



Analyse der externen Kosten des
Schwerverkehrs am Autobahn- und
Schnellstraßennetz in Österreich

Grundlagen für die nationale Umsetzung der Änderungsrichtlinie
(EU) 2022/362 („EU-Wegekostenrichtlinie NEU“)

ANALYSE DER EXTERNEN KOSTEN DES SCHWERVERKEHRS AM AUTOBAHN- UND SCHNELLSTRASSENNETZ IN ÖSTERREICH

*Grundlagen für die nationale Umsetzung der
Änderungsrichtlinie (EU) 2022/362
(„EU-Wegekostenrichtlinie NEU“)*

Elisabeth Frei
Elisa Freisinger
Holger Heinfellner
Roman Ortner
Sigrid Svehla-Stix

REPORT
REP-0873

WIEN 2023

Projektleitung Holger Heinfellner

Autor:innen Elisabeth Frei
Elisa Freisinger
Holger Heinfellner
Roman Ortner
Sigrid Svehla-Stix

Lektorat Ira Mollay

Layout Sarah Perfler

Umschlagfoto © Gebhard Banko

Auftraggeber Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie

Publikationen Weitere Informationen zu Umweltbundesamt-Publikationen unter:
<https://www.umweltbundesamt.at/>

Impressum

Medieninhaber und Herausgeber: Umweltbundesamt GmbH
Spittelauer Lände 5, 1090 Wien/Österreich

Diese Publikation erscheint ausschließlich in elektronischer Form auf <https://www.umweltbundesamt.at/>.

© Umweltbundesamt GmbH, Wien, 2023

Alle Rechte vorbehalten

ISBN 978-3-99004-711-8

INHALTSVERZEICHNIS

KURZFASSUNG	5
EXECUTIVE SUMMARY	10
1 EINLEITUNG	15
2 KOSTENWAHRHEIT IM VERKEHR AM BEISPIEL KOHLENSTOFF-DIOXID (CO₂)	17
2.1 Hintergrund CO₂-Kosten	17
2.2 Ökosoziale Steuerreform in Österreich und explizite CO₂-Bepreisung in Europa (EU-27)	18
2.2.1 CO ₂ -Bepreisung durch Zertifikatehandel	18
2.2.2 Explizite CO ₂ -Bepreisung und Energiesteuern	19
2.3 Prüfung Doppelbelastung nach Richtlinie (EU) 2022/362 und Empfehlung für einen CO₂-Kostensatz	20
3 METHODE	23
3.1 Mengengerüst	23
3.2 Aufteilung Emissionen	25
3.2.1 Lärm	25
3.2.2 Luft	29
3.2.3 CO ₂	31
3.3 Verwendete Kostensätze	37
3.3.1 Lärm	37
3.3.2 Luft	37
3.3.3 CO ₂	40
4 ERGEBNISSE 2021	42
4.1 Externe Kosten	42
4.1.1 Lärm	42
4.1.2 Luft	47
4.1.3 CO ₂	48
4.1.4 Gesamte externe Kosten durch Luftverschmutzung, Lärmbelastung und CO ₂ -Emissionen	49
4.2 Externe Kosten je Fzkm (Kostensätze)	49
4.2.1 Lärm	49
4.2.2 Luft	50
4.2.3 CO ₂	50

4.2.4	Zusammenführung Lärm und Luft.....	51
5	PROGNOSEN 2022–2025	52
5.1	Fahrleistungen.....	52
5.2	Kostensätze.....	56
5.2.1	Methode.....	56
5.2.2	Ergebnisse	57
6	LITERATURVERGLEICH ZUR EINORDNUNG DER ERGEBNISSE	60
6.1	Vergleich mit der Wegekostenrichtlinie (EU) 2022/362.....	60
6.2	Vergleich mit Literatur	62
6.2.1	Literaturvergleich der externen Kosten je Fzkm durch Luftverschmutzung	64
6.2.2	Literaturvergleich der externen Kosten je Fzkm durch Luftverschmutzung und Lärmbelastung	66
6.2.3	Literaturvergleich der externen Kosten durch Luftverschmutzung und Lärmbelastung.....	69
7	SCHLUSSFOLGERUNG	70
	TABELLENVERZEICHNIS	71
	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	74
	LITERATURVERZEICHNIS	75
	TABELLENANHANG	78
	Anhang A: Fahrleistungen 2021 nach Gebietstypen und EURO- Emissionsklassen.....	78
	Anhang B: Re-aggregierte Emissionsfaktoren aus HBEFA für die Fahrzeugflotte 2021.....	82
	Anhang C: Aufteilung der Gesamtemissionen 2021.....	84
	Anhang D: Fahrleistungsprognosen 2022–2025	87
	Anhang E: Gebietsspezifische Angaben Lärmberechnung.....	91
	Anhang F: Zuordnung der Mautabschnitte zu Gebietstypen.....	94
	Anhang G: Externe Kosten für Luftverschmutzung unterteilt in Teilgebiete.....	106
	Anhang H: Externe Kosten je Fahrzeugkilometer für Luftver- schmutzung und Lärmbelastung unterteilt in Teilgebiete	107
	Anhang I: Externe Kosten je Fahrzeugkilometer durch CO₂ für die Jahre 2022–25 mit und ohne Abzug der im Oktober 2022 eingeführten CO₂-Bepreisung	109

KURZFASSUNG

Die *Richtlinie über die Erhebung von Gebühren für die Benutzung bestimmter Verkehrswege durch schwere Nutzfahrzeuge* (1999/62/EG), die sogenannte „EU-Wegekostenrichtlinie“, regelt die Gebührenerhebung für die Benutzung von Straßen durch Nutzfahrzeuge, fokussiert auf die Anrechnung von Infrastrukturkosten und ließ bisher nur eine Anlastung externer Kosten der verkehrsbedingten Luftverschmutzung und Lärmbelastung im Ausmaß der in der Richtlinie festgelegten Höchstsätze zu. Mit der *Richtlinie (EU) 2022/362 zur Änderung der Richtlinie (EU) 1999/62/EG* wurden die Anforderungen an die Gebührensysteme der Mitgliedstaaten geändert und die Möglichkeiten zur Gebühreneinhebung erweitert. Der für die gegenständliche Studie zentrale Aspekt betrifft dabei die geänderten Bestimmungen zur Anlastung der sogenannten externen Kosten des Verkehrs, die aus der Luftverschmutzung, der Lärmbelastung sowie der Emission des Treibhausgases Kohlenstoffdioxid (CO₂) durch schwere Nutzfahrzeuge (Schwerverkehr) entstehen.

Für die Anlastung dieser externen Kosten sind in Anhang IIIb der neuen EU-Wegekostenrichtlinie anstelle der bisherigen Höchstwerte für die Anlastung der Kosten der verkehrsbedingten Luftverschmutzung und Lärmbelastung erstmals Bezugswerte für die Gebühren für externe Kosten festgelegt worden. Anhang IIIc sieht zudem erstmals Bezugswerte für die Anlastung CO₂-emissionsbedingter externer Kosten vor.

Diese Bezugswerte können bei geeignetem Nachweis auch überschritten werden. Vor diesem Hintergrund wurde in der vorliegenden Studie ein Mengengerüst der tatsächlich verursachten externen Kosten erstellt, die auf den Schwerverkehr am hochrangigen Straßenverkehrsnetz in Österreich zurückzuführen sind.

Aufteilung der Fahrleistung

Im Rahmen der gegenständlichen Betrachtungen erfolgte in Anlehnung an die Bestimmungen des Anhangs IIIb der neuen EU-Wegekostenrichtlinie zunächst eine Untergliederung des Autobahn- und Schnellstraßennetzes nach Bevölkerungsdichte und der Eigenschaft als Bergregion in sechs Gebietstypen.

Ergänzend dazu wurden seitens der ASFINAG die Mauttransaktionen je Mautabschnitt des Schwerverkehrs getrennt nach Achsanzahl (2, 3, 4 oder mehr Achsen) zur Verfügung gestellt. Dadurch konnte die im Kalenderjahr 2021 erbrachte Gesamtfahrleistung in der Höhe von 3,996 Mrd. Fahrzeugkilometer (Fzkm) auf insgesamt 18 Teilkategorien (sechs Gebietstypen mal jeweils drei Achskategorien) und innerhalb jeder Teilkategorie auf EURO-Emissionsklassen aufgeteilt werden.

Ermittlung der externen Kosten der Lärmbelastung

Die Ermittlung der Gesamtkosten der Lärmbelastung erfolgte auf Basis der Betroffenenbewertung der strategischen Lärmkartierung für das Jahr 2022. Die durch Lärm betroffenen Einwohner:innen liegen gemeindeweise vor.

Durch Anwendung der Kostensätze je betroffenem Einwohner und je Pegelklasse aus dem Handbook on the external costs of transport konnten damit die Gesamtkosten für die Belastung durch Lärm ermittelt werden, wobei die Kosten immer den Gesamtverkehr, also auch die Kfz $\leq 3,5$ Tonnen höchstzulässigem Gesamtgewicht, umfassen.

Zur Aufteilung der durch Lärm verursachten externen Kosten auf die Fahrzeugkategorien wurden die jeweils erbrachten Fahrleistungen mit Achsfaktoren entsprechend der Fahrzeugkategorie gewichtet, um das unterschiedliche Geräuschemissionsverhalten abzubilden. Aus den Anteilen der gewichteten Fahrleistungen an der Gesamtfahrleistung wurden so die der jeweiligen Achsklasse zurechenbaren externen Kosten bestimmt und der Fahrleistung gegenübergestellt: Von den gesamten externen Kosten der Lärmbelastung am hochrangigen Straßenverkehrsnetz können rund **35 Mio. Euro₂₀₂₁** dem Schwerverkehr angelastet werden.

Ermittlung der externen Kosten der verkehrsbedingten Luftverschmutzung

Die Aufteilung von Luftschadstoffemissionen auf die Subkategorien erfolgte für Stickoxide unterschiedlicher Oxidationsstufen (NO_x), Feinstaub (engl.: Particular Matter, kurz: PM₁₀) ausschließlich aus der Kraftstoffverbrennung und Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffen (NMHC) für das Jahr 2021.

Dazu wurden zunächst die Ergebnisse der Nahzeitprognose der österreichischen Treibhausgas- (und Luftschadstoff-) Inventur für das Jahr 2021 hinsichtlich der Gesamtmengen der oben genannten Luftschadstoffe aus dem Schwerverkehr am hochrangigen Straßenverkehrsnetz in Österreich ausgewertet. Die Aufteilung dieser Gesamtemissionsmengen auf die Subkategorien erfolgte unter Einsatz von Emissionsfaktoren für Güterverkehrsfahrzeuge aus dem Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA) in der Version 4.2. Die externen Kosten durch den Schadstoff PM wurden für den Anteil des Streckennetzes, der sowohl in einer Bergregion wie auch in einem Gebiet mit häufiger Temperaturinversion liegt, mit einem Aufschlagsfaktor versehen.

Aus den pro Streckenabschnitt ermittelten Emissionen für den Schwerverkehr am hochrangigen Straßenverkehrsnetz in Österreich und den österreichspezifischen Kostensätzen gemäß dem europäischen Handbook on the external costs of transport (van Essen et al., 2019) wurden pro Streckenabschnitt die durch den Schwerverkehr am hochrangigen Straßenverkehrsnetz verursachten Kosten durch Luftverschmutzung insgesamt und nach EURO-Emissionsklassen berechnet. In Summe ergeben sich ca. **127 Mio. Euro₂₀₂₁** an externen Kosten der Luftverschmutzung durch Schwerverkehr am hochrangigen Straßenverkehrsnetz im Jahr 2021.

Ermittlung der externen Kosten der verkehrsbedingten CO₂-Emissionen

Die Aufteilung der CO₂-Emissionen für das Jahr 2021 auf die Subkategorien erfolgte grundsätzlich nach derselben Methode wie jener für die Luftschadstoffemissionen. Der Unterschied besteht lediglich darin, dass die Differenzierung der zukünftigen Kostensätze nicht wie bei den Luftschadstoffen nach EURO-

Emissionsklassen, sondern nach fünf sogenannten CO₂-Emissionsklassen erfolgt. Die Einteilung von ab 2019 erstmalig zugelassenen Fahrzeugen erfolgt dabei für jedes einzelne Fahrzeug anhand der spezifischen CO₂-Emissionen und im Hinblick auf unionsrechtlich vorgegebene CO₂-Bezugswerte und Emissionsreduktionskurven. Dabei ist zu beachten, dass derartige Bezugswerte bisher nur für ausgesuchte Fahrzeuguntergruppen definiert wurden und alle übrigen neuzugelassenen Fahrzeuge, ebenso wie der gesamte Fahrzeugaltbestand, der CO₂-Emissionsklasse 1 zuzuordnen sind.

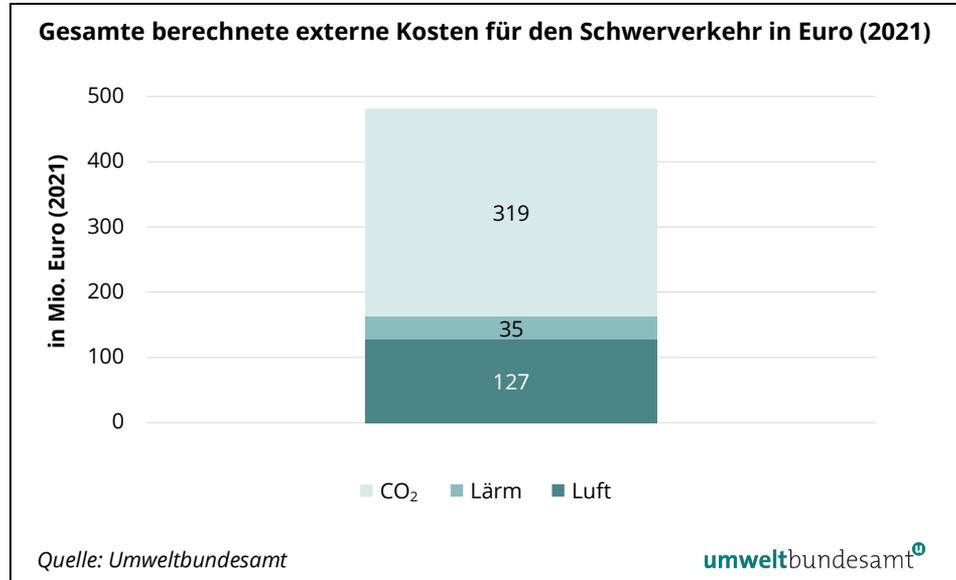
Auf Basis der bisher veröffentlichten finalen Neuzulassungsdaten für Österreich konnten im Zeitraum Jänner 2019 bis Juni 2020 rund 5 000 Fahrzeuge, getrennt nach Fahrzeuguntergruppe, hinsichtlich ihrer Zuteilung zu den fünf CO₂-Emissionsklassen analysiert werden. Die übrigen neuzugelassenen Fahrzeuge, die keiner der definierten Fahrzeuguntergruppen zugeordnet werden können, ebenso wie der gesamte Altbestand wurden per Definition der CO₂-Emissionsklasse 1 zugeordnet. Das Ergebnis zeigt, dass 83 % aller Neuzulassungen, die einer der definierten Fahrzeuguntergruppen zugeordnet werden können, in die CO₂-Emissionsklasse 1 fallen. Insgesamt fallen 93 % aller neuzugelassenen Schwerverkehrsfahrzeuge bzw. 99 % des gesamten österreichischen Schwerverkehrsfahrzeugbestands in die CO₂-Emissionsklasse 1.

Da sich Emissionsverhalten von Fahrzeugen verschiedener EURO-Emissionsklassen nicht nur in Bezug auf die Schadstoffemissionen, sondern auch bezüglich der CO₂-Emissionen unterscheidet, wurde innerhalb der CO₂-Emissionsklasse 1 zusätzlich auch nach EURO-Emissionsklassen unterschieden und die Ergebnisse der Nahzeitprognose der österreichischen Treibhausgas- (und Luftschadstoff-) Inventur für das Jahr 2021 in der Höhe von insgesamt 2 979 Kilotonnen CO₂ (ähnlich wie bereits bei der Analyse der Luftverschmutzung) auf die gesamte Flotte aufgeteilt. Die externen Kosten der durch den Schwerverkehr am hochrangigen Straßenverkehrsnetz verursachten CO₂-Emissionen ergeben sich durch die Multiplikation der Fahrleistungen (bzw. der CO₂-Emissionen) für das Jahr 2021 mit dem CO₂-Kostensatz in Euro je Fahrzeugkilometer für das Jahr 2021. Von einer Aufteilung in die unterschiedlichen regionalen Teilgebiete wird abgesehen, da CO₂ ein global wirkender Schadstoff ist und keine regionalisierten Kostenunterschiede vorliegen. In Summe ergeben sich rund **319 Mio. Euro₂₀₂₁** an externen Kosten der durch den Schwerverkehr am hochrangigen Straßenverkehrsnetz verursachten CO₂-Emissionen.

Gesamte externe Kosten der verkehrsbedingten Luftverschmutzung, Lärmbelastung und CO₂-Emissionen

In Summe ergeben sich externe Kosten der Luftverschmutzung, der Lärmbelastung sowie der Emission von CO₂ durch den Schwerverkehr am hochrangigen Straßenverkehrsnetz in der Höhe von **481 Mio. Euro₂₀₂₁**. Der Großteil der externen Kosten (67 %) ist der Emission von CO₂ zuzuordnen.

Gesamte errechnete externe Kosten in Euro₂₀₂₁, die im Jahr 2021 durch den Schwerverkehr im hochrangigen Straßennetz entstehen.



Externe Kosten je Fahrzeugkilometer (Kostensätze)

Für die externen Kosten je Fzkm werden die Gesamtkosten den jeweiligen Fahrleistungen gegenübergestellt. Die externen Kosten der Luftverschmutzung, der Lärmbelastung sowie der Emission von CO₂ je Fahrzeugkilometer können den nachfolgenden Tabellen entnommen werden¹.

Externe Kosten je Fzkm durch Luftverschmutzung und Lärmbelastung des Schwerverkehrs am hochrangigen Straßennetz. Angegeben in Eurocent₂₀₂₁/Fzkm, 2021.

Externe Kosten je Fzkm in Eurocent ₂₀₂₁ /Fzkm	Externe Kosten je Fzkm Luftverschmutzung und Lärmbelastung		
	2 Achsen	3 Achsen	4+ Achsen
EURO 0–III	12,67	18,35	27,45
EURO IV	8,22	12,22	16,11
EURO V/EEV	6,32	10,14	12,59
EURO VI	2,09	2,96	2,43
E/H ₂	0,64	0,80	0,92

¹ Die dargestellten Kostensätze sind mit Preisbasis 2021 angeführt. Für die Darstellung der für spätere Jahre gültigen Kostensätze ist die entsprechende Preisbasis auf das jeweilige Jahr anzupassen.

Errechnete externe Kosten je Fzkm für CO₂-Emissionen durch den Schwerverkehr am hochrangigen Straßenverkehrsnetz in Eurocent₂₀₂₁/Fzkm, 2021.

Externe Kosten je Fahrzeugkilometer in Eurocent ₂₀₂₁ /Fzkm		2 Achsen	3 Achsen	4+ Achsen
CO₂-Klasse 1	Durchschnitt*	4,49	5,91	8,54
	EURO 0-III	5,13	6,63	9,73
	EURO IV	4,92	6,39	9,40
	EURO V/EEV	4,62	6,08	9,00
	EURO VI	4,33	5,78	8,46
CO₂-Klasse 2		4,05	5,40	7,91
CO₂-Klasse 3		3,92	5,23	7,66
CO₂-Klasse 4**		nicht berechnet		
CO₂-Klasse 5		0,00	0,00	0,00

* nach Fahrleistung gewichtetes Mittel

**Im Jahr 2021 war kein mautpflichtiges Fahrzeug der CO₂-Emissionsklasse 4 am mautpflichtigen Straßenverkehrsnetz unterwegs. Daher gibt es keine Berechnung der externen Kosten je Fahrzeugkilometer für die diese Klasse.

Prognosen 2022–2025

Im Rahmen der gegenständlichen Untersuchungen wurden auch Prognosen für die externen Kosten durch Luftverschmutzung, Lärmbelastung und CO₂ erstellt. Für die Prognose wurde eine jährliche Zunahme der Fahrleistung unterstellt, die der durchschnittlichen Zuwachsrate der Jahre 2019 und 2022 (Jänner bis September) entspricht. Für die Berücksichtigung der Flottenerneuerung wurden Anpassungen der Flottenzusammensetzungen vorgenommen, die auf Basis der Neuzulassungen und des Flottenbestands aus den Jahren 2019–2021 abgeleitet wurden. Weiters wurde die Entwicklung der Anteile in den CO₂-Emissionsklassen modelliert.

Bei den externen Kosten, die durch CO₂-Emissionen des Schwerverkehrs entstehen, wird nach EIB (European Investment Bank, 2020) von steigenden externen Kostensätzen ausgegangen.

Prognosen der externen Kosten durch Schwerverkehr am hochrangigen Straßenverkehrsnetz für die Jahre 2022 bis 2025 in Mio. Euro₂₀₂₁.

Externe Kosten in Mio. Euro ₂₀₂₁	2022	2023	2024	2025
Luft	108,8	96,7	87,8	81,3
Lärm	35,7	36,0	36,3	36,5
CO ₂	374,6	431,7	489,3	547,0
Gesamt	519,2	564,5	613,4	664,8

EXECUTIVE SUMMARY

The Directive on the charging of heavy goods vehicles for the use of certain *infrastructures* (1999/62/EC), the so-called "EU infrastructure charging Directive", regulates the charging of heavy goods vehicles for the use of roads, focuses on the charging of infrastructure costs and previously only allowed the charging of external costs of traffic-related air and noise pollution to the extent of the maximum rates set in the Directive. With *Directive (EU) 2022/362 amending Directive (EU) 1999/62/EC*, the requirements for the charging systems of the Member States were changed and the possibilities for charging extended. The central aspect for the present study concerns the amended provisions on the charging of the so-called external costs of transport, which result from air pollution, noise pollution and the emission of the greenhouse gas carbon dioxide (CO₂) by heavy goods vehicles.

For the charging of these external costs, Annex IIIb of the new EU infrastructure charging directive establishes for the first time reference values for external cost charges instead of the previous maximum values for the charging of the costs of transport-related air and noise pollution. Annex IIIc provides for the first time reference values for the charging of CO₂ emission-related external costs.

These reference values can also be exceeded if appropriate evidence is provided. Against this background, the present study compiled a quantity survey of the external costs actually caused, which are attributable to heavy goods traffic on the high-level road network in Austria.

Disaggregation of the mileage

Within the framework of the present considerations, the motorway network was first subdivided into six types of area according to population density and the characteristic of being a mountainous region, based on the provisions of Annex IIIb of the new EU infrastructure costs directive.

In addition, ASFINAG provided the toll transactions per toll section for heavy goods vehicles, broken down by the number of axles (2, 3, 4 or more axles), so that the total mileage of 3.996 billion vehicle kilometers in the calendar year 2021 could be divided into a total of 18 sub-categories (six area types times three axle categories each) and within each sub-category into EURO emission classes.

Determination of the external costs of noise pollution

The total costs of noise pollution were determined on the basis of the evaluation of the affected population of the strategic noise mapping for the year 2022. The inhabitants affected by noise are available on a municipality-by-municipality basis.

By applying the cost rates per affected inhabitant and per noise level class from the Handbook on the external costs of transport, it was possible to determine the total costs of noise pollution, whereby the costs always include the total traffic, i.e. also the vehicles \leq 3.5 tons maximum permissible weight.

To allocate the external costs caused by noise to the vehicle categories, the respective mileage was weighted with axle factors corresponding to the vehicle category in order to reflect the different noise emission behaviours. The external costs attributable to the respective axle category were determined from the shares of the weighted mileage in the total mileage and compared to the mileage: Of the total external costs of noise pollution on the high-ranking road network, around **35 million Euros**₂₀₂₁ can be attributed to heavy goods vehicles.

Determining the external costs of traffic-related air pollution

The allocation of air pollutant emissions to the subcategories was performed for nitrogen oxides of different oxidation states (NO_x), particulate matter (PM₁₀) exclusively from fuel combustion and non-methane hydrocarbons (NMHC) for the year 2021.

For this purpose, first the results of the near-term forecast of the Austrian greenhouse gas (and air pollutant) inventory for the year 2021 were evaluated with regard to the total amounts of the above-mentioned air pollutants from heavy traffic on the high-level road network in Austria. The distribution of these total emission quantities to the subcategories was carried out using emission factors for freight vehicles from the Handbook Emission Factors for Road Transport (HBEFA), version 4.2. The external costs due to the pollutant PM were given a surcharge factor for the part of the road network that is located in a mountainous region as well as in an area with frequent temperature inversion.

Based on the emissions determined for each route section for heavy goods vehicles on the high-ranking road network in Austria and the Austria-specific cost rates according to the European Handbook on the external costs of transport (van Essen et al., 2019), the costs caused by heavy goods vehicles on the high-ranking road network were calculated for each route section due to air pollution in total and according to EURO emission classes. In total, this results in approx. **127 million Euros**₂₀₂₁ in external costs of air pollution caused by heavy traffic on the high-ranking road transport network in 2021.

Determining the external costs of transport-related CO₂ emissions

The allocation of the CO₂ emissions for the year 2021 to the subcategories was basically done according to the same method as for the air pollutant emissions. The only difference is that the future cost rates are not differentiated according to EURO emission classes, as is the case for air pollutants, but according to five so-called CO₂ emission classes. Vehicles registered for the first time from 2019 onwards will be classified for each individual vehicle on the basis of specific CO₂ emissions and with regard to CO₂ reference values and emission reduction curves specified in EU law. It should be noted that such reference values have so far only been defined for selected vehicle subgroups and that all other newly

registered vehicles, as well as the entire vehicle population, are to be assigned to CO₂ emission class 1.

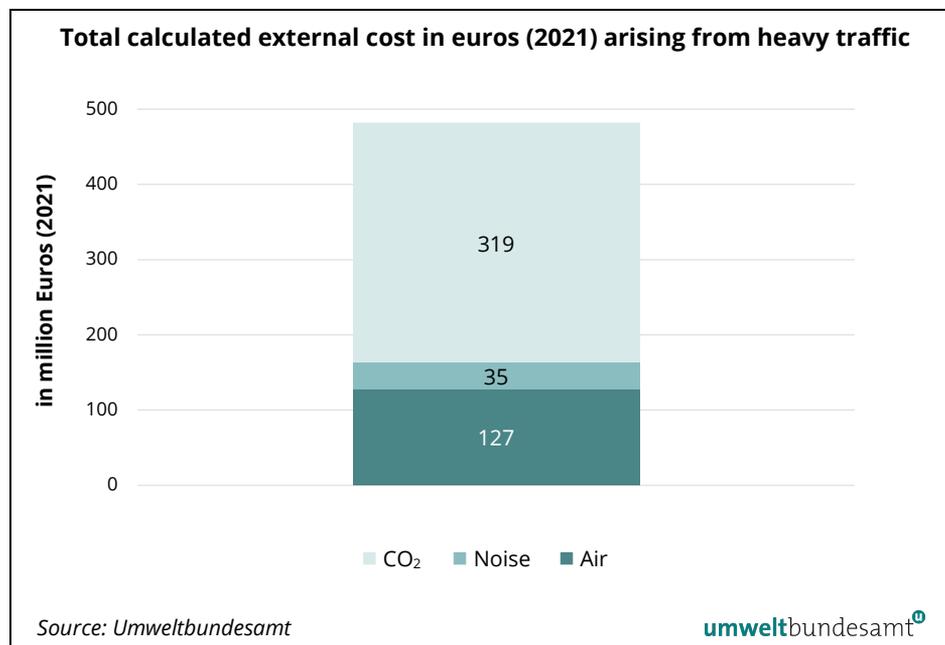
Based on the final new registration data for Austria published to date, it was possible to analyze around 5,000 vehicles in the period January 2019 to June 2020, separated by vehicle subgroup, with regard to their allocation to the five CO₂ emission classes. The remaining newly registered vehicles that cannot be assigned to any of the defined vehicle subgroups, as well as the entire old stock, were assigned to CO₂ emission class 1 by definition. The result shows that 83 % of all new registrations that can be assigned to one of the defined vehicle subgroups fall into CO₂ emission class 1. In total, 93 % of all newly registered heavy-duty vehicles or 99 % of the entire Austrian heavy-duty vehicle fleet fall into CO₂ emission class 1.

Since the emission behavior of vehicles in different EURO emission classes differs not only in terms of pollutant emissions, but also in terms of CO₂ emissions, an additional distinction was made within CO₂ emission class 1 according to EURO emission classes, and the results of the near-term forecast of the Austrian greenhouse gas (and air pollutant) inventory for the year 2021 totaling 2,979 kilotons of CO₂ (similar to the analysis of air pollution) were allocated to the entire fleet. The external costs of the CO₂ emissions caused by heavy goods vehicles on the high-level road network are calculated by multiplying the mileage (or CO₂ emissions) for 2021 by the CO₂ cost rate in Euros per vehicle kilometer for 2021. A breakdown into the different regional sub-areas was not made, since CO₂ is a pollutant with a global impact and such a breakdown would not add any value. In total, there are about **319 million Euros**₂₀₂₁ in external costs of CO₂ emissions caused by heavy traffic on the high-level road network.

Total external costs of traffic-related air pollution, noise pollution and CO₂ emissions

In total, external costs of air pollution, noise pollution, and emission of CO₂ by heavy traffic on the high-level road network amount to **481 million Euros**₂₀₂₁. The majority of the external costs (66.6 %) is attributable to the emission of CO₂.

Total calculated external costs in Euros₂₀₂₁ arising from heavy traffic on the high-level road network in 2021.



External costs per vehicle kilometer (cost rates)

For the external costs per vehicle kilometer, the total costs are compared to the respective mileage. The external costs of air pollution, noise pollution and CO₂ emissions per vehicle kilometer can be taken from the following tables².

External costs per vehicle kilometer due to air pollution and noise pollution of heavy goods vehicles on the high-ranking road network. Given in Eurocents₂₀₂₁ /vehkm, 2021.

External costs per vehicle km in Eurocents ₂₀₂₁ /vehkm	External costs per vehicle km air pollution and noise pollution		
	2 axles	3 axles	4+ axles
EURO 0–III	12.67	18.35	27.45
EURO IV	8.22	12.22	16.11
EURO V/EEV	6.32	10.14	12.59
EURO VI	2.09	2.96	2.43
E/H ₂	0.64	0.80	0.92

² The cost rates shown are based on the price in 2021. For the presentation of cost rates valid for later years, the corresponding price basis must be adjusted to the respective year.

Calculated external costs per vehicle kilometer for CO₂ emissions by heavy traffic on the high-priority road network in Eurocents₂₀₂₁/vehkm, 2021.

External costs per vehicle kilometer in Eurocents ₂₀₂₁ /vehkm		2 axles	3 axles	4+ axles
CO₂ class 1	average*	4,49	5,91	8,54
	EURO 0–III	5,13	6,63	9,73
	EURO IV	4,92	6,39	9,40
	EURO V/EEV	4,62	6,08	9,00
	EURO VI	4,33	5,78	8,46
CO₂ class 2		4,05	5,40	7,91
CO₂ class 3		3,92	5,23	7,66
CO₂ class 4**		not calculated		
CO₂ class 5		0.00	0.00	0.00

Forecasts 2022–2025

Within the scope of the present studies, forecasts for external costs due to air pollution, noise pollution and CO₂ were also compiled. For the forecast, an annual increase in mileage is assumed that corresponds to the average growth rate of the years 2019 and 2022 (January to September). For the consideration of the fleet renewal, adjustments of the fleet compositions were made, which were derived on the basis of the new registrations and the fleet stock from the years 2019–2021. Furthermore, the development of the shares in the CO₂ emission classes was modeled.

According to the EIB (European Investment Bank, 2020), the external costs arising from CO₂ emissions from heavy goods vehicles are expected to rise.

Projections of external costs due to heavy traffic on the high-level road network for the years 2022 to 2025 in million Euros₂₀₂₁.

External costs in million Euros ₂₀₂₁	2022	2023	2024	2025
Air	108.8	96.7	87.8	81.3
Noise	35.7	36.0	36.3	36.5
CO ₂	374,6	431,7	489,3	547,0
Total	519,2	564,5	613,4	664,8

1 EINLEITUNG

Entwicklung Benutzungsgebühren

Bereits 1993 wurde durch die Europäische Gemeinschaft die erste Richtlinie zur Gebührenerhebung für Verkehrsinfrastruktur, die sogenannte „Eurovignette“-Richtlinie, angenommen (93/89/EWG). In den Folgejahren wurde die Richtlinie überarbeitet und im Juni 1999 durch die *Richtlinie über die Erhebung von Gebühren für die Benutzung bestimmter Verkehrswege durch schwere Nutzfahrzeuge* (1999/62/EG), die sogenannte „EU-Wegekostenrichtlinie“, ersetzt. Diese Richtlinie regelt die Gebührenerhebung für die Benutzung von Straßen durch Nutzfahrzeuge und fokussiert auf die Anrechnung von Infrastrukturkosten. Bereits zum Zeitpunkt des Inkrafttretens dieser Richtlinie wurde ihre Überarbeitung mit Blick auf eine mögliche Internalisierung von externen Kosten im Verkehr diskutiert und mit den nachfolgenden Revisionen teilweise umgesetzt.

Entwicklung in Österreich

In Österreich besteht seit dem 1. Jänner 2004 eine fahrleistungsabhängige Mautpflicht am hochrangigen Verkehrsnetz (Autobahnen und Schnellstraßen) für alle Fahrzeuge, deren höchstes zulässiges Gesamtgewicht 3,5 Tonnen übersteigt. Seit 2010 erfolgt eine Staffelung der fahrleistungsabhängigen Maut nach Umwelteigenschaften der Fahrzeuge (EURO-Emissionsklassen). Zwischen 2010 und 2016 wurde hierbei die Gebühr zur Anlastung der Infrastrukturkosten aufkommensneutral derart differenziert, dass Fahrzeuge der schadstoffärmeren Emissionsklassen dabei einen Tarifbonus erhielten und ältere Fahrzeuge mit höherem Schadstoffausstoß hingegen einen Aufschlag. Seit 2017 werden zusätzlich zu den Infrastrukturkosten auf Basis der Bestimmungen der überarbeiteten EU-Wegekostenrichtlinie auch die von Schwerfahrzeugen verursachten externen Kosten der Luftverschmutzung und Lärmbelastung angelastet. In Bezug auf die Gebühr zur Anlastung der Infrastrukturkosten erhalten seit 2017 nur mehr EURO-VI-Fahrzeuge einen nicht aufkommensneutralen Tarifbonus. Seit 2020 erhalten emissionsfreie Schwerfahrzeuge (Fahrzeuge mit reinem Elektroantrieb oder mit reinem Wasserstoff-Brennstoffzellenantrieb) zudem einen Tarifbonus auf die Gebühr zur Anlastung der Infrastrukturkosten. Vom 01.01.2020 bis 31.8.2021 betrug dieser Bonus 50 %. Seit 01.09.2021 wurde dieser Bonus auf 75 % erhöht.

aktueller Stand EU-Recht

Am 24. März 2022 ist die Richtlinie (EU) 2022/362 zur Änderung der Richtlinien 1999/62/EG, 1999/37/EG und (EU) 2019/520 hinsichtlich der Erhebung von Gebühren für die Benutzung bestimmter Verkehrswege durch Fahrzeuge in Kraft getreten. Die wesentlichen Inhalte lassen sich vereinfacht wie folgt zusammenfassen.

- Spätestens fünf Jahre nach Inkrafttreten der Richtlinie sollen in den Mitgliedstaaten, in denen bereits Gebührensysteme für Lkw vorhanden sind, Gebühren für alle Lkw über 3,5 Tonnen zulässigem Gesamtgewicht verpflichtend erhoben werden.
- Mitgliedstaaten, in denen derzeit nicht verursachergerechte Zeitmauten (Vignetten) für Lkw eingehoben werden, müssen spätestens bis zum Jahr 2030 auf fahrleistungsabhängige Systeme umstellen.
- Egal für welches System sich die einzelnen Mitgliedstaaten entscheiden – ob strecken- oder zeitbezogen – die Gebührensätze müssen mit Blick auf den Klimaschutz europaweit nach CO₂-Ausstoß der Fahrzeuge differenziert werden. In Bezug auf fahrleistungsabhängige Mautsysteme für schwere

Nutzfahrzeuge kann dies entweder durch eine aufkommensneutrale Differenzierung der Gebühr zur Anlastung der Infrastrukturkosten oder durch Anlastung einer Gebühr für CO₂-emissionsbedingte externe Kosten erfolgen.

- Ab 2026 müssen die Mitgliedstaaten Gebühren für die externen Kosten der Luftverschmutzung einheben. Die bislang geltenden Maximalsätze bezüglich Luftverschmutzung und Lärmbelastung wurden durch Bezugswerte ersetzt.
- Durch einen Mautzuschlag in der Höhe von 15 % des Mauttarifs können Infrastrukturprojekte, die im selben TEN-Korridor liegen und zur Verkehrsentlastung der Autobahn oder Schnellstraße beitragen (insbesondere Schienenverkehrsprojekte) oder der Ausbau von Verkehrsdiensten „querfinanziert“ werden. Der Zuschlag darf maximal 50 % betragen, sofern die Einnahmen in grenzüberschreitende Abschnitte der Kernnetzkorridore investiert werden.
- Auf Straßenabschnitten, in denen sich regelmäßig Staus bilden, darf in den Zeiträumen, in denen Staus üblicherweise auftreten, eine Staugebühr eingehoben werden. Die Staugebühr muss sowohl für schwere als auch leichte Nutzfahrzeuge gelten.

Ziel und Inhalt der vorliegenden Studie

Im Frühjahr 2022 wurde das Umweltbundesamt mit einer Analyse der Umsetzbarkeit der neuen EU-Wegekostenrichtlinie in Österreich beauftragt. Die gegenständliche Studie fokussiert dabei auf die Entwicklung eines Mengengerüsts zu den tatsächlich verursachten externen Kosten des Schwerverkehrs am Autobahn- und Schnellstraßennetz in Österreich im Hinblick auf Luftverschmutzung, Lärmbelastung und die Emission des klimaschädlichen Kohlenstoffdioxids, inkl. Interpretation der betreffenden Absätze in der Richtlinie. Dabei erfolgt eine Disaggregation dieser Kosten nach Achskategorien, Siedlungsdichte, Topografie (Bergregion bzw. Nicht-Bergregion) und EURO- bzw. CO₂-Emissionklassen. Übergeordnetes Ziel der Arbeit ist die Schaffung objektiver Grundlagen für eine mögliche Neugestaltung des Tarifsystems in Einklang mit der Richtlinie (EU) 2022/362.

2 KOSTENWAHRHEIT IM VERKEHR AM BEISPIEL KOHLENSTOFFDIOXID (CO₂)

2.1 Hintergrund CO₂-Kosten

Herstellung von Kostenwahrheit Das Regierungsprogramm 2020 bis 2024 sieht eine schrittweise Herstellung von Kostenwahrheit bei den CO₂-Emissionen vor, die die Erreichung der Klimaziele ermöglicht.

Kostenwahrheit oder auch Verursachergerechtigkeit beschreibt einen Zustand in der Volkswirtschaftslehre, in dem nach dem **Verursacherprinzip** alle Kosten, die infolge eines Tuns oder Unterlassens entstehen, von den Verursachern getragen werden. „Kostenwahrheit“ entspricht etwa den gleichbedeutenden englischsprachigen Fachtermini „true cost pricing“ und „internalization of external costs“, denen beiden das Konzept der externen Kosten zugrunde liegt.

Monetarisierung und Internalisierung Für die Herstellung von Kostenwahrheit wird in einem ersten Schritt die Gesamtheit aller ungewollten externen Effekte (bzw. Schadenskosten oder Vermeidungskosten) identifiziert und monetarisiert. In einem zweiten Schritt kann über die „Internalisierung“ bzw. Bepreisung nachgedacht werden.

Auch wenn sämtliche Kosten internalisiert werden und Kostenwahrheit hergestellt ist, ist dadurch noch nicht sichergestellt, dass etwa Treibhausgasemissionen auch tatsächlich ausreichend reduziert und Klimaziele erreicht werden.

Vermeidungskosten als Vorgabe In der Richtlinie (EU) 2022/362 wird für die Berechnung der externen Kosten durch CO₂-Emissionen im Schwerverkehr am hochrangigen Straßennetz das Konzept der Vermeidungskosten verlangt. Der Vorteil dieses Konzeptes liegt darin, dass sich die daraus berechneten Kosten direkt aus einer Klimazielerreichung ableiten.

Bis zur Finalisierung der vorliegenden Analyse war keine Studie vorliegend, welche das im Regierungsprogramm festgeschriebenen Reduktionsziel (Netto Null bis 2040) dahingehend analysiert, dafür aber eine Bandbreite an globalen Studien für das 1,5 °C-Ziel und zum deutschen Klimaschutzgesetz in Bezug auf deutsche Klimaschutzziele wie die Klimaneutralität bis 2050.

verwendeter Kostensatz In der vorliegenden Analyse wird daher ein Kostensatz der Europäischen Investitionsbank (EIB) für die externen Kosten von CO₂-Emissionen herangezogen. In dieser Analyse der EIB werden nur jene Szenarien miteinbezogen, in denen das **1,5 °C-Ziel bis zum Ende des Jahrhunderts** erreicht wird, wobei es zu keinem oder nur einem geringen Overshoot³ kommen darf (European Investment Bank,

³ Ein Overshoot bedeutet einen Spitzenwert, gefolgt von einem Rückgang, der dadurch erreicht wird, dass der anthropogene Abbau von Kohlendioxid die verbleibenden Emissionen weltweit übersteigt. Ein geringer Overshoot wird angelehnt an den IPCC SR15 dadurch definiert, dass die globale Erwärmung bis etwa 2100 nach einer Überschreitung auf 1,5 °C zurückgeht.

2020). Aufgrund der Unsicherheit über die zur Zielerreichung notwendigen physische Veränderungen und Preisentwicklungen ergeben sich in den in der Studie angewandten Simulationsmodellen jeweils große Bandbreiten an Grenzkosten. Für die weitere Analyse der externen Kosten von CO₂-Emissionen wird der Median der Grenzkosten verwendet, dessen Verwendung von der EIB empfohlen wird (vergleiche Tabelle 10).

2.2 Ökosoziale Steuerreform in Österreich und explizite CO₂-Bepreisung in Europa (EU-27)

2.2.1 CO₂-Bepreisung durch Zertifikatehandel

Preiskorridor nach ÖkoStRefG

Mit der ökosozialen Steuerreform 2022 und deren zentralem Element der CO₂-Bepreisung liegen ein nationaler **Startwert** und ein **Preiskorridor** für CO₂ vor. Nach dem Ökosozialen Steuerreformgesetz (ÖkoStRefG) 2022 Teil I, Abschnitt 3 §9 gibt es eine Fixpreisphase, welche unterteilt ist in eine:

- Einführungsphase vom **1. Oktober 2022** bis zum **31. Dezember 2023**,
- Übergangsphase, geplant ab dem **1. Jänner 2024** bis zum **31. Dezember 2025** und
- Marktphase ab dem **1. Jänner 2026**.

Die Ausgabewerte der Zertifikate in der Fixpreisphase sind in nachfolgender Tabelle 1 aufgelistet.

*Tabelle 1:
Ausgabewerte der
Zertifikate in der
Fixpreisphase.*

Kalenderjahr	Betrag (Euro pro Tonne CO₂)
2022 (Oktober)	30 Euro
2023	35 Euro
2024	45 Euro
2025	55 Euro

Zur Stabilisierung und zum Ausgleich von Energiepreisschwankungen kommt in der Fixpreisphase ein Preisstabilitätsmechanismus⁴ zur Anwendung. Dadurch können die angeführten Preiskorridore auch noch Schwankungen unterliegen.

⁴ Steigen die Energiepreise um mehr als 12,5 % gegenüber dem Vorjahr, wird die Erhöhung des CO₂-Preises für das nachfolgende Jahr halbiert. Daraus würde beispielsweise ein CO₂-Preis in der Höhe von 32,5 Euro statt 35,0 Euro im Jahr 2023 resultieren.

2.2.2 Explizite CO₂-Bepreisung und Energiesteuern

Prinzipiell kommen folgende Instrumente zur Bepreisung von CO₂ zur Anwendung:

1. direkte („explizite“) CO₂-Abgaben, Steuern etc.,
2. Emissionshandelssysteme und
3. andere spezifische Steuern oder Abgaben auf den (fossilen) Energieverbrauch.

In Österreich erfolgt eine **explizite CO₂-Bepreisung** über die Teilnahme am Europäischen Emissionshandel (EU-ETS) und deckt etwa 36 % der österreichischen Treibhausgasemissionen ab. Seit **Oktober 2022** erfolgt eine Ausweitung auf die Non-ETS-Sektoren (Verkehr und Gebäude) über ein nationales Zertifikatesystem. Steuer- oder Abgabenschuldner:innen sind hierbei die Inverkehrbringer der Energieträger (§3 (1)4 („Upstream-Emissionshandel“).

Orientierung an Deutschland

Österreich orientiert sich beim nationalen Zertifikatesystem am wichtigsten Handelspartner Deutschland. Der Start der Bepreisung erfolgte dort schon im Jänner 2021 mit 25 Euro je Tonne CO₂ und steigt in der Festpreisphase bis 2025 auf 55 Euro je Tonne CO₂.

Bei den Energiesteuern (**Mineralölsteuer**, Erdgasabgabe, Kohleabgabe, Elektrizitätsabgabe) besteht kein direkter Bezug zu den CO₂-Emissionen, da der Verbrauch von Energie (und damit bei fossilen Primärenergieträgern auch die CO₂-Emissionen) zwar mit Kosten verbunden ist, **der Steuersatz aber nicht vom CO₂-Gehalt** abhängt. Schweden, Finnland, Frankreich und die Schweiz haben teils hohe explizite CO₂-Steuern⁵, die zum Teil mit niedrigeren Energiesteuern einhergehen.

Energiesteuern der EU-27 von Diesel und Benzin

Nachfolgende Abbildung 1 zeigt die Energiesteuer und die Mehrwertsteuer für Diesel und Benzin für die Haushalte der EU-27 Länder sowie die CO₂-Komponente der Länder Dänemark, Estland, Finnland, Frankreich, Deutschland, Irland, Lettland, Luxemburg, Niederlande, Polen, Portugal, Slowenien, Spanien und Schweden. Die Daten stammen aus der Weekly Oil Bulletin (<https://ec.europa.eu/energy/observatory/reports/List-of-WOB.pdf>) der EU-Kommission und beziehen sich auf das Jahr 2021. Die Energiesteuer von Diesel reicht von 55,5 Euro pro Tonne CO₂ in Schweden bis hin zu 230,7 Euro pro Tonne CO₂ in Italien. Die Energiesteuer von Benzin reicht von 149,3 Euro pro Tonne CO₂ in Ungarn bis hin zu 321,9 Euro pro Tonne CO₂ in den Niederlanden.

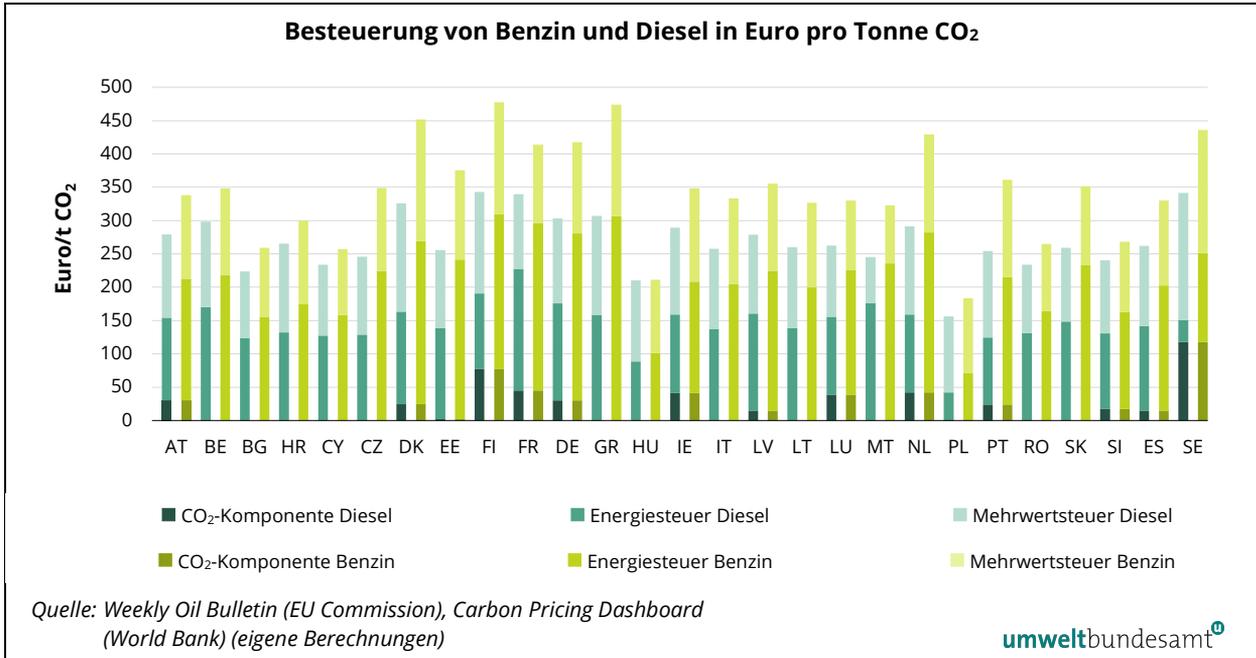
Staaten mit expliziter CO₂-Steuer

Eine **explizite CO₂-Steuer** wurde bisher allerdings nur von 14 Ländern eingeführt: Dänemark, Estland, Finnland, Frankreich, Deutschland, Irland, Lettland, Luxemburg, Niederlande, Polen, Portugal, Slowenien, Spanien und Schweden. Schweden weist hierbei mit 116,7 Euro pro Tonne CO₂ sowohl für Benzin als

⁵ Unter einer expliziten CO₂-Besteuerung versteht man die direkte Bepreisung von CO₂-Emissionen, z. B. durch eine CO₂-Steuer oder Emissionszertifikate. Implizite Besteuerung hingegen umfasst Maßnahmen und Instrumente, die CO₂ effektiv bepreisen, also beispielsweise pro Volumeneinheit oder Energiegehalt eines Treibstoffes anstatt pro Tonne CO₂; ein Beispiel hierfür wäre die Mineralölsteuer (OECD, 2013).

auch für Diesel die höchste Steuer auf, Polen mit 0,07 Euro pro Tonne CO₂ die niedrigste. Deutschland hat die CO₂-Komponente mit Jänner 2021 eingeführt. Für Österreich wird auch die, seit Oktober 2022 bestehende CO₂-Bepreisung von 30 Euro pro Tonne CO₂ ausgewiesen.

Abbildung 1: Besteuerung von Benzin und Diesel in Euro pro Tonne CO₂.



2.3 Prüfung Doppelbelastung nach Richtlinie (EU) 2022/362 und Empfehlung für einen CO₂-Kostensatz

Gebühren statt harmonisierter Instrumente

In der Richtlinie (EU) 2022/362 wird an zwei Stellen, Erwägungsgründe (24) und (27), darauf hingewiesen, dass eine Erhebung von Gebühren zur Anlastung von externen Kosten für CO₂-Emissionen gerechtfertigt ist, **solange keine harmonisierten Instrumente für die Regelung der CO₂-Emissionen** vorhanden sind.

In Erwägungsgrund (24) Folgendes wird angeführt: ... *solange es für die Regelung der CO₂-Emissionen keine geeigneteren Instrumente gibt, beispielsweise eine harmonisierte Kraftstoffbesteuerung mit CO₂-Komponente oder ein Emissionshandelssystem für den Straßenverkehr, sollten die Mitgliedstaaten auch Gebühren für externe Kosten erheben dürfen, die die Kosten von CO₂-Emissionen widerspiegeln. Soweit das aufgrund wissenschaftlicher Nachweise gerechtfertigt ist, sollten die Mitgliedstaaten Gebühren für externe Kosten für CO₂-Emissionen erheben können, die über den in dieser Richtlinie festgelegten Bezugswerten liegen.*

Die Emissionshandelssysteme für den Straßenverkehr, wie sie in Deutschland seit Jänner 2021 und in Österreich seit Oktober 2022 implementiert sind, sind jeweils **nationale** Emissionshandelssysteme und keine EU-weit harmonisierten

Systeme. Daher darf Österreich Gebühren für CO₂-emissionsbedingte externe Kosten erheben, welche bei entsprechendem wissenschaftlichen Nachweis auch über den Bezugswerten in der Richtlinie liegen dürfen.

Erwägungsgrund (27): *Um die Wirksamkeit und die Kohärenz der Differenzierung der CO₂-emissionsabhängigen Gebühren und der Gebühren für CO₂-bedingte externe Kosten zu gewährleisten, die beide die Einführung emissionsarmer und emissionsfreier Fahrzeuge fördern sollen, und um sicherzustellen, dass die Richtlinie 1999/62/EG im Einklang mit anderen, möglicherweise in Zukunft angenommenen für den Straßenverkehr geltenden Instrumenten der CO₂-Bepreisung umgesetzt wird, sollte die Kommission die Wirksamkeit und Notwendigkeit dieser Gebühren rechtzeitig bewerten.*

**Vermeidung doppelter
Gebührenbelastungen**

Ausgehend von dieser Bewertung sollte die Kommission gegebenenfalls eine Änderung der Bestimmungen über die Differenzierung der CO₂-emissionsabhängigen Gebühren und der Gebühren für CO₂-emissionsbedingte externe Kosten vorschlagen, um eine doppelte Gebührenbelastung durch unterschiedliche Instrumente zur CO₂-Bepreisung zu vermeiden.

*Während die künftige Maßnahme Rechtssicherheit und eine kohärente Anwendung der verschiedenen Vorschriften gewährleisten sollte, **sollte in der vorliegenden Richtlinie präzisiert werden, dass die Mitgliedstaaten nach dem Geltungsbereich eines anderen für den Straßenverkehr geltenden Instruments zur CO₂-Bepreisung, das auf Unionsebene möglicherweise erlassen wird, z. B. auf der Grundlage des Vorschlags für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates zur Änderung der Richtlinie 2003/87/EG, des Beschlusses (EU) 2015/1814 und der Verordnung (EU) 2015/757 [2021/0211 (COD)], nicht mehr verpflichtet sein sollten, das in dieser Richtlinie vorgesehene System zur CO₂-Differenzierung anzuwenden.***

**Beschränkung auf
Internalisierung
externer Kosten**

Sollte zwischenzeitlich ein anderes für den Straßenverkehr geltendes Instrument zur CO₂-Bepreisung angenommen werden, so sollte die Höhe der Gebühren für CO₂-emissionsbedingte externe Kosten darauf beschränkt werden, was zur Internalisierung dieser externen Kosten erforderlich ist, und die Kommission sollte ermächtigt werden, die in Anhang IIIc festgelegten Bezugswerte im Wege eines delegierten Rechtsakts anzupassen.

Da in Österreich mit Oktober 2022 das Instrument der CO₂-Bepreisung vorerst mit einer Fixpreisphase und danach im Rahmen eines nationalen Emissionszertifikatesystems eingeführt wird, erscheint es angemessen, die Höhe der Gebühren für CO₂-emissionsbedingte externe Kosten darauf zu beschränken, was zur Internalisierung der damit nicht abgedeckten externen Kosten erforderlich ist, obwohl für eine solche Anrechnung keine Verpflichtung nach der Richtlinie (EU) 2022/362 besteht und das NEHG⁶ 2022 in seinem 8. Abschnitt vorsieht, dass Unternehmen Anträge auf anteilige Entlastung der Mehrbelastung stellen können.

⁶ Nationales Emissionszertifikatehandelsgesetz 2022.

**Lücke zwischen
Preiskorridor und
internalisierten Kosten**

In Edenhofer et al. wird zur Erreichung von Kostenwahrheit für einen Treibstoffemissionshandel im Verkehrsbereich folgender Preiskorridor für das Jahr 2021 empfohlen: **40 bis 213 Euro₂₀₂₁⁷ je Tonne CO₂** (2030: 72 bis 462 Euro₂₀₂₁ je Tonne CO₂) (Edenhofer et al., 2019).

In der Studie der EIB-Gruppe aus dem Jahr 2020 wird für das Erreichen des 1,5 °C-Ziels für Europa ein konkreter CO₂-Wert **von 107 Euro₂₀₂₁ je Tonne CO₂ für das Jahr 2021** (siehe Tabelle 22) genannt.

Vor dem Hintergrund der CO₂-Bepreisung, welche im Oktober 2022 in Österreich mit 30 Euro je Tonne CO₂ gestartet hat und auch mit Blick auf den angedachten Preiskorridor von 55 Euro je Tonne CO₂ im Jahr 2025 ergibt sich zum empfohlenen Preiskorridor aus der Literatur eine **nicht unwesentliche Lücke an nicht-internalisierten Kosten**.

⁷ Werte aus der Literatur wurden durchgängig auf 2021-Preise unter Anwendung des Wertsicherungsrechners der Statistik Austria angepasst.

3 METHODE

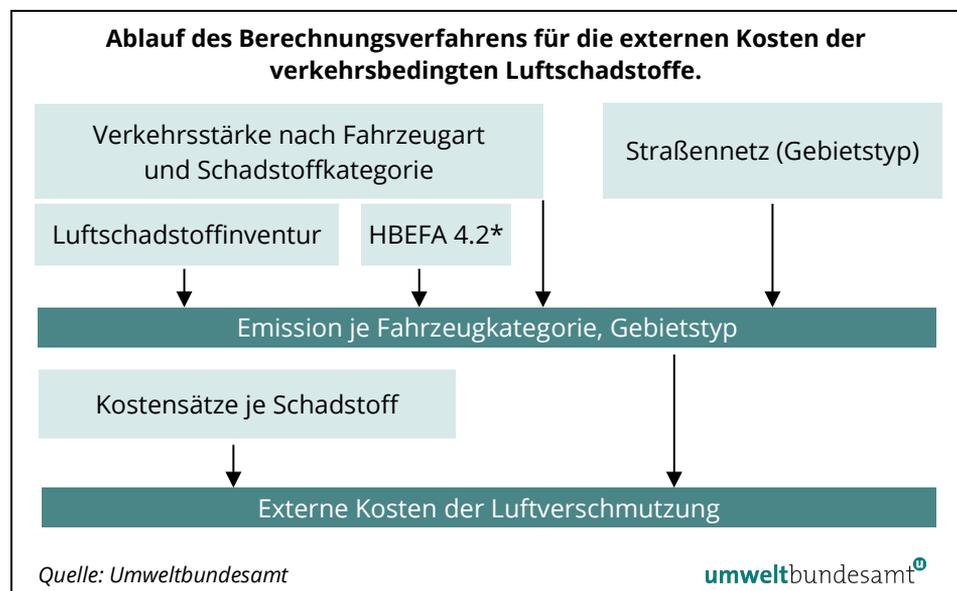
3.1 Mengengerüst

Datenaktualität Die in diesem Bericht ermittelten Kostensätze sollen auf möglichst aktuellen Fahrleistungsdaten basieren, was Verkehrszusammensetzung, -verteilung und -aufkommen anbelangt. Zum Zeitpunkt der Erstellung des Berichts waren das die Fahrleistungen für das Jahr 2021.

Gebietskategorien Im Rahmen der gegenständlichen Betrachtungen soll darüber hinaus bei der Ermittlung der externen Kosten für Luftschadstoffe und Lärm eine Untergliederung des hochrangigen Straßenverkehrsnetzes in Abhängigkeit der Besiedelung und geographischen Lage (Bergregion oder nicht) erfolgen. Hintergrund dafür ist die in Anhang IIIb der EU-Wegekostenrichtlinie getroffene Unterscheidung der Kostensätze in „außerstädtisch“ und „Vorstadt“ sowie die Möglichkeit einer besonderen Berücksichtigung von Ballungsraum und Bergregion. Die entsprechend den Gebietskategorien untergliederten Zahlenwerte sind im Anhang zu finden.

Ermittlungsprozess für Kostensätze Für die Ermittlung der Kostensätze für Luftschadstoffe sowie Lärmbelastung ist eine Aufteilung der Fahrleistung auf die Fahrzeugkategorien und Schadstoffklassen (EURO-Emissionsklassen) in den unterschiedlichen Gebietskategorien erforderlich. Auch die Eigenschaften des Straßennetzes, wie Geschwindigkeit oder Längsneigung, haben Einfluss auf das Emissionsverhalten. In den beiden nachfolgenden Diagrammen ist der jeweilige Prozess zur Ermittlung der Kostensätze grob skizziert.

Abbildung 2:
Ablauf des Berechnungsverfahrens für die externen Kosten der verkehrsbedingten Luftschadstoffe.



*) Das Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA) ist eine Datenbank mit Emissionsfaktoren für die gängigsten Fahrzeugtypen, differenziert nach Emissionskonzepten und unterschiedlichen Verkehrssituationen.

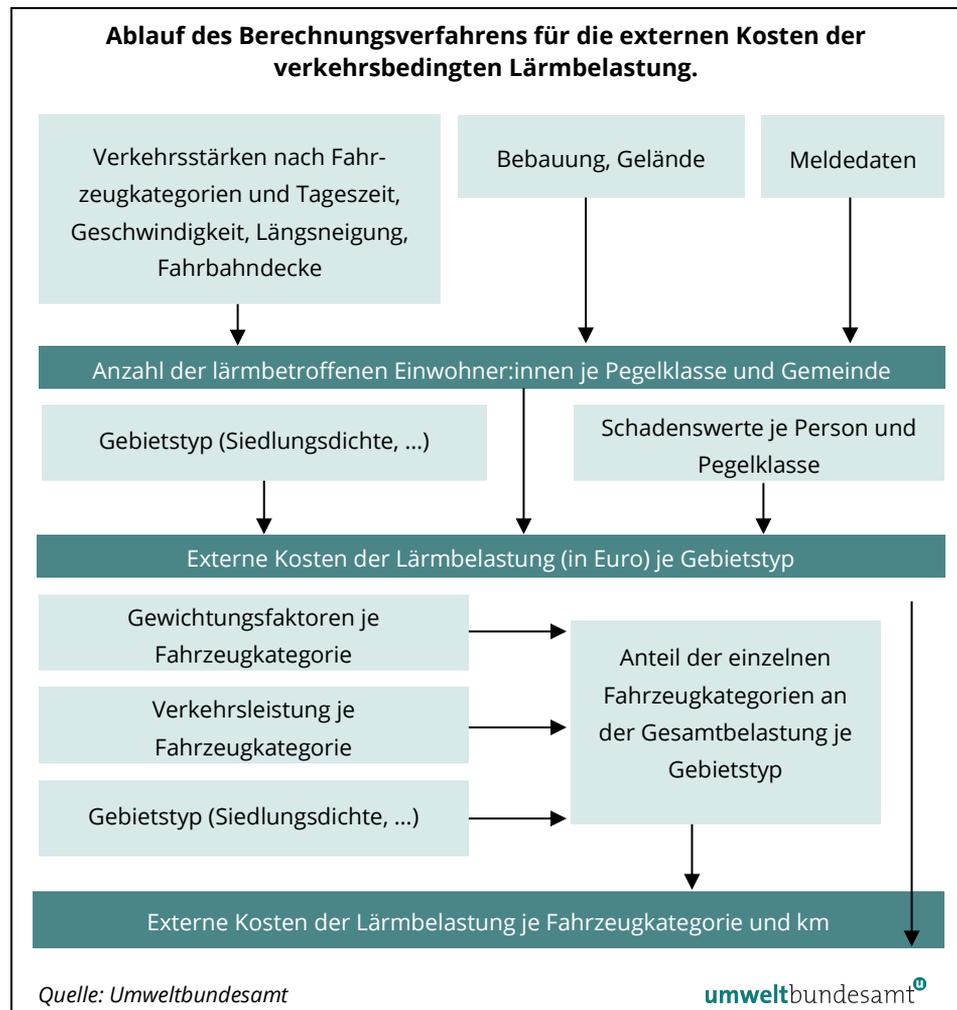
Faktor Lärmbelastung

Für die Lärmbelastung ist die Schadstoffklasse nicht relevant, da die Emissionen bei den im Autobahn- und Schnellstraßennetz gefahrenen Geschwindigkeiten vom Abrollgeräusch und somit von den Reifen bestimmt werden. Jedoch ist eine Unterscheidung des Tageszeitraums für die Bildung des Tag-Abend-Nachtlärmpegels erforderlich sowie das Verhältnis zur Fahrleistung der Kfz mit weniger als 3,5 Tonnen höchstzulässigem Gesamtgewicht (hzG). Da die externen Kosten für die Lärmbelastung über die Ergebnisse der strategischen Lärmkartierung gebildet werden, in welcher der Gesamtverkehr abgebildet ist, muss der Verkehr der Kfz mit 3,5 Tonnen hzG oder darunter herausgerechnet werden.

**Datenstand
Lärmkartierung**

Die strategische Lärmkartierung erfolgte zuletzt im Frühjahr 2022 und stellt damit den aktuellen Stand der Lärmbelastung dar. Mit den strategischen Lärmkarten soll die Situation im vorangegangenen Kalenderjahr abgebildet werden (EU-Umgebungslärmrichtlinie, Art. 7), womit die Betroffenenzahlen der Situation im Jahr 2021 entsprechen. Die für die Kartierung herangezogenen Verkehrswerte wurden auf der Grundlage der Verkehrszahlen für das Jahr 2019 ermittelt; die pandemiebedingt reduzierten Verkehrszahlen für das Jahr 2020 wurden als nicht repräsentativ eingeschätzt.

Abbildung 3:
Ablauf des Berechnungsverfahrens für die externen Kosten der verkehrsbedingten Lärmbelastung.



**Daten zu Strecken-
beschaffenheit und
Verkehrsstärken**

Von Seite der ASFINAG wurden Streckendaten und Verkehrsstärken je Mautabschnitt zur Verfügung gestellt.

Zu den Streckendaten zählen:

- Mautabschnitts-ID
- Länge
- Schwerverkehrsanteil 2021
- Anteile in den unterschiedlichen Längsneigungsklassen
 - 1 %-Untergliederung
- Geschwindigkeitsregime
 - Tempolimit Pkw/Lkw, Tag/Nacht
- Zusammensetzung Oberbau
 - Anteile in Asphalt- und Betonbauweise
- Anteil des jeweiligen Mautabschnitts je Gemeinde
 - Anteil, Gemeindename und -kennziffer

Die Verkehrsstärken unterteilen sich in:

- Fahrzeugtyp
 - Bus, Lkw
- Anzahl Achsen
 - 2, 3 bzw. 4 oder mehr Achsen
- Emissionsklasse
 - EURO I, EURO II, ..., ,EEV, EURO VI, unbekannt
- JDTV⁸ Mo–So tags
- JDTV Mo–So nachts

Die Gesamtfahrleistung des Schwerverkehrs am hochrangigen Verkehrsnetz in Österreich betrug im Jahr 2021 3,996 Mrd. Fzkm.

3.2 Aufteilung Emissionen

3.2.1 Lärm

Wie in Abbildung 3 dargestellt, werden die Gesamtkosten aus der Betroffenen- auswertung im Rahmen der strategischen Lärmkartierung gemäß EU-Umgebungslärmrichtlinie (RL 2002/49/EG) abgeleitet (siehe Kapitel 4.1.1).

Da die im Rahmen der strategischen Lärmkartierung ermittelte Betroffenenanzahl auf Basis des gesamten Verkehrs (Pkw, 2-, 3- und 4+-Achser) erhoben wird, müssen die daraus abgeleiteten Kosten noch den gefahrenen Fahrleistungen

⁸ Jahresdurchschnittliche tägliche Verkehrsstärke

der unterschiedlichen Fahrzeugkategorien zugeordnet werden. Mittels Achsfaktoren kann dem unterschiedlichen Emissionsverhalten der Fahrzeugkategorien Rechnung getragen werden und eine gewichtete Aufteilung der Kosten erfolgen. Ziel ist, die gesamten externen Kosten verursachergerecht anzulasten.

Methoden der Aufteilung Nachfolgend werden unterschiedliche Möglichkeiten der emissionsseitigen Aufteilung dargestellt, die im Rahmen der gegenständlichen Berechnungen verfolgt wurden. Bei der detaillierten emissionsseitigen Betrachtung wurden die Teilemissionen je Fahrzeugkategorie unter Einbeziehung der vorliegenden emissionsbestimmenden Parameter ermittelt und die Fahrleistungen entsprechend gewichtet. Die Berechnung erfolgte für alle Mautabschnitte, untergliedert in Teilabschnitte, für welche die emissionsrelevanten Parameter konstant sind. Alternativ wurden die Fahrleistungen der unterschiedlichen Fahrzeugkategorien mit standardisierten Achsfaktoren je Gewichtsklasse gewichtet, einmal mit konservativer Zuordnung und einmal mit gewichteter Zuordnung auf Basis der tatsächlichen Zusammensetzung von Gewichts- und Achsklassen.

Detaillierte emissionsseitige Betrachtung

Aufteilung der Mautabschnitte Eine Aufteilung der Mautabschnitte wird auf Basis detaillierter Verkehrs- und Infrastrukturinformationen vorgenommen. Die einzelnen Mautabschnitte wurden dazu entsprechend ihrer Eigenschaften (Verteilung auf Längsneigungsklassen, Anteile unterschiedlicher Fahrbahndecken) in Teilabschnitte untergliedert, denen Verkehrsstärke und Geschwindigkeitsbeschränkung des Abschnitts zugewiesen wurden.

Achsenanzahl und hzG Die Lärmberechnung gemäß Richtlinie RVS 04.02.11 zur Berechnung von Schallschutz und Lärmemissionen (FSV, 2021), die auch bei der Erstellung der strategischen Lärmkarten herangezogen wurde, unterscheidet nicht zwischen 3- und 4+-Achsern. Diese Kategorien wurden daher für die detaillierte emissionsseitige Betrachtung zusammengezogen. Das Verkehrsaufkommen der Kfz $\leq 3,5$ Tonnen hzG wurde aus dem Verkehrsaufkommen der Kfz $> 3,5$ Tonnen hzG sowie dem Schwerverkehrsanteil des jeweiligen Mautabschnitts ermittelt. Einspurige Fahrzeuge spielen in Bezug auf die Lärmbelastung an Autobahnen und Schnellstraßen nur eine untergeordnete Rolle und werden nicht als getrennte Fahrzeugkategorie berücksichtigt.

Aufteilung nach Tageszeit Der längenbezogene Schalleistungspegel je Fahrzeugkategorie wird unter Berücksichtigung der jeweils maßgebenden stündlichen Verkehrsstärken gebildet, wobei das Verkehrsaufkommen auf Tag, Abend und Nachtzeitraum aufzuteilen ist⁹. Für die Fahrzeugkategorien Kfz $\leq 3,5$ Tonnen, 2-Achser und 3+-Achser werden aus den verfügbaren Daten die jeweiligen maßgeblichen stündlichen Verkehrsstärken im Tag-, Abend- und Nachtzeitraum gebildet. Bei den Pkw wird dazu die Standardaufteilung für überregionale Straßen laut RVS verwendet, für den Schwerverkehr der Nachtzeitraum, um eine Stunde tagesdurchschnittlichen

⁹ Entsprechend der aktuellen Umgebungsärmgesetzgebung sind das in Österreich die Zeiträume 6:00–19:00 Uhr, 19:00–22:00 Uhr und 22:00–6:00 Uhr.

Verkehr korrigiert (zur Umrechnung auf den achtstündigen Nachtzeitraum gemäß EU-Umgebungsärmrichtlinie), und für den Tag- und Abendzeitraum aliquote Verkehrsstärken gebildet.

Um zu berücksichtigen, dass die Geschwindigkeitsbeschränkung von 60 km/h in der Nacht für Kfz >7,5 Tonnen nur von 22:00 Uhr bis 5:00 Uhr gilt, wurde die durchschnittliche nächtliche Geschwindigkeit statt mit 60 km/h mit 70 km/h gerechnet. Der Nachtlärmpegel L_{night} liegt dann in einer vergleichbaren Höhe wie bei Berechnung mit sieben Stunden mit 60 km/h und einer Stunde mit 80 km/h.

In der Folge wurden dann für jeden Teilabschnitt für jede Fahrzeugkategorie sowie den Gesamtverkehr die längenbezogenen Schallleistungspegel für den Tag-Abend-Nachtzeitraum bzw. den Nachtzeitraum gebildet. Die Anteile der einzelnen Fahrzeugkategorien am Gesamt-Schallleistungspegel sind repräsentativ für den Anteil der Fahrzeugkategorie an der Immissionsbelastung, da die Transmission im Wesentlichen unabhängig von der Fahrzeugkategorie ist.

Schallleistungspegel Äquivalentfahr- leistungen

Mit Hilfe der spezifischen Schallleistungspegel je Fahrzeugkategorie kann die Fahrleistung der Kfz >3,5 Tonnen für die Teilabschnitte auf eine entsprechende Pkw-Äquivalentfahrleistung umgerechnet werden. Die Umrechnung erfolgt so, dass die Gesamtemission des Teilabschnittes unverändert bleibt, d. h. die Fahrten mit Kfz >3,5 Tonnen werden durch Fahrten mit Kfz ≤3,5 Tonnen substituiert. Die Zahl der substituierenden Fahrten von Kfz ≤3,5 Tonnen ist dabei das um einen Äquivalenzfaktor Vielfache der Fahrten mit den Kfz >3,5 Tonnen.

$$k = \frac{10^{L_{w',den,k}/10}}{k} \bigg/ \frac{10^{L_{w',den,Kfz \leq 3,5t}/10}}{Kfz \leq 3,5t}$$

k... Fahrzeugkategorie

e_k... Äquivalenzfaktor für die Fahrzeugkategorie k

L_{w',den,k}... Über Tag-Abend-Nacht gemittelter längenbezogener Schallleistungspegel der Fahrzeugkategorie k

Äquivalent- fahrleistungen

Damit kann das Verhältnis der Beiträge von Kfz ≤3,5 Tonnen und Kfz >3,5 Tonnen zu den Lärmemissionen – und somit auch den Lärmimmissionen des jeweiligen Abschnittes – in Form von Äquivalentfahrleistungen abgebildet werden und eine Summenbildung über die Teilnetze erfolgen.

Bei dieser Vorgehensweise werden die Faktoren zur Umrechnung auf Kfz ≤3,5 Tonnen-Äquivalente entsprechend den tatsächlichen Verhältnissen ermittelt und fahrleistungsgewichtet über das ganze betrachtete Teilnetz aufsummiert¹⁰. Die Verhältnisse spiegeln den Unterschied des A-bewerteten längenbe-

¹⁰ Die detaillierte Ermittlung der Achsfaktoren ist nur bei Unterscheidung nach Gebietstypen sinnvoll, daher wurde kein Durchschnittswert für ganz Österreich gebildet. Der Österreich-Durchschnitt liegt zwischen den für die Teilgebiete angegebenen Werten.

zogenen Emissionspegels wider. Es wird nicht auf eine möglicherweise unterschiedliche Belästigungswirkung aufgrund zum Beispiel einer Geräuschcharakteristik Rücksicht genommen.

Achszahl Je nach Gebietstyp und Achszahl liegen die auf diese Weise ermittelten Achsfaktoren im Bereich von 1,31 bis 4,19.

Da nach RVS 04.02.11 keine Unterscheidung von Kfz mit drei oder mehr als drei Achsen erfolgt, ergeben sich gleiche Achsfaktoren für 3- und 4+-Achser. Für eine Unterscheidung von 3- und 4+-Achsern müssten weitere Annahmen zu ihrem Emissionsverhalten getroffen werden.

Betrachtung mit standardisierten Achsfaktoren

standardisierte Achsfaktoren

Alternativ kann mit standardisierten Werten für die Achsfaktoren gearbeitet werden. Diese sind beispielsweise im Handbook on the external costs of transport (van Essen et al., 2019) enthalten. Im Gegensatz zur Berechnung nach der RVS 04.02.11, nach welcher alle Fahrzeuge mit drei oder mehr Achsen gleich bewertet werden, kann hier eine genauere Untergliederung vorgenommen werden. Während die Verkehrsdaten in den Achsklassen 2, 3 und 4+ vorliegen, sind allerdings die Achsfaktoren nach dem Handbuch je Gewichtsklasse unterschieden.

Tabelle 2:
Gewichtungsfaktoren für
Lärm nach dem Handbook on the external costs of transport.

Gewichtsklasse (in Tonnen)	Gewichtungsfaktor (Straßen mit 80 km/h oder mehr)
3,5–7,5	3
7,5–16	4,2
16–32	4,8
>32	5,5

Eine eindeutige Zuordnung von Gewichtsklasse und Achsklasse ist nicht möglich. Für eine direkte Anwendung der Achsfaktoren könnte beispielsweise eine konservative Zuordnung (Gewichtungsfaktoren 3, 4,2 und 4,8 für die Achsklassen 2, 3 und 4+) getroffen werden.

Betrachtung mit gewichteten standardisierten Achsfaktoren

Lärmanteil via Äquivalentfahrleistung

Im Rahmen detaillierter Untersuchungen im Auftrag der ASFINAG mittels WIM¹¹-Daten (Alfen Consult, 2022) konnte eine Zuordnung der Fahrzeuge sowohl auf Basis ihres höchstzulässigen Gesamtgewichts als auch der Achsanzahl erfolgen. Mit der Verteilung der in die Achsklassen 2, 3 und 4+-Achsen fallenden Gewichtsklassen war es möglich, einen gewichteten Mittelwert der Achsfaktoren

¹¹ Weigh In Motion (= Wiegen beim Drüberfahren) dient zur Erfassung der Fahrzeugachslast, während das Fahrzeug drüberfährt.

aus dem Handbook on the external costs of transport (siehe Tabelle 2) zu erstellen. Tabelle 3 enthält die mit diesen Achsfaktoren ermittelten Äquivalentfahrleistungen und die sich daraus ergebenden Anteile an der Lärmbelastung.

Tabelle 3: Fahrleistungen und Äquivalentfahrleistungen in Mio. Fzkm/a auf Basis der entsprechend Gewichtsklassen-Zusammensetzung gewichtet gemittelten Achsfaktoren sowie sich daraus ergebende Anteile, 2021.

	2 Achsen	3 Achsen	4+ Achsen
Kfz >=3,5 t: Mio. km/a	351	290	3 355
Achsfaktoren	3,65	4,55	5,25
Äquivalentfahrleistung in Mio. km/a	1 281	1 320	17 612
Kfz <3,5 t: Mio. km/a		25 247	
Kfz >3,5 t: Anteile in %	2,8	2,9	38,7
Kfz <= 3,5 t: Anteil in %		55,5	

Da diese Vorgehensweise eine detaillierte Abbildung der 2-, 3- und 4+-Achser in Bezug auf ihren Beitrag zu den Lärmemissionen erlaubt und die Datengrundlagen gut dokumentiert sind, werden diese Werte für die weiteren Betrachtungen herangezogen.

3.2.2 Luft

Die Aufteilung von Luftschadstoffemissionen auf die 18 definierten Subkategorien erfolgte für Stickoxide unterschiedlicher Oxidationsstufen (NO_x), Feinstaub (engl.: Particular Matter, kurz: PM₁₀¹²) ausschließlich aus der Kraftstoffverbrennung und Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffen (NMHC) für das Jahr 2021.

Konsistenz der Datengrundlagen

Dazu wurden zunächst die Ergebnisse der Nahzeitprognose der österreichischen Treibhausgas- (und Luftschadstoff-)Inventur für das Jahr 2021 hinsichtlich der Gesamtmengen der oben genannten Luftschadstoffe aus dem Schwerverkehr am hochrangigen Straßenverkehrsnetz in Österreich ausgewertet. Die Inventur des Verkehrsgeschehens am hochrangigen Verkehrsnetz wird stets auf die Fahrleistungsinformationen der ASFINAG kalibriert: Die Differenz zwischen der seitens ASFINAG für 2021 eingemeldeten Fahrleistung (3,996 Mrd. Fzkm) und der Fahrleistung gemäß Inventur für dasselbe Jahr (3,994 Mrd. Fzkm) beträgt lediglich 0,04 %, weshalb die Konsistenz zwischen Fahrleistung und Emissionsmengen gegeben ist. Die Summen der Emissionsmengen sind in nachfolgender Tabelle 4 angeführt.

¹² Die als Feinstaub (PM₁₀) bezeichnete Staubfraktion enthält 50 % der Teilchen mit einem Durchmesser von 10 µm, einen höheren Anteil kleinerer Teilchen und einen niedrigeren Anteil größerer Teilchen.

Tabelle 4: Gesamtemissionen ausgesuchter Luftschadstoffe aus dem Schwerverkehr am hochrangigen Verkehrsnetz in Österreich, 2021. (Quelle: Umweltbundesamt, 2022).

Emissionsart	Emissionsmenge in Tonnen
NO _x	4 019,2
PM ₁₀	51,6
NMHC	99,6

Aufteilung Emissionen auf Subkategorien

Die Aufteilung dieser Gesamtemissionsmengen auf die 18 definierten Subkategorien erfolgte unter Einsatz von Emissionsfaktoren für Güterverkehrsfahrzeuge aus dem Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA) in der Version 4.2¹³. Diese wurden zunächst für die Fahrzeugflotte am österreichischen Verkehrsnetz, ebenfalls für das Jahr 2021, in der größtmöglichen Disaggregation nach Fahrzeugschichten ausgewertet. Eine Fahrzeugschicht unterscheidet dabei nach Fahrzeugtyp, Gewichtsklasse, EURO-Emissionsklasse und teilweise nach Abgasnachbehandlungssystem; eine Fahrzeugschicht lautet beispielsweise „Solo Lkw >20–26 Tonnen Euro-IV SCR“. Nicht in HBEFA ausgewiesen werden Achskategorien, weshalb im nächsten Schritt ein vergleichbarer Schlüssel zur Zuordnung von Fahrzeugen mit einem bestimmten Fahrzeuggewicht zu einer der drei Achskategorien festgelegt wurde. Dieser Schlüssel kann nachfolgender Tabelle 5 entnommen werden.

Tabelle 5: Zuordnung von Fahrzeuggewichten aus HBEFA zu den Achskategorien.

Fahrzeugtyp	Achskategorie
LKW ≤7,5 t	
LKW >7,5–12 t	2
LKW >12–14 t	
LKW >14–20 t	
LKW >20–26 t	3
LKW >20–26 t	
LKW >26–28 t	
LKW >28–32 t	
LKW >32 t	
LZ/SZ ¹⁴ >20–28 t	4+
LZ/SZ >28–34 t	
LZ/SZ >34–40 t	
LZ/SZ >40–50t	

¹³ Emissionsfaktoren für Busse wurden nicht eigens ausgewertet, da diese ein ähnliches Emissionsverhalten aufweisen wie Lastkraftwagen, aber nur rund 2 % der gesamten Fahrleistung von mautpflichtigen Fahrzeugen erbringen (Alfen Consult, 2022).

¹⁴ LZ = Lastzug, Lkw mit Anhänger / SZ = Sattelzug.

Emissionsfaktoren und Achskategorien nach EURO-Klassen

HBEFA weist zu jedem der oben genannten Fahrzeugtypen einen eigenen Emissionsfaktor je EURO-Emissionsklasse aus. Die Re-Aggregation der Emissionsfaktoren nach Achskategorie erfolgte unter Berücksichtigung einerseits der Flottenanteile der Fahrzeugtypen und andererseits der Flottenanteile der EURO-Emissionsklassen innerhalb der Fahrzeugtypen. Die Emissionsfaktoren wurden schließlich für jede der drei Achskategorien getrennt nach EURO-Emissionsklasse ausgewiesen und sind in Anhang B absolut und relativ (indiziert auf die EURO-Emissionsklasse I) aufgelistet.

Kalibrierung der Emissionsfaktoren

Abschließend wurden die Emissionsfaktoren der EURO-Emissionsklasse I und über die Relativfaktoren auch die Emissionsfaktoren aller anderen Emissionsklassen im erforderlichen Ausmaß kalibriert, bis durch Multiplikation mit den entsprechenden Fahrleistungen die Gesamtemissionen gemäß Tabelle 4 abgebildet wurden. Dabei wurde die vereinfachende Annahme getroffen, dass die ermittelten Emissionsfaktoren für alle Siedlungsdichten und sowohl für Bergregionen als auch Nicht-Bergregionen unverändert übernommen werden können. Dies deshalb, da

1. keine Informationen über die durchschnittliche Verkehrssituation (und den sich daraus ableitenden Level Of Service) je Mautabschnitt vorliegen und etwaige Tempolimits von 80 km/h in urbanen Räumen nur wenig Auswirkung auf die Fahrdynamik von schweren Nutzfahrzeugen mit derselben höchstzulässigen Geschwindigkeit haben (betrifft vorrangig Siedlungsdichte) und
2. sich die erhöhten Emissionsfaktoren bei steigenden Längsneigungen näherungsweise durch die reduzierten Emissionsfaktoren in der entgegengesetzten Fahrtrichtung bei fallender Längsneigung wieder ausgleichen (betrifft vorrangig Bergregion / Nicht-Bergregion).

Die detaillierten Ergebnisse zur Aufteilung der Gesamtemissionen auf EURO-Emissionsklassen, Siedlungsdichten und Bergregion bzw. Nicht-Bergregion für NO_x, PM₁₀ und NMHC sind in Anhang C angeführt.

3.2.3 CO₂

Die Aufteilung der CO₂-Emissionen für das Jahr 2021 auf die 18 definierten Subkategorien erfolgte grundsätzlich nach derselben Methode wie jener der Luftschadstoffemissionen (vgl. Kapitel 3.2.2).

Datengrundlage

Auch zur Analyse von CO₂ wurde zunächst das Ergebnis der Nahzeitprognose der österreichischen Treibhausgas- (und Luftschadstoff-) Emissionen hinsichtlich der Gesamtmenge aus dem Schwerverkehr am hochrangigen Verkehrsnetz in Österreich ausgewertet. Diese Summe belief sich im Jahr 2021 auf **2 979 Kilotonnen CO₂**. Die Emissionsfaktoren wurden wieder in der größtmöglichen Disaggregation nach Fahrzeugschichten dem HBEFA entnommen und gemäß dem Schlüssel in Tabelle 5 und unter Berücksichtigung einerseits der Flottenanteile

der Fahrzeugtypen und andererseits der Flottenanteile der EURO-Emissionsklassen innerhalb der Fahrzeugtypen re-aggregiert. Das Ergebnis kann Anhang B entnommen werden.

EURO- vs. CO₂-Emissionsklassen

Ein Unterschied der CO₂-Analyse im Vergleich zur Analyse der Luftschadstoffe besteht darin, dass die Differenzierung der zukünftigen Kostensätze nicht (nur) nach EURO-Emissionsklassen, sondern nach sogenannten CO₂-Emissionsklassen erfolgen soll. Diese werden wie folgt unterschieden:

- a. CO₂-Emissionsklasse 1 – Fahrzeuge, die zu keiner der CO₂-Emissionsklassen der Buchstaben b bis e gehören;
- b. CO₂-Emissionsklasse 2 – Fahrzeuge der Fahrzeuguntergruppe sg, die im Berichtszeitraum des Jahres Y erstmals zugelassen wurden und deren CO₂-Emissionen mehr als 5 % unter der Emissionsreduktionskurve für den Berichtszeitraum des Jahres Y und die Fahrzeuguntergruppe sg liegen [...];
- c. CO₂-Emissionsklasse 3 – Fahrzeuge der Fahrzeuguntergruppe sg, die im Berichtszeitraum des Jahres Y erstmals zugelassen wurden und deren CO₂-Emissionen mehr als 8 % unter der Emissionsreduktionskurve für den Berichtszeitraum des Jahres Y und die Fahrzeuguntergruppe sg liegen [...];
- d. CO₂-Emissionsklasse 4 – emissionsarme schwere Nutzfahrzeuge; vereinfacht: weniger als 50 % des jeweiligen Bezugswertes
- e. CO₂-Emissionsklasse 5 – emissionsfreie Fahrzeuge.

Bezugsfaktoren für Neufahrzeuge

Die genannten Bezugsfaktoren sind im Durchführungsbeschluss (EU) 2021/781 der Kommission angeführt und für Fahrzeuge, die erstmalig im Jahr 2019 neu zugelassen wurden, anzuwenden. Da es sich demnach um Neufahrzeuge handelt, die im Regime der EURO-Emissionsklassen grundsätzlich der Klasse EURO VI zuzuordnen sind, wurden die Emissionsfaktoren dieser EURO-Emissionsklasse VI jeweils für jede der drei Achskategorien nochmals um

- 6,5 % (CO₂-Emissionsklasse 2),
- 9,5 % (CO₂-Emissionsklasse 3),
- 50 % (CO₂-Emissionsklasse 4) bzw.
- 100 % (CO₂-Emissionsklasse 5).

reduziert¹⁵ und die Emissionsfaktoren wieder dahingehend kalibriert, dass die Gesamtemissionen gemäß Inventur des Jahres 2021 in der Höhe von 2 979 Kilotonnen CO₂ abgebildet werden (vergleiche Anhang B).

Um die so generierte Emissionsfaktorenmatrix anwenden zu können, musste zuvor die Aufteilung der Gesamtfahrleistung um die CO₂-Emissionsklassen erweitert werden. Dieser Prozess wird nachfolgend im Detail erläutert.

¹⁵ Korrekterweise wären diese Reduktionsfaktoren auf die entlang der Emissionsreduktionskurve für 2021 entstehenden Bezugswerte je Fahrzeuguntergruppe anzuwenden. Da jedoch kein nachvollziehbarer Schlüssel zwischen den Achskategorien (abgeleitet aus den Gewichtsklassen aus dem HBEFA) und den (in der EU-Richtlinie definierten) Fahrzeuguntergruppen gebildet werden kann, wurde diese vereinfachte Herangehensweise gewählt.

Abbildung der CO₂-Emissionsklassen in der österreichischen Fahrzeugflotte

Fahrzeuguntergruppen-Bezugswerte

Die oben erwähnten Emissionsreduktionskurven beziehen sich auf Bezugswerte, die für Fahrzeuge definiert wurden, die erstmalig im Berichtszeitraum Jänner 2019 bis Juni 2020 (Referenzperiode) neu zugelassen wurden. Dabei wurden nur für neun ausgesuchte Fahrzeugtypen sogenannte Fahrzeuguntergruppen-Bezugswerte definiert. Diese unterscheiden sich nach Fahrzeugtyp (Lastkraftwagen oder Sattelzugmaschine), Achskonfiguration, Führerhaustyp und Motorleistung und können der Verordnung (EU) 2019/1242 entnommen werden. Die Untergruppen sind in nachfolgender Tabelle 6 abgekürzt und gemeinsam mit dem zugehörigen Bezugswert dargestellt.

Tabelle 6:
CO₂-Bezugswerte und
„Average Payload“ je
Fahrzeuguntergruppe in
der Referenzperiode
2019–2020.

Fahrzeuguntergruppe (VO (EU) 2019/1242)	Bezugswert in g CO ₂ je Tonnenkilometer (Durchführungsbe- schluss (EU) 2021/781)	„Average Payload“ in Tonnen (COM (2021) 679 final)
4-UD	307,23	2,65
4-RD	197,16	3,18
4-LH	105,96	7,42
5-RD	84,00	10,26
5-LH	56,60	13,84
9-RD	110,98	6,28
9-LH	65,16	13,40
10-RD	83,26	10,26
10-LH	58,26	13,84

Zuordnung zu Fahrzeuguntergruppen

Die Statistik zu den in der Referenzperiode in Österreich neuzugelassenen Fahrzeugen kann der Datenbank der Europäischen Energieagentur entnommen werden; für die Referenzperiode stehen die finalen Daten bereits zum Download zur Verfügung¹⁶. Die Datenbank umfasst für Österreich 20 854 Datensätze, von denen 5 259 Fahrzeuge (25 %) einer der neun Fahrzeuguntergruppen zugewiesen wurden. Darüber hinaus umfasst die Datenbank 8 492 Anhänger und 7 103 sonstige Fahrzeuge (z. B. Omnibusse), die keiner Fahrzeuguntergruppe zugeordnet werden.

CO₂ in g

Zusätzlich zur Fahrzeuguntergruppe ist jedem dieser Fahrzeuge ein spezifischer CO₂-Wert in Gramm je Fzkm zugewiesen, was eine Umrechnung in die Einheit Gramm je Tonnenkilometer erfordert (vgl. Tabelle 6). Dies erfolgte unter Einsatz von Informationen zum „Average Payload“ je Fahrzeuguntergruppe gemäß dem Bericht COM(2021) 679 der Europäischen Kommission – die Werte sind ebenfalls in Tabelle 6 aufgelistet.

¹⁶ https://discomap.eea.europa.eu/app/CO2HDV_Baseline/

Analyse nach CO₂-Emissionsklassen

Aufbauend auf diesen Informationen wurden die 5 259 Fahrzeuge, getrennt nach Fahrzeuguntergruppe, hinsichtlich ihrer Zuteilung zu den fünf CO₂-Emissionsklassen analysiert. Das Ergebnis, erweitert um jene 7 103 Neuzulassungen sowie die übrigen Fahrzeuge in Österreich, die keiner Fahrzeuguntergruppe zugeordnet werden und damit per Definition in die CO₂-Emissionsklasse 1 fallen, kann Tabelle 7 entnommen werden. Das Ergebnis zeigt, dass die CO₂-Emissionsklasse 1 mit 83 % aller Neuzulassungen einer Fahrzeuguntergruppe, 93 % aller neuzugelassenen Schwerverkehrsfahrzeuge bzw. 99 % aller Schwerverkehrsfahrzeuge dominiert.

*Tabelle 7:
Aufteilung der Fahrzeugflotte im Schwerverkehr am hochrangigen Verkehrsnetz in Österreich in der Referenzperiode Jänner 2019 bis Juni 2020 auf CO₂-Emissionsklassen.*

Fahrzeuguntergruppe	CO ₂ -Emissionsklasse					Summe
	1	2	3	4	5	
NZL 4-UD	2	0	0	0	0	2
NZL 4-RD	182	50	60	0	0	292
NZL 4-LH	198	58	22	0	0	278
NZL 5-RD	4	0	2	0	0	6
NZL 5-LH	2 703	293	136	0	0	3 132
NZL 9-RD	221	80	64	0	0	365
NZL 9-LH	926	115	34	0	0	1 075
NZL 10-RD	4	0	0	0	0	4
NZL 10-LH	102	3	0	0	0	105
NZL Sonstige	7 103					7 103
Bestand	70 478					70 478
Summe	81 923	599	318	0	0	82 840

Periodenkorrekturen

Da ab der Berichtsperiode Juli 2020 bis Juni 2021 – ab der ersten Berichtsperiode nach der Referenzperiode (Jänner 2019 bis Juni 2020) beginnen die Berichte immer zur Jahresmitte – noch keine finalen Daten zur Fahrzeuguntergruppenzuteilung der Neuzulassungen in Österreich vorliegen, mussten die Informationen zur Referenzperiode für die Berichtsperioden Juli 2020 bis Juni 2021 und Juli 2021 bis Juni 2022 hochgerechnet werden, um diese mit den Fahrleistungsdaten für das Kalenderjahr 2021 verschneiden zu können.

Dazu wurden zunächst die Eckdaten der gesamten Neuzulassungen aller Schwerverkehrsfahrzeuge im Jahr 2021 (7 634) sowie der betreffende Fahrzeug-

bestand per 31.12.2021 (84 669) bei der Statistik Austria ausgehoben. Im zweiten Schritt wurde mangels verfügbarer Informationen der Anteil der Neuzulassungen, die einer Fahrzeuguntergruppe zugeordnet werden können, an den gesamten neuzugelassenen Schwerverkehrsfahrzeuge (42,5 %) für das Kalenderjahr 2021 unverändert übernommen und mit den neuzugelassenen Schwerverkehrsfahrzeugen multipliziert. Die so errechneten 3 248 Fahrzeuge bilden die Grundgesamtheit zur Aufteilung auf die CO₂-Emissionsklassen 1 bis 5 gemäß Tabelle 8. Zur Abbildung einer technologischen Entwicklung von 2020 auf 2021 wurde ebenfalls mangels verfügbarer Informationen die Annahme getroffen, dass sich der Anteil der CO₂-Emissionsklasse 1 um 6 % reduziert und die Anteile der CO₂-Emissionsklassen 2 und 3 jeweils um 3 % steigen. Ergänzend wurden zur Abschätzung des Hochlaufs emissionsfreier Fahrzeuge gemäß Neuzulassungsstatistik für das Jahr 2021 50 emissionsfreie Fahrzeuge der CO₂-Emissionsklasse 5 ergänzt und in der Klasse 1 abgezogen.

*Tabelle 8:
Aufteilung der neuzugelassenen Schwerverkehrsfahrzeuge, die einer Fahrzeuguntergruppe zugeordnet werden können, auf CO₂-Emissionsklassen, 2019 bis 2021.*

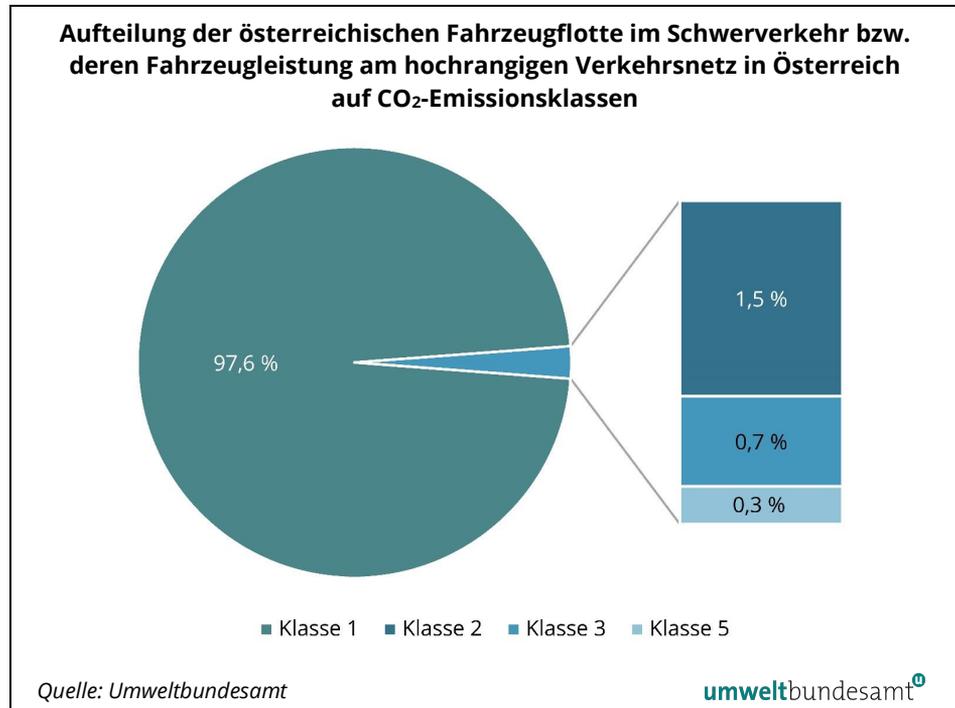
Kalenderjahr der Neuzulassung	CO ₂ -Emissionsklasse					Summe
	1	2	3	4	5	
2019	3 039	344	104	0	0	3 487
2020	2 342	371	173	0	0	2 886
2021	2 391	515	292	0	50	3 248

hoher Anteil der CO₂-Emissionsklasse 1

Abschließend wurden die restlichen Neuzulassungen im Schwerverkehr, die keiner Fahrzeuguntergruppe zugeordnet werden können (4 386) sowie der gesamte übrige Fahrzeugbestand (exkl. jener Fahrzeuge, die nicht bereits in den Kalenderjahren 2019 und 2020 einer der Klassen 2 bis 5 zugeteilt wurden) definitionsgemäß der CO₂-Emissionsklassen 1 zugeordnet. Als Ergebnis wurde ein Flottenanteil der CO₂-Emissionsklasse 1 im Jahr 2021 von 97,6 % errechnet, der zugleich als Fahrleistungsanteil der CO₂-Emissionsklasse 1 übernommen wurde (siehe Abbildung 4). Letzteres unter den Annahmen, dass

1. sich die Entwicklungen bei den Neuzulassungen nicht in Österreich zugelassener Fahrzeuge ähnlich darstellen wie in Österreich und
2. Fahrzeuge unabhängig von ihrer CO₂-Emissionsklasse ungefähr dieselbe spezifische Jahresfahrleistung erbringen. Das bedeutet beispielsweise, dass ein Solo-Lkw mit drei Achsen der CO₂-Emissionsklasse 1 ungefähr dieselbe spezifische Jahresfahrleistung erbringt wie ein Solo-Lkw mit drei Achsen der CO₂-Emissionsklassen 2 bis 5.

Abbildung 4:
Anteil der österreichischen Fahrzeugflotte im Schwerverkehr bzw. deren Fahrleistung am österreichischen hochrangigen Verkehrsnetz auf CO₂-Emissionsklassen, 2021.



Differenzierung CO₂-nach EURO-Emissionsklassen

Der hohe Anteil der CO₂-Emissionsklasse 1 legt eine weitere Differenzierung dieser Fahrzeuggruppe nahe. Aus diesem Grund wurde in Absprache mit dem Auftraggeber ergänzend eine Aufteilung nach EURO-Emissionsklasse innerhalb der CO₂-Emissionsklasse 1 vorgenommen. Hierfür wurde wieder die von der ASFINAG zur Verfügung gestellte Mautstatistik für das Jahr 2021 als Grundlage herangezogen. Die finale Aufteilung der Fahrleistung von 3,996 Mrd. Fzkm im Jahr 2021 auf CO₂-Emissionsklassen und EURO-Emissionsklassen kann dem Anhang A entnommen werden.

Der Berechnung bzw. Aufteilung der gesamten CO₂-Emissionen in der Höhe von rund 2 979 Kilotonnen erfolgte wie bereits bei den Luftschadstoffen (vgl. Kapitel 3.2.2) schließlich durch Multiplikation der Emissionsfaktoren mit den Fahrleistungsanteilen gemäß obigen Tabellen. Wie zuvor bei der Analyse der Luftschadstoffe wurden auch hier die ermittelten Emissionsfaktoren für alle Siedlungsdichten und sowohl für Bergregionen als auch Nicht-Bergregionen unverändert übernommen. Die detaillierten Ergebnisse zur Aufteilung der Gesamtemissionen auf CO₂-Emissionsklassen bzw. EURO-Emissionsklassen, Siedlungsdichten und Bergregion bzw. Nicht-Bergregion sind in Anhang C angeführt.

3.3 Verwendete Kostensätze

3.3.1 Lärm

Wie in Kapitel 3.1 dargestellt erfolgt die Ermittlung der externen Kosten für die Lärmbelastung auf Basis der Ergebnisse der strategischen Lärmkartierung, siehe Kapitel 4.1.1. Die externen Kosten umfassen dabei den gesamten Verkehr, also auch Kfz $\leq 3,5$ Tonnen hzG. Die Differenzierung nach Fahrzeugkategorie erfolgt dann im Rahmen der Ermittlung der Kosten je Fzkm.

3.3.2 Luft

berücksichtigte Auswirkungen von Verkehrsemissionen

Für die monetäre Bewertung von Luftschadstoffemissionen werden externe Kostensätze für Österreich aus dem *Handbook on the external costs of transport* (Maibach et al., Dezember 2007) herangezogen. Folgende Auswirkungen von verkehrsbedingten Luftschadstoffemissionen werden berücksichtigt: (1) Gesundheitliche Auswirkungen, (2) Ernteverluste, (3) Material- und Gebäudeschäden und (4) Biodiversitätsverluste. (1) Gesundheitsschädliche Auswirkungen werden vor allem durch das Einatmen von Partikeln und Stickoxiden verursacht. Dies erhöht das Risiko von Atemwegs- und Herz-Kreislauf-Erkrankungen (z. B. Bronchitis, Asthma, Lungenkrebs). NO_x - und NMHC-Emissionen können landwirtschaftliche Kulturen schädigen und (2) Ernteverluste verursachen. Stickoxide können darüber hinaus (3) Schäden an Gebäuden und anderen Materialien verursachen (z. B. Verschmutzung, Korrosion). Luftschadstoffe können weiters Schäden an Ökosystemen verursachen (z. B. Versauerung von Boden, Niederschlag und Wasser, Eutrophierung) und zu einem (4) Rückgang der biologischen Vielfalt beitragen.

Vgl. Art. 2 Abs. 1 Z 10 der Richtlinie (EU) 1999/62/EG idgF:

10. „Kosten verkehrsbedingter Luftverschmutzung“ sind die Kosten der **Gesundheitsschäden beim Menschen und der Umweltschäden**, die beim Betrieb eines Fahrzeugs durch die Emissionen von Feinstaub und Ozonvorläufern wie NO_x sowie von flüchtigen organischen Verbindungen verursacht werden.

Durchschnittswerte Kostensätze

Tabelle 9 zeigt die nationalen Durchschnittswerte der externen Kostensätze für verkehrsbedingte Luftschadstoffemissionen für Österreich (van Essen et al., 2019). Die externen Kostensätze sind jeweils in Euro₂₀₂₁ pro Tonne Schadstoff angegeben.

Tabelle 9: Österreichische Durchschnittswerte der externen Kostensätze für verkehrsbedingte Luftschadstoffemissionen, in Euro zu Preisen 2021 (Quelle: *Handbook on the external costs of transport*).

	NMHC	NO_x rural	NO_x city	PM_city	PM_rural
Euro ₂₀₂₁ pro Tonne	2 534,79	26 780,57	45 626,16	166 414,27	95 881,07

Fokus der Analyse Der Fokus der Analyse für Luftverschmutzung wird auf flüchtige organische Verbindungen (NMHC), NO_x und PM gelegt. Bei PM wird die Partikelbelastung, die durch Abgase verursacht wird, berücksichtigt. Feinstaub aus Reifen- und Bremsabrieb bzw. Wiederaufwirbelung von der Straße wird nicht beachtet.

Vgl. Richtlinie (EU) 2022/362:

10. „Kosten verkehrsbedingter Luftverschmutzung“ sind die Kosten der Gesundheitsschäden beim Menschen und der Umweltschäden, die beim Betrieb eines Fahrzeugs **durch die Emissionen von Feinstaub und Ozonvorläufern wie NO_x sowie von flüchtigen organischen Verbindungen verursacht werden.**

Klassifizierung außerstädtisch, Vorstadt, Stadt

Annahmen zur Angleichung

Da sich die verwendeten Siedlungsdichten der NO_x- und PM-Kostensätze im *Handbook on the external costs of transport* (EU, 2020) nicht mit den hier verwendeten (außerstädtisch, Vorstadt, Stadt) decken, muss eine Annahme zur Angleichung getroffen werden. Rurale Gebiete werden im *Handbook on the external costs of transport* (EU, 2020) als Gebiete „außerhalb von Städten“ definiert (EU, 2020, p.57). Es werden dementsprechend NO_x- und PM-Emissionen in Stadtgebieten mit dem „NO_x city“- bzw. „PM-city“-Kostensatz und diejenigen, die in außerstädtischen und Vorstadtgebieten emittiert werden, mit dem „NO_x-rural“- bzw. „PM rural“-Kostensatz bewertet.

3.3.2.1 Berechnung zur Ermittlung der externen Kosten nach Richtlinie

Gemäß der Richtlinie (EU) 2022/362 wird folgende Methode zur Berechnung der durch den Schwerverkehr am hochrangigen Straßenverkehrsnetz verursachten Luftverschmutzung angewendet:

$$= \sum_k \quad \times \quad (1)$$

Wobei:

PCV_{ij} – Kosten der Luftverschmutzung durch ein Fahrzeug der Klasse *i* auf einer Straße der Kategorie *j* (Euro/Fzkm)

EF_{ik} – Emissionsfaktor des Schadstoffes *k* und der Fahrzeugklasse *i* (g/Fzkm) aus HBEFA 4.2 Update

PC_{jk} – monetäre Kosten des Schadstoffes *k* für eine Straße der Kategorie *j* (Euro/g) aus *Handbook on the external costs of transport* (van Essen et al., 2019).

Aufgliederung der externen Kosten

Um die externen Kosten nach Achskategorie und EURO-Emissionsklasse getrennt nach Bergregion bzw. Nicht-Bergregion und Siedlungsdichte zu berechnen, werden in einem ersten Schritt die jeweils ermittelten Schadstoffemissionen mit den externen Kostensätzen multipliziert. Dies ergibt die externen Kosten, welche durch die jeweiligen Verkehrsemissionen von NO_x, NMHC und PM₁₀ des Schwerverkehrs am hochrangigen Verkehrsnetz entstehen. Diese werden in weiterer Folge aufaddiert. So ergeben sich die gesamten externen Kosten für Luftverschmutzung, die durch den Schwerverkehr im hochrangigen Verkehrsnetz entsteht – getrennt nach Achskategorie und EURO-Emissionsklasse.

Aufschlagsfaktor Bergregion – Temperaturinversion und Skalierung

Temperaturinversion erhöht Immissions- niveau und Kosten

Mit einer höheren Steigung und geographischen Höhe steigen die Emissionsniveaus der Luftschadstoffe an. Dies kann zu höheren externen Kosten führen. Eine Temperaturinversion ist ein bestimmtes Wetterphänomen, das verhindert, dass emittierte Schadstoffe aufsteigen können. Die Schadstoffe sammeln sich hierbei in der untersten Schicht der Atmosphäre an und verweilen dort. Das Immissionsniveau der Schadstoffe steigt somit an und kann so höhere externe Kosten verursachen. Gemäß der Richtlinie (EU) 2022/362 dürfen die Bezugswerte für die Gebühr für externe Kosten durch Luftverschmutzung und Lärmbelastung des Schwerverkehrs in Bergregionen und Ballungsräumen mit einem Aufschlagsfaktor versehen werden.

Vgl. Richtlinie (EU)2022/362:

Die Werte in Tabelle 1 dürfen in Bergregionen und in Ballungsräumen mit einem Faktor von höchstens 2 multipliziert werden, soweit das durch geringere Streuung, Straßensteigung bzw. -gefälle, geografische Höhe oder Temperaturinversionen gerechtfertigt ist.

Bergaufschlag

Um diese Faktoren in die Berechnung der externen Kosten durch Luftverschmutzung des Schwerverkehrs im hochrangigen Straßenverkehrsnetz einfließen zu lassen, wird ein Bergaufschlag nach (Sutter et al., 2017) angewandt. Dieser berücksichtigt sowohl Höhenlagen, Steigung und Temperaturinversion als auch eine geringere Bevölkerungsdichte in Bergregionen und ergibt in Summe 4,2. Da der Schadstoff PM als Leitparameter in dieser Situation gilt, wird der Aufschlagsfaktor ausschließlich auf die externen Kosten, die durch ebendiesen Luftschadstoff entstehen, angewendet. Der Bergaufschlag wird auf 42,9% der Mautabschnitte angewandt. Diese liegen in einer Bergregion und sind sehr häufig von Temperaturinversion betroffen (Käfer et al., 2011). Auf jene Gebiete, die von Temperaturinversion sehr häufig betroffen sind, aber nicht in Bergregionen liegen, wird kein Aufschlagsfaktor angewandt.

Die berechneten externen Kosten, die durch Luftverschmutzung des Schwerverkehrs am hochrangigen Straßennetz entstehen, werden anschließend durch die jeweilige Fahrleistung des Jahres 2021 dividiert. Das Ergebnis sind die externen Kosten je Fzkm, unterteilt nach Achskategorie und EURO-Emissionsklassen.

Verschiebungen zwischen Mautabschnitten

Die für die Berechnung der externen Kosten je Fzkm verwendeten Fahrleistungen basieren auf einer möglichst detaillierten Untergliederung des ASFINAG-Netzes nach Gemeinden und Bergregions-Eigenschaft und Zuordnung zu einem der Gebietstypen. Für eine Bemautung müssen die Mautabschnitte aber jeweils in ihrer Gesamtheit einem Gebietstyp zugeordnet werden. In der Folge wurde der in einem Mautabschnitt am stärksten vertretene Gebietstyp als repräsentativ für den ganzen Mautabschnitt gewählt. Dadurch kann es im Gesamtnetz zu Verschiebungen der Fahrleistung zwischen den Gebietstypen und somit auch Änderungen der gesamten externen Kosten kommen. Um eine übergebührlige Internalisierung bei einer Anwendung der errechneten externen Kosten pro Fzkm als Mauttarife zu vermeiden, werden diese mit einem Skalierungsfaktor multipliziert.

3.3.3 CO₂

Basis Vermeidungs- kostenkonzept

Für die Ermittlung der externen Kosten für CO₂-Emissionen des Schwerverkehrs am hochrangigen Straßenverkehrsnetz wird in der Richtlinie eine monetäre Bewertung nach dem Konzept der Vermeidungskosten vorgeschlagen.

Vgl. *Wegekostenrichtlinie (RL 1999/62/EG)*:

*Anhang IIIa 4.3 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.

integrierte Bewertungsmodelle

In der vorliegenden Analyse wird ein Kostensatz für die externen Kosten von CO₂-Emissionen von der EIB (European Investment Bank, 2020) herangezogen. Innerhalb der EIB-Studie werden aktuelle Studien über die Vermeidungskosten von CO₂-Emissionen untersucht, welche die Grundlage für den IPCC-Sonderbericht über die globale Erwärmung von 1,5 °C (IPCC, 2018) bildeten. Zur Bewertung von Vermeidungskosten werden integrierte Bewertungsmodelle (Integrated Assessment Models, IAMs) eingesetzt. Die wichtigsten, von Expert:innen begutachteten Forschungsarbeiten können in der IAMC-Datenbank (Integrated Assessment Model Consortium) abgerufen werden.

hohe Bandbreite bei Grenzkosten

In der EIB-Analyse werden nur diejenigen Szenarien miteinbezogen, in denen das **1,5 °C-Ziel bis zum Ende des Jahrhunderts** erreicht werden kann, wobei es zu keinem oder nur einem geringen Overshoot¹⁷ kommen darf. Es ergeben sich in den Simulationsmodellen aufgrund der Unsicherheit über die zur Zielerreichung notwendigen physischen Veränderungen und Preisentwicklungen jeweils große Bandbreiten an Grenzkosten. Für die weitere Analyse der externen Kosten von CO₂-Emissionen wird der Median der Grenzkosten verwendet, dessen Verwendung von der EIB empfohlen wird (siehe Tabelle 10).

Tabelle 10 zeigt die Mediane der Grenzkosten für die Jahre 2020, 2030 und 2050. Für die Zwischenjahre wurde jeweils linear interpoliert. Die Preise wurden

¹⁷ Ein Overshoot bedeutet einen Spitzenwert, gefolgt von einem Rückgang, der dadurch erreicht wird, dass der anthropogene Abbau von Kohlendioxid die verbleibenden Emissionen weltweit übersteigt. Ein geringer Overshoot wird angelehnt an den IPCC SR15 dadurch definiert, dass die globale Erwärmung bis etwa 2000 nach einer Überschreitung auf 1,5 °C zurückgeht.

zudem auf Euro₂₀₂₁ umgerechnet. Die dafür verwendeten Indizes¹⁸ wurden auf Basis der Jahresdurchschnitte von 2016 und 2021 berechnet. Für das Jahr 2021 ergibt sich ein CO₂Kostensatz von 107 Euro₂₀₂₁ pro Tonne CO₂.

Tabelle 10: Von der EIB empfohlene Vermeidungskosten für CO₂ (Datengrundlage: (European Investment Bank, 2020)).

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Wert (Euro ₂₀₂₁ /t CO ₂ -eq ¹⁹)	88,17	181,84	275,52	429,81	578,59	727,37	881,67

Nicht-ETS-Preiskorridor im Vergleich

Zur Validierung und Plausibilisierung wurde eine Empfehlung für die externen Kosten von CO₂ in Österreich (Graßl et al., 2020) herangezogen. Diese schlagen basierend auf den für Deutschland berechneten Vermeidungskosten (Edenhofer et al., 2019) einen Preiskorridor für Nicht-ETS-Emissionshandel von 36–185 Euro₂₀₂₁ pro Tonne CO₂ (2020) bis 72–462 Euro₂₀₂₁ pro Tonne CO₂ (2030) vor. Die von der EIB empfohlenen Medianwerte liegen innerhalb dieser Bandbreite. Ihre Anwendung für die Bewertung von externen Kosten verkehrsbedingter CO₂-Emissionen wird daher als wissenschaftlich fundiert angesehen.

Kosten nach Achskategorie und EURO-Emissionsklassen

Um die externen Kosten, die durch die CO₂-Emissionen des Schwerverkehrs am hochrangigen Straßennetz verursacht werden, nach Achskategorie und EURO-Emissionsklasse zu berechnen, werden im ersten Schritt die jeweils ermittelten CO₂-Emissionen mit den von der EIB empfohlenen Vermeidungskosten für CO₂ (vergleiche Tabelle 10) multipliziert. Als Referenzjahr wird das Jahr 2021 und somit ein Kostensatz von 107 Euro₂₀₂₁ pro Tonne CO₂-eq gewählt. Aus der Multiplikation der CO₂-Emissionen (in Tonnen) mit dem externen Kostensatz ergeben sich die gesamten externen Kosten für CO₂-Emissionen des Schwerverkehrs am hochrangigen Straßennetz nach Achskategorie, CO₂- und EURO-Emissionsklasse.

österreichspezifische Fahrleistung

Die externen Kosten, die durch CO₂-Emissionen des Schwerverkehrs am hochrangigen Straßenverkehrsnetz entstehen, werden anschließend durch die jeweiligen österreichspezifischen Fahrleistungen geteilt. Das Ergebnis sind die externen Kosten je Fzkm (siehe 4.2.3) unterteilt nach Achsklassen, CO₂-Emissionsklassen sowie EURO-Emissionsklassen (innerhalb der CO₂-Emissionsklasse 1).

¹⁸ Quelle der Indizes: ist der Statistik Austria Wertsicherungsrechner.

¹⁹ 1,00 Euro pro Tonne CO₂ entspricht 1,00 Euro pro Tonne CO₂-eq.

4 ERGEBNISSE 2021

4.1 Externe Kosten

4.1.1 Lärm

***direkte
Kostenermittlung
möglich***

Die gesamten externen Kosten für die Belastung durch Lärm werden aus der Betroffenenauswertung im Rahmen der strategischen Lärmkartierung gemäß EU-Umgebungslärmrichtlinie (RL 2002/49/EG) je Gebietstyp abgeleitet. Da die Kartierung das gesamte Autobahn- und Schnellstraßennetz umfasst, die Daten für Straßen in der Zuständigkeit des Bundes und der Länder getrennt vorliegen und eine gemeindescharfe Auswertung vorliegt, ist eine direkte Kostenermittlung aus den Betroffenenauswertungen für die unterschiedlichen Gebietstypen möglich.

***gewichtete Aufteilung
der Kosten***

Diese Kosten werden dann den wie in Kapitel 3.2.1 für die jeweiligen Gebietstypen ermittelten gefahrenen Pkw- und Lkw-Kilometern zugeordnet. Mit den Achsfaktoren kann dem unterschiedlichen Emissionsverhalten der Fahrzeugkategorien Rechnung getragen werden und eine gewichtete Aufteilung der Kosten erfolgen.

***gemeindeweise
Auswertung, sinkende
Betroffenzahlen***

Lärmbetroffene

Die aus der strategischen Lärmkartierung verfügbare Betroffenenauswertung liegt gemeindeweise vor. Die Anzahl der in den unterschiedlichen Pegelklassen erfassten hauptwohnsitzgemeldeten Einwohner:innen wird je nach Siedlungsdichte im Autobahnkorridor in der jeweiligen Gemeinde und der Eigenschaft, ob die Gemeinde eine Bergregion ist (Käfer et al., 2011), aufsummiert. Für die Gemeinde Wien steht eine gemeindebezirksweise Betroffenenauswertung zur Verfügung. Die hier verwendeten Daten der strategischen Lärmkartierung 2022 wurden von Seite der ASFINAG übermittelt, waren zum Zeitpunkt der Erstellung des Berichts aber noch nicht veröffentlicht. Im Vergleich zur strategischen Lärmkartierung 2017 zeigte sich eine deutliche Abnahme der Lärmbetroffenen. So waren 2017 insgesamt rund 578 000 hauptwohnsitzgemeldete Einwohner:innen in Pegelklassen mit einem Tag-Abend-Nachtlärmpegel $L_{den} > 55 \text{ dB}^{20}$ ausgewiesen, während es 2022 nur mehr 278 000 waren. In der EU-Umgebungslärmrichtlinie (RL 2002/49/EG) vorgenommene Änderungen im Berechnungsverfahren betreffen die Emissions- und Ausbreitungsberechnung, insbesondere aber auch die Zählweise der Einwohner:innen. Diese werden nun nicht mehr dem lautesten Fassadenpegel, sondern aliquot der lauterer Hälfte der an einem Gebäude vorliegenden Fassadenpegel zugeordnet, wenn keine näheren Informationen über die Situierung der Wohnungen in den Gebäuden vorliegen.

²⁰ Entsprechend der EU-Umgebungslärmrichtlinie sind Betroffene erst ab Lärmpegeln von 55 dB L_{den} für den Tag-Abend-Nachtzeitraum bzw. 50 dB L_{night} (optional 45 dB L_{night}) für den Nachtzeitraum zu erheben.

*Tabelle 11:
Durch Lärm betroffene
Einwohner:innen, auf
Zehner gerundet. Eigene
Berechnung.*

	L_{den}	L_{night}
45–50 dB		264 230
50–55 dB		92 370
55–60 dB	209 040	17 340
60–65 dB	59 460	2120
65–70 dB	7 630	280
70–75 dB	1 520	
>75 dB	190	10

Für die sechs unterschiedlichen Gebietstypen werden Teilsummen der Betroffenauswertungen gebildet, mit denen dann die Berechnung der externen Kosten durch Lärm erfolgt.

Externe Kosten der Lärmbelastung

Berechnungsmethoden

Für die Berechnung der externen Kosten für die Lärmbelastung stehen unterschiedliche Methoden zur Auswahl, von denen die monetäre Bewertung der gesundheitlichen Auswirkungen durch die Lärmbelastung einerseits und andererseits die Ermittlung der Kosten über fixe Kostensätze je nach Höhe der Lärmbelastung näher untersucht wurden.

Kostenermittlung über Gesundheitseffekte

Basis Dosis-Wirkungs-Relationen

Aus den Betroffenenanalysen wird mit Hilfe der Dosis-Wirkungs-Relationen gemäß Anhang III der Umgebungslärmrichtlinie (RL 2002/49/EG) ermittelt, wie viele Einwohner:innen eine lärmbedingte starke Belästigung, starke Schlafstörung oder eine ischämische Herzkrankheit erleiden. Weitere gesundheitliche Auswirkungen, die nicht im Anhang III explizit mit einer Dosis-Wirkungs-Relation angeführt sind, werden nicht berücksichtigt.

Inzidenz ischämischer Herzkrankheiten

Während die Ableitung für die starke Belästigung und die starke Schlafstörung festen Dosis-Wirkungs-Relationen folgt, wird für ischämische Herzkrankheiten auf Basis der Betroffenauswertungen nur ein der Lärmbelastung zurechenbares Risiko für die Bevölkerung gebildet. Aus diesem Risiko und der Inzidenz kann dann die Zahl der Fälle abgeleitet werden. Für die Inzidenz wurde auf eine Auswertung über die Jahre 2018–2020 zurückgegriffen (BMSGPK, 16. Mai 2022). Der Mittelwert für 2019 (für das Jahr 2020 können Pandemieeffekte nicht ausgeschlossen werden) beträgt rund 35 300 Fälle für ischämische Herzkrankheiten IHK (ICD²¹-10 Codes I20–I25). Für IHK wurden als konservativer Ansatz nur Lebensjahre mit Beeinträchtigung gezählt (YLD), wobei die Dauer der Empfehlung der WHO entsprechend mit einem Jahr angenommen wurde. Es wurden keine verlorenen Lebensjahre aufgrund vorzeitiger Todesfälle (YLL) berücksichtigt.

²¹ International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems

Gewichtungsfaktoren für verlorene gesunde Lebensjahre	Aus der ermittelten Anzahl der Einwohner:innen mit lärmbedingter starker Belästigung, starker Schlafstörung oder ischämischer Herzkrankheit werden mit entsprechenden Gewichtungsfaktoren (Disability Weights) verlorene gesunde Lebensjahre (DALYs) gebildet. Die Gewichtungsfaktoren (0,02 starke Belästigung, 0,07 starke Schlafstörung, 0,351 ischämische Herzkrankheit) wurden aus der WHO-Veröffentlichung Burden of disease from environmental Noise (Theakston, 2011) entnommen. Ein Gewichtungsfaktor von 0,02 bedeutet beispielsweise, dass ein Jahr mit starker Belästigung als 7,3 verlorene gesunde Tage gezählt wird.
WHO-Gesundheitsbegriff	An dieser Stelle ist darauf hinzuweisen, dass die WHO eine im Vergleich zu dem in der österreichischen Gesetzgebung zugrunde gelegten Gesundheitsbegriff sehr umfassende Definition von Gesundheit vorsieht: „ <i>Gesundheit ist ein Zustand des vollständigen körperlichen, geistigen und sozialen Wohlergehens und nicht nur das Fehlen von Krankheit oder Gebrechen.</i> “
Kostensatz für ein Lebensjahr	Eine monetäre Bewertung kann dann mit der Anwendung von fixen Kostensätzen für ein Lebensjahr (Value of a statistical Life Year, VOLY) erfolgen. Nach dem Handbook on the external costs of transport (van Essen et al., 2019) werden die für den europäischen Raum empfohlenen Kosten von 70 000 Euro (zu Preisen 2016) angesetzt.
Gesamtkosten Lärmbelastung 2021	Daraus ergeben sich auf das Jahr 2021 umgelegt (VPI: +10,2 % zu 2016) externe Kosten für die Lärmbelastung durch das A&S-Netz (Kfz ≤3,5 Tonnen und Kfz > 3,5 Tonnen) von insgesamt rund 147 Mio. Euro . 57 % davon entfallen auf die starke Schlafstörung, 42 % auf starke Belästigung und rund 1 % auf ischämische Herzkrankheiten. Betrachtet man starke Belästigung und starke Schlafstörung erst oberhalb der in der Dienstanweisung Lärmschutz an bestehenden Bundesstraßen vorgesehenen Grenzwerte von 60 dB für den Tag-Abend-Nachtlärmpegel L_{den} und 50 dB für den Nachtlärmpegel L_{night} , so ergeben sich externe Kosten von insgesamt rund 55 Mio. Euro für Kfz ≤3,5 Tonnen und Kfz >3,5 Tonnen.
Bandbreite und Spielraum	Erfahrungsgemäß weisen auf diese Weise berechnete Kosten in der Literatur hohe Bandbreiten auf. So besteht einerseits bei der Festlegung der Gewichtungsfaktoren (Disability Weights) wie auch andererseits bei der monetären Bewertung eines verlorenen gesunden Lebensjahres ein entsprechender Spielraum. Im Bewertungsschema der beiden nachfolgenden Methoden wird darüber hinaus argumentiert, dass die Auswirkung Schlafstörung zu einem gewissen Grad auch im Rahmen der Belästigung bzw. der gesundheitlichen Auswirkungen miterfasst sei und daher nicht extra noch einmal berücksichtigt werden dürfe.
Durchschnittswerte in der Literatur	Kostenermittlung mittels fixer Kostensätze je nach Höhe der Lärmbelastung In der Literatur sind auch generelle Durchschnittswerte für die Kosten je betroffenen Einwohner:innen und Jahr zu finden. Diese Sätze können einerseits in Kosten pro dB Erhöhung der Lärmbelastung ab einem bestimmten Wert oder

als Durchschnittswert pro Pegelklasse angegeben sein. In der Folge werden die zwei Quellen aktuelleren Datums – die Methodenkonvention 3.1 (Umweltbundesamt Dessau, 2020) sowie das Handbook on the external costs of transport (van Essen et al., 2019) dargestellt.

In der Methodenkonvention 3.1. des Umweltbundesamt Dessau werden die nachfolgenden Kostensätze für die Belastung durch Lärm angegeben (Wert 2020).

*Tabelle 12:
Kostensätze Lärmbelastung nach UBA Dessau, Methodenkonvention 3.1.*

L_{den}	Lärmkosten in Euro pro Person und Jahr
55–60 dB	116,38
60–65 dB	196,34
65–70 dB	306,27
70–75 dB	454,91
>75 dB	650,74

Diese Kostensätze weisen eine gute Übereinstimmung mit den Werten der HEATCO-Studie (Bickel et al., 2006) auf, die beispielsweise auch in „Ermittlung zulässiger Mauttarife für externe Kosten“ (Herry, Sedlacek und Steinacher, 2015) herangezogen wurde.

Gesamtkosten nach Methodenkonvention 3.1

Mit diesen Kostensätzen und der Wertanpassung auf 2021 (VPI: +2,77 %) ergeben sich im Jahr 2021 durch die verursachte Lärmbelastung am Autobahn- und Schnellstraßennetz Kosten von insgesamt **40,2 Mio. Euro** für Kfz ≤3,5 Tonnen und Kfz > 3,5 Tonnen.

Im Handbook on the external costs of transport (van Essen et al., 2019) werden für die Ermittlung der Kosten je Personen- bzw. Tonnenkilometer und der Kosten je Fzkm ebenfalls Kostensätze je Lärmbelastungsklasse angegeben. Für Österreich werden die in Tabelle 13 dargestellten Werte angeführt.

*Tabelle 13:
Kostensätze Lärmbelastung nach Handbook on the external costs of transport.*

L_{den}	Lärmkosten in Euro pro Person und Jahr
55–60 dB	194
60–65 dB	412
65–70 dB	709
70–75 dB	1 141
>75 dB	1 447

Gesamtkosten gemäß Handbook

Mit diesen Kostensätzen und der Wertanpassung auf 2021 (VPI: +10,2 %) ergeben sich für das Jahr 2021 Lärmkosten von **79,8 Mio. Euro** für Kfz ≤3,5 Tonnen und Kfz > 3,5 Tonnen.

Sowohl bei der Methodenkonvention 3.1 als auch im Handbook on the external costs of transport erfolgt keine Berücksichtigung der Schlafstörung. In beiden Fällen wird mit einer Überlagerung der Angaben zur Belästigung bzw. den gesundheitlichen Auswirkungen argumentiert. Was die Ermittlung der Lärmkosten betrifft, scheinen jedenfalls die Werte aus der Methodenkonvention bzw. dem Handbook auf der sicheren Seite zu liegen. Bei der detaillierten Betrachtung der gesundheitlichen Auswirkungen ausschließlich über den DALY-Ansatz stellen die Wahl der berücksichtigten Gesundheitsendpunkte, der berücksichtigten Pegelbereiche sowie der Gewichtungsfaktoren einen ebenso hohen Beitrag zur Unsicherheit dar wie die Wahl des Werts für ein verlorenes gesundes Lebensjahr. Darüber hinaus müsste in Betracht gezogen werden, ob bzw. in welchem Umfang es zwischen Schlafstörung und der Angabe einer Belästigung oder den gesundheitlichen Auswirkungen Überlagerungen geben könnte.

***Vor- und Nachteile
Methodenkonvention***

Von den fixen Kostensätzen stellt das Wertgefüge der Methodenkonvention offensichtlich den konservativeren Ansatz der Monetarisierung der verkehrsbedingten Lärmbelastung dar. Für die Methodenkonvention spricht, dass diese beispielsweise auch bei der Ermittlung der Kostensätze für Deutschland herangezogen wird. Darüber hinaus weist die Methodenkonvention eine leicht höhere Aktualität auf. Die Methodenkonvention stellt allerdings, wie der Name bereits vermittelt, eine Konvention dar. Der zugrundeliegende Sachstandsbericht ist nach aktuellem Stand nicht öffentlich zugänglich und die Ableitung der Werte sowie die zugrunde gelegten Datenquellen können daher nicht eingesehen werden. Darüber hinaus ist auch nicht ersichtlich, in welchem Umfang bei der Festlegung der Werte die aus Expertensicht angemessenen Kostensätze übernommen oder abgeändert wurden.

***Vor- und Nachteile
Handbook***

Für das Handbook spricht, dass die zugrundeliegenden Quellen klar definiert und vergleichsweise aktuell sind. Die Grundlagen für die vorgenommene Differenzierung nach Mitgliedstaat sind zwar nicht im Detail dargestellt, erscheinen im Vergleich aber plausibel zu sein – so ergeben sich beispielsweise vergleichbar hohe Kostensätze auch für Deutschland. Aufgrund der deutlich höheren Transparenz der Berechnung wird die Verwendung der mittels Handbook on the external costs of transport berechneten Lärmkosten empfohlen und für die Ableitung der Kostensätze in diesem Bericht verwendet.

***Kostenaufteilung auf
Fahrzeugkategorien***

Hinsichtlich der Aufteilung der Kosten auf die unterschiedlichen Fahrzeugkategorien wird aus fachlicher Sicht die Verwendung der aus den WIM-Erhebungen abgeleiteten Achsfaktoren (siehe Tabelle 3) empfohlen. Durch die Wahl dieser Werte erfolgt nicht nur eine detailliertere Unterscheidung der Fahrzeuge mit mehr als drei Achsen, sondern auch eine die tatsächlichen Verhältnisse bestmöglich abbildende Berücksichtigung der Zusammensetzung dieser Achsklassen in Bezug auf die Gewichtsklassen der Fahrzeuge.

***Bewertung
Lärmkartierung in
Österreich***

Die Berechnung der externen Kosten auf Basis der bei der strategischen Lärmkartierung ermittelten Betroffenen stellt den Stand der Technik dar und bietet sich in Österreich auch gerade deswegen an, weil aufgrund der Kompetenzverteilung eine eigenständige Lärmkartierung für das gesamte ASFINAG-Netz vorliegt. Die Verwendung der strategischen Lärmkarten weist den Vorteil auf, dass

Eigenschaften wie beispielsweise das Geländemodell oder die räumliche Verteilung der Wohnbevölkerung in Relation zum Verkehrsträger bereits bestmöglich berücksichtigt sind.

**Streubreiten durch
Ermittlungsart**

Ein bestimmter Grad an Variation ist durch die Wahl des Bewertungsschemas für die Belastung durch Lärm immer gegeben, die zugrunde gelegten Annahmen weisen in den verschiedenen Studien hohe Streubreiten auf. Aber auch die Art der Ermittlung der Lärmbetroffenen spielt eine Rolle. Diese ist mit der EU-Umgebungslärmrichtlinie (RL 2002/49/EG) vorgegeben. Bis zur strategischen Lärmkartierung 2017 konnten allerdings auch Interimsmethoden herangezogen werden und die Ermittlung der betroffenen Einwohner:innen erfolgte noch unter Verwendung einer anderen Zählweise – ursprünglich wurden alle Einwohner:innen dem lautesten Fassadenpegel eines Gebäudes zugeordnet, jetzt erfolgt eine aliquote Zuordnung zur lauterer Hälfte der an einem Gebäude anliegenden Fassadenpegel. Für das ASFINAG-Netz hat sich von der strategischen Lärmkartierung 2017 auf 2022 in Summe eine Halbierung der Betroffenheit durch Lärm ergeben. Es sei dahingestellt, ob die oben beschriebenen Methoden für die Ermittlung der Kosten bei Verwendung der nun vorliegenden Betroffenenzahlen auch noch sinnvoll angewendet werden können, mangels Alternativen kann derzeit aber nur dieser Weg beschritten werden. Möglicherweise wird mittelfristig auch eine entsprechende Anpassung der Bewertungsmaßstäbe folgen.

**Gesamtlärmkosten
Schwerverkehr**

Auf Basis der Fahrleistungen je Fahrzeugkategorie, der Achsfaktoren und der für die Lärmbelastung ermittelten Gesamtkosten ergeben sich für die Lärmkosten des Verkehrs von Kfz > 3,5 Tonnen im ASFINAG-Netz Kosten von rund **35 Mio. Euro₂₀₂₁**.

4.1.2 Luft

**Gesamtkosten
Luftverschmutzung
2021**

Aus den pro Streckenabschnitt ermittelten Emissionen für den Schwerverkehr am hochrangigen Straßenverkehrsnetz in Österreich und den österreichspezifischen Kostensätzen gemäß dem europäischen Handbook on external costs of transport wurden pro Streckenabschnitt die durch den Schwerverkehr am hochrangigen Straßenverkehrsnetz verursachten Kosten durch Luftverschmutzung insgesamt und nach EURO-Emissionsklassen berechnet. Die resultierenden Kosten werden immer preisangepasst für das Jahr 2021 angegeben. In Summe ergeben sich ca. **127 Mio. Euro₂₀₂₁** an externen Kosten durch Luftverschmutzung vom Schwerverkehr am hochrangigen Straßenverkehrsnetz im Jahr 2021.

Tabelle 14:
Errechnete externe Kosten in Mio. Euro₂₀₂₁, die durch Luftverschmutzung des Schwerverkehrs am hochrangigen Straßenverkehrsnetz im Jahr 2021 verursacht wurden.

Externe Kosten in Mio. Euro ₂₀₂₁	Externe Kosten Luftverschmutzung		
	2 Achsen	3 Achsen	4+ Achsen
EURO 0–III	3,80	3,14	9,88
EURO IV	1,15	1,01	2,36
EURO V/EEV	4,52	5,29	44,45
EURO VI	3,26	4,47	43,99
E/H ₂	0,00	0,00	0,00
SUMME	12,73	13,92	100,68

4.1.3 CO₂

Gesamtkosten CO₂-Emissionen durch Schwerverkehr

Die externen Kosten, die durch CO₂-Emissionen des Schwerverkehrs am hochrangigen Straßenverkehrsnetz entstehen, ergeben sich durch die Multiplikation der Fahrleistungen für das Jahr 2021 mit dem CO₂-Kostensatz für das Jahr 2021 (107 Euro pro Tonne CO₂). Das Ergebnis ist aufgeteilt in Achsklassen und CO₂-Emissionsklassen, wobei die CO₂-Emissionsklasse 1 nochmals in EURO-Emissionsklassen unterteilt ist. In Summe ergeben sich externe Kosten durch CO₂-Emissionen für das Jahr 2021 von **319 Mio. Euro₂₀₂₁**.

Tabelle 15:
Errechnete externe Kosten in Euro₂₀₂₁, die durch CO₂-Emissionen des Schwerverkehrs am hochrangigen Straßenverkehrsnetz im Jahr 2021 verursacht wurden.

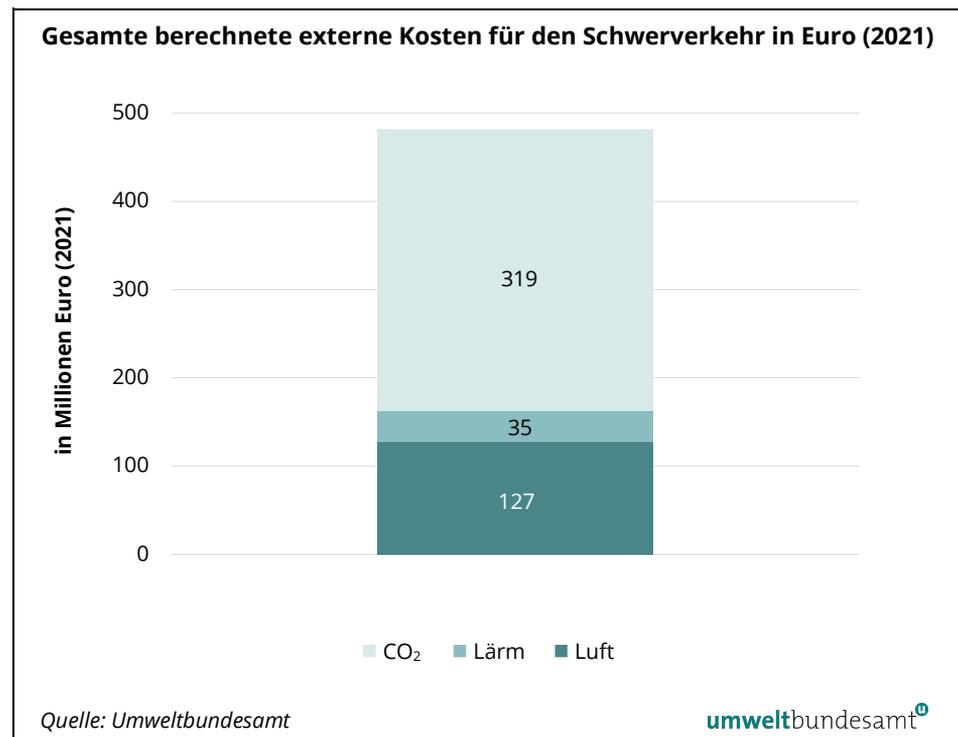
Externe Kosten in Mio. Euro ₂₀₂₁		Externe Kosten CO ₂ -Emissionen		
		2 Achsen	3 Achsen	4+ Achsen
CO₂-Klasse 1	Gesamt	15,43	16,78	280,37
	EURO 0–III	1,59	1,16	3,55
	EURO IV	0,73	0,56	1,43
	EURO V/EEV	3,60	3,37	33,56
	EURO VI	9,51	11,69	241,83
CO₂-Klasse 2		0,21	0,23	3,86
CO₂-Klasse 3		0,09	0,10	1,72
CO₂-Klasse 4*		0,00	0,00	0,00
CO₂-Klasse 5		0,00	0,00	0,00
SUMME		15,73	17,11	285,95

*) Im Jahr 2021 ist kein mautpflichtiges Fahrzeug der CO₂-Emissionsklasse 4 im mautpflichtigen Straßenverkehrsnetz gefahren. Daher können dieser Klasse keine externen Kosten zugeordnet werden. CO₂-Emissionsklasse 5 ist emissionsfrei und verursacht deshalb keine externen Kosten.

4.1.4 Gesamte externe Kosten durch Luftverschmutzung, Lärmbelastung und CO₂-Emissionen

In Summe ergeben sich externe Kosten in der Höhe von **481 Mio. Euro₂₀₂₁** durch Luftverschmutzung, Lärmbelastung und CO₂-Emissionen des Schwerververkehrs am hochrangigen Straßenverkehrsnetz im Jahr 2021. Der Großteil der externen Kosten (67 %) entsteht durch CO₂-Emissionen. Die gesamten errechneten externen Kosten für das Jahr 2021 entsprechen etwa 0,42 % der österreichischen Steuereinnahmen im Jahr 2021.

Abbildung 5:
Gesamte errechnete externe Kosten in Euro₂₀₂₁, die im Jahr 2021 durch den Schwerverkehr im hochrangigen Straßenverkehrsnetz entstehen.



4.2 Externe Kosten je Fzkm (Kostensätze)

4.2.1 Lärm

nach Fahrzeugkategorien

Aus den in Kapitel 3.2.1 dargestellten (Äquivalent-)Fahrleistungen und den in Kapitel 4.1.1 dargestellten Gesamtkosten können für die unterschiedlichen Fahrzeugkategorien Kostensätze für die Lärmbelastung je Fzkm gebildet werden, indem die ermittelten Kosten der Verteilung der Äquivalenzkilometer entsprechend auf die Fahrzeugkategorien aufgeteilt und dann durch die jeweiligen tatsächlichen Fzkm dividiert werden.

Tabelle 16: Kostensätze Lärm nach Achsklasse, ermittelt mit den Kosten nach dem Handbook on the external costs of transport und auf Basis der entsprechend der WIM-Erhebungen gewichteten Achsfaktoren.

	2 Achsen	3 Achsen	4+ Achsen
Eurocent/km	0,64	0,80	0,92

unabhängig von Emissionsklassen

Die Lärmkostensätze sind unabhängig von der EURO-Emissionsklasse. Bei den im hochrangigen Straßennetz gefahrenen Geschwindigkeiten werden die Geräuschemissionen maßgeblich durch das Abrollgeräusch gebildet. Das Alter der Fahrzeuge und das Antriebsgeräusch spielen in Bezug auf die resultierende Lärmemission eine untergeordnete Rolle.

4.2.2 Luft

Anstieg mit Achsklassen, Abnahme mit Emissionsklassen

Aus den errechneten externen Kosten für Luftverschmutzung und den Fahrleistungen aus dem Jahr 2021 ergeben sich die externen Kosten je Fzkm für Luftverschmutzung. In Tabelle 17 sind diese aufgeteilt nach Achskategorien und EURO-Emissionsklassen. Die Kosten je Fzkm liegen in einer Bandbreite zwischen 0,00 Eurocent₂₀₂₁/Fzkm und 26,53 Eurocent₂₀₂₁/Fzkm. Grundsätzlich steigen die externen Kosten je Fzkm mit den Achsklassen an und sinken mit den steigenden EURO-Emissionsklassen ab. Eine Ausnahme hier ist die EURO-Emissionsklasse VI, wo die externen Kosten je Fzkm durch Luftverschmutzung der Fahrzeuge mit drei Achsen höher sind als jene der Fahrzeuge mit vier oder mehr Achsen. Genaue Erklärung dafür siehe Teil 6.2.2.

Tabelle 17: Errechnete externe Kosten je Fzkm für Luftverschmutzung durch den Schwerverkehr am hochrangigen Straßennetz in Eurocent₂₀₂₁/Fzkm, 2021.

Externe Kosten je Fzkm in Eurocent ₂₀₂₁ /Fzkm	Externe Kosten je Fzkm Luftverschmutzung		
	2 Achsen	3 Achsen	4+ Achsen
EURO 0–III	12,03	17,55	26,53
EURO IV	7,58	11,42	15,19
EURO V/EEV	5,68	9,34	11,67
EURO VI	1,45	2,16	1,51
E/H ₂	0,00	0,00	0,00

4.2.3 CO₂

Die externen Kosten je Fzkm durch den CO₂-Ausstoß des Schwerverkehrs am hochrangigen Straßennetz ergeben sich durch die errechneten externen Kosten für CO₂ (siehe Kapitel 4.1.3) und die Fahrleistungen des Jahres 2021. Die Ergebnisse in Tabelle 18 sind unterteilt in CO₂-Emissionsklassen und Achsklassen, wobei die CO₂-Emissionsklasse 1 nochmal in EURO-Emissionsklassen

unterteilt ist. Die externen Kosten je Fzkm sind in einer Bandbreite von 0,00 Eurocent₂₀₂₁ je Fzkm für die emissionsfreie CO₂-Emissionsklasse 5 und 9,78 Eurocent₂₀₂₁ je Fzkm für die Fahrzeuge mit vier oder mehr Achsen in den EURO-Emissionsklassen 0–III innerhalb der CO₂-Emissionsklasse 1. Die Kosten pro Fzkm der Fahrzeuge der CO₂-Emissionsklasse 4 konnten nicht berechnet werden. Dies ist darauf zurückzuführen, dass sich derzeit noch keine Fahrzeuge am europäischen Markt befinden, die in diese Kategorie fallen würden und demnach im Jahr 2021 auch kein solches Fahrzeug das hochrangige Straßennetz in Österreich befahren hat.

Tabelle 18:
Errechnete externe Kosten je Fzkm für CO₂-Emissionen durch den Schwerverkehr am hochrangigen Straßennetz in Eurocent₂₀₂₁/Fzkm, 2021.

Externe Kosten je Fahrzeugkilometer in Eurocent ₂₀₂₁ /Fzkm		2 Achsen	3 Achsen	4+ Achsen
CO₂-Klasse 1	Durchschnitt*	4,49	5,91	8,54
	EURO 0–III	5,13	6,63	9,73
	EURO IV	4,92	6,39	9,40
	EURO V/EEV	4,62	6,08	9,00
	EURO VI	4,33	5,78	8,46
CO₂-Klasse 2		4,05	5,40	7,91
CO₂-Klasse 3		3,92	5,23	7,66
CO₂-Klasse 4**		nicht berechnet		
CO₂-Klasse 5		0,00	0,00	0,00

*) nach Fahrleistung gewichtetes Mittel

**) Im Jahr 2021 ist kein mautpflichtiges Fahrzeug der CO₂-Emissionsklasse 4 am mautpflichtigen Straßennetz gefahren. Daher konnten die externen Kosten je Fahrzeugkilometer für diese Klasse nicht berechnet werden.

4.2.4 Zusammenführung Lärm und Luft

In Tabelle 19 werden die errechneten externen Kosten je Fzkm für **Luftverschmutzung und Lärmbelastung** zusammengeführt. Es wird eine Bandbreite von 0,64 Eurocent₂₀₂₁/Fzkm bis 27,45 Eurocent₂₀₂₁/Fzkm erreicht.

Tabelle 19:
Errechnete externe Kosten je Fzkm durch Luftverschmutzung und Lärmbelastung des Schwerverkehrs am hochrangigen Straßennetz. Angegeben in Eurocent₂₀₂₁/Fzkm, 2021.

Externe Kosten je Fzkm in Eurocent ₂₀₂₁ /Fzkm	Externe Kosten je Fzkm Luft- und Lärmverschmutzung		
	2 Achsen	3 Achsen	4+ Achsen
EURO 0–III	12,67	18,35	27,45
EURO IV	8,22	12,22	16,11
EURO V/EEV	6,32	10,14	12,59
EURO VI	2,09	2,96	2,43
E/H ₂	0,64	0,80	0,92

5 PROGNOSEN 2022–2025

5.1 Fahrleistungen

Tabelle 20 zeigt die vom Schwerverkehr (höchstzulässiges Gesamtgewicht >3,5 Tonnen) am hochrangigen Straßenverkehrsnetz in Österreich erbrachte Fahrleistung für die Jahre 2014 bis 2021 sowie Jänner bis September 2022. Wie der Tabelle und der nachfolgenden Abbildung 6 entnommen werden kann, unterlag die jährliche Steigerungsrate der Fahrleistung schon vor der Pandemie großen Schwankungen, die durch die Pandemie in den Jahren 2020 und 2021 nochmals verstärkt wurden.

statistische Analyse der Fahrleistungen

In der statistischen Analyse der Steigerungsraten im Zeitraum 2015 bis 2021 sowie Jänner bis September 2022 ergibt sich eine leicht sinkende lineare Trendlinie. Durch exponentielle Glättung²² der Steigerungsraten flacht diese Trendlinie weiter ab und zeigt einen annähernd konstanten Verlauf. Da aus den vorliegenden Daten kein belastbarer Trend für die kommenden Jahre abgeleitet werden kann, wurde für die weitere Analyse unter konservativen Gesichtspunkten ein schwaches Wachstum in Form des Mittelwertes der Jahre 2019 und 2022 in der Höhe von 0,74 % pro Jahr angenommen. Die mit dieser durchschnittlichen jährlichen Steigerungsrate hochgerechnete Fahrleistung für die Jahre 2022 (Jänner bis Dezember) bis 2025 ist ebenfalls in Tabelle 20 angeführt.

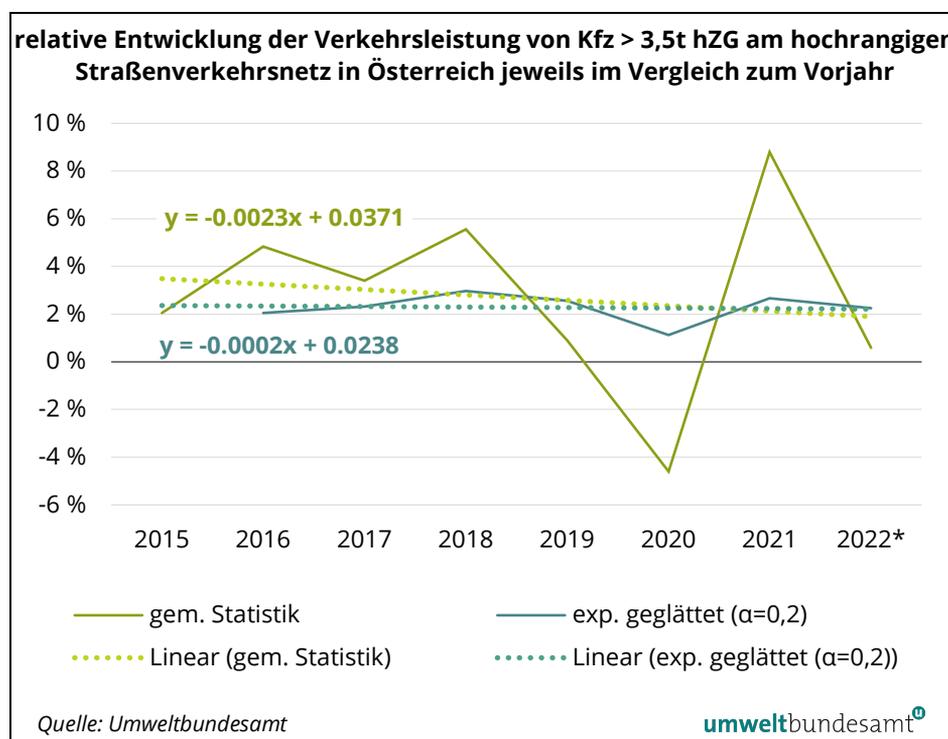
²² Bei der Methode der exponentiellen Glättung erhalten Daten mit zunehmender Aktualität eine höhere Gewichtung.

Tabelle 20:
Fahrleistung (Kfz >3,5 Tonnen hzG) am hochrangigen Straßennetz in Österreich, 2014 bis 2025. (Quelle: ASFINAG, April 2022, ASFINAG, 2019, ASFINAG, 2017, ASFINAG, 2022 und eigene Berechnungen).

		Fahrleistung Schwerverkehr (hzG >3,5 Tonnen) am A&S-Netz in Österreich	
Jahr		absolut (Mio. Fzkm)	Steigerungsrate
Statistik	2014	3 268	
	2015	3 335	2,05 %
	2016	3 496	4,83 %
	2017	3 615	3,40 %
	2018	3 816	5,56 %
	2019	3 850	0,89 %
	2020	3 673	-4,60 %
	2021	3 996	8,79 %
	2021*	3 011	
	2022*	3 029	0,59 %
Hochrechnung	2022	4 026	
	2023	4 055	
	2024	4 085	0,74 %
	2025	4 116	

*) Jänner bis September

Abbildung 6:
Relative Entwicklung der Verkehrsleistung von Kfz >3,5 Tonnen hzG am hochrangigen Straßennetz in Österreich, jeweils im Vergleich zum Vorjahr.



Aufteilung der Gesamtfahrleistung

Aufbauend auf der so ermittelten Gesamtfahrleistung für die Jahre 2022 bis 2025 wurde diese wieder für jedes Jahr auf CO₂-Emissionsklassen bzw. EURO-Emissionsklassen und die 18 Subkategorien (unterschieden nach Achskategorie, Siedlungsdichte und Bergregion bzw. Nicht-Bergregion) aufgeteilt. Dabei wurden die Gesamtfahrleistungsanteile je Subkategorie unverändert fortgeschrieben und so die absoluten Fahrleistungen je Subkategorie für die Jahre 2022 bis 2025 berechnet. Innerhalb jeder Subkategorie wurde die Flottenzusammensetzung angepasst; die entsprechenden Berechnungsschritte werden nachfolgend im Detail erläutert.

Im ersten Schritt zur Abschätzung der Flottenzusammensetzungen in den Jahren 2022 bis 2025 wurden die Anzahl der relevanten Fahrzeugneuzulassungen ebenso wie jene des relevanten Fahrzeugbestands festgelegt. Die diesbezügliche Statistik für die Jahre 2019 bis 2021 ebenso wie die darauf basierende Annahme zur konstanten Entwicklung dieser beiden Parameter in den Jahren 2022 bis 2025 kann nachfolgender Tabelle 21 entnommen werden.

*Tabelle 21:
Neuzulassungen und Bestand im Schwerverkehr in Österreich, 2019 bis 2025. (Quelle: Statistik Austria, 2022b, Statistik Austria, 2022a, eigene Auswertung).*

Schwerverkehrsfahrzeuge in Österreich			
	Jahr	Neuzulassungen	Bestand
Statistik	2019	8 928	82 736
	2020	6 783	83 047
	2021	7 634	84 669
Annahme	2022	8 000	85 000
	2023	8 000	85 000
	2024	8 000	85 000
	2025	8 000	85 000

Handhabung Neuzulassungen

Der Anteil von Fahrzeugneuzulassungen, die einer der neun Fahrzeuguntergruppen zugeordnet werden können, an allen mautrelevanten Fahrzeugneuzulassungen in der Höhe von 42,5 % (vergleiche Kapitel 3.2.3) wurde konstant weitergeführt. Dies einerseits mangels verfügbarer Informationen und andererseits aufgrund der Tatsache, dass CO₂-Bezugswerte derzeit nur für eine beschränkte Zahl von Untergruppen bekanntgegeben wurden und unter der Annahme, dass es zu keinen nennenswerten Verschiebungen der Fahrzeugneuzulassungen zwischen den gegenwärtig definierten Fahrzeuguntergruppen kommen wird.

Handhabung Flottenzusammensetzung

Wie bereits bei der Abschätzung der Flottenzusammensetzung für das Jahr 2021 (vergleiche Kapitel 3.2.3), wurden weiters

1. die Entwicklung der Anteile der CO₂-Emissionsklassen über eine 6 %ige Abnahme pro Jahr in der Klasse 1 zugunsten einer jeweils 3 %igen Zunahme pro Jahr in den Klassen 2 und 3 modelliert,
2. für jedes Jahr emissionsfreie Fahrzeuge der CO₂-Emissionsklasse 5 als Output des umweltbundesamteigenen Flottenmodells ergänzt (für die CO₂-

Emissionsklasse 4 wird auch bis 2025 kein Fahrzeugbestand erwartet) und in der CO₂-Emissionsklasse 1 abgezogen,

3. die übrigen Neuzulassungen der CO₂-Emissionsklasse 1 zugeordnet und schließlich
4. der Bestand aus den jeweiligen Vorjahren fortgeschrieben.

generierte Zeitreihen

Die so generierten Zeitreihen der CO₂-Emissionsklassen – sowohl für die Neuzulassungen, für die ein Bezugswert existiert und die damit einer der Fahrzeuguntergruppen zugeordnet werden (Abbildung 7) als auch für den gesamten Fahrzeugbestand im Schwerverkehr in Österreich (Abbildung 8) – sind nachfolgend angeführt.

Abbildung 7:
Verteilung der Neuzulassungen von Schwerverkehrsfahrzeugen mit CO₂-Bezugswert auf CO₂-Emissionsklassen, 2019 bis 2025.
Eigene Darstellung.

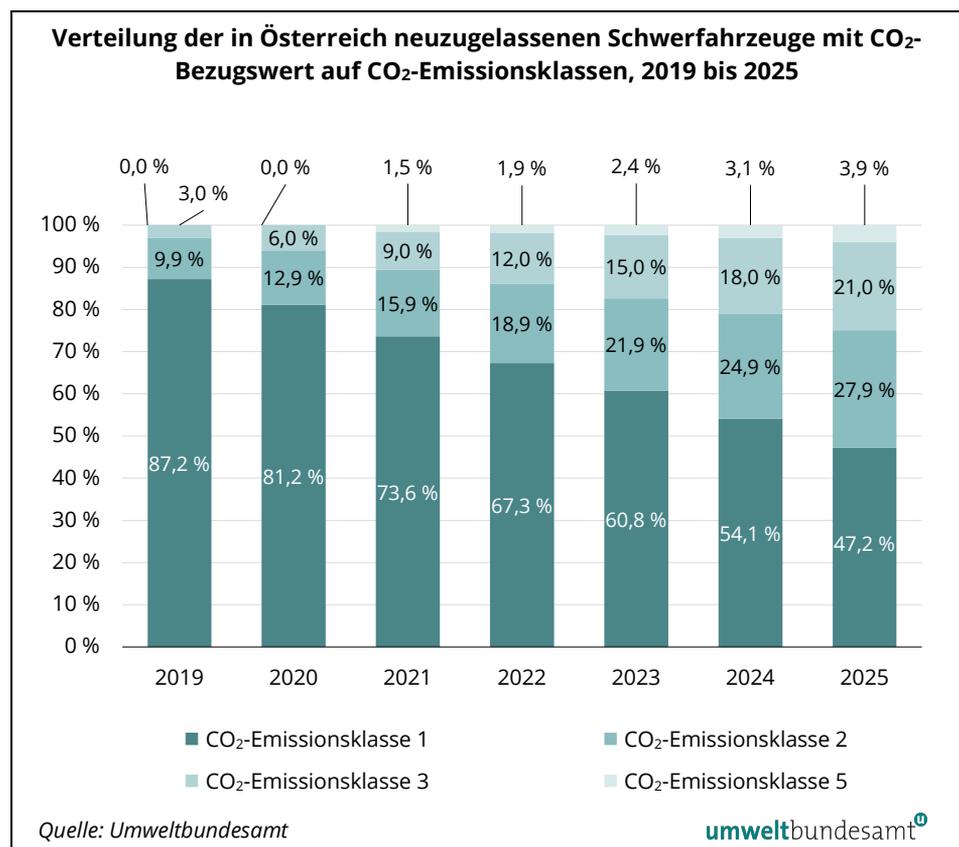


Abbildung 8:
Verteilung der österreichischen Fahrzeugflotte im Schwerverkehr auf CO₂-Emissionsklassen, 2019 bis 2025.
Eigene Darstellung.



Unterteilung der Emissionsklasse 1

Wie bei der Modellierung der Flottenzusammensetzung im Jahr 2021 wurde die CO₂-Emissionsklasse 1 auch in den Jahren 2022 bis 2025 weiter nach EURO-Emissionsklassen unterteilt. Dies erfolgte wieder unter Einsatz des HBEFA, dem die zu erwartende Zusammensetzung der Schwerverkehrsfahrzeugflotte am hochrangigen österreichischen Straßenverkehrsnetz direkt entnommen werden kann. Die finalen Fahrleistungen für die Jahre 2022 bis 2025, getrennt nach Bergregion bzw. Nicht-Bergregion, können Anhang D entnommen werden.

5.2 Kostensätze

5.2.1 Methode

Luftverschmutzung und Lärmbelastung

Für die Berechnung der externen Kosten der Jahre 2022 bis 2025 werden die oben aufgezeigten Fahrleistungsprognosen für die Jahre 2022 bis 2025 mit den errechneten externen Kosten je Fzkm multipliziert und so die externen Kosten durch den Schwerverkehr im hochrangigen Straßennetz durch Luftverschmutzung und Lärmbelastung für die Jahre 2022 bis 2025 berechnet.

Aufschlagsfaktor CO₂-Emissionen

Bei den Berechnungen der Prognosen der externen Kosten (2022 bis 2025), die durch CO₂-Emissionen des Schwerverkehrs entstehen, wird ähnlich vorgegangen. Hier wird allerdings nach der EIB (European Investment Bank, 2020) von

steigenden externen Kostensätzen (Euro pro Tonne CO₂-Emission) und daher steigenden externen Kosten durch CO₂-Emissionen über die Jahre ausgegangen (siehe Tabelle 22). Um diese Steigerung mitzuberechnen, wurde ein jährlicher Aufschlagsfaktor über die errechneten externen Kosten angewandt. Der Aufschlagsfaktor entspricht dem Verhältnis zwischen dem Kostensatz für CO₂-Emissionen des jeweiligen Jahres und dem Kostensatz für CO₂-Emissionen für das Jahr 2021.

Tabelle 22: Kostensätze für CO₂-Emissionen in Euro₂₀₂₁ pro Tonne für die Jahre 2021 bis 2025. Empfehlungen von der EIB (European Investment Bank, 2020), preisangepasst und interpoliert.

	2021	2022	2023	2024	2025
In Euro ₂₀₂₁ pro Tonne CO ₂	106,91	125,64	144,38	163,11	181,84

5.2.2 Ergebnisse

steigende Kostensätze

In Tabelle 23 wird die Änderung der externen Kosten je Fahrzeugkilometer, die durch CO₂-Emissionen entstehen, für die Jahre 2022–2025 dargestellt. Diese Änderungen ergeben sich aufgrund der hinterlegten steigenden Kostensätze für CO₂-Emissionen nach der EIB (European Investment Bank, 2020). Die externen Kosten je Fahrzeugkilometer steigen bis zum Jahr 2025 um 70 Prozentpunkte gegenüber den externen Kosten aus 2021. Wird das Instrument der im Oktober 2022 eingeführten CO₂-Bepreisung gegengerechnet, sinken die externen Kosten im Jahr 2022 gegenüber 2021 um 11 Prozentpunkte und steigen bis zum Jahr 2025 um 19 Prozentpunkte an. Für Luftverschmutzung und Lärmbelastung steigen die externen Kosten je Fahrzeugkilometer nicht an, da die Kostensätze über die Jahre konstant sind.

*Tabelle 23:
Prozentuelle Änderung
der externen Kosten je
Fzkm für CO₂ durch stei-
genden CO₂-Kostensatz
(Basisjahr 2021 =
100 %).*

In Prozent	2022	2023	2024	2025
Aufschlagsfaktor aufgrund von steigendem CO ₂ -Kostensatz	118 %	135 %	153 %	170 %
Aufschlagsfaktor aufgrund von steigendem CO ₂ -Kostensatz abzüglich CO ₂ -Bepreisung	89 %	102 %	110 %	119 %

Für die Berechnung der externen Kosten je Fahrzeugkilometer durch CO₂ für die Jahre 2022–2025 können die in Tabelle 23 ersichtlichen Aufschlagsfaktoren

auf die in Teil 4.2.3 ausgewiesenen externen Kosten je Fahrzeugkilometer für CO₂ vom Jahr 2021 angewandt werden²³.

Gesamtkosten

In Tabelle 24 sind die Ergebnisse der berechneten Prognosen der externen Kosten durch den Schwerverkehr in den Jahren 2022–2025 ersichtlich. Die prognostizierten externen Kosten für die Jahre 2022–2025 werden auf dem Preisniveau von 2021 ausgewiesen. Bei den externen Kosten für CO₂ ist eine Steigerung über die Jahre nach EIB hinterlegt. Das liegt an den steigenden Kostensätzen für CO₂. Die Kosten für Luftverschmutzung sinken und jene für Lärmbelastung ändern sich marginal.

Tabelle 24:
Prognosen der externen
Kosten durch Schwerverkehr
am hochrangigen
Straßenverkehrsnetz für
die Jahre 2022 bis 2025
in Mio. Euro₂₀₂₁.

Externe Kosten in Mio. Euro ₂₀₂₁	2022	2023	2024	2025
Luft	108,8	96,7	87,8	81,3
Lärm	35,7	36,0	36,3	36,5
CO ₂	374,6	431,7	489,3	547,0
Gesamt	519,2	564,5	613,4	664,8

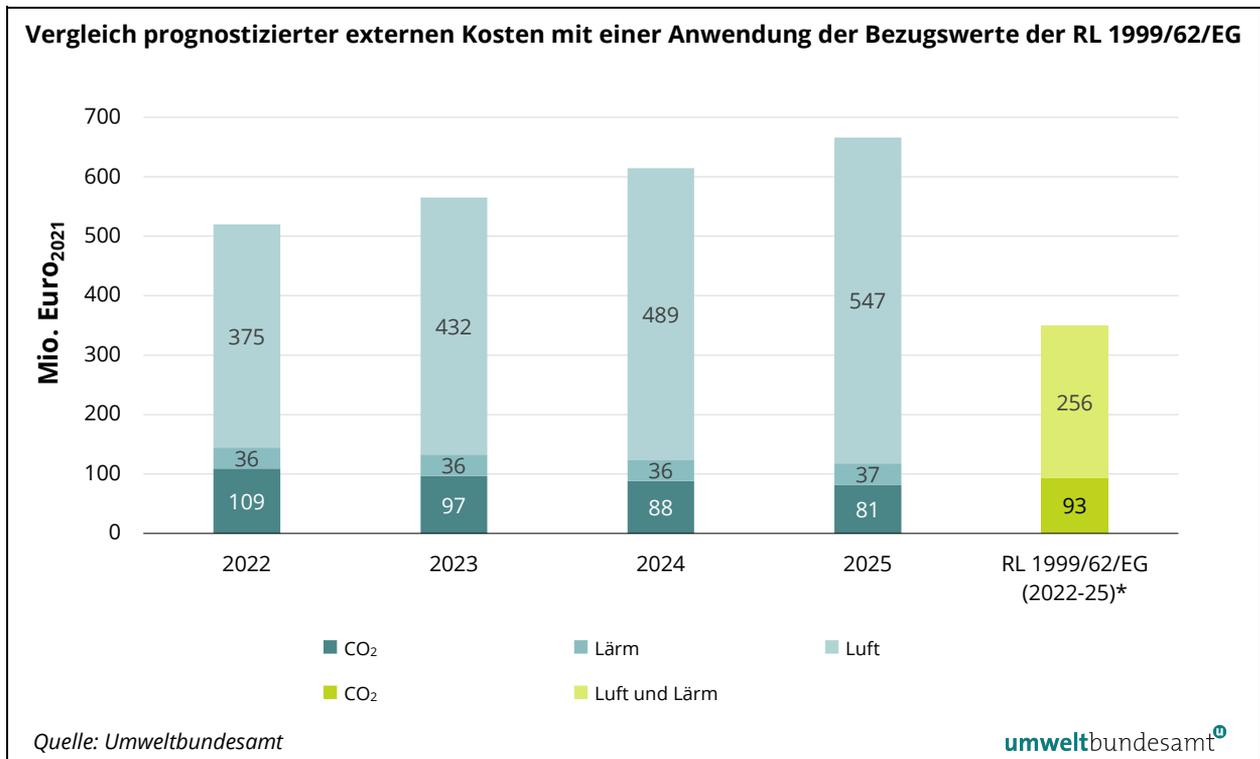
Insgesamt kann mit externen Kosten für die Jahre 2022–2025 von ca. 2,4 Mrd. Euro₂₀₂₁ gerechnet werden.

Die nicht internalisierten externen Kosten bei einer Anwendung der Bezugswerte der Wegekostenrichtlinie (RL 1999/62/EG) steigen über die Jahre an (siehe Abbildung 9). Im Jahr 2025 werden bei einer Anwendung der Bezugswerte der Richtlinie 326 Mio. Euro₂₀₂₁ nicht internalisiert²⁴. Dies entspricht **ca. 49 %** der prognostizierten externen Kosten, die durch den Schwerverkehr im Jahr 2025 verursacht werden. Selbst bei einem Abzug jener Kosten, die durch die im Oktober 2022 eingeführte CO₂-Bepreisung internalisiert werden (im Jahr 2025 55 Euro je Tonne CO₂), steigen die nicht internalisierten Kosten weiter an. Im Jahr 2025 werden demnach 161 Mio. Euro₂₀₂₁ nicht internalisiert.

²³ Durch eine Anwendung der Aufschlagsfaktoren abzüglich der CO₂-Bepreisung auf die externen Kosten je Fahrzeugkilometer durch CO₂ des Jahres 2021 wird in den Folgejahren eine Doppelbelastung (Überinternalisierung der externen Kosten) vermieden.

²⁴ Die im Anhang IIIc der Richtlinie festgelegten CO₂-Bezugswerte dürfen nach Maßgabe des Artikels 7cb Abs. 1 um das Doppelte überschritten werden; gemäß Anhang IIIb der Richtlinie gilt dies auch für die Bezugswerte für Lärm und Luftschadstoffe in Bergregionen.

Abbildung 9: Vergleich der prognostizierten externen Kosten mit einer Anwendung der Bezugswerte der RL 1999/62/EG, 2019 bis 2025. Eigene Darstellung.



*) Durchschnitt der jährlichen internalisierten externen Kosten für 2022–2025 bei einer Anwendung der Bezugswerte der Wegekostenrichtlinie (RL 1999/62/EG).

6 LITERATURVERGLEICH ZUR EINORDNUNG DER ERGEBNISSE

6.1 Vergleich mit der Wegekostenrichtlinie (EU) 2022/362

Richtlinie vs. Studie Die Bezugswerte der Richtlinie (EU) 2022/362 aus Anhang IIIb, Tabelle 1 lassen sich nicht eins zu eins mit den errechneten externen Kosten je Fzkm durch Luftverschmutzung und Lärmbelastung des Schwerverkehrs am hochrangigen Straßenverkehrsnetz in der vorliegenden Studie vergleichen, da hier zwischen mehr Gebieten als in der Richtlinie unterschieden wird.

Der direkte Vergleich der berechneten externen Kosten je Fzkm durch CO₂-Emissionen des Schwerverkehrs am hochrangigen Straßenverkehrsnetz mit den Bezugswerten der Richtlinie (EU) 2022/362 (Anhang IIIc, Tabelle 1) ist in Tabelle 25 erkennbar. Die rechten drei Spalten zeigen die Bezugswerte für die Gebühr für CO₂-emissionsbedingte externe Kosten für Lastkraftwagen. Links sind die errechneten externen Kosten je Fzkm der vorliegenden Studie ersichtlich. Die errechneten Werte dieser Studie liegen höher als jene der Richtlinie. Durchschnittlich lässt sich hier eine Abweichung der Werte um ca. 23 % ableiten. Eine Ausnahme bildet die CO₂-Emissionsklasse 4: Hier werden in der vorliegenden Studie keine Werte ausgewiesen, während die Bezugswerte der Richtlinie eine Bandbreite von 2,00 bis 3,40 Eurocent pro Fzkm aufweisen. Das liegt daran, dass mit Stand 2021 noch keine Schwerverkehrsfahrzeuge der CO₂-Emissionsklasse 4 am hochrangigen österreichischen Straßenverkehrsnetz unterwegs sind und eine Bewertung daher nicht möglich ist. Die CO₂-Emissionsklasse 5 entspricht den emissionsfreien Fahrzeugen und verursacht daher keine Kosten.

Tabelle 25: Berechnete externe Kosten je Fzkm für CO₂ in Eurocent₂₀₂₁/Fzkm (Umweltbundesamt, 2022) im Vergleich mit den Bezugswerten der Richtlinie (EU) 2022/362.

Externe Kosten pro Fahrzeugkilometer in Eurocent ₂₀₂₁ /Fzkm		Umweltbundesamt 2022			Richtlinie 1999/62/EG		
		2 Achsen	3 Achsen	4+ Achsen	2 Achsen	3 Achsen	4+ Achsen
CO₂-Klasse 1	Durchschnitt*	4,49	5,91	8,54	nicht ausgewiesen		
	EURO 0–III	5,13	6,63	9,73	4,00	5,20	6,90
	EURO IV	4,92	6,39	9,40	4,00	5,00	6,70
	EURO V/EEV	4,62	6,08	9,00	4,00	5,00	6,70
	EURO VI	4,33	5,78	8,46	4,00	5,00	6,70
CO₂-Klasse 2		4,05	5,40	7,91	3,80	4,80	6,40
CO₂-Klasse 3		3,92	5,23	7,66	3,60	4,50	6,00
CO₂-Klasse 4**		nicht berechnet			2,00	2,50	3,40
CO₂-Klasse 5		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

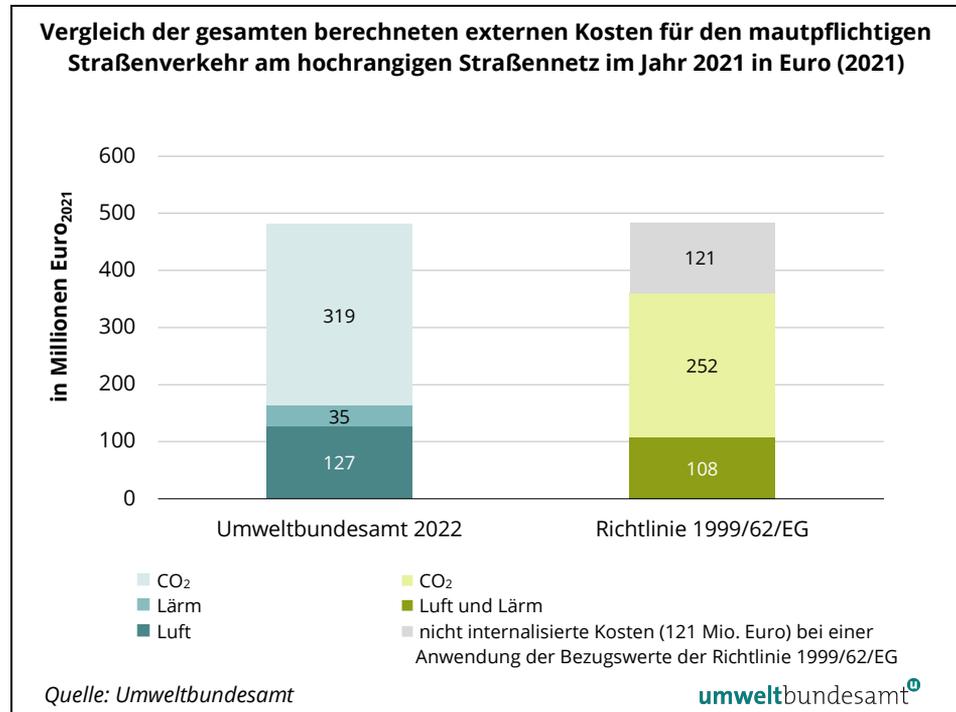
*) nach Fahrleistung gewichtetes Mittel

**) Im Jahr 2021 ist kein mautpflichtiges Fahrzeug der CO₂-Emissionsklasse 4 am mautpflichtigen Straßennetz gefahren. Daher konnten die externen Kosten je Fahrzeugkilometer für diese Klasse im Rahmen der gegenständlichen Studie nicht berechnet werden.

Gesamtkosten im Vergleich

In Abbildung 10 sind die gesamten errechneten externen Kosten für das Jahr 2021, die durch den Schwerverkehr im hochrangigen Straßennetz durch **Luftverschmutzung, Lärmbelastung und CO₂-Emissionen** verursacht wurden, ersichtlich. In Summe ergeben sich hier **481 Mio. Euro₂₀₂₁**. Dem gegenübergestellt befinden sich jene Kosten, die bei einer Anwendung der Bezugswerte der Richtlinie 1999/62/EG auf die gemessenen Fahrleistungen des Jahres 2021 abgedeckt werden. Dabei wurden die Bezugswerte für Vorstadt auf Mautstrecken in Stadt und Vorstadtgebieten angewandt. Die Bezugswerte für Außerstädtisch wurden für Mautstrecken außerstädtischen Gebieten angewandt. Für die gefahrenen Kilometer der Euro-Emissionsklassen 0-III, sowie für der Achsklasse 4+ wurde ein Mittelwert der in der Richtlinie ausgewiesenen Bezugswerte herangezogen. Insgesamt werden 360 Mio. Euro der externen Kosten des Schwerverkehrs abgedeckt. Somit kann gesagt werden, dass ca. **121 Mio. Euro** der externen Kosten bei einer Anwendung der Bezugswerte der Wegekostenrichtlinie (RL 1999/62/EG) nicht internalisiert werden. Das entspricht ca. 25,2 % der errechneten externen Kosten für das Jahr 2021. Um einen Beitrag Richtung Kostenwahrheit in Verkehr zu leisten, wird empfohlen, die errechneten externen Kosten je Fzkm anzuwenden.

Abbildung 10:
Gesamte errechnete externe Kosten des Schwerverkehrs in Euro₂₀₂₁ im Vergleich mit internalisierten Kosten bei einer Anwendung der Bezugswerte der Richtlinie 1999/62/EG



6.2 Vergleich mit Literatur

Methodenkonvention vs. Handbook

Um die errechneten Ergebnisse für die externen Kosten des Schwerverkehrs am hochrangigen Straßenverkehrsnetz in die bestehende Literatur einzuordnen, wurden folgende Studien für den Vergleich ausgewählt, die ähnliche Fragestellungen bearbeiten. In einer Analyse zu den Wegekosten für das deutsche Bundesfernstraßennetz (Korn et al., Dezember 2021) werden die externen Kosten durch Luftverschmutzung und Lärmbelastung von Lkws mit mehr als 7,5 Tonnen hzG auf deutschen Bundesfernstraßen für die Jahre 2023–2027 betrachtet. In der Methodenkonvention 3.1 (Umweltbundesamt Dessau, 2020) werden Umweltkosten ermittelt, die in Deutschland entstehen. Unter anderem werden hier Kostensätze für Luftschadstoffe (Euro pro Tonne Luftschadstoff) aus dem Straßenverkehr in Deutschland sowie Kosten durch verkehrsbedingte Luftverschmutzung und CO₂-Emissionen je Fzkm identifiziert. Im „Handbook on the external costs of transport“ (van Essen et al., 2019) werden für die Europäische Kommission externe Kosten, die durch den Verkehr in den EU28-Staaten entstehen, bewertet. Dabei werden auch externe Kosten, die durch verkehrsbedingte Luftverschmutzung und Lärmbelastung (inkl. nicht mautpflichtigem Leichtverkehr) entstehen, betrachtet. Konkret werden hier Kostensätze je Luftschadstoffeinheit, Kostensätze für Lärmbelastung je Fzkm bzw. je Dezibel sowie Kosten je Fzkm für Luftverschmutzung ausgewiesen. In einem Bericht zur Ermittlung zulässiger Mauttarife für externe Kosten (Herry, Sedlacek und Steinacher, 2015) werden die gesamten externen Kosten, die durch Luftverschmutzung und Lärmbelastung durch den Schwerverkehr auf dem hochrangigen Straßennetz in Österreich entstehen, ermittelt. Für die externen Kosten je Fzkm

wird hier auf die Bezugswerte der Richtlinie (RL 1999/62/EG) in der Fassung (EU) 2011/76, die unionsrechtlichen Höchstsätze für die Mauttarife, verwiesen.

Vergleichbarkeit herstellen

Um die unterschiedlichen Studien vergleichbar zu machen, werden die ausgewiesenen Werte transformiert: Für den Vergleich der externen Kosten je Fzkm werden die durchschnittlichen externen Kosten je Fzkm nach Euroklassen ermittelt. Herausforderungen hierbei sind die teilweise unterschiedlichen Kategorisierungen der Fahrzeuge (Achsklassen vs. Gewichtsklassen) und eine alternative Kategorisierung der Teilnetze (z. B. Stadtgebiete). Daher erfolgte hier eine Annäherung durch Annahmen.

relevante Faktoren

Für die Berechnung in dieser Analyse der externen Kosten sind im Speziellen die Kostensätze je Luftschadstoffeinheit und die Emissionsfaktoren sowie die Kostensätze für Lärmbelastung relevant. In Tabelle 26 werden die Quellen der genannten Faktoren, die in der Literatur verwendet wurden, aufgelistet.

*Tabelle 26:
Vergleich der Quellen der verwendeten Faktoren für die Berechnung der externen Kosten für Luftverschmutzung und Lärmbelastung in der betrachteten Literatur.*

	Quellen der Kosten je Luftschadstoffeinheit	Quellen der Emissionsfaktoren	Quellen der Kostensätze Lärmbelastung
Umweltbundesamt (2022)	Handbook on the external costs of transport (van Essen et al., 2019). Kosten je Luftschadstoffeinheit für Österreich .	HBEFA 4.2 Update	Handbook on the external costs of transport (van Essen et al., 2019). Kosten der Lärmbelastung für Österreich .
Korn et al. (2021)	Methodenkonvention 3.1 (Umweltbundesamt Dessau, 2020). Kosten je Luftschadstoffeinheit für Deutschland .	HBEFA 4.1	Methodenkonvention 3.1
Methodenkonvention 3.1 (2020)	Methodenkonvention 3.1 (Umweltbundesamt Dessau, 2020). Eigene Berechnungen. Kosten je Luftschadstoffeinheit für Deutschland .	HBEFA 3.3	Eigene Berechnungen. Kosten je Einwohner:in und 5 dB-Pegelklasse für Deutschland .

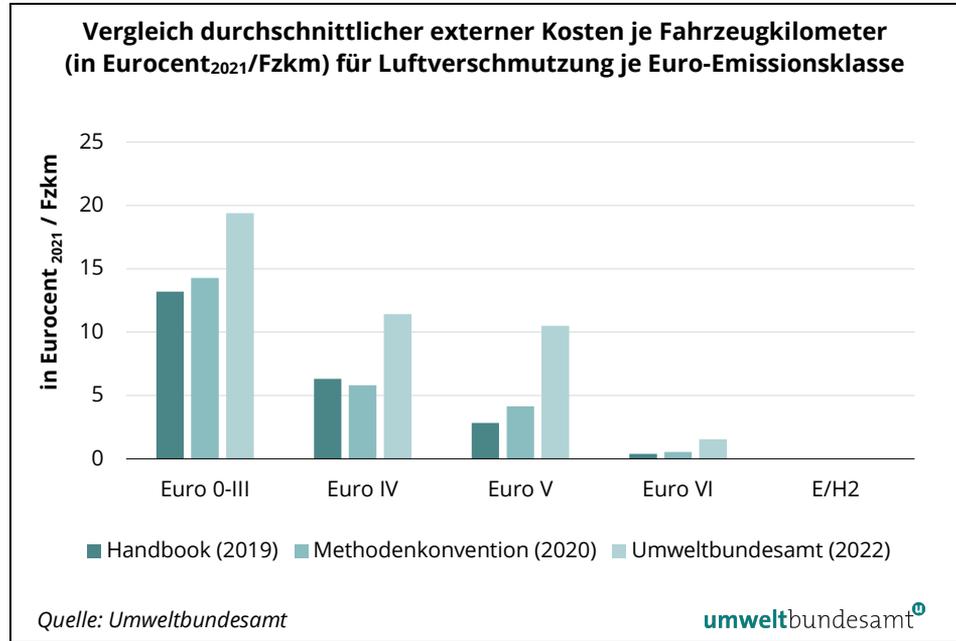
	Quellen der Kosten je Luftschadstoffeinheit	Quellen der Emissionsfaktoren	Quellen der Kostensätze Lärmbelastung
Handbook (2019)	Handbook on the external costs of transport (van Essen et al., 2019). Eigene Berechnungen. Kosten je Luftschadstoffeinheit, EU-Schnitt.	HBEFA 3.3 und COPERT v5	Eigene Berechnungen. Kosten je Einwohner:in und dB für EU-Schnitt. Kosten je Einwohner:in und 5 dB-Pegelklasse für EU-Schnitt und Mitgliedstaaten.
Herry et al. (2015)	Handbook on the estimation of external cost in the transport sector (Maibach et al., Dezember 2007). Kosten je Luftschadstoffeinheit für Österreich.	HBEFA 3.2	HEATCO ²⁵ (Bickel et al., 2006)

6.2.1 Literaturvergleich der externen Kosten je Fzkm durch Luftverschmutzung

In Abbildung 11 werden die errechneten externen Kosten je Fzkm des Schwerverkehrs durch Luftverschmutzung (Umweltbundesamt, 2022) mit den in der betrachteten Literatur ausgewiesenen externen Kosten je Fzkm für verkehrsbedingte Luftverschmutzung, die durch Lkws mit mehr als 7,5 Tonnen entsteht, verglichen. Konkret werden die Durchschnittswerte je EURO-Emissionsklasse gegenübergestellt. Die Methodenkonvention (Umweltbundesamt Dessau, 2020) weist hier Werte für Deutschland aus, während jene des Handbook (van Essen et al., 2019) sich auf den EU28-Schnitt beziehen. Hier ist klar erkennbar, dass die externen Kosten je Fzkm durch Luftverschmutzung der vorliegenden Studie (Umweltbundesamt, 2022) höher liegen als die in der Literatur ausgewiesenen Werte, speziell in den niedrigen, emissionsstarken EURO-Emissionsklassen.

²⁵ Die Werte aus HEATCO liegen leicht unterhalb der Werte aus der Methodenkonvention 3.1, aber jedenfalls in einer vergleichbaren Größenordnung.

Abbildung 11:
Vergleich der durchschnittlichen externen Kosten je Fzkm in Eurocent₂₀₂₁/Fzkm durch Luftverschmutzung der betrachteten Studien je EURO-Emissionsklasse.



abweichende Kostensätze

Die Unterschiede in den externen Kosten je Fzkm für Luftverschmutzung basieren größtenteils auf den unterschiedlichen Kostensätzen je Schadstoffemission, die verwendet wurden. Tabelle 27 zeigt auf, welche Kostensätze der verschiedenen Luftschadstoffe in der Literatur dokumentiert werden und wo diese für weitere Berechnungen verwendet werden. Die Kostensätze liegen in einer Bandbreite von 1 300 je Tonne NMHC bis 166 400 Euro₂₀₂₁ je Tonne PM.

Tabelle 27:
In der betrachteten Literatur ausgewiesene Kostensätze für Luftschadstoffe. X...Kostensatz wurde ausgewiesen.

	NO _x city	NO _x rural	NMHC	PM city	PM rural	Verwendet von
Handbook (2019), Österreich	X	X	X	X	X	UBA (2022)
Handbook (2019), Deutschland	X	X	X	X	X	
Handbook (2019), EU-Schnitt	X	X	X	X	X	Handbook (2019)
Handbook (2007), Österreich		X	X		X	Herry (2015)
Methodenkonvention (2020)		X	X		X	Methodenkonvention (2020), Korn et al. (2021)

**Gründe für
abweichende
Kostensätze**

Für die Berechnungen der hier vorliegenden Studie werden die Kostensätze je **Schadstoffeinheit (für die Schadstoffe NMHC, PM und NO_x) für Österreich** aus dem Handbook on the external costs of transport (van Essen et al., 2019) herangezogen. Hier wird zwischen städtischen und ruralen Kostensätzen bei PM und NO_x unterschieden. Die Methodenkonvention (Umweltbundesamt Dessau, 2020) und das 2007er Handbook (Maibach et al., Dezember 2007) unterscheiden diese Kostensätze nicht und verwenden hier einen einheitlichen Wert, der im Bereich der Kostensätze für außerstädtische Gebiete nach dem „Handbook on the external costs of transport“ (van Essen et al., 2019) liegt. Die städtischen Kostensätze sind bis um einen Faktor 2 höher als die außerstädtischen. Speziell durch NO_x, das in der hier vorliegenden Studie 116 Mio. Euro (91 %) der berechneten externen Kosten (127 Mio. Euro) für Luftverschmutzung verursacht, werden so höhere Kosten je Fzkm erreicht. Weiters sollte darauf hingewiesen werden, dass für verschiedene Länder externe Kosten in unterschiedlichen Höhen entstehen. Das liegt nach der Methodenkonvention (Umweltbundesamt Dessau, 2020) daran:

*„Im Rahmen des NEEDS Projektes wurden auch für andere europäische Länder Umweltkostensätze ermittelt. Aus wissenschaftlicher Sicht erbringt es jedoch kaum einen Erkenntnisgewinn, europäische Durchschnittswerte für Kostensätze aus Luftschadstoffemissionen anzugeben. Das liegt daran, dass es **zwischen den europäischen Ländern beträchtliche Unterschiede in den bewertungsrelevanten Faktoren gibt, v. a. in der räumlichen Verteilung der Bevölkerung und der Emissionsquellen.**“*

**höhere Kostensätze
Österreichs**

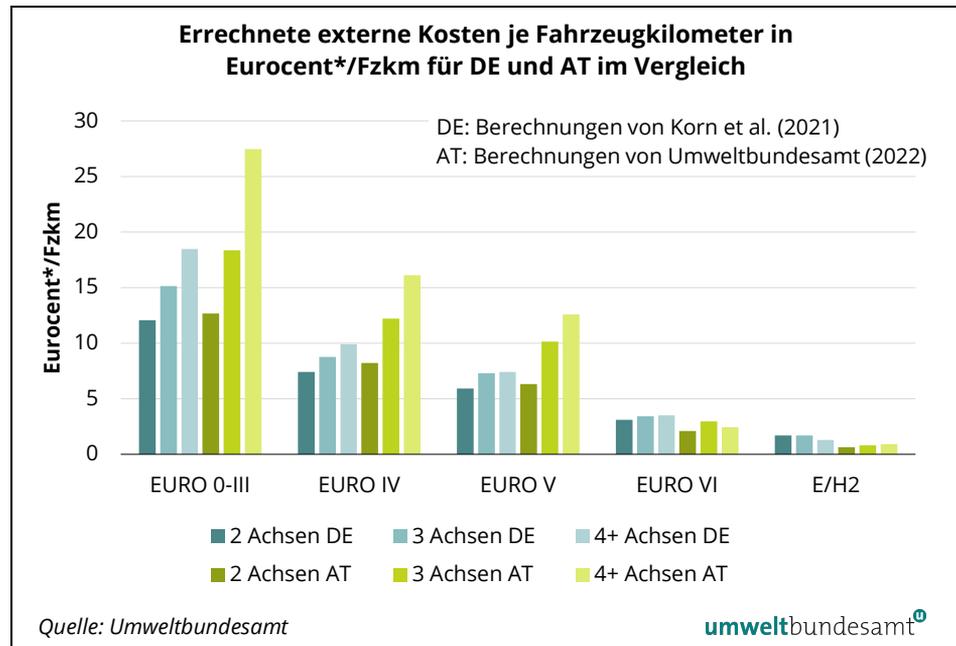
Im Handbook on the external costs of transport (van Essen et al., 2019) werden die Kostensätze je Schadstoffeinheit für die EU28-Länder aufgelistet. Österreich weist hier etwa doppelt so hohe Kostensätze je Schadstoffeinheit wie der EU28-Durchschnitt. Das kann zu höheren externen Kosten als in der betrachteten Literatur führen.

6.2.2 Literaturvergleich der externen Kosten je Fzkm durch Luftverschmutzung und Lärmbelastung

In Abbildung 12 werden die in der vorliegenden Studie errechneten externen Kosten je Fzkm, die durch Lärmbelastung und Luftverschmutzung aus dem Schwerverkehr am hochrangigen Straßennetz entstehen, mit den für das deutsche Bundesfernstraßennetz errechneten Werten (Korn et al., Dezember 2021) verglichen. In den niedrigen EURO-Emissionsklassen sind die errechneten externen Kosten je Fzkm in der vorliegenden Studie höher als die Kosten je Fzkm für das deutsche Bundesfernstraßennetz (Korn et al., Dezember 2021). In den hohen EURO-Emissionsklassen, speziell bei Euro VI und emissionsfreien Fahrzeugen (E/H₂), sind die errechneten Kosten je Fzkm in der vorliegenden Studie niedriger. Einen weiteren Unterschied gibt es in der EURO-Emissionsklasse VI: In der vorliegenden Studie sind die externen Kosten je Fzkm bei Fahrzeugen der EURO-Emissionsklasse VI mit drei Achsen höher als bei Fahrzeugen mit vier o-

der mehr Achsen. Die errechneten Kosten für das deutsche Bundesfernstraßennetz (Korn et al., Dezember 2021) hingegen sind bei den Fahrzeugen mit vier oder mehr Achsen höher als bei jenen mit drei Achsen.

Abbildung 12:
Vergleich der externen Kosten je Fzkm in Eurocent₂₀₂₁/Fzkm durch Luftverschmutzung und Lärmbelastung in Deutschland und Österreich.



*Die Kosten je Fzkm vom Umweltbundesamt (2022) sind in Eurocent₂₀₂₁ angegeben. Bei den Kosten von Korn et al. (2021) handelt es sich um Durchschnittswerte der Jahre 2023–2027 auf dem jeweiligen Preisniveau bei einer Inflation von 2 % jährlich.

Rolle der NO_x-Emissionen

Der auffallend geringere Kostensatz bei den EURO-VI-Fahrzeugen mit vier oder mehr Achsen im Vergleich zu dem der Euro-VI-Fahrzeuge mit drei Achsen ist auf die für dieses Fahrzeugsegment geringen NO_x-Emissionsfaktoren aus dem HBEFA zurückzuführen, die den Kostensatz maßgeblich bestimmen.

Grundsätzlich sind mit höherer Fahrzeugmasse ansteigende NO_x-Emissionen je Fzkm zu erwarten, da für den Antrieb mehr Arbeit verrichtet werden muss und auch mehr Abgas ausgestoßen wird.

Sattelzüge

In die Kategorie der Fahrzeuge mit vier oder mehr Achsen fallen im Gegensatz zu den Kategorien mit zwei und drei Achsen auch die Sattelzüge. Motorkennfeld und Getriebe dieser Fahrzeuge sind auf den Autobahnbetrieb ausgelegt und die Fahrzeuge befinden sich bei der Fahrt auf der Autobahn in ihrem optimalen Betriebszustand. Durch die hohe Leistung ist genügend Temperatur vorhanden, um die Katalysatoren im richtigen Betriebsfenster zu halten. Es können somit sehr gute NO_x-Konvertierungsraten beim SCR-Katalysator erzielt werden. Bei modernen Fahrzeugen ist dies für die NO_x-Emissionen entscheidender als das Emissionsniveau des Motors selbst. Ein gut funktionierender SCR-Katalysator kann mehr als 99 % der NO_x-Emissionen aus dem Abgas entfernen.

Die angefahrenen Betriebspunkte der Lkw mit vier oder mehr Achsen liegen offenbar nicht im gleichen Ausmaß im optimalen Betriebsfenster wie jene der Sattelzüge. Eine mögliche Ursache können beispielsweise unterschiedliche Getriebeübersetzungen sein. Teilweise sind dann die Temperaturen zu gering, um die volle Konvertierung von >99 % erzielen zu können. Diese Fahrzeuge weisen damit höhere Emissionen auf. Zur Veranschaulichung: Ein Unterschied in der Konvertierung von 99,5 % zu 99 % stellt eine Verdoppelung der Emissionen dar.

Dieser Effekt sollte bei neueren Fahrzeugen (Euro VI d,e) dann nicht mehr auftreten, da diese schon eine Heizstrategie für die Abgasnachbehandlung verfolgen und in einem großen Betriebsbereich sehr gute Konvertierungen aufweisen. Die angefahrenen Betriebspunkte sind damit nicht mehr so entscheidend. Um diese Aussagen zu untermauern, wurden die NO_x-Emissionsfaktoren der Teilssegmente gemäß HBEFA in Tabelle 28 gegenübergestellt.

Tabelle 28: Euro-VI-NO_x-Emissionsfaktoren in g/Fzkm für die Verkehrssituation „Autobahn-Durchschnitt“ sowie Untergliederung in die Teilklassen Euro VI a,b,c und Euro VI d,e.

	2-Achskategorie Lkw	3-Achskategorie Lkw	4-Achskategorie Lkw	Sattelzüge
Euro VI	0,47	0,75	1,36	0,52
Euro VI a,b,c	0,62	0,92	1,72	0,64
Euro VI d,e	0,07	0,24	0,27	0,26

geringere Emissionen der Sattelzüge

Es ist ersichtlich, dass bei den Euro VI a,b,c die Lkw mit vier oder mehr Achsen auch ein höheres Emissionsniveau als die Fahrzeuge mit zwei oder drei Achsen aufweisen. Demgegenüber emittieren die Sattelzüge aufgrund der höheren Konversionsraten deutlich weniger NO_x je gefahrenem Kilometer.

Bei der Abgasklasse Euro VI d,e sind die Emissionen aller Fahrzeugkategorien aufgrund der von den Betriebsbedingungen weniger abhängigen Konvertierungsraten auf einem sehr niedrigen Niveau. Somit gibt es zwar Unterschiede, aber auf sehr geringem Niveau.

Die Fahrzeuge mit vier oder mehr Achsen werden zum Großteil von der Gruppe der Sattelzüge gebildet. Laut aktuellen Weigh in Motion-Untersuchungen (Alfen Consult, 2022) sind 84 % der Fahrzeuge mit vier oder mehr Achsen Sattelzüge. Rund zwei Drittel der von Sattelzügen gefahrenen Kilometer auf der Autobahn entfallen laut HBEFA 4.2. auf die Klasse Euro VI a,b,c und ein Drittel in die Klasse Euro VI d,e. Durch diese Zusammensetzung der Emittenten in der Klasse Euro VI mit vier oder mehr Achsen passen der durchschnittliche Emissionsfaktor für NO_x und damit auch die zuordenbaren Kosten nicht mehr in ein Schema mit festen Achsklassenspreizungen.

6.2.3 Literaturvergleich der externen Kosten durch Luftverschmutzung und Lärmbelastung

In „Ermittlung zulässiger Mauttarife für externe Kosten“ (Herry, Sedlacek und Steinacher, 2015) werden die gesamten externen Kosten, die durch **Luftverschmutzung und Lärmbelastung** des Schwerverkehrs am hochrangigen Straßenverkehrsnetz für die Jahre 2016 bis 2019 in Österreich entstehen, aufgezeigt. Die errechneten externen Kosten durch Luftverschmutzung in der hier vorliegenden Studie liegen etwa im Bereich der oben angeführten Studie (Herry, Sedlacek und Steinacher, 2015). Die externen Kosten für Lärmbelastung sind in der hier vorliegenden Studie um ca. 40 % niedriger. Maßgebende Ursache dafür ist der Rückgang um 53 % der bei der strategischen Lärmkartierung ermittelten Betroffenenanzahl im Vergleich von 2012 zu 2022.

7 SCHLUSSFOLGERUNG

Mit der *Richtlinie (EU) 2022/362 zur Änderung der Richtlinien 1999/62/EG, 1999/37/EG und (EU) 2019/520 hinsichtlich der Erhebung von Gebühren für die Benutzung bestimmter Verkehrswege durch Fahrzeuge*, der neuen sogenannten „EU-Wegekostenrichtlinie“, wurden die Möglichkeiten der Mitgliedstaaten zur Gebühreneinhebung erheblich erweitert. Der für die gegenständliche Studie zentrale Aspekt betrifft die Einführung von Bezugswerten für die Gebühren für externe Kosten durch verkehrsbedingte Luftverschmutzung und Lärmbelastung (anstatt der bisherigen Höchstwerte) sowie erstmalig für die Anlastung CO₂-emissionsbedingter externer Kosten. Bei geeignetem Nachweis können diese Bezugswerte überschritten werden.

Eine Möglichkeit des Nachweises besteht darin, die tatsächlich entstehenden externen Kosten auf Basis der entsprechenden Fahrleistungen am hochrangigen Straßenverkehrsnetz, geeigneter spezifischer Emissionsfaktoren und belastbarer Kostensätze zu berechnen und den Bezugswerten der Richtlinie gegenüberzustellen. Dies ist in der gegenständlichen Studie erfolgt.

Die externen Gesamtkosten der verkehrsbedingten Lärmbelastung wurden auf 35 Mio. Euro₂₀₂₁, jene der verkehrsbedingten Luftverschmutzung auf 127 Mio. Euro₂₀₂₁ und jene der verkehrsbedingten CO₂-Emissionen auf 319 Mio. Euro₂₀₂₁ berechnet. In Summe ergeben sich externe Kosten durch den Schwerverkehr am hochrangigen Straßenverkehrsnetz in der Höhe von 481 Mio. Euro₂₀₂₁. Bis 2025 steigen diese Kosten gemäß den vorliegenden Berechnungen auf 666 Mio. Euro₂₀₂₁.

Dem stehen im Jahr 2025 bei Anwendung der Bezugswerte der Wegekostenrichtlinie (RL 1999/62/EG) internalisierte Kosten in der Höhe von 339 Mio. Euro₂₀₂₁ gegenüber. Das bedeutet, dass bei Anwendung der Bezugswerte 326 Mio. Euro₂₀₂₁ oder rund 49 % der prognostizierten externen Kosten, die durch den Schwerverkehr im Jahr 2025 verursacht werden, nicht internalisiert werden.

Diese Differenz ist mehrheitlich auf die Emission von CO₂ zurückzuführen, was sich auch in den Kostensätzen je Fahrzeugkilometer verdeutlicht: Für das Jahr 2021 ließen sich Kostensätze ableiten, die durchschnittlich 23 % über den Bezugswerten der Richtlinie liegen. Diese Differenz erhöht sich im Jahr 2025 unter Abzug der mit 1. Oktober 2022 eingeführten CO₂-Bepreisung auf 46 % bzw. ohne Berücksichtigung der CO₂-Bepreisung auf 109 %.

Die im Anhang IIIc der Richtlinie festgelegten CO₂-Bezugswerte dürfen nach Maßgabe des Artikels 7cb Abs. 1 um das Doppelte überschritten werden. Gemäß Anhang IIIb der Richtlinie gilt dies auch für die Bezugswerte für Lärm und Luftschadstoffe in Bergregionen. Die gegenständliche Studie kommt zum Ergebnis, dass eine Überschreitung der Bezugswerte im berechneten Ausmaß aus fachlicher Sicht begründbar ist.

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1:	Ausgabewerte der Zertifikate in der Fixpreisphase	18
Tabelle 2:	Gewichtungsfaktoren für Lärm nach dem Handbook on the external costs of transport.	28
Tabelle 3:	Fahrleistungen und Äquivalentfahrleistungen in Mio. Fzkm/a auf Basis der entsprechend Gewichtsklassen-Zusammensetzung gewichtet gemittelten Achsfaktoren sowie sich daraus ergebende Anteile, 2021	29
Tabelle 4:	Gesamtemissionen ausgesuchter Luftschadstoffe aus dem Schwerverkehr am hochrangigen Verkehrsnetz in Österreich, 2021	30
Tabelle 5:	Zuordnung von Fahrzeuggewichten aus HBEFA zu den Achskategorien.	30
Tabelle 6:	CO ₂ -Bezugswerte und „Average Payload“ je Fahrzeuguntergruppe in der Referenzperiode 2019–2020.....	33
Tabelle 7:	Aufteilung der Fahrzeugflotte im Schwerverkehr am hochrangigen Verkehrsnetz in Österreich in der Referenzperiode Jänner 2019 bis Juni 2020 auf CO ₂ -Emissionsklassen.	34
Tabelle 8:	Aufteilung der neuzugelassenen Schwerverkehrsfahrzeuge, die einer Fahrzeuguntergruppe zugeordnet werden können, auf CO ₂ -Emissionsklassen, 2019 bis 2021	35
Tabelle 9:	Österreichische Durchschnittswerte der externen Kostensätze für verkehrsbedingte Luftschadstoffemissionen, in Euro zu Preisen 2021 (Quelle: Handbook on the external costs of transport).	37
Tabelle 10:	Von der EIB empfohlene Vermeidungskosten für CO ₂ (Datengrundlage: (European Investment Bank, 2020)).....	41
Tabelle 11:	Durch Lärm betroffene Einwohner:innen, auf Zehner gerundet. Eigene Berechnung.....	43
Tabelle 12:	Kostensätze Lärmbelastung nach UBA Dessau, Methodenkonvention 3.1.	45
Tabelle 13:	Kostensätze Lärmbelastung nach Handbook on the external costs of transport.	45
Tabelle 14:	Errechnete externe Kosten in Mio. Euro ₂₀₂₁ , die durch Luftverschmutzung des Schwerverkehrs am hochrangigen Straßenverkehrsnetz im Jahr 2021 verursacht wurden.....	48

Tabelle 15:	Errechnete externe Kosten in Euro ₂₀₂₁ , die durch CO ₂ -Emissionen des Schwerverkehrs am hochrangigen Straßenverkehrsnetz im Jahr 2021 verursacht wurden.....	48
Tabelle 16:	Kostensätze Lärm nach Achsklasse, ermittelt mit den Kosten nach dem Handbook on the external costs of transport und auf Basis der entsprechend der WIM-Erhebungen gewichteten Achsfaktoren.	50
Tabelle 17:	Errechnete externe Kosten je Fzkm für Luftverschmutzung durch den Schwerverkehr am hochrangigen Straßenverkehrsnetz in Eurocent ₂₀₂₁ /Fzkm, 2021.	50
Tabelle 18:	Errechnete externe Kosten je Fzkm für CO ₂ -Emissionen durch den Schwerverkehr am hochrangigen Straßenverkehrsnetz in Eurocent ₂₀₂₁ /Fzkm, 2021.	51
Tabelle 19:	Errechnete externe Kosten je Fzkm durch Luftverschmutzung und Lärmbelastung des Schwerverkehrs am hochrangigen Straßenverkehrsnetz. Angegeben in Eurocent ₂₀₂₁ /Fzkm, 2021.	51
Tabelle 20:	Fahrleistung (Kfz >3,5 Tonnen hzG) am hochrangigen Straßenverkehrsnetz in Österreich, 2014 bis 2025	53
Tabelle 21:	Neuzulassungen und Bestand im Schwerverkehr in Österreich, 2019 bis 2025	54
Tabelle 22:	Kostensätze für CO ₂ -Emissionen in Euro ₂₀₂₁ pro Tonne für die Jahre 2021 bis 2025. Empfehlungen von der EIB (European Investment Bank, 2020), preisangepasst und interpoliert.....	57
Tabelle 23:	Prozentuelle Änderung der externen Kosten je Fzkm für CO ₂ durch steigenden CO ₂ -Kostensatz (Basisjahr 2021 = 100 %).	57
Tabelle 24:	Prognosen der externen Kosten durch Schwerverkehr am hochrangigen Straßenverkehrsnetz für die Jahre 2022 bis 2025 in Mio. Euro ₂₀₂₁	58
Tabelle 25:	Berechnete externe Kosten je Fzkm für CO ₂ in Eurocent ₂₀₂₁ /Fzkm (Umweltbundesamt, 2022) im Vergleich mit den Bezugswerten der Richtlinie (EU) 2022/362.....	61
Tabelle 26:	Vergleich der Quellen der verwendeten Faktoren für die Berechnung der externen Kosten für Luftverschmutzung und Lärmbelastung in der betrachteten Literatur.	63
Tabelle 27:	In der betrachteten Literatur ausgewiesene Kostensätze für Luftschadstoffe. X...Kostensatz wurde ausgewiesen.	65

Tabelle 28: Euro-VI-NO_x-Emissionsfaktoren in g/Fzkm für die Verkehrssituation „Autobahn-Durchschnitt“ sowie Untergliederung in die Teilklassen Euro VI a,b,c und Euro VI d,e..... 68

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1:	Besteuerung von Benzin und Diesel in Euro pro Tonne CO ₂	20
Abbildung 2:	Ablauf des Berechnungsverfahrens für die externen Kosten der verkehrsbedingten Luftschadstoffe.	23
Abbildung 3:	Ablauf des Berechnungsverfahrens für die externen Kosten der verkehrsbedingten Lärmbelastung.	24
Abbildung 4:	Anteil der österreichischen Fahrzeugflotte im Schwerverkehr bzw. deren Fahrleistung am österreichischen hochrangigen Verkehrsnetz auf CO ₂ -Emissionsklassen, 2021.....	36
Abbildung 5:	Gesamte errechnete externe Kosten in Euro ₂₀₂₁ , die im Jahr 2021 durch den Schwerverkehr im hochrangigen Straßenverkehrsnetz entstehen.	49
Abbildung 6:	Relative Entwicklung der Verkehrsleistung von Kfz >3,5 Tonnen hzG am hochrangigen Straßenverkehrsnetz in Österreich, jeweils im Vergleich zum Vorjahr.	53
Abbildung 7:	Verteilung der Neuzulassungen von Schwerverkehrsfahrzeugen mit CO ₂ -Bezugswert auf CO ₂ -Emissionsklassen, 2019 bis 2025.	55
Abbildung 8:	Verteilung der österreichischen Fahrzeugflotte im Schwerverkehr auf CO ₂ -Emissionsklassen, 2019 bis 2025.....	56
Abbildung 9:	Vergleich der prognostizierten externen Kosten mit einer Anwendung der Bezugswerte der RL 1999/62/EG, 2019 bis 2025.....	59
Abbildung 10:	Gesamte errechnete externe Kosten des Schwerverkehrs in Euro ₂₀₂₁ im Vergleich mit internalisierten Kosten bei einer Anwendung der Bezugswerte der Richtlinie 1999/62/EG.....	62
Abbildung 11:	Vergleich der durchschnittlichen externen Kosten je Fzkm in Eurocent ₂₀₂₁ /Fzkm durch Luftverschmutzung der betrachteten Studien je EURO-Emissionsklasse.	65
Abbildung 12:	Vergleich der externen Kosten je Fzkm in Eurocent ₂₀₂₁ /Fzkm durch Luftverschmutzung und Lärmbelastung in Deutschland und Österreich.	67

LITERATURVERZEICHNIS

- ALFEN CONSULT, 2022. *Allokation auf Kostenträgern. Aufteilung der Infrastrukturkosten auf Leicht- und Schwerverkehr im Rahmen von Mauttarifrechnungen im Auftrag der ASFINAG*. Leipzig.
- ASFINAG, 2017. *Geschäftsbericht 2016* [online]. Wien [Zugriff am: 3. Oktober 2022]. Verfügbar unter: https://test-asfinagv8-preview.azurewebsites.net/media/4n2f0pjs/asfinag-de-gb_2016.pdf
- ASFINAG, 2019. *Geschäftsbericht 2018* [online]. Wien [Zugriff am: 3. Oktober 2022]. Verfügbar unter: <https://test-asfinagv8-preview.azurewebsites.net/media/okmf1mbc/asfinag-de-gb-1.pdf>
- ASFINAG, 2022. *Verkehrsstatistik, Jänner bis September 2022* [online] [Zugriff am: 2. November 2022].
- ASFINAG, April 2022. *Geschäftsbericht 2021* [online]. Wien [Zugriff am: 3. Oktober 2022]. Verfügbar unter: https://www.asfinag.at/media/fiwgpu1e/asfi-allg-0126_geschaeftsbericht_2021_a4_297x210mm_de_v5_bf.pdf
- BICKEL, P., R. FRIEDRICH, A. BURGESS, P. FAGIANI, A. HUNT, G. DE JONG, J. LAIRD, C. LIEB, G. LINDBERG, P. MACKIE, S. NAVRUD, T. ODGAARD, A. RICCI, J. SHIRES und L. TAVASSZY, 2006. *HEATCO. Developing Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment*. Deliverable 5 - Proposal for Harmonised Guidelines.
- BMSGPK, 16. Mai 2022. Auswertung aus der Diagnosen- und Leistungsdokumentation der österreichischen Krankenanstalten 2015–2020. Inzidenzrate für ischämische Herzkrankheiten in Österreich. Gesundheit Österreich GmbH. Email. Unveröffentlicht.
- DURCHFÜHRUNGSBESCHLUSS (EU) 2021/781. *Durchführungsbeschluss (EU) 2021/781 der Kommission vom 10. Mai 2021 über die Veröffentlichung einer Liste mit bestimmten CO₂-Emissionswerten je Hersteller sowie der durchschnittlichen spezifischen CO₂-Emissionen aller in der Union zugelassenen neuen schweren Nutzfahrzeuge und der Bezugswerte für CO₂-Emissionen gemäß der Verordnung (EU) 2019/1242 des Europäischen Parlaments und des Rates für den Berichtszeitraum des Jahres 2019* [online]. Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32021D0781&from=EN>
- EDENHOFER, O., C. FLACHSLAND, M. KALKHUL, B. KNOPF und M. PAHLE, 2019. *Optionen für eine CO₂-Preisreform. MCC-PIK-Expertise für den Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung*. Berlin.
- EUROPEAN INVESTMENT BANK, 2020. *EIB Group Climate Bank Roadmap 2021-2025* [online] [Zugriff am: 29. Juni 2022]. Verfügbar unter: https://www.eib.org/attachments/thematic/eib_group_climate_bank_roadmap_en.pdf

- FSV. RVS 04.02.11:2021, *Berechnung von Schallemissionen und Lärmschutz*. Wien: Forschungsgesellschaft Straße-Schiene-Verkehr. Verfügbar unter: www.fsv.at
- GRÄBL, H., M. KIRCHNER, H. KROMP-KOLB, K. STEININGER, M. GETZNER, C. KETTNER-MARX, G. KIRCHENGAST, A. KÖPPL, I. MEYER, M. SOMMER, I. UHL-HÄDICKE und S. STAGL, 2020. *Stellungnahme von Expertinnen und Experten des CCCA zum Factsheet: „Kostenwahrheit CO2“ des BMK*.
- HERRY, M., N. SEDLACEK und I. STEINACHER, 2015. *Ermittlung zulässiger Mauttarife für externe Kosten. Bericht*. Wien.
- IPCC, 2018. *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty*. World Meteorological Organization. Genf, Schweiz.
- KÄFER, A., B. FÜRST, K. GABERT und E. PEDIADITIS, 2011. *Kriterien für die Differenzierung der Gebühren für externe Kosten. Endbericht*. Wien.
- KORN, M., A. LEUPOLD, C. SCHNEIDER, K.-H. HARTWIG und H. DANIELS, 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*. Leipzig, Aachen, Münster, Köln.
- MAIBACH, M., C. SCHREYER, D. SUTTER, H.P. VAN ESSEN, B.H. BOON, R. SMOKERS, A. SCHROTEN, C. DOLL, B. PAWLOSKA und M. BAK, Dezember 2007. *Handbook on estimation of external cost in the transport sector. Version 1.0*.
- OECD, 2013. *Climate and carbon. Aligning prices and policies* [online]. OECD Environment. Verfügbar unter: <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/5k3z11hjj6r7-en.pdf?expires=1625648555&id=id&accname=guest&checksum=58AE2FE9A57E79DF5932DE4E9E43D228>
- RL 1999/62/EG. *Richtlinie 1999/62/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Juni 1999 über die Erhebung von Gebühren für die Benutzung von Straßeninfrastrukturen durch Fahrzeuge in der Fassung Richtlinie (EU) 2022/362. Wegekostenrichtlinie* [online]. Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:31999L0062>
- RL 2002/49/EG. *Richtlinie 2002/49/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Juni 2002 über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm in der Fassung Richtlinie (EU) 2021/1226. Umgebungslärmrichtlinie* [online]. Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX%3A32002L0049>
- STATISTIK AUSTRIA, 2022a. *Kfz-Statistik. Kfz-Bestand* [online] [Zugriff am: 3. Oktober 2022]. Verfügbar unter: <https://www.statistik.at/statistiken/tourismus-und-verkehr/fahrzeuge/kfz-bestand>

- STATISTIK AUSTRIA, 2022b. *Kfz-Statistik. Kfz-Neuzulassungen* [online] [Zugriff am: 3. Oktober 2022]. Verfügbar unter:
<https://www.statistik.at/statistiken/tourismus-und-verkehr/fahrzeuge/kfz-neuzulassungen>
- SUTTER, D., F. WEBER, C. BIELER und N. SEDLACEK, 2017. *External costs in mountain areas. EU Strategy for the Alpine Region EUSALP – Action Group 4 Mobility*. Final Report. Zürich.
- THEAKSTON, F., Hg., 2011. *Burden of disease from environmental noise. Quantification of healthy life years lost in Europe*. Copenhagen: World Health Organization Regional Office for Europe. ISBN 9789289002295.
- UMWELTBUNDESAMT DESSAU, 2020. *Methodenkonvention 3.1 zur Ermittlung von Umweltkosten. Kostensätze*. Dessau-Roßlau.
- UMWELTBUNDESAMT, 2022. *Nahzeitprognose der österreichischen Treibhausgas-Emissionen für 2021* [online]. Wien. Verfügbar unter:
<https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0819.pdf>
- VAN ESSEN, H., L. VAN WIJNGAARDEN, A. SCHROTEN, D. SUTTER, C. BIELER, S. MAFFII, M. BRAMBILLA, D. FIORELLO, F. FERMI, R. PAROLIN und K. EL BEYROUTY, 2019. *Handbook on the external costs of transport. Version 2019 – 1.1*. Brüssel.

TABELLENANHANG

Anhang A: Fahrleistungen 2021 nach Gebietstypen und EURO-Emissionsklassen

Bezugswerte In Tabelle 1 des Anhangs IIIb der neuen EU-Wegekostenrichtlinie werden unterschiedliche Bezugswerte für die Gebühr für externe Kosten, einschließlich der Kosten von Luftverschmutzung und Lärmbelastung für die Bereiche „Vorstadt“ und „außerstädtisch“, angegeben. Dabei wird festgehalten:

(1) Als „Vorstadt“ gelten Gebiete mit einer Bevölkerungsdichte zwischen 150 und 900 Einwohnern/km² (einer mittleren Bevölkerungsdichte von 300 Einwohnern/km²).

(2) Als „außerstädtisch“ gelten Gebiete mit einer Bevölkerungsdichte unter 150 Einwohnern/km².

Darüber hinaus wird bezüglich der Bezugswerte festgelegt:

Die Werte in Tabelle 1 dürfen in Bergregionen und in Ballungsräumen mit einem Faktor von höchstens 2 multipliziert werden, soweit das durch geringere Streuung, Straßensteigung bzw. -gefälle, geografische Höhe oder Temperaturinversionen gerechtfertigt ist. Wenn wissenschaftliche Erkenntnisse für einen höheren Faktor für Bergregionen oder Ballungsräume sprechen, kann der betreffende Bezugswert mit einer ausführlichen Begründung erhöht werden.

Gebietstypen Im Rahmen der gegenständlichen Betrachtungen erfolgt daher eine Untergliederung des Autobahn- und Schnellstraßennetzes nach der Bevölkerungsdichte und der Eigenschaft als Bergregion.

In Summe ergeben sich damit sechs Gebietstypen je nach:

- Siedlungsdichte
 - Ballungsräume: >900 Einwohner:innen/km²
 - Vorstadt: 150–900 Einwohner:innen/km²
 - Außerstädtisch: <150 Einwohner:innen/km²
- Bergregion²⁶

²⁶ Für die Definition einer Bergregion wird in den herangezogenen Arbeiten für die entsprechende Differenzierung der Gebühren für externe Kosten (Käfer et al. (2011) sowie Fürst, Fersterer und Käfer (2014)) auf die Studie „Mountain Areas in Europe – Analysis of mountain areas in EU member states, acceding and other European countries (Nordregio (2004)) zurückgegriffen, die von der EU-Kommission in Auftrag gegeben wurde. Diese Studie beschäftigt sich mit der Frage einer europaweit einheitlichen Definition des Begriffs „Bergregion“ und schlägt eine GIS-basierte Methode vor, mittels derer auf Basis eines digitalen Höhenmodells eine entsprechende objektive Abgrenzung von Bergregionen erfolgen kann. Je nach Höhenlage müssen unterschiedliche Kriterien erfüllt sein, damit ein Gebiet als Bergregion gilt. Dazu zählen beispielsweise das Auftreten von Mindesthöhenunterschieden innerhalb einer bestimmten Entfernung oder das Auftreten von Mindesthangneigungen innerhalb der betrachteten Rasterzellen des GIS-Systems.

- Bergregion bzw. nicht Bergregion basierend auf den Kriterien der Studie „Analysis of mountain areas in EU Member States, acceding and other European countries“ (Nordregio, 2004).

Für die Siedlungsdichte wird je Gemeinde die Bevölkerung und Fläche in einem vier Kilometer breiten Korridor um die Straßenachse verwendet. Als Datengrundlage konnte der an die EK gemeldete Kartierungsumfang für die Hauptverkehrsstraßen herangezogen werden.

Zuordnung zu Mautabschnitten

Der Korridor entspricht dem Bearbeitungsgebiet für die strategische Lärmkartierung und ist so gewählt, dass die gesamte potenziell betroffene Bevölkerung erfasst ist. Die Siedlungsdichte wird dann dem in der jeweiligen Gemeinde liegenden Anteil eines Mautabschnitts zugeordnet.

Für die Eigenschaft Bergregion liegen aus der Studie "Kriterien für die Differenzierung der Gebühren für externe Kosten gemäß EU-Wegekostenrichtlinie 2011. GIS-Analyse Bergregionen" (Fürst, Fersterer und Käfer, 2014) bereits die entsprechenden Anteile der Mautabschnitte vor. Der 2014 noch nicht bestehende Teil des Streckennetzes wurde über die Gemeindezuordnungen und Bergregioneninformationen aus den entsprechenden Vorstudien (Käfer et al., 2011) ergänzt.

Für die sechs unterschiedlichen Gebietstypen wurden in der Folge die Gesamtfahrleistungen je Achskategorie ermittelt. Die Gesamtfahrleistung des Schwerverkehrs am hochrangigen Verkehrsnetz in Österreich in der Höhe von 3,996 Mrd. Fzkm im Jahr 2021 wurde demnach auf insgesamt 18 Subkategorien aufgeteilt.

Fahrleistung in Mio. Fzkm je EURO-Emissionsklasse und Achskategorie in Bergregionen, 2021. Eigene Berechnung.

Fahrleistung in Bergregionen, 2021 in Mio. Fzkm									
	außerstädtisch			Vorstadt			Stadt		
Achsen	2	3	4+	2	3	4+	2	3	4+
EURO 0–III	8,45	4,72	10,77	8,03	4,70	10,03	1,59	0,90	1,74
EURO IV	3,56	2,29	4,18	3,20	2,31	3,93	0,65	0,49	0,72
EURO V	12,04	7,13	63,89	10,82	6,80	45,48	2,24	1,42	6,89
EEV	8,14	7,33	53,02	8,68	7,98	41,96	1,85	1,75	6,66
EURO VI	60,58	60,50	914,45	62,41	54,49	774,40	13,11	12,18	140,86
E/H ₂	0,01	0,00	0,03	0,01	0,01	0,02	0,01	0,00	0,01

Fahrleistung in Mio. Fzkm je EURO-Emissionsklasse und Achskategorie in Nicht-Bergregionen, 2021. Eigene Berechnung. Eigene Berechnung.

Fahrleistung in Nicht-Bergregionen, 2021 in Mio. Fzkm									
	außerstädtisch			Vorstadt			Stadt		
Achsen	2	3	4+	2	3	4+	2	3	4+
EURO 0–III	5,04	2,80	6,19	5,50	3,10	5,93	3,01	1,69	2,57
EURO IV	2,51	1,17	2,66	3,15	1,55	2,77	2,09	1,05	1,29
EURO V	7,75	4,21	41,59	8,44	4,87	32,25	4,72	2,63	11,35
EEV	4,66	3,92	34,44	6,12	5,27	31,92	4,12	3,38	11,54
EURO VI	34,24	30,42	518,90	35,82	31,64	424,99	18,38	17,44	147,28
E/H ₂	0,01	0,00	0,01	0,02	0,02	0,01	0,03	0,03	0,00

Fahrleistung in Mio. Fzkm je CO₂-Emissionsklasse bzw. EURO-Emissionsklasse und Achskategorie in Bergregionen, 2021. Eigene Berechnung.

Fahrleistung in Bergregionen, 2021 in Mio. Fzkm									
	außerstädtisch			Vorstadt			Stadt		
Achsen	2	3	4+	2	3	4+	2	3	4+
CO ₂ -Klasse 1	90,80	80,23	1.024,08	91,16	74,67	857,19	19,03	16,39	153,54
1/0–III	8,27	4,62	10,54	7,86	4,60	9,82	1,56	0,88	1,71
1/IV	3,48	2,24	4,09	3,13	2,27	3,84	0,63	0,48	0,70
1/V	11,78	6,98	62,53	10,59	6,66	44,52	2,20	1,39	6,75
1/EEV	7,97	7,18	51,89	8,50	7,81	41,07	1,81	1,71	6,52
1/VI	59,30	59,22	895,02	61,09	53,33	757,95	12,83	11,92	137,87
CO ₂ -Klasse 2	1,35	1,19	15,21	1,35	1,11	12,73	0,28	0,24	2,28
CO ₂ -Klasse 3	0,62	0,55	7,02	0,63	0,51	5,88	0,13	0,11	1,05
CO ₂ -Klasse 4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CO ₂ -Klasse 5	0,01	0,00	0,03	0,01	0,01	0,02	0,01	0,00	0,01

Fahrleistung in Mio. Fzkm je CO₂-Emissionsklasse bzw. EURO-Emissionsklasse und Achskategorie in Nicht-Bergregionen, 2021. Eigene Berechnung.

Achsen	Fahrleistung in Nicht-Bergregionen, 2021 in Mio. Fzkm								
	außerstädtisch			Vorstadt			Stadt		
	2	3	4+	2	3	4+	2	3	4+
CO ₂ -Klasse 1	53,05	41,61	590,95	57,78	45,44	487,29	31,64	25,63	170,32
1 / 0-III	4,94	2,74	6,06	5,38	3,03	5,81	2,95	1,65	2,51
1 / IV	2,46	1,15	2,60	3,08	1,52	2,71	2,04	1,03	1,26
1 / V	7,58	4,12	40,70	8,26	4,77	31,57	4,62	2,58	11,10
1 / EEV	4,56	3,84	33,71	5,99	5,16	31,24	4,04	3,31	11,29
1 / VI	33,51	29,77	507,87	35,06	30,97	415,96	17,99	17,07	144,15
CO ₂ -Klasse 2	0,79	0,62	8,77	0,86	0,68	7,24	0,47	0,38	2,53
CO ₂ -Klasse 3	0,36	0,29	4,05	0,40	0,31	3,34	0,22	0,18	1,17
CO ₂ -Klasse 4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CO ₂ -Klasse 5	0,01	0,00	0,01	0,02	0,02	0,01	0,03	0,03	0,00

Anhang B: Re-aggregierte Emissionsfaktoren aus HBEFA für die Fahrzeugflotte 2021

Re-aggregierte Emissionsfaktoren aus HBEFA für NO_x für die Fahrzeugflotte 2021. Eigene Berechnung auf Basis HBEFA 4.2.

EURO-Emissionsklasse	NO _x in Gramm je Fzkm					
	2 Achsen		3 Achsen		4+ Achsen	
	absolut	relativ	absolut	relativ	absolut	relativ
0–III	3,84	100 %	5,73	100 %	8,77	100 %
IV	2,59	67,39 %	3,90	68,04 %	5,37	61,24 %
V/EEV	1,90	49,49 %	3,15	55,00 %	4,14	47,23 %
VI	0,47	12,29 %	0,75	13,05 %	0,52	5,94 %
E/H ₂ ²⁷	0,00	0,00 %	0,00	0,00 %	0,00	0,00 %

Re-aggregierte Emissionsfaktoren aus HBEFA für PM₁₀ für die Fahrzeugflotte 2021. Eigene Berechnung auf Basis HBEFA 4.2.

EURO-Emissionsklasse	PM ₁₀ in Gramm je Fzkm					
	2 Achsen		3 Achsen		4+ Achsen	
	absolut	relativ	absolut	relativ	absolut	relativ
0–III	0,09	100 %	0,11	100 %	0,18	100 %
IV	0,02	26,77 %	0,04	33,57 %	0,05	25,54 %
V/EEV	0,03	29,93 %	0,04	36,19 %	0,05	26,39 %
VI	0,01	10,69 %	0,01	6,96 %	0,01	4,28 %
E/H ₂	0,00	0,00 %	0,00	0,00 %	0,00	0,00 %

Re-aggregierte Emissionsfaktoren aus HBEFA für NMHC für die Fahrzeugflotte 2021. Eigene Berechnung auf Basis HBEFA 4.2.

EURO-Emissionsklasse	NMHC in Gramm je Fzkm					
	2 Achsen		3 Achsen		4+ Achsen	
	absolut	relativ	absolut	relativ	absolut	relativ
0–III	0,18	100 %	0,20	100 %	0,30	100 %
IV	0,03	14,30 %	0,03	15,47 %	0,04	14,71 %
V/EEV	0,02	11,47 %	0,03	13,03 %	0,04	11,97 %
VI	0,01	6,15 %	0,02	8,32 %	0,02	7,70 %
E/H ₂	0,00	0,00 %	0,00	0,00 %	0,00	0,00 %

²⁷ E = batterieelektrischer Antrieb / H₂ = Wasserstoff-Brennstoffzellenantrieb

Re-aggregierte Emissionsfaktoren aus HBEFA für CO₂ vor Kalibrierung für die Fahrzeugflotte 2021. Eigene Berechnung auf Basis HBEFA

4.2.

EURO-Emissionsklasse	CO ₂ in Gramm je Fzkm					
	2 Achsen		3 Achsen		4+ Achsen	
	absolut	relativ	absolut	relativ	absolut	relativ
0-III	510,42	100 %	659,54	100 %	967,00	100 %
IV	500,08	97,97 %	648,79	98,37 %	954,37	98,69 %
V/EEV	469,07	91,90 %	617,66	93,65 %	914,04	94,52 %
VI	439,50	86,11 %	587,00	89,00 %	859,15	88,85 %
E/H ₂	0,00	0,00 %	0,00	0,00 %	0,00	0,00 %

Re-aggregierte Emissionsfaktoren aus HBEFA für CO₂ nach Kalibrierung für die Fahrzeugflotte 2021. Eigene Berechnung auf Basis

HBEFA 4.2.

CO ₂ - bzw. EURO-Emissionsklasse	CO ₂ in Gramm je Fzkm					
	2 Achsen		3 Achsen		4+ Achsen	
	absolut	relativ	absolut	relativ	absolut	relativ
1 / EURO 0-III	510,42	100 %	659,54	100 %	967,00	100%
1 / EURO IV	500,08	97,97 %	648,79	98,37 %	954,37	98,69 %
1 / EURO V, EEV	469,07	91,90 %	617,66	93,65 %	914,04	94,52 %
1 / EURO VI	439,50	86,11 %	587,00	89,00 %	859,15	88,85 %
CO ₂ -Klasse 2*	410,93	93,50 %	548,85	93,50 %	803,30	93,50 %
CO ₂ -Klasse 3*	397,75	90,50 %	531,24	90,50 %	777,53	90,50 %
CO ₂ -Klasse 4*	219,75	50,00 %	293,50	50,00 %	429,57	50,00 %
CO ₂ -Klasse 5*	0	0,00 %	0	0,00 %	0	0,00 %

*) Basis: 1/ Euro VI

Anhang C: Aufteilung der Gesamtemissionen 2021

Aufteilung der Gesamtemissionen NO_x auf EURO-Emissionsklassen und Siedlungsdichten in Bergregionen, 2021. Eigene Berechnung.

NO _x in Tonnen	Bergregion								
	außerstädtisch			Vorstadt			Stadt		
Achsen	2	3	4+	2	3	4+	2	3	4+
EURO 0–III	29,7	24,7	86,4	28,2	24,6	80,4	5,6	4,7	14,0
EURO IV	8,4	8,2	20,5	7,6	8,2	19,3	1,5	1,8	3,5
EURO V/EEV	35,1	41,7	442,7	33,9	42,6	331,1	7,1	9,1	51,3
EURO VI	26,2	41,3	435,6	26,9	37,2	368,9	5,7	8,3	67,1
E/H ₂	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SUMME									2 389,3

Aufteilung der Gesamtemissionen NO_x auf EURO-Emissionsklassen und Siedlungsdichten in Nicht-Bergregionen, 2021. Eigene Berechnung.

NO _x in Tonnen	Nicht-Bergregion								
	außerstädtisch			Vorstadt			Stadt		
Achsen	2	3	4+	2	3	4+	2	3	4+
EURO 0–III	17,7	14,6	49,7	19,3	16,2	47,6	10,6	8,8	20,6
EURO IV	5,9	4,2	13,0	7,4	5,5	13,6	4,9	3,8	6,3
EURO V/EEV	21,6	23,4	287,9	25,3	29,2	243,0	15,4	17,3	86,7
EURO VI	14,8	20,8	247,2	15,5	21,6	202,5	7,9	11,9	70,2
E/H ₂	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SUMME									1 632,1

Aufteilung der Gesamtemissionen PM₁₀ auf EURO-Emissionsklassen und Siedlungsdichten in Bergregionen, 2021. Eigene Berechnung.

PM ₁₀ in Tonnen	Bergregion								
	außerstädtisch			Vorstadt			Stadt		
Achsen	2	3	4+	2	3	4+	2	3	4+
EURO 0–III	0,6	0,4	1,6	0,6	0,4	1,5	0,1	0,1	0,3
EURO IV	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0
EURO V/EEV	0,5	0,5	4,6	0,4	0,5	3,5	0,1	0,1	0,5
EURO VI	0,5	0,4	5,9	0,5	0,4	5,0	0,1	0,1	0,9
E/H ₂	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SUMME									30,8

Aufteilung der Gesamtemissionen PM₁₀ auf EURO-Emissionsklassen und Siedlungsdichten in Nicht-Bergregionen, 2021.
Eigene Berechnung.

PM ₁₀ in Tonnen	Nicht-Bergregion								
	außerstädtisch			Vorstadt			Stadt		
Achsen	2	3	4+	2	3	4+	2	3	4+
EURO 0–III	0,4	0,3	0,9	0,4	0,3	0,9	0,2	0,2	0,4
EURO IV	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
EURO V/EEV	0,3	0,3	3,0	0,3	0,3	2,5	0,2	0,2	0,9
EURO VI	0,3	0,2	3,3	0,3	0,2	2,7	0,1	0,1	0,9
E/ H ₂	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SUMME									20,8

Aufteilung der Gesamtemissionen NMHC auf EURO-Emissionsklassen und Siedlungsdichten in Bergregionen, 2021. Eigene Berechnung.

NMHC in Tonnen	Bergregion								
	außerstädtisch			Vorstadt			Stadt		
Achsen	2	3	4+	2	3	4+	2	3	4+
EURO 0–III	1,3	0,9	2,9	1,3	0,8	2,7	0,3	0,2	0,5
EURO IV	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0
EURO V/EEV	0,4	0,3	3,7	0,4	0,3	2,8	0,1	0,1	0,4
EURO VI	0,6	0,9	18,8	0,6	0,8	15,9	0,1	0,2	2,9
E/H ₂	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SUMME									60,8

Aufteilung der Gesamtemissionen NMHC auf EURO-Emissionsklassen und Siedlungsdichten in Nicht-Bergregionen, 2021. Eigene Berechnung.

NMHC in Tonnen	Nicht-Bergregion								
	außerstädtisch			Vorstadt			Stadt		
Achsen	2	3	4+	2	3	4+	2	3	4+
EURO 0–III	0,8	0,5	1,7	0,9	0,6	1,6	0,5	0,3	0,7
EURO IV	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1
EURO V/EEV	0,2	0,2	2,4	0,3	0,2	2,1	0,2	0,1	0,7
EURO VI	0,3	0,5	10,7	0,3	0,5	8,7	0,2	0,3	3,0
E/H ₂	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SUMME									38,9

Aufteilung der Gesamtemissionen CO₂ in Tausend Tonnen auf CO₂-Emissionsklassen bzw. EURO-Emissionsklassen und Siedlungsdichten in Bergregionen, 2021. Eigene Berechnung.

CO ₂ in Tsd. Tonnen	Bergregion								
	außerstädtisch			Vorstadt			Stadt		
Achsen	2	3	4+	2	3	4+	2	3	4+
CO ₂ -Klasse 1	34,14	41,40	808,13	34,41	38,42	675,17	7,22	8,50	120,87
1 / 0-III	3,97	2,87	9,59	3,78	2,86	8,93	0,75	0,55	1,55
1 / IV	1,60	1,34	3,60	1,44	1,35	3,38	0,29	0,29	0,62
1 / V	5,09	3,97	52,64	4,57	3,79	37,47	0,95	0,79	5,68
1 / EEV	3,44	4,08	43,69	3,67	4,44	34,57	0,78	0,97	5,49
1 / VI	24,00	32,01	708,21	24,73	28,83	599,74	5,19	6,45	109,09
CO ₂ -Klasse 2	0,51	0,60	11,25	0,51	0,56	9,42	0,11	0,12	1,69
CO ₂ -Klasse 3	0,23	0,27	5,03	0,23	0,25	4,21	0,05	0,06	0,75
CO ₂ -Klasse 4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CO ₂ -Klasse 5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SUMME									1 837,85

Aufteilung der Gesamtemissionen CO₂ in Tausend Tonnen auf CO₂-Emissionsklassen bzw. EURO-Emissionsklassen und Siedlungsdichten in Nicht-Bergregionen, 2021. Eigene Berechnung.

CO ₂ in Tsd. Tonnen	Nicht-Bergregion								
	außerstädtisch			Vorstadt			Stadt		
Achsen	2	3	4+	2	3	4+	2	3	4+
CO ₂ -Klasse 1	19,94	21,31	466,79	21,77	23,30	384,40	11,96	13,19	134,02
1 / 0-III	2,37	1,70	5,52	2,58	1,88	5,28	1,42	1,02	2,29
1 / IV	1,13	0,69	2,29	1,42	0,91	2,38	0,94	0,62	1,11
1 / V	3,28	2,34	34,26	3,57	2,71	26,57	2,00	1,46	9,35
1 / EEV	1,97	2,18	28,38	2,59	2,93	26,30	1,74	1,88	9,51
1 / VI	13,56	16,10	401,87	14,19	16,74	329,14	7,28	9,23	114,06
CO ₂ -Klasse 2	0,30	0,31	6,49	0,32	0,34	5,35	0,18	0,19	1,87
CO ₂ -Klasse 3	0,13	0,14	2,90	0,15	0,15	2,39	0,08	0,09	0,84
CO ₂ -Klasse 4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CO ₂ -Klasse 5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SUMME									1 142,31

Anhang D: Fahrleistungsprognosen 2022–2025

Fahrleistung in Mio. Fzkm je CO₂-Emissionsklasse bzw. EURO-Emissionsklasse und Achskategorie in Bergregionen, 2022. Eigene Berechnung.

Fahrleistungsprognosen Bergregion, 2022 in Mio. Fzkm									
Achsen	außerstädtisch			Vorstadt			Stadt		
	2	3	4+	2	3	4+	2	3	4+
CO ₂ -Klasse 1	90,00	79,52	1 015,02	90,37	74,01	849,60	18,86	16,25	152,18
1 / 0–III	3,30	2,30	6,91	3,31	2,14	5,78	0,69	0,47	1,04
1 / IV	2,61	1,86	3,27	2,62	1,73	2,74	0,55	0,38	0,49
1 / V, EEV	14,89	11,44	94,15	14,95	10,65	78,81	3,12	2,34	14,12
1 / VI	69,21	63,93	910,68	69,49	59,50	762,27	14,51	13,06	136,54
CO ₂ -Klasse 2	2,06	1,82	23,22	2,07	1,69	19,44	0,43	0,37	3,48
CO ₂ -Klasse 3	1,07	0,95	12,11	1,08	0,88	10,13	0,22	0,19	1,81
CO ₂ -Klasse 4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CO ₂ -Klasse 5	0,33	0,29	3,75	0,33	0,27	3,14	0,07	0,06	0,56

Fahrleistung in Mio. Fzkm je CO₂-Emissionsklasse bzw. EURO-Emissionsklasse und Achskategorie in Nicht-Bergregionen, 2022. Eigene Berechnung.

Fahrleistungsprognosen Nicht-Bergregion, 2022 in Mio. Fzkm									
Achsen	außerstädtisch			Vorstadt			Stadt		
	2	3	4+	2	3	4+	2	3	4+
CO ₂ -Klasse 1	52,59	41,25	585,71	57,29	45,06	482,98	31,39	25,43	168,81
1 / 0–III	1,93	1,19	3,99	2,10	1,30	3,29	1,15	0,73	1,15
1 / IV	1,52	0,96	1,89	1,66	1,05	1,56	0,91	0,59	0,54
1 / V, EEV	8,70	5,93	54,33	9,48	6,48	44,80	5,19	3,66	15,66
1 / VI	40,44	33,16	525,51	44,05	36,22	433,33	24,14	20,45	151,46
CO ₂ -Klasse 2	1,20	0,94	13,40	1,31	1,03	11,05	0,72	0,58	3,86
CO ₂ -Klasse 3	0,63	0,49	6,99	0,68	0,54	5,76	0,37	0,30	2,01
CO ₂ -Klasse 4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CO ₂ -Klasse 5	0,19	0,15	2,16	0,21	0,17	1,78	0,12	0,09	0,62

Fahrleistung in Mio. Fzkm je CO₂-Emissionsklasse bzw. EURO-Emissionsklasse und Achskategorie in Bergregionen, 2023. Eigene Berechnung.

Fahrleistungsprognosen Bergregion, 2023 in Mio. Fzkm									
Achsen	außerstädtisch			Vorstadt			Stadt		
	2	3	4+	2	3	4+	2	3	4+
CO ₂ -Klasse 1	89,19	78,80	1 005,82	89,55	73,34	841,90	18,69	16,10	150,80
1 / 0-III	2,47	1,69	4,95	2,48	1,58	4,15	0,52	0,35	0,74
1 / IV	1,98	1,39	2,34	1,99	1,29	1,96	0,42	0,28	0,35
1 / V, EEV	11,98	9,05	68,09	12,03	8,42	56,99	2,51	1,85	10,21
1 / VI	72,75	66,67	930,43	73,05	62,05	778,80	15,25	13,62	139,50
CO ₂ -Klasse 2	2,90	2,56	32,69	2,91	2,38	27,36	0,61	0,52	4,90
CO ₂ -Klasse 3	1,65	1,45	18,57	1,65	1,35	15,54	0,35	0,30	2,78
CO ₂ -Klasse 4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CO ₂ -Klasse 5	0,43	0,38	4,82	0,43	0,35	4,04	0,09	0,08	0,72

Fahrleistung in Mio. Fzkm je CO₂-Emissionsklasse bzw. EURO-Emissionsklasse und Achskategorie in Nicht-Bergregionen, 2023. Eigene Berechnung.

Fahrleistungsprognosen Nicht-Bergregion, 2023 in Mio. Fzkm									
Achsen	außerstädtisch			Vorstadt			Stadt		
	2	3	4+	2	3	4+	2	3	4+
CO ₂ -Klasse 1	52,11	40,87	580,41	56,77	44,65	478,60	31,11	25,20	167,28
1 / 0-III	1,44	0,88	2,86	1,57	0,96	2,36	0,86	0,54	0,82
1 / IV	1,16	0,72	1,35	1,26	0,79	1,12	0,69	0,44	0,39
1 / V, EEV	7,00	4,69	39,29	7,63	5,13	32,40	4,18	2,89	11,32
1 / VI	42,51	34,58	536,91	46,31	37,78	442,73	25,37	21,32	154,74
CO ₂ -Klasse 2	1,69	1,33	18,86	1,84	1,45	15,55	1,01	0,82	5,44
CO ₂ -Klasse 3	0,96	0,75	10,71	1,05	0,82	8,83	0,57	0,47	3,09
CO ₂ -Klasse 4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CO ₂ -Klasse 5	0,25	0,20	2,78	0,27	0,21	2,30	0,15	0,12	0,80

Fahrleistung in Mio. Fzkm je CO₂-Emissionsklasse bzw. EURO-Emissionsklasse und Achskategorie in Bergregionen, 2024. Eigene Berechnung.

Fahrleistungsprognosen Bergregion, 2024 in Mio. Fzkm									
Achsen	außerstädtisch			Vorstadt			Stadt		
	2	3	4+	2	3	4+	2	3	4+
CO ₂ -Klasse 1	88,10	77,84	993,56	88,46	72,45	831,64	18,47	15,90	148,97
1 / 0-III	1,86	1,25	3,54	1,87	1,16	2,96	0,39	0,26	0,53
1 / IV	1,50	1,03	1,69	1,51	0,96	1,42	0,31	0,21	0,25
1 / V, EEV	9,54	7,05	48,84	9,57	6,56	40,88	2,00	1,44	7,32
1 / VI	75,21	68,51	939,50	75,51	63,76	786,39	15,76	14,00	140,86
CO ₂ -Klasse 2	3,86	3,41	43,58	3,88	3,18	36,48	0,81	0,70	6,53
CO ₂ -Klasse 3	2,34	2,07	26,41	2,35	1,93	22,10	0,49	0,42	3,96
CO ₂ -Klasse 4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CO ₂ -Klasse 5	0,55	0,49	6,22	0,55	0,45	5,20	0,12	0,10	0,93

Fahrleistung in Mio. Fzkm je CO₂-Emissionsklasse bzw. EURO-Emissionsklasse und Achskategorie in Nicht-Bergregionen, 2024. Eigene Berechnung.

Fahrleistungsprognosen Nicht-Bergregion, 2024 in Mio. Fzkm									
Achsen	außerstädtisch			Vorstadt			Stadt		
	2	3	4+	2	3	4+	2	3	4+
CO ₂ -Klasse 1	51,47	40,38	573,34	56,08	44,11	472,77	30,73	24,90	165,24
1 / 0-III	1,09	0,65	2,04	1,18	0,71	1,68	0,65	0,40	0,59
1 / IV	0,88	0,53	0,98	0,96	0,58	0,81	0,52	0,33	0,28
1 / V, EEV	5,57	3,66	28,18	6,07	4,00	23,24	3,33	2,26	8,12
1 / VI	43,94	35,54	542,14	47,87	38,82	447,04	26,23	21,91	156,25
CO ₂ -Klasse 2	2,26	1,77	25,15	2,46	1,93	20,74	1,35	1,09	7,25
CO ₂ -Klasse 3	1,37	1,07	15,24	1,49	1,17	12,56	0,82	0,66	4,39
CO ₂ -Klasse 4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CO ₂ -Klasse 5	0,32	0,25	3,59	0,35	0,28	2,96	0,19	0,16	1,03

Fahrleistung in Mio. Fzkm je CO₂-Emissionsklasse bzw. EURO-Emissionsklasse und Achskategorie in Bergregionen, 2025. Eigene Berechnung.

Fahrleistungsprognosen Bergregion, 2025 in Mio. Fzkm									
Achsen	außerstädtisch			Vorstadt			Stadt		
	2	3	4+	2	3	4+	2	3	4+
CO ₂ -Klasse 1	86,71	76,61	977,92	87,06	71,30	818,55	18,17	15,65	146,62
1 / 0-III	1,40	0,92	2,51	1,40	0,86	2,10	0,29	0,19	0,38
1 / IV	1,14	0,76	1,22	1,15	0,71	1,02	0,24	0,16	0,18
1 / V, EEV	7,51	5,42	34,69	7,54	5,04	29,04	1,57	1,11	5,20
1 / VI	76,67	69,51	939,49	76,98	64,69	786,38	16,07	14,20	140,86
CO ₂ -Klasse 2	4,96	4,38	55,93	4,98	4,08	46,81	1,04	0,90	8,39
CO ₂ -Klasse 3	3,16	2,79	35,65	3,17	2,60	29,84	0,66	0,57	5,35
CO ₂ -Klasse 4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CO ₂ -Klasse 5	0,73	0,64	8,19	0,73	0,60	6,86	0,15	0,13	1,23

Fahrleistung in Mio. Fzkm je CO₂-Emissionsklasse bzw. EURO-Emissionsklasse und Achskategorie in Nicht-Bergregionen, 2025. Eigene Berechnung.

Fahrleistungsprognosen Nicht-Bergregion, 2025 in Mio. Fzkm									
Achsen	außerstädtisch			Vorstadt			Stadt		
	2	3	4+	2	3	4+	2	3	4+
CO ₂ -Klasse 1	50,66	39,74	564,31	55,19	43,41	465,32	30,24	24,50	162,64
1 / 0-III	0,82	0,48	1,45	0,89	0,52	1,20	0,49	0,29	0,42
1 / IV	0,67	0,40	0,71	0,73	0,43	0,58	0,40	0,24	0,20
1 / V, EEV	4,39	2,81	20,02	4,78	3,07	16,51	2,62	1,73	5,77
1 / VI	44,79	36,05	542,13	48,80	39,39	447,04	26,74	22,23	156,25
CO ₂ -Klasse 2	2,90	2,27	32,27	3,16	2,48	26,61	1,73	1,40	9,30
CO ₂ -Klasse 3	1,85	1,45	20,57	2,01	1,58	16,97	1,10	0,89	5,93
CO ₂ -Klasse 4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CO ₂ -Klasse 5	0,42	0,33	4,73	0,46	0,36	3,90	0,25	0,21	1,36

Anhang E: Gebietsspezifische Angaben Lärmberechnung

Lärm: Fahrleistungen und Äquivalentfahrleistungen in Mio. Fzkm/a auf Basis der entsprechend Gewichtsklassen-Zusammensetzung gewichtet nach gemittelten Achsfaktoren sowie sich daraus ergebende Anteile in Bergregionen, 2021. Eigene Berechnung.

Achsen	Bergregion								
	außerstädtisch			Vorstadt			Stadt		
	2	3	4+	2	3	4+	2	3	4+
Kfz >=3,5 t Mio. km/a	92,8	82,0	1 046,3	93,2	76,3	875,8	19,4	16,7	156,9
Achsfaktoren	3,65	4,55	5,25	3,65	4,55	5,25	3,65	4,55	5,25
Äquivalentfahrleistung Mio. km/a	338,6	373,0	5 493,3	340,0	347,1	4 598,1	71,0	76,2	823,6
Anteil am Gesamtverkehr je Gebietstyp in %	2,7	2,9	43,3	2,8	2,8	37,5	2,8	3,1	33,0

Lärm: Fahrleistungen und Äquivalentfahrleistungen in Mio. Fzkm/a auf Basis der entsprechend Gewichtsklassen-Zusammensetzung gewichtet nach gemittelten Achsfaktoren sowie sich daraus ergebende Anteile in Nicht-Bergregionen, 2021. Eigene Berechnung.

Achsen	Nicht-Bergregion								
	außerstädtisch			Vorstadt			Stadt		
	2	3	4+	2	3	4+	2	3	4+
Kfz >=3,5 t Mio. km/a	54,2	42,5	603,8	59,1	46,4	497,9	32,4	26,2	174,0
Achsfaktoren	3,65	4,55	5,25	3,65	4,55	5,25	3,65	4,55	5,25
Äquivalentfahrleistung Mio. km/a	197,9	193,5	3 169,9	215,5	211,3	2 613,9	118,1	119,3	913,6
Anteil am Gesamtverkehr je Gebietstyp in %	2,8	2,7	44,1	3,0	2,9	36,2	3,3	3,3	25,4

Von Lärm betroffene Einwohner:innen in Bergregionen, auf Zehner gerundet. Eigene Berechnung.

Einwohner:innen in Bergregion			
	außerstädtisch	Vorstadt	Stadt
L _{den} 55–60 dB	23 860	72 360	46 020
L _{den} 60–65 dB	7 720	17 730	11 370
L _{den} 65–70 dB	1 170	2 040	1 160
L _{den} 70–75 dB	120	380	70
L _{den} >75 dB	10	60	0
L _{night} 45–50 dB	31 290	88 500	57 850
L _{night} 50–55 dB	11 420	27 370	17 160
L _{night} 55–60 dB	2 540	4 010	2 150
L _{night} 60–65 dB	270	580	130
L _{night} 65–70 dB	20	100	10
L _{night} >70 dB	10	0	0

Von Lärm betroffene Einwohner:innen in Nicht-Bergregionen, auf Zehner gerundet. Eigene Berechnung.

Einwohner:innen in Nicht-Bergregion			
	außerstädtisch	Vorstadt	Stadt
L _{den} 55–60 dB	7 600	21 860	37 350
L _{den} 60–65 dB	1 530	7 040	14 070
L _{den} 65–70 dB	170	750	2 340
L _{den} 70–75 dB	30	170	760
L _{den} >75 dB	0	0	110
L _{night} 45–50 dB	10 970	27 870	47 760
L _{night} 50–55 dB	3 170	12 420	20 840
L _{night} 55–60 dB	490	2 160	5 990
L _{night} 60–65 dB	50	240	850
L _{night} 65–70 dB	0	0	140
L _{night} >70 dB	0	0	0

Lärmkosten in Mio. Euro_{2021/a} nach dem Handbook on the external costs of transport in Bergregion.

Bergregion			
	außerstädtisch	Vorstadt	Stadt
Kosten in Mio. Euro	9,68	25,67	15,98

Lärmkosten in Mio. Euro_{2021/a} nach dem Handbook on the external costs of transport in Nicht-Bergregion.

Nicht-Bergregion			
	außerstädtisch	Vorstadt	Stadt
Kosten in Mio. Euro	2,49	8,66	17,31

Kostensätze Lärm nach Achsklasse in Bergregionen, ermittelt mit den Kosten nach Handbook on external costs of transport und auf Basis der entsprechend der WIM-Erhebungen gewichteten Achsfaktoren. Eigene Berechnung.

Bergregion									
	außerstädtisch			Vorstadt			Stadt		
Achsen	2	3	4+	2	3	4+	2	3	4+
Eurocent/km	0,28	0,35	0,40	0,76	0,95	1,10	2,34	2,91	3,36

Kostensätze Lärm nach Achsklasse in Nicht-Bergregionen, ermittelt mit den Kosten nach Handbook on external costs of transport und auf Basis der entsprechend der WIM-Erhebungen gewichteten Achsfaktoren. Eigene Berechnung.

Nicht-Bergregion									
	außerstädtisch			Vorstadt			Stadt		
Achsen	2	3	4+	2	3	4+	2	3	4+
Eurocent/km	0,13	0,16	0,18	0,44	0,55	0,63	1,76	2,19	2,52

Abweichungen zum Berichtsteil

Hinweis: Die für ganz Österreich mit diesen Kostensätzen ermittelten Gesamtkosten für die Lärmbelastung durch Kfz >3,5 Tonnen hzG unterscheiden sich von den im Berichtsteil dargestellten Kosten. Ursache dafür ist, dass die Lärmbelastung bei gebietsspezifischer Ermittlung und Anlastung je nach Zusammensetzung der Fahrleistung im jeweiligen Gebiet eine unterschiedliche Aufteilung auf die Kfz ≤3,5 Tonnen und die Fahrzeugkategorien innerhalb der Kfz >3,5 Tonnen bedingt.

Zuordnung zu Mautabschnitten

Die Zuordnung der Kostensätze zu den Mautabschnitten erfolgt sinnvollerweise auf Basis des in dem jeweiligen Mautabschnitt am stärksten vertretenen Gebietstyps. Die sich aus den vorliegenden Daten ergebende Zuordnung ist in Anhang F zu finden. Die Zuordnung jeweils eines gesamten Mautabschnittes zu einem bestimmten Gebietstyp kann Verschiebungen der ermittelten Kosten innerhalb des ASFINAG-Netzes verursachen. Zur Kontrolle wurden die gesamten externen Kosten mit den oben angeführten Kostensätzen, aber auf Basis der den Mautabschnitten zugeordneten Gebietstypen berechnet. Es zeigt sich, dass die nach der erfolgten Zuordnung der Mautabschnitte zu Gebietstyp ermittelten Lärmkosten marginal niedriger ausfallen (<1 %). Es ist somit sichergestellt, dass es durch die Zuordnung nicht zur Einhebung höherer Kosten kommt.

Anhang F: Zuordnung der Mautabschnitte zu Gebietstypen

Liste der Mautabschnitte mit Angabe der Länge und Zuordnung zu den unterschiedlichen Gebietstypen, Teil 1.

LSID	Gesamt-länge km	Zuordnung	LSID	Gesamt-länge km	Zuordnung
1	13,9	Bergregion 150-900	43	2,7	Bergregion 150-900
2	7,9	Bergregion 150-900	45	2,3	keine Bergregion 150-900
3	4,6	Bergregion <150	47	3,5	keine Bergregion 150-900
4	5,5	Bergregion <150	48	3,9	keine Bergregion 150-900
5	6,6	Bergregion 150-900	49	2,2	keine Bergregion 150-900
6	6,5	Bergregion <150	50	2,6	keine Bergregion >900
7	4,6	keine Bergregion 150-900	51	9	Bergregion 150-900
8	15,9	keine Bergregion <150	52	5,9	Bergregion 150-900
9	5,8	keine Bergregion <150	53	2,3	keine Bergregion 150-900
10	10,3	Bergregion 150-900	54	10,6	Bergregion 150-900
11	9,5	Bergregion <150	55	9,1	Bergregion <150
12	8,6	Bergregion 150-900	56	2,5	Bergregion <150
13	13,5	keine Bergregion <150	57	7,7	Bergregion <150
14	9,5	keine Bergregion <150	58	4,1	Bergregion <150
15	10,2	keine Bergregion <150	59	0,5	Bergregion <150
16	9,1	keine Bergregion 150-900	60	6,5	Bergregion <150
17	3,9	keine Bergregion 150-900	61	7,7	Bergregion <150
18	3	keine Bergregion 150-900	62	5,2	Bergregion <150
20	1,5	Bergregion 150-900	63	10,9	Bergregion <150
21	3,3	keine Bergregion 150-900	64	4,3	Bergregion <150
22	1,6	keine Bergregion 150-900	65	10,9	Bergregion <150
23	12	keine Bergregion <150	66	12,2	Bergregion <150
24	1,5	keine Bergregion <150	67	11,2	Bergregion <150
25	6,6	keine Bergregion 150-900	68	7,4	Bergregion 150-900
26	5,8	keine Bergregion 150-900	69	3,2	Bergregion 150-900
27	3,6	keine Bergregion 150-900	70	8,4	Bergregion 150-900
28	7,1	Bergregion <150	71	10,5	Bergregion 150-900
29	9,3	Bergregion <150	72	3,8	Bergregion 150-900
30	1,4	Bergregion 150-900	73	2,5	Bergregion 150-900
31	8,5	Bergregion 150-900	74	3	Bergregion 150-900
32	11,3	Bergregion <150	75	4,7	Bergregion 150-900
33	9,6	Bergregion 150-900	76	6,5	Bergregion 150-900
34	7,3	Bergregion 150-900	77	6,8	Bergregion <150
35	7,1	Bergregion 150-900	78	16,9	Bergregion <150
36	1,6	Bergregion >900	79	0,7	Bergregion 150-900
37	1	Bergregion >900	80	1	Bergregion >900
38	1,2	Bergregion >900	81	1,5	Bergregion >900
39	1,7	Bergregion 150-900	82	7,8	Bergregion <150
40	0,9	Bergregion 150-900	83	9,5	Bergregion <150
41	1,1	Bergregion 150-900	84	11,1	Bergregion 150-900
42	1,6	Bergregion 150-900	85	3,2	Bergregion 150-900

Liste der Mautabschnitte mit Angabe der Länge und Zuordnung zu den unterschiedlichen Gebietstypen, Teil 2.

LSID	Gesamt- länge km	Zuordnung	LSID	Gesamt- länge km	Zuordnung
86	9,3	Bergregion <150	130	2	keine Bergregion >900
87	9	Bergregion <150	132	0,7	keine Bergregion >900
88	4,6	Bergregion <150	133	0,9	keine Bergregion >900
89	10,5	Bergregion <150	135	0,7	keine Bergregion >900
90	10,1	Bergregion <150	136	1,1	keine Bergregion >900
91	6,5	Bergregion <150	137	2	keine Bergregion >900
92	3,3	Bergregion 150–900	138	0,8	keine Bergregion >900
93	3,6	Bergregion 150–900	139	1,9	Bergregion >900
94	6,3	Bergregion 150–900	140	4,2	Bergregion >900
95	2,5	Bergregion 150–900	141	3,2	Bergregion 150–900
96	3	Bergregion 150–900	142	3,6	Bergregion >900
97	4,7	Bergregion 150–900	143	11,2	keine Bergregion <150
98	3,5	Bergregion <150	144	3,2	keine Bergregion >900
99	3,7	Bergregion 150–900	145	4,3	keine Bergregion 150–900
100	6,2	Bergregion 150–900	146	11	keine Bergregion <150
101	3,3	Bergregion 150–900	148	11,9	Bergregion <150
102	2,6	Bergregion 150–900	149	10,9	Bergregion <150
103	5,8	Bergregion 150–900	150	11,7	keine Bergregion <150
104	10,6	Bergregion 150–900	151	8,8	keine Bergregion <150
105	2,5	Bergregion <150	152	2,2	keine Bergregion 150–900
106	3,9	Bergregion 150–900	153	5,5	keine Bergregion <150
107	1	keine Bergregion 150–900	154	10,3	Bergregion <150
108	4,2	keine Bergregion <150	156	12,6	Bergregion 150–900
109	3,4	keine Bergregion <150	157	8	Bergregion <150
110	4,5	keine Bergregion <150	158	11,1	Bergregion <150
111	7,4	keine Bergregion 150–900	159	4	Bergregion <150
112	4,9	keine Bergregion <150	160	10,1	Bergregion <150
113	4,1	Bergregion 150–900	161	2,3	Bergregion <150
114	3,2	keine Bergregion 150–900	162	4,8	Bergregion <150
115	0,6	keine Bergregion >900	163	11,9	Bergregion <150
116	1,3	keine Bergregion >900	164	9,7	Bergregion <150
117	1,8	keine Bergregion >900	165	13	Bergregion <150
118	3,6	keine Bergregion >900	166	6,1	Bergregion <150
119	5,3	keine Bergregion 150–900	167	6,8	Bergregion <150
120	5,9	keine Bergregion 150–900	168	7,1	Bergregion <150
121	12,9	keine Bergregion <150	169	1,4	Bergregion <150
122	4,3	keine Bergregion 150–900	170	2,6	Bergregion <150
123	2,7	keine Bergregion <150	171	24,5	Bergregion <150
124	3,3	keine Bergregion <150	172	8,1	Bergregion <150
125	6,9	keine Bergregion <150	173	3,8	Bergregion 150–900
126	5	keine Bergregion <150	175	0,9	Bergregion >900
127	7,9	keine Bergregion <150	176	10,7	Bergregion >900
128	1,4	keine Bergregion <150	177	2,8	Bergregion >900

Liste der Mautabschnitte mit Angabe der Länge und Zuordnung zu den unterschiedlichen Gebietstypen, Teil 3.

LSID	Gesamt- länge km	Zuordnung	LSID	Gesamt- länge km	Zuordnung
178	1,4	Bergregion 150–900	221	4,1	Bergregion >900
179	1,4	Bergregion 150–900	222	5,6	Bergregion 150–900
180	1,5	Bergregion 150–900	223	5,5	Bergregion 150–900
181	1,6	Bergregion 150–900	224	2,9	Bergregion >900
182	3,9	Bergregion <150	225	12,3	Bergregion 150–900
183	4,4	keine Bergregion <150	226	7,5	Bergregion 150–900
184	3,8	Bergregion <150	227	3	Bergregion 150–900
185	6,5	keine Bergregion 150–900	228	6,6	Bergregion 150–900
186	8	keine Bergregion 150–900	229	3,8	Bergregion 150–900
187	3,9	keine Bergregion 150–900	230	7,8	Bergregion 150–900
188	2	keine Bergregion 150–900	231	6,9	Bergregion 150–900
189	1,9	Bergregion 150–900	232	2,8	Bergregion 150–900
190	7,5	Bergregion 150–900	233	3,1	Bergregion 150–900
191	2,6	Bergregion 150–900	234	3,2	Bergregion >900
192	5,3	Bergregion 150–900	235	4,2	Bergregion >900
193	5,9	Bergregion 150–900	236	4,9	Bergregion 150–900
194	5,9	Bergregion 150–900	237	3	Bergregion 150–900
195	6,1	Bergregion 150–900	238	5,5	Bergregion 150–900
196	8,7	Bergregion <150	239	5,5	Bergregion <150
197	1,1	Bergregion <150	240	2,7	Bergregion 150–900
198	2,5	Bergregion <150	241	8,7	Bergregion 150–900
199	3,7	Bergregion 150–900	242	10,1	Bergregion 150–900
200	10,1	Bergregion <150	243	8,1	Bergregion <150
201	2,6	Bergregion <150	244	1,4	Bergregion 150–900
202	2,7	Bergregion <150	245	2,9	Bergregion 150–900
203	3,7	Bergregion <150	246	4,7	Bergregion <150
204	7,3	Bergregion <150	247	4,2	Bergregion <150
205	18,3	Bergregion <150	248	1,1	Bergregion <150
206	12,1	Bergregion <150	249	7,8	Bergregion <150
207	8,9	Bergregion <150	250	4,6	Bergregion <150
208	1,9	Bergregion 150–900	251	1,5	Bergregion >900
209	4,2	Bergregion <150	252	2,7	Bergregion >900
210	16,9	Bergregion <150	253	2,9	Bergregion <150
211	9,6	Bergregion <150	254	9,2	Bergregion <150
212	7,3	Bergregion 150–900	255	7,4	Bergregion 150–900
213	12,6	Bergregion 150–900	256	6,6	Bergregion <150
214	13,6	Bergregion <150	257	1,3	Bergregion <150
215	5,9	Bergregion 150–900	258	3	Bergregion >900
216	4,6	Bergregion 150–900	259	1,3	Bergregion >900
217	3,3	Bergregion 150–900	260	7,7	Bergregion 150–900
218	8,3	Bergregion <150	261	3,4	Bergregion >900
219	9,7	Bergregion <150	262	1,3	Bergregion >900
220	1,6	Bergregion 150–900	263	3,7	Bergregion >900

Liste der Mautabschnitte mit Angabe der Länge und Zuordnung zu den unterschiedlichen Gebietstypen, Teil 4.

LSID	Gesamt- länge km	Zuordnung	LSID	Gesamt- länge km	Zuordnung
264	3,4	Bergregion >900	307	0,9	keine Bergregion >900
265	3,4	Bergregion >900	308	2,4	keine Bergregion >900
266	2,6	Bergregion >900	309	1,3	keine Bergregion >900
267	2,3	Bergregion 150–900	310	0,8	keine Bergregion >900
268	4	Bergregion 150–900	311	8,8	keine Bergregion 150–900
269	5,7	Bergregion >900	312	3,1	keine Bergregion 150–900
270	9	Bergregion 150–900	313	0,8	keine Bergregion 150–900
271	6,7	Bergregion 150–900	314	4,1	keine Bergregion >900
272	0,9	Bergregion 150–900	315	2,9	keine Bergregion >900
273	1,5	Bergregion 150–900	316	2,4	keine Bergregion <150
274	2,2	Bergregion 150–900	317	5,5	Bergregion <150
275	2	Bergregion >900	318	2,3	Bergregion 150–900
276	3,3	Bergregion <150	319	2,4	keine Bergregion 150–900
277	11,6	Bergregion <150	320	1,1	keine Bergregion 150–900
278	2,3	Bergregion <150	321	1	keine Bergregion 150–900
279	5,4	Bergregion <150	322	0,8	keine Bergregion 150–900
280	3	Bergregion 150–900	323	1,4	keine Bergregion 150–900
281	5,7	Bergregion 150–900	324	9,7	keine Bergregion <150
282	4,8	Bergregion >900	325	12	keine Bergregion <150
283	2,1	keine Bergregion >900	326	3,8	Bergregion 150–900
284	1,7	keine Bergregion >900	327	12,2	Bergregion 150–900
285	1,4	keine Bergregion >900	328	7,8	Bergregion 150–900
286	0,5	keine Bergregion >900	329	6,6	Bergregion <150
287	0,9	keine Bergregion >900	330	5,5	Bergregion <150
288	1,4	keine Bergregion >900	331	4,9	Bergregion 150–900
289	0,9	keine Bergregion >900	332	3,5	Bergregion 150–900
290	3	keine Bergregion >900	333	1,9	Bergregion <150
291	0,9	keine Bergregion >900	334	2,3	Bergregion <150
292	1	keine Bergregion >900	335	5,8	Bergregion 150–900
293	0,4	keine Bergregion >900	336	5,9	Bergregion 150–900
294	6,1	keine Bergregion 150–900	337	1,3	Bergregion 150–900
295	0,8	keine Bergregion >900	338	1,3	Bergregion 150–900
296	3,9	keine Bergregion >900	339	2,8	Bergregion 150–900
297	5,7	keine Bergregion 150–900	340	4,3	Bergregion 150–900
298	2,3	keine Bergregion 150–900	341	3	Bergregion 150–900
299	1,9	keine Bergregion 150–900	342	5,6	Bergregion 150–900
300	1	keine Bergregion 150–900	343	4,8	Bergregion 150–900
301	1,7	keine Bergregion >900	344	4,5	Bergregion 150–900
302	4,2	keine Bergregion >900	345	4,8	Bergregion 150–900
303	2,7	keine Bergregion >900	346	5,3	Bergregion 150–900
304	1	keine Bergregion >900	347	5,1	Bergregion 150–900
305	0,9	keine Bergregion >900	348	5,1	Bergregion <150
306	1,9	keine Bergregion >900	349	3,3	Bergregion 150–900

Liste der Mautabschnitte mit Angabe der Länge und Zuordnung zu den unterschiedlichen Gebietstypen, Teil 5.

LSID	Gesamt- länge km	Zuordnung	LSID	Gesamt- länge km	Zuordnung
350	4,1	Bergregion <150	396	7,9	Bergregion 150-900
351	1,7	Bergregion <150	397	4,6	Bergregion <150
352	16,1	Bergregion <150	398	5,5	Bergregion <150
353	5,3	Bergregion <150	399	6,6	Bergregion 150-900
354	6	Bergregion <150	400	6,5	Bergregion <150
355	3,4	Bergregion <150	401	4,6	keine Bergregion 150-900
356	2,6	Bergregion <150	402	15,9	keine Bergregion <150
357	3,6	Bergregion 150-900	403	5,8	keine Bergregion <150
358	1,7	Bergregion 150-900	404	10,3	Bergregion 150-900
359	3,1	keine Bergregion 150-900	405	9,5	Bergregion <150
360	1,2	keine Bergregion 150-900	406	8,6	Bergregion 150-900
361	1,9	keine Bergregion 150-900	407	13,5	keine Bergregion <150
362	2,5	keine Bergregion 150-900	408	9,5	keine Bergregion <150
363	7,2	keine Bergregion <150	409	10,2	keine Bergregion <150
364	5,2	Bergregion 150-900	410	9,1	keine Bergregion 150-900
365	7,3	Bergregion <150	411	3,9	keine Bergregion 150-900
366	8,8	Bergregion <150	412	3	keine Bergregion 150-900
367	1,8	Bergregion <150	413	8,9	keine Bergregion >900
368	4,2	Bergregion <150	414	1,5	Bergregion 150-900
369	2,2	keine Bergregion 150-900	415	3,3	keine Bergregion 150-900
370	3,8	keine Bergregion 150-900	416	1,6	keine Bergregion 150-900
371	4	Bergregion 150-900	417	12	keine Bergregion <150
372	2,2	keine Bergregion 150-900	418	1,5	keine Bergregion <150
373	5,8	keine Bergregion 150-900	419	6,6	keine Bergregion 150-900
374	3	Bergregion 150-900	420	5,8	keine Bergregion 150-900
377	6,1	Bergregion 150-900	421	3,6	keine Bergregion 150-900
379	2,6	Bergregion <150	422	7,1	Bergregion <150
380	2,9	Bergregion <150	423	9,3	Bergregion <150
381	1,8	Bergregion <150	424	1,4	Bergregion 150-900
382	0,8	Bergregion <150	425	8,5	Bergregion 150-900
383	5,6	Bergregion <150	426	11,3	Bergregion <150
384	1,9	Bergregion 150-900	427	9,6	Bergregion 150-900
385	3,9	Bergregion 150-900	428	7,3	Bergregion 150-900
386	3,2	Bergregion <150	429	7,1	Bergregion 150-900
387	3,5	Bergregion <150	430	1,6	Bergregion >900
388	6,1	Bergregion <150	431	1	Bergregion >900
389	7	Bergregion 150-900	432	1,2	Bergregion >900
390	3	Bergregion 150-900	433	1,7	Bergregion 150-900
391	0,9	Bergregion 150-900	434	0,9	Bergregion 150-900
392	6	Bergregion 150-900	435	1,1	Bergregion 150-900
393	3	Bergregion <150	436	1,6	Bergregion 150-900
394	4,7	Bergregion 150-900	437	2,7	Bergregion 150-900
395	13,9	Bergregion 150-900	438	3,4	keine Bergregion >900

Liste der Mautabschnitte mit Angabe der Länge und Zuordnung zu den unterschiedlichen Gebietstypen, Teil 6.

LSID	Gesamt- länge km	Zuordnung	LSID	Gesamt- länge km	Zuordnung
439	2,3	keine Bergregion 150–900	482	4,6	Bergregion <150
440	2,2	keine Bergregion >900	483	10,5	Bergregion <150
441	3,5	keine Bergregion 150–900	484	10,1	Bergregion <150
442	3,9	keine Bergregion 150–900	485	6,5	Bergregion <150
443	2,2	keine Bergregion 150–900	486	3,3	Bergregion 150–900
444	2,6	keine Bergregion >900	487	3,6	Bergregion 150–900
445	9	Bergregion 150–900	488	6,3	Bergregion 150–900
446	5,9	Bergregion 150–900	489	2,5	Bergregion 150–900
447	2,3	keine Bergregion 150–900	490	3	Bergregion 150–900
448	10,6	Bergregion 150–900	491	4,7	Bergregion 150–900
449	9,1	Bergregion <150	492	3,5	Bergregion <150
450	2,5	Bergregion <150	493	3,7	Bergregion 150–900
451	7,7	Bergregion <150	494	6,2	Bergregion 150–900
452	4,1	Bergregion <150	495	3,3	Bergregion 150–900
453	0,5	Bergregion <150	496	2,6	Bergregion 150–900
454	6,5	Bergregion <150	497	5,8	Bergregion 150–900
455	7,7	Bergregion <150	498	10,6	Bergregion 150–900
456	5,2	Bergregion <150	499	2,5	Bergregion <150
457	10,9	Bergregion <150	500	3,9	Bergregion 150–900
458	4,3	Bergregion <150	501	1	keine Bergregion 150–900
459	10,9	Bergregion <150	502	4,2	keine Bergregion <150
460	12,2	Bergregion <150	503	3,4	keine Bergregion <150
461	11,2	Bergregion <150	504	4,5	keine Bergregion <150
462	7,4	Bergregion 150–900	505	7,4	keine Bergregion 150–900
463	3,2	Bergregion 150–900	506	4,9	keine Bergregion <150
464	8,4	Bergregion 150–900	507	4,1	Bergregion 150–900
465	10,5	Bergregion 150–900	508	3,2	keine Bergregion 150–900
466	3,8	Bergregion 150–900	509	0,6	keine Bergregion >900
467	2,5	Bergregion 150–900	510	4,1	keine Bergregion >900
468	3	Bergregion 150–900	511	3,6	keine Bergregion >900
469	4,7	Bergregion 150–900	512	5,3	keine Bergregion 150–900
470	6,5	Bergregion 150–900	513	5,9	keine Bergregion 150–900
471	6,8	Bergregion <150	514	12,9	keine Bergregion <150
472	16,9	Bergregion <150	515	4,3	keine Bergregion 150–900
473	0,7	Bergregion 150–900	516	2,7	keine Bergregion <150
474	1	Bergregion >900	517	3,3	keine Bergregion <150
475	1,5	Bergregion >900	518	6,9	keine Bergregion <150
476	7,8	Bergregion <150	519	5	keine Bergregion <150
477	9,5	Bergregion <150	520	7,9	keine Bergregion <150
478	11,1	Bergregion 150–900	521	1,4	keine Bergregion <150
479	3,2	Bergregion 150–900	522	2,3	keine Bergregion >900
480	9,3	Bergregion <150	523	2	keine Bergregion >900
481	9	Bergregion <150	524	1,4	keine Bergregion >900

Liste der Mautabschnitte mit Angabe der Länge und Zuordnung zu den unterschiedlichen Gebietstypen, Teil 7.

LSID	Gesamt- länge km	Zuordnung	LSID	Gesamt- länge km	Zuordnung
525	0,7	keine Bergregion >900	570	2,8	Bergregion >900
526	0,9	keine Bergregion >900	571	1,4	Bergregion 150-900
527	0,9	keine Bergregion >900	572	1,4	Bergregion 150-900
528	0,7	keine Bergregion >900	573	1,5	Bergregion 150-900
529	1,1	keine Bergregion >900	574	1,6	Bergregion 150-900
530	2	keine Bergregion >900	575	3,9	Bergregion <150
531	0,8	keine Bergregion >900	576	4,4	keine Bergregion <150
532	1,9	Bergregion >900	577	3,8	Bergregion <150
533	4,2	Bergregion >900	578	6,5	keine Bergregion 150-900
534	3,2	Bergregion 150-900	579	8	keine Bergregion 150-900
535	3,6	Bergregion >900	580	3,9	keine Bergregion 150-900
536	11,2	keine Bergregion <150	581	2	keine Bergregion 150-900
537	3,2	keine Bergregion >900	582	1,9	Bergregion 150-900
538	4,3	keine Bergregion 150-900	583	7,5	Bergregion 150-900
539	11	keine Bergregion <150	584	2,6	Bergregion 150-900
541	11,9	Bergregion <150	585	5,3	Bergregion 150-900
542	10,9	Bergregion <150	586	5,9	Bergregion 150-900
543	11,7	keine Bergregion <150	587	5,9	Bergregion 150-900
544	8,8	keine Bergregion <150	588	6,1	Bergregion 150-900
545	2,2	keine Bergregion 150-900	589	8,7	Bergregion <150
546	5,5	keine Bergregion <150	590	1,1	Bergregion <150
547	10,3	Bergregion <150	591	2,5	Bergregion <150
549	12,6	Bergregion 150-900	592	3,7	Bergregion 150-900
550	8	Bergregion <150	593	10,1	Bergregion <150
551	11,1	Bergregion <150	594	2,6	Bergregion <150
552	4	Bergregion <150	595	2,7	Bergregion <150
553	10,1	Bergregion <150	596	3,7	Bergregion <150
554	2,3	Bergregion <150	597	7,3	Bergregion <150
555	4,8	Bergregion <150	598	18,3	Bergregion <150
556	11,9	Bergregion <150	599	12,1	Bergregion <150
557	9,7	Bergregion <150	600	8,9	Bergregion <150
558	13	Bergregion <150	601	1,9	Bergregion 150-900
559	6,1	Bergregion <150	602	4,2	Bergregion <150
560	6,8	Bergregion <150	603	16,9	Bergregion <150
561	7,1	Bergregion <150	604	9,6	Bergregion <150
562	1,4	Bergregion <150	605	7,3	Bergregion 150-900
563	2,6	Bergregion <150	606	12,6	Bergregion 150-900
564	24,5	Bergregion <150	607	13,6	Bergregion <150
565	8,1	Bergregion <150	608	5,9	Bergregion 150-900
566	3,8	Bergregion 150-900	609	4,6	Bergregion 150-900
567	4,2	Bergregion 150-900	610	3,3	Bergregion 150-900
568	0,9	Bergregion >900	611	8,3	Bergregion <150
569	10,7	Bergregion >900	612	9,7	Bergregion <150

Liste der Mautabschnitte mit Angabe der Länge und Zuordnung zu den unterschiedlichen Gebietstypen, Teil 8.

LSID	Gesamt- länge km	Zuordnung	LSID	Gesamt- länge km	Zuordnung
613	1,6	Bergregion 150–900	656	3,7	Bergregion >900
614	4,1	Bergregion >900	657	3,4	Bergregion >900
615	5,6	Bergregion 150–900	658	3,4	Bergregion >900
616	5,5	Bergregion 150–900	659	2,6	Bergregion >900
617	2,9	Bergregion >900	660	2,3	Bergregion 150–900
618	12,3	Bergregion 150–900	661	4	Bergregion 150–900
619	7,5	Bergregion 150–900	662	5,7	Bergregion >900
620	3	Bergregion 150–900	663	9	Bergregion 150–900
621	6,6	Bergregion 150–900	664	6,7	Bergregion 150–900
622	3,8	Bergregion 150–900	665	0,9	Bergregion 150–900
623	7,8	Bergregion 150–900	666	1,5	Bergregion 150–900
624	6,9	Bergregion 150–900	667	2,2	Bergregion 150–900
625	2,8	Bergregion 150–900	668	2	Bergregion >900
626	3,1	Bergregion 150–900	669	3,3	Bergregion <150
627	3,2	Bergregion >900	670	11,6	Bergregion <150
628	4,2	Bergregion >900	671	2,3	Bergregion <150
629	4,9	Bergregion 150–900	672	5,4	Bergregion <150
630	3	Bergregion 150–900	673	3	Bergregion 150–900
631	5,5	Bergregion 150–900	674	5,7	Bergregion 150–900
632	5,5	Bergregion <150	675	4,8	Bergregion >900
633	2,7	Bergregion 150–900	676	2,1	keine Bergregion >900
634	8,7	Bergregion 150–900	677	1,7	keine Bergregion >900
635	10,1	Bergregion 150–900	678	1,4	keine Bergregion >900
636	8,1	Bergregion <150	679	0,5	keine Bergregion >900
637	2,4	Bergregion 150–900	680	0,9	keine Bergregion >900
638	1,9	Bergregion 150–900	681	1,4	keine Bergregion >900
639	4,7	Bergregion <150	682	0,9	keine Bergregion >900
640	4,2	Bergregion <150	683	3	keine Bergregion >900
641	1,1	Bergregion <150	684	0,9	keine Bergregion >900
642	7,8	Bergregion <150	685	1	keine Bergregion >900
643	4,6	Bergregion <150	686	0,4	keine Bergregion >900
644	1,5	Bergregion >900	687	6,1	keine Bergregion 150–900
645	2,7	Bergregion >900	688	0,8	keine Bergregion >900
646	2,9	Bergregion <150	689	3,9	keine Bergregion >900
647	9,2	Bergregion <150	690	5,7	keine Bergregion 150–900
648	7,4	Bergregion 150–900	691	2,3	keine Bergregion 150–900
649	6,6	Bergregion <150	692	1,9	keine Bergregion 150–900
650	1,3	Bergregion <150	693	1	keine Bergregion 150–900
651	3	Bergregion >900	694	1,7	keine Bergregion >900
652	1,3	Bergregion >900	695	4,2	keine Bergregion >900
653	7,7	Bergregion 150–900	696	2,7	keine Bergregion >900
654	3,4	Bergregion >900	697	1	keine Bergregion >900
655	1,3	Bergregion >900	698	0,9	keine Bergregion >900

Liste der Mautabschnitte mit Angabe der Länge und Zuordnung zu den unterschiedlichen Gebietstypen, Teil 9.

LSID	Gesamt- länge km	Zuordnung	LSID	Gesamt- länge km	Zuordnung
699	1,9	keine Bergregion >900	742	3,3	Bergregion 150-900
700	0,9	keine Bergregion >900	743	4,1	Bergregion <150
701	2,4	keine Bergregion >900	744	1,7	Bergregion <150
702	1,3	keine Bergregion >900	745	16,1	Bergregion <150
703	0,8	keine Bergregion >900	746	5,3	Bergregion <150
704	8,8	keine Bergregion 150-900	747	6	Bergregion <150
705	3,1	keine Bergregion 150-900	748	3,4	Bergregion <150
706	0,8	keine Bergregion 150-900	749	2,6	Bergregion <150
707	4,1	keine Bergregion >900	750	3,6	Bergregion 150-900
708	2,9	keine Bergregion >900	751	1,7	Bergregion 150-900
709	2,4	keine Bergregion <150	752	3,1	keine Bergregion 150-900
710	5,5	Bergregion <150	753	1,2	keine Bergregion 150-900
711	2,3	Bergregion 150-900	754	1,9	keine Bergregion 150-900
712	2,4	keine Bergregion 150-900	755	2,5	keine Bergregion 150-900
713	1,1	keine Bergregion 150-900	756	7,2	keine Bergregion <150
714	1	keine Bergregion 150-900	757	5,2	Bergregion 150-900
715	0,8	keine Bergregion 150-900	758	7,3	Bergregion <150
716	1,4	keine Bergregion 150-900	759	8,8	Bergregion <150
717	9,7	keine Bergregion <150	760	1,8	Bergregion <150
718	12	keine Bergregion <150	761	4,2	Bergregion <150
719	3,8	Bergregion 150-900	762	2,2	keine Bergregion 150-900
720	12,2	Bergregion 150-900	763	3,8	keine Bergregion 150-900
721	7,8	Bergregion 150-900	764	4	Bergregion 150-900
722	6,6	Bergregion <150	765	2,2	keine Bergregion 150-900
723	5,5	Bergregion <150	766	5,8	keine Bergregion 150-900
724	4,9	Bergregion 150-900	767	3	Bergregion 150-900
725	3,5	Bergregion 150-900	770	4,8	Bergregion 150-900
726	1,9	Bergregion <150	772	2,6	Bergregion <150
727	2,3	Bergregion <150	773	2,9	Bergregion <150
728	5,8	Bergregion 150-900	774	1,8	Bergregion <150
729	5,9	Bergregion 150-900	775	0,8	Bergregion <150
730	1,3	Bergregion 150-900	776	5,6	Bergregion <150
731	1,3	Bergregion 150-900	777	1,9	Bergregion 150-900
732	2,8	Bergregion 150-900	778	3,9	Bergregion 150-900
733	4,3	Bergregion 150-900	779	3,2	Bergregion <150
734	3	Bergregion 150-900	780	3,5	Bergregion <150
735	5,6	Bergregion 150-900	781	6,1	Bergregion <150
736	4,8	Bergregion 150-900	782	7	Bergregion 150-900
737	4,5	Bergregion 150-900	783	3	Bergregion 150-900
738	4,8	Bergregion 150-900	784	0,9	Bergregion 150-900
739	5,3	Bergregion 150-900	785	6	Bergregion 150-900
740	6,6	Bergregion 150-900	786	3	Bergregion <150
741	5,1	Bergregion <150	787	4,7	Bergregion 150-900

Liste der Mautabschnitte mit Angabe der Länge und Zuordnung zu den unterschiedlichen Gebietstypen, Teil 10.

LSID	Gesamt- länge km	Zuordnung	LSID	Gesamt- länge km	Zuordnung
788	1,2	keine Bergregion 150–900	833	1,3	keine Bergregion >900
789	1,2	keine Bergregion 150–900	834	2,1	keine Bergregion 150–900
792	8,9	keine Bergregion >900	835	1,1	keine Bergregion 150–900
793	3,4	keine Bergregion >900	836	1,4	keine Bergregion 150–900
794	2,2	keine Bergregion >900	837	0,9	keine Bergregion >900
795	2,3	keine Bergregion >900	838	2,1	keine Bergregion >900
796	1,4	keine Bergregion >900	839	3	keine Bergregion 150–900
797	0,9	keine Bergregion >900	840	2,3	keine Bergregion 150–900
798	4,2	Bergregion 150–900	841	1,3	keine Bergregion >900
799	5,2	Bergregion <150	842	5,3	Bergregion <150
800	5,2	Bergregion <150	843	5,3	Bergregion <150
801	3,2	keine Bergregion <150	844	10,4	Bergregion <150
802	3,2	keine Bergregion <150	845	10,4	Bergregion <150
803	2,4	keine Bergregion <150	846	1,1	keine Bergregion >900
804	2,4	keine Bergregion <150	847	1,1	keine Bergregion >900
805	3,6	Bergregion <150	848	2,1	Bergregion >900
806	4	Bergregion <150	849	2,1	Bergregion >900
807	3,6	Bergregion <150	850	2,8	Bergregion <150
808	4	Bergregion <150	851	2,4	Bergregion 150–900
809	2,3	keine Bergregion 150–900	852	1,8	Bergregion 150–900
810	2,3	keine Bergregion 150–900	853	6,4	Bergregion <150
811	1,3	keine Bergregion 150–900	854	2,3	Bergregion <150
812	1,4	keine Bergregion 150–900	855	2	Bergregion 150–900
813	0,5	keine Bergregion 150–900	856	2,8	Bergregion <150
814	1,3	keine Bergregion 150–900	857	2,4	Bergregion 150–900
815	1,4	keine Bergregion 150–900	858	1,8	Bergregion 150–900
816	0,5	keine Bergregion 150–900	859	6,4	Bergregion <150
817	2,8	Bergregion 150–900	860	2,3	Bergregion <150
818	2,8	Bergregion 150–900	861	2	Bergregion 150–900
819	1	keine Bergregion >900	862	5,6	keine Bergregion <150
820	7,2	keine Bergregion 150–900	863	5,6	keine Bergregion <150
821	7,2	keine Bergregion 150–900	864	1,7	keine Bergregion <150
822	6,5	Bergregion <150	865	1,7	keine Bergregion <150
823	6,5	Bergregion <150	866	8,7	keine Bergregion <150
824	3	Bergregion <150	867	3,8	keine Bergregion <150
825	3	Bergregion <150	868	6,3	keine Bergregion 150–900
826	2,1	keine Bergregion 150–900	869	3,2	keine Bergregion 150–900
827	1,1	keine Bergregion 150–900	870	8,7	keine Bergregion <150
828	1,4	keine Bergregion 150–900	871	3,8	keine Bergregion <150
829	0,9	keine Bergregion >900	872	6,3	keine Bergregion 150–900
830	2,1	keine Bergregion >900	873	3,2	keine Bergregion 150–900
831	3	keine Bergregion 150–900	876	1,5	Bergregion <150
832	2,3	keine Bergregion 150–900	877	0,4	Bergregion >900

Liste der Mautabschnitte mit Angabe der Länge und Zuordnung zu den unterschiedlichen Gebietstypen, Teil 11.

LSID	Gesamt- länge km	Zuordnung	LSID	Gesamt- länge km	Zuordnung
878	0,4	Bergregion >900	921	3,2	keine Bergregion <150
879	2,4	keine Bergregion 150–900	922	2,7	keine Bergregion <150
880	2,4	keine Bergregion 150–900	923	2,9	keine Bergregion 150–900
881	4,4	keine Bergregion <150	924	1,9	keine Bergregion 150–900
882	4,4	keine Bergregion <150	925	3,5	keine Bergregion 150–900
883	5,4	keine Bergregion <150	926	6,9	keine Bergregion <150
884	3,6	keine Bergregion <150	927	1,8	keine Bergregion <150
885	4,8	keine Bergregion <150	928	3,2	keine Bergregion <150
886	1,9	Bergregion <150	929	0,8	keine Bergregion <150
887	4,6	keine Bergregion 150–900	930	0,8	keine Bergregion <150
888	5,4	keine Bergregion <150	931	4,4	Bergregion <150
889	3,6	keine Bergregion <150	932	5,7	Bergregion <150
890	4,8	keine Bergregion <150	933	2,3	keine Bergregion >900
891	1,9	Bergregion <150	934	2,3	keine Bergregion <150
892	4,6	keine Bergregion 150–900	935	2,5	keine Bergregion <150
893	1	keine Bergregion >900	936	2,5	keine Bergregion <150
894	0,5	keine Bergregion >900	937	5	keine Bergregion <150
895	0,9	keine Bergregion >900	938	5	keine Bergregion <150
896	1	keine Bergregion >900	939	3,6	keine Bergregion 150–900
897	3,5	keine Bergregion >900	940	3,6	keine Bergregion 150–900
898	4,9	keine Bergregion <150	941	6,7	Bergregion <150
899	4,1	keine Bergregion 150–900	942	3,8	Bergregion <150
900	3,2	keine Bergregion 150–900	943	4,1	Bergregion <150
901	6,9	keine Bergregion 150–900	944	4,4	Bergregion <150
902	2,8	keine Bergregion 150–900	945	1,2	Bergregion 150–900
903	0,9	keine Bergregion 150–900	946	6,7	Bergregion 150–900
904	1	keine Bergregion >900	947	3,8	Bergregion <150
905	0,5	keine Bergregion >900	948	4,1	Bergregion <150
906	0,9	keine Bergregion >900	949	4,4	Bergregion <150
907	1	keine Bergregion >900	950	1,2	Bergregion 150–900
908	3,5	keine Bergregion >900	1001	0,5	Bergregion <150
909	4,9	keine Bergregion <150	1002	0,9	Bergregion <150
910	4,1	keine Bergregion 150–900	1003	3,7	Bergregion <150
911	3,2	keine Bergregion 150–900	1004	1,4	Bergregion <150
912	6,9	keine Bergregion 150–900	1005	1,1	Bergregion <150
913	2,8	keine Bergregion >900	1006	1,1	Bergregion <150
914	0,9	keine Bergregion 150–900	1007	1,4	Bergregion <150
915	2,7	keine Bergregion <150	1008	3,7	Bergregion <150
916	2,9	keine Bergregion 150–900	1009	0,9	Bergregion <150
917	1,9	keine Bergregion 150–900	1010	0,5	Bergregion <150
918	3,5	keine Bergregion 150–900	1012	0,8	Bergregion >900
919	6,9	keine Bergregion <150	1013	0,8	Bergregion >900
920	1,8	keine Bergregion <150	1014	1,2	Bergregion <150

Liste der Mautabschnitte mit Angabe der Länge und Zuordnung zu den unterschiedlichen Gebietstypen, Teil 12.

LSID	Gesamt- länge km	Zuordnung	LSID	Gesamt- länge km	Zuordnung
1015	1,2	Bergregion <150	1034	3	keine Bergregion <150
1016	2,1	Bergregion <150	1036	0,8	keine Bergregion >900
1017	2,1	Bergregion <150	1037	0,8	keine Bergregion >900
1020	5,3	keine Bergregion <150	1038	1,3	keine Bergregion 150-900
1021	5,3	keine Bergregion <150	1039	3	keine Bergregion 150-900
1022	7	keine Bergregion <150	1040	5,7	keine Bergregion 150-900
1023	6,9	keine Bergregion <150	1041	3,9	keine Bergregion <150
1024	5,3	keine Bergregion <150	1043	1,3	keine Bergregion 150-900
1025	5,3	keine Bergregion <150	1044	3	keine Bergregion 150-900
1026	7	keine Bergregion <150	1045	5,7	keine Bergregion 150-900
1027	6,9	keine Bergregion <150	1046	3,9	keine Bergregion <150
1029	2,1	keine Bergregion <150	1048	1,9	Bergregion >900
1030	3	keine Bergregion <150	1049	1,9	Bergregion >900
1033	2,1	keine Bergregion <150			

Anhang G: Externe Kosten für Luftverschmutzung unterteilt in Teilgebiete

Errechnete externe Kosten in Euro₂₀₂₁, die durch **Luftverschmutzung** des mautpflichtigen Straßenverkehrs am hochrangigen Straßenverkehrsnetz **in Bergregionen** im Jahr 2021 verursacht wurden. Eigene Berechnung.

Externe Kosten in Euro ₂₀₂₁	Bergregion								
	außerstädtisch			Stadt			Vorstadt		
	2 Achsen	3 Achsen	4+ Achsen	2 Achsen	3 Achsen	4+ Achsen	2 Achsen	3 Achsen	4+ Achsen
EURO 0-III	997 962	798 291	2 846 232	258 011	227 537	651 859	967 916	820 402	2 687 661
EURO IV	250 837	239 720	606 093	63 807	75 888	158 060	233 514	254 069	581 045
EURO V/EEV	1 082 385	1 263 815	13 513 954	310 274	399 325	2 289 355	1 088 695	1 364 464	10 381 839
EURO VI	845 983	1 250 969	13 760 825	255 745	352 595	2 798 388	912 123	1 157 640	11 948 905
E/H ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUMME	3 177 166	3 552 795	30 727 105	887 836	1 055 345	5 897 663	3 202 248	3 596 576	25 599 450

Errechnete externe Kosten in Euro₂₀₂₁, die durch **Luftverschmutzung** des mautpflichtigen Straßenverkehrs am hochrangigen Straßenverkehrsnetz **in Nicht-Bergregionen** im Jahr 2021 verursacht wurden. Eigene Berechnung.

Externe Kosten in Euro ₂₀₂₁	Nicht-Bergregion								
	außerstädtisch			Stadt			Vorstadt		
	2 Achsen	3 Achsen	4+ Achsen	2 Achsen	3 Achsen	4+ Achsen	2 Achsen	3 Achsen	4+ Achsen
EURO 0-III	490 452	397 764	1 331 212	578 093	479 653	1 111 471	511 842	419 727	1 253 167
EURO IV	158 154	105 959	337 495	254 650	193 695	327 641	187 147	144 435	350 550
EURO V/EEV	571 363	612 144	7 557 192	812 166	906 336	4 547 018	654 548	747 413	6 161 521
EURO VI	400 348	537 961	6 558 347	434 715	621 347	3 772 557	406 113	545 632	5 152 322
E/H ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUMME	1 620 318	1 653 827	15 784 246	2 079 624	2 201 031	9 758 686	1 759 650	1 857 206	12 917 561

Anhang H: Externe Kosten je Fahrzeugkilometer für Luftverschmutzung und Lärmbelastung unterteilt in Teilgebiete

Errechnete externe Kosten je Fahrzeugkilometer für **Luftverschmutzung** durch den mautpflichtigen Straßenverkehr am hochrangigen Straßenverkehrsnetz in **Bergregionen** in Eurocent₂₀₂₁/Fzkm. Eigene Berechnung. Eigene Berechnung.

Externe Kosten je Fahrzeugkilometer in Eurocent ₂₀₂₁ /Fzkm	Bergregion								
	außerstädtisch			Vorstadt			Stadt		
	2 Achsen	3 Achsen	4+ Achsen	2 Achsen	3 Achsen	4+ Achsen	2 Achsen	3 Achsen	4+ Achsen
EURO 0-III	11,49	16,59	25,56	11,49	16,59	25,56	19,60	28,32	43,63
EURO IV	6,89	10,39	14,18	6,89	10,39	14,18	11,75	17,73	24,18
EURO V/EEV	5,27	8,63	11,21	5,27	8,63	11,21	8,99	14,73	19,12
EURO VI	1,38	2,01	1,45	1,38	2,01	1,45	2,35	3,42	2,48
E/H ₂	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Errechnete externe Kosten je Fahrzeugkilometer für **Luftverschmutzung** durch den mautpflichtigen Straßenverkehr am hochrangigen Straßenverkehrsnetz in **Nicht-Bergregionen** in Eurocent₂₀₂₁/Fzkm. Eigene Berechnung.

Externe Kosten je Fahrzeugkilometer in Eurocent ₂₀₂₁ /Fzkm	Nicht-Bergregion								
	außerstädtisch			Vorstadt			Stadt		
	2 Achsen	3 Achsen	4+ Achsen	2 Achsen	3 Achsen	4+ Achsen	2 Achsen	3 Achsen	4+ Achsen
EURO 0-III	10,17	14,96	22,96	10,17	14,96	22,96	17,31	25,48	39,11
EURO IV	6,53	9,84	13,51	6,53	9,84	13,51	11,13	16,78	23,03
EURO V/EEV	4,87	8,04	10,52	4,87	8,04	10,52	8,31	13,70	17,93
EURO VI	1,24	1,89	1,34	1,24	1,89	1,34	2,11	3,23	2,28
E/H ₂	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Errechnete externe Kosten je Fahrzeugkilometer durch **Luftverschmutzung und Lärmbelastung** des mautpflichtigen Straßenverkehrs am hochrangigen Straßenverkehrsnetz, in **Bergregionen**, angegeben in Euro-cent₂₀₂₁/Fzkm. Eigene Berechnung.

Externe Kosten je Fahrzeugkilo- meter in Euro- cent ₂₀₂₁ /Fzkm	Bergregion								
	außerstädtisch			Vorstadt			Stadt		
	2 Ach- sen	3 Ach- sen	4+ Ach- sen	2 Ach- sen	3 Ach- sen	4+ Ach- sen	2 Ach- sen	3 Ach- sen	4+ Ach- sen
EURO 0–III	11,77	16,95	25,98	12,26	17,55	26,68	21,95	31,25	47,02
EURO IV	7,17	10,75	14,59	7,65	11,35	15,29	14,09	20,65	27,56
EURO V/EEV	5,55	8,98	11,62	6,04	9,59	12,31	11,33	17,65	22,49
EURO VI	1,66	2,36	1,85	2,14	2,96	2,55	4,69	6,34	5,84
E/H ₂	0,28	0,35	0,40	0,76	0,95	1,10	2,33	2,91	3,36

Errechnete externe Kosten je Fahrzeugkilometer durch **Luftverschmutzung und Lärmbelastung** des mautpflichtigen Straßenverkehrs am hochrangigen Straßenverkehrs-netz, in **Nicht-Bergregionen**, angegeben in Euro-cent₂₀₂₁/Fzkm. Eigene Berechnung.

Externe Kosten je Fahrzeugkilo- meter in Euro- cent ₂₀₂₁ /Fzkm	Nicht-Bergregion								
	außerstädtisch			Vorstadt			Stadt		
	2 Ach- sen	3 Ach- sen	4+ Ach- sen	2 Ach- sen	3 Ach- sen	4+ Ach- sen	2 Ach- sen	3 Ach- sen	4+ Ach- sen
EURO 0–III	10,30	15,13	23,15	10,61	15,51	23,60	19,08	27,69	41,66
EURO IV	6,66	10,01	13,70	6,98	10,40	14,15	12,90	18,97	25,57
EURO V/EEV	5,00	8,20	10,71	5,31	8,59	11,15	10,07	15,90	20,46
EURO VI	1,36	2,05	1,52	1,67	2,44	1,97	3,86	5,42	4,81
E/H ₂	0,13	0,16	0,18	0,44	0,55	0,63	1,75	2,19	2,52

Anhang I: Externe Kosten je Fahrzeugkilometer durch CO₂ für die Jahre 2022–25 mit und ohne Abzug der im Oktober 2022 eingeführten CO₂-Bepreisung

Externe Kosten je Fahrzeugkilometer im Jahr 2022:

Externe Kosten je Fahrzeugkilometer für CO₂ im Jahr 2022 in Euro-cent₂₀₂₁/Fzkm **ohne** Abzug CO₂-Bepreisung.
Eigene Berechnung.

	2 Achsen	3 Achsen	4+ Achsen
CO ₂ -Klasse 1*	5,28	6,95	10,04
EURO 0–III	6,03	7,80	11,43
EURO IV	5,79	7,51	11,04
EURO V/EEV	5,43	7,15	10,58
EURO VI	5,09	6,79	9,94
CO ₂ -Klasse 2	4,76	6,35	9,30
CO ₂ -Klasse 3	4,60	6,15	9,00
CO ₂ -Klasse 4	nicht berechnet		
CO ₂ -Klasse 5	0,00	0,00	0,00

*) nach Fahrleistung gewichtetes Mittel

Externe Kosten je Fahrzeugkilometer für CO₂ im Jahr 2022 in Euro-cent₂₀₂₁/Fzkm **mit** Abzug CO₂-Bepreisung.
Eigene Berechnung.

	2 Achsen	3 Achsen	4+ Achsen
CO ₂ -Klasse 1*	4,02	5,29	7,64
EURO 0–III	4,59	5,94	8,70
EURO IV	4,40	5,71	8,41
EURO V/EEV	4,13	5,44	8,05
EURO VI	3,87	5,17	7,57
CO ₂ -Klasse 2	3,62	4,83	7,08
CO ₂ -Klasse 3	3,50	4,68	6,85
CO ₂ -Klasse 4	nicht berechnet		
CO ₂ -Klasse 5	0,00	0,00	0,00

*) nach Fahrleistung gewichtetes Mittel

Externe Kosten je Fahrzeugkilometer im Jahr 2023:

Externe Kosten je Fahrzeugkilometer für CO₂ im Jahr 2023 in Euro-cent₂₀₂₁/Fzkm **ohne** Abzug CO₂-Bepreisung.
Eigene Berechnung

	2 Achsen	3 Achsen	4+ Achsen
CO ₂ -Klasse 1*	6,07	7,98	11,53
EURO 0-III	6,93	8,96	13,14
EURO IV	6,65	8,63	12,69
EURO V/EEV	6,24	8,21	12,15
EURO VI	5,84	7,81	11,42
CO ₂ -Klasse 2	5,46	7,30	10,68
CO ₂ -Klasse 3	5,29	7,06	10,34
CO ₂ -Klasse 4		nicht berechnet	
CO ₂ -Klasse 5	0,00	0,00	0,00

*) nach Fahrleistung gewichtetes Mittel

Externe Kosten je Fahrzeugkilometer für CO₂ im Jahr 2023 in Euro-cent₂₀₂₁/Fzkm **mit** Abzug CO₂-Bepreisung.
Eigene Berechnung

	2 Achsen	3 Achsen	4+ Achsen
CO ₂ -Klasse 1*	4,60	6,05	8,74
EURO 0-III	5,25	6,79	9,95
EURO IV	5,04	6,54	9,61
EURO V/EEV	4,73	6,22	9,21
EURO VI	4,43	5,91	8,65
CO ₂ -Klasse 2	4,14	5,53	8,09
CO ₂ -Klasse 3	4,01	5,35	7,83
CO ₂ -Klasse 4		nicht berechnet	
CO ₂ -Klasse 5	0,00	0,00	0,00

*) nach Fahrleistung gewichtetes Mittel

Externe Kosten je Fahrzeugkilometer im Jahr 2024:

Externe Kosten je Fahrzeugkilometer für CO₂ im Jahr 2024 in Euro-cent₂₀₂₁/Fzkm **ohne** Abzug CO₂-Bepreisung.
Eigene Berechnung

	2 Achsen	3 Achsen	4+ Achsen
CO ₂ -Klasse 1*	6,85	9,02	13,03
EURO 0-III	7,83	10,12	14,84
EURO IV	7,51	9,75	14,34
EURO V/EEV	7,05	9,28	13,73
EURO VI	6,60	8,82	12,91
CO ₂ -Klasse 2	6,17	8,25	12,07
CO ₂ -Klasse 3	5,98	7,98	11,68
CO ₂ -Klasse 4		nicht berechnet	
CO ₂ -Klasse 5	0,00	0,00	0,00

*) nach Fahrleistung gewichtetes Mittel

Externe Kosten je Fahrzeugkilometer für CO₂ **im Jahr 2024** in Euro-cent₂₀₂₁/Fzkm **mit** Abzug CO₂-Bepreisung. Eigene Berechnung

	2 Achsen	3 Achsen	4+ Achsen
CO ₂ -Klasse 1*	4,96	6,53	9,43
EURO 0–III	5,67	7,33	10,75
EURO IV	5,44	7,06	10,38
EURO V/EEV	5,10	6,72	9,94
EURO VI	4,78	6,39	9,35
CO ₂ -Klasse 2	4,47	5,97	8,74
CO ₂ -Klasse 3	4,33	5,78	8,46
CO ₂ -Klasse 4		nicht berechnet	
CO ₂ -Klasse 5	0,00	0,00	0,00

*) nach Fahrleistung gewichtetes Mittel

Externe Kosten je Fahrzeugkilometer im Jahr 2025:

Externe Kosten je Fahrzeugkilometer für CO₂ **im Jahr 2025** in Euro-cent₂₀₂₁/Fzkm **ohne** Abzug CO₂-Bepreisung. Eigene Berechnung

	2 Achsen	3 Achsen	4+ Achsen
CO ₂ -Klasse 1*	7,64	10,05	14,52
EURO 0–III	8,73	11,29	16,55
EURO IV	8,38	10,87	15,98
EURO V/EEV	7,86	10,34	15,31
EURO VI	7,36	9,83	14,39
CO ₂ -Klasse 2	6,88	9,19	13,45
CO ₂ -Klasse 3	6,66	8,90	13,02
CO ₂ -Klasse 4		nicht berechnet	
CO ₂ -Klasse 5	0,00	0,00	0,00

*) nach Fahrleistung gewichtetes Mittel

Externe Kosten je Fahrzeugkilometer für CO₂ **im Jahr 2025** in Euro-cent₂₀₂₁/Fzkm **mit** Abzug CO₂-Bepreisung. Eigene Berechnung

	2 Achsen	3 Achsen	4+ Achsen
CO ₂ -Klasse 1*	5,33	7,01	10,13
EURO 0–III	6,09	7,87	11,54
EURO IV	5,84	7,58	11,15
EURO V/EEV	5,48	7,22	10,68
EURO VI	5,13	6,86	10,04
CO ₂ -Klasse 2	4,80	6,41	9,38
CO ₂ -Klasse 3	4,65	6,21	9,08
CO ₂ -Klasse 4		nicht berechnet	
CO ₂ -Klasse 5	0,00	0,00	0,00

*) nach Fahrleistung gewichtetes Mittel

Umweltbundesamt GmbH

Spittelauer Lände 5
1090 Wien/Österreich

Tel.: +43-(0)1-313 04

office@umweltbundesamt.at
www.umweltbundesamt.at

Die neue EU-Wegekostenrichtlinie schafft neue Möglichkeiten für die Gestaltung der Straßenbenutzungsgebühren in der Europäischen Union. So können künftig die tatsächlichen Kosten des Verkehrs, die durch Luftverschmutzung, Lärmbelastung und die Emission des Treibhausgases Kohlenstoffdioxid (CO₂) entstehen, besser einkalkuliert werden.

Für die Anlastung dieser sogenannten externen Kosten wurden die bisherigen Höchstwerte durch Bezugswerte ersetzt, die bei geeignetem Nachweis auch überschritten werden können.

Die Studie zeigt, dass in Österreich die externen Kosten des Schwerverkehrs, der auf dem hochrangigen Straßenverkehrsnetz unterwegs ist, die Bezugswerte der Richtlinie überschreiten. Für die Berechnung wurde ein eigenes Mengengerüst entwickelt, das ermöglicht, die Umwelteffekte von schweren Nutzfahrzeugen auf Autobahnen und Schnellstraßen zu beziffern.