023 amending Regulation (EU) 2019/631 as regards strengthening the CO₂ emission performance standards for new passenger cars and new light commercial vehicles in line with the Union's increased climate ambition (Text with EEA relevance). 25.04.2023. Aufl. Brüssel. Online verfügbar unter <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32023R0851>, zuletzt geprüft am 13.05.2024.

Frieske, B.; van den Adel, B.; Schwarz-Kocher, M.; Stieler, S.; Schnabel, A.; Tözün, R. (2019): Strukturstudie BWemobil 2019. Transformation durch Elektromobilität und Perspektiven der Digitalisierung. Hg. v. e-mobil BW GmbH. Online verfügbar unter <https://www.e-mobilbw.de/fileadmin/media/e-mobilbw/Publikationen/Studien/Strukturstudie2019.pdf>.

Grimm, A.; Doll, C.; Hacker, F.; Minnich, L. (2020): Nachhaltige Automobilwirtschaft. Strategien für eine erfolgreiche Transformation. Hg. v. Fraunhofer Institut für System und Innovationsforschung (Fraunhofer ISI). Karlsruhe (Working Paper Sustainability and Innovation, WP S 19/2020). Online verfügbar unter <https://publica-rest.fraunhofer.de/server/api/core/bitstreams/e79aca2c-cb34-4f33-af40-1393d08964a7/content>, zuletzt geprüft am 08.08.2024.

Hagedorn, M.; Hartmann, S.; Heilert, D.; Harter, C.; Olschewski, I.; Eckstein, L. et al. (2019): Automobile Wertschöpfung 2030/2050. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie. Endbericht. Hg. v. BMWi - Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. Online verfügbar unter https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Studien/automobile-wertschoepfung-2030-2050.pdf?__blob=publicationFile&v=1, zuletzt geprüft am 08.08.2024.

Harthan, R.; Förster, H.; Borkowski, K.; Böttcher, H.; Braungardt, S.; Bürger, V. et al. (2023): Projektionsbericht 2023 für Deutschland. 2. Auflage. Hg. v. Umweltbundesamt (UBA). Öko-Institut; Fraunhofer ISI; IREES; Thünen-Institut. Dessau-Roßlau (Climate Change, 39/2023). Online verfügbar unter

<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/projektionsbericht-2023-fuer-deutschland>, zuletzt geprüft am 07.08.2024.

Heyen, D. A.; Gensch, C.-O.; Gsell, M.; Hacker, F.; Minnich, L.; Scherf, C.-S. et al. (2022): Strukturwandel zu einer Green Economy. Analysen und Empfehlungen zur Gestaltung. Teilbericht AP 2. Hg. v. Umweltbundesamt (UBA). Dessau (Umwelt, Innovation, Beschäftigung, 04/2022). Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/strukturwandel-zu-einer-green-economy-0>, zuletzt geprüft am 13.06.2024.

Hochfeld, C.; Tausendteufel, F. (2021): Autojobs unter Strom. Autojobs unter Strom Wie Elektrifizierung und weitere Trends die automobilen Arbeitswelt bis 2030 verändern werden und was das für die Politik bedeutet. Studie. Hg. v. Agora Verkehrswende. Online verfügbar unter https://www.agora-verkehrswende.de/fileadmin/Projekte/2021/BCG-Jobstudie/64_Jobeffekte.pdf, zuletzt geprüft am 08.08.2024.

Köllner, C. (2021): Verbrenner-Ausstieg: Die Pläne der Autohersteller. Teil 2: Wer plant wann den Verbrennungsmotor-Ausstieg? Hg. v. Springer Professional. Wiesbaden. Online verfügbar unter <https://www.springerprofessional.de/antriebsstrang/verkehrswende/verbrenner-ausstieg--die-plaene-der-autohersteller/18906344>, zuletzt geprüft am 07.08.2024.

Larrodé, E.; Muerza, V. (2021): European Modular Systems performances comparison in freight transport operations. 14th Conference on Transport Engineering: 6th – 8th July 2021. Hg. v. Elsevier B.V. Online verfügbar unter <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352146521007821>, zuletzt geprüft am 08.08.2024.

Mock, P. (2021): Das 2025er-Ziel von @MercedesBenz verdoppelt sich auf 50% #Elektroautos... auf X. Online verfügbar unter <https://twitter.com/MockPeter/status/1418196210201018376>, zuletzt geprüft am 07.08.2024.

Mönnig, A.; Schneemann, C.; Weber, E.; Zika, G.; Helmrich, R. (2018): Elektromobilität 2035. Effekte auf Wirtschaft und Erwerbstätigkeit durch die Elektrifizierung des Antriebsstrangs von Personenkraftwagen. Hg. v. Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB) (IAB-Forschungsbericht, 8/18). Online verfügbar unter <http://doku.iab.de/forschungsbericht/2018/fb0818.pdf>, zuletzt geprüft am 08.08.2024.

Monteforte, M.; Diaz de Aguilar, S.; Mock, P.; Tietge, U.; Rajon Bernard, M. R. (2024a): European Market Monitor Quarterly European car and van market and charging infrastructure development: January–December 2023. Hg. v. The International Council on Clean Transportation (ICCT). Berlin. Online verfügbar unter <https://theicct.org/publication/eu-car-and-van-market-development-quarterly-december23-mar24/>, zuletzt geprüft am 07.08.2024.

Monteforte, M.; Mock, P.; Bernard, M. R.; Tietge, U.; Mulholland, E. (2024b): EUROPEAN VEHICLE MARKET STATISTICS. Pocketbook 2023/24. Hg. v. The International Council on Clean Transportation (ICCT). Berlin. Online verfügbar unter <https://theicct.org/publication/european-vehicle-market-statistics-2023-24/>, zuletzt geprüft am 07.08.2024.

Mulholland, E.; Rodríguez, F. (2023a): An analysis of the revision of Europe's heavy-duty CO₂ standards. International Council for Clean Transportation (ICCT) (Briefing). Online verfügbar unter <https://theicct.org/publication/europe-heavy-duty-vehicle-co2-standards-may23/>, zuletzt geprüft am 07.08.2023.

Mulholland, E.; Rodríguez, F. (2023b): Zero-emission bus and truck market in Europe: A 2022 update. Hg. v. The International Council on Clean Transportation (ICCT). Berlin. Online verfügbar unter <https://theicct.org/wp-content/uploads/2023/08/EU-HDV-truck-market-update-fact-sheet-for-posting.pdf>, zuletzt geprüft am 07.08.2024.

NOW (Hg.) (2023): Marktentwicklung klimafreundlicher Technologien im schweren Straßengüterverkehr. Auswertung der Cleanroom-Gespräche 2022 mit Nutzfahrzeugherstellern. Online verfügbar unter

<https://www.klimafreundliche-nutzfahrzeuge.de/wp-content/uploads/2023/02/Marktentwicklung-klimafreundlicher-Technologien-im-schweren-Strassengueterverkehr.pdf>, zuletzt geprüft am 22.07.2024.

Plackner, H. (2015): Rundholz-Lkw mit 104 t. Finnland probt den Einsatz extrem schwerer Gespanne. Hg. v. Holzkurier.com. Online verfügbar unter https://www.holzkurier.com/rundholz/2015/10/rundholz-lkw_mit104t.html, zuletzt geprüft am 08.08.2024.

Que choisir? (Hg.) (2015): Appareils électroménagers. La réparation redevient tendance (09/2015). Online verfügbar unter <https://www.quechoisir.org/enquete-appareils-electromenagers-la-reparation-redevient-tendance-n6729/>, zuletzt geprüft am 17.03.2016.

Ragon, P.-L.; Rodríguez, F. (2021): CO₂ emissions from trucks in the EU: An analysis of the heavy-duty CO₂ standards baseline data. Hg. v. International Council on Clean Transportation (ICCT) (Working Paper, WORKING PAPER 2021-35). Online verfügbar unter <https://theicct.org/publication/co2-emissions-from-trucks-in-the-eu-an-analysis-of-the-heavy-duty-co2-standards-baseline-data/>, zuletzt geprüft am 07.08.2024.

Randall, C. (2021): Nine European nations call for EU combustion phase-out. Hg. v. electrive.com. Online verfügbar unter <https://www.electrive.com/2021/03/11/nine-european-nations-call-for-eu-combustion-phase-out/>, zuletzt geprüft am 07.08.2024.

Rennert, H.; Gasser, K.; Rose, P.; van Arsdale, S.J.; Hertle, L.; Frauenknecht, P. (2021): Electric Vehicle Transition Impact Assessment Report 2020-2040. A quantitative forecast of employment trends at automotive suppliers in Europe. Hg. v. PwC network und Clepa. Online verfügbar unter <https://clepa.eu/wp-content/uploads/2021/12/Electric-Vehicle-Transition-Impact-Report-2020-2040.pdf>, zuletzt geprüft am 08.08.2024.

Repenning, J.; Harthan, R.O.; Blanck, R.; Böttcher, H.; Braungardt, S.; Bürger, V.; Emele, L. 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. Hg. v. Umweltbundesamt (UBA). Berlin. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/372/dokumente/projektionsbericht_2021_uba_website.pdf, zuletzt geprüft am 07.08.2024.

Rodriguez, F. (2019): CO₂ standards for Heavy-Duty Vehicles in the European Union. Hg. v. International Council on Clean Transportation (ICCT) (Policy update). Online verfügbar unter <https://theicct.org/publication/co2-standards-for-heavy-duty-vehicles-in-the-european-union/>, zuletzt geprüft am 07.08.2024.

Wappelhorst, S. (2021): Update on government targets for phasing out new sales of internal combustion engine passenger cars. Hg. v. International Council for Clean Transportation (ICCT). Online verfügbar unter https://theicct.org/sites/default/files/publications/update-govt-targets-ice-phaseouts-jun2021_0.pdf, zuletzt geprüft am 07.08.2024.

A Anhang: Sammlung der thematischen Hintergrundpapiere

A.1 Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte des Strukturwandels in der deutschen Automobilindustrie

Dieses Hintergrundpapier ist im Dezember 2021 entstanden und wurde im Juni 2023 ergänzt um Informationen zum Nutzfahrzeugmarkt.

A.1.1 Einführung

Die Automobilindustrie steht am Anfang eines tiefgreifenden Strukturwandels. Dieser begründet sich mit mehreren Trends, die sich parallel ereignen und gegenseitig beeinflussen und – wenn auch in unterschiedlichem Ausmaß – weltweit wirksam sind. Die wichtigsten Entwicklungen, die den deutschen Automobilssektor prägen, sind die erforderliche Dekarbonisierung des Verkehrs, die Digitalisierung von Produktion und Produkten sowie der Wandel der Angebots- und Nachfragemärkte.

Dekarbonisierung / Elektrifizierung

Um bis 2045 Treibhausgasneutralität in Deutschland zu erreichen ist eine grundlegende Transformation des Energiesystems notwendig. Dies hat auch weitreichende Implikation für den Verkehrssektor. Das Klimaschutzgesetz sieht Emissionsminderungen im Verkehr von 55 % gegenüber dem Jahr 1990 vor. Zur Erreichung dieses Zieles spielen alternative Antriebe, insbesondere Elektromobilität, eine zentrale Rolle. So wird im Koalitionsvertrag der neuen Bundesregierung ein Ziel von 15 Millionen vollelektrischen E-Pkw bis zum Jahr 2030 genannt. Zusätzlich zeichnet sich auch für Lkw ein Wechseln auf elektrische Antriebe ab. Bis 2030 soll laut Klimaschutzprogramm ein Drittel der Fahrleistung im Straßengüterverkehr strombasiert erfolgen. Auch auf der europäischen Ebene ist ein schneller Umstieg zur Elektromobilität absehbar, wie der Vorschlag der Europäischen Kommission zur CO₂-Regulierung von Pkw-Neuzulassungen verdeutlicht, der ab 2035 nur noch die Zulassung von Null-Emissionsfahrzeugen ermöglichen soll. Für schwere Nutzfahrzeuge sieht der Vorschlag der EU-Kommission zur Revision der CO₂-Emissionsstandards bis zum Jahr 2040 eine Minderung von mindestens 90 % gegenüber den Neufahrzeugflotten von 2019/2020 vor. Diese Vorgabe kann von den herstellenden Unternehmen praktisch nur über eine substanzielle Elektrifizierung der Flotten erreicht werden. Zudem haben bereits weitere wichtige Exportmärkte der deutschen Automobilindustrie den Verbrennerausstieg bis zum Jahr 2040 angekündigt (Agora Verkehrswende 2021). In Reaktion auf das veränderte Marktumfeld haben in jüngster Zeit zahlreiche Automobilhersteller den Ausstieg aus der Entwicklung der Verbrennertechnologie und eine Fokussierung auf den batterieelektrischen Antrieb bei Pkw angekündigt.

Digitalisierung

Wenn auch bisher in der konkreten Konsequenz weniger stark öffentlich diskutiert, wird die Digitalisierung als weiterer zentraler Treiber für den Strukturwandel der Automobilbranche gesehen. Die Veränderungen beziehen sich sowohl auf die Digitalisierung von Entwicklungs- und Produktionsprozesse als auch auf die Digitalisierung der Produkte – sowohl in Form neuer Funktionen klassischer Fahrzeuge (z. B. autonomes Fahren) als auch neuer Mobilitätsangebote (z. B. Mobilitätsplattformen). So verschiebt diese Entwicklung die Bedeutung von Hardware hin zu Software und verschärft damit auch die Konkurrenzsituation zwischen klassischem Fahrzeugbau und IT-Unternehmen. Welche Rolle heutige Automobilhersteller unter diesen neuen Rahmenbedingungen im Wettbewerb mit neuen Marktakteuren einnehmen, ist noch

weitgehend unklar. Gleichzeitig führen die Digitalisierung und Automatisierung in der Produktion zu einer Flexibilisierung und erheblichen Produktivitätssteigerung.

Wandel der Angebots- und Nachfragemärkte

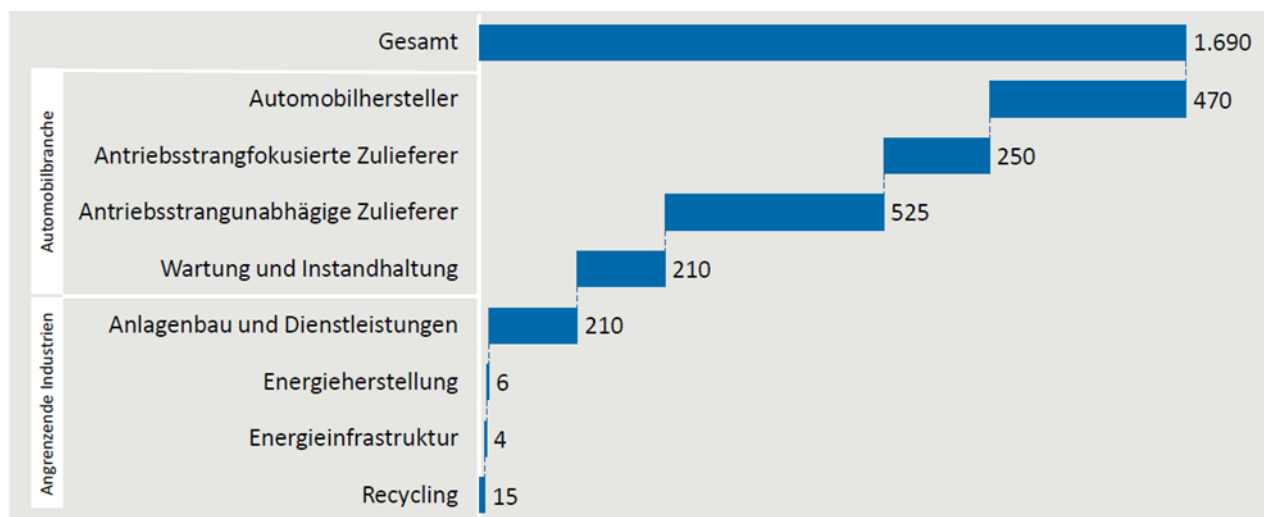
Während sich die klassischen Automobilmärkte (u. a. EU, USA) einer Sättigung nähern, weisen asiatische Märkte (v.a. China) hohe Wachstumsraten auf. Der Anteil Chinas am weltweiten Pkw-Absatz hat sich von 2005 bis 2017 nahezu vervierfacht (Grimm et al. 2020). Angesichts der starken internationalen Verflechtung der Automobilproduktion hat diese Entwicklung Konsequenzen für den deutschen Automobilsektor, der sich insbesondere im Premiumsegment durch hohe Exportquoten und zudem einer großen Anzahl an Joint Ventures und internationalen Produktionsstätten auszeichnet. Die Rahmensetzung in internationalen Märkten wie China und die Wettbewerbsposition deutscher Unternehmen auf internationalen Märkten hat daher ebenfalls erhebliche Auswirkungen auf die Entwicklung der heimischen Automobilproduktion.

Im Folgenden wird der Schwerpunkt auf die Konsequenzen der Elektrifizierung des Antriebsstrangs bei Pkw und Lkw auf die deutsche Automobilindustrie gelegt. Zeitgleiche Entwicklungen (wie zuvor skizziert) werden hier lediglich zur Einordnung herangezogen. Zunächst wird ein Überblick über die aktuelle Struktur und die Verflechtungen der deutschen Automobilindustrie gegeben. Anschließend werden die möglichen Auswirkungen einer zunehmenden Elektrifizierung auf die Automobilindustrie anhand zentraler Studien zum Thema diskutiert und deren Ergebnisse kommentiert. In einem Ausblick werden Handlungsoptionen für einen gelingenden Strukturwandel skizziert.

A.1.2 Status quo der deutschen Automobilwirtschaft

Die Automobilindustrie ist ein zentraler Pfeiler des Wirtschaftsstandorts Deutschland. Aktuell arbeiten etwa 1,7 Millionen Beschäftigte im Automobilsektor, davon knapp eine halbe Million Beschäftigte bei Herstellern und etwa 775.000 Beschäftigte bei Zulieferern (Agora Verkehrswende 2021). Insgesamt stehen etwa 7 % aller sozialversicherungspflichtig Beschäftigungsverhältnisse in Deutschland in direktem Zusammenhang mit der Automobilindustrie.

Abbildung 4: Aktuelle Anzahl der Beschäftigten im Automobilsektor (in Tsd.)



Quelle: (Agora Verkehrswende 2021)

In Deutschland wurden im Jahr 2018 knapp 3,5 Mio. Pkw zugelassen, davon waren 70 % deutschen Konzernmarken zugehörig. Die Inlandsproduktion lag im selben Jahr bei 5,1 Mio. Pkw, davon wurden 4 Mio. Pkw exportiert. Dies entspricht einer Exportquote von 78 %, davon verblieben 62 % im europäischen Ausland, 38 % wurden außerhalb Europas gehandelt (Grimm et al. 2020). Am globalen Pkw-Absatz hatten die deutschen Hersteller im Jahr 2018 einen Anteil von 20 % - wobei etwa zwei Drittel der Gesamtproduktion an internationalen Standorten erfolgte. Der Anteil an Premiumfahrzeugen ist dabei in den letzten Jahren kontinuierlich gestiegen und v.a. auch international bedeutsam.

Der Nutzfahrzeugmarkt ist im Vergleich zum Pkw-Segment sekundär. Im Jahr 2018 wurden in Deutschland rund 89.000 schwere Nutzfahrzeuge und Busse neu zugelassen. Die Herstellung ist bislang von wenigen europäischen Konzernen geprägt. Für die bislang geringen Absatzzahlen emissionsfreier Antriebe zeichnet sich allerdings bereits eine Marktverschiebung zu weiteren zum Teil außereuropäischen Herstellern ab, insbesondere bei Nutzfahrzeugen unter 5 Tonnen Gesamtgewicht (Ford) und bei Bussen (u. a. BYD, Karsan) (EC - European Commission 2023). Die inländische Produktion schwerer Nutzfahrzeuge wird aufgrund der geringen Anzahl der Wettbewerber nicht veröffentlicht. Schätzungen von Branchenvertreter*innen geben an, dass in etwa die Hälfte der inländischen Produktion exportiert wird. Im Vergleich der Stückzahlen wird deutlich, dass insbesondere das Pkw-Segment ausschlaggebend für die Automobilindustrie insgesamt ist.

Die Automobilindustrie umfasst alle Akteure des Wirtschaftszweigs „Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen“. Das heißt sowohl Produkte, die als Vorprodukte Verwendung finden als auch die Produktion für die Endnachfrage. Im Jahr 2014 wurden 70 % der Wertschöpfung von Produkten für die Endnachfrage in Deutschland erbracht, wobei 40 %-Punkte auf die Automobilindustrie und 30 %-Punkte auf Vorleistungen entfielen (nach Heyen et al. 2022, S.58; siehe auch Grimm et al. 2020). Mit der zunehmenden Globalisierung der Wertschöpfungsketten hat sich der Anteil der in Deutschland erbrachten Wertschöpfung an den Endprodukten in den letzten Jahren kontinuierlich verringert. Zwar werden etwa drei Viertel des Gesamtumsatzes in der Automobilindustrie durch die Fahrzeughersteller erbracht, jedoch liegt der Hauptwertschöpfungsanteil mit 70 % bei den oft mittelständisch geprägten Zulieferern, die gleichzeitig auch zunehmend international aktiv sind. Dabei erwirtschaften die 100 größten Betriebe 85 % des Gesamtumsatzes und beschäftigen etwa 75 % der Arbeitskräfte, die überwiegende Mehrheit der Zulieferbetriebe ist jedoch den KMU zugehörig (Grimm et al. 2020). Nachgelagerte Wertschöpfungsketten umfassen das automobiler Aftermarket-Geschäft (z. B. weitere Dienstleistungsangebote im Zusammenhang mit dem Fahrzeugkauf).

Die Elektrifizierung des Antriebsstrangs in Form von batterieelektrisch betriebenen Fahrzeugen bedeutet „Veränderungen in den Liefernetzwerken, der Produktion und Entwicklung, die teils mit hohen Investitionen verbunden sind. Deutsche Automobilhersteller und Zulieferunternehmen sehen sich mit neuen Konkurrenten und Unsicherheiten bezüglich ihrer Position auf dem Weltmarkt konfrontiert.“ (s.o. Heyen et al. 2022, S. 56). Der Strukturwandel in der Automobilindustrie hat somit weitreichende Auswirkungen auf Beschäftigung und lokale Wertschöpfung. Einige Industriezweige, die eng mit der Herstellung von Verbrennungsmotoren verknüpft sind, werden durch diese Transformation zwangsläufig mit Einbußen konfrontiert werden. Um Strategien des sozialen Ausgleichs entwickeln zu können, ist Wissen bezüglich der Verteilung der Gewinne und Verluste der Transformation der Automobilwirtschaft sowie möglicher Gestaltungsspielräume zentral.

A.1.3 Studien zu den Auswirkungen des Strukturwandels

„Der Wandel hin zur Elektromobilität wird hinsichtlich seiner Wirkung auf Beschäftigung und den wirtschaftlichen Erfolg deutscher Automobilhersteller intensiv diskutiert. [...] Der komplexe verbrennungsmotorische Antriebsstrang wird durch einen, aus der Produktionsperspektive gesprochen, simpleren Elektroantrieb ersetzt. Im Folgenden werden die Ergebnisse zu möglichen Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekten aus einer Auswahl an Studien diskutiert. Die Studien entwickeln verschiedene Elektromobilitäts-Szenarien für die Zukunft und untersuchen deren Wirkung auf die Wertschöpfung und Beschäftigung mit unterschiedlichem räumlichem Fokus. Die getroffene Auswahl zielt darauf ab, zum einen die Unterschiede der unterstellten Szenarien und zum anderen die Spannweite der Ergebnisse darzustellen.“ (s.o. Heyen et al. 2022, S. 73).

Impact Assessment zur Verschärfung der CO₂-Emissionsnormen für neue schwere Nutzfahrzeuge (EC - European Commission 2023)

Für das Impact Assessment hat das Forschungsinstitut E3ME im Auftrag der EU-Kommission die makro-ökonomischen Effekte einer Verschärfung der Emissionsstandards für neue schwere Nutzfahrzeuge auf der EU-Ebene untersucht. Die Modellierung ergibt insgesamt einen positiven Einfluss auf das Bruttoinlandsprodukt (BIP) der EU. Je nach Ambitionsniveau der Verschärfung steigt das BIP im Jahr 2030 um 0,01 % bis 0,02 % und bis zum Jahr 2050 um 0,09 % bis 0,1 % im Vergleich zum Referenzszenario der bislang gültigen Regulierung. Die Gründe liegen in höheren Konsumausgaben in Folge günstigerer Transportoptionen, in den höheren Investitionen in neue Infrastrukturen und Technologien sowie in geringeren Importbedarfen fossiler Energien.

Gleichzeitig führt die Fokussierung auf den elektrischen Antrieb zu strukturellen Änderungen in der Branche. Abbildung 5 zeigt den Einfluss der drei untersuchten Politikszenerien (Low, Medium, High)¹⁴ auf den Umsatz in den am stärksten beeinflussten Sektoren. Verluste entstehen insbesondere in der Mineralölwirtschaft in Höhe von bis zu 2,39 % im Jahr 2050 gegenüber der gültigen Regulierung im Falle einer starken Verschärfung der Zielwerte (Szenario High). In der Automobilindustrie wird ebenfalls ein Verlust prognostiziert, der mit 0,09 % im gleichen Jahr und Szenario allerdings deutlich moderater ausfällt und sich durch den rückläufigen Anteil verbrennungsmotorischer Antriebe an den Absatzzahlen begründet. Die steigende Nachfrage nach Batterien und elektronischen Komponenten führt im Gegenzug zu einer Stärkung der Sektoren für Elektronik und elektrische Ausrüstung. Der höchste Zuwachs im Zuge der Elektrifizierung sehen die Analysen in der Stromwirtschaft und potenziellen Wasserstoffwirtschaft (+2,02 %).

Der Einfluss auf die Beschäftigtenzahlen in der EU zeigt die gleichen strukturellen Zusammenhänge (siehe die folgende Tabelle). Positive Effekte entstehen in den vorgelagerten Sektoren der Automobilproduktion sowie in der Stromwirtschaft. Trotz Verlusten in der Mineralölwirtschaft und im geringeren Umfang im Automobilsektor ist die Wirkung der verschärften Flottenzielwerte in den drei Politikszenerien in Summe positiv und nimmt über die Zeit zu (+0,01 % im Jahr 2030 und 0,06 % im Jahr 2050). Die Auswirkungen auf die Beschäftigtenzahlen werden insgesamt als moderat beschrieben.

Neben der isolierten Betrachtung der Wirkung der CO₂-Emissionsstandards weisen die Autor*innen darauf hin, dass andere Trends, wie die Digitalisierung und Automatisierung, wahrscheinlich die Wertschöpfungsketten der Automobilindustrie in einem größeren Maßstab beeinflussen werden. Der Strukturwandel kann zudem innerhalb eines Unternehmens sowie

¹⁴ Der Vorschlag der EU-Kommission liegt zwischen den Ambitionsniveaus Medium und High.

innerhalb oder außerhalb des Automobilsektors erfolgen. Wichtig sind daher politische Rahmensetzungen und Programme, die Umschulungen für die Beschäftigten adressieren.

Abbildung 5: Einfluss auf den Umsatz (engl. Output) in den am stärksten beeinflussten Sektoren (Mio. EUR-2015) und relative Abweichung zur Referenz.

	Baseline	Low	Medium	High
2030				
Petroleum refining	333 268	-0.21%	-0.32%	-0.51%
Automotive	867 506	0.01%	-0.01%	-0.01%
Electronics	412 685	0.01%	0.02%	0.02%
Metals	1 014 944	0.01%	0.01%	0.01%
Electrical equipment	310 232	0.06%	0.08%	0.13%
Electricity, gas, water, etc	1 186 861	0.08%	0.11%	0.17%
2040				
Petroleum refining	224 365	-2.21%	-2.79%	-3.67%
Automotive	937 985	0.05%	-0.05%	-0.08%
Electronics	476 499	0.07%	0.09%	0.15%
Metals	1 100 704	0.05%	0.08%	0.12%
Electrical equipment	356 527	0.14%	0.22%	0.37%
Electricity, gas, water, etc	1 289 883	0.43%	0.66%	1.11%
2050				
Petroleum refining	165,852	-2.37%	-2.38%	-2.39%
Automotive	1,034,706	0.00%	-0.08%	-0.09%
Electronics	552,025	0.10%	0.16%	0.15%
Metals	1,205,507	0.04%	0.12%	0.14%
Electrical equipment	411,582	0.23%	0.23%	0.21%
Electricity, gas, water, etc	1,373,390	1.63%	1.86%	2.02%

Baseline: Gültige Verordnung EU 2019/1242

Low: 35 % (2030), 50 % (2035), 70 % (2040)

Medium: 40 % (2030), 60 % (2035), 80 % (2040)

High: 50 % (2030), 70 % (2035), 100 % (2040)

Quelle: : (EC - European Commission 2023), S. 110

Abbildung 6: Einfluss auf Beschäftigtenzahlen nach Sektoren

	Low	Medium	High	Low	Medium	High
	Number of jobs (thousands) change from baseline			% change from baseline		
2030						
Petroleum refining	-0.2	-0.4	-0.6	-0.18%	-0.29%	-0.46%
Automotive	-0.1	-0.2	-0.3	-0.01%	-0.01%	-0.01%
Electronics	0.0	0.0	0.0	0.00%	0.00%	0.00%
Metals	0.0	0.0	0.0	0.00%	0.00%	0.00%
Electrical equipment	0.6	0.8	1.2	0.04%	0.05%	0.07%
Electricity, gas, water	1.6	2.1	3.1	0.06%	0.08%	0.12%
<i>Economy-wide Total</i>	9.2	10.7	13.5	0.00%	0.01%	0.01%
2040						
Petroleum refining	-1.7	-2.2	-2.9	-1.93%	-2.44%	-3.20%
Automotive	-0.4	-0.8	-1.4	-0.02%	-0.03%	-0.06%
Electronics	0.2	0.2	0.3	0.02%	0.02%	0.03%
Metals	0.7	1.0	1.8	0.02%	0.03%	0.05%
Electrical equipment	1.7	2.7	4.4	0.09%	0.14%	0.24%
Electricity, gas, water, etc	7.0	10.6	17.5	0.30%	0.46%	0.76%
<i>Economy-wide Total</i>	37.9	53.8	82.6	0.02%	0.03%	0.04%
2050						
Petroleum refining	-1.3	-1.3	-1.3	-2.08%	-2.09%	-2.10%
Automotive	-1.6	-1.4	-1.4	-0.07%	-0.06%	-0.06%
Electronics	0.2	0.2	0.1	0.02%	0.02%	0.02%
Metals	0.7	1.4	1.9	0.02%	0.04%	0.05%
Electrical equipment	3.0	3.1	2.8	0.14%	0.01%	0.13%
Electricity, gas, water, etc	22.3	28.3	33.5	1.07%	1.36%	1.60%
<i>Economy-wide Total</i>	81.0	110.3	121.3	0.04%	0.06%	0.06%

Quelle: (EC - European Commission 2023), S. 115

Autojobs unter Strom (Hochfeld und Tausendteufel 2021)

Die Studie im Auftrag der Agora Verkehrswende berücksichtigt die Arbeitsplatzeffekte in der Automobilindustrie und angrenzenden Wirtschaftsbereichen. Dabei werden auch Paralleleffekte, wie die starke Produktivitätssteigerung durch die Digitalisierung berücksichtigt. In Summe ergibt sich ein leicht positiver Saldo von 25.000 Arbeitsplätzen im Jahr 2030 bei einem Anteil von mehr als 90 % von elektrischen Fahrzeugen (inkl. HEV) an der heimischen Produktion. Während die Beschäftigung sich bei Zulieferern verbrennungsmotorischer Komponenten um 95.000 Stellen (-38 %) und bei den Automobilherstellern um 70.000 Stellen (-15 %) reduziert, können v.a. Zulieferer mit Kompetenzen zum E-Antrieb (insbesondere Batteriehersteller) mit einem Zuwachs von 95.000 Arbeitsplätzen und Unternehmen, die im Bereich Ladeinfrastruktur bzw. Energieversorgung aktiv sind, mit 70.000 bzw. 25.000 Arbeitsplätzen profitieren. Positive Arbeitsplatzeffekte gehen in den Analysen auf die Annahmen eines höherpreisigen Produktmixes (+80.000 Stellen) und ein weiter anwachsendes Marktvolumen (+105.000 Stellen) zurück. Durch die Umstellung von verbrennungsmotorischen auf elektrische Antriebe ergeben sich die größten Beschäftigungsverluste (-220.000 Stellen) in der Automobilproduktion und -wartung, aber auch die Produktivitätssteigerung schlägt mit einem hohen Beschäftigungsrückgang (-100.000 Stellen) zu Buche. Im europäischen Vergleich

gehört Deutschland laut der Studie aus Beschäftigungsperspektive zu den Gewinnern, aus regionaler Perspektive kann vor allem Ostdeutschland profitieren, während es in Süddeutschland den größten, wenn auch vergleichsweise moderaten, Beschäftigungsrückgang gibt.

Automobile Wertschöpfung 2030/2050 (BMWi - Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 2019)

Diese Studie von mehreren Forschungs- und Beratungseinrichtungen untersucht den Einfluss von Elektrifizierung, aber auch der Digitalisierung im Automobilssektor und deren Folgen für die automobilen Wertschöpfungsketten anhand mehrerer Szenarien. Die Studie kommt zum Schluss, dass es zunächst zu einem Beschäftigungsrückgang durch die Elektrifizierung von Pkw kommt, dass längerfristig das Vordringen von geteilter Mobilität und fahrerlosen Mobilitätsangeboten jedoch einen deutlich größeren (negativen) Effekt auf die Beschäftigung im Automobilssektor haben wird. In der Automobilindustrie wird bis zum Jahr 2030 – je nach Szenario – ein Abbau von 100.000 bis 140.000 Stellen ermittelt. Bis 2040 sind in der Automobilindustrie als auch im Automobilhandel und Aftermarket jeweils bis zu 300.000 Arbeitsplätze gefährdet, was etwa ein Drittel bzw. der Hälfte der Beschäftigten im Jahr 2017 entspricht. Es wird auch zukünftig von einem Import der erforderlichen Batteriezellen in der Fahrzeugproduktion ausgegangen. Als Haupteinflussfaktoren für den Beschäftigungsrückgang werden die beschleunigte Produktivitätssteigerung durch die Elektrifizierung der Pkw sowie die nachlassende Nachfragesteigerung in Deutschland und Westeuropa identifiziert. Die Effekte einer Umstellung auf Elektromobilität wird dennoch als geringes Risiko für den Automobil- und Innovationsstandort Deutschland und unter den aktuellen Rahmenbedingungen als gut planbar bewertet. Die Konsequenzen von neuen Mobilitätsangeboten auf die Wettbewerbsfähigkeit deutscher Unternehmen wird hingegen als wesentlich unsicherer beurteilt.

Studie ELAB 2.0 (Bauer et al. 2018)

In dieser Studie werden drei Szenarien mit unterschiedlichen BEV- und PHEV-Anteilen untersucht. Die Studie fokussiert auf die Antriebsproduktion in Deutschland im Jahr 2030 und geht in diesem Bereich von 210.000 Beschäftigten im Basisjahr 2017 aus. Es wird eine Produktivitätssteigerung von 2 % p.a. bei ICEV und 3 % p.a. bei BEV unterstellt. Es wird angenommen, dass die Batteriezellproduktion weiterhin im Ausland stattfindet. Die Anzahl der produzierten Fahrzeuge wird konstant gehalten. Der ermittelte Beschäftigungsrückgang bewegt sich im Bereich von -11 % bzw. -23.000 Beschäftigten (Szenario mit 25 % BEV und 15 % PHEV (inkl. HEV) im Produktionsmix und ohne Produktivitätssteigerung) und maximal -53 % bzw. -109.000 Beschäftigten (Szenario mit 80 % BEV und 10 % PHEV und mit Produktivitätssteigerung). Interessant dabei ist, dass je nach Szenario der Anteil des Produktivitätsfortschritts am Beschäftigungsrückgang zwischen einem Drittel und über zwei Dritteln liegt.

Elektromobilität 2035 (Mönnig et al. 2018)

Die Studie des Instituts für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung ermittelt langfristig einen „Rückgang der Beschäftigung durch die Elektrifizierung des Antriebsstrangs bei Pkw. Dabei wird in näherer Zukunft mit einem ausgleichendem Arbeitsplatzzuwachs in verbundenen Branchen wie bspw. dem Bau von Ladeinfrastruktur gerechnet. Durch den temporären Charakter dieser Arbeiten können sie den Rückgang des Arbeitskräftebedarfs in der Fahrzeugproduktion jedoch langfristig nicht glätten. Bis zum Jahr 2035 wird ein Verlust von bis zu 114.000 Arbeitsplätze beziffert, davon fallen 86.000 Arbeitsplätze im Fahrzeugbau weg.“ (s.o. Heyen et al. 2022, S. 74). Zugrunde liegt die Annahme von 600.000 E-Pkw-Neuzulassungen im Jahr 2035 in Deutschland. Unterstellt wird ein Marktanteil von E-Fahrzeugen an den Neuzulassungen von lediglich 23 %

bis 2035. Es wird weiterhin ein Import der benötigten Traktionsbatterien unterstellt. Die Studie thematisiert jedoch auch, dass bei einem höheren Marktanteil von E-Fahrzeugen positive Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte durch eine, dann wahrscheinlichere, heimische Batteriefertigung entstehen könnten.

Strukturstudie BWe mobil 2019 (Frieske et al. 2019)

Diese Studie „betrachtet ausschließlich das Automobilcluster Baden-Württemberg mit rund 470.000 Beschäftigten im Jahr 2016. Für 2030 werden die Entwicklungen der Neuzulassungen (NZL) in der EU-28 als für das Cluster BW exogen vorgegebene Nachfrage in zwei Szenarien prognostiziert. Im BAU-Szenario steigt der Anteil von BEV auf 15 %, PHEV und HEV machen etwa 48 % im Jahr 2030 aus. Im progressiven Szenario wächst der Anteil von BEV an den Neuzulassungen (NZL) auf 51 %, die Neuzulassungen im Bereich der PHEV und HEV machen etwa 45 % aus. Vorausgesetzt, das Cluster kann seine weltweit führende Rolle als Innovationsstandort auch für die alternativen Antriebstechnologien halten, könnten die positiven Beschäftigungseffekte durch das Hinzukommen neuer Komponenten sowie einem internationalen Absatzwachstum im BAU-Szenario den Rückgang von Beschäftigung ausgleichen oder sogar übersteigen. Im Gegensatz dazu dominiert der Beschäftigungsrückgang im progressiven Szenario. Hier könnte mit einem Netto-Beschäftigungsabbau von bis zu 30.800 Stellen zu rechnen sein. Das sind fast die Hälfte der 70.000 Beschäftigten in den Produktionswerken von Antriebssträngen in Baden-Württemberg und etwa 7 % der Gesamtbeschäftigten im Automobilcluster BW.“ (s.o. Heyen et al. 2022, S. 74)

Electric Vehicle Transition Impact Assessment Report 2020 – 2040 (Rennert et al. 2021)

Diese Studie im Auftrag der europäischen Automobilzulieferer beleuchtet die Auswirkungen einer unterschiedlich schnellen Elektrifizierung der Pkw-Produktion in Europa anhand dreier Szenarien auf die Wertschöpfung und Beschäftigung in der europäischen Automobilindustrie und wichtigen nationalen Produktionsstandorten. Die Studie kommt zu dem Ergebnis, dass die europäische Antriebsstrangindustrie ihre Wertschöpfung bis 2040 um 55 % steigern kann. Hauptursache sind die höhere Anzahl an verkauften Fahrzeugen, die höhere Wertschöpfung bei batterieelektrischen Pkw sowie der Trend hin zu höherwertigen Pkw. Gleichzeitig wird sich aber die Wertschöpfung für mechatronische Komponenten auf weniger als ein Drittel reduzieren. Die Wertschöpfung bei BEV geht mit über 80 % auf die Herstellung von Batterien (70 %-Punkte) und E-Motoren (10 %-Punkte) zurück. Entsprechend entstehen dort europaweit mit 200.000 bzw. 30.000 Beschäftigten der größte Zuwachs, gleichzeitig gehen in der Fertigung des verbrennungsmotorischen Antriebs etwa 450.000 Stellen verloren. In Summe ergibt sich ein Beschäftigungsrückgang von bis zu 275.000 Stellen bei der Antriebsstrangproduktion in Europa. Der höchste Beschäftigungsrückgang wird bei einem schnellen Wechsel auf batterieelektrische Pkw ermittelt. Für Deutschland wird ein Ausstieg aus der Produktion von verbrennungsmotorischen Pkw im Jahr 2031 und ein schneller Anstieg der Produktion von elektrischen Pkw erwartet. Damit ist ein Beschäftigungsrückgang bei der Fertigung von Antriebssträngen in der Höhe von 83.000 Stellen (-55 %) verbunden. Die Analysen werden von der Annahme getragen, dass die Exportquote der europäischen Automobilproduktion konstant bleibt. Beschäftigungswirkungen im Bereich Energieversorgung und Infrastruktur werden nicht berücksichtigt.

Impact Assessment zur Verschärfung der CO₂-Emissionsnormen für neue Pkw und leichte Nutzfahrzeuge (EC - European Commission 2021a)

Im Zuge der geplanten Verschärfung der CO₂-Regulierung von Pkw und leichten Nutzfahrzeugen wurden die Auswirkungen auf Bruttoinlandsprodukt (BIP) und Beschäftigung für die EU-Mitgliedsstaaten (EU-27) anhand von drei unterschiedlichen Elektrifizierungsszenarien

untersucht. Diese bilden für Pkw eine Spannweite von 38,5 % bis 60,6 % elektrische Neuzulassungen und für leichte Nutzfahrzeuge Anteile von 28,4 % bis 48,7 % in 2030 ab. Ein „Verbrennerausstieg“ wird in den Maximalvarianten bis 2035 bzw. 2040 unterstellt. Der Fokus der Analysen liegt auf der Wirkung der CO₂-Regulierung und Elektrifizierung der Flotte. Die Wirkung auf benachbarte Sektoren (u. a. Energieversorgung) ging in die Analysen ein. Parallele beschäftigungswirksame Trends in der Automobilindustrie (u. a. Digitalisierung, neue Geschäftsmodelle) werden jedoch nicht berücksichtigt, deren hohe Bedeutung für Wettbewerbsfähigkeit und Beschäftigung aber ausdrücklich erwähnt. In allen Szenarien ist der BIP-Effekt durch die zunehmende Elektrifizierung für EU-27 positiv und er steigt mit der Zeit und von den Szenarien mit niedriger zu hoher Elektrifizierung an. Insbesondere Branchen in Verbindung zur Batteriefertigung, Energieinfrastruktur und E-Motoren profitieren. Der Automobilsektor zeigt angesichts der rückläufigen Bedeutung von Verbrennungsmotoren einen leichten Umsatzrückgang. Während Strom- und Wasserstoffhersteller und -versorger profitieren, sind Raffinerien und Tankstellenbetreiber mit Produktionsverlusten konfrontiert. Indirekte (positive) Effekte zeigen sich auf der Konsumentenebene durch höhere Konsumbudgets für Dienstleistungen.

Die Beschäftigungseffekte sind in allen Szenarien positiv und steigen über die Zeit und bei beschleunigter Elektrifizierung an. Die Effekte sind jedoch vergleichsweise gering (+4.000 bis +39.000 Beschäftigte in 2030 und +350.000 bis +588.000 Beschäftigte in 2040). Die größten Beschäftigungsverluste sind in der Automobil- und Mineralölindustrie zu verzeichnen, diese werden jedoch durch Zugewinne in insbesondere der Elektronik- und Energieversorgungsbranche überkompensiert.

Low-carbon cars in Europe: A socio-economic assessment (ECF - European Climate Foundation 2018)

Diese europäische Studie nimmt neben der Automobilproduktion auch die anhängigen Sektoren wie beispielweise Dienstleistungen oder Energieproduktion in den Blick. „Die Gesamteffekte variieren je nach Szenario (unterschieden nach der Einhaltung von Grenzwerten, Verboten von konventionellen Fahrzeugen etc.) zwischen 91.000 und 260.000 zusätzlichen Beschäftigten im Jahr 2030 und zwischen 130.000 und 672.000 Beschäftigten im Jahr 2050. Das zentrale TECH-Szenario der Studie, das von einem Anteil von BEV in Höhe von 71 % an den Neuzulassungen im Jahr 2050 ausgeht (hinzu kommen 26 % FCEV und 3 % PHEV), resultiert dabei in +206.000 (2030) und +670.000 (2050) Beschäftigten und bewegt sich damit im oberen Bereich der Szenarien bezüglich ihrer Beschäftigungswirkung. Hier wird für den Fahrzeugbau ein leichter Zuwachs der Beschäftigung bis 2030 erwartet. Die Entwicklung basiert auf einer Zunahme komplexerer Antriebe wie bspw. effizienten Verbrennungsmotoren, Brennstoffzellenantrieben sowie hybriden Antrieben. Langfristig, bis 2050, wird der Rückgang auf ca. 25.000 Beschäftigte im Fahrzeugbau geschätzt, da die komplexeren Antriebe zunehmend durch batterieelektrische Antriebe ersetzt werden.“ (s.o. Heyen et al. 2022, S. 74-75).

A.1.4 Einordnung der Ergebnisse

Wie im vorangegangenen Kapitel ausschnittsweise dargestellt, liegen zahlreiche jüngere Studien zu den Implikationen von Elektromobilität auf die veränderte Wertschöpfung im Automobilsektor vor. Eine direkte Vergleichbarkeit der Studien ist aufgrund der unterschiedlichen räumlichen und sektoralen Abgrenzung, abweichender Annahmen (z. B. zur Marktdynamik von E-Pkw) sowie unterschiedlicher Methoden nicht gegeben. Im Folgenden soll daher zunächst auf die prinzipiellen Unterschiede eingegangen werden. Anschließend werden

wesentliche, studienübergreifende Erkenntnisse zu den Wirkungen einer zunehmenden Elektrifizierung der Pkw-Neuzulassungen diskutiert.

Brutto- und Nettoeffekte: „[...] Studien zu Beschäftigungseffekten können nach ihrem Untersuchungsgegenstand in Form von Brutto- oder Nettoeffekten unterschieden werden. Bruttoeffekte liegen vor, wenn die Analyse allein auf die Effekte der Einführung einer Technologie (hier: xEV) fokussiert, ohne entstehende Auswirkungen auf bestehende Produkte (hier: ICEV) miteinzubeziehen. Die oben beschriebenen Studien betrachten alle Nettoeffekte. Sie summieren die positiven Effekte, durch die zusätzliche Produktion von Elektrofahrzeugen, mit den negativen Effekten, durch den Rückgang der Produktion von Fahrzeugen mit konventionellem Antrieb“ [...] „Fasst man den Begriff der Nettoeffekte noch etwas weiter, so müssen auch die anhängigen Sektoren und die sogenannten Spill-over-Effekte in anderen Branchen, wie beispielsweise die Energiebranche, betrachtet werden“ (s.o. Heyen et al. 2022, Seite 75, siehe auch Grimm et al. 2020) Dies ist nur bei einem Teil der oben beschriebenen Studien umfassend der Fall (siehe EC - European Commission 2021a; EC - European Commission 2023; ECF - European Climate Foundation 2018; Hochfeld und Tausendteufel 2021; Frieske et al. 2019).

Markthochlauf E-Pkw: Die Geschwindigkeit der Umstellung der Produktion von konventionellen auf E-Pkw hat starke Auswirkungen auf den Verlauf von Wertschöpfung und Beschäftigung. In den betrachteten Studien unterscheidet sich die angenommene Geschwindigkeit als auch Struktur (BEV/PHEV) der E-Pkw-Neuzulassungen in den analysierten Szenarien erheblich.

Pkw-Absatz gesamt: Die Wertschöpfung und Beschäftigung ist nicht allein vom Markthochlauf der neuen Technologien bestimmt, sondern auch von der Entwicklung des Gesamtabsatzes an Pkw. Insofern ist auch von Relevanz, welche Gesamtnachfrage und daraus abgeleitete Gesamtproduktionskapazität unterstellt wird.

Exportquote: In engem Zusammenhang mit dem Gesamtabsatz steht die Exportquote. Angesichts der hohen Exportquote der deutschen Automobilindustrie ist die Annahme zur zukünftigen Bedeutung von ausländischen Märkten für die heimische Wertschöpfung und Beschäftigung von Relevanz.

Wertschöpfung bei neuen Vorprodukten: Die größten positiven Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte bei E-Pkw sind mit der Batterie- und – allerdings mit großem Abstand – der E-Motorenherstellung verbunden. Vor diesem Hintergrund ist die Annahme, ob diese in Deutschland maßgeblich erfolgt oder über Importe sichergestellt wird, von hoher Relevanz. In den oben ausgeführten Studien wird teilweise auch weiterhin ein Import angenommen, obwohl mittlerweile ein hoher Aufbau von heimischen Produktionsstätten stattgefunden hat. In diesen Fällen fallen die heimische Wertschöpfung und Beschäftigung entsprechend geringer aus (siehe BMWi - Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 2019; Bauer et al. 2018; Mönnig et al. 2018).

Produktivitätssteigerung: Die Beschäftigung ist maßgeblich von der weiteren jährlichen Produktivitätssteigerung bei der Fahrzeugherstellung abhängig. Diese ist nur teilweise technologiespezifisch. Unterschiedliche Annahmen zur Produktivitätssteigerung haben daher einen hohen Einfluss und sollten bei der Einordnung der Effekte einer verstärkten E-Pkw-Produktion auf die Beschäftigung herangezogen werden

Räumliche Abgrenzung: Die oben diskutierten Studien haben einen unterschiedlichen räumlichen Bezug, der von der Regionalebene bis zur europäischen Ebene reicht. Die Ergebnisse

sind daher zwischen den Studien allenfalls mit Blick auf die relativen Verhältnisse, jedoch nicht mit Blick auf die absoluten Zahlen vergleichbar.

Unter Berücksichtigung dieser Unterschiede und Einschränkungen lassen sich auf Grundlage der diskutierten Studien **zentrale Erkenntnisse zu den Auswirkungen einer fortschreitenden Produktion von elektrischen Pkw auf den Strukturwandel der Automobilindustrie** und der damit verbundenen sektoralen Wertschöpfung und Beschäftigung gewinnen:

- ▶ Das genaue Ausmaß der Auswirkungen des Strukturwandels in der deutschen Automobilindustrie zu Elektromobilität ist schwer zu quantifizieren. Eine robuste Kernaussage, die sich jedoch aus allen betrachteten Studien ableiten lässt, ist, dass die Transformation zur Elektromobilität sowohl Gewinner (u. a. in der Herstellung von Batterien, der Installation und dem Betrieb von Ladeinfrastruktur, der Stromversorgung und im IT-Bereich) als auch Verlierer (u. a. in der Herstellung bzw. im Betrieb von Verbrennungsmotoren, Abgasanlagen, Kupplungen, Raffinieren, Tankstellen etc.) produziert. Die verschiedenen Studien kommen hier jeweils auf Gewinne und Verluste in vergleichbaren Größenordnungen von grob 100.000 – 200.000 Arbeitsplätzen. Somit ist der Nettoeffekt der Transformation auf die Beschäftigung also wahrscheinlich als moderat zu betrachten.
- ▶ Die Umstellung von verbrennungsmotorischen auf elektrische Pkw ist zwar mit einer höheren Wertschöpfung verbunden, geht aber mit einem deutlichen Rückgang der Beschäftigung in der Automobilproduktion einher.
- ▶ Der Beschäftigungsrückgang durch Elektromobilität relativiert sich im Kontext des allgemeinen Produktivitätsfortschritts der Fahrzeugproduktion, der sich nicht nur durch den Antriebswechsel, sondern auch durch die zunehmende Automatisierung in der Produktion erhöht (u. a. Hagedorn et al. 2019)
- ▶ Die Zell- und Batterieherstellung liefert bei der E-Pkw-Herstellung den höchsten Beitrag für zusätzliche Wertschöpfung und Beschäftigung. Die Sicherung einer heimischen Produktion ist daher aus Wertschöpfungsperspektive von großer Relevanz. Sie kann allerdings die Beschäftigungsrückgänge durch den Wegfall von konventionellen Fahrzeugen nicht vollständig kompensieren.
- ▶ Die Entwicklung des absoluten Fahrzeugabsatzes und des Produktmixes haben einen relevanten Einfluss auf die Wertschöpfung und Beschäftigung. Setzt sich der Trend eines steigenden Fahrzeugabsatzes (siehe u. a. Exportquote) und eines höherwertigen Produktmixes fort, hat dies eine positive Beschäftigungswirkung (u. a. Hochfeld und Tausendteufel 2021)
- ▶ Unter Berücksichtigung der Nettoeffekte jenseits der Fahrzeugherstellung (insbesondere Ladeinfrastruktur und Energieversorgung) werden bis zum Jahr 2030 tendenziell leicht positive Beschäftigungseffekte erwartet.
- ▶ Die durch die Transformation resultierende Umverteilung von Wertschöpfung über Branchen bzw. Tätigkeiten hat auch eine regionale Dimension. Während in Süddeutschland wahrscheinlich mit Jobverlusten zu rechnen ist, könnte Ostdeutschland bei der Batteriefertigung und Norddeutschland bei der Stromerzeugung gewinnen (Hochfeld und Tausendteufel 2021)
- ▶ Auch wenn ein Teil der wegfallenden Beschäftigungen durch altersbedingte Fluktuationen adressiert werden kann, wird für einen beträchtlichen Anteil der Arbeitnehmer*innen Fortbildung bzw. Umschulung nötig sein, um sich den veränderten Anforderungen

anzupassen. *Auf EU-Ebene adressieren der Just Transition Fund und der European Social Fund Plus (ESF+) die Umschulung und Qualifizierung von Fachkräften für die grüne und digitale Transformation.*

- ▶ Perspektivisch werden die Auswirkungen der Digitalisierung auf Fahrzeugproduktion und Produkte im Vergleich zur Elektrifizierung als wesentlich einschneidender, aber auch schlechter planbar, für den Automobilsektor bewertet (BMWi - Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 2019).

Als besonders **kritisch** werden **mit Blick auf den Strukturwandel** unter anderem folgende Aspekte identifiziert:

- ▶ Durch den voraussichtlich schnellen Antriebswechsel verlieren viele klassische Qualifikationen von Beschäftigten an Bedeutung und insbesondere bei der Produktion von verbrennungsmotorischen Antriebssträngen gehen Stellen verloren. Gleichzeitig müssen zahlreiche Stellen in neuen Technologiefeldern (u. a. Elektrik, Elektronik, Softwaresteuerung) neu besetzt werden bzw. Arbeitnehmer*innen umgeschult werden. Der Weiterbildung von Beschäftigten und der Gewinnung von Fachkräften – teilweise in Konkurrenz mit anderen Sektoren – kommt daher eine Schlüsselrolle zu.
- ▶ Neben den Automobilherstellern müssen vor allem die Zulieferer ihre Geschäftsmodelle und Produktangebote anpassen. Dabei muss zwischen großen, oft international vernetzten und hinsichtlich der Fertigungskompetenz breit aufgestellten, Systemzulieferern und klein- und mittelständischen Zulieferern mit oft hoher Spezialisierung, meist regionaler Verankerung und hoher Abhängigkeit von wenigen Abnehmern unterschieden werden. Insbesondere für Letztere kann sich der Strukturwandel herausfordernd darstellen. Dies trifft in besonderem Maße zu, wenn sich die bisherige Fertigungskompetenz stark an Komponenten des konventionellen Antriebsstrangs ausrichtet (Grimm et al. 2020).
- ▶ Aus regionaler Perspektive stellen sich insbesondere für monostrukturierte Regionen, die sich vorwiegend durch innovationsschwache Zulieferer mit hoher Affinität zu Komponenten des verbrennungsmotorischen Antriebsstrangs charakterisieren und die keine bzw. eine nur geringe Anbindung an Innovationscluster aufweisen, große Herausforderungen für einen gelingenden Strukturwandel (Grimm et al. 2020).
- ▶ Angesichts der hohen internationalen Verflechtung des Automobilsektor wird ein verschleppter Strukturwandel als großes Risiko bewertet, da dieser eine verringerten Wettbewerbsfähigkeit zur Folge hätte und mit einem Bedeutungsverlust des Automobilstandorts Deutschland einhergehen würde. So könnten die negativen Beschäftigungswirkungen bei einem deutlichen Rückgang der heimischen Produktionsvolumen gegenüber einer verstärkten Produktion von Elektrofahrzeugen deutlich höher ausfallen (BMWi - Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 2019)

A.1.5 Ansatzpunkte für einen gelingenden Strukturwandel

Um den Strukturwandel, der u. a. durch die verstärkte Nachfrage und Produktion elektrischer Pkw angetrieben wird, gelingend für den Automobilstandort Deutschland zu gestalten und damit eine hohe heimische Wertschöpfung und Beschäftigung sicherzustellen, werden unter anderem folgende Ansatzpunkte in der Literatur diskutiert:

- ▶ Angesichts der hohen Investitionssummen des Strukturwandels sind **klare und langfristige Rahmenbedingungen für die Unternehmen** erforderlich, die eine langfristige Produkt- und Personalplanung ermöglichen und Investitionsrisiken minimieren. Der Politik kommt hierbei eine Schlüsselrolle zu. Für die Elektrifizierung werden die Rahmenbedingungen und voraussichtlichen Entwicklungen mittlerweile als relativ gut planbar bewertet. Mit Blick auf autonomes Fahren und neue Mobilitätsdienste als weitere „Game Changer“ wird die Planbarkeit zukünftiger Entwicklungen hingegen wesentlich pessimistischer eingeschätzt (Hagedorn et al. 2019).
- ▶ Unternehmen müssen bereit sein, ihre **Produktions- und Fertigungskompetenz schnell an den neuen Produkten zu orientieren** und die Industrialisierung der Elektromobilität voranzutreiben. Die Zellforschung und industrielle Zellfertigung, die Sensorik und die Softwareentwicklung sollten als technologische Kernkompetenz aufgebaut werden. Perspektivisch müssen auch neue Geschäftsfelder entwickelt werden, die über den klassischen Fahrzeugbau hinausgehen (Hagedorn et al. 2019; Grimm et al. 2020)
- ▶ Die deutsche Automobilindustrie profitiert von starken regionalen Clustern. Im Zuge des Strukturwandels sind diese Risiko und Chance zugleich. Um Lock-in-Situationen zu umgehen, sollten daher **regionale Kompetenzzentren** geschaffen werden, die die gemeinsame **Strategieentwicklung von OEM und Zulieferern** in den neuen Technologiefeldern ermöglichen. Die Politik kann diese neben der Unterstützung des Dialogs durch zielgerichtete Innovationsförderung unterstützen (Agora Verkehrswende 2021; Grimm et al. 2020).
- ▶ Der Strukturwandel stellt große Herausforderungen für die Beschäftigungspolitik dar. Unter Einbeziehung von Gewerkschaften und Politik müssen die Unternehmen des Automobilssektors daher **Qualifikation und Weiterbildung schnell vorantreiben** und sich den Herausforderungen durch demographischen Wandel und Fachkräftemangel stellen. In Regionen und Unternehmen mit geringer Innovationskraft und hoher Abhängigkeit vom verbrennungsmotorischen Antrieb sollten regionalspezifische Transformationsstrategien und ein sozialverträglicher Beschäftigungsabbau angestrebt werden (Agora Verkehrswende 2021; Grimm et al. 2020).

A.2 Diskussion über die Höhe des „Nutzenparameters“ in den CO₂-Emissionsstandards für Pkw und LNF

Dieses Papier ist im Dezember 2021 entstanden.

Hintergrund

Die Verordnung zur Festlegung der CO₂-Flottenzielwerte für die Neuzulassungen von Pkw und leichten Nutzfahrzeugen (LNF) weisen für die Hersteller(pools) jeweils unterschiedliche Zielwerte auf. Zwar gibt die Verordnung ein gemeinsames CO₂-Minderungsziel für die spezifischen CO₂-Emissionen der Gesamtflotte der neu zugelassenen Pkw und LNF vor, über eine lineare Zielwertkurve stellen sich jedoch differenzierte Zielwerte für die einzelnen Hersteller(pools) ein. Der Steigungsparameter der linearen Zielwertkurve ergibt sich aus dem Verhältnis der Masse der Fahrzeuge (in kg) und deren spezifischen CO₂-Emission (g CO₂/km). Der Grundgedanke hinter dieser Zielwertausgestaltung ist es, dass Fahrzeuge, die einen großen „Nutzen“ (z. B. mehr Platzverfügbarkeit) besitzen, Fahrzeuge mit einer größeren Fahrzeugmasse sind. Auch sollte bei der Einführung der CO₂-Emissionsstandards eine vergleichbare Minderungsanforderung (in prozentualer CO₂-Emissionsminderung) an alle Fahrzeughersteller

gestellt werden, was durch eine Zielwertkurve eher sichergestellt ist als bei einem gemeinsamen Zielwert für alle Hersteller.

Durch die Reduktion der CO₂-Emissionen der Fahrzeugemissionen ändert sich für die Gesamtflotte über die Zeit jedoch grundsätzlich das Verhältnis zwischen Fahrzeugmasse und CO₂-Emissionen. Erwartungsgemäß ist die Steigung der linearen Zielwertkurve über die Jahre gesunken. Mit 0,0333 (Pkw) und 0,096 (LNF) steht der Steigungsparameter für die Jahre 2021 – 2024 für die Zielwertkurve fest. Die herstellerepezifischen Zielwerte sollen sich ab dem Jahr 2025 jedoch aus dem Verhältnis von Fahrzeugmasse zu CO₂-Emissionen der Neuzulassungen des Jahres 2021 ergeben. Für die Bestimmung des Steigungsparameters a soll daher eine lineare Regressionsrechnung mit den Monitoring-Daten des Jahres 2021 durchgeführt werden. Mit dem neuen Zielwertniveau des Jahres 2020/21 wird eine Transformation hin zu elektrischen Fahrzeugen angereizt, so dass diese im Jahr 2021 einen relevanten Neuzulassungsanteil ausmachen werden.

Es ist davon auszugehen, dass elektrische Fahrzeuge eine relevante Wirkung auf die Höhe des „Nutzenparameters“ haben werden. In diesem Kurzpapier soll daher diskutiert werden, welchen Wert den ab dem Jahr 2025 gültige Steigungsparameter a erreichen kann. Die Diskussion wird auf Basis der Monitoring-Daten für Pkw durchgeführt. Für LNF ist mit einer vergleichbaren Wirkung zu rechnen.

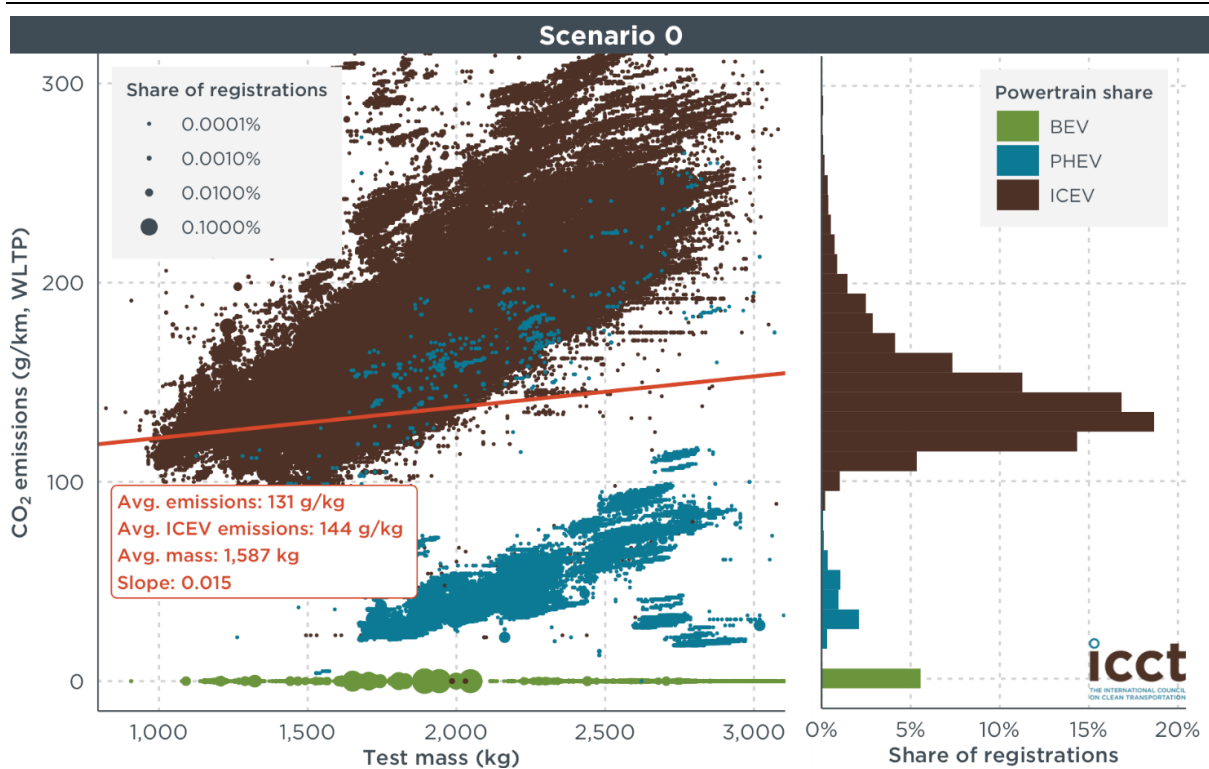
Vorgehen für die Analyse

Finale Daten zur Bestimmung des Steigungsparameters a werden erst Ende des Jahres 2021 vorliegen, so dass zum jetzigen Zeitpunkt nur eine Abschätzung für den zukünftigen Wert des „Nutzenparameters“ möglich ist. Als Grundlage für die Analyse wählen wir daher die von der EEA veröffentlichten CO₂-Emissionsdaten für Pkw des Jahres 2020¹⁵. **Die darin hinterlegten Daten zu den spezifischen CO₂-Emissionen und der Fahrzeugmasse (Testmasse) der neu zugelassenen Pkw bleiben im Folgenden unabhängig von dem Szenario und der Analyse unverändert.** Die Verteilung zwischen Fahrzeugmasse und CO₂-Emissionen in den Monitoring-Daten des Jahres 2020 ist in der folgenden Abbildung zu sehen. Dabei sind in der Punktwolke Pkw mit gleicher Testmasse und gleichen CO₂-Emissionen zusammengefasst und als Datenpunkt angegeben. Die Größe des Datenpunkts stellt dabei den Neuzulassungsanteil von Pkw mit der gleichen Testmasse und den gleichen CO₂-Emissionen dar. Der Steigungsparameter der Fahrzeugdaten von 0,015¹⁶ ist erheblich geringer als der bis 2024 gültige Nutzenparameter und die Bedeutung des Parameters für die herstellerepezifischen Zielwerte wäre auf Basis der Monitoring-Daten des Jahres 2020 stark reduziert. Berechnet wird der Parameter dabei aus einer linearen Regressionsrechnung mit der Methode der kleinsten Quadrate.

¹⁵ Die Daten für Großbritannien finden in der Berechnung keine Berücksichtigung.

¹⁶ In der [Analyse](#) des Vorschlags zur Weiterentwicklung der CO₂-Emissionsstandards gibt das ICCT den Steigungsparameter von 0,009 an. Der Unterschied ergibt sich daraus, dass in diesem Papier die Steigung auf Basis der WLTP-Emissionswerte berechnet werden und im verlinkten Analysepapier die Rechnung mit NEFZ-Emissionswerten durchgeführt wurde.

Abbildung 7: Analyse des Nutzenparameters: Szenario 0 (Monitoring-Datenbank für das Jahr 2020)



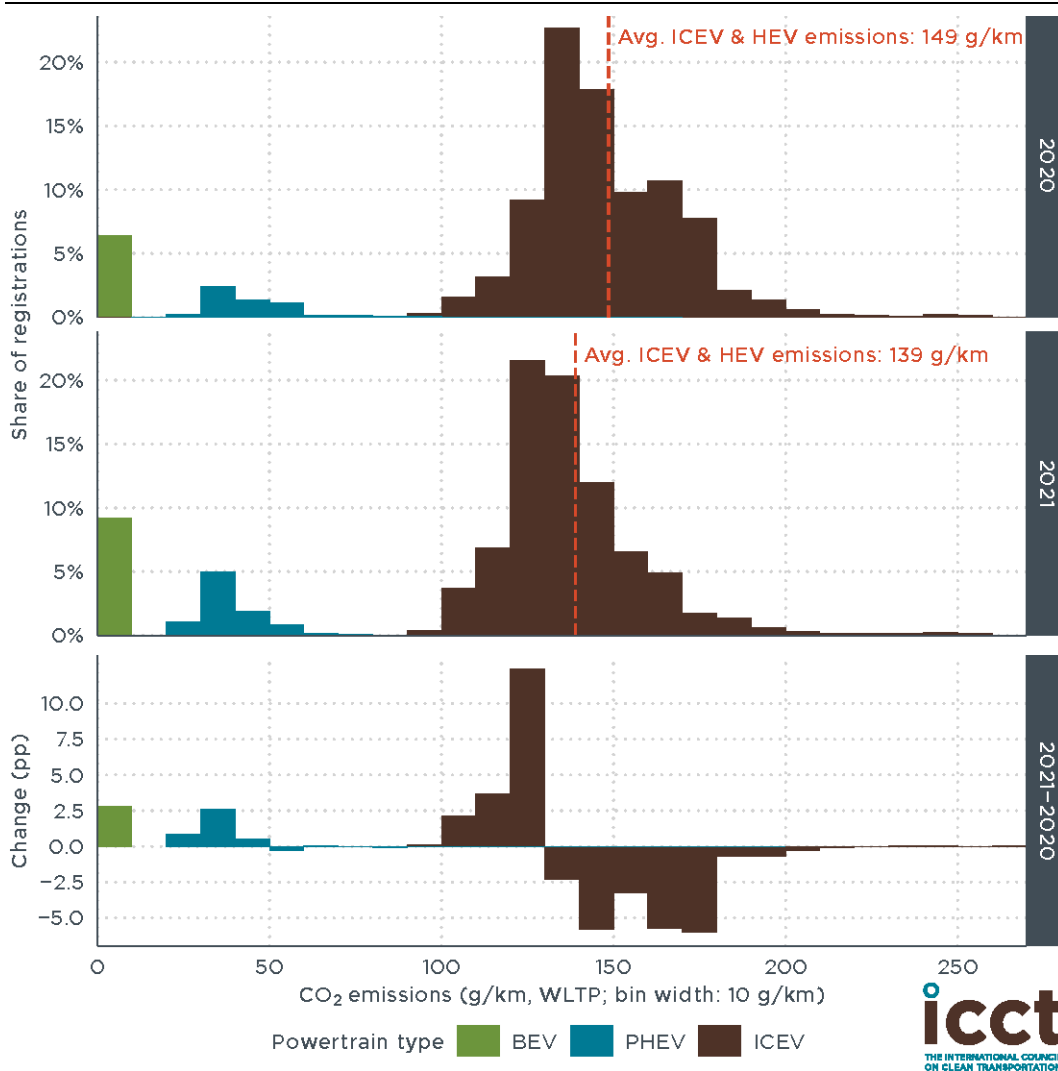
Quelle: Auswertung der EEA-Datenbank des Jahres 2020 durch das ICCT

Zusätzlich sind auf der rechten Seite der Abbildung die Zulassungsanteile in Abhängigkeit des Pkw-Antriebs und der spezifischen Emissionen als Histogramm dargestellt (Unterteilung in Bins von 10 g CO₂/km). **Für die folgenden Szenarien für das Jahr 2021, welches für die Bestimmung des Nutzenparameters relevant ist, wird diese Verteilung jeweils angepasst.**

Die Fahrzeughersteller konnten für die Zielerreichung im Jahr 2020 auf das Phase-In des neuen Zielwerts von 95 g CO₂/km (NEFZ) und Super Credits in Form der Mehrfachanrechnung¹⁷ von Pkw mit spezifischen Emissionen unter 50 g CO₂/km zurückgreifen. Für das Jahr 2021 stehen ihnen diese Möglichkeiten, das Emissionsziel zu erreichen zumeist nicht mehr zur Verfügung. Entsprechend ist für das Jahr 2021 von weiter steigenden Anteilen an elektrischen Pkw bei den Neuzulassungen auszugehen. Dieser Effekt zeigt sich bereits in den bereits bekannten Zulassungsdaten für das Jahr 2021 (Zeitraum Januar – Oktober / siehe Abbildung 8). Zusätzlich zu den gestiegenen Zulassungszahlen wird bei den Zulassungsdaten des Jahres 2021 auch deutlich, dass die Neuzulassungsanteile hoch emittierender verbrennungsmotorischer Pkw zurückgehen und dafür der Anteil effizienterer verbrennungsmotorischer Pkw zunimmt. Inwieweit dieser Effekt auf reale Effizienzsteigerungen bzw. auf Optimierungen auf den neuen Testzyklus WLTP zurückzuführen ist, ist jedoch nicht klar.

¹⁷ Es gibt eine Begrenzung der Nutzung der Super Credits auf eine Minderungswirkung von in Summe 7,5 g CO₂/km. Viele Hersteller haben diesen Maximalwert der Super Credits bereits ausgeschöpft, so dass ihnen für die Zielerreichung im Jahr 2021 keine Super Credits mehr zur Verfügung stehen.

Abbildung 8: Änderung der Verteilung der Neuzulassungsanteile hinsichtlich Antriebstyp und CO₂-Emissionen zwischen den Jahren 2020 und 2021

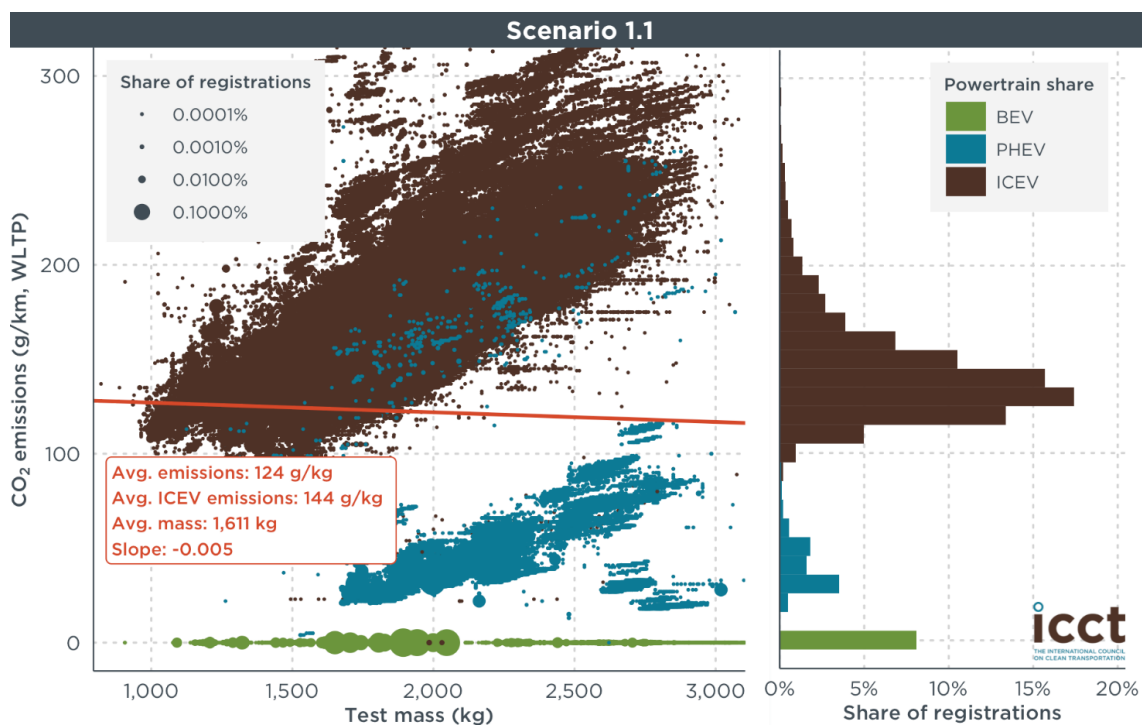


Quelle: Auswertung des ICCT von Zulassungsdaten der Jahre 2020 und 2021 (Dataforce)

Für die Ableitung von möglichen Szenarien für die Neuzulassungen von Pkw nutzen wir Zulassungsdaten, die für den Zeitraum von Januar – Oktober 2021 hinsichtlich des Antriebstyps und der spezifischen CO₂-Emissionen vorliegen¹⁸.

¹⁸ Die Daten werden von [Dataforce](#) erhoben. Der genutzte Datensatz enthält keine verlässlichen Informationen zur Testmasse der Neufahrzeuge. Die durchschnittlichen CO₂-Emissionen des Jahres 2020 liegen höher als in der Monitoring-Datenbank der EEA. Diese Abweichung ist darauf zurückzuführen, dass im Datensatz von Dataforce weniger Datensätze mit WLTP-Emissionswerten als in der Monitoring-Datenbank zu finden sind und diese über einen allgemeinen Konversionsfaktor von NEFZ- in WLTP-Werte umgerechnet werden.

Abbildung 9: Analyse des Nutzenparameters: Szenario 1.1 (konservatives Szenario auf Basis von Marktdaten von Januar – Oktober 2021)

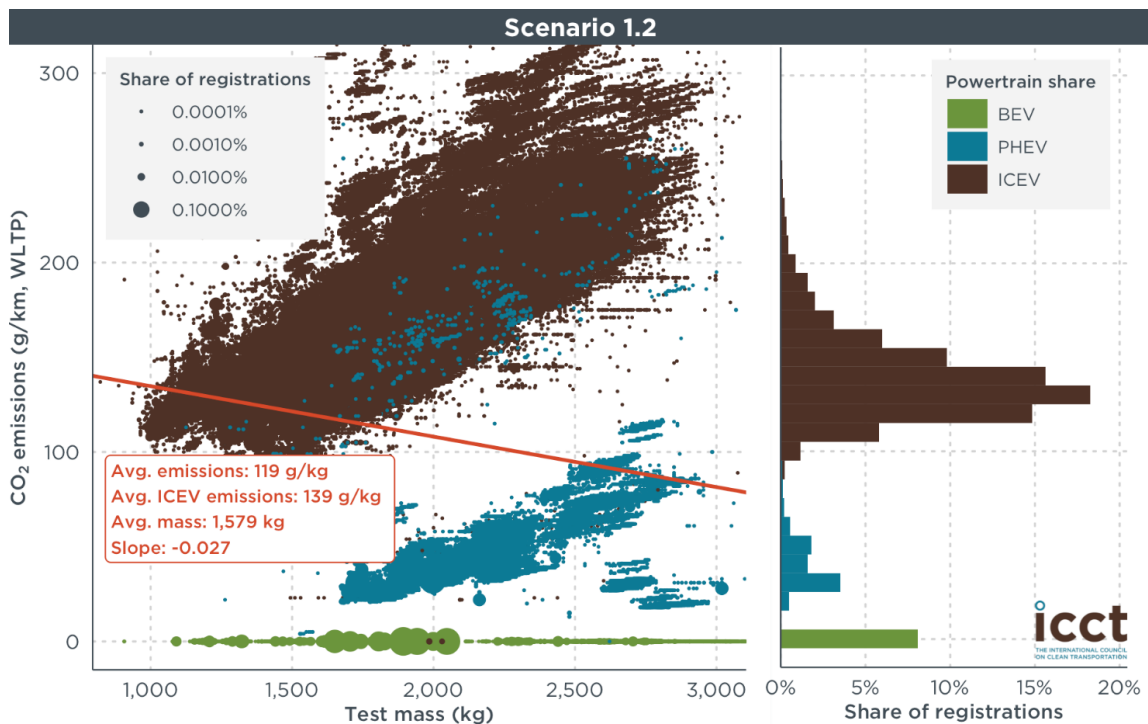


Quelle: Auswertung des ICCT auf Basis der EEA-Monitoring Datenbank des Jahres 2020 und von Zulassungsdaten des Jahres 2021 (Dataforce)

- ▶ Szenario 1.1: Dieses Szenario nutzt die Neuzulassungsverteilung auf die Antriebstypen, wie sie in der Dataforce-Datenbank für das Jahr 2021 gegeben sind. Da die Emissionswerte der EEA-Datenbank nicht angepasst werden und die Verschiebung zu weniger emittierenden verbrennungsmotorischen Pkw nicht berücksichtigt wird, liegen die CO₂-Emissionen der verbrennungsmotorischen Pkw über den durchschnittlichen Emissionswerten der Dataforce-Datenbank.
- ▶ Szenario 1.2: Dieses Szenario nutzt die Neuzulassungsverteilung auf die elektrischen Antriebstypen wie in der Datenbank von Dataforce. Die Neuzulassungsverteilung für ICEV wird so angepasst, dass sich der in der Datenbank hinterlegte durchschnittliche Emissionswert der verbrennungsmotorischen Pkw von 139 g CO₂/km einstellt. Die Anpassung findet so statt, dass eine Gewichtung der jeweiligen Emissionsbins stattfindet. Je weiter ein Bin von dem Pivot-Punkt von 139 g CO₂/km entfernt ist, desto stärker (linearer Zusammenhang) ist die Gewichtung¹⁹. Dieses Szenario bildet stilisiert den Shift zu eher niedrig emittierenden verbrennungsmotorischen Pkw im Jahr 2021 ab und ist aller Voraussicht das realistischste Szenario der Analyse.

¹⁹ Beim Pivot-Punkt von 139 g CO₂/km ist der Gewichtungsfaktor 1; bei niedrigeren Emissionen ist der Gewichtungsfaktor größer 1 (steigende Neuzulassungsanteile); bei höheren Emissionen ist der Gewichtungsfaktor kleiner 1 (sinkende Neuzulassungsanteile).

Abbildung 10: Analyse des Nutzenparameters: Szenario 1.2 (progressives Szenario auf Basis von Marktdaten von Januar – Oktober 2021)



Quelle: Auswertung des ICCT auf Basis der EEA-Monitoring Datenbank des Jahres 2020 und von Zulassungsdaten des Jahres 2021 (Dataforce)

Das eher konservative Szenario 1.1. weist mit $-0,005$ bereits einen leicht negativen Steigungsparameter auf. In Szenario 1.2, welches zusätzlich den Shift zu eher emissionsarmen verbrennungsmotorischen Pkw mit abbildet, sinkt dieser Wert auf $-0,027$. In beiden Fällen müssten Hersteller(pools) mit eher schweren Fahrzeugen niedrigere Emissionszielwerte einhalten als solche mit eher leichten Fahrzeugen in der Neufahrzeugflotte.

Für das Szenario 1.2 wurden als Sensitivität zwei weitere Szenarien gerechnet.

- Szenario 2.2.: Der Anstieg der Neuzulassungsanteile elektrischer Pkw wird halbiert und die Anzahl der verbrennungsmotorischen Pkw werden entsprechend erhöht. Dabei wird bei den verbrennungsmotorischen Pkw mit der gleichen Methode wie zuvor ein Shift zu weniger emittierenden verbrennungsmotorischen Pkw hinterlegt. Dieses Szenario ist ein sehr konservatives Szenario hinsichtlich der Zulassungsanteile elektrischer Pkw.
- Szenario 3.2: Der Anstieg der Neuzulassungsanteiler elektrischer Pkw wird um 50 % erhöht. Entsprechend sinkt die Anzahl der verbrennungsmotorischen Pkw. Auch in diesem Szenario wird ein Shift zu eher niedrig emittierenden verbrennungsmotorischen Pkw hinterlegt. Dieses Szenario ist ein sehr progressives Szenario hinsichtlich der Zulassungsanteile elektrischer Pkw.

Die Steigungsparameter ist in den beiden zuvor genannten Szenarien ebenfalls negativ (Szenario 2.2: $-0,017$; Szenario 3.2: $-0,034$).

Einordnung der Szenarien

Die in dem Papier durchgeführten Regressionsanalysen weisen darauf hin, dass der „Nutzenparameter“ a mit der in der Verordnung (EU) 2019/631 hinterlegten Methode mit hoher

Wahrscheinlichkeit negativ werden wird²⁰. Selbst auf Basis der Neuzulassungsdaten für das Jahr 2020 sinkt der Steigungsparameter auf einen Wert nahe null. Auch ohne den Umstieg auf elektrische Pkw wäre ein immer weiteres Absinken des Nutzenparameters über die Zeit wahrscheinlich, da bei höher emittierenden Pkw größere Möglichkeiten bestehen, die CO₂-Emissionen zu reduzieren. Durch die steigenden Zulassungsanteile von elektrischen Pkw erhöht sich die Geschwindigkeit des Absinkens des linearen Zusammenhangs zwischen Fahrzeugmasse und Emissionen:

- ▶ Rein elektrische Pkw sind durch das Batteriegewicht tendenziell schwerer als vergleichbare verbrennungsmotorische Pkw. Dennoch weisen rein elektrische Pkw völlig unabhängig von der Fahrzeugmasse Nullemissionen auf. Der Zusammenhang zwischen Fahrzeugmasse und „höheren“ CO₂-Emissionen existiert für rein elektrische Pkw nicht. Zudem kommen Fahrzeuge mit eher hoher Fahrzeugmasse und Nullemissionen in den Markt, was den Shift zu einem negativen Steigungsparameter unterstützt.
- ▶ Plug-In-Hybrid-Pkw sind durch den doppelten Antriebsstrang und das Zusatzgewicht der Batterie ebenfalls tendenziell schwerer als vergleichbare verbrennungsmotorische Pkw. Für Plug-In-Hybrid-Pkw existiert ein Zusammenhang zwischen Fahrzeugmasse und CO₂-Emissionen. Die im WLTP gemessenen CO₂-Emissionen von Plug-In-Hybrid-Pkw liegen jedoch bei gleicher Masse erheblich unter den Emissionswerten von verbrennungsmotorischen Pkw.
- ▶ Die Markteinführung der neuen Antriebstechnologien findet bevorzugt über große und entsprechend schwere Fahrzeugklassen statt. In einem Fahrzeugmix aus eher leichten verbrennungsmotorischen Pkw und eher schweren elektrischen Pkw entsteht somit eine negative Steigung für den linearen Zusammenhang zwischen Fahrzeugmasse und CO₂-Emissionen.

Insgesamt lässt sich aus den durchgeführten Analysen und den Szenarioabschätzungen ableiten, dass ohne Änderung der Verordnung (EU) 2019/631 Fahrzeughersteller mit eher großen und schweren Fahrzeugen ab dem Jahr 2025 aller Voraussicht nach niedrigere Emissionsziele einhalten müssten als solche mit eher leichten und kleinen Fahrzeugen. Ohne detaillierte Analysen für LNF durchgeführt zu haben, existieren dieselben Zusammenhänge auch für diese Fahrzeugklasse. Aus diesem Grund erscheint als Änderungsvorschlag für die genannte Verordnung die Abschaffung der linearen Zielwertkurve sinnvoll zu sein. Dieses Vorgehen wäre zudem konsistent für das Emissionsminderungsziel von 100 % im Jahr 2035, für das unabhängig von der Fahrzeugmasse alle Fahrzeuge Null-Emissionen aufweisen müssen.

A.3 Diskussion zu Anrechnung von erneuerbaren Kraftstoffen auf die CO₂-Flottenzielwerte für Pkw und LNF

Dieses Papier ist im Februar 2022 entstanden.

Voraussetzung für Anrechnung bzw. Klimaschutzeffekt auf die CO₂-Flottenzielwerte

- ▶ Ein zusätzlicher Klimaschutzeffekt zur Wirkung der RED bzw. den nationalen Umsetzungen der RED ist die Voraussetzung für die Anrechnung der Klimaschutzwirkung erneuerbarer Kraftstoffe auf die CO₂-Flottenzielwerte. Wenn dies nicht passiert, ist die

²⁰ Zur Zielerreichung ist davon auszugehen, dass einige Hersteller(-pools) Ende des Jahres Eigenzulassungen von elektrischen Pkw durchführen werden, um die Zielwerte einzuhalten.

Klimaschutzwirkung der RED und der CO₂-Flottenzielwerte auf die THG-Emissionsreduktion im Verkehr geschwächt.

- Die Kraftstoffmengen, die für die CO₂-Flottenzielwerte angerechnet werden sollen, dürfen nicht für die Zielerfüllung der nationalen Umsetzungen der RED angerechnet werden. Daraus folgt, dass je nach „Härte“ der Zusätzlichkeit sichergestellt werden muss, dass der bzw. alle Inverkehrbringer der Kraftstoffe die Ziele der RED-Umsetzungen eingehalten hat.

Technische Inkompatibilität und technischer Aufwand für die Anrechnung erneuerbarer Kraftstoffe zwischen RED und CO₂-Flottenzielwerten

- ▶ Das Verifizierungsverfahren der CO₂-Flottenzielwerte läuft wie folgt ab (Artikel 7 von EU/2019/631 zusammen mit dem Implementing Act 2021/392):
 - Bis zum 28. Februar senden die national zuständigen Stellen (in DEU: KBA) die Neuzulassungsdaten an die EU.
 - Die EU-COM für die Daten bis zum 30. Juni zusammen, führt die erste Verifizierung durch und erstellt provisorische Daten. Diese Daten werden veröffentlicht und auch den Verpflichteten, den OEM, zur Verfügung gestellt
 - Die OEM können innerhalb von 3 Monaten (also bis zum 30. September) Fehler in den Daten anmerken und dieser der EU-COM mitteilen.
 - Bis zum 31. Oktober muss die EU-COM die finalen Daten zusammenstellen, d.h. es müssen die Daten der genannten Fehler verifiziert werden.
 - Es passiert häufig, dass die letzten beiden Schritte mehr Zeit in Anspruch nehmen und die finalen Daten erst nach dem 31. Oktober feststehen. Derzeit stehen die finalen Daten der CO₂-Flottenzielwerte für das Jahr 2020 (Stichtag für die finalen Daten: 31. Oktober 2021) noch nicht fest.
 - **Damit die Klimaschutzminderung durch erneuerbare Kraftstoffe in das Verifizierungsverfahren für die CO₂-Flottenzielwerte aufgenommen werden kann, müssen die dafür notwendigen Angaben bis zum 28. Februar bei den nationalen Stellen, die die Neuzulassungsdaten an die EU melden, vorliegen.**
- ▶ In der RED ist keine Zeitschiene für das Verifizierungsverfahren zur Zielerfüllung genannt. Die meisten MS der EU haben auch keine feste Zeitschiene für das Verifizierungsverfahren zur Zielerfüllung der nationalen Kraftstoffregulierungen²¹.
 - Um die Voraussetzung für die Anrechenbarkeit zu erfüllen, müssen zuvor die gemachten Angaben der Inverkehrbringer von Kraftstoffen in den nationalen Regulierungsregimen verifiziert werden.
- ▶ Die Zeitschienen der RED-Verifizierung und der CO₂-Flottenzielwertregulierung sind - anders als in den Studien von Frontier Economics dargestellt - nicht miteinander kompatibel.
- ▶ Die Zusätzlichkeit der angerechneten erneuerbaren Kraftstoffmengen auf die Zielerfüllung müsste gegenüber 27 unterschiedlichen nationalen Systemen der Umsetzung der RED

²¹ Siehe beispielsweise Tabelle 2 in Anhang in [dieser Arbeit](#) im Auftrag der E-Fuel Alliance.

geprüft werden, was einen stark erhöhten technischen Aufwand für die Verifizierung der Regulierung bedeuten würde

Risiko der Allokation der Klimaschutzwirkung in anderen MS als DEU

- ▶ Bei der Zielerfüllung der CO₂-Flottenzielwerte ist die Annahme plausibel, dass batterieelektrische Fahrzeuge verstärkt in Ländern mit hoher Kaufkraft und gut ausgebauter Ladeinfrastruktur zugelassen werden. DEU gehört zu diesen Ländern.
- ▶ DEU hat ein hohes Ambitionsniveau bei der Umsetzung der RED und es ist davon auszugehen, dass die Zusätzlichkeit der Nutzung von erneuerbaren Kraftstoffen daher in DEU schwieriger zu erreichen ist als in anderen MS.
- ▶ Es besteht also das Risiko, dass die Einhaltung der CO₂-Flottenzielwerte über die Anrechnung von Emissionsminderungen durch erneuerbare Kraftstoffe stärker in anderen MS als DEU stattfindet. **Die Wirkung der CO₂-Flottenzielwerte auf die THG-Emissionsminderung in DEU wird dadurch ggf. reduziert und die Lücke zur Zielerreichung zum KSG könnte steigen.**

Erhöhte Kosten für OEM und für Verbraucher bei Anrechnung der erneuerbaren Kraftstoffe auf die CO₂-Flottenzielwerte

- ▶ Verschiedene Kostenrechnungen (IA der EU-KOM, Studie von ICCT) zeigen, dass durch die Anrechnung von erneuerbaren Kraftstoffen höhere Kosten auftreten als durch eine Elektrifizierungsstrategie für die Zielerfüllung. Es ist also sehr unwahrscheinlich, dass OEM diese Zielerfüllungsoption verfolgen würden. Anders in den Studien von Frontier Economics genannt, ist ein spontanes „gap-filling“ keine realistische Strategie, weil auf dem Kraftstoffmarkt keine relevanten Mengen an erneuerbaren Kraftstoffen zur Verfügung stehen sollten, da diese wesentlich durch die Zielwerte der Umsetzungen der RED angereizt werden. Darüberhinausgehende Menge im relevanten Maßstab sind wegen der Mehrkosten alternativer Kraftstoffe nicht realistisch.
- ▶ Auch für die Nutzer*innen sind die Gesamtkosten bei der Anwendung von Credits für die Anrechnung der Emissionsminderung aus erneuerbaren Kraftstoffen höher als bei einer Elektrifizierungsstrategie. Diese Kostenrechnungen decken sich beispielsweise auch mit den volkswirtschaftlichen Rechnungen des BMWK in den Langfristszenarien.

Reduzierte Planungssicherheit bei der Transformation der Automobilindustrie

- ▶ Die Möglichkeit zur Anrechnung erneuerbarer Kraftstoffe auf die CO₂-Flottenzielwerte reduziert die Klarheit bei der Transformation der Automobilindustrie. Dabei ist die Planungssicherheit für die Transformation ein äußerst relevanter Baustein für die Transformation der Automobilindustrie.²²

Die Planungssicherheit für die Transformation der Automobilindustrie sowie das Ambitionsniveau für die Transformation sind relevante Bausteine dafür, dass die Automobil- und Zulieferindustrie entscheidende Prozessschritte mit hohem Wertschöpfungs- und Arbeitsplatzpotenzial (z. B. Batteriezellfertigung) in Deutschland und Europa allokiert. Beides unterstützt dabei die zukünftige

²² z. B. Abbildung 7 in (Deloitte 2021) Die Transformation deutscher Automobilzulieferer zur Elektromobilität.

A.4 CO₂-Emissionsstandards für SNF – Flexibilität durch Banking und Borrowing

Dieses Papier ist im Juni 2023 entstanden.

A.4.1 Hintergrund und Vorschlag der EU-Kommission

In den bestehenden CO₂-Emissionsstandards für schwere Nutzfahrzeuge ist, anders als bei der Regulierung für die Pkw und leichten Nutzfahrzeuge, die Flexibilität des sogenannten Banking und Borrowing von CO₂-Emissionsguthaben (Credits) bzw. Emissionsschulden (Debits) für die Fahrzeughersteller möglich. Auf diese Weise bekommt der 5-jährige Zeitraum zwischen 2025 – 2029 eine andere Bedeutung als bei der CO₂-Regulierung für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge: Hersteller können die Zielwerte im begrenzten Maß verfehlen (Beschränkung auf eine Nichterfüllung, die 5 % des Zielwerts eines Jahres entspricht), ohne dafür Strafzahlungen entrichten zu müssen. Sie können aber auch Emissionsguthaben erwerben, wenn der spezifische Emissionswert eines Herstellers der linearen Trajektorie zwischen Referenzwert und Zielwert bzw. zwischen altem und neuem Zielwert liegt (siehe folgende Abbildung). Die Hersteller können die Emissionsguthaben bis zum Ende der Zielwert-Periode (in der bestehenden Regulierung das Jahr 2029) nutzen, um Zielwertverfehlungen auszugleichen; Emissionsschulden müssen spätestens im letzten Jahr der zeitlichen Periode mit konstantem Zielwert ausgeglichen werden.

Abbildung 11: Konzept des Banking und Borrowing in der bestehenden Regulierung

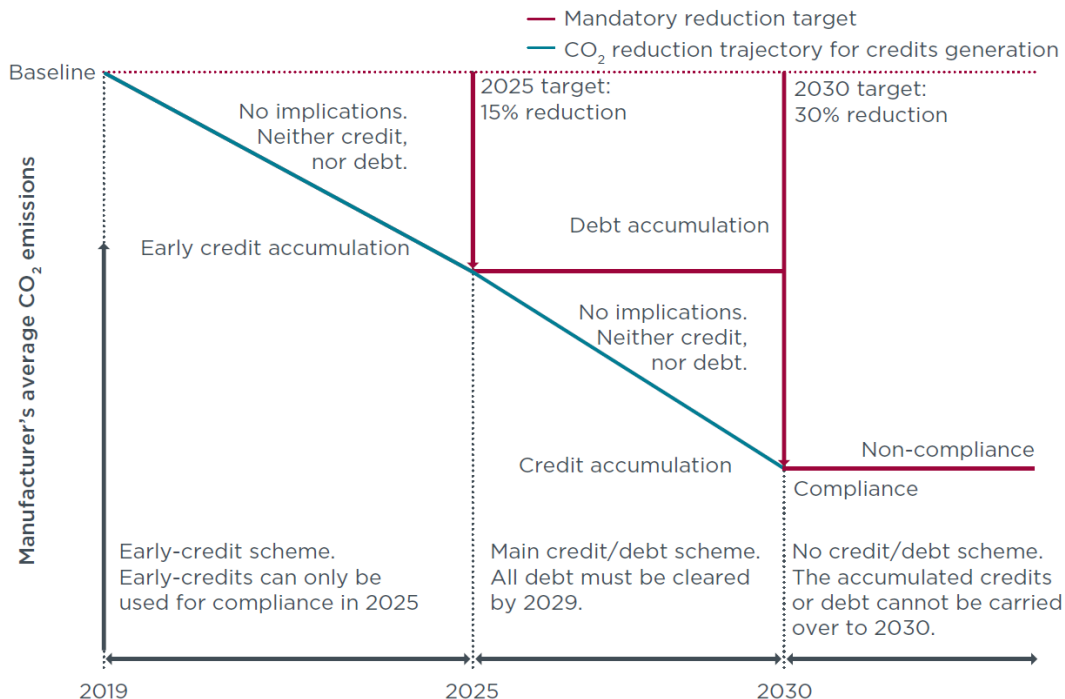


Figure 3. Illustration of the credit/debts scheme for compliance flexibility

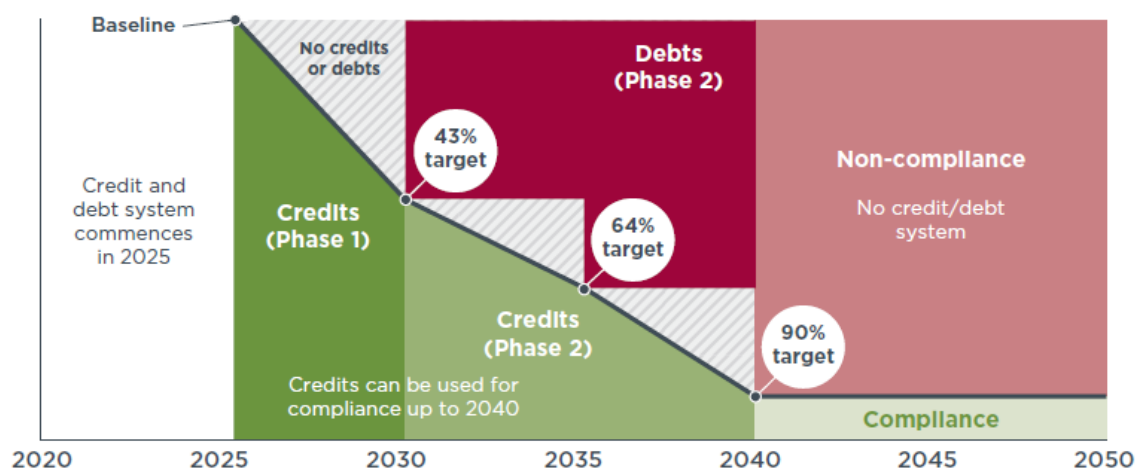
Quelle: (Rodriguez 2019), S.7

Begründet wird diese Flexibilität damit, dass der Aufbau von Emissionsschulden im begrenzten Maß erlaubt werden sollte, um bei ökonomisch außergewöhnlichen Rahmenbedingungen (z. B. Wirtschaftskrise) die Möglichkeit der Zielwernerfüllung zu erhalten. Auch soll damit längeren

Entwicklungszyklen bei schweren Nutzfahrzeugen Rechnung getragen und mit den Emissionsguthaben frühzeitige Technologieentwicklungen angereizt werden.

Der Vorschlag der EU-Kommission zur Fortschreibung der CO₂-Emissionsstandards behält das Prinzip der Flexibilität durch Banking und Borrowing bei, verändert jedoch einen relevanten Aspekt. Die Emissionsguthaben verfallen anders als in der bisherigen Regulierung nicht zu Ende einer 5-Jahres-Periode, sondern Hersteller können diese bis zum Jahr 2039 zum Ausgleich von Zielwertverfehlungen einsetzen (siehe folgende Abbildung). Die Emissionsschulden müssen weiterhin zu Ende einer Regulierungsperiode ausgeglichen sein, damit die Hersteller eine Strafzahlung vermeiden.

Abbildung 12: Konzept des Banking und Borrowing im Kommissionsvorschlag der EU-KOM (Beispiel: neu regulierte Lkw und Reisebusse)



Quelle: (Mulholland und Rodríguez 2023a), S.15

Hinsichtlich der Wirkung auf die THG-Emissionsminderungswirkung und die technologischen Anreize des Banking und Borrowing ergeben sich zwei Pole, die **in einer Analyse des Flexibilitätsmechanismus berücksichtigt** werden sollten:

- ▶ Gibt es das Risiko, dass die Flexibilität die Klimaschutzwirkung und den langfristigen Innovationanreiz der CO₂-Emissionsstandards reduziert bzw. gefährdet?
- ▶ Gibt es die Möglichkeit, mit dem Banking und Borrowing einen frühzeitigen Anreiz zu geben, Emissionsminderungstechnologien (z. B. Nullemissionsfahrzeuge) stärker in die Nutzung zu bringen?

Im Folgenden findet eine Bewertung des EU-KOM-Vorschlags statt, die sich auf die beiden genannten Aspekte bezieht.

A.4.2 Einordnung und Bewertung des EU-Vorschlags

Mögliche Risiken des Banking und Borrowing

Das Risiko, den mittel- und langfristigen CO₂-Emissionsminderungs- und Innovationsanreiz zu reduzieren, ergibt sich durch die Änderung im KOM-Vorschlag gegenüber der bisherigen Ausgestaltung des Banking und Borrowing. **Die „unbegrenzte“ Gültigkeit (Gültigkeit bis 2039) der Emissionsguthaben kann für den Fall sorgen, dass bei einer frühen Kumulation von Emissionsguthaben langfristig nicht ausreichende Innovationsanreize bestehen, um**

auch anspruchsvolle und weniger einfach mit Nullemissionsfahrzeugen zu erreichende Nutzungen in die Transformation einzubeziehen.

Eine Kumulation von Emissionsguthaben kann vor allem dann entstehen, wenn a) die Steigerung des Zielwerts nur wenig ambitioniert ist bzw. b) zu Anfang der Regulierungszeiträume die Trajektorie, mit der die Emissionsguthaben bestimmt werden, nur im sehr geringen Maßstab unter dem Zielwert der 5-jährigen Regulierungszeiträume liegt. In den jeweiligen Regulierungsperioden der Referenzbestimmung (2019, 2025) bzw. mit neuen Zielwerten (2025, 2030, 2035) erhalten einige – wenn nicht sogar alle Hersteller – Emissionsguthaben, ohne eine relevant zusätzliche Innovationsleistung (Mitnahmeeffekte) zu erbringen.

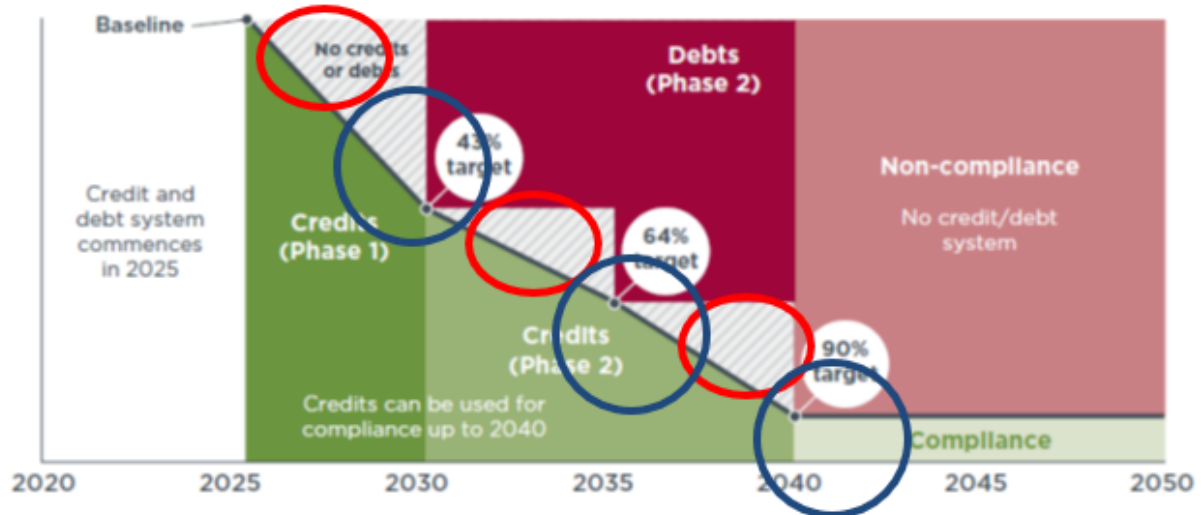
In den Jahren zur Bestimmung der Baseline erhalten die Hersteller, die unter dem durchschnittlichen Emissionswert über alle Hersteller liegen, d.h. besser sind als der Baseline-Wert, bereits Emissionsguthaben²³. Ähnlich ist das der Fall in den Jahren, in denen neue Zielwerte erstmalig gültig werden. Solange Hersteller die Zielwerte einhalten, ohne Emissionsschulden in Anspruch zu nehmen²⁴, liegen die Emissionswerte der Hersteller aller Voraussicht nach unter dem jeweils neuen Zielwert. Dies folgt daraus, dass eine punktgenaue Steuerung von Fahrzeugzulassungen nicht möglich ist und die Hersteller die Ziele mindestens leicht übererfüllen werden. Auch in den Folgejahren eines neuen Zielwerts ist es für Hersteller wegen der Nähe zum zu erreichenden Zielwert relativ einfach und ohne relevante Innovationsleistung Emissionsguthaben aufzubauen. Phasen, in denen Hersteller auf relativ einfache Art und Weise Emissionsguthaben kumulieren können, sind am Beispiel der neu regulierten schweren Nutzfahrzeuge (keine Stadtbusse) in der folgenden Abbildung in Rot eingezeichnet.²⁵

²³ In der Baseline der Regulierungsperiode 2019 liegt beispielsweise Scania je nach Subgruppe 0,7 % (4-UD) - 7,5 % (5-RD) unter den Durchschnittswerten aller Hersteller und konnte entsprechend Emissionsguthaben sammeln (Ragon und Rodríguez 2021).

²⁴ Dieser Fall ist der wahrscheinliche Fall bei einer Zieleinhaltung. Die Nutzung von Emissionsschulden ist aller Voraussicht nach nicht Teil einer Zielerfüllungsstrategie, da sonst sehr starke Sprünge im Einphasen von CO₂-Minderungstechnologien notwendig werden würden. Eine solche Langfriststrategie wäre mit einem hohen Risiko für die Zielverfehlung und der Zahlung von Strafzahlungen verbunden und ist daher eher unwahrscheinlich. Der Fall von Emissionsschulden dürfte nur dann auftreten, wenn neue Technologien (z. B. Nullemissionsfahrzeuge) nicht in der Größenordnung - wie in der Zielerfüllungsstrategie angedacht - für die Einhaltung der CO₂-Emissionswerte zur Verfügung stehen (z. B. Chipmangel, längere Entwicklungszeiten von neuen Antriebstechnologien).

²⁵ Zur CO₂-Emissionsbestimmung und der Trajektorie zum Erwerb von Emissionsguthaben bei Stadtbussen gibt es ein eigenes Kurzpapier

Abbildung 13: Phasen mit hoher Wahrscheinlichkeit der Kumulation von Emissionsguthaben (in Rot eingekreist); Phasen mit geringer Wahrscheinlichkeit der Kumulation von Emissionsguthaben (in Blau eingekreist); Beispiel für neu regulierte Lkw und Reisebusse



Quelle: Eigene Abbildung auf Basis von (Mulholland und Rodríguez 2023a), S.15

Mögliche Chancen des Banking und Borrowing

Mit dem System des Crediting ist u. a. angedacht, Innovationsanreize für die frühzeitige Einphasung von stark emissionsmindernden Technologien zu setzen, indem die starke Übererfüllung zu einem früheren Zeitpunkt eine Untererfüllung in der Langfristperspektive ausgleichen bzw. das langfristige Ambitionsniveau zumindest für einen gewissen Zeitraum reduzieren kann. Wie bereits in Abschnitt 0 gezeigt, besteht die Möglichkeit Emissionsguthaben zu erwerben vor allem immer zu Beginn einer 5-jährigen Zielwertperiode.

Gegen Ende einer 5-jährigen Zielwertperioden ist der Erwerb von Emissionsguthaben mit der Notwendigkeit einer sehr starken Übererfüllung der Zielwerte verbunden, da die durchschnittlichen CO₂-Emissionen der Neufahrzeuge unter der linearen Trajektorie zwischen zwei Zielwerten liegen müssen, um Emissionsguthaben zu erhalten²⁶. Von den CO₂-Emissionsstandards für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge ist bekannt, dass die Hersteller die durchschnittlichen Emissionen ihrer Neufahrzeuge eher nicht linear reduzieren, sondern zumindest in der Einführungsphase von neuen Antriebstechnologien die Zielwerte eher knapp erfüllen und zu dem Zeitpunkt eines neuen Zielwerts mit einem „Sprung“ den neuen Zielwert erreichen. Da davon auszugehen ist, dass die durchschnittlichen CO₂-Emissionen gegen Ende der 5-Jahres-Perioden (v. a. in der frühen Phase der CO₂-Emissionsstandards) eher weit von der Emissionstrajektorie zur Bestimmung der Emissionsguthaben entfernt sein werden, geht in den Phasen kurz vor einem neuen Zielwert aller Voraussicht nach kein Innovationsanreiz aus. Dies ist auch vor dem Hintergrund zu beachten, dass genau in dieser Phase jeweils „Sprünge“ in der Produktion von Fahrzeugen mit alternativen Antrieben stattfinden müssen und in diesen Zeiträumen ggf. bereits produzierte Fahrzeuge nicht in den Markt gebracht werden.

²⁶ Die CO₂-Emissionen müssen für den Erwerb von Emissionsguthaben unter der linearen Trajektorie zwischen zwei Zielwerten liegen, d. h. sie müssen niedriger als bei einem System mit jährlich absinkenden CO₂-Zielwerten sein. Diese Anforderung ist bisher nicht gegeben und ist vor allem in dem Zeitraum, in dem neue Antriebssysteme in den Markt eingebracht werden, nur sehr unwahrscheinlich zu erreichen.

Zusammenfassung

Das System des Banking und Borrowing hat verschiedene Zielrichtungen. Die Möglichkeit zum Erwerb von Emissionsschulden ermöglicht es den Herstellern, auf kurzfristige Herausforderungen in der Zielerfüllung zu reagieren. Diese Funktion erfüllt das System des Banking und Borrowing gut. Das System mit den Emissionsguthaben kann jedoch dazu führen, dass Fahrzeughersteller zu einigen Zeitpunkten auf sehr einfache und im Hinblick auf die Idee des Innovationsanreizes ungerechtfertigte Art und Weise Emissionsguthaben aufbauen können (jeweils zu Anfang einer Zielwertperiode), wodurch sich das langfristige Ambitions- und Innovationsniveau reduziert. Gegen Ende der 5-jährigen Zielwertperioden ist der Anreiz, zusätzlich stark emissionsmindernde Fahrzeuge in den Markt zu bringen, eher gering und es entsteht aller Voraussicht nach kein relevanter Innovationsanreiz durch den möglichen Erwerb von Emissionsguthaben. Die Funktion zum frühzeitigen Innovationanreiz erfüllt das Banking und Borrowing nur unzureichend und kann sogar ein Risiko dafür sein, dass langfristig kein ausreichender Innovationsanreiz entsteht auch weniger einfach zu erreichende Zielgruppen und Nutzungsprofile mit Nullemissionsfahrzeugen zu versorgen.

A.4.3 Ideen für Veränderungen im Banking und Borrowing

Ideen zur Reduktion der Risiken des Banking und Borrowing

Das Risiko für ein langfristig reduziertes Innovationsniveau durch das Banking und Borrowing kann auf einfache Art und Weise stark reduziert werden. In den derzeit gültigen CO₂-Emissionsstandards sind die Emissionsguthaben nicht übertragbar auf einen neuen Regulierungszeitraum, d. h. die Emissionsguthaben sind begrenzt auf den Zeitraum bis zum Jahr 2029. In dem Vorschlag der KOM für die Fortschreibung der CO₂-Emissionsstandards wurde das entgegengesetzte Extrem gewählt. Bis zum Jahr 2039 gibt es keine zeitliche Begrenzung für den Einsatz erworbener Emissionsguthaben. Im ersten Fall ist der Anreiz, Emissionsguthaben zu erwerben, stark reduziert; im zweiten Fall besteht das Risiko, die langfristige Innovationswirkung der CO₂-Emissionsstandards stark zu reduzieren.

In den USA beispielsweise sind Emissionsguthaben in den THG Standards für HDV ähnlich wie in dem heute gültigen System in der EU nur für fünf Jahre einsetzbar. Der davon ausgehende Innovationsanreiz ist gering, das Risiko für eine langfristige negative Auswirkungen auf die Innovationsanforderungen ist es aber auch. **Eine Zwischenlösung könnte es sein, erworbene Emissionsguthaben maximal bis zum Ende der nächsten Zielwertperiode²⁷ für die Zielerfüllung anrechenbar zu machen. Somit könnte ein Kompromiss für den Anreiz, frühzeitig die CO₂-Emissionen zu reduzieren, und zur Reduktion des Risikos langfristig entscheidende Innovationanreize zu verlieren, gelingen.**

Eine andere, aber hinsichtlich des Innovationsanreizes restriktivere Idee ist es, die Anrechenbarkeit von Emissionsguthaben ähnlich wie bei den Emissionsschulden (5 % des Zielwertes) oder zum Beispiel auch bei dem Transfer von Fahrzeugen zwischen Herstellern zu begrenzen. Ein weiterer Ansatz könnte es sein, eine Deflation der Anrechenbarkeit über die Zeit vorzusehen, um dem Verlust langfristiger Innovationsanreize vorzubeugen.

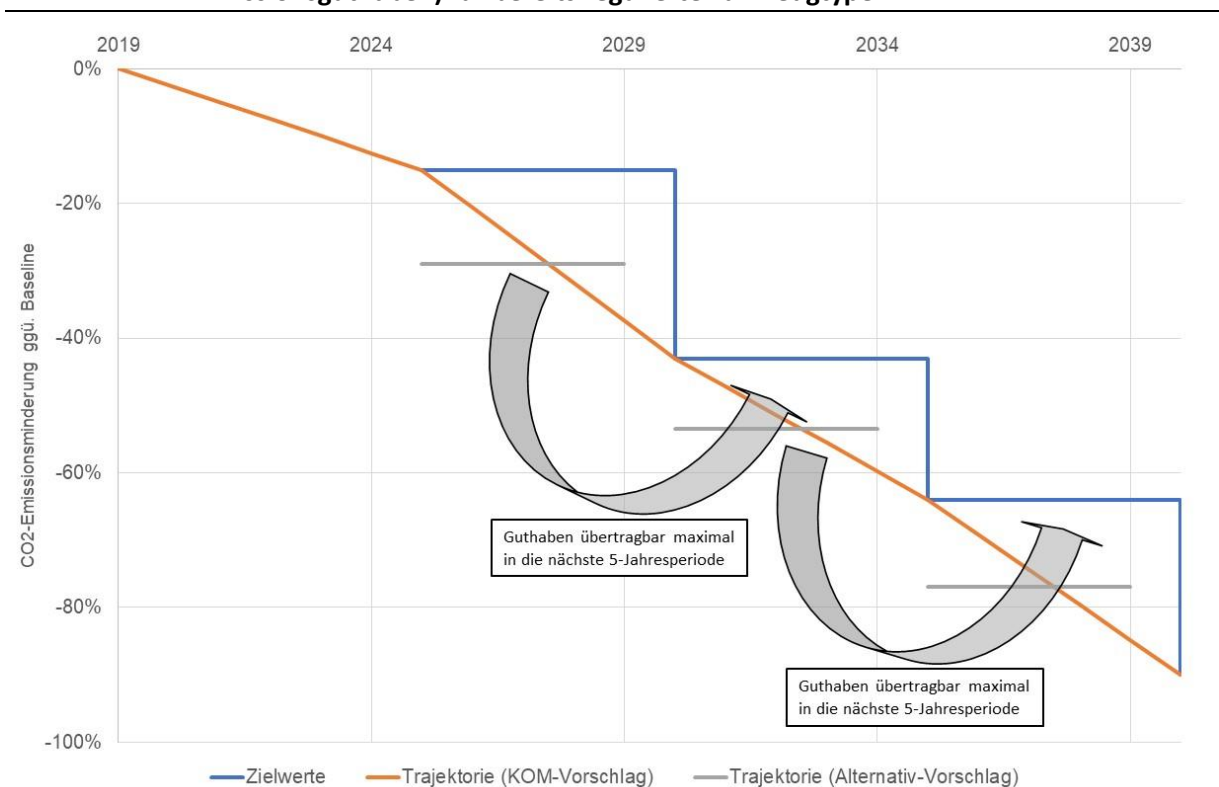
Ideen zur Stärkung des Innovationanreizes durch das Banking und Borrowing

Der geringe Anreiz für die Fahrzeughersteller gegen Ende der Zielwertzeiträume, zusätzliche Nullemissionsfahrzeuge in den Markt zu bringen, liegt an der Zielfunktion, mit der die Emissionsguthaben bestimmt werden. Durch das lineare Absinken der zu

²⁷ d. h., dass Emissionsguthaben z. B. aus den Jahren 2025-2029 bis maximal 2034 einsetzbar sind.

erreichenden Emissionswerte entstehen Emissionsguthaben zu Beginn der Zielwertperiode quasi automatisch und ohne relevanten Innovationanreiz, gegen Ende der Zielwertperiode nur dann, wenn der jeweilige Hersteller ohnehin quasi in einer kontinuierlichen Art und Weise die CO₂-Emissions reduziert und somit in der Nähe der für die Emissionsguthaben entscheidenden Trajektorie liegt und bereits sehr innovativ ist. **Der Innovationsanreiz könnte aber über eine Veränderung der Grenze zum Erhalt von Emissionsguthaben erreicht werden**, indem der Wert zu Anfang der Zielwertperiode anspruchsvoller und zu Ende der Zielwertperiode weniger anspruchsvoll ausgestaltet ist. Damit verbunden wäre eine geringe Verschärfung des Vorschlags der Kommission, da mögliche Mitnahmeeffekte von Emissionsguthaben zu Anfang eines Zielwertzeitraums nicht mehr auftreten würden.

Abbildung 14: Zielwerte und mögliche Optionen für Trajektorie zur Bestimmung der Emissionsguthaben (inkl. möglicher zeitlicher Restriktion des Einsatzes von Emissionsguthaben) für bereits regulierte Fahrzeugtypen



Quelle: Eigene Abbildung

Eine Möglichkeit wäre es also, **den Wert zum Erwerb von Emissionsguthaben konstant auf dem Mittelwert zwischen der Referenz und dem ersten Zielwert bzw. zwischen zwei Zielwerten zu halten**. Konkret wären das beispielsweise für die bereits regulierten Fahrzeuge die folgenden Werte:

- ▶ 2025 – 2029: -29 % gegenüber Baseline der Regulierungsperiode 2019;
 - 2030 – 2034: -53,5 % gegenüber der Baseline der Regulierungsperiode 2019;
 - 2035 – 2039: -77 % gegenüber der Baseline der Regulierungsperiode 2019
- (siehe obenstehende Abbildung).

Für die anderen Fahrzeugtypen könnte auf die gleiche Art und Weise eine konstante Grenze über den jeweiligen 5-jährigen Zielwertzeitraum für den Erwerb von Emissionsguthaben festgelegt werden.

Wie im bisherigen System können jährlich Emissionsguthaben erworben werden. **Bei anspruchsvollen Zielwerten (z. B. die Zielwertperiode von 2025 – 2029) gibt es wenige Risiken, dass durch die Veränderung der Berechnungsgrundlagen für Emissionsguthaben das Risiko einer Aufweichung des langfristigen Innovationsanreizes entsteht.** Vielmehr kann dadurch der Anreiz entstehen, bereits vor dem Sprung auf einen neuen Zielwert stark emissionsmindernde Technologien in den Markt zu bringen und diese in der nächsten Zielwertperiode für die Zielerreichung einsetzen zu können. Bei weniger anspruchsvollen Zielwerten bzw. Zielwertsteigerungen (z. B. Zielwertperiode 2030 – 2034) besteht die Gefahr von Mitnahmeeffekten, die das langfristige Innovationsniveau reduzieren können.

Aus diesem Grund wäre eine Verbindung dieses Systems mit den beiden folgenden Einschränkungen eine Voraussetzung, die verschiedenen Zielsetzungen des Banking und Borrowing miteinander zu vereinen:

- ▶ Zeitliche Einschränkung zur Nutzung von Emissionsguthaben (siehe Abschnitt 0)
- ▶ Keine Mitnahme der Emissionsguthaben für den Zeitraum nach 2039²⁸.

A.5 Wirkung des Vorschlags zur Fortschreibung der CO₂-Flottenzielwerte auf die THG-Emissionen und den Markthochlauf von Nullemissionsfahrzeugen

Dieses Papier ist im Juni 2023 entstanden.

Die EU-Kommission hat in ihrem Impact Assessment zu den CO₂-Flottenzielwerten mehrere Zielszenarien auf gesamteuropäischer Ebene untersuchen lassen. Für die Bewertung hinsichtlich der THG-Emissionsentwicklung und des Markthochlaufs von Nullemissionsfahrzeugen (ZEV) setzt die EU-Kommission das Modell PRIMES ein, welches die Entwicklung des Energie- und Verkehrssystems bis zum Jahr 2050 für die gesamte EU modelliert. Für den erweiterten Geltungsbereich der Regulierung auf (fast) alle Lkw bestimmte die **EU-Kommission drei Optionen zur Zielsetzung (TL_Low; TL_Med; TL_High)**. Die **Minderungsziele zur Referenz des Jahres 2019-2020** sind wie folgt:

- ▶ TL_Low: -35 % (2030); -50 % (2035); -70 % (2040)
- ▶ TL_Med: -40 % (2030); -60 % (2035); -80 % (2040)
- ▶ TL_High: -50 % (2030); -70 % (2035); -100 % (2040).
- ▶ Die **Baseline** sieht eine **Minderung ab dem Jahr 2025 von -15 % und ab dem Jahr 2030 von -30 %** vor. Ansonsten sind in der Modellierung der Baseline die Vorschläge der EU-Kommission des Fit-for-55 Pakets und der REPowerEU Plan sowie die Implementierung der EURO7-Gesetzgebung mit integriert. Zudem werden aktualisierte Energiepreise gegenüber den Analysen für das Fit-for-55 Paket für die Modellierung angenommen.
- ▶ Die untersuchten Szenarien entsprechen daher nicht dem Vorschlag der EU-Kommission. Für die bereits regulierten Lkw liegt der Vorschlag der EU-Kommission zwischen TL_Med und TL_High. Für die neu regulierten Fahrzeuge liegt der vorgeschlagene Pfad bis 2039 über dem Pfad von TL_High und ab dem Jahr 2040 zwischen den Pfaden TL_Med und TL_High.

²⁸ Dies ist derzeit in der Regulierung so vorgesehen und sollte in einem solchen System unbedingt beibehalten bleiben, da der Fahrzeugmarkt und der Stand der Transformation im Fahrzeugbereich der Jahre 2035 – 2039ff schwer abschätzbar ist. Daher sollten mögliche Fehlentwicklungen durch starke Flexibilität ausgeschlossen werden.

- Die in diesem Papier folgende Analyse für die **Auswirkungen auf die THG-Emissionen und die Neuzulassungsanteile von ZEV für Deutschland** weist dagegen Ergebnisse für den Vorschlag der EU-Kommission auf. Das Modell TEMPS, welches auch für die Erstellung des Projektionsberichts der Bundesregierung eingesetzt wird, **nutzt die Rahmendaten und die sonstige Instrumentenausgestaltung des Mit-Maßnahmen-Szenarios (MMS) des (bisher nicht veröffentlichten) Projektionsberichts 2023**. Weitere Änderungen gegenüber den Annahmen des Projektionsberichts sind nicht vorgenommen.

A.5.1 Auswirkungen auf gesamteuropäischer Ebene

Die Grundlage der Bewertung auf gesamteuropäischer Ebene ist die Baseline-Entwicklung. In dieser bleibt die Endenergienachfrage der schweren Nutzfahrzeuge weitestgehend konstant. Die Art der Endenergienachfrage ändert sich jedoch erheblich. THG-Emissionsminderungen werden vor allem über den Markthochlauf von ZEV ermöglicht. Im Jahr 2030 geht die Modellierung mit PRIMES von einem Neuzulassungsanteil von 12 % ZEV (zusätzlich 3 % Plug-In-Hybrid-Fahrzeuge) aus. Dieser Anteil steigt trotz nicht weiter steigender CO₂-Flottenzielwerte bis auf ein Niveau von 31 % ZEV bei den Neuzulassungen (2 % Plug-In-Hybrid-Fahrzeuge) im Jahr 2040. Gas-Lkw sind in der Modellierung mittelfristig für den Zeitraum bis zum Jahr 2030 ebenfalls eine Technologieoption für die Zielerfüllung. Der Anteil dieser Lkw bei den Neuzulassungen steigt auf 16 %. Bis zum Jahr 2040 steigt der Neuzulassungsanteil dieser Technologie nur geringfügig (25 %).

Die **drei Zielszenarien** weisen höhere Neuzulassungsanteile für ZEV auf. Dagegen **sinkt** bereits im Jahr 2030 **die Bedeutung von gasbetriebenen Lkw deutlich** (je höher das Ambitionslevel, desto geringer die Bedeutung von Gas-Lkw). **Im Jahr 2030 liegt der Neuzulassungsanteil von ZEV je nach Ambitionsniveau bei 21 – 35 %. Dieser steigt bis zum Jahr 2040 auf 57 – 100 %. Batterieelektrische Lkw bilden dabei die Mehrheit der ZEV**, die Bedeutung von wasserstoffgetriebenen Fahrzeugen steigt aber mit zunehmender Zeit und Ambitionsniveau (s. Abbildung).

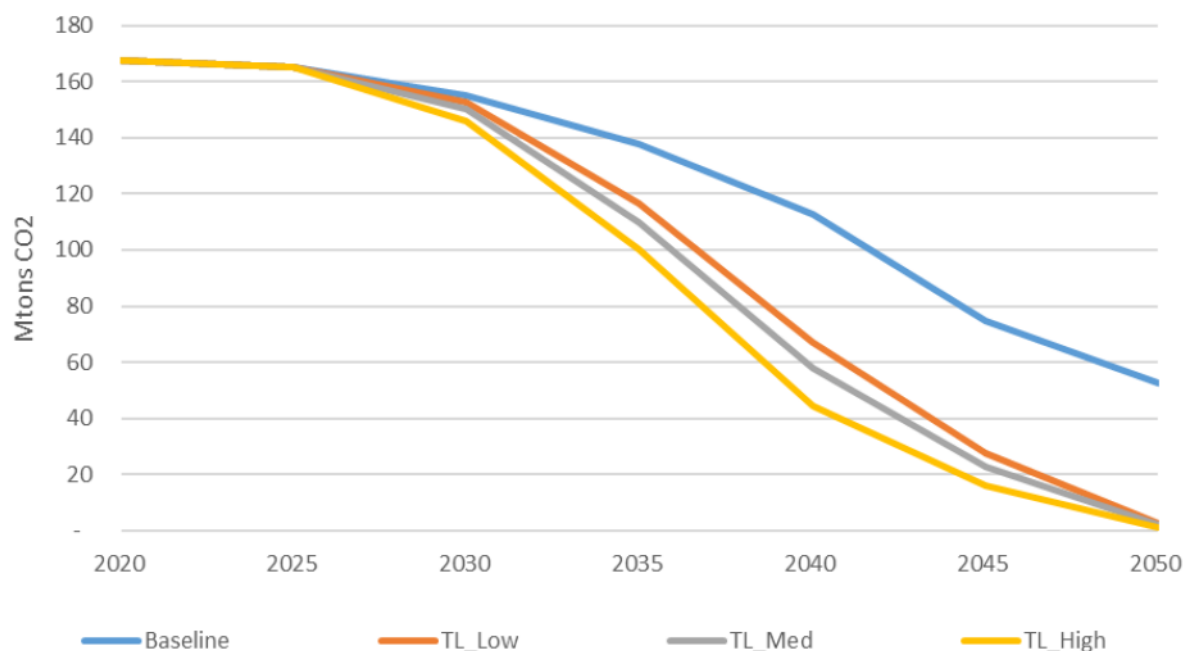
Abbildung 15: Neuzulassungsanteile verschiedener Antriebsoptionen bei verschiedenen Ambitionsniveaus, 2030 – 2040

	All regulated HDVs	Diesel (including hybrid)	Gas-powered vehicles	PHEV	BEV	Hydrogen-powered vehicles ⁶
2030	Baseline	70%	16%	3%	8%	4%
	TL_Low	62%	13%	5%	13%	8%
	TL_Med	58%	11%	6%	16%	9%
	TL_High	49%	8%	8%	22%	13%
2035	Baseline	57%	21%	3%	11%	8%
	TL_Low	44%	15%	6%	20%	14%
	TL_Med	36%	11%	8%	26%	19%
	TL_High	27%	8%	8%	33%	24%
2040	Baseline	42%	25%	2%	16%	15%
	TL_Low	26%	10%	7%	30%	27%
	TL_Med	18%	6%	6%	37%	33%
	TL_High	0%	0%	0%	52%	48%

Quelle: : (EC - European Commission 2023), S.33

Eine detaillierte Auflösung der THG-Emissionen über die Jahre ist im Impact Assessment nicht gegeben. Bis zum Jahr 2030 sinken die CO₂-Emissionen der schweren Nutzfahrzeuge in Europa von rund 165 Mt im Jahr 2020 je nach Szenario auf rund 145 – 155 Mt (Baseline: rund 155 Mt, TL_High: rund 145 Mt). Im Szenario TL_High werden europaweit also rund 10 Mt CO₂ im Jahr 2030 weniger emittiert als in der Baseline. Die Differenz zwischen den drei Zielszenarien und der Baseline geht nach dem Jahr 2030 weiter auseinander. Über den Zeitraum 2031 – 2050 sinken die direkten CO₂-Emissionen der schweren Nutzfahrzeuge um 730 Mt (TL_Low), 837 Mt (TL_Med) bzw. 996 Mt (TL_High). Die Reduktion der CO₂-Emissionen entspricht einer Reduktion der CO₂-Emissionen von schweren Nutzfahrzeugen von 52 – 65 %.

Abbildung 16: Direkte CO₂-Emissionen der schweren Nutzfahrzeuge bei verschiedenen Ambitionsniveaus der CO₂-Standards, 2020 - 2050



Quelle: (EC - European Commission 2023), S.40

Als umweltseitiger Co-Benefit gibt das Impact Assessment noch Luftschadstoffemissionsminderungen an. Sie gehen um 7 – 17 % (2035), 15 – 38 % (2040) bzw. 66 – 88 % (2050) gegenüber der Baseline zurück.

A.5.2 Auswirkung auf deutscher Ebene

Als Baseline für die Wirkungsbewertung des Vorschlags für die Fortführung der CO₂-Flottenzielwerte für schwere Nutzfahrzeuge dient das MMS des Projektionsberichts 2023. In dem Kontext der Instrumentenausgestaltung des MMS (Stand der politischen Rahmenbedingungen zum 31. August 2022²⁹) sind auch die Ergebnisse der Modellierungen für dieses Papier zu verstehen. Relevante Rahmenbedingungen für die Art der Nutzung der schweren Nutzfahrzeuge und die Marktentwicklung neuer Antriebstechnologien sind in diesen Rechnungen vor allem die direkte Marktunterstützung für Lkw mit emissionsfreien Antrieben

²⁹ Einige Lenkungsinstrumente des MMS wurden nach dem 31.08.2022 verändert und im aktuellen Stand im MMS berücksichtigt (z. B. Anpassung des festgesetzten Preispfads für den CO₂-Preis des BEHG).

(80%ige Übernahme der Mehrkosten beim Fahrzeugkauf; wirksam bis zum Jahr 2025³⁰) und der steigende CO₂-Preis des Brennstoffhandelsgesetz (BEHG).

Für die Analysen wurden insgesamt **vier Modellläufe** durchgeführt, die sich durch unterschiedliche Annahmen zur Entwicklung der durchschnittlichen spezifischen CO₂-Emissionen der Neufahrzeugflotte auszeichnen.

- ▶ Szenarien mit „v1“: Diese Szenarien gehen davon aus, dass die Entwicklung der durchschnittlichen CO₂-Emissionen der Neuzulassungen in Deutschland dem Pfad folgt, der für die Gesamt-EU vorgegeben ist (2030: - 45 %; 2035: -65 %, 2040: -90 %).
- ▶ Szenarien mit „v2“: Diese Szenarien gehen davon aus, dass in Deutschland durch bessere Marktbedingungen ein höherer Anteil an ZEV zugelassen wird als im EU-Durchschnitt. Die schnellere Marktentwicklung der ZEV ist aus den Ergebnissen von Clean-Room-Gesprächen mit den Herstellern von schweren Nutzfahrzeugen abgeleitet, die das BMDV im Jahr 2022 geführt hat (NOW 2023). Die Pfadentwicklung für die CO₂-Emissionen der Neufahrzeuge in Deutschland ist dementsprechend ambitionierter als für den EU-Durchschnitt (2030: -56 %; 2035: -76 %; 2040: -100 %). Die Szenarien mit „v2“ sind daher ambitioniertere Zielerfüllungsszenarien für die Neuzulassungen an schweren Nutzfahrzeugen als die vergleichbaren Szenarien nach „v1“.
- ▶ Szenarien mit „Stufe“: Bei der CO₂-Regulierung für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge ist aus der Vergangenheit bekannt, dass durch das stufenförmige Ansteigen des Ambitionsniveaus im 5-Jahres-Rhythmus zu Anfang einer Regulierungsperiode nur geringe CO₂-Minderungen bei den Neufahrzeugen zu sehen waren und erst mit dem Sprung auf den neuen Zielwert eine starke Minderung der CO₂-Emissionswerte der Neufahrzeuge zu erkennen war. Dieses Prinzip wird in diesen Szenarien übernommen.
- ▶ Szenarien mit „linear“: Diese Szenarien gehen davon aus, dass sich die CO₂-Emissionen der Neufahrzeuge linear zwischen dem jeweils gültigen Minderungszielwert und dem Zielwert in der folgenden Regulierungsperiode entwickeln. Die Emissionsentwicklung in diesem Zielszenario ist also ambitionierter bezüglich der Emissionsreduktion als in den Szenarien „Stufe“.

Die in der nachfolgenden Abbildung dargestellten Pfade stellen die Mindestentwicklung der CO₂-Minderung der Neufahrzeuge (Lkw und Reisebusse) dar. Sollte der vorgegebene CO₂-Minderungspfad in einem Jahr nicht erreicht werden, findet eine Anpassung der Neuzulassungsentwicklung statt, um die CO₂-Flottenzielwerte einzuhalten.

Für die im öffentlichen Verkehr eingesetzten Busse wird in den Szenarien davon ausgegangen, dass ab dem Jahr 2025 ein linearer Hochlauf des Neuzulassungsanteil an ZEV stattfindet, der ab dem Jahr 2030 bei einer vollständigen Elektrifizierung der Neuzulassungen endet.

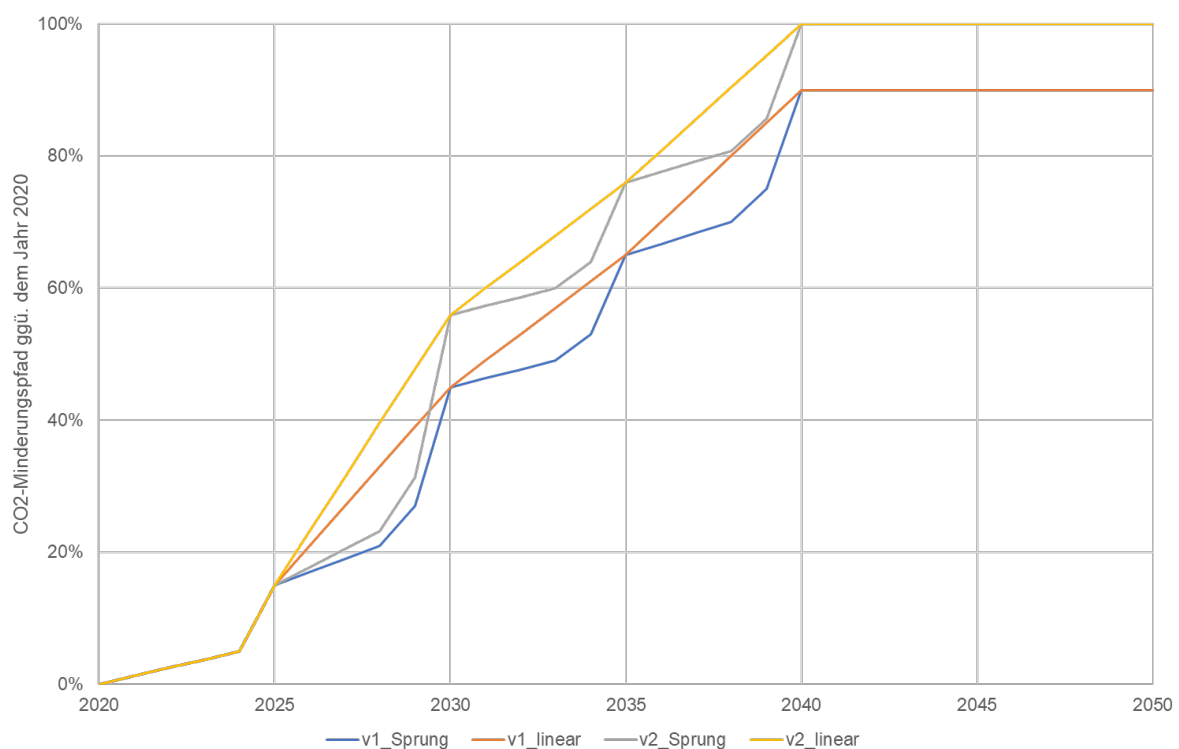
In den Ergebnissen der Analysen mit dem Modell TEMPS sind folgende Aspekte relevant:

- ▶ Die Zielerfüllung findet vor allem über einen Anstieg der Neuzulassungen von ZEV statt. Emissionsminderungen durch verbrennungsmotorische Fahrzeuge (Diesel und Erdgas) spielen eine sehr geringe Rolle (Diesel) bzw. keine Rolle (Erdgas). Je nach Szenario liegen die ZEV-Neuzulassungsanteile im Jahr 2030 bei 43 – 55 % (Lkw > 12 t) bzw. bei 56 % - 65 % (Lkw < 12 t). Im Jahr 2040 steigen die Neuzulassungsanteile der ZEV auf 90 – 100 % (Lkw > 12 t) bzw. 93 – 100 % (Lkw < 12 t).

³⁰ Das verfügbare Budget von 1,3 Mrd. EUR ist Ende des Jahres 2025 ausgeschöpft.

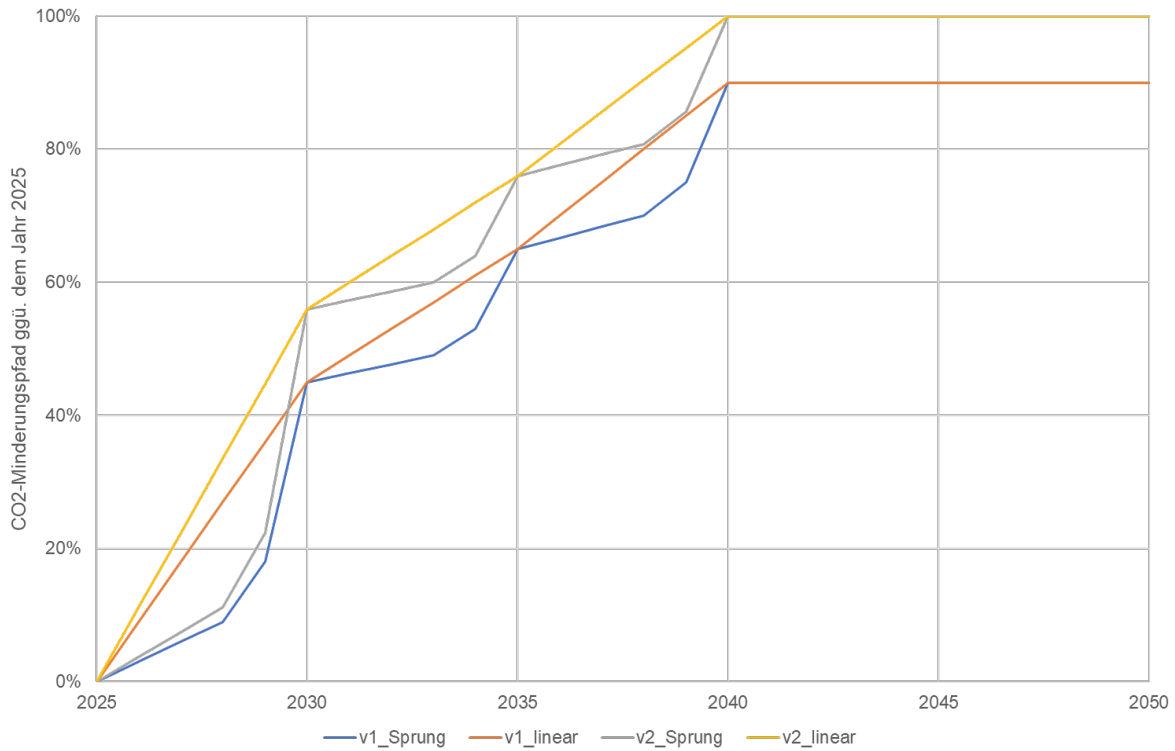
- ▶ Batterieelektrische Fahrzeuge (BEV) sind die wesentliche Zielerfüllungsstrategie innerhalb der ZEV und erzielen im relevanten Maßstab stärkere Marktanteile als Brennstoffzellen-Lkw (FCEV). Brennstoffzellen-Lkw gewinnen immer dann an Bedeutung, wenn sehr schnell hohe Emissionsminderungsanforderungen erreicht werden müssen und batterieelektrische Fahrzeuge nicht alle Einsatzprofile abdecken können. Langfristig (nach 2040) gehen die Marktanteile von FCEV stark zurück, da BEV erhebliche Kostenvorteile besitzen und in der Modellierung mit TEMPS im Jahr 2050 in den Modellläufen von einer voll ausgebauten Ladeinfrastruktur für BEV ausgegangen wird. Bei einem schnelleren Aufbau der Ladeinfrastruktur bzw. auch einem Aufbau einer Energieinfrastruktur für netzgebundene schwere Nutzfahrzeuge (z. B. Oberleitungs-Lkw) würde die Bedeutung der FCEV geringer ausfallen als in den gezeigten Szenarien.

Abbildung 17: Vorgegebener Pfad der CO₂-Emissionsminderung bei Neufahrzeugen (Mindestentwicklung), gültig für alle bereits regulierten Fahrzeuge



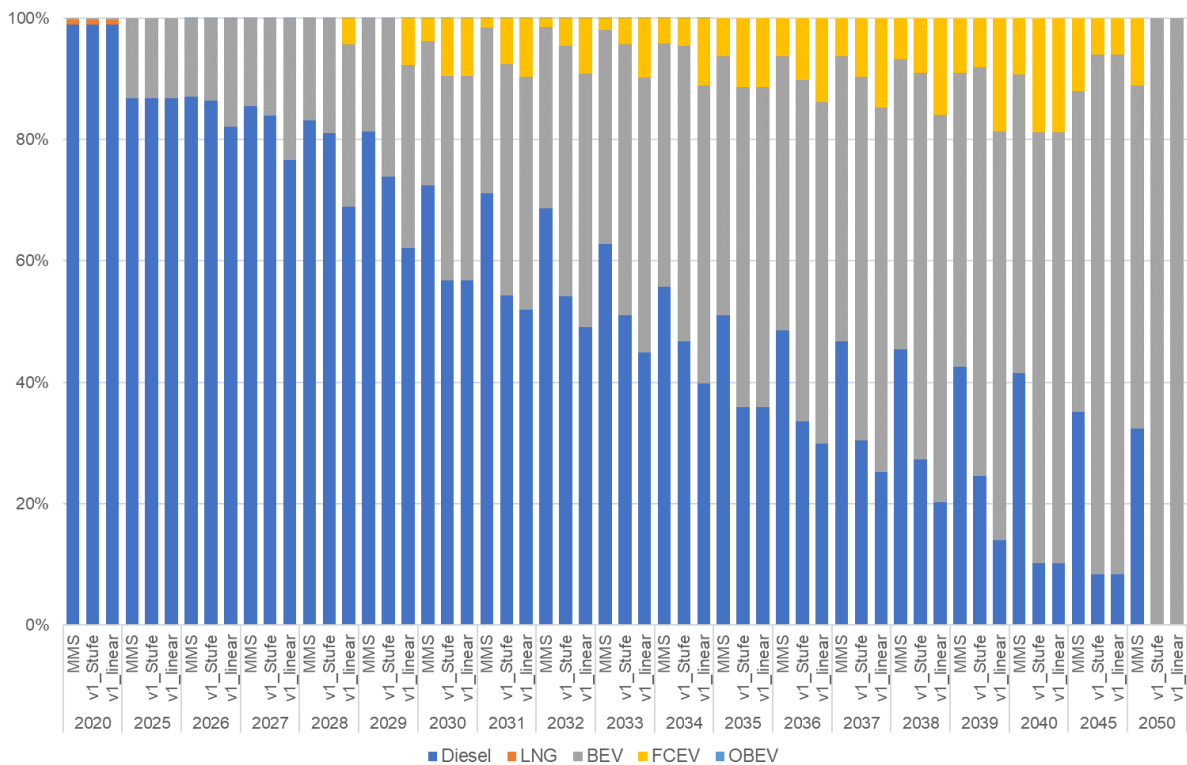
Quelle: Eigene Abbildung

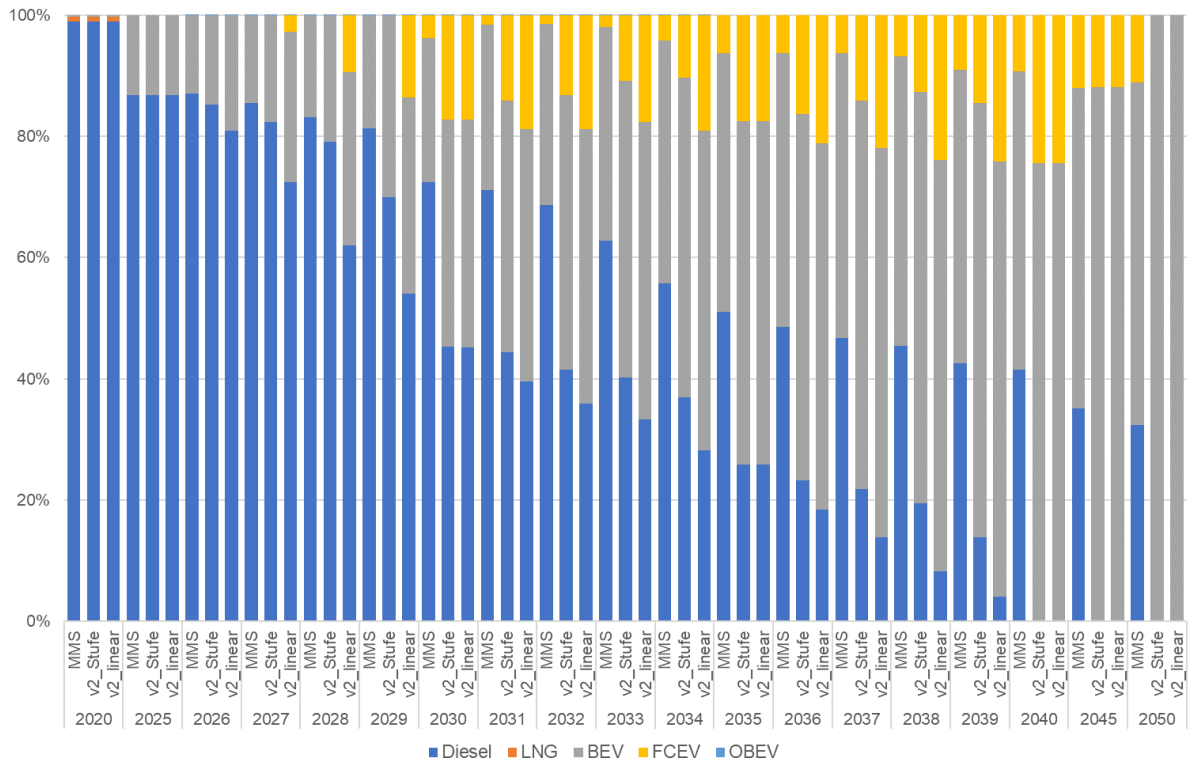
Abbildung 18: Vorgegebener Pfad der CO₂-Emissionsminderung bei Neufahrzeugen (Mindestentwicklung), gültig für alle neu regulierten Fahrzeuge



Quelle: Eigene Abbildung

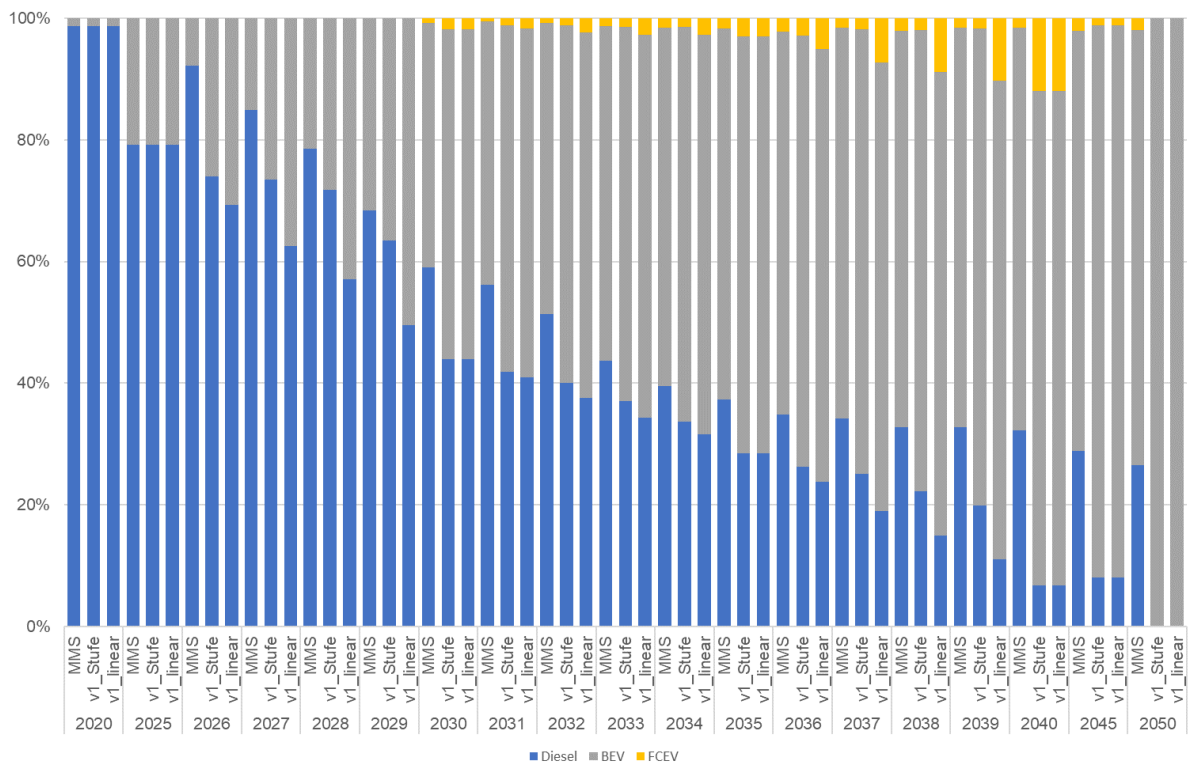
Abbildung 19: Entwicklung der Neuzulassungsanteile von Lkw > 12 t, 2020 – 2040 (inkl. 2045 und 2050); unterteilt in Szenarien „v1“ und „v2“

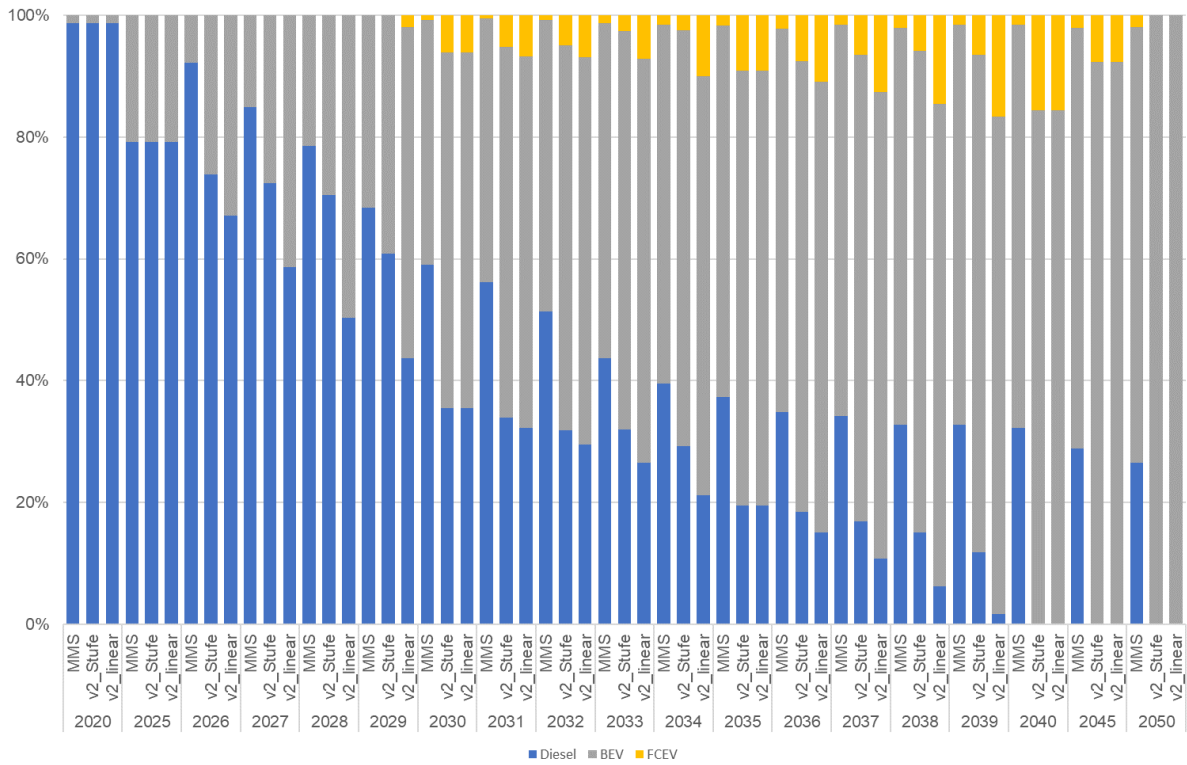




Quelle: Eigene Berechnungen

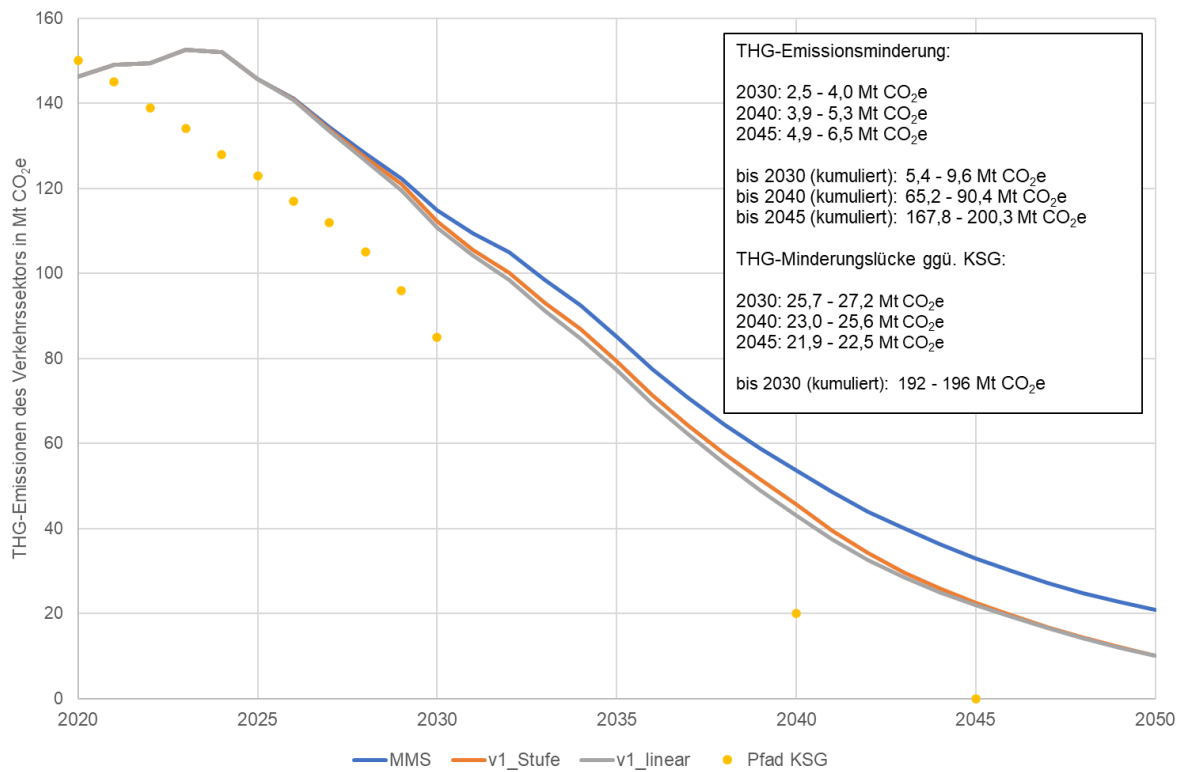
Abbildung 20: Entwicklung der Neuzulassungsanteile von Lkw < 12 t, 2020 – 2040 (inkl. 2045 und 2050); unterteilt in Szenarien „v1“ und „v2“

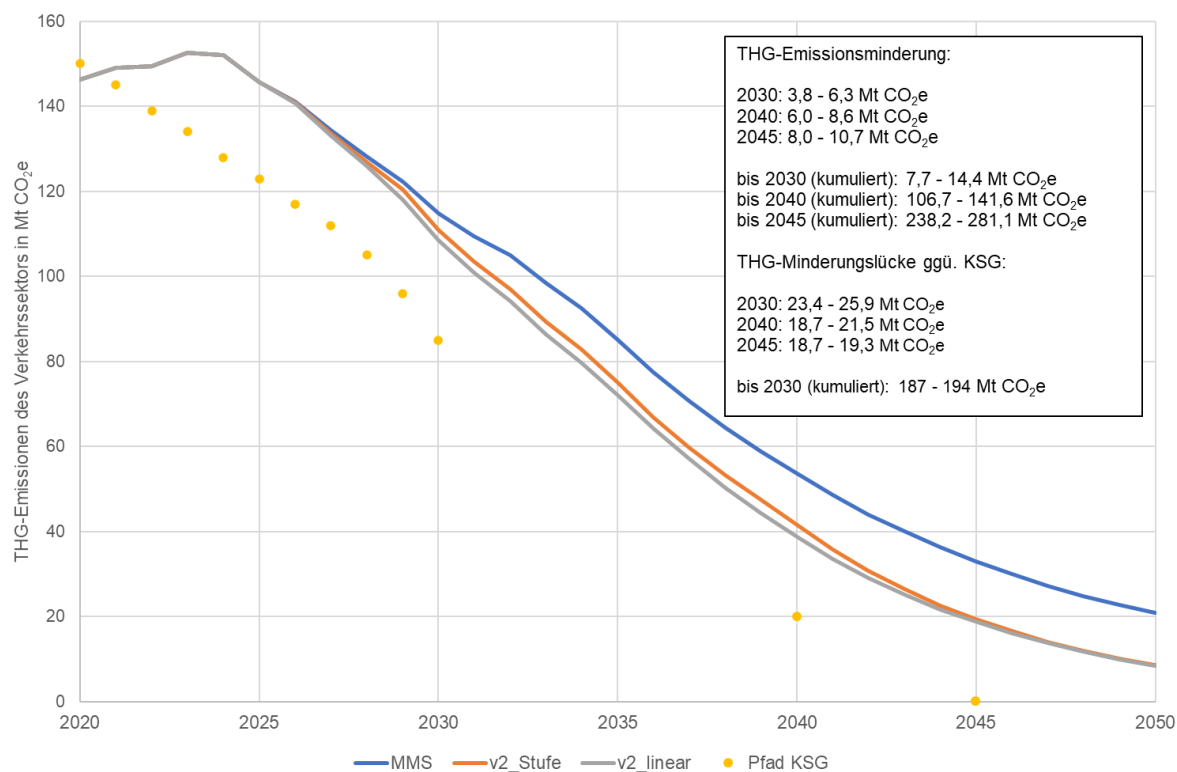




Quelle: Eigene Berechnungen

Abbildung 21: THG-Emissionen des Verkehrssektors (MMS inkl. Vorschlag der EU-Kommission für die HDV CO₂-Regulierung); 2020 - 2050





Quelle: Eigene Berechnungen

- ▶ Die Überarbeitung der CO₂-Emissionsregulierung entfaltet eine zusätzliche THG-Emissionsminderung im Verkehrssektor in Deutschland. Je nach Szenario sinken die THG-Emissionen im Jahr 2030 um 2,5 – 6,3 Mt CO₂e gegenüber dem MMS des Projektionsberichts 2023. Durch das ansteigende Ambitionsniveau der CO₂-Emissionsregulierung liegt die THG-Emissionsminderung im Jahr 2040 bei 3,9 – 8,6 Mt CO₂e bzw. bei 4,9 – 10,7 Mt CO₂e im Jahr 2045.
- ▶ Die Lücke zu den Zielen des Klimaschutzgesetzes (KSG) für den Verkehrssektor³¹ schließen die überarbeiteten CO₂-Emissionsstandards nur unwesentlich. Im Jahr 2030 verbleibt eine THG-Emissionslücke von 23,4 – 27,2 Mt CO₂e zu dem Ziel des Klimaschutzgesetzes (85 Mt CO₂e). Kumuliert liegt die Summe der im Vergleich zum KSG zu viel emittierten THG-Emissionen bis zum Jahr 2030 bei 187 – 196 Mt CO₂e. Auch langfristig bleiben die THG-Emissionen des Verkehrssektor im relevanten Maßstab über den Zielvorgaben des KSG (2040: 18,7 – 25,6 Mt CO₂e; 2045: 18,7 – 22,5 Mt CO₂e).
- ▶ Der Vergleich der Szenarien zeigt auf, dass ein kontinuierliches Absinken der THG-Emissionen der Neuzulassungen mit erheblichen Vorteilen hinsichtlich der THG-Emissionsreduktion verbunden ist. Allein im Jahr 2030 könnten bei einem linearen Absinken der THG-Emissionen bei den Neuzulassungen der Lkw so zusätzlich 2,5 Mt CO₂e eingespart werden. Kumuliert beträgt der zusätzliche THG-Emissionseinspareffekt bis zum Jahr 2030 4,4 – 7 Mt CO₂e, wenn die THG-Emissionen der neu zugelassenen Lkw kontinuierlich sinken.

³¹ Die Entwicklung der Zielpfade des KSG entspricht in etwa den Anforderungen der Effort-Sharing-Regulation (ESR) auf europäischer Ebene. Da nicht davon auszugehen ist, dass der Gebäudesektor und die sonstigen im Geltungsbereich der ESR liegenden Emittenten, die Zielverfehlung im Verkehrssektor ausgleichen, ist es wahrscheinlich, dass Deutschland mit den bestehenden Politiken die Ziele der ESR verfehlt und THG-Emissionsminderungen aus anderen Mitgliedsstaaten kaufen muss, um seine verpflichtenden Ziele einzuhalten.

A.5.3 Fazit

Der Vorschlag der EU-Kommission trägt im relevanten Maßstab zur THG-Emissionsminderung bei, wobei die Wirkung sich nach dem Jahr 2030 durch den Aufbau der weniger emittierenden Fahrzeuge im Bestand und des steigenden Ambitionsniveaus nach 2030 nach und nach erhöht. **Die THG-Emissionslücke zum Erreichen der Ziele des Klimaschutzgesetzes (2030: 23,4 – 27,2 Mt CO₂e; kumuliert bis 2030: 187 – 196 Mt CO₂e) und damit indirekt auch der verpflichtenden Ziele im Rahmen der Effort-Sharing-Regulation (ESR) bleibt auch mit dem Vorschlag der EU-Kommission zur Fortschreibung der CO₂-Emissionsstandards im erheblichen Maßstab bestehen.**

Hinsichtlich der Klimaschutzziele wäre damit eine ambitionierte Ausgestaltung der CO₂-Emissionsstandards zielführend und würde den Bedarf an neuen bzw. an ambitionierter Ausgestaltung nationaler Klimaschutzinstrumente reduzieren, um die Klimaschutzziele in Deutschland (KSG) und in Europa (ESR) zu erreichen.

Deutlich wird auch, dass durch das schrittweise Anpassen der CO₂-Emissionsziele in 5-Jahresschritten und in einer frühen Marktphase der ZEV wahrscheinlich ist, dass die Effektivität der CO₂-Emissionsstandards in Bezug auf die THG-Emissionsreduktion nicht vollständig ausgeschöpft wird. **Jährlich sinkende Zwischenziele könnten die Effektivität der CO₂-Standards für schwere Nutzfahrzeuge erheblich steigern.**

A.6 Berücksichtigung der THG-Emissionsminderung durch erneuerbare Kraftstoffe in den CO₂-Flottenzielwerten für schwere Nutzfahrzeuge (HDV) – Zusammenfassung des Impact Assessments der EU-Kommission und eigene Kommentierung

Dieses Papier ist im Mai 2023 entstanden.

Die EU-Kommission hat in ihrem Impact Assessment zwei mögliche Ausgestaltungsoptionen für die Anrechnung von THG-Emissionsminderungen durch den Einsatz von erneuerbaren Kraftstoffen an die CO₂-Flottenzielwerten untersucht:

- ▶ Die Einführung eines THG-Emissions-Korrekturfaktors für die Berücksichtigung des steigenden Anteils erneuerbarer Kraftstoffe im europäischen Kraftstoffmix (FUEL 1³²) ist eine der untersuchten Optionen. Die Emissionsminderung durch den (steigenden) Anteil erneuerbarer Kraftstoffe im Kraftstoffmix findet derzeit keine Berücksichtigung in den CO₂-Flottenzielwerten. Mit einem THG-Emissions-Korrekturfaktor würden sich die CO₂-Emissionen eines Herstellers bei verbrennungsmotorischen Fahrzeugen verringern, da nicht mit einem vollständig fossilen Kraftstoff die CO₂-Emissionen des Fahrzeugs berechnet werden würden, sondern ein Kraftstoffmix mit einem Anteil erneuerbarer Kraftstoffe in die Berechnung eingehen würde.
- ▶ Die Einführung eines Systems zur Anrechnung (Crediting) von THG-Emissionsminderungen durch den Einsatz von zusätzlichen erneuerbaren Kraftstoffen (FUEL 2³³) ist die zweite untersuchte Ausgestaltungsoption. Dabei können die Fahrzeughersteller THG-Emissionsminderungen von erneuerbaren Kraftstoffen, die zusätzlich zur Wirkung der EU-Kraftstoffanreizregulierungen (z. B. Erneuerbare-Energien-Richtlinie bzw. THG-Quote³⁴) in

³² Im Impact Assessment wird diese Option FUEL 1 genannt.

³³ Im Impact Assessment wird diese Option FUEL 2 genannt.

³⁴ Die Erneuerbare-Energien-Richtlinie wird im Folgenden mit dem englischsprachigen Kürzel RED (Renewable Energy Directive) bezeichnet. Die THG-Quote ist die deutsche Umsetzung der Anforderungen der RED im Verkehrssektor.

den Markt gebracht werden, in Anrechnung bringen. Die Fahrzeughersteller können diese Option als eine weitere Möglichkeit zur Zielerfüllung der CO₂-Flottenzielwerte zum Einsatz bringen.

Diese beiden Optionen werden im Impact Assessment verglichen mit der Option, wie bisher die THG-Emissionsminderungen im Bereich der erneuerbaren Kraftstoffe nicht bei der Berechnung der CO₂-Emissionen der Neufahrzeugflotten der Hersteller zu berücksichtigen (FUEL 0³⁵).

A.6.1 Diskussion zur Einführung eines THG-Emissions-Korrekturfaktor bei der Berechnung der CO₂-Emissionen der Neufahrzeugflotte der Fahrzeughersteller (FUEL 1)

Impact Assessment

Im Impact Assessment wird diese Ausgestaltungsoption in Bezug auf die durch die CO₂-Flottenzielwerte **erreichte THG-Emissionsminderung als sehr negativ und nicht kohärent mit anderen Politiken in der EU** bewertet. Das hängt damit zusammen, dass sich durch die Berücksichtigung der Emissionsminderungen im Kraftstoffbereich das **Ambitionsniveau der CO₂-Flottenzielwerte automatisch verringert**. Indirekt würde somit auch eine Doppelzählung des Beitrags von erneuerbaren Kraftstoffen zur THG-Emissionsminderung mit den Kraftstoffregulierungen stattfinden, da die THG-Emissionsminderung durch den Einsatz von erneuerbaren Kraftstoffen sowohl im Rahmen der Kraftstoffregulierung (RED) angerechnet würde als auch bei den CO₂-Flottenzielwerten für HDV. Die Einführung dieser Ausgestaltungsoption wäre also **automatisch mit einer reduzierten Klimaschutzwirkung verbunden**.

Das Impact Assessment gibt die Auswirkungen im Vergleich zu den Berechnungen des Szenarios mit einem mittleren Ambitionsniveau (TL_Med³⁶) an. Laut der Modellierung mit dem Modell PRIMES liegen die durchschnittlichen CO₂Emissionen der Neufahrzeugflotte um 13 % höher als im Szenario TL_Med. Insgesamt **steigen die CO₂-Emissionen im Zeitraum 2031 – 2050 kumuliert um 8 % gegenüber dem Vergleichsszenario TL_Med an** und die Zahl der Nullemissions-Fahrzeuge (ZEV³⁷) geht im Jahr 2035 um 25 % zurück. Aus Kostensicht sinken wegen des geringeren Ambitionsniveaus zwar die Kosten der OEM³⁸ für die Zielerfüllung, aber die **Kosten der Fahrzeugnutzenden und die gesellschaftlichen Kosten steigen gegenüber dem Szenario TL_Med an**. Dies folgt daraus, dass Kostenvorteile durch niedrigere Betriebskosten (v.a. niedrigere Energiekosten) nicht erreicht werden.

Weitergehende Kommentierung

Der wesentliche Aspekt eines Korrekturfaktors zur Berücksichtigung der THG-Emissionsminderung ist die damit verbundene Reduktion des Ambitionsniveaus der Regulierung und der THG-Emissionsminderungswirkung. Die negativen Kosteneffekte für die Gesellschaft und die Nutzer*innen der Fahrzeuge sowie der geringere Innovationsanreiz für emissionsfreie Fahrzeuge sind die direkte Folge des reduzierten Ambitionsniveaus. Es gibt jedoch weitere Aspekte, die in der Bewertung dieser Ausgestaltungsoption beachtet werden sollten:

³⁵ Im Impact Assessment wird diese Option FUEL 0 genannt.

³⁶ Diesem Szenario liegen die folgenden CO₂-Minderungszielwerte zugrunde: 2030: -40 %; 2035: -60 %; 2040: -80 %. Das Ambitionsniveau des Vergleichsszenarios liegt damit um jeweils 5 %-Punkte (2030; 2035) bzw. 10 %-Punkte (2040) unter dem Vorschlag der EU-Kommission zur Regulierung.

³⁷ ZEV: Zero Emission Vehicle

³⁸ Original Equipment Manufacturer (OEM)

- ▶ Der Korrekturfaktor für die Nutzung erneuerbarer Kraftstoffe kann, wenn reale Daten verwendet werden sollen, zeitlich gerichtet nur in die Vergangenheit funktionieren. Daten aus dem Berichtswesen der RED bzw. der FQD³⁹ (Kraftstoffqualitätsrichtlinie (BMW - Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 2019)) können zur Ableitung des Korrekturfaktors zwar verwendet werden, diese bilden aber immer nur die Kraftstoffzusammensetzung vor dem aktuellen Compliance-Jahr der CO₂-Regulierung ab. Sollen zukünftige Entwicklungen der Kraftstoffzusammensetzung für die Ableitung des Korrekturfaktors genutzt werden, müsste regulatorisch auf potenzielle, zukünftige Entwicklungen zurückgegriffen werden, die aus Modellierungen stammen. Aufgrund der großen Unsicherheit, inwieweit Modellierungen mit der realen Entwicklung übereinstimmen, ist dieser Ansatz keine regulatorisch sinnvoll umsetzbare Ausgestaltungsoption. **Realistisch wäre also, nur eine in die Vergangenheit gerichtete Abbildung des Korrekturfaktors für den Anteil an erneuerbaren Kraftstoffen im Kraftstoff-Mix.**
- ▶ Die Einführung eines Korrekturfaktors für die CO₂-Minderung durch erneuerbare Kraftstoffe hätte auch eine Auswirkung auf die Zielerfüllungsstrategien und Investitionssicherheit der Fahrzeughersteller. Im Gegensatz zur Ausgestaltungsoption mit einem Anrechnungsmechanismus für die Nutzung zusätzlicher erneuerbarer Kraftstoffe würde sich die Einführung eines Korrekturfaktors auf alle Fahrzeughersteller auswirken; diese Auswirkungen **können auch stark marktverzerrend zwischen den Fahrzeugherstellern wirken.** So könnten beispielsweise bei Gas-Lkw recht einfach und schnell hohe Anteile an erneuerbaren Kraftstoffen erreicht werden, so dass Automobilhersteller mit verfügbaren Gas-Lkw/Gas-Bussen bevorteilt wären gegenüber anderen Herstellern. Generell wäre es auch so, dass die Fahrzeughersteller abhängig davon wären, wie sich der Kraftstoffabsatz entwickelt. **Mittel- und Langfriststrategien der Fahrzeughersteller zur Zieleinhaltung wären somit mit wesentlich geringerer Sicherheit versehen,** da sie die Entwicklung des gesamten Kraftstoffsektors in Europa nur im sehr geringen Maßstab beeinflussen können und eine stärkere Abhängigkeit zu Entscheidungen anderer Akteure entsteht.
- ▶ Eine weitere Ausgestaltungsfrage wäre der geografische Scope des Korrekturfaktors. Bei national ausgestalteten Korrekturfaktoren würde sich die „Wertigkeit“ der Zulassung von ICEV⁴⁰ zwischen den Mitgliedsstaaten stark unterscheiden. In Ländern mit hohen Anteilen an erneuerbaren Kraftstoffen im Mix würde ein ICEV wesentlich stärker zur Zielerfüllung beitragen als in anderen Ländern mit eher geringen erneuerbaren Anteilen im Kraftstoffmix. Auch wegen des europaweiten Einsatzes der Fahrzeuge wäre daher **ein gemeinsamer europaweiter Korrekturfaktor zielführend im Vergleich zu national unterschiedlichen Werten der Mitgliedsländer.**
- ▶ **Vorteile gegenüber der Ausgestaltungsoption mit einem Anrechnungsmechanismus für erneuerbare Kraftstoffe** ist die wesentlich **geringere Komplexität** des Monitorings und das **geringere Risiko, dass nicht gewünschte Effekte auftreten.**

³⁹ Fuel Quality Directive

⁴⁰ Internal combustion vehicle bzw. verbrennungsmotorisches Fahrzeug

A.6.2 Diskussion zur Einführung eines Systems zur Anrechnung (Crediting) von THG-Emissionsminderungen durch den Einsatz von zusätzlichen erneuerbaren Kraftstoffen (FUEL 2)

Impact Assessment

In Bezug auf die **Klimaschutzwirkung** sieht das Impact Assessment **diese Ausgestaltungsoption leicht negativ**. Dies ergibt sich daraus, dass im Rahmen der CO₂-Flottenzielwerte theoretisch die gleiche THG-Emissionsminderung wie ohne diese Option erreicht werden sollte. Die negative Bewertung ergibt sich jedoch aus der potenziellen Auswirkung auf die THG-Emissionsminderung anderer Verkehrsmittel sowie in anderen Sektoren. Aufgrund der geringen Verfügbarkeit fortschrittlicher Biokraftstoffe und RFNBO⁴¹ bis nach 2030 sieht das Impact Assessment das **Risiko, dass potenziell andere Verkehrsmittel und andere Sektoren weniger Transformationsanstrengungen durchführen** können, weil weniger bzw. nur teurere Klimaschutzoptionen für diese Anwendungen zur Verfügung stehen. Aus diesem Grund wird auch **die Kohärenz mit anderen EU-Politiken als niedrig bewertet**. Die **Effizienz** dieser Ausgestaltungsoption wird als **sehr niedrig eingeschätzt**, weil die **Kosten zur Zielerfüllung für die Fahrzeughersteller** bei der Nutzung dieses Anreizmechanismus gegenüber anderen Optionen **höher sind**. Auch **die Fahrzeugnutzer*innen und die Gesellschaft** hätten bei der Nutzung des Anrechnungsmechanismus wesentlich **höhere Kosten** als bei der Zielerfüllung ohne Nutzung dieser Ausgestaltungsoption. Das Impact Assessment sieht auch **sehr hohe Anstrengungen im Monitoring und im Compliance-System**, so dass die **Verhältnismäßigkeit** der Ausgestaltungsoption als **sehr niedrig eingestuft** wird.

Die **Idee** hinter dem Anrechnungsmechanismus für zusätzlich eingesetzte Mengen an erneuerbaren Kraftstoffen ist, dass die **Fahrzeughersteller zusätzliche Mengen an erneuerbaren Kraftstoffen finanzieren** und somit **ein Emissionsausgleich geschaffen wird zu den real anfallenden Emissionen von verbrennungsmotorischen Fahrzeugen**. Um das Ambitionsniveau der EU-Politiken hinsichtlich der Klimaschutzwirkung nicht abzuschwächen, muss die Menge an erneuerbaren Kraftstoffen, die in den CO₂-Flottenzielwerten zur Anrechnung gebracht werden soll, zusätzlich zur THG-Emissionsminderung anderer Politiken beitragen. Die Zusätzlichkeit ist also v.a. gegenüber der europäischen Kraftstoffregulierung und entsprechend gegenüber der Wirkung der RED sicherzustellen.

Hinsichtlich der Kosten für die Fahrzeughersteller und die Fahrzeugnutzenden spezifiziert das Impact Assessment seine oben genannte Einschätzung wie folgt:

- Das Impact Assessment vergleicht die Kosten der Fahrzeughersteller für zwei mögliche Zielerfüllungsstrategien: Die Kosten für ein weiteres ZEV in der Neufahrzeugflotte werden in dieser Rechnung ebenso bestimmt wie die Kosten für zusätzliche Mengen an fortschrittlichen Biokraftstoffen und RFNBO. In diesem Vergleich ist sichergestellt, dass die THG-Emissionsminderungen dem Niveau entsprechen, welches notwendig ist, um die THG-Emissionen des ICEV-Fahrzeugs vollständig auszugleichen. Aufgrund der Relevanz für die Zielerreichung ist im Impact Assessment dieser Vergleich für die Lkw der Subgruppe 5-LH⁴² durchgeführt. Die folgende Tabelle zeigt die Kosten für die verschiedenen Zielerfüllungsoptionen auf. Daraus geht hervor, dass **sowohl 2030 als auch 2035 die Compliance-Kosten für die Hersteller wesentlich höher sind für den Fall, dass der untersuchte Anrechnungsmechanismus für zusätzliche erneuerbare Kraftstoffe**

⁴¹ Renewable Fuels of Non-Biological Origin. E-Fuels sind gemäß der RED Teil der RFNBO.

⁴² Die Subgruppe ist die Subgruppe mit dem höchsten Anteil an CO₂-Emissionen. Es handelt sich um Langstrecken-Lkw, die lange Fahrt- und Transportdistanzen zurücklegen.

genutzt wird, als bei einer weiteren Neuzulassung eines ZEV. Dementsprechend ist sehr stark zu bezweifeln, dass Fahrzeughersteller diesen Anrechnungsmechanismus als Teil einer Strategie für die Zielerfüllung in Betracht ziehen.

Abbildung 22: Compliance-Kosten für Fahrzeughersteller für unterschiedliche Zielerfüllungs-Strategien

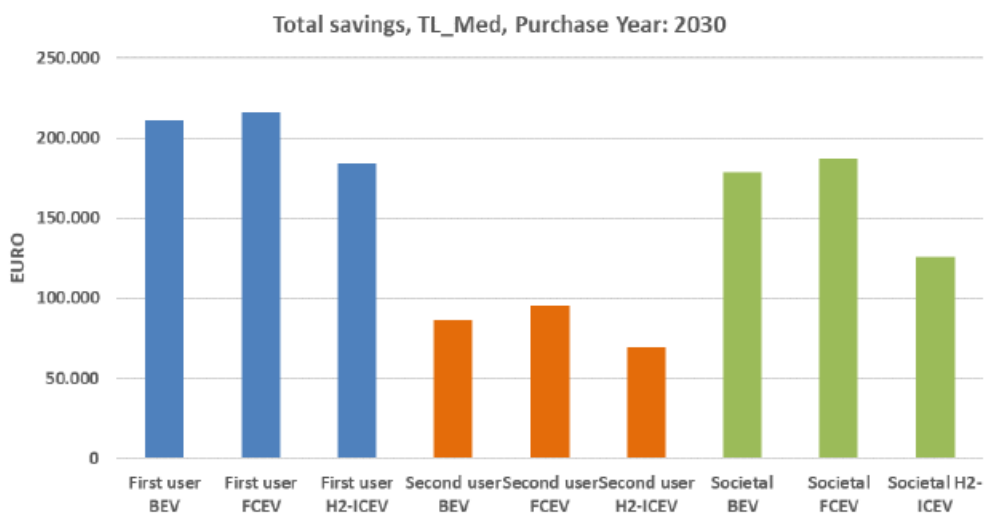
Table 6: Additional cost from manufacturer’s perspective in EUR per tCO₂ saved.

Route	Fuel/ZEV technology	2030	2035
(i)	BEV, vehicle group 5-LH	108	101
	FCEV, vehicle group 5-LH	90	56
(ii)	LCF bio-diesel	261	186
	LCF e-diesel	259	171

Quelle: (EC - European Commission 2023), S.46

- Auch die Auswirkungen auf die Fahrzeugnutzer*innen und die gesellschaftlichen Kosten des Anrechnungsmechanismus spezifiziert das Impact Assessment. Fahrzeuge, die den Anrechnungsmechanismus für zusätzliche Mengen an erneuerbaren Kraftstoffen in Anspruch nehmen, sind inklusive der Kosten für den Emissionsausgleich bereits in der Anschaffung teurer als ZEV. Hinzu kommen die wesentlich höheren Betriebs- und Energiekosten von verbrennungsmotorischen Fahrzeugen. Dementsprechend negativ bewertet das Impact Assessment die sozialen Auswirkungen des Anrechnungsmechanismus. Für das Jahr 2030 zeigt die folgende Abbildung die Einsparungen der Nutzer*innen und der Gesellschaft, wenn Nullemissions-Technologien (ZEV) zum Einsatz kommen, anstatt des untersuchten Anrechnungsmechanismus für die THG-Emissionsminderung von zusätzlichen Mengen an erneuerbaren Kraftstoffen.

Abbildung 23: Kosteneinsparungen für verschiedene Nullemissions-Technologien (ZEV) im Vergleich zur Nutzung des Anrechnungsmechanismus für zusätzliche Mengen an erneuerbaren Kraftstoffen (fortschrittliche Biokraftstoffe) im Jahr 2030



Quelle: (EC - European Commission 2023), S.47

Das Impact Assessment nennt detaillierter auch die Herausforderungen im Monitoring und Reporting des Anreizsystems. **Insgesamt müssten ein zusätzliches Reporting, Monitoring und Verification-System in Abstimmung mit den nationalen Behörden**, welche für die Verifizierung der Zielerfüllung der nationalen Implementierungen der RED zuständig sind,

aufgebaut werden. Eine relevante Herausforderung wäre dabei die zeitliche Abstimmung zwischen der Verifizierung der 27 nationalen Implementierungen der RED und dem Verifizierungsverfahren für die Zielerfüllung in den CO₂-Zielwerten für schwere Nutzfahrzeuge.

Weitergehende Kommentierung

Um eine **zusätzliche THG-Emissionsminderung** durch den Einsatz von erneuerbaren Kraftstoffen im Kontext anderer Politiken **zu erreichen**, ist es **notwendig**, dass die **diese Zusätzlichkeit gegenüber der Wirkung jener Politiken** sichergestellt wird, **die auf EU-Ebene den Einsatz von erneuerbaren Kraftstoffen anreizen**. Dies sind im Straßenverkehr wesentlich die RED und deren 27 nationale Umsetzungen in Bezug auf den Verkehrssektor. Dafür ist es wichtig zu verstehen, dass die **RED** zwar einen gewissen **Rahmen zur Anreizregulierung für den Einsatz erneuerbarer Kraftstoffe vorgibt, sich die Ausgestaltung** beispielsweise hinsichtlich des Ambitionsniveaus, der Anreizsetzung für die verschiedenen erneuerbaren Kraftstoffe (z. B. unterschiedliche Mehrfachanrechnungen verschiedener Kraftstofftypen), der möglichen Strafzahlungen der Inverkehrbringer der Kraftstoffe bei Zielverfehlung und des zeitlichen und administrativen Ablaufs des Monitorings, Reportings und der Verifizierung **zwischen den EU-Mitgliedsstaaten stark unterscheidet**. Dementsprechend ist es so, dass **ein möglicher Anrechnungsmechanismus der THG-Emissionsminderung zusätzlicher erneuerbarer Kraftstoffnutzung im Kontext von 27 nationalen Regulierungen umgesetzt werden muss** und auch die Diskussion der möglichen Effekte in diesem Kontext zu führen ist. Grundsätzlich ist es auch so, dass ein mögliches Anrechnungssystem einen möglichst geringen Einfluss (z. B. hinsichtlich der Verfügbarkeit erneuerbarer Kraftstoffe, Preise erneuerbarer Kraftstoffe) auf die RED und ihre nationalen Implementierungen haben sollte.

Im Folgenden werden einige Aspekte eines möglichen Anrechnungssystems von erneuerbaren Kraftstoffen an die CO₂-Zielwerte diskutiert, die im Impact Assessment nicht genannt werden oder nur am Rande erwähnt werden.

- ▶ Die **zusätzliche Wirksamkeit des Anrechnungsmechanismus tritt nur dann ein, wenn keine Doppelzählung der THG-Emissionsminderung zwischen der RED⁴³ und den CO₂-Flottenzielwerten stattfindet und die Ziele der RED auch erreicht werden**. Beeinträchtigt das Anrechnungssystem in den CO₂-Flottenzielwerten die Zielerfüllung der RED (z. B. durch höhere Preise in den Quotensystemen der RED, nicht ausreichende Verfügbarkeit an erneuerbaren Kraftstoffen), ist diese zusätzliche Wirksamkeit nicht gegeben bzw. die Kosteneffizienz der THG-Emissionsminderung wird erheblich reduziert. Um diese zusätzliche Wirksamkeit sicher zu erreichen, **muss** also mindestens **sichergestellt werden, dass derselbe erneuerbare Kraftstoff nur entweder in der RED oder in den CO₂-Flottenzielwerten angerechnet** wird. Um mögliche Effekte auf die Verfügbarkeit und Preise von erneuerbaren Kraftstoffen möglichst zu vermeiden, sollte für **Inverkehrbringer der Kraftstoffe auch der Zugang zu dem Markt in den CO₂-Flottenzielwerten erst dann möglich werden, wenn der jeweilige Kraftstoffinverkehrbringer die Anforderungen durch die RED erfüllt**.
- ▶ Für beide Aspekte muss das Compliance-Verfahren für den jeweiligen zeitlichen Rahmen durch die nationalen Behörden, die für die Verifizierung der Einhaltung der RED zuständig sind, abgeschlossen sein. Erst dann steht fest, welche Kraftstoffmengen in der RED zur

⁴³ An einigen Stellen wird in diesem Text auf die Wirksamkeit der RED-Bezug genommen. Diese Verkürzung wird gewählt, um sprachlich im Text nicht fortlaufend auf die 27 nationalen Umsetzungen der RED verweisen zu müssen. Im Endeffekt ergibt sich die Wirksamkeit der RED daraus, auf welche Art und Weise die RED in den Mitgliedsstaaten in nationalen Gesetzgebungen implementiert wird.

Anrechnung gebracht werden und welche Akteure ihre Ziele der RED einhalten oder nicht. **In der RED ist jedoch kein fester Zeitrahmen zur Verifizierung vorgesehen, so dass sich die Systeme und das zeitliche sowie methodische Vorgehen zur Verifizierung der RED zwischen den Mitgliedsstaaten teilweise erheblich unterscheiden und auch langfristig nicht garantiert werden kann, dass die nationalen Systeme zur Kraftstoffregulierung mit dem zeitlichen Rahmen der CO₂-Flottenzielwerte in Einklang sind. Wie also eine Zusätzlichkeit zu den 27 nationalen Umsetzungssystemen der RED garantiert werden kann, ist nicht geklärt** und müsste in einem technischen und politischen Prozess⁴⁴ entwickelt werden. Auch macht diese Darstellung die Komplexität eines möglichen Compliance-Systems klar. Klar wird auch, dass sich **durch diese Ausgestaltungsoption die Investitionssicherheit verringert und die Komplexität für die Fahrzeughersteller wesentlich erhöht**, da diese für ihre Compliance-Strategie die Kraftstoffregulierungen und -märkte aller 27 Mitgliedsstaaten beobachten und bei Veränderungen der jeweiligen RED-Umsetzung bzw. bei Anpassungen der RED sich verändernde Rahmenbedingungen für ihre Unternehmensstrategie berücksichtigen müssten.

- Für die Erreichung der **Klimaschutzziele in Deutschland** stellt ein möglicher Anrechnungsmechanismus von THG-Emissionsreduktionen einer zusätzlichen Nutzung von erneuerbaren Kraftstoffen **ein besonderes Risiko** dar. Es ist davon auszugehen, dass aufgrund der Förderlandschaft und Kaufkraft **in Deutschland eine stärkere Allokation an ZEV stattfinden kann als in anderen EU-Mitgliedsstaaten. Verringert sich allerdings der Neuzulassungsanteil an ZEV** und es werden vermehrt ICEV zugelassen, die dieselbe THG-Emissionsminderung über die zusätzliche Nutzung von erneuerbaren Kraftstoffen nachweisen, dann besteht das Risiko, dass **ein relevanter Teil der zusätzlichen erneuerbaren Kraftstoffe nicht in Deutschland eingesetzt werden**⁴⁵. In diesem Fall würden in den **nationalen THG-Emissionsinventaren also in Deutschland die THG-Emissionen der zusätzlichen verbrennungsmotorischen Fahrzeuge in die THG-Bilanzierung einfließen, währenddessen andere europäische die THG-Emissionsminderung der Kraftstoffe angerechnet bekommen**. Dies würde nicht nur die Zieleinhaltung des deutschen Klimaschutzgesetzes erschweren, sondern auch die Zielerreichung Deutschlands in der Effort-Sharing-Regulierung behindern. Im Endeffekt könnte diese Ausgestaltungsoption – wenn sie denn genutzt werden würde - dazu führen, dass Deutschland im Rahmen des Effort-Sharings mehr THG-Emissionsminderungen aus anderen EU-Mitgliedsstaaten zukaufen müsste als ohne diese Ausgestaltungsoption.

A.6.3 Fazit

Das Impact Assessment als auch die weiterführende Kommentierung zeigen auf, dass die möglichen Optionen zur Anrechnung von THG-Emissionsminderung von erneuerbaren Kraftstoffen auf die CO₂-Flottenzielwerte für schwere Nutzfahrzeuge mit Herausforderungen hinsichtlich der Komplexität der Regulierung bzw. der erreichten THG-Emissionsminderung verbunden sind. Die Option des Korrekturfaktors für die Anrechnung von erneuerbaren Kraftstoffanteilen im Kraftstoffmix führt zu einer relevanten Reduktion des Ambitionsniveaus der CO₂-Flottenzielwerte und verringert die Investitions- und Richtungssicherheit der

⁴⁴ z. B. Anpassung der RED

⁴⁵ Deutschland besitzt im Vergleich zu anderen EU-Mitgliedstaaten sehr ambitionierte Zielwerte in der RED. Es ist davon auszugehen, dass es in Deutschland schwieriger und teurer sein wird, zusätzliche Mengen an erneuerbaren Kraftstoffen in den Markt zu bringen als in anderen Mitgliedsstaaten.

verpflichteten Fahrzeughersteller erheblich. Der Innovationsanreiz für die europäische Fahrzeugindustrie würde entsprechend geringer ausfallen. Ein Anrechnungsmechanismus für die THG-Emissionsminderung zusätzlicher erneuerbarer Kraftstoffe wäre mit einem sehr komplexen Monitoring- und Verifizierungssystem verbunden, welches ein erhebliches Risiko für ungewünschte Effekte mit sich bringt. Die Kostenrechnungen des Impact Assessment zeigen, dass Fahrzeughersteller diese Option als Strategie zur Zielerfüllung aller Voraussicht nach nicht wählen würden, weshalb sich die Frage stellt, welcher Vorteil dieses sehr komplexe und administrativ aufwendige Anrechnungssystem mit sich bringen würde. Zusätzlich besteht das Risiko dafür, dass die THG-Emissionsminderung nicht in Deutschland stattfindet, sondern in anderen europäischen Mitgliedsstaaten. Aus diesen Gründen wird die Anrechnung von THG-Emissionsminderungen durch den Einsatz erneuerbarer Kraftstoffe in den CO₂-Flottenzielwerte im Impact Assessment nicht empfohlen.

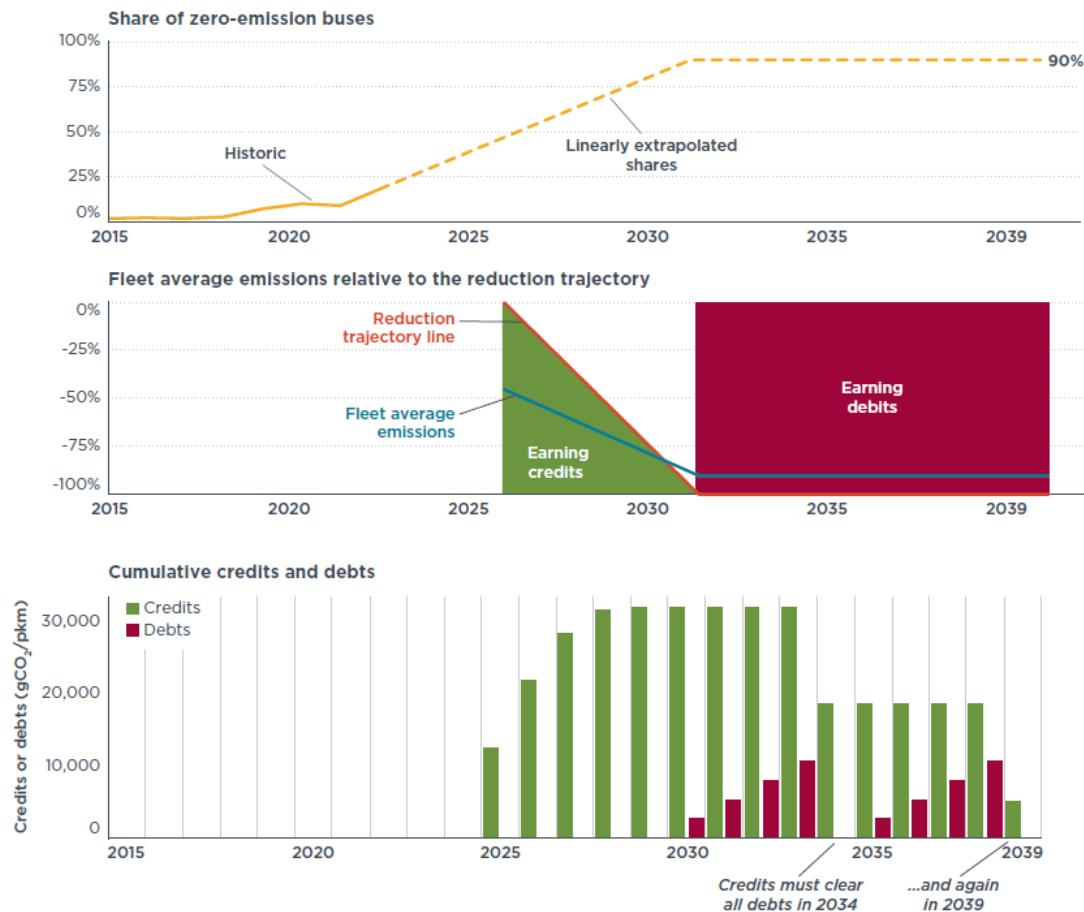
A.7 Die Berücksichtigung von Stadtbussen in dem Vorschlag der EU-KOM

Dieses Papier ist im Juni 2023 entstanden.

A.7.1 Vorschlag der EU-KOM

Die Analyse des ICCT zu dem Vorschlag der EU-KOM für die Fortschreibung der CO₂-Emissionsstandards für schwere Nutzfahrzeuge weist darauf hin, dass es für die Hersteller von Stadtbussen ungerechtfertigt einfach ist (Mitnahmeeffekte), im Vorlauf der 100 %-Quote an ZEV ab dem Jahr 2030 Emissionsguthaben aufzubauen, die langfristig dazu genutzt werden können, entweder die Quotenziele für Stadtbusse ab dem Jahr 2030 unterzuerfüllen oder das Ambitionsniveau bei den Reisebussen langfristig zu reduzieren (siehe folgende Abbildung).

Abbildung 24: Beispielrechnung für den Aufbau von Emissionsguthaben und der Gegenrechnung von Emissionsschulden bei Stadtbussen



Quelle: : (Mulholland und Rodríguez 2023a), S.17

In der Analyse des Vorschlags der EU-KOM17 ist aufgefallen, dass die Methodik der CO₂-Emissionsberechnung bei den Stadtbussen dazu führt, dass eine Art Doppel-Anrechnung von Nullemissionsfahrzeugen stattfindet und dies zu dem in der obenstehenden Abbildung dargestellten Effekt führt.

Bestimmung der spezifischen CO₂-Emissionen eines Herstellers bei Stadtbussen (MZE)

In Teil 2.7.2 des Anhangs der CO₂-Emissionsstandards für schwere Nutzfahrzeuge ist definiert, wie die CO₂-Emissionen von schweren Nutzfahrzeugen bestimmt werden sollen.

$$CO_2(MZE) = \sum_{sg} share_{sg} * MPW_{sg} * (1 - zev_{sg}) * rCO_{2sg} \quad (1)$$

Wie bei den anderen Fahrzeugtypen ergibt sich der CO₂-Emissionswert aus der Gewichtung der Anteile ($share_{sg}$) und des Nutzenfaktors (MPW_{sg})⁴⁶. Anders als bei den übrigen Fahrzeugtypen, bei denen die durchschnittlichen CO₂-Emissionen der jeweiligen Subgruppe in die Berechnung eingehen, werden die Emissionen so bestimmt, dass die durchschnittlichen CO₂-Emissionen im Referenzjahr (rCO_{2sg}) multipliziert werden mit einem Faktor, in dem berücksichtigt wird, wie hoch der Anteil der Nullemissionsfahrzeuge im jeweiligen Regulierungsjahr ist.

Die Referenzwerte für die Subgruppen der Stadtbusse werden in der Regulierungsperiode 2025 wie folgt bestimmt:

⁴⁶ MWP: mileage and payload weighting factor

$$rCO_{2sg} = \sum_v (CO_{2v}/PN_{sg}) / rV_{sg} \quad (2)$$

Entsprechend der Formel ergibt sich der Referenzwert aus der Summe der spezifischen CO₂-Emissionswerte (in g CO₂/pkm) der Einzelfahrzeuge (CO_{2v}) und der Nutzlast der Einzelfahrzeuge (PN_{sg}). Diese Summe wird durch die Gesamtheit der Fahrzeuge in der jeweiligen Subgruppe geteilt, um die durchschnittlichen spezifischen CO₂-Emissionen je Subgruppe zu bestimmen. In die Bestimmung dieses Referenzwertes gehen die CO₂-Emissionswerte von allen Fahrzeugen ein, also auch von Nullemissionsfahrzeugen.

Bei der Betrachtung der beiden Formeln wird schnell klar, dass die CO₂-Emissionsminderungswirkung von Nullemissionsfahrzeugen zwei Mal in der Bestimmung der CO₂-Emissionen der Stadtbusse eingeht: Sie werden über den Faktor (1 – zev_{sg}) und bei der Bestimmung von (rCO_{2sg}) berücksichtigt. Die Emissionsminderungswirkung der Nullemissionsfahrzeuge geht also ungerechtfertigt überproportional in die Bestimmung der CO₂-Emissionsbestung der Stadtbusse ein.

Bestimmung der Ziele und der Trajektorie zur Berechnung möglicher Emissionsguthaben

Die Bestimmung der herstellereinspezifischen Zielwerte für Stadtbusse entspricht in der Logik dem Prinzip der Berechnung für die CO₂-Emissionen.

$$T(MZE) = \sum_{sg} share_{sg} * MPW_{sg} * (1 - zevM_{sg}) * rCO_{2sg} \quad (3)$$

In diesem Fall ist die Anwendung der Formel gerechtfertigt. Die Referenzemissionen aus der Regulierungsperiode 2025 (rCO_{2sg}) bilden die Grundlage für die Zielwertbestimmung. Um den Zielwert zu bestimmen, wird dieser Referenzwert prozentual um das in der Regulierung festgelegte Ambitionsniveau (100 % ab dem Jahr 2030) reduziert.

Die rechnerische Herleitung der Trajektorie zur Bestimmung von Emissionsguthaben ist in Abschnitt 5 dargestellt. Ohne in die Details der Berechnung einzugehen, ist dort festgelegt, dass die Trajektorie zur Bestimmung der Emissionsguthaben im Jahr 2025 für jede Subgruppe bei dem Referenzwert rCO_{2sg} startet und im Jahr 2030 beim Zielwert für das Jahr 2030 endet. Anders als bei der Berechnung der Trajektorie gehen Nullemissionsfahrzeuge nicht überproportional in die Bestimmung der Trajektorie ein.

Folge des Vorschlags der EU-KOM

Weder in der Bestimmung der Trajektorie zur Bestimmung der Emissionsguthaben noch bei der Zielwertbestimmung gehen die Nullemissionsfahrzeuge überproportional ein. Daraus folgt, dass die CO₂-Emissionswerte voraussichtlich aller Hersteller im Jahr der Referenzerstellung (2025) erheblich unter dem Startwert der Trajektorie zur Bestimmung der Emissionsguthaben liegen werden⁴⁷. Dieser Vorteil setzt sich bis zum Jahr 2030 fort und kann dazu führen, dass in sehr relevanten Größenordnungen Emissionsguthaben auf ungerechtfertigte Art und Weise als Mitnahmeeffekt erzeugt werden, die langfristig den Innovationsanreiz und auch die Emissionsminderungsleistung der Regulierung reduzieren.

A.7.2 Vorschlag zur Überarbeitung des Anhangs der CO₂-Emissionsstandards für schwere Nutzfahrzeuge

Es gibt zwei Möglichkeiten, mit der aus unserer Sicht nicht korrekten Berechnung der CO₂-Emissionswerte bei den Stadtbussen umzugehen: Es kann einerseits die Berechnung der CO₂-

⁴⁷ Ausnahmen könnten sich einstellen, wenn a) der Emissionswert der verbrennungsmotorischen Fahrzeuge eines Herstellers im relevanten Maßstab über dem durchschnittlichen Emissionswert aller Hersteller liegt bzw. b) der Anteil an Nullemissionsfahrzeugen bei einem Hersteller im relevanten Maßstab unter dem Durchschnitt aller Hersteller liegt.

Emissionswerte angepasst werden und andererseits könnte die Berechnung des Ziels und der Emissionstrajektorie angepasst werden, wenn die Meinung besteht, dass die Berechnungslogik der CO₂-Emissionswerte bei den Stadtbussen korrekt ist.

In diesem Papier wird nur auf die erste Option eingegangen, weil dieser Weg aus unserer Sicht die Korrektur eines Fehlers in der Berechnungslogik der CO₂-Emissionswerte darstellt. Wie bei den anderen Fahrzeugtypen müsste die Berechnung mit Hilfe der durchschnittlichen Emissionswerte in der jeweiligen Regulierungsperiode stattfinden:

$$CO_2(MZE) = \sum_{sg} share_{sg} * MPW_{sg} * avgCO2_{sg} \quad (4)$$

Auf diese Weise wird der CO₂-Minderungseffekt von Nullemissionsfahrzeugen nicht mehr überproportional in die Berechnung der durchschnittlichen CO₂-Emissionswerte der Hersteller berücksichtigt. Die Berechnungsmethode der CO₂-Emissionen der Hersteller wäre in diesem Fall analog zur Berechnungsmethode der übrigen Fahrzeugtypen.

A.8 Sammelpapier: Verschiedene technische Aspekte zur Fortentwicklung der CO₂-Flottenzielwerte für schwere Nutzfahrzeuge

Dieses Papier ist im Juni 2023 entstanden.

A.8.1 Technisches Potenzial zur CO₂-Minderung bei Sattelaufliegern (Semi-Trailer)

Die EU-Kommission argumentiert in ihrem Impact Assessment zur Überarbeitung und Fortschreibung der CO₂-Emissionsstandards für schwere Nutzfahrzeuge, dass die kostenoptimale CO₂-Minderung bzw. Energieeinsparung bei Sattelaufliegern entsprechend der Simulation mit VECTO bei einer Minderung von 15 % liegt. Nach Expert*innengesprächen entspricht eine Minderung um 15 % in etwa dem Minderungspotenzial, welches vorliegt, wenn in der Vergleich-Baseline keine Energieeffizienzmaßnahmen bei Sattelaufliegern zum Einsatz kommen, aber im regulierten, effizienten Sattelaufleger praktisch alle verfügbaren Effizienztechnologien eingesetzt und alle Effizienzpotenziale (z. B. Gewichtsreduktion) ausgeschöpft werden.

Die CO₂-Emissionsstandards sehen vor, dass die CO₂-Minderungen gegenüber den Effizienzwerten der Regulierungsperiode 2025 (d. h. Neuzulassungen Juli 2025 – Juni 2026) bewertet werden und eine 15%ige Minderung gegenüber dieser Baseline erreicht werden muss. Für die Regulierungsperiode 2025 ist jedoch nicht zu erwarten, dass Sattelaufleger der technischen Baseline in VECTO entsprechen, sondern bereits Effizienztechnologien (z. B. Leichtlaufreifen) zum Einsatz kommen werden. Das technische Minderungspotenzial in VECTO gegenüber der Regulierungs-Baseline liegt daher bei geringeren Werten als bei den von dem Regulierungsvorschlag vorgegebenen 15 %. Der Zielwert einer 15%igen Minderung bei Sattelaufliegern ist daher aller Voraussicht nach für die Hersteller von Sattelaufliegern nicht bzw. nur bei einer Elektrifizierung der Sattelaufleger zu erreichen.

Nach Aussagen in den Expert*innengesprächen ist eine Minderungsanforderung von <10 % für Sattelaufleger ohne Elektrifizierung eine realistischere und zugleich ambitionierte Zielgröße in der Regulierung. Ein „zu“ hoch gewählter Wert bei der Zielgröße könnte eine gegenteilige Wirkung hinsichtlich der angestrebten CO₂-Minderung entfalten, indem Hersteller der Sattelaufleger in der Regulierungsperiode 2025 (Baseline-Jahr) möglichst ineffiziente Sattelaufleger zulassen, um die Zielerreichung technisch zu ermöglichen.

A.8.2 Grenzwert für die Definition von ZEV

In dem Vorschlag für die Fortschreibung der CO₂-Emissionsstandards für HDV sieht die EU-Kommission vor, dass der Grenzwert für die Definition von Zero Emission Vehicles (ZEV) von 1 g CO₂/kWh bzw. 1 g CO₂/km auf 5 g CO₂/tkm angehoben wird. Der Hintergrund ist, dass verbrennungsmotorische Wasserstofffahrzeuge im realen Betrieb durch verbrennende Schmierstoffe und die Abgasnachbehandlung mit geringen CO₂-Emissionen verbunden sind. Werden die CO₂-Emissionen am Auspuff gemessen, wird zusätzlich das CO₂-der Umgebungsluft als Emission erfasst.

Auf Prüfständen, wie sie für die Luftschadstoffregulierung eingesetzt werden, treten CO₂-Emissionen in Lkw-Motoren nach Expert*innenaussagen in der Größenordnung von 5 - 7 g CO₂/kWh auf. Sie liegen somit über dem bisher gesetzten Grenzwert für die Definition von ZEV. Da in den CO₂-Emissionsstandards bisher nicht klar definiert ist, auf welche technischen Messungen sich die Grenze von 1 g CO₂/kWh beziehen soll, ist davon auszugehen, dass der Wert über Messungen zu den Luftschadstoffemissionen bestimmt werden würde. Wie zuvor geschrieben, könnten bei einer Definition der ZEV mit einer Grenze von <1 g CO₂/kWh (auf dem Prüfstand ermittelt) voraussichtlich keine H₂-Verbrennungsmotoren für ZEV zum Einsatz kommen.

Da wasserstoff-betriebene Fahrzeuge zukünftig in VECTO abbildbar sein werden und somit Emissionswerte aus VECTO zur Verfügung stehen, ist davon auszugehen, dass zukünftig Emissionswerte aus VECTO genutzt werden können und die Grundlage für die Definition der ZEV bilden werden. In den Simulationen mit VECTO werden nur die aus dem Kraftstoff verursachten CO₂-Emissionen berücksichtigt und die übrigen genannten Quellen vernachlässigt. Die Höhe der CO₂-Emissionen verbrennungsmotorischer ICEV hängt damit zukünftig alleine vom CO₂-Gehalt des eingesetzten und in VECTO hinterlegten Wasserstoffs ab⁴⁸. Eine Entscheidung darüber findet im derzeitigen Update von VECTO statt. Es ist zu erwarten, dass verbrennungsmotorische Wasserstofffahrzeuge, die nur mit Wasserstoff betrieben werden, (Mono-Fuel-Fahrzeuge) nach Aussage der Expert*innen zukünftig mit Null CO₂-Emissionen in VECTO ausgewiesen werden.

Eine Technologie, die von Volvo Trucks bei Erdgas-Lkw zum Einsatz kommt, und derzeit in Bezug auf die Wasserstoff-Verbrenner von wenigen Vertretern der Zulieferindustrie stark in die politische Diskussion getragen wird, ist die HPDI-Technologie. Solche Antriebssysteme setzen im Gegensatz zu üblichen Gas-Verbrennungsmotoren effizientere Dieselmotoren ein. Sie benötigen jedoch eine teilweise Einspritzung von Dieselmotoren, so dass CO₂-Emissionen (auf dem Prüfstand und in VECTO) von >1 g CO₂/tkm auftreten. Ein Nachteil ist, dass die Einspritzung des Wasserstoffs mit hohem Druck geschehen muss und dieser im Fahrzeug erst erzeugt werden muss. Inwieweit sich die Vorteile des Dieselmotors mit dem Energieaufwand der Kompression gegenseitig aufwiegen, ist heute noch nicht bekannt.

Für die Gesetzgebung und den Scope der Technologien ergibt sich daraus das Folgende:

- ▶ Der Grenzwert von <1 g CO₂/kWh wird bei Prüfstandsmessungen voraussichtlich von keinem wasserstoff-betriebenen Fahrzeug mit Verbrennungsmotor eingehalten. Es ist jedoch wahrscheinlich, dass alle ausschließlich mit Wasserstoff betriebenen Fahrzeuge in VECTO mit Null-CO₂-Emissionen abgebildet werden. Die Ausgestaltung dafür ist in VECTO jedoch noch in der Umsetzung.

⁴⁸ Wasserstoff aus fossilen Quellen (auch bei CO₂-Abscheidung) kann je nach CO₂-Aufreinigung und Qualitätsanforderung unterschiedliche Anteile an CO₂ enthalten.

- ▶ Die Grenze von <1 g CO₂/tkm ist für alle Mono-Fuel Wasserstoff-Lkw sowohl in VECTO als auch auf dem Prüfstand einhaltbar. Dual-Fuel-Fahrzeuge wie HPDI-Lkw werden diese Grenze in VECTO und auf dem Prüfstand nicht einhalten.
- ▶ Die Grenze von <5 g CO₂/tkm kann in VECTO und auf Prüfständen auch von Dual-Fuel-Fahrzeugen eingehalten und diese würden damit als ZEV und mit Nullemissionen bewertet werden.

A.8.3 Abbildung von Fahrzeugen mit Vorderradantrieb in VECTO

Hersteller von batterieelektrischen Lkw mit Vorderradantrieb äußerten im Austausch mit dem BMUV-Bedenken, dass ihre Fahrzeuge nicht in VECTO abgebildet werden können und derzeit daher nicht zur Zielerfüllung mit angerechnet werden können. Im Gespräch mit Expert*innen wurde bestätigt, dass Fahrzeuge mit Vorderradantrieb derzeit nicht in VECTO abbildbar sind. Sie sind bisher daher bis zum Jahr 2029 nur als Teil der nicht-regulierten Fahrzeuge über den ZLEV-Faktor indirekt als Null-Emissionsfahrzeug in der Regulierung anrechenbar.

Um Fahrzeuge mit Vorderradantrieb für die Fahrzeughersteller in den CO₂-Emissionsstandards anrechenbar zu machen, müssen diese also in VECTO abbildbar werden. Ab Herbst 2023 findet der formale Prozess für die 3. Überarbeitung von VECTO in einer Arbeitsgruppe mit Wissenschafts- und Industrie-Stakeholdern statt; derzeit laufen informelle Gespräche, um den Prozess vorzubereiten. Auf Basis des formalen Prozesses entwickelt die EU-Kommission einen Vorschlag, welche Fahrzeugtypen auf welche Art und Weise in VECTO integriert werden sollen. Mit der Umsetzung der Fahrzeugtypen in VECTO ist bis Ende 2025 zu rechnen. Für eine Integration der Fahrzeuge mit Vorderradantrieb in VECTO müsste das Thema spätestens in den im Herbst 2023 startenden Prozess eingebracht werden.

A.8.4 Ausnahme für Sonderfahrzeuge für den Scope der CO₂-Emissionsstandards für Lkw

Sonderfahrzeuge (vocational vehicles) werden zwar hinsichtlich der CO₂-Emissionen in VECTO mit im Monitoring aufgeführt, sie sind aber nicht Teil der CO₂-Minderungsanforderungen an die Fahrzeughersteller. Sonderfahrzeuge sind in etwa für die Hälfte der CO₂-Emissionen verantwortlich, die unter den schweren Nutzfahrzeugen nicht Teil der CO₂-Emissionsstandards sind (insgesamt ca. 9 % der CO₂-Emissionen der schweren Nutzfahrzeuge). Da Sonderfahrzeuge nicht unter die CO₂-Minderungsanforderungen fallen, besteht zumindest das Risiko, dass neue Fahrzeuge als Sonderfahrzeuge zugelassen werden, um den Minderungsanforderungen zu entgehen, diese aber als „normale“ schwere Nutzfahrzeuge eingesetzt werden.⁴⁹

Grundsätzlich ist es so, dass beim Neuzulassungsprozess die Fahrzeughersteller eine Angabe dazu machen, ob das Fahrzeug ein Sonderfahrzeug ist oder nicht. Zudem liefert der Hersteller weitere Komponentendaten für die Simulation in VECTO, um eine Vorsimulation des Basisfahrzeugs in VECTO durchzuführen. Bei Angabe als „Sonderfahrzeug“ werden nur die Zyklen in VECTO simuliert, die für „Sonderfahrzeuge“ angedacht sind (Baustellen- und Müllfahrzeugzyklus). Weitere Zyklen werden nicht simuliert und sind im weiteren Verlauf nicht durch weitere Zyklen ergänzbar.

⁴⁹ Diesem Vorgehen steht entgegen, dass für einen Umbau der Fahrzeuge von einem Aufbau, der die Fahrzeuge zu Sonderfahrzeugen macht, zu einem „normalen“ Fahrzeug Kosten auftreten. Bei Erstnutzern, die nicht direkt mit den Fahrzeugherstellern verbunden sind, dürfte der Anreiz gering sein, Sonderfahrzeuge in „normale“ Fahrzeuge umzubauen, da dieser Prozess mit Kosten verbunden ist, die die Vorteile beim Fahrzeugkauf übertreffen können.

Die Erstzulassung wird jedoch nicht vom Fahrzeughersteller durchgeführt, sondern vom Erstkunden. In diesem Prozess können sich die Aufbauten der Fahrzeuge zwischen der Übergabe vom Fahrzeughersteller an den Kunden bis zur Erstzulassung ändern. Dementsprechend ist es nicht zwangsläufig so, dass die Fahrzeughersteller den Zustand des Fahrzeugs bei der Erstzulassung kennen.⁵⁰ Bei der Erstzulassung liefert die Zulassungsbehörde (in Deutschland KBA) weitere Daten für die finale Simulation in VECTO und die Zulassungsbehörde trifft auch die finale Einordnung, ob das Fahrzeug als Sonderfahrzeug oder als „normales“ Fahrzeug zugelassen wird.

Sollte eine Einordnung als Sonderfahrzeug vom Hersteller deklariert sein, von der Zulassungsbehörde aber als „normales“ Fahrzeug eingeordnet werden, wird der CO₂-Emissionswert für die Sonderfahrzeuge verwendet⁵¹. Die CO₂-Emissionswerte der Sonderfahrzeuge sind wesentlich höher als die der „normalen“ Fahrzeuge, so dass Fahrzeughersteller das Risiko haben, bei fehlerhafter Deklaration als Sonderfahrzeug bei „normalen“ Fahrzeugen extrem hohe CO₂-Emissionswerte zu erhalten. Aus diesem Grund vermeiden einige Hersteller eine Deklaration als Sonderfahrzeug im Zulassungsprozess, da sie nicht die Einordnung bei der Erstzulassung unter Kontrolle haben.

In den Expert*innengesprächen wurde auch geäußert, dass für Sonderfahrzeuge sowohl die Genauigkeit der mit VECTO simulierten Emissionswerte als auch die Möglichkeiten zum Einsatz von Effizienzmaßnahmen wie z. B. Leichtlaufreifen begrenzt ist. Es besteht also die Schwierigkeit, eine wirklich effektive CO₂-Minderungsregulierung einzuführen. Grundsätzlich könnten eigene CO₂-Minderungsziele für Sonderfahrzeuge oder eine vollständige Integration der Sonderfahrzeuge stattfinden (d. h. bei beschränkter CO₂-Minderung bei den Sonderfahrzeugen hieße das, dass die anderen regulierten Fahrzeuge stärker mindern müssten), wobei die beiden genannten Möglichkeiten mit Ungenauigkeiten bei der CO₂-Emissionsbestimmung verbunden wären und daher nur eine eingeschränkte Effektivität der Regulierung erzielt werden kann. Folgende weiteren Möglichkeiten für den Umgang mit Sonderfahrzeugen bestehen:

- ▶ Es gibt die Möglichkeiten, Mindeststandards für die Motoren in Sonderfahrzeugen einzuführen, um so zumindest im Antriebsstrang CO₂-Minderungen festzulegen. Wie stark zusätzliche Minderungen erreicht werden, ist offen, da auch Sonderfahrzeuge von den Entwicklungen im Bereich der sonstigen schweren Nutzfahrzeuge profitieren sollten und somit „automatisch“ Verbesserungen bei Motoren auch im Bereich der Sonderfahrzeuge wirksam werden sollten.
- ▶ Um den Einsatz von ZEV zu fördern, könnten ähnlich wie bei den Stadtbussen mit zunehmender Marktverfügbarkeit verpflichtende Neuzulassungsanteile an ZEV für die Sonderfahrzeuge in die Emissionsstandards aufgenommen werden. Kurzfristig wäre eine solche Regelung wahrscheinlich nicht umsetzbar, da das Potenzial für den Einsatz von ZEV von der Art der Fahrzeuge (z. B. unterschiedliches Elektrifizierungspotenzial zwischen Müllfahrzeug und anderen Sonderfahrzeugen) abhängt und so auch eine Marktverzerrung zwischen den Herstellern auftreten kann. Ggf. wäre es daher sinnvoll, ZEV-Quoten in Abhängigkeit der Aufbauten zu gestalten. Diese Idee könnte als Thema für die Überprüfung der CO₂-Emissionsstandards festgelegt werden.
- ▶ Generell sollte ein Monitoring darüber stattfinden, ob der Anteil der Sonderfahrzeuge bei den Neuzulassungen über die Zeit ansteigt. Dies wäre ein Anzeichen dafür, dass Hersteller

⁵⁰ Große Hersteller kennen für einen relevanten Teil ihrer Fahrzeuge die Fahrzeugaufbauten ihrer Kunden, da sie entweder in-house oder über eng verbundene Kunden, Informationen über die finalen Fahrzeuge besitzen bzw. die finalen Fahrzeuge selbst aufbauen.

⁵¹ Es liegen keine anderen Werte aus VECTO vor.

die Möglichkeit nutzen, Fahrzeuge außerhalb des Geltungsbereichs der CO₂-Emissionsstandards zuzulassen. Die Kommission könnte das Recht für einen delegierten Rechtsakt erhalten, die Gesetzgebung der CO₂-Emissionsstandards anzupassen, wenn ein solcher Effekt sichtbar werden würde⁵².

A.9 Überlegungen zum Vorschlag Finnlands, die besonderen Eigenschaften von EHC-Lkw (Extra Heavy Combination) bei der Berechnung der CO₂-Ziele zu berücksichtigen

Dieses Papier ist im Juni 2023 entstanden.

A.9.1 Hintergrund

In einigen Mitgliedstaaten ist der Einsatz von Fahrzeugkombinationen mit einem zulässigen Gesamtgewicht von über 60 t gestattet. Dabei kann es sich z. B. um verschiedene Kombinationen aus dem EMS (European Modular System) aus Sattelzugmaschinen oder Lastwagen und Sattelauflegern oder Anhänger handeln, die z. B. mit einem Dolly, einer nicht angetriebenen Achse mit eigenen Rädern, verbunden werden.⁵³

In Finnland sind derzeit Fahrzeuge mit einem Gesamtgewicht von maximal 76 t zulässig, wobei auch Gespanne mit 13 Achsen und über 100 t getestet wurden (Plackner 2015). Dabei werden zwei Sattelaufleger und ein Dolly kombiniert. Im Jahr 2022 wurden mehr als zwei Drittel der Straßengüterverkehrsleistung von schweren Lkw (ab 18 t) in Finnland mit solchen Fahrzeugkombinationen erbracht.

Im Änderungsvorschlag werden Kombinationen mit einem zulässigen Zuggewicht als EHC (Extra Heavy Combination) bezeichnet. Finnland weist im Änderungsvorschlag darauf hin, dass EHC in Bezug auf die tkm eine höhere Energieeffizienz aufweisen, die in der Emissionsberechnung nicht berücksichtigt wird. Dadurch würden die CO₂-Emissionen pro tkm von EHC überschätzt. Außerdem habe ein Großteil der Fahrzeuge im Transport über 70 t die Achskonfiguration 8x4 und falle damit in die Fahrzeuggruppe 16, was dazu führe, dass diese mit dem Zyklus für das Baugewerbe simuliert würden und die Emissionen damit noch weiter überschätzt würden.

Im Änderungsvorschlag wird die Befürchtung geäußert, dass sich dieser Umstand negativ auf die Verfügbarkeit und den Preis von Lkw mit höherer Leistung auswirkt und letztlich zu einer Verlagerung auf kleinere Sattelzugmaschinen führt. Dies hätte negative Auswirkungen auf die Transporteffizienz in den Ländern, in denen schwere Lastzüge zugelassen sind.

A.9.2 Änderungsvorschlag Finnlands

Finnland zu Folge müssten Fahrzeuge mit einem maximalen zulässigem Zuggewicht von über 70 t eigentlich zum aktuellen Zeitpunkt aus dem Geltungsbereich der Norm ausgeschlossen werden.

Dennoch wird ein Vorschlag gemacht, wie mit der Einführung eines Korrekturfaktors α der Überschätzung entgegengewirkt werden soll. Die Berechnungsformeln unterscheiden dabei

⁵² Im Vorschlag der Regulierung besitzt die EU COM das Recht, die Definition/Kriterien für eine Zuordnung zu den Sonderfahrzeugen zu ändern.

⁵³ siehe hierzu (Åkerman und Jonsson 2007, S 26, Abb. 3.3)

zwischen Fahrzeugen aus der Gruppe 16 und anderen Fahrzeugen. Die nachfolgende Tabelle zeigt Beispiele für verschiedene durchschnittliche maximale Zuggewichte.

Korrekturfaktor α für EHC mit verschiedenem durchschnittlichem zGG

Durchschnittliches zGG der EHC in der SG	8x4 EHC	andere EHC
60 t	0,34	0,83
76 t	0,24	0,73
90 t	0,16	0,65

Quelle: eigene Berechnungen

Für EHC aus der Gruppe 16 würden die simulierten Emissionen von in Finnland zugelassenen Fahrzeugen um 66 % bis 76 % nach unten korrigiert, bei anderen Fahrzeuggruppen wären es zwischen 17 % und 27 %.

A.9.3 Einordnung des Vorschlages

Grundsätzlich ist das Anliegen Finnlands berechtigt. Die EHC besitzen eine höhere Energieeffizienz⁵⁴, die aktuell in der VECTO Simulation nicht abgebildet wird⁵⁵. Besonders stark wirkt sich das bei Lkw aus der Gruppe 16 aus, die mit dem Fahrzyklus für das Baugewerbe simuliert wird.

Allerdings stellt sich die Frage, ob die Nutzung eines pauschalen Korrekturfaktors dem Problem ausreichend gerecht wird, ohne weitere Fehlerquellen und ggf. potenzielle Gaming-Möglichkeiten zu eröffnen. So müsste sichergestellt sein, dass die als EHC-zugelassenen Fahrzeuge auch als EHC genutzt werden. Dies ist mit dem Vorschlag aus Finnland nicht der Fall.

In Expert*innengesprächen wurde das Vorgehen über einen Korrekturfaktor als nicht sinnvoll bezeichnet, da der Einsatz der Fahrzeuge als EHC nicht sichergestellt werden kann. Die beste Option wäre es, die EHC in VECTO abzubilden. VECTO simuliert Sattelzugmaschinen und Solofahrzeuge heute bereits als EMS-Kombinationen⁵⁶ bis 60 t. Allerdings dient diese Angabe lediglich zur Information, in der Gewichtung der Mission Profile⁵⁷ für die Berechnungen der CO₂-Emissionen fließen sie nicht ein. D. h. für die Berücksichtigung von EHC über 60 t sind Anpassungen an VECTO notwendig.

Darüber hinaus müsste auch die Verordnung (EU) 2017/2400 angepasst werden und in einer Anpassung der CO₂-Emissionsstandards auch die Nutzung der „Mission Profiles“ für EHC in den Anhang der CO₂-Emissionsstandards übernommen werden. Für diesen Schritt besitzt die EU-Kommission dem Vorschlag der EU-Kommission nach das Recht, Änderungen im Anhang der CO₂-Emissionsstandards durchzuführen.

Es wird als unrealistisch angesehen, dies im Rahmen des aktuellen Kommissionsvorschlags umzusetzen. Stattdessen sollten die EHC im Rahmen der 3. Novelle für die Berechnungen in VECTO integriert werden, die im Herbst dieses Jahres formell beginnen und bis ca. 2026 abgeschlossen sein soll. Die sonstige Überarbeitung könnten ggf. über delegierte Rechtsakte

⁵⁴ Effizienzvorteil laut (Larrode und Muerza 2021): bis zu 21 % ES; (Åkerman und Jonsson 2007): 14 %-18 % NL; 22 % FI;

⁵⁵ Persönliche Kommunikation TU Graz

⁵⁶ Solo-Lkw+ Dolly + Sattelanhänger; Zugmaschine + Sattelanhänger + Anhänger

⁵⁷ Tabelle 2.1.1. Mission profile weights (Wsg.mp) for vehicles of category N im Anhang des Kommissionsvorschlags

bzw. über eine Integration der EHC nach der Überprüfung im Jahr 2028 erfolgen. Das Thema könnte explizit als ein Thema für die Überprüfung genannt werden, um so möglichst sicherzustellen, dass die EU-Kommission das Thema bei der nächsten Überarbeitung der Regulierung mit einbezieht.

Auch in diesem Fall ist darauf zu achten, dass keine neuen Schlupflöcher entstehen. Es müsste sichergestellt werden, dass Fahrzeuge, die als EHC zugelassen sind, auch tatsächlich als EHC eingesetzt werden. Hierzu könnte geprüft werden, inwieweit es Fahrzeugeigenschaften gibt, die eine Abgrenzung der EHC von Standardfahrzeugen in neu zu bildenden Untergruppen ermöglichen. Bei der Abgrenzung zwischen LH und RD sind dies z. B. die Motorleistung, das Vorhandensein einer Schlafkabine und die Reichweite. Bei EHC könnte es ebenfalls die Motorleistungen oder Anforderungen an das Bremssystem sein.

Bis dahin sollte in den Mitgliedstaaten, die EHC zulassen, ein Monitoring der Zulassung von EHC-Fahrzeugen eingerichtet werden, um sicherzustellen, dass ein evtl. auftretendes Gaming sichtbar würde.

A.10 Vorschlag zur veränderten Berücksichtigung der Reisebusse in den CO₂-Emissionsstandards für schwere Nutzfahrzeuge (SNF)

Dieses Papier ist im Juni 2023 entstanden.

Vorschlag der EU-Kommission

Die EU-Kommission sieht vor, die CO₂-Emissionsstandards für schwere Nutzfahrzeuge getrennt zwischen dem Güter- und dem Personenverkehr zu betrachten. Im Personenverkehr schlägt die Kommission zwar unterschiedliche Vorgehensweisen (ZEV-Quote für Stadtbusse; CO₂-Minderungsanforderungen für Reisebusse) und unterschiedliche Ambitionsniveaus (100 % ZEV-Quote im Jahr 2030 für Stadtbusse, gleicher Zielwertpfad wie bei den Lkw für Reisebusse) vor, die Bewertung hinsichtlich der Zielerfüllung würde dem Vorschlag nach jedoch gemeinsam stattfinden. Dies funktioniert, darüber, dass durch die Rechenvorschriften jeweils eine Normalisierung der Emissionswerte auf die Subgruppe mit dem höchsten Mileage-Payload-Weighting (MWP) Faktor stattfindet. Es gibt mit „T(MZE)“⁵⁸ und „T(MCO₂)“⁵⁹ zwar jeweils eigene Zielwerte für Stadtbusse und Reisebusse, es gibt aber auch einen gemeinsamen Zielwert mit „T(M)“. Die Berechnungsmethodik ist unter 4.1.2 in Annex I zu finden.

Die Strafzahlungen für das Verfehlen der Zielwerte beziehen sich auf die Überschussemissionen nach Ablauf einer Regulierungsperiode. Diese Überschussemissionen werden nicht für „T(MZE)“ und „T(MCO₂)“ bestimmt, sondern allein für „T(M)“. Strafzahlungen beziehen sich also nur auf die Gesamtheit aller zugelassener Busse. Die Berechnungsmethodik der Überschussemissionen ist in Punkt 6 von Annex I zu finden. Daraus folgt:

- Es besteht für Hersteller, die sowohl Stadtbusse als auch Reisebusse herstellen, die Möglichkeit die Zielwerte flexibel zu erfüllen. Die Übererfüllung bei einer der beiden Fahrzeugkategorien kann also eine verfehlte Zielerfüllung bei der anderen Fahrzeugkategorie ausgleichen.

⁵⁸ Für Stadtbusse

⁵⁹ Für Reisebusse

Vorschlag zur Verschiebung der Zielwertanforderungen der Reisebusse zu den Lkw und den Anhängern/Sattelaufliegern

Einige Industrievertreter*innen sind der Meinung, dass die CO₂-Minderungsanforderungen für Reisebusse zu anspruchsvoll sind, da die eingesetzte Technologie in Reisebussen der Technologie in den Lkw zwar sehr stark ähnelt und damit keine technischen Restriktionen existieren, die Nutzungsprofile der Reisebusse aber sehr viel differenzierter sind als bei den Lkw und daher Einsatzrestriktionen auftreten könnten. Sie plädieren daher für eine Absenkung der CO₂-Minderungsanforderungen bei Reisebussen.

Ein möglicher Umgang bzw. eine größere Flexibilität für die CO₂-Emissionsminderung von Reisebussen würde sich ergeben, wenn die Reisebusse zusammen mit den Lkw und den Anhängern einen Zielwert erhalten würden. Bei der gemeinsamen Zielsetzung mit den Stadtbussen besteht ab dem Jahr 2030 keine Flexibilität mehr für Reisebusse, da durch das 100 %-Ziel ab dem Jahr 2030 bei den Stadtbussen keine Übererfüllung mehr möglich ist. Es besteht also keine Möglichkeit verfehlte CO₂-Minderungsanforderungen bei den Reisebussen auszugleichen. Bei einer gemeinsamen Bestimmung des Zielwerts der Reisebusse mit den Lkw besteht dagegen mehr Flexibilität, da eine Untererfüllung bei den Reisebussen durch eine Übererfüllung bei den Lkw ausgeglichen werden kann, ohne die CO₂-Minderungsanforderung in der Gesamtheit reduzieren zu müssen. Die Anzahl der neuzugelassenen Lkw (und Anhänger) ist auch höher als die der Reisebusse, so dass die Minderungsanforderungen bei den Lkw bei einer Unterfüllung der Zielwerte bei den Reisebussen nur geringfügig ansteigen würde.


Entgegen dem Vorschlag der EU COM müsste dafür der Zielwert für Lkw und Anhänger so angepasst werden, dass die gewichtete Summe im Term „T(NO)“ um die Subgruppen der Reisebusse ergänzt wird, und „T(MCO₂)“ für die Zielwertbestimmung aus „T(M)“ entfernt werden müsste. An einigen sonstigen Stellen (Zuordnung zu „NO“; Bestimmung der Überschussemissionen, etc.) müssten dafür kleine Anpassungen durchgeführt werden.

Ein Nachteil bei diesem Vorgehen wäre, dass die reinen Bushersteller, keine Flexibilität mehr hätten bei der Zielerreichung. Dieser Nachteil ist aber minimal, da zu erwarten ist, dass die Reisebusse die Zielvorgaben nicht übererfüllen und somit auch im Vorschlag der EU-KOM keine zusätzliche Flexibilität für die reinen Bushersteller auftreten würde.

B Anhang: Foliensätze für Ressortbesprechungen

B.1 Ressortbesprechung 01. September 2021

www.oeko.de




Oeko-Institut e.V.
Institut für angewandte Ökologie
Institute for Applied Ecology

CO₂-Emissionsstandards für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge

1. Ressortbesprechung

Peter Kasten
01.09.2021



Oeko-Institut e.V.

Qualitative Einordnung des FF55-Vorschlag (I)


ESR: Anhebung der Minderungsverpflichtung auf -40% (EU) bzw. -50% (DEU) ggü. 2005

- Erste Einschätzung: Ziele des KSG in derselben Größenordnung wie das Ambitionsniveau der ESR

EU-ETS 2: Emissionshandelssystem für Gebäudesektor und Straßenverkehr


- Vergleichbare Systematik mit BEHG auf nationaler Ebene (anderer Anwendungsbereich)
 - EU-ETS 2 startet ab 2026; Ausgestaltungsdesign für „langsamen“ Einstieg in CO₂-Bepreisung (z.B. Frontloading; Marktstabilitätsreserve)
- EU-ETS 2 (IA): 52-80 EUR/t CO₂ (2030) vs. BEHG (MMS): 109 EUR/t CO₂ (2030)
- Keine zusätzliche THG-Minderungswirkung zu BEHG erwartet** (Erwartung: ähnliches oder niedrigeres Preisniveau als im BEHG und überproportionale Minderung in anderen EU-MS mit höherer Preiselastizität)

CO₂-Emissionsstandards | P. Kasten | Online | 01.09.2021




Oeko-Institut e.V.

Elemente des FF55-Vorschlags mit Bezug zum Straßenverkehr



CO₂-Emissionsstandards | P. Kasten | Online | 01.09.2021



Oeko-Institut e.V.

Qualitative Einordnung des FF55-Vorschlag (II)

RED: Reduktion der THG-Intensität der Energie im Verkehrssektor um 13% (Verpflichtung von Inverkehrbringern von Kraftstoffen)

- Vergleichbare Systematik mit THG-Quote auf nationaler Ebene
- Erste Einschätzung: **Kein zusätzliche THG-Minderungswirkung ggü. der beschlossenen THG-Quote** erwartet (Ziel in vergleichbarer Größenordnung wie in der beschlossenen THG-Quote)

AFIR: Verpflichtung der MS zum Aufbau einer öffentlichen Mindestinfrastruktur für ZEV (Schwerpunkt: Ladeinfrastruktur; Basisinfrastruktur für H₂-Tankstellen)

- Verordnung erzeugt höhere Verbindlichkeit als vorige Richtlinie
- Bestandorientierte Anforderung an Ladepunkte: 1 kW je BEV; 0,66 kW je PHEV
- Distanzbasierte Anforderung: ab 2025 alle 60 km ein Ladepool im TEN-T Kernnetz (mit ansteigender Ladeleistung über die Zeit)
- Distanzbasierte Anforderung: ab 2030 alle 60 km ein Ladepool im TEN-T Gesamtnetz (mit ansteigender Ladeleistung über die Zeit)
- Instrument zur Unterstützung/Ermöglichung des Umstiegs auf ZEV → **keine unmittelbare zusätzliche THG-Minderungswirkung**

CO₂-Emissionsstandards | P. Kasten | Online | 01.09.2021

Qualitative Einordnung des FF55-Vorschlag (III)

ETD: Einführung der Energiebesteuerung nach Klimaschutzranking der Energieträger / Einführung der Indexierung nach Verbraucherpreisindex

- Umstellung der Energiebesteuerung in Deutschland wäre notwendig, z.B.
 - Jährliche Anpassung der Steuerhöhe an Inflation (gleich bleibende Steuer in EUR_{real})
 - Ab 2023: keine Besserstellung des Diesel mehr möglich
- Erste Einschätzung: Zusätzlicher Impuls für THG-Minderungswirkung zur jetzigen Energiebesteuerung erwartet, falls so umgesetzt.
- Aber: Einmütigkeit für Änderung der ETD notwendig

CO₂-Emissionsstandards: siehe folgende Folien

→ ETD und CO₂-Emissionsstandards sind die einzigen beiden Elemente des FF55-Pakets mit relevantem, zusätzlichem Impuls zur Verringerung der THG-Minderungslücke zu dem Verkehrsziel des KSG

Anpassungen der CO₂-Emissionsstandards für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge (FF55-Vorschlag)

Ambitionsniveau [Article 1(1) / Annex I]

- Verringerung der spezifischen CO₂-Emissionen um 55% (bisher: 37,5%) für Pkw ggü. 2021 bzw. um 50% (bisher: 31%) für LNF ggü. 2020 ab 2030
- Verringerung der spezifischen CO₂-Emissionen um 100% für Pkw und LNF ab 2035

ZLEV-Anreizmechanismus [Article 1(1)]

- Zeitliche Begrenzung des ZLEV-Anreizmechanismus bis einschließlich 2029

Ausnahmen für Kleinhersteller [Article 1(6)]

- Zeitliche Begrenzung der Ausnahmen (eigene Zieldefinition) für Kleinhersteller bis einschließlich 2029

Zusammenfassung des Impact Assessment

	**	*	0	✓	✓✓
	Strongly negative	Weakly negative	Neutral	Weakly positive	Strongly positive
Options considered					
1. CO₂ EMISSION TARGETS (cars and vans)					
1.1 Target Levels					
TL_0	0	0	0	0	0
TL_Low	✓	✓	✓	✓	✓
TL_Medium	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓
TL_High	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓
1.2 Timing of targets					
TT_0	0	0	0	0	0
TT_1	✓	✓	✓	✓	✓
1.3 Use of revenues from excess emissions premiums					
REV_0	0	0	0	0	0
REV_1	0	✓	0	0	✓
REV_2	0	✓	0	0	✓
1.4 Derogations for small volume manufacturers					
SVM_0	0	0	0	0	0
SVM_1	✓	✓	✓	✓	✓
2 INCENTIVE SCHEME FOR ZERO- AND LOW-EMISSION VEHICLES (cars and vans)					
ZLEV_0	0	0	0	0	0
ZLEV_Low	✓	✓	✓	✓	✓
ZLEV_Med	0	✓	0	0	✓
ZLEV_High	✓	✓	✓	✓	✓
3 MECHANISM FOR RENEWABLE AND LOW-CARBON FUELS ACCOUNTING (cars and vans)					
FUEL_0	0	0	0	0	0
FUEL_1	✓	✓	✓	✓	✓
FUEL_2	✓	✓	✓	✓	✓

Anpassungen der CO₂-Emissionsstandards für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge (FF55-Vorschlag)

Fortschrittsbericht [Article 1(9)]

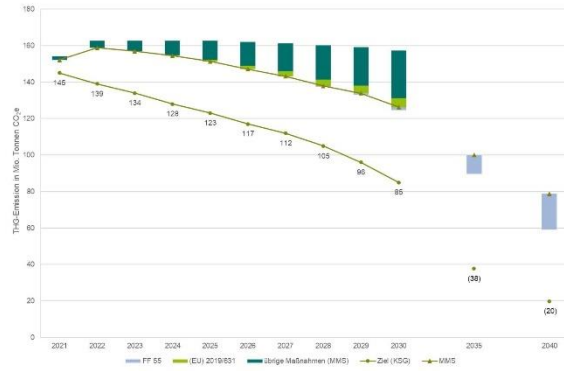
- Ab 2025 alle zwei Jahre ein Fortschrittsbericht zu Entwicklung hin zu Null-Emissions-Straßenverkehr
 - Einsatz von ZLEV, Entwicklung der Infrastruktur für alternative Energieträger, möglicher Beitrag innovativer Technologien und alternativer Kraftstoffe, Auswirkungen auf Nutzer:innen

Review der Verordnung [Article 1(10)]

- Das nächste Review der Verordnung ist für das Jahr 2028 vorgesehen (Basis: 2-jährlichen Fortschrittsberichte)

Weitere technische Anpassungen [sonstigen Artikel]

CO₂-Minderungswirkung des FF55-Vorschlags



CO₂-Emissionsstandards | P. Kasten | Online | 01.05.2021

Quelle: Eigene Berechnungen

8

Peter Kasten

Öko-Institut e.V.
Büro Berlin
Borkumstraße 2
13189 Berlin

Telefon: +49 30 405085-349
E-Mail: p.kasten@oeko.de

CO₂-Emissionsstandards | P. Kasten | Online | 01.05.2021

10

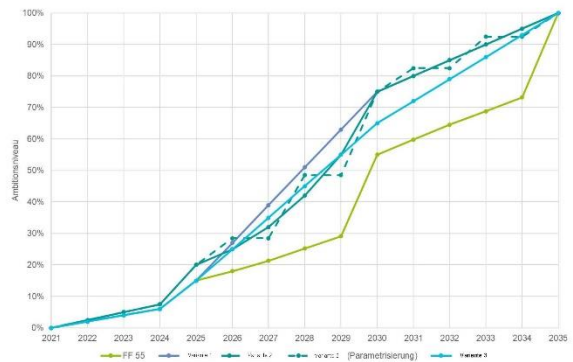
B.2 Ressortbesprechung 25. Januar 2022

CO₂-Emissionsstandards für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge

3. Ressortbesprechung

Peter Kasten
25.01.2022

Ausgestaltungsvarianten im Vergleich



Untersuchte Ausgestaltungsvarianten

- Alle Rechnungen auf Basis des MMS des Projektionsberichts
 - Szenario mit Rahmenbedingungen / Maßnahmen bis zum 31. August 2020

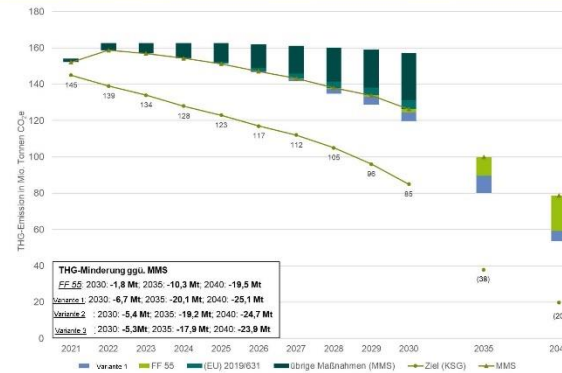
Drei Ausgestaltungsvarianten

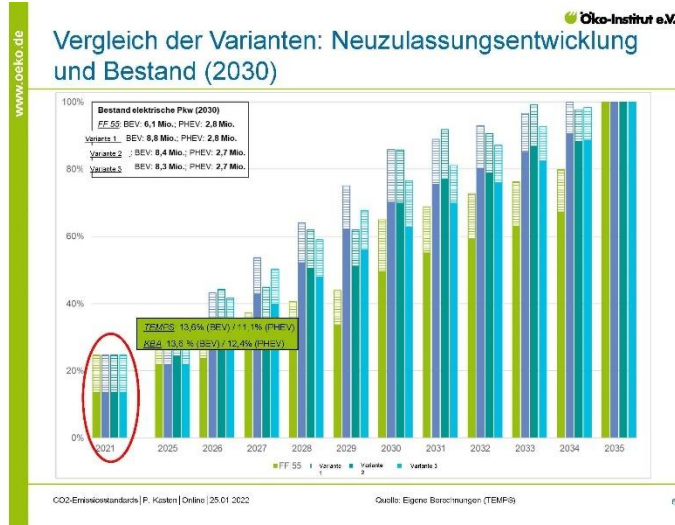
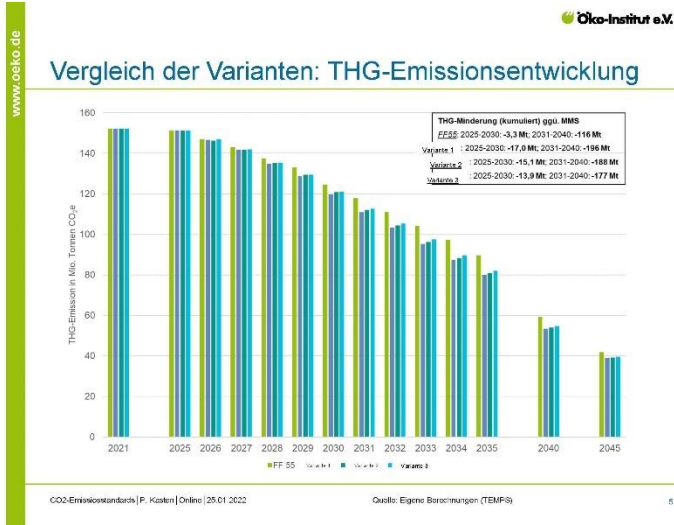
- FF 55-Vorschlag der EU-Kommission (2030: -55% / -50%; 2035: -100%)
- Variante 1 (2030: -75%; 2035: -100%; jährliche Zwischenschritte)
- Variante 2 (2025: -20%; 2030: -75%; 2035: -100%; jährliches Absenken; zweijährige Compliance-Phase)
- Variante 3 (2030: -65%; 2035: -100%; jährliche Zwischenschritte)

Parametrisierung

	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
FF 55	15%	16%	21%	23%	25%	27%	30%	32%	35%	37%	100%
Variante 1	15%	25%	35%	45%	55%	75%	80%	85%	90%	95%	100%
Variante 2	20%	25%	29%	49%	45%	75%	83%	83%	93%	93%	100%
Variante 3	15%	26%	35%	45%	55%	65%	72%	79%	86%	93%	100%

THG-Minderungswirkung des FF55-Vorschlags und der Variante 1





www.oeko.de

Oeko-Institut e.V.

Fazit

- CO₂-Emissionsstandards für Pkw und LNF sind ein wichtiges Element zur Erreichung des Verkehrsziels des KSG.
 - Variante 1 hat den höchsten Klimaschutzeffekt der untersuchten Ausgestaltungsvarianten.

THG-Emissionsminderung ggü. MMS					
	Einsparung in t CO ₂ e			Einsparung (kumuliert) in t CO ₂ e	
	2030	2035	2040	2025 - 2030	2031 - 2040
FF 55	-1,8	-10,3	-19,5	-3,3	-116
Variante 1	-9,7	-20,1	-25,1	-17,0	-196
Variante 2	-5,4	-19,2	-24,7	-15,1	-188
Variante 3	-5,3	-17,9	-23,9	-13,9	-177

- Aber:** Weitere Maßnahmen werden zur Zielerreichung benötigt.
- Aber:** Variante 2 hat eine größere Spannweite an Wirkungsvarianten aufgrund von 2-jähriger Compliance-Phase
- Fahrzeugbestand an vollelektrischen Pkw bei Variante 1 am höchsten: 8,8 Mio. BEV-Pkw im Jahr 2030
 - ca. 0,45 bzw. 0,5 Mio. BEV-Pkw mehr als in den Varianten 2 und 3
 - Bestand an vollelektrischen Pkw kann durch weitere Maßnahmen stark erhöht werden.

CO₂-Emissionsstandards [P. Kasten] [Online] | 25.01.2022

B.3 Ressortbesprechung 16. März 2023

www.oeko.de



Oeko-Institut e.V.
Institut für angewandte Ökologie
Institute for Applied Ecology

CO₂-Emissions Flottenstandards für schwere Nutzfahrzeuge

Vorschlag der EU-Kommission – Änderungen der Verordnung

Katharina Göckeler / Peter Kasten
Ressortbesprechung
Online, 16.03.2023



Oeko-Institut e.V.


Vorschlag der EU-Kommission zur Überarbeitung vom 14. Februar 2023

Welche inhaltlichen Änderungen gibt es?

- Erweiterung des Scopes auf (fast) alle schweren Nutzfahrzeuge (HDV)
 - Erfordert auch neue Berechnungsgrundlagen für Zielwerte und Durchschnittsemissionen der Hersteller
- Erweiterung des zeitlichen Scopes bis zum Jahr 2040 / Neue Zielwerte
 - Ab 2030: -45%, ab 2035: -65%, ab 2040: -90%
- Flexibilität zur Zielerfüllung / Compliance
 - Transfer zwischen Herstellern
 - Fortführung des Systems der THG-Minderungsguthaben und -schulden
- Weitere Anpassungen
 - Anpassung der Strafzahlung
 - Neudefinition „Nullemissionsfahrzeug“
 - Vorgabe für öffentliche Beschaffung von Stadtбусen
 - Aufnahme der Monitoring Verordnung in die CO₂-Flottenzielwert-Verordnung
 - Review im Jahr 2028

CO₂-Flottenzielwerte für HDV | Online | 16.03.2023 3

www.oeko.de



Oeko-Institut e.V.

CO₂-Flottenzielwerte für schwere Nutzfahrzeuge (EU) 2019/1242

Verpflichtung zur Reduktion der spezifischen CO₂-Emissionen (in g CO₂/tkm) bei den Neuzulassungen

- ab 2025 –15% / ab 2030: -30% ggü. Baseline (July 2019 – Juni 2020)
- Gewichtete Mittelung der CO₂-Emissionen über verschiedene Lkw-Subgroups (Transportdistanzen / Zuladung)

Zielerfüllung über Berichtsperioden / Möglichkeit für credits / debts

- debts ggü. Zielwert in der jeweiligen Periode
- credits ggü. linearer Minderungs-Trajektorie


Gültigkeitsbereich (Scope)

- Lkw der subgroups 4,5,9,10 mit verschiedenen Nutzungsprofilen (Transportdistanzen / Zuladung)

Strafzahlung bei non-compliance

- bis 2029: 4.250 EUR / g CO₂/tkm
- ab 2030: 6.800 EUR / g CO₂/tkm

CO₂-Flottenzielwerte für HDV | Online | 16.03.2023 Quelle: ICCT (2019), CO₂ STANDARDS FOR HEAVY-DUTY VEHICLES IN THE EUROPEAN UNION. 2



Oeko-Institut e.V.

Vorschlag der EU-Kommission Scope der Regulierung

Bisher: Untergruppen von N3-Fahrzeugen sind Scope der Regulierung

Artikel 2(1)

- Die Regulierung umfasst folgende Fahrzeugklassen
 - Schwere Nutzfahrzeuge zum Personentransport / Busse (M2: <5t; M3: >5t)
 - Schwere Nutzfahrzeuge zum Gütertransport (N2: <12t; N3: >12t; N1: <3,5t, wenn nicht reguliert über leichte Nutzfahrzeug-Regulierung)
 - Anhänger für den Gütertransport (O3: 3,5t – 12t; O4: >12t)
- Unterscheidung zwischen schweren Nutzfahrzeugen (alle) und schweren motorischen Nutzfahrzeugen (Anhänger ausgeschlossen)

Artikel 2(4)

- Off-Road, special purpose, vocational Fahrzeuge sind nicht Teil der Regulierung
 - Hersteller können sich für ein Opt-In entscheiden (Annex IV, Teil B beschreibt die notwendige Art des Reportings)

CO₂-Flottenzielwerte für HDV | Online | 16.03.2023 4

Öko-Institut e.V.

www.oeko.de

Vorschlag der EU-Kommission Scope der Regulierung

Artikel 2(5)

- Fahrzeuge der Sicherheitsbehörden, notwendig für öffentliche Sicherheit, ärztliche Versorgung sind nicht Teil der Regulierung, solange die MS bestätigen, dass sie nicht im gleichen Maßstab als ZEV eingesetzt werden können.
 - Reporting-Anforderungen sind in Annex IV, Teil A definiert.

Artikel 2(6)

- Die Daten für die Fahrzeuge, die außerhalb des Scopes liegen nach Artikel 2(4) und 2(5) sind trotzdem Teil des Reporting und Monitoring

Artikel 6b

- Ausnahme für Hersteller mit <100 Neuzulassungen (Opt-In für Hersteller)
 - Gilt nicht, wenn die „connected group“ als Gesamtheit >100 Neuzulassungen hat

CO₂-Flottenzielwerte für HDV | Online | 06.03.2023

Öko-Institut e.V.

www.oeko.de

Vorschlag der EU-Kommission Begriffsklärungen / Zielwerte

Begriffsklärung für Berechnungsformeln (Zielwerte, Durchschnittsemissionen, etc.) für unterschiedliche „Fahrzeuggruppen“

- „2025“: bisher regulierte Lkw (N3, subgroups 4,5,9,10)
- „NO“: alle Lkw (N) und Anhänger (O)
- „M“: alle Busse (M)
 - „MCO2“: alle Fernbusse (M) mit CO₂-Zielwert
 - „MZE“: alle Stadtbusse (M) mit zero emission vehicles mandate

CO₂-Flottenzielwerte für HDV | Online | 06.03.2023

Öko-Institut e.V.

www.oeko.de

Vorschlag der EU-Kommission Begriffsklärungen / Zielwerte

Begriffsklärung für Berechnungsformeln (Zielwerte, Durchschnittsemissionen, etc.) für unterschiedliche „Fahrzeuggruppen“

- „2025“: bisher regulierte Lkw (N3, subgroups 4,5)
- „NO“: alle Lkw (N) und Anhänger (O)
- „M“: alle Busse (M)
 - „MCO2“: alle Fernbusse (M) mit CO₂-Zielwert
 - „MZE“: alle Stadtbusse (M) mit ZEV mandate

Subgroup	Reporting period of the years	CO ₂ reduction targets of a and c _{sg}		
		2023 – 2025	2026 – 2031	2032 – 2039
Medium lorries	53, 54	0	43%	64%
Heavy lorries > 7.4t	16, 1, 2, 3	0	43%	64%
Heavy lorries > 16 t with 4x4 and 6x4 axle configurations	4 UD, 4 BD, 4 L4, 5 BD, 4 L4, 9 BD, 8 L4, 16 BD, 16 L4	15%	43%	64%
Heavy lorries > 16 t with special axle configurations	11, 12, 16	0	43%	64%
Coaches (c _{sg})	32 C2, 32 C3, 32 DD, 34 C2, 34 C3, 34 DD	0	43%	64%
Primary vehicles of coaches (c _{sg})	32 C2, 32 C3, 32 DD, 34 C2, 34 C3, 34 DD	0	43%	64%
Trailers		0	7,5%	7,5%
Semi-trailers		0	15%	15%

Subgroup	Reporting period of the years	Zero-emission vehicle mandates (a _{sg})		
		before 2030	2030	2031 – 2039
Urban buses	31-4 F, 31-4 H, 33 L1, 33 L2, 33 L3, 33 L4, 33 L5, 33 L6, 33 L7, 33 L8, 33 L9, 33 L10, 33 L11, 33 L12, 33 L13, 33 L14, 33 L15, 33 L16, 33 L17, 33 L18, 33 L19, 33 L20, 33 L21, 33 L22, 33 L23, 33 L24, 33 L25, 33 L26, 33 L27, 33 L28, 33 L29, 33 L30, 33 L31, 33 L32, 33 L33, 33 L34, 33 L35, 33 L36, 33 L37, 33 L38, 33 L39, 33 L40, 33 L41, 33 L42, 33 L43, 33 L44, 33 L45, 33 L46, 33 L47, 33 L48, 33 L49, 33 L50	0	100%	100%

CO₂-Flottenzielwerte für HDV | Online | 06.03.2023

Öko-Institut e.V.

www.oeko.de

Vorschlag der EU-Kommission Spezifische CO₂-Zielwerte je Hersteller (Artikel 6) - I

Artikel 3a + Artikel 6 + Annex I point 4.1

- Zielwertbestimmung bleibt bis zum Jahr 2029 wie bisher: -15%

$$T(2025) = \sum_{sg} \text{share}_{sg} \times MPW_{sg} \times (1 - rf_{sg}) \times rCO_{2sg}$$

↑ Summe über alle Subgroups ↑ Anteil der jeweiligen Subgroup ↑ Gewichtung über Nutzungsprofil ↑ Minderungsziel: 15% ↑ Baseline aus dem Jahr 2019

CO₂-Flottenzielwerte für HDV | Online | 06.03.2023

Diko-Institut e.V.

Vorschlag der EU-Kommission
Spezifische CO₂-Zielwerte je Hersteller (Artikel 6) - II

Artikel 3a + Artikel 6 + Annex I point 4.1/4.2/4.3 (ab 2030)

- „NO“: alle Lkw und Anhänger

$$T(NO) = \sum_{sg} \text{share}_{sg} \times MPW_{sg} \times (1 - r_{fsg}) \times rCO_{2sg}$$

- Minderungsziele für Lkw:
 - 2030 – 2034: -43% / 2035 – 2039: -64% / ab 2040: -90%
 - Achtung: Unterschiedliches Baseline-Jahr für „alten“ und „neuen“ Scope
- Minderungsziele für Anhänger:
 - Trailers: -7,5% / Semi-Trailers: -15%

CO₂-Flottenzielwerte für HDV | Online | 30.03.2023

Diko-Institut e.V.

Vorschlag der EU-Kommission
Spezifische CO₂-Zielwerte je Hersteller (Artikel 6) - III

Artikel 3a/3b + Artikel 6 + Annex I point 4.1/4.2/4.3 (ab 2030)

- „M“: alle Busse

$$T(M) = T(MCO_2) + T(MZE)$$

- Strafzahlung für Emissionsüberschreitung bezieht sich auf T(M) (Punkt 6 im Anhang)
 - Hersteller von Stadtbussen und Fernbussen können optimieren zwischen den Bustypen.

CO₂-Flottenzielwerte für HDV | Online | 30.03.2023

Diko-Institut e.V.

Vorschlag der EU-Kommission
Spezifische CO₂-Zielwerte je Hersteller (Artikel 6) - IV

Artikel 3a + Artikel 6 + Annex I point 4.1/4.2/4.3 (ab 2030)

- „MCO₂“: alle Fernbusse (M) mit CO₂-Zielwert

$$T(MCO_2) = \sum_{sg} \text{share}_{sg} \times MPW_{sg} \times [(1 - p_{vsg}) \times (1 - r_{fsg}) \times rCO_{2sg} + p_{vsg} \times (1 - r_{fp_{sg}}) \times rCO_{2p_{sg}}]$$

Der gleiche Ansatz wie bei „NO“ / Unterschied: Gewichtung von „fertigen“ Fernbussen („complete“ und „completed vehicles“) und „Basis“-Bussen („primary vehicles“)

- Minderungsziele für Fernbusse:
 - 2030 – 2034: -43% / 2035 – 2039: -64% / ab 2040: -90%
 - Referenzemissionen beziehen sich auf das Jahr 2025

CO₂-Flottenzielwerte für HDV | Online | 30.03.2023

Diko-Institut e.V.

Vorschlag der EU-Kommission
Spezifische CO₂-Zielwerte je Hersteller (Artikel 6) - V

Artikel 3b + Artikel 6 + Annex I point 4.1/4.2/4.3 (ab 2030)

- „MZE“: alle Stadtbusse (M) mit ZEV mandate

$$T(MZE) = \sum_{sg} \text{share}_{sg} \times MPW_{sg} \times (1 - z_{evM_{sg}}) \times rCO_{2sg}$$

- Minderungsziele für Stadtbusse:
 - Ab 2030: 100%
- MS können einen Teil der Stadtbusse von der 100%-Verpflichtung ausnehmen (Artikel 3b)
 - Delegierter Rechtsakt folgt dazu, wie hoch die maximale Ausnahme für die MS sein kann

CO₂-Flottenzielwerte für HDV | Online | 30.03.2023

www.oeko.de

Oeko-Institut e.V.

Vorschlag der EU-Kommission Berechnung der durchschnittlichen CO₂-Emissionen

Artikel 4 / Artikel 5 / Annex I point 2

- Bestimmung der durchschnittlichen CO₂-Emissionswerte der Hersteller analog zur Herleitung CO₂-Zielwerte

$$CO_2(NO) = \sum_{vg} share_{vg} \times MPW_{vg} \times avgCO_{2,vg}$$

$$CO_2(MCO_2) = \sum_{vg} share_{vg} \times MPW_{vg} \times [avgCO_{2,vg} + avgCO_{2p,vg}]$$

$$CO_2(MZE) = \sum_{vg} share_{vg} \times MPW_{vg} \times (1 - ze_{vg}) \times rCO_{2,vg}$$

$$CO_2(M) = CO_2(MCO_2) + CO_2(MZE)$$
- ZLEV Faktor als Anreizmechanismus für ZEV und LEV bleibt bis 2029 bestehen
 - Die Zahlung (ZEV doppelt, LEV einfach bis doppelt), 2% Benchmark (2025 bis 2029) und 3% Deckelung zur CO₂-Minderung bleiben erhalten
 - Fahrzeuge, die nicht unter die Regulierung fallen, können für den ZLEV-Faktor angerechnet werden (maximal für eine Minderung von bis zu 1,5%)
$$CO_2(2025) = ZLEV \times \sum_{vg} share_{vg} \times MPW_{vg} \times avgCO_{2,vg}$$

Begrenzt auf 0,97 - 1

CO₂-Flottenzielwerte für HDV | Online | 10.03.2023 13

www.oeko.de

Oeko-Institut e.V.

Vorschlag der EU-Kommission Flexibilität der Hersteller - II

Artikel 6a + Artikel 3(23)

- Transfers von einzelnen Fahrzeugen zwischen Herstellern sind möglich (Artikel 6a):
 - Die Parteien müssen einer Gruppe von „connected manufacturers“ angehören
 - Ausnahme: Beim Transfer von ZEV müssen die Partner **nicht** „connected manufacturers“ sein
 - Deckelung des Anteils an transferierten ZEV für den beziehenden Hersteller auf maximal 5% der Neuzulassungen aller SNF
- Definition von „a group of connected manufacturers“ und „connected undertakings“:
 - Mehr als die Hälfte der Stimmrechte oder
 - Besetzung von mehr als die Hälfte des Aufsichtsrats, Management Board, Gremien, die das Unternehmen rechtlich repräsentieren oder
 - Leitung des Geschäfte

CO₂-Flottenzielwerte für HDV | Online | 10.03.2023 15

www.oeko.de

Oeko-Institut e.V.

Vorschlag der EU-Kommission Flexibilität der Hersteller - I

Artikel 7 + Annex I point 5

- System von credits and debts bleibt erhalten und zeitlich verlängert
 - „Early“ credits (credits von 2019 - 2024) können nur im Jahr 2025 eingesetzt werden
 - Das credits & debts-System ab 2025 wird bei gleicher Methodik bis 2039 erweitert
 - Für Zielwerte ab dem Jahr 2030 können bereits ab 2025 credits gesammelt werden.
 - Die Deckelung der debts auf 5% des spezifischen Zielwerts (je Fahrzeug) bleibt erhalten
 - Credits dürfen in die nächste Berichtsperiode übernommen werden, debts müssen in den Jahren 2029, 2034 und 2039 getilgt sein

CO₂-Flottenzielwerte für HDV | Online | 10.03.2023 14

www.oeko.de

Oeko-Institut e.V.

Vorschlag der EU-Kommission Weitere Änderungen

Artikel 3(11)

- Angepasste Definition der ZEV
 - Emissionen <5 g / tkm oder <5 g / pkm (für Wasserstoff-ICEV)

Artikel 8

- Anpassung der Höhe der Stratzahlung bei non-compliance:
 - Der Wert bleibt nach 2029 bei 4.250 EUR / g CO₂/tkm

Artikel 3c

- Definition von Anforderungen zu Vergabeverfahren für Stadtbusse
 - Kriterien zur Gewichtung der Sicherheit der Lieferung und der Lieferketten

Artikel 13a-13f

- Übernahme der Artikel 4 – 9 aus der bestehenden Monitoring-Verordnung

Artikel 15

- Review der Regulierung im Jahr 2028

CO₂-Flottenzielwerte für HDV | Online | 10.03.2023 16

B.4 Ressortbesprechung 29. September 2023

www.oeko.de



Das Crediting-System für Stadtbusse

Novellierung der CO₂-Flottenzielwerte für schwere Nutzfahrzeuge

Peter Kasten
Ressortbesprechung
29.09.2023

www.oeko.de



Crediting der Stadtbusse (I)

Idee: Anreiz möglichst frühzeitig möglichst stark die CO₂-Emissionen zu mindern

- Credits erhält man, wenn die CO₂-Emissionen niedriger sind als die lineare Trajektorie zwischen altem und neuem Zielwert
- Bei den Bussen findet jedoch eine „Doppelanrechnung“ der ZEV bei der Berechnung der CO₂-Emissionen statt.

$$CO_2(MZE) = \sum_{sg} share_{sg} * MPW_{sg} * (1 - zev_{sg}) * rCO_{2sg}$$

Crediting für Stadtbusse | P. Kasten | 20.09.2023

3



Flexibilitäten für das 100%-ZEV Ziel bei den Stadtbusse

- Low-entry class II-Busse wurden verschoben zu den Reisebussen
- Delegierter Rechtsakt zu Ausnahmen bei den Stadtbusse soll folgen

“The Commission is empowered to adopt delegated acts in accordance with Article 17 to define the maximum share of heavy-duty vehicles that a Member State can exempt, and the socio-economic cost-benefit in view of territorial morphology and meteorological circumstance justifying the exemption referred to in the first subparagraph of this paragraph.”

- „Doppelanrechnung“ der ZEV bei CO₂-Berechnung der Stadtbusse
→ Credits führen durch Anrechnung bis zum Jahr 2039 zu einer Anforderung <100%

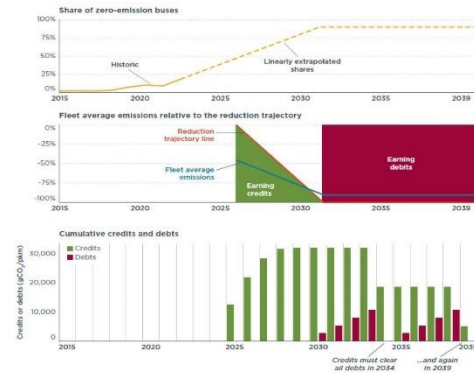
Crediting für Stadtbusse | P. Kasten | 20.09.2023

2

www.oeko.de



Crediting der Stadtbusse (II)



Crediting für Stadtbusse | P. Kasten | 20.09.2023

4