



Instrumente für den Pkw-Bestand

Hintergrundpapier zu Studien, Szenarien,
Instrumenten und Quantifizierung

Arbeitspapier

Im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitung des
Expertenbeirats für Klimaschutz in der Mobilität (EKM)

Karlsruhe, 5. Februar 2024

**M-Five GmbH Mobility, Futures,
Innovation, Economics**

Bahnhofstr. 46

76137 Karlsruhe, Germany

<https://www.m-five.de/>

Dr. Wolfgang Schade

Phone: +49 721 824 818 90

Fax: +49 721 824 818 91

Wolfgang.schade@m-five.de

Autorinnen und Autoren des Arbeitspapiers:

M-Five GmbH Mobility, Futures, Innovation,
Economics (M-Five)

Ines Haug, Daniel Berthold, Dr. Wolfgang Schade

PTV Transport Consult GmbH (PTV TC)

Dr. Alexander Dahl, Dr. Volker Waßmuth

Fraunhofer Institut für System- und
Innovationsforschung (ISI)

Dr. Michael Krail

BBG und Partner, Rechtsanwälte (BBG)

Heike Gading, Dr. Christoph Meitz

**Vorgeschlagene Zitierweise des
Arbeitspapiers:**

Haug I., Berthold D., Dahl A., Gading H., Krail M.,
Meitz C., Schade W., Waßmuth V. (2024):
Instrumente für den Pkw-Bestand.
Hintergrundpapier für die Arbeiten des EKM in
2024.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	8
1 Einleitung.....	10
2 Analyse und Prognose des Pkw-Bestands in Deutschland	11
2.1 Pkw-Bestand und Fahrleistung nach Fahrzeugalter	11
2.2 Treibhausgas-Emissionen nach Fahrzeugalter	13
2.3 Wertverlust und TCO nach Fahrzeugalter	16
3 Grundsätzliche Wirkprinzipien.....	19
3.1 Pkw-Bestand und Fahrleistung	19
3.2 Alternativen zu Verbrenner-Pkw	19
3.2.1 Gebrauchte Elektro-Pkw	20
3.2.2 Umstieg auf ÖPNV, Car- und Ride-Sharing	21
3.3 Komforteinbußen von Verbrenner-Pkw	21
3.4 Beeinflussung von Restwerten.....	22
4 Instrumente zur Reduktion des Pkw-Bestands.....	24
4.1 Gebrauchtwagenmarkt.....	24
4.2 Verschrottung	25
4.3 Umrüstung.....	28
4.4 Kfz-Steuer.....	30
4.5 H-Kennzeichen	32
4.6 Rechtliche Grenzen und Möglichkeiten.....	34
5 Instrumente zur Reduktion der Fahrleistung	37
5.1 Parkraum-Management	37
5.2 City Maut	45
5.3 Emissionsfreie Zonen	50
5.4 Rechtliche Einordnung der Instrumente	53
6 Instrumente zur Steigerung der Effizienz im Betrieb	61
6.1 Verflüssigung des Verkehrs	61
6.2 Energetische Optimierung der Geschwindigkeiten.....	63
6.3 Erhöhung der Besetzungsgrade	65
7 Referenzen.....	72

Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 1:	Pkw-Bestand nach Alter, 2022.....	12
Abbildung 2:	Fahrleistung nach Alter für Diesel und Benzin	12
Abbildung 3:	Emissionen nach Pkw-Alter, 2020 und 2030.....	13
Abbildung 4:	Emissionen nach Pkw-Alter, 2025-2050.....	14
Abbildung 5:	Fahrzeug- und Energiekosten in Euro pro Jahr, Mittelklasse	17
Abbildung 6:	Angebot an gebrauchten BEV, nach Altersgruppe	20
Abbildung 7:	Zufahrtsbeschränkungen im nördlichen Europa.....	51
Abbildung 8:	Emissionszonen in London, Paris und dessen Umland.....	52
Abbildung 9:	CO ₂ -Emissionsfaktoren auf Hauptverkehrsstraßen (Agglomeration) bei Tempo 30 und Tempo 50 (Flotte für Deutschland, Jahr 2020)	64
Abbildung 10:	Befragungsergebnisse zur Nutzung von plattformbasierten Carpooling-Angeboten in 2018 (Eurostat 2023)	67

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1:	Pkw-Altersgruppen im Vergleich	15
Tabelle 2:	Durchschnittliche Preise von gebrauchten BEV	21
Tabelle 3:	Übersicht verschiedener Parkraummanagement-Instrumente und ihrer empirisch untersuchten Wirkungen	43
Tabelle 4:	Auswahl von Mautsystemen in Europa	46
Tabelle 5:	Empirische gemessene Elastizitäten von Maut Projekten	49

Verzeichnis der Abkürzungen

BEV	Battery-electric-vehicle, vollelektrischer Pkw
BAST	Bundesanstalt für Straßenwesen
CO₂	Kohlendioxid
CO₂eq.	Alle Treibhaus-wirksamen Emissionen umgerechnet auf die Wirkung einer vergleichbaren CO ₂ Emissionsmenge
e-Fuels	Strombasierte synthetische Kraftstoffe
HBEFA	Handbuch für Emissionsfaktoren
KBA	Kraftfahrtbundesamt
Kfz	Kraftfahrzeug
LEZ	Low emissions zone, Niedrigemissionszone
Mt	Megatonnen, Millionen Tonnen
NO_x, NO₂	Stickoxide, Stickstoffdioxid
NPM	Nationale Plattform Mobilität der Zukunft
ÖPNV	Öffentlicher Personen-Nahverkehr
ÖV	Öffentlicher Verkehr
Pkw	Personenkraftwagen
PM	Particulate matter, Fein- und Feinststaub
StVO	Straßenverkehrsordnung
TCO	Total-cost-of-ownership, Gesamtbetriebskosten
TfL	Transport for London
THG	Treibhausgas-Emissionen (äquivalent zum Begriff CO ₂ eq.)
UBA	Umweltbundesamt
ZEZ	Zero emission zones, Null-Emissionszone

Zusammenfassung

Die THG-Emissionen der Bestandsflotte werden aktuell von jungen Pkw dominiert. Diese weisen größere Kohorten und höhere Fahrleistungen auf, so dass sie einen Großteil der gesamten Pkw-Fahrleistung ausmachen. Zukünftig wird sich kontinuierlich der Schwerpunkt der Emissionen auf ältere Kohorten verschieben, da zunächst die jüngeren Kohorten elektrifiziert werden. Gewissermaßen werden die Emissionen der jüngeren Kohorten sukzessive durch den Antriebswechsel, also Entwicklungen der Neuzulassungen, reduziert. Für ältere Kohorten der Bestandsflotten werden daher zusätzliche Instrumente benötigt.

Bei den Betriebskosten vergrößert sich mit der Zeit die Differenz von BEV gegenüber Verbrenner-Pkw auch in den Gebrauchtwagenmärkten, insbesondere durch steigende CO₂-Preise und günstigere BEV-Modelle. Die Entwicklung des Gebrauchtwagenmarktes hängt maßgeblich von den Neuzulassungen ab: Je mehr BEV in den nächsten Jahren zugelassen werden, desto mehr werden einige Jahre später als Gebrauchtwagen zur Verfügung stehen. Diese Gebrauchtwagen werden zusammen mit einem attraktiven Angebot von ÖPNV, Car- und Ride-Sharing wichtige Voraussetzungen für eine effektive und sozialverträgliche Verkehrswende sein. Je besser und günstiger diese Alternativen sind, desto leichter können auch Personen mit niedrigen Einkommen von alten Verbrenner-Pkw umsteigen.

Pkw werden zunehmend älter. Das Durchschnittsalter steigt stetig, etwa 20 Prozent des Bestands sind über 15 Jahre alt und die Zahl der Pkw ab 30 Jahren wächst schnell. Die jüngeren verbleibenden Verbrenner-Pkw haben dagegen noch deutlich höhere Fahrleistungen. Hier könnte man mit verschiedenen Instrumenten ansetzen, die in diesem Bericht beschrieben werden. Für jedes der genannten Instrumente gibt es in den Kapiteln 4 bis 6 einen Abschnitt.

- Transaktionen des Gebrauchtwagenmarkts können durch eine CO₂-emissionsabhängige Gebühr für Registrierung und Ummeldung von gebrauchten Pkw beeinflusst werden.
- Varianten der Abwrackprämie könnten dazu beitragen, alte Verbrenner-Pkw durch neue oder gebrauchte BEV zu ersetzen.
- Durch Umrüstung könnte der Verbrenner-Bestand direkt zu BEV umgebaut werden – allerdings fehlen bisher wirtschaftliche Angebote.
- Eine Reform der Kfz-Steuer könnte Bestandsfahrzeuge in Steuersätze der Reform von 2021 integrieren und somit Anreize auch auf ältere Pkw wirken lassen.
- Eine Reform des H-Kennzeichens würde verhindern, dass eine stark steigende Zahl von Pkw über 30 Jahren Alter Ausnahmen von Umweltzonen genießt und alltäglich genutzte Pkw in die Wirkung hier genannter Anreiz-Instrumente einbeziehen.
- Parkraummanagement in Form von Bewirtschaftung und Verknappung kann zur Verringerung von Fahrleistung, Verlagerung sowie in geringerem Maße zur Reduktion des Pkw-Bestands beitragen.
- City-Maut wird ebenfalls Fahrleistung reduzieren und den Umstieg auf den ÖV fördern.

- Emissionsfreie Zonen fördern insbesondere die Elektromobilität und wirken ähnlich wie eine City-Maut mit sehr hohen Sätzen.
- Die Verflüssigung des Verkehrs kann durch umweltsensitive Verkehrssteuerung und Förderung fahrzeugseitiger Ausrüstung verbessert werden.
- Regulierung der Geschwindigkeiten (generell oder dynamisch) kann zu weiterer energetischer Optimierung des Straßenverkehrs führen.
- Besetzungsgrade können durch Förderung von Ridepooling- und Carpooling-Angeboten im betrieblichen Mobilitätsmanagement erhöht werden

Die Abgrenzung der Wirkungsbereiche dieser Instrumente ist nicht immer eindeutig. Insbesondere wirken die Instrumente, die auf die Fahrleistung abzielen, auch auf den Bestand. Einige der Bestandsinstrumente (Kapitel 4) wie H-Kennzeichen und Umrüstung können dagegen auch einen Einfluss auf die Fahrleistung haben. Erhöhte Besetzungsgrade können Fahrleistung reduzieren.

Car- und Ride-Sharing können als Querschnittsthemen gesehen werden. Zusammen mit ÖV, Fahrrad- und Fußverkehr sowie Antriebswechsel sind sie Alternativen für den Klimaschutz in den Bestandsflotten. Sie werden durch einige Instrumente in diesem Bericht direkt oder indirekt adressiert.

1 Einleitung

Der Pkw-Bestand in Deutschland wird heute und auch in 2030 von Verbrenner-Pkw dominiert. Selbst wenn mit 15 Mio. vollelektrischen PKW in 2030 im Pkw-Bestand das politische Elektrifizierungsziel erreicht wird, verbleiben noch mehr als zwei Drittel Verbrenner. Auch bis 2040 und danach werden noch mehrere Millionen Verbrenner-Pkw im Bestand erwartet und entsprechend durch Ihre Nutzung Treibhausgas-Emissionen (THG) verursachen. Deshalb ist es wichtig, Instrumente zur Verringerung dieser THG-Emission zu untersuchen, um auch in der Bestandsflotte eine THG-Reduktion zu ermöglichen und einen Beitrag zur Erreichung der Klimaziele zu generieren. Der Fokus dieses Arbeitspapiers ist somit auf den Bestand an Verbrenner-PKW in Deutschland gerichtet.

In der Analyse werden drei Arten von Instrumenten betrachtet, die sich in ihren Ansatzpunkten innerhalb des Bestandes unterscheiden. Diese sind:

- Instrumente die den Bestand an Verbrenner-Pkw reduzieren und über die geringere Verfügbarkeit von Verbrennern zu verringerter Verbrenner-Fahrleistung und THG-Emission führen.
- Instrumente zur Verringerung der Laufleistung der verfügbaren Verbrenner-Pkw und damit der Fahrleistung der gesamten Verbrenner-Flotte. Diese Instrumente sind oft ebenfalls wirksam für das Handlungsfeld „Verlagerung“, welches hier nicht im Vordergrund steht und in einem weiteren Arbeitspapier analysiert werden wird.
- Instrumente zur Steigerung der Effizienz von Verbrenner-Pkw im Betrieb. Diese Instrumente können Rebound-Effekte auslösen, die zu mehr Pkw-Verkehr führen. Sofern diese auch Rückverlagerungen beinhalten gilt auch hier, dass die Verlagerungseffekte in einem weiteren Arbeitspapier analysiert werden.

Die drei Arten von Instrumenten sind nicht trennscharf (bspw. ist eine Effizienzsteigerung durch Erhöhung der Besetzungsgrade auch wirksam bei der Reduktion von Fahrleistungen). Auf die Überlappung mit den separaten Analysen zur Verlagerung auf umweltfreundlichere Verkehrsmittel wurde bereits hingewiesen.

Die Bereiche zur Reduktion des Bestandes und zur Verringerung der Laufleistungen werden jeweils ergänzt durch eine rechtliche Einordnung der Instrumente.

Das Arbeitspapier gliedert sich in drei Haupt-Abschnitte: (1) einer Darstellung des heutigen und zukünftigen Pkw-Bestandes mit Fokus auf Verbrenner-Pkw, (2) der Erläuterung von grundsätzlichen Wirkprinzipien auf die Flotte der Verbrenner-Pkw, und (3) eine jeweils separate Analyse der Arten von Instrumenten nach den drei Ansatzpunkten Anzahl, Laufleistung und Effizienz. Für diese Instrumente werden aus Literaturquellen die aus bisherigen Arbeiten des EKM für Instrumente als wichtig erachteten Parameter wie Wirkungen, Kostenträger, Vor- und Nachteile beschrieben.

2 Analyse und Prognose des Pkw-Bestands in Deutschland

2.1 Pkw-Bestand und Fahrleistung nach Fahrzeugalter

Für die Analyse der Pkw-Bestandsflotte sind vor allem die Verteilung der Pkw nach Alterskohorte, Fahrleistung und Emissionen nach Fahrzeugalter relevant. Aus diesen Daten lässt sich die Verteilung der CO₂-Emissionen nach Alterskohorte und somit eine Priorisierung für Instrumente ableiten. Grundsätzlich sind die absoluten CO₂-Emissionen zur Zeit in den jungen Jahrgängen am stärksten und wandern mit fortschreitendem Antriebswechsel immer weiter zu älteren Fahrzeugen.

- Der **Pkw-Bestand** ist am höchsten in den jungen Jahrgängen und nimmt mit der Zeit durch den Export gebrauchter Fahrzeuge und Verschrottung ab.
- Auch die **Jahresfahrleistung** ist bei neuen Pkw deutlich höher, insbesondere weil gewerblich genutzte Fahrzeuge mit sehr hohen Fahrleistungen überwiegend null bis drei Jahre alt sind. Aber auch neue private Pkw haben höhere Jahresfahrleistungen und werden deutlich mehr gefahren als ältere.
- Die **Emissionen** pro gefahrenem Kilometer sind für ältere Pkw bis etwa Baujahr 2005¹ etwas höher als für neue Pkw.

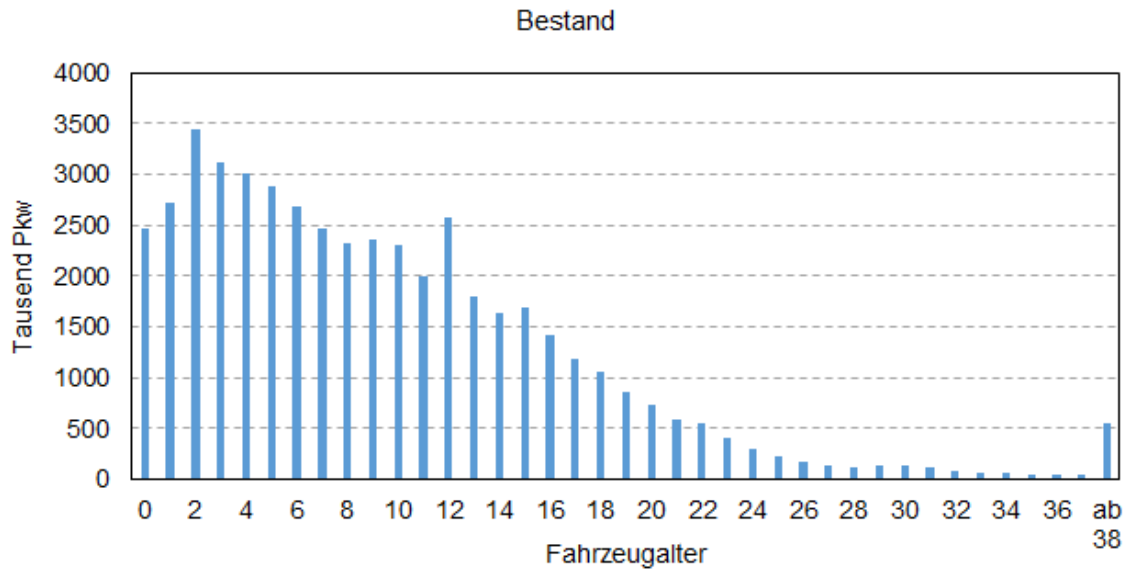
Die Altersgruppen unterscheiden sich deutlich stärker durch die ersten beiden als durch den dritten Faktor.

Im Pkw-Bestand sind die jungen Kohorten am stärksten. Ein Jahrgang entspricht zunächst den Neuzulassungen und wird dann durch den Export-Verkauf ins Ausland und Verschrottung stetig kleiner. Ab einem Alter von etwa 15 Jahren nehmen die Verschrottungen deutlich zu, so dass die in der Bestandsflotte verbleibenden Jahrgänge danach deutlich kleiner werden. Insgesamt geht der Trend zu älteren Flotten. Gründe dafür sind bessere Qualität und Haltbarkeit, sowie in den letzten zwei Jahren steigende Preise bei Neu- und Gebrauchtwagen und geringere Verfügbarkeit. Das Durchschnittsalter ist von 7,4 Jahren im Jahr 2003 auf 10,1 Jahre im Jahr 2022 angestiegen (KBA FZ15, 2022).

In der aktuellen Verteilung fallen vor allem zwei Besonderheiten auf (Abbildung 1): Die Jahrgänge 0 bis unter 2 sind durch die Pandemie deutlich kleiner als üblich (sie wären sonst die größten). Der Jahrgang 2009 (12 bis unter 13 Jahre) ist durch die an einen Neukauf gekoppelte Abwrackprämie etwas größer als die umliegenden Jahrgänge, während der Jahrgang danach (links davon in der Abbildung 1) entsprechend etwas kleiner ausgefallen ist.

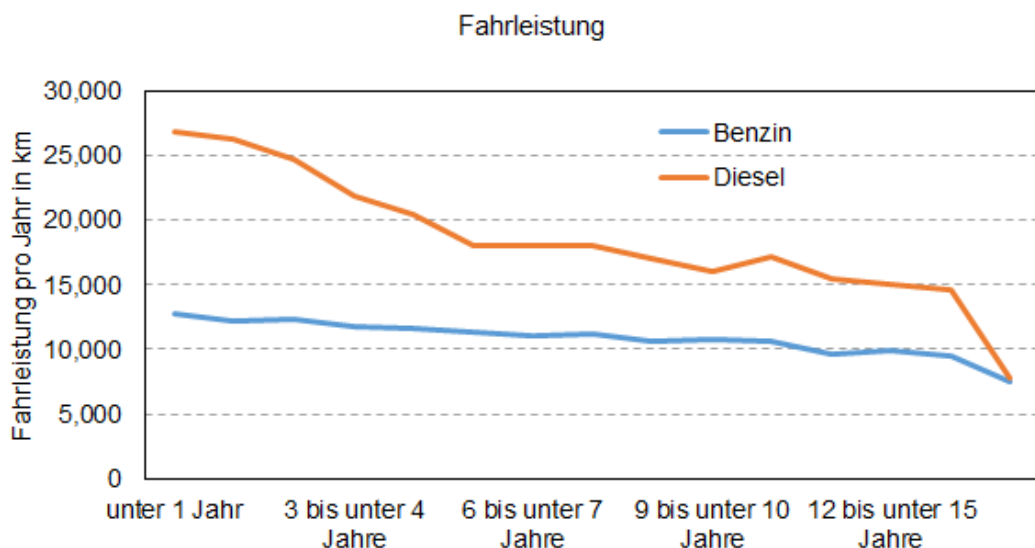
¹ Zumindest bei Modellen wie Golf ist nachgewiesen, dass die 1990er Modelle effizienter waren als die ersten 2000er Modelle. Gründe dafür sind schwerer werdende Pkw, mehr PS, fehlende Effizienz- oder CO₂-Regulierung. Erst mit der sich abzeichnenden CO₂-Regulierung wurden neuere Pkw wieder effizienter als vorhergehende Jahrgänge.

Abbildung 1: Pkw-Bestand nach Alter, 2022



Die Fahrleistung ist bei jungen Pkw besonders hoch - und hier insbesondere bei Diesel-Pkw (Abbildung 2). Der reduzierte Energiesteuersatz für Dieseldieselkraftstoff macht diese für Vielfahrer wirtschaftlich besonders attraktiv. Auch bei älteren Gebrauchten haben Diesel-Fahrzeuge deutlich höhere Fahrleistungen, mit Ausnahme der ältesten Gruppe.

Abbildung 2: Fahrleistung nach Alter für Diesel und Benzin

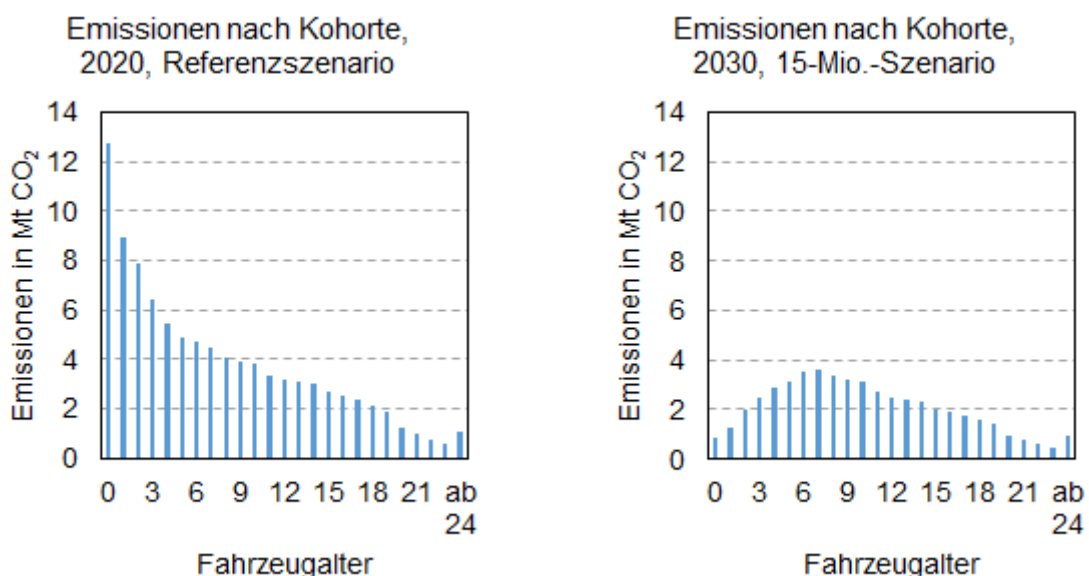


2.2 Treibhausgas-Emissionen nach Fahrzeugalter

Die Betrachtung der Emissionen nach Fahrzeugalter zeigt einen sich mit der Zeit verschiebenden Schwerpunkt - von jungen zu älteren Fahrzeugen. Dieser Prozess wird vor allem durch die zunehmende Durchdringung der Fahrzeugflotte mit Elektrofahrzeugen getrieben. Je nach Schwerpunkt der Emissionen kann dann eine Priorisierung getroffen werden: Welche Altersgruppen sollten im Fokus der Klimaschutzbemühungen stehen? Und welche Instrumente sind für diese Gruppen am besten geeignet? Instrumente können sich deutlich nach Altersgruppen unterscheiden. Zum Beispiel sind Abwrackprämien eher bei älteren Fahrzeugen sinnvoll,² während auf Fahrleistung orientierte Instrumente vermutlich stärker auf jüngere Fahrzeuge wirken (durch deren hohen Anteil an der gesamten Fahrleistung).

Die Emissionen in den einzelnen Jahren ergeben sich aus den jeweiligen Beständen und Fahrleistungen pro Alterskohorte, dargestellt für 2020 und 2030 aus ASTRA-Modellergebnissen in Abbildung 3. Die großen Bestände und hohen Fahrleistungen der jüngsten Pkw führen dazu, dass die Emissionen bei diesen Pkw im Jahr 2020 die der älteren Jahrgänge deutlich übertreffen. Im Jahr 2030 ergibt sich ein anderes Bild: Der Antriebswechsel reduziert die Emissionen der jungen Pkw deutlich. Bei älteren Pkw erfolgt diese Transformation verzögert, so dass die Emissionen älterer Pkw zunächst wenig bis gar nicht durch den Antriebswechsel betroffen sind. Der rechte Teil der Diagramme in Abbildung 3 verändert sich entsprechend weniger stark als der linke.

Abbildung 3: Emissionen nach Pkw-Alter, 2020 und 2030

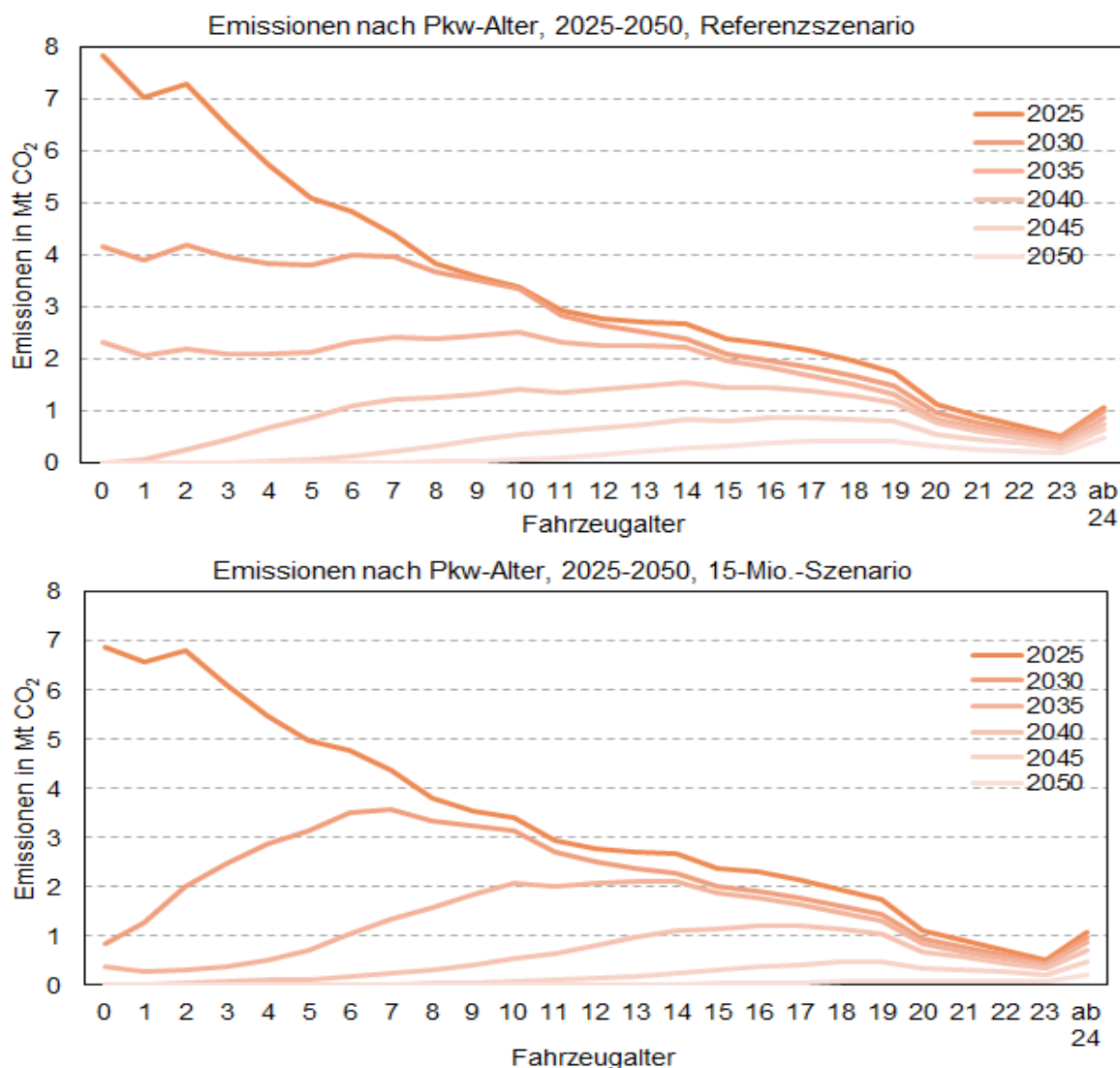


Quelle: M-Five, ASTRA-2023, REF-2050

² Aus Gründen der Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit ist eine Verschrottung relativ junger Pkw nicht sinnvoll.

Abbildung 4 zeigt die Entwicklung der Emissionen über einen längeren Zeitraum. Die helleren Linien liegen weiter in der Zukunft. Insgesamt ergibt sich das Bild, dass die Emissionen für alle Altersgruppen mit der Zeit stetig sinken. Da diese Entwicklung überwiegend durch den Antriebswechsel vorangetrieben wird, sind die Reduktionen in den jungen Jahrgängen am stärksten. Die Emissionen der älteren Jahrgänge reagieren deutlich weniger stark, bzw. verzögert, so dass der Schwerpunkt der Emissionen mit der Zeit zu älteren Fahrzeugen wandert. Aktuell dominieren junge Pkw die Emissionen durch ihre hohen Fahrleistungen und Kohortengrößen. Nachdem junge Pkw weitgehend elektrifiziert sein werden entstehen die höchsten Emissionen bei relativ jungen Gebrauchten und später bei älteren Gebrauchten.

Abbildung 4: Emissionen nach Pkw-Alter, 2025-2050



Quelle: M-Five, ASTRA-2023, REF-2050

Für die Jahre 2045 und 2050 wird eine weitgehende Elektrifizierung und schließlich Klimaneutralität angestrebt. Die Linien geben in diesen Fällen eher an, wo am Ende der Transformation der Bedarf für synthetische Kraftstoffe und weitere Instrumente liegen wird, bzw. worauf Instrumente zur Steuerung des Bestandes langfristig wirken sollten.

In Tabelle 1 sind zentrale Daten und Modellergebnisse für einige Altersgruppen dargestellt. Die ersten drei Gruppen wurden dabei so eingeteilt, dass sie jeweils etwa ein Viertel der Bestandsflotte ausmachen. Die einzelnen Gruppen werden im Folgenden kursivisch beschrieben.

Tabelle 1: Pkw-Altersgruppen im Vergleich

Alter in Jahren	Anteil der Flotte (KBA FZ15, 2022)	Fahrleistg., Durchschn. (BASt V290)	THG 2025 REF	THG 2030 REF	THG 2030 15-Mio.-Sz.
0 bis 3	24,2%	18.000 km	28,7 Mt	16,3 Mt	6,6 Mt
4 bis 8	27,6%	13.800 km	23,9 Mt	19,3 Mt	16,4 Mt
9 bis 14	26,2%	11.800 km	18,1 Mt	17,3 Mt	16,3 Mt
15 bis 29	19,7%	10.000 km*	13,8 Mt***	12,0 Mt***	11,5 Mt
Ab 30	2,3%	7.600 km**	1,1 Mt****	1,0 Mt****	0,96 Mt****

Quellen in Kopfzeile, M-Five, ASTRA-2023, REF-2050 für THG-Werte

*: Daten für 15 bis unter 20 Jahre; **: Daten für 20 Jahre und mehr

: 15 bis 23 Jahre; *: 24 Jahre und mehr

Pkw im Alter von 0 bis 3 Jahren

Pkw im Alter von bis zu drei Jahren umfassen die meisten Dienstwagen und das Gros der Flottenfahrzeuge und damit die Pkw mit den höchsten Fahrleistungen. Sie werden stark von Maßnahmen mit Wirkungen auf die Neuzulassungen beeinflusst, so dass sie am wenigsten im Fokus von Maßnahmen auf die Bestandsflotten stehen.

Pkw im Alter von 4 bis 8 Jahren - jüngere Gebrauchte

Diese Fahrzeuge sind relativ effizient und haben hohe Fahrleistungen und Kohortengrößen. Diese Gruppe wird 2030 die höchsten Emissionen haben, bis 2040 aber auch stark elektrifiziert sein. Sie wird also im Laufe der 2030er von einer Fokusgruppe für Maßnahmen auf den Bestand zu einer relativ emissionsarmen Gruppe werden.

Pkw im Alter von 9 bis 14 Jahren - ältere Gebrauchte

Pkw in dieser Gruppe nähern sich dem durchschnittlich zu erwartenden Alter von Pkw an oder haben es bereits überschritten. Die Kohorten fangen daher in dieser Gruppe an, schneller zu schrumpfen. Auch die Fahrleistungen nehmen weiter ab. Im Referenzszenario

würde diese Gruppe ab etwa Mitte der 2030er Jahre den Schwerpunkt der Pkw-Emissionen ausmachen. Sie würde also in den Fokus von Maßnahmen auf die Bestandsflotten rücken.

Pkw im Alter von 15 bis 29 Jahren - „Youngtimer“

Pkw ab 15 Jahren haben das Durchschnittsalter deutlich überschritten, so dass die Kohorten deutlich kleiner werden. Dennoch umfasst diese Gruppe im Jahr 2022 in Summe 9,56 Mio. Fahrzeuge (KBA FZ15. 2022). Durch das hohe Alter dieser Gruppe werden gebrauchte Elektro-Pkw erst ab etwa 2040 in der Youngtimer-Gruppe zur Verfügung stehen. Die Emissionen dieser Gruppe werden also lange Zeit recht hoch bleiben und ihr Anteil an den gesamten Pkw-Emissionen wird mit der Zeit steigen, wenn die jüngeren Gruppen nach und nach elektrifiziert werden.

Pkw im Alter ab 30 Jahren - „Oldtimer“

Oldtimer sind mit Abstand die kleinste Gruppe, wachsen aber schnell. Anfang 2023 waren 704.000 Oldtimer-Pkw zugelassen, während es 2014 noch weniger als 300.000 waren (KBA, 2023). Durch die immer länger werdende Lebensdauer von Pkw und die Anreize zur Nutzung von „Oldtimern“, sowie die ebenfalls wachsende Kategorie der Youngtimer, könnte es in einigen Jahren mehrere Millionen Oldtimer geben. Das starke Wachstum und die hohen Energieverbräuche führen zu potenziell stark steigenden Emissionen in dieser Gruppe.

Mit dem H-Kennzeichen für Oldtimer sind einige Privilegien wie gedeckelte Kfz-Steuersätze und das Recht zum Fahren in Umweltzonen verbunden. Die Motivation für den Kauf eines Oldtimers unterscheidet sich oft von der für neuere Pkw: Sie können als Hobby gehalten werden, für die Erhaltung von Oldtimern als Kulturgut und als Investitionsgut mit erwarteter Wertsteigerung (Daxhammer und Klein, 2015). Die Faktoren des historischen Wertes und des Kulturgutes treten im Zeitverlauf allerdings tendenziell in den Hintergrund.³

2.3 Wertverlust und TCO nach Fahrzeugalter

Die gesamten Betriebskosten von Pkw wurden schon oft bewertet, allerdings nicht deren Entwicklung über die Lebensdauer eines Fahrzeugs. Daten oder Anhaltspunkte dazu sind in vielen Fällen sehr lückenhaft. In anderen Fällen sind sie so komplex, dass systematische Tendenzen schwer zu erkennen sind - zum Beispiel im Fall der Versicherungen.

Für einige wichtige Kostenkomponenten lassen sich die Kosten nach Fahrzeugalter differenzieren. Dazu gehören vor allem Fahrzeug- und Energiekosten.

³ Der Seltenheitswert (im Durchschnitt aller Oldtimer) nimmt mit dem starken Wachstum ab. In Frage kommende Modelle nähern sich den aktuell neu verfügbaren an. Während ein Oldtimer bei Einführung des H-Kennzeichens Baujahr 1967 oder älter sein musste reicht inzwischen ein Baujahr 1993 aus. Das entspricht z.B. Volumenmodellen wie dem VW Golf 3 oder dem Opel Astra A.

Instandhaltungskosten steigen vermutlich mit dem Alter deutlich an - zu diesem Punkt haben wir aber bisher keine belastbare Schätzung erstellen können.

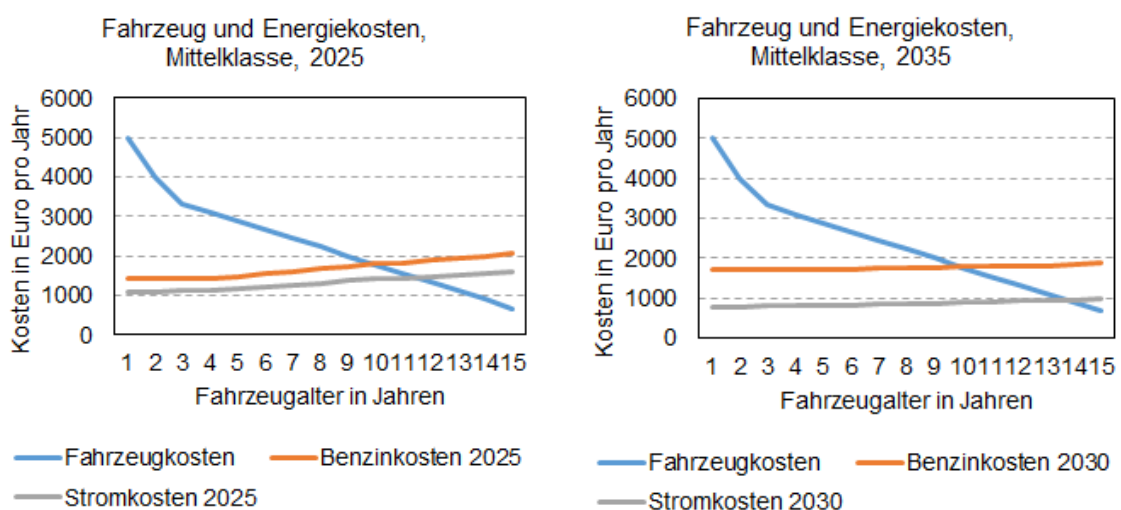
Eine Darstellung der Anschaffungs- und Kraftstoffkosten nach Fahrzeugalter kann die Diskussion um Maßnahmen für die Bestandsflotte auf verschiedene Arten bereichern:

- Bewertung der Kosten älterer Verbrenner-Pkw relativ zu Alternativen wie BEV, ÖV.
- Belastung/ Wertverlust oder Ersparnis durch Umstieg auf neuere Gebrauchte oder andere Alternativen.
- Möglicherweise Bewertung von sozialen Härtefällen, beispielsweise Haushalte mit niedrigem Einkommen, hoher Fahrleistung und altem Pkw mit hohem Energieverbrauch - und Alternativen sowie möglichen Fördermöglichkeiten.

Der Wertverlust von gebrauchten Fahrzeugen ist von einer Vielzahl von Faktoren abhängig, wie zum Beispiel Kilometerstand, Pflegezustand, Farbe. Verallgemeinernd kann man aber durchschnittliche Restwerte nach Fahrzeugalter schätzen. Nach Erhebungen der Allianz verliert ein Auto etwa 50 Prozent seines Werts innerhalb der ersten drei Jahre. Danach nimmt der Wert linear bis zum Alter von 10 Jahren auf etwa 10 Prozent des Listenpreises ab (Allianz, 2024). Wir haben für unsere Schätzungen einen etwas flacheren Verlauf angenommen, bei dem 10 Prozent Restwert erst nach 15 Jahren erreicht wird (in Orientierung an Autoscout24, 2024). Für die Zeit danach nehmen wir an, dass der Restwert sich bei 10 Prozent stabilisiert - oder das Auto verschrottet wird.

Energieverbrauchswerte haben wir aus ASTRA entnommen. Die Energiepreise für verschiedene Energieträger haben wir aus dem Bericht über das Referenzszenario 2050 übernommen (Schade et al., 2023).

Abbildung 5: Fahrzeug- und Energiekosten in Euro pro Jahr, Mittelklasse



Quelle: eigene Berechnungen, ASTRA, Restwertkurven
Annahme: Listenpreis von 40.000 Euro

Ältere gebrauchte Pkw gehen (beim Kauf) mit deutlich niedrigeren Fahrzeugkosten einher, aber mit höheren Energiekosten. Der Kostenvorteil von BEV nimmt mit dem Fahrzeugalter leicht zu. Insbesondere ist er in späteren Jahren deutlich größer - wenn CO₂-Preise zu deutlichen Preissteigerungen bei fossilen Kraftstoffen führen, während Strompreise relativ stabil bleiben. Mit der Zeit nehmen also im Gebrauchtwagenmarkt die Vorteile stark zu, von einem Verbrenner auf einen gebrauchten BEV umzusteigen, sofern letztere ausreichend verfügbar sind.

..

3 Grundsätzliche Wirkprinzipien

3.1 Pkw-Bestand und Fahrleistung

In Bezug auf die Bestandsflotte ist die Orientierung an Änderungen der Fahrzeuganzahl weniger zielführend als bei den Neuzulassungen. Das liegt zum einen an der großen Varianz der Fahrzeuge und deren Nutzungsintensität und zum anderen an den komplexen Wechselwirkungen zwischen Flottengröße und Fahrleistung. Diese Aspekte - im Folgenden kursorisch dargestellt - legen eine stärkere Orientierung an der Fahrleistung nahe.

Im Pkw-Bestand unterscheiden sich die Fahrleistungen je nach Fahrzeugalter und Verwendungszweck sehr stark. Diese reichen von über 30.000 km pro Jahr bei gewerblich genutzten Diesel-Pkw im Alter zwischen ein und drei Jahren bis zu unter 10.000 km bei mehr als 20 Jahre alten Pkw. Für Zweitautos und Gelegenheitsfahrer kann die Fahrleistung nochmal deutlich geringer sein. Die THG-Wirkung vieler Maßnahmen im Bestand (etwa der Ersatz eines Verbrenner-Pkw durch Alternativen) hängt daher sehr stark davon ab, welches Alter und welche Fahrleistung der betroffene Pkw hat.

Die Fahrleistung ist direkt proportional zu den Emissionen der Pkw. Dagegen übt die Größe der Bestandsflotte nur einen indirekten Einfluss aus. Mehr Pkw können mehr Emissionen verursachen, wenn aber die große Zahl durch alte Pkw mit geringer Fahrleistung geprägt ist, dann wäre auch eine geringere Emission denkbar. Der Bestand beeinflusst wiederum die Fahrleistung, da ein privat verfügbarer Pkw vor der Haustür nach Auswertung der MID (2017) die Modalwahlentscheidung stark zugunsten des Pkw verschiebt. Außerdem beeinflusst das Alter den Energieverbrauch eines Pkw insbesondere seit der Einführung der CO₂-Flottengrenzwerte für Pkw.

Der Besitz eines Pkw verändert die Kostenbetrachtungen von Verkehrsteilnehmern. Die Fixkosten gehen dann nicht mehr in die alltägliche Verkehrsmittelwahlentscheidung mit ein, da sie bei bestehendem Pkw-Besitz ohnehin zu zahlen sind. Das begünstigt Wege mit dem Pkw, selbst wenn dieser in der Vollkostenbetrachtung teurer ist als Alternativen wie ÖPNV oder Carsharing.

Die Fixkosten führen auch dazu, dass jährlich unabhängig von der Fahrleistung Kosten entstehen. Diese lohnen sich ökonomisch nur, wenn eine gewisse Fahrleistung anfällt, wodurch ein Anreiz gesetzt wird, den Pkw häufiger zu nutzen. Steigen die Fixkosten für ältere Pkw entstehen zwei gegenläufige Reaktionsmuster:

- Steigerung der Fahrleistung, um die zusätzliche Kosten wieder „einzuspielen“.
- Abschaffung des Pkw, weil sich dieser „nicht mehr lohnt“.

3.2 Alternativen zu Verbrenner-Pkw

Die Wirkung von Maßnahmen, die auf die Bestandsflotte gerichtet sind, hängt maßgeblich von den Alternativen zu Verbrenner-Pkw ab. Diese umfassen vor allem Elektro-Pkw, den

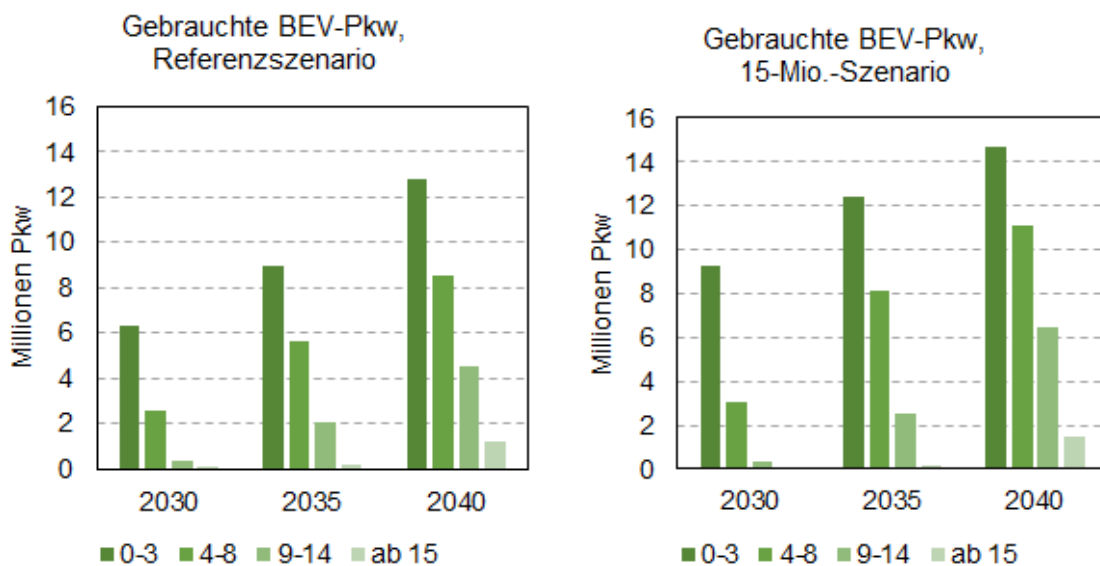
ÖPNV, Car- und Ride-Sharing. Je besser, attraktiver und günstiger diese Alternativen sind, desto leichter fällt der Umstieg. Die Wirkung von Instrumenten wird damit stärker und die Sozialverträglichkeit wird gefördert.

3.2.1 Gebrauchte Elektro-Pkw

Über die Umstiegsmöglichkeit auf gebrauchte Elektrofahrzeuge hängt die Maßnahmen-Dynamik in der Bestandsflotte eng mit dem Antriebswechsel bei den Neuzulassungen zusammen. Je mehr BEV in den nächsten Jahren neu zugelassen werden, desto mehr relativ günstige BEV wird es einige Jahre später auf dem Gebrauchtwagenmarkt geben (da deren Restwert und damit Preis auf dem Gebrauchtwagenmarkt sinkt).

Im Referenzszenario ist der Gebrauchtwagenmarkt für BEV in 2030 noch recht eingeschränkt und besteht überwiegend aus Fahrzeugen im Alter von bis zu 3 Jahren.⁴ Die günstigeren Pkw der älteren Gruppen bestehen 2030 noch aus knapp 3 Millionen und 2035 aus knapp 8 Millionen Fahrzeugen (siehe Abbildung 6).

Abbildung 6: Angebot an gebrauchten BEV, nach Altersgruppe



Quelle: M-Five ASTRA-2023, REF-2050

Die Entwicklung der Preise gebrauchter BEV ist derzeit mit noch größeren Unsicherheiten verbunden als bei gebrauchten Verbrennern. Neben den üblichen Einflussfaktoren (Kilometerstand, Pflegezustand usw.) sind insbesondere der Zustand der Batterie und der Vergleich mit technologischen Fortschritten bei neueren BEV relevant (z.B. größere Reichweite, niedrigerer Fahrzeugpreis). Wenn diese Faktoren die Restwerte nicht in die eine oder andere Richtung beeinflussen, würden die folgenden durchschnittlichen Preise entstehen (Tabelle 2).

⁴ Die Darstellung bezeichnet hier einen potenziellen Gebrauchtwagenmarkt. Genau genommen wurden Bestandszahlen nach Alter aus dem Modell exportiert. Von diesen erreicht jedes Jahr nur ein Teil den Gebrauchtwagenmarkt.

Tabelle 2: Durchschnittliche Preise von gebrauchten BEV

	0 bis 3 Jahre	4 bis 8 Jahre	9 bis 14 Jahre
Mittlerer Restwert	62%	40%	22%
40.000 Euro Listenpreis	24.667 Euro	16.000 Euro	8.667 Euro
30.000 Euro Listenpreis	18.500 Euro	12.000 Euro	6.500 Euro

Quelle: eigene Schätzung auf Basis von Allianz (2024) und Autoscout24 (2023)

D.h. mit größeren Mengen an gebrauchten BEV zu unter 10,000 € Kaufpreis ist erst mit etwa 10 Jahren nach den ersten Pkw-Jahrgängen mit nennenswerter Zahl an BEV-Neuzulassungen zu rechnen, d.h. also etwa ab 2030.

3.2.2 Umstieg auf ÖPNV, Car- und Ride-Sharing

Ein bedarfsgerechter ÖPNV ist in der Lage, die Abhängigkeit vom Pkw in individuellen Besitz zu verringern. Das gilt insbesondere für ländlichen ÖPNV. Car- und Ride-Sharing-Angebote können wertvolle Ergänzungen sein und zusammen mit dem ÖPNV attraktive Mobilitätsangebote ohne eigenes Fahrzeug bilden. Mittel- bis langfristig können auch angepasste Raumstrukturen dazu beitragen, dass zusätzlich Fuß- und Fahrradverkehr attraktiver werden.

3.3 Komforteinbußen von Verbrenner-Pkw

Der Komfort eines Verbrenners besteht heute auch darin, dass ein dichtes Tankstellennetz existiert, genauso wie ein Werkstätten-Netz bestehend aus Marken- und freien Werkstätten für die Wartung und Reparatur von Verbrennern vorhanden ist. Auch die Versorgung mit Ersatzteilen für Verbrenner ist gesichert, einschließlich der Versorgung über Gebrauchtmärkte.

Diese Gegebenheiten werden sich schleichend verändern. Mit einem Rückgang der Kraftstoffnachfrage um ein Viertel bis ein Drittel bis 2030 gegenüber 2020 werden ein Teil der heutigen Tankstellen schließen oder zumindest auf elektrisches Laden umstellen und Zapfsäulen abbauen. Auch ein Teil der Werkstätten wird sich vollständig auf E-Pkw spezialisieren und die Zahl der Werkstätten zur Reparatur von Verbrennern wird zurückgehen.

Mit der möglichen Einführung von Null-Emissions-Zonen, wie in einigen Vorreiterstädten in Europa oder Asien, wird die räumliche Nutzbarkeit von Verbrenner-PKW eingeschränkt.

Diese Komforteinbußen verstärken den Anreiz einen privaten Verbrenner-Pkw abzuschaffen und entweder auf einen E-Pkw umzusteigen oder auf alternative Verkehrsmittel ggf. gekoppelt mit einem Wechsel von Wohn- und oder Arbeitsort.

3.4 Beeinflussung von Restwerten

Erzielbare Restwerte von neuen Pkw bilden einen wichtigen Einflussfaktor bei der Kaufentscheidung gewerblicher Pkw. Dies gilt insbesondere für kürzer gehaltene Pkw wie Dienstwagen oder Flottenfahrzeuge, deren Haltedauer zwischen einem halben Jahr und bis zu drei Jahren liegt. Für dieses Käufer-Segment werden zahlreiche professionelle Hilfestellungen zur Einschätzung des zukünftigen Restwertes angeboten (z.B. Von der Deutschen Automobil Treuhand, DAT).

Im privaten Bereich spielt der exakte Restwert eine geringere Rolle, sehr wohl aber eine individuelle und durch das Umfeld geprägte Einschätzung, ob sich ein neuer Pkw wieder gut verkaufen lässt. Für private Käufer wurde z.B. beim Gebrauchtwagenkauf ermittelt, dass die mit 63% der Nennungen wichtigste Quelle für Informationen zum Kauf private Kontakte sind (Kollegen/Bekannte/Verwandte) (DAT 2019). Damit ist der Einfluss des gesellschaftlichen Stimmungsbildes substantiell, auch wenn der exakte Restwert bei Privatkäufern von Neuwagen von 15 Bewertungskriterien auf dem letzten Platz landete, aber immer noch im Bereich „wichtig“ (DAT 2022).

In den letzten Jahren wurden die Erwartungen der Restwerte mehrfach stark beeinflusst, wodurch sich auch das Kaufverhalten für Neuwagen veränderte. Beispielsweise reduzierte die Diskussion zu zu hohen Abgasbelastungen in Städten insbesondere durch NO_x von Diesel-Fahrzeugen in Kombination mit dem sogenannten „Diesel-Skandal“ durch den Einbau unerlaubter Abschaltvorrichtungen oder Thermofenster mit der Folge zu hoher Abgasemission von neuen Diesel-Pkw den Restwert von Diesel-Pkw, und zwar nicht nur der betroffenen Pkw, sondern von Diesel-Pkw generell. Dies ist ein zentraler Grund weshalb der Absatzanteil von Diesel-Pkw sich in den letzten 8 Jahren mehr als halbiert hat.⁵

Für den Verkauf neuer vollelektrischer Pkw (BEV) lassen sich ähnliche Beispiele finden, auch wenn hier andere Einflussfaktoren (wie z.B. Verfügbarkeit von Kaufprämien) ebenfalls eine große Rolle spielen. Über eine Periode 2020 bis 2022 erfolgte gesellschaftlich eine positive Kommunikation zur Transformation zu BEV. Gleichzeitig herrschte große Unsicherheit bzgl. der Restwerte von BEV, z.B. weil erwartet werden konnte, dass neue Modelle bei höherer Reichweite zu günstigeren Kaufpreisen zu kaufen sein werden. Trotzdem bestellten große Nachfrager (wie Autovermieter) 5- bis 6-stellige Zahlen an BEV. In 2023 wurde im ersten Halbjahr die schnelle und uneingeschränkte Transformation zu E-Mobilität durch das Befürworten von e-Fuels in Industrie und Politik in Frage gestellt. Im selben Jahr senkten einzelne Hersteller ihre Verkaufspreise (insb. Tesla) drastisch, wodurch die Restwerte der bereits verkauften BEV eingebrochen sind, und damit auch die Restwerterwartungen für zukünftig zu kaufende BEV. In der Folge wurde ein Großteil der Großbestellungen von BEV wieder storniert. Hauptgrund waren die Restwerterwartungen.

Diese Beispiele zeigen den starken Einfluss der Erwartung zu zukünftigen Restwerten. Diesen Einfluss kann sich die Politik zu nutze machen und durch politische Zielsetzungen

⁵ Man muss bei der Bewertung einbeziehen, dass in den KBA-Statistiken ein Teil der verringerten Diesel-Neuzulassungen als Hybride (ohne Stecker) wieder auftaucht.

und Kommunikation die Restwerterwartung direkt beeinflussen und so das Kaufverhalten indirekt steuern. Grundsätzlich sollte bei Einführung von Instrumenten deren Wirkung auf die Restwerte geprüft und berücksichtigt werden. Durch eine frühzeitige Kommunikation von Instrumenten und planbare Umsetzungen können unbeabsichtigt Restwertverluste gemindert werden.

4 Instrumente zur Reduktion des Pkw-Bestands

4.1 Gebrauchtwagenmarkt

Instrument: Einführung einer CO₂-emissionsabhängigen Gebühr für Registrierung und Ummeldung von gebrauchten Pkw.

Beschreibung und erwartete Wirkung

Aufgrund der steigenden Lebensdauer von Pkw ist der Gebrauchtwagenmarkt für die Durchdringung der Pkw-Flotte von großer Wichtigkeit. Im Jahr 2023 fanden über 6 Mio. Besitzüberschreibungen statt. Diese Zahl ist doppelt so hoch wie die der Pkw-Neuzulassungen im selben Zeitraum. Gemessen an 18,4 % an den Neuzulassungen ist der Anteil von BEV am Gebrauchtwagenmarkt mit 1,6 % noch sehr gering. Während in Deutschland neu zuzulassende Pkw mit Verbrennungsmotor die Euro-6-Klasse erfüllen müssen, wird diese nur von 46 % der entsprechenden Fahrzeuge auf dem Gebrauchtwagenmarkt erfüllt (KBA 2024a; KBA 2024b).

Dies bedeutet allerdings nicht zwangsläufig, dass gebrauchte Pkw höhere THG-Emissionen aufweisen als Neufahrzeuge. Neuzugelassene Pkw waren 2023 im Durchschnitt fast 11 % schwerer als Gebrauchte. Der Anteil kleinmotoriger Pkw mit weniger als 1400 cm³ Hubraum ist mit 36 % etwas höher bei gebrauchten als bei neuzugelassenen Pkw mit 33 % (KBA 2024a; KBA 2024b). Die Höhe der CO₂-Angaben eines Pkw-Modells haben einen deutlichen und signifikanten Einfluss auf die Nachfrage und damit seinen Preis. Vanherle et al (2016) fanden heraus, dass für jedes pro Kilometer mehr ausgestoßene Gramm CO₂ der Fahrzeugwert um 22 € sinkt.

Die Gestaltung der Besteuerung von Kauf, Zulassung und Besitz von Pkw kann weiteren Einfluss auf die Modellwahl im Gebrauchtwagenmarkt haben (Velten et al., 2020).

In vielen Ländern Europas, nicht jedoch in Deutschland, sind die CO₂-Emissionen direkt (Zertifizierungswert) oder indirekt (Hubraum, Gewicht) ausschlaggebend für die Höhe der bei Zulassung eines Pkw fälligen Abgabe. In den meisten Ländern, in denen eine solche Abgabe existiert, ist diese allerdings nur einmalig bei der Erstzulassung fällig (ACEA 2022). Bei Weiterverkauf und Besitzumschreibung sind dann nur noch Verwaltungskosten zu tragen. Die Einführung einer CO₂-emissionsabhängigen Gebühr für Registrierung und Ummeldung von Pkw kann den von Vanherle et al (2016) beschriebenen Effekt noch verstärken, es gibt jedoch keine Daten hierzu. Es konnte jedoch in Deutschland nachgewiesen werden, dass eine CO₂-basierte Kfz-Steuer zu geringerer Nachfrage und niedrigeren Preisen für ältere und ineffiziente Fahrzeuge führt. Dies kann wiederum dazu führen, dass sich der Weiterverkauf mancher Fahrzeuge evtl. nicht mehr lohnt.

Auch der Effekt einer Kaufprämie für emissionsfreie Fahrzeuge auf die Neuwagenflotte, setzt sich bis in den Gebrauchtwagenmarkt fort, wie eine Studie in Deutschland zeigt (Transport & Environment 2022).

Eine umstrittene Maßnahme für die Erneuerung des Gebrauchtwagenmarkts ist die Abwrackprämie, die in verschiedenen Formen zwischen 2007 und 2010 in verschiedenen Ländern gewährt wurde. Dies gilt vor allem wenn, wie es in vielen Europäischen Ländern geschehen ist, die Gewährung der Prämie an niedrige CO₂-Emissionswerte oder alternative Antriebe gekoppelt wird.

Insgesamt wirken sich auch viele Maßnahmen, die in Kapitel 5 vorgestellt werden auf den Gebrauchtwagenmarkt aus, wenn sie an Emissionen oder Antriebsarten gekoppelt sind. So werden alte Pkw, die in bestimmte (Innen-)Städte nicht mehr einfahren dürfen, unattraktiv.

Kosten und Kostenträger

Aufgrund der Vielzahl verschiedener Maßnahmen lässt sich eine allgemeingültige Aussage zu Kosten und Akzeptanz kaum treffen. Allgemein werden Förderungen eher akzeptiert als Verbote oder höhere Steuern, sind aber aufgrund der hohen Kosten auch nicht unumstritten. Die Kosten hätte der Gebrauchtwagenkäufer (bei CO₂-differenzierten Gebühren in der Registrierung und Ummeldung) oder der Halter eines Pkw (ggf. wenn durch die Instrumente der Restwert abgesenkt wird) zu tragen.

Zeitliche Dimension

Die Einführung einer Gebühr für die Zulassung eines Gebrauchtwagens deren Höhe von den CO₂-Emissionen (nach WLTP) des Pkw abhängt, lässt sich kurz- bis mittelfristig umsetzen, da davon auszugehen ist, dass die Zulassungsstellen mit dem zusätzlichen Verwaltungsaufwand auch mit kurzem Zeithorizont umgehen können.

Vorteile, Nachteile

Die Einführung einer Gebühr in Abhängigkeit der CO₂-Emissionen hat das Potenzial, die Fahrzeugwahl auf dem Gebrauchtwagenmarkt positiv zu beeinflussen. Da jedoch zusätzliche Gebühren nicht auf hohe Akzeptanz stoßen, könnte ein kostenneutral aufgestelltes Bonus-Malus System eine bessere Alternative darstellen. Allerdings gibt es zu den potenziellen Wirkungen noch keine empirischen Untersuchungen.

4.2 Verschrottung

[Instrument: Einführung einer Abwrackprämie für Verbrennerfahrzeuge, ggf. gekoppelt an den Kauf eines Elektrofahrzeugs.](#)

Beschreibung

Anreize zur Verschrottung von Pkw wurden von der Politik bereits in der Vergangenheit als Instrument eingesetzt. Als Teil des Konjunkturprogramms im Jahr 2009 führte Deutschland, sowie weitere Länder, eine Abwrackprämie ein. Diese Prämie in Höhe von 2 500€ wurde gewährt, wenn ein Pkw älter als neun Jahre verschrottet wurde und das neu erworbene Fahrzeug mindestens die Abgasnorm Euro 4 erfüllte. Neben der Förderung der Automobilindustrie sollte die Erneuerung der Fahrzeugflotte auch zu einer Reduktion an Emissionen und weiteren Schadstoffen beitragen (Lüth, 2021).

Als Instrument zur Reduktion der Treibhausgasemissionen im Verkehr und zur Förderung des Hochlaufs von BEV rückt die Abwrackprämie nun erneut in den Fokus politischer Debatten. Dabei stehen der Wechsel der Antriebsart und die damit verbundene Klimawirkung im Vordergrund. Eine mögliche Ausgestaltung besteht in der Auszahlung einer Prämie bei einem BEV-Kauf (hier kann auch der Gebrauchtwagenmarkt mit einbezogen werden), wenn im Zuge dessen ein alter Pkw mit Verbrennungsmotor verschrottet wird. In Deutschland gibt es aktuell keine Prämie oder Förderung zur Verschrottung von Fahrzeugen. In einigen anderen EU-Ländern hingegen ist die Förderung von BEV mit einer Abwrackprämie für Verbrenner verknüpft. Der Global EV Policy Explorer der internationalen Energieagentur listet Frankreich, Italien, Spanien, Rumänien, Irland, Litauen und Zypern als EU-Länder mit Abwrackprogrammen auf (IEA, 2023). Dabei steigt in den meisten Fällen die Kaufprämie für BEV an, wenn gleichzeitig ein Pkw mit Verbrennungsmotor (und entsprechenden Voraussetzungen hinsichtlich Alter etc.) verschrottet wird. Eine Ausnahme bildet Rumänien. Hier ist die Verschrottung eines Verbrenner-Pkw die notwendige Voraussetzung für die Auszahlung der BEV-Prämie. Bei einer Verschrottung von zwei Verbrenner-Pkw erhöht sich die Prämie (Mock et al., 2022). Die Abwrackprämie kann auch so ausgestaltet werden, dass sie Personen, die stark von Malus-Instrumenten für Verbrenner betroffen sind, bei dem Wechsel der Antriebsart unterstützt (Edmondson et al., 2022).

Erfolgt die Einführung der Abwrackprämie zu einem Zeitpunkt, zu dem bereits alle Neuzulassungen voll elektrifiziert sind, kann sie auch ohne Kopplung an einen BEV-Kauf ausgestaltet werden, und so auch einen Anreiz zum Umstieg auf den ÖV setzen. Auf dem Gebrauchtwagenmarkt könnte die Prämie jedoch weiterhin auch zum (unerwünschten) Kauf eines neuen Verbrenner-Pkw verwendet werden. Eine direkte Kopplung zum Umstieg auf den ÖV ist ebenfalls denkbar, erfordert aber weitere Überlegungen hinsichtlich der konkreten Ausgestaltung.

Erwartete Wirkung

Durch das Instrument der Abwrackprämie wird der Bestand an älteren Verbrennerfahrzeugen direkt reduziert. Je nach Ausgestaltung des Instruments fördert es lediglich Neuzulassungen von BEV oder zusätzlich auch den Gebrauchtwagenmarkt und ggf. den Umstieg auf den öffentlichen Verkehr.

Die Abwrackprogramme aus 2009 wurden in mehreren Studien hinsichtlich ihrer Klimawirkung bewertet, eine direkte Anwendung der Studien ist hier aufgrund des neuen Ziels der Antriebswende nicht möglich. Allerdings können daraus wichtige Aspekte abgeleitet werden, die bei der Ausgestaltung des Instruments zu berücksichtigen sind, um eine möglichst hohe THG-Minderung zu erzielen. Allen voran steht, wie bereits in Verbindung mit der Umweltprämie vielfach diskutiert, die Reduktion von Mitnahmeeffekten. Im Vergleich zum Instrument des Umweltbonus wird mit einer Kopplung an die Abwrackprämie jedoch kein Kauf von Zweit- oder Drittwägen angereizt, was den Pkw-Bestand nicht weiter vergrößert. Insofern scheint die Kopplung wünschenswert.

Für die Abschätzung der THG-Minderung ist die Höhe der Prämie und die Anforderung an den alten und neuen Pkw entscheidend. Dabei muss auch berücksichtigt werden, inwieweit Kaufentscheidungen in einer gewissen Zeitspanne nach- und vorgelagert werden.

Eine erste Abschätzung der THG-Minderung von Abwrackprämien, die mit ICEV und EV-Förderungen kombiniert werden, modellieren Naumov et al. (2023) für die USA. Dabei resultieren die vermiedenen Emissionen bei einer reinen EV-Förderung zum einen direkt aus dem Ersetzen der Fahrzeuge und zum anderen indirekt über Markteffekte. Diese sind sinkende Kosten, steigende Marken- und Modellvielfalt, ein verstärkter Ausbau der Ladeinfrastruktur sowie eine größere Vertrautheit der Verbraucher mit EV, ausgelöst durch einen höheren Absatz.⁶

Bei einer Laufzeit von 10 Jahren, einem Mindestalter des zu verschrottenden Fahrzeugs von 5 Jahren und einer Prämie in Höhe von 4000\$ werden kumulierte vermiedene Emissionen bis 2050 in Höhe von 420 Mt CO₂ ausgewiesen, bei einer Prämie in Höhe von 8000\$ sind es 640 Mt CO₂ (Naumov et al. 2023).⁷ Damit ergeben sich Vermeidungskosten in Höhe von 56\$/tCO₂ bei 4000\$ und 124\$/tCO₂ bei 8000\$ Prämie. In Verbindung mit zusätzlichen Maßnahmen wie einer Benzinsteuern und weiteren Maßnahmen zur Beschleunigung der Dekarbonisierung des Stromnetzes sinken die Vermeidungskosten auf 61\$/tCO₂ bei 8000\$ Prämie. Zusätzlich zeigt diese Studie, dass eine Beschränkung der Prämie für EV zwar die Anzahl an Verschrottungen reduziert, die THG-Minderung jedoch deutlich höher ausfällt. Daher ist diese Ausgestaltung aus unserer Sicht zu empfehlen, allerdings mit einem deutlich höheren Mindestalter.

Wechselwirkungen des Instruments bestehen mit Haltungskosten wie der Kfz-Steuer, sowie mit weiteren Instrumenten, die die Haltung und Nutzung von Verbrenner-Pkw verteuern, da die Abwrackprämie eine Möglichkeit zur Anpassung bieten. Zusätzlich gibt es Abhängigkeiten zum Restwert des Pkw, da mit der Abwrackprämie eine (teilweise) Kompensation des Restwerts ermöglicht wird. Als Alternative zur Verschrottung steht die Umrüstung. Je nach Zielgruppe und Fahrzeugart scheint die Verschrottung oder Umrüstung des Fahrzeugs der attraktivere Weg hin zum Antriebswechsel.

Kosten und Kostenträger

Die Kosten des Instruments werden vom Staat getragen und befinden sich, je nach Höhe der Prämie, in vergleichbarer Größenordnung zu den Kosten eines Umweltbonus.

Zeitliche Dimension

Die Kopplung von Verschrottung und Kaufprämie wird so bereits in einigen Ländern umgesetzt. Eine zeitnahe Umsetzung scheint auch in Deutschland möglich. Das Instrument kann auch zu einem späteren Zeitpunkt eingeführt werden um verbleibende

⁶ In dieser Studie werden EV als BEV und PHEV gefasst, wobei der Anteil PHEV an EV zu Beginn ein Viertel ausmacht, und bis 2050 linear auf Null sinkt.

⁷ Die Modellierung berücksichtigt bei den Emissionen den gesamten Lebenszyklus.

Verbrennerfahrzeuge aus dem Bestand zu bekommen. Für die kumulierte Emissionsbetrachtung ist die Einführung zu einem früheren Zeitpunkt günstiger.

Vorteile, Nachteile

Ein Vorteil des Instruments ist der direkte Effekt auf den Bestand an Verbrenner-Pkw und dessen Reduktion. Außerdem entfällt die Weiternutzung des Gebrauchten in anderen Weltregionen, wo diese ebenfalls zu THG-Emission führen. Gleichzeitig wird weiterhin eine Unterstützung der Anschaffungskosten geleistet und der Anteil an BEV im Bestand erhöht. Durch eine entsprechende Ausgestaltung ist auch eine Lenkungswirkung nach sozialen Aspekten sowie nach Effizienzen oder Segmenten der BEV-Pkw möglich. Der Restwert des Pkw wird teilweise kompensiert. Die Ausgestaltung als Pull-Instrument wird in der Gesellschaft mit einer höheren Akzeptanz erwartet. Nachteilig sind die hohen staatlichen Ausgaben, sowie Mitnahmeeffekte, die nicht gänzlich ausgeschlossen werden können.

4.3 Umrüstung

Instrument: Einführung einer Förderung von Pkw-Umrüstungen.

Beschreibung

Grundsätzlich besteht für ein Fahrzeug mit Verbrennungsmotor die Möglichkeit, zu einem Elektrofahrzeug umgebaut zu werden. In diesem Abschnitt wird ausschließlich der Anwendungsfall Pkw berücksichtigt, es gibt jedoch auch Anwendungsfälle für den Umbau von Nutzfahrzeugen und Bussen. Die Umrüstung zum Elektrofahrzeug, auch als Retrofit bekannt, bezeichnet den Ausbau des Verbrennungsmotors, der durch einen Elektromotor samt Akku ersetzt wird. Das umgerüstete Fahrzeug gilt nach erfolgreicher Abnahme als BEV und erhält das E-Kennzeichen sowie die damit verbundenen Vorteile. Dies führt auch zu einer Stabilisierung des Restwerts des Fahrzeugs.

Aktuell gibt es mehrere Firmen in Deutschland, sowie im Ausland, die Umrüstungs-Kits verkaufen und Ihre Hilfe beim Umbau der Pkw anbieten. Aufgrund der hohen (Lohn-)Kosten für den Umbau wird die Pkw-Umrüstung bisher meist von Privatpersonen in Eigenregie durchgeführt. Standardisierte Umrüstungsvorgänge für den breiten Massenmarkt sind bisher lediglich in der Entwicklungsphase bekannt. Diese zielen darauf ab, den Arbeitsaufwand und die Kosten durch Standardisierung der Vorgänge auf Pkw bestimmter OEM-Plattformen zu reduzieren.

Während beim Neukauf eines BEV bis Ende 2023 der Umweltbonus gezahlt wurde, ist die Umrüstung in Deutschland bisher nicht förderfähig. Frankreich bietet seit Juni 2020 eine Nachrüstungsprämie (prime au retrofit) in Höhe von 2 500€ bis 5 000€ in Abhängigkeit des steuerlichen Referenzeinkommens an. Als Voraussetzung dafür muss das Fahrzeug älter als fünf Jahre und seit mindestens einem Jahr im Besitz sein (ZEV 2022). Bisher sind nur wenige Studien zu diesem Thema veröffentlicht, eine erste Analyse findet sich in Hoefl (2021) und Watts et al. (2021).

Erwartete Wirkung

Durch den Umbau von Bestandsfahrzeugen kann bereits während der Haltedauer eine Reduktion der Treibhausgasemissionen erreicht werden. Die THG-Minderungswirkung für den Verkehrssektor ist dabei abhängig von der Fahrleistung sowie dem spezifischen Anwendungsfall. Nach Prüfung der aktuellen Studienlage, sowie Anfragen bei verschiedenen Unternehmen, besteht die Zielgruppe von Pkw-Umrüstungen aktuell hauptsächlich aus Oldtimern und Liebhaber-Fahrzeugen.

Eine große Hürde liegt in den anfallenden Kosten, die sowohl in Form von Materialkosten, als auch Lohnkosten anfallen. Unter Berücksichtigung der sinkenden Kosten für den Neu- und Gebrauchtwagenmarkt von BEV, stellt die Pkw-Umrüstung (bislang) keinen rein wirtschaftlichen Anwendungsfall dar. Sie bietet aber eine Lösung bereits bestehende Fahrzeuge weiter nutzen zu können (bspw. auch nach der Einführung von emissionsfreien Zonen) und von den niedrigeren laufenden Kosten zu profitieren. Nach Einschätzung eines befragten Unternehmens würden durch die Einführung einer Förderung deutlich mehr Projekte umgesetzt, da viele Anfragen aufgrund der hohen Kosten aktuell nicht umgesetzt werden. Eine weitere Begrenzung ist der Einbau an Batteriekapazität, und damit Reichweite, aufgrund von Bauraum- und Gewichtsvorgaben sowie des zulässigen Gesamtgewichts. Das hohe Akkugewicht ermöglicht meist Reichweiten im Bereich von 100-200 Kilometer, je nach Zuladung. Dies spricht ebenfalls gegen einen flächendeckenden Einsatz in Volumenmodellen. Als Zielgruppe werden daher Oldtimer, Liebhaber-Fahrzeuge und leichte, effiziente (Stadt-)Fahrzeuge, die im Betrieb nur eine geringere Reichweite benötigen, gesehen.

Uns liegen keine Abschätzungen zu THG-Minderungspotenzialen vor. Es wird erwartet, dass die Einführung einer Förderung zu steigenden Umrüstungsvorgängen führt. Die bisherige Zielgruppe weist jedoch eine eher geringe jährliche Fahrleistung auf. Sollten sich zukünftig standardisierte Umrüstungsverfahren im Markt etablieren, ist mit sinkenden Kosten und einer erhöhten Nachfrage zu rechnen.

Als Wechselwirkung mit weiteren Instrumenten ist hier die Reform des H-Kennzeichen zu sehen. Nach aktuellem Kenntnisstand adressieren beide Instrumente eine ähnliche Gruppe an Fahrzeugen. Bei einer Verschärfung der Regelungen für Oldtimer stellt die Umrüstung eine Alternative dar - insbesondere wenn Oldtimer zukünftig nicht mehr in Umweltzonen fahren dürften. Der Einsatz von alternativen Kraftstoffen ist eine weitere Alternative zur Emissionsreduktion in dieser Fahrzeuggruppe.

Kosten und Kostenträger

Die Kosten des Instruments werden vom Staat getragen. Die Höhe kann sich an Ländern mit Prämie, wie Frankreich, oder an den Kosten der Umrüstung im Sinne eines prozentualen Anteils orientieren.

Die reinen Materialkosten eines durchschnittlichen Umrüstungs-Kits belaufen sich aktuell schätzungsweise auf 20 000€ für mindesten 18 kWh Batteriekapazität (siehe Angaben von E-Drive-Solution und RiPower GmbH). Der größte Kostenbestandteil ist dabei der Akku.

Die Lohnkosten werden bei nicht standardisierten Verfahren auf bis zu 10 000€ geschätzt. Aus diesem Grund wird die Umrüstung aktuell hauptsächlich von Privatpersonen vorgenommen, die über das entsprechende Wissen verfügen. Die Firma E-Revolt kündigt für ihren Marktstart in 2025 ein standardisiertes Verfahren für Volumenmodelle, zu Beginn für den VW Golf 7, zwischen 12 000€ bis 15 000€ für ca. 250 km Reichweite an.

Zeitliche Dimension

Es sind bereits Unternehmen und Umrüstungs-Kits auf dem nationalen und internationalen Markt vorhanden. Die Anzahl an Umrüstungsvorgängen kann durch eine Förderung und eine Reduktion der Kosten rasch gesteigert werden. Eine Umsetzung scheint zeitnah möglich.

Vorteile, Nachteile

Ein großer Vorteil ist die Reduktion der Emissionen während der Haltedauer sowie das Weiternutzen bestehender Fahrzeuge im Sinne einer Kreislaufwirtschaft. Durch die Umrüstung können auch alte und emissionsintensive Fahrzeuge weiterhin gefahren werden. Zusätzlich ermöglicht es den Erhalt historischer Fahrzeuge im Bestand. Als Nachteil sind die hohen damit verbundenen Kosten zu sehen, die in Relation zu den Anschaffungspreisen von BEV gesetzt werden müssen. Aufgrund einer begrenzten Reichweite und bei Bedarf anfallenden hohen Lohnkosten ist eine Anwendung in der breiten Masse aktuell nicht zu erwarten.

4.4 Kfz-Steuer

Instrument: Ausweitung der aktuellen Steuersätze auf den Bestand. Ggf. stärkere CO₂ - Differenzierung und höhere CO₂-Kostensätze.

Beschreibung

Die Kfz-Steuer wird seit 2009 nach CO₂-Emissionen pro km differenziert. Seitdem wurden die Anreize mehrfach verschärft, zunächst durch ein Absenken der CO₂-Schwellenwerte für die Kalkulation und zuletzt 2021 durch eine deutliche Differenzierung der Steuersätze je g CO₂ pro km. Diese Differenzierung der Steuersätze könnte im Zuge einer Reform weiter ausgebaut werden. Da BEV bis zu zehn Jahre nach Erstzulassung, befristet bis zum 31.12.2030, von der Kfz-Steuer befreit sind, ist hier kein weiterer Bonus mehr möglich.

Die Kfz-Steuer stand sowohl vor als auch nach der Reform von 2009 immer wieder in der Kritik. Söllner (2018) kritisiert, dass sie aus steuersystematischer Sicht nicht sinnvoll ist, da sie weder gerecht im Sinne des Leistungsfähigkeitsprinzips⁸ oder Äquivalenzprinzip⁹ sei noch eine bedeutende Lenkungswirkung hat und daher abzuschaffen sei.

⁸ Leistungsfähigkeitsprinzip: Ausrichtung der Steuertarife nach Leistungsfähigkeit der Steuerpflichtigen, üblicherweise mit Einkommen als Indikator der Leistungsfähigkeit.

⁹ Äquivalenzprinzip: Ausrichtung an einer Äquivalenz von Leistung und Gegenleistung, also etwa an der Fahrleistung.

Reformen der Kfz-Steuer betreffen bisher nur neu zugelassene Fahrzeuge. Für ältere gelten die zur Zeit ihrer ersten Zulassungen gültigen Steuersätze. Im Zuge der Reform von 2009 wurde bereits geplant, auch die Bestandsfahrzeuge in die neue Systematik zu überführen (Gawel, 2011). Diese Anpassung ist bisher nicht erfolgt, aber rechtlich möglich (siehe dazu die rechtliche Bewertung in Kapitel 3.6).

Als Instrumente kommen verschiedene Optionen in Frage:

- Eine Überführung der Bestandsfahrzeuge in die seit 2021 gültigen Steuersätze und die damit verbundene Differenzierung nach CO₂-Emissionen.
- Eine weitere Differenzierung der Steuersätze. Diese würden allerdings ohne die Integration von Bestandsfahrzeugen nur die Neuzulassungen betreffen und erst verzögert Anreize in den Bestandsflotten setzen.
- Eine Abschaffung der Kfz-Steuer, verbunden mit einer Angleichung der Energiesteuersätze von Diesel an Benzin (Diese würde nach Söllner, 2018 voraussichtlich die Aufkommensausfälle durch die Abschaffung der Kfz-Steuer überkompensieren.).

In Bezug auf die Erreichung eines 15 Mio. BEV-Hochlaufs wurde bereits eine Reform der Kfz-Steuer durch Einführung einer Zulassungssteuer (Malus) diskutiert. An dieser Stelle wird daher ausschließlich die jährlich anfallende Kfz-Steuer betrachtet.

Erwartete Wirkung

Generell wird die Wirkung der jährlichen Kfz-Steuer auf den Pkw-Besitz, zumindest in der aktuellen Ausgestaltung, als gering eingeschätzt. Analysen in Studien zeigen, dass CO₂-basierte Zulassungssteuern die Emissionen von Neufahrzeugen wirksamer reduzieren als CO₂-basierte jährliche Kfz-Steuern (Gerlagh et al. 2018, Klier und Linn, 2015). Dies kann einerseits an der Höhe der Steuer, andererseits aber auch an deren Wahrnehmung liegen.

So zeigen Andor et al. (2020), dass die laufenden Betriebskosten eines Pkw deutlich unterschätzt werden. Während bei einer Befragung die Kraftstoffkosten noch sehr exakt geschätzt werden konnten, wurden die Kosten für Abschreibung, Reparatur sowie Steuern und Versicherungen deutlich unterschätzt. Unter Kenntnis der wahren Kosten erwarten die Autoren einen deutlich geringeren Pkw-Bestand in Deutschland. Eine fehlende Wahrnehmung steuerlicher Instrumente kann deren Lenkungswirkung ebenfalls reduzieren. Für die Schweiz zeigen Cerruti et al. (2023) dass sich das Bewusstsein über vorhandene steuerliche Anreize (im Sinne eines Bonus Malus Systems) auf die Fahrzeugwahl auswirkt. Eine Vernachlässigung des politischen Bewusstseins kann also dazu führen, dass implementierte steuerliche Anreize den Kraftstoffverbrauch und die CO₂-Emissionen von Fahrzeugen kaum beeinflussen.

Die THG-Minderung der in 2021 reformierten Kfz-Steuer in Deutschland liegt nach einer Abschätzung von Flintz et al. (2022) mit einer Reduktion der mittleren CO₂-Intensität um 0,74 Gramm pro Kilometer sehr gering. Eine durchschnittliche Steuererhöhung von rund 11€ pro Jahr lasse aber auch keine große Lenkungswirkung erwarten. Unter Annahme einer Steuererhöhung von ca. 90€ pro Jahr reduziert sich die durchschnittliche CO₂-

Emissionsrate der neu zugelassenen Pkw um ca. 5 Gramm pro Kilometer (Flintz et al., 2022). Damit scheint eine Erhöhung der Kfz-Steuer nur bei deutlich höheren Beträgen wirksam.

Neben den Auswirkungen auf den Kauf von Pkw ist auch die Auswirkung auf die Lebensdauer und Verschrottung der Fahrzeuge im Bestand, insbesondere von emissionsintensiven Fahrzeugen, zu berücksichtigen. Hier heben Alberini und Bareit (2019) die Bedeutung der Ausgestaltung der Kfz-Steuer und die Berücksichtigung der Besteuerung von Pkw im Bestand hervor. Eine Bonus Malus Ausgestaltung der jährlichen Kfz-Steuer die nur Neuwagen adressiert, kann zur Folge haben, dass die Lebensdauer von alten und ineffizienten Fahrzeugen verlängert wird. Eine Analyse der Schweiz zeigt: die erwartete Lebensdauer der drei beliebtesten Modelle verlängert sich dabei um fünf bis acht Monate. Bei einer Anwendung der Steuer auf den gesamten Bestand hingegen wird die Verschrottung bestehender emissionsintensiver Fahrzeuge beschleunigt und die erwartete Lebensdauer der drei beliebtesten Markenmodelle um acht bis elf Monate verkürzt (Alberini und Bareit 2019). Diese Wechselwirkungen zu Haltedauer und Verschrottungsraten sind bei der Ausgestaltung von neuen Instrumenten zu berücksichtigen.

Kosten und Kostenträger

Die Kosten einer Ausweitung der Kfz-Steuer auf den Bestand, sowie eine Erhöhung der Steuer, werden von den Pkw-Halter:innen getragen. Die Höhe ist dabei von der konkreten Ausgestaltung abhängig.

Zeitliche Dimension

Eine Ausweitung der aktuell geltenden Kfz-Steuer auf den gesamten Bestand kann auch dabei helfen, die älter werdende Pkw-Flotte zu reduzieren und speziell die in Zukunft ansteigende Klasse der Oldtimer zu begrenzen. Eine Umsetzung ist vermutlich erst mittelfristig möglich, da eine Übergangszeit, auch aus Gründen der Akzeptanz, zu empfehlen ist.

Vorteile, Nachteile

Das Instrument der Kfz-Steuer wird generell als weniger wirkungsstark eingeschätzt. Eine Änderung der Kfz-Steuer für Bestandsfahrzeuge scheint rechtlich argumentierbar, wird aber mit einer geringen gesellschaftlichen Akzeptanz erwartet.

4.5 H-Kennzeichen

[Instrument: Reform des H-Kennzeichens, insbesondere damit verbundener Privilegien.](#)

Beschreibung

Für Fahrzeuge ab 30 Jahren Alter kann ein H-Kennzeichen beantragt werden. Voraussetzung dafür ist, dass das Fahrzeug der Definition eines Oldtimers nach § 2 FZV entspricht, also „vor mindestens 30 Jahren erstmals in Verkehr gekommen ist, weitestgehend dem Originalzustand entspricht, in einem guten Erhaltungszustand ist und

zur Pflege des kraftfahrzeugtechnischen Kulturgutes dient“. Es ist verbunden mit einigen Sonderbestimmungen wie gedeckelten Sätzen bei der Kfz-Steuer und dem Recht, in Umweltzonen zu fahren¹⁰. Ein H-Kennzeichen lohnt sich nicht für alle Fahrzeuge über 30 Jahren Alter, so dass die Anzahl der Fahrzeuge mit diesem Kennzeichen nicht mit der Altersgruppe gleichzusetzen ist. Bei Einführung des H-Kennzeichens im Juli 1997 stammten die begünstigten Pkw aus dem Jahre 1967 oder früher. Das Kennzeichen konnte somit nur an eine hohe 5-stellige Zahl an Fahrzeugen vergeben werden.

Wie in Kapitel 2 dargestellt, sind Pkw ab 30 Jahren Alter eine immer noch begrenzte, aber schnell wachsende Gruppe, die sich mittlerweile anschickt 7-stellig zu werden. Durch die immer längeren Haltedauern von Pkw und die vielen Pkw im Alter von 15 bis 29 Jahren könnten 2030 mehrere Millionen Pkw über 30 Jahre im Bestand sein. Diese Feststellung hat auch der Bundesrechnungshof in seinem Prüfbericht zum Haushalt 2022 gemacht. Danach wächst die Anzahl der Fahrzeuge mit H-Kennzeichen sehr schnell. Die Subvention dieser Fahrzeuge wird in 2022 auf 170 Mio. € jährlich geschätzt (Bundesrechnungshof 2023). Die ursprünglich für eine kleine Gruppe von historisch wertvollen Fahrzeugen gedachten Sonderregeln gewinnen durch die große Zahl an mutmaßlich auch im Alltagsbetrieb genutzten Pkw deutlich an Relevanz.¹¹

Vor diesem Hintergrund liegt eine Reform des H-Kennzeichens nahe. Die Deutsche Umwelthilfe (DUH) hat einige Vorschläge dazu gemacht (Deutschlandfunk, 2022):

- Eine Erhöhung der Definition von Oldtimer auf 45 oder 50 Jahre Mindestalter (Baujahr 1978 oder 1973 statt des ursprünglichen Jahres 1967), verglichen mit den aktuell gültigen 30 Jahren (somit eine deutliche Verringerung der Oldtimerzahlen und eine Beschränkung auf „echte“ Oldtimer).
- Ausschluss von Massenfahrzeugen (und damit Fokus auf tatsächlich als Kulturgut schützenswerte Fahrzeuge).
- Einbezug in die Regulierung zu Abgasnachreinigung in Städten.

Insbesondere ist das Recht zum Fahren in Umweltzonen und zukünftig in emissionsfreien Zonen zu überdenken. Hier gleichen sich die Vorschläge der DUH und des Bundesrechnungshofes.

Erwartete Wirkung

Die Wirkung hängt stark von der zukünftigen Anzahl der Oldtimer ab und ist daher schwer zu prognostizieren. Nach bisherigen Trends könnten 2030 mehrere Millionen Pkw betroffen sein.

¹⁰ 35. BImSchV, Anhang 3 zu § 2 Absatz 3, Ziffer 10

¹¹ Die Relevanz des H-Kennzeichens für die Nutzung im Alltagsbetrieb zeigt auch die Preisentwicklung von Gebrauchten im Alter von etwa 28-29 Jahren und bei Überschreiten der 30-Jahresgrenze. Stichprobenartige Analysen auf den Gebrauchtwagen-Plattformen zeigen etwa eine Verdopplung der Preise der älteren PKW gegenüber den 28-29 Jahre alten PKW. Gleichzeitig wird mit Verfügbarkeit H-Kennzeichen und Steuerersparnis bei den 30+-PKW geworben.

Eine Reform des H-Kennzeichens wird vor allem zwei miteinander verbundene Wirkungen erzielen:

- Stärkere Wirkung durch Umweltzonen und emissionsfreie Zonen.
- Höhere Außerbetriebsetzung von alten Pkw.

Fahrzeughalter:innen reagieren deutlich auf Umweltzonen, wie eine Auswertung der Umweltzone in Berlin ergeben hat: Die Zahl der Fahrzeuge in der ältesten Schadstoffklasse nahm durch die Umweltzone deutlich stärker als die Trenderwartung ab, fand aber in einer Größenordnung ähnlich dem Oldtimer-Bestand einen Sockel - der wiederum im betrachteten Jahr deutlich zugenommen hat (Lutz, Rauterberg-Wulff, 2009). Mit anderen Worten wurden die meisten von der Umweltzone ausgeschlossenen Pkw stillgelegt oder an Besitzer an anderen Orten verkauft. Einige wurden anscheinend als Oldtimern angemeldet (Beantragung eines H-Kennzeichens), um trotz Umweltzone fahren zu können.

Kosten und Kostenträger

Die Kosten liegen vor allem bei Fahrzeughalter:innen mit Pkw ab 30 Jahren. Je nach Anpassung könnte es insbesondere Pkw im Alter von 30 bis 40 oder 45 Jahren betreffen. Relativ stark betroffen wären wohl Oldtimer-Besitzer:innen in Städten, da dort mehr Umweltzonen bestehen als auf dem Land.

Zeitliche Dimension

Anwendungsfall sind je nach Ausgestaltung alle Oldtimer oder solche im Alter von 30 bis 40 oder 45 Jahren. Die Einführung einer Reform wird mit dem Wachsen des Oldtimer-Bestands immer dringlicher. Insbesondere mit der Weiterentwicklung von Umweltzonen und der Einrichtung von emissionsfreien Zonen wird die Reform noch wichtiger.

Vorteile, Nachteile

Eine Reform oder Entfernung von Sonderrechten ist immer mit gewissen Akzeptanzproblemen verbunden. Andererseits wird es für die breite Masse von Besitzer:innen jüngerer Fahrzeuge zunehmend weniger gut zu rechtfertigen sein, wenn immer mehr Oldtimer von Umweltzonen ausgenommen werden – insbesondere wenn die Einschränkungen dieser räumlich wie regulatorisch ausgeweitet werden.

Vorteile sind neben der Einsparung von Emissionen und Energiekosten die Verringerung weiterer Schadstoffe und erhöhte Verkehrssicherheit. Ein Nachteil könnte sein, dass historische Fahrzeuge aus den Städten verschwinden. Für diesen Fall können Umrüstungen auf Elektroantrieb eine Lösung sein.

4.6 Rechtliche Grenzen und Möglichkeiten

Instrumente zur Reduktion des emittierenden Pkw-Bestands können mit Einschränkungen von Grundrechten einhergehen, etwa der Eigentumsgarantie (Art. 14 Abs. 1 GG), des Gleichheitssatzes (Art. 3 Abs. 1 GG) oder der allgemeinen Handlungsfreiheit (Art. 2 Abs. 1 GG). Sie können in die durch Art. 12 Abs. 1 GG geschützten Berufsfreiheit, z. B. von

Taxifahrer:innen oder Paketzusteller:innen eingreifen. Sie können außerdem für die freie Persönlichkeitsentfaltung (Art. 2 Abs. 1 i.V.m. Art. 1 GG), etwa von Personen mit Mobilitätseinschränkungen, relevant sein.

Entsprechende gesetzliche Maßnahmen für die Reduktion des Pkw-Bestandes, die mit Eingriffen in die Grundrechtssphäre verbunden sind, können grundsätzlich dadurch gerechtfertigt werden, dass sie dem Schutz der natürlichen Lebensgrundlagen (Art. 20 a GG) – der Basis jeder Grundrechtsverwirklichung – dienen.¹² Nach dem „Klimabeschluss“ des Bundesverfassungsgerichts ist der Bundesgesetzgeber in den Bereichen Mobilität und Verkehr verpflichtet, wirksame emissionsmindernde Maßnahmen einzuleiten, um Freiheitsrechte und Entfaltungsmöglichkeiten über die Zeit und für künftige Generationen zu gewährleisten.¹³ Dieses verfassungsgerichtlich definierte Handlungsgebot zum Klimaschutz genießt indes keinen unbedingten Vorrang gegenüber anderen Belangen. Es ist vielmehr – unter angemessener Gewichtung der Unumkehrbarkeit des Klimawandels und fortschreitenden Dringlichkeit für Gegenmaßnahmen – mit konfligierenden Verfassungsprinzipien und Grundrechtspositionen in Ausgleich zu bringen.¹⁴ Grundsätzlich sind jedoch weitgehende Eingriffe in Wirtschaftsgrundrechte zur Emissionsminderung und zum Auffangen von Klimafolgen möglich.¹⁵

Grundrechtsbeschränkende Maßnahmen für die Reduktion des emittierenden Pkw-Bestandes müssen dabei stets dem aus dem Rechtsstaatsprinzip abgeleiteten Grundsatz der Verhältnismäßigkeit genügen, d. h. gesetzliche Regelungen zur Umsetzung von Instrumenten müssen in Hinblick auf die verfolgten legitimen Emissionsminderungsziele geeignet, erforderlich und angemessen sein.

Für die einzelnen Instrumente zur Reduktion des Pkw-Bestandes sind aus grundrechtlicher Sicht folgende Grenzen und Möglichkeiten zu beachten:

Verschrottung

Nach geltendem Kreislaufwirtschafts- und Abfallrecht besteht eine Verpflichtung zur Entsorgung alter, umweltgefährdender Pkw, deren Zweckbestimmung, als Fortbewegungsmittel zu dienen, entfallen ist.¹⁶ Die Einführung einer weitergehenden Pflicht zur Verschrottung von emittierenden Pkw würde in Bezug auf die Eigentumsfreiheit eine hohe Eingriffsintensität aufweisen. Sie käme einem vollständigen Entzug der Rechtsposition der Pkw-Inhaber:innen gleich und könnte daher als entschädigungspflichtige Enteignung (Art. 14 Abs. 3 GG) qualifiziert werden. Das geltende Recht sieht z. B. bei Eingriffen in die Eigentumsgarantie durch Einschränkungen der

¹² Vgl. näher zum Staatsziel des Umweltschutzes als Legitimationsgrund für Beschränkungen von Grundrechten etwa *Jarass*, in: *Pieroth/Jarass*, 17. Aufl. 2022, GG Art. 20a Rn. 15.

¹³ BVerfG, Beschluss vom 24.3.2021, 1 BvR 2656/18 = BVerfGE 157, 30 Rn. 248 f.

¹⁴ BVerfG, Beschluss vom 24.3.2021, 1 BvR 2656/18 = BVerfGE 157, 30 Rn. 198.

¹⁵ Dazu näher etwa *Frenz*, JA 2022, 1000 ff.

¹⁶ Vgl. § 3 Abs. 1, Abs. 4 Kreislaufwirtschaftsgesetz – KrWG

baulichen Nutzbarkeit von Grundstücken aus Naturschutzgründen bereits Entschädigungen vor (vgl. § 40 Baugesetzbuch-BauGB). Angesichts der Umweltrisiken nicht fachgerechter Demontage von älteren Pkw¹⁷ könnten außerdem in Bezug auf den Verhältnismäßigkeitsgrundsatz die Geeignetheit aufgrund der möglichen faktischen Auswirkungen eines entsprechenden Instruments kritisch zu sehen sein.

Alternativ wäre aus grundrechtlicher Sicht eine Anreizregulierung denkbar, um eine Verschrottung zu fördern und den hoch emittierenden Pkw-Bestand abzubauen. So könnte eine „Umweltprämie“ für die nachhaltige Verschrottung und Entsorgung von hoch emittierenden Pkw aus rechtlicher Sicht ohne schwerwiegende Grundrechtsbedenken leichter gestaltet und umgesetzt werden.

Umrüstung

Die Einführung einer Pflicht zur Umrüstung von Verbrennungsmotoren würde die durch Art. 14 Abs. 1 GG geschützte Eigentumsgarantie grundrechtsrelevant verkürzen. Sie kann als gesetzliche Inhalts- und Schrankenbestimmung eingeordnet werden, bei der die verfolgten Klimaschutzziele mit den schutzwürdigen Interessen der betroffenen Eigentümer in einen gerechten Ausgleich zu bringen sind. Eine Pflicht zur ökologischen Umrüstung älterer, emittierender Pkw dürfte in Hinblick auf das Ziel der Emissionsminderung geeignet und angesichts der geringeren Reichweite freiwilliger Maßnahmen auch zur Zweckerreichung erforderlich sein. Bei der rechtlichen Beurteilung der Angemessenheit des Instruments sind die Kosten, die mit einer Pflicht zur Umrüstung verbunden sind, auf jeden Fall zu berücksichtigen. Außerdem könnten Übergangs- und Härtefallregelungen¹⁸ verfassungsrechtlich angezeigt sein. Zu beachten ist auch, dass bei geplanten EU-Regelungen zum „Verbrenner- Aus“ für bis ins Jahr 2034 zugelassene Fahrzeuge ein Bestandsschutz vorgesehen ist.

Angesichts der bestehenden rechtlichen Hürden bei einer verpflichtenden Umrüstung kommen aus rechtlicher Sicht als alternatives Instrument eine Anreizregulierung in Betracht, die eine freiwillige ökologische Umrüstung von älteren Pkw fördert.

Kfz-Steuer

Eine Erhöhung der Kfz- Steuer für hoch emittierende Pkw könnte das bereits vom EKM im Rahmen des Hochlaufs vorgeschlagene Instrument einer steuerlichen Bevorzugung emissionsarmer Pkw ergänzen.

Nach dem geltenden Kraftfahrzeugsteuerrecht ist es möglich, Kfz-Steuern mit Wirkung für die Zukunft zu ändern.¹⁹ Die Pkw-Halter:innen können nicht darauf vertrauen, dass sich die

¹⁷ Vgl. etwa *Umweltbundesamt*, Abschlussbericht Auswirkungen illegaler Altfahrzeugverwertung, 129/22, abrufbar unter: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/texte_129-2022_auswirkungen_illegaler_alfahrzeugverwertung_0.pdf.

¹⁸ Vgl. dazu etwa *Kischel*, in: Epping/Hillgruber, BeckOK GG, 56. Ed. 15.8.2023, GG Art. 3 Rn. 127-128.

¹⁹ Vgl. § 12 Abs. 2 Kraftfahrzeugsteuergesetz (KraftStG).

Besteuerung ihrer Fahrzeuge künftig nicht ändern wird. Eine Erhöhung der Kfz- Steuer begegnet grundsätzlich keinen verfassungsrechtlichen Bedenken, sofern sie nicht gegen das Willkürverbot (Art. 3 GG) verstößt und auf sachgerechten Erwägungen beruht.

In Bezug auf die Eigentumsgarantie (Art. 14 Abs. 1 GG) wäre die Erhöhung der Kfz- Steuer für emittierende Pkw nur dann unzulässig, wenn sie erdrosselnde Wirkung hätte und die Fahrzeughalter wirtschaftlich zwingen würde, ihre Fahrzeuge stillzulegen. Im Übrigen würde eine Interessensabwägung zwischen der Belastung durch die Steuererhöhung und dem Umweltschutz zu Gunsten des Letzteren ausfallen.²⁰ Unter dem Gesichtspunkt des rechtsstaatlichen Grundsatzes der Verhältnismäßigkeit könnten vom Gesetzgeber Übergangsregelungen getroffen werden.

5 Instrumente zur Reduktion der Fahrleistung

5.1 Parkraum-Management

Instrument:

- A) Deutliche Erhöhung der Parkgebühren für Gelegenheitsparker und/oder für das Anwohnerparken (letzteres wenn möglich in Abhängigkeit der CO₂-Emissionen) in Städten.
- B) Reduzierung der Anzahl öffentlicher Parkplätze in Städten.
- C) Einführung von Informations- und Leitsystemen via App zur Echtzeitinformation über freie Parkflächen (evtl. gekoppelt an ein dynamisches Preissystem).

Beschreibung

Das Parkraummanagement oder die Parkraumbewirtschaftung betrifft als Instrument den Parkraum des öffentlichen Raums, der durch Bepreisung, temporäre oder Dauerbeschränkungen, Nutzenzuordnung für Bewohner, e-Fahrzeuge oder Sharing-Fahrzeuge, sowie Kontrollen zur Durchsetzung dieser Maßnahmen effizienter genutzt werden soll.

Jede Fahrt beginnt und endet an einem Stellplatz, somit sind dabei entstehende Kosten bei jeder Verkehrsentscheidung miteinzubeziehen. Laut Feeney (1989) erzielt eine Erhöhung der Parkgebühren eine fünf Mal höhere Wirkung auf die Modalwahl als die fahrleistungsbezogenen Autokosten. Und auch Galbraith und Hensher (1982) ermittelten in einer Studie in der Region Sydney, dass die out-of-vehicle costs in Bezug auf Geld und Zeit, das heißt Zu- und Abgangszeiten sowie Parkgebühren, einen höheren Einfluss auf die Wahl des Verkehrsmittels haben als Kosten während der Fahrt wie der Sprit- oder ÖPNV-Preis. Das zeigt, dass die Einflussnahme auf Parkraumbewirtschaftung nicht unerheblich für die Wahl des Verkehrsträgers ist und somit einen Teil zur Reduktion der Fahrleistung im privaten Pkw-Verkehr beitragen kann.

²⁰ Vgl. BFH, Urteil vom 10.07.1990 – VII R 12/88 = BFHE 162, 141.

Die monatlich anfallenden Kosten für Parkplätze berechnete das IFEU (2023) in einer aktuellen Studie. Differenziert nach Parkplatztyp ergaben sich in Metropolen durchschnittliche monatliche Kosten von 131 bis 133 € je Stellplatz pro Monat für Straßenparkstände und Parkhäuser und 210 bis 229 € pro Stellplatz und Monat in Tiefgaragen und auf Parkplätzen. Die Kosten beinhalten neben den Errichtungskosten, Unterhaltskosten, Flächenwert und externe Kosten. Die höheren Kosten für Tiefgaragenplätze ergeben sich insbesondere durch die Baukosten im Tiefbau, bei Parkplätzen entstehen diese durch den Flächenwert. Diese Kosten können nur zu 11 % gedeckt werden, unter der Annahme eines Bewirtschaftungsregimes, in dem 50 % der öffentlichen Parkstände für Bewohnerparken, 18 % mit Parkschein, 7 % nach dem Mischprinzip genutzt werden und 25 % unbewirtschaftet sind, bei Gebühren von 1,50 € pro Stunde und 30,70 € pro Jahr für Bewohnerparken. Allerdings ist auf Grund der hohen Anforderungen Bewohnerparken nur in Ausnahmefällen möglich und daher ein geringerer Anteil realistisch.

Wie die Berechnungen zeigen, wird Parkraum deutlich zu günstig angeboten, die Gebühren decken nicht die den Kommunen anfallenden Kosten und spiegeln nicht den Wert der verbrauchten Fläche wider. Auch Shoup (2021) macht die Unterbewertung von Parkraum für die zu hohe Auslastung von Straßenraumparkplätzen und den hohen Parksuchverkehr verantwortlich.

Parkraummanagement im öffentlichen Raum

Instrumente des Parkraummanagements **im öffentlichen Raum** lassen sich wie folgt unterteilen:

- a) Eine Möglichkeit der Parkraumbewirtschaftung ist die **Erhebung von Gebühren**, das bedeutet dass Nutzer für das Abstellen ihres Fahrzeuges eine Gebühr entrichten müssen, durch das Ziehen eines Parkscheins an den dafür errichteten Automaten oder per online Überweisung mittels einer Park-App über das Smartphone. Eine weitere Möglichkeit ist die Beantragung von **Dauerparkscheinen oder Parkvignetten**, die monatlich oder jährlich online oder im Bürgerbüro erworben werden können, damit kann ein Fahrzeug auf öffentlichen Parkflächen geparkt werden, die Abgrenzung der zeitlichen und räumlichen Gültigkeit und die Festlegung ob mehr als ein Fahrzeug die Vignette nutzen kann, obliegt der Stadt.
- b) Eine Einschränkung der Parkdauer durch die **Einrichtung von Kurzparkzeitonen** ist eine weitere Ausgestaltungsmöglichkeit. Dabei ist es den Parkenden nur für eine begrenzte Dauer erlaubt ihr Fahrzeug zu parken. Dies kann mittels einer Parkscheibe nachgewiesen werden oder in Kombination mit einer Gebührenerhebung über den Parkschein.
- c) Wenn verschiedene Nutzergruppen um den Parkraum konkurrieren, können bestimmte Gruppen durch eine **Zweckzuweisung des Parkraums** angesprochen werden. Dazu zählt das **Bewohnerparken**, dabei haben Bewohner die Möglichkeit einen Bewohnerparkschein zu erwerben, der es erlaubt ohne Zeitbegrenzung oder zusätzliche Gebühren innerhalb des Wohngebietes zu parken. Dabei gibt es zwei verschiedene Möglichkeiten zur Regelung des

Bewohnerparkens. Eine Option ist das Mischprinzip, bei dem jeder die Möglichkeit hat, zu parken, aber Nichtbewohner Gebühren zahlen müssen oder an zeitlichen Beschränkungen gebunden sind. Eine andere Möglichkeit ist, dass Bewohner exklusive Parkberechtigungen erhalten und damit andere Verkehrsteilnehmer vom Parken ausgeschlossen werden. Zur Wahrung des Gemeingebrauchs müssen jedoch tagsüber von 9 Uhr bis 18 Uhr mindestens 50 % und ansonsten mindestens 25 % der Parkflächen weiterhin der Allgemeinheit zur Verfügung stehen (VwV-StVO zu § 45 StVO Rn. 32). Da 80 % der Zeit das Auto am Wohnort abgestellt wird, ist die Regelung des Bewohnerparkens ein wirksames Instrument (Pressl und Rye 2020) - auch hinsichtlich des Fahrzeugbestands. Die Bewohnerparkgebühren lassen sich aus Sicht des Fahrzeughalters den Pkw-Besitzkosten zurechnen, eine Erhöhung der Preise kann somit auf die Anschaffungsentscheidung wirken oder dazu führen das Fahrzeug abzumelden (Schlaich 2022). Eine weitere Form der Zweckzuweisung ist es, Parkplätze speziell für Carsharing-Fahrzeuge oder Elektrofahrzeuge zu reservieren oder von der Gebührenpflicht des Zeitparkens zu befreien. Dadurch wird angestrebt die Attraktivität von Carsharing zu erhöhen, sodass mehr Menschen diese alternative Form der Mobilität nutzen und den Umstieg von Verbrennungsmotoren zu umweltfreundlichen e-Fahrzeugen zu fördern. Darüber hinaus gibt es die Option, dass Handwerker und soziale Dienste bei der Ausübung ihrer Arbeit Parkerleichterungen erhalten könnten.

d) Außerdem gehört auch die **Kontrolle und Durchsetzung der Maßnahmen zur Parkraumbewirtschaftung** zu den Maßnahmen der Parkraumbewirtschaftung. Durch die Kontrollen wird überprüft, ob die Parkenden sich an die eingeführten Maßnahmen halten und bei Verstößen Bußgelder verhängt, dadurch soll sichergestellt werden, dass die zuvor genannten Maßnahmen wirken. Dabei ist die Höhe der Gebühren relevant. Wenn die Gebühren für Falschparken nicht deutlich höher sind als die Parkgebühren, kann dies dazu führen, dass Parkende ihr Fahrzeug vermehrt ohne gültigen Parkschein abstellen.

Formen der Angebotssteuerung

Neben öffentlichen Parkplätzen gibt es weiteren Parkraum in privatem Besitz, der öffentlich zugänglich ist, wie privat betriebene Parkhäuser oder Parkflächen von Supermärkten oder Einkaufszentren; für Entscheidungen bezüglich derer Bewirtschaftung sind die jeweiligen Eigentümer zuständig. Im Rahmen der Angebotssteuerung, wird die Bereitstellung von Parkraum beeinflusst, durch die Reduktion von Parkraum, die Förderung von Quartiersgaragen.

Im Bereich der **Angebotssteuerung** gibt es folgende Maßnahmen:

- a) 66 % der Arbeitswege und dienstlichen Fahrten werden mit dem MIV zurückgelegt, wodurch 22,4 % der klimarelevanten Emissionen des Personenverkehrs entstehen (Agora Verkehrswende 2022, BMDV 2017). Daher bietet das **betriebliche Parkraummanagement** Potenzial den motorisierten Individualverkehr zu beeinflussen, ebenso wie Parkraummaßnahmen für Freizeit- oder Einkaufszentren.

b) **Zentralisierung:** Insbesondere Straßenraumparkplätze beeinflussen das Stadtbild und führen zu Parksuchverkehr. Durch das Errichten von Quartiersgaragen oder Mobility Hubs kann Parkraum effizienter genutzt werden und die Flächen in der Stadt können sicherer und lebenswerter gestaltet werden. Park and Ride Plätze am Stadtrand und an S-Bahn-Stationen können den Verkehr in der Innenstadt reduzieren, Stauungen vermeiden und die letzten Kilometer der Fahrt auf nachhaltige Verkehrsträger verlagern. Insbesondere bei Mobility Hubs soll die Intermodalität gefördert werden. Quartiersgaragen sind Parkierungseinrichtungen, in denen Bewohner des Quartiers Stellplätze anmieten können. In Köln wurde die Quartiersgarage Stellwerk 60 errichtet, in dem angrenzenden Wohngebiet ist Autoverkehr und das Parken von Autos verboten, stattdessen wird der Raum für Fuß- und Radverkehr und für Verweilräume für die Bewohner genutzt. Mit dem Kauf eines Hauses in dem Viertel sind die Eigentümer rechtlich daran gebunden, keinen Parkraum auf ihrem Grundstück zu schaffen. Die Quartiersgarage ist an ÖPNV angebunden und beheimatet einen Anbieter von Carsharing-Fahrzeugen.

c) **Reduktion von Straßenparkraum.** Durch das Entfernen von Stellplätzen müssen Autofahrer sich Alternativen suchen, der Umstieg auf einen anderen Parkplatz ist mit längeren Suchzeiten oder Zugangswegen verbunden. Der dadurch zusätzlich entstehende Zeitaufwand senkt die Attraktivität der Pkw-Nutzung und soll Autofahrer dazu anregen auf andere Modi umzusteigen.

d) **Mehrfachnutzung:** Der Auslastungsgrad von Supermarktparkplätzen liegt während der Öffnungszeiten durchschnittlich zwischen 25 und 50 %, außerhalb der Öffnungszeiten bleiben sie ungenutzt. Durch das Bereitstellen der Parkfläche für mehrere Nutzergruppen kann die Parkfläche effektiver genutzt werden (Uttke und Reicher 2006).

e) **Stellplatzregelungen:** Das Bauordnungsrecht ist in der Bauordnung der Länder geregelt und soll die öffentliche Sicherheit und Ordnung gewährleisten, es regelt Vorschriften über Errichtung, Änderung und Abbruch von Parkeinrichtungen, darunter auch den Umgang mit der Stellplatzpflicht für Pkw und Fahrräder. Im Bauplanungsrecht werden Flächennutzungspläne und Bebauungspläne entwickelt. Für die Planung ist die jeweilige Kommune zuständig. Es regelt die Schaffung, die Anordnung und den Rückbau von Stellplätzen und kann somit zur Revitalisierung der Innenstädte beitragen. In der kommunalen Stellplatzverordnung kann, unter Beachtung der Regelungen der Landesbauordnung, die Stellplatzsatzung ausgestaltet werden. Während es bis Ende der 90er Jahre üblich war, Bauherren dazu zu verpflichten eine Mindestanzahl von Stellplätzen zu schaffen, um autofreundliche Städte zu gestalten, können auch Stellplatzbegrenzungen in der Satzung vorgeschrieben werden (FIS 2010). Eine Ablösevereinbarung gilt z.B. in Baden-Württemberg nicht für notwendige Kfz-Stellplätze oder Garagen von Wohnungen. Eine Ablösezahlung ist jedoch in Ausnahmefällen möglich, wenn die Kfz-Stellplätze oder Garagen nicht oder nur unter großen Schwierigkeiten hergestellt werden können (§ 37 Abs. 6 LBO).

Erwartete Wirkung

Am Beispiel der Stadt Lille in Frankreich ermittelten Hammadou und Papaix (2015) anhand einer Simulation, die Auswirkung verschiedener verkehrlicher Maßnahmen, darunter auch die höhere Bepreisung von Parkraum. Bei einer Erhöhung der Parkkosten um 10 % reduzieren sich die CO₂-Emissionen um 0,1 %; bei einer Parkkostenerhöhung um 50 % verringern sich die Emissionen um 0,58 %. Als begleitende Maßnahme wurde in der Simulation eingeführt, dass alle Parkplätze gleich viel kosten, um den Suchverkehr nach dem günstigen Parkplatz zu vermeiden. Weiterhin wurden verschiedene Maßnahmen kombiniert. Am wirkungsvollsten zeigte sich eine Kombination von einer Erhöhung der Parkgebühren um 50 %, einer 1,20 € Mautgebühr und einer 10 %igen Verbesserung der ÖPNV-Reisezeit. Dieses Maßnahmenbündel würde zu einer Reduktion der CO₂-Emissionen in Höhe von 2,37 % führen.

In einem Modell, das auf Verkehrsdaten der Stadt Portland in Oregon in den USA basiert, untersucht Hess (2001) den Einfluss von Parkgebühren auf Pendler. Das Modell sagt vorher, dass ohne Parkgebühren 62 % alleine im Auto reisen, 16 % Fahrgemeinschaften bilden und 22 % öffentliche Verkehrsmittel wählen. Bei einer täglichen Parkgebühr von 6 US-Dollar, würde sich die Verkehrsmittelwahl erheblich verändern. 50 % würden öffentliche Verkehrsmittel wählen und der Autoverkehr würde sich reduzieren, nur noch 46 % der Pendler würden allein Auto fahren und 4 % in Fahrgemeinschaften. Dies führt dazu, dass jährlich 62.000 Fahrzeugkilometer pro 100 Pendler weniger gefahren werden.

Wirkung von Bepreisung kombiniert mit einer Reduktion der Parkflächen

Für die Stadt Winterthur in der Schweiz im Kanton Zürich, betrachteten Widmer et al. (2016) die Auswirkungen von Preiserhöhung, Platzreduktion und der Kombination beider Maßnahmen auf die Anzahl der Fahrten, den Modal Split und die Abnahme von CO₂-Emissionen und Treibstoffverbrauch, mit Hilfe eines auf Stated Preference Umfragen basierenden Verkehrsmodells. Als wichtige Entscheidungsfaktoren für die Verkehrsmittelwahl ermittelte Widmer Fahrzeit, Suchzeit und Kosten des Parkplatzes, wobei die Fahrtkosten während der Fahrt als eher unwichtig angegeben wurden. Eine erhöhte Suchzeit um 50 % durch die Reduktion von Stellplätzen resultierte in einem Rückgang der Nachfrage von MIV-Wegen um 11.000 Fahrten, das entspricht 0,28 % im Kanton Zürich und 3,1 % innerhalb Winterthur, die Verkehrsleistung des MIV sank um 1,7 %. Eine Erhöhung der Parkgebühren um 150 % führt zu einem 70 % stärkeren Effekt als die Erhöhung der Suchzeit. Hier reduzieren sich die MIV-Wege um 17.000 pro Tag, das sind 0,44 % im Kanton Zürich. Innerhalb Winterthur sinken die MIV-Fahrten um 6,3 %, und die Verkehrsleistung geht um 3,5 % zurück.

Die Kombination beider Maßnahmen erzielt die stärkste Wirkung, hier wird ein Rückgang von 26 000 MIV-Fahrten pro Tag berechnet, das entspricht 0,66 % im Kanton Zürich. Innerhalb Winterthur reduzieren sich die MIV-Fahrten um 9 %, und die MIV-Verkehrsleistung um 4,8 %.

Bezüglich der Klimawirkung wurde ein Rückgang der CO₂-Emissionen innerhalb Winterthur ohne Einbeziehung der Autobahn um 2,3 % bei der Reduktion von Parkständen, von 4,8 % bei höherer Bepreisung und von 6,8 % bei beiden Maßnahmen berechnet. Auf den gesamten Kanton bezogen reduzieren sich die CO₂-Emissionen bei Einführung beider Maßnahmen um 1,1 %. Lokal ist eine deutliche Reduktion des Verkehrsaufkommens zu sehen, allerdings kommt es zu Verlagerungen ins Umland, wodurch der Effekt bei weiträumiger Betrachtung abgemildert wird.

Wirkung von Bepreisung kombiniert mit einer Begrenzung der Parkdauer

Für Belgrad (Serbien) untersuchten Simićević et al. (2013) mit Hilfe eines Modells, das auf Ergebnissen aus Stated Preference Umfragen basiert, Reaktionen auf höhere Bepreisung und stärkere Begrenzung der Parkdauer. Als Ergebnis ermittelten die Autoren ein geringeres Verkehrsaufkommen, wobei vor allem Pendler auf die Maßnahmen aufgrund der Häufigkeit und Dauer ihrer Parkvorgänge reagieren. Nur wenige Befragte gaben an, wegen der Einführung der Maßnahmen die Fahrt komplett aufzugeben. Eher entscheiden sie sich für andere Verkehrsträger oder einen Straßenraumparkplatz. 2018 untersuchten Simićević et al. (2018) außerdem Auswirkungen auf den Parksuchverkehr. Durch eine Angleichung der Preise von off-street und on-street Parkplätzen, kann laut dem Modell die Suchzeit um 32 % reduziert werden, was einen Rückgang der CO₂-Emissionen im Suchverkehr um 14,1 % und der NO_x-Emissionen um 14,2 % mit sich brachte. Bei einer Gebührenerhöhung von 0,60 € auf 1,25 € wird sogar ein Rückgang der durch Parksuchverkehr verursachten CO₂-Emissionen von 41 % berechnet.

Wirkungen des betrieblichen Parkraummanagements

Ein Ansatz des betrieblichen Parkraummanagements ist das Cash-Out System, dabei setzt der Arbeitgeber seinen Angestellten einen Anreiz wie monetäre Zahlung oder ein Ticket für den öffentlichen Verkehr, wenn diese sich gegen einen Parkplatz am Arbeitsplatz entscheiden. Am Beispiel DHL in Leipzig ordnen Evangelinos et al. (2010) die Maßnahme als zielführend ein. Durch das Cash-out System wird ein Rückgang des Pkw-Anteils am Modal Split der Angestellten von 68 % auf 55 % erwartet. Die Auswirkung von Bepreisung des Parkraums wird als noch effektiver bewertet mit einem Rückgang auf 44 %, Bepreisung ist jedoch schwieriger durchzusetzen und weniger akzeptiert als das Cash-Out System.

Wirkungen von Informations- und Leitsystemen

Durch Informations- und Leitsysteme können Verkehrsteilnehmer gezielter zu öffentlichen und öffentlich zugänglichen Parkflächen geleitet werden und die Auslastung des Parkraums harmonisiert werden. Dieses steuernde Instrument soll dazu beitragen Parksuchverkehr zu reduzieren. Voraussetzung für den Erfolg von Informations- und Leitsystemen sind eine ausreichende Stellplatzkapazität, vollständige Einbeziehung der öffentlich zugänglichen Parkstände und die Attraktivität der Parkplätze (FIS 2003).

Empirische Erkenntnisse zum Parkraummanagement

In verschiedenen Städten wurden sowohl national als auch international Parkraummanagement Maßnahmen durchgesetzt. Auch wenn die Bewirtschaftung von Parkraum insbesondere in großen Städten sehr verbreitet ist, sind empirische Belege für die Auswirkungen nur begrenzt vorhanden. Dieses Kapitel beschreibt die empirischen Erkenntnisse aus Verkehrsprojekten über die Wirkungsmechanismen von durchgeführten Maßnahmen. In verschiedenen Studien wurde die Auswirkung von höheren Parkkosten analysiert, eine Zusammenfassung der Maßnahmen und ihrer Auswirkungen ist in der folgenden Tabelle 3 abgebildet.

Tabelle 3: Übersicht verschiedener Parkraummanagement-Instrumente und ihrer empirisch untersuchten Wirkungen

Stadt	Instrument	Auswirkung
Parkraumbewirtschaftung		
Wien	2 h Kurzparkzonen und Bewohnerparken, Gebührenerhöhung	Auslastung: bis zu -30 % Pkw-Kilometer: -12 % Parksuchverkehr: -18 % Anteil des Pkw am Modal Split (Wege): -13 Prozentpunkte
Wien	Gebührenerhöhung um 0,80 €	Auswirkungen 1. Bezirk / 6. Bezirk Nachfrage Kurzzeitparken: - 21 %/ - 2 % Freie Plätze: +34 %/ +19 %
Chicago	Gebühren: +38 – 59% für Kurzzeit- und 123 % für Langzeitparken	Anzahl Ganztagesparker: -72 %
Freiburg	Bewohnerparken: Erhöhung von 30,70 auf 360 €	Beantragte Bewohnerparkausweise: - 47 % Gemeldete private Pkw: -2,2 %
Angebotssteuerung		
Oslo	Öffentliche On-Street Parkplätze: - 52 %, kombiniert mit der Einführung autofreier Straßen	Verkehrsaufkommen: -19 %
Vitoria-Gasteiz	Überwiegendes Parkverbot in der Innenstadt (-2000 Parkplätze) Dreifache Parkgebühren	CO ₂ -Emissionen: -9,5 % Motorisierungsgrad: - 36 % Fzg./EW Verkehrsaufkommen: -24 %
Nottingham	Erhöhte Parkgebühr am Arbeitsplatz Verbessertes ÖPNV-Angebot	CO ₂ -Emissionen: - 33 %

Stadt	Instrument	Auswirkung
Informations- und Leitsysteme		
London	Einführung einer Verfügbarkeitsanzeige über eine App	Parksuchzeit: -57 % Einsparpotential THG-Emissionen*: -643.000 t CO ₂ e
San Francisco	Dynamische Bepreisung Verfügbarkeitsdaten	Parksuchzeit: -43 % Fahrzeugkilometer: -30 % THG-Emissionen: -30 %

* Hochrechnung auf alle Fahrzeuge

Kosten und Kostenträger

Die Kosten für die vorgestellten Instrumente im Bereich des Parkraummanagements sind in keiner der analysierten Literaturquellen beziffert. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass mit Ausnahme der Informations- und Leitsysteme keine wesentlichen Kosten durch den Aufbau von Infrastruktur entstehen. Im Wesentlichen beschränken sich die Kosten bei den meisten Instrumenten auf die Personalkosten für die Durchführung von Kontrollen. Da durch eine Umwidmung von öffentlichen Parkplätzen zusätzliche Flächen frei werden, kann dies sogar zu zusätzlichen Einnahmen für die durchführenden Kommunen führen. Auf Seiten der Pkw-Nutzer entstehen durch die vorgestellten Instrumente zusätzliche Kosten.

Zeitliche Dimension

Instrumente der Parkraumbepreisung lassen sich zeitlich sehr kurzfristig umsetzen. Eine Umwidmung oder Verknappung von Parkflächen setzt zum Teil straßenbauliche Maßnahmen voraus und ist daher kurz- bis mittelfristig umsetzbar. Der Aufbau von Informations- und Leitsystemen ist ebenfalls kurz- bis mittelfristig umsetzbar.

Vorteile, Nachteile

Eine Kombination aus Instrumenten im Bereich der Parkraumbepreisung und der Reduktion von Parkflächen erscheint angesichts der empirisch beobachteten Wirkungen auf die Fahrleistung ein empfehlenswertes Zusammenspiel an Instrumenten. Für den lokalen Einzelhandel kann dies jedoch auch Nachteile mit sich bringen, weil der Besuch von Konsumenten dadurch negativ beeinflusst werden kann und evtl. andere Ziele gewählt werden. Ein Vorteil der Parkraumbepreisung kann die Steigerung intermodaler und multimodaler Wege sein.

5.2 City Maut

Instrument: Einführung einer Straßennutzungsgebühr/Einfahrtgebühr in Städten (evtl. gestaffelt nach CO₂-Emissionen, Größenordnung abhängig vom Einfahrtgebiet).

Beschreibung

Ein weiteres Instrument zur Steuerung der Pkw-Nutzung und damit der Fahrleistung stellt die City Maut dar. Weltweit gibt es 18 Städte, in denen mit Stand zu Ende 2023 eine Straßennutzungsmaut erhoben wird. Die Systeme befinden sich in Städten mit sehr unterschiedlicher Einwohnerzahl von 37.000 in Haugesund bis 9,5 Millionen in London. Acht Systeme erheben eine Maut ausschließlich für das Stadtzentrum; in Norwegen fallen die Gebühren an der Gemeindegrenze an und im Stadtstaat Singapur wird an hoch frequentierten Straßen eine elektronische Maut erhoben.

Die Gebühren werden ausschließlich für die Einfahrt in die Zone erhoben und nicht pro Kilometer. Sie variieren meist je nach Tageszeit und Wochentag. Die höchsten Einfahrtgebühren werden in London mit umgerechnet 15 - 18 € erhoben. London ist jedoch eine Ausnahme, in der Regel beträgt die Mautgebühr zwischen 1,20 € zu Tagesrandzeiten und 5 €. Der preisliche Aufschlag zu Spitzenzeiten variiert in Norwegen stark zwischen 30 % und 150 %.

Von der Maut werden einige Personen oder Fahrzeuggruppen ausgenommen. In London sind beispielsweise Menschen mit Behinderungen, Busse, Pannenhilfen und Abschleppdienste ausgenommen. Abschläge gibt es dort auch für Niedrigemissionsfahrzeuge mit Batterie (BEV) oder Brennstoffzellenantrieb (FCEV). In Norwegen zahlen BEV grundsätzlich eine geringere Maut, die Preisdifferenz zu konventionellen Fahrzeugen ist jedoch zu Spitzzeiten deutlich geringer als zu Tagesrandzeiten.

Tabelle 4: Auswahl von Mautsystemen in Europa

Stadt	Einwohner	Einfahrtsgebühr*	Kosten pro Fzg.- km**
London (UK)	8.962.000	18 €	3,60 €
Stockholm (S)	995.000	9,40 - 11,60 €	0,12 - 0,50 €
Oslo (N)	700.000	1,10 - 4,50 €	0,58 - 0,75 €
Göteborg (S)	573.000	0,90 - 2,20 €	0,23 - 0,55 €
Bergen (N)	287.000	2,00 - 7,00 €	0,11 - 0,38€
Durham (UK)	66.000	2,38 €	2,98 - 7,90 €

* Variiert nach Tageszeit und Emissionsklasse
** Schätzung der Distanzen für Hin-und Rückfahrt von der Zonengrenze ins Stadtzentrum

Straßenbenutzungsgebühren können Anreize für eine Verlagerung auf nachhaltigere Verkehrsmittel oder gemeinsam genutzte Fahrzeugdienste schaffen. Damit dies funktioniert, ist ein qualitativ hochwertiges Angebot an alternativen Verkehrsdiensten erforderlich sowie Anreize zu deren Nutzung. Beria (2016) fasst die Studien von fünf Städten zusammen und schätzt die Verringerung der Treibhausgasemissionen auf 2,5 % bis 22 %, und die Verringerung des Verkehrsaufkommens auf 10 % bis 44 % (Singapur).

Es ist zu beachten, dass bei der Bewertung der Auswirkungen auf die CO₂-Emissionen auch die sekundären Effekte von Mautsystemen berücksichtigt werden müssen. So können beispielsweise der Straßenverkehr und die damit verbundenen CO₂-Emissionen auf Straßen außerhalb der Mautzone zunehmen, da die Fahrer versuchen, die Gebühren zu umgehen. Sie könnten auch bereit sein, längere Umwege in Kauf zu nehmen, um Gebühren zu vermeiden, was die Gesamtverkehrsleistung erhöht.

London Congestion Charge

Das Londoner Straßenbenutzungsgebührensysteem reduzierte die CO₂-Emissionen des Straßenverkehrs um 16 % innerhalb der Mautzone und um etwa 1 % für ganz London. Eine City Maut in Höhe von 5 £ wurde 2003 für das Stadtzentrum von London eingeführt. Im Vergleich zu dem Vorjahr sank die Zahl der einfahrenden Pkw, Lieferwagen und Lkw um 27 %, die der Pkw sogar um 33 %, was etwa 65.000-70.000 täglichen Fahrten entspricht (Leape 2006, S. 165). Transport for London (2005) schätzte auf der Grundlage von Erhebungen, dass etwas mehr als die Hälfte dieser Fahrten durch öffentliche Verkehrsmittel ersetzt wurden; etwa ein Viertel der Fahrten wird nun um die Gebührenzone herumgeführt. Etwa 10 % stiegen auf andere private Verkehrsmittel um, vor allem auf Taxis und Fahrräder;

und etwa 10 % haben entweder ihre Fahrten eingestellt oder auf Fahrten außerhalb der Gebührenszeiten verlegt.

Die Wirkung der Maut auf die Fahrleistungen war in der gleichen Größenordnung (Pkw -34 %) wie das oben beschriebene gesunkene Aufkommen (Transport for London 2005, S.29). Die durchschnittliche Reisegeschwindigkeit auf den Straßen innerhalb der Gebührenszone zeigt, dass die Auswirkungen der Maut beträchtlich waren. Die durchschnittliche Tagesgeschwindigkeit im Straßennetz stieg von einem Durchschnitt von 14,3 km/h vor der Einführung der Maut auf 16,7 km/h im Mai/Juni 2003 (Leape 2006, S. 166). 2007 wurde die Gebührenerhebung auf den Westen Londons ausgeweitet und enthielt die zusätzlichen Stadtteile Westminster, Kensington und Chelsea. Während das Verkehrsaufkommen im Zentrum der Stadt unverändert blieb, nahm die Fahrleistung von gebührenpflichtigen Fahrzeugen um 11 % ab (Transport for London 2008). Nach der Wahl von Boris Johnson zum Bürgermeister Londons wurde die Erweiterung im Jahr 2011 wieder rückgängig gemacht.

Im Jahr 2022 betragen die Gebühren für eine Fahrt innerhalb der Gebührenszone 15 £ (17 €). Von der Gebühr sind Taxis, Dreiräder, Abschleppdienste und Fahrzeuge, die Menschen mit Behinderungen transportieren ausgenommen. Bewohner erhalten einen Discount von 90 %. Im Zeitraum seit der Einführung bis 2017 sank der Anteil der Pkw am Modal Split (Wege) von 46 % auf 36 % (Schlaich 2022) während gleichzeitig die Anzahl der zurückgelegten Fahrten mit Bussen und Taxen im zentralen Bereich Londons + 20 % zunahm (Roth 2009, A1 S.25).

Stockholm

Das Stockholmer System wurde im Januar 2006 eingeführt und ist als Mautkordon um die Innenstadt herum konzipiert. Die Gebühren werden pro Ein- und Ausfahrt erhoben, schwanken zeitabhängig zwischen 1,50 bis 4,50 € und werden werktags von 6:00-18:30 Uhr erhoben. Von der Gebühr sind ca. 15 % der Verkehre befreit, vor allem Busse und Zweiräder (Börjesson und Kristoffersson 2018).

Nach der Einführung der Maut ging das Verkehrsaufkommen innerhalb des Kordons sofort zurück, was zu einer drastischen Verringerung der Verkehrsüberlastung in der gesamten Stadt führte. Nach einigen Wochen stabilisierte sich der Rückgang des Verkehrsaufkommens im Vergleich zu 2005 bei etwa 22 %, was zu einer Verringerung der Stauungen um 30-50 % führte (Eliasson 2014).

Ebenso wie in London verlagerte sich etwa die Hälfte der Pkw- Fahrten auf den ÖV (Hagen und Reining 2019, S. 38) und dessen Anteil am Modal Split (Wege) wuchs um 3–6 % (Batty et al. 2015, S. 115). Die Zahl der Passagiere im Schienenverkehr wuchs um ca. 40.000 pro Tag und in den Bussen um 25.000, was einer Steigerung von 9 % entspricht. In der morgendlichen Spitzenstunde (7:30 h bis 8:30 h) wurden knapp 5.500 zusätzliche Passagiere (+ 13 %) in der U-Bahn gezählt, im Busverkehr ca. 3.000 (+ 28 %) (Roth 2009, A1-8). Die CO₂-Emissionen sanken im Mautgebiet um 14 % (Kretzler 2008) und in der gesamten Metropolregion um 2-3 % (Eliasson 2014).

Als vorbereitende Maßnahme für den City-Maut-Versuch wurden 2.800 neue Park-und-Ride-Plätze im Stadtgebiet und Verwaltungsbezirk Stockholm eingerichtet. Das P+R-Angebot war während des Mautversuchs für Dauerkartenbesitzer des ÖPNV kostenlos (Roth 2009, A1-8).

Electronic Road Pricing Singapur

Singapur war weltweit das erste Land mit Road Pricing. Das Mautsystem besteht bereits seit 1975. 1998 wurde Electronic Road Pricing eingeführt. Dabei muss jedes Fahrzeug über ein Erfassungsgerät verfügen und jede Fahrt durch eine der zahlreichen Erfassungsanlagen wird automatisch registriert und abgerechnet. Die Gebühren werden auf allen Straßen, die mit dem Stadtzentrum verbunden sind, sowie entlang von Ausfall- & Schnellstraßen mit starkem Verkehr erhoben.

Die Gebühren für Pkw variieren je nach Ort und Zeit zwischen 0,70 bis 2,80 € (1 bis 4 Singapur Dollar) und können sich alle halbe Stunde je nach Verkehrsaufkommen verändern. Die Gebühren werden so angepasst, dass der Verkehr in einem optimalen Geschwindigkeitsbereich von 20-30 km/h auf Hauptverkehrsstraßen und 45-65 km/h auf Schnellstraßen fließt. Zu Zeiten, in denen die höheren Geschwindigkeiten erreicht werden, fällt keine Maut an. Die Gebühren werden alle drei Monate überprüft und wenn nötig neu angepasst. Da beim Passieren jeder Mautstelle Gebühren anfallen, müssen Nutzer ggf. mehrmals zahlen und damit variieren die Kosten je nach Fahrtroute. Heute bestehen Pläne zu einer Erweiterung und es wird die Verwendung eines Globalen Navigation-systems getestet, was die bestehenden Erfassungsanlagen überflüssig und distanzabhängige Gebühren möglich machen würde (Bernasconi 2016).

Als das Elektronische Roadpricing 1998 eingeführt wurde, sank das Verkehrsaufkommen um 10 bis 15 % im Vergleich zum vorherigen Mautsystem. Die durchschnittliche Geschwindigkeit erhöhte sich um rund 20 Prozent. Zudem wurden eine Zunahme von Car-Sharing und Carpooling sowie eine große zeitliche Verlagerung der Fahrten in die Nebenzeiten festgestellt (Bernasconi 2016; Axhausen et al. 2021). Eine Steigerung der Maut um 1 € führte zu einer Verlagerung von 12-20 % auf Busse (Agarwal und Koo 2016).

Erwartete Wirkung

In London, Mailand, Stockholm und Göteborg schwanken die CO₂-Einsparungen zwischen 2,5 % und 22 %. Dabei sind die Wirkungen in aller erster Linie abhängig von der Höhe der erhobenen Maut. Preiselastizitäten sind daher ein geeigneter Indikator, um diesen Zusammenhang zu quantifizieren. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über Studien, die die Elastizitäten von City Maut Projekten untersuchen. In der Regel schwanken diese zwischen -0,2 und -0,9, wobei das City Maut Projekt in Stockholm 2014 eine Ausnahme bildet. Die bei diesen Elastizitäten beobachteten Unterschiede lassen sich durch verschiedene Faktoren erklären, z. B. durch den Zweck der Reise, die Häufigkeit der Reisen, die Höhe der Maut, das Vorhandensein einer mautfreien Alternative und die Länge der Reise.

Eliasson und Jonsson (2011) erklären die auch ex-ante unerwartet hohe Elastizität in Stockholm erstens mit einer geringen Abhängigkeit vom Auto, zweitens fiel die Regelung mit der Ausweitung des ÖPNV-Netzes zusammen und drittens wurden die Staugebühren als "Umweltgebühren" vermarktet, wobei der Schwerpunkt auf den positiven Auswirkungen auf die Luftqualität lag.

Tabelle 5: Empirische gemessene Elastizitäten von Maut Projekten

Stadt	Beschreibung	Elastizität	Quelle
Stockholm	2006	-0,87	Börjesson und Kristoffersson 2018
	2014	-1,24	
Göteborg	2013	-0,69	Börjesson 2018; Börjesson und Kristoffersson 2018
	2015	-0,52	
London	Zentrale Zone	-0,47	Evans 2008
	Westliche Zone	-0,42	
Trondheim	Nach Aussetzen der Maut	-0,22	Meland et al. 2010
Mailand	2008	-0,14 bis 0,34	Axsen et al. 2021
Singapur	Steigerung der Maut	-0,12 bis -0,20	Agarwal und Koo 2016
Weltweit	Metastudie	-0,02 bis -0,13	Cavallaro et al. 2018

Kosten und Kostenträger

Die Kosten des Aufbaus und der Kontrolle der Befolgung von City Maut Systemen konnte anhand der evaluierten Literaturquellen nicht beziffert werden. Für das Beispiel der City Maut London gibt es jedoch Bilanzrechnungen. Hiernach übersteigen die Einnahmen deutlich die Ausgaben für den Betrieb. 2011 betragen die Ausgaben für die City Maut ca. 81 Mio. Pfund, die Einnahmen beliefen sich dagegen bei 221 Mio. Pfund. Ein ähnliches Verhältnis von Einnahmen und Ausgaben findet sich in Stockholm. Hier betragen 2013 die Ausgaben 250 Mio. Kronen bei Einnahmen in Höhe von 600 Mio. Kronen. Die City Maut in London wird von der lokalen Verkehrsgesellschaft Transport for London (TfL) betrieben, in Stockholm ist das Bundesamt für Verkehr für den Betrieb zuständig.

Zeitliche Dimension

City Maut Systeme können je nach technischer Ausgestaltung sehr kurzfristig implementiert werden.

Vorteile, Nachteile

Die Wirkung des Instruments ist in den beobachteten Anwendungsfällen durchweg positiv und führt zu einer Reduktion der Fahrleistungen im MIV und einer Verlagerung auf den öffentlichen Verkehr. Dies setzt jedoch voraus, dass die durchführenden Kommunen ein leistungsfähiges ÖPNV-Angebot stellen können, um die Verkehrsverlagerung stemmen zu können. Positive Nebeneffekte in London waren eine deutliche Abnahme von innerstädtischen Staus einhergehend mit einer deutlich verbesserten Pünktlichkeit bei den bestehenden Buslinien, was die Nutzung des ÖPNV in London zusätzlich positiv beeinflusst hat. Nachteile einer City Maut können neben einer potenziell sozial ungerechten Verteilung die Verlagerung von MIV-Verkehren auf Ziele außerhalb der City Maut Zone sein.

5.3 Emissionsfreie Zonen

Instrument: Einführung von Null- oder Niedrigemissionszonen in Städten.

Beschreibung

Emissionsfreie Zonen, Umweltzonen oder Null-Emissionszonen stellen ein Instrument dar, das vorrangig die Elektromobilität fördern soll, aber in ihrer Wirkungsweise auch zu einer Reduktion der Fahrleistung von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor und einer Steigerung von inter- und multimodalem Verkehr führen kann. Die Wirkungsweise ist bei letzterem dabei vergleichbar mit einer sehr teuer bepreisten City Maut, die die Einfahrt zwar nicht verbietet, aber durch hohe Kosten für die Bevölkerung keine Alternative zum Umstieg auf andere Verkehrsmittel oder ein Vermeiden des Anfahrens von Zielen in dieser Zone darstellen.

Für Null-Emissionszonen gibt es derzeit bundesweit keine rechtliche Grundlage und keine praktikable Umsetzungsmöglichkeit (Schlaich 2022, S.35). Eine Argumentation auf Grundlage des Zieles der Luftreinhaltung ist bedingt möglich, aber eine alternative Lösung könnte eine Fahrradzone mit Ausnahmen für elektrische Fahrzeuge sein. Baden-Württemberg plant derzeit drei Stufen der Nullemissionszonen bis 2025 in Modellvorhaben zu erproben und anschließend landesweit zu verbreiten. Die erste Stufe bildet dabei die flächendeckende Ausstattung mit Ladeinfrastruktur. Die zweite Stufe bildet ein Parkierungskonzept mit Hilfe von E-Quartiersgaragen. In der dritten Stufe sollen schrittweise nur noch klimaneutrale Fahrzeuge einfahren. Sie müssen von lokalen Einführungskonzepten und Ausnahmeregelungen begleitet werden.

Das „Weißbuch Verkehr“ der europäischen Kommission strebt als strategisches Ziel eine annähernd emissionsfreie Stadtlogistik bis 2030 an. Die Kommission erwartet, dass eine verstärkte Einführung emissionsfreier Innenstädte die Attraktivität von Elektrofahrzeugen deutlich steigern könnte. Möglicherweise könnten emissionsfreie Innenstädte auch ein Treiber für die Bündelung des Wirtschaftsverkehrs sein (City-Logistik-Konzepte). Denn dann könnten im Gegensatz zu heute große Diesel-Lkw nicht mehr bis in die Stadtzentren fahren, sondern nur noch (kleinere) batterieelektrische Lkw oder auch Lastenräder. So

könnten sich Logistikzentren am Stadtrand etablieren, in denen auf die elektrischen Fahrzeuge umgeladen wird.

Gemäß Cui et al. (2021) können Umweltzonen den Umstieg von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor auf Nullemissionsfahrzeuge maßgeblich unterstützen. Mehrere Dutzend Städte weltweit, vor allem in Europa, haben angekündigt, in den kommenden zehn Jahren ZEZs oder Beinahe-ZEZs einzurichten. Die folgende Abbildung 7 gibt eine Übersicht über Zufahrtsbeschränkungen im nördlichen Europa. Unterschieden wird in Zonen mit geringen Emissionen (LEZ Low Emission Zones bis zu einer vorgeschriebenen Emissionshöchstmenge) und Null-Emissionszonen (ZEZ Zero Emission Zones), sowie Städte mit City-Maut und Zufahrtsbeschränkungen bei starker Luftbelastung (Pollution Emergency).

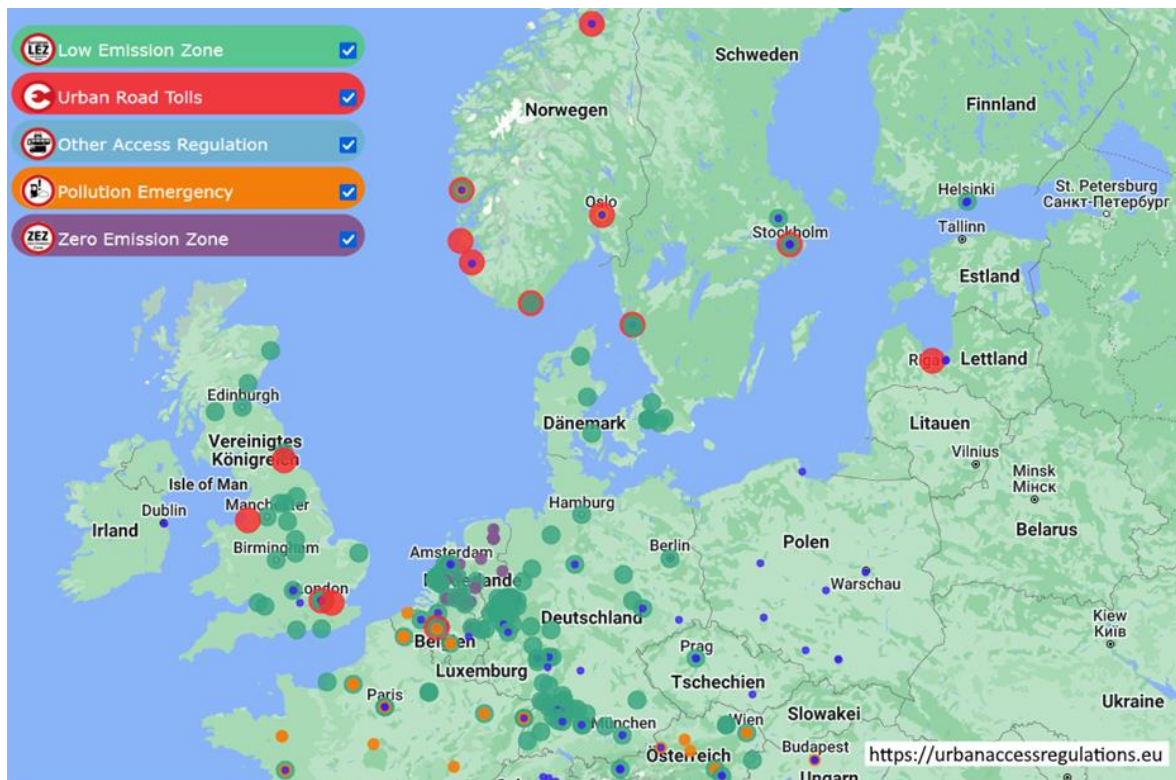


Abbildung 7: Zufahrtsbeschränkungen im nördlichen Europa

Erwartete Wirkung

Die Londoner City-Maut (Congestion Charge) hat eine hohe Bekanntheit. Weniger bekannt ist, dass außerhalb der Innenstadt eine Ultra Low Emission Zone ULEZ liegt, die wiederum von einer Low Emission Zone LEZ umgeben wird. Die Mindeststandards der ULEZ sind dabei:

- Euro 3 für Motorräder, Mopeds, motorisierte Dreiräder und Vierradfahrzeuge
- Euro 4 (NO_x) für Benzin-Pkw, Kleintransporter, Kleinbusse und andere Spezialfahrzeuge

Axsen und Wolinetz (2021) bestätigen, dass es nur sehr wenig Forschung zu ZEV-Zonen gibt und es liegen (außer der Evaluation in Graz) keine Beweise dafür vor, dass ZEV-Zonen ein wirksamer Weg zur Verringerung der Treibhausgasemissionen sind. Nur wenige Modellierungsstudien berücksichtigen Einfahrtverbote für die Klimaziele, und diese konzentrieren sich auf nationale oder globale Verbote von Verbrennungsmotoren und nicht auf Nullemissionszonen auf der Metropol- oder Stadtebene. Diegmann und Pfäfflin (2015) untersuchten, inwieweit die Einführung von Umweltzonen zu einer beschleunigten Erneuerung der Fahrzeugflotten geführt hat und mussten (frustriert) feststellen, dass "die Zulassungszahlen des Kraftfahrtbundesamtes allein kein geeignetes Maß darstellen, um deutschlandweit die Effekte der Umweltzonen auf die beschleunigte um-weltrelevante Erneuerung der Fahrzeugflotte messen zu können".

Allerdings könnte das Angebot von Ausnahmen für Elektromobile ein wirksames Gestaltungsmerkmal bei der Straßenbenutzungsgebühr sein. Wenn Nullemissionszonen für andere Fahrzeugtypen vorgeschlagen werden, können diese den Weg für Elektrofahrzeuge ebnen (Kotilainen et al. 2019).

Kosten und Kostenträger

Die Kosten des Aufbaus und der Einführung von Null- oder Niedrigemissionszonen werden in keiner der betrachteten Studien quantifiziert. Da jedoch mit Ausnahme des Aufstellens von Schildern und der Durchführung von Kontrollen keine wesentlichen Kosten für die Kommunen entstehen, können die Kosten als marginal abgeschätzt werden.

Zeitliche Dimension

Die Einführung einer Null- oder Niedrigemissionszone ist nach der rechtlichen Klärung schnell umsetzbar, weil nur wenige bauliche Maßnahmen zur Kennzeichnung notwendig sind.

Vorteile, Nachteile

Vor- und Nachteile von Null- und Niedrigemissionszonen können mit denen einer sehr teuren City Maut verglichen werden. Sie wirken jedoch deutlich restriktiver und können zu einer Verlagerung oder zu einer Umrüstung bei den Fahrzeugen führen.

5.4 Rechtliche Einordnung der Instrumente

Parkraum-Management

Allgemeiner Rahmen

Die Steuerung des Parkverhaltens über ein Parkraummanagement muss grundsätzlich auf Grundlage des Straßenverkehrsrechts (StVO, StVG) erfolgen. Verbote und Beschränkungen hinsichtlich des motorisierten Individualverkehrs sind dabei nach überwiegender Auffassung nur dann durch § 45 Abs. 1 StVO gedeckt, sofern (auch)

straßenverkehrsbezogene Gründe vorliegen. Handlungsspielräume für Kommunen, um Maßnahmen zur Verkehrsbeschränkung zu treffen sowie flächendeckende Parkraumbewirtschaftungsmaßnahmen anzuordnen, eröffnet § 45 Abs. 1 b Nr. 5 StVO.²¹ Demnach können Kommunen verkehrsbeschränkende Anordnungen auch zur Erreichung städteplanerischer Ziele erlassen. Die Befugnis zur eigenen Erhebung von Gebühren für das Parken im öffentlichen Raum (§ 6 a Abs. 6 StVG) wurde häufig den Kommunen übertragen. Sofern Gebühren für Bewohner:innenparkausweise in Form von Ausnahmegenehmigungen erhoben und auf § 46 Abs. 1 StVO gestützt werden, sind Kommunen nicht an den vom Bund in der Gebührenordnung für Maßnahmen im Straßenverkehr (GebOSt) festgesetzten Gebührenrahmen gebunden.²² Jüngere Landesgesetze sehen ferner ausdrücklich eine Unterstützung von Gemeinden und Landkreisen bei der Einführung eines Parkraummanagements vor.²³

Durch Bevorrechtigungen im Bereich der Ausweisung von Parkflächen und der Parkraumbewirtschaftung können Carsharing-Angebote gestärkt werden. § 5 Carsharinggesetz (CsgG) eröffnet den nach Landesrecht zuständigen Behörden die Möglichkeit, Flächen im öffentlichen Straßenraum exklusiv einem Carsharinganbieter zur Verfügung zu stellen, damit dieser dort eine Carsharingstation betreiben kann. Rechtlich wird dies durch die Erteilung von Sondernutzungserlaubnissen gelöst. In den meisten Ländern sind zuständige Behörden die Gemeinden. Einige Länder haben Parallelvorschriften in ihren Straßengesetzen für Flächen auf Landes- oder Kreisstraßen erlassen (siehe z. B. § 16a Straßengesetz für Baden-Württemberg). § 3 CsgG enthält Bevorrechtigungen für das Parken von Carsharingfahrzeugen auf öffentlichen Straßen oder Wegen und die Gebührenerhebung.

Gemäß § 3 Abs. 3 CsgG werden die Bevorrechtigungen, ihre Voraussetzungen und ihre Umsetzung durch die Straßenverkehrsordnung (StVO) konkretisiert. Ermessenslenkende Maßgaben für die Umsetzung durch die Straßenverkehrsbehörden finden sich in der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zur Straßenverkehrs-Ordnung (VwV-StVO). Für die Parkgebührenordnungen finden sich zudem Regelungen im Straßenverkehrsgesetz (StVG) sowie zum Teil in einzelnen Delegationsverordnungen von Landesregierungen, die von der Ermächtigung Gebrauch gemacht haben. Auch durch die Novellierung von § 45 StVO 2020 wurden die Handlungsspielräume der Kommunen hinsichtlich der Bevorrechtigung von Carsharing schon erweitert (siehe zum Beispiel § 13 Abs. 5 Alt 2 StVO zur Parkzeit).

Eine besondere Bevorrechtigung zum Parken von Elektrofahrzeugen ist zudem nach § 3 Abs. 6 des Gesetzes zur Bevorrechtigung der Verwendung elektrisch betriebener Fahrzeuge (EmoG) möglich.

Parkgebühren sind grundsätzlich in Form einer Rechtsverordnung zu erlassen. Kommunale Satzungen reichen nur dann aus, wenn ausdrücklich eine Satzungsermächtigung durch

²¹ Vgl. Ringwald, Roman, ZUR 2019, 660 f.

²² Vgl. Ringwald, Roman, ZUR 2019, 662.

²³ Vgl. etwa § 9 Hessisches Nahmobilitätsgesetz (Hess. NahmobilitätsG)

Gesetz besteht. Das Bundesverwaltungsgericht hat dies im Hinblick auf Gebühren für die Ausstellung von Bewohnerparkausweisen gemäß § 6a Abs. 5a Satz 2 StVG klargestellt. Schon dem Wortlaut nach („Gebührenordnung“) sei die Rechtsform der Rechtsverordnung zu wählen. Zudem richte sich die Ermächtigung in § 6a Abs. 5a Satz 2 StVG an die Landesregierungen und diesen stünde das Instrument der Satzung von vorneherein nicht zur Verfügung.²⁴

Grundrechtliche Anforderungen an ein Parkraummanagement

Ein Eingriff in den Eigentumsschutz des Art. 14 Abs. 1 GG durch Parkverbote, Ausweisung von Bewohnerparkzonen und Parkraumbewirtschaftungsmaßnahmen dürfte regelmäßig nicht vorliegen. Die grundrechtliche Eigentumsgarantie vermittelt keinen Anspruch auf Beibehaltung kostenfreier, benutzbarer öffentlicher Stellplätze. Auch das Anliegerrecht gewährleistet keine Bestandsgarantie und es besteht kein Anspruch hinsichtlich nahegelegener Parkmöglichkeiten.²⁵

Maßnahmen wie Parkgebühren oder die Ausweisung von Bewohnerparkzonen können Auswirkungen auf die grundrechtlich geschützte Betätigung von Gewerbetreibenden und gewerblichen Anliegern haben, insbesondere bei Angewiesenheit auf Transportfahrzeuge. Ein unmittelbarer Eingriff in die Berufsfreiheit (Art. 12 Abs. 1 GG) dürfte dabei regelmäßig ausscheiden. Jedoch kann eine Beeinträchtigung der allgemeinen Handlungsfreiheit (Art. 2 Abs. 1 GG) vorliegen, wobei bei der Beurteilung auch Rückwirkungen auf die Berufsausübung zu berücksichtigen sind.²⁶

Differenzierungen zwischen Bewohner:innen städtischer Quartiere mit Parkraumangel und sonstigen Verkehrsteilnehmer:innen im Rahmen des Parkraummanagements müssen sich grundsätzlich am allgemeinen Gleichheitssatz (Art. 3 GG) messen lassen. Die Verbesserung des Wohnumfelds für Bewohner:innen stellt dabei jedoch einen sachlichen Rechtfertigungsgrund für eine unterschiedliche Behandlung dar.

Die Erhebung von höheren klimaschützenden Bewohner:innenparkgebühren im Rahmen des Parkraummanagements, die nach ökologischen Kriterien wie dem CO₂- Ausstoß bemessen werden, kann mit Hinblick auf das Klimaschutzziel des Art. 20 a GG verfassungsrechtlich gerechtfertigt werden, solange der Verhältnismäßigkeitsgrundsatz eingehalten wird.²⁷

Um dem Grundsatz der Verhältnismäßigkeit in Hinblick auf betroffene Grundrechtspositionen beim Parkraummanagement zu genügen, sollten Erleichterungen und Ausnahmeregelungen zugunsten bestimmter Personengruppen wie ansässige Gewerbetreibende oder Menschen mit Mobilitätseinschränkungen und geringem Einkommen vorgesehen werden.

²⁴ BVerwG, Urt. v. 13.06.2023 – 9 CN 2.22, Rn. 17.

²⁵ So z.B. VGH München, Beschluss vom 14.10. 2022- 11 ZB 21.2089, NJW 2023, 169.

²⁶ VGH München, Beschluss vom 14.10. 2022- 11 ZB 21.2089, NJW 2023, 169.

²⁷ Vgl. VGH Mannheim, Beschluss vom 24. Juni 2022 – 2 S 809/22, ZUR 2022, 613.

Maßnahmen des digitalen Parkraummanagements können das Grundrecht auf informationelle Selbstbestimmung (Art. 2 Abs.1 i.V. m. Art. 1 Abs. 1 GG) berühren. Um gerechtfertigt zu sein, bedürfen sie einer gesetzlichen Grundlage. Ferner müssen datenschutzrechtliche Prinzipien wie Zweckbindung, Datensparsamkeit und Anforderungen für Löschkonzepte beachtet werden.

City-Maut

Ausgestaltung unter kompetenz- und finanzverfassungsrechtlichen Gesichtspunkten

Für die Einführung einer City-Maut in Form einer Steuer ist in der Regel der Bund zuständig (Art. 105 Abs. 2, Art. 106 Abs. 1 Nr. 3 GG). Die City-Maut ist grundsätzlich als Steuer gestaltbar,²⁸ insbesondere wenn sie sinkende Steuereinnahmen bei ansteigender Elektromobilität ausgleichen und der (Teil)finanzierung der Infrastruktur dienen soll. Wenn die City-Maut als Zwecksteuer gestaltet wird, dann steht in erster Linie eine Verhaltenslenkung im Vordergrund. Wichtig wäre auch, dass die City-Maut in Form einer Steuer so gestaltet würde, dass die Erhebung der Steuer ohne direkte Gegenleistung erfolgt. Das ist angesichts der Benutzung der Straßen gegen Entgelt nicht ganz leicht. Allerdings gibt es andere Zwecksteuern, wie zum Beispiel einige Kurtaxen, bei denen auch die Nutzung einer Infrastruktur als Grund nicht von der Hand zu weisen ist.

Für die Regelung einer City-Maut in der Form einer Gebühr für die örtliche Straßennutzung besteht eine konkurrierende Gesetzgebungskompetenz des Bundes und der Länder nach Art. 74 Abs. 1 Nr. 22 GG (Var.4). Solange der Bund von seiner Regelungskompetenz keinen Gebrauch gemacht hat, sind insoweit die Länder zuständig.²⁹ Da der Bund bisher nur im Bereich der Autobahnen und Bundesstraßen Regelungen getroffen hat, bestehen entsprechende Handlungsspielräume des Landesgesetzgebers. Nach Art. 74 Abs. 1 Nr. 22 GG sind hiervon im Grundsatz alle „öffentlichen Straßen“ umfasst. Nach dem Grundsatz der Subsidiarität ist der Landesgesetzgeber gegenüber dem Bund grundsätzlich die geeignetere Regulierungsebene, um sachnahe Lösungen für eine City- Maut zu finden.³⁰ Die City- Maut könnte unter Umständen von den Ländern auch als Luftreinhaltegebühr auf der Grundlage von Art. 74 Abs. 1 Nr. 24 GG ausgestaltet werden.³¹ Dies ist allerdings noch nicht höchstrichterlich bestätigt. Für die Kommunen besteht nach überwiegender Auffassung eine Regelungskompetenz für eine City-Maut nur dann, wenn sie durch den

²⁸ Vgl. dazu Schröder, Meinhard, NVwZ 2012, 1438, 1439. Die Einnahmen aus einer Steuer würden dabei dem Bund zufließen.

²⁹ Vgl. etwa Broemel, Roland, in: Münch/Kunig, Grundgesetz- Kommentar, 7.Aufl. 2021, Art. 74 Rn. 84.

³⁰ Vgl. zum Subsidiaritätsvorbehalt hinsichtlich der Einführung einer Straßenmaut z.B. Seiler, Christian, in: Epping/Hillgruber, BeckOK Grundgesetz, 56. Ed. 2023, Art. 74 Rn. 85.

³¹ Siehe dazu Klinger, Remo, ZUR 2016, 591, 594.

Bundes- oder Landesgesetzgeber ermächtigt werden.³² Hinsichtlich der Nutzung von Ortsdurchfahrten im Zuge von Bundesstraßen werden vielfach nur begrenzte Handlungsspielräume auf Landes- und kommunaler Ebene gesehen. Zwar liegt die Straßenbaulast für Ortsdurchfahrten ab einer bestimmten Größenordnung bei den Gemeinden.³³ Allerdings regelt das Bundesfernstraßengesetz, dass eine Gebühr nur durch besondere gesetzliche Regelung erhoben werden darf.³⁴ Daraus wird zum Teil der Schluss gezogen, dass es sich hierbei um eine „bundesgesetzliche“ Regelung handeln müsse. Das ergibt sich aus dem Gesetzestext zwar nicht ausdrücklich, aber der wissenschaftliche Dienst des Bundestages hat diese Auffassung so vertreten.³⁵ Wenn aufgrund der verfassungsrechtlichen Kompetenzverteilung auch eine Kompetenz bei den Ländern vertretbar erscheint (entgegen der Auffassung des Wissenschaftlichen Dienstes des Bundestages), dann liegen die größten Entscheidungskompetenzen auf regionaler Ebene in Hinblick auf die Einführung einer City- Maut derzeit bei Stadtstaaten wie Berlin, Hamburg oder Bremen.³⁶ Eine gesetzliche Klarstellung auf Bundesebene wäre wünschenswert, dass die im BFStrG erwähnte Anforderung, dass eine Straßennutzungsgebühr „besonderer gesetzlicher Regelungen“ bedarf, auch durch Regelungen der Länder erfüllt werden könnte.

Grundrechtliche Ausgestaltung

Die Erhebung einer City- Maut kann mit einem Eingriff in die grundrechtlich geschützte Berufsfreiheit (Art. 12 GG), insbesondere von Gewerbetreibenden wie Spediteuren, Taxen und Mietwagenunternehmen, verbunden sein. Ein Eingriff in die Berufsfreiheit von Pendler:innen scheidet dagegen regelmäßig aus. Art. 12 Abs. 1 GG schützt zwar die Zugänglichkeit des Arbeitsplatzes, vermittelt aber kein Recht auf die Nutzung eines bestimmten Verkehrsmittels.³⁷

Für gewerbetreibende Anlieger:innen, die auf eine Anfahrtsmöglichkeit zu Ihrem Betrieb oder Geschäft angewiesen sind, könnte unter Umständen ein Eingriff in die Eigentumsgarantie (Art. 14 GG) vorliegen. Für private Anlieger:innen ist ein Eingriff hingegen zu verneinen, sofern deren Grundstücke noch mit öffentlichen Verkehrsmitteln erreichbar sind.³⁸

³² Wissenschaftliche Dienste Deutscher Bundestag, Dokumentation WD – 3000 – 270/19, 2019, S.3.

³³ Vgl. § 5 Abs.2 Bundesfernstraßengesetz (FStrG)

³⁴ Siehe § 7 Abs. 1 Satz 4 BFStrG)

³⁵ Wissenschaftlicher Dienst des Bundestages, Pkw-Maut bei Ortsdurchfahrten auf Bundesstraßen, 026/23, 19.04.2023, S. 6 (mit Bezug auf einen Aufsatz von Murswiek).

³⁶ Vgl. Broer, Michael, LKV 2019, 439, 441.

³⁷ Vgl. Schröder, Meinhard, NVwZ 2012, 1438, 1442.

³⁸ Vgl. Schröder, Meinhard, NVwZ 2012, 1438, 1442.

Unter Gesichtspunkten des allgemeinen Gleichheitssatzes (Art. 3 GG) können Anwohner:innen wegen ihres ständigen Aufenthalts in der Innenstadt durch eine City- Maut stärker belastet werden.

Hinsichtlich der Kontrolle der Einfahrt zu einem Maut-Bereich kann ein Eingriff in das Recht auf informationelle Selbstbestimmung (Art. 2 Abs.1 i.V. m. Art. 1 Abs. 1 GG) vorliegen.

Die City-Maut muss in Hinblick auf Grundrechtseingriffe verhältnismäßig sein. Dabei sind das Staatsziel des Klimaschutzes (Art. 20 a GG) und der Gesundheitsschutz Betroffener (Art. 2 Abs. 2 GG) mit konfligierenden Grundrechtspositionen in Ausgleich zu bringen. Die City-Maut dient dem legitimen Ziel der Emissionsminderung und ist vor dem Hintergrund positiver Erfahrungen in anderen Städten auch geeignet und erforderlich, um dieses Ziel umzusetzen.³⁹

In Hinblick auf die Angemessenheit der Maßnahme⁴⁰ sollte sich die Höhe der Mautpflicht am Schadstoffausstoß orientieren und zeitbezogen ausgestaltet sein. Zudem sollten ergänzende Maßnahmen etwa der Parkraumbewirtschaftung ergriffen werden sowie der öffentliche Personennahverkehr durch Kapazitätserweiterungen gestärkt werden. Für Personengruppen, die besonders belastet werden, wie Gewerbetreibende, Menschen mit Mobilitätseinschränkungen oder Menschen mit geringem Einkommen, sollten Ausnahmen und Befreiungstatbestände erwogen werden. Unter Gleichheitsgesichtspunkten kann es zudem angezeigt sein, für innerhalb der Stadt wohnende Anlieger: innen niedrigere Sätze oder Vergünstigungen wie einen Klimabonus vorzusehen. Hinsichtlich des Grundrechts auf informationelle Selbstbestimmung sollten personenbezogene Daten im Rahmen des Maut-Systems zweckgebunden nur für die Gebührenabrechnung verwendet werden, möglichst nicht an Dritte weitergegeben und nach Wegfall des Verarbeitungszwecks unverzüglich gelöscht werden.⁴¹

Emissionsfreie Zonen

Grundsätzlich sind die Einrichtung von Umweltzonen von der Einrichtung emissionsfreier Zonen zu unterscheiden.

Umweltzonen können von Kommunen gemäß §§ 40, 47 Bundesimmissionschutzgesetz - BImSchG auf der Grundlage von Luftreinhalteplänen oder einem Plan für kurzfristig zu ergreifende Maßnahmen Umweltzonen eingerichtet werden sowie strecken- wie zonenbezogene Verkehrsbeschränkungen und -verbote erlassen werden. Die Umweltzonen werden gemäß § 45 Abs.1 f Straßenverkehrsordnung -StVO von der Straßenverkehrsbehörde angeordnet. Dabei sind grundsätzlich die Maßgaben der 35.

³⁹ Vgl. Klinger, Remo, ZUR 2016, 591, 597.

⁴⁰ Vgl. dazu näher auch Schröder, Meinhard, NVwZ 2012, 1438, 1443.

⁴¹ Vgl. näher zu datenschutzrechtlichen Fragen bei der Mauterfassung z.B. Pfab, Alexander, NZV 2005, 506-510.

BlmSchV („Plakettenregelung“) zu beachten. Nach der Rechtsprechung des Bundesverwaltungsgerichts (BVerwG)⁴² sind auch weitergehende Maßnahmen wie Dieselfahrverbote für bestimmte Gebiete – unter Wahrung des Grundsatzes der Verhältnismäßigkeit – ausnahmsweise zulässig, wenn dies die einzig geeignete Maßnahme ist, um unionsrechtlich vorgegebene Schadstoffgrenzwerte schnellstmöglich einzuhalten. Zur Wahrung der Verhältnismäßigkeit, insbesondere bei (eingriffsintensiven) zonalen Dieselfahrverboten, sind die Ausnahmeregelungen für bestimmte Fahrzeuge nach § 47 Abs. 4 a BlmSchG zu beachten.

Darüberhinausgehende Einrichtungen von flächendeckenden, emissionsfreien Zonen ist nach den bestehenden Regelungen bisher nicht möglich. Soweit die Schaffung einer solchen rechtlichen Grundlage erwogen werden soll, ist zu berücksichtigen, dass mit der Einrichtung von emissionsfreien Zonen regelmäßig Grundrechtsbeschränkungen für Kfz-Eigentümer:innen, -halter:innen und -nutzer:innen verbunden sind. Insbesondere können Eingriffe in die Berufsfreiheit (Art. 12 Abs. 1 GG), in die Bestandsgarantie des Art. 14 GG und die allgemeine Handlungsfreiheit (Art. 2 Abs. 1 GG) vorliegen.

Die Festlegung von emissionsfreien Zonen kann die Flexibilität und Mobilität – und damit die grundrechtlich geschützte allgemeine Handlungsfreiheit – der Betroffenen erheblich einschränken. Sie kann zudem eine Inhalts- und Schrankenbestimmung des Eigentums darstellen, die an Art. 14 GG zu messen ist. Unter Umständen ist eine hohe Eingriffsintensität in die Bestandsgarantie gegeben, etwa für Anwohner:innen einer Zone, wenn Fahrzeuge technisch nicht ohne erheblichen Aufwand nachrüstbar sind.⁴³

Die Einrichtung von emissionsfreien Zonen muss dem Grundsatz der Verhältnismäßigkeit genügen, d. h. geeignet, erforderlich und angemessen sein. Die Anordnung von Fahrbeschränkungen und -verboten für emittierende Pkw zu Verminderung von Luftverunreinigungen und zum Schutz der Gesundheit Betroffener stellt grundsätzlich eine geeignete und vergleichsweise wirksame (und damit erforderliche) Maßnahme dar, die Grundrechtseingriffe rechtfertigen kann.⁴⁴ Bei der Beurteilung der Angemessenheit sind die betroffenen Rechtspositionen, etwa der Bestandsschutz der Eigentümer:innen, die Belange des Gemeinwohls und der Gesundheitsschutz in Ausgleich zu bringen. Die Festlegung von emissionsfreien Zonen muss dabei stets im konkreten Einzelfall angemessen und für die Betroffenen zumutbar sein.⁴⁵

Zur Wahrung des Verhältnismäßigkeitsgrundsatzes ist insbesondere bei eingriffsintensiven zonalen Fahrverboten eine phasenweise Einführung zu erwägen. Es könnten Übergangsfristen für die Umrüstung emittierender Pkw geschaffen werden. Zudem sollten zur Vermeidung unverhältnismäßiger Grundrechtseingriffe Ausnahmen, etwa für

⁴² BVerwG, Urt. v. 27.02.2018 – 7 C 26/16, SVR 2018, 271-276.

⁴³ Dazu etwa Hellriegel, Mathias/ Hermanns, Caspar David, DAR 2007, 629 ff.

⁴⁴ Vgl. auch Klinger, Remo, NVwZ 2007, 785, 787.

⁴⁵ Vgl. etwa VGH Kassel, Urt. v. 10.12.2019 - 9 A 2691/18, BeckRS 2019, 38254.

Handwerker:innen, sonstige Dienstleister:innen und Anwohner:innen, gewährt werden. Darüber hinaus sind Vertrauensschutzgesichtspunkte zu berücksichtigen, die bei älteren Fahrzeugen geringer zu bewerten sind.⁴⁶ Es könnten ferner Ausnahmeregelungen für schwerbehinderte Menschen mit geringem Einkommen vorgesehen werden.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Festlegung von emissionsfreien Zonen zur Verfolgung von Zielen des Klima- und Gesundheitsschutzes Grundrechtseingriffe – etwa in den in Art. 14 GG verankerten Bestandsschutz – rechtfertigen kann. Das entsprechende Instrument muss indes verhältnismäßig ausgestaltet sein. Dies kann insbesondere durch die Schaffung von Übergangsfristen und Ausnahmeregelungen für bestimmte Personengruppen gewährleistet werden.

⁴⁶ Vgl. BVerwG, Urt. v. 27.2.2018 – 7 C 30/17, NVwZ 2018, 883- 890.

6 Instrumente zur Steigerung der Effizienz im Betrieb

6.1 Verflüssigung des Verkehrs

Instrument:

- A) Umweltsensitive Verkehrssteuerung.
- B) Förderung der fahrzeugseitigen Ausrüstung zur klimafreundlichen Fahrt.
- C) Kompensationsmaßnahmen zur Vermeidung von Reboundeffekten.

Eine Verflüssigung des Verkehrs führt zu einem gleichmäßigeren Verkehrsstrom. Durch die Reduzierung von Brems- und Anfahrvorgängen in einem optimierten Verkehrsfluss können Stauereignisse reduziert werden. Das kann, bei konstanter Fahrleistung, zu einer Reduzierung der THG-Emissionen führen.

Beschreibung

Für eine Verflüssigung des Verkehrs sind insbesondere verkehrstechnische Ansätze erforderlich. Zu diesen Ansätzen zählen:

- Optimierung der verkehrstechnischen Schaltung in einer Koordinierung („Grüne Welle“ und verkehrsabhängige Steuerung von Lichtsignalanlagen).
- „Pfortnerung“: Lichtsignalanlagen zur Begrenzung des Zuflusses in hoch belasteten Gebieten (insbesondere in Innenstädten), so dass innerhalb der Gebiete ein höherer Verkehrsfluss ermöglicht wird.
- Streckenbeeinflussungsanlagen mit verkehrsabhängigen Geschwindigkeitsbeschränkungen oder der temporären Freigabe von Seitenstreifen bzw. Wechselverkehrsführungen.
- Systeme zur Geschwindigkeitsempfehlung für Lichtsignalanlagen (Green Light Optimal Speed Advisory), entweder als Fahrassistenzsystem (On-Board) oder als straßenseitige Information.
- Fahrerassistenzsysteme wie automatische Abstandssysteme bzw. Fahrzeugkopplungssysteme.

Auch statische Anordnungen wie die Begrenzung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit im Autobahnbereich können zu einer Verstetigung des Verkehrs beitragen, da die Geschwindigkeitsdifferenzen einzelner Fahrzeuge ausgeglichen und somit die Wahrscheinlichkeit eines Verkehrszusammenbruchs reduziert werden. Dieser Aspekt wird im Abschnitt 4.2 berücksichtigt.

Die oben genannten fünf Teilaspekte sind unterschiedlich etabliert. Die Reihenfolge der Darstellung entspricht in etwa der Einführung in die praktische Anwendung. Bereits kurz nach Einführung der ersten Lichtsignalanlagen wurden diese auch koordiniert, die technischen Grundprinzipien sind daher annähernd 100 Jahre alt. Die Koordinierung von Lichtsignalanlagen ist ein etabliertes Instrument der Verkehrstechnik, zunächst ausschließlich zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit und Vermeidung von Zeitverlusten, seit mehreren Jahren auch zur Reduzierung von Emissionen. Die meisten Lichtsignalanlagen

im hohen Auslastungsbereich in Deutschland sind aktuell bereits koordiniert oder verkehrsabhängig programmiert, hierbei steht allerdings in den meisten Fällen die Leistungsfähigkeit und nicht die Optimierung der Emissionen im Vordergrund. Die Pfortnerung, insbesondere von Innenstädten, ist ebenso wie Streckenbeeinflussungsanlagen im Innerorts- oder Außerortsbereich schon seit mehreren Jahrzehnten etabliert. On-Board Systeme zur Kommunikation eines Fahrzeugs zur Infrastruktur oder zu anderen Fahrzeugen (Car2x) sind seit einigen Jahren in der Entwicklung und zunehmend in der praktischen Anwendung, haben aktuell aber noch eine geringe Marktdurchdringung.

Erwartete Wirkung

Der primäre Effekt einer Verkehrsverflüssigung aus Sicht der THG-Emissionen entsteht durch eine emissionsseitig bessere Abwicklung des Verkehrs, d.h. bei konstanter Verkehrsleistung kann der Verkehr mit geringeren spezifischen Emissionen abgewickelt werden. Der verstetigende Effekt einer Maßnahme kann jedoch nur selten isoliert betrachtet werden. Häufig führen die beschriebenen Maßnahmen der Verkehrsverflüssigung zu einer Reduzierung der Reisezeit des Kfz-Verkehrs und damit zu einer Steigerung der Attraktivität im Vergleich zu möglichen Verkehrsmittelalternativen. Dadurch können sogenannte Rebound-Effekte ausgelöst werden, die zu einer Steigerung der Fahrleistung führen, was wiederum die positiven Effekte kompensieren kann. Hierzu gibt es unterschiedliche Aussagen in der Literatur. Während manche Studien die Auswirkung der Rebound-Effekte als gering erachten, gehen anderen Studien davon aus, dass der positive Effekt der Verkehrsverflüssigung durch Nachfragewirkungen sogar überkompensiert wird.

Im Bericht „Wege für mehr Klimaschutz im Verkehr“ der Nationalen Plattform Zukunft der Mobilität (NPM) wurde für den Bereich der urbanen Mobilität (Entfernung bis 20km) ein Reduktionspotenzial von 0,4 Mio. t CO₂ pro Jahr für Deutschland ermittelt. Aufgrund des schwer zu quantifizierenden Rebound-Effekts wurde ein Wirkungskorridor zwischen 0 und 0,4 Mio. t CO₂ pro Jahr angegeben. Nicht berücksichtigt sind Wirkungen im Außerortsbereich, z.B. durch Streckenbeeinflussungsanlagen. In der bitkom-Studie „Klimaeffekte der Digitalisierung“ werden 10 bis 15 Mt CO₂ als Potenzial im Themenfeld Verkehrssteuerung und Optimierung“ benannt. Hierin sind allerdings nicht nur Maßnahmen der Verflüssigung enthalten, sondern auch Effizienzsteigerung im Kraftstoffverbrauch und ein digitales öffentliches Verkehrsnetz enthalten. Die Studie „Flüssiger Verkehr für Klimaschutz und Luftreinhaltung“ (UBA 2023) ergibt im Gegensatz dazu eine Erhöhung der CO₂-Emissionen aufgrund einer optimierten LSA-Steuerung in drei Teststädten um 0,6 % durch die Rebound-Effekte.

Kosten und Kostenträger

Bei straßenbegleitender Infrastruktur sind die Kosten durch den jeweiligen Baulastträger zu tragen, im Fall von Verkehrssteuerungseinrichtungen in erster Linie durch die Kommunen. Die Aufgabe des Bundes liegt in erster Linie im Bereich der Bundesfernstraßen und in der Förderung von technischen Innovationen durch Forschungsprojekte und Förderprogramme.

Zeitliche Dimension

Viele technische Ansätze zur Verflüssigung des Verkehrs werden bereits eingesetzt und können daher auch kurzfristig erweitert werden. Bestehende Erfahrungen, insbesondere zu netzweiten, emissionsorientierten Verkehrssteuerungen müssen noch weiter ausgearbeitet und für den flächendeckenden Einsatz verallgemeinert werden. Hierzu zählt auch die formale Verankerung der Emissionsorientierung in die juristischen und planerischen Optimierungsgrundsätze. Es ist davon auszugehen, dass mit zunehmender Automatisierung der Flotte auch Vorteile für die Verflüssigung des Verkehrs entstehen (Abstandskontrolle, Platooning).

Vorteile, Nachteile

Vorteile liegen in einer hohen Akzeptanz bei Politik und Bevölkerung, da Verkehrsverflüssigung nur im geringen Maße mit Nachteilen für den MIV verbunden sind. Nachteilig sind die durch Verkehrsverflüssigungsmaßnahmen ausgelösten Rebound-Effekte, die durch Reisezeitvorteile für den Pkw die Verkehrsmittelalternativen, insbesondere das Fahrrad und den ÖV, schwächt.

6.2 Energetische Optimierung der Geschwindigkeiten

Instrument: Anpassung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit insbesondere im Außerortsbereich, entweder durch ein generelles Tempolimit oder durch dynamische Streckenbeeinflussungsanlagen.

Beschreibung

Der Kraftstoffverbrauch und damit auch die THG-Emissionen des Pkw- und Lkw-Verkehrs sind abhängig von der gefahrenen Geschwindigkeit und der jeweiligen Verkehrssituation. Eine ordnungspolitische Anpassung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit kann daher zu einer Reduktion der THG-Emissionen führen. Dies kann entweder durch eine netzweite Reduktion der zulässigen Höchstgeschwindigkeit erfolgen oder durch streckenabschnittsbezogene statische oder dynamische Anzeigen.

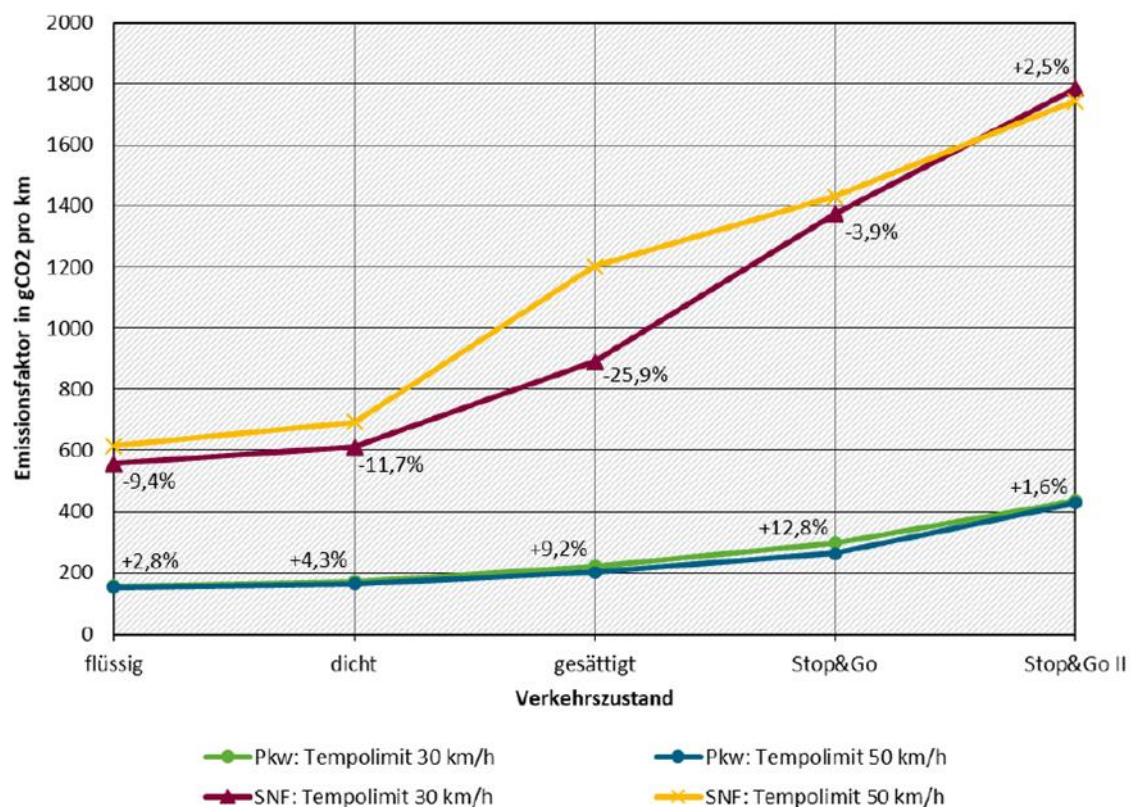
Erwartete Wirkung

Bei einem ungestörten Verkehrsfluss liegt die verbrauchsminimale Geschwindigkeit eines Pkw mit Verbrennungsmotor im Außerortsbereich bei ca. 80 km/h. Mit zunehmender Geschwindigkeit steigt der spezifische Energieverbrauch pro Kilometer an. Durch eine ordnungspolitische Anpassung der zulässigen Höchstgeschwindigkeiten im Außerortsbereich kommt es durch eine Reduktion der Geschwindigkeiten der einzelnen Fahrzeuge und somit zu geringeren Treibhausgasemissionen. Weitere Effekte von Geschwindigkeitsanpassungen entstehen durch eine Angleichung der Geschwindigkeiten der miteinander agierenden Fahrzeuge auf einem Streckenabschnitt. Je geringer die Geschwindigkeitsunterschiede, desto harmonischer ist der Verkehrsfluss, was wiederum zu einer günstigeren Verkehrssituation und geringeren Emissionsfaktoren führt. Ein sekundärer Effekt von reduzierten Fahrgeschwindigkeiten sind Verkehrsverlagerungen auf

andere Verkehrsmittel wie z.B. die Bahn. Dieser Effekt führt zu einer Reduzierung der Verkehrsleistung und damit zu einer Minderung der THG -Emissionen.

Es gibt einen Konsens über die generellen Wirkungszusammenhänge einer Geschwindigkeitsoptimierung im Außerortsbereich. Strittig ist die Quantifizierung der Wirkungen. Die o.g. Studie des Umweltbundesamts (UBA 2023) ermittelt ein Reduktionspotenzial an THG-Emissionen von Tempo 120km/h auf Autobahnen von ca. 4% und hat umfangreiche öffentliche und politische Diskussionen ausgelöst.

Die Wirkzusammenhänge einer Geschwindigkeitsreduktion im Innerortsbereich sind komplizierter. Die Daten des Handbuchs für Emissionsfaktoren (HBEFA) geben für eine Regelgeschwindigkeit von 30 km/h im Pkw-Verkehr leicht höhere Emissionsfaktoren an als für 50 km/h (vgl. Abbildung 9). Die Emissionsfaktoren des Lkw-Verkehrs sind hingegen teilweise bei Tempo 30 deutlich günstiger als bei Tempo 50.



Prozentzahlen stellen die Wirkungen der Änderung von Tempo 50 auf Tempo 30 dar.

Abbildung 9: CO₂-Emissionsfaktoren auf Hauptverkehrsstraßen (Agglomeration) bei Tempo 30 und Tempo 50 (Flotte für Deutschland, Jahr 2020), Quelle: UBA (2023), Seite 222

In der UBA-Studie reduzieren sich aufgrund der Nachfrageeffekte die CO₂-Emissionen durch eine Regelgeschwindigkeit von 30 km/h in drei Teststädten Dresden, Magdeburg und Stuttgart zwischen 0,5 % und 5,5 %, trotz der unterschiedlichen Effekte der Emissionsfaktoren. Eine weitere Studie des Umweltbundesamts „Aktiv mobil: Tempo 30 als innerörtliche Regelgeschwindigkeit“ (UBA 2022a) ergibt mit anderen methodischen Ansätzen eine in etwa ausgeglichene CO₂-Bilanz.

Kosten und Kostenträger

Eine energetische Optimierung der Geschwindigkeit kann durch eine Anpassung der zulässigen Höchstgeschwindigkeiten mittels einer Änderung der Straßenverkehrsordnung realisiert werden. Neben den Kosten des Gesetzgebungsprozesses entstehen Kosten durch teilweise anzupassende Beschilderung.

Zeitliche Dimension

Eine Anpassung der zulässigen Höchstgeschwindigkeiten wäre mittels einer Änderung der Straßenverkehrsordnung kurz- bis mittelfristig umzusetzen.

Vorteile, Nachteile

Geschwindigkeitsanpassungen, insbesondere im Außerortsbereich, sind in der öffentlichen und politischen Diskussion in Deutschland höchst umstritten. Als nachteilig wird insbesondere die Einschränkung der individuellen Fahrgeschwindigkeitswünsche und die damit verbundene Verlängerung der Reisezeiten gesehen. Neben der Reduktion der CO₂-Emissionen entstehen positive Aspekte durch eine Reduktion von Lärm- und Schadstoffemissionen und eine erhöhte Verkehrssicherung.

Im Innerortsbereich entstehen zusätzlich positive Wirkungen durch eine Reduzierung von Trennwirkungen und durch städtebauliche Entwicklungschancen.

6.3 Erhöhung der Besetzungsgrade

Instrument:

- A) Aufstockung der Regionalisierungsmittel zum Ausbau von Ridepooling-Angeboten.
- B) Ausbau der Förderung zum betrieblichen Mobilitätsmanagement mit Carpooling-Angeboten.

Beschreibung

Der gewichtete Besetzungsgrad einer Fahrzeugflotte ergibt sich als Quotient der Verkehrsleistungen der von dieser Flotte beförderten Personen (Personenkilometer) und der Fahrleistung der Flotte (Fahrzeugkilometer). Der durchschnittliche Besetzungsgrad im Pkw-Verkehr liegt in Deutschland seit Jahren unverändert bei ca. 1,5 Personen/Fahrzeug. Durch eine Erhöhung des Besetzungsgrads der Pkw-Bestandsflotte mit Verbrennungsantrieb kann bei gleichbleibender Verkehrsleistung eine Reduktion der Fahrleistung dieser Flotte und damit eine Reduktion ihrer Treibhausgasemissionen erreicht werden.

Für die Erhöhung des Besetzungsgrads der Pkw-Bestandsflotte der Verbrennerfahrzeuge im Jahr 2030 müssen Fahrten mit diesen Fahrzeugen stärker gebündelt durchgeführt werden. Dies kann erreicht werden, indem Fahrzeuge dieser Flotte verstärkt für gewerbliche und/oder private Angebote des Bedarfsverkehrs genutzt werden. Hierzu

zählen Angebote des gewerblichen **Ridepooling** (Rideselling) und des privaten **Carpooling** (Ridesharing).

Die aktuelle Gesetzeslage erlaubt die Durchführung von **Ridepooling**-Angeboten entweder als Linienbedarfsverkehre (§ 44 PBefG) oder als gebündelte Bedarfsverkehre (§ 50 PBefG). Beide Angebote sehen die gebündelte Beförderung von Fahrgästen auf vorherige Bestellung innerhalb eines festgelegten Gebiets ohne festen Linienweg vor. Vor der Reform des PBefG im Jahr 2021 wurden Genehmigungen für entsprechende Angebote über die Auffangklausel für eine typengemischte Beförderung (§ 2 Abs. 6 PBefG) oder die Experimentierklausel (§ 2 Abs. 7 PBefG) erteilt werden. Laut VDV existierten Ende 2022 ca. 80 Ridepooling-Angebote (VDV 2022). Der weit überwiegende Anteil dieser Angebote kann dem Linienbedarfsverkehr im Sinne der aktuellen Fassung des PBefG zugeordnet werden. Linienbedarfsverkehre sind nahtlos in den klassischen ÖPNV integriert und erfüllen entsprechende gemeinwirtschaftliche Verpflichtungen (Betriebs-, Beförderungs- und Tarifpflicht) sowie gesetzliche Vorgaben zur Barrierefreiheit. Der gebündelte Bedarfsverkehr hingegen ist ein privatwirtschaftlich organisiertes, eigenwirtschaftliches Angebot, das nicht von den Aufgabenträgern des ÖPNV beauftragt wird und auch keiner Betriebs- und keiner Beförderungspflicht unterliegt. Seitens der Genehmigungsbehörden werden verpflichtende Vorgaben zur Bündelungsquote sowie zu Mindestbeförderungsentgelten gemacht. Darüber hinaus können die Genehmigungsbehörden weitere Vorgaben hinsichtlich Barrierefreiheit und Emissionsstandards festlegen. Die VDV-Branchenumfrage zu Ridepooling-Angeboten aus dem Jahr 2022 (VDV 2022) ergab, dass mit weiterhin steigendem Trend bereits ca. 70 % der Angebote mit batterieelektrischen Fahrzeugflotten betrieben werden. Neben einer zunehmenden Verfügbarkeit geeigneter batterieelektrischer Fahrzeuge sprechen folgende Gründe für eine weitere Zunahme dieses Anteils: mögliche Auflagen der Genehmigungsbehörden zu Emissionsstandards, Imagegründe der Anbieter von Ridepoolingdiensten und Aufgabenträger sowie der Trend zur verstärkten Digitalisierung und Automatisierung der Fahrzeuge des Ridepoolingsegments, deren Vorteile insbesondere im Zusammenspiel mit der Elektrifizierung der Fahrzeuge zum Tragen kommen. Verbrennerfahrzeuge der Pkw-Bestandsflotte des Jahres 2030 werden daher voraussichtlich nur einen marginalen Anteil an der Fahrzeugflotte des Ridepoolings haben.

Carpooling-Angebote bestehen aus privaten Mitfahrangeboten. Die einmaligen oder regelmäßigen Fahrten werden über Vermittlungsplattformen (z.B. BlaBlaCar, fahrgemeinschaft.de oder mifaz.de), zwischen Bekannten und Kolleg:innen oder über definierte Mitfahrhaltepunkte/Mitfahrbänke vermittelt. Eine nicht abschließende Übersicht über Plattformdienste sowie Mitfahrhaltepunkte/Mitfahrbänke ist unter <https://mitfahrverband.org/> einsehbar. Darüber hinaus existieren auch innerbetriebliche Systeme zur Vermittlung von Fahrtangeboten und -gesuchen. Derartige Systeme werden oftmals als Teil eines betrieblichen Mobilitätsmanagements betrieben. Beim Carpooling werden die Fahrtkosten zwischen den fahrt anbietenden Personen und den Mitfahrenden geteilt. Fahrerentgelte werden nicht gezahlt. Anders als bei den gewerblichen Ridepooling-

Angeboten gibt die fahreranbietende Person die Quelle-Ziel-Relation sowie den Zeitpunkt der Fahrt vor.

Aufgrund der Vielzahl der Plattformdienste und Organisationsformen liegt ein unübersichtliches Carpooling-Angebot vor. Obwohl keine gesamthafte Auswertungen zur Anzahl und Struktur des Fahrtenangebots vorliegen, ist ersichtlich, dass ein deutlicher Unterschied zwischen urbanen und ländlichen Regionen besteht. Während auf Hauptrelationen zwischen Großstädten eine Vielzahl von Fahrten angeboten wird, nimmt das Angebot im ländlichen Raum stark ab.

Fahrgemeinschaften unter Bekannten und Kolleg:innen sind in Deutschland vergleichsweise selten. Laut (UBA 2022b) weist die Umweltbewusstseinsstudie des damaligen Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit und des Umweltbundesamtes für 2016 einen Wert von vier Prozent der Bevölkerung aus, die Fahrgemeinschaften nutzen. Eine Befragung in den Mitgliedsstaaten der EU zeigt einen ähnlichen Wertebereich für Deutschland auf. Demnach haben sich 2,6 % der befragten Personen im Jahr 2018 über eine Website oder App eine Fahrdienstleistung von einer anderen Privatperson organisiert. Der Anteil liegt deutlich unter dem EU-Durchschnitt (6,2 %).

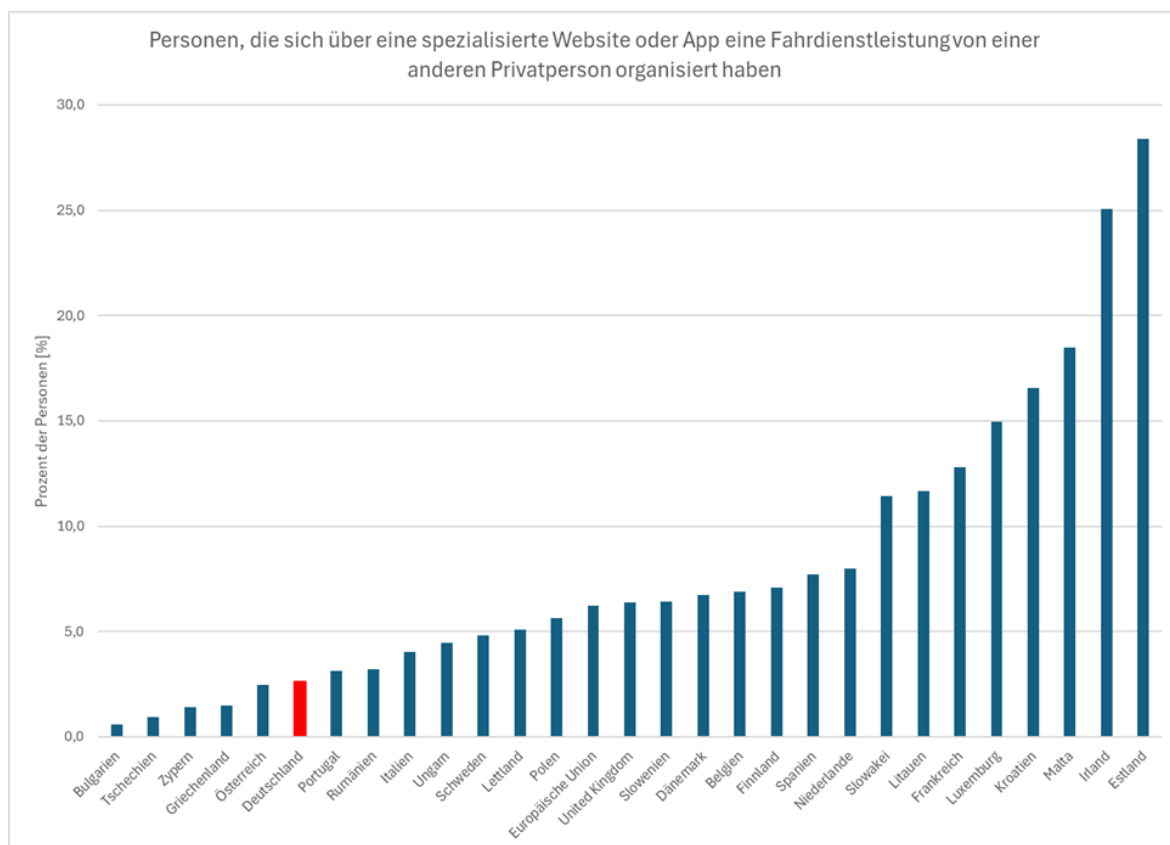


Abbildung 10: Befragungsergebnisse zur Nutzung von plattformbasierten Carpooling-Angeboten in 2018 (Eurostat 2023)

In der Studie „Nutzergruppenorientierte Transformation des Verkehrssektors am Beispiel der Automobilität“ des Umweltbundesamtes (UBA 2022b) werden als Gründe für die Nutzung von Carpooling-Angeboten die mangelnde Verfügbarkeit eines eigenen Pkw, die

Kostensparnis sowie die Möglichkeit zum Austausch mit mitfahrenden Personen benannt. Die beiden letztgenannten Gründe sind gleichzeitig auch für die Bereitstellung von Carpooling-Angeboten maßgebend.

Gegen die Nutzung sowie z.T. auch Bereitstellung von Carpooling-Angeboten sprechen laut (UBA 2022b) sowie (PTV 2021) die Unübersichtlichkeit der Angebote aufgrund der Vielzahl der Vermittlungsplattformen, die mangelnde Passgenauigkeit sowie die unzureichende Flexibilität der Angebote hinsichtlich Reisezeit und Abfahrts- sowie Ankunftsort, die eingeschränkte Privatsphäre und fehlende oder unzureichende Informationen hinsichtlich der Vertrauenswürdigkeit der Fahrthanbietenden sowie mitfahrenden Personen.

Die Studie des (UBA 2022b) benennt die folgenden Instrumente, die zu einer verstärkten Bereitstellung und Nutzung von Carpooling-Angeboten beitragen können:

- Anpassung der Landesbauordnungen bzw. kommunalen Stellplatzsatzungen: Reduktion der geforderten Pkw-Stellplätze pro Gebäude mit gewerblicher Nutzung, wenn Pkw-Stellplätze für Fahrgemeinschaften eingerichtet werden (siehe auch Kapitel 37).
- Förderung bzw. Aufbau eines Meta-Mitfahrportals, das Angebote verschiedener Mitfahrportale aggregiert.
- Einrichtung von Treffpunkten für Fahrgemeinschaften mit Pkw-Stellplätzen, Fahrradstellplätzen, guter ÖPNV-Anbindung und Wartebereichen mit Wetterschutz.
- Ausweisung privilegierter Parkplätze für Fahrgemeinschaften an potenziellen Zielorten, insbesondere am Arbeitsplatz.
- Förderung von Betrieben, die im Rahmen des betrieblichen Mobilitätsmanagements Fahrgemeinschaften beispielsweise durch Parking Cash-out, privilegierte Stellplätze oder die Unterstützung eines Mitfahrportals fördern (siehe auch Kapitel 37).
- Diverse weitere Push-Instrumente wie eine Vereinfachung der Einführung von Sonderfahrstreifen, die Anhebung der Kfz-Steuer und/oder des CO₂-Preises, die Anhebung der Gebühren für Bewohnerparkausweise sowie die Ausweitung des Parkraummanagements (siehe auch Kapitel 37 und die Einführung einer kommunalen Pkw-Maut (siehe auch Kapitel 5.2).

Erwartete Wirkung

Ridepooling-Angebote können in Abhängigkeit ihrer Ausgestaltung und der Nachfragestruktur bei ausreichender Bündelung von Fahrtwünschen zu einer Erhöhung des Besetzungsgrads durch reduzierte Fahrleistungen führen. Gleichzeitig bewirken Umwegfahrten, die zur Bündelung der Fahrtwünsche erforderlich sind, sowie Leerfahrten, die zwischen der Realisierung von Fahrtwünschen erforderlich werden, eine Erhöhung der Fahrleistungen. In den vergangenen Jahren wurde eine Vielzahl von Simulationsstudien zu den verkehrlichen Wirkungen der Ausweitung von Ridepooling-Angeboten durchgeführt. Beispiele hierfür sind (ITF 2015), (Friedrich et al. 2016), (PTV et al. 2019), (Kagerbauer et al. 2021a und 2021b), (Doll, Krauss 2022), (VRR, KCD 2022), (Agora Verkehrswende

2023). Die Ergebnisse der Studien sind nur bedingt miteinander vergleichbar, da sie von unterschiedlichen Flottengrößen im Ridepooling ausgehen, zum Teil auf Angebote urbaner oder ländlicher Räume fokussieren und zum Teil die Wirkungen des Ridepoolings in Kombination mit weiteren verkehrlichen Maßnahmen wie der Ausweitung von Sharingdiensten sowie des ÖPNV-Angebots und/oder restriktiven Maßnahmen gegenüber dem motorisierten Individualverkehr ermitteln. Auch die den Studien zugrundeliegenden Annahmen bzw. modellierten Wirkungsketten unterscheiden sich zum Teil deutlich. So werden teilweise Besetzungsgrade vorgegeben (z.B. (Doll, Krauss 2022)) oder auch Anteile der Verkehrsmittel am Modal-Split gesetzt (z.B. (Agora Verkehrswende 2023)), während diese Kenngrößen in anderen Studien Teil des Ergebnisses sind (z. B. (Kagerbauer et al. 2021a und b)). Grundsätzlich lässt sich jedoch festhalten, dass die Effekte zur Reduktion der Fahrleistungen insbesondere in urbanen Räumen deutlich überwiegen, während sie in ländlichen Räumen aufgrund der geringeren Bündelungsmöglichkeiten der Fahrtwünsche und/oder größeren Leerfahrtenanteilen wesentlich geringer ausfallen. Zum Teil können sie dort auch zu einer geringfügigen Steigerung der Fahrleistungen führen, insbesondere wenn die Angebote nicht ausreichend in das ÖPNV-Angebot integriert sind. Entsprechend ergibt sich in den Studien für die Ridepooling-Fahrzeuge ein Besetzungsgrad, der (unter Abzug des Fahrpersonals) zumeist knapp oberhalb des Besetzungsgrads im Pkw-Verkehr liegt.

Daraus folgend ergeben sich in den meisten Studien, in denen die Auswirkungen der Ausweitung des Ridepoolings auf die Treibhausgasemissionen untersucht wird, Einsparungseffekte hinsichtlich dieser Emissionen. Da in den Studien zumeist die Auswirkungen einer Vielzahl von verkehrlichen Maßnahmen untersucht wird, ist der Effekt der Ausweitung der Ridepooling-Angebote nur bedingt zu isolieren. Doll, Krauss (2022) etwa untersuchten die Auswirkungen der Ausweitung von Carsharing- und Ridepooling-Angeboten in verschiedenen Szenarien für die Jahre 2025 und 2030. Die Szenarien unterscheiden sich zum einen hinsichtlich des Umfangs der Angebotsausweitung, zum anderen aber auch hinsichtlich der Berücksichtigung weiterer verkehrlicher Maßnahmen (Förderung des ÖPNV, Externalisierung externer Effekte des Verkehrs und Erhöhung von Pkw-Abgaben). Das Szenario S10, das hinsichtlich der Ausgestaltung der weiteren verkehrlichen Maßnahmen dem Szenario S5 ähnelt, jedoch im Unterschied zu S5 einen extremen Markthochlauf des Carsharings und Ridepoolings beinhaltet, weist im Vergleich zu Szenario S5 für das Jahr 2030 eine deutschlandweite Reduktion der THG-Emissionen um ca. 0,8 Mio. t CO₂-eq/Jahr im Personenverkehr auf, was einer Reduktion in Höhe von ca. 1 % im Vergleich zu den Emissionen des Szenarios S5 entspricht. PTV et al. (2019) ermittelten für ein Szenario, das bis 2030 eine behutsame Ausweitung mehrerer Sharingsysteme sowie des Carpoolings beinhaltet, THG-Einsparpotenziale in Höhe von 1,7 Mio. t CO₂-eq/Jahr im Personenverkehr. Das Reduktionspotenzial entspricht ca. 1,8 % der THG-Emissionen des von (PTV et al. 2019) zugrundegelegten Referenzszenarios.

Darüber hinaus beschäftigt sich die Studie des (UBA 2023) mit den Auswirkungen von Instrumenten, die eine Förderung des Carpoolings beinhalten. Die konkreten Instrumente und ihre Wirkungsweise waren dabei nicht Gegenstand der Untersuchung, sondern nur die Auswirkungen eines geänderten Besetzungsgrads. Dazu wurde am Beispiel der Region

Dresden eine modellbasierte Berechnung durchgeführt und der ungewichtete Besetzungsgrad im Pkw-Verkehr vom Dresden-spezifischen Ausgangswert (1,35) auf 2,0 gesetzt. Dahinter steht die Annahme, dass es zu einer Zunahme der mitfahrenden Personen im Pkw-Verkehr kommt, die sich allein aus den bisherigen Pkw-Selbstfahrenden rekrutiert. Es werden also keine Verlagerungen von anderen Verkehrsmitteln zur Gruppe der Pkw-Mitfahrenden betrachtet. Aufgrund des derart erhöhten Besetzungsgrads kommt es zu einer Reduktion der Fahrleistungen im Pkw-Verkehr um 22,1 %, während die THG-Emissionen im Pkw-Verkehr um 22,6 % zurückgehen. Bezogen auf den Pkw- und Lkw-Verkehr ergibt sich ein Rückgang um 18,8 % (Fahrleistung) und 14,8 % (Treibhausgasemissionen).

Kosten und Kostenträger

Die über die VDV-Branchenumfrage (VDV 2022) erfassten bisherigen Erfahrungen zu Ridepooling-Angeboten zeigen, dass diese in der Regel nicht eigenwirtschaftlich zu betreiben sind. Das VDV-Gutachten „Verkehrswende gestalten – Gutachten über die Finanzierung von Leistungskosten der öffentlichen Mobilität“ (VDV 2021) quantifiziert den zusätzlichen Finanzbedarf zur Erweiterung des deutschlandweiten Angebots im Linienbedarfsverkehr auf 3,8 Mrd. Euro zur Erbringung einer Betriebsleistung in Höhe von ca. 1,4 Mrd. Fzg-km für 2030. Diese wird laut Gutachten als notwendig erachtet, um die Klimaziele des Verkehrssektors des Jahres 2030 zu erreichen.

Mit den weiter oben dargestellten Instrumenten, die auf eine verstärkte Nutzung und Bereitstellung von Carpooling-Angeboten abzielen, sind Kosten bei den Gebietskörperschaften, ihren Verwaltungen sowie Unternehmen verbunden. Diesen Kosten stehen bei Einführung einiger der genannten Push-Instrumente Einnahmen gegenüber. Die genannten Push-Instrumente bewirken in der Regel höhere Kosten für Pkw-Nutzer. Durch die Bereitstellung bzw. Nutzung von Carpooling-Angeboten durch diese Nutzer können die Kosten mit anderen Nutzern geteilt und so reduziert werden.

Zeitliche Dimension

Sowohl der Ausbau von Ridepooling-Angeboten als auch die Umsetzung der Instrumente, die auf eine verstärkte Nutzung und Bereitstellung von Carpooling-Angeboten abzielen, können nur mittelfristig realisiert werden.

Vorteile, Nachteile

Der Ausbau von Ridepooling-Angeboten kann neben der hier behandelten Erhöhung des Besetzungsgrads vor allem zu modalen Verlagerungen führen. Diese können je nach Ausgestaltung der Angebote maßgeblich aus Verlagerungen vom Pkw-Verkehr bestehen, wenn das Ridepooling-Angebot zusammen mit dem übrigen ÖV-System eine attraktive Alternative zur Pkw-Nutzung darstellt. Je nach Ausgestaltung des Ridepooling-Angebots sind jedoch auch Verlagerungen vom Rad- und Fußverkehr nicht auszuschließen.

Die Instrumente zur verstärkten Nutzung und Bereitstellung von Carpooling-Angeboten werden ebenfalls modale Verlagerungen bewirken. Sowohl die Änderungen der

Landesbauordnungen bzw. der kommunalen Stellplatzsatzungen als auch die weiteren genannten Push-Maßnahmen wirken restriktiv gegenüber der Nutzung des Pkws und werden daher zu einer Abnahme der modalen Anteile des Pkw zugunsten des Umweltverbunds führen.

Durch die skizzierten Verlagerungen vom Pkw zum Umweltverbund durch Ridepooling- und Carpooling-Angebote können sich positive Effekte hinsichtlich der Luftschadstoff- und Lärmbelastung, der Verkehrssicherheit sowie der innerörtlichen Entwicklungschancen und Trennwirkungen ergeben.

Bei einer verstärkten Bereitstellung und Nutzung insbesondere von Carpooling-Angeboten könnten positive Effekte auf den gesellschaftlichen Zusammenhalt entstehen, indem Personen, die im übrigen Alltag keine Berührungspunkte haben, während einer gemeinsamen Fahrt miteinander in Kontakt und einen intensiveren Austausch treten. Damit könnte das Verständnis und die Akzeptanz konträrer Standpunkte sowie unterschiedlicher Lebensentwürfe befördert werden.

Der Ausbau von Ridepooling-Angeboten dürfte auf eine weitgehende Akzeptanz in der Bevölkerung stoßen, da Erreichbarkeiten verbessert werden. Hinsichtlich einiger der Instrumente zur Stärkung des Carpoolings sind aufgrund ihres restriktiven Charakters gegenüber dem Pkw-Verkehr hingegen kontroverse Diskussionen zu beobachten, so dass sie auf eine geringere Akzeptanz stoßen dürften.

7 Referenzen

- ACEA (European Automobile Manufacturers Association) (2022): *ACEA Tax Guide 2022*. Online available at: <https://www.acea.auto/publication/acea-tax-guide-2022/> (accessed: 24.01.2023).
- Agarwal, S.; Koo, K. M. (2016): *Impact of electronic road pricing (ERP) changes on transport modal choice*. In: *Regional Science and Urban Economics*, 60, S. 1–11.
- Agora Verkehrswende (2022): *Umparken – den öffentlichen Raum gerechter verteilen. Zahlen und Fakten zum Parkraummanagement*.
- Agora Verkehrswende (2023): *Mobilitätsoffensive für das Land. Wie Kommunen mit flexiblen Kleinbussen den ÖPNV von morgen gestalten können*.
- Alberini, A., & Bareit, M. (2019): *The effect of registration taxes on new car sales and emissions: Evidence from Switzerland*. In: *Resource and Energy Economics*, 56, 96-112.
- Andor, M. A., Gerster, A., Gillingham, K. T., & Horvath, M. (2020): *Running a car costs much more than people think—stalling the uptake of green travel*. In: *Nature*, 580(7804), 453-455.
- Austrian Traffic Telematics Cluster (2011): *CLIMATE. Climate impacts of modern applications in telematics*. Online verfügbar unter <https://www.klimafonds.gv.at/wp-content/uploads/sites/16/BGR0442011FSCCLIMATE.pdf>.
- Axhausen, K. W.; Molloy, J.; Tchervenkov, C.; Becker, F.; Hintermann, B.; Schoeman, B.; Götschi, T.; Castro Fernández, A.; Tomic, U. (2021): *Empirical analysis of mobility behavior in the presence of Pigovian transport pricing*. <https://doi.org/10.3929/ETHZ-B-000500100>.
- Axsen, J.; Wolinetz, M. (2021): *Taxes, tolls and ZEV zones for climate: Synthesizing insights on effectiveness, efficiency, equity, acceptability and implementation*. In: *Energy Policy*, 156, S. 112457.
- Batty, P.; Palacin, R.; González-Gil, A. (2015): *Challenges and opportunities in developing urban modal shift*. In: *Travel Behaviour and Society*, 2 (2), S. 109–123. <https://doi.org/10.1016/j.tbs.2014.12.001>.
- Beria, P. (2016): *Effectiveness and monetary impact of Milans road charge, one year after implementation*. In: *International Journal of Sustainable Transportation*, 10 (7), S. 657–669. <https://doi.org/10.1080/15568318.2015.1083638>.
- Bernasconi, S. (2016): *Konzeptbericht Mobility Pricing: Ansätze zur Lösung von Verkehrsproblemen für Strasse und Schiene in der Schweiz*.

- BMDV (2017): *Mobilität in Tabellen 2017*. Online verfügbar unter <https://mobilitaet-in-tabellen.dlr.de/>.
- Börjesson, M. (2018): *Long-Term Effects of the Swedish Congestion Charges*. <https://doi.org/10.1787/d944f94b-en>.
- Börjesson, M.; Kristoffersson, I. (2018): *The Swedish congestion charges: Ten years on*. In: *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, (107), S. 35–51.
- Bundesrechnungshof (2023): *Immer mehr Oldtimer-Kennzeichen für Alltagsfahrzeuge: Hoher Steuerverzicht und Schadstoffbelastung*. Ergänzungsband zur Bewertung des Haushalts 2022, Abrufbar unter: https://www.bundesrechnungshof.de/SharedDocs/Downloads/DE/Berichte/2023/ergaenzungsband-2022/bemerkung-36.pdf?__blob=publicationFile&v=3
- Cavallaro, F.; Giaretta, F.; Nocera, S. (2018): *The potential of road pricing schemes to reduce carbon emissions*. In: *Transport Policy*, 67, S. 85–92. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2017.03.006>.
- Cerruti, D., Daminato, C., & Filippini, M. (2023): *The impact of policy awareness: Evidence from vehicle choices response to fiscal incentives*. *Journal of Public Economics*, 226, 104973.
- Cui, H.; Gode, P.; Wappelhorst, S. (2021): *A global overview of zero-emission zones in cities and their development progress*. Online verfügbar unter <https://theicct.org/wp-content/uploads/2021/12/global-cities-zez-dev-EN-aug21.pdf>.
- Cyrys, J.; Wichmann, H.-E.; Ruckerl, R.; Peters, A. (2018): *Umweltzonen in Deutschland : Probates Mittel zur Einhaltung geltender Luftqualitätsstandards?* In: *Bundesgesundheitsblatt, Gesundheitsforschung, Gesundheitsschutz*, 61 (6), S. 645–655. <https://doi.org/10.1007/s00103-018-2741-z>.
- DAT (2019): *DAT-Report 2019*. Deutsche Automobil Treuhand, Ostfildern.
- DAT (2022): *DAT-Report 2022*. Deutsche Automobil Treuhand, Ostfildern.
- Daxhammer, R.J., Klein, K. (2015): *Oldtimer als Wertanlage - Die Eignung des Oldtimers als Investment- und Diversifikationsobjekt*. Reutlinger Diskussionsbeiträge zu Finanz & Rechnungswesen
- Deutschlandfunk (21.10.2022): *Alte Autos und Klimaschutz - Die Debatte um strengere Auflagen für Oldtimer*. Marlene Thiele und Bastian Rudde
- Diegmann, V.; Pfäfflin, F. (2015): *Auswertung der Wirkung von Umweltzonen auf die Erneuerung der Fahrzeugflotten in deutschen Städten*. Endbericht.
- Doll, Krauss (2022): *Nachhaltige Mobilität und innovative Geschäftsmodelle*.

- Edmondson, D., Flachslund, C., aus dem Moore, N., Koch, N., Koller, F., Gruhl, H., Brehm, J., & Levi, S. (2022): *Bewertung klimapolitischer Instrumentenmix-Pfade—Eine Anwendung auf leichte Nutzfahrzeuge in Deutschland*. Kopernikus-Projekt Ariadne. Online verfügbar unter <https://ariadneprojekt.de/publikation/hintergrund-bewertung-klimapolitischer-instrumentenmix-pfade-eine-anwendung-auf-leichte-nutzfahrzeuge-in-deutschland/>.
- Eliasson, J. (2014): *The Stockholm congestion charges: an overview*. CTS Working Paper 2014:7. KTH Royal Institute of Technology.
- Eliasson, J.; Jonsson, L. (2011): *The unexpected “yes”: explanatory factors behind the positive attitudes to congestion charges in Stockholm*. In: *Transport Policy* 18, (4), S. 636–647.
- Eurostat (2023): *Personen, die sich über eine spezialisierte Website oder App eine Fahrdienstleistung von einer anderen Privatperson organisiert haben*. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ISOC_CI_CE_I__custom_71287/default/table, zuletzt abgerufen am 18.01.2024
- Evangelinos, C.; Matthes, A.; Lösch, S.; Hofmann, M. (2010): *Parking Cash-Out. ein innovativer Ansatz zur betrieblichen Effizienzsteigerung und Verkehrslenkung*. Online verfügbar unter https://www.researchgate.net/publication/254460512_Parking_Cash-Out_-_ein_innovativer_Ansatz_zur_betrieblichen_Effizienzsteigerung_und_Verkehrslenkung, zuletzt geprüft am 16.01.2024.
- Evans, R. (2008): *Elasticities for Car Trips to Central London as revealed by the Central London Congestion Charge*. Prepared for the Modelling and Evaluation Team. Transport for London, Policy Analysis Division.
- Feeney, B. P. (1989): *A review of the impact of parking policy measures on travel demand*. In: *Transportation Planning and Technology*, 13 (4), S. 229–244. <https://doi.org/10.1080/03081068908717403>.
- FIS (2003): *Individuelle Information über das Parkraumangebot*. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen. Online verfügbar unter <https://www.forschungsinformationssystem.de/servlet/is/42446/>, zuletzt geprüft am 17.01.2024.
- FIS (2010): *Bauplanungsrecht im Zusammenhang mit Parkraummanagement*. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen. Online verfügbar unter <https://www.forschungsinformationssystem.de/servlet/is/300708/?clsId0=276646&clsId1=276649&clsId2=276881&clsId3=0>, zuletzt geprüft am 17.01.2024.

- Flintz, J., Frondel, M., & Horvath, M. (2022): *Emissionswirkungen der 2021 reformierten Kfz-Steuer: Eine empirische Analyse*. *ASTA Wirtschafts- und Sozialstatistisches Archiv*, 16(3-4), 255-276.
- Friedrich et al. (2016): *MEGAFON Modellergebnisse geteilter autonomer Fahrzeugflotten des öffentlichen Nahverkehrs*, Stuttgart
- Galbraith, R. A.; Hensher, D. A. (1982): *Intra-metropolitan transferability of mode choice models*. In: *Journal of Transport Economics and Policy*, 16 (1), S. 7–29.
- Gawel, E. (2011): *Kfz-Steuer-Reform und Klimaschutz*, Wirtschaftsdienst, ISSN 1613-978X, Springer, Heidelberg, Vol. 91, Iss. 2, pp. 137-143, <https://www.wirtschaftsdienst.eu/inhalt/jahr/2011/heft/2/beitrag/kfz-steuer-reform-und-klimaschutz.html>
- Gerlagh, R., Van Den Bijgaart, I., Nijland, H., & Michielsen, T. (2018): *Fiscal policy and CO₂ emissions of new passenger cars in the EU*. *Environmental and resource economics*, 69(1), 103-134.
- Hagen, T.; Reining, M. (2019): *Übersicht über mögliche ökonomische Auswirkungen von City-Mauts*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.17891.91686>.
- Hammadou, H.; Papaix, C. (2015): *Policy packages for modal shift and CO₂ reduction in Lille, France*. In: *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 38, S. 105–116. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2015.04.008>.
- Hess, D. B. (2001): *Effect of Free Parking on Commuter Mode Choice: Evidence from travel diary data*. In: *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1753 (1), S. 35–42. <https://doi.org/10.3141/1753-05>.
- Hoelt, F. (2021): *Internal combustion engine to electric vehicle retrofitting: Potential customer's needs, public perception and business model implications*. In: *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 9, 100330. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2021.100330>
- IEA – International Energy Agency (2023): *Global EV Policy Explorer*. Online verfügbar unter <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/global-ev-policy-explorer>.
- IFEU (2023): *Kosten von Parkraum*. Ad-hoc-Beratung für das Verkehrsministerium Baden-Württemberg. Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg. Online verfügbar unter <https://www.klimaschutz-bewegt.de/aktuelle-studie-zum-thema-kosten-von-parkraum/>.
- International Transport Forum, ITF (2015): *Urban Mobility System Upgrade. How shared self-driving cars could change city traffic*.

- Kagerbauer et al. (2021a): *Ridepooling in Hamburg auf dem Weg in die Zukunft*, Ergebnisbericht zur MOIA Begleitforschung
- Kagerbauer et al. (2021b): *Ridepooling in der Modellierung des Gesamtverkehrs - Methodenbericht zur MOIA Begleitforschung*
- KBA (2023): *Oldtimer mit und ohne Historienkennzeichen*. KBA Kurzbericht.
- Klier, T., & Linn, J. (2015): *Using taxes to reduce carbon dioxide emissions rates of new passenger vehicles: evidence from France, Germany, and Sweden*. In: *American Economic Journal: Economic Policy*, 7(1), 212-242.
- Kotilainen, K.; Aalto, P.; Valta, J.; Rautiainen, A.; Kojo, M.; Sovacool, B. K. (2019): *From path dependence to policy mixes for Nordic electric mobility: Lessons for accelerating future transport transitions*. In: *Policy Sciences*, 52 (4), S. 573–600. <https://doi.org/10.1007/s11077-019-09361-3>.
- Kraftfahrt-Bundesamt (KBA) (2024a): *Neuzulassungen von Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern* (Januar bis Dezember 2023). Online available at: https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Neuzulassungen/MonatlicheNeuzulassungen/monatl_neuzulassungen_node.html (accessed on 28. 01. 2023).
- Kraftfahrt-Bundesamt (KBA) (2024b): *Besitzumschreibungen von Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern* (Januar bis Dezember 2023). Online available at: https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Besitzumschreibungen/Monatsergebnisse/monatsergebnisse_u_node.html (accessed on 28. 01. 2023).
- Kretzler, M. (2008): *Erfahrungen mit der City-Maut in Europa: Ökonomische Analyse und Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere Städte am Beispiel Hamburg*,
- Laing, K. (2020): *Green and healthy streets. How C40 cities are implementing zero emission areas*. Online verfügbar unter <https://sutp.org/publications/how-c40-cities-are-implementing-zero-emission-areas/>.
- Leape, J. (2006): *The London congestion charge*. In: *Journal of Economic Perspectives*, 2006 (Volume 20, Number 4), S. 157–176.
- Lüth, H. (2021): *Reassessing car scrappage schemes in selected OECD countries: A synthetic control method application* (No. 190). Diskussionspapier.
- Lutz, M., Rauterberg-Wulff, A. (2009): *Ein Jahr Umweltzone Berlin: Wirkungsuntersuchungen*.
- Meland, S.; Tretvik, T.; Welde, M. (2010): *The effects of removing the Trondheim toll cordon*. In: *Transport Policy*, 17 (6), S. 475–485.

- Mock, P., Tietge, U., Wappelhorst, S., Dornoff, J., & Ragon, M. (2022): *Market monitor-European passenger car and light commercial vehicle registrations: January - September 2022*. Online abrufbar unter <https://theicct.org/publication/market-monitor-eu-jan-to-jul-sept22/>.
- Naumov, S., Keith, D. R., & Sterman, J. D. (2023): *Accelerating vehicle fleet turnover to achieve sustainable mobility goals*. *Journal of Operations Management*, 69(1), 36-66.
- Pressl, R.; Rye, T. (2020): *Gute Argumente und Prinzipien des Parkraummanagements. Park4SUMP - Parkraummanagement als Game Changer für urbane Mobilität*. CIVITAS 2020. Online verfügbar unter https://park4sump.eu/sites/default/files/2020-10/PARK4SUMP_reasons_28092020_DE_web.pdf, zuletzt geprüft am 31.12.2023.
- PTV (2019): *Verlagerungswirkungen und Umwelteffekte veränderter Mobilitätskonzepte im Personenverkehr*.
- PTV (2021): *Machbarkeitsstudie für ein multimodales Mobilitätsangebot – Zukunftsorientiert Weiterentwicklung des ÖPNV-Angebots im Landkreis Mansfeld-Südharz*
- Roth, N. (2009): *Wirkungen des Mobility Pricing*. TU Darmstadt. Online verfügbar unter https://tuprints.ulb.tu-darmstadt.de/1871/1/Roth_Wirkungen_des_Mobility_Pricing.pdf.
- Ruggieri, R.; Ruggeri, M.; Vinci, G.; Poponi, S. (2021): *Electric Mobility in a Smart City: European Overview*. In: *Energies*, 14 (2), S. 315. <https://doi.org/10.3390/en14020315>.
- Schlaich, J. (2022): *Wissenschaftliche Begleitung der Pilotphase Klimamobilitätspläne zur Plausibilisierung der Annahmen der Wirkmechanismen von Klimaschutzmaßnahmen im Verkehr*. *Wirkungen und Modellierung von Maßnahmen*.
- Shoup, D. C. (2005): *The high cost of free parking*. <https://doi.org/10.4324/97811351179782>.
- Simićević, J.; Momčilović, V.; Milosavljević, N. (2018): *Parking management as a means of decreasing air pollution in cities*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1456435>.
- Simićević, J.; Vukanović, S.; Milosavljević, N. (2013): *The effect of parking charges and time limit to car usage and parking behaviour*. In: *Transport Policy*, 30, S. 125–131. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2013.09.007>.
- Söllner, F. (2018): *Die Dieselkrise und die Besteuerung des Kraftfahrzeugverkehrs*. *Wirtschaftsdienst* 98.6 (2018): 411-417.
- Transport & Environment (2022), *The good tax guide: A comparison of car taxation in Europe*.

- Transport for London (2005): *Impacts Monitoring Programme: Third Annual Report*. Third Annual Report. London.
- Transport for London (2008): *Central London Congestion Charging Impacts Monitoring*, Sixth Annual Report.
- UBA (2022a): *Aktiv mobil: Tempo 30 als innerörtliche Regelgeschwindigkeit*.
- UBA (2022b): *Nutzergruppenorientierte Transformation des Verkehrssektors am Beispiel der Automobilität*.
- UBA (2023): *Flüssiger Verkehr für Klimaschutz und Luftreinhaltung*.
- Uttke, A.; Reicher, C. (2006): *Lebensmitteldiscounter und Supermärkte. Anforderungen an ihre Gestaltung und ihr räumliches Umfeld*. Stadt Dortmund. Online verfügbar unter https://www.hamm.de/rehk/PDF/Uttke-Druck_20060425.pdf, zuletzt geprüft am 31.12.2023.
- Vanherle, Kris; Vergeer, Robert (2016): *Data gathering and analysis to improve the understanding of 2nd hand car and LDV markets and implications for the cost effectiveness and social equity of LDV CO₂ regulations*. Final Report for DG Climate Action, 2 May 2016.
- VDV (2021): *Verkehrswende gestalten – Gutachten über die Finanzierung von Leistungskosten der öffentlichen Mobilität*
- VDV (2022): *Branchenumfrage zu On-demand-Verkehren*. <https://www.vdv.de/ondemandumfrage22.aspx>, zuletzt abgerufen am 18.01.2024
- Velten, Eike Karola; Clemens Brauer, Jan-Erik Thie (2020): *Used vehicle trade and fleet composition in Europe*. Final report of the project “Used vehicle trade and fleet composition in Europe” on behalf of the EEA. Ecologic Institute and Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research ISI: Berlin, Karlsruhe.
- VRR, KCD (2022): *Potenzialanalyse On-Demand-Ridepooling im Ruhrgebiet*.
- Watts, R., Ghosh, A., & Hinshelwood, J. (2021): *Exploring the Potential for Electric Retrofit Regulations and an Accreditation Scheme for the UK*. *Electronics*, 10(24), 3110.
- Widmer, P.; Buhl, T.; Schoch, M. (2016): *Einfluss des Parkierungsangebotes auf das Verkehrsverhalten und den Energieverbrauch*. Online verfügbar unter <https://ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/baug/ivt/ivt-dam/vpl/reports/1201-1300/ab1231.pdf>, zuletzt geprüft am 16.01.2024.

ZEV - Zentrum für Europäischen Verbraucherschutz e. V. (2022): *E-Auto kaufen: Welche finanziellen Hilfen gibt es in Frankreich und Deutschland?* Online verfügbar unter <https://www.cec-zev.eu/de/themen/auto/elektroauto-foerderungen-in-frankreich-und-deutschland/>.