

**Berechnung des CO₂-Aufschlages
nach Maßgabe der Änderung der
Richtlinie 1999/62/EG für die Jahre
2023 bis 2027**



**2. Ergänzung zum Endbericht vom
Dezember 2021**

**Bundesministerium für
Digitales und Verkehr**

Referat StV 10
Invalidenstraße 44
10115 Berlin

März 2023

2. Ergänzung zum Endbericht

Berechnung der externen Kosten für verkehrsbedingte CO₂-Emissionen nach Maßgabe der Richtlinie 1999/62/EG für die Jahre 2023 bis 2027

Im Auftrag des
Bundesministeriums für Digitales und Verkehr

Auftragnehmer:

Alfen Consult GmbH, Leipzig & Aachen (Federführung)
AVISO GmbH, Aachen

Autoren:

Michael Korn (Alfen Consult)
Andreas Leupold (Alfen Consult)
Christiane Schneider (AVISO)

Leipzig, Aachen, im März 2023

Inhaltsverzeichnis

Tabellenübersicht	4
Abkürzungsverzeichnis.....	5
1 Vorbemerkung.....	6
1.1 Veranlassung	6
1.2 CO ₂ -Emissionsklassen gemäß der Richtlinie	7
2 Fahrleistungsprognose – Entwicklung der Flottenzusammensetzung nach CO₂-Emissionsklassen	8
3 Externe Kosten für CO₂-Emissionen (CO₂-Aufschlag)	14
3.1 Berechnung auf Basis der Bezugswerte gemäß Anhang IIIc.....	14
3.2 Berechnung auf Basis des Vermeidungskostenansatzes	16
3.2.1 Angewendetes Berechnungsverfahren.....	18
3.2.2 Aus den Vermeidungskosten für Deutschland abgeleitete Kostensätze	21
3.2.3 Einnahmenschätzung auf Basis der ermittelten Kostensätze	23
4 Prognose Mauteinnahmen	29
5 Literaturverzeichnis	31

Tabellenübersicht

HINWEIS:

Die Ergebnisse und Zwischenergebnisse des Gutachtens sind zum größten Teil in Tabellenform dargestellt. Diese Tabellen wurden in MS-Excel oder MS-Access erstellt und können aufgrund von Rundungen Differenzen aufweisen. Die Berechnungen erfolgten immer mit nicht gerundeten Werten.

Tabelle 1:	CO ₂ -Emissionsklassen gemäß Artikel 7ga Abs. 2 der Richtlinie.....	7
Tabelle 2:	Abgeschätzte Anteile zugelassener Fahrzeuge in den CO ₂ -Emissionsklassen 1 bis 3 in 2019/2020.....	10
Tabelle 3:	Abschätzung Fahrleistungsanteile nach CO ₂ -Emissionsklassen, 2023-2027	12
Tabelle 4:	Abschätzung Fahrleistung nach CO ₂ -Emissionsklassen, 2023-2027.....	13
Tabelle 5:	Bezugswerte für die Gebühr für CO ₂ -emissionsbedingte externe Kosten nach Anhang IIIc der Richtlinie.....	15
Tabelle 6:	Externe Kosten für CO ₂ -Emissionen für die Mautperiode 2023 bis 2027 in Mrd. €/a ermittelt auf Basis der Bezugswerte Anhang IIIc der Richtlinie.....	16
Tabelle 7:	Externe Kosten der verkehrsbedingten CO ₂ -Emissionen auf Bundesfernstraßen (Preisstand 2016, wie der Kostensatz gemäß DG MOVE)	20
Tabelle 8:	Spezifische gewogene Kostensätze der verkehrsbedingten CO ₂ -Emissionen für Lkw ab 7,5 t zGG auf Bundesfernstraßen, differenziert nach Euronormstufen (Basis: Vermeidungskostensatz mit 100 €/t CO _{2e} , Preisstand 2016), ergänzt um die CO ₂ -Emissionsklassen 2, 3 und 4.....	22
Tabelle 9:	Gegenüberstellung der auf Basis detailliert berechneter CO ₂ -Emissionen und des Vermeidungskostensatzes von 100 €/t CO _{2e} ermittelten mittleren Kostensätze für die Mautperiode 2023 bis 2027 zu den Bezugswerten gemäß Richtlinie, orientiert an den Gewichtsklassen (grün eingefärbt: Kostensatz Euro VI)	25
Tabelle 10:	Gegenüberstellung der auf Basis detailliert berechneter CO ₂ -Emissionen und des Vermeidungskostensatzes von 200 €/t CO _{2e} ermittelten mittleren Kostensätze für die Mautperiode 2023 bis 2027 zu den Bezugswerten gemäß Richtlinie, orientiert an den Gewichtsklassen (grün eingefärbt: Kostensatz Euro VI, rot eingefärbt: Überschreitung verdoppelte Bezugswerte)	26
Tabelle 11:	Übersicht der für die Einnahmen-Schätzungen verwendeten Kostensätze (Basis Vermeidungskostensatz 200 €/t CO _{2e}) (rot eingefärbt: Kostensätze gedeckelt mit den verdoppelten Bezugswerten, blau eingefärbt: berechnete Kostensätze sind niedriger als die verdoppelten Bezugswerte).....	27
Tabelle 12:	Prognostizierte Einnahmen im Zeitraum 2023 bis 2027 aufgrund des CO ₂ -Aufschlags für verkehrsbedingte CO ₂ -Emissionen auf Bundesfernstraßen ab dem 01.12.2023	28

Tabelle 13:	Mautteilsatz für die Infrastrukturkosten für Fahrzeuge ab 7,5 t tzGm ab 01.01.2023; sowie ermäßigte Mautteilsätze ab 01.01.2026.....	29
Tabelle 14:	Prognostizierte Mauteinnahmen für die Bundesfernstraßen im Zeitraum 2023 bis 2027 unter Berücksichtigung der Einführung des CO ₂ -Aufschlages ab 01.12.2023 und vollständigen Befreiung bzw. ab 01.01.2026 Ermäßigung CO ₂ -emissionsfreier Lkw (Basis CO ₂ -Aufschlag Vermeidungskostensatz von 200 €/t CO _{2e})	30

Abkürzungsverzeichnis

BMDV	<i>Bundesministerium für Digitales und Verkehr</i>
ICCT	<i>International Council on Clean Transportation</i>
tzGm.....	<i>technisch zulässige Gesamtmasse</i>
UBA	<i>Umweltbundesamt</i>
zGG	<i>zulässiges Gesamtgewicht</i>

1 Vorbemerkung

1.1 Veranlassung

Das Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) beauftragte das Gutachterteam Alfen Consult GmbH, Leipzig und AVISO GmbH, Aachen, auf Basis des für die Mautperiode 2023 bis 2027 erstellten Wegekostengutachtens, die Änderungen der Richtlinie 1999/62/EG durch Richtlinie (EU) 2022/362 vom 24.02.2022 für die deutschen Bundesfernstraßen in Bezug auf die externen Kosten für verkehrsbedingte CO₂-Emissionen zu ergänzen.

Für die Mautperiode 2023 bis 2027 haben die Gutachter im Dezember 2021 den Endbericht zur Berechnung der Wegekosten und der potenziellen Mautsätze vorgelegt (WKG2023¹). Dieser basiert auf der Richtlinie 1999/62/EG in der Fassung des ABl. 07.07.2020, C 223, S.1. Die Gutachter wurden gebeten, die nach Richtlinie 1999/62/EG in der Fassung der Richtlinie (EU) 2022/362 (im nachfolgenden die Richtlinie) nunmehr mögliche Anlastung der externen Kosten für verkehrsbedingte CO₂-Emissionen zu bestimmen.

Das BMDV beabsichtigt die Einführung des CO₂-Aufschlages zum 01.12.2023 für Lkw ab 7,5 t technisch zulässige Gesamtmasse (tzGm)². Für die nachfolgend dargestellten Berechnungen wird aufgrund von nicht verfügbaren Informationen zu Fahrzeugen mit einer tzGm ab 7,5 t näherungsweise das Fahrzeugkollektiv der Fahrzeuge ab 7,5 t zulässigem Gesamtgewicht (zGG) betrachtet. Die Gutachter vertreten – in Abstimmung mit dem BMDV – die Auffassung, dass der Einfluss auf die Bestimmung des Mautteilsatzes für verkehrsbedingte CO₂-Emissionen (CO₂-Aufschlag) durch die angewandte Näherung über das zulässige Gesamtgewicht zu vernachlässigen ist. In diesem Bericht wird daher für tzGm synonym zGG verwendet; dies gilt insbesondere für die Darstellung von Berechnungsergebnissen, da diesen die Abgrenzung nach dem zGG zugrunde liegen.

Des Weiteren ist beabsichtigt, für CO₂-emissionsfreie Fahrzeuge ab 01.01.2026 den Mautteilsatz für die Infrastrukturkosten um 75 % zu ermäßigen.

Gegenstand dieses 2. Ergänzungsberichtes sind

- die Darstellung der zugrundeliegenden nach CO₂-Emissionsklassen differenzierten Fahrleistungsprognose für Lkw ab 7,5 t zGG,
- die Ausweisung des jeweiligen CO₂-Aufschlags ab 01.12.2023 gemäß den Vorgaben der Richtlinie und

¹ Vgl.: Korn M. , Leupold, Schneider, Daniels, & Hartwig, WKG2023, Dezember 2021.

² Bezüglich der 7,5t-Grenze ist zu berücksichtigen, dass der Mautpflicht nur Fahrzeugkombinationen unterfallen, deren Zugfahrzeug bereits mehr als 3,5 t tzGm aufweist, auch wenn es einen Hänger mitführt.

- die Ausweisung der prognostizierten Mauteinnahmen für die Mautperiode 2023 bis 2027 unter Berücksichtigung der Einnahmen aus dem CO₂-Aufschlag und der Mautbefreiung für CO₂-emissionsfreie Fahrzeuge.

1.2 CO₂-Emissionsklassen gemäß der Richtlinie

Tabelle 1 stellt die in Art. 7ga Abs. 2 der Richtlinie definierten CO₂-Emissionsklassen für schwere Nutzfahrzeuge (mit mehr als 3,5 t tZGm) dar.

Tabelle 1: CO₂-Emissionsklassen gemäß Artikel 7ga Abs. 2 der Richtlinie

CO ₂ -Emissionsklasse	Beschreibung
1	Fahrzeuge, die zu keiner der nachstehenden genannten CO ₂ -Emissionsklassen 2 bis 5 gehören
2	Fahrzeuge der Fahrzeuguntergruppe sg, die im Berichtszeitraum des Jahres Y erstmals zugelassen wurden, deren CO ₂ -Emissionen um mehr als 5 % unter der Emissionsreduktionskurve für den Berichtszeitraum des Jahres Y liegen und die nicht zu einer der nachstehenden CO ₂ -Emissionsklassen 3 bis 5 gehören
3	Fahrzeuge der Fahrzeuguntergruppe sg, die im Berichtszeitraum des Jahres Y erstmals zugelassen wurden, deren CO ₂ -Emissionen um mehr als 8 % unter der Emissionsreduktionskurve für den Berichtszeitraum des Jahres Y liegen und die nicht zu einer der nachstehenden CO ₂ -Emissionsklassen 4 bis 5 gehören
4	emissionsarme schwere Nutzfahrzeuge
5	Null-Emissions-Fahrzeuge bzw. emissionsfreie SNF

2 Fahrleistungsprognose – Entwicklung der Flottenzusammensetzung nach CO₂-Emissionsklassen

Im Zusammenhang mit der beabsichtigten Einführung von Aufschlägen für externe Kosten der verkehrsbedingten CO₂-Emissionen ist eine Abschätzung/Prognose zu den jeweiligen Fahrleistungen in den CO₂-Emissionsklassen für die Mautperiode 2023-2027 erforderlich. Bislang fehlten hierzu konkrete Ansätze, da bspw. auch die derzeitigen Mautdaten eine diesbezügliche Differenzierung der Fahrleistungen nicht aufweisen.

In Abstimmung mit dem BMDV entwickelten die Gutachter daher auf Basis aktueller Daten des Umweltbundesamtes (UBA) zur zukünftigen Zusammensetzung der Flotte bezüglich der Euronormstufen und der Auswertung der ICCT-Studie³ "CO₂ emissions from trucks in the EU: An analysis of the heavy-duty CO₂ standards baseline data" zu Zulassungszahlen in Abhängigkeit von Fahrzeugtyp und CO₂-Emissionen im Zeitraum Juli 2019 bis Juni 2020 eine Abschätzung zur Flottenzusammensetzung. Die Fahrleistungsprognose des WKG2023⁴ in ihrer Aktualisierung im Zuge des 1. Ergänzungsberichtes zum WKG2023⁵ aus Februar 2022 ist Grundlage für die Abschätzung. Die Gesamtfahrleistung innerhalb der Achs- und Gewichtsklassen bleibt somit gegenüber dem 1. Ergänzungsbericht unverändert. Angepasst – bzw. für die gegenständliche Betrachtung eingeführt – wird die Flottenzusammensetzung innerhalb der Achs- und Gewichtsklassen in Bezug auf die CO₂-Emissionsklassen.

Die zukünftige Flottenzusammensetzung bezüglich der Euronormstufen wurde für die Abschätzung aus aktuellen Daten des UBA abgeleitet, welches die diesbezügliche Zusammensetzung der Fahrzeugflotte auf Autobahnen, Außerorts- und Innerortsstraßen prognostiziert.⁶ Diese Flottenzusammensetzung liegt bereits den Ergebnissen im 1. Ergänzungsbericht zum WKG2023 zugrunde. Neben den Euronormstufen finden sich hier zudem Aussagen zur Entwicklung des Anteils CO₂-emissionsfreier Fahrzeuge (Elektro) an der Fahrleistung. Für die weitere Betrachtung wurde der Anteil CO₂-emissionsfreier Fahrzeuge vom UBA mit dem Anteil der Fahrleistung in der CO₂-Emissionsklasse 5 (Null-Emissionsfahrzeuge) gleichgesetzt.

Fahrzeuge, die den CO₂-Emissionsklassen 2 bis 4 entsprechen, sind aktuell im Fahrzeugkollektiv nicht nennenswert vertreten. Für den vorliegenden Bericht wird angenommen, dass die Fahrzeugkollektive in den CO₂-Emissionsklassen 2 bis 4 zukünftig nur unwesentlich anwachsen, da die erforderlichen Anstrengungen zur Einhaltung der Emissionsreduktionskurven in einem

³ Ragon & Rodríguez, September 2021.

⁴ Vgl.: Korn M., Leupold, Schneider, Daniels, & Hartwig, WKG2023, Dezember 2021.

⁵ Vgl.: Korn M., Leupold, Schneider, Daniels, & Hartwig, 1. Ergänzungsbericht zum WKG2023, Februar 2022.

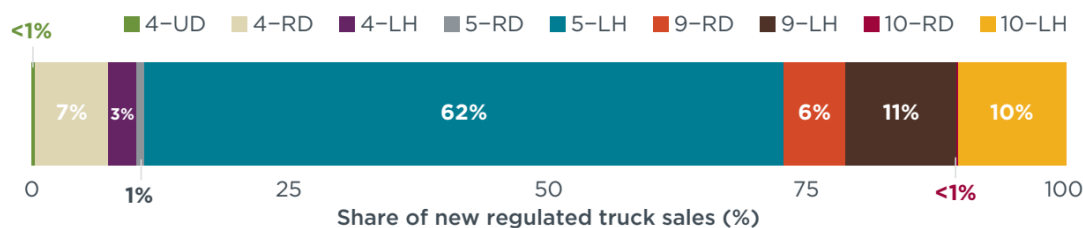
⁶ Vgl.: Umweltbundesamt (UBA), 2022

ungünstigen Verhältnis zu den spiegelbildlichen Vorteilen stehen. Zudem stünden die Entwicklungskosten in direkter Konkurrenz zu der Entwicklung alternativer Antriebskonzepte, die mittel- bis langfristig einen höheren Mehrwert versprechen.

Um dennoch eine Prognose der Fahrleistungsentwicklung in den CO₂-Emissionsklassen 2 bis 4 anzustellen, werden Angaben aus der oben benannten ICCT-Studie⁷ herangezogen. In dieser Studie wurden Zulassungszahlen innerhalb der Europäischen Union im Zeitraum Juli 2019 bis Juni 2020 in Abhängigkeit von Fahrzeugtyp und CO₂-Emission (gCO₂/t-km) ausgewertet. Diese Zulassungszahlen stehen erstmals für den Zulassungszeitraum Juli 2019 bis Juni 2020 zur Verfügung.

Der überwiegende Teil der Zulassungen im Zeitraum Juli 2019 bis Juni 2020 entfiel auf den Fahrzeugtyp 5-LH (siehe Abbildung 1). Bei diesem Fahrzeugtyp handelt es sich um Fahrzeuge mit 4 Achsen (davon 2 Antriebsachsen) ab einem zulässigen Gesamtgewicht von mehr als 16 t und mit Schlafkabine.⁸ Der Fahrzeugtyp ist außerdem der überwiegend auf den Bundesfernstraßen eingesetzte Fahrzeugtyp.

Abbildung 1: Zulassungsanteile nach Fahrzeugtypen⁹



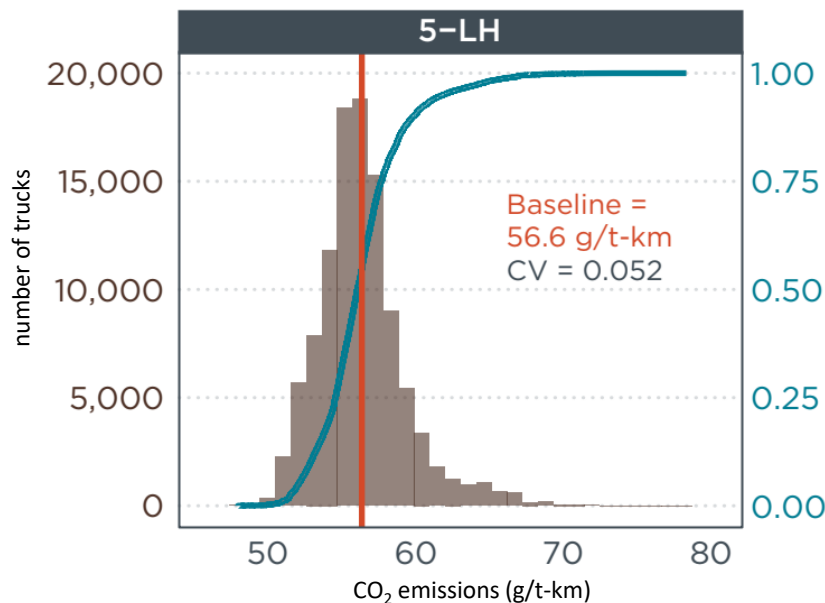
Die nachfolgende Abbildung 2 gibt die Verteilungsfunktion für die Anzahl der zugelassenen Fahrzeuge des Fahrzeugtyps 5-LH (4x2 Achsen) in Abhängigkeit der CO₂-Emission an.

⁷ Ragon & Rodríguez, September 2021.

⁸ Vgl.: Ragon & Rodríguez, September 2021, Tabelle 2, S. 4.

⁹ Quelle: Ragon & Rodríguez, September 2021, Abbildung 2, S. 4.

Abbildung 2: Verteilungsfunktion der Zulassungszahlen für die Fahrzeuggruppe 5-LH (4x2Achsen) im Zeitraum 2019/2020 in Abhängigkeit der CO₂-Emission¹⁰



Gemäß den Einteilungen der Richtlinie zu den CO₂-Emissionsklassen (siehe Tabelle 1) sind Fahrzeuge, die um mindestens 5 % unterhalb der Baseline (56,6 g/t-km) im jeweiligen Berichtszeitraum liegen, der CO₂-Emissionsklasse 2 zuzuordnen. Dies entspricht bezogen auf die Grafik einer CO₂-Emission von weniger als 53,4 g/t-km. Fahrzeuge, die diesen Wert erreichen oder überschreiten, sind in CO₂-Emissionsklasse 1 einzustufen. Fahrzeuge mit um mehr als 8 % gegenüber der Baseline verringerten Emissionen werden der CO₂-Emissionsklasse 3 zugeordnet. Dies entspricht einer CO₂-Emission von weniger als 51,2 g/t-km. Unter Verwendung dieser CO₂-Emissionswertgrenzen für die jeweiligen CO₂-Emissionsklassen wurden die Anteile im Betrachtungszeitraum (7/2019 bis 6/2020) zugelassener Fahrzeuge für die jeweilige CO₂-Emissionsklasse (1 bis 3) aus dem Diagramm (aus Abbildung 2) abgelesen. Die so für den Zeitraum Juli 2019 bis Juni 2020 abgeschätzten Anteile (für die CO₂-Emissionsklassen 1 bis 3) sind in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2: Abgeschätzte Anteile zugelassener Fahrzeuge in den CO₂-Emissionsklassen 1 bis 3 in 2019/2020¹¹

CO ₂ -Emissionsklasse	Anteil Neuzulassungen	Emissionen zum Zeitpunkt der Studienerstellung
1	84,8 %	Fzg. mit CO ₂ -Emissionen $\geq 54,4$ g/t-km
2	12,9 %	Fzg. mit CO ₂ -Emissionen zwischen $\geq 52,4$ und $< 54,4$ g/t-km
3	2,0 %	Fzg. mit CO ₂ -Emissionen zwischen $< 52,4$ g/t-km
	100,0 %	

¹⁰ Quelle: Ragon & Rodríguez, September 2021, Abbildung 3, S. 5.

¹¹ Quelle: Eigene Darstellung abgeleitet aus Ragon & Rodríguez, September 2021, Abbildung 3, S. 5.

Für die Prognose der Fahrleistungsentwicklung bis Ende 2027 werden insgesamt folgende Annahmen getroffen:

- der durchschnittliche regelmäßige Austausch des Flottenbestandes durch Neuzulassungen beträgt jährlich 10 %,
- bezogen auf die CO₂-Emissionsklassen dieser Neuzulassungen werden die in Tabelle 2 nach ICCT-Studie für 2019/2020 ermittelten Anteile für die Folgejahre fortgeschrieben,
- nach jeweils 6 Jahren erfolgt eine Neueinstufung der Fahrzeuge der CO₂-Emissionsklassen 2 und 3 in CO₂-Emissionsklasse 1 gemäß Art. 7ga Ziff. (2) der Richtlinie,
- die Anteile der Fahrleistungen in der CO₂-Emissionsklasse 5 werden aus dem Anteil der CO₂-emissionsfreien Fahrzeuge laut UBA-Flottenzusammensetzung abgeleitet,
- der Anteil der CO₂-Emissionsklasse 4 wird auf näherungsweise 0 % geschätzt.

Dies bedeutet, dass für die Abschätzung der Fahrleistung nach CO₂-Emissionsklassen angenommen wird, dass jedes Jahr 10 % des Bestandes durch Neuzulassungen ausgetauscht wird. Bei den angenommenen Neuzulassungen kommen die in Tabelle 2 gemäß der ICCT-Studie dargestellten Anteile in Bezug auf die CO₂-Emissionsklassen 2 und 3 zur Anwendung. Durch den Anteil der Neuzulassungen und den damit unterstellten Austausch des Bestandes werden bspw. für die CO₂-Emissionsklasse 2 jährlich ca. 1,3 %¹² des Fahrzeugbestandes ausgetauscht. Der Anteil am Fahrzeugbestand wächst daher pro Jahr um ca. 1,3 %.

Die Entwicklung des Fahrzeugbestandes startet im Jahr 2018 mit der Annahme, dass der Fahrzeugbestand zu 100 % aus Fahrzeugen der CO₂-Emissionsklasse 1 bestand. Über die angenommene Entwicklung ergeben sich die Klassenanteile, wie in Tabelle 2 in Verbindung mit Tabelle 3 dargestellt. Es kommt zunächst bis zum Jahr 2024 zu einer Zunahme der Anteile der CO₂-Emissionsklassen 2 und 3. Ab dem Jahr 2025 bleiben die Anteile jeweils konstant. Hintergrund sind die stetig sinkende Emissionsgrenze der Baseline entsprechend der Emissionsreduktionskurve und die damit in der Richtlinie vorgesehene Prüfung der Einstufung von Fahrzeugen der CO₂-Emissionsklassen 2 und 3 nach jeweils sechs Jahren. Es wird daher angenommen, dass in den CO₂-Emissionsklassen 2 und 3 zugelassene Fahrzeuge nach jeweils sechs Jahren in die CO₂-Emissionsklasse 1 eingruppiert werden. Erstmals betrifft dies im Jahr 2025 Fahrzeuge, die im Jahr 2019 erstmalig zugelassen wurden. Aus diesem Grund reduziert sich der Bestand ab dem Jahr 2025 um genau diesen im Jahr 2019 neuzugelassenen Anteil, gleichzeitig werden im gleichen Maße (konstant 1,3 % pro Jahr in der CO₂-Emissionsklasse 2) neue Fahrzeuge zugelassen.

¹² Entspricht 10% von 12,9% Anteil der Neuzulassungen der CO₂-Emissionsklasse 2 in Tabelle 2.

Wodurch insgesamt der Anteil der Fahrzeuge in den CO₂-Emissionsklassen 2 und 3 ab dem Jahr 2025 in einem ersten Schritt konstant bleibt.

Aufgrund fehlender alternativer Informationen wird angenommen, dass sich die Entwicklung des Fahrzeugbestandes in Bezug auf die Anteile der CO₂-Emissionsklassen auch in der Fahrleistung spiegelt. Gleichzeitig wird der Anteil von Null-Emissionsfahrzeugen (Elektro) entsprechend der Fahrleistungsprognose des WKG2023¹³ in ihrer Aktualisierung im Zuge des Ergänzungsberichtes zum WKG2023¹⁴ aus Februar 2022 von zunächst ca. 0,3 % im Jahr 2023 auf ca. 1,4 %¹⁵ im Jahr 2027 ansteigen. Die Anteile der Fahrleistungen in der CO₂-Emissionsklasse 5 entsprechen dabei dem Anteil der CO₂-emissionsfreien Fahrzeuge in der Flottenzusammensetzung gemäß (UBA 2022). Da diese Anteile zusätzlich in die Abschätzung der Fahrleistungen in Bezug auf die CO₂-Emissionsklassen einbezogen werden, ist in einem zweiten Schritt eine Korrektur (Normierung) auf insgesamt 100 % erforderlich.

Die Tabelle 3 stellt die unter diesen Annahmen prognostizierte Entwicklung der Zusammensetzung der Fahrleistung für Lkw nach Jahren und CO₂-Emissionsklassen dar.

Tabelle 3: Abschätzung Fahrleistungsanteile nach CO₂-Emissionsklassen, 2023-2027

		Bundesfernstraße				
CO ₂ -Emissionsklasse		2023	2024	2025	2026	2027
1	Lkw ab 7,5t	92,2%	90,5%	90,2%	89,9%	89,7%
2	Lkw ab 7,5t	6,5%	7,8%	7,8%	7,8%	7,8%
3	Lkw ab 7,5t	1,0%	1,2%	1,2%	1,2%	1,2%
4	Lkw ab 7,5t	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
5	Lkw ab 7,5t	0,3%	0,5%	0,8%	1,1%	1,4%

Die Tabelle 4 stellt die unter diesen Annahmen prognostizierte Entwicklung der Fahrleistung für Lkw nach Jahren und CO₂-Emissionsklassen dar.

¹³ Vgl.: Korn M. , Leupold, Schneider, Daniels, & Hartwig, WKG2023, Dezember 2021.

¹⁴ Vgl.: Korn M. , Leupold, Schneider, Daniels, & Hartwig, 1. Ergänzungsbericht zum WKG2023, Februar 2022.

¹⁵ In Bezug auf die Gesamtfahrleistung für Fahrzeuge mit mehr als 3,5t zGG.

Tabelle 4: Abschätzung Fahrleistung nach CO₂-Emissionsklassen, 2023-2027

Bundesfernstraße - Fahrleistung in Mrd.Fzg.km							
CO ₂ -Emissionsklasse	2023	2024	2025	2026	2027	Summe	
1	Lkw ab 7,5t	39,758	39,607	40,079	40,577	41,021	201,041
2	Lkw ab 7,5t	2,794	3,403	3,453	3,507	3,557	16,714
3	Lkw ab 7,5t	0,430	0,524	0,532	0,540	0,548	2,574
4	<i>Lkw ab 7,5t</i>	<i>0,000</i>	<i>0,000</i>	<i>0,000</i>	<i>0,000</i>	<i>0,000</i>	<i>0,000</i>
5	Lkw ab 7,5t	0,145	0,233	0,348	0,487	0,629	1,842
Summe		43,128	43,767	44,411	45,111	45,754	222,172

3 Externe Kosten für CO₂-Emissionen (CO₂-Aufschlag)

Die Richtlinie eröffnet unter anderem die Möglichkeit, einen Aufschlag für die Anlastung von Kosten verkehrsbedingter CO₂-Emissionen für schwere Nutzfahrzeuge zu erheben. Im Anhang IIIc sind Bezugswerte aufgeführt, die zugrunde gelegt werden können. Die Bezugswerte liegen differenziert nach verschiedenen Fahrzeugklassen, Euronormstufen und CO₂-Emissionsklassen vor. Die unter Ansatz dieser Bezugswerte ermittelten Einnahmen reflektieren die externen Kosten für verkehrsbedingte CO₂-Emissionen und werden in Kap. 3.1 ausgewiesen.

Die Mitgliedstaaten können gemäß Richtlinie auch höhere Aufschläge (als die Bezugswerte) festlegen. Maximal ist eine Verdopplung möglich. Entsprechend können die tatsächlichen externen Kosten verkehrsbedingter CO₂-Emissionen bis maximal zum Doppelten der Bezugswerte angelastet werden. Bis zur Verdopplung der Bezugswerte sind die anlastbaren Kosten durch die tatsächlichen Kosten begrenzt. Oberhalb der doppelten Bezugswerte können die tatsächlichen Kosten nicht angelastet werden. Die tatsächlichen Kosten müssen nach der Richtlinie unter Nutzung des Vermeidungskostenansatzes bestimmt werden. Die Ermittlung der tatsächlichen Kosten auf Basis des Vermeidungskostenansatzes und die daraus abzuleitenden CO₂-Aufschläge finden sich in Kap. 3.2.

3.1 Berechnung auf Basis der Bezugswerte gemäß Anhang IIIc

Im Anhang IIIc der Richtlinie sind die Bezugswerte für die Gebühr für CO₂-emissionsbedingte externe Kosten in €-Cent/km ausgewiesen, differenziert nach vier Fahrzeugklassen, nach Euronormstufen und nach CO₂-Emissionsklassen. Die Definition der CO₂-Emissionsklassen gemäß Art. 7ga der Richtlinie wird in Kap. 1.2 beschrieben.

In Tabelle 5 sind die Bezugswerte ausgewiesen. Tendenziell steigen diese mit ansteigender Fahrzeugklasse (bzw. Gewichtsklasse) an und sinken innerhalb der CO₂-Emissionsklasse 1 mit steigender Euronormstufe ab. So liegt der Kostensatz für Euro IV bis VI Fahrzeuge in der Fahrzeugklasse 18 bis 32 t oder 4 Achsen bei 6,7 €-Cent/km, für Euro II bis III Fahrzeuge bei 6,9 €-Cent/km und für Euro 0 bis I Fahrzeuge bei 7,9 €-Cent/km. Es zeigt sich außerdem, dass für die CO₂-Emissionsklasse 2 die Bezugswerte um ca. 5 %, für die CO₂-Emissionsklasse 3 um ca. 10 % und für die CO₂-Emissionsklasse 4 um ca. 50 % unter den jeweiligen Bezugswerten für Euro VI Fahrzeuge der CO₂-Emissionsklasse 1 liegen.

Tabelle 5: Bezugswerte für die Gebühr für CO₂-emissionsbedingte externe Kosten nach Anhang IIIc der Richtlinie

Fahrzeugklasse	€-Cent/Fahrzeugkilometer		Fernstraßen (einschl. BAB)
	CO ₂ -Emissionsklasse	Euronormstufe gemäß Abgasgesetzgebung	
Lastkraftwagen mit einer technisch zulässigen Gesamtmasse im beladenen Zustand unter 12 t oder mit zwei Achsen	CO ₂ Emissionsklasse 1	EURO 0	4,5
		EURO I	4,0
		EURO II	
		EURO III	
		EURO IV	
		EURO V	
	EURO VI		
	CO ₂ Emissionsklasse 2		3,8
CO ₂ Emissionsklasse 3		3,6	
emissionsarme Fzge		2,0	
emissionsfreie Fzge		0,0	
Lastkraftwagen mit einer technisch zulässigen Gesamtmasse im beladenen Zustand zwischen 12 und 18 t oder mit drei Achsen	CO ₂ Emissionsklasse 1	EURO 0	6,0
		EURO I	5,2
		EURO II	
		EURO III	
		EURO IV	5,0
		EURO V	
	EURO VI		
	CO ₂ Emissionsklasse 2		4,8
CO ₂ Emissionsklasse 3		4,5	
emissionsarme Fzge		2,5	
emissionsfreie Fzge		0,0	
Lastkraftwagen mit einer technisch zulässigen Gesamtmasse im beladenen Zustand zwischen 18 und 32 t oder mit vier Achsen	CO ₂ Emissionsklasse 1	EURO 0	7,9
		EURO I	6,9
		EURO II	
		EURO III	
		EURO IV	6,7
		EURO V	
	EURO VI		
	CO ₂ Emissionsklasse 2		6,4
CO ₂ Emissionsklasse 3		6,0	
emissionsarme Fzge		3,4	
emissionsfreie Fzge		0,0	
Lastkraftwagen mit einer technisch zulässigen Gesamtmasse im beladenen Zustand über 32 t oder mit fünf oder mehr Achsen	CO ₂ Emissionsklasse 1	EURO 0	9,1
		EURO I	8,1
		EURO II	
		EURO III	
		EURO IV	8,0
		EURO V	
	EURO VI		
	CO ₂ Emissionsklasse 2		7,6
CO ₂ Emissionsklasse 3		7,2	
emissionsarme Fzge		4,0	
emissionsfreie Fzge		0,0	

Zur Ermittlung der durch die Bezugswerte reflektierten externen Kosten wurde die Fahrleistung des Mautverkehrs aus dem WKG2023¹⁶ übernommen und in die Differenzierung nach den vier Fahrzeugklassen gemäß Tabelle 5 überführt. Es wurde die folgende Zuordnung verwendet:

- Fahrzeugklasse 1: Fahrleistung der Mautklasse Lkw ab 7,5 t bis unter 12 t, alle Achsklassen
- Fahrzeugklasse 2: Fahrleistung der Mautklasse Lkw ab 12 t bis einschließlich 18 t, alle Achsklassen
- Fahrzeugklasse 3: Fahrleistung der Mautklasse Lkw mit mehr als 18 t bis 4 Achsen
- Fahrzeugklasse 4: Fahrleistung der Mautklasse Lkw mit mehr als 18 t mit 5 oder mehr Achsen

Die Flottenzusammensetzung bezüglich der Euronormstufen und alternativen Antriebstechnologien entspricht der in Kap. 2 beschriebenen Fahrleistungsprognose mit Berücksichtigung der Fahrleistungsanteile nach CO₂-Emissionsklassen.

Tabelle 6: Externe Kosten für CO₂-Emissionen für die Mautperiode 2023 bis 2027 in Mrd. €/a ermittelt auf Basis der Bezugswerte Anhang IIIc der Richtlinie

≥7,5t		Einnahmen aus CO ₂ -Aufschlag* (Basis Bezugswerte gemäß Richtlinie) [Mrd.€]
Einschließlich Differenzierung nach CO ₂ -Emissionsklassen	2023	0,272
	2024	3,307
	2025	3,349
	2026	3,394
	2027	3,434
	23 bis 27	13,756

* bei Einführung des CO₂-Aufschlags ab 01.12.2023

Die durchschnittlichen jährlichen Einnahmen aus dem CO₂-Aufschlag für die Jahre 2024 bis 2027 betragen ca. 3,37 Mrd. €.

3.2 Berechnung auf Basis des Vermeidungskostenansatzes

Die Mitgliedstaaten können höhere Aufschläge festlegen, als durch die Bezugswerte festgesetzt wurden. Maximal ist gemäß Artikel 7cb der Richtlinie eine Verdopplung möglich. In der Richtlinie werden im Hinblick auf die Ermittlung der verursachten externen Kosten für verkehrsbedingte CO₂-Emissionen die folgenden Vorgaben formuliert (Anhang IIIa, Pkt.4.3):

¹⁶ Korn M. , Leupold, Schneider, Daniels, & Hartwig, WKG2023, Dezember 2021.

„Wenn ein Mitgliedstaat für CO₂-Emissionen eine Gebühr für externe Kosten zu erheben beabsichtigt, die über den in Anhang IIIc festgelegten Bezugswerten liegen, kann der Mitgliedstaat oder gegebenenfalls eine unabhängige Behörde die gebührenpflichtigen Kosten auf der Grundlage wissenschaftlicher Erkenntnisse nach dem Konzept der Vermeidungskosten berechnen, wobei insbesondere folgende Aspekte berücksichtigt und erklärt werden:

- a) als Zielvorgabe für Emissionen gewählter Wert;*
- b) Schätzung der Minderungslösungen;*
- c) Schätzung des Referenzszenarios;*
- d) Risiko- und Verlustvermeidung;*
- e) Kapitalgewichtung;“*

In Deutschland werden vom UBA aktuell im Rahmen der Methodenkonvention 3.1¹⁷ Klimakostensätze empfohlen, die nach dem Schadenskostenansatz und nicht nach dem Vermeidungskostenansatz ermittelt wurden. Demnach liegen gemäß UBA-Empfehlung die Klimakosten im Jahr 2020 bei 195 €₂₀₂₀/t CO_{2e} und im Jahr 2030 bei 215 €₂₀₂₀/t CO_{2e} (jeweils unter der Annahme 1 % reine Zeitpräferenzrate).

Gemäß der Ausführung in Handbook on external costs of transport der EU¹⁸ sind Ansätze auf Basis eines Schadenkostenansatzes aufgrund eingeschränkter Kausalität und schwer definierbarer Schadenszustände nur eingeschränkt belastbar und werden ausweislich der Richtlinie durch die Europäische Kommission nicht akzeptiert. Somit können die vom UBA gemäß dem Schadenskostenansatz ermittelten Klimakostensätze nicht angewendet werden.

Für die Zwecke der Wegekostenrechnung werden aktuell in Deutschland keine Vermeidungskostensätze ermittelt. Grundsätzlich bedarf es zunächst der Definition eines Referenzszenarios (z.B. weiter wie bisher), der Festlegung der Minderungsziele (z.B. Einhaltung des 2°C-Ziels) und daraus abgeleitet die Identifizierung und Bewertung der Minderungsmaßnahmen. Nach Aussage der Europäischen Kommission können sich die Vermeidungskostensätze auch konkret auf den Verkehrssektor beziehen bzw. aus diesem abgeleitet sein, sofern sie objektiv und wissenschaftlich erarbeitet wurden.¹⁹

Die Bezugswerte in der Richtlinie basieren auf Berechnungen, denen nach Aussage der Europäischen Kommission ein Kostensatz von 100 €₂₀₁₆/t CO_{2e} nach dem Vermeidungskostenansatz zugrunde liegt.²⁰ Im Auftrag des BMDV erstellten die Gutachter des Konsortiums für die Mobilitäts-

¹⁷ Vgl.: Umweltbundesamt (UBA), 2020.

¹⁸ Vgl.: DG MOVE, Januar 2019.

¹⁹ Vgl. Schreiben der KOM vom 5.7.2022 an das BMDV.

²⁰ Vgl. Schreiben der KOM vom 5.7.2022 an das BMDV.

und Kraftstoffstrategie (MKS-Gutachter) eine Studie²¹ zu dem Thema „Treibhausgas-Vermeidungskosten für Deutschland und Europa zur Aktualisierung der deutschen Lkw-Maut“. Die MKS-Gutachter kommen trotz Einschränkungen bezüglich der vergleichenden Auswertbarkeit der Literatur zu dem Ergebnis:²²

„Im Licht der einschneidenden und kurzfristigen Vermeidungsziele bis 2030 rechtfertigen die Ergebnisse dieser Arbeit CO₂-Aufschläge auf die deutsche Lkw-Maut am oberen Rand der von der Eurovignetten-Richtlinie erlaubten Gebührensätze. Eine konservative Interpretation aktueller sektorspezifischer Studien deutet auf durchschnittliche THG-Vermeidungskosten im Verkehr zwischen 400 und 520 €₂₀₂₁/t CO_{2e} hin (...). Diese liegen deutlich über der impliziten Obergrenze von 200 €/t CO_{2e} nach der Eurovignetten-Richtlinie.“

Da gemäß Aussage der Europäischen Kommission den Bezugswerten in der Richtlinie ein Kostensatz von 100 €/t CO_{2e} zugrunde liegt, entspricht der obere Rand (d.h. die maximal zulässige Verdopplung) wie von den MKS-Gutachtern ebenfalls impliziert bei einem Kostensatz von 200 €/t CO_{2e}. Diese Kostensätze werden daher im Weiteren zur Ermittlung der verkehrsbedingten CO₂-Vermeidungskosten auf Bundesfernstraßen in Deutschland herangezogen. Hierfür wurden zunächst die verkehrsbedingten verursachten CO₂-Emissionen detailliert berechnet und durch Multiplikation mit den Kostensätzen CO₂-Vermeidungskosten ermittelt. Die Vorgehensweise wird im Folgenden erläutert.

3.2.1 Angewendetes Berechnungsverfahren

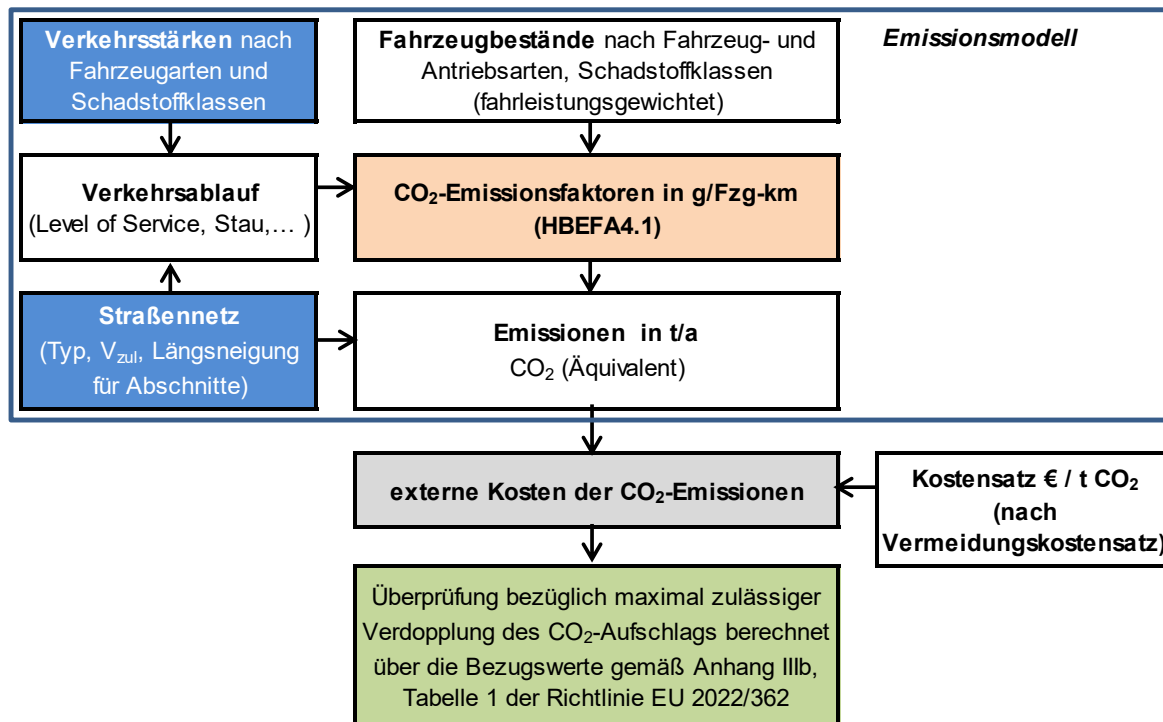
Das hier angewendete Berechnungsverfahren zur Ermittlung der verursachten verkehrsbedingten CO₂-Emissionen entspricht grundsätzlich dem Verfahren, das zur Ermittlung der verursachten externen Kosten verkehrsbedingter Luftschadstoffemissionen angewendet wurde und im 1. Ergänzungsbericht zum WKG2023²³ ausführlich beschrieben wird. In Abbildung 3 ist der prinzipielle Ablauf der Berechnungen zur Ermittlung der CO₂-Emissionen und der durch Multiplikation mit dem Vermeidungskostensatz ermittelten externen Kosten dargestellt.

²¹ Doll, Sievers, Berthold, Haug, & Meitz, 2022.

²² Ebenda, S. 7.

²³ Vgl.: Korn M., Leupold, Schneider, Daniels, & Hartwig, 1. Ergänzungsbericht zum WKG2023, Februar 2022.

Abbildung 3: Prinzipieller Ablauf des Berechnungsverfahrens für die externen Kosten der verkehrsbedingten CO₂-Emissionen



Auf Basis aktueller Emissionsfaktoren aus HBEFA4.1²⁴ und der Flottenzusammensetzung unter Berücksichtigung von Daten des UBA zur Flottenzusammensetzung Stand Januar 2022²⁵ wurden zunächst die spezifischen CO₂-Emissionsfaktoren in g CO₂/Fzg-km pro Mautklasse und Euronormstufe für die Jahre 2023 bis 2027 ermittelt. Die Emissionsfaktoren liegen in HBEFA4.1 differenziert nach sogenannten Fahrzeugschichten vor. Dies sind Fahrzeuge, die im Hinblick auf ihr Emissionsverhalten zusammengefasst betrachtet werden, in Abhängigkeit von Fahrzeugkategorie, Gewichtsklasse, Alter und Euronormstufe. Bezüglich der Aufteilung des Mautverkehrs wurde darüber hinaus auf die gleiche Mautklasseneinteilung wie für den Infrastrukturmauteilsatz zurückgegriffen.

Mit den pro Streckenabschnitt ermittelten Fahrleistungen in Fzg-km/a aus dem WKG2023²⁶ wurden im nächsten Schritt über Verknüpfung mit den spezifischen CO₂-Emissionsfaktoren in g/Fzg-km pro Mautklasse und Euronormstufe die CO₂-Äquivalent-Emissionen in t/a berechnet. Diese setzen sich aus den direkten CO₂-Emissionen (Tank-to-Wheel) und den auf CO₂-Äquivalente umgerechneten Emissionen der Treibhausgase N₂O und CH₄ zusammen.

²⁴ Vgl.: HBEFA, 2019.

²⁵ Vgl.: Umweltbundesamt (UBA), 2022.

²⁶ Vgl.: Korn M., Leupold, Schneider, Daniels, & Hartwig, WKG2023, Dezember 2021.

Mit dem Kostensatz von 100 €/t CO_{2e} (Preisstand 2016) gemäß DG MOVE²⁷ wurden dann pro Streckenabschnitt die verursachten verkehrsbedingten CO₂-Emissionen pro Fahrzeugart und Schadstoffklasse / Euronormstufe multipliziert und damit die externen Kosten verkehrsbedingter CO₂-Emissionen bei einem Vermeidungskostensatz von 100 €/t CO_{2e} berechnet. Die zusammengefassten Ergebnisse sind in Tabelle 7 aufgeführt. Ergänzend sind zum Vergleich die auf Basis der Bezugswerte ermittelten externen Kosten aus Kap. 3.1 mit ausgewiesen.

Es ergeben sich im Mittel für die Mautperiode 2023 bis 2027 für die Bundesfernstraßen verursachte externe Kosten, ermittelt auf Basis des Vermeidungskostensatzes von 100 €/t CO_{2e} (Preisstand 2016), von 3,385 Mrd. € pro Jahr. Diese sind nahezu identisch zu den externen Kosten ermittelt auf Basis der Bezugswerte. Betrachtet man die Einzeljahre, dann liegen die Unterschiede zwischen -5 % bis +3 %. In die Darstellung sind wie auch in der bisherigen Dokumentation der Wegekostengutachten nur Solo-Fahrzeuge mit mindestens 7,5t zGG und Fahrzeugkombinationen, bei denen das Zugfahrzeug mehr als 3,5 t zGG aufweist, eingegangen.

Tabelle 7: Externe Kosten der verkehrsbedingten CO₂-Emissionen auf Bundesfernstraßen (Preisstand 2016, wie der Kostensatz gemäß DG MOVE²⁸)

Kosten CO2 in Mio. €/a					
Jahr	Basis Vermeidungskostensatz 100 €/t CO _{2e}			für Lkw ≥ 7,5t auf Basis der Bezugswerte gemäß Anhang IIIc, mit Diff. CO ₂ -Emissionsklassen	Kostendeckung ggü. den angesetzten Vermeidungskosten
	Kfz Gesamt	Lkw ≥ 7,5t	Anteil Lkw ≥ 7,5t		
Bundesfernstraßen					
2023	9.728,3	3.423,1	35,2%	3.266,4	95,4%
2024	9.652,3	3.409,0	35,3%	3.306,9	97,0%
2025	9.564,8	3.389,7	35,4%	3.348,9	98,8%
2026	9.461,3	3.367,4	35,6%	3.393,7	100,8%
2027	9.341,0	3.333,2	35,7%	3.434,0	103,0%
mittlere jährliche Kosten 2023-2027					
	9.549,5	3.384,5	35,4%	3.350,0	99,0%

²⁷ Vgl.: DG MOVE, Januar 2019.

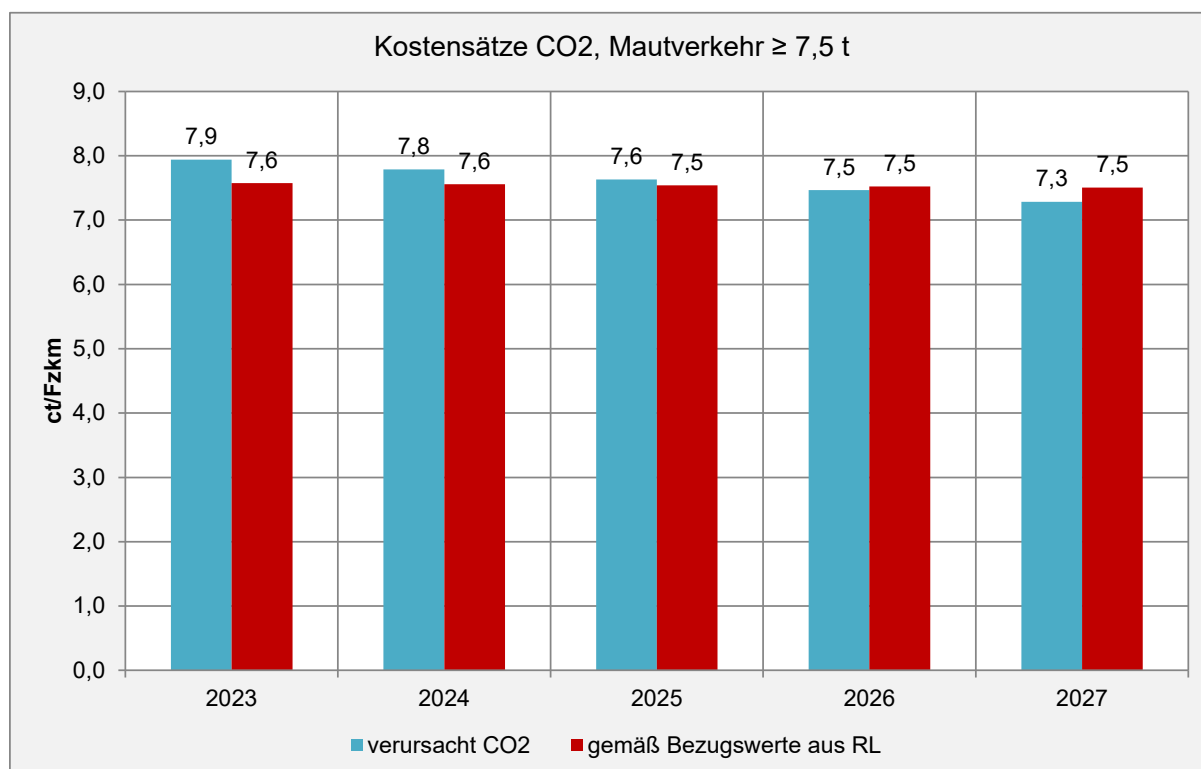
²⁸ Vgl.: DG MOVE, Januar 2019.

3.2.2 Aus den Vermeidungskosten für Deutschland abgeleitete Kostensätze

Werden die ermittelten verkehrsbedingten externen Kosten für CO₂-Emissionen der Lkw ≥7,5 t zGG (vgl. Tabelle 7) bei einem Vermeidungskostensatz von 100 €/t CO_{2e} auf deren Fahrleistung bezogen, ergeben sich pro Jahr mittlere Kostensätze in €-Cent/km. Diese gewogenen Kostensätze der externen Kosten im Vergleich zu den auf Basis der Bezugswerte ermittelten zeigt nachfolgende Abbildung.

Für das Jahr 2023 ergibt sich ein mittlerer Kostensatz von 7,9 €-Cent/km für die mit Vermeidungskostensatz von 100 €/t CO_{2e} ermittelten Kosten, der Kostensatz auf Basis der Bezugswerte liegt bei 7,6 €-Cent/km. Bis zum Jahr 2027 nehmen die berechneten Kostensätze leicht auf 7,3 €-Cent/km ab. Die aus den Bezugswerten ermittelten mittleren Kostensätze liegen für 2027 bei 7,5 €-Cent/km.

Abbildung 4: Vergleich der spezifischen gewogenen Kostensätze der verkehrsbedingten CO₂-Emissionen für Lkw ab 7,5 t zGG, verursacherbezogen auf Basis des Vermeidungskostensatzes (auf Basis 100 €/t CO_{2e}, Preisstand 2016, ohne weitere Preisentwicklung) und gemäß den Bezugswerten der Richtlinie



Entsprechende Kostensätze wurden in analoger Weise auch differenziert nach Mautklassen und Euronormstufen ermittelt und sind in nachfolgender Tabelle 8 gemittelt über die gesamte

Mautperiode 2023 bis 2027 ausgewiesen. Es wurde dabei berücksichtigt, dass die Erhebung der externen Kosten für verkehrsbedingte CO₂-Emissionen erst ab 01.12.2023 erfolgen soll.

Die berechneten spezifischen Kostensätze für verkehrsbedingte CO₂-Emissionen steigen mit steigender Gewichts- und Achsklasse an und sinken mit steigender Euronormstufe tendenziell ab. Letzteres ist darauf zurückzuführen, dass Fahrzeuge, die die älteren Euronormstufen einhalten, tendenziell einen etwas höheren spezifischen Verbrauch bzw. höhere CO₂-Emissionen aufweisen als jüngere Fahrzeuge, die z.B. die Euro VI Norm einhalten. Die gleichen Tendenzen zeigen auch die Bezugswerte in Tabelle 5.

Für Lkw Euro VI mit mehr als 18 t zGG mit 4 und mehr Achsen ergibt sich ein spezifischer gewogener Kostensatz von 7,9 €-Cent/km.

Um bei der Abschätzung der Einnahmen den Flottenanteilen der CO₂-Emissionsklassen 2, 3 und 4 die gleichen Vorteile einzuräumen wie bei den Bezugswerten (vgl. Tabelle 5), wurde zusätzlich für diese Flottenanteile jeweils eine Reduktion gegenüber dem Kostensatz für Euro VI angesetzt, die aus den entsprechenden Bezugswerten abgeleitet wurden (ca. -5 %, -10 % und -50 % für die CO₂-Emissionsklassen 2, 3 und 4).

Tabelle 8: Spezifische gewogene Kostensätze der verkehrsbedingten CO₂-Emissionen für Lkw ab 7,5 t zGG auf Bundesfernstraßen, differenziert nach Euronormstufen (Basis: Vermeidungskostensatz mit 100 €/t CO_{2e}, Preisstand 2016), ergänzt um die CO₂-Emissionsklassen 2, 3 und 4

€-Cent/km	Lkw ab 7,5t bis <12t zGG	Lkw ab 12t bis einschließlich 18 t zGG	Lkw >18t zGG und bis zu 3 Achsen	Lkw >18t zGG und mit 4 und mehr Achsen
Euro I und schlechter	5,6	6,1	8,2	10,3
Euro II	5,4	6,0	7,9	10,0
Euro III	5,4	6,0	7,8	9,9
Euro IV	5,3	6,0	7,2	9,6
Euro V	5,0	6,0	7,0	9,2
Euro VI	4,3	5,2	6,2	7,9
CO ₂ -Emissionsklasse 2	4,1	5,0	5,9	7,5
CO ₂ -Emissionsklasse 3	3,9	4,7	5,6	7,1
CO ₂ -Emissionsklasse 4	2,2	2,6	3,1	4,0
emissionsfrei	0,0	0,0	0,0	0,0

Ergänzend sei darauf hingewiesen, dass sich die oben aufgeführten Kostensätze in €-Cent/km für den hier angenommenen Kostensatz von 100 €₂₀₁₆/t CO_{2e} ergeben. Eine Änderung dieses Kostensatzes, z.B. eine Verdopplung bei ansonsten unveränderten Randbedingungen bezüglich der Fahrleistungen und CO₂-Emissionen zeigt sich direkt im Ergebnis, d.h. die Kostensätze in €-Cent/km verdoppeln sich dann ebenfalls.

3.2.3 Einnahmenschätzung auf Basis der ermittelten Kostensätze

Wie zu Beginn des Kap. 3.2 ausgeführt, ist auf Basis der bisherigen wissenschaftlichen Erkenntnisse ein Vermeidungskostensatz von 200 €/t CO_{2e} gerechtfertigt. Dies entspricht einer Verdopplung des Kostensatzes von 100 €/t CO_{2e}, der gemäß Auskunft der Europäischen Kommission die Basis der Ermittlung der Bezugswerte aus der Richtlinie darstellt. Grundsätzlich kann der nationale Gesetzgeber somit Mautsätze festlegen, die auf Basis externer Kosten ermittelt wurden, denen ein Vermeidungskostensatz bis 200 €/t CO_{2e} zugrunde liegt. Begrenzt werden diese Mautsätze allerdings zusätzlich durch die Maßgabe der Richtlinie, dass maximal eine Verdopplung der Bezugswerte erfolgen darf (vgl. hierzu auch die entsprechenden einführenden Ausführungen in Kap. 3.2).

Zunächst wurden die auf Basis des Vermeidungskostensatzes für Deutschland ermittelten Kostensätze in €-Cent/FzGkm den Bezugswerten gemäß Richtlinie gegenübergestellt. Ziel war es zu analysieren, ob bei den für Deutschland ermittelten Kostensätzen für einzelne Mautklassen/Euronormstufen der maximal zulässige Kostensatz (verdoppelter Bezugswert) erreicht wird, da die höheren Kostensätze dann gedeckelt werden müssen. In Tabelle 9 sind die auf Basis des Kostensatzes von 100 €/t CO_{2e} ermittelten Kostensätze für Deutschland den Bezugswerten gemäß Richtlinie gegenübergestellt. In Tabelle 10 sind die für 200 €/t CO_{2e} ermittelten Kostensätze den dort verdoppelten Bezugswerten, d.h. den nach der Richtlinie maximal möglichen Kostensätzen, gegenübergestellt. Die Kostensätze sind stets gerundet auf eine Nachkommastelle ausgewiesen.

Die gemäß Richtlinie für die Bezugswerte gewählten Fahrzeugklassen für Fahrzeuge größer 18 t tzGm sind ggü. dem in Deutschland eingeführten Mautklassen unterschiedlich abgegrenzt. Während die Mautklassen für Lkw größer 18 t tzGm in Deutschland bisher nicht nach Gewichtsklassen, sondern nach Anzahl der Achsen in die zwei Klassen „>18 t bis 3 Achsen“ und „>18 t und 4 oder mehr Achsen“ unterteilt sind, werden bei den Fahrzeugklassen gemäß Richtlinie die zwei Klassen „zw. 18 und 32 t oder mit 4 Achsen“ und „>32 t oder ab 5 Achsen“ unterschieden. Da die verdoppelten Bezugswerte der Richtlinie für die Anlastung externer Kosten verkehrsbedingter CO₂-Emissionen eine obere Grenze darstellen, haben sich die Gutachter in Abstimmung mit dem BMDV dazu entschlossen, die bisher einheitliche Fahrzeuggruppe mit „>18 t tzGm und 4 und mehr Achsen“ für die Anlastung der CO₂-Aufschläge in die Fahrzeuggruppe „>18 t tzGm mit 4 Achsen“ sowie „>18 t tzGm mit 5 und mehr Achsen“ aufzuteilen. Dies ist bei der Gegenüberstellung in den folgenden Tabellen durch die „versetzten“ Spalten veranschaulicht. In den sonstigen Teilmautsätzen für die Infrastrukturkosten, die externen Kosten für Luftverschmutzung und Lärmbelastung bleiben die Fahrzeuggruppen unberührt.

Die Gegenüberstellung in Tabelle 9 zeigt im oberen Bereich die über den Vermeidungskostensatz von 100 €/t CO_{2e} für Deutschland für die Mautperiode 2023 bis 2027 ermittelten Kostensätze für die vier Fahrzeugklassen. Im mittleren Bereich der Tabelle sind die Bezugswerte gemäß Richtlinie

ausgewiesen und im unteren Bereich werden die Abweichungen zwischen den errechneten Kostensätzen und den Bezugswerten ausgewiesen, wobei sich die Gegenüberstellung an den Gewichtsklassen orientiert.

Es fällt auf, dass sich die Bezugswerte innerhalb einer Fahrzeugklasse für die verschiedenen Euronormstufen nur geringfügig bis gar nicht unterscheiden. Bei den errechneten Kostensätzen ist diesbezüglich eine etwas stärkere Abstufung erkennbar. Bis auf die Kostensätze für EURO VI Fahrzeuge liegen die errechneten Kostensätze etwas über den entsprechenden Bezugswerten. Für die EURO VI Fahrzeuge liegen die Abweichungen je nach Fahrzeugklasse zwischen +/- 8 %, ausgenommen der Gegenüberstellung der Fahrzeugklasse „>18 t zGG und 4 und mehr Achsen“ zu der Fahrzeugklasse der Bezugswerte „18 bis 32 t zGG oder mit 4 Achsen“. Im letztgenannten Fall liegt der berechnete Kostensatz 18 % über dem entsprechenden Bezugswert.

In Tabelle 10 sind die errechneten Kostensätze auf Basis des Vermeidungskostensatzes von 200 €/t CO_{2e} den verdoppelten Bezugswerten gegenübergestellt. Dort zeigt sich deutlich, dass fast alle errechneten Kostensätze über den maximal verdoppelten Bezugswerten liegen, ausgenommen davon sind teilweise die Kostensätze für EURO VI Fahrzeuge >18 t zGG.

Tabelle 9: Gegenüberstellung der auf Basis detailliert berechneter CO₂-Emissionen und des Vermeidungskostensatzes von 100 €/t CO_{2e} ermittelten mittleren Kostensätze für die Mautperiode 2023 bis 2027 zu den Bezugswerten gemäß Richtlinie, orientiert an den Gewichtsklassen (grün eingefärbt: Kostensatz Euro VI)

Kostensätze CO ₂ (mit Vermeidungskostensatz 100 € / t CO _{2e} , ohne Preissteigerung)				
€-Cent/km	Lkw ab 7,5t bis <12t zGG	Lkw ab 12t bis einschließlich 18 t zGG	Lkw >18t zGG und bis zu 3 Achsen	Lkw >18t zGG und mit 4 und mehr Achsen
	1	2	3	4
Euro 0	5,6	6,3	8,3	10,3
Euro I	5,6	6,1	8,2	10,3
Euro II	5,4	6,0	7,9	10,0
Euro III	5,4	6,0	7,8	9,9
Euro IV	5,3	6,0	7,2	9,6
Euro V	5,0	6,0	7,0	9,2
Euro VI	4,3	5,2	6,2	7,9
emissionsfrei	0,0	0,0	0,0	0,0

Bezugswerte bzw. Kostensätze gemäß Richtlinie für CO ₂ in €Cent / km ohne Berücksichtigung von CO ₂ -Emissionsklassen (außer 1 und 5)				
	<12t zGG oder mit 2 Achsen	zw. 12 und 18t zGG oder mit 3 Achsen	zw. 18 und 32 t zGG oder mit 4 Achsen	>32t zGG oder ab 5 Achsen
	I	II	III	IV
Euro 0	4,5	6,0	7,9	9,1
Euro I	4,0	5,2	7,9	8,1
Euro II	4,0	5,2	6,9	8,1
Euro III	4,0	5,2	6,9	8,1
Euro IV	4,0	5,0	6,7	8,0
Euro V	4,0	5,0	6,7	8,0
Euro VI	4,0	5,0	6,7	8,0
emissionsfrei	0,0	0,0	0,0	0,0

Vergleich zu Bezugswerten, orientiert an Gewichtsklassen					
	<12t zGG oder mit 2 Achsen	zw. 12 und 18t zGG oder mit 3 Achsen	zw. 18 und 32 t zGG oder mit 4 Achsen		>32t zGG oder ab 5 Achsen
Vergleich	1 mit I	2 mit II	3 mit III	4 mit III	4 mit IV
Euro 0	24%	5%	5%	30%	13%
Euro I	40%	17%	4%	30%	27%
Euro II	35%	15%	14%	45%	23%
Euro III	35%	15%	13%	43%	22%
Euro IV	33%	20%	7%	43%	20%
Euro V	25%	20%	4%	37%	15%
Euro VI	8%	4%	-7%	18%	-1%
emissionsfrei	-	-	-	-	-

Tabelle 10: Gegenüberstellung der auf Basis detailliert berechneter CO₂-Emissionen und des Vermeidungskostensatzes von 200 €/t CO_{2e} ermittelten mittleren Kostensätze für die Mautperiode 2023 bis 2027 zu den Bezugswerten gemäß Richtlinie, orientiert an den Gewichtsklassen (grün eingefärbt: Kostensatz Euro VI, rot eingefärbt: Überschreitung verdoppelte Bezugswerte)

Kostensätze CO ₂ (mit Vermeidungskostensatz 200 €/ t CO _{2e} , ohne Preissteigerung)				
€-Cent/km	Lkw ab 7,5t bis <12t zGG	Lkw ab 12t bis einschließlich 18 t zGG	Lkw >18t zGG und bis zu 3 Achsen	Lkw >18t zGG und mit 4 und mehr Achsen
	1	2	3	4
Euro 0	11,2	12,6	16,6	20,6
Euro I	11,2	12,2	16,4	20,6
Euro II	10,8	12,0	15,8	20,0
Euro III	10,8	12,0	15,6	19,8
Euro IV	10,6	12,0	14,4	19,2
Euro V	10,0	12,0	14,0	18,4
Euro VI	8,6	10,4	12,4	15,8
emissionsfrei	0,0	0,0	0,0	0,0

Bezugswerte bzw. Kostensätze gemäß Richtlinie für CO ₂ in €Cent / km VERDOPPELT ohne Berücksichtigung von CO ₂ -Emissionsklassen (außer 1 und 5)				
	<12t zGG oder mit 2 Achsen	zw. 12 und 18t zGG oder mit 3 Achsen	zw. 18 und 32 t zGG oder mit 4 Achsen	>32t zGG oder ab 5 Achsen
	I	II	III	IV
Euro 0	9,0	12,0	15,8	18,2
Euro I	8,0	10,4	15,8	16,2
Euro II	8,0	10,4	13,8	16,2
Euro III	8,0	10,4	13,8	16,2
Euro IV	8,0	10,0	13,4	16,0
Euro V	8,0	10,0	13,4	16,0
Euro VI	8,0	10,0	13,4	16,0
emissionsfrei	0,0	0,0	0,0	0,0

Vergleich zu verdoppelten Bezugswerten, <u>orientiert an Gewichtsklassen</u>					
	<12t zGG oder mit 2 Achsen	zw. 12 und 18t zGG oder mit 3 Achsen	zw. 18 und 32 t zGG oder mit 4 Achsen		>32t zGG oder ab 5 Achsen
<i>Vergleich</i>	<i>1 mit I</i>	<i>2 mit II</i>	<i>3 mit III</i>	<i>4 mit III</i>	<i>4 mit IV</i>
Euro 0	24%	5%	5%	30%	13%
Euro I	40%	17%	4%	30%	27%
Euro II	35%	15%	14%	45%	23%
Euro III	35%	15%	13%	43%	22%
Euro IV	33%	20%	7%	43%	20%
Euro V	25%	20%	4%	37%	15%
Euro VI	8%	4%	-7%	18%	-1%
emissionsfrei	-	-	-	-	-

Mit den errechneten Kostensätzen auf Basis des Vermeidungskostensatzes von 200 €/t CO_{2e} gedeckelt mit den gedoppelten Kostensätzen, wurden Einnahmenschätzungen durchgeführt. In Tabelle 11 sind die verwendeten Kostensätze und zum Vergleich die verdoppelten Bezugswerte gemäß Richtlinie nochmals ausgewiesen.

Tabelle 11: Übersicht der für die Einnahmen-Schätzungen verwendeten Kostensätze (Basis Vermeidungskostensatz 200 €/t CO_{2e}) (rot eingefärbt: Kostensätze gedeckelt mit den verdoppelten Bezugswerten, blau eingefärbt: berechnete Kostensätze sind niedriger als die verdoppelten Bezugswerte)

maximal zulässige Kostensätze, d.h. verdoppelte Bezugswerte gemäß Richtlinie

Fahrzeugklasse gemäß Richtlinie	Lkw < 12 t zGG oder mit 2 Achsen	Lkw zw. 12t und 18t zGG oder mit 3 Achsen	Lkw zw. 18t bis 32t zGG oder mit 4 Achsen	Lkw > 32t zGG oder ab 5 Achsen
€Cent / km				
Euro 0	9,0	12,0	15,8	18,2
Euro I	8,0	10,4		13,8
Euro II				
Euro III				
Euro IV	10,0	13,4	16,0	
Euro V				
Euro VI				
CO ₂ -Emissionsklasse 2	7,6	9,6	12,8	15,2
CO ₂ -Emissionsklasse 3	7,2	9,0	12,0	14,4
CO ₂ -Emissionsklasse 4	4,0	5,0	6,8	8,0
emissionsfrei	0,0	0,0	0,0	0,0

maximal mögliche Kostensätze für einen CO₂-Vermeidungskostensatz von 200 €/t CO_{2e}

Mautklasse	Lkw ab 7,5t bis <12t zGG	Lkw ab 12t bis einschließlich 18 t zGG	Lkw >18t zGG und 3 Achsen	Lkw >18t zGG und 4 Achsen	Lkw >18t zGG mit 5 und mehr Achsen
€Cent / km					
Euro I und schlechter	8,0	10,4	15,8	15,8	16,2
Euro II			13,8	13,8	
Euro III		10,0	13,4	13,4	16,0
Euro IV					
Euro V					
Euro VI			12,4		15,8
CO ₂ -Emissionsklasse 2	7,6	9,6	11,8	12,8	15,0
CO ₂ -Emissionsklasse 3	7,2	9,0	11,1	12,0	14,2
CO ₂ -Emissionsklasse 4	4,0	5,0	6,3	6,8	7,9
emissionsfrei	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Die Ergebnisse der Einnahmenschätzungen sind in Tabelle 12 ausgewiesen. Für die Mautperiode 2023 bis 2027 werden auf Basis des Vermeidungskostensatzes von 200 €/t CO_{2e} maximale Einnahmen von 27,148 Mrd. € prognostiziert.

Tabelle 12: Prognostizierte Einnahmen im Zeitraum 2023 bis 2027 aufgrund des CO₂-Aufschlags für verkehrsbedingte CO₂-Emissionen auf Bundesfernstraßen ab dem 01.12.2023

≥7,5t		Einnahmen in Mrd. € aus Basis Vermeidungskostensatz von 200 €/t CO ₂ CO ₂ -Aufschlag*, maximal mögliche Kostensätze (be- grenzt durch maximal verdoppelte Bezugswerte), mit Diff. >18t 4 oder 5 Achsen	
			Mrd. €
Einschließlich Differenzierung nach CO ₂ -Emissionsklassen	2023		0,537
	2024		6,528
	2025		6,610
	2026		6,697
	2027		6,776
	23 bis 27		27,148

* bei Einführung des CO₂-Aufschlags ab 01.12.2023; ohne weitere Preisentwicklung

4 Prognose Mauteinnahmen

In der Gesamtschau können bei Ansatz der in diesem 2. Ergänzungsbericht zusätzlich berechneten Mautsätze für den CO₂-Aufschlag auf dem gesamten mautpflichtigen Netz einschließlich der Anlastung der Mautsätze für die Infrastrukturkosten und der Mautsätze für die externen Kosten aus Luftverschmutzung und Lärmbelastung die in Tabelle 14 aufgeführten Mauteinnahmen prognostiziert werden. Dabei ist zusätzlich berücksichtigt, dass die Richtlinie eine vollständige Mautbefreiung für CO₂-emissionsfreie Fahrzeuge längstens bis zum 31.12.2025 ermöglicht. Ab dem 01.01.2026 beabsichtigt das BMDV daher in Einklang mit der Richtlinie für CO₂-emissionsfreie Fahrzeuge eine Ermäßigung des Mautteilsatzes für die Infrastrukturkosten i.H.v. 75 %. Unter Berücksichtigung der in Tabelle 71 im WKG2023²⁹ ausgewiesenen Mautteilsätze für die Infrastrukturkosten ergeben sich die in der nachfolgenden Tabelle 13 ausgewiesenen ermäßigten Mautteilsätze. Diese sind Grundlage der anschließenden Mauteinnahmenprognose.

Tabelle 13: Mautteilsatz für die Infrastrukturkosten für Fahrzeuge ab 7,5 t tzGm ab 01.01.2023; sowie ermäßigte Mautteilsätze ab 01.01.2026

	Mautteilsatz Infrastrukturkosten ohne Ermäßigung	Mautteilsatz Infrastrukturkosten mit 75% Ermäßigung für CO ₂ -emissionsfreie Fahrzeuge ab 01.01.2026
Lkw ab 7,5 t bis unter 12 t tzGm	6,7 €-Cent/km	1,7 €-Cent/km
Lkw ab 12 t bis einschließlich 18 t tzGm	10,9 €-Cent/km	2,8 €-Cent/km
Lkw mit mehr als 18 t tzGm und bis zu 3 Achsen	14,3 €-Cent/km	3,6 €-Cent/km
Lkw mit mehr als 18 t tzGm und mit 4 oder mehr Achsen	15,5 €-Cent/km	3,9 €-Cent/km

Bezüglich des CO₂-Aufschlags sind in Tabelle 14 die prognostizierten Einnahmen auf Basis des Vermeidungskostensatzes von 200 €/t CO_{2e} ausgewiesen. Es ergeben sich dann die in Tabelle 14 für CO₂ ausgewiesenen Einnahmen für die Einzeljahre.

²⁹ Vgl.: Korn M. , Leupold, Schneider, Daniels, & Hartwig, WKG2023, Dezember 2021.

Tabelle 14: Prognostizierte Mauteinnahmen für die Bundesfernstraßen im Zeitraum 2023 bis 2027 unter Berücksichtigung der Einführung des CO₂-Aufschlages ab 01.12.2023 und vollständigen Befreiung bzw. ab 01.01.2026 Ermäßigung CO₂-emissionsfreier Lkw (Basis CO₂-Aufschlag Vermeidungskostensatz von 200 €/t CO_{2e})

Jahr	Einnahmen aus				Einnahmen Gesamt
	Infrastruktur- maut	Aufschlag für			
		Luft	Lärm	CO ₂	
	Mrd.€				
2023 <i>[Einführung CO₂-Aufschlag und CO₂-Differenzierung ab 12/20223; Befreiung CO₂-emissionsfreier Lkw bis Ende 2025]</i>	6,451	1,034	0,514	0,537	8,537
2024 <i>[Befreiung CO₂-emissionsfreier Lkw bis Ende 2025]</i>	6,537	1,050	0,530	6,528	14,645
2025 <i>[Befreiung CO₂-emissionsfreier Lkw bis Ende 2025]</i>	6,621	1,076	0,545	6,610	14,852
2026 <i>[75% Ermäßigung Infrastrukturmaut CO₂-emissionsfreier Lkw]</i>	6,726	1,108	0,568	6,697	15,100
2027 <i>[75% Ermäßigung Infrastrukturmaut CO₂-emissionsfreier Lkw]</i>	6,811	1,146	0,586	6,776	15,319
Gesamt	33,145	5,414	2,744	27,148	68,452

5 Literaturverzeichnis

- DG MOVE. (Januar 2019). *Handbook on the external costs of transport, Version 2019, European Commission, Directorate-General for Mobility and Transport*. Delft.
- Doll, C., Sievers, L., Berthold, D., Haug, I., & Meitz, C. u. (2022). *Treibhausgas-Vermeidungskosten für Deutschland und Europa zur Aktualisierung der deutschen Lkw-Maut, Studie im Rahmen der Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie III, im Auftrag des BMDV. Fraunhofer ISI, M-FIVE, BBG und Partner*. Karlsruhe, Bremen.
- HBEFA. (2019). *Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 4.1*. <https://www.hbefa.net/d/>.
- Korn, M., Leupold, A., Schneider, C., Daniels, H., & Hartwig, K. (Februar 2022). *1. Ergänzungsbericht zum Endbericht vom Dezember 2021 zur Berechnung der Wegekosten für das Bundesfernstraßennetz sowie der externen Kosten nach Maßgabe der Richtlinie 1999/62/EG für die Jahre 2023 bis 2027, Alfen Consult / AVISO GmbH im Auftrag des BMDV*. (unveröffentlicht).
- Korn, M., Leupold, A., Schneider, C., Daniels, H., & Hartwig, K. H. (Dezember 2021). *Berechnung der Wegekosten für das Bundesfernstraßennetz sowie der externen Kosten nach Maßgabe der Richtlinie 1999/62/EG für die Jahre 2023 bis 2027, Endbericht Dezember 2021, Alfen Consult und AVISO GmbH im Auftrag des BMDV*.
- Ragon, R.-L., & Rodríguez, F. (September 2021). *Working Paper 2021-35: CO2 emissions from trucks in the EU: An analysis of the heavy-duty CO2 standards baseline data*. ICCT – International Council on Clean Transportation.
- Umweltbundesamt (UBA). (2020). *UBA-Methodenkonvention 3.1 zur Ermittlung von Umweltkosten, Kostensätze Stand 12/2020*.
- Umweltbundesamt (UBA). (2022). *UBA-Flottenzusammensetzung aus TREMOD, Stand Januar 2022, persönliche Mitteilung des Umweltbundesamt per Mail am 10.01.2022*.