

Reform des Mautsystems in Deutschland

André Wolf



© shutterstock/Krasula

Eine nachhaltige Antwort auf die zukünftigen Herausforderungen im Verkehrssystem kann nur ein Systemwechsel bei der Finanzierung sein. Wir betrachten hierfür drei Prinzipien als zentral: **Ausgabendeckung, Verursachungsgerechtigkeit und ökonomische Lenkungswirkung.** Alle drei Prinzipien sind im Modell einer distanzabhängigen Maut vereint. Deren Höhe sollte neben den Infrastrukturkosten auch alle relevanten externen Kosten des Kraftfahrzeugverkehrs einbeziehen.

Kernthesen:

- ▶ **Eine möglichst flächendeckende Pkw-Maut** stellt eine adäquate Entlohnung des Nutzens öffentlicher Straßeninfrastruktur für die Autofahrer dar und sichert zugleich die zukünftige Instandhaltung.
- ▶ **Unterschiede in der Mautbelastung** zwischen Fahrzeugklassen sollten reale Unterschiede bei der Kostenverursachung widerspiegeln.
- ▶ **Gesellschaftliche Akzeptanz** sollte durch eine (diskriminierungsfreie) Verwendung der Mehreinnahmen für die finanzielle Entlastung der Bevölkerung erzielt werden.
- ▶ **Ein EU-weites Mautsystem**, das Mautsätze konsequent und verbindlich nach einheitlichen Regeln bestimmt, ist aus Effizienzgründen für die Zukunft anzustreben.

Diese Studie wurde durch eine projektgebundene Zuwendung von Herrn Dr. Lutz Helmig gefördert.

Inhaltsverzeichnis

1	Motivation	5
2	Anforderungen an die Finanzierung der Straßenverkehrsinfrastruktur	6
2.1	Gegenwärtige Finanzierungsstruktur.....	6
2.2	Trends und ihre Konsequenzen für die Finanzierungssituation.....	7
2.3	Prinzipien für eine zukunftsgerechte Finanzierung.....	10
3	Die gesellschaftlichen Kosten der Straßennutzung	11
3.1	Kostensystematik	11
3.2	Wegekosten.....	13
3.3	Externe Kosten	16
3.3.1	Unfallkosten.....	16
3.3.2	Staukosten	18
3.3.3	Lärmschäden	21
3.3.4	Flächenverbrauch und-zerschneidung	22
3.3.5	Emissionen von lokalen Luftschadstoffen	24
3.3.6	Emission von Treibhausgasen.....	26
3.3.7	Externe Kosten auf vorgelagerter Ebene.....	26
3.3.8	Gesamthöhe der externen Kosten	27
4	Technisch-rechtliche Rahmenbedingungen der Mauterhebung	28
4.1	Technische Möglichkeiten.....	28
4.2	Rechtlicher Rahmen	30
5	Vorschläge für eine Reform des deutschen Mautsystems	31
5.1	Einführung einer entfernungsabhängigen Pkw-Maut.....	31
5.1.1	Grundmodell.....	31
5.1.2	Optimale Tarifierung	33
5.1.3	Differenzierungsoptionen.....	37
5.1.4	Erwartete Wirkung	39
5.2	Reform der Lkw-Maut	43
6	Perspektiven für einen europäischen Weg	45
6.1	Bestehende Gebührensysteme in EU-Ländern	45
6.2	Potenziale für ein EU-weites Mautsystem	48
7	Fazit	49

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Vier wesentliche Trends im Straßenverkehr	9
Abb. 2:	Drei Prinzipien für die Finanzierung des öffentlichen Straßennetzes	11
Abb. 3:	Kosten der Straßennutzung nach unmittelbar Betroffenen	12
Abb. 4:	Kosten der Straßennutzung nach Kostencharakter	13
Abb. 5:	Externe Kosten des Straßenverkehrs nach Fahrzeugkategorien in Deutschland.....	28
Abb. 6:	Empfohlene durchschnittliche Mautsätze für Pkw	37
Abb. 7:	Hypothetische Einnahmeeffekte des entwickelten Mautmodells in 2019	41
Abb. 8:	Ausgaben für Kraftstoffe und Schmiermittel nach Einkommensklassen 2019	42
Abb. 9:	Mauteinnahmen in EU-Ländern in 2020	48

Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Wegekosten nach Fahrzeugkategorien in Deutschland.....	16
Tab. 2:	Externe Unfallkosten je Fzkm in Deutschland	18
Tab. 3:	Marginale externe Staukosten (in € Cent) eines Fahrzeugkilometers in Deutschland	20
Tab. 4:	Externe Lärmkosten je Fzkm in Deutschland	22
Tab. 5:	Externe Kosten aus Flächenverbrauch und -zerschneidung je Fzkm in Deutschland	24
Tab. 6:	Externe Kosten aus Luftschadstoffemissionen je Fzkm in Deutschland	25
Tab. 7:	Externe Kosten aus Treibhausgasemissionen je Fzkm in Deutschland	26
Tab. 8:	Externe Kosten aus vorgelagerten Prozessen je Fzkm in Deutschland	27
Tab. 9:	Bewertung der Einbeziehung von Kostenarten in den Mautsatz	35
Tab. 10:	Ableitung des durchschnittlichen Mautsatzes für Pkw	36
Tab. 11:	Bewertung der Differenzierung des Mautsatzes nach Kostenarten	39
Tab. 12:	Tarifsystem der Lkw-Maut in Deutschland	44
Tab. 13:	EU-Länder mit Straßennutzungsgebühren für Pkw.....	47

1 Motivation

Ein gut ausgebautes und qualitativ hochwertiges Verkehrsnetz ist seit jeher ein zentraler Standortfaktor für jede Wirtschaftsnation. Für die wirtschaftlich eng vernetzten Länder der Europäischen Union gilt dies umso mehr. Dem Verkehrsträger Straße kommt dabei eine zentrale Rolle zu: Im Jahr 2019 entfielen gemäß Eurostat 76,3 % des gesamten Güterbinnenverkehrsaufkommens der EU27 (in Tonnenkilometern) auf die Straße, trotz aller politischer Bestrebungen zur Verlagerung Richtung Schiene.¹ Noch wichtiger sind Straßen für den Personenverkehr: Auf Personenkraftwagen entfielen im Jahr 2019 in den EU27-Ländern 82,8 % der Personenkilometer im Personenbinnenverkehr und auf Reisebusse, Oberleitungsbusse und sonstige Busse weitere 9,2 %, auf Züge lediglich 8 %.²

Das Straßennetz ist deshalb auch ein zentraler Eckpfeiler in der EU-Strategie zum Aufbau eines Trans-europäischen Verkehrsnetzes (TEN-T). Das setzt allerdings entsprechende Investitionstätigkeit der öffentlichen Hand voraus. Im Falle Deutschlands betrifft dies in erster Linie die Instandhaltung des an sich gut ausgebauten Netzes. Verschiedene Studien mahnen hier bereits seit einigen Jahren einen beträchtlichen Investitionsstau an.³ Einem Aufholprozess stehen in der gegenwärtigen Situation beträchtliche finanzierungsseitige Hürden gegenüber. Die COVID-Pandemie mit ihren wirtschaftlichen Folgen und staatlichen Hilfsangeboten engt die fiskalischen Handlungsspielräume ein, zugleich verursacht das Mammutprojekt der Energiewende eine erhebliche Mittelkonkurrenz. Für die Instandhaltung des Straßennetzes stellt sich die Frage nach alternativen Finanzierungsquellen daher dringend.

Eine naheliegende Finanzierungsquelle ist die Erhebung von Straßennutzungsgebühren. Die Terminologie der EU unterscheidet hier zwischen einer „Mautgebühr“, deren Höhe sich nach der zurückgelegten Wegstrecke richtet, und einer für einen bestimmten Zeitraum gültigen „Benutzungsgebühr“ (oft als „Vignette“ bezeichnet)⁴. Seit 2005 erhebt Deutschland bereits eine Mautgebühr für die Nutzung von Bundesautobahnen und bestimmten Bundesstraßen durch schwere Nutzfahrzeuge (Lkw-Maut). Seit 2011 werden die Netto-Einnahmen hieraus ausschließlich für Investitionen in die Bundesfernstraßen verwendet.⁵ Im Bereich von Personenkraftwagen (Pkw) hatte die vormalige Bundesregierung versucht, ein Gebührensystem zu implementieren. Da das Konzept jedoch eine Ungleichbehandlung von In- und Ausländern vorsah, wurde es vom Europäischen Gerichtshof im Rahmen einer Vertragsverletzungsklage als europarechtswidrig eingestuft.⁶ Ein Blick in das EU-Ausland zeigt allerdings, dass diskriminierungsfreie Straßennutzungsgebühren für Pkw in Europa seit Jahren etabliert sind. Im Jahr 2021 hatten 15 EU-Länder solche Gebühren erhoben, zum Teil in Form einer streckenbezogenen Mautgebühr, zum Teil als pauschale Vignette.⁷ Verschiedenste Stimmen aus der ökonomischen Fachwelt haben seit geraumer Zeit die Einführung einer Straßennutzungsgebühr für Pkw auch in Deutschland

¹ Eurostat (2021). [Güterverkehr nach Verkehrszweig](#).

² Eurostat (2021). [Personenbeförderung nach Verkehrszweig](#).

³ U.a. Bardt, H., Chrischilles, E., Fritsch, M., Grömling, M., Puls, T., & Röhl, K. H. (2014). Die Infrastruktur in Deutschland: Zwischen Standortvorteil und Investitionsbedarf (No. 95). IW-Analysen.

Kopper, C., Hartwig, K. H., Rothengatter, W., Gawel, E., & Eisenkopf, A. (2013). Die Verkehrsinfrastruktur in Deutschland: marode und unterfinanziert. *Wirtschaftsdienst*, 93(10), 659-677.

⁴ Europäische Union (1999). Richtlinie 1999/62/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Juni 1999 über die Erhebung von Gebühren für die Benutzung bestimmter Verkehrswege durch schwere Nutzfahrzeuge.

⁵ BMDV (2022). LKW-Maut. Bundesministerium für Digitales und Verkehr, Berlin. <https://www.bmvi.de/Shared-Docs/DE/Artikel/StV/Strassenverkehr/lkw-maut.html>

⁶ EuGH (2019). Urteil des Gerichtshofes (Große Kammer) vom 18. Juni 2019 in der Rechtssache C-591/17. Europäischer Gerichtshof, Luxemburg. <https://curia.europa.eu/juris/document/document.jsf?text=&docid=215105&pageIn-dex=0&doclang=de&mode=lst&dir=&occ=first&part=1&cid=1408170>

⁷ ADAC (2021): Tipps, Gebühren, Bußgelder. Allgemeiner Deutscher Automobil-Club. <https://www.adac.de/reisefrei-zeit/maut-vignette/tipps/>

angeregt.⁸ Die Argumentation geht hier über die Rolle als Finanzierungsinstrument deutlich hinaus. So kann die Einführung einer Gebühr als Kompensation für den Nutzen betrachtet werden, den die staatliche Gewährleistung von Mobilität für den Einzelnen mit sich bringt. Ein klug designtes Mautsystem kann auch effektiv dazu beitragen, die mit der Nutzung der öffentlichen Straßenverkehrsinfrastruktur verbundenen gesellschaftlichen Kosten zu senken. Neben der Stauvermeidung kann dies u.a. auch Kosten im Zusammenhang mit Schadstoffausstoß und Lärmbelastigung umfassen. Zugleich stellt sich die Frage, wie sich ein solches System zur bestehenden Lkw-Maut verhält. Eine ökonomisch optimale Bepreisung setzt voraus, dass sich Unterschiede in der Gebührenhöhe zwischen Pkws und Lkws am Verhältnis der je Fahrkilometer erzeugten externen Kosten orientieren. Studien ermitteln in dieser Hinsicht ein Vielfaches an Belastung durch Lkws im Vergleich zu Pkws, vor allem bedingt durch Unterschiede in Schadstoffausstoß und Lärmbelastigung.⁹ Hinzu kommt der zusätzliche Nutzen, den Lkws für die logistische Planung aus der öffentlichen Fernstraßeninfrastruktur ziehen, etwa über die gezielte Einplanung von Raststätten als Element von Just-in-time Management.¹⁰ All dies rechtfertigt eine stärkere Bepreisung der Straßennutzung für Lkws.

Hier möchte diese Studie ansetzen: Auf Basis einer Auswertung der aktuellen Forschungsliteratur sollen zum einen Vorschläge für ein technisch machbares und ökonomisch intelligentes Pkw-Mautsystem für Deutschland erarbeitet werden. Ein solches Mautsystem soll sämtliche Fahrzeugsegmente im Pkw-Bereich sowie idealerweise nahezu das komplette öffentliche Straßennetz umfassen, zumindest jedoch alle Fernstraßen. Zum anderen sollen in diesem Zusammenhang Vorschläge für eine begleitende Reform der Lkw-Maut in Deutschland erarbeitet werden, mit der Zielsetzung einer gegenüber der vorgeschlagenen Pkw-Maut ökonomisch angemessenen Anpassung der Mautsätze. Darüber hinaus sollen Potenziale und Grenzen der Ausweitung eines solchen Systems auf die europäische Ebene diskutiert werden.

2 Anforderungen an die Finanzierung der Straßenverkehrsinfrastruktur

2.1 Gegenwärtige Finanzierungsstruktur

Der Unterhalt des öffentlichen Straßennetzes in Deutschland ist organisatorisch über die Gebietskörperschaften verteilt. Autobahnen und Bundesstraßen sind Eigentum des Bundes. Seit dem 01.01.2021 obliegt die Planung, Verwaltung und Finanzierung der Autobahnen und anderer Bundesfernstraßen der im Bundesbesitz befindlichen Autobahn GmbH. Dieser Teil des Netzes macht allerdings nur etwa 22 % der Gesamtlänge der öffentlichen Straßen im überörtlichen Verkehr aus.¹¹ Die übrigen Teile entfallen auf die von den Bundesländern verwalteten Landesstraßen (38 %) und die von Landkreisen verwalteten Kreisstraßen (40 %). Hinzu kommen die Straßen des innerörtlichen Verkehrs, in denen die Baulastträger die jeweiligen Kommunen sind. Entsprechend komplex gestaltet sich die Finanzierungsstruktur. Für die Finanzierung der bundeseigenen Straßen existiert seit 2005 mit der Lkw-Maut ein spezifisches Finanzierungsinstrument. Die Netto-Einnahmen dieses Mautsystems fließen seit 2011 vollständig in die Finanzierung der Bundesfernstraßen. Durch die Ausweitung der Mautpflicht auf einen größeren Teil der Nutzfahrzeuge (Absenkung der Mindestschwelle auf 7,5 t zulässigem Gesamtgewicht (zGG)) und des Netzes (Ausweitung auf sämtliche Bundesstraßen) konnte die Einnahmebasis in

⁸ Sieg, G., Wieland, B., Knieps, G., Puls, T., Beckmann, K. J., Bernecker, T., & Böger, T. (2014). Pkw-Maut, Sonderabgabe oder Sonderfonds: Sinnvolle Instrumente zur Finanzierung der Verkehrsinfrastruktur?. ifo Schnelldienst, 67(11), 3-28.

⁹ Parry, I. W. (2008). How should heavy-duty trucks be taxed? Journal of Urban Economics, 63(2), 651-668.

¹⁰ Helmig, L. (2021). Staatsfinanzierung II – Nutzungsentgelte. Erstfassung 17.09.21. Exzerpt.

¹¹ BMDV (2022a). Verkehr in Zahlen 2021/2022. Bundesministerium für Digitales und Verkehr.

den letzten Jahren deutlich verbreitert werden. Im Jahr 2021 betragen die Einnahmen aus der Lkw-Maut etwa 7,6 Milliarden Euro.¹² Dies entspricht nahezu dem jährlichen Durchschnitt der im Investitionsrahmenplan 2019 – 2023 vorgesehenen Bau- und Erhaltungsinvestitionen im Bundesfernstraßennetz.¹³ Weitere Ausgaben für den laufenden Betrieb müssen über allgemeine Haushaltsmittel (Steuern und Verschuldung) finanziert werden. Da Steuern nicht zweckgebunden sind, ist grundsätzlich keine direkte Zuordnung bestimmter Steuern zur Verwendung für den Straßenverkehr möglich. Dies gilt auch für die beiden verkehrsbezogenen Steuern, die Kfz-Steuer sowie den auf Kraftstoffe bezogenen Teil der Energiesteuer. Strukturelle Veränderungen in der Verkehrsnachfrage können hier aber zu bedeutenden Einnahmefeffekten führen (siehe Abschnitt 2.2), die dann wiederum den Spielraum für Verkehrsinvestitionen über die Haushalte beeinflussen. Länder, Kreise und Gemeinden verfügen über keinerlei spezifische Finanzierungsinstrumente für ihre Straßennetze. Ausgaben müssen so komplett aus allgemeinen Haushaltsmitteln finanziert werden. Konjunkturbedingte Steuerausfälle und strukturelle Verschuldungsprobleme schlagen so voll auf die Finanzierungsspielräume bei der regionalen Straßenverkehrsinfrastruktur durch.

2.2 Trends und ihre Konsequenzen für die Finanzierungssituation

Trend 1: Investitionsstau bei Instandhaltung

Seit geraumer Zeit wird in Deutschland eine lebhafte Debatte über den Zustand der Straßenverkehrsinfrastruktur geführt. Im Zentrum stehen Mängel bei der Instandhaltung des an sich gut ausgebauten Netzes, vor allem im Hinblick auf verkehrskritische Komponenten wie Brücken. Das IW Köln hat zuletzt 2018 Unternehmer den Zustand der deutschen Infrastruktur bewerten lassen. Danach sahen sich etwa zwei Drittel aller Unternehmen durch Infrastrukturmängel in ihrer Geschäftstätigkeit regelmäßig beeinträchtigt, wobei das Straßennetz als eines der Hauptprobleme identifiziert wurde.¹⁴ Auf Bundesebene stellt die Ausweitung der Lkw-Maut auf nahezu das gesamte Fernstraßennetz einen Versuch dar, über die Erhöhung zweckgebundener Einnahmen die staatliche Finanzierungsbasis für Verkehrsinvestitionen zu verbreitern. Probleme bleiben aber vorrangig auf regionaler Ebene. Die Kommunen profitieren nicht von der Lkw-Maut, da Erlöse hieraus allein dem Fernstraßennetz zukommen. Die jüngsten Ergebnisse des KfW-Kommunalpanels 2022, einer großangelegten Befragung der Kammereien in Städten und Gemeinden, weisen auf einen starken Investitionsstau im Bereich der kommunalen Infrastruktur hin. Allein für die Sanierung von Straßen und Brücken sollen 34 Milliarden Euro fehlen. Zugleich bleibt die Haushaltslage in vielen Kommunen angespannt. Gerade die Haushalte der Gemeinden in strukturschwachen Regionen haben sich von den finanziellen Auswirkungen der COVID-Pandemie noch kaum erholt. Die inflationsbedingt steigenden Baupreise tragen zusätzlich zur Verschärfung des Problems bei.¹⁵ Für die nähere Zukunft könnte die Abfederung der wirtschaftlichen Folgen des Konflikts mit Russland zudem dazu führen, dass bestehende Modernisierungsvorhaben wieder hintenangestellt werden. Werden Bauprojekte in die Länge gezogen, kann dies über eine Zunahme an langwierigen Baustellen die Verkehrssituation noch zusätzlich verschlechtern. Finanzierungsprobleme äußern sich zudem nicht nur unmittelbar in Investitionsaufschub, sondern können die Instandhaltung auch indirekt beeinträchtigen. Budgetbedingter Personalmangel in der öffentlichen Verwaltung kann

¹² BMDV (2022b). [Lkw-Maut](#). Bundesministerium für Digitales und Verkehr.

¹³ BMDV (2020). Investitionsrahmenplan 2019 – 2023 für die Verkehrsinfrastruktur des Bundes (IRP). Bundesministerium für Digitales und Verkehr.

¹⁴ IW Köln (2018). Infrastrukturmängel in Deutschland. IW-Trends 2/2018. Vierteljahresschrift zur empirischen Wirtschaftsforschung. IW Köln.

¹⁵ KfW (2022). [KfW-Kommunalpanel 2022](#). Deutsches Institut für Urbanistik / Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW).

etwa zur Verzögerung von Genehmigungsprozessen führen.¹⁶ Bei unveränderter Finanzierungssituation besteht so die Befürchtung, dass sich regionale Unterschiede im Zustand der Verkehrsinfrastruktur weiter vertiefen. Dies schadet letztendlich der Konnektivität in Deutschland insgesamt.

Trend 2: Elektrifizierung der Fahrzeugflotte

Nach Zeiten eher schleppenden Wachstums hat die Elektromobilität in Deutschland in jüngster Zeit deutlich an Fahrt aufgenommen. Im Jahr 2021 wurden insgesamt 355.961 Pkw mit rein batterieelektrischem Antrieb zugelassen, gegenüber dem Vorjahr fast eine Verdoppelung. Dies ist umso bemerkenswerter vor dem Hintergrund, dass die Gesamtzahl an neuzugelassenen Pkw in 2021 um etwa 10 % gesunken ist.¹⁷ Im Fahrzeugbestand kamen Elektroautos und Hybridfahrzeuge zwar zusammen genommen in den jüngsten Zahlen des KBA nur auf einen Anteil von unter 5 %.¹⁸ Auch dieser Wert wird sich bei Verstetigung des Trends bei den Neuzulassungen in den nächsten Jahren aber deutlich erhöhen. Für das Jahr 2030 hat die Bundesregierung die Zielsetzung von 15 Millionen Elektroautos ausgegeben.¹⁹ Ob ein derart dynamischer Ausbau realisiert werden kann, wird entscheidend von den politischen Rahmenbedingungen, insbesondere von der Aufrechterhaltung der staatlichen Kaufanreize und dem Aufbau der Ladeinfrastruktur, abhängen. Die gegenwärtige Situation und ein im Zuge des Konflikts mit Russland anhaltender Preisdruck auf fossile Kraftstoffe könnte den Technologiewechsel noch beschleunigen. Konsequenzen wären einerseits sinkende Emissionen von Treibhausgasen und lokalen Luftschadstoffen, und ein Rückgang der damit zusammenhängenden gesellschaftlichen Kosten. Andererseits gehen nach dem gegenwärtigen Steuermodell mit dem Umstieg auf emissionsarme Antriebe auch bedeutende Verluste im Energiesteueraufkommen einher. Greinus et al. (2022) erwarten bei Eintritt des Transformationspfades „Klimaneutrales Deutschland 2045“, der bis 2030 u.a. einen Anstieg der Zahl an Elektro-Pkw (einschließlich Hybrid) auf 14 Millionen vorsieht, für 2030 eine Halbierung des Energiesteueraufkommens aus dem Pkw-Verkehr sowie der damit zusammenhängenden Umsatzsteuereinnahmen gegenüber 2020 (-19 Milliarden Euro). Auch bei der Kfz-Steuer wären nach dem gegenwärtigen Modell Einnahmeverluste zu erwarten, vor allem als Konsequenz aus der temporären Steuerbefreiung von Elektroautos in den ersten Jahren nach der Zulassung. Noch nicht einbezogen sind Einnahmeverluste aus dem Güterverkehr. Dessen Elektrifizierung wird voraussichtlich mehr Zeit benötigen und statt auf Direktstrom in vielen Fällen auf strombasierten Kraftstoffen fußen. Bei unveränderter Finanzierungsgrundlage wäre das Ergebnis aber auch hier ein weiterer Rückgang der Steuereinnahmen.

Trend 3: Belastung der Infrastruktur durch Lieferkettenmanagement

Die Minimierung von Lagerhaltungskosten stellt für viele Industrieunternehmen ein wesentliches Ziel bei der Koordination ihrer Lieferketten dar. Das Prinzip des Just-in-Time Konzepts, die Lieferung von Vorprodukten erst im Moment ihres Bedarfs zu veranlassen, impliziert nicht nur eine Ersparnis an Lagerfläche für die Unternehmen, sondern auch eine stillschweigende Einbeziehung von öffentlicher Verkehrsinfrastruktur, vor allem des Fernstraßennetzes, in die unternehmerische Gewinnplanung. Die Unternehmen verlassen sich auf den Service der Autobahnen und Bundesstraßen, einen schnellen und reibungslosen Transport ihrer Vorprodukte zum Produktionsstandort zu gewährleisten. Neben dem

¹⁶ Scheller, H., Rietzler, K., Raffner, C., & Kühl, C. (2021). Baustelle zukunftsfähige Infrastruktur. Ansätze zum Abbau nichtmonetärer Investitionshemmnisse bei öffentlichen Infrastrukturvorhaben.

¹⁷ KBA (2022). [Neuzulassungen nach Umwelt-Merkmalen](#). Kraftfahrt-Bundesamt, Flensburg.

¹⁸ KBA (2022). [Bestand nach Umwelt-Merkmalen](#). Kraftfahrt-Bundesamt, Flensburg.

¹⁹ Bundesregierung (2021). Mehr Fortschritt wagen – Bündnis für Freiheit, Gerechtigkeit und Nachhaltigkeit. Koalitionsvertrag 2021-2025 zwischen der Sozialdemokratischen Partei Deutschlands (SPD), Bündnis 90 / Die Grünen und den Freien Demokraten (FDP).

Service der schnellen Raumüberwindung als solchen bietet die Autobahninfrastruktur mit ihren zahlreichen Rastplätzen auch die Möglichkeit, öffentlich nutzbare Stellfläche als kostenarmes Zwischenlager für Waren zu nutzen. Zwar werden für die Nutzung der deutschen Fernstraßen durch Lkw distanzabhängige Mautzahlungen fällig, der spezifische unternehmerische Nutzen im Kontext der Just-in-Time Produktion spielt in der Mautberechnung jedoch keine Rolle. Zugleich entstehen aus dieser Strategie für die Allgemeinheit Zusatzkosten in Form von erhöhten Stau- und Unfallrisiken und Stellflächenknappheit, die Bedarfe an Ausbauinvestitionen mit sich bringen können. Zwar geraten die etablierten Formen des Supply Chain Managements durch die gegenwärtigen globalen Lieferkettenprobleme unter ökonomischen Druck. Es ist jedoch nicht abzusehen, inwieweit diskutierte Alternativmodelle zu einer Entlastung des Verkehrsträgers Straße beitragen könnten. Eine Renationalisierung bzw. Regionalisierung von Lieferketten bspw. könnte das Verkehrsaufkommen im Straßennetz sogar erhöhen, wenn weniger Vorprodukte über den Langstreckentransport per Schiff und mehr über kürzere Strecken per Lkw geliefert werden.

Trend 4: Urbanisierung beeinflusst Verkehrsbelastung

Für Deutschland wird wie für die meisten anderen Länder mittelfristig ein weiterer Anstieg der Verstädterung erwartet. Gegenwärtig leben etwa 77 % der Deutschen in Städten. Die UN erwartet für den Zeitraum bis 2050 einen Anstieg dieses Bevölkerungsanteils auf 84 %.²⁰ Hiervon werden strukturelle Effekte auf Verkehrsaufkommen und -belastung ausgehen. Eine echte Agglomeration kann aufkommensmindernd wirken, indem sie die räumliche Distanz zwischen Wohn- und Arbeitsort verringert. Führen Folgewirkungen wie steigende Mieten jedoch zu einer starken Verlagerung des Wohnens in Außenbezirke, ist für den stadtinternen Verkehr auch der gegenteilige Effekt möglich. Eine weitere Folge der Urbanisierung ist, dass die mit einem gegebenen Verkehrsniveau verbundenen gesellschaftlichen Gesamtkosten steigen: Es sind dann umso mehr Menschen von Lärm, Abgasen und verknappter Fläche betroffen. Hieraus ergeben sich höhere finanzielle Anforderungen an Kommunen zur Schaffung von Entlastung über ÖPNV und innovative Mobilitätsangebote, aber auch die Möglichkeit zur Abschöpfung von Agglomerationsrenten über City Maut-Konzepte.

Abb. 1: Vier wesentliche Trends im Straßenverkehr



Quelle: Eigene Darstellung

²⁰ UN (2018). [2018 Revision of World Urbanization Prospects](#). United Nations Department of Economic and Social Affairs, New York.

2.3 Prinzipien für eine zukunftsgerechte Finanzierung

Unsere Diskussion der Trends zeigt auf, dass sich bei der Finanzierung des Straßennetzes in Deutschland eine Schere auftut, die zukünftig eher noch größer werden dürfte. Elektrifizierung und Verlagerung von Verkehr auf Schiene und ÖPNV verursachen bei unverändertem Finanzierungskonzept bedeutende Einnahmeausfälle bei der Energiesteuer. Dem stehen zunehmend drängende Nachholbedarfe bei der Instandhaltung gegenüber. Zugleich erzeugt die Verkehrsbelastung auch für die Gesellschaft Kosten, die aus staatlicher Sicht zwar nicht unmittelbar ausgabenwirksam sind, aber durch fiskalische Instrumente gesteuert werden können. Insgesamt stellt sich damit die Frage, wie die optimale Finanzierung eines Verkehrssystems der Zukunft aussieht, in dem individuelle Mobilität zwar deutlich emissionsärmer, aber dennoch keineswegs kostenfrei sein wird.

Eine erste Antwort auf diese Frage liefert eine Betrachtung der Eigenschaften der **Straßennutzung als ökonomisches Gut**. Der Konsum dieses Gutes erfolgt anders als bei typischen privaten Gütern gemeinschaftlich, insofern hat es die Form eines öffentlichen Gutes. Es erfüllt jedoch nicht die technischen Anforderungen, die an ein reines öffentliches Gut gestellt werden. Zum einen erfüllt es nicht die Eigenschaft der **Nicht-Ausschließbarkeit** in der Nutzung. Der Ausschluss von Nutzern ist abgesehen von Anliegerstraßen technisch möglich. Die zweite Anforderung, **Nicht-Rivalität** in der Nutzung, ist nur bei freiem Verkehrsfluss (nahezu) erfüllt.²¹ Bei Stau oder stockendem Verkehr wird die Straßennutzung zum rivalen Gut: Eine steigende Nutzerzahl bremst die Durchschnittsgeschwindigkeit der übrigen Verkehrsteilnehmer und verringert damit deren Nutzen aus dem Infrastrukturservice. Je nach Verkehrslage handelt es sich damit ökonomisch entweder um ein **Clubgut** (ausschließbar, nicht-rival) oder ein **privates Gut** (ausschließbar, rival). In beiden Fällen stellen aufgrund der Ausschließbarkeit Nutzungsgebühren ein geeignetes Finanzierungsmodell dar. Im ersten Fall dienen sie lediglich zur Verteilung der Fixkosten der Bereitstellung zwischen den Nutzern, im zweiten Fall sollten sie zusätzlich die mit der Anzahl an Nutzern steigenden variablen Kosten abdecken, um die Nutzerzahl auf ein optimales Niveau zu begrenzen.

Eine daran anschließende Frage ist, auf welchem Wege die Höhe solcher Gebühren bestimmt werden könnte. Eine Überlegung wäre, wie bei typischen privaten Gütern die Bestimmung der freien Preisbildung auf Märkten zu überlassen. Die Organisation eines solchen Marktes für die Straßennutzung wäre in Zeiten von Apps und satellitengestützter Überwachung prinzipiell technisch umsetzbar.²² Da die Rivalität in der Straßennutzung aber lokaler Natur ist, müsste dieser Markt zeitlich und räumlich stark segmentiert sein. Neben hohen Systemkosten für Datenverarbeitung würde dies aus Nutzerperspektive auch hohe Transaktionskosten (Ermittlung von Zahlungsbereitschaften für einzelne Strecken) mit sich bringen, sowie Unsicherheit über die tatsächliche Gebührenbelastung. Auch würde ein solcher Markt nicht die gesellschaftlichen Kosten des Straßenverkehrs widerspiegeln, die auch für Nicht-Verkehrsteilnehmer entstehen (Lärm, Luftverschmutzung...). Damit erscheint auch für die Zukunft das Modell der Festlegung der Gebührenhöhe durch eine externe Instanz die angemessene Lösung.

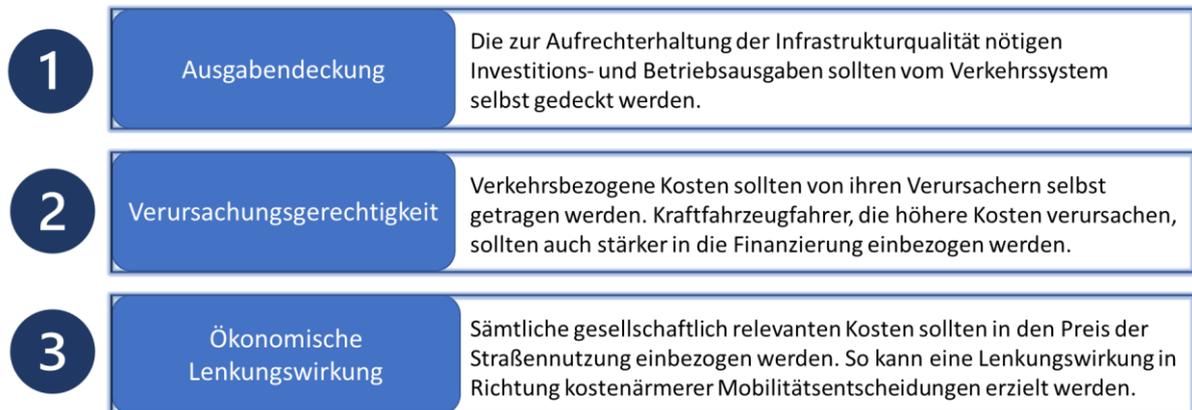
Ein entsprechendes Gebührensystem sollte auf transparenten Prinzipien fußen. Abbildung 2 stellt die drei aus unserer Sicht zentralen Kriterien für die Bestimmung von Straßennutzungsgebühren dar.

²¹ Strenggenommen erzeugt bereits die Straßenabnutzung Rivalität. Dieser Effekt ist mit Blick auf den einzelnen Nutzungsvorgang jedoch vernachlässigbar.

²² Fahrer könnten etwa vor Fahrtantritt ihr Fahrtziel und ihre maximale Zahlungsbereitschaft für die Straßennutzung in Apps eingeben. Die Apps könnten über die Verknüpfung der Nutzerdaten dann zeitpunktabhängig die ideale Route und die zu zahlenden Gleichgewichtspreise für die Nutzung der einzelnen Routenabschnitte ermitteln.

Dabei handelt es sich um keine konkurrierenden Prinzipien, sie gehen bei einem klug designten Gebührensystem vielmehr Hand in Hand. So dient die Berücksichtigung von Infrastrukturkosten bei der Gebührenhöhe zum einen der Ausgabendeckung bei der Infrastrukturfinanzierung. Zum anderen entspricht sie auch dem Prinzip der Verursachungsgerechtigkeit, sofern sich das Ausmaß der Anrechnung an den tatsächlichen Kostenbeiträgen unterschiedlicher Nutzergruppen orientiert. Die fahrzeugabhängige Einberechnung gesellschaftlicher Kosten aus Lärm und Luftverschmutzung ist ebenfalls verursachungsgerecht, stärkt zugleich auch die ökonomische Lenkungswirkung einer Nutzungsgebühr.

Abb. 2: Drei Prinzipien für die Finanzierung des öffentlichen Straßennetzes



Quelle: Eigene Darstellung

Eine unmittelbare Schlussfolgerung aus allen drei Prinzipien ist, dass grundsätzlich alle Arten von Kraftfahrzeugen in ein Gebührensystem einbezogen werden sollten, und zwar entsprechend ihres realen Kostenbeitrags. Die gegenwärtige Situation in Deutschland stellt sich damit als unbefriedigend dar: Lediglich schwere Lkw (> 7,5 t) sind über ein Gebührensystem in die Finanzierung einbezogen, und das auch nicht im vollen Ausmaß ihres Kostenbeitrags. Im Folgenden nutzen wir unsere Prinzipien als Grundlage für die Formulierung eines Vorschlags zur Einführung einer Pkw-Maut in Deutschland, sowie zur Reform des Gebührensystems als Ganzem. Voraussetzung dafür ist zunächst ein Überblick über die von unterschiedlichen Fahrzeugklassen verursachten gesellschaftlichen Kosten.

3 Die gesellschaftlichen Kosten der Straßennutzung

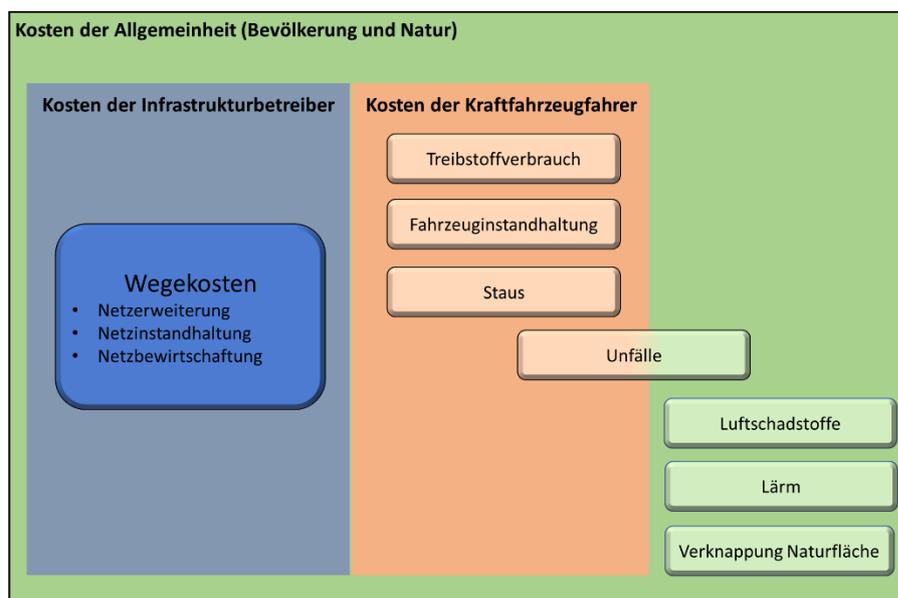
3.1 Kostensystematik

Die Nutzung des Netzes an öffentlichen Straßen durch Kraftfahrzeuge erzeugt eine Vielfalt an Kosten für die Gesellschaft. Um einen angemessenen Preis für die Straßennutzung bestimmen zu können, müssen die verschiedenen Arten von Kosten in einem ersten Schritt anhand relevanter Kriterien systematisiert werden. Dabei beschränkten wir uns an dieser Stelle aus Gründen der Übersichtlichkeit auf die unmittelbar im Zusammenhang mit der Nutzung stehenden Kosten, blenden auf vorgelagerter Ebene entstehende Kosten (z.B. Emissionen in der Herstellung von Fahrzeugen und Kraftstoffen) aus.

Ein mögliches Schema ist die Differenzierung nach unmittelbar Betroffenen (siehe Abbildung 3). So entstehen aus der Straßennutzung zum einen Kosten für die Infrastrukturbetreiber (**Wegekosten**). Das vorhandene Straßennetz muss technisch Instand gehalten werden, es müssen Dienstleistungen für die Aufrechterhaltung der Nutzbarkeit (z.B. Reinigung) erbracht und bei steigender Nutzung muss in den Ausbau des Netzes investiert werden. Aus Sicht der Kraftfahrzeugfahrer erzeugt die Straßennutzung

unmittelbare Kosten in Form von Treibstoffverbrauch, mittelbar auch in Form von Aufwendungen für die Instandhaltung des Fahrzeugs. Je nach Verkehrslage kommt noch der Zeitverlust aus Staus oder stockendem Verkehr hinzu. Während diese Kostenarten sich auf die Gruppe der Kraftfahrzeugfahrer bzw. -besitzer selbst beschränken, erzeugt die Streckennutzung auch solche Kosten, die (teilweise) bei der übrigen Bevölkerung und der Natur anfallen. Ein Beispiel sind Verkehrsunfälle, in die Fußgänger oder Fahrradfahrer verwickelt sind. Im besonderen Maße gilt dies für Fahrzeugemissionen von Lärm und Schadstoffen, hier ist in erster Linie die lokale Umgebung betroffen. Die aus der Flächennutzung resultierende Beschneidung von Ökosystemen schließlich erzeugt unmittelbare Kosten auf Seiten der Natur.

Abb. 3: Kosten der Straßennutzung nach unmittelbar Betroffenen



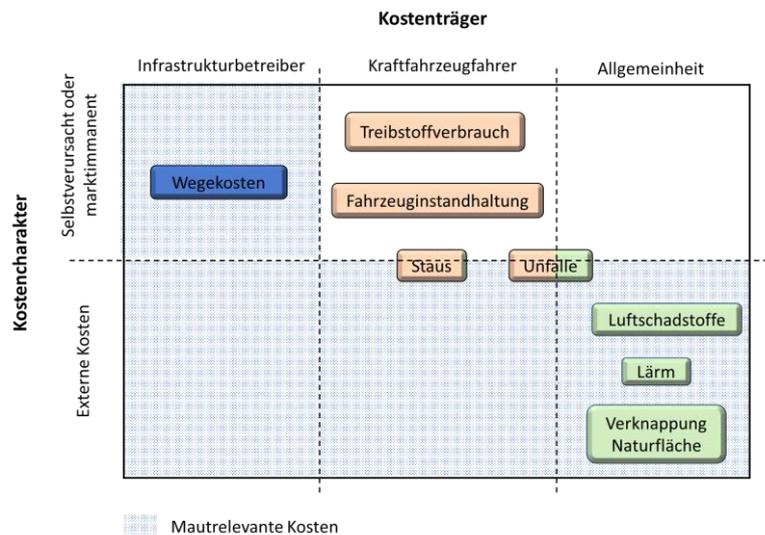
Quelle: Eigene Darstellung

Nicht alle der aufgezählten Kostenarten sind nach Form und Umfang sinnvollerweise in ein Gebührenmodell einzubeziehen. Hierzu ist eine weitere Unterscheidung nötig. Aus ökonomischer Perspektive kann zwischen internen und externen Kosten des Straßenverkehrs unterschieden werden (siehe Abbildung 4). **Interne Kosten** sind Kosten, die von den Betroffenen entweder selbstverursacht wurden oder für die sie in irgendeiner Form Kompensation erhalten. Solche Kosten bedürfen nicht der Einbeziehung in eine Nutzungsgebühr: Ihre Berücksichtigung in den Verkehrsentscheidungen der Individuen ist bereits über andere ökonomische Mechanismen sichergestellt. **Externe Kosten** sind demgegenüber die negativen Auswirkungen von Entscheidungen anderer, für die die Betroffenen keine Kompensation erhalten. Solche Kosten werden von den Verursachern üblicherweise nicht oder in nicht ausreichendem Maße in ihren Verkehrsentscheidungen berücksichtigt, woraus ein aus gesellschaftlicher Sicht überhöhtes Kostenniveau resultiert. Deren Einbeziehung in eine Nutzungsgebühr ist damit sowohl vor dem Hintergrund der Verursachungsgerechtigkeit als auch der ökonomischen Lenkungswirkung sinnvoll: Die externen Kosten werden auf diese Weise ihren Verursachern angelastet und so internalisiert. Von den genannten Kostenarten lassen sich die Kosten aus Verkehrslärm, verkehrsbedingten Schadstoffemissionen sowie der Verknappung von Naturfläche eindeutig dieser Kategorie zuordnen. Bei den Stau- und den Unfallkosten ist die Lage komplizierter. Diese haben nur teilweise externen Charakter. In Stausituationen trägt jeder Verkehrsteilnehmer einerseits selbst die Kosten seiner Verkehrsentscheidung in Form eigener Verspätung, andererseits trägt er durch seine Präsenz aber auch zu den

Zeitkosten der anderen Teilnehmer bei. Die aus Verkehrsunfällen resultierenden Kosten sind in Teilen über Versicherungssysteme internalisiert, in Teilen aber auch nicht.

Die Wegekosten werden üblicherweise von den externen Kosten abgegrenzt. Auch hier könnte aus ökonomischer Perspektive von einem teilweise externen Charakter gesprochen werden, da der von einzelnen Fahrzeugen verursachte Beitrag zum Verschleiß der Infrastruktur auch die Nutzungsqualität für andere Verkehrsteilnehmer beeinträchtigt, ohne dass eine Kompensation erfolgt. Messbare Kosten entstehen hier aber erst durch akkumulierte Nutzung im Zeitverlauf und werden mittelfristig über die Instandhaltungspflicht an die Infrastrukturbetreiber weitergereicht.

Abb. 4: Kosten der Straßennutzung nach Kostencharakter



Quelle: Eigene Darstellung

Für die Entwicklung eines Gebührenmodells sind damit zwei Formen von Kosten relevant: Zum einen die Wegekosten, primär als Mittel zur Ausgabendeckung für die Infrastrukturbetreiber, zum anderen die externen Kosten, zur Steigerung der Verursachungsgerechtigkeit und Erzielung einer gewünschten Lenkungswirkung. Im Folgenden diskutieren wir Ansätze zur Messung der Höhe dieser Kosten für Deutschland.

3.2 Wegekosten

Unter dem Begriff „Wegekosten“ werden allgemein alle Kosten im Zusammenhang mit Bau, Betrieb und Instandhaltung von Verkehrswegen zusammengefasst. Er umfasst damit verschiedene Kostenkategorien. Die Kosten von Bau und Instandhaltung sind ihrem Wesen nach Kapitalkosten. Hierzu zählen Abschreibungen und (kalkulatorische) Zinsen im Zusammenhang mit den durch Investitionstätigkeit geschaffenen Vermögenswerten. Die Betriebskosten sind laufend entstehende Kosten im Rahmen der Sicherstellung des Betriebs der geschaffenen Verkehrsinfrastruktur. Hierzu zählen sowohl die Erbringung von Dienstleistungen wie die Reinigung von Verkehrsflächen oder die Gewährleistung der Sicherheit (Verkehrspolizei) als auch die Bereitstellung von Sachgütern (z.B. Beleuchtung von Tunneln).²³

²³ Osterried, J. (2020). Betriebskosten der Straßenverkehrsinfrastruktur als Funktion von Objekt- und Netzeigenschaften (Doctoral dissertation, Technische Universität München).

Die Höhe der Betriebskosten ist unmittelbar abhängig von der Nutzungshäufigkeit und -intensität der Verkehrsinfrastruktur. Aber auch die Kapitalkosten des Baus und der Instandhaltung sind mittelfristig eine Funktion der Verkehrsnachfrage. Die Anzahl an insgesamt auf einem Verkehrsabschnitt zurückgelegten Fahrzeugkilometern ist somit ein wesentlicher Parameter für die Bestimmung der Wegekosten. Zugleich variieren die je Kilometer verursachten Kosten nach Fahrzeugtyp.

Die EU-Wegekostenrichtlinie (1999/62/EG), zuletzt geändert am 24.02.2022, gibt in Anhang III EU-weite Rahmenregeln für die Berechnung der Wegekosten vor.²⁴ Dabei handelt es sich um eine Vollkostenrechnung: Sämtliche Kosten aus Errichtung und Betrieb der Infrastruktur werden erfasst und auf die Nutzer und Nutzungsperioden aufgeteilt. Der Text unterscheidet grundsätzlich zwischen Infrastrukturkosten (Investition und Instandhaltung) sowie Betriebs-, Bewirtschaftungs- und Mauteinzugskosten. Investitionskosten müssen die Bau- und Entwicklungskosten sowie ggf. einen Zinsertrag für das investierte Kapital sowie eine Gewinnmarge umfassen. Die Festsetzung der zeitlichen Verteilung der Baukosten muss sich auf eine explizite Annahme zur Dauer der Amortisationszeit stützen, die in jedem Fall mindestens 20 Jahre betragen muss. Die Kosten für Instandhaltung und Instandsetzung müssen auf Basis der zurückgelegten Fahrzeugkilometer auf die unterschiedlichen Fahrzeugtypen aufgeteilt werden. Als Korrekturinstrument kann dabei auf Äquivalenzfaktoren zurückgegriffen werden, die die Unterschiede in den Niveaus der Straßenbelastung durch verschiedene Fahrzeugtypen widerspiegeln. In den Betriebs-, Bewirtschaftungs- und Mauteinzugskosten sind neben den laufenden Kosten des Betriebs der Infrastruktur auch die Kosten der Einrichtung und des Betriebs der Mautsysteme zu erfassen.

Die vom Bund regelmäßig in Auftrag gegebene Wegekostenrechnung nimmt als Ausgangspunkt zunächst eine Schätzung des Bruttovermögenswerts sämtlicher Infrastrukturelemente des Gesamtnetzes an Bundesfernstraßen vor.²⁵ Unter Annahmen über die Restlebensdauer der bestehenden Infrastrukturelemente wird daraus das Nettoanlagevermögen (Vermögen nach Abschreibungen) hergeleitet. Die Veränderungen des Nettoanlagevermögens gegenüber dem Vorjahr bei jedem Element werden als kalkulatorische Abschreibungen erfasst und den Kapitalkosten zugerechnet. Zusätzlich werden Finanzierungskosten in Form von kalkulatorischen Zinsen hinzugerechnet, in dem auf das im Nettovermögen gebundene Kapital ein marktüblicher Zinssatz angewandt wird. Die Kapitalkosten ergeben sich somit als Summe der Kosten aus technischem Verschleiß und Kapitalbindung. Bei den laufenden Kosten wird zwischen vier Kategorien unterschieden: Kosten der betrieblichen und baulichen Unterhaltung, nicht-anlagebezogenen betrieblichen Kosten, Kosten des Mauterhebungssystems, Kosten für Verwaltung und Management. Die Unterhaltskosten stellen die regelmäßigen Aufwendungen für die Instandhaltung der Infrastrukturelemente dar. Sie werden kalkulatorisch unter Anwendung anlagen-spezifischer Kostensätze auf das Bruttoanlagevermögen berechnet. Zu den nicht-anlagebezogenen betrieblichen Kosten werden die Kosten für Grünpflege, Reinigung, Winterdienst sowie Wartung und Instandhaltung der Straßenausstattung gezählt. Sie werden auf direktem Wege als im Bundeshaushaltsplan erfasste Ist- bzw. Soll-Ausgaben gemessen. Dasselbe gilt für die Kostenkategorien der Mauterhebung und der Verwaltung.

²⁴ Europäische Union (2022). Richtlinie (EU) 2022/362 des Europäischen Parlaments und des Rats vom 24. Februar 2022 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.

²⁵ Korn, M., Leupold, A., Schneider, C., Hartwig, K. H., & Daniels, H. (2021). Berechnung der Wegekosten für das Bundesfernstraßennetz sowie der externen Kosten nach Maßgabe der Richtlinie 1999/62/EG für die Jahre 2018 bis 2022. Bericht zur Neuberechnung, April 2021

Bei Aufsummierung aller Kostenbestandteile hat die zuletzt veröffentlichte Wegekostenrechnung (April 2021) für die Berechnungsperiode 2018-2022 jährliche Gesamtkosten in Höhe von 14,7 Mrd. Euro für das Bundesfernstraßennetz ermittelt. Dabei zeigt sich innerhalb der Periode ein aufsteigender Trend: die jährlichen Kosten steigen von 14,2 Mrd. Euro in 2018 auf 15,2 Mrd. Euro in 2022.

Diese Gesamtkosten wurden anschließend auf die Fahrzeugtypen auf Basis folgender Größen aufgeteilt: Prognosen zur Fahrleistung je Fahrzeugtyp sowie fahrzeugtypabhängiger Korrekturfaktoren. Abhängig von der Kostenkategorie kommen dabei unterschiedliche Merkmale als Äquivalenzziffern zum Einsatz. Sie sollen den Prinzipien der Verursachungs- bzw. Veranlassungsgerechtigkeit Rechnung tragen: Aufgrund von Unterschieden in der Bauweise tragen verschiedene Fahrzeugtypen in unterschiedlicher Intensität zur Entstehung bestimmter Formen von Wegekosten bei. Konkret handelt es sich um folgende Charakteristika:

- **Achslast:** Fahrzeugtypen mit einer höheren Gewichtslast je Achse üben einen stärkeren Druck auf die Fahrbahn aus und tragen damit stärker zur Abnutzung des Straßenbelags und Entstehung von Straßenschäden bei. Es handelt sich somit um eine Differenzierung nach verursachten Kosten. Maßgeblich für die Entwicklung dieses Korrekturfaktors waren die Ergebnisse des AASHO-Road Tests in den USA. Demnach ist der verursachte Verschleiß eine Funktion der vierten Potenz der Achslast. Erfasst werden jedoch nur Nutzfahrzeuge mit mehr als 7,5 Tonnen zGG, keine Pkw oder leichtere Nutzfahrzeuge, da davon ausgegangen wird, dass der Verschleiß wesentlich aus der Zerstörungswirkung des Schwerverkehrs resultiert. Dieser Schlüssel kommt entsprechend bei der Verteilung der Erhaltungskosten des Straßenbelags zum Einsatz.
- **Gesamtfahrzeuggewicht:** Für die Dimensionierung von Infrastrukturelementen wie Brücken und damit zusammenhängender Investitionsbedarfe ist die zu erwartende Maximalbelastung ein entscheidender Parameter. Dies wird über eine Gewichtsäquivalenzziffer ausgedrückt. Pkw und leichte Nutzfahrzeuge (< 3,5 Tonnen zGG) sind hier ausgenommen, da sie keine Restriktion für die Dimensionierung darstellen.
- **Kapazität:** Unterschiedliche Fahrzeugtypen tragen im unterschiedlichen Maße zur Auslastung der vorhandenen Infrastrukturkapazitäten bei, werden daher bei der Zuordnung kapazitätsbedingter Kosten unterschiedlich stark herangezogen. Die betreffende Äquivalenzziffer wird aus einer Vielzahl an Fahrzeugmerkmalen (Länge, Breite, Höhe, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Sicherheitsabstand) gebildet. Schweren Nutzfahrzeugen wird auf dieser Grundlage ein deutlich höherer Kostenanteil je Fahrzeugkilometer zugewiesen als leichten Nutzfahrzeugen und Pkw.
- **Lärm:** Zur Senkung der Lärmbelästigung aus dem Straßenverkehr werden infrastruktureitig eine Vielzahl an Lärmschutzmaßnahmen ergriffen. Die Kosten im Zusammenhang mit dieser Lärmprävention sind nicht zu verwechseln mit den externen Kosten der Lärmbelästigung (siehe Abschnitt 3.3.3). Fahrzeugtypen mit durchschnittlich höherer Betriebslautstärke kommen einen entsprechend höheren Anteil der Lärmpräventionskosten je Fahrzeugkilometer zugewiesen. Auch bei den hierfür gebildeten Lärmäquivalenzziffern zeigt sich eine deutliche Diskrepanz zwischen schweren Nutzfahrzeugen und Pkw.

Tabelle 1 stellt die Gewichtungsfaktoren und die resultierenden Kostenzuordnungen für Pkw und ausgewählte Typen von Nutzfahrzeugen dar. Die verursachten/veranlassten Wegekosten je Fahrzeugkilometer (**Fzkm**) fallen bei Pkw deutlich niedriger aus als bei den Lkw-Segmenten. Mit wachsendem Fahrzeuggewicht nehmen die Kostensätze kontinuierlich zu.

Tab. 1: Wegekosten nach Fahrzeugkategorien in Deutschland

Fzg.-Kategorie	Äquivalenzziffern				Kosten absolut (Mrd.€)	Kosten pro Fzkm (€ Cent/Fzkm)
	Achslast	Gewicht	Kapazität	Lärm-prävention		
PKW und Kombi	0	0	1	1	7,199	2,5
Leichte Nutzfahrzeuge bis 3,5 t zGG (LNFZ)	0	0	1,2	1,2	0,517	2,9
Lastkraftwagen >3, 5t bis <7,5 t (Lkw_bis_<7,5 t)	0,01	0,1	1,5	2	0,337	3,7
Lkw mit 2 Achsen und einem zGG ab 7,5 t bis <12 t (MtAK1_7,5 t-<12 t)	0,08	0,25	1,5	3	0,072	6,9
Lkw mit 2 Achsen und einem zGG ab 12 t bis 18 t (MtAK1_12 t-18 t)	0,42	0,4	2,75	4,2	0,167	11,9
Lkw mit 3 Achsen und einem zGG ab 18t (MtAK2>18 t)	0,72	0,6	3,25	4,2	0,236	14,9
Lkw mit 5 und mehr Achsen und einem zGG ab 18t (MtAK4>18 t)	1,48	1	4,5	5,5	5,450	16,5

Quellen: Korn et al. (2018); Korn et al. (2021)

3.3 Externe Kosten

3.3.1 Unfallkosten

Eine zu einem gewissen Grad unvermeidbare Begleiterscheinung von Straßenverkehr ist das Auftreten von Unfällen mit Personen- und Sachschäden. Auch hier stellt sich die Frage der Bilanzierung und Zurechnung der daraus erwachsenden gesellschaftlichen Kosten. Die Vielfalt an denkbaren Unfallkonstellationen stellt die monetäre Erfassung vor besondere Herausforderungen. Neben den unmittelbar durch Kontakt entstandenen Schädigungen sollten auch verzögert eintretende Schäden aus Langzeiteffekten in die Kalkulation einbezogen werden. Die Methodenliteratur unterscheidet zwischen verschiedenen Kostenkategorien. Auf oberster Ebene kann zwischen monetären und nicht-monetären Kosten differenziert werden. Die materiellen Kosten umfassen zum einen unfallverursachte Schäden an Vermögenswerten, d.h. an den beteiligten Fahrzeugen, an der Fahrzeugfracht sowie an in Mitleidschaft gezogenen Infrastrukturkomponenten. Kosten entstehen auch in der administrativen Abwicklung der Unfallfolgen, sowohl in öffentlichen als auch privaten Institutionen. Hinzukommen bei Auftreten von Personenschäden die Kosten der medizinischen Behandlung. Führt eine Schädigung zu temporärer oder dauerhafter Arbeitsunfähigkeit, könnten auch die daraus resultierenden Produktionsausfälle in der Kalkulation berücksichtigt werden. Zusätzlich sollten immaterielle Kosten auf Seiten der Unfallopfer einbezogen werden: Körperliche Schmerzen, psychische Belastung, bei Unfällen mit Todesfolge oder Schwerverletzten auch eine Verkürzung der Lebenszeit bzw. der Zeit selbstbestimmten Lebens. Diese Kostenkomponenten sind gerade wegen ihrer unmittelbar immateriellen Natur nur schwer in Geldeinheiten auszudrücken.

Grundsätzlich ist mit Blick auf das Ziel der Kosteninternalisierung zu bedenken, dass die meisten Kostenkomponenten nicht als ausschließlich externe Kosten begriffen werden können. Über die Existenz von gesetzlichen und privaten Versicherungssystemen (Kranken-, Pflege-, Unfall-, Lebens-, Kfz-Haftpflichtversicherung) wird zumindest ein Teil der erwarteten Kosten über zu zahlende

Versicherungsprämien internalisiert, die Existenz funktionierender Versicherungsmärkte vorausgesetzt. Dieser Teil ist bei Betrachtung der externen Kosten aus den Gesamtkosten herauszurechnen. Da konkrete Einzelfallbetrachtungen für die volkswirtschaftliche Erfassung nicht weiterhelfen, bedarf es einer sinnvollen Methodik zur Pauschalberechnung. Das von der Europäischen Kommission herausgegebene *Handbuch für die externen Kosten des Transports*²⁶ hat eine solche standardisierte Methodik entwickelt. Dabei werden die verschiedenen Kostenkomponenten wie folgt erfasst.

- **Vermögensschäden:** Die durch Unfälle verursachten Vermögensschäden werden vereinfacht als vollständig über Versicherungssysteme internalisiert betrachtet und deshalb aus der Berechnung der externen Unfallkosten ausgeschlossen.
- **Kosten der medizinischen Behandlung:** Als Gesamtkosten der medizinischen Behandlung wird grundsätzlich sämtlicher Personal- und Sachaufwand im Zusammenhang mit der Behandlung von Unfallopfern erfasst. Da eine Aufsummierung von Einzelfallkosten datentechnisch zu hohe Hürden setzt, wird hier mit pauschalen Kostensätzen je Unfallopfer gearbeitet, differenziert nach Getöteten, Schwerverletzten und Leichtverletzten. Die Angaben hierzu sind einer detaillierten Länderuntersuchung von Wijnen et al. (2017)²⁷ entnommen. Die Gesamtkosten werden dann um den Anteil der durch Krankenversicherungen gedeckten Kosten bereinigt. Auch hierfür wird mangels Detaildaten auf Länderebene eine vereinfachte Berechnung empfohlen, für EU-Länder durchweg ein versicherungsgedeckter Anteil von 50 %. Für Deutschland mit seinem Versicherungssystem stellt dieser Wert mit großer Wahrscheinlichkeit eine Unterschätzung dar, trägt somit zu einer Überschätzung der externen Kosten im Bereich Behandlung bei. Angesichts der relativ geringen Bedeutung dieser Kostenkategorie erscheint dies jedoch hinnehmbar.
- **Administrative Kosten:** Zu den administrativen Kosten werden Kosten der Unfallabwicklung auf Seiten staatlicher Organe (Polizei, Feuerwehr) und der Versicherungen sowie die Kosten der Rechtsbeihilfe gezählt. Auf Basis von Annahmen zu Zeitaufwand und Personaleinsatz bei den einzelnen administrativen Tätigkeiten können Schätzungen zur durchschnittlichen Höhe des administrativen Aufwandes je Unfallopfer gewonnen werden. Auch hierzu wird auf die Detailarbeit von Wijnen et al. (2017) zurückgegriffen, die in Schadensätzen differenziert nach Getöteten, Schwerverletzten und Leichtverletzten kulminiert. Für die Bestimmung des externen Kostenanteils wird eine Abdeckung von 30 % der Kosten durch Versicherungen unterstellt, basierend auf der Evidenz für einzelne EU-Länder.
- **Produktionsausfälle:** Die Kosten im Zusammenhang mit Produktionsausfällen werden auf Basis eines humankapitalorientierten Ansatzes beziffert. Das bedeutet, die Dauer des erwarteten Arbeitsausfalls der geschädigten Personen wird in Zeiteinheiten gemessen und mit Schätzungen zur Produktionsleistung je Zeiteinheit bewertet. Im Falle der Todesopfer wird hier die erwartete Restlebensarbeitszeit angesetzt. Auch hierbei erfolgt eine Korrektur der Gesamtkosten über Annahmen zur Höhe des Versicherungsanteils.
- **Immaterielle Kosten:** Die immateriellen Kosten müssen aufgrund ihrer Subjektivität auf indirektem Wege bestimmt werden. Das EU-Handbuch wendet einen befragungsbasierten Ansatz an. Personen werden nach ihrer Zahlungsbereitschaft für die Reduktion des Risikos eines tödlichen Unfalls befragt. Anschließend wird von den geäußerten Zahlungsbereitschaften noch

²⁶ Van Essen, H., Van Wijngaarden, L., Schrotten, A., Sutter, D., Bieler, C., Maffii, S., ... & El Beyrouty, K. (2019). Handbook on the external costs of transport, version 2019 (No. 18.4 K83. 131).

²⁷ Wijnen, W., Weijermars, W., Van den Berghe, W., Schoeters, A., Bauer, R., Carnis, L., ... & Martensen, H. (2017). Crash cost estimates for European countries, deliverable 3.2 of the H2020 project SafetyCube.

der Verlust an Zukunftskonsum bis zum Ende der natürlichen Lebenserwartung abgezogen, um den rein immateriellen Schaden je Getöteten zu bestimmen. Die immateriellen Schäden je Schwerverletzten und je Leichtverletzten ergeben sich direkt als prozentuale Anteile an den geäußerten Zahlungsbereitschaften, ein Konsumverlust wird hier nicht erwartet. Diese immateriellen Kosten werden als vollständig extern angenommen und daher nicht weiter reduziert.

Als Ergebnis werden somit EU-weite Schadenskostensätze für vier Kategorien externer Kosten (Medizinische Behandlung, Administrative Kosten, Produktionsausfälle, immaterielle Kosten) ermittelt. Für eine Übertragung auf die nationale Ebene werden diese Werte anschließend noch um Kaufkraftunterschiede zwischen den EU-Ländern adjustiert. Im EU-Handbuch werden dazu Werte in Preisen von 2016 ausgewiesen. Tabelle 2 stellt die Schadenskostensätze für Deutschland als Summe über die vier Kategorien in Preisen von 2019 dar.²⁸ Angewandt auf die Gesamtzahl an Unfallopfern im deutschen Straßenverkehr ergeben sich für das Jahr 2019 so externe Unfallkosten in einem Gesamtumfang von etwa 54,7 Mrd. Euro. Diese Kosten müssen im Sinne einer verursachungsgerechten Belastung noch auf die Verkehrsteilnehmer aufgeteilt werden. Für den Straßenverkehr erhebt das Statistische Bundesamt regelmäßig Daten zur Zahl an Unfallopfern nach verursachendem Verkehrsteilnehmer, wobei zwischen Fahrzeugtypen unterschieden wird.²⁹ Eine Anwendung dieser Statistiken auf die Kategorien der Personen- und Lastkraftwagen liefert Schätzungen zur Gesamthöhe der von diesen Fahrzeugtypen verursachten externen Unfallkosten in 2019.³⁰ Werden diese durch die Jahresfahrleistung geteilt, ergeben sich die durchschnittlichen externen Unfallkosten je Fahrzeugkilometer, wie in Tabelle 2 dargestellt.

Tab. 2: Externe Unfallkosten je Fzkm in Deutschland

	Getötete	Schwerverletzte	Leichtverletzte		
Externe Kosten je Opfer (in Tsd. EUR)	3.641,02	568,35	43,90		
Anzahl Opfer in 2019	2.877	56.358	240.908		
Externe Unfallkosten (in Mill. EUR)	10.475,21	32.031,07	10.575,86		
Anzahl Opfer in 2019					
Fahrzeugtyp	<i>Getötete</i>	<i>Schwerverletzte</i>	<i>Leichtverletzte</i>	Fahrleistung in 2019 (in Mill. Fzkm)	Externe Unfallkosten (in € Cent / Fzkm)
Pkw	1.650	31.965	165.754	632.253	4,97
Leichte Nutzfahrzeuge	119	1.567	7.602	51.318	3,23
Lkw (> 3,5 t)	94	668	3.302	15.965.	5,43

Quellen: Van Essen et al. (2019); Destatis (2020); KBA (2022); Eigene Berechnungen

3.3.2 Staukosten

Stößt die Verkehrsinfrastruktur an ihre Kapazitätsgrenzen, entstehen für die Verkehrsteilnehmer zusätzliche Kosten. Diese bestehen in erster Linie in dem ökonomischen Wert des Zeitverlusts, der aus Staus oder schleppendem Verkehr resultiert. Auch hierbei handelt es sich in Teilen um externe Kosten. Indem ein Verkehrsteilnehmer einen ausgelasteten Streckenabschnitt frequenziert, trägt er zusätzlich

²⁸ Zur Preisfortschreibung wird hier und im Folgenden der Harmonisierte Verbraucherpreisindex des Statistischen Bundesamtes herangezogen

²⁹ Destatis (2020). Verkehrsunfälle 2019. Fachserie 8 Reihe 7. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden.

³⁰ Die Statistik bietet für den Personenverkehr lediglich Informationen zur Höhe der Inländerfahrleistung in In- und Ausland, nicht zur Zahl der auf deutschen Straßen insgesamt zurückgelegten Kilometer. Dies führt zu einer leichten Ungenauigkeit bei den Kilometerkosten, bei der nicht klar zu ermitteln ist, ob es sich um eine Über- oder Unterschätzung handelt.

zur Verschleppung des Verkehrs bei und erhöht die Zeitkosten damit nicht nur für sich, sondern auch für die übrigen Teilnehmer. Da er jedoch nur die Konsequenzen für die eigenen Kosten in seine Entscheidung über den Verkehrsweg einbezieht, ist die resultierende räumliche Verteilung des Verkehrsaufkommens in solchen Knappheitssituationen gesellschaftlich suboptimal: Das Aufkommen ist auf Abschnitten mit hoher Auslastung höher als es auch unter Berücksichtigung aller nachfrageseitigen Notwendigkeit sein sollte.

Die konkrete Bemessung solcher Staukosten wird dadurch erschwert, dass hier nicht einfach nur Stillstand und freier Verkehrsfluss voneinander unterschieden werden müssen. Je nach Auslastung existieren verschiedene Stadien der Verkehrsverschleppung, die sich unterschiedlich auf die Durchschnittsgeschwindigkeiten und damit auf die resultierenden Zeitkosten auswirken. Die Beziehung zwischen der Dichte des Verkehrs und dem resultierenden Verkehrsfluss ist dabei nicht-linear. Auch bei der Kostenbewertung ist eine grundsätzliche Nicht-Linearität zu berücksichtigen: Der stauverstärkende Effekt eines zusätzlichen Verkehrsteilnehmers wirkt kostenseitig umso stärker, je höher die Auslastung bereits ausgeprägt ist. Denn dann sind umso mehr andere Personen von einer zusätzlichen Verkehrsverzögerung betroffen. Auch werden die wahren Kosten ein und derselben Verzögerung zeitlich und räumlich schwanken, etwa bei vorherrschendem Berufs- oder Frachtverkehr höher ausfallen als bei weniger zeitsensitiven Formen von Freizeitverkehr. Die Höhe der externen Staukosten ergibt sich damit als komplexes Zusammenspiel aus Zeitpräferenzen, örtlicher Auslastung und dem Zusammenhang zwischen Verkehrsdichte und Durchschnittsgeschwindigkeit.

Der Versuch einer fallübergreifenden Schätzung dieser Kosten muss daher notwendigerweise auf vereinfachenden Szenarien beruhen. Das *EU Handbuch für die externen Kosten des Transports* setzt hierfür als Grundlage einen einfachen funktionalen Zusammenhang zwischen örtlicher Streckenauslastung und Fahrtzeit an. Dabei wird zwischen den Infrastrukturtypen Autobahn, siedlungsnahen Fernstraßen, innerstädtischen Straßen und sonstigen Straßen unterschieden, um soweit möglich fahrtzeitrelevante Unterschiede im Hinblick auf Geschwindigkeitsbegrenzungen, Anzahl an Fahrspuren oder Verkehrshindernissen zu berücksichtigen. Bei der Schätzung der Kosten einer Fahrtstunde wird zwischen Personen- und Frachtverkehr differenziert, beim Personenverkehr zusätzlich zwischen Berufs- und Freizeitverkehr. Die Kosten des Zeitverlusts im Berufsverkehr können über die durchschnittliche Höhe von Stundengehältern objektiv geschätzt werden. Beim Freizeitverkehr gestaltet sich die Schätzung schwieriger. Hier muss zunächst aus Befragungen die nutzerseitige Zahlungsbereitschaft für Stauvermeidung in verschiedenen Verkehrssituationen abgeleitet werden. Das EU-Handbuch legt hierfür die Ergebnisse einer Befragungsstudie im Auftrag des *UK Department for Transport* zugrunde, dessen Ergebnisse auf die anderen Länder über Unterschiede im Pro-Kopf-Einkommen umgerechnet werden.³¹ Für die Bemessung der Kosten des Frachtverkehrs wird auf die empirischen Ergebnisse eines EU-Projekts zurückgegriffen.³² Ein Vergleich der erwarteten Fahrtzeiten zur Situation bei freiem Verkehrsfluss liefert so Auskunft über die monetären Kosten einer bestimmten Engpasssituation auf einem Streckenabschnitt. Das EU-Handbuch führt solche Rechnungen exemplarisch basierend auf realen Daten zur Häufigkeit von Engpasssituationen nach Streckentypen durch. Die externen Kosten ergeben sich hieraus als Beitrag der einzelnen Verkehrsteilnehmer zur Verschärfung der Engpasssituation und damit zur Erhöhung der Zeitkosten für die übrigen Verkehrsteilnehmer. Für die Zurechnung dieser Kosten zu

³¹ ARUP (2015). Provision of market research for value of travel time savings and reliability. Non-Technical Summary Report. Study for the UK Department for Transport.

³² HEATCO (2006). Developing Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment (HEATCO). Deliverable D5: Proposal for harmonised guidelines, Stuttgart: IER University of Stuttgart.

einzelnen Fahrzeugtypen wird mangels detaillierterer Daten von einem vereinfachten Konzept ausgegangen: Die für Pkw gemessenen Kostenhöhen werden auf Basis von *Passenger Car Equivalents* für die übrigen Fahrzeugtypen umgerechnet.

Grundsätzlich sind bei dieser Form von externen Kosten aufgrund ihrer starken Variabilität die marginalen Kosten ökonomisch wesentlich relevanter als die Durchschnittskosten. Im EU-Handbuch werden für die Berechnung der marginalen externen Kosten vier Verkehrssituationen unterschieden. Tabelle 3 präsentiert die für Deutschland gewonnenen Werte, ausgedrückt in Preisen von 2019. Aus der Bandbreite an Werten wird deutlich, wie sensitiv sich die Bemessung von Knappheitskosten zur Einschätzung der Verkehrssituation verhält. Damit implizieren die bestehenden Grenzen bei der Verfügbarkeit differenzierter Daten eine besonders hohe Bewertungsunsicherheit.

Tab. 3: Marginale externe Staukosten (in € Cent) eines Fahrzeugkilometers in Deutschland

Fahrzeugtyp	Autobahn			Siedlungsnahe Fernstraßen		
	Überlastet	An der Kapazitätsgrenze	Nahe der Kapazitätsgrenze	Überlastet	An der Kapazitätsgrenze	Nahe der Kapazitätsgrenze
Pkw	33,8	26,1	18,4	70,0	61,4	49,8
Leichte Nutzfahrzeuge	50,8	39,2	27,6	105,0	92,1	74,7
Lkw (> 3,5 t)	67,8	52,3	36,8	139,9	122,9	99,6
Fahrzeugtyp	Innerstädtische Straßen			Sonstige Straßen		
	Überlastet	An der Kapazitätsgrenze	Nahe der Kapazitätsgrenze	Überlastet	An der Kapazitätsgrenze	Nahe der Kapazitätsgrenze
Pkw	31,1	24,0	16,9	49,2	41,9	33,1
Leichte Nutzfahrzeuge	46,7	36,0	25,4	73,8	63,0	49,5
Lkw (> 3,5 t)	62,3	48,1	33,8	98,3	84,0	66,1

Quelle: Van Essen et al. (2019); Eigene Umrechnung auf Preisniveau 2019.

Abgesehen von Problemen bei der Datenverfügbarkeit stellen sich auch grundsätzliche Bewertungs- und Zurechnungsfragen im Zusammenhang mit der technischen Eigenart dieser Form von Verkehrskosten. Dies beinhaltet zum einen die starke Lokalität der auftretenden Kosten. Staus können weitgehend unberechenbar an einzelnen Orten entstehen, während die nähere Umgebung verschont bleibt. Dies führt zu schwer vorhersagbaren Schwankungen in der räumlichen Kostenverteilung. Bei der Abgrenzung des Personenkreises an von Staukosten Betroffenen stellt sich das Problem, dass auch selbst nicht im Stau stehende Verkehrsteilnehmer Kosten zu tragen haben, etwa wenn sie zur Umgehung eines bestehenden Staus Umwege in Kauf nehmen müssen. Führen Staus zur Verzögerung von Warenlieferungen, sind auch Nicht-Verkehrsteilnehmer ökonomisch betroffen, bei Just-in-time Lieferungen von Vorleistungen potenziell entlang ganzer Wertschöpfungsketten. Grundsätzliche Probleme ergeben sich auch bei der Erfassung der Verursacher: Auch wenn der marginale Kostenbeitrag des einzelnen Verkehrsteilnehmers schätzbar ist, entsteht die Stausituation letztendlich immer aus dem Zusammenwirken sämtlicher betroffener Verkehrsteilnehmer: Alle zusammen lösen die Engpasssituation aus und behindern sich so gegenseitig.³³ Damit hängen nicht nur die vom einzelnen Verkehrsteilnehmer getragenen Kosten vom Verhalten anderer ab, sondern auch die Kosten, die er bei anderen verursacht. Ökonomisch handelt es sich damit um ein spieltheoretisches Problem, allerdings um eines mit einer

³³ Greinus et al. (2022) sprechen in diesem Zusammenhang davon, dass die Staukosten aus Sicht der Verkehrsteilnehmer als Ganzes internalisiert seien. Mit Blick auf die Zeitkosten aus verzögerten Warenlieferungen erscheint dies jedoch als etwas simplifiziert.

unüberschaubaren Anzahl an Spielern. Das Prinzip der Verursachungsgerechtigkeit ist bei der Anrechnung von Staukosten damit nur schwer umsetzbar.

3.3.3 Lärmschäden

Der Straßenverkehr stellt nach dem Flugverkehr die gegenwärtig stärkste Quelle für Lärmbelästigung der Bevölkerung in Deutschland dar. Etwa 5 % der Probanden in der Gutenberg-Gesundheitsstudie (GHS) fühlt sich durch Straßenlärm stark gestört.³⁴ Eine anhaltend hohe Lärmbelastung geht erwiesenermaßen neben psychischem Stress auch mit erhöhten körperlichen Gesundheitsrisiken einher, etwa für das Herzkreislaufsystem und den Stoffwechsel.³⁵ Aus Sicht der lärmverursachenden Verkehrsteilnehmer hat der Lärm und seine Auswirkungen zu einem großen Teil den Charakter einer (negativen) Externalität: Er betrifft im Wesentlichen andere Verkehrsteilnehmer sowie am Verkehr Unbeteiligte in der näheren Umgebung. Eine Einbeziehung von Lärmschäden in die Bepreisung externer Kosten des Straßenverkehrs ist damit grundsätzlich sinnvoll.

Anders als etwa im Falle von Treibhausgasen stellen für eine Bemessung hier nicht die Emissionen die relevante Größe dar. Denn Schäden entstehen nur insoweit, als dass Menschen dem entstandenen Lärm ausgesetzt sind. Entscheidend sind also die Imissionen, d.h. die Einwirkungen des Lärms auf den menschlichen Organismus. Neben der Lautstärke eines Fahrzeugs als Lärmquelle spielen daher auch Ort und Zeitpunkt des Straßenlärms für die Kostenbewertung eine entscheidende Rolle. So ist dasselbe Ausmaß an Straßenlärm (gemessen in Dezibel (dB)) in dichtbesiedelter Umgebung mit deutlich höheren Kosten verbunden als auf siedlungsfernen Fernstraßen. Die Uhrzeit ist insofern bedeutend, als dass nächtlicher Lärm als störender empfunden wird als Lärm zur Tageszeit.³⁶ Zusätzliche Komplexität resultiert aus Nicht-Linearitäten in den Zusammenhängen zwischen Verkehrsaufkommen, Lärmintensität und Schädigung. So ist der Zusammenhang zwischen dem örtlichen Verkehrsaufkommen und dem Ausmaß an entstandenen Lärm nicht proportional, sondern logarithmisch: eine Verdopplung der zeitgleich einen Streckenabschnitt nutzenden Fahrzeuge führt zu einer Erhöhung des Lärmpegels um 3 dB, unabhängig vom Ausgangsniveau des Verkehrs.³⁷ Bei der Wirkung eines steigenden Lärmpegels auf den Menschen sind Schwellenwerte zu beachten. So wird erst ab einem gewissen Mindestpegel eine Geräuschquelle überhaupt als störend wahrgenommen.³⁸ Dieser Mindestpegel ist zudem auch abhängig von der menschlichen Aktivität und der allgemeinen Geräuschsituation, liegt nachts daher typischerweise niedriger als tagsüber. Nach oben hin kann das Vorstoßen in als besonders belastend wirkende Lautstärkebereiche mit überproportional steigenden Schädigungen verbunden sein.

Für die Bemessung der externen Lärmkosten muss der Bezug zu menschlichem Wohlbefinden und Gesundheit hergestellt und in Geldeinheiten ausgedrückt werden. Dafür ist zunächst eine grundsätzliche Unterscheidung zwischen Schädigung in Form von (subjektiv wahrgenommener) Belästigung und Schädigung in Form von (objektiv messbaren) Effekten auf die körperliche Gesundheit sinnvoll. Erstere Form von Schaden ergibt sich aus den Präferenzen der betroffenen Personen. Diese können über Befragungen ermittelt (z.B. Zahlungsbereitschaft für den Abbau einer bestimmten Lärmquelle) oder aus

³⁴ Hahad, O., Beutel, M., Michal, M., Schulz, A., Pfeiffer, N., Gianicolo, E., ... & Münzel, T. (2021). Lärmbelästigung in der deutschen Allgemeinbevölkerung. *Herz*, 1-15.

³⁵ Claßen, T. (2013). Lärm macht krank–Gesundheitliche Wirkungen von Lärmbelastungen in Städten. *Informationen zur Raumentwicklung*, 2013(3).

³⁶ WHO (2011). Burden of disease from environmental noise: Quantification of healthy life years lost in Europe. Copenhagen, World Health Organization.

³⁷ <https://www.allum.de/stoffe-und-ausloeser/laerm/laermmessung-und-laermquellen>

³⁸ Die Literatur setzt hier üblicherweise Schwellenwerte in den Bereichen von 50-60 dB an (Van Essen et al., 2019).

beobachteten Marktpreisen abgelesen werden (z.B. Effekt steigender Lärmbelastung auf die Immobilienpreise in den betroffenen Regionen). Für die Bemessung der körperlichen Gesundheitsschäden kann zunächst auf vorhandene Evidenz aus der medizinischen Literatur zurückgegriffen werden. Die Bandbreite an gemessenen Effekten ist dabei groß. Das *EU Handbuch für die externen Kosten des Transports* betrachtet für das Auftreten von vier Arten von Erkrankungen einen Zusammenhang zu Straßenlärm als hinreichend erwiesen: Ischämische Herzkrankheiten, Schlaganfälle, Demenz, Bluthochdruck.³⁹ Die aus den Erkrankungsrisiken resultierenden Kosten können grundsätzlich über Schätzungen zu ihren Auswirkungen auf die sogenannten Qualitätskorrigierten Lebensjahre (QALY) ermittelt werden. Dabei handelt es sich um ein Maß für den persönlichen Nutzwert eines Lebensjahres abhängig vom Gesundheitszustand. Lärminduzierte Veränderungen in den QALYs werden anschließend monetarisiert, indem ein Geldwert je QALY definiert wird. Multipliziert man diese Werte mit der Gesamtzahl an betroffenen Personen in der jeweiligen Lautstärkekategorie, ergeben sich die gesellschaftlichen Gesamtkosten des Straßenlärms. Das EU-Handbuch greift hierfür auf räumlich hoch differenzierte Noise Maps zurück.

Da der Beitrag einzelner Fahrzeugtypen zum Straßenlärm nicht unmittelbar messbar ist, bedarf es für eine verursachungsgerechte Verteilung statistischer Schlüssel. Dabei sind nicht allein Unterschiede in der Geräuschintensität des Fahrzeugbetriebs relevant. Es kommt auch auf die zeitliche und räumliche Netznutzung an. Lkw etwa sind tendenziell zu einem größeren Anteil nachts unterwegs als Pkw (soweit streckenabhängig keine Nachtfahrverbote bestehen), was eine subjektiv höhere Lärmbelastung beinhalten kann. Zugleich nutzen sie aber zu einem geringeren Anteil als Pkw innerörtliche Straßen, was die Anzahl an von Lärmbelastung Betroffener wiederum verringert. Um diesen Aspekten Rechnung zu tragen, definiert das EU-Handbuch Gewichtungsfaktoren nach Fahrzeug- und Streckentypus (Unterscheidung innerörtliche von sonstigen Straßen), und verteilt die Lärmschäden auf Basis der gewichteten Fahrzeugkilometer. Leider werden im EU-Handbuch direkt keine Kostenschätzungen auf nationaler Ebene ausgewiesen. Bieler & Sutter (2019) ermitteln auf dieser Basis externe Lärmkosten nach Fahrzeugtypen für Deutschland, die wir in Tabelle 4 auf das Preisniveau von 2019 fortgeschrieben haben.⁴⁰ Die mittleren Lärmkosten eines durchschnittlichen Lkw je Fzkm in Deutschland fallen demnach fast achtmal so hoch aus wie die eines Pkw.

Tab. 4: Externe Lärmkosten je Fzkm in Deutschland

Fahrzeugtyp	€-Cent / Fzkm
Pkw	0,52
Leichte Nutzfahrzeuge	0,73
Lkw (> 3,5 t)	3,94

Quelle: Bieler & Sutter (2019); Eigene Umrechnung auf Preisniveau 2019.

3.3.4 Flächenverbrauch und-zerschneidung

Die Umwandlung von Naturfläche in Verkehrsfläche impliziert unmittelbar einen Verlust an Lebensraum für lokale Pflanzen- und Tierarten. Damit kann ein Rückgang an Biodiversität in den betroffenen Regionen verbunden sein. Die entstandene Verkehrsfläche kann zugleich eine Form von künstlicher Grenze zwischen Ökosystemen entlang der der Strecke darstellen. Deren Durchlässigkeit hängt von

³⁹ Van Essen et al. (2019).

⁴⁰ Bieler, C., & Sutter, D. (2019). Externe Kosten des Verkehrs in Deutschland. Straßen-, Schienen-, Luft- und Binnenschiffverkehr 2017.

der Stärke des Verkehrsflusses auf der Strecke ab. Auch hieraus kann ein Verlust an Artenvielfalt resultieren (Fragmentierungseffekt). Dieser Effekt ist nicht allein Ergebnis der Bauphase, sondern hängt auch von der Nutzungsintensität einer Strecke und damit dem Verhalten von Verkehrsteilnehmern ab. Die von Fahrzeugen ausgestoßenen Schadstoffe können den Organismen in der Umgebung ebenfalls Schaden zufügen. Da die Schädigung sich hier potenziell aber auch auf die menschliche Gesundheit erstrecken kann, sollte dieser Effekt eher unter dem gemeinsamen Dach der Kosten des Schadstoffausstoßes erfasst werden (siehe Abschnitt 3.3.5). Auch weitere Formen von Ökosystembelastungen sind potenziell relevant, aber in ihren Auswirkungen bislang kaum erforscht, etwa die Störung durch Fahrzeuglichter und die Verbreitung invasiver Pflanzenarten durch Verkehrsteilnehmer.

Hinsichtlich der ökologischen Effekte von Flächenverbrauch und -zerschneidung hat eine Studie des Schweizerischen Bundesamtes für Raumentwicklung Pionierarbeit geleistet. Die Monetarisierung der Schäden erfolgt hier auf Basis des Vermeidungskostenprinzips. Auf Basis eines Vergleichs von Luftbildern aus Gegenwart und Vergangenheit wird ermittelt, welche Aufwendungen notwendig wären, um die Schädigung bautechnisch zu beseitigen. Im Falle des Lebensraumverlusts wären dies etwa Aufwendungen in der Wiederherstellung von Biotopen, im Falle der Flächenzerschneidung die Kosten für den Bau von Vorrichtungen zur Überbrückung von Verkehrswegen. Die Mühen und Unsicherheiten einer Detailbetrachtung lokaler Ökosysteme werden so umgangen. Auf dieser Grundlage können für verschiedene Straßentypen Schätzungen zur durchschnittlichen Höhe der Ökosystemkosten je km Fahrbahn gewonnen werden. Angewandt auf die Gesamtlänge der Straßennetze ergeben sich so die Gesamtkosten der ökologischen Schädigung. Eine Verteilung dieser Kosten auf die einzelnen Fahrzeugtypen erfolgt abschließend nach der Zahl an nach Fahrzeuglänge gewichteten Fahrzeugkilometern. In der aktuellen *Methodenkonvention 3.1 zur Ermittlung von Umweltkosten* des UBA⁴¹ sind nach dieser Methodik berechnete Schätzwerte für die Summe der Kosten von Flächenverbrauch und -zerschneidung je Fzkm in Deutschland ausgewiesen, wobei die Nutzfahrzeuge relativ detailliert nach Gewichtsklasse unterschieden werden (siehe Tabelle 5).

⁴¹ UBA (2020). *Methodenkonvention 3.1 zur Ermittlung von Umweltkosten – Kostensätze*. Stand 12/2020. Umweltbundesamt, Dessau.

Tab. 5: Externe Kosten aus Flächenverbrauch und -zerschneidung je Fzkm in Deutschland

Fahrzeugtyp	€-Cent / Fzkm
Pkw	0,36
Leichte Nutzfahrzeuge	0,38
Lkw (3,5 t - 7,5 t)	0,43
Lkw (7,5 t - 14 t)	0,79
Lkw (14 t - 28 t)	0,85
Lkw (> 28 t)	1,07

Quelle: UBA (2020).

3.3.5 Emissionen von lokalen Luftschadstoffen

Im Fahrzeugbetrieb werden mehrere Arten von potenziell schädigend wirkenden Gasen emittiert (Stickstoffoxide, Schwefeloxide, Kohlenmonoxide, Feinstaub...). Wichtigster Quell ist die Treibstoffverbrennung im Antrieb. Daneben werden Schadstoffe aber auch durch den Reifenabrieb auf der Straße freigesetzt. Die von Schadstoffemissionen ausgehenden Schäden sind vielfältig. Im Zentrum der Untersuchungen stehen in der Regel Effekte auf die menschliche Gesundheit. Das Einatmen von Schadstoffpartikeln erhöht das Risiko von Atemwegserkrankungen. Auch das Herz-Kreislauf-System kann geschädigt werden.

Die Höhe der Emissionen je km Fahrleistung hängt von einer Reihe an fahrzeugbezogenen Faktoren ab, ist somit sehr sensitiv gegenüber dem Fahrzeugmix. Ein wichtiger Faktor ist die Antriebstechnologie. Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren stoßen im Rahmen der Verbrennung fossilen Treibstoffs eine Reihe von Schadstoffen über den Auspuff aus. Bei Fahrzeugen mit Batterie- oder Brennstoffzellenantrieb beschränken sich die betriebsbezogenen Schadstoffemissionen dagegen auf den Reifenabrieb. Durch den Einbau von Partikelfiltern konnte der Schadstoffausstoß von Benzinern und Dieselfahrzeugen jedoch gesenkt werden. Eine wichtige Rolle spielt auch die Energieeffizienz des Fahrzeugbetriebs, d.h. der Treibstoffverbrauch je Fahrkilometer (auch spezifischer Verbrauch genannt). Hierfür ist das Leistungsgewicht, das Verhältnis aus Masse und Motorleistung, wesentlich. Ein geringeres Leistungsgewicht ermöglicht eine stärkere Beschleunigung. Eine umfangreichere Ausstattung erhöht das Leistungsgewicht und damit den Energiebedarf. Insgesamt weisen Lastkraftwagen durchschnittlich deutlich höhere spezifische Verbräuche auf als Pkws.

Für die Schätzung der gesamten Schadstoffemissionen im Straßenverkehr bedarf es daher genauer Informationen zur Höhe der Emissionsintensitäten differenziert nicht nur nach Antriebstechnologien, sondern auch nach Fahrzeugtypen und erfüllter Abgasnormstufe. Diese werden in kommerziellen Datenbanken angeboten, die spezifische Emissionsfaktoren (in g Schadstoff je Fzkm) für verschiedene Schadstoffe ausweisen. In Deutschland findet in den Berechnungen des Umweltbundesamtes (UBA) das von INFRAS herausgegebene *Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs* Anwendung.

Für eine Kostenbewertung müssen noch die spezifischen gesellschaftlichen Kosten je Gramm Schadstoff geschätzt werden. Diese hängen nicht nur von der Art des Schadstoffs ab, sondern auch vom Ort der Emission. Grundsätzlich sind straßenverkehrsbezogene Schadstoffemissionen aufgrund ihrer Bodennähe besonders schädigend: Schadstoffe gelangen so schneller in die Atemwege von Menschen. Die Besiedlungsdichte der Umgebung entscheidet zudem darüber, wie viele Menschen von einer Emissionsaktivität betroffen sind: dieselbe Emissionsaktivität wirkt auf urbanen Verkehrsflächen stärker als

auf siedlungsfernen Autobahnen. Für die Berechnung der Kostensätze nimmt das UBA analog zu den Empfehlungen des *EU Handbuchs für die externen Kosten des Transports* eine Unterteilung von vier Arten von Effekten vor: Effekte auf die menschliche Gesundheit, Ernteverluste, Schäden an Materialien und Infrastruktur, Biodiversitätsverluste. Der Effekt auf die Ernteerträge ist wesentlich durch die Entstehung von Ozon als Sekundärschadstoff bedingt. Dieser kann in Pflanzenblätter eindringen und dort wachstumshemmende Zellschäden anrichten. Materialschäden gehen primär von dem Korrosionseffekt saurer Schadstoffe wie Schwefeldioxid aus. Biodiversitätsverluste schließlich können aus dem Eintrag von Schadstoffen in Böden und Gewässer und damit zusammenhängender Ökosystemeffekte (Übersäuerung, Eutrophierung) resultieren.

In der Berechnungsmethodik des UBA werden zunächst die Auswirkungen der geschätzten Emissionen auf die Schadstoffkonzentration der Luft in betroffenen Regionen geschätzt. Über Expositions-Wirkungsbeziehungen wird dann ein funktionaler Zusammenhang zum (physischen) Ausmaß an Schäden hergestellt (z.B. Anzahl Asthmakranker in einer Region). Anschließend werden die einzelnen Schäden unter Anwendung von charakteristischen Umweltkostensätzen monetarisiert. Dabei zeigen sich bedeutende Unterschiede zwischen Schadstoffen, Schadenskategorien und Emissionsorten. Als Schadenskategorie dominieren bei sämtlichen Schadstoffen die gesundheitlichen Schäden. Am höchsten fallen diese bei Feinstaub, insbesondere bei Mikro-Feinstaub (Durchmesser < 2,5 Mikrometer) aus. Zugleich sind die geschätzten Gesundheitskosten je Gramm Feinstaub im städtischen Raum mehr als fünfmal so hoch wie in ländlichen Regionen. Dies verdeutlicht den hohen Differenzierungsbedarf, aber auch die praktische Unsicherheit bei der Bestimmung dieser Form von externen Kosten.

Eine Anwendung dieser Kostenschätzungen auf die Emissionen der unterschiedlichen Fahrzeugtypen und Antriebstechnologien führt zu einem entsprechend breitem Spektrum an Schadstoffkosten je Fahrzeugkilometer. Tabelle 6 weist die vom UBA für Deutschland geschätzten Werte aus. Sie zeigt bedeutende Unterschiede in den Auspuff-Emissionen, nicht nur zwischen Antriebstechnologien, sondern vor allem zwischen Fahrzeuggrößenklassen.

Tab. 6: Externe Kosten aus Luftschadstoffemissionen je Fzkm in Deutschland

		Kosten (€ Cent je Fzkm)		
Fahrzeugtyp	Antrieb	Auspuff	Reifenabrieb	Total
Pkw	Benzin	0,32	0,03	0,35
	Diesel	1,57	0,03	1,60
	Elektro	0,00	0,03	0,03
Leichte Nutzfahrzeuge	Benzin	0,63	0,03	0,66
	Diesel	2,10	0,03	2,13
	Elektro	0,00	0,03	0,03
Lkw (3,5 t - 7,5 t)	Diesel	2,41	0,07	2,48
Lkw (7,5 t - 14 t)	Diesel	2,74	0,07	2,81
Lkw (14 t - 28 t)	Diesel	3,42	0,07	3,49
Lkw (Trailer; 28 t – 40 t)	Diesel	3,37	0,07	3,44

Quelle: UBA (2020).

3.3.6 Emission von Treibhausgasen

Die Schätzung der externen Kosten aus Treibhausgasemissionen stellt durch die globale Natur der Kosten eine noch größere Herausforderung dar als im Fall von lokalen Luftschadstoffen. Es kann hier kein räumlich abgrenzbarer Kreis an Betroffenen definiert werden. Die Kosten ergeben sich aus den Auswirkungen auf die Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre, und dass damit zusammenhängende komplexe System an globalen Klimaeffekten. Dazu zählen potenziell sowohl die Kosten eines erhöhten Risikos von Extremwetterereignissen als auch von langfristigen Struktureffekten des Klimawandels. Angesichts der Vielzahl an Wechselwirkungen im Klimasystem ist eine direkte kausale Zurechnung solcher Kosten zu den Verkehrsemissionen nicht möglich.⁴² Der übliche Ansatz ist, einen fixen Kostenfaktor je Tonne emittiertem Treibhausgas zu definieren. Dieser kann etwa auf den geschätzten Kosten zur Erreichung eines politischen Klimaziels (üblicherweise dem 1,5°-Ziel des Pariser Klimaabkommens) basieren. Seine Höhe ist Gegenstand kontroverser Debatten. Um neben CO₂ auch andere Treibhausgase in die Betrachtung einbeziehen zu können, müssen diese als weiteren Schritt anhand von Gewichtungsfaktoren in ihrer Klimawirkung vergleichbar gemacht werden. Dazu werden üblicherweise Treibhausgase auf Basis ihres relativen Global Warming Potentials in CO₂-Äquivalente umgerechnet. Auf Basis von Emissionsfaktoren können dann vergleichbar zur Messung bei den lokalen Luftschadstoffen die Klimakosten unterschiedlicher Fahrzeugklassen und Antriebstechnologien je Fzkm geschätzt werden. Das UBA empfiehlt hierzu in seiner Methodenkonvention die Anwendung eines Kostenfaktors von 195 € je Tonne CO₂-Äquivalent. Tabelle 7 stellt die vom UBA auf dieser Grundlage berechneten Werte dar.

Tab. 7: Externe Kosten aus Treibhausgasemissionen je Fzkm in Deutschland

Fahrzeugtyp	Antrieb	€ Cent je Fzkm
Pkw	Benzin	3,01
	Diesel	2,58
	Elektro	0
Leichte Nutzfahrzeuge	Benzin	3,09
	Diesel	2,58
	Elektro	0
Lkw (3,5 t - 7,5 t)	Diesel	6,21
Lkw (7,5 t - 14 t)	Diesel	8,50
Lkw (14 t - 28 t)	Diesel	11,55
Lkw (Trailer; 28 t – 40 t)	Diesel	14,65

Quelle: UBA (2020).

3.3.7 Externe Kosten auf vorgelagerter Ebene

Abhängig von den Systemgrenzen der Betrachtung werden in die externen Kosten des Straßenverkehrs mitunter nicht nur die Kosten des Fahrzeugbetriebs einberechnet, sondern auch Kosten auf vorgelagerter Ebene. Dazu zählen Emissionen im Rahmen der Herstellung und Wartung von Fahrzeugen sowie der Produktion von Kraftstoffen. Noch weiter gefasst können hierunter auch Emissionen aus Bau und Instandhaltung der Straßeninfrastruktur subsumiert werden. Die Schätzung dieser Kosten erfordert ein breites Spektrum an Daten und Annahmen über Produktionstechnologien und Distributionswege.

⁴² Van Essen et al. (2019).

Das UBA hat auf Basis externer Emissionsdatenbanken die in Tabelle 8 dargestellten Schätzwerte nach Fahrzeugtypen und Antriebstechnologien ermittelt.

Tab. 8: Externe Kosten aus vorgelagerten Prozessen je Fzkm in Deutschland

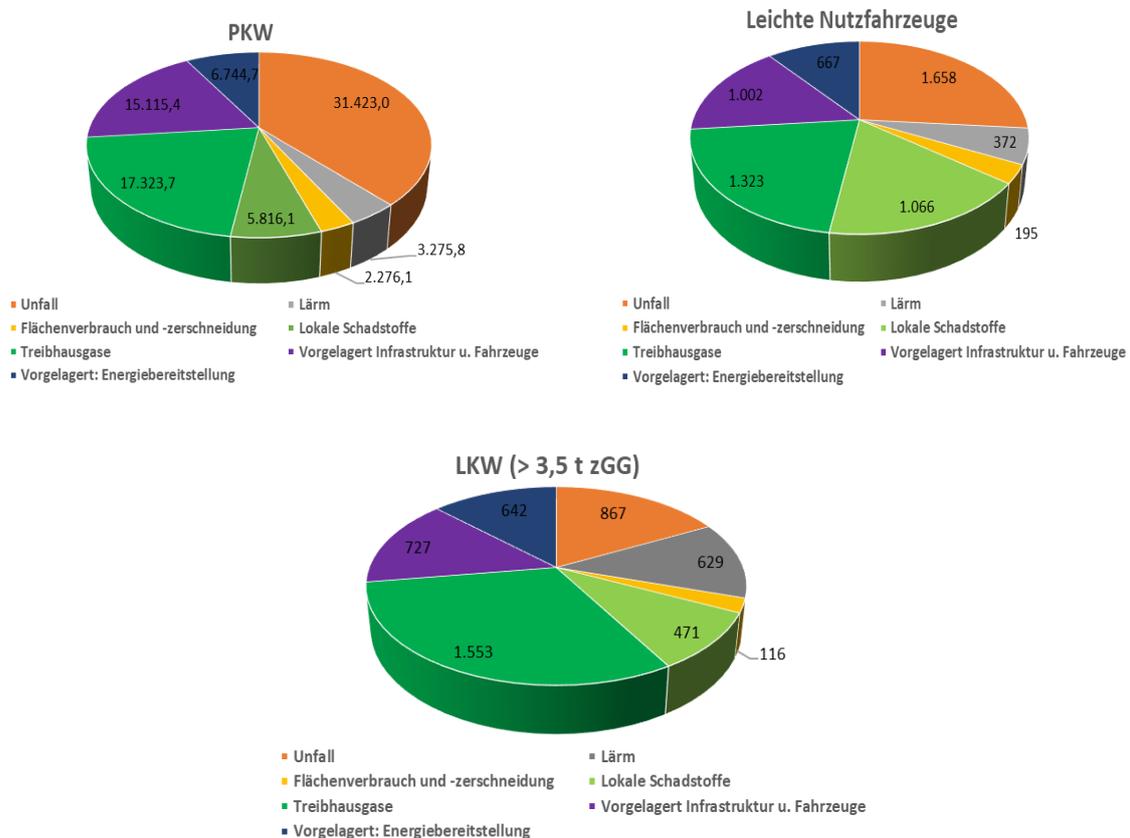
Fahrzeugtyp	Antrieb	Kosten (€ Cent je Fzkm)		
		Infrastruktur u. Fahrzeuge	Energiebereitstellung	Total
Pkw	Benzin	2,22	1,01	3,23
	Diesel	2,53	1,04	3,57
	Elektro	3,38	2,82	6,20
Leichte Nutzfahrzeuge	Benzin	1,79	1,19	2,98
	Diesel	1,95	1,28	3,23
	Elektro	3,03	5,19	8,22
Lkw (3,5 t - 7,5 t)	Diesel	2,60	3,02	5,62
Lkw (7,5 t - 14 t)	Diesel	3,86	3,59	7,45
Lkw (14 t - 28 t)	Diesel	5,28	4,70	9,98
Lkw (Trailer; 28 t – 40 t)	Diesel	7,44	5,38	12,82

Quelle: UBA (2020).

3.3.8 Gesamthöhe der externen Kosten

Aus den ermittelten Durchschnittskosten je Fzkm und Informationen zur Jahresfahrleistung⁴³ kann für die betrachteten Fahrzeugtypen die Höhe der jährlichen externen Kosten aus dem Straßenverkehr geschätzt werden. Die Statistik bietet für den Personenverkehr keine aktuellen Daten zur Fahrleistung in- und ausländischer Fahrzeuge auf deutschem Boden, sondern lediglich zur (grenzüberschreitenden) Fahrleistung der in Deutschland zugelassenen Fahrzeuge. Daher bezieht sich unsere Rechnung hier auf die externen Kosten aus der Inländerfahrleistung. Das betrachtete Jahr ist 2019. Über die Fahrzeugtypen hinweg kommen wir auf eine Höhe von 93,3 Mrd. Euro an externen Kosten aus dem Straßenverkehr, die in ihrem Gesamtumfang nur schwer quantifizierbaren externen Staukosten noch nicht mit einberechnet. Der Großteil verfällt auf das Pkw-Segment, allerdings allein aufgrund seiner quantitativen Dominanz im Fahrzeugbestand. Pro Fahrzeugkilometer betrachtet fallen die externen Kosten der Lkw (31,4 € Cent / Fzkm) weitaus höher aus als der Pkw (13,0) und der leichten Nutzfahrzeuge (12,2), als Konsequenz der in den Abschnitten zuvor diskutierten Einflussfaktoren. Unterschiede zeigen sich auch bei der Struktur der Kosten. Abbildung 5 stellt die Zusammensetzung der externen Kosten nach Fahrzeugtypen dar. Kosten aus Lärm- und Treibhausgasemissionen spielen bei Lkw demnach auch relativ betrachtet eine deutlich größere Rolle als bei Pkw.

⁴³ KBA (2021). Verkehr in Kilometern (VK), Zeitreihe 2014-2020. Kraftfahrzeugbundesamt. Aufgrund der mangelnden Aufschlüsselung der Fahrleistung von LKW nach unterschiedlichen Gewichtsklassen durch eine eigene Approximation auf Basis von Daten des KBA zu den Fahrzeugbeständen ergänzt.

Abb. 5: Externe Kosten des Straßenverkehrs nach Fahrzeugkategorien in Deutschland (in Mio. Euro)

Quelle: Eigene Berechnungen

4 Technisch-rechtliche Rahmenbedingungen der Mauterhebung

4.1 Technische Möglichkeiten

Ein System an Straßennutzungsgebühren, das über die Erhebung einer pauschalen Gebühr für die Nutzungserlaubnis (Vignette) hinausgeht, stellt hohe technische Anforderungen an die Erfassungsgenauigkeit. Dies gilt umso mehr, wenn die Gebühr nicht nur rein distanzabhängig ausgestaltet ist, sondern zusätzlich durch weitere Parameter wie Zeitpunkt und Fahrzeugeigenschaften bestimmt wird. Das klassische Modell von Zugangsschranke und Kassenhäuschen kommt hierfür nicht in Frage. Die Auswertung von Fahr- und Fahrzeugdaten muss automatisiert erfolgen und dabei Umgehungsmöglichkeiten möglichst minimieren. Dabei muss die Relation aus Kontrollaufwand und erwarteten Mauteinnahmen vertretbar bleiben.

Greinus et al. (2022) diskutieren die vorhandenen technischen Optionen für die Umsetzung einer distanzabhängigen Maut. Die Möglichkeit einer direkten Erfassung im Wagen über den Kilometerzähler wird aus Gründen hoher Installationskosten und mangelnder Sicherheit vor Manipulationen als untauglich befunden. Straßenseitige Installationen von Systemen der Video- oder Funkerfassung werden nur für die Erfassung auf klar abgegrenzten Streckenabschnitten als geeignet betrachtet. Für ein das gesamte Straßennetz umfassende Mautsystem wären solche Lösungen nicht praktikabel. Als einzig technisch gangbarer Weg wird die satellitengestützte Erfassung herausgestellt. Über von Satelliten empfangene Signale ist eine relativ exakte Positionsbestimmung von Fahrzeugen möglich. Der

Oberbegriff für solche Erfassungssysteme ist *Global Navigation Satellite System (GNSS)*, das amerikanische GPS und das EU-System Galileo sind hierfür konkrete Beispiele.

Voraussetzung ist zunächst das Vorhandensein eines Erfassungsgeräts an Bord des Fahrzeugs. Dieses besteht aus einer Antenne zum Empfang von Satelliteninformationen und einem Empfänger für ihre Verarbeitung. Die Positionsbestimmung gelingt auf folgende Weise: Der Empfänger sucht zunächst den Himmel ab nach potenziell in Sichtweite befindlicher Satelliten, die er basierend auf Informationen zu seiner letzten Positionsbestimmung und Grobinformationen zur Position der Satelliten ermittelt. Dazu sucht er (potenziell auf verschiedenen Kanälen) nach den spezifischen Frequenzen und Codesequenzen der Signale der einzelnen Satelliten. Ist ein Satellit gefunden, reproduziert der Empfänger dessen Codesequenz und synchronisiert sie zeitlich mit der empfangenen Sequenz. Über die hierbei entstehende zeitliche Verschiebung lässt sich die Entfernung zu einem Satelliten berechnen. Liegen Entfernungsinformationen zu mindestens drei Satelliten vor, kann hieraus mathematisch auf die Position des Empfängers geschlossen werden⁴⁴. Diese Information kann dann mit gespeicherten Streckenkarten abgeglichen werden, um zu ermitteln, ob eine mautpflichtige Strecke befahren wird und welche Tarifzone gilt. Diese Werte können schließlich vom Fahrzeug über andere Erfassungssysteme wie Mobilfunk an den Betreiber eines Mautsystems übermittelt werden.

Bezüglich der Wahl des geeigneten Erfassungsgeräts ist zwischen spezifisch für den Zweck der Maut gebauten Geräten und sonstigen technischen Lösungen zu unterscheiden. Im bestehenden System der deutschen Lkw-Maut bietet der Betreiber *Toll Collect* den Einbau eines eigenen Gerätes zur automatischen Erfassung (On-Board Unit) an. Dieser Einbau ist jedoch freiwillig, alternativ wird die Erfassung auch manuell über die Einwahl in Mautstellenterminals oder Online-Portalen vor Fahrtantritt unter Eingabe aller für die Mauthöhe relevanten Fahrt- und Fahrzeugdaten ermöglicht. Zugleich hat die EU mit dem *European Electronic Toll Service (EETS)* einen rechtlichen Rahmen für einen unabhängig von Mautbetreibern bestehenden Markt an satellitengestützten Mauterfassungsgeräten geschaffen. Von einer Maut betroffene Fahrzeughalter erhalten damit das Recht, EU-weit auf Produkte unabhängiger Dienstleister (EETS Provider) zurückzugreifen, deren technische Eignung über ein Zulassungsverfahren gesichert wird.⁴⁵ Als Alternative zu spezifischen Erfassungsgeräten kämen vor allem Smartphone Apps in Frage. Die satellitenbasierte automatische Positionsbestimmung und Datenweitergabe sind hier ebenfalls problemlos möglich. Allerdings stellt die Mobilität der Geräte hier eine Herausforderung dar. Smartphones können mit ihren Besitzern in unterschiedliche Fahrzeuge wandern, in die Mautberechnung einfließende Fahrzeuginformationen könnten damit unzuverlässig sein.

Für den technisch effizienten Betrieb eines strecken- und fahrzeugtypübergreifenden Mautsystems wird eine Kombination aus verschiedenen Technologien notwendig sein. Für inländische Fahrzeughalter dürfte der Einbau von on-board Geräten die effizienteste Lösung darstellen. Wahlfreiheit des Anbieters kann hier über EU-weiten Wettbewerb zu Kostensenkungen in der Mauterhebung führen. Zudem kann die unternehmerische Entkoppelung von technischer Erfassung und Mautmanagement auch unter dem Gesichtspunkt des Datenschutzes zu erhöhter Akzeptanz führen. Erfassungsgeräte können so programmiert werden, dass sie anstelle kompletter Bewegungsprofile lediglich für die Bestimmung der Mauthöhe relevante Informationen über Fahrdistanzen und Streckencharakteristika an den Betreiber des Mautsystems weitergeben. Zugleich verbleiben die für die Abrechnung nötigen

⁴⁴ OXTS (2020). [Wie funktioniert ein GNSS-Empfänger?](#)

⁴⁵ Europäische Kommission (2009). Commission decision of 6 October 2009 on the definition of the European Electronic Toll Service and its technical elements. 2009/750/EC.

Nutzerinformationen allein beim Mautbetreiber. Eine Verknüpfung von bewegungs- und personenbezogenen Informationen kann so vermieden werden.⁴⁶

Für die Einbeziehung ausländischer Fahrzeuge (Transit, Tourismus) wären solche on-board Systeme jedoch vor allem im Pkw-Bereich unpraktikabel, ein Einbau nur für Deutschlandbesuche könnte von den meisten Haltern nicht erwartet werden. Manuelle Mautstellenterminals wie bei der deutschen Lkw-Maut wären im Falle einer das ganze Netz umfassenden Maut auch keine gangbare Alternative. Stattdessen müsste für solche Fälle die Online-Einwahl per Smartphone ermöglicht werden, was die erwähnten Unsicherheiten mit sich bringt. Insgesamt verweisen die technischen Aspekte damit auf die Vorteile eines europaweiten Mautsystems: Der Einbau von standardisierten on-board Geräten könnte in einem solchen System EU-weit verpflichtend gemacht werden, die Erfassung der notwendigen Informationen erfolgt dann zumindest für den innereuropäischen Verkehr unabhängig von der Überquerung von Landesgrenzen.

4.2 Rechtlicher Rahmen

Wesentliche Leitplanken für nationale Straßengebührensyste me im EU-Raum stellen die in der EU-Wegekostenrichtlinie gesetzten Vorgaben dar. Diese wurden im Laufe der Zeit immer wieder überarbeitet und waren zuletzt im Februar 2022 Gegenstand einer umfassenden Änderungsrichtlinie.⁴⁷ Ausgangspunkt waren zunächst Regeln zur Bestimmung der Gebühren für schwere Nutzfahrzeuge auf Basis eines Infrastrukturkostenansatzes. Gegenstand von Überarbeitungen war dann vor allem die Frage der Einbeziehung von externen Kostenkomponenten. Die Entscheidung, ob grundsätzlich eine Gebühr erhoben werden soll, blieb dabei immer in den Händen der Mitgliedstaaten.

Die Änderungsrichtlinie (EU) 2022/362⁴⁸ erweitert den Geltungsbereich prinzipiell auf alle Arten von Kraftfahrzeugen mit vier oder mehr Rädern. Grundsätzlich unterschieden wird zunächst zwischen Benutzungsgebühren und Mautgebühren. Benutzungsgebühren stellen Gebühren dar, die zur Nutzung von Verkehrswegen über einen bestimmten Zeitraum berechtigen, d.h. unabhängig von der Fahrleistung ausfallen (Vignette). Mautgebühren sind demgemäß dagegen Zahlungen, deren Höhe sich nach der zurückgelegten Wegstrecke sowie dem Fahrzeugtyp richtet. Im Segment schwerer Nutzfahrzeuge sollen bestehende Systeme an Benutzungsgebühren im transeuropäischen Kernverkehrsnetz bis 2030 in allen Ländern abgeschafft bzw. durch Mautsysteme ersetzt werden. Eine Pflicht zur Erhebung von Gebühren besteht weiterhin nicht. Im Segment der Pkw sind Vignettensysteme weiterhin möglich. Grundsätzlich ist bei Einführung von Gebühren für Pkw zu beachten, dass in diesem Fall auch Gebühren für leichte gewerbliche Nutzfahrzeuge erhoben werden müssen.

In Bezug auf die Höhe von Mautgebühren werden drei prinzipiell anrechenbare Komponenten definiert: eine Infrastrukturgebühr, eine Staugebühr, eine Gebühr für externe Kosten. Die **Infrastrukturgebühr** dient zur Anlastung der infrastrukturbezogenen Kosten. Hierbei ergeben sich neue Differenzierungsmöglichkeiten. So ist für einzelne Straßenabschnitte eine zeitliche Differenzierung gestattet, begründet mit den zusätzlichen Potenzialen zur Verkehrsoptimierung und Stauvermeidung. Für das Segment der schweren Nutzfahrzeuge ist eine Differenzierung nach CO₂-Emissionsklassen ab einem

⁴⁶ Greinus et al. (2022).

⁴⁷ Europäische Union (2022). Richtlinie (EU) 2022/362 des Europäischen Parlaments und des Rats vom 24. Februar 2022 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.

⁴⁸ Menner, M., Reichert, G. & Voßwinkel, J. (2017). Straßennutzungsgebühren – Anforderungen an die EU-Pläne. cepInput 02/2017. Centrum für Europäische Politik, Freiburg.

zukünftigen Zeitpunkt verpflichtend.⁴⁹ **Staugebühren** werden in der Richtlinie als separate Kostenkomponente und damit nicht als Bestandteil der externen Kosten aufgefasst. Sie dürfen nur auf solchen Straßenabschnitten erhoben werden, in denen regelmäßig Staus auftreten, und auch nur zu den Zeiten, wo dies üblicherweise der Fall ist. Es muss sich also um eine zeitlich und räumlich differenzierte Gebührenkomponente handeln. Als Bestandteile der **Gebühr für externe Kosten** sind drei Arten verkehrsbedingter externer Kosten anrechenbar: Externe Kosten aus Luftverschmutzung, aus Lärmbelastung und aus CO₂-Emissionen. Im Segment der schweren Nutzfahrzeuge ist ab 25. März 2026 in mautpflichtigen Netzen eine Einbeziehung von externen Kosten der Luftverschmutzung verpflichtend. Ansonsten ist die Entscheidung über die Einbeziehung externer Kosten weiterhin den Mitgliedstaaten überlassen. Die für die Bemessung der Kostenhöhe der einzelnen Komponenten bislang relevanten Grenzwerte wurden dabei durch ein System von Bezugswerten ersetzt. Diese dürfen überschritten werden, sofern der Mitgliedstaat höhere reale Belastungen wissenschaftlich belegen kann. Der Grad an Flexibilität aus Sicht der Mitgliedstaaten hat sich in dieser Beziehung erhöht. Die Perspektive eines europaweit einheitlichen Mautsystems ist damit eher in noch weitere Ferne gerückt.

5 Vorschläge für eine Reform des deutschen Mautsystems

5.1 Einführung einer entfernungsabhängigen Pkw-Maut

5.1.1 Grundmodell

Die Nutzung der Straßenverkehrsinfrastruktur durch Pkw geht mit erheblichen Kosten für die Allgemeinheit einher, die in weiten Teilen bislang weder über Märkte noch durch staatliche Instrumente kompensiert werden (siehe Kapitel 3). Über die Erhebung einer Straßennutzungsgebühr soll dieser Umstand beseitigt und die eingangs diskutierten Leitlinien für ein zukunftssicheres Finanzierungssystem (Ausgabendeckung, Verursachungsgerechtigkeit, Ökonomische Lenkungswirkung) umgesetzt werden. Im Folgenden werden Vorschläge zur Ausgestaltung näher diskutiert.

Bemessungsgrundlage: Wir schlagen die Erhebung einer distanzabhängigen Gebühr vor, d.h. die Festsetzung eines Mautsatzes je zurückgelegten Fahrzeugkilometer auf den mit Maut belasteten Strecken. Vorteile gegenüber der Alternative einer pauschalen Gebühr für die Streckennutzung (Vignette) sehen wir sowohl im Hinblick auf die Verursachungsgerechtigkeit als auch der ökonomischen Lenkungswirkung. Nahezu sämtliche der von uns in Kapitel 3 diskutierten Kostenarten stehen in enger Abhängigkeit zum Umfang an Fahrleistung. Wer mit seinem Fahrzeug das Wegenetz stärker nutzt, trägt somit nicht nur stärker zur Abnutzung der technischen Infrastruktur bei, sondern verursacht auch höhere externe Kosten in Form von Lärm, Abgasen und Flächenauslastung für die Allgemeinheit. Im Vergleich zu einer Vignette ist auch der Anreiz zur Optimierung der eigenen Fahrleistung in Richtung des Allgemeinwohls deutlich größer, da jeder Kilometer mit zusätzlichen individuellen Kosten verbunden ist. Ein solches Mautsystem ist auch grundsätzlich kompatibel mit EU-Recht (siehe Abschnitt 4.2). Das Bemessungsprinzip ist zudem kongruent zur bestehenden Erhebung der LKW-Maut in Deutschland. Erfahrungen in der praktischen Umsetzung können so genutzt und Fixkosten der Mauteinführung gesenkt werden. Innerhalb des Systems sind zur weiteren Erhöhung der Lenkungswirkung Differenzierungen des Mautsatzes nach Fahrzeugtypen, Antriebstechnologien, Zeit und Raum möglich (siehe Abschnitt 5.1.3).

⁴⁹ Zwei Jahre nach Ermittlung der für Fahrzeuguntergruppen gültigen CO₂-Bezugswerte.

Objekt: Grundsätzlich sollte die Straßennutzung für alle Arten von PKW mautpflichtig sein. Dies umfasst konkret nach gesetzlicher Definition alle Kraftfahrzeuge, die nach ihrer Bauart und Ausstattung zur Beförderung von nicht mehr als neun Personen (einschließlich Fahrer) geeignet und bestimmt sind, umfasst neben Kleinwagen, Kompakt- und Mittelklasse damit auch Vans, Wohnmobile und Geländewagen.⁵⁰ Differenzierungen bei der Höhe des Mautsatzes sind dort vorstellbar, wo Unterschiede in Bau und Antrieb zu statistisch belegbaren Kostenunterschieden bei der Streckennutzung führen und der Rechtsrahmen einer unterschiedlichen Bepreisung keine Schranken setzt (siehe Abschnitt 5.1.3). Als Mautschuldner sollten ebenfalls angelehnt an das bestehende System der LKW-Maut Fahrzeugeigentümer und Fahrzeughalter im Sinne von Gesamtschuldnern gemeinschaftlich für die korrekte Entrichtung der Maut haften.

Räumliche Abgrenzung: Die Mauterhebung sollte perspektivisch für das gesamte öffentliche Straßennetz, d.h. den überörtlichen wie auch den innerörtlichen Verkehr, angestrebt werden. Ein wesentlicher Grund liegt in der Vermeidung unerwünschter Ausweicheffekte. Eine Begrenzung allein auf Fernstraßen birgt die Gefahr, dass der Individualverkehr sich nur begrenzt verringert, sondern (dort wo dies räumlich möglich ist) primär Anreize für seine Verlagerung auf das übrige Straßennetz erzeugt werden. Dies verringert die Mauteinnahmen und ist zugleich weder im Sinne der Verursachungsgerechtigkeit noch der angestrebten Lenkungswirkung. Eine deutliche Verlagerung auf innerörtliche Straßen kann im ungünstigsten Fall sogar zu einer Erhöhung der externen Kosten im Zuge der Mauteinführung führen, wenn sich auf diesem Wege die Anzahl der von Lärm und Abgasen Betroffenen erhöht. Vorhandene Untersuchungen zur Wirkung der LKW-Maut in Deutschland identifizieren zwar Verkehrsverlagerungen in das mautfreie Netz nicht als regionsübergreifendes Phänomen.⁵¹ Auf regionaler Ebene können sie dennoch zu überdurchschnittlicher Belastung von Anwohnern führen. Angesichts von Schwierigkeiten in der praktischen Erfassung dessen, was wirklich Ausweichverkehr ist,⁵² kann das Ausmaß dieser Zusatzbelastung nicht eingegrenzt werden. Auch unterliegt der Personenverkehr anderen Gesetzmäßigkeiten als der Frachtverkehr. Allein schon aus Vorsichtsgründen sollte die Motivation für Ausweichverkehre deswegen so weit wie möglich eingeschränkt werden. Eine Einbeziehung von Land-, Kreis- oder sogar Gemeindegstraßen in das Mautsystem kann schließlich auch finanzierungsseitig zu mehr Gerechtigkeit zwischen den Gebietskörperschaften beitragen. Länder, Landkreise und Kommunen können als Baulastträger unmittelbar an Mauteinnahmen zum Zweck von Ausbau und Instandhaltung der von ihnen verwalteten Straßen partizipieren. Damit steigen zusätzlich die Anreize zur Verbesserung der Straßenqualität. Angesichts des gegenwärtigen Investitionsstaus wäre dies dringend geboten.

Zeitliche Abgrenzung: Die Mauterhebung sollte grundsätzlich keine zeitliche Begrenzung aufweisen. Eine Differenzierung der Höhe des Mautsatzes nach Zeiträumen ist im Hinblick auf die Lärmkosten sinnvoll.

⁵⁰ § 4 Abs. 4 PBefG

⁵¹ Der Deutsche Bundestag gibt regelmäßig (alle drei Jahre) aktualisierte Berichte über die Auswirkungen der Einführung der Lkw-Maut auf Ballungsräume, Wohngebiete und grenznahe Gebiete bei der Bundesregierung in Auftrag. Im jüngsten Bericht (von 2020) wird die bisherige Aussage, dass Verkehrsverlagerungen auf das nachgeordnete Netz kein Flächenproblem darstellen, bestätigt.

⁵² Unmittelbar beobachtet werden können nur Verkehrsströme. Um die hinter der Streckenwahl stehenden Motivationen aufdecken zu können, wäre eine breitangelegte Befragung von Fahrern notwendig.

5.1.2 Optimale Tarifierung

Der Beitrag einer Pkw-Maut zu verkehrspolitischen Zielen hängt naturgemäß stark von ihrer Höhe ab. Maßgeblich ist in unserem Konzept der zu entrichtende Mautsatz je Fahrzeugkilometer. Dessen Bestimmung muss auf objektiven Kriterien fußen. Die Wegekostenrichtlinie setzt eine Orientierung an den (soweit bestimmbar) tatsächlich entstandenen Kosten als Anforderung. Auch aus ökonomischer Perspektive ist dies im Sinne aller drei von uns herangezogenen Prinzipien notwendig. Die in Kapitel 3 diskutierten Schätzungen zu den Kosten des Straßenverkehrs, speziell die von PKW verursachten durchschnittlichen Kosten je Fahrzeugkilometer, können uns damit im Folgenden als Grundlage für die Empfehlung eines sinnvollen Mautsatzes dienen.

Ausgangspunkt ist ein mehrstufiger Entscheidungsprozess. Zunächst ist grundsätzlich zu entscheiden, welche der in Kapitel 3 diskutierten Kostenarten als Komponenten in die Berechnung des Mautsatzes einbezogen werden sollen. Dann muss für jede der Komponenten entschieden werden, inwieweit eine Kostendifferenzierung in bestimmten Dimensionen (räumlich, zeitlich, nach Fahrzeugeigenschaften) sinnvoll und umsetzbar ist. In diesem Abschnitt wird zunächst der Frage der grundsätzlichen Berücksichtigung nachgegangen. Hierzu bewerten wir für jede Kostenart, inwieweit eine Einbeziehung auf Basis der unserer Untersuchung zugrundeliegenden Prinzipien (siehe Abschnitt 2.3) als sinnvoll erscheint. Dann beurteilen wir, welche Restriktionen EU-rechtlicher und datentechnischer Art der Einbeziehung entgegenstehen. Abschließend geben wir eine Empfehlung ab.

Tabelle 9 fasst unsere Einschätzungen zusammen. In Bezug auf die **Wegekosten** spricht aus unserer Sicht alles für eine vollumfängliche Einbeziehung der Durchschnittskosten (d.h. Kapitalkosten und Kosten des laufenden Betriebs) in den Mautsatz. Mit den im Rahmen des Wegekostengutachtens durchgeführten Untersuchungen steht grundsätzlich auch eine verlässliche Grundlage für ihre Bemessung bereit. Diese betrachten allerdings nur die Wegekosten im Bundesfernstraßennetz. Für unser Modell einer zumindest perspektivisch das gesamte öffentliche Straßennetz umfassenden Maut wären zukünftig auch die spezifischen Wegekosten von Landes-, Kreis- und Gemeindestraßen zu ermitteln.

Die Beurteilung der externen Kosten des Straßenverkehrs hat einen anderen Fokus. Der Finanzierungsgedanke fällt hier weitgehend weg: Nur ein Teil der entstandenen Kosten hat einen Ausgabenbezug. Dort, wo Kosten sich in Mehrausgaben äußern (z.B. Kosten von medizinischer Behandlung) werden diese entweder weit überwiegend von privaten Akteuren getragen oder sind von vorneherein über Versicherungssysteme internalisiert (d.h. gar nicht in den externen Kosten enthalten). Eine Beurteilung nach den beiden übrigen Prinzipien fällt je nach Kostenart sehr unterschiedlich aus.

Bei **Unfallkosten** scheint angesichts der differenzierten Zurechnung von Unfallopfern zu Fahrzeugtypen als Unfallverursacher das Prinzip der Verursachungsgerechtigkeit erfüllt. Hinsichtlich der Lenkungswirkung spricht ebenfalls vieles für eine Einbeziehung: Sie könnte über die Verteuerungswirkung zu einer Verringerung des PKW-Verkehrs beitragen. Die Häufigkeit von Gefahrensituationen im Straßenverkehr könnte so abnehmen. Ein Problem bei dieser Form von externen Kosten ist gegenwärtig die hohe Messunsicherheit bei der monetären Bewertung. So fehlt es bislang auf nationaler Ebene an einer offiziellen methodischen Vorgabe. Die vom *EU Handbuch für die externen Kosten des Transports* für Deutschland geschätzten Werte stellen nur eine sehr grobe Approximation an die nationale Situation dar, die den wahren externen Kostenanteil wahrscheinlich überschätzt (siehe Abschnitt 3.3.1). Wir empfehlen daher für den Anfang nur die Hälfte der in Abschnitt 3.3.1 geschätzten externen Unfallkosten in den Mautsatz einzubeziehen, und eine Neubewertung bei Verbesserung der Datenlage

vorzunehmen. Noch unsicherer erscheint die Datenlage bei den **Staukosten**, angesichts der Komplexität von Erfassung und Zurechnung stauverursachter Schäden. Dementsprechend problematisch ist hier auch die Verursachungsgerechtigkeit zwischen Fahrzeugtypen einzustufen: Welche Form der Kostenzuteilung an Pkw-Fahrer fair ist, hängt stark von der spezifischen Verkehrssituation ab. Eine vereinfachte Kostenverteilung in Form von einheitlichen Durchschnittskostensätzen könnte bedeuten, dass umsichtig ihre Routen planende Fahrer die sozialen Kosten der Engpassverursacher im Verkehrssystem mittragen müssten. Dies wäre auch nicht im Sinne der ökonomischen Lenkungswirkung. Wir sind deshalb der Ansicht, dass über die Einbeziehung von Staukosten sinnvoll nur auf lokaler Ebene entschieden werden kann. Dies entspricht bereits der gegenwärtigen Praxis: Zahlreiche europäische Großstädte nutzen City Maut-Konzepte als Instrument zur Steuerung des innerstädtischen Verkehrs.⁵³

Bei den **Lärmschäden** erscheint dagegen eine verursachungsgerechte Bestimmung des Anteils von Pkw möglich: Es kann auf detaillierte Noise Maps und mehrfach erprobte Gewichtungsfaktoren für die Kostenzurechnung zurückgegriffen werden (siehe Abschnitt 3.3.3). Was gegenwärtig noch fehlt, ist eine Methodenkonvention auf nationaler Ebene zur Bestimmung von Lärmkostensätzen. Insoweit die Einbeziehung zu Verkehrsvermeidung beiträgt, ist die erwartete Lenkungswirkung positiv, wobei es hier in besonderem Maße auf eine zeitliche und räumliche Spreizung der Tarife ankommt (siehe folgender Abschnitt). Bei den ökologischen Kosten von **Flächenverbrauch und -zerschneidung** ist die Verursachungsgerechtigkeit differenziert zu betrachten. Die ökologischen Kosten des Flächenverbrauchs resultieren unmittelbar aus dem Beschluss zum Bau eines Verkehrsweges. Dieser hängt von der erwarteten örtlichen Verkehrsnachfrage ab, jedoch nicht von der tatsächlichen Nutzungsentscheidung einzelner Verkehrsteilnehmer nach der Inbetriebnahme. Der ökologische Effekt der Flächenzerschneidung ist hingegen eine Funktion des Verkehrsflusses.⁵⁴ Eine Zuordnung dieser Kosten zu einzelnen Verkehrsteilnehmern erscheint damit grundsätzlich verursachungsgerecht. Die Bestimmung der Höhe der gesamten externen Kosten aus Flächenverbrauch und -zerschneidung kann vergleichsweise gesichert aus den Daten der UBA Methodenkonvention abgeleitet werden, allerdings nicht differenziert nach den beiden Kostenkategorien. Deswegen und aufgrund ihrer quantitativ vergleichsweise geringen Bedeutung würden wir (eine Änderung der Rechtslage vorausgesetzt) eine Einbeziehung der Kategorie als Ganzes empfehlen.

Externe Kosten im Zusammenhang mit der Emission von **lokalen Luftschadstoffen** können auf Basis detaillierter Datenbanken wie dem *Handbuch der Emissionsfaktoren* grundsätzlich recht detailgenau und differenziert ermittelt werden. Eine verursachungsgerechte Bestimmung des Kostenbeitrags des Pkw-Segments scheint auf dieser Basis möglich. Insoweit die Berücksichtigung dieser Kostenkomponente zur Verkehrsvermeidung bzw. Umstieg auf klimaneutralere Verkehrsmittel beiträgt, ist auch eine positive ökonomische Lenkungswirkung gegeben. Diese Kostenart sollte daher in der Bemessung eines Mautsatzes berücksichtigt werden. Auf eine vergleichsweise gute Datenlage kann auch bei der Bemessung der Klimakosten des Ausstoßes von **Treibhausgasen** zurückgegriffen werden. Hier besteht jedoch der Sonderfall, dass eine Bepreisung der verkehrsbezogenen CO₂-Emissionen in Deutschland bereits über das 2021 eingeführte Instrument des nationalen Emissionshandels erfolgt. Zwar unterscheidet sich dieses System hinsichtlich Bemessungsgrundlage und abführender Instanz von unserem Mautmodell, die letztendlich ökonomisch belastete Verkehrsaktivität ist jedoch dieselbe. Die gegenwärtig auf EU-Ebene anvisierte Erweiterung des EU-Emissionshandels auf den Verkehrssektor könnte

⁵³ Leih, D., Siegl, T., & Hartmann, M. (2014). City-Maut im Kontext mit Verkehrsmanagement. In City-Maut (pp. 1-13). Springer Vieweg, Wiesbaden.

⁵⁴ Van Essen et al. (2019).

die Problematik einer Mehrfachbelastung zukünftig noch verstärken. Eine mehrfache Zurechnung von externen Kosten aus ein- und demselben Vorgang ist weder verursachungsgerecht noch ökonomisch zielgerichtet. Eine Einbeziehung von CO₂-Kosten in den Mautsatz wird daher nicht empfohlen. Bezüglich der **externen Kosten auf vorgelagerter Ebene** schließlich lässt der nur mittelbare Zusammenhang zur Verkehrsaktivität die Verursachungsgerechtigkeit zweifelhaft erscheinen. So sind die Emissionen im Zusammenhang mit der Herstellung von Fahrzeugen grundsätzlich unabhängig von der individuellen Nutzungsentscheidung des Fahrzeugbesitzers, haben so auch keinen direkten Infrastrukturbezug. Die Emissionen aus der Bereitstellung von Energieträgern als Treibstoff stehen in engerem Bezug zur Fahrentscheidung, der einzelne Treibstoffverbraucher hat jedoch in der Regel keinen unmittelbaren Einfluss auf die Gestalt der Lieferketten und damit die Emissionsintensität der Bereitstellung. Im Hinblick auf externe Kosten in Form von CO₂-Emissionen besteht zudem auch hier die Gefahr einer Doppelregulierung. Instrumente zur Internalisierung dieser Form von externen Kosten sollten daher besser direkt auf den Ebenen ansetzen, wo die Kosten entstehen. Ihre Einbeziehung in den Mautsatz wird daher nicht empfohlen.

Tab. 9: Bewertung der Einbeziehung von Kostenarten in den Mautsatz

Kategorie	Kostenart	Bewertung nach Prinzipien			Restriktionen		Empfehlung
		Ausgabendeckung	Verursachungsgerechtigkeit	Ökonomische Lenkungswirkung	Gegenwärtige Rechtslage*	Datengrundlage	
Interne Kosten	Wegekosten	Einbeziehung notwendig	Gegeben	Positiv	Einbeziehung vollumfänglich anerkannt	Mittel	Einzubeziehen
Externe Kosten	Unfallkosten	Einbeziehung nicht notwendig (Kosten nicht zahlungsrelevant bzw. Ausgaben weitgehend von privaten Akteuren getragen)	Gegeben	Tendenziell positiv	Einbeziehung nicht vorgesehen	Eher unsicher	Teilweise einzubeziehen (vollständig bei besserer Datenlage)
	Staukosten		Zweifelhaft	Unsicher	Als separate Gebühr gestattet (wenn differenziert)	Sehr unsicher	Nur auf lokaler Ebene sinnvoll
	Lärmschäden		Gegeben	Positiv	Einbeziehung anerkannt	Mittel	Einzubeziehen
	Flächenverbrauch und -zerschneidung		Gegeben (im Hinblick auf Flächenzerschneidung)	Positiv	Einbeziehung nicht vorgesehen	Mittel	Bei Änderung der Rechtslage: Einzubeziehen
	Lokale Luftschadstoffe		Gegeben	Positiv	Einbeziehung anerkannt	Relativ gut	Einzubeziehen
	Treibhausgase		Nicht gegeben (Da Doppelbelastung)	Nicht zielgerichtet (Da Doppelbelastung)	Einbeziehung anerkannt	Relativ gut	Nicht einzubeziehen
	Vorgelagerte Ebene		Zweifelhaft	Unsicher	Einbeziehung nicht vorgesehen	Eher unsicher	Nicht einzubeziehen

Quelle: Eigene Darstellung; *: Gemäß Richtlinie (EU) 2022/362 (siehe Abschnitt 4.2).

Basierend auf diesen Empfehlungen und der Aufsummierung der in Kapitel 3 dargestellten Kostenschätzungen kann eine konkrete durchschnittliche Mauthöhe beziffert werden. Vor dem Hintergrund

der rechtlichen Restriktionen durch die EU-Wegekostenrichtlinie (siehe Abschnitt 4.2) ist es sinnvoll, zwischen einem ökonomisch wünschenswerten und einem EU-seitig anerkannten Mautsatz zu unterscheiden. Abbildung 6 stellt diese beiden Sätze in ihrer Zusammensetzung gegenüber. Einer vollumfänglichen Einbeziehung der Wegekosten stünde nichts im Wege. Die geschätzten externen Kosten der Lärm- und Schadstoffemissionen⁵⁵ bewegen sich innerhalb der von der Wegekostenrichtlinie definierten Anrechnungsgrenzen, können also ebenfalls in vollem Umfang einbezogen werden. Den Unterschied machen damit die externen Kosten von Unfällen und Flächenverbrauch/-zerschneidung. Deren Einbeziehung in eine Fahrzeugmaut wird gegenwärtig von der EU auch nach der geänderten Fassung der Wegekostenrichtlinie (siehe Abschnitt 4.2) nicht vorgesehen. Dies stellt vor allem im Hinblick auf die externen Unfallkosten eine starke Restriktion dar. Diese sind (wie oben beschrieben) aus Gründen der gegenwärtigen Datenunsicherheit lediglich mit der Hälfte ihres Schätzwertes (2,5 € Cent / Fzkm) einberechnet, stellen dennoch eine wesentliche Komponente dar. Dies führt uns insgesamt zu einem ökonomisch sinnvollen Mautsatz von **6,9 € Cent/Fzkm**. Ein gegenwärtig EU-konformer Mautsatz würde dagegen maximal **4,0 € Cent/Fzkm** betragen (siehe Tabelle 10).

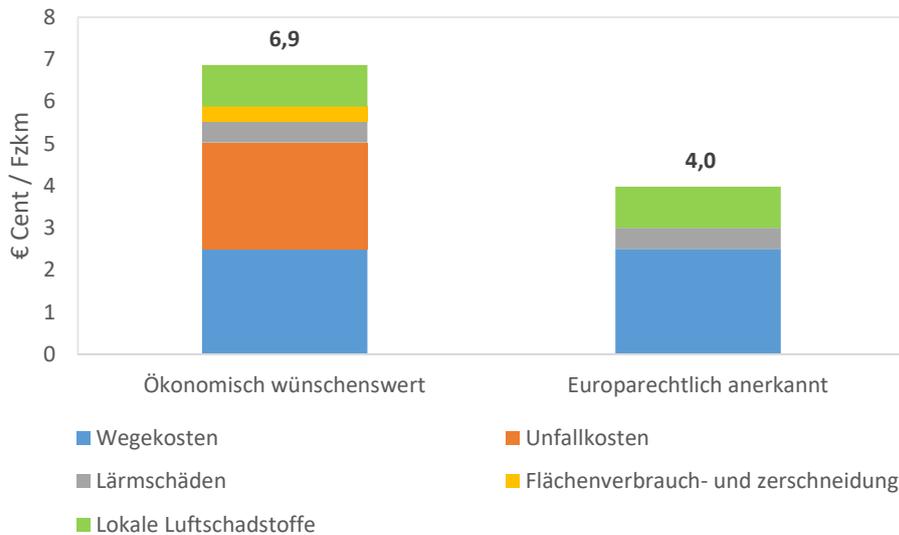
Es handelt sich hier wohlgerne um durchschnittliche Mautsätze. Die Sinnhaftigkeit einer Differenzierung der Kilometerkosten nach bestimmten Merkmalen wird im nächsten Abschnitt diskutiert. Nicht miteinbezogen wurden die externen Staukosten, in erster Linie aufgrund ihrer stark lokalen Natur (siehe oben). Eine Ergänzung des Mautsatzes um einen zusätzlichen Staubeitrag kann für unter hoher Staubbelastung leidende Städte/Regionen angemessen sein. Über dessen Höhe und Differenzierungsgrad sollten jedoch sinnvollerweise lokale Entscheidungsträger befinden. Ebenfalls nicht angerechnet wurden die administrativen Kosten des neuen Mautsystems, d.h. Kosten von Mauteinzug und Überwachung.

Tab. 10: Ableitung des durchschnittlichen Mautsatzes für Pkw

Kostenkomponente	Kosten (€ Cent je Fzkm)	
	Ökonomisch wünschenswert	Europarechtlich anerkannt
Wegekosten	2,5	2,5
Unfallkosten	2,5	-
Lärmschäden	0,5	0,5
Flächenverbrauch und -zerschneidung	0,4	-
Lokale Luftschadstoffe*	1,0	1,0
Summe	6,9	4,0

Quelle: Eigene Berechnung; * Fzkm-gewichteter Durchschnitt der Werte nach Antriebstechn. (siehe Tabelle 6)

⁵⁵ Zur Schätzung der durchschnittlichen externen Schadstoffkosten für PKW je Fzkm wurden ein gewichteter Mittelwert aus den Angaben nach Antriebstechnologien berechnet. Als Gewichte dienten die vom KBA veröffentlichten Statistiken zur Verteilung der PKW-Fahrleistung in 2020 nach Antriebstechnologien. Hierüber wurde ein durchschnittlicher Kostensatz von 0,98 € Cent / Fzkm ermittelt.

Abb. 6: Empfohlene durchschnittliche Mautsätze für Pkw

Quelle: Eigene Darstellung

Die ermittelten Werte reflektieren zudem notwendigerweise die Verkehrslage und den Fahrzeugmix der ihnen zugrundeliegenden Schätzzeiträume. Gerade vor dem Hintergrund der anstehenden Transformation des Verkehrssektors in Deutschland sollten die Schätzungen daher kontinuierlich aktualisiert und die Mauthöhen entsprechend angepasst werden. Die zur Bemessung der Lkw-Maut regelmäßig vom BMDV in Auftrag gegebenen Wegekostengutachten stellen hierfür eine gute Basis dar. Die dort ohnehin schon auch unter Einbeziehung des Pkw-Bereichs durchgeführten Berechnungen zu Infrastruktur, Lärm- und Schadstoffkosten im Bundesfernstraßennetz müssten hierfür um das restliche Straßennetz und zusätzliche Formen von externen Kosten erweitert werden. Die im *EU-Handbuch für die externen Kosten des Transports* erarbeiteten Methoden stellen hierfür eine gute Grundlage dar.

5.1.3 Differenzierungsoptionen

Das entwickelte Mautkonzept kann verfeinert werden, indem eine Differenzierung der abgeleiteten Mautsätze in Erwägung gezogen wird. Eine solche Differenzierung könnte einerseits an den Eigenschaften des Fahrzeugs festgemacht werden. Mögliche relevante Parameter wären hier die Antriebstechnologie (Ottomotoren, Dieselmotoren, Batterieelektrischer Antrieb etc.), die Schadstoffklasse (gemäß EU-Abgasnorm) oder das Fahrzeuggewicht. Andererseits könnten Tarife auch fahrzeugübergreifend abhängig vom genutzten Netzabschnitt (räumlich) oder dem Zeitpunkt der Streckennutzung (zeitlich) variiert werden. Ein Sonderfall hierbei wäre die in jüngster Zeit verstärkt diskutierte dynamische Anpassung von Tarifen: Anstelle eines vorab definierten Tarifschemas würden die Mautsätze hier spontan abhängig von der jeweiligen Verkehrssituation angepasst werden.

Auch bei der Frage der Tariffdifferenzierung ist eine getrennte Betrachtung der einzelnen Kostenarten notwendig. Denn eine Spreizung ist nicht in allen Fällen gleichermaßen sinnvoll. Grundsätzlich muss hier zwischen zwei Aspekten abgewogen werden. Eine Differenzierung auf Basis verlässlich gemessener Kostenunterschiede würde einerseits die Verursachungsgerechtigkeit erhöhen und die ökonomische Lenkungswirkung verbessern. Andererseits macht sie das Mautkonzept komplexer und evtl. schwerer verständlich, verringert damit die Transparenz und erhöht den Aufwand für die Festlegung von Tarifen auf Seiten der Regulatoren. Eine Differenzierung ist daher nur sinnvoll, wenn die dadurch

abgebildeten Unterschiede in den Kostenbeiträgen so hoch ausfallen, dass eine signifikante Verbesserung der Lenkungswirkung oder der Verursachungsgerechtigkeit erwartet werden kann. Die konkrete Ausgestaltung ist damit immer Resultat einer Abwägungsentscheidung.

Tabelle 11 fasst unsere Empfehlungen für die einzelnen Kostenarten zusammen. Bei **den Wegekosten** erscheint nur eine Differenzierung nach Gewicht sinnvoll, und zwar primär unter dem Aspekt der Verursachungsgerechtigkeit. Fahrzeuge mit höherer Achslast üben einen stärkeren Druck auf die Fahrbahn auf, tragen somit stärker zum Infrastrukturverschleiß bei (siehe Abschnitt 3.1). Dieser Tatsache wird bereits bei der Berechnung der Lkw-Maut in Deutschland Rechnung getragen (siehe Abschnitt 5.2). Inwieweit eine solche Differenzierung bei Pkw tatsächlich sinnvoll ist, hängt aber davon ab, ob die bestehenden Gewichtsunterschiede zwischen Pkw-Modellen ausreichen, um für spürbare Unterschiede in den Kostenbeiträgen zu sorgen. In der bisherigen Methodik der Wegekostengutachten wird dies nicht beleuchtet, da ein möglicher Kostenbeitrag von Pkw im Bereich Fahrbahnverschleiß grundsätzlich ausgeklammert wird (siehe Abschnitt 3.1).

Bei den externen **Unfallkosten** wäre ebenfalls eine Differenzierung nach Fahrzeuggewicht denkbar. Eine Rechtfertigung wären erhöhte Verletzungs- und Tötungsrisiken für Fußgänger oder Insassen von Kleinwagen bei Unfallkontakt mit einem schweren Pkw (z.B. Geländewagen, SUVs). In der internationalen Forschung finden sich einige Hinweise auf so einen Zusammenhang.⁵⁶ Hier wäre allerdings mit Blick auf die in Deutschland zugelassenen Fahrzeugmodelle noch zu klären, ob primär das Gewicht oder doch eher andere Fahrzeugparameter den Ausschlag geben. Im Hinblick auf die externen **Staukosten** ist wie bereits diskutiert eine starke zeitliche und räumliche Differenzierung in jedem Fall sinnvoll und auch rechtlich geboten (siehe Abschnitt 4.2). Entscheidungen über die Sinnhaftigkeit und Höhe der Anrechnung eines Staukostenbeitrags sollten dabei auf Ebene lokaler Gebietskörperschaften getroffen werden.

Auch bei **Lärmschäden** ist angesichts von Unterschieden in der Betroffenheit eine zeitliche und räumliche Differenzierung sinnvoll, spezifisch im Hinblick auf Tages-/Nachtverkehr und Besiedlungsdichte (siehe Abschnitt 3.3.3). Mit zunehmendem Vordringen von Elektroantrieben könnte auch eine allgemeine Differenzierung nach Antriebstechnologien erwogen werden. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass E-Autos lediglich bei geringer Geschwindigkeit deutlich leiser sind als Verbrenner, bei höheren Geschwindigkeiten dominieren akustisch Wind- und Rollgeräusche gegenüber dem Motorengeräusch. Zudem ist für Elektro- und Hybridautos mittlerweile die Abgabe von Warnsignalen bei Geschwindigkeiten bis 20 km/h verpflichtend.⁵⁷ Dies erschwert eine sinnvolle Zurechnung. Bei den ökologischen Kosten von **Flächenverbrauch und -zerschneidung** wäre eine Differenzierung nach den Eigenschaften der örtlichen Ökosysteme (z.B. Artenvielfalt, Präsenz bedrohter Arten) in der Umgebung von Streckenabschnitten prinzipiell sinnvoll. Angesichts des geringen durchschnittlichen Kostenbeitrags dieser Kostenart erscheint der hierfür notwendige Erfassungsaufwand allerdings gegenwärtig noch

⁵⁶ Robertson (2006) etwa ermittelt in einer Untersuchung für die USA einen signifikanten positiven Zusammenhang zwischen dem Gewicht von unfallbeteiligten Fahrzeugen und der Todesrate bei Unfällen. Høye (2019) ermittelt für Norwegen einen ähnlichen Zusammenhang hinsichtlich der Zahl an getöteten oder schwerverletzten Fußgänger und Radfahrer. Robertson, L. S. (2006). Blood and oil: vehicle characteristics in relation to fatality risk and fuel economy. *American Journal of Public Health*, 96(11), 1906-1909.

Høye, A. (2019). Vehicle registration year, age, and weight—Untangling the effects on crash risk. *Accident Analysis & Prevention*, 123, 1-11.

⁵⁷ Europäische Union (2014). Verordnung (EU) Nr. 540/2014 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. April 2014 über den Geräuschpegel von Kraftfahrzeugen und von Austauschschalldämpferanlagen sowie zur Änderung der Richtlinie 2007/46/EG und zur Aufhebung der Richtlinie 70/157/EWG Text von Bedeutung für den EWR

unverhältnismäßig hoch. Bei den von **lokalen** Luftschadstoffen verursachten Kosten ist angesichts der bedeutenden Unterschiede in der Emissionsintensität eine Differenzierung nach Antriebstechnologien, bei Verbrennern zusätzlich nach Schadstoffklasse in jedem Fall empfehlenswert. Mit Blick auf Unterschiede in der Besiedlungsdichte wären in unserem Modell einer netzübergreifenden Maut ergänzend auch eine räumliche Differenzierung sinnvoll.

Tab. 11: Bewertung der Differenzierung des Mautsatzes nach Kostenarten

Kategorie	Kostenart	Beurteilung einer Tariffdifferenzierung				
		Fahrzeugspezifisch			Fahrzeugübergreifend	
		Nach Antrieb	Nach Schadstoffklasse	Nach Gewicht	Räumlich	Zeitlich
Interne Kosten	Wegekosten	Nicht sinnvoll	Nicht sinnvoll	Perspektivisch denkbar	Nicht sinnvoll	Nicht sinnvoll
Externe Kosten	Unfallkosten	Nicht sinnvoll	Nicht sinnvoll	Perspektivisch denkbar	Nicht sinnvoll	Nicht sinnvoll
	Staukosten	Nicht sinnvoll	Nicht sinnvoll	Nicht sinnvoll	Sinnvoll	Sinnvoll
	Lärmschäden	Perspektivisch denkbar	Nicht sinnvoll	Nicht sinnvoll	Sinnvoll	Sinnvoll
	Flächenverbrauch und -zerschneidung	Nicht sinnvoll	Nicht sinnvoll	Nicht sinnvoll	Perspektivisch denkbar	Nicht sinnvoll
	Lokale Luftschadstoffe	Sinnvoll	Sinnvoll	Nicht sinnvoll	Sinnvoll	Nicht sinnvoll

Quelle: Eigene Darstellung

Hinsichtlich der weiteren Differenzierungsmöglichkeit, einer dynamischen Anpassung von Mautsätzen an die jeweilige Verkehrssituation, ist grundsätzlich Skepsis angebracht. Ökonomisch sinnvoll erscheint eine solche spontane Anpassung allenfalls im Hinblick auf Staukosten. Technisch wäre dies auf Basis der verfügbaren Technologie prinzipiell möglich (siehe Abschnitt 4.1), würde die Autofahrer aber vor potenziell große Planungsprobleme stellen. Denn das zeitliche und räumliche Auftreten von Staus ist in vielen Fällen nur schwer vorherzusehen. Die erwünschte Lenkungswirkung erscheint damit höchst unsicher: Wird eine Stausituation nicht vorhergesehen, entsteht auch kein Kostenanreiz zur Verkehrsvermeidung bzw. -verlagerung. Auch stellt sich die Frage, wie mit Stausituationen als Folge von spontanen Störereignissen wie Unfällen umzugehen ist, in die die Verkehrsteilnehmer überwiegend unverschuldet geraten. Eine dynamisch an die Verkehrsdichte angepasste Maut hätte hier im ungünstigen Fall eine doppelt ungerechtfertigte Belastung zur Folge: Die im Unfallstau stehenden Autofahrer müssten nicht nur die eigenen Zeitkosten einer Verspätung tragen, sondern zusätzlich noch einen Mautaufschlag zahlen.

5.1.4 Erwartete Wirkung

Für die Bewertung der Auswirkungen einer Einführung des beschriebenen Mautmodells sind primär drei Fragen relevant:

- Welchen Einfluss hätte die Maut auf die Finanzierungsgrundlagen der Verkehrsinfrastruktur?
- Welchen Einfluss hätte sie auf die Höhe der externen Kosten des Straßenverkehrs?
- Welche Institutionen/gesellschaftlichen Gruppen tragen die Maut ökonomisch?

Für die Beantwortung aller drei Fragen spielt die Lenkungswirkung der Maut eine entscheidende Rolle. Es ist zu berücksichtigen, wie die Mauteinführung sich auf die Fahrentscheidung des einzelnen Autofahrers auswirkt. Verhaltensänderungen können dabei grundsätzlich die Form von Verkehrsvermeidung annehmen, oder lediglich die Form einer Verlagerung geplanter Fahrten nach Raum (Ausweichen auf andere Strecken), Zeit (Ausweichen auf andere Zeiträume) und/oder Verkehrsmittel (z.B. ÖPNV, Bahn, Fahrrad...). Ein typisches Maß zur Erfassung der Reaktion ist die Kilometerpreiselastizität. Sie drückt aus, mit welchem prozentualen Rückgang der Verkehrsnachfrage eines Autofahrers (ausgedrückt in Fzkm) zu rechnen ist, wenn seine/ihre Mobilitätskosten je km um ein Prozent ansteigen. Die Höhe dieser Elastizität hängt im Einzelfall von einer Vielzahl von Faktoren ab, die räumlich und zeitlich starken Schwankungen unterliegen. Für eine allgemeine Bewertung müssen daher Durchschnittswerte als Grundlage dienen. Wir greifen hierfür auf jüngste Schätzungen von Alberini et al. (2022) zurück, die für Deutschland eine kurzfristige Elastizität von etwa -0,25 im Hinblick auf die zurückgelegten Kilometer ermitteln.⁵⁸

Im Folgenden betrachten wir den simpelsten Fall eines einheitlichen Mautsatzes, wie er in Abschnitt 5.1.2 abgeleitet wurde. Dieser wurde als die für die Kostensituation im Jahr 2019 geeignete Mauthöhe bestimmt. Als ersten Schritt untersuchen wir, welche Auswirkungen seine Einführung im Jahr 2019 gehabt hätte. Unter Berücksichtigung des durchschnittlichen Treibstoffpreinsniveaus in 2019⁵⁹ und Anwendung der Kilometerpreiselastizität ergibt sich bei Einführung der ökonomisch wünschenswerten Lösung ein mautbedingter Rückgang in der jährlichen Fahrleistung im Pkw-Bereich um 110,4 Mrd. Fzkm. Der damit verbundene Verlust an Steuereinnahmen (Energiesteuer⁶⁰, Umsatzsteuer) beträgt in Summe etwa 6,4 Mrd. Euro. Demgegenüber stehen aber jährliche Mehreinnahmen aus der Maut in einer Größenordnung von 36 Mrd. Euro. Hinzukommen positive Effekte aus der Senkung der externen Kosten über die Lenkungswirkung der Maut. Diese lassen sich aufgrund ihrer Nicht-Linearität nicht näher präzisieren, angesichts der in Kapitel 3 geschätzten Zahlen kann aber hier pro Jahr mit gesellschaftlichen Kosteneinsparungen in Milliardenhöhe gerechnet werden. Eine Anwendung der rechtlich gestatteten Maut hätte betragsmäßig etwas geringere, aber netto ebenfalls eindeutige positive Rückwirkungen auf den Staatshaushalt. Der Rückgang an Pkw-Jahresfahrleistung beträgt in diesem Szenario 64,0 Mrd. Fzkm. Damit einher gehen Steuereinnahmeverluste im Umfang von etwa 3,7 Mrd. Euro, denen Mauteinnahmen in Höhe von etwa 22,7 Mrd. Euro gegenüberstehen. Nicht berücksichtigt in diesen Rechenbeispielen sind mögliche Rückwirkungen der Fahrleistungsanpassung auf die Treibstoffpreise (nachfragebedingte Preisrückgänge).⁶¹

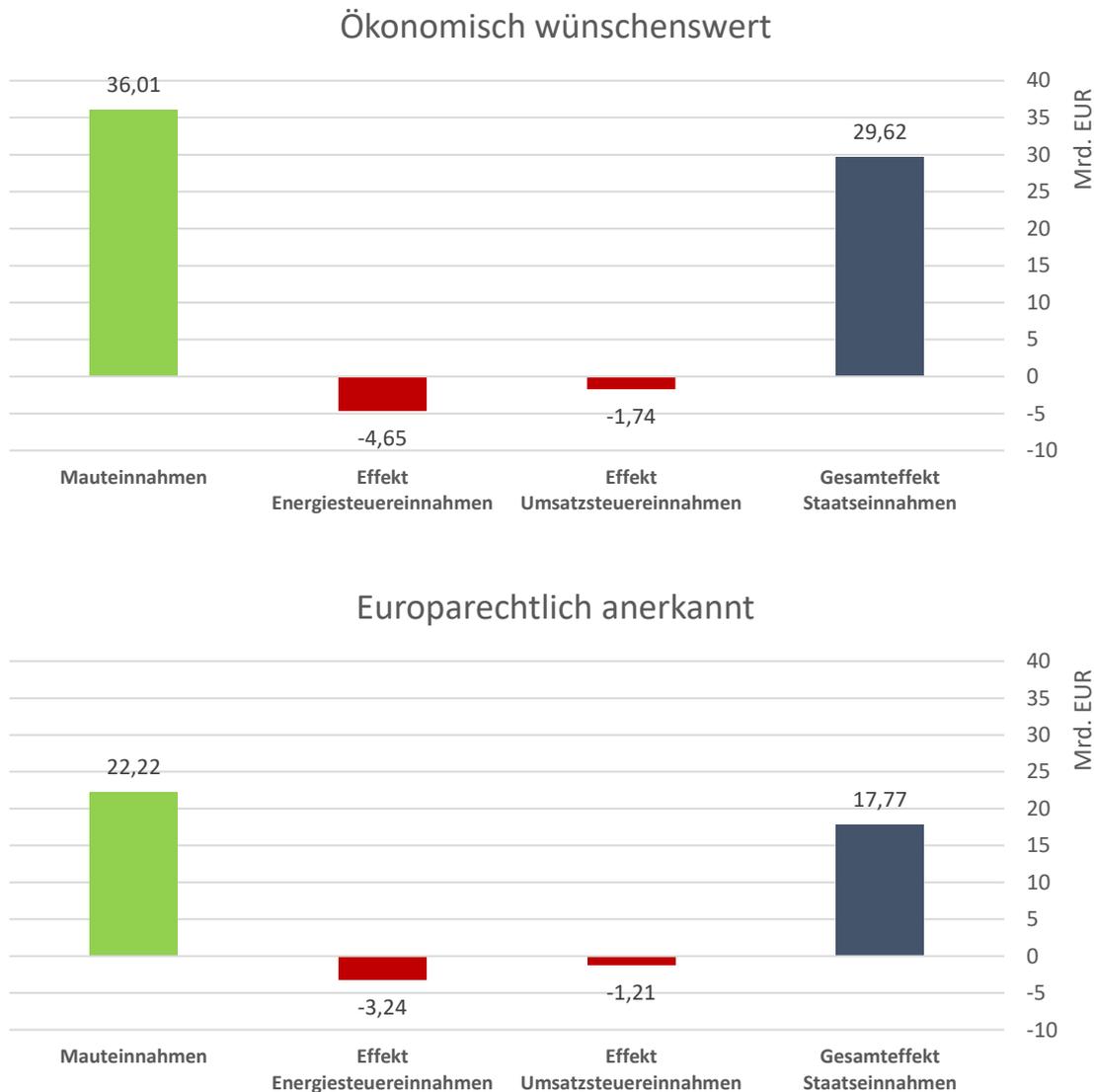
⁵⁸ Alberini, A., Horvath, M., & Vance, C. (2022). Drive less, drive better, or both? Behavioral adjustments to fuel price changes in Germany. *Resource and Energy Economics*, 101292.

⁵⁹ Nach Fahrleistung gewichtete durchschnittliche Treibstoffpreise in 2019 gemäß ADAC (2022)

⁶⁰ Quelle für Durchschnittssteuersätze Benzin und Diesel: [AVD \(2022\)](#).

⁶¹ Der resultierende Budgeteffekt dieses Rückkoppelungskanal ist jedoch nicht eindeutig: Einerseits trägt er zur weiteren Erosion der Umsatzsteuereinnahmen bei (sinkende Nettopreise), andererseits stabilisieren die Preisrückgänge die Mobilitätsnachfrage und steigern so die Mauteinnahmen.

Abb. 7: Hypothetische Einnahmeeffekte des entwickelten Mautmodells in 2019



Quelle: Eigene Berechnungen

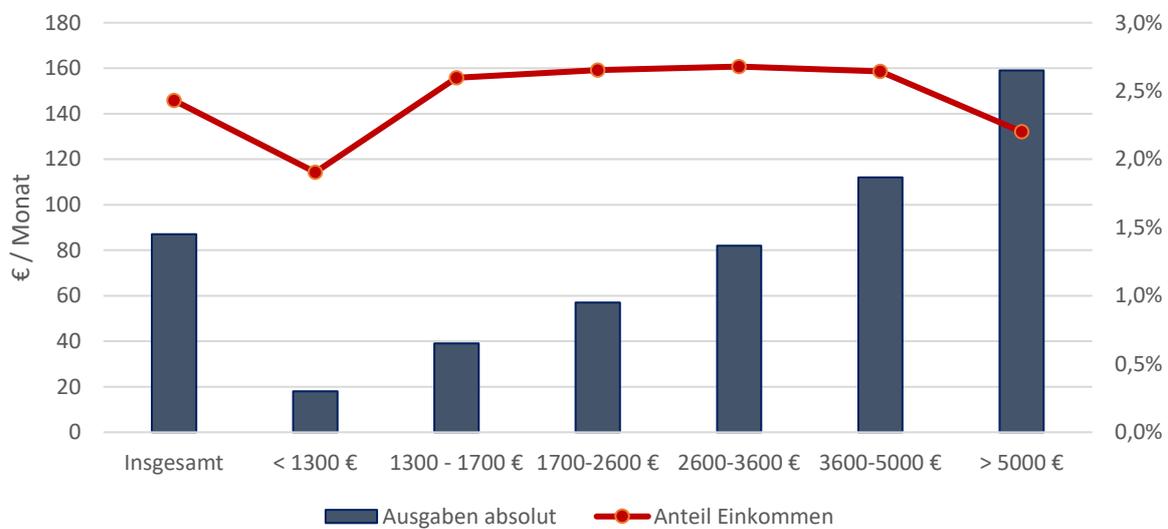
Auf der Einnahmeseite nicht einbezogen sind mögliche Zusatzeinnahmen aus der (lokal zu bestimmen) Berücksichtigung von Staukosten in der Mautgebühr. Zu den administrativen Kosten von Aufbau und Betrieb eines vergleichbaren Mautsystems haben Greinus et al. (2022) Schätzungen vorgelegt. Die jährlichen Betriebskosten bewegen sich demnach klar unterhalb des Milliardenbereichs (0,3 Mrd. Euro), die Gesamtkosten des Aufbaus werden mit 2,5 Mrd. Euro angegeben.

Die Verteilungswirkungen eines solchen Mautmodells innerhalb der Bevölkerung hängen von Unterschieden in der Mobilitätsnachfrage zwischen Einkommensgruppen ab. Hinweise hierzu liefern die laufenden Wirtschaftsrechnungen des Statistischen Bundesamtes.⁶² Abbildung 8 stellt die durchschnittlichen monatlichen Ausgaben eines Privathaushalts in 2019 für Kraftstoffe und Schmiermittel im Verkehrsbereich dar. Mit wachsendem Einkommen nahmen die Ausgaben deutlich zu. Zunächst stiegen sie überproportional mit dem Nettoeinkommen, bei sehr hohen Einkommen dann unterproportional.

⁶² Destatis (2020). Laufende Wirtschaftsrechnungen - Einkommen, Einnahmen und Ausgaben privater Haushalte. Fachserie 15 Reihe 1. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden.

Ähnliches lässt sich für das Verhältnis zum Gesamtkonsum feststellen. Dies deutet nicht auf eine unverhältnismäßig hohe Belastung von Haushalten mit geringem Einkommen durch eine Pkw-Maut hin. Allerdings muss sich der Kraftstoffverbrauch nicht im gleichen Maße auch in der Fahrleistung, und damit in der Maßgröße für die Mautbelastung, niederschlagen, sondern reflektiert auch Unterschiede in Fahrverhalten und Fahrzeugmodellen. Eine wichtige Rolle für die Verteilungswirkung spielt der Differenzierungsgrad der Maut. Eine Differenzierung nach Fahrzeuggewicht, wie sie hinsichtlich des Beitrags der Wegekosten empfohlen wurde, stärkt die progressive Verteilungswirkung der Maut, da reichere Haushalte durchschnittlich größere Fahrzeuge besitzen. Eine Differenzierung nach Antriebstechnologie könnte dagegen angesichts der höheren Anschaffungspreise von Elektroautos zumindest in den nächsten Jahren eher regressiv wirken.

Abb. 8: Ausgaben für Kraftstoffe und Schmiermittel nach Einkommensklassen 2019



Quelle: Destatis (2020); Eigene Darstellung.

Wichtig für die gesellschaftliche Verteilungswirkung ist auch die Mittelverwendung. Gemäß unserem Prinzip der Ausgabendeckung steht hier zunächst die Bereitstellung ausreichender Mittel für Ausbau und Instandhaltung der Straßenverkehrsinfrastruktur im Vordergrund. In unserem Konzept einer straßentypübergreifenden Maut beinhaltet dies nicht nur zusätzliche Investitionsmittel für den Bund, sondern auch für Länder, Kreise und Kommunen in ihrer Rolle als Baulastträger für die zuständigen Netzabschnitte. Da die Maut auch die nicht unmittelbar infrastrukturbezogenen externen Kosten abdeckt, werden auch bei Berücksichtigung von erhöhten Bedarfen im Zusammenhang mit dem Sanierungsstau mittelfristig zusätzliche Einnahmen für andere Zwecke generiert. Diese Zusatzeinnahmen sollten so eingesetzt werden, dass aus der Mauteinführung unterm Strich keine Mehrbelastung für die Mehrheit der Bevölkerung resultiert. Entscheidend für die europarechtliche Konformität einer solchen Kompensation ist, dass sie dem Prinzip der Diskriminierungsfreiheit nicht zuwider läuft: Mautgebühren dürfen weder mittelbar noch unmittelbar zu einer unterschiedlichen Behandlung aufgrund der Staatsangehörigkeit des Verkehrsteilnehmers führen. Daher wäre eine Mittelverteilung auf EU-weiter Ebene anzustreben, etwa indem ein Teil der Mauteinnahmen aus Deutschland und den übrigen EU-Ländern in einen EU-Fonds zur Abmilderung der aus der Transformation des europäischen Verkehrssektors resultierenden Kosten für die Unionsbürger fließen würden. Dies könnte den Charakter einer allgemeinen Mobilitätspauschale haben, die neben der Maut auch die durch steigende Kraftstoffpreise und -steuern entstehenden Mehrbelastungen teilweise kompensiert. Ein solcher pauschaler Transfer hätte auch

den Vorteil, dass die Verteilungswirkung und damit die Akzeptanz der Maut verbessert würde (ärmere Haushalte erhalten in Relation zu ihren Mobilitätsausgaben eine höhere Kompensation), ohne die Lenkungswirkung dabei zu untergraben.

5.2 Reform der Lkw-Maut

Anders als im Pkw-Segment unterliegt die Straßennutzung im Güterverkehr zumindest in Teilen bereits einer Gebühr. Seit 2005 wird in Deutschland eine distanzabhängige Nutzungsgebühr (Maut) erhoben. Sie gilt seit 2015 für Kraftfahrzeuge mit einem zulässigen Gesamtgewicht von mindestens 7,5 Tonnen. Ausgenommen sind u.a. Omnibusse, Elektrofahrzeuge und Traktoren. Seit 2018 sind neben den Autobahnen sämtliche Bundesstraßen mit der Maut belegt. Die Mautsätze sind Gegenstand regelmäßiger Anpassung auf Grundlage des Wegekostengutachtens des Bundes (siehe Abschnitt 3.2). Dabei hat sich auch der Grad an Ausdifferenzierung im Zeitverlauf erhöht. Zu Anfang wurde der Mautsatz lediglich nach wenigen Schadstoffklassen sowie nach Achsenzahl (zwei Kategorien) differenziert. Die aktuell gültige Fassung (seit 2019) unterscheidet zwischen sechs Schadstoffklassen und vier Achs- und Gewichtsklassen (siehe Tabelle 12). Neben den Wegekosten sind als externe Kostenkomponenten auch die Kosten der Luftverschmutzung und (seit 2019) der Lärmbelastigung erfasst.

Für die Zeit ab 2023 sieht ein Gesetzentwurf der neuen Bundesregierung deutliche Anpassungen vor. Auf Grundlage von Ergebnissen eines neuen Wegekostengutachtens für den Zeitraum 2023-2027 sollen sämtliche Mautsätze deutlich erhöht werden. Im Bereich der Luftverschmutzungskosten ist neben der Schadstoffklasse eine zusätzliche Ausdifferenzierung nach Gewicht vorgesehen (höhere Sätze für schwerere Fahrzeuge). Die Teilsätze im Bereich Lärmbelastigung sollen prozentual besonders stark angehoben werden. Auf diese Weise macht die Bundesregierung von den gestiegenen Flexibilitätsspielräumen infolge der Änderung der EU-Wegekostenrichtlinie Gebrauch (siehe Abschnitt 4.2). Für 2023 ist als Ergänzung eine separate Regelung zur Einführung CO₂-differenzierter Mautsätze angekündigt.

Vor dem Hintergrund unseres Vorschlags zur Einführung einer Pkw-Maut sind solche Anhebungen und Ausdifferenzierungen grundsätzlich zu begrüßen. Sollen auch Autofahrer an der Finanzierung der Infrastruktur beteiligt werden, ist bei den Bepreisungsunterschieden zwischen Lkw und Pkw zu berücksichtigen, dass sowohl bei den Wegekosten als auch bei nahezu sämtlichen Arten externer Nutzungskosten die Belastung durch Lkw ungleich größer ist. Ähnliches gilt für die Unterscheidung zwischen leichten und schweren Lkw. Allerdings würde die Lkw-Maut auch nach dem neuen Gesetzentwurf immer noch nicht ihre vollen ökonomischen Lenkungspotenziale ausschöpfen. So wäre bei Einführung einer zumindest perspektivisch netzübergreifenden Pkw-Maut auch die Ausdehnung der Lkw-Maut über Bundesstraßen hinaus zu planen, um keine Ungleichbehandlung von Verkehrsmitteln zu erzeugen. Auch die im Gesetzentwurf unangetastet bleibende gegenwärtige Beschränkung auf Lkw mit mehr als 7,5 Tonnen zulässigem Gesamtgewicht ist kritisch zu sehen: Unsere Analyse hat deutlich gemacht, dass auch Lkw geringerer Gewichtsklasse bedeutende Beiträge zu den internen und externen Kosten des Straßenverkehrs leisten, die zudem größtenteils über die von Pkw hinausgehen. Gleiches gilt für die leichten Nutzfahrzeuge, d.h. Fahrzeuge zur Güterbeförderung mit weniger als 3,5 Tonnen zGG.⁶³ Daher sollte die Lkw-Maut perspektivisch auf sämtliche Formen von gewerblichen

⁶³ Eine solche Einbeziehung wäre gemäß angepasster EU-Wegekostenrichtlinie rechtlich erforderlich (siehe Abschnitt 4.2).

Nutzfahrzeugen ausgedehnt werden. Dem Prinzip der Verursachungsgerechtigkeit sollte dabei selbstverständlich über eine erweiterte Staffelung nach Gewichtsklassen Rechnung getragen werden.

Tab. 12: Tarifsystem der Lkw-Maut in Deutschland

Euro-Schadstoffklasse	Mautsatz-Anteil: Externe Kosten			Mautsatz-Anteil: Infrastruktur	Mautsatz
	Luftverschmutzung	Lärmbelästigung	Achsen- und Gewichtsklasse	Infrastruktur	
	(in € Cent/Fzkm)	(in € Cent/Fzkm)		(in € Cent/Fzkm)	(in € Cent/Fzkm)
Euro 6	1,2	0,2	7,5-11,99 t	6,5	7,9
			12-18 t	11,2	12,6
			>18 t bis 3 Achsen	15,5	16,9
			>18 t ab 4 Achsen	16,9	18,3
Euro 5, EEV 1	2,3	0,2	7,5-11,99 t	6,5	9,0
			12-18 t	11,2	13,7
			>18 t bis 3 Achsen	15,5	18,0
			>18 t ab 4 Achsen	16,9	19,4
Euro 4, Euro 3 + PMK 2	3,4	0,2	7,5-11,99 t	6,5	10,1
			12-18 t	11,2	14,8
			>18 t bis 3 Achsen	15,5	19,1
			>18 t ab 4 Achsen	16,9	20,5
Euro 3, Euro 2 + PMK 1	6,7	0,2	7,5-11,99 t	6,5	13,4
			12-18 t	11,2	18,1
			>18 t bis 3 Achsen	15,5	22,4
			>18 t ab 4 Achsen	16,9	23,8
Euro 2	7,8	0,2	7,5-11,99 t	6,5	14,5
			12-18 t	11,2	19,2
			>18 t bis 3 Achsen	15,5	23,5
			>18 t ab 4 Achsen	16,9	24,9
Euro 1, Euro 0	8,9	0,2	7,5-11,99 t	6,5	15,6
			12-18 t	11,2	20,3
			>18 t bis 3 Achsen	15,5	24,6
			>18 t ab 4 Achsen	16,9	26,0

Quelle: Toll Collect (2022)

Mit Blick auf die Berücksichtigung einzelner Kostenkomponenten macht der Gesetzesentwurf nicht von der Möglichkeit der Einbeziehung von Staugebühren in die bundesweite Maut Gebrauch. Dies deckt sich grundsätzlich mit unserem Ansatz, Entscheidungen über die Erhebung von Staugebühren auf die lokale Ebene zu delegieren. Nicht einbezogen wurden auch externe Kosten aus Unfällen sowie Flächenverbrauch und -zersplitterung. Deren allgemeine Einbeziehung sollte über zukünftige Veränderungen in den EU-Vorgaben angestrebt werden. Auf diese Weise könnte auch bei diesen Kostenarten den systematischen Unterschieden in den Kostenbeiträgen von Pkw und Lkw Rechnung getragen werden.

Basierend auf den in Abschnitt 4.2 dargestellten Kostenschätzungen würde die Einrechnung dieser beiden Komponenten sowie die Erhöhung des Lärmkostenbeitrags auf seine volle externe Kostenhöhe

die Mautsätze in Summe um etwa 10 € Cent / Fzkm⁶⁴ erhöhen. Gegenüber dem heutigen Niveau der Sätze entspräche dies klassenübergreifend einer Erhöhung von im Schnitt etwa 50 %, für leichtere LKW mit geringer Schadstoffemission etwa einer Verdoppelung. Basierend auf den gegenwärtigen Fahrleistungen und Einnahmehöhen (2021: 7,6 Mrd. Euro) wären damit kurzfristige Zusatzeinnahmen in einer Größenordnung von 3 bis 4 Mrd. Euro zu erwarten.⁶⁵ Die Einnahmeeffekte aus einer lokalen Erhebung von Staugebühren und der Einbeziehung des übrigen Streckennetzes in das Mautsystem dürften diesen Wert noch deutlich übertreffen. Auch hier gilt wie bei der Pkw-Maut, dass die Sätze zukünftig regelmäßig an das reale Ausmaß der Wegekosten und externen Kosten angepasst werden sollten.

Vor diesem Hintergrund sollte auch die grundsätzliche Befreiung von Fahrzeugen mit Elektroantrieb von der Lkw-Maut kritisch geprüft werden. Diese tragen zwar zu den bislang berücksichtigten externen Kosten aus Schadstoff- und Lärmemissionen nur geringfügig bei, sind aber (je nach Fahrzeugmaß) unter Umständen starke Kostentreiber. Im Bereich von Infrastrukturverschleiß und externen Flächenkosten. Angesichts des zukünftig zu erwartenden Wachstums dieses Antriebssegments wird auch finanzierungsseitig dessen Beitrag zunehmend systemrelevant. Bestehende Ausnahmeregelungen für Fahrzeuge zur Erbringung öffentlicher Dienstleistungen (Polizei, Feuerwehr, Zivil- und Katastrophenschutz etc.) könnten dagegen erhalten bleiben, da die entgangenen Beiträge hier nur als gering einzustufen sind.

Langfristig sollten in einem solchen Konzept Regelungen zu Pkw- und Lkw-Maut in einem übergreifenden Gesetzeswerk zur Gebührensatzung im Straßenverkehr verschmelzen, wie dies in einigen anderen EU-Ländern bereits heute der Fall ist.

6 Perspektiven für einen europäischen Weg

6.1 Bestehende Gebührensysteme in EU-Ländern

Das Prinzip, die Nutzung öffentlicher Straßen zu bepreisen, ist unter den EU-Ländern weit verbreitet. Am stärksten zeigt sich dies im Lkw-Segment, hier sind mittlerweile flächendeckend Gebührensysteme im EU-Raum verbreitet. Deren Charakter unterscheidet sich jedoch teilweise erheblich. Während Länder wie Deutschland, Frankreich und Polen auf nationale distanzabhängige Mautmodelle setzen, haben sich die Niederlande, Luxemburg, Dänemark und Schweden zu einem gemeinsamen Gebührenraum zusammengeschlossen, in dem zeitraumbezogen abgerechnet wird („Eurovignette“). Innerhalb der beiden Formen von Gebührensyste men zeigen sich z.T. erhebliche Länderunterschiede im Hinblick auf die durchschnittliche Gebührenhöhen und den Differenzierungsgrad der Bemessungsgrundlagen. Zum Teil handelt es sich um spezifische Gebührensyste me nur für Lkw, zum Teil um Bestandteile einer allgemeinen (nach Fahrzeugtypen gestaffelten) Straßennutzungsgebühr. Auch hinsichtlich der praktischen Erhebung differieren die Modelle. Während etwa in Deutschland die Mauterhebung bundesweit zentral zu einheitlichen Kostensätzen und mit *Toll Collect* über ein einzelnes Unternehmen organisiert ist, erfolgt in Frankreich die Mauterhebung durch regionale Konzessionäre. Als Folge ist dort auch die

⁶⁴ Externe Kosten Lärm: 3,94 € Cent / Fzkm; Unfälle: 5,43 € Cent / Fzkm; Flächenverbr. – u. zerschn.: 0,79 – 1,07 € Cent / Fzkm; Bei Vorliegen nach Gewichtsklasse differenzierter Schätzungen zu den Unfall- und Lärmkosten dürfte die Erhöhung für besonders schwere LKW noch deutlich größer ausfallen.

⁶⁵ Das auch zukünftige Ausbleiben massiver Verlagerungsreaktionen vorausgesetzt

Kilometergebühr regional stark nach Streckenabschnitten differenziert. Daneben existieren anders als in Deutschland aber auch gebührenfreie Abschnitte im Fernstraßennetz.⁶⁶

Noch größer erscheinen die Unterschiede im Pkw-Segment. Lediglich acht EU-Länder erheben gegenwärtig für Pkw bereits eine distanzabhängige Mautgebühr. In sieben EU-Ländern sind Vignettenmodelle im Einsatz. Die übrigen EU-Länder verlangen bislang noch keine Straßennutzungsgebühren von Pkw-Fahrern.⁶⁷ Zwischen den gebührenerhebenden Ländern zeigen sich bedeutende Divergenzen in den Aspekten der Netzabdeckung sowie der Fahrzeugmerkmale für die Gebührendifferenzierung (siehe Tabelle 13). Dies beeinträchtigt die Vergleichbarkeit der Gebührenbelastung. Damit einher gehen Unterschiede in der Erhebungstechnik. So findet unter den Ländern mit Mautgebühr die Distanz erfassung nur teilweise auf digitalem Wege statt. In vielen Ländern hat die Maut lediglich den Charakter einer festen Streckengebühr, was eine traditionelle Erhebung mit Kassenhäuschen ermöglicht. Die Höhe der Gebühren bezogen auf den einzelnen Streckenkilometer unterscheidet sich dabei mitunter deutlich zwischen den mautpflichtigen Strecken innerhalb eines Landes, entspricht also nicht dem von uns vorgeschlagenen Modell eines grundsätzlich streckenübergreifenden Mautsatzes. Auch besteht in Ländern mit teilweise in Privatbesitz befindlichem Fernstraßennetz mitunter ein Nebeneinander an öffentlichen und privaten Gebührensystemen, was die Transparenz zusätzlich erschwert. Als Gemeinsamkeit der bestehenden Systeme kann festgehalten werden, dass das Ziel der Deckung von Infrastrukturkosten als Motivation für die Gebührenerhebung dominiert: Externe Kosten spielen im Pkw-Segment bislang keine explizite Rolle. Auch unser Modell einer Ausweitung von Nutzungsgebühren über das Fernstraßennetz hinaus wird bislang nicht verfolgt.

Für den Vergleich der nationalen Einnahmesituation stehen lediglich Daten zur Höhe der Einnahmen aus Pkw- und Lkw-Maut insgesamt zur Verfügung. Die europäische Organisation der Mautbetreiber ASECAP hat zuletzt für 2020 die Jahreseinnahmen veröffentlicht (siehe Abbildung 9).⁶⁸ Frankreich konnte demnach mit seinem fahrzeugtypübergreifenden Mautsystem die höchsten Einnahmen (ca. 9 Milliarden Euro) generieren. Deutschland kam mit seiner Lkw-Maut auf 7 Milliarden Euro. Im Verhältnis zu ihrer Wirtschaftsleistung besonders hohe Einnahmen konnten Slowenien, Kroatien und Österreich generieren. Allgemein ist damit auch die wirtschaftliche Bedeutung der Mautsysteme in Europa als sehr unterschiedlich einzustufen.

⁶⁶ Bußgeldkatalog (2022). <https://www.bussgeldkatalog.org/maut-frankreich/>

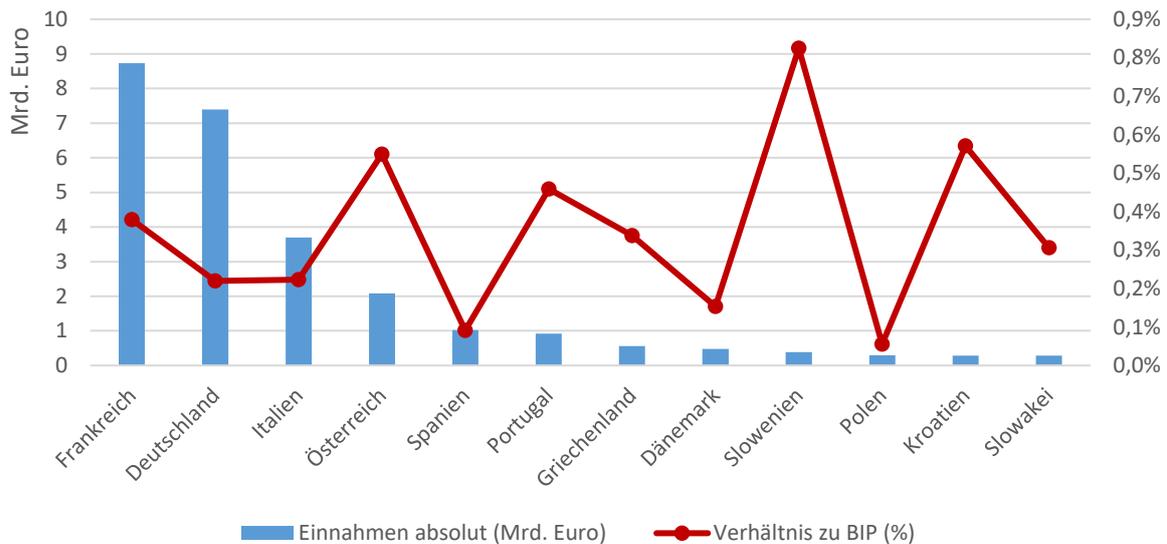
⁶⁷ ADAC (2022). <https://www.adac.de/reise-freizeit/maut-vignette/tipps/>

⁶⁸ ASECAP (2021). Statistical Bulletin 2021. Association Européenne des Concessionnaires d'Autoroutes et d'Ouvrages à Péage

Tab. 13: EU-Länder mit Straßennutzungsgebühren für Pkw

Land	System	Erfasste Strecken	Durchschnittliche Höhe	Differenziert nach
Bulgarien	Vignette	Alle Autobahnen und Nationalstraßen	7 Tage: ca. 8 €; 1 Jahr: ca. 50 €	Zeitraum
Frankreich	Maut	Großteil der Fernstraßen	Ca. 9 € Cent / Fzkm	Strecke, Fahrzeugklassen (fünf Klassen; differenziert nach Höhe, Achsenzahl und Gesamtgewicht)
Griechenland	Maut	Teile des Autobahnnetzes	Keine Schätzungen	Strecke, Fahrzeugklassen (vier Klassen; differenziert nach Höhe und Achsenzahl)
Irland	Maut	Teile des Autobahnnetzes	Keine Schätzungen	Strecke
Italien	Teilw. Maut; teilw. Vignette	Gesamtes Autobahnnetz	Ca. 7 € Cent / Fzkm	Strecke, Fahrzeugklassen (fünf Klassen; differenziert nach Höhe und Achsenzahl)
Kroatien	Maut	Gesamtes Autobahnnetz	Keine Schätzungen	Strecke; Fahrzeugklassen (vier Klassen; differenziert nach Höhe und Achsenzahl)
Österreich	Vignette	Großteil des Autobahn- und Schnellstraßennetzes	10 Tage: 9,50 €; 1 Jahr: 93,80 €	Zeitraum
Polen	Maut	Großteil des Autobahnnetzes	Keine Schätzungen	Strecke, Fahrzeugklassen (fünf Klassen; differenziert nach Achsenzahl und Anhänger)
Portugal	Maut	Großteil des Autobahnnetzes	Keine Schätzungen	Strecke; Fahrzeugklassen (vier Klassen; differenziert nach Höhe und Achsenzahl)
Rumänien	Vignette	Gesamtes Autobahnnetz	7 Tage: ca. 8 €; 1 Jahr: ca. 7 Tage: ca. 3 €; 1 Jahr: 28 €	Zeitraum
Slowakei	Vignette	Großteil des Autobahn- und Schnellstraßennetzes	10 Tage: 10 €; 1 Jahr: 50 €	Zeitraum
Slowenien	Vignette	Gesamtes Autobahn- und Schnellstraßennetz	7 Tage: 15 - 30 €; 1 Jahr: 110 - 220 €	Zeitraum; Fahrzeugklassen (zwei Klassen; differenziert nach Höhe)
Spanien	Maut	Teile des Autobahnnetzes	Keine Schätzungen	Strecke; Fahrzeugklassen (drei Klassen; differenziert nach Achsenzahl)
Tschechien	Vignette	Gesamtes Autobahn- und Schnellstraßennetz	10 Tage: ca. 12 €; 1 Jahr: ca. 58 €	Zeitraum
Ungarn	Vignette	Großteil des Autobahn- und Schnellstraßennetzes	10 Tage: ca. 10 €; 1 Jahr: ca. 122 €	Zeitraum

Quellen: ADAC (2022); AVD (2022); Bußgeldkatalog (2022); Nicht betrachtet: Sondergebühren für einzelne Infrastrukturelemente (Tunnel, Brücken)

Abb. 9: Mauteinnahmen in EU-Ländern in 2020

Quellen: ASECAP (2021); Eurostat (2022); Eigene Berechnungen.

6.2 Potenziale für ein EU-weites Mautsystem

Der europäische Binnenmarkt mit seinen vier Grundfreiheiten ist längst weit mehr als nur ein Motor für Wirtschaftswachstum, er ist Teil unserer sozialen DNA. Ganz natürlich überqueren wir in unserem privaten wie beruflichen Leben Landesgrenzen, die teilweise bis vor nicht allzu langer Zeit noch massive Barrieren darstellten. Die Lockdown-Maßnahmen während der ersten COVID-Welle mit ihren zeitweisen Grenzsicherungen haben uns vor Augen geführt, mit welcher Selbstverständlichkeit wir bisher diese ungeheuren Möglichkeiten als Grundlage für unsere Lebensgestaltung hingenommen haben. Umso befremdlicher erscheint es, das gerade auf dem europäischen Straßennetz, der wohl wichtigsten Verbindungsader Europas, nach wie vor derart unterschiedliche Gebührenregime herrschen.

Die jüngsten gesetzgeberischen Entwicklungen auf der EU-Ebene lassen nicht erwarten, dass sich daran auf absehbare Zeit etwas ändern wird. Zwar stehen wir im Hinblick auf die Kosten des CO₂-Ausstoßes im Straßenverkehr vor der Einführung eines gesamteuropäischen Zertifikatemarktes, bei anderen Kostenkomponenten sind wir von Vereinheitlichung jedoch noch weit entfernt. Im Gegenteil, die jüngsten Anpassungen der Wegekostenrichtlinie (siehe Abschnitt 4.2) erzeugen über weitere Flexibilitäten in der Berechnung von Mautgebühren potenziell noch mehr Zentrifugalkräfte für die Gebührengestaltung. Den EU-Ländern steht es frei, ob und wenn welche der drei von der EU definierten externen Kostenkomponenten sie in die Berechnung des Mautsatzes einfließen lassen. Statt verbindlicher Grenzwerte je Kostenkomponente für einzelne Fahrzeugtypen werden auf EU-Ebene nur noch Richtwerte vorgegeben. Zudem gilt für den Pkw-Bereich nach wie vor, dass es im freien Ermessen der Länder liegt, ob sie Maut- oder Vignettensysteme betreiben und welche Streckenabschnitte einer Gebührenerhebung unterliegen.

Ökonomische Vorteile eines EU-weit einheitlichen Systems lägen zum einen im technischen Bereich. Zwar sind mit dem EETS die rechtlichen Voraussetzungen für einen europäischen Markt für Erfassungsgeräte geschaffen (siehe Abschnitt 4.1). Ein Nebeneinander an unterschiedlichen nationalen Systemen mit ihren spezifischen Informationsanforderungen erzeugt jedoch zusätzliche Anpassungskosten für länderübergreifend agierende Hersteller. In einem europaweiten System mit einheitlichen

Anforderungen könnten die Hersteller schneller Effizienzvorteile durch höhere Stückzahlen erzielen. Für die Mautzahler schafft die Vereinheitlichung mehr Transparenz über die Gebührenbelastung im grenzüberschreitenden Verkehr, Informationskosten sinken und die Planbarkeit steigt. Zudem würden für die öffentliche Verwaltung auch die administrativen Kosten der Mauterhebung sinken. Es wäre dann nicht mehr notwendig, separat auf Länderebene aufwendige Messungen und Gutachten zur Bestimmung der Höhe von Infrastruktur- und Umweltkosten in Auftrag zu geben, die Messung könnte zentral europaweit organisiert werden.

Ein solches EU-weites System liefert wohlgerne kein Argument für einen länderübergreifend einheitlichen Mautsatz. Denn trotz aller EU-Investitionen in die Infrastruktur rückständiger Regionen sind Qualitätsunterschiede im EU-Straßennetz nach wie vor präsent, vor allem abseits der Fernstraßen. Auch externe Kosten des Verkehrs können je nach Geografie und Besiedlungsdichte eines Landes eine unterschiedliche Rolle spielen. Diesen Unterschieden bei der Mauthöhe Rechnung zu tragen, ist nicht nur im Sinne der Lenkungswirkung auf das Fahrverhalten. Es sichert auch Anreize für nationale Anstrengungen zu Ausbau und Erhalt des europäischen Straßennetzes, indem sich heutige Investitionen über höhere zukünftige Mauteinnahmen rentieren.

Vereinheitlichung sollte vielmehr heißen, dass europaweit ein einheitliches System zur Bestimmung des Mautsatzes zur Anwendung kommt, ohne Kann-Regeln und Schlupflöcher bei der Einbeziehung und Differenzierung von Kostenkomponenten. Ursache von unterschiedlichen Mautbelastungen sind dann nicht mehr diskretionäre Entscheidungen der nationalen Politik, sondern reale Kostenunterschiede. Die Einführung einer verursachungsgerechten Pkw-Maut in Deutschland kann einen sinnvollen Zwischenschritt auf diesem Weg darstellen. Vorhandene Ungleichgewichte in den Belastungen zu den großen Nachbarländern werden so unmittelbar abgebaut. Durch Deutschlands Rolle als zentrales Transitland strahlen die hier gesammelten Erfahrungen auch schnell europaweit aus. Ein erfolgreich getestetes Erhebungssystem könnte dann zu vertretbaren Kosten auf die europäische Ebene ausgeweitet werden.

7 Fazit

Eine Antwort auf die zukünftigen Herausforderungen des Verkehrssystems kann nur in einem Systemwechsel bei der Infrastrukturfinanzierung bestehen. Die Einführung eines strecken- und fahrzeugtypübergreifenden Gebührensystems ist aus mehreren Perspektiven geboten. Zum einen stellt die Gebührenerhebung für die Straßennutzung eine angemessene Entlohnung für den Nutzen dar, den die Befriedigung des Grundbedürfnisses an Mobilität durch öffentliche Infrastruktur mit sich bringt. Zum anderen kann sie aus finanzieller Perspektive zur Beseitigung des Investitionsstaus beitragen und die Folgen zukünftig sinkender Energiesteuereinnahmen abfedern. Voraussetzung ist ein streng an ökonomischen Prinzipien ausgerichtetes Gebührensystem. Wir betrachten drei solcher Prinzipien als zentral für eine zukunftssichere Finanzierung: Ausgabendeckung, Verursachungsgerechtigkeit und ökonomische Lenkungswirkung. Alle drei Prinzipien sind optimal im Modell einer distanzabhängigen Maut vereint, deren Mautsatz neben den Infrastrukturkosten auch die externen Kosten des Kraftfahrzeugverkehrs einbezieht und zugleich verursachungsbezogen nach Fahrzeugtypen und sonstigen relevanten Faktoren differenziert. Die Maut sollte perspektivisch möglichst auf die Nutzung des gesamten öffentlichen Straßennetzes erhoben werden, um die regionalen Gebietskörperschaften direkt an den Einnahmen partizipieren zu lassen und unerwünschte Ausweicheffekte zu minimieren.

Für das Pkw-Segment impliziert das die erstmalige Einführung eines allgemeinen Mautsystems in Deutschland, wie es bereits seit geraumer Zeit Gegenstand der Diskussion ist. Mit dem von der vorherigen Bundesregierung angestrebtem Modell einer einseitig auf die Belastung ausländischer Fahrzeughalter ausgerichteten Vignette hat unser Konzept jedoch nichts zu tun. Für das Segment der Lkw ergibt sich die Forderung, die Berechnungsgrundlage der bestehenden Lkw-Maut um die Einbeziehung weiterer relevanter Arten externer Kosten (insb. Unfall- und Staukosten) zu erweitern, sowie auch leichtere Lkw und sonstige Nutzfahrzeuge entsprechend ihrer Kostenbeiträge in das Tarifschema einzubeziehen. Langfristig sollten die Regelungen zu Pkw- und Lkw-Maut zu einem übergreifenden Gesetzeswerk verschmelzen, indem jede Fahrzeugklasse gemäß der von ihr real verursachten Kosten zur Finanzierung herangezogen wird.

Unsere exemplarischen Rechnungen zeigen, dass die staatlichen Einnahmepotenziale allein aus der Pkw-Maut auch bei Berücksichtigung von Ausweichreaktionen beträchtlich sind. Die technologische Entwicklung im Bereich satellitengestützter Lokalisierung stellt die praktische Umsetzbarkeit eines solchen Systems schon heute sicher. Eine organisatorische Trennung von Datenerfassung und Mauterhebung kann zugleich helfen, Datenschutzprobleme des Erhebungssystems zu minimieren. Ein erfolgreich in Deutschland implementiertes System kann auch mittelfristig dazu beitragen, der sinnvollen Idee eines EU-weit einheitlichen Mautsystems zur Umsetzung zu verhelfen, sofern europäische Konvergenzbestrebungen im Rahmen der Wegekostenrichtlinie zukünftig konsequenter betrieben werden.

Das politische Klima für die Einführung einer Pkw-Maut ist gegenwärtig angesichts hoher Kraftstoffpreise und Marktunsicherheiten zweifellos nicht günstig. Die Politik kann es sich dennoch gerade jetzt nicht leisten, auf diesem Feld untätig zu bleiben. Denn anhaltend hohe Treibstoffpreise dürften den unvermeidlichen Transformationsprozess in Richtung strombasierter Mobilität noch beschleunigen, damit noch schneller zu Verlusten an Steuereinnahmen führen. Zur Qualitätssicherung für unser Straßennetz sind deshalb schon heute die Weichen Richtung Maut zu stellen. Die Einbeziehung externer Kosten ist dabei ein entscheidender Schlüssel für die gesellschaftliche Akzeptanz: Indem auf diese Weise Überschusseinnahmen gegenüber den rein infrastrukturseitigen Bedarfen generiert werden, stehen zusätzliche Mittel für die Kompensation von durch hohe Energiepreise belastete private Haushalte bereit.



Autor:

Dr. André Wolf, Fachbereichsleiter

wolf@cep.eu

Centrum für Europäische Politik FREIBURG | BERLIN

Kaiser-Joseph-Straße 266 | D-79098 Freiburg

Schiffbauerdamm 40 Raum 4205/06 | D-10117 Berlin

Tel. + 49 761 38693-0

Das **Centrum für Europäische Politik** FREIBURG | BERLIN, das **Centre de Politique Européenne** PARIS, und das **Centro Politiche Europee** ROMA bilden das **Centres for European Policy Network** FREIBURG | BERLIN | PARIS | ROMA.

Das gemeinnützige Centrum für Europäische Politik analysiert und bewertet die Politik der Europäischen Union unabhängig von Partikular- und parteipolitischen Interessen in grundsätzlich integrationsfreundlicher Ausrichtung und auf Basis der ordnungspolitischen Grundsätze einer freiheitlichen und marktwirtschaftlichen Ordnung.