Fraunhofer ISI

Ex-post-Untersuchung der Klimawirkungen von ausgewählten verkehrlichen Maßnahmen in Baden-Württemberg

Autorinnen und Autoren:

Niklas Sieber, Michael Krail, Jonas Horlemann, Clara Aulich und Janis Nold

No. S02/2026

Impressum

Ex-post-Untersuchung der Klimawirkungen von ausgewählten verkehrlichen Maßnahmen in Baden-Württemberg

Autorinnen und Autoren

Niklas Sieber, niklas.sieber@isi.fraunhofer.de; Michael Krail, michael.krail@isi.fraunhofer.de;
Clara Aulich, clara.aulich@isi.fraunhofer.de; Jonas Horlemann, jonas.horlemann@isi.fraunhofer.de

Gefördert vom

Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg

Dorotheenstraße 8, 70173 Stuttgart

Bildnachweis

Deckblatt: Shutterstock.com/TechSolution

Zitierempfehlung

Sieber, N.; Krail, M.; Horlemann, J.; Aulich, C.; Nold, J. (2026): Ex-post-Untersuchung der Klimawirkungen von ausgewählten verkehrlichen Maßnahmen in Baden-Württemberg. Karlsruhe: Fraunhofer ISI.

Veröffentlicht

März 2026

Kontakt

Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI

Breslauer Straße 48, 76139 Karlsruhe
Niklas Sieber, niklas.sieber@isi.fraunhofer.de

Hinweise

Dieser Bericht einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Die Informationen wurden nach bestem Wissen und Gewissen unter Beachtung der Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis zusammengestellt. Die Autorinnen und Autoren gehen davon aus, dass die Angaben in diesem Bericht korrekt, vollständig und aktuell sind, übernehmen jedoch für etwaige Fehler, ausdrücklich oder implizit, keine Gewähr. Die Darstellungen in diesem Dokument spiegeln nicht notwendigerweise die Meinung des Auftraggebers wider.

Digitaler Identifikator

doi: 10.24406/publica-7609

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung 9

2 Methodik und Vorgehensweise 10
2.1 Differenz-von-Differenzen Methode 10
2.2 Bilanzierung von CO_2-Emissionen 10
2.3 Methoden zur Berechnung der CO_2-Emissionen 12
2.4 Methodische Übersicht der Maßnahmen 13

3 Kostenloses Parken für Elektrofahrzeuge 14
3.1 Gegenstand der Untersuchung 14
3.2 Untersuchungsfälle 15
3.3 Kontrollgruppe 16
3.4 Methodik der Berechnungen 17
3.5 Herausforderungen 19
3.6 Ergebnisse der Wirkungsberechnungen 20
3.7 Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse 24

4 Erhöhte Gebühren für Bewohner- und Dauerparken 25
4.1 Gegenstand der Untersuchung 25
4.2 Auswahl der Untersuchungsfälle 26
4.3 Auswahl der Kontrollstädte 31
4.4 Methodik der Berechnungen 32
4.5 Wirkungen auf den Pkw-Bestand in Landau 35
4.6 Wirkungen auf den Pkw-Bestand in Tübingen 37
4.7 Weitere Wirkungen der Gebührenerhöhungen 40
4.8 Zusammenfassung der Wirkungen 45

5 Einführung einer Schnellbuslinie 47
5.1 Gegenstand der Untersuchung 47
5.2 Behandlungs- und Kontrollgruppe 49
5.3 Methodik 54
5.4 Datengrundlagen 59
5.5 Ergebnisse 59
5.6 Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse 67

6 Zusammenfassung der Studie 69
6.1 Wirkungen der Maßnahmen 69
6.2 Vergleich der Ergebnisse mit denen des Klimaschutzszenarios in BW 72
6.3 Vergleich mit den Effekten von anderen Klimaschutzmaßnahmen auf anderen Ebenen 73

6.4 Kritische Bewertung der Ergebnisse 74

7 Literaturverzeichnis 75

Abkürzungsverzeichnis

α	Anteil der ÖPNV-Nutzer, die ohne ÖPNV-Angebot den MIV nutzen würden
BEV	Batterieelektrisches Fahrzeug (engl. Battery Electric Vehicle)
BW	Baden-Württemberg
CO_2e	Kohlenstoffdioxid-Äquivalent
EV	Elektrofahrzeug (engl. Electric Vehicle)
F	Fahrleistung
FCEV	Brennstoffzellenfahrzeug (engl. Fuel Cell Electric Vehicle)
Fzg-km	Fahrzeug-Kilometer
FZW	Fahrzeug-Zulassungsverordnung
Kfz	Kraftfahrzeug
LPG	Autogas (engl. Liquefied Petroleum Gas)
MIV	Motorisierter Individualverkehr
NMV	Nichtmotorisierter Verkehr
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
ÖSPV	Öffentlicher Straßenpersonenverkehr
ÖV	Öffentlicher Verkehr
PHEV	Plug-in Hybrid Electric Vehicle
Pkm	Personen-Kilometer
Pkw	Personenkraftwagen
StVG	Straßenverkehrsgesetz
StVO	Straßenverkehrsordnung
T	Zeitpunkt bzw. Jahr
THG	Treibhausgase
V	Verkehrsleistung
VAG	Freiburger Verkehrs AG
WLTP	Weltweit einheitliches Leichtfahrzeuge-Testverfahren (engl. Worldwide Harmonised Light-Vehicle Test Procedure)
ZEV	Emissionsfreies Fahrzeug (engl. Zero Emission Vehicle)

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Differenz-von-Differenzen Methode 10
Abbildung 2: Bilanzierung von CO_2 Emissionen 11
Abbildung 3: Räumliche Bilanzierungsmethoden 12
Abbildung 4: Systemzusammenhang für Wirkungen des kostenlosen Parkens für Elektrofahrzeuge 14
Abbildung 5: Einfaches Wirkungsdiagramm für kostenloses Parken für Elektrofahrzeuge 15
Abbildung 6: Untersuchungsgebiet für die Benutzervorteile 16
Abbildung 7: Methodik der Berechnung der Wirkungen auf den Fahrzeugbestand 19
Abbildung 8: Entwicklung der Anteile von EVs am Pkw Bestand in Stuttgart und der Kontrollgruppe 21
Abbildung 9: Vergleich der CO2 Einsparungen aus den Berechnungen mit der Differenzenmethode und den Befragungen aus der Literatur 23
Abbildung 10: Systemzusammenhang für Wirkungen des Bewohnerparkens 25
Abbildung 11: Einfaches Wirkungsdiagramm für Bewohnerparken 26
Abbildung 12: Gebühren für Bewohnerparken in Städten BWs, Stand März 2024 27
Abbildung 13: Bewohnerparkzonen in Tübingen (Ausschnitt), Stand Juni 2022 28
Abbildung 14: Parkquartiere mit Dauerparkausweisen in Landau 30
Abbildung 15: Beispiel für die Auswahl der Raster in der Kontrollstadt Gießen 32
Abbildung 16: Methodik der Berechnung der Wirkungen auf den Fahrzeugbestand 33
Abbildung 17: Veränderung Einwohner:innen, Pkw und Pkw-Dichte im Untersuchungsgebiet Landaus 35
Abbildung 18: Pkw-Dichte in Landau und den Kontrollstädten am 31.Dezember 36
Abbildung 19: Wirkung des Dauerparkens in Landau 37
Abbildung 20: Veränderung Einwohner:innen, Pkw und Pkw-Dichte im Untersuchungsgebiet Tübingens zum 31.12. 38
Abbildung 21: Pkw-Dichte in Tübingen und den Kontrollstädten 39
Abbildung 22: Wirkung des Bewohnerparkens in Tübingen 40
Abbildung 23: Vergleich der Entwicklung der privaten und gewerblichen Pkw im Untersuchungsgebiet Landaus 42
Abbildung 24: Vergleich der Entwicklung der privaten und gewerblichen Pkw im Untersuchungsgebiet Tübingens 43
Abbildung 25: Systemzusammenhang für die Wirkungen neuer Buslinien 48
Abbildung 26: Einfaches Wirkungsdiagramm für die Einführung von Buslinien 49
Abbildung 27: Satellitenbild mit neu eingeführter Schnellbuslinie 37 in Freiburg 50

Abbildung 28: Ausschnitt des Liniennetzplans Freiburg, betrieben durch die VAG, Darstellung der Schnellbuslinie 37 in lila 51
Abbildung 29: Behandlungs- und Kontrollgruppe in Freiburg 53
Abbildung 30: Berechnung der Verkehrsleistungsänderung mit der Doppelte-Differenzen-Methode 56
Abbildung 31: Exemplarische Reisekette 58
Abbildung 32: Vorgehensweise bei der Berechnung der CO_2-Emissionen 58
Abbildung 33: Anzahl der Befragten in der Fahrgasterhebung 60
Abbildung 34: Anzahl Befragte je Fahrtrichtung 60
Abbildung 35 Fahrtzwecke der Befragten 61
Abbildung 36: Hauptgrund für die Nutzung des Busses 62
Abbildung 37: Alternativ genutztes Verkehrsmittel, wenn es das Schnellbusangebot nicht gäbe 63
Abbildung 38: Wirkungen unterschiedlicher preislicher Maßnahmen auf die MIV-Fahrleistung 73

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Methodische Übersicht der Maßnahmen 13
Tabelle 2: Datengrundlage für Benutzervorteile 17
Tabelle 3: Anzahl EVs pro Ladepunkt 19
Tabelle 4: Übersicht der (vorläufigen) kumulierten Klimawirkungen in Stuttgart und Umland 22
Tabelle 5: Entwicklung der BEV-Anteile im Pkw-Bestand bis 1.1.2025 23
Tabelle 6: Parkquartiere in Landau vor und nach der Einführung des Dauerparkens 31
Tabelle 7: Reduktion der CO2-Emissionen in den Untersuchungsgebieten 40
Tabelle 8: Reduktion der CO2 Emissionen im Jahr 2024 mit und ohne ÖV-Ausbau 41
Tabelle 9: Anteil schwerer Pkw in Tübingen und den Kontrollstädten 43
Tabelle 10: Wirkungen des Parkraum Managements in den Untersuchungsgebieten 46
Tabelle 11: Eigenschaften von Behandlungsgruppe und Kontrollgruppe (Datengrundlagen siehe Tabelle 13) 52
Tabelle 12: Zuordnung der Buslinien zur Behandlungs- und Kontrollgruppe 53
Tabelle 13: Datengrundlagen für die Analyse des Schnellbusses 59
Tabelle 14: Jährliche Fahrleistungen der Busse in der Behandlungsgruppe 64
Tabelle 15: Saldo der Fahrleistung im Vergleich zum Vorjahr 64
Tabelle 16: ÖPNV-Verkehrsleistung 65
Tabelle 17: Saldo der CO_2-Emissionen 65
Tabelle 18 Fahrtziele der Befragten auf der Fahrt Richtung Hauptbahnhof 66
Tabelle 19: Jährliche Fahrleistungen der Busse in der Behandlungsgruppe 67
Tabelle 20: ÖPNV-Verkehrsleistung 67
Tabelle 21: Saldo der CO_2-Emissionen (Sensitivitätsrechnung 2024) 67
Tabelle 22: Übersicht der kumulierten Klimawirkungen der Schnellbuslinie 37 in Freiburg 68
Tabelle 23: CO_2 Reduktion im Untersuchungsgebiet und -zeitraum 69
Tabelle 24: CO_2 Reduktion pro Einwohner:in im Untersuchungsgebiet und -zeitraum 70
Tabelle 25: Effizienz der Maßnahmen 70
Tabelle 26: Vergleich der Wirkungen der Gebühren für Bewohner- und Dauerparken 72

1 Einleitung

Das Land Baden-Württemberg verfolgt das Ziel, seine verkehrsbedingten CO_2-Emissionen bis 2030 um 55 % gegenüber 1990 zu senken. Um diesem Ziel gerecht zu werden, entwickelte das Land ein Klimaschutzszenario für den Verkehrssektor und hat dazu einen Beratungsauftrag vergeben. Darin wurden die Wirkungen aller Maßnahmen modellmäßig berechnet, die notwendig sind, den Verkehr bis 2040 klimaneutral zu gestalten.

Dieses Szenario beruht in weiten Teilen auf modellmäßigen ex-ante Abschätzungen der Wirkungen von verkehrlichen Maßnahmen auf die CO_2-Emissionen. Dieser Forschungsauftrag ergänzt die Berechnungen des Klimaschutzszenarios durch ex-post Wirkungsschätzungen, welche die Klimawirkungen nach der Implementierung von Verkehrsprojekten empirisch ermitteln. Aus der Vielzahl der Maßnahmen wurden vom Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg (VM) drei identifiziert, für die ein besonderer Forschungsbedarf besteht und die in dieser Studie Beachtung finden sollen.

- Benutzervorteile für die Elektromobilität
- Parkraummanagement
- Einführung einer Schnellbuslinie

Dieses ist der Endbericht des Projektes „Ex-post-Untersuchung der Klimawirkungen von ausgewählten verkehrlichen Maßnahmen in Baden-Württemberg“. Der Bericht baut auf einer Literaturstudie (Sieber et al 2024; doi: 10.24406/publica-2937) auf, deren Ziel es war, die vorhandenen Erkenntnisse zu den Wirkungen von Klimaschutzmaßnahmen im Verkehr zusammenzutragen und zu bewerten.

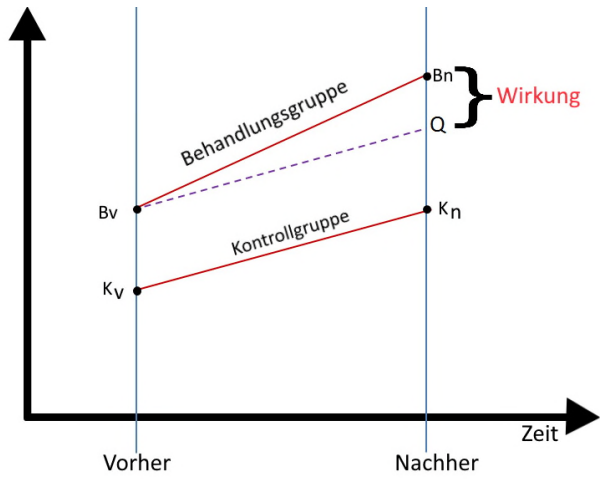
Im folgenden Kapitel wird eine kurze Übersicht über die generelle Methodik und die Vorgehensweisen gegeben. Die Kapitel 3, 4 und 5 analysieren die Klimawirkungen der o. g. Maßnahmen. In Kapitel 6 werden die wichtigsten Ergebnisse nochmal zusammengefasst und bewertet.

2 Methodik und Vorgehensweise

Dieses Kapitel stellt die wesentlichen Elemente der Methodik für die Wirkungsevaluation der drei Maßnahmen zusammen.

2.1 Differenz-von-Differenzen Methode

Der Differenz-von-Differenzen-Ansatz, ist ein in der Ökonometrie gebräuchlicher Ansatz, um einen kausalen Effekt festzustellen und dessen Stärke zu beschreiben. Durch diese Methode wird die Wirkung einer Maßnahme isoliert von den Veränderungen, die im Zeitverlauf auch ohne die Maßnahme stattgefunden haben. Das zugrundeliegende Forschungsdesign arbeitet deshalb mit einer Behandlungs- und einer Kontrollgruppe. Für beide Gruppen müssen Daten derselben Untersuchungseinheiten über mindestens zwei Zeitpunkte vorliegen. Abbildung 1 stellt schematisch diese Methodik dar.



B_v = Behandlungsgruppe vor der Implementierung der Maßnahmen

B_n = Behandlungsgruppe nach der Implementierung der Maßnahmen

K_v = Kontrollgruppe vor der Implementierung der Maßnahmen

K_n = Kontrollgruppe nach der Implementierung der Maßnahmen

Q = Trendextrapolation = $K_n + (B_v - K_v)$

=> Wirkung: $(B_n - B_v) - (K_n - K_v)$

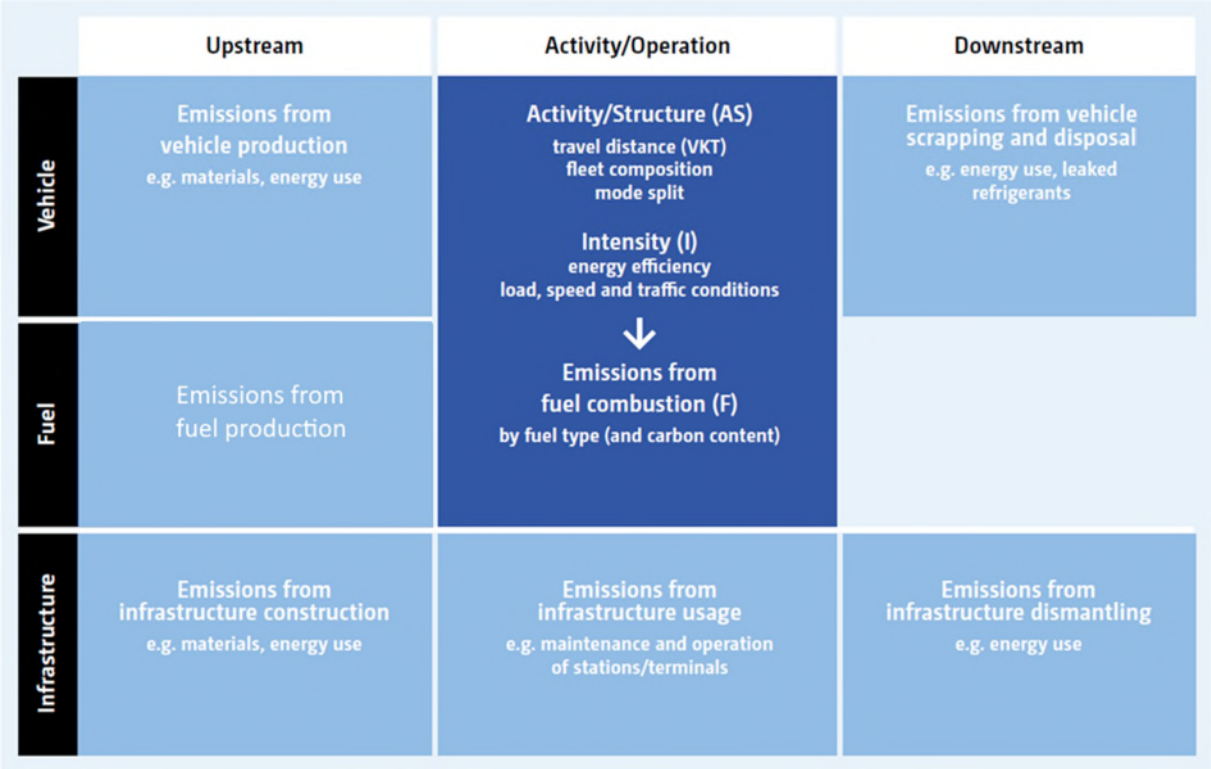
Abbildung 1: Differenz-von-Differenzen Methode

Da die geplanten Maßnahmen von Gemeinden eingeführt werden, sind Wirkungen auf den Ebenen der Gemeinde und (eventuell) des Umlandes zu erwarten. Die Kontrollgruppe umfasst daher eine Gemeinde oder Region, die nicht von der Maßnahme betroffen, dennoch aber mit dem Untersuchungsraum und dessen Verkehrssystem (z. B. Modal Split) vergleichbar ist. Die Überlegungen zu den geplanten Kontrollgruppen finden sich in den Kapiteln 3 bis 5.

2.2 Bilanzierung von CO_2-Emissionen

Bilanzierungstiefe

Für die Frage der Klimawirkungen von Maßnahmen ist es von Bedeutung, welche Effekte in die Berechnung einbezogen werden. Abbildung 2 gibt eine Übersicht über die in einer CO_2-Bilanz zu erfassenden Elemente. Es kann unterschieden werden zwischen den Emissionen des Fahrzeugs, denen bei der Erzeugung der Antriebsenergie und denen für die Infrastruktur. Für diese Kategorien gibt es vorgelagerte Effekte, wie z. B. durch die Produktion der Fahrzeuge, direkte Wirkungen durch den Betrieb und nachgelagerte Effekte, wie z. B. durch die Verschrottung der Fahrzeuge.



Quelle: Kooshian und et al. 2018, S. 19

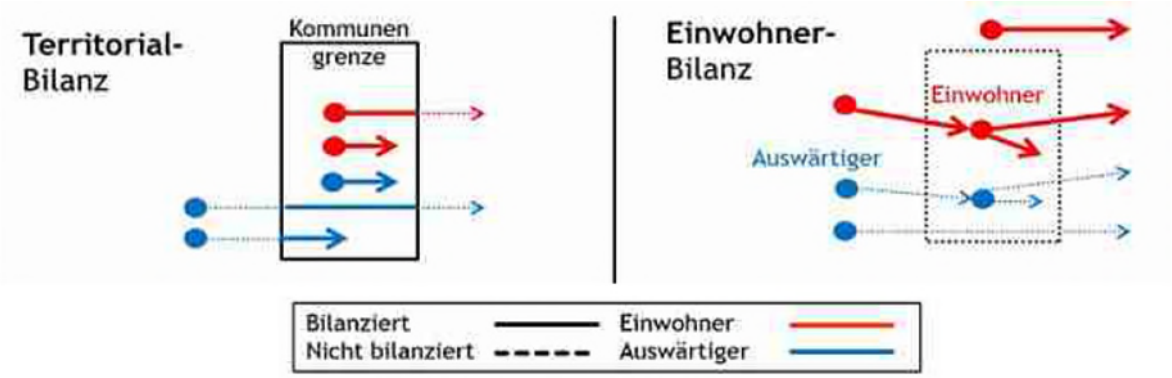
Abbildung 2: Bilanzierung von CO_2-Emissionen

Die Bilanzierung der CO_2-Emissionen nach den Vorgaben des deutschen Klimaschutzgesetzes sieht jedoch eine sektorscharfe Zuordnung der Emissionen vor. Vor- bzw. nachgelagerte Emissionen, wie beispielsweise die Emissionen bei der Stromproduktion für die Nutzung in elektrifizierten Fahrzeugen, werden danach **nicht** dem Verkehrssektor zugeordnet. Da nach den Vorgaben des Klimaschutzgesetzes nur die Tank-to-Wheel Emissionen relevant sind, wird für die Bewertung der Maßnahmen nur die dunkelblaue Spalte der Abbildung 2 verwendet. Für die Wirkungsanalyse bedeutet dies auch, dass für den Infrastrukturbau sowie deren Instandhaltung entstehende Emissionen nicht in die Bewertung eingehen. Auch fließen Emissionen aus der Produktion der Fahrzeuge nicht in die Bewertung der drei Maßnahmen ein.

Räumliche Bilanzierung

Die räumliche Abgrenzung der Emissionen für die zu untersuchenden Maßnahmen unterscheidet, angelehnt an Hertle et al. (2014, S. 54) zwei Arten der räumlichen Bilanzierung:

1. Territorialbilanz: Alle Verkehrsaktivitäten und deren Energieverbrauch innerhalb der Gemarkungsgrenzen werden in der Bilanz erfasst. Diese ist für die Maßnahme Ausbau des ÖPNV in Freiburg relevant. Es werden nur Verkehrsaktivitäten innerhalb des Gebiets der Freiburger Verkehrs AG VAG berücksichtigt.
2. Einwohner:innen-Bilanz: Verkehrsaktivitäten der Einwohner:innen innerhalb und außerhalb der Kommune werden erfasst. Diese Methode ist für die Maßnahmen relevant, die sich auf die Fahrzeugflotte auswirken, i.e. Nutzervorteile für e-Mobile und Bewohnerparken.



Quelle: eigene Darstellung auf Basis Hertle et al. 2014

Abbildung 3: Räumliche Bilanzierungsmethoden

2.3 Methoden zur Berechnung der CO_2-Emissionen

Hertle et al. (2014, S. 53) stellen die Grundlage der Berechnungsmethodik für die CO_2-Emissionen des Verkehrs pro Jahr mit der folgenden Gleichung dar:

Treibhausgasmenge = Verkehrsaktivität x spezifischer Energieverbrauch x Emissionsfaktor

mit den folgenden Einheiten:

[Tonnen CO_2] = [Fahrzeug-Kilometer] x [Wattstunden/Kilometer] x [Tonnen CO_2 / Wattstunde]

Die Verkehrsaktivität umfasst die Fahrleistung (Fzg-km) der Verkehrsmittel im MIV und ÖV. Für die zu untersuchenden Maßnahmen ist der Güterverkehr nicht relevant. Für die Maßnahmen 1 und 2 sind die Jahresfahrleistungen der Kfz-Flotte relevant, deren Daten aus der Fahrleistungserhebung des Statistischen Landesamtes bezogen werden. Für die Maßnahmen 3 sind sowohl Fahrzeug-, als auch Passagier-Kilometer relevant.

Der spezifische Energieverbrauch beschreibt den Energiebedarf pro Verkehrsaktivität (kWh/Fzg-km). Für dieses Projekt werden die Verbräuche der Verkehrsmittel in kWh pro Personen-Kilometer von TREMOD (Version 6.42) verwendet, die im Rahmen der Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie[1] (MKS) des Bundesverkehrsministerium nach der Tank-to-Wheel Bilanzierungsmethode berechnet wurden. Die neusten Daten sind aus 2022 für Pkw, leichte und schwere Nutzfahrzeuge, Busse und Bahnen nach Antriebsarten verfügbar. Die notwendigen Umrechnungen von Einheiten wurden bereits in der MKS geleistet. Weitere Informationen werden aus Verkehr-in-Zahlen 2024/2025 bezogen.

Die durchschnittlichen Besetzungsgrade, notwendig für die Berechnungen der Personen-Kilometer, werden aus der Studie Mobilität in Deutschland (MID 2023) bezogen.

[1] https://www.bmdv.bund.de/DE/Themen/Mobilitaet/Klimaschutz-im-Verkehr/Mobilitaets-und-Kraftstoffstrategie/mobilitaets-und-kraftstoffstrategie.html.

2.4 Methodische Übersicht der Maßnahmen

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Anwendung der oben beschriebenen Methoden. Weitere methodische Hinweise zu den einzelnen Maßnahmen finden sich in den folgenden Kapiteln.

Tabelle 1: Methodische Übersicht der Maßnahmen

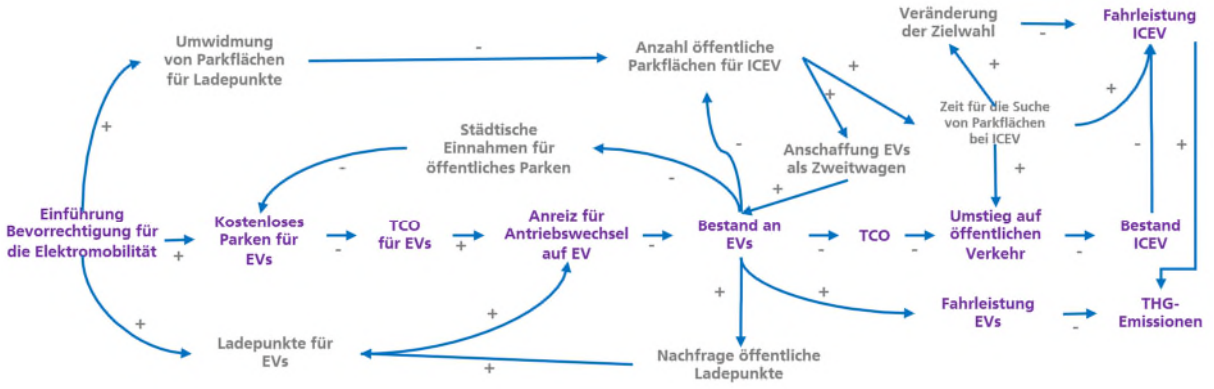
	Kostenloses Parken für Elektromobile	**Bewohnerparken**	**Bussysteme in Freiburg**
Wichtige Wirkungsindikatoren	Bestand/Neuzulassungen an BEV/PHEV/FCEV	Kfz-Bestand Jahresfahrleistung	Pkm für MIV, ÖPNV, NMV
Bilanzierungstiefe	Nur Tank to Wheel Emissionen		
Räumliche Bilanzierung	Einwohnerbilanz	Einwohnerbilanz	Territorialbilanz
Untersuchungsraum	Stuttgart und umliegende Landkreise	Bepreiste Zonen in den Innenstädten	Freiburg und umliegende Gemeinden
Kontrollgruppe	Mannheim	Kontrollstädte ohne erhöhte Gebühren für Bewohnerparkausweise	Verkehrszellen mit ähnlichen Eigenschaften in Freiburg

3 Kostenloses Parken für Elektrofahrzeuge

3.1 Gegenstand der Untersuchung

Gegenstand: Analyse des Beitrags von Bevorrechtigungen für Nutzer der Elektromobilität zum Markthochlauf der Elektromobilität und der daraus resultierenden THG-Minderungswirkung - Evaluierung des kostenlosen Parkens für EVs (BEV und PHEV).

Vermuteter Wirkungszusammenhang



blau: Quantifizierung mit Daten in dieser Studie möglich, grau: Quantifizierung mit Daten in dieser Studie nicht möglich
Plus-Zeichen deuten gleichgerichtete und Minus-Zeichen entgegengerichtete Wirkungszusammenhänge an

Abbildung 4: Systemzusammenhang für Wirkungen des kostenlosen Parkens für Elektrofahrzeuge

Der Markthochlauf der Elektromobilität bei Pkw (BEV, PHEV und FCEV) wird von zahlreichen Faktoren beeinflusst. Diese reichen auf Grund der beschränkten Reichweite von der Kompatibilität mit den eigenen Mobilitätsbedürfnissen und Lademöglichkeiten über den Kaufpreis bis hin zu Bevorrechtigungen. Nach empirischen Analysen der Einflussfaktoren (z. B. Bjerkan 2016 und Münzel et al. 2019) kann davon ausgegangen werden, dass Bevorrechtigungen wie kostenloses oder kostengünstiges Parken an ausgezeichneten Parkflächen - im Gegensatz zu Förderinstrumenten wie dem Umweltbonus - geringere Wirkung aufweisen. Trotzdem kann diese Wirkung mehr als nur „flankierend" sein, weil Parkplatzknappheit oder hohe Kosten für Parkplätze in dicht besiedelten Räumen eine größere Wirkung entfalten als in weniger dichten Räumen. Der hohe Anteil von BEV und PHEV am Fahrzeugbestand in Stuttgart kann darüber hinaus aber auch durch den hohen Anteil von Einkommensstarken Haushalten mit beeinflusst sein.

Der Bestand an Elektromobilen und der Anteil an der Fahrzeugflotte wird durch eine Reihe genereller Faktoren determiniert. Hier sind beispielhaft zu nennen, die Differenz in den Vollkosten zu Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren, die Verfügbarkeit von privater oder öffentlicher Ladeinfrastruktur oder die (mittlerweile eingestellte) staatliche Förderung zur Anschaffung von Elektromobilen. Da diese Einflussgrößen für alle Fahrzeuge in Deutschland gleichermaßen zutreffen und durch die Differenzen von Differenzen Methode (s. Kap. 2.1) eliminiert werden, tauchen diese nicht in der in der Darstellung oben auf.

Kostengünstiges oder kostenloses Parken hat im Wirkungszusammenhang Einfluss auf die Total Cost of Ownership[2] (TCO, Vollkosten über die Haltedauer) für den Betrieb eines Pkw. Sinkende TCO verstärken den Anreiz für einen Antriebswechsel bei einem anstehenden Pkw-Kauf, welcher die Anteile von BEV im Pkw Bestand positiv beeinflusst. Dadurch sinken die Fahrleistungen von Pkw mit Verbrennungsmotor bei gleichzeitigem Anstieg der Fahrleistungen bei BEV. In Summe sinken dadurch die direkten THG-Emissionen des Sektors Verkehr.

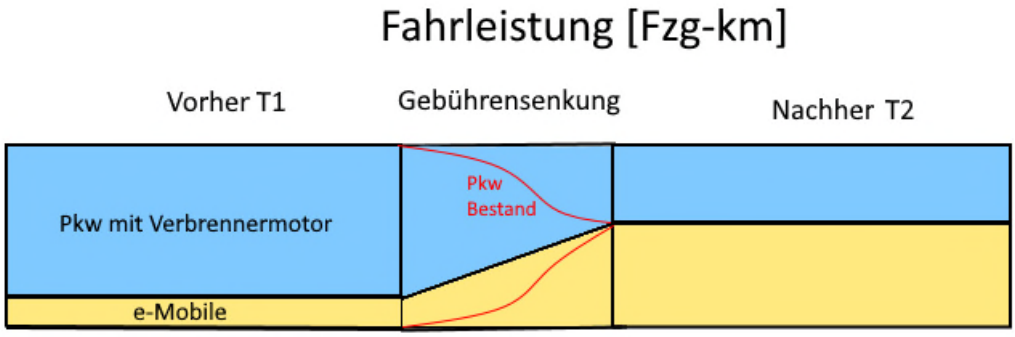


Abbildung 5: Einfaches Wirkungsdiagramm für kostenloses Parken für Elektrofahrzeuge

3.2 Untersuchungsfälle

Untersuchungsgebiet: Für die ex-post Analyse der Wirkungen der Maßnahme eines kostenfreien Parkens für Fahrzeuge mit „E" Kennzeichen (BEV, PHEV und FCEV) wurde die Stadt Stuttgart ausgewählt, die das kostenfreie Parken für E-Fahrzeuge bereits 2012 eingeführt hat. Durch die starke Zunahme des Bestands an E-Fahrzeugen in Stuttgart und Umgebung bis zum 01.01.2023 hat sich die Stadt jedoch dazu entschlossen, das kostenfreie Parken Ende 2022 auslaufen zu lassen. In Stuttgart lag der Anteil von EVs bis zum 01.01.2023 bei 8,8 % und damit fast doppelt so hoch wie im Durchschnitt in Baden-Württemberg (4,5 %). BEV hatten dabei einen Anteil 3,8 %, PHEV 5 %. Auch in den angrenzenden Kreisen lag der Anteil beider EV-Typen zum Teil deutlich oberhalb des Landesdurchschnitts. Da die Landkreise Ludwigsburg, Rems-Murr-Kreis, Esslingen und Böblingen durch viele Berufs- und Freizeitpendleraktivitäten verkehrlich durch starke Pendlerverkehre eng miteinander und mit Stuttgart verknüpft sind, wird die Analyse für diese fünf Kreise durchgeführt. Benutzervorteile für Elektromobilität kann auch Anreize für einen Antriebswechsel bei Nutzern außerhalb der betroffenen Zone bieten, wenn diese durch Pendelaktivitäten oder private Ziele häufiger frequentiert wird.

[2] Abrechnungsverfahren, das nicht nur die Anschaffungskosten enthält, sondern zusätzlich alle Aspekte der späteren Nutzung über die Lebenszeit.

Abbildung 6: Untersuchungsgebiet für die Benutzervorteile

3.3 Kontrollgruppe

Kontrollgruppe: Die meisten vergleichbar großen Städte wie Stuttgart in BW haben Bevorrechtigungen für Nutzer der Elektromobilität zumindest bis 2022 aufgewiesen. Mannheim bietet sich als Kontrollgruppe an, da dort auch Automobilindustrie ansässig ist (z. B. Motorenproduktion von Mercedes-Benz und MAN). Mannheim hat in etwa eine Motorisierungsrate (505 Pkw/1000 Einwohner) vergleichbar mit Stuttgart (472 Pkw/1000 Einwohner). Im Modal Split sind nach der MID 2017 die beiden Städte zumindest nach deren MIV-Anteil (40 % in Stuttgart und 44 % in Mannheim) ebenfalls vergleichbar. Unterschiede gibt es im Modal Split vor allem bei der ÖPNV- und Radnutzung. Der Anteil von BEV am Fahrzeugbestand betrug zum 01.01.2023 in Stuttgart 3,8 % (PHEV-Anteil 5,0 %) während der Anteil der BEV in Mannheim nur 2 % betrug (PHEV Anteil 2,5 %).

Im Gegensatz zu Stuttgart werden bei der Kontrollgruppe nicht die angrenzenden Zulassungsbezirke Heidelberg sowie der Rhein-Neckar-Kreis mit betrachtet. Die Stadt Heidelberg hatte ebenfalls kurzzeitig kostenfreies Parken für Elektrofahrzeuge gewährt, weswegen sie nicht als Kontrollgruppe verwendet werden kann. Im Rhein-Neckar-Kreis, von dem aus viele Pendler:innen auch nach Mannheim pendeln, ist SAP mit seiner Zentrale einer der größten Arbeitgeber. SAP setzt seit langer Zeit Anreize an die Mitarbeiter:innen, Elektrofahrzeuge als Dienstwagen zu wählen. SAP hat damit bereits einen großen Teil seines Fuhrparks (> 27.000 Pkw) elektrifiziert. Daher kommt auch der Rhein-Neckar-Kreis für die Betrachtung als Kontrollgruppe nicht in Frage.

Tabelle 2: Datengrundlage für Benutzervorteile

	Räumliche Abgrenzung	Datenquelle	Verfügbarkeit
Fahrzeugbestand nach Antriebsart	Stuttgart und die vier umliegenden Landkreise	KomunIS, KBA	Auf Kreisebene bis 2022 verfügbar (KBA Tabelle FZ 1.2)
Anzahl der kostenlosen Parkplätze für EV + Anzahl Ladepunkte mit Parkflächen	Stadt Stuttgart	Stadt Stuttgart	Anzahl gesamter öffentlicher Parkplätze nicht dokumentiert und verfügbar
Empirische Wirkungsanalysen aus anderen Ländern	International (z. B. Norwegen)	Literatur: Münzel et al. 2019, Bjerkan et al. 2016	Verfügbar

3.4 Methodik der Berechnungen

Zeitraum der Untersuchung: von 2018 bis 2022

Das kostenfreie Parken für Elektrofahrzeuge (mit „E" Kennzeichen) an öffentlichen Parkplätzen in Stuttgart wurde bereits im Jahr 2012 eingeführt. Da jedoch die Statistik (KBA) erst ab 2018 die Bestände (mit Zulassungsdatum 01.01.2018) differenziert nach BEV und PHEV ausweist, können für den Zeitraum davor keine Auswertungen gemacht werden.

Indikatoren:

- Bestand an Kraftfahrzeugen (für die Antriebsarten BEV und PHEV) in den Zulassungsbezirken Stuttgart, Esslingen, Rems-Murr-Kreis, Böblingen und Ludwigsburg und der Kontrollgruppe für Mannheim. Die Auswertung beschränkt sich auf die Fahrzeugklasse der Personenkraftwagen.
- Durchschnittliche Jahresfahrleistungen für Pkw abgeleitet aus den gesamten Pkw-Jahresfahrleistungen des Statistischen Landesamtes und dem Pkw Bestand in Baden-Württemberg des KBA.
- Emissionsfaktoren (g CO_2/Fzg-km) für die KBA Fahrzeugklasse Pkw (s. Abschnitt 2.3).

Als Approximation der CO_2-Einsparungen durch die Maßnahme kann die Differenz des Anteils an BEV zwischen der Behandlungs- und der Kontrollgruppe genommen werden. Multipliziert man das Delta des Anteils mit dem gesamten Fahrzeugbestand in der Behandlungsgruppe erhält man die Wirkungen auf die absolute Anzahl der BEV. Geht man davon aus, dass diese BEV ohne die Maßnahme als Pkw mit Verbrennungsmotor zugelassen wären, dann ist eine einfache Approximation der Minderungswirkungen auf die CO_2-Emissionen durch eine Multiplikation mit den durchschnittlichen jährlichen CO_2-Emissionen eines Pkw mit Verbrennungsmotor möglich. Pro BEV werden damit je nach Treibstoffart pro Jahr zwischen 1,6 und 2,0 Tonnen CO_2 eingespart. Dieser Wert ergibt sich unter Annahme der durchschnittlichen Jahresfahrleistungen für Baden-Württemberg und den CO_2-Emissionsfaktoren (KBA-Neuzulassungen von Kraftfahrzeugen nach Umweltmerkmalen) der neu zugelassenen Pkw mit Verbrennungsmotor. Da das KBA nur Angaben zu den Messzyklusemissionen der neu zugelassenen Pkw nach WLTP macht, empfiehlt sich beispielsweise eine Auswertung von spritmonitor.de[3].

[3] Das KBA gibt die Verbräuche und Emissionen entsprechend des Messzyklus WLTP an. Will man die realen Verbräuche und Emissionen (real driving emissions) zur Messung der Einsparungen nehmen, dann braucht es weitere Quellen.

Vorgehensweise:

1. Analyse der Entwicklung des Pkw Bestands insgesamt und speziell von BEV und PHEV in den Jahren 2018 bis 2022 in Stuttgart und Umgebung (umliegende Kreise Böblingen, Esslingen, Rems-Murr und Ludwigsburg) und der Kontrollgruppe in Mannheim. Ableitung des Deltas der relativen Anteile von BEV und PHEV am Gesamtbestand innerhalb dieser Bezirke. Das relative Delta entspricht dem Anteil der BEV und PHEV, die potenziell aus den Bevorrechtigungen für die Elektromobilität im Stadtgebiet Stuttgart hervorgehen.
2. Parallel dazu: Identifikation der Anteile der Bevorrechtigungsmaßnahmen an den gesamten Wirkungen auf den Markthochlauf von Elektrofahrzeugen (Pkw) aus empirischen Analysen bzw. Umfragen im internationalen Umfeld (z. B. Münzel et al. 2019, Bjerkan et al. 2016). Die Studien wurden bereits in der Literaturstudie AP1 beschrieben.
3. Berechnung der jährlichen, absoluten Anzahl an zusätzlichen BEVs und PHEVs im Bestand in Stuttgart und den vier Nachbarkreisen anhand des relativen Deltas aus dem Vergleich mit der Kontrollgruppe in Mannheim für den Zeitraum 2018 bis 2022.
4. Multiplikation des jährlichen Deltas an BEV und PHEV im Bestand mit den durchschnittlichen jährlichen Fahrleistungen abgeleitet aus den gesamten Pkw-Jahresfahrleistungen aus Zahlen des Statistischen Landesamtes für 2018 bis 2022 und dem Pkw Bestand in Baden-Württemberg aus Zahlen des KBA. Verrechnung der Fahrleistung von BEVs und PHEVs mit spezifischen CO_2-Emissionen (Tank-to-Wheel) eines neu zugelassenen Pkw mit Verbrennungsmotor (abgeleitet aus TREMOD und abgeglichen mit realen Werten aus Spritmonitor, gemittelt nach den Anteilen der Antriebe in Stuttgart und den vier Nachbarbezirken). Bei PHEV wird dabei nur der rein elektrische Fahranteil in die Berechnung mit einbezogen. Ein empirisch ermittelter und damit realer, durchschnittlicher elektrischer Fahranteil von PHEV geht anhand von Evaluierungen des ICCT und des Fraunhofer ISI in die Rechnung ein.
5. Die Ergebnisse aus der Differenzen-in-Differenzen Methode mit der Kontrollgruppe (Nr. 4) werden in diesem Schritt durch eine Vergleichsrechnung auf Basis der Literaturstudie eingeordnet. Aus dieser werden die empirisch ermittelten, durchschnittlichen Anteile des kostenfreien Parkens an den gesamten Wirkungen aller Maßnahmen und Einflüsse auf den Markthochlauf der Elektromobilität vorgenommen. Dazu werden die gesamten Neuzulassungen an BEV und PHEV mit dem Anteil der Wirkungen verrechnet und anhand der Methodik in Kapitel 2.3 die jährlichen eingesparten Mengen an THG-Emissionen berechnet.
6. Die Ergebnisse aus den Schritten 3 und 4 ergeben die mögliche Varianz der Wirkungen des kostenfreien Parkens.

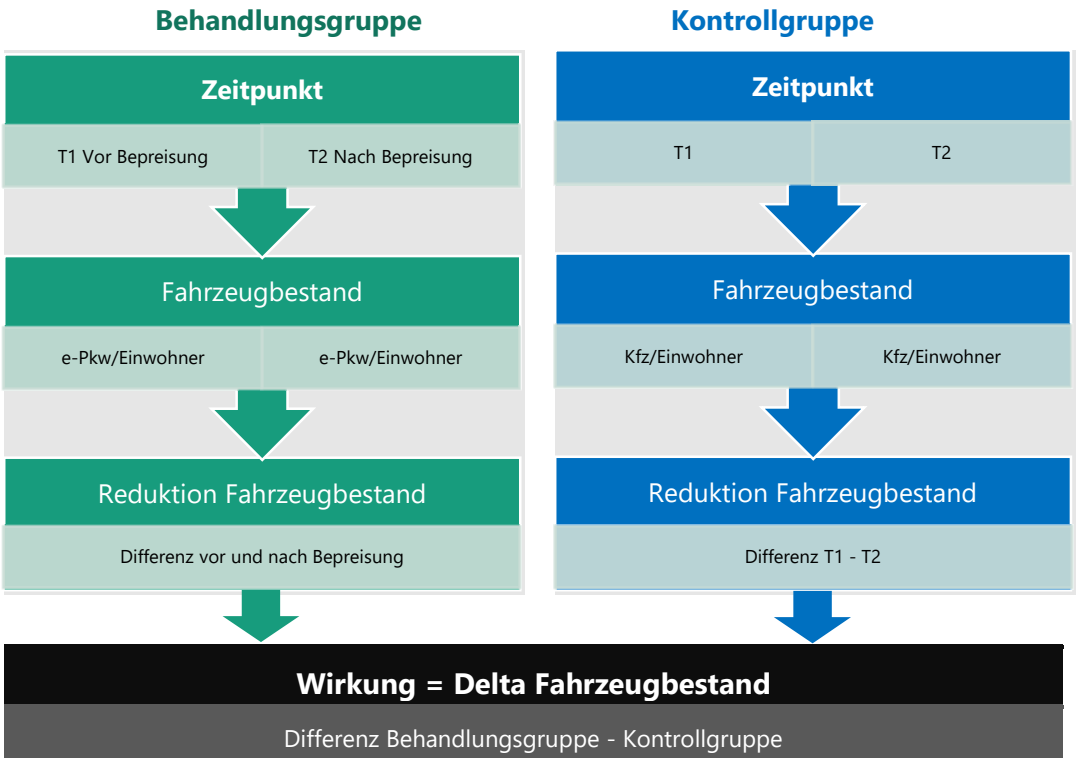


Abbildung 7: Methodik der Berechnung der Wirkungen auf den Fahrzeugbestand

3.5 Herausforderungen

- Es sind zahlreiche Wechselwirkungen mit anderen Instrumenten und durch lokale Unterschiede bei der Ladeinfrastruktur, dem generellen durchschnittlichen Einkommen sowie anderen Einflüssen so gut es geht einzubeziehen. Die Auswahl der Kontrollgruppe kann einen Teil der Wechselwirkungen auffangen, aber bestimmte Sondereffekte nicht ausschließen. Bei der Ausstattung der Kreise mit Normalladepunkten befinden sich Stuttgart und die Nachbarkreise auf einem vergleichbaren Niveau wie Mannheim. Bei Schnellladepunkten hat Mannheim den Rückstand mittlerweile aufgeholt. Anhand dieses Vergleichs sowie den aus der Literatur (Münzel et al. 2019) empirisch abgeleiteten Anteilen der Ladeinfrastruktur scheint der Einfluss der Ladeinfrastruktur nur marginal zu den Unterschieden bei den Bestandszahlen von BEV und PHEV beigetragen zu haben.

Tabelle 3: Anzahl EVs pro Ladepunkt

EVs pro Ladepunkt	Normal/Schnell-laden	2018	2019	2020	2021	2022
Stuttgart + Nachbarkreise	SLP	79	65	60	111	127
Mannheim	SLP	121	101	53	133	71
Stuttgart + Nachbarkreise	NLP	13	13	11	15	15
Mannheim	NLP	10	6	5	13	15

Quelle: Fraunhofer ISI - Eigene Darstellung aus Daten der Bundesnetzagentur (2024)

- Sondereffekte wie beispielsweise das Einkommen oder ein möglicherweise hoher Anteil von Dienstwagen oder gewerblichen Pkw müssten gesondert analysiert werden. Hierzu müsste ein Vergleich der Anteile von BEV und PHEV dieser Haltergruppen auf Ebene der Zulassungsbezirke durchgeführt werden. Allerdings gibt das KBA hierzu auf Ebene der Zulassungsbezirke keine öffentlich zugänglichen Statistiken nach Antriebsarten differenziert aus, weswegen diese Analyse nicht möglich ist.
- Die Einhaltung der CO_2-Flottengrenzwerte der EU bis 2021 durch die Automobilhersteller könnte insbesondere für den Anstieg der Anteile von BEV und PHEV vom Jahr 2020 auf das Jahr 2021 einen weiteren Effekt auf den Markthochlauf der Elektromobilität haben, da die Hersteller über verschiedene Wege versucht haben können, den Absatz von BEV und PHEV bis Ende 2021 anzukurbeln, um Strafzahlungen in Folge von überschrittenen Flottengrenzwerten zu vermeiden. Der Anteil von EV am Bestand in Stuttgart und den Nachbarkreisen ist von 1 % in 2020 auf 2,4 % in 2021 angestiegen, in Mannheim von 0,5 % auf 1,6 %. Der Zuwachs in Stuttgart war daher mit 1,4 Prozentpunkten um 0,3 Prozentpunkte höher als in Mannheim. Ob dieser Effekt aber rein auf die Flottengrenzwerte zurückzuführen ist, lässt sich nicht eindeutig belegen.
- Die Abgrenzung der räumlichen Wirkung durch den Pendelverkehr in Großstädte wie Stuttgart (kostenloses Parken für E-Fahrzeuge kann für Berufspendler:innen auch bei größeren Distanzen und damit nicht nur die umliegenden Gemeinden betreffend interessant sein) stellt eine weitere Herausforderung dar. Durch den Einbezug der umliegenden Kreise soll dieser Faktor jedoch so gut es geht einbezogen werden.

3.6 Ergebnisse der Wirkungsberechnungen

3.6.1 Wirkungen auf den Fahrzeugbestand

Die vorläufigen Abschätzungen mit der Differenzenmethode kommen zum Ergebnis, dass durch die von 2018 bis 2022 laufende Bevorrechtigung in Stuttgart bis 2022 bis zu 15.460 BEV und 10.160 PHEV anstelle von Benzinern und Diesel Pkw in den Pkw-Bestand von Stuttgart und den vier Nachbarbezirken gekommen sind. Das entspricht ca. 34 % der BEV-Flotte bzw. 21 % der PHEV-Flotte in der Region Stuttgart. Die Wirkungen vor dem Jahr 2018 lassen sich auf Grund fehlender KBA Daten nicht quantifizieren.

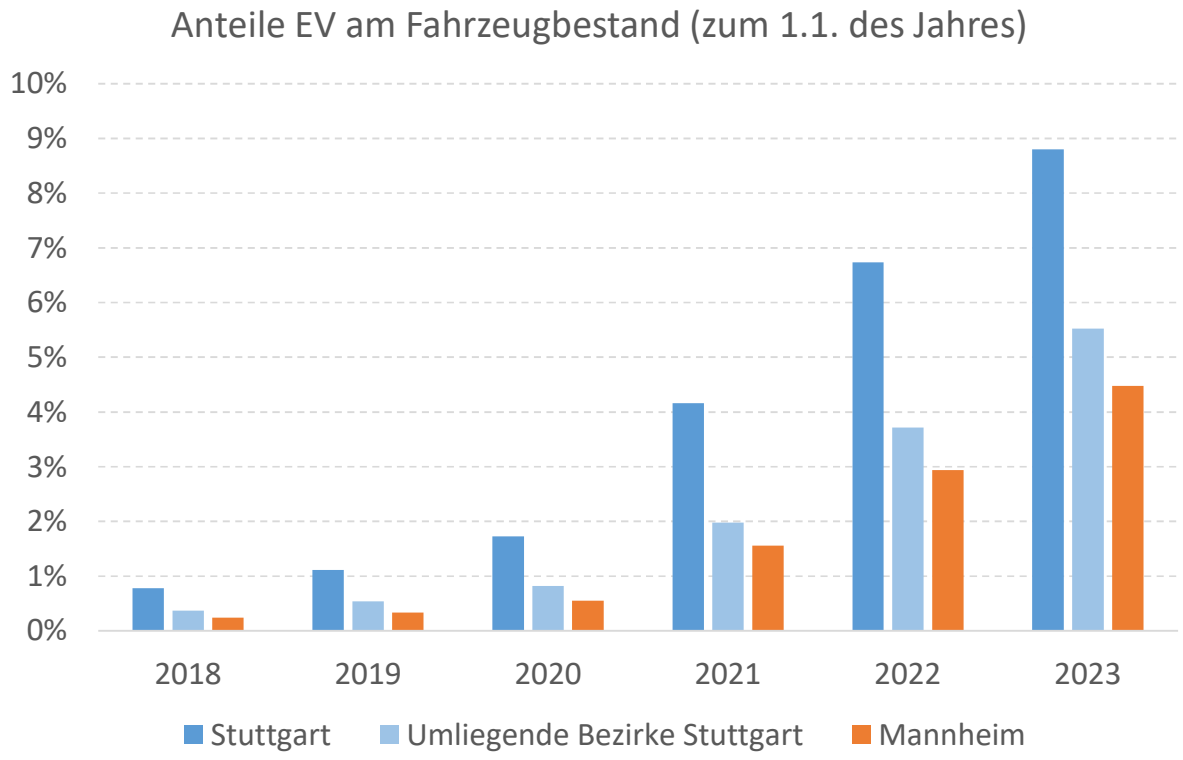


Abbildung 8: Entwicklung der Anteile von EVs am Pkw Bestand in Stuttgart und der Kontrollgruppe

3.6.2 Abschätzung der Wirkungen auf die CO_2-Emissionen

Die Ergebnisse der Wirkungsanalyse aus der Differenzenmethode mit Hilfe des Vergleichs mit der Kontrollgruppe zeigen, dass die Bevorrechtigungen der Elektromobilität beim Parken in Stuttgart jährlich ansteigend zu einer Senkung der verkehrsbedingten CO_2-Emissionen in den Jahren 2018 bis 2022 zwischen 4.800 und 27.200 Tonnen CO_2 pro Jahr beitragen konnten. Kumuliert für die fünf Jahre des Beobachtungszeitraums ergibt sich eine Einsparung von 63.600 Tonnen CO_2.

Die Maßnahme hat damit zu Ende 2022 zu einer relativen Reduktion der CO_2-Emissionen[4] in Stuttgart und den vier Nachbarkreisen von 1,1 % im MIV geführt. Pro Einwohner:in bedeutet dies eine jährliche CO_2-Reduktion von 10,7 kg im Jahr 2022.

[4] Die prozentualen Einsparungen des kostenfreien Parkens wurde anhand des Pkw-Bestandes laut KBA, der jährlichen Fahrleistung, sowie der CO_2 Emissionsfaktoren aus TREMOD berechnet. Diese Methode wird auch für alle anderen in dieser Studie untersuchten Maßnahmen verwendet.

Tabelle 4: Übersicht der kumulierten Klimawirkungen in Stuttgart und Umland

Indikator	Einheit	2018	2019	2020	2021	2022
Eingesparte CO_2-Emissionen	t CO_2/a	4.840	7.143	8.336	16.119	27.174
Relative Reduktion der CO_2-Emissionen	Prozent	0,17 %	0,25 %	0,36 %	0,68 %	1,12 %
CO_2-Reduktion pro Einwohner	kg CO_2/EW/a	1,9	2,8	3,27	6,32	10,66
CO_2-Reduktion pro Fahrzeugkilometer	g CO_2/Fzg-km	0,27	0,4	0,57	1,07	1,73

Quelle: Fraunhofer ISI (2024)

Um die Ergebnisse aus der Berechnung mittels der Differenzenmethode einordnen zu können, wurden die CO_2-Einsparungen noch mit Hilfe von Angaben aus der Literatur verglichen. Die dabei berücksichtigten Literaturquellen geben dabei mit wenigen Ausnahmen jedoch nur qualitative Abschätzungen der Wirkungen ab. Wenige Ausnahmen dabei sind die Auswertungen in Bjerkan et al. (2016) und Münzel et al. (2019), Da sich die Analysen von Münzel et al. (2019) jedoch auf die Wirkungen von finanziellen Anreizen und der Ladeinfrastruktur fokussieren, kann für den Vergleich nur auf die Analyse von Bjerkan et al. (2016) zurückgegriffen werden. In dieser Studie wurden mehr als 3.400 Nutzer:innen von BEV und PHEV in Norwegen nach den Beweggründen für die Entscheidung für einen BEV oder PHEV gefragt. Dabei wurden alle in Norwegen zu diesem Zeitpunkt vorhandenen Anreize abgefragt. Diese umfassten dabei die Reduktion der Zulassungssteuer, der Mehrwertsteuer, der Kosten für die Fahrzeuglizenz, die Befreiung von der Straßenbenutzungsgebühr, die kostenlose Nutzung von Fähren, die Benutzung von Busspuren sowie das kostenfreie Parken. Das norwegische Förderregime war damit zum Zeitpunkt der Befragung deutlich ambitionierter als das deutsche, bei dem im Falle von Stuttgart nur der staatliche Umweltbonus sowie das kostenfreie Parken als Anreize galten.

Überträgt man die Angaben aus den norwegischen Befragungen, dann wäre der Umweltbonus zu 78 % für die steigenden BEV und PHEV-Zahlen verantwortlich, das kostenfreie Parken immerhin noch zu 22 %. Aus der Differenzenmethode hat sich ergeben, dass 34 % der BEVs und 21 % der PHEVs dem kostenfreien Parken zuzurechnen sind. In der folgenden Abbildung werden die resultierenden CO_2-Einsparungen miteinander verglichen. Im Vergleich zur Differenzenmethode fallen die CO_2-Einsparungen damit spürbar geringer aus (Beispiel 2022: Differenzenmethode – 27.200 t CO_2, Literaturangaben – 18.000 t CO_2). Unterschiede können sich dabei aus vielerlei Gründen ergeben. Die Verfügbarkeit von Parkflächen kann dabei einer der Faktoren sein. Ein weiterer Unterschied könnte das deutlich ausgeprägtere Förderregime in Norwegen mit einer Vielzahl finanzieller und höherer Anreize als mit dem deutschen Umweltbonus sein.

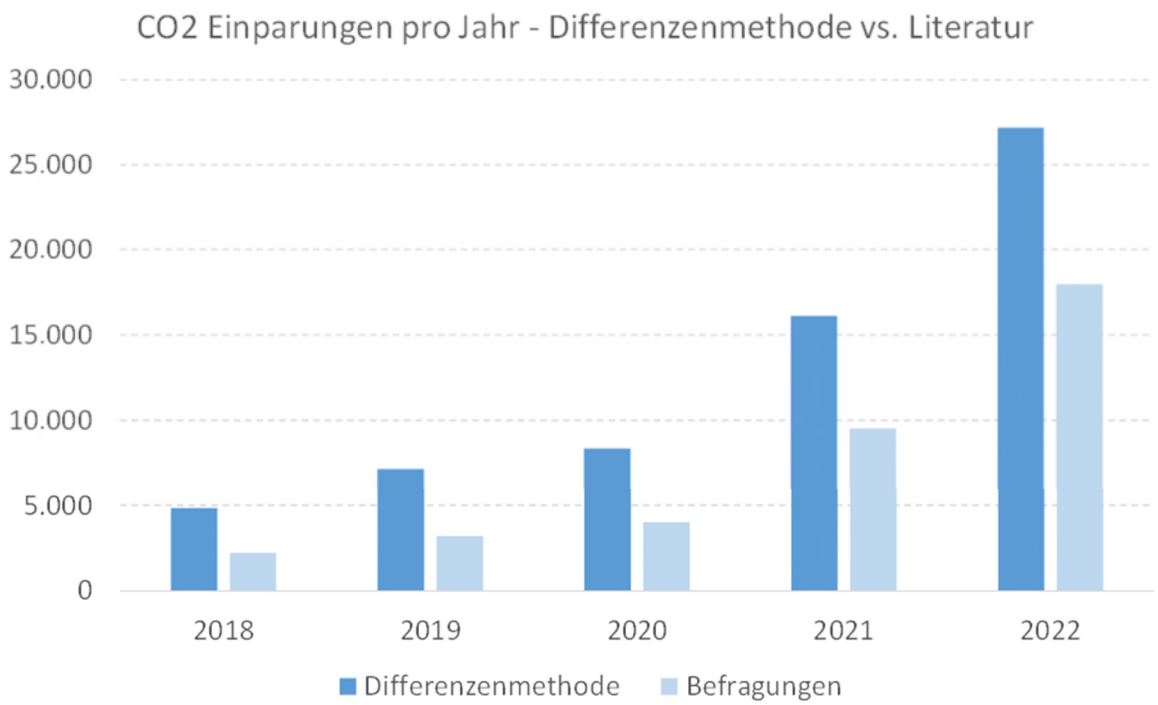


Abbildung 9: Vergleich der CO_2-Einsparungen aus den Berechnungen mit der Differenzenmethode und den Befragungen aus der Literatur

Die Stadt Stuttgart hat die Maßnahme des kostenfreien Parkens für EVs Ende 2022 wieder abgeschafft. Damit sind zum Zeitpunkt der Abschaffung die Fördermaßnahmen für die Elektromobilität in Stuttgart plus Umland sowie in der Kontrollgruppe in Mannheim fast identisch. Ein Blick auf die Entwicklung der BEV-Anteile am Pkw-Bestand der folgenden Jahre (siehe Tabelle 5, jeweils nach KBA-Daten zum 1. Januar) zeigt, dass die Anteile ab dem 01.01.2024 zumindest nicht mehr weitere auseinandergehen zwischen den beiden Regionen. Der Anstieg der Anteile von BEV am Pkw-Bestand ist in Stuttgart und Umland zwischen dem 01.01.2023 und dem 01.01.2025 ist mit 1,7 Prozentpunkten nur noch marginal höher als in Mannheim mit 1,6 Prozentpunkten. Dies deutet daraufhin, dass die angewandte Differenz-zu-Differenzmethode zumindest näherungsweise valide ist und nicht weitere Faktoren und Herausforderungen (siehe Abschnitt 3.5) die Ergebnisse substanziell verfälschen.

Tabelle 5: Entwicklung der BEV-Anteile im Pkw-Bestand bis 01.01.2025

BEV-Anteil	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Stuttgart + Umland	0,2 %	0,4 %	0,6 %	1,1 %	2,0 %	3,0 %	4,1 %	4,7 %
Stadt Mannheim	0,1 %	0,2 %	0,3 %	0,6 %	1,3 %	2,0 %	3,1 %	3,6 %
Delta	***0,1 %***	***0,2 %***	***0,3 %***	***0,5 %***	***0,8 %***	***1,0 %***	***1,1 %***	***1,1 %***

Quelle: KBA FZ1.2, Anteile berechnet vom Fraunhofer ISI (2025)

3.7 Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse

In der Untersuchung wurde die Wirkung des kostenfreien Parkens für Elektrofahrzeuge (BEV und PHEV) in der Stadt Stuttgart auf den Markthochlauf der Elektromobilität und die daraus resultierende CO_2-Minderung analysiert und abgeschätzt. Zur Abschätzung der ex-post Wirkungen wurde primär die Differenzenmethode angewandt. Zu diesem Zweck wurde die Stadt Mannheim als Kontrollgruppe ausgewählt, die in Bezug auf wichtige Kernindikatoren Ähnlichkeiten zu Stuttgart aufzeigt. Anhand der Differenzenmethode mit Mannheim als Kontrollgruppe wurde gezeigt, dass die Maßnahme in Stuttgart und den angrenzenden Landkreisen zwischen 2018 und 2022 zur Zulassung von etwa 15.460 zusätzlichen BEV und 10.160 PHEV geführt hat – das entspricht rund 34 % der regionalen BEV-Flotte bzw. 21 % der PHEV-Flotte. Diese Zunahme wirkte sich positiv auf die CO_2-Bilanz aus: Im Zeitraum von 2018 bis 2022 wurden kumuliert rund 63.600 Tonnen CO_2 eingespart. Der jährliche Beitrag zur CO_2-Reduktion wuchs dabei stetig an – von 4.800 Tonnen im Jahr 2018 bis auf 27.200 Tonnen im Jahr 2022. Relativ gesehen entsprach dies einer Reduktion der verkehrsbedingten Emissionen um 1,1 % im Jahr 2022 bzw. einer Einsparung von rund 10,7 kg CO_2 pro Einwohner:in. Die Maßnahme hatte somit – insbesondere in einem hochverdichteten urbanen Raum wie Stuttgart – einen messbaren, wenn auch begrenzten, Effekt auf den Hochlauf der Elektromobilität und den Klimaschutz.

Zur Einordnung und Validierung der Ergebnisse wurde zusätzlich zur Differenzenmethode noch die Literatur nach empirischen Ergebnissen zur Wirkung von kostenfreien Parken auf den Hochlauf der Elektromobilität durchsucht. Anhand einer norwegischen Auswertung von Nutzer:innen-Befragungen konnte die Wirkung auf den Kauf zusätzlicher BEV und PHEV quantifiziert werden. Unter der Annahme, dass die Befragungsergebnisse auch für den Fall Stuttgart relevant wären, wäre das kostenfreie Parken für ca. 22 % des EV-Bestandes verantwortlich (gegenüber 34 % bei BEV und 21 % bei PHEV anhand der Differenzenmethode). Die resultierenden Einsparungen an CO_2-Emissionen wären daher mit 2.200 t CO_2 in 2018 bis 18.000 t CO_2 in 2022 deutlich geringer. Die Varianz der Ergebnisse lässt vermuten, dass in Stuttgart noch weitere Faktoren zu dem schnelleren EV-Markthochlauf beitragen, welche sich jedoch in Folge fehlender Daten nicht näher quantifizieren lassen. Die Bandbreite der Wirkungen des kostenfreien Parkens zeigt jedoch, dass die Maßnahme in hochverdichteten urbanen Räumen sowie deren angrenzenden ländlichen Räumen zusätzliche positive Wirkungen auf die Beschleunigung des Markthochlaufs entfalten kann.

4 Erhöhte Gebühren für Bewohner- und Dauerparken

4.1 Gegenstand der Untersuchung

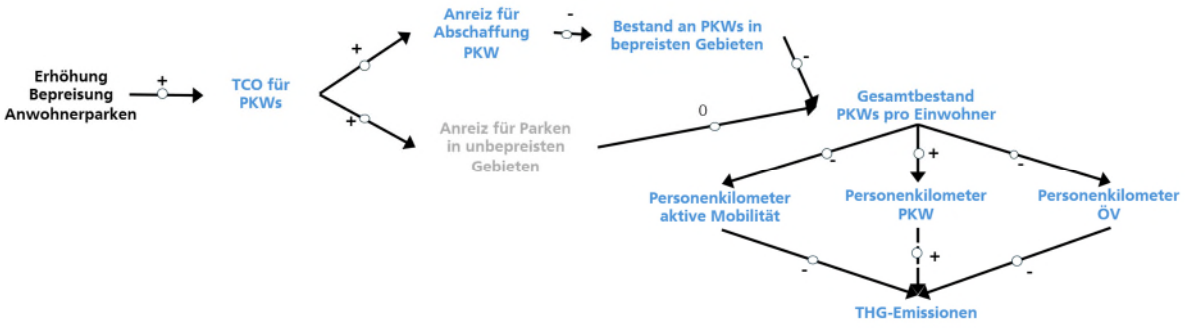
In diesem Teil des Projekts wird untersucht, wie sich die Erhöhung der Gebühren für Bewohner- oder Dauerparken auf den Pkw-Bestand in Städten und damit auf die verkehrsbedingten CO_2-Emissionen auswirkt. Die Erhöhung der Bewohnerparkgebühren wurde durch den Übergang der Gebührenhoheit vom Bund auf die Länder im Oktober 2020 und schließlich auf die Kommunen in Baden-Württemberg im Juli 2021 möglich. Zuvor lag die bundesweite Gebührenobergrenze für Bewohnerparkausweise bei 30,70 € pro Jahr. (Rechtsgrundlage für Bewohnerparkgebühren über 30,70 € seit 04.07.2020 auf Bundesebene (StVG) und seit 06.07.2021 in BW). Seither haben viele Städte Baden-Württembergs die Gebühren deutlich erhöht.

Hintergrund MID2023: Rund 50 Mio. Pkw im Bestand, bei gut 80 Mio. Fahrrädern

Gegenläufig zur etwas reduzierten Nutzung entwickelt sich die Pkw-Flotte. Sie ist mittlerweile auf nahezu 50 Mio. in der Regel auch in den privaten Haushalten verfügbare Fahrzeuge angewachsen. Damit kommen rechnerisch inzwischen etwa 1,2 Autos auf jeden Haushalt. Die Ausstattung wächst in den meisten Städten wie in den ländlichen Regionen. Außerhalb der Städte verfügen inzwischen mehr als 90 Prozent der Haushalte über mindestens ein Auto. In den Metropolen sind es immerhin 40 Prozent. Bundesweit gesehen sind 2023 insgesamt 20 Prozent der Haushalte autofrei, gegenüber 22 Prozent in 2017. Im Gegensatz dazu steigt der Anteil von Haushalten mit mehr als einem Pkw.

Quelle: MID 2023, Ergebnistelegramm

Vermutete Wirkungszusammenhänge



blau: Quantifizierung mit Daten in dieser Studie möglich, grau: Quantifizierung mit Daten in dieser Studie nicht möglich
Plus-Zeichen deuten gleichgerichtete und Minus-Zeichen entgegengerichtete Wirkungszusammenhänge an

Abbildung 10: Systemzusammenhang für Wirkungen des Bewohnerparkens

Abbildung 10 beschreibt die zu erwartenden Auswirkungen einer Erhöhung der jährlichen Parkgebühren für Anwohner auf die Treibhausgasemissionen. Durch die Erhöhung der Parkgebühren steigen die jährlichen Gesamtkosten für die betroffenen Pkw-Halter (TCO = total costs of ownership). Dies kann einerseits einen Anreiz zur Abschaffung des eigenen Pkw darstellen, andererseits aber auch zu Ausweichbewegungen führen, indem Pkw-Besitzer ihre Fahrzeuge in weiter entfernten, nicht von der Gebührenregelung betroffenen Stadtgebieten abstellen. Ersterer Effekt kann durch die Entwicklung des Pkw-Bestandes pro Einwohner:innen in Stadtgebieten mit Anwohnerparken quantifiziert werden.

Der vermutete Wirkungszusammenhang besteht darin, dass sich die Anzahl der Pkw pro Einwohner:innen in dem bepreisten Gebiet verringert. Durch den geringeren Fahrzeugbestand verringert sich auch die Verkehrsleistung mit dem Motorisierten Individualverkehr MIV. Diese Verkehrsleistung verlagert sich auf den Öffentlichen Verkehr (ÖV) und den Nicht Motorisierten Verkehr (NMV), da die Anzahl der täglich zurückgelegten Wege nicht signifikant vom Autobesitz abhängt.[5] Der veränderte Modal Split wirkt sich positiv auf die Treibhausgasemissionen aus, da ÖV geringere und NMV keine CO_2-Emissionen erzeugen.

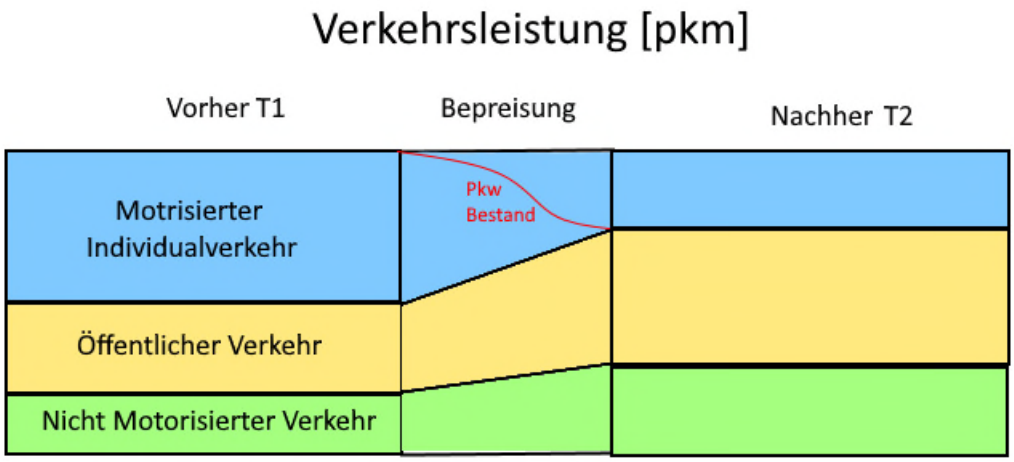


Abbildung 11: Einfaches Wirkungsdiagramm für Bewohnerparken

4.2 Auswahl der Untersuchungsfälle

Für diese Untersuchung sind Städte relevant, die (a) eine deutliche Erhöhung der Gebühren für Bewohnerparken vorgenommen haben (mind. 120 € als neue Gebühr), die (b) diese Gebühr spätestens zu Beginn 2022 eingeführt haben und (c) diese Gebühr möglichst flächenübergreifend in der Kernstadt erheben.

[5] Eigene Berechnungen auf Grundlage der MiD(2017).

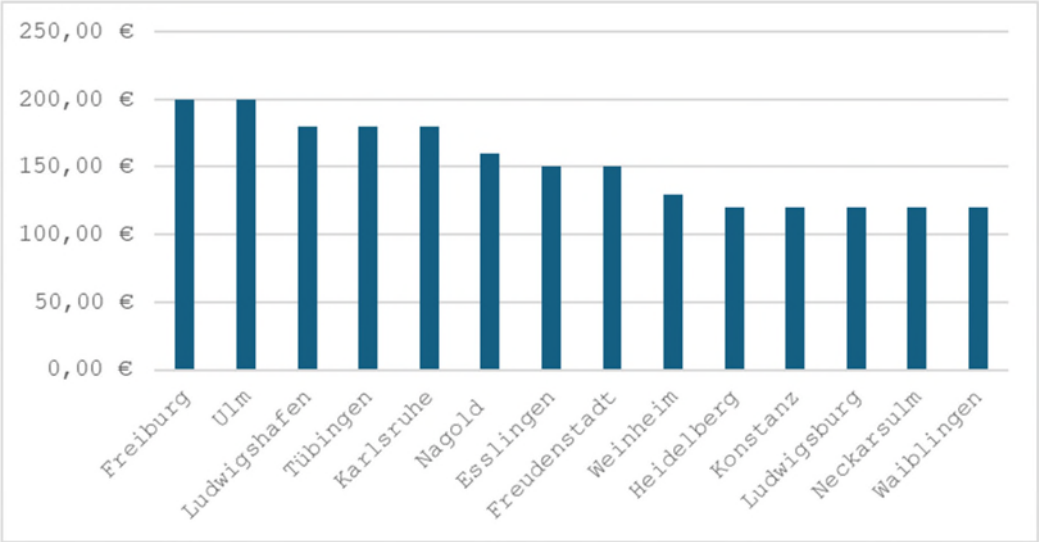


Abbildung 12: Gebühren für Bewohnerparken in Städten BWs, Stand März 2024

Abbildung 12 listet die Städte in BW auf, die seit 2022 die Gebühren für das Bewohnerparken auf mindestens 120 € pro Jahr erhöht haben. Die meisten dieser Städte kommen als Untersuchungsfall nicht infrage, da entweder das Bewohnerparkgebiet sehr klein oder zerstreut ist (Karlsruhe, Freudenstadt, Heidelberg, Ludwigsburg und Reutlingen) oder aber sie die Gebühr erst nach Beginn 2022 eingeführt haben (Ulm, Esslingen, Weinheim, Konstanz, Ludwigshafen, Waiblingen) und sich somit der Untersuchungszeitraum reduziert. Die Stadt Freiburg hatte im April 2022 die Gebühren mit Abstand am deutlichsten erhöht, die Grundgebühr lag bei 360 € im Jahr, es gab zudem Abweichungen in beide Richtungen nach Fahrzeuglänge (240 € für kleine und 480 € für große Pkws) und soziale Staffelungen der Beträge. Nach dem wegweisenden Urteil des Bundesverwaltungsgerichtes am 13. Juni 2023 (s. Sieber et al. 2024) hat Freiburg vorübergehend wieder die alten Gebühren von 30,70 € erhoben. Deshalb kommt Freiburg für diese Studie nicht infrage.

Infolge dieses Gerichtsurteils haben andere Städte wie Tübingen und Esslingen die bisherige Satzung, in der die Gebühren für Bewohnerparkausweise geregelt waren, durch eine Rechtsverordnung ersetzt. Inhaltlich wurden dabei keine Änderungen vorgenommen, das heißt die Gebührenhöhe bleibt unverändert. Es bleiben nach Anwendung der drei Kriterien als potenzielle Untersuchungsstädte in BW zunächst Tübingen und Neckarsulm. Für Tübingen sprechen die Höhe der Gebühren und die Option die Wirkung einer Gebührenstaffelung zu untersuchen.

Zusätzlich wurde vom Verkehrsministerium Landau in der Pfalz als Untersuchungsstadt vorgeschlagen, diese hat anstelle von Bewohnerparken eine Regelung zum Dauerparken eingeführt. Die Analyse der Effekte von Landaus Gebührenerhebung ist besonders interessant, da diese mit 300 € im Jahr im Zentrum und 180 € im Jahr in den restlichen Quartieren sehr deutlich erhöht wurden. Außerdem läuft parallel in Landau ein Forschungsprojekt zu kostendeckenden Parkgebühren.

Im Folgenden werden die Bewohnerparkzonen, anfallende Gebühren, sowie die Datenverfügbarkeit für die Städte Tübingen und Landau erörtert.

4.2.1 Tübingen

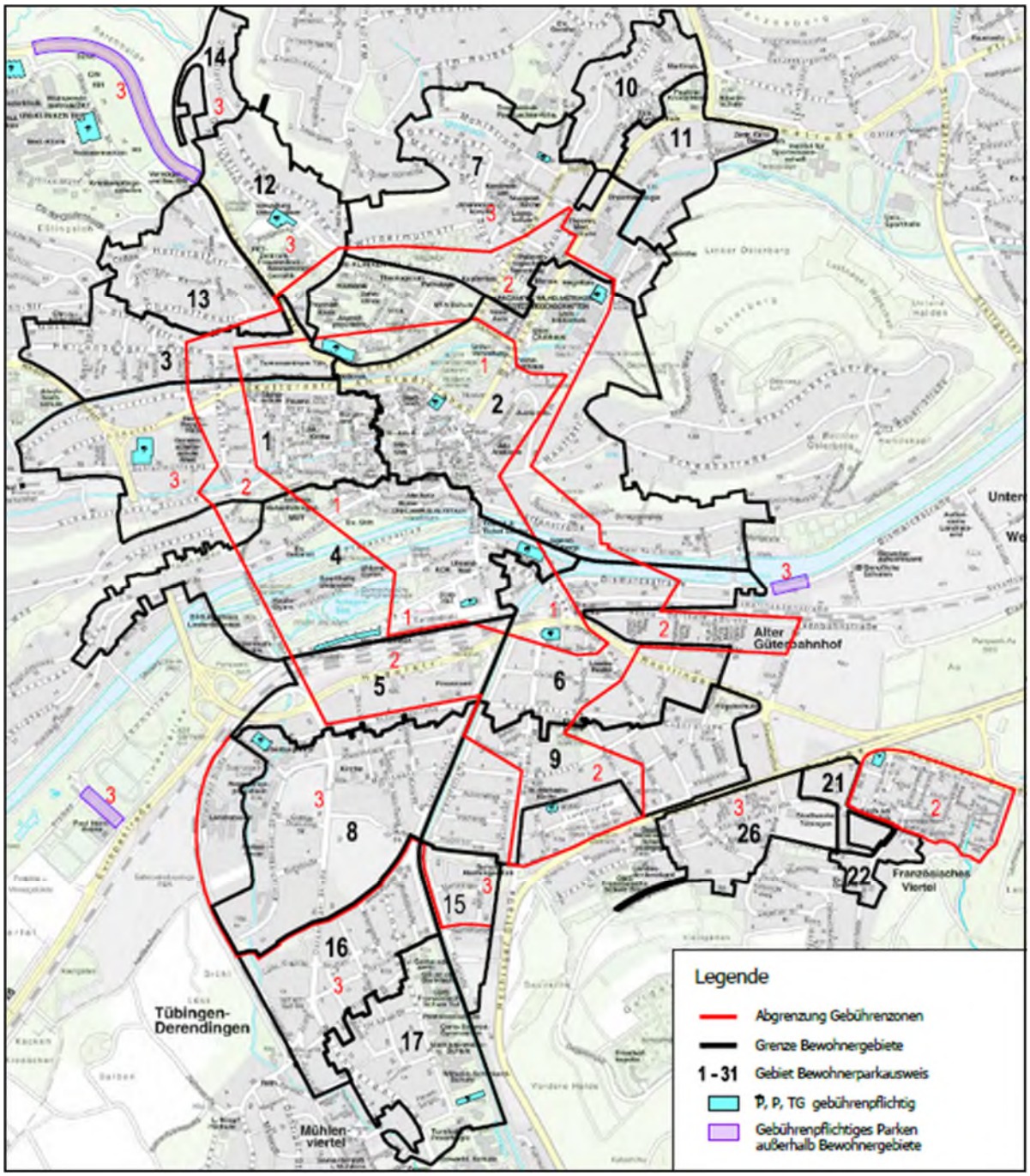


Abbildung 13: Bewohnerparkzonen in Tübingen (Ausschnitt), Stand Juni 2022

In Tübingen erstrecken sich die Bewohnerparkzonen über weite Teile der Kernstadt (Abbildung 13, schwarze Linie). In Tübingen werden alle Zonen untersucht, in denen am 01.01.2022 höhere Gebühren erhoben wurden und im Kernbereich der Stadt liegen. Dieses sind die Zonen 1-17, 21, 22 und 26. Daher ist eine große Grundgesamtheit für die statistische Auswertung zu erwarten. In den Gebührenzonen fallen Gebühren für Kfz an, die keinen Bewohnerparkausweis haben. Zusätzlich ist die Höchstparkdauer in der Innenstadt auf zwei Stunden und außerhalb auf einen Tag begrenzt. Für Dauerparker ist damit ein Bewohnerparkausweis zwingend erforderlich.

Die Gebühr für einen Bewohnerparkausweis beträgt 120 € im Jahr. Allerdings fällt für Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor und mit einem Leergewicht von über 1.800 Kilogramm oder für Fahrzeuge mit rein elektrischem Antrieb und einem Leergewicht von über 2.000 Kilogramm, eine höhere jährliche Gebühr von 180 € an. Zudem gibt es eine soziale Staffelung, indem Personen mit geringem Einkommen und welche damit Anspruch auf eine KreisBonusCard haben eine Ermäßigung der Bewohnerparkgebühren um jeweils 50 % erhalten.[6] Die durchschnittliche Gebühr im Untersuchungsgebiet betrug 126 € im Jahr 2023.

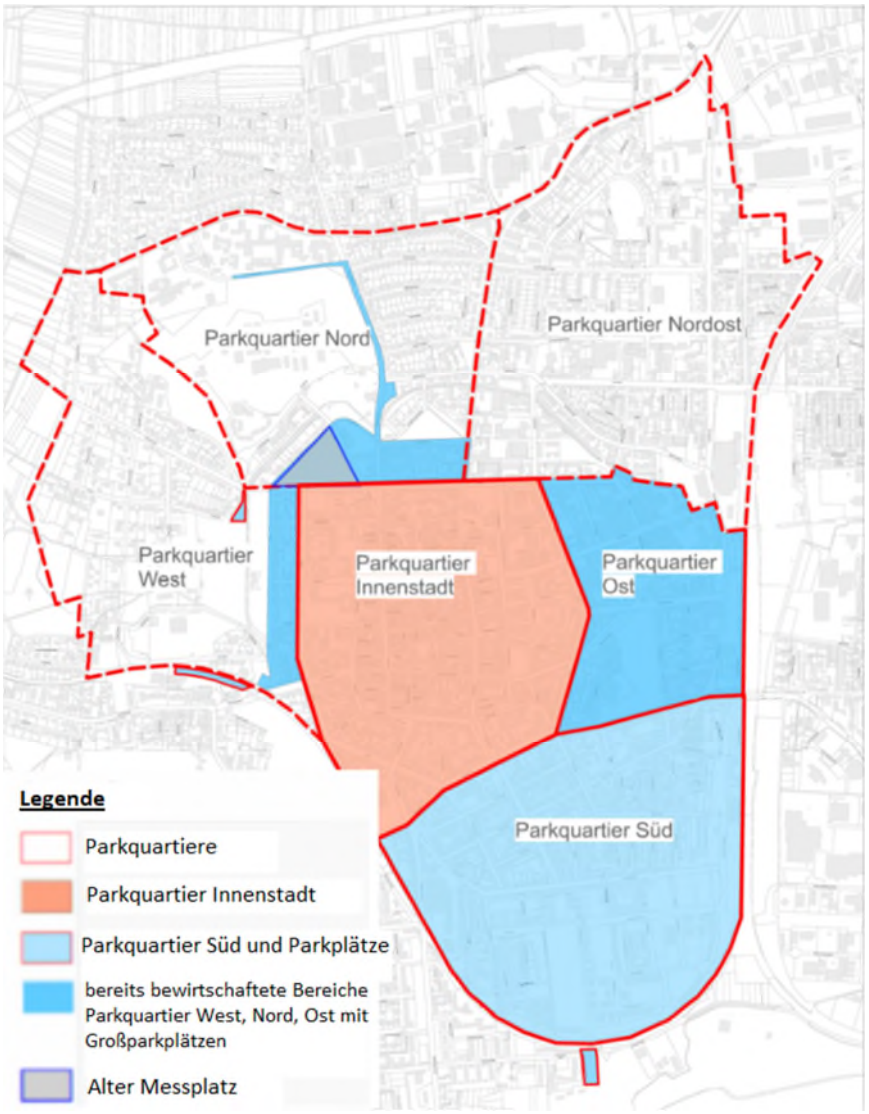
Seit Dezember 2024 wurde die Gebühr für einen Bewohnerparkausweis auf 240 € im Jahr erhöht. Für schwere Fahrzeuge wie oben beschrieben fallen nun 300 € pro Jahr an. Die soziale Staffelung bleibt weiterhin erhalten. Diese Erhöhung ist jedoch für die Studie nicht relevant, da nur ein Monat bis zum Ende der Untersuchungszeit verbleibt.

4.2.2 Landau

Die Stadt Landau hat keine Regelung zum Bewohnerparken, sondern ab 01.10.2021 eine Regelung für das Dauerparken (§ 6a Abs. 6 S. 1 StVG) in den zentralen Stadtteilen, die in Abbildung 14 in den Farben blau, orange und grau abgebildet sind. Im Gegensatz zum Bewohnerparken, können beim Dauerparken auch Gewerbetreibende oder auswärtige Pendler:innen den Dauerparkschein erwerben. Hintergrund dazu war eine Zählung aus dem Jahr 2015, die feststellte, dass die Auslastung des Parkraumes zu niedrig war, um ein Bewohnerparken einzuführen. Die neue Regelung wurde in der Parkgebührensatzung der Stadt vom 19.03.2020 festgelegt.

Seit Beginn der Bepreisung wurden die bepreisten Gebiete in den Parkquartieren West, Nord und Nordost in Landau weiter ausgeweitet. Um die langfristigen Wirkungen zu untersuchen, wurden lediglich diejenigen Gebiete, die 2021 bepreist wurden, in die Betrachtung einbezogen. Zusätzlich werden nur diejenigen Stadtteile berücksichtigt, die größerer Flächen abdecken und damit ein Ausweichen auf nicht bepreiste Nachbarquartiere erschwert wird. Tabelle 6 ordnet die unterschiedlichen Quartiere ein.

[6] Flyer_Info_Bewohnerparkausweis_hoch_99x210mm_3S_2erNutzen_315x440mm_mit_Bild_FARBE_v5_F4.pdf (tuebingen.de).



Stand September 2023

Abbildung 14: Parkquartiere mit Dauerparkausweisen in Landau

Tabelle 6: Parkquartiere in Landau vor und nach der Einführung des Dauerparkens

Parkquartier	Vor 01.10.21	Nach 01.01.2022	Untersuchungs-raum
Innenstadt	Bewohnerparken	Dauerparken	Ja
Alter Meßplatz	Bewohnerparken	Dauerparken	nein
Ost	Bewohnerparken	Dauerparken	Ja
Süd	Nicht bewirtschaftet	Dauerparken	ja
West	Nicht bewirtschaftet	Teilweise bewirtschaftet	Nein
Nord	Nicht bewirtschaftet	Teilweise bewirtschaftet	Nein
Nordost	Nicht bewirtschaftet	Nicht bewirtschaftet	Nein

Vor der Einführung des Dauerparkens kosteten die Bewohnerparkausweise in der Innenstadt und im Alten Meßplatz 30,70 €. Am 01.10.2021 wurde die neue Gebührensatzung eingeführt und die Gebühren für das Dauerparken änderten sich wie unten in Tabelle 6 dargestellt. Die aufgeführten Gebühren haben sich bis Ende 2024 nicht verändert, jedoch wurden neue Quartiere später ebenso bepreist. Diese werden jedoch nicht in die Untersuchung einbezogen.

Kosten für Dauerparkausweise in Landau September 2023	
Parkquartier Innenstadt (orange)	300 €/a
Parkquartier Alter Meßplatz (grau)	250 €/a
Parkquartiere West, Nord, Nordost, Ost, Süd (blau)	180 €/a

Quelle: https://www.landau.de/Verwaltung-Politik/ %C3 %96ffentliche-Informationen/Mobilit %C3 %A4t- %C3 %96PNV/Parken-in-Landau

4.3 Auswahl der Kontrollstädte

Um die kontrafaktische Entwicklung der Pkw-Bestände (ohne eine Erhöhung der Bewohnerparkgebühren) möglichst realistisch schätzen zu können müssen mehrere Kriterien zur Auswahl der Kontrollstädten erfüllt werden. Zuerst darf in der Kontrollstadt in den Jahren seit der Übergabe der Gebührenhoheit keine Erhöhung der Gebühren für Bewohnerparkausweise stattgefunden haben, d. h. wenn in einer Stadt Bewohnerparkausweise vergeben werden müssen die Kosten dafür unverändert innerhalb der Grenze von 30,70 € pro Jahr liegen. Um die Vergleichbarkeit zu erhöhen, sollten die Kontrollstädte hohe Ähnlichkeiten bezüglich (a) der Bevölkerungsgröße und -dichte, (b) der Pkw-Dichte vor 2022 und (c) der generellen räumlichen Strukturen (Unistadt, Einzugsgebiet, etc) haben.

Als Kontrollstädte für Landau wurden Aalen, Bruchsal, Ingelheim, Bad Kreuznach, Zweibrücken und Pirmasens und für Tübingen Göttingen, Gießen, Marburg, Jena, Lüneburg und Hildesheim ausgewählt. Nach der Beschaffung der Pkw Daten vom KBA stellte sich heraus, dass die Fahrzeugflotte in der Innenstadt Marburgs von 2019 bis 2024 um 29 % anstieg, während die Bevölkerungszahl stagnierte (+3,2 %). Eine Nachfrage beim Stadtplanungsamt ergab, dass ein Carsharing-Anbieter seine Fahrzeugflotte in der Innenstadt Marburgs registriert. Aus diesem Grunde musste Marburg aus der Liste der Kontrollstädte gestrichen werden. Für Tübingen verbleiben damit nur fünf Kontrollstädte.

Da aus öffentlichen Statistiken nur unzureichende Daten zum Pkw-Bestand zur Verfügung stehen, wurden Rasterdaten auf der Basis von 1x1 km vom KBA bezogen. Dabei wurden die Raster so gewählt, dass sie die Innenstädte abdecken. Zusätzlich wurden die Bevölkerungsdaten auf den gleichen Rastern ermittelt und die Pkw-Dichte ermittelt, die für die Berechnung der Kontrollstädte notwendig ist.

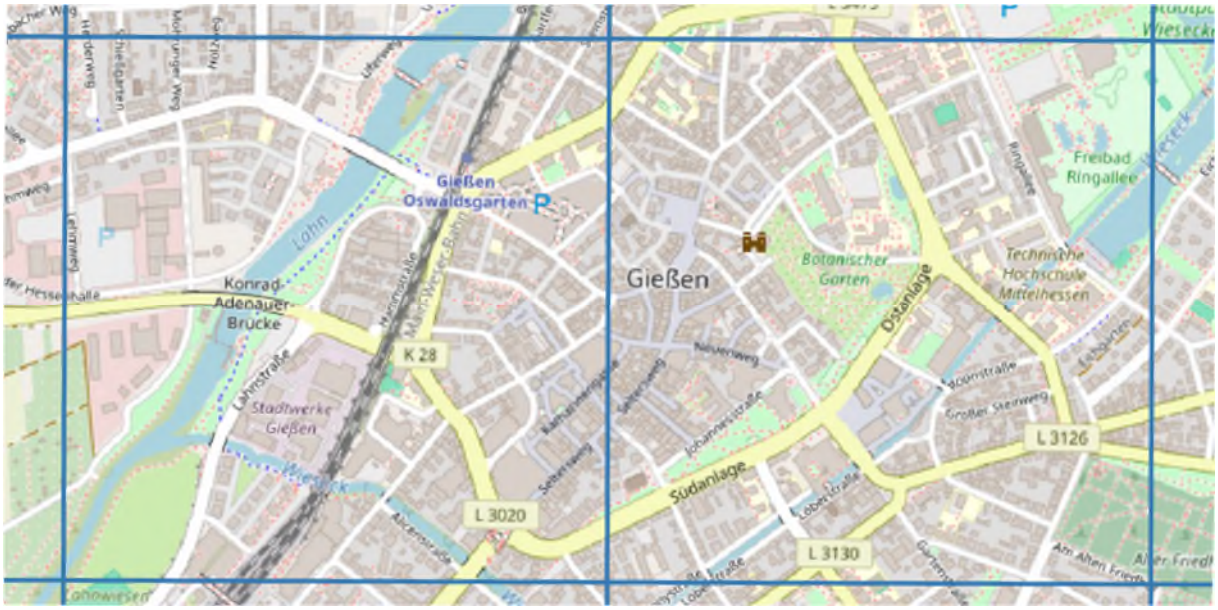


Abbildung 15: Beispiel für die Auswahl der Raster in der Kontrollstadt Gießen

4.4 Methodik der Berechnungen

Zeitraum der Untersuchung:

Der Untersuchungszeitraum bezieht sich auf 2019 bis 2024 (jeweils zum 31.12. des Jahres), um sowohl die Effekte der Coronapandemie mit einzubeziehen als auch einen zuverlässigen kontrafaktischen Trend der Pkw-Entwicklung vor der Erhöhung der Gebühren in den Kontrollstädten zu bestimmen. Dieser kann dann besser als Vergleich zu den Maßnahmen der Erhöhung der Bewohnerparkgebühren dienen. Nach der Implementierung dieser Gebührenerhöhung können die Werte von drei Jahren berücksichtigt werden, da Tübingen ihre erhöhten Gebühren am 01. Januar 2022 eingeführt haben und Landau sogar bereits zum 01.10.2021.

Vorgehensweise:

Zunächst gilt es zu bestimmen, ob die Entwicklung der Pkw-Bestände zwischen den jeweiligen Untersuchungsstädten und ihren Kontrollstädten vergleichbar sind. Ist dies der Fall, so ergibt sich die geschätzte Reduktion der Pkw-Dichte (Pkw pro 1.000 Einwohner:innen) als Differenz zwischen der Veränderung in der Untersuchungsstadt und dem Durchschnitt der Kontrollstädte (vgl. Kapitel 2, Differenzen-von-Differenzen-Methode). Dafür muss zunächst der Fahrzeugbestand der Kontrollgruppe anhand der Pkw-Dichte auf die Einwohnerzahl der Behandlungsgruppe umgerechnet werden.

Die so ermittelte Reduktion der Pkw-Dichte liefert somit einen empirischen Schätzer für die Auswirkungen der Gebührenerhöhung jeweils in Tübingen und in Landau. Durch den geringeren Pkw-Bestand verlagert sich Verkehr auf den ÖV und NMV (s. Abbildung 11). Es wird angenommen, dass die Verlagerung lediglich zu einer höheren Auslastung des ÖV führt. In einer Sensitivitätsrechnung wird ein Ausbau des ÖV-Angebotes angenommen.

Die zur Berechnung notwendigen Indikatoren sind:

- Bestand an Pkw in den bepreisten Gebieten und den Kernstädten der Kontrollgruppen jeweils zum 31.12. des Jahres. Stichtag ist der 31.12. des jeweiligen Jahres.
- Durchschnittliche Jahresfahrleistungen der Pkw [Fzg-km/a] laut Statistischem Landesamt BW 2023.
- Durchschnittlicher Besetzungsgrad pro Pkw, laut MID 2023
- Durchschnittliche Verkehrsleistung für MIV, ÖV und NMV, gemessen in Personenkilometern [pkm] laut Verkehr in Zahlen 2024/25
- Emissionsfaktoren [g CO_2/pkm] für MIV, ÖV und NMV laut Tremod 2022 und eigenen Berechnungen auf Basis von Verkehr in Zahlen.
- Anzahl der Einwohner:innen in den bepreisten Gebieten und den Kernstädten der Kontrollgruppen

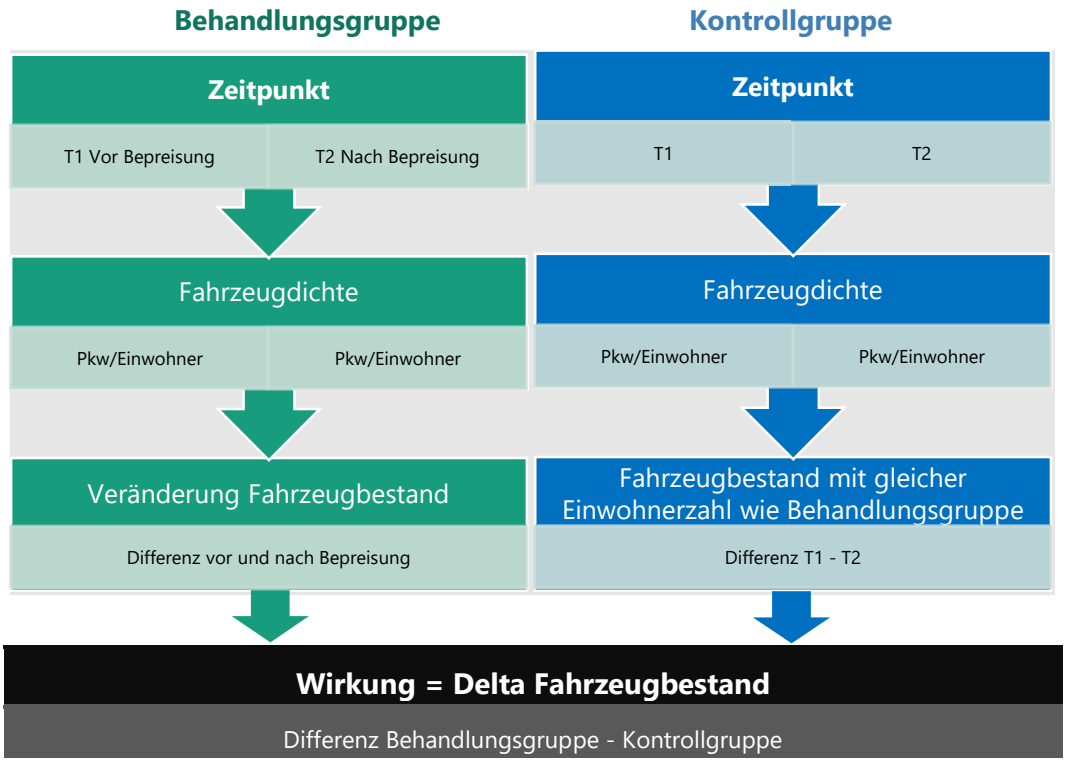
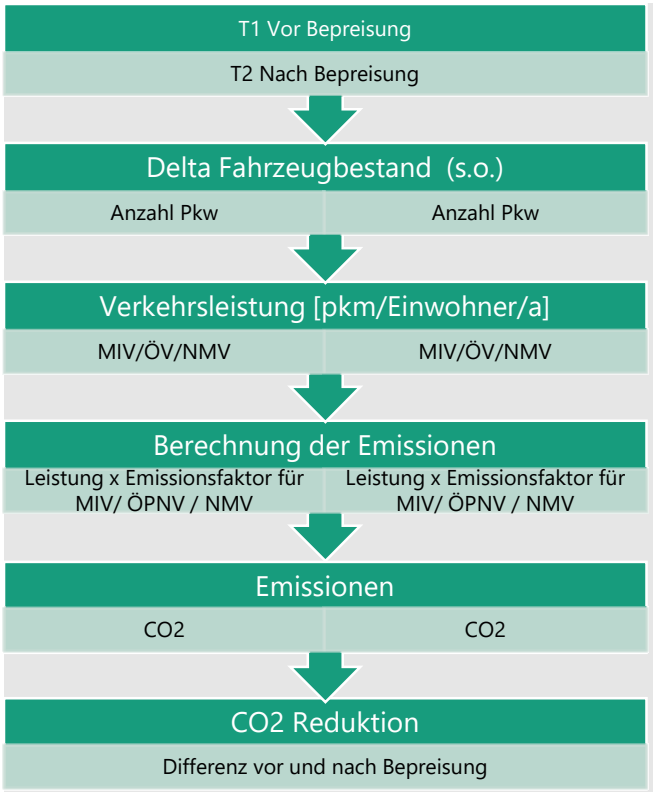


Abbildung 16: Methodik der Berechnung der Wirkungen auf den Fahrzeugbestand

Berechnung der Wirkungen auf die CO_2-Emissionen

Input für diese Berechnung ist das Delta des Fahrzeugbestandes, das aus dem vorherigen Rechenschritt resultiert. Die Wirkungen berechnen sich durch die Multiplikation des reduzieren Fahrzeugbestandes mit den durchschnittlichen jährlichen Emissionen der Pkw-Flotte. Für die Sensitivitätsberechnung, die ein Ausbau des ÖV annimmt, wird das folgende Schema relevant:



Berechnung der Verkehrsleistungen:

Die Verkehrsleistungen, gemessen in Personenkilometern (pkm), wird für die Zeitpunkte T_1 und T_2 und dem oben ermittelten Kfz-Bestand berechnet. Dabei wird angenommen, dass die Abnahme der Verkehrsleistung im MIV durch den ÖV und den nicht motorisierten Verkehr voll kompensiert wird. D. h. die Menschen verzichten nicht durch eine Reduktion der gesamten Verkehrsleistung. Es wird davon ausgegangen, dass die verlagerten Verkehre zu einer höheren Auslastung des existierenden ÖV-Systems führen. Das heißt, dass die Bedienung des ÖV sich nicht ändert. Dieses ist angesichts der geringen verlagerten Verkehrsmengen plausibel.

Für die Sensitivitätsrechnung ist ein komplizierteres Verfahren notwendig. Die verlagerten Verkehre teilen sich entsprechend des Modal Split für den ÖV und des nicht motorisierten Verkehrs gemäß der MID auf. Damit berechnen sich die Leistungen wie folgt:

$VL_{MIV}(T) = \text{Kfz-Bestand}(T) \times \text{Fzg-km/a} \times \text{Besetzungsgrad}$

$VL_{Ges} = VL_{MIV}(T) + VL_{ÖV}(T) + VL_{NMV}(T)$

mit dem Verhältnis $VL_{ÖV}(T) / VL_{NMV}(T)$ entsprechend MID 2023

mit

$VL_{MIV}(T)$: Verkehrsleistung des MIV pro Jahr zum Zeitpunkt T gemessen in pkm,

$VL_{ÖV}(T)$: Verkehrsleistung des ÖV pro Jahr zum Zeitpunkt T gemessen in pkm,

$VL_{NMV}(T)$: Verkehrsleistung des nicht motorisierten Verkehrs pro Jahr zum Zeitpunkt T gemessen in pkm.

VL_{Ges} = Verkehrsleistung insgesamt pro Jahr gemessen in pkm laut KBA 2022.

Berechnung der Emissionen:

Die CO_2-Emissionen zum Zeitpunkt T berechnen sich aus den durchschnittlichen Emissionsfaktoren EF gemessen in g CO_2eq / pkm wie folgt:

$$CO_2 \text{ Emissionen/a (T)} = VL_{MIV} (T) \times EF_{MIV} + VL_{ÖV} (T) \times EF_{ÖV}$$

4.5 Wirkungen auf den Pkw-Bestand in Landau

Im Untersuchungsgebiet Landaus stieg die Zahl der Einwohner:innen seit 2019 an. Damit verbunden war auch ein Anstieg des Pkw-Bestandes. Dennoch nahm die Pkw-Dichte, gemessen in der Zahl der Pkw pro 1000 Einwohner von 2021 bis 2024 um -4,3 % ab. Ob die Abnahme auf die Parkraumbewirtschaftung zurückzuführen ist, wird im Weiteren untersucht.

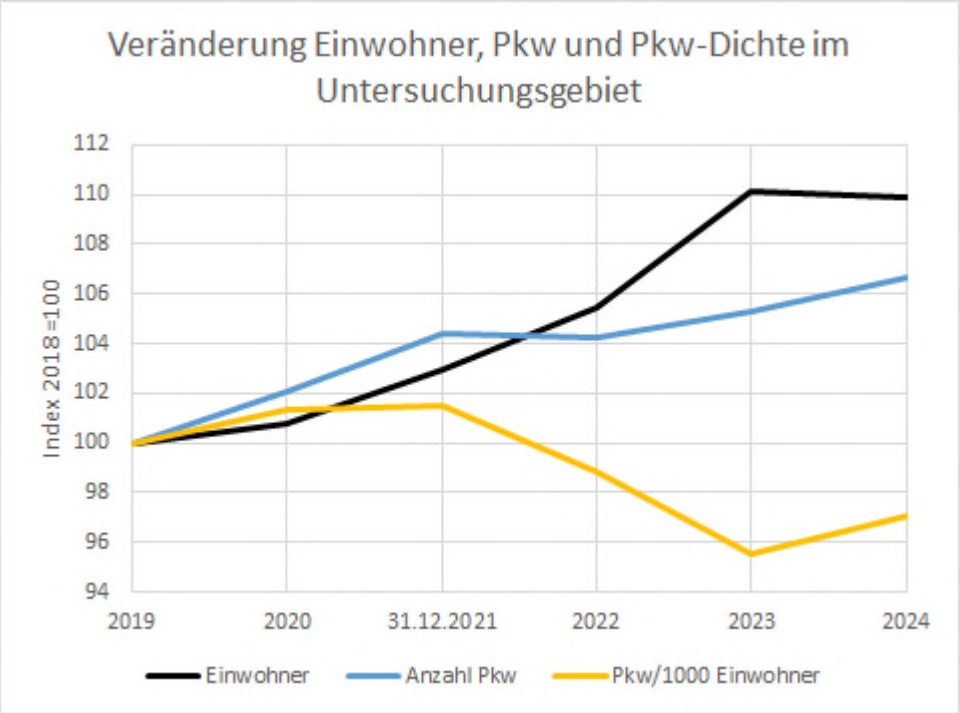


Abbildung 17: Veränderung Einwohner:innen, Pkw und Pkw-Dichte im Untersuchungsgebiet Landaus

Um diese Entwicklung bewerten zu können, muss die Entwicklung verglichen werden mit der in den Kontrollstädten. Der Vergleich der Entwicklung der Pkw-Dichte (Pkw/1000 Einwohner) von Landau mit den Innenstädten der Kontrollstädten ist in Abbildung 18 dargestellt. Beim Vergleich fallen die folgenden Tatsachen auf:

- Die Städte Ingelheim, Aalen und Zweibrücken haben hohe Pkw-Dichten über 550 Pkw/1000 Einwohner, während Landau und die restlichen Kontrollstädte unter 500 liegen.
- Die Graphik zeigt die (Nach)Wirkung der Coronapandemie, die in den Städten Zweibrücken, Bruchsal, Landau, Pirmasens und teilweise in Bad Kreuznach zu einer Abnahme der Pkw-Dichte zwischen 2021 und 2023 führte. Nach 2023 stiegen die Dichten in allen Städten mit der Ausnahme von Bruchsal an.
- Die Entwicklungen seit der der Einführung der höheren Gebühren (31.12.2021) sind sehr unterschiedlich; in Aalen, Ingelheim und Bad Kreuznach stieg die Pkw-Dichte an, während bei dem Rest der Städte eine Abnahme zu verzeichnen war. Die Abnahme war in Bruchsal (-7,7 %)

und in Zweibrücken (-4,9 %) stärker als in Landau. Der gewichtete Mittelwert der Kontrollstädte bildet sich also aus einer heterogenen Entwicklung der einzelnen Städte.

- Die durchschnittliche Entwicklung aller Kontrollstädte (schwarz)zeigt jedoch eine deutliche Parallelität mit Landau (blau); insbesondere eine Abnahme der Dichte während der Coronapandemie und eine Zunahme seit 2023.

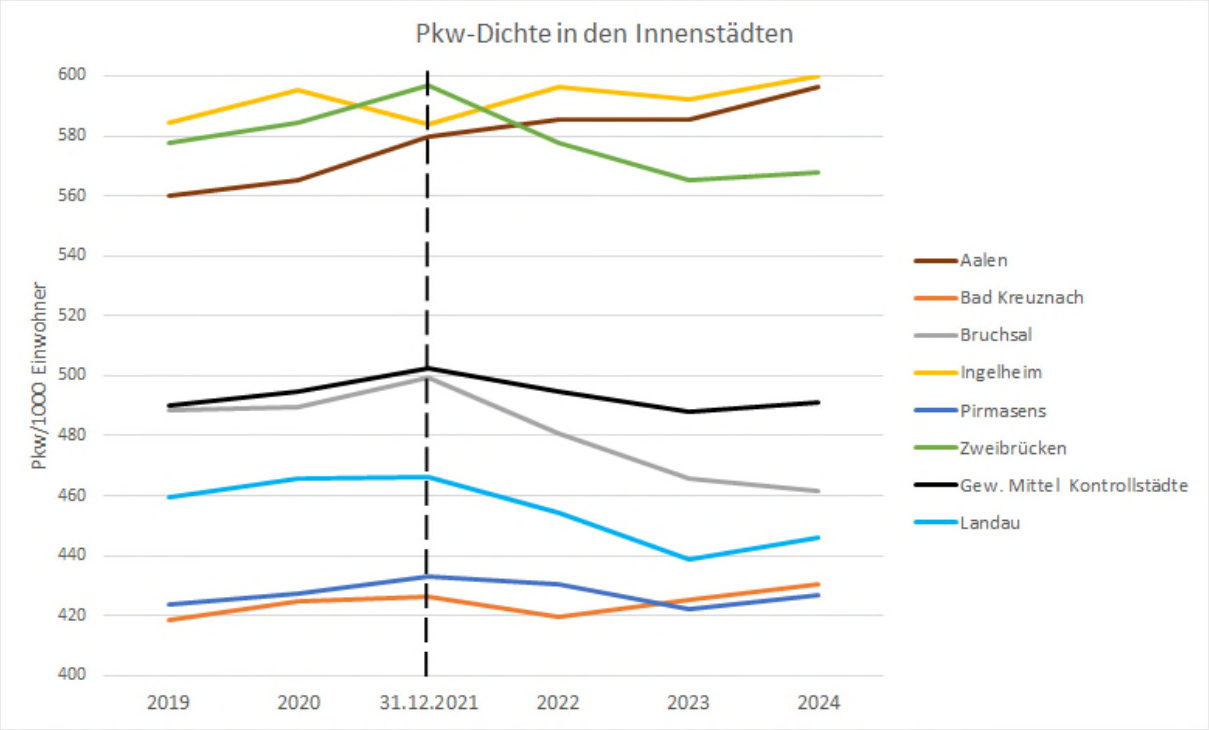


Abbildung 18: Pkw-Dichte in Landau und den Kontrollstädten am 31.Dezember

Um die absolute Wirkung der Bepreisung darzustellen, wird die Pkw-Dichte der Kontrollstädte mit der Einwohnerzahl Landaus kombiniert, wie in Abbildung 19 dargestellt. Da die Einwohnerzahl in Landau anwuchs, stieg auch die Zahl der Pkw an. Der Vergleich des Zuwachses der Pkw in den Kontrollstädten (schwarz) mit der Entwicklung in Landau (blau) zeigt, dass in Landau die Zahl der Pkw im ersten Jahr nach der Einführung am 31.10.2021 leicht abnahm, während in den Kontrollstädten eine Zunahme bis 2023 zu verzeichnen ist. Im Jahr 2024 nahm jedoch die Zahl der Pkw in Landau deutlich stärker zu als in der Kontrollgruppe.

Insgesamt stieg in Landau im Zeitraum 2021 bis 2024 durch das Anwachsen der Einwohnerzahl die Anzahl der Fahrzeuge um 2,1 % an. In dem gleichen Zeitraum stieg die um das Bevölkerungswachstum korrigierte Anzahl der Fahrzeuge in der Kontrollgruppe um 4,4 % an. Die Bepreisung bewirkte - gemäß der Doppelten-Differenzen Methode - eine Reduktion der Fahrzeugflotte um 2,2 %, was 148 Fahrzeugen im Untersuchungsgebiet entspricht. In der Graphik wird deutlich, dass sich die Wirkung 2024 erheblich gegenüber 2023 verringerte.

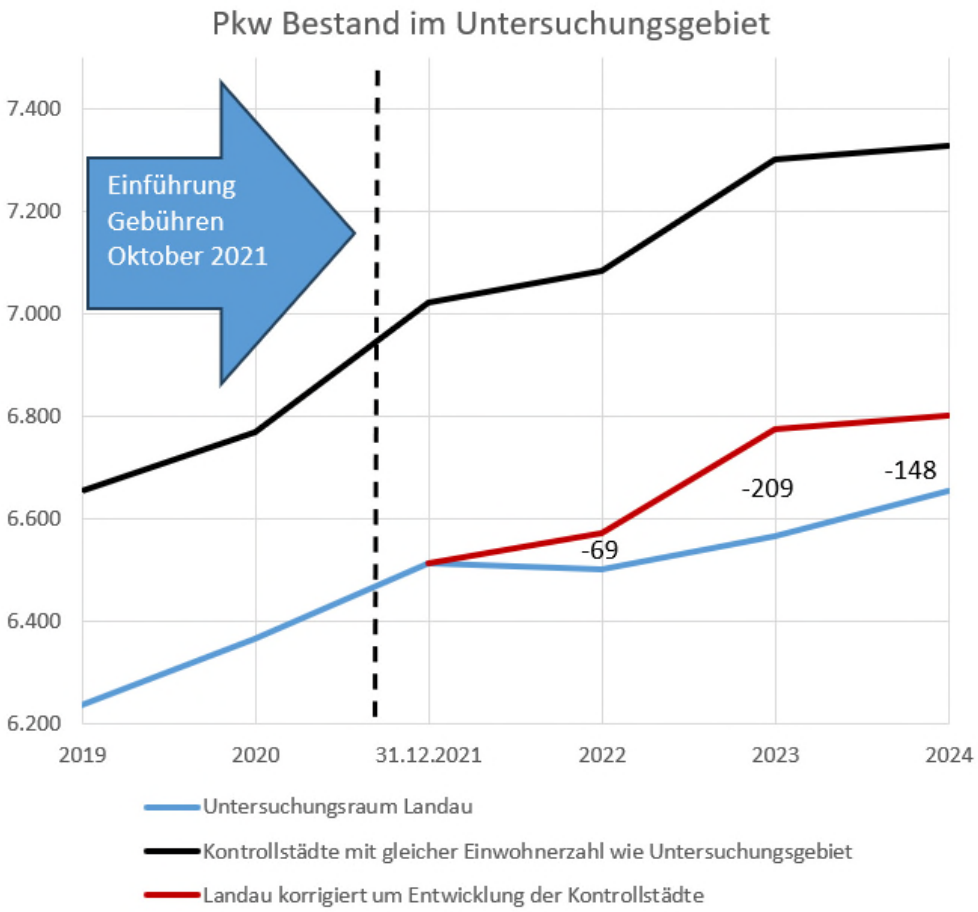


Abbildung 19: Wirkung des Dauerparkens in Landau

4.6 Wirkungen auf den Pkw-Bestand in Tübingen

In Untersuchungsgebiet Tübingens fiel die Anzahl der Einwohner:innen während der Pandemie ab, um dann 2024 wieder auf das gleiche Niveau anzusteigen. Die Zahl der Pkw verhielt sich umgekehrt, so dass die Pkw-Dichte (pro Einwohner) nach einem Anstieg 2020 bis 2023 sank und dann wieder leicht anstieg. Die Abnahme der Pkw-Dichte begann schon vor der Coronapandemie.

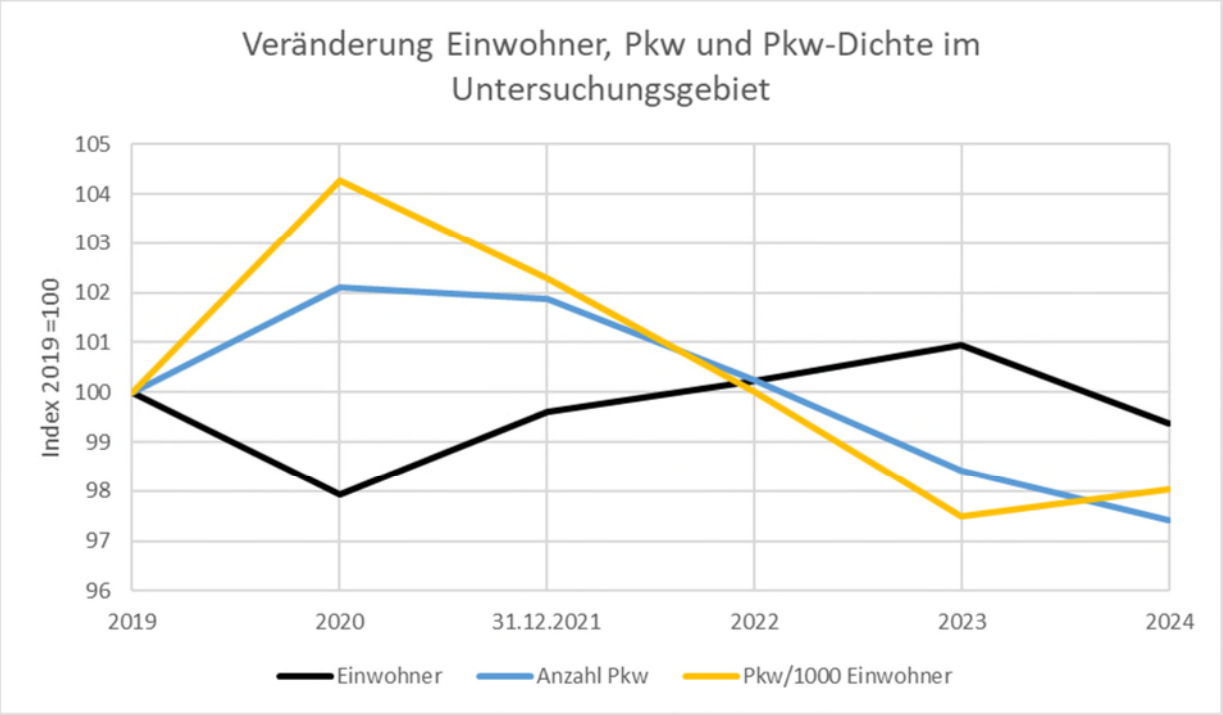


Abbildung 20: Veränderung Einwohner:innen, Pkw und Pkw-Dichte im Untersuchungsgebiet Tübingens zum 31.12.

Abbildung 21 vergleicht die Entwicklung der Pkw-Dichte in Tübingen mit der in den Kontrollstädten. Beim Vergleich fallen die folgenden Tatsachen auf:

- Lüneburg hat eine Pkw-Dichte über 500 Pkw/1000 Einwohner, während alle anderen Innenstädte unter 400 aufweisen haben. Tübingen befindet sich mit 300 am unteren Ende der Skala.
- Ähnlich wie in Landau nahm in fast allen Städten die Pkw-Dichte zwischen 2021 und 2023 ab. Die in Landau festgestellte Zunahme ab 2023 tritt nur in drei Vergleichsstädten Tübingens auf.
- Ebenso wie bei den Kontrollstädten Landaus, sind die Entwicklungen der Pkw-Dichten seit dem 31.12.2021 gekennzeichnet durch eine Heterogenität. Diese nahmen in Hildesheim und Jena zu, während sie in den restlichen Städten sanken. Dennoch zeigt das gewichtete Mittel der Kontrollstädte einen parallelen Verlauf zu Tübingen.
- In Tübingen sank die Dichte seit der Coronapandemie kontinuierlich, also schon vor der Einführung der hohen Gebühren. Die Abnahme seit dem 31.12.2021 war jedoch wesentlich stärker als im gewichteten Mittel der Kontrollstädte.

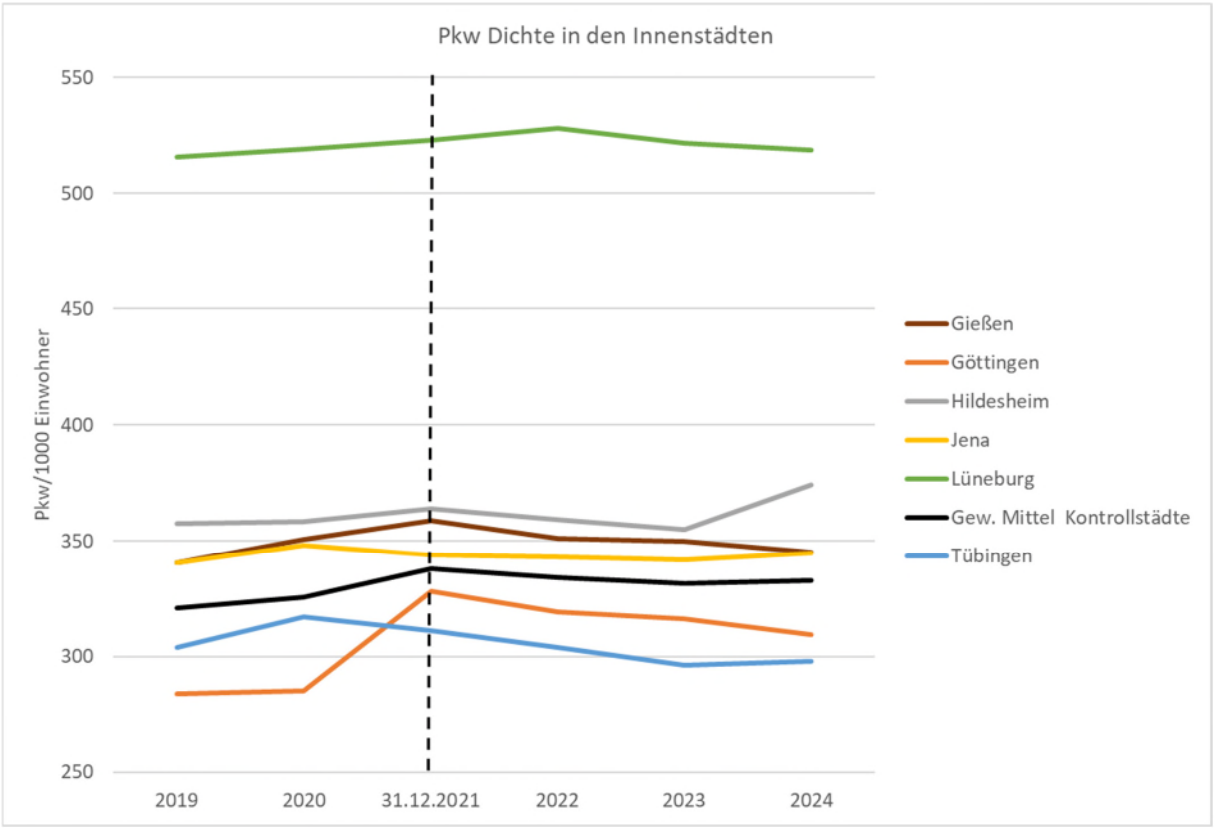


Abbildung 21: Pkw-Dichte in Tübingen und den Kontrollstädten

Abbildung 22 stellt die Wirkungen der Parkraumbewirtschaftung für Anwohnerparken dar, wobei das gleiche Verfahren, wie für Tübingen beschrieben angewandt wird. Insgesamt sank in Tübingen im Zeitraum 2021 bis 2024 die Anzahl der Fahrzeuge um -4,2 %. In dem gleichen Zeitraum sank die Anzahl der Fahrzeuge in der Kontrollgruppe um -1,6 %. Die Bepreisung bewirkte - gemäß der Doppelten -Differenzen Methode - eine Reduktion der Fahrzeugflotte um -2,6 %, was 275 Fahrzeugen im Untersuchungsgebiet entspricht. In der Graphik wird deutlich, dass sich die Wirkungen zunächst anstiegen, jedoch seit 2023 leicht abnahmen. Diese Entwicklung ist vergleichbar mit Landau.

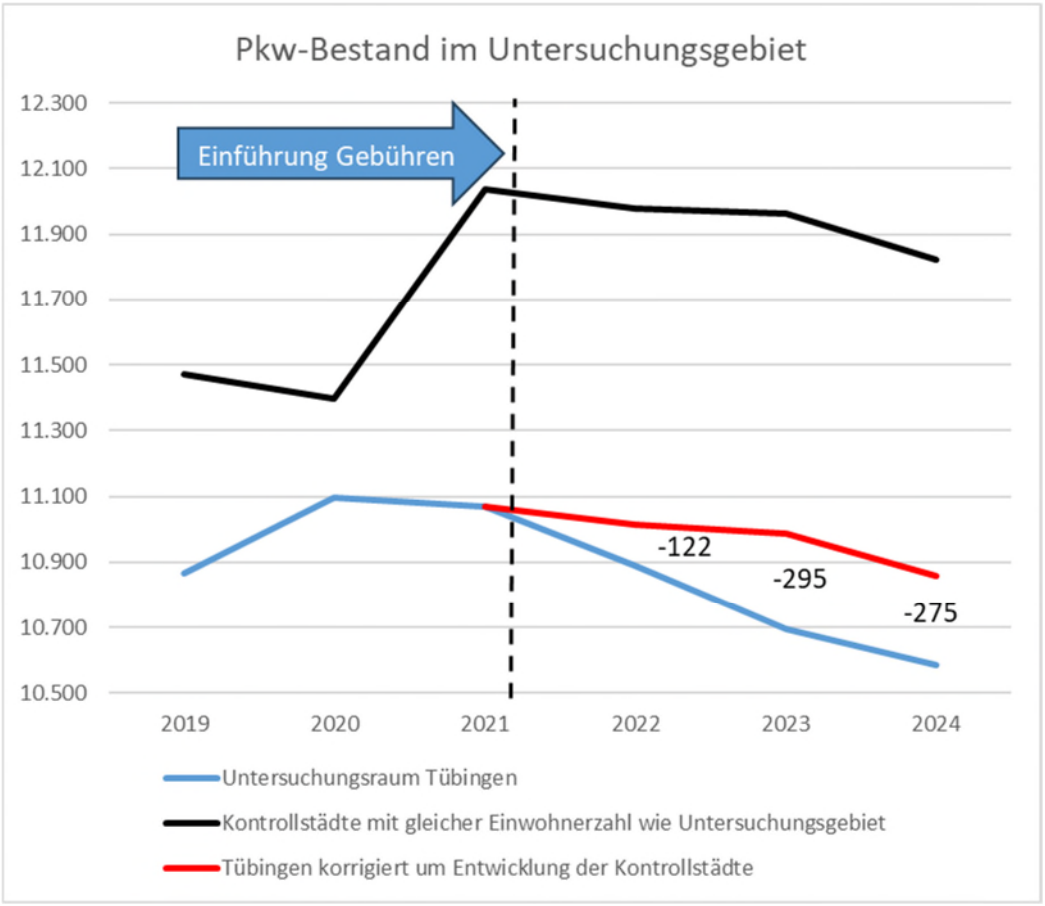


Abbildung 22: Wirkung des Bewohnerparkens in Tübingen

4.7 Weitere Wirkungen der Gebührenerhöhungen

4.7.1 Wirkungen auf die CO_2-Emissionen

Die CO_2-Emissionen reduzieren sich durch eine Verlagerung vom Pkw auf den ÖV und aktive Verkehrsmodi, wie Gehen und Radfahren. Die Emissionen des Untersuchungsgebietes sinken im gleichen Maße, wie die Abnahme der Pkw-Flotte. Tabelle 7 stellt die Abnahme der Emissionen insgesamt und pro Einwohner dar. Obwohl in Tübingen mehr Emissionen als in Landau eingespart werden, ist die Reduktion pro Einwohner geringer, welches sich durch die unterschiedliche Einwohnerzahl und die Pkw-Dichte erklären lässt.

Tabelle 7: Reduktion der CO_2-Emissionen in den Untersuchungsgebieten

CO_2-Emissionen [t CO_2]	2022	2023	2024	2022 - 2024
Landau	-133	-402	-285	**-821**
Tübingen	-234	-566	-527	**-1327**
CO_2/ Einwohner [kg CO_2]				
Landau	-9,3	-26,9	-19,1	**-55,3**
Tübingen	-6,5	-15,7	-14,8	**-37,1**

Sensitivitätsrechnung mit Ausbau des ÖPNV

Die wesentliche Annahme ist, dass die Verkehrsleistung der Pkw-Verkehre in ein existierendes ÖV-System verlagert werden, das nicht verändert wird. Dieses ist angesichts der geringen Reduktion der Pkw-Flotte in Landau und Tübingen (-2,2 %/-2,6 %) zu rechtfertigen. Dennoch, wenn größere Verlagerungen stattfinden, müsste auch das ÖV-System ausgebaut werden. Damit entstehen zusätzliche Emissionen, die gegengerechnet werden müssen. Die Tabelle 8 vergleicht die CO_2-Emissionen für die beiden Varianten. Dargestellt wird die Reduktion der CO_2-Emissionen im Vergleich zur gesamten Pkw-Flotte des Untersuchungsgebiets. Die Wirkungen nehmen um etwa ein Drittel ab.

Tabelle 8: Reduktion der CO_2-Emissionen im Jahr 2024 mit und ohne ÖV-Ausbau

	Ohne ÖV-Ausbau	Mit ÖV-Ausbau
Landau	-2,2 %	-1,4 %
Tübingen	-2,6 %	-1,7 %

4.7.2 Wirkungen auf den gewerblichen Pkw-Bestand

Im Gegensatz zu den Wirkungsberechnungen bei den privaten Pkws, wo die Pkw-Dichte pro Einwohner:in berechnet wird, ist es bei den gewerblichen Pkws sinnvoller, die Entwicklung der absoluten Pkw-Bestände zu untersuchen. Dies liegt daran, dass gewerbliche Pkws oft stärker von der wirtschaftlichen Entwicklung der Unternehmen beeinflusst werden, wodurch eine Analyse des absoluten Bestands eine klarere Einsicht in die Reaktion auf Preisänderungen bietet.

Da die Rasterdaten des KBA nicht zwischen gewerblich und privat genutzten Kraftfahrzeugen unterscheiden, kann kein Vergleich mit den Kontrollstädten gezogen werden. Darüber hinaus ist die Analyse auch schwierig, weil Unternehmen Parkplätze auf dem Firmengelände bereitstellen oder die Fahrzeuge bei einem Firmensitz außerhalb des Untersuchungsgebietes angemeldet sein können.

In **Landau** waren 16,5 % des Pkw-Bestandes im Jahr 2024 gewerblich genutzte Fahrzeuge. Ein Vergleich der Entwicklung des privaten und gewerblichen Pkw-Bestandes zeigt, dass trotz der Zunahme der Einwohner:in, der gewerbliche Pkw-Bestand nach der Einführung des Dauerparkens stärker anstieg als die Anzahl der privaten Pkw.

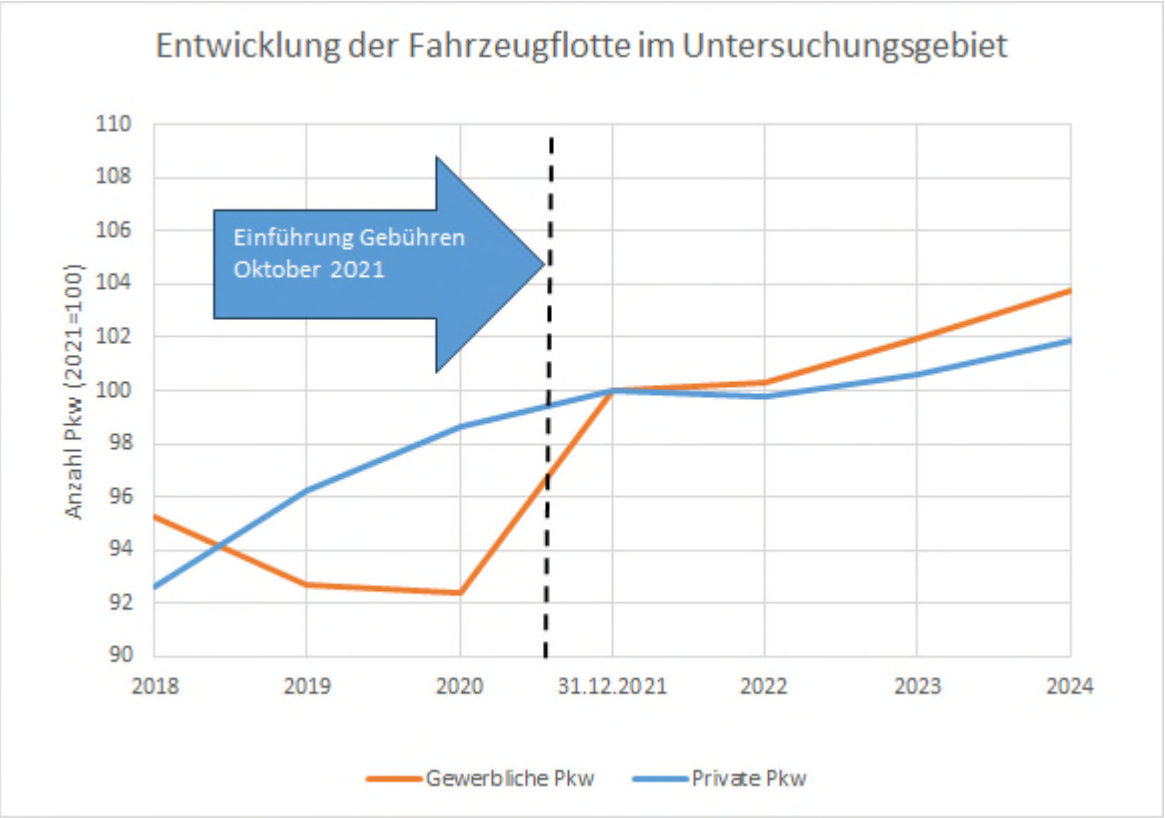


Abbildung 23: Vergleich der Entwicklung der privaten und gewerblichen Pkw im Untersuchungsgebiet Landaus

Die Entwicklung in Tübingen war ähnlich, mit dem Unterschied, dass in Tübingen die Zahl aller Pkw abnahm. Jedoch nahm der gewerbliche Fahrzeugbestand weniger stark ab als der Bestand an privaten Pkw. Der Anteil betrug hier allerdings nur 7,8 % der Fahrzeugflotte.

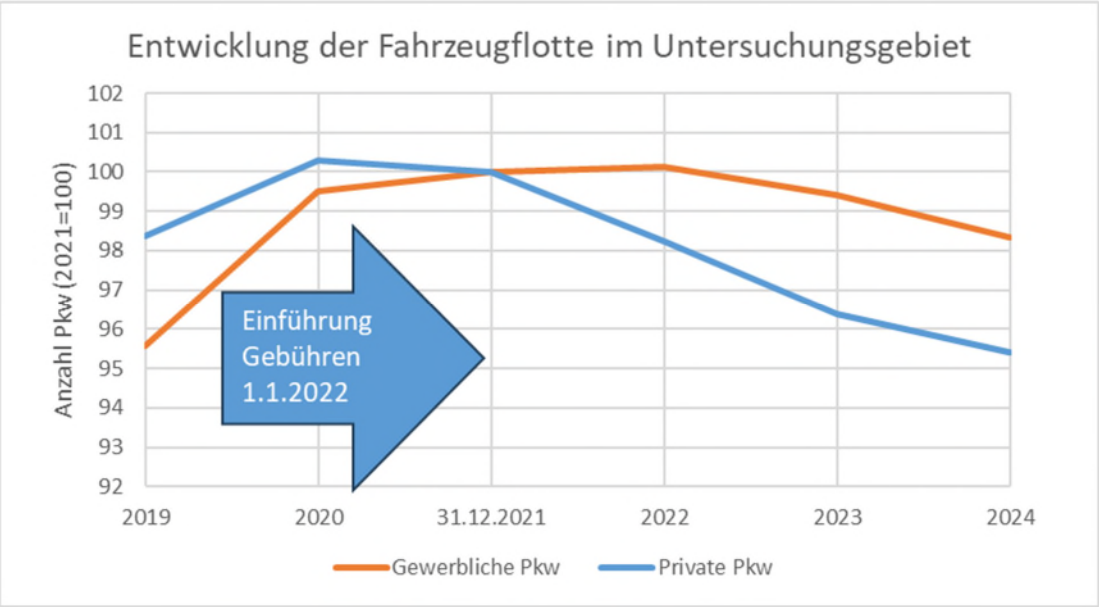


Abbildung 24: Vergleich der Entwicklung der privaten und gewerblichen Pkw im Untersuchungsgebiet Tübingens

Eine mögliche Erklärung für die geringe Wirkung auf den gewerblichen Pkw-Bestand wäre, dass die Einführung der Dauerparkgebühren einen kaum erkennbaren Effekt auf Gewerbetreibende haben, da diese die Ausgaben für die Bepreisung steuerlich geltend machen können und somit weniger preissensitiv sind als private Pkw-Besitzer. Darüber hinaus verfügen diese vermutlich häufiger über einen eigenen Stellplatz auf dem Firmengelände oder zuhause.

4.7.3 Wirkungen auf schwere Pkw in Tübingen

In Tübingen betragen die Gebühren für das Bewohnerparken 120 € pro Jahr; für Pkw mit einem Leergewicht von über 1.800 kg liegen diese bei 180 €. Die Statistik des KBA weist leider nur die technisch zulässige Gesamtmasse aus, was dem Leergewicht plus der maximalen Zuladung entspricht. Diese Definition machte einen Vergleich mit den Bewohnerparkausweisen nicht möglich, weil hier das Leergewicht ausschlaggebend ist. Ein Vergleich anhand des Leergewichtes konnte jedoch den KBA-Daten auf Rasterebene (1x1km) gezogen werden (s. Tabelle 9). Der Anteil der schweren Pkw stieg kontinuierlich seit 2019 an, wobei das Anwachsen in Tübingen schneller war als in den Kontrollstädten. Auch die Einführung der höheren Parkgebühren in 2022 konnte diesen Trend nicht dämpfen.

Tabelle 9: Anteil schwerer Pkw in Tübingen und den Kontrollstädten

Gemeinden	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Alle Kontrollstädte	12,5 %	13,1 %	13,8 %	14,5 %	15,2 %	16,0 %
Tübingen	12,3 %	13,0 %	13,7 %	14,6 %	15,6 %	16,6 %
Leergewicht > 1.800 Kg, Quelle: KBA, Rasterdaten 1x1 km						

4.7.4 Wirkung unterschiedlicher Bepreisung

Die Innenstadtquartiere werden in Landau mit 300 € pro Jahr bepreist, während das Dauerparken den restlichen Quartieren nur 180 € kostet. Nach der Doppelten Differenzen Methode nahm die Zahl der Pkw in der Innenstadt um 2,3 % ab, während die Reduktion in den restlichen Quartieren nur um 1,1 % abnahm. Eine Erhöhung der Gebühren um 100 € in Landau hat eine Änderung der Anzahl der Pkw um 1,0 % zur Folge. Dieses Ergebnis muss jedoch mit Vorsicht interpretiert werden, nicht nur wegen der geringen statistischen Signifikanz, sondern auch aufgrund der Tatsache, dass im Jahr 2024 die Pkw-Dichte in beiden Stadtteilen deutlich anstieg, wobei diese in Landau-Süd stärker anwuchs als in der Innenstadt.

Um diese Ergebnisse mit der Literatur zu vergleichen, kann die Preiselastizität der Nachfrage nach Pkw herangezogen werden. Sie beschreibt, wie stark der Pkw-Besitz auf eine Veränderung der Kosten reagiert. Die Preiselastizität der Gebührenerhöhung kann in Landau auf -0,55 und in Tübingen auf -1,31 geschätzt werden.[7] Die Literaturstudie im AP1 dieses Forschungsprojektes (Sieber et al. 2024) ermittelt eine große Bandbreite der Elastizitäten für Maßnahmen im Parkraum Management von -0,07 bis -1,0. Das Handbuch Modellierung zur modellgestützten Erstellung von Klimamobilitätsplänen (Schlaich, Johannes et al (2023)) schätzt die Preiselastizität eine allgemeinen Erhöhung der Pkw-Kosten auf -0,5. Die Elastizität in Landau ist vergleichbar mit den Ergebnissen, während Tübingen eine erheblich höhere Elastizität hat. Letzteres bedeutet, dass in Tübingen eine wesentlich stärkere Reaktion auf die Gebührenerhöhung zu verzeichnen ist als in Landau und in der Literatur. Ein Grund dafür könnte die verstärkte Förderung des Radverkehrs in Tübingen sein. Im Zeitraum 2013 bis 2024 stieg der Anteil des Fahrrads von 19 % auf 30 %, während der Autoverkehr von 26 % auf 17 % abnahm.

Werden die Wirkungen unterschiedlicher Bepreisung in Tübingen und Landau verglichen, so können keine plausiblen Schlussfolgerungen gezogen werden, da die Wirkung in Tübingen höher war, aber die Gebühren niedriger.

4.7.5 Kommunale Einnahmen

Im Jahr 2023 wurden in dem Untersuchungsgebiet Tübingens 4.329 Parkausweise ausgegeben und die Gebühreneinnahmen betrugen ca. 540.000 €[8] oder 15 € pro Einwohner. Da die Gebührenzonen seit 2021 ausgeweitet wurden, ist der Betrag für die gesamte Stadt wesentlich höher.

2024 wurden im Untersuchungsgebiet Landaus 1.965 Dauerparkausweise vergeben. Die geschätzten Einnahmen belaufen sich auf ca. 440.000 € oder 29 € pro Einwohner. Der Unterschied der Pro-Kopf-Einnahmen zu Tübingen erklärt sich durch die wesentlich höhere Pkw-Dichte in Landau. Darüber hinaus ist anzumerken, dass die Einnahmen in beiden Städten wesentlich höher sind, weil das Untersuchungsgebiet nur einen Teil der Stadt umfasst.

4.7.6 Ausweichreaktionen

Von der Fachabteilung Verkehrsplanung der Stadt Tübingen wurde eine Zunahme des Parkens auf eigenen Grundstücksflächen festgestellt, wodurch mehr öffentlicher Parkraum zur Verfügung steht. Daten dazu sind nicht vorhanden. Ein Ausweichen des Parkens von Pkw in nicht bepreiste Stadtteile ist nicht möglich, weil mittlerweile die ganze Stadt bepreist wird. Das Parken von Wohnmobilen verschob sich dagegen in weiter außerhalb liegende Gebiete, die nicht bepreist werden.

[7] Annahme: 4.800 € jährliche Fixkosten (Kfz-Versicherung, Kfz-Steuer, Abschreibung, Wartung und Reparaturen, etc.) eines Pkw in Deutschland.

[8] Schätzung unter Berücksichtigung der Gewichtsklassen und sozialen Vergünstigungen.

In Landau verlagerte sich das Parken, ebenso wie in Tübingen, auf die eigenen Grundstücksflächen. Ein Ausweichen des Parkens in nicht bepreiste Stadtteile führte dazu, dass es Anfragen von Anwohnern gab, ob auch dort eine Bepreisung eingeführt werden könne. Letzteres plant die Stadt Landau für den Sommer 2026.

Es stellt sich die Frage, ob vornehmlich Zweitwagen abgeschafft wurden, die in der Regel eine geringe Fahrleistung als Erstwagen haben. Dieses würde dann die Menge der eingesparten CO_2-Emissionen reduzieren. Leider kann diese Frage weder aus den Informationen der Städte noch aus den KBA-Daten beantwortet werden.

4.7.7 Reduktion des Parksuchverkehrs

In Tübingen ist diese Frage nicht relevant, weil das Bewohnerparken schon vor der Gebührenerhöhung bestand. In Landau ist es nur im Parkquartier Süd relevant, welches vor dem 01.10.2021 nicht bewirtschaftet wurde.

4.8 Zusammenfassung der Wirkungen

Tabelle 10 stellt die Wirkungen der Gebühren für Bewohner- und Dauerparken zusammen. Die Gebührenerhöhung führte dazu, dass die Pkw-Flotte von 2022 bis 2024 in Landau um -2,2 % und in Tübingen um -2,6 % sank. Unter der Annahme, dass die Verkehrsverlagerung keinen Ausbau des ÖV erfordert, sinken die CO_2-Emissionen im gleichen Maße. Pro Einwohner wurden in dem Zeitraum -37 bis -55 kg CO_2 eingespart.

Die Gebühren liegen zwischen 120 und 300 € pro Jahr und können erhebliche Einnahmen für die Kommune generieren. In Tübingen betrugen diese jährlich 15 und in Landau 29 € pro Einwohner in den Untersuchungsgebieten. In diesem Zusammenhang kann erwähnt werden, dass die Gebühren immer noch nicht die öffentlichen Kosten decken. Das IFEU Institut (IFEU 2023) hat die Kosten für Straßenparkstände in Großstädten und kleineren Städten auf 97 € je Parkstand im Monat bzw. 1.164 € je Parkstand pro Jahr berechnet.

Obwohl die Gebührenerhöhung zunächst beträchtlich erscheint, kann der Eindruck entstehen, dass die Reaktion vergleichsweise gering sei. Eine Erklärung liefert der Vergleich der Kosten für Pkws mit der Gebührenhöhe. Bei jährlichen Fixkosten für einen Pkw in Höhe von 4.800 € liegt die zusätzliche Belastung durch die Gebühren bei 120 bis 300 € oder 3 % bis 6 %.

Da der Pkw-Bestand nur gering reduziert wird, kann angenommen werden, dass die bestehenden Kapazitäten des ÖV nicht erhöht werden müssen, um den verlagerten Verkehr aufzunehmen. Damit können die zusätzlichen Emissionen des ÖV vernachlässigt werden. Eine Sensitivitätsrechnung mit Ausbau des ÖV verringerte die berechneten Wirkungen auf die CO_2-Emissionen um ein Drittel.

Tabelle 10: Wirkungen des Parkraum Managements in den Untersuchungsgebieten

	2022	2023	2024	Gesamt
Wirkung der Gebühren auf die Pkw-Flotte				
Landau	-1,1 %	-2,1 %	+0,9 %	**-2,2 %**
Tübingen	-1,1 %	-1,6 %	+0,2 %	**-2,6 %**
Absolute CO_2-Emissionen [t CO_2/a]				
Landau	-133	-402	-285	**-821**
Tübingen	-234	-566	-527	**-1.327**
Emissionen pro Einwohner:in [kgCO_2/Einwohner/Jahr]				
Landau	-9,3	-26,9	-19,1	**-55,3**
Tübingen	-6,5	-15,7	-14,8	**-37,1**
Höhe der Gebühren [Euro/Fahrzeug/Jahr]				
Landau	Ost und Süd	180 €	Innenstadt	300 €
Tübingen*	Pkw < 1500 kg	120 €	Pkw > 1500 kg	180 €
Einnahmen pro Einwohner:in [Euro/Jahr/Einwohner]				
Landau	Jahr 2024	440.000 €	Pro Einwohner:in	29 €
Tübingen	Jahr 2023	540.000 €	Pro Einwohner:in	15 €
Preiselastizität des Pkw-Bestandes abhängig von der Gebührenerhöhung				
Landau				-0,55
Tübingen				-1,31

* Reduktion der Gebühren für Inhaber der KreisBonusCard

Es soll hier jedoch nicht unerwähnt bleiben, dass die verwendete Methodik der doppelten Differenzen zu nicht unerheblichen Unsicherheiten bei der Bewertung führen kann. Beispielsweise zeigten die Kontrollstädte sehr heterogene Entwicklungen, die bei einem Einzelvergleich zu großen Abweichungen geführt hätten. Erst durch die Einbeziehung von fünf bis sechs Städten konnte im Durchschnitt ein plausibles Ergebnis erbracht werden. Zusätzlich ist der Zeitraum von drei Jahren, der seit der Einführung der höheren Gebühren vergangen ist, recht kurz, um die langfristigen Wirkungen auf den Pkw-Bestand zu bewerten. Das letzte Jahr zeigte in beiden Städten einen Rückgang der Wirkungen.

5 Einführung einer Schnellbuslinie

5.1 Gegenstand der Untersuchung

Für den Teilbereich ÖPNV werden die Klimawirkungen neu eingeführter Buslinien betrachtet. Diese verkehrspolitische Maßnahme wird stellvertretend anhand eines spezifischen Beispiels in Freiburg untersucht. Dabei handelt es sich um die Einführung einer Schnellbuslinie im Dezember 2022, die zu Spitzenzeiten verkehrt und darauf abzielt, das Umland besser an die Kernstadt und den Schienenpersonennahverkehr anzubinden.

Die vorliegende Untersuchung quantifiziert die Veränderung des Fahrgastaufkommens im ÖPNV, um damit die Auswirkungen auf die verkehrsbedingten THG-Emissionen zu ermitteln.

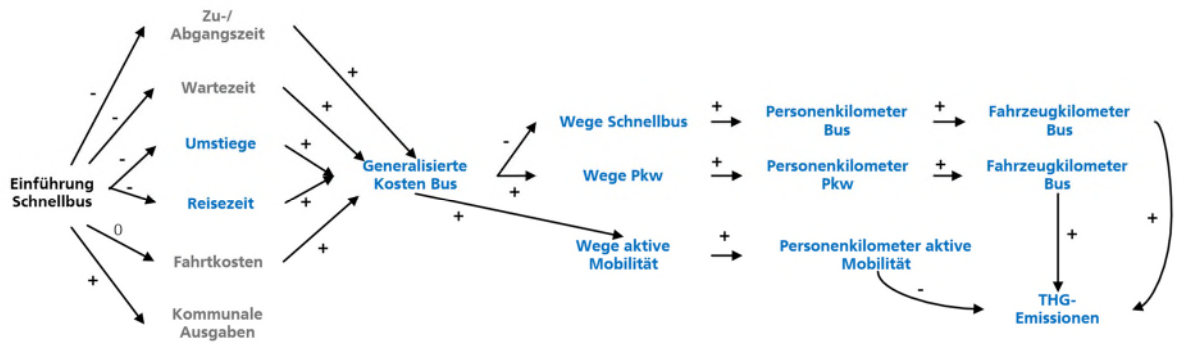
Vermutete Wirkungszusammenhänge

Abbildung 25 zeigt die vermuteten Wirkungszusammenhänge zwischen der Einführung eines Schnellbusses und den Wirkungen auf die THG-Emissionen des betreffenden Verkehrssystems. Pluszeichen deuten einen gleichgerichteten Wirkungszusammenhang an, Minuszeichen entgegengerichtete Wirkungszusammenhänge. Blau hinterlegte Variablen sind mit den vorliegenden Daten quantifizierbar, grau hinterlegte Variablen nicht.

Wird ein Schnellbus neu eingeführt, so kann im Vergleich zur Situation ohne Schnellbus die Zu- und Abgangszeit, die Wartezeit, die Umstiege und auch die Reisezeit sinken. Sinkende Zu- und Abgangszeiten sind durch neue Haltestellen und dadurch kürzere Zu- und Abgangswege möglich. Eine geringere Wartezeit ist bei höherer Taktung möglich. Unter Umständen können Umstiege, z. B. auf eine S-Bahn, vermieden werden. Durch direktere Verbindungen ist eine kürzere Fahrzeit möglich. Die monetären Kosten einer Fahrt ändern sich für die Fahrgäste nicht zwangsläufig. Allerdings führen die Betriebskosten für neu eingeführte Schnellbuslinien bei gemeinwirtschaftlichem Betrieb in der Regel zu steigenden kommunalen Ausgaben.

Wenn die beschriebenen Faktoren sinken, so sinken auch die generalisierten Kosten für die Nutzung des Busses aus Sicht der Fahrgäste. Die generalisierten Kosten fassen neben den monetären auch jene Kosten zusammen, die als Aufwand zu verstehen sind, z. B. Umstiege. Sinken die generalisierten Kosten für die Busnutzung, so kann ein Anstieg der Fahrten mit dem Schnellbus erwartet werden. Dies führt erwartungsgemäß zu einer Reduktion der Fahrten mit dem Pkw und der zu Fuß oder mit dem Fahrrad als Hauptverkehrsmittel durchgeführten Wege.

Mehr Fahrten mit dem Schnellbus führen zu einem Anstieg der ÖPNV-Verkehrsleistung, gemessen in Personenkilometer. Werden Verkehre verlagert, so sinken die Personenkilometer mit dem Pkw. In gleicher Weise steigen die Fahrzeugkilometer der Busse bzw. sinken die Fahrzeugkilometer der Pkw. Die Bilanz der Treibhausgasemissionen wird entsprechend durch die Emissionen der zusätzlichen Bus-Fahrleistung sowie die vermiedenen Emissionen der gesunkenen Pkw-Fahrleistung bestimmt.



blau: Quantifizierung mit Daten in dieser Studie möglich, grau: Quantifizierung mit Daten in dieser Studie nicht möglich
Plus-Zeichen deuten gleichgerichtete und Minus-Zeichen entgegengerichtete Wirkungszusammenhänge an

Abbildung 25: Systemzusammenhang für die Wirkungen neuer Buslinien

Die in Abbildung 25 dargestellten Wirkungszusammenhänge sind im vorliegenden Beispiel der Schnellbuslinie in Freiburg aufgrund der zur Verfügung stehenden Datengrundlage in diesem Detailgrad nicht analysierbar. Für die Untersuchung wird deshalb auf ein vereinfachtes Rechenmodell zurückgegriffen. Wie in Abbildung 26 dargestellt, wird hierbei die Verkehrsleistung bzw. Beförderungsleistung in Personen-Kilometern vor (T_1 = 2022) und nach der Einführung der Schnellbuslinie (T_2 = 2023) jeweils für eine gesamte Linie verglichen. Dabei werden alle im engeren Untersuchungsraum relevanten ÖPNV-Linien betrachtet.

Dies bedeutet, dass für diese Analyse die Wirkungen ab den in Abbildung 25 dargestellten generalisierten Kosten abgebildet werden, also ab der Änderung der Verkehrsmittelwahl. Aufgrund der Einführung des Schnellbusses wird ein Rückgang in den vorher bereits angebotenen Linien erwartet. Dies ist abstrakt als „Buslinie 1“ und „Buslinie 2“ in Abbildung 26 dargestellt. Im Zeitraum T_2 wird ein Anstieg der Pkm durch die neue Schnellbuslinie erwartet. Da zusätzlich Verlagerungseffekte von den Buslinien 1 und 2 sowie vom MIV zu erwarten sind, werden diese ebenfalls berücksichtigt. Die Datengrundlage und die genaue Vorgehensweise hinsichtlich der Berechnung der Effekte wird unten dargestellt.

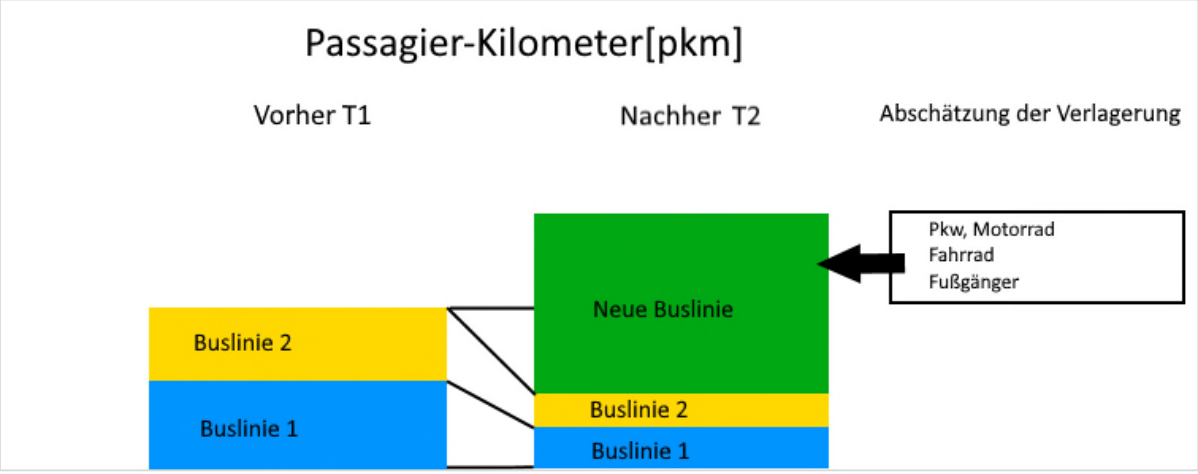


Abbildung 26: Einfaches Wirkungsdiagramm für die Einführung von Buslinien

Das Verkehrsverhalten im Einzugsbereich der Buslinie hängt nicht nur von den erläuterten Zusammenhängen ab, sondern auch von anderen Faktoren wie z. B. Einkommen, Motorisierungsgrad, Altersstruktur der Bevölkerung und Reisezeit im MIV. Um diese potenziellen Einflussfaktoren auf Veränderungen des Fahrgastaufkommens im ÖPNV möglichst auszuschließen, ist der Einbezug einer Kontrollgruppe, in der der ÖPNV nicht signifikant erweitert wurde, essenziell. Der Vergleich mit einer Kontrollgruppe bietet zudem die Möglichkeit, eine Bandbreite von Effekten abzuschätzen und dient somit der Minimierung von Unsicherheiten. Die Auswahl der Kontrollgruppe wird nun näher erläutert.

5.2 Behandlungs- und Kontrollgruppe

5.2.1 Untersuchungsfall Schnellbuslinie 37 in Freiburg

Freiburg im Breisgau ist eine Großstadt mit etwa 230.000 Einwohnern. In Freiburg betreibt die Freiburger Verkehrs AG (VAG) ein umfassendes Netz von Bussen und Straßenbahnen. Die folgenden Informationen basieren auf Eigenangaben dieses Verkehrsunternehmens. Die vorliegende Untersuchung konzentriert sich auf eine spezielle Erweiterung des Busnetzes, nämlich die Einführung der Schnellbuslinie 37 (vgl. Abbildung 27 und lilafarbene Linie in Abbildung 28) im Dezember 2022. Diese Linie ist darauf ausgerichtet, die Bewohner des Tunibergs, insbesondere aus den außen gelegenen Stadtteilen Munzingen und Tiengen, mit dem Hauptbahnhof Freiburg zu verbinden. Entsprechend bestehen Anschlüsse an das Stadtzentrum sowie den Nah- und Fernverkehr.

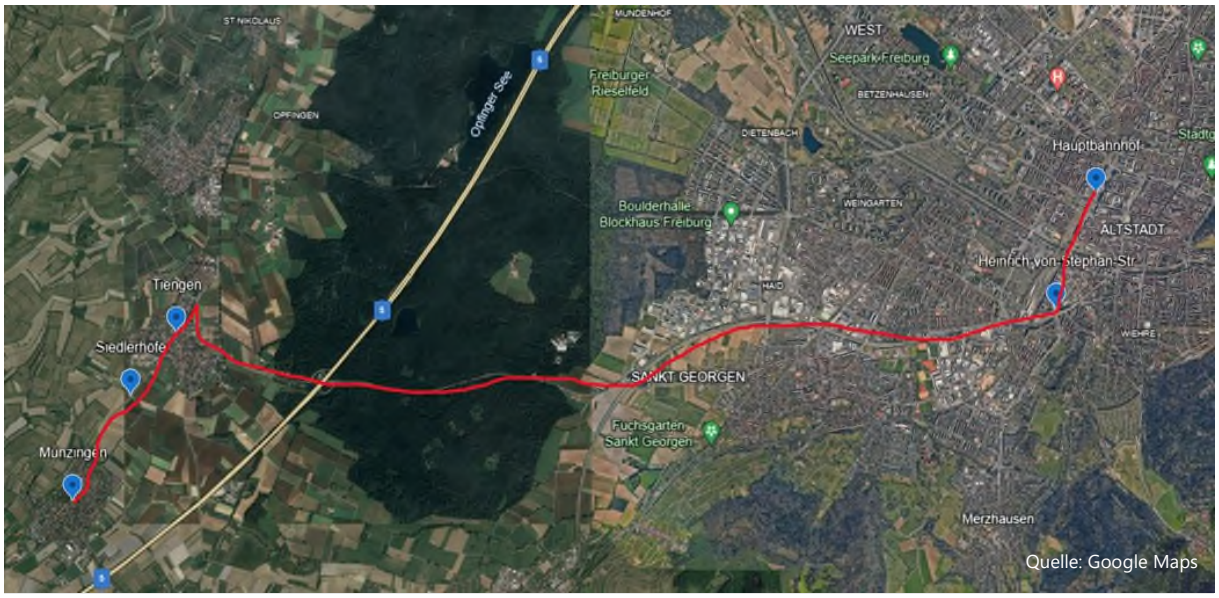
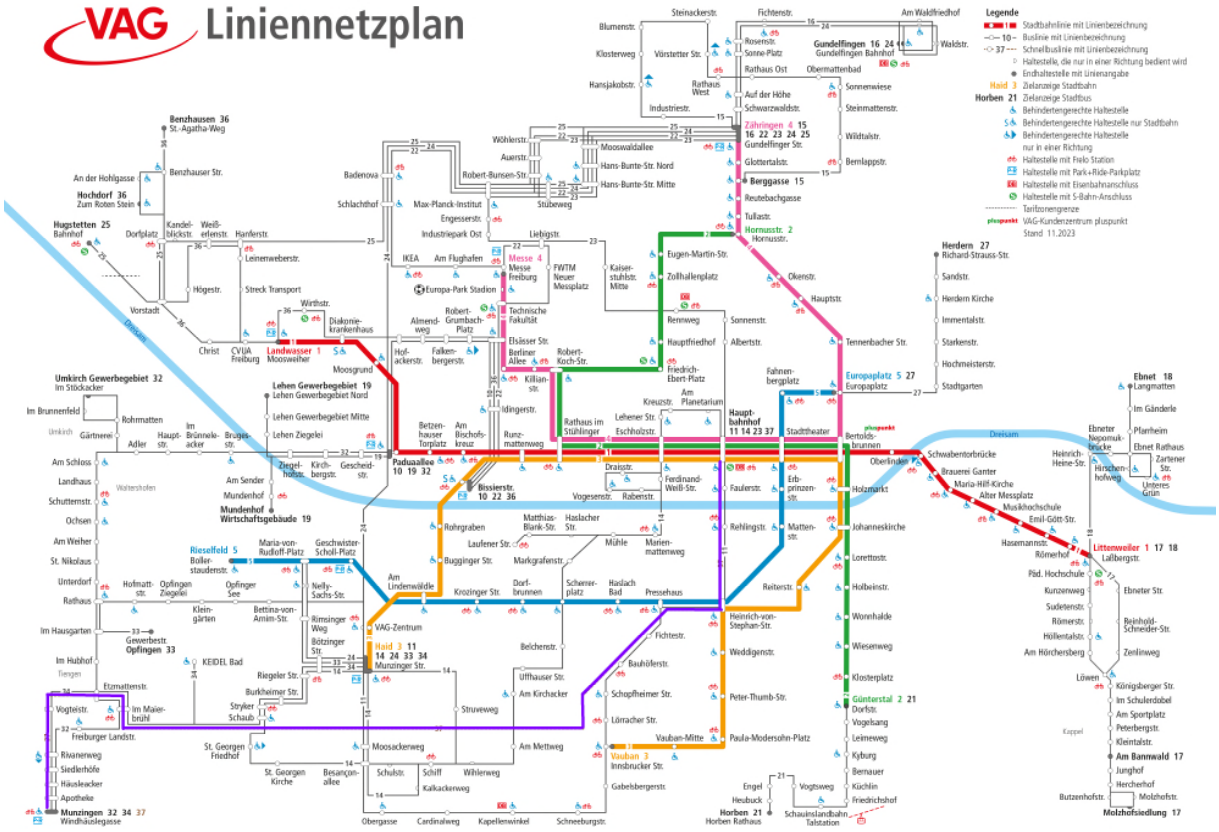


Abbildung 27: Satellitenbild mit neu eingeführter Schnellbuslinie 37 in Freiburg

Der Schnellbus ist als Pendlerlinie konzipiert. Er operiert ausschließlich an Wochentagen zu den typischen Pendlerzeiten zwischen 04:50 Uhr und 08:35 Uhr morgens sowie zwischen 16:07 Uhr und 19:07 Uhr abends. Der Bedientakt liegt dabei zwischen 30 und 39 Minuten. Die Fahrzeit von Munzingen zum Hauptbahnhof beträgt 25 Minuten, während es von Tiengen 20 Minuten Fahrtzeit sind. Die Linie bedient zunächst vier Haltestellen in Munzingen und weitere vier in Tiengen und fährt dann ohne Halt Richtung Hauptbahnhof. Somit bietet sie eine direkte Verbindung zwischen den am Rande gelegenen Stadtteilen und dem Freiburger Hauptbahnhof.

Vor Einführung der Schnellbuslinie 37 war die Anbindung der Stadtteile Munzingen und Tiengen an den Hauptbahnhof deutlich zeitaufwendiger und mit Umstiegen verbunden. So benötigte man aus Munzingen 37 Minuten und aus Tiengen 31 Minuten mit dem ÖPNV, um den Hauptbahnhof zu erreichen. Somit verringert die neue Schnellbuslinie 37 die Fahrzeit um etwa 12 Minuten.



Quelle: VAG Freiburg

Abbildung 28: Ausschnitt des Liniennetzplans Freiburg, betrieben durch die VAG, Darstellung der Schnellbuslinie 37 in lila

Aufgrund der direkten Verbindung und der kurzen Fahrzeit bietet die neu eingeführte Schnellbuslinie 37 daher eine gute Möglichkeit zur Analyse des Verkehrsverhaltens nach Erweiterung des öffentlichen Nahverkehrs im Raum Freiburg.

5.2.2 Auswahl der Kontrollgruppen in Freiburg

Gemäß der in Kapitel 2 dargestellten Methodik der doppelten Differenzen, ist die Auswahl mindestens einer Kontrollgruppe notwendig. Die Kontrollgruppe soll ähnliche Merkmale wie die Stadtteile Munzingen und Tiengen vor der Einführung der Schnellbuslinie aufweisen.

Zur Auswahl einer geeigneten Kontrollgruppe werden andere Orte in der Umgebung von Freiburg betrachtet, die eine vergleichbare Entfernung und Reisezeiten zum Hauptbahnhof wie Munzingen und Tiengen aufweisen. Als erste Kontrollgruppe wurden die Stadtteile Opfingen und Waltershofen identifiziert.

Zusätzlich wurde eine weitere Kontrollgruppe von Glottertal nach Heuweiler als geeignet befunden. Diese konnte jedoch nicht untersucht wurde, weil keine Daten für die dort verkehrenden Buslinien durch den Betreiber Südbadenbus bereitgestellt werden konnten.

Tabelle 11: Eigenschaften von Behandlungsgruppe und Kontrollgruppe (Datengrundlagen siehe Tabelle 13)

	Behandlungsgruppe		Kontrollgruppe	
Stadtteil	**Munzingen**	**Tiengen**	**Opfingen**	**Waltershofen**
Bevölkerungsdichte [Einwohner/km^2]	445	405	304	345
Einwohner:innen [Personen]	3016	3662	4459	2171
Fahrzeit ÖV [min][3]	37	31	25	24
Fahrzeit MIV [min][3]	25	20	20	24
Fahrzeitunterschied MIV – ÖV [min][3]	-12	-11	-5	0
Fahrzeit mit dem Bus zur nächsten S-Bahn-Station [min][4]	27	21	13	16
Distanz zu Freiburg Hbf [km]	14	13	12	12
Pkw pro Einwohner:in	0,69[2]	0,67[2]	0,67[2]	0,69[2]
Arbeitsmarkt-Beschäftigungsquote [%] (2022)	65,2	61,1	64,8	65,5

[1]Stand: 2022; [2]Stand 2023; [3]Zum Freiburg Hbf um 08:00 Uhr werktags; [4]Um 08:00 Uhr werktags

Waltershofen und Opfingen befinden sich nördlich von Tiengen und verfügen über eine vergleichbare Distanz zum Hauptbahnhof Freiburg. Die Bevölkerungsdichte beträgt 304 bzw. 345 Einwohner:innen pro Quadratkilometer, was leicht unter der Bevölkerungsdichte von Munzingen und Tiengen (405 bzw. 445 Einwohner:innen pro Quadratkilometer) liegt. Analog zu den Verhältnissen vor der Einführung der Schnellbuslinie 37 in Munzingen und Tiengen müssen die Einwohner:innen von Waltershofen und Opfingen mit dem Bus zur nächstgelegenen Straßenbahnstation fahren, um von dort aus weiter zum Hauptbahnhof zu gelangen. Die Gesamtfahrzeit für diese Strecke beträgt etwa 25 Minuten.

Zusammenfassend weist die Kontrollgruppe eine hohe Ähnlichkeit mit der Behandlungsgruppe auf, insbesondere bei Größe, Lage und Bevölkerungsdichte. Zwar ist die Kontrollgruppe etwas besser an den Freiburger Hauptbahnhof durch schnellere Fahrzeiten mit dem Bus angebunden - in etwa auf dem Niveau wie die Behandlungsgruppe nach Einführung der Schnellbuslinie. Damit liegen die Fahrzeitunterschiede zwischen Behandlungs- und Kontrollgruppe aber in einem tolerierbaren Bereich.

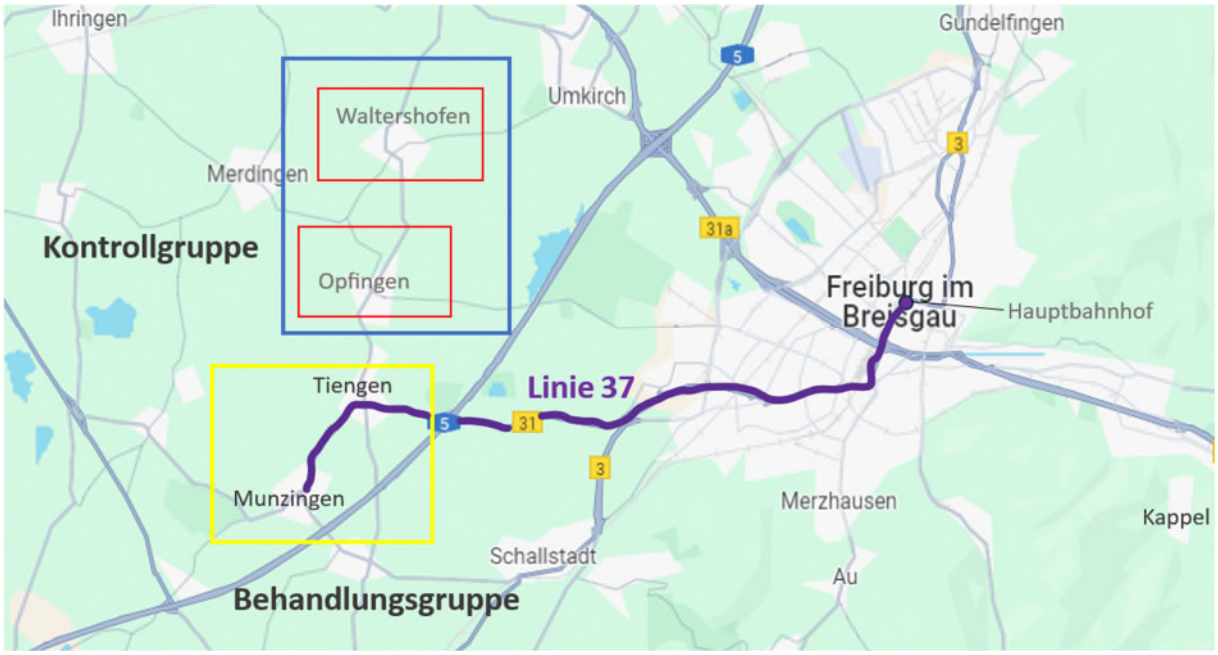


Abbildung 29: Behandlungs- und Kontrollgruppe in Freiburg

Tabelle 12 ordnet die relevanten Buslinien jeweils der Behandlungs- und Kontrollgruppe zu. Dabei sind jeweils alle Buslinien berücksichtigt, die maßgeblich dazu dienen, Personen aus der Behandlungs- bzw. Kontrollgruppe zum Freiburger Hauptbahnhof zu befördern.

Tabelle 12: Zuordnung der Buslinien zur Behandlungs- und Kontrollgruppe

Jahr	Gruppe	Bedienung durch Buslinien		
2022	Behandlungsgruppe	Bus 33	Bus 35	
	Kontrollgruppe	Bus 31	Bus 32	Bus 33
2023	Behandlungsgruppe	Bus 33	Bus 35	Bus 37
	Kontrollgruppe	Bus 31	Bus 32	Bus 33
2024*	Behandlungsgruppe	Bus 32	Bus 34	Bus 37
	Kontrollgruppe	Bus 32	Bus 33	Bus 700
* wegen Umstrukturierung des Linienkonzepts nur Sensitivitätsbetrachtung möglich				

Im Jahr 2022 werden alle Linien betrachtet, die vor Einführung der Schnellbuslinie 37 die jeweiligen Stadtteile bedient haben. Im Jahr 2023 werden alle Linien nach Einführung der Schnellbuslinie 37 mit den jeweils angepassten Fahrplänen und Betriebsleistungen betrachtet. So wird Munzingen und Tiengen von den Buslinien 33 und 35 in beiden Jahren bedient. Im Jahr 2023 kommt dann noch die Schnellbuslinie 37 dazu. Die Buslinie 33 bedient sowohl die Behandlungs-, als auch die Kontrollgruppe. Die Daten zur Linie 33 liegen allerdings nur als Jahreswert und nicht differenziert nach Teilstrecken vor. Um die Wirkungsanalyse nicht zu verzerren, wird die Linie 33 deshalb sowohl in die Kontroll- als auch in die Behandlungsgruppe aufgenommen.

Mit Fahrplanwechsel im Dezember 2023 wurde das Linienkonzept auf den Tuniberg neu strukturiert. Dies betrifft sowohl Linien der Kontroll- als auch der Behandlungsgruppe im Jahr 2024:

- Die Linie 31 wechselt den Betreiber und wird nun unter der Liniennummer 700 vom Busunternehmen Tuniberg-Express betrieben. Linienverlauf und Fahrplan bleiben weitgehend unverändert.
- Die Linie 32 verkehrt nun von der Paduaallee über Waltershofen und Opfingen nach Munzingen und Tiengen. Sie wird ab Opfingen nicht mehr zur Straßenbahnhaltestelle Haid geführt, sondern den Teil des Linienlaufwegs nach Munzingen und Tiengen, der vormals durch die Linie 33 bedient wurde.
- Die Linie 33 verkehrt nun nicht mehr zwischen Munzingen, Tiengen, Opfingen und Haid, sondern nur noch zwischen Opfingen und Haid. Der Anschluss nach Munzingen und Tiengen wird von der Linie 32 übernommen.
- Die Linie 34 endete vormals in Keidel Bad und wird jetzt weiter bis Tiengen und Munzingen durchgebunden. Damit übernimmt sie die Funktion der vorherigen Linie 35, welche nun entfällt.

Das neue Linienkonzept ab dem Jahr 2024 führt dazu, dass sich die Zuordnung der Linien zu Behandlungs- und Kontrollgruppe verändert. Eine Evaluierung mit der Doppelte-Differenzen-Methode wäre grundsätzlich möglich, wenn die Fahrgastdaten getrennt nach Linienabschnitten jeweils der Kontroll- und Behandlungsgruppe zugeordnet werden könnten. Die Fahrgastdaten liegen jedoch nur als Summe je Linie vor; eine Auftrennung nach Linienabschnitten war nicht möglich.

Aus diesen Gründen kann die Wirkung der Schnellbuslinie 37 ab dem Jahr 2024 nur eingeschränkt evaluiert werden. Die Wirkung im Jahr 2024 wird deshalb in einer Sensitivitätsbetrachtung in Abschnitt 5.5.4 nur indikativ anhand einer Bandbreite dargestellt.

5.3 Methodik

Die Einführung der Schnellbuslinie wird mit der Kombination verschiedener Forschungsmethoden untersucht. Dieser Ansatz ist auch als *Mixed Methods Approach* bekannt. Dazu werden qualitative Daten in Form einer Fahrgastbefragung und quantitative Daten in Form von Emissionsberechnungen kombiniert.

Zeitraum der Untersuchung: Januar 2022 – Dezember 2024

Die Untersuchung betrachtet die zwei Jahre T_1 = 2022 (vor der Einführung der Schnellbuslinie 37) und T_2 = 2023 (nach der Einführung der Schnellbuslinie 37). Während die Behandlungsgruppe die Einführung der Schnellbuslinie 37 im Dezember 2022 als Intervention erfährt, wurden in der Kontrollgruppe keine ähnlichen Maßnahmen eingeführt.

Wie oben erläutert werden die Wirkungen im Jahr 2024 in einer Sensitivitätsbetrachtung nur indikativ als Bandbreite angegeben, da aufgrund der Umstrukturierung des Linienkonzepts auf den Tuniberg und der Verfügbarkeit ausschließlich linienbezogener Daten keine genauere Evaluation für das Jahr 2024 möglich ist.

Vorgehensweise:

Die Schnellbuslinie wird mit besonderem Fokus auf THG-Emissionen evaluiert. Dazu finden drei Schritte statt, welche in den nachfolgenden Unterkapiteln detailliert erläutert werden.

1) Fahrgastbefragung

Im Januar 2025 wurden Fahrgäste der Linie 37 persönlich sowie mittels eines Online-Fragebogens befragt. Ziel der Untersuchung war unter anderem, die Gründe der Schnellbusnutzung zu ermitteln. Außerdem wurde abgefragt, welches Verkehrsmittel die Befragten nutzen würden, wenn es kein Schnellbusangebot gäbe.

2) Berechnung der verkehrlichen Wirkungen

Dies betrifft die Ermittlung der Veränderung des Fahrgastaufkommens und der Verkehrsleistung (in Pkm) für die Behandlungsgruppe und die Kontrollgruppe. Im Anschluss wird die Änderung der Verkehrsleistung durch Verlagerung von Fahrten vom MIV zum Bus bestimmt. Dabei wird der aus der Fahrgastbefragung ermittelte Anteil der Wege zu Grunde gelegt, der ohne Schnellbusangebot mit dem MIV zurückgelegt würden. Mit Hilfe der Doppelten-Differenzen-Methode wird für die Entwicklung in der Kontrollgruppe – welche die Entwicklung abbildet, wenn es kein Schnellbusangebot gäbe – kontrolliert.

3) Berechnung der Wirkungen auf die THG-Emissionen

Die MIV-Verkehrsleistungen werden mit Hilfe eines mittleren Besetzungsgrades in Fahrleistung (in Fahrzeugkilometern) umgerechnet. Die Bus-Fahrleistungen werden direkt aus Angaben der VAG Freiburg übernommen. Unter Anwendung spezifischer Emissionsfaktoren je Verkehrsmittel wird die CO_2-Emissionsbilanz bestimmt.

5.3.1 Fahrgastbefragung

Eine Befragung der Fahrgäste in der Schnellbuslinie 37 fand in einer Woche im Januar 2025 außerhalb der Ferienzeiten statt. Von Montag, 20.01.2025, bis Freitag, 24.01.2025 wurden die Fahrgäste stichprobenartig befragt. Die Erhebungen erfolgten an allen Wochentagen, in Hin- und Rückrichtung, sowie zu unterschiedlichen Uhrzeiten – sowohl morgens zwischen 05:30 Uhr und 09:00 Uhr als auch abends zwischen 15:30 Uhr und 18:00 Uhr. Damit wurden die Haupt-Pendleruhrzeiten der Schnellbuslinie hinreichend durch die Erhebung erfasst. Am Wochenende sowie zu Schwachverkehrszeiten fanden keine Erhebungen statt, da die Schnellbuslinie 37 nur von Montag bis Freitag und nur zu den Hauptverkehrszeiten morgens und abends verkehrt.

Die Befragung erfolgte persönlich durch eine Erhebungsperson im Bus. Zusätzlich wurden den Fahrgästen QR-Codes ausgehändigt, mit denen sie die Befragung online durchführen konnten.

Ergebnisse der Befragung werden im Kapitel 5.5.1 dargestellt.

5.3.2 Berechnung der verkehrlichen Wirkungen

ÖPNV-Verkehrsleistung in Behandlungsgruppe

Zunächst wird der ÖPNV betrachtet. Dazu werden die ÖPNV-Verkehrsleistungen vor und nach der Intervention für beide Gruppen ausgewertet (s. Abbildung 30). Die Verkehrsleistung liegt jeweils für eine Buslinie vor und umfasst das Produkt aus Fahrgästen und deren Fahrtweite in Kilometern.[9] Anschließend wird die ÖPNV-Verkehrsleistung V der Behandlungsgruppe als Summe der Verkehrsleistung aller relevanten Buslinien bestimmt:

$$V_{Behandlungsgruppe}(T_1) = V_{Bus33}(T_1) + V_{Bus35}(T_1)$$

$$V_{Behandlungsgruppe}(T_2) = V_{Bus33}(T_2) + V_{Bus35}(T_2) + V_{Bus37}(T_2)$$

Die Veränderung der ÖPNV-Verkehrsleistung ΔV berechnet sich durch die Differenz von $V(T_1)$ und $V(T_2)$:

$$\Delta V_{Behandlungsgruppe} = V_{Behandlungsgruppe}(T_2) - V_{Behandlungsgruppe}(T_1)$$

[9] Grundsätzlich kann die Verkehrsleistung in Personenfahrten umgerechnet werden, indem sie durch die durchschnittliche Fahrtweite dividiert wird.

ÖPNV-Verkehrsleistung in Behandlungsgruppe, korrigiert um Entwicklung in Kontrollgruppe

Die ÖPNV-Verkehrsleistung in der Behandlungsgruppe wird anschließend korrigiert, um für externe Entwicklungen zu kontrollieren, z. B. allgemeine Änderungen im Verkehrsverhalten durch die Coronapandemie, Home-Office-Tätigkeit. Dazu wird die Entwicklung in der Kontrollgruppe als Maßstab für eine Entwicklung herangezogen, wie sie ohne Einführung der Schnellbuslinie 37 stattgefunden hätte.

In der Kontrollgruppe sinkt die ÖPNV-Verkehrsleistung zwischen T_1 und T_2 um 9 %. Es kann deshalb davon ausgegangen werden, dass in der Behandlungsgruppe die ÖPNV-Verkehrsleistung ohne Einführung der Schnellbuslinie 37 ebenfalls um diesen Betrag gesunken wäre. Die Schnellbuslinie 37 hat deshalb Personen auf den ÖPNV verlagert, die sonst zu Hause geblieben wären oder den Pkw genutzt hätten. Deshalb wird die Entwicklung in der Kontrollgruppe von der ÖPNV-Verkehrsleistung in der Behandlungsgruppe abgezogen, um die Gesamtwirkung durch Einführung der Schnellbuslinie 37 zu erhalten.

Aufgrund der unterschiedlichen Bezugsgrößen der Behandlungsgruppe und Kontrollgruppe hinsichtlich Einwohnerzahl, Fläche und dergleichen, wird die relativen Änderung in der Kontrollgruppe genutzt, um die korrigierte Änderung der ÖPNV-Verkehrsleistung zu ermitteln:

$$\Delta V_{\text{Behandlungsgruppe korrigiert}} = \Delta V_{\text{Behandlungsgruppe}} - V_{\text{Behandlungsgruppe}}(T1) * \Delta V_{\text{Kontrollgruppe}} / V_{\text{Kontrollgruppe}}(T_1)$$

Abbildung 30 fasst die Vorgehensweise zusammen.

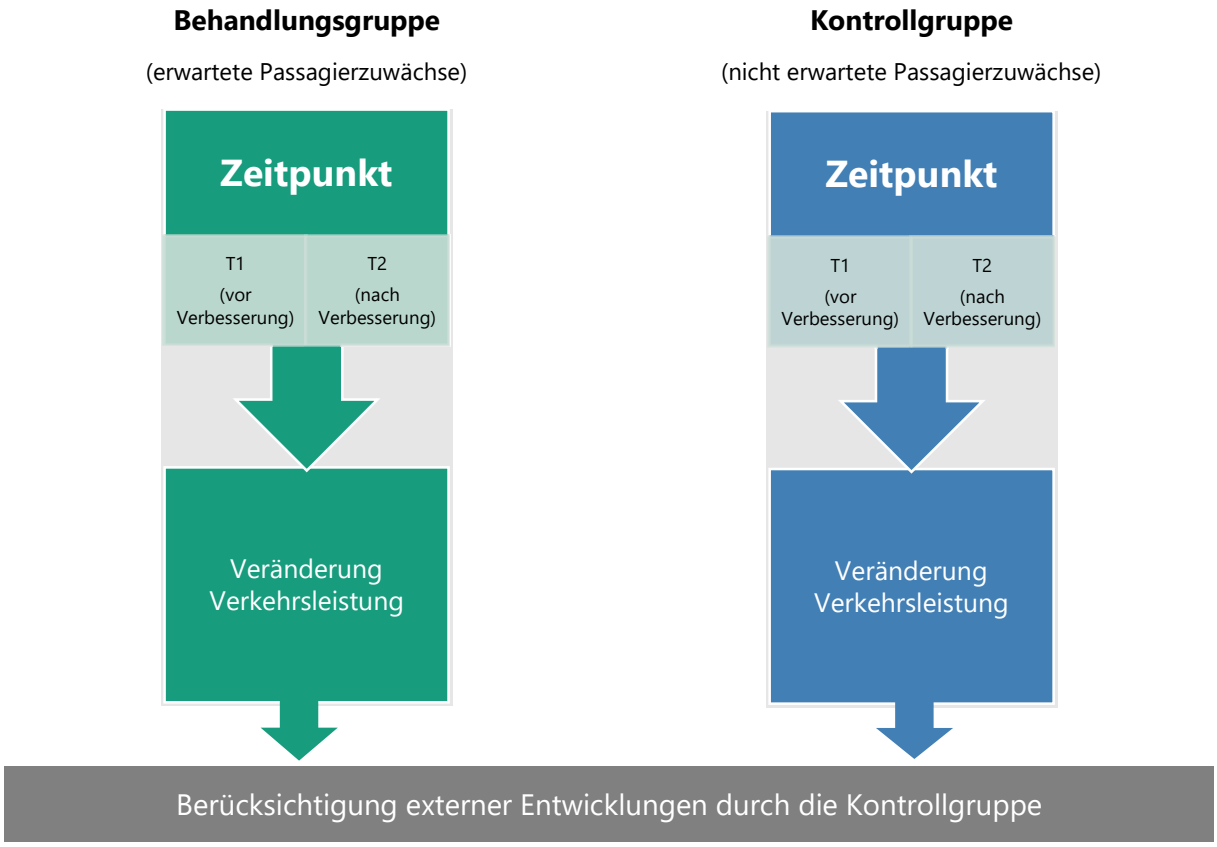


Abbildung 30: Berechnung der Verkehrsleistungsänderung mit der Doppelte-Differenzen-Methode

Vom MIV auf den ÖPNV verlagerte Verkehrsleistung

Ein Teil der veränderten ÖPNV-Verkehrsleistung ($\Delta V_{\text{Behandlungsgruppe korrigiert}}$) hat keine Auswirkungen auf CO_2-Emissionen, da er auch ohne die Einführung des Schnellbusses den ÖPNV nutzen würde, z. B. mit einer anderen Buslinie und Umstieg auf die Straßenbahn. Ein gewisser Anteil der veränderten ÖPNV-Verkehrsleistung ($\Delta V_{\text{Behandlungsgruppe korrigiert}}$) würde ohne den Schnellbus jedoch Fahrten mit dem Pkw durchführen. Diesen Anteil ist für die Emissionsbilanz relevant.

Die vom MIV auf den ÖPNV verlagerte Verkehrsleistung wird bestimmt, indem der Anteil α der Personen aus der Fahrgastbefragung, die ohne Schnellbusangebot den Pkw nutzen würden, angesetzt wird:

$$\Delta V_{MIV} = \Delta V_{\text{Behandlungsgruppe korrigiert}} * \alpha$$

5.3.3 Berechnung der Wirkungen auf die CO_2-Emissionen

Für den ÖPNV wird der Saldo der jährlichen Bus-Fahrleistung je Linie direkt aus den Angaben der VAG Freiburg übernommen und jeweils der Behandlungs- und Kontrollgruppe zugeordnet. Die Fahrleistung wird mit einem spezifischen Emissionsfaktor von 992 g CO_2/Bus-km aus TREMOD multipliziert, um die Auswirkungen auf die CO_2-Emissionen je Jahr zu erhalten.

$$\Delta CO_{2Busse} = \Delta F_{Busse} * \text{Emissionsfaktor}_{Busse}$$

Die im MIV vermiedenen CO_2-Emissionen durch Verlagerungen auf den ÖPNV werden berechnet, indem zunächst die Verkehrsleistung durch den Besetzungsgrad dividiert wird, um die Auswirkungen auf die jährliche Fahrleistung zu erhalten. Die so ermittelte Fahrleistung wird mit einem durchschnittlichen Emissionsfaktor für Pkw aus TREMOD von 179 g CO_2/Pkw-km multipliziert:

$$\Delta CO_{2MIV} = \Delta V_{MIV} / \text{Besetzungsgrad}_{MIV} * \text{Emissionsfaktor}_{Pkw}$$

Nicht-motorisierte Verkehre werden nicht berücksichtigt, da diese keine direkten THG-Emissionen verursachen. Somit können durch eine Verlagerung auf den Bus keine THG-Emissionen vermieden werden. Zudem wird plausibel angenommen, dass die Busse über ausreichende Kapazitäten verfügen, um auch Verlagerungen aus dem nicht-motorisierten Verkehr aufzunehmen, ohne zusätzliche Bus-km zu verursachen.

Die bisherigen Schritte ermitteln die CO_2-Emissionen auf der Verbindung auf der Quelle-Ziel-Beziehung zwischen Munzingen bzw. Tiengen und dem Freiburger Hauptbahnhof. Durch den Schnellbus in Verbindung mit einem Umstieg am Freiburger Hauptbahnhof können aber auch CO_2-Emissionen ins Umland vermieden werden.

Abbildung 31 stellt eine exemplarische Reisekette dar. Wenn nach dem Ausstieg am Freiburger Hauptbahnhof der Nachlauf nicht zu Fuß zurückgelegt wird, sondern sich eine weitere Fahrt ins Umland anschließt, dann fallen zusätzliche Emissionen an. Diese können durch den Schnellbus vermieden werden. Deshalb werden die vermiedenen CO_2-Emissionen aus dem Nachlauf ergänzt. Der Anteil der Personen, die am Freiburger Hauptbahnhof umsteigen und zu einem Ziel im Umland mit dem ÖPNV weiterfahren, wird aus der Fahrgastbefragung entnommen.

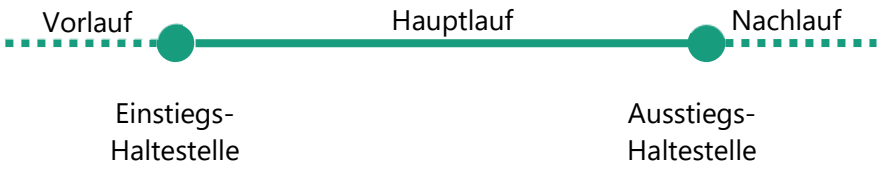


Abbildung 31: Exemplarische Reisekette

Abbildung 32 fasst das Vorgehen zur Abschätzung der Wirkungen der Maßnahme auf die CO_2-Emissionen zusammen.

Zeitpunkt	
T_1 (vor Verbesserung)	T_2 (nach Verbesserung)
Verkehrsleistung [Pkm/a]	
ÖPNV	ÖPNV
Korrektur der Verkehrsleistung um Entwicklung in der Kontrollgruppe	
--	$\Delta V_{Behandlungsgruppe\ korrigiert}$
Berechnung der CO_2-Emissionen der Busse	
$Fahrleistung_{Bus}$ x $Emissionsfaktor_{Bus}$	$Fahrleistung_{Bus}$ x $Emissionsfaktor_{Bus}$
Berechnung der vermiedenen CO_2-Emissionen durch Verlagerungen vom MIV auf den ÖPNV	
--	$\Delta V_{MIV} = V_{Behandlungsgruppe\ korrigiert} * \alpha$
Berechnung der vermiedenen CO_2-Emissionen im MIV	
--	ΔV_{MIV} / $Besetzungsgrad_{MIV}$ x $Emissionsfaktor_{MIV}$
Ergänzung der vermiedenend CO_2-Emissionen im Nachlauf	
...	Nachlauf der Fahrten zu Zielen im Umland
Differenz der CO_2-Emissionen = Klimawirkung	

Abbildung 32: Vorgehensweise bei der Berechnung der CO_2-Emissionen

5.4 Datengrundlagen

Die für die Analyse herangezogenen Daten sind in Tabelle 13 zusammengefasst.

Tabelle 13: Datengrundlagen für die Analyse des Schnellbusses

Datenquelle	Daten	Kommentare
Lokaler Verkehrsanbieter (VAG Freiburg)	Personenfahrten Bus je Linie und Jahr Fahrzeugkilometer Bus je Linie und Jahr Personenkilometer Bus je Linie und Jahr	Zähldaten der VAG Freiburg Berechnet über Fahrzeugkilometer und mittleren Besetzungsgrad
Stadt Freiburg (Infoportal FR.ITZ)	Sozioökonomische Daten	
Eigene Fahrgastbefragung	Anteil der ÖPNV-Verkehrsleistung, der vom Pkw auf den ÖPNV verlagert wird Anteil der Personen zu einem Reiseziel im Umland	
TREMOD (Knörr et al. 2016)	Emissionsfaktor für Stadtbusse und Pkw	

Daten zu den Buslinien wurden von der VAG Freiburg – dem lokalen Verkehrsunternehmen – bereitgestellt. Dabei basieren die Verkehrsnachfragedaten auf automatisierten Fahrgastzählsystemen in den Bussen. Sozioökonomische Daten wurden von der Stadt Freiburg über öffentlich zugängliche Datenquellen bezogen.

Laut der Studie Mobilität in Deutschland (MID 2023) beträgt der mittlere Besetzungsgrad in einer Großstadt im Mittel 1,5 Personen/Pkw. Im Berufsverkehr ist der Besetzungsgrad jedoch tendenziell geringer. Die Schnellbuslinie 37 verkehrt nur wochentags und zu den Hauptverkehrszeiten und wird vorwiegend für Wege zur Arbeit genutzt. Deshalb wird für die Analyse ein etwas geringerer Besetzungsgrad von 1,3 Personen/Pkw angesetzt. Dieser Wert wird in der Regel bei ÖPNV-Infrastrukturprojekten angesetzt, z. B. auch nach dem Verfahren der Standardisierten Bewertung (Intraplan und VWI Stuttgart 2023).

5.5 Ergebnisse

5.5.1 Fahrgastbefragung

5.5.1.1 Deskriptive Statistiken

Insgesamt wurden 75 Fahrgäste vor Ort im Bus befragt. Fahrgäste, die nicht persönlich befragt werden wollten, erhielten einen Link auf eine Online-Umfrage. An letzterer wurde 30-mal teilgenommen, ein Datensatz konnte jedoch wegen unvollständiger Angaben nicht in die Auswertung einbezogen werden. In die weitere Analyse fließen deshalb 104 vollständige Datensätze ein, davon 75 Befragte im Bus 37 und 29 Teilnahmen aus der Online-Umfrage (vgl. Abbildung 33).

Die Fahrgäste wurden jeweils nur einmal befragt.

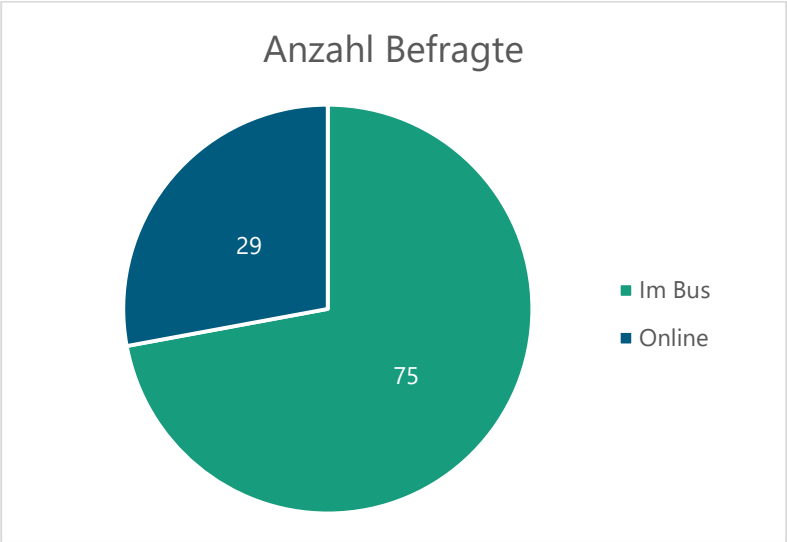


Abbildung 33: Anzahl der Befragten in der Fahrgasterhebung

Die Mehrzahl der Befragten wurde auf der Fahrt in Richtung Freiburger Hauptbahnhof befragt (vgl. Abbildung 34). Ein Drittel der Befragten wurde auf der Richtung von Freiburg nach Tiengen und Munzingen befragt. Eine Verzerrung ist dadurch jedoch nicht zu erwarten, da einige Fahrgäste mehrfach angetroffen, aber nur einmal befragt worden sind. Dies legt die Vermutung nahe, dass ihre Einstellung zur Buslinie sowie ihr Verkehrsverhalten nicht maßgeblich davon abhängt, auf welcher Fahrtrichtung sie befragt wurden.

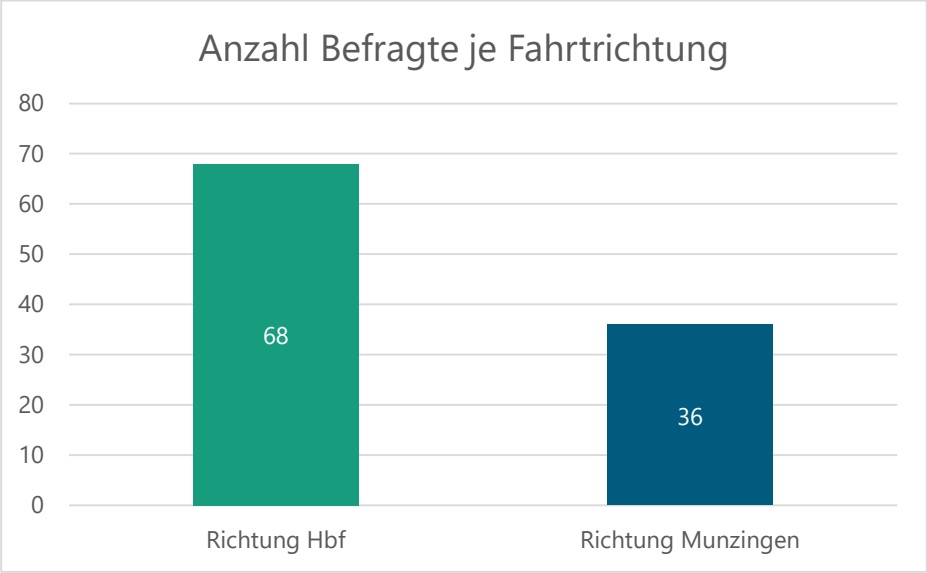


Abbildung 34: Anzahl Befragte je Fahrtrichtung

5.5.1.2 Verkehrsverhalten

Im Mittel wird die Linie 37 von den befragten Fahrgästen für 3,5 Fahrten pro Woche (Mo-Fr) genutzt. 13 Befragte (12,5 %) fahren nur gelegentlich mit der Linie 37, d. h. bis zu dreimal im Monat. 91 Befragte (88,5 %) nutzen die Linie allerdings sehr regelmäßig, d. h. mindestens zweimal pro Woche. Dies legt nahe, dass die Linie weit überwiegend von Personen genutzt wird, die ihre Mobilitätsroutine auf das Schnellbusangebot ausgerichtet haben und sich auf das Angebot verlassen.

Dabei wird die überwiegende Zahl der Fahrten für berufliche Zwecke durchgeführt, z. B. zur Arbeit (43 %), zur Ausbildungsstätte (33 %) sowie für dienstliche Wege (4 %) (vgl. Abbildung 35). Etwa ein Fünftel der Fahrten findet zu privaten und sonstigen Zwecken statt, z. B. für Erledigungen, Freizeit oder Einkaufen.

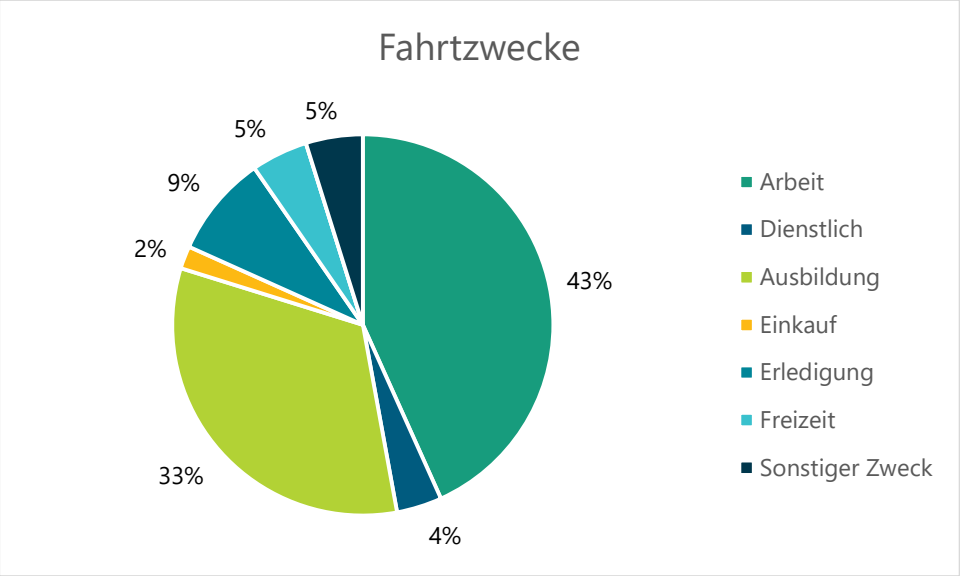


Abbildung 35: Fahrtzwecke der Befragten

Als Hauptgrund[10] für die Nutzung des Schnellbusses wird von den Befragten angegeben, dass ihnen kein Fahrzeug oder Mitfahrgelegenheit zu Verfügung steht (31 %) oder sie keinen Führerschein besitzen (11 %). 14 % der Befragten geben den Umweltschutz und 10 % sonstige Gründe an.

Für über ein Drittel der Befragten steht allerdings die Bequemlichkeit des Schnellbusses im Vordergrund (35 %). Absolut handelt es sich um 36 von 104 Befragten. Von diesen 36 Befragten geben 35 Befragte an, dass ihnen mindestens ein Pkw im Haushalt zur Verfügung steht. Darunter sind 25 Befragte, die den Pkw tatsächlich nutzen würden, wenn es das Schnellbusangebot nicht gäbe. Dies zeigt, dass der Schnellbus von etwa einem Viertel der Befragten bequemer als der private Pkw wahrgenommen wird.

[10] Als Antwort auf die Frage war keine Mehrfachauswahl möglich.

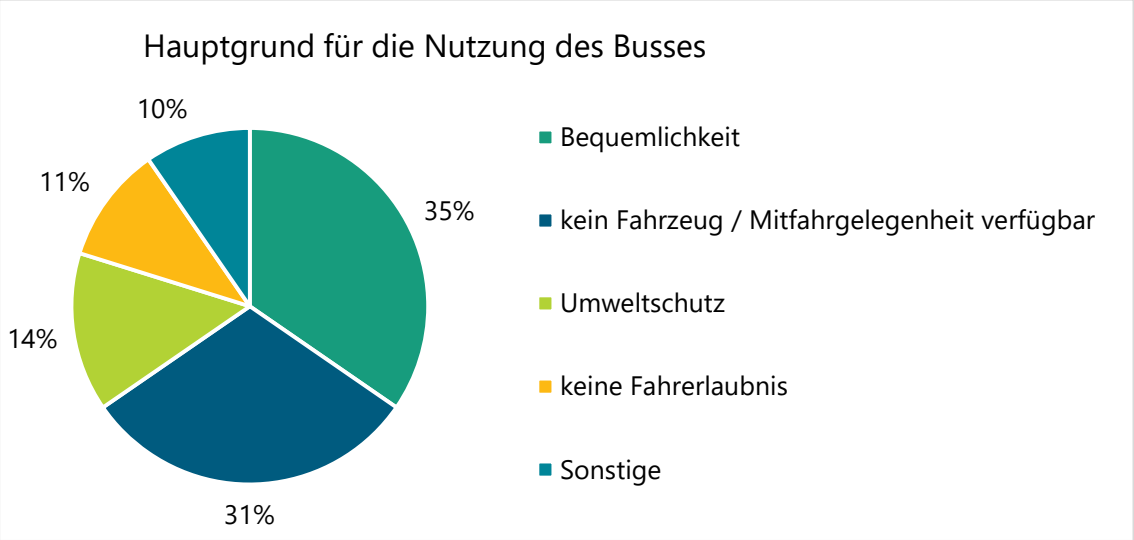


Abbildung 36: Hauptgrund für die Nutzung des Busses

Abbildung 37 zeigt, welches Verkehrsmittel die Befragten nutzen würden, wenn es den Schnellbus 37 nicht gäbe. 33 % der Befragten geben an, dass sie ohne das Schnellbusangebot ein Auto als Fahrer nutzen würden. Dieser Wert wird bei der Berechnung der verkehrlichen Wirkungen als Anteil des vom MIV auf den ÖPNV verlagerten Verkehrs zu Grunde gelegt.

Die anderen 66 % der Befragten geben an, dass sie auf andere öffentliche Verkehrsmittel, den Rad- und Fußverkehr, oder auf ein Auto als Mitfahrer umsteigen würden. Bei all diesen Optionen würden keine zusätzlichen Emissionen anfallen. Sie werden deshalb nicht bei der Berechnung der vermiedenen CO_2-Emissionen berücksichtigt.

Der Anteil der Befragten, die ohne das Schnellbusangebot nicht reisen würden, ist mit 3 % gering. Dies legt nahe, dass durch die Einführung des Schnellbusses als Pendlerlinie kaum zusätzlichen Fahrten induziert wurden, sondern vor allem Fahrten von anderen Öffentlichen Verkehrsmitteln sowie vom Pkw verlagert wurden. Ein anderes Bild würde sich ergeben, wenn der Bus nicht als Pendlerlinie, sondern am Wochenende mit hohem Anteil des Freizeitverkehrs angeboten würde. Dann würden vermutlich deutlich mehr Fahrten mit dem Bus induziert, die ohne das Angebot nicht stattfinden würden. Die CO_2-Vermeidung wäre dann mutmaßlich geringer.

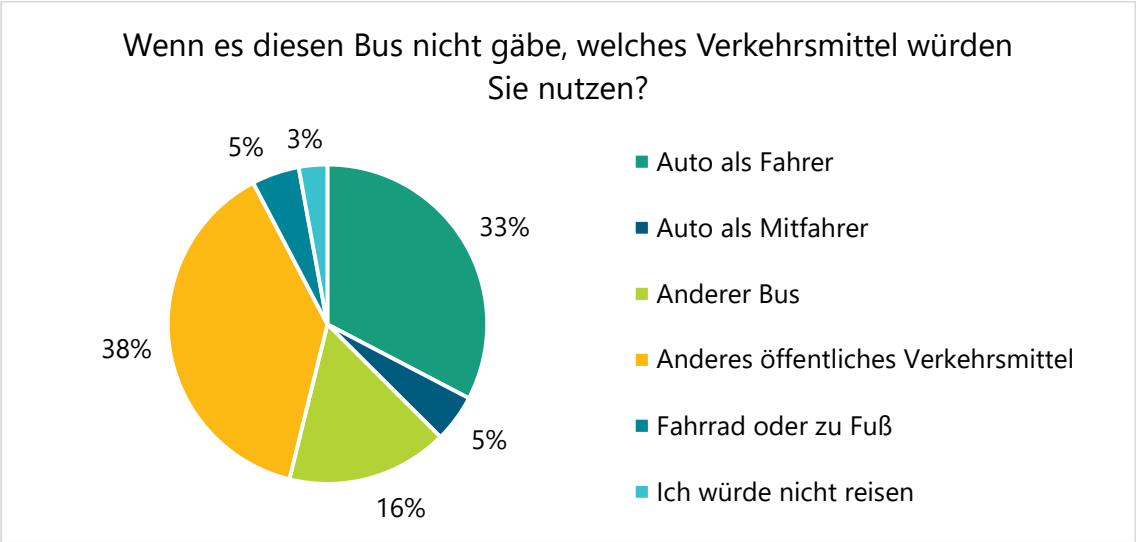


Abbildung 37: Alternativ genutztes Verkehrsmittel, wenn es das Schnellbusangebot nicht gäbe

5.5.1.3 Weitere qualitative Ergebnisse

Beobachtungen zur Fahrgastverteilung

Die morgendlichen Fahrten waren insbesondere in den Hauptverkehrszeiten zwischen 07:30 Uhr und 08:30 Uhr stark frequentiert. In dieser Zeitspanne waren zwei bis drei Busse regelmäßig sehr voll, sodass keine Sitzplätze mehr zur Verfügung standen. Außerhalb dieses Zeitfensters reduzierte sich die Fahrgastzahl spürbar, oft auf nur noch 5 bis 10 Personen pro Fahrt. Die Hauptverkehrsrichtung morgens war deutlich in Richtung Hauptbahnhof erkennbar. Abends hingegen zeigte sich der umgekehrte Trend: Die meisten Fahrgäste fuhren aus der Stadt hinaus in Richtung Munzingen und Tiengen.

Gespräche mit Fahrgästen und Fahrpersonal

Neben den standardisierten Befragungen ergaben sich auch einige spontane Gespräche mit Fahrgästen, die wertvolle Einblicke in die Wahrnehmung der Schnellbuslinie 37 boten.

Eine Passagierin, etwa 50 Jahre alt, berichtete, dass sie äußerst zufrieden mit der Einführung der Schnellbuslinie sei. Sie schilderte, dass die vorherige öffentliche Verkehrsanbindung erheblich komplizierter und mit längeren Fahrzeiten und Umstiegen verbunden war. Durch den Schnellbus kann sie nun ohne Umwege direkt ins Stadtzentrum fahren, was sie als große Erleichterung empfindet. Gleichzeitig wünschte sie sich eine häufigere Taktung der Linie, insbesondere zu den Hauptverkehrszeiten.

Ein weiterer Fahrgast, der auf der morgendlichen Rückfahrt vom Hauptbahnhof nach Tiengen befragt wurde, schätzt es sehr, sich im Bus entspannen zu können, ohne sich auf den Verkehr konzentrieren zu müssen. Er berichtete, dass er regelmäßig den Schnellbus nutzt, da er nach seinem Nachtdienst oft zu müde sei, um selbst mit dem Auto nach Hause zu fahren.

Eine Busfahrerin bestätigte, dass die Linie 37 bei den Fahrgästen sehr gut ankommt. Allerdings sprach sie auch von Herausforderungen, insbesondere hinsichtlich der Pünktlichkeit. Morgens komme es durch das hohe Verkehrsaufkommen in der Stadt häufig zu Verzögerungen, die im schlimmsten Fall zu Ausfällen führen können. Dies stelle nicht nur die Fahrgäste, sondern auch das Fahrpersonal vor große Herausforderungen.

Ein Busfahrer berichtete, dass der Bus zu den Stoßzeiten oft überfüllt sei. Besonders auf der Autobahn und der Landstraße sei er besorgt. Da so viele Fahrgäste stehen müssen, traue er sich nicht, schneller als 60 km/h zu fahren. Eine Erhöhung der Taktfrequenz kann die berichteten Kapazitätsengpässe entschärfen.

Fazit

Die Fahrgastbefragungen haben ergeben, dass die Schnellbuslinie 37 insgesamt positiv aufgenommen wird. Insbesondere die direkte Verbindung ohne Umstiege wird geschätzt. Allerdings bestehen Optimierungspotenziale hinsichtlich der Pünktlichkeit und Kapazität. Eine häufigere Taktung, insbesondere zu den Hauptverkehrszeiten, könnte die Überlastung der Busse reduzieren und die Attraktivität der Linie weiter steigern. Zudem wäre eine verstärkte Verkehrssteuerung oder priorisierte Busspuren eine mögliche Lösung, um Verzögerungen durch Staus zu minimieren.

5.5.2 Verkehrliche Wirkungen

Tabelle 14 fasst die Fahrleistungen der Busse in der Behandlungsgruppe zusammen. Der Anstieg der Bus-Fahrleistung in der Behandlungsgruppe ist maßgeblich von der Einführung der Schnellbuslinie 37 getrieben.

Tabelle 14: Jährliche Fahrleistungen der Busse in der Behandlungsgruppe

Bus-km/Jahr	2022	2023
Linie 33	236.501	257.780
Linie 35	267.837	259.880
Linie 37	0	90.278
Summe	**504.338**	**607.938**

Aus den absoluten Fahrleistungen je Jahr wird der Saldo der Fahrleistung im Vergleich zum Vorjahr ermittelt, Tabelle 15 stellt dies dar. Im Jahr 2023 steigt die Fahrleistung der Busse in der Behandlungsgruppe um etwa 104 Tsd. Bus-km pro Jahr. Dies fließt in die Berechnung der Emissionswirkungen ein. Durch Verkehrsverlagerungen vom MIV sinkt die MIV-Fahrleistung um etwa 700 Tsd. Fahrzeugkilometer je Jahr.

Tabelle 15: Saldo der Fahrleistung im Vergleich zum Vorjahr

Tsd. Fzg-km/Jahr	2022	2023
Busse	---	+104
MIV	---	-707

Die ÖPNV-Verkehrsleistung in der Behandlungsgruppe pro Jahr nach Korrektur um externe Entwicklungen in der Kontrollgruppe ist in Tabelle 16 zusammengefasst. Gemäß der Methodik aus Abschnitt 5.3.2 wird die Änderung der Verkehrsleistung im Vergleich zum Vorjahr mit dem Anteil α multipliziert und durch den Besetzungsgrad der Pkw geteilt. So ergibt sich der Saldo der Fahrleistung des MIV in Höhe von -707 Tsd. Fahrzeugkilometer in Tabelle 15.

Tabelle 16: ÖPNV-Verkehrsleistung

Mio. Pkm/Jahr	2022	2023
Behandlungsgruppe	7,4	9,5
Kontrollgruppe	13,5	12,3
Behandlungsgruppe (korrigiert um Entwicklung in Kontrollgruppe)	**7,4**	**10,2**

5.5.3 Wirkungen auf die CO_2-Emissionen

Tabelle 17 bereitet die Wirkungen auf die CO_2-Emissionen je Verkehrsmittel auf. Da auf der neu eingeführten Schnellbuslinie 37 Dieselbusse eingesetzt werden, erhöhen sich die CO_2-Emissionen zunächst um etwa 100 t CO_2 pro Jahr. Durch Verlagerungen vom MIV auf den ÖPNV können allerdings CO_2-Emissionen vermieden werden. In der Befragung wurde ermittelt, dass 33 % der Fahrgäste den Pkw nutzen würden, wenn es das Schnellbusangebot nicht gäbe.[11] Unter dieser Annahme werden 126 t CO_2 pro Jahr im MIV vermieden.

Tabelle 17: Saldo der CO_2-Emissionen

t CO_2/Jahr	2022	2023
Busse	---	+103
MIV	---	-157
davon auf Fahrtbeziehungen Munzingen – Hbf		*-126*
davon im Nachlauf zwischen Hbf und Umland		*-31*
Gesamt	**---**	**-54**

Zusätzlich werden in Tabelle 17 die vermiedenen CO_2-Emissionen im MIV aus dem Nachlauf der Strecke zwischen dem Freiburger Hauptbahnhof und dem Umland ausgewiesen. Diese werden ermittelt, indem der Anzahl der Schnellbusnutzer zu Zielen außerhalb der Freiburger Innenstadt ausgewertet wird.

Dazu bereitet Tabelle 18 die Fahrtziele bei Fahrten Richtung Hauptbahnhof aus der Fahrgastbefragung auf. Von den 68 befragten Fahrgästen auf der Fahrt Richtung Hauptbahnhof gaben 17 % an, zu einem Ziel außerhalb des Freiburger Stadtzentrums (Stadtteile Altstadt-Mitte, Altstadt-Ring, Neuburg) unterwegs zu sein. In Tabelle 18 wird deshalb eine Annahme getroffen, wie viele Kilometer im Nachlauf der Reisekette anfallen. Diese sind konservativ zur sicheren Seite geschätzt und berücksichtigt auch, dass mit dem MIV eine direktere Route gewählt werden kann. Zu Zielen im Rest der Welt wird keine Reiseweite angesetzt: Hier kann nicht davon ausgegangen werden, dass die CO_2-Emissionen im MIV im Nachlauf vermieden werden und dass der Schnellbus dafür ursächlich war.

[11] Für bilanziell sinkende CO2-Emissionen müssten mindestens 27 % der ÖPNV-Fahrgäste den Pkw nutzen, wenn es kein Schnellbusangebot gäbe. Der in der Befragung ermittelte Wert von 33 % ist höher. In Summe werden deshalb CO2-Emissionen vermieden.

Tabelle 18: Fahrtziele der Befragten auf der Fahrt Richtung Hauptbahnhof

Fahrtziele der Fahrten Richtung Hauptbahnhof	Absolute Häufigkeit	Relative Häufigkeit	Berücksichtigte Km im Nachlauf
Freiburg Mitte (Altstadt-Mitte, Altstadt-Ring, Neuburg)	56	82 %	---
Andere Stadtteile in Freiburg	8	12 %	5
Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald	1	1 %	10
Deutschland	2	3 %	50
Rest der Welt	1	1 %	---
Keine Angabe	0	0 %	---

Für die vermiedenen CO_2-Emissionen werden also die vermiedenen Pkw-Fahrten zu den anderen Stadtteilen Freiburgs, in den Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald sowie nach Zielen in Deutschland berücksichtigt. Die relative Häufigkeit der Fahrten zu diesen Zielen beträgt 16 %. Für 16 % der 80.000 Pkw-Fahrten pro Jahr, die durch Einführung der Schnellbuslinie 37 vermieden worden sind, beträgt die im Nachlauf anfallende Fahrleistung 175.000 Pkw-km/Jahr. Mit dem Emissionsfaktor für Pkw betragen die auf diese Weise im Nachlauf vermiedenen CO_2-Emissionen 31 t CO_2 pro Jahr.

Diese Berechnung ist allerdings mit hohen Unsicherheiten behaftet, da der Pkw-Besetzungsgrad bei weiteren Reisen tendenziell höher ist. Zusätzlich sind die Fahrtweiten bei Wegen in das Umland mit dem MIV tendenziell kürzer, da keine Umwege durch Umstiege nötig sind. Bei den angegebenen Entfernungen in Tabelle 18 handelt es sich deshalb nur um Schätzungen.

Eine im Sinne des Klimaschutzes positivere Emissionsbilanz ist zu erwarten, wenn ein größerer Anteil der Busflotte emissionsarm oder emissionsfrei betrieben wird, beispielsweise durch den Einsatz von E-Bussen mit Nutzung erneuerbar erzeugter Energie. Umgekehrt sinkt in Zukunft die durch Verkehrsverlagerung vom MIV zum ÖPNV erzielbare CO_2-Vermeidung, wenn die CO_2-Emissionen der Pkw sinken, v. a. durch höhere Anteile elektrisch betriebener Pkw am Bestand.

5.5.4 Sensitivitätsbetrachtung: Bandbreite der CO_2-Emissionswirkung im Jahr 2024

Da die Änderung des Linienkonzepts im Jahr 2024 auch die Zuordnung der Buslinien zu Behandlungs- und Kontrollgruppe verändert, kommt die in Abschnitt 5.3 dargelegte Methodik an ihre Grenzen. **Die nachfolgend dargestellten Ergebnisse für das Jahr 2024 sind deshalb mit hoher Unsicherheit behaftet und können nur indikativ interpretiert werden**. Dazu wird in den Abbildungen die Spannbreite dargestellt, die der Schnellbuslinie 37 zugeordnet werden kann und nicht möglicherweise durch andere externe Faktoren bedingt ist. Als unterer Wert wird angenommen, dass sich die Wirkungen im Jahr 2024 nicht gegenüber 2024 verändert haben. Als oberer Wert werden die nach der Methodik aus Abschnitt 5.3 berechneten Werte angegeben.

Tabelle 19 gibt zunächst die jährlichen Fahrleistungen der Busse an, wobei gekennzeichnet ist, welche Buslinien mit dem neuen Linienkonzept der Behandlungsgruppe zugeordnet wurden.

Tabelle 19: Jährliche Fahrleistungen der Busse in der Behandlungsgruppe

Bus-km/Jahr	**2023**	***2024****
Linie 33	257.780	
Linie 32 (ab 2024)		*603.819*
Linie 35	259.880	
Linie 34 (ab 2024)		*463.844*
Linie 37	90.278	*103.176*
Summe	**607.938**	***1.170.839***
** 2024 nur indikativ, aufgrund einer Umstrukturierung des Linienkonzepts*		

Würde die Doppelte-Differenzen-Methodik auf das Jahr 2024 angewandt, so ergäbe sich die in Tabelle 20 dargestellte mögliche ÖPNV-Verkehrsleistung sowie die in Tabelle 21 dargestellte Bandbreite der möglichen CO_2-Emissionen.

Tabelle 20: ÖPNV-Verkehrsleistung

Mio. Pkm/Jahr	**2023**	***2024****
Behandlungsgruppe	9,5	*19,4*
Kontrollgruppe	12,3	*18,9*
Behandlungsgruppe (korrigiert um Entwicklung in Kontrollgruppe)	**10,2**	***15,0***

** 2024 nur indikativ, aufgrund einer Umstrukturierung des Linienkonzepts*

Tabelle 21: Saldo der CO_2-Emissionen (Sensitivitätsrechnung 2024)

t CO_2/Jahr	**2022**	**2023**	***2024****
ÖPNV	---	+103	*+103 bis +558*
MIV	---	-157	*-157 bis -217*
Gesamt	**---**	**-54**	***-54 bis +341***
** 2024 nur indikativ, aufgrund einer Umstrukturierung des Linienkonzepts*			

5.6 Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse

Es zeigt sich, dass Schnellbuslinien ein Klimaschutzpotential haben, da sie Verkehr vom MIV auf den klimaschonenden ÖPNV verlagern. In der evaluierten Fallstudie der Buslinie 37 von Munzingen nach Freiburg zeigt sich, dass Schnellbuslinien rege genutzt werden und bei den Fahrgästen beliebt sind. Jenseits der Klimawirkung haben sie hohe Co-Benefits in Form individueller Mobilität, insbesondere für Personen, die nicht Auto fahren oder Auto fahren möchten, z. B. nach dem Schichtdienst. Für etwa ein Drittel der Befragten besteht der Hauptgrund für die Nutzung des Busses in der Bequemlichkeit, selbst wenn sie mindestens einen Pkw im Haushalt zur Verfügung haben. Insgesamt berichten die Fahrgäste eine hohe Zufriedenheit durch die Schnellbus-Direktverbindung, es werden allerdings dichtere Takte gewünscht. Busfahrer:innen berichten eine sehr hohe Auslastung zur Spitzenstunde und Verzögerungen durch hohes Verkehrsaufkommen, insbesondere im Stadtgebiet.

Reservierte Busspuren und Bevorrechtigung an Ampeln könnten dieses Problem mindestens reduzieren.

Hinsichtlich der Klimawirkungen zeigt sich, dass etwa 54 Tonnen CO_2 pro Jahr vermieden werden können. Tabelle 22 stellt die kumulierten Wirkungen auf die CO_2-Emissionen aus den Jahren 2023 und 2024 dar. Höhere Klimawirkungen wären möglich, wenn die Schnellbuslinie statt mit Dieselbussen elektrisch betrieben würde. Umgekehrt wird in Zukunft der Klimaeffekt der Schnellbuslinie sinken, weil auch der MIV durch Elektrifizierung weniger CO_2-Emissionen ausstoßen wird. Verlagerungen vom MIV auf den ÖPNV haben dann geringere CO_2-Vermeidungen zur Folge.

Tabelle 22: Übersicht der kumulierten Klimawirkungen der Schnellbuslinie 37 in Freiburg

		2023	2024	Kumuliert
Saldo CO_2-Emissionen	[t CO_2/Jahr]	-54	-54	-108

6 Zusammenfassung der Studie

Aus der Vielzahl der Maßnahmen des Klimaschutzszenarios wurden vom Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg drei identifiziert, für die ein besonderer Forschungsbedarf besteht und die in dieser Studie Beachtung finden.

1) Benutzervorteile für die Elektromobilität: In Stuttgart durften Elektrofahrzeuge (BEV und PHEV) bis Ende 2022 kostenlos auf öffentlichen Stellflächen parken. Die Analyse untersucht den Beitrag von Bevorrechtigungen für Nutzer der Elektromobilität zum Markthochlauf der Elektromobilität und der daraus resultierenden THG-Minderungswirkung.
2) Parkraummanagement: Es wird untersucht, wie sich die Erhöhung der Anwohnerparkgebühren in Städten über eine Reduktion des Pkw-Bestandes auf die verkehrsbedingten CO_2-Emissionen auswirkt. Die Erhöhung der Bewohnerparkgebühren wurde durch den Übergang der Gebührenhoheit vom Bund auf die Länder im Oktober 2020 und schließlich auf die Kommunen in Baden-Württemberg im Juli 2021 möglich. Zuvor lag die bundesweite Gebührenobergrenze für Bewohnerparkausweise bei 30,70 € pro Jahr. Die Stadt Landau verfolgte einen anderen Ansatz und steuerte das Parken durch die Ausgabe von Parkausweisen für das Dauerparken. Die jährlichen Parkgebühren betrugen in Tübingen je nach Fahrzeuggewicht 120 bis 180 € und in Landau je nach Parkzone 180 bis 300 €.
3) Einführung einer Schnellbuslinie: Diese verkehrspolitische Maßnahme wird stellvertretend anhand eines spezifischen Beispiels in Freiburg untersucht. Dabei handelt es sich um die Einführung einer Schnellbuslinie im Dezember 2022, die zu Spitzenzeiten verkehrt und darauf abzielt, das Umland besser an die Kernstadt und den Schienenpersonennahverkehr anzubinden. Die vorliegende Untersuchung quantifiziert die Veränderung des Fahrgastaufkommens im ÖPNV, um damit die Auswirkungen auf die verkehrsbedingten THG-Emissionen zu ermitteln.

6.1 Wirkungen der Maßnahmen

Die **Effektivität** der verschiedenen Maßnahmen ist in Tabelle 23 dargestellt: Die absoluten Wirkungen auf die CO_2-Emissionen werden pro Jahr aufgeführt und in Tonnen gemessen. Die sehr unterschiedlichen Größenordnungen lassen sich durch die verschiedenen Wirkungsräume erklären. Das kostenlose Parken für Elektromobile zeigt eine stetige Zunahme der Wirkungen. Auch die Wirkungen des Bewohner- und Dauerparkens nehmen in den ersten zwei Jahren zu, gehen aber im letzten Jahr durch das erneute Anwachsen der Pkw Flotte wieder zurück. Für den Schnellbus konnten lediglich die Wirkungen für das Jahr 2023 berechnet werden. Die Evaluierung für das Jahr 2024 ist wegen einer Umstrukturierung des Linienkonzepts nicht hinreichend belastbar.

Tabelle 23: CO_2-Reduktion im Untersuchungsgebiet und -zeitraum

CO_2-Reduktion ggü. Startjahr [Tonnen CO_2 / Jahr]	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Insgesamt
Kostenloses Parken für Elektromobile	4.840	7.143	8.336	16.119			36.438
Dauerparken Landau				133	402	285	821
Bewohnerparken Tübingen				234	566	527	1.327
Schnellbus Freiburg					54		108

Ein Vergleich der Wirkungen ist möglich, wenn die Emissionen pro Einwohner:in betrachtet werden (s. Tabelle 24). Hier zeigt sich, dass die Parkraumbewirtschaftung (kostenloses Parken für Elektromobile, Dauerparken und Bewohnerparken) Ergebnisse in der gleichen Größenordnung erzielt: Die kumulierten Einsparungen über den gesamten Zeitraum reichen von 23 kg pro Einwohner:in für kostenloses Parken der E-Mobile bis zu 55 kg für Dauerparken in Landau.

Eine im Sinne des Klimaschutzes positivere Emissionsbilanz bei Schnellbussen ist zu erwarten, wenn ein größerer Anteil der Busflotte emissionsarm oder emissionsfrei betrieben wird, beispielsweise durch den Einsatz von E-Bussen mit Nutzung erneuerbar erzeugter Energie.

In Zukunft, wenn der Anteil der E-Mobile wie geplant ansteigt, kann von einer Abnahme der Wirkungen auf die CO_2-Emissionen durch die Maßnahmen für Dauerparken und ÖPNV-Ausbau ausgegangen werden. Verlagerungen vom MIV auf den ÖPNV haben dann eine geringere CO_2-Vermeidungen zur Folge.

Tabelle 24: CO_2-Reduktion pro Einwohner:in im Untersuchungsgebiet und -zeitraum

CO_2-Reduktion ggü. Startjahr [Kg CO_2 / Einwohner]	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Insgesamt
Kostenloses Parken für Elektromobile	2,8	3,3	6,3	10,7			23,1
Dauerparken Landau				9,3	26,9	19,1	55,3
Bewohnerparken Tübingen				6,5	15,7	14,8	37,1
Schnellbus Freiburg					8,1	8,1	16,2

Da eine Bewertung der **Effizienz** der Maßnahmen nur teilweise möglich ist, sind in Tabelle 25 die wesentlichen Komponenten zusammengestellt. Die durchschnittlichen jährlichen Einsparungen der CO_2-Emissionen reichen von 5,8 bis 18,4 kg pro Einwohner und Jahr. Aber auch die finanziellen Wirkungen auf die Kommunen sollen Beachtung finden. Das kostenlose Parken für Elektromobile ist mit keinem Aufwand, aber auch keinen Einnahmen verbunden. Das Bewohner- und Dauerparken verursacht Verwaltungskosten, erzielt aber auch erhebliche Einnahmen. Der Schnellbus dagegen ist mit erheblichen Investitions- und Betriebskosten verbunden, die nicht durch die Fahrgeldeinnahmen gedeckt werden.

Tabelle 25: Effizienz der Maßnahmen

	CO_2-Reduktion [kg/ Einwohner/Jahr]	Kosten für die Kommune	Einkünfte der Kommune
Kostenloses Parken für E-mobile Raum Stuttgart	5,8	Keine	Wegfallende Einnahmen für Parken
Dauerparken in Landau	18,4	Verwaltungskosten	15 €/EW/Jahr
Bewohnerparken in Tübingen	12,4	Verwaltungskosten	29 €/EW/Jahr
Schnellbuslinie 37 in Munzingen/Tiengen	8,1	Investitionskosten für Busse, Subvention der Betriebskosten	Kostendeckungsgrad unter 1

Akzeptanz

In der evaluierten Fallstudie der Buslinie 37 von Munzingen nach Freiburg zeigt sich, dass Schnellbuslinien rege genutzt werden und bei den Fahrgästen beliebt sind. Jenseits der Klimawirkung haben sie hohe Co-Benefits in Form individueller Mobilität, insbesondere für Personen, die nicht Auto fahren oder Auto fahren möchten, z. B. nach dem Schichtdienst. Für etwa ein Drittel der Befragten besteht der Hauptgrund für die Nutzung des Busses in der Bequemlichkeit, selbst wenn sie mindestens einen Pkw im Haushalt zur Verfügung haben. Insgesamt berichten die Fahrgäste eine hohe Zufriedenheit durch die Schnellbus-Direktverbindung, es werden allerdings dichtere Takte gewünscht. Busfahrer:innen berichten eine sehr hohe Auslastung zur Spitzenstunde und Verzögerungen durch hohes Verkehrsaufkommen, insbesondere im Stadtgebiet. Reservierte Busspuren könnten dieses Problem zumindest reduzieren.

In Tübingen wurde keine systematische Untersuchung zur Akzeptanz nach der Einführung der höheren Parkgebühren durchgeführt. Es gab lediglich vereinzelte Reaktionen von Einzelpersonen, die aber weit entfernt waren von einem massiven Widerstand, der sich beispielsweise hätte in Internetforen äußern können.

In Landau wurde vor der Einführung der höheren Gebühren für das Dauerparken eine intensive Öffentlichkeitsarbeit durchgeführt und Veranstaltungen mit mehreren Dutzend Teilnehmenden in den Parkquartieren gehalten. Die folgende Diskussion, die in der Coronazeit stattfand, führte auch zu einer öffentlichen Kritik, die im Wesentlichen auf die Person des Dezernenten gerichtet war und weniger auf das Parken. Gute Erklärung der Politik für Arbeitnehmer und Anwohner führte aber dazu, dass die Kritik nach zwei Monaten abebbte. Durch die Bepreisung wurde der Parkdruck reduziert und Anwohner konnten schneller einen Parkplatz finden. Die Akzeptanz stieg auch dadurch, dass Parkierungsfläche markiert und das Gehwegparken stärker kontrolliert wurde. Es wird berichtet, dass Anwohner von unbepreisten Zonen jetzt auch auf eine Einführung des Dauerparkens drängen.

Im Stadtgebiet Stuttgart durften BEV, Plug-Hybride und Brennstoffzellenfahrzeuge im öffentlichen Straßenraum bis zum 31.12.2022 kostenfrei auf allen gebührenpflichtigen Stellplätzen (ohne zeitliche Beschränkung) und in Bewohnerparkgebieten abgestellt werden. Der Gemeinderat der Stadt Stuttgart hat entschieden, die bis dahin geltende Parkgebührenbefreiung für E-Fahrzeuge nicht mehr zu verlängern. Die Begründung lautet, dass eine Förderung nicht mehr notwendig sei „weil die Wachstumszahlen [der E-Mobilität] für sich sprechen“ und zu dem Zeitpunkt die Bundesförderung für Elektromobile eingeführt worden war. Zusätzlich habe es eine „Fehlbelegung von Parkplätzen“ und „zunehmender Parkdruck“ gegeben.[12] Kostenlos ist das Parken für BEV nur noch während man sein Fahrzeug lädt bis zur Höchstparkdauer. In Zukunft dürfen jedoch statt den E-Autos Carsharing-Fahrzeuge - unabhängig von der Antriebsart - kostenlos in der Landeshauptstadt parken. Ein Vorschlag für den Bürgerhaushalt 2024 der Stadt zur Wiedereinführung des kostenfreien Parkens für Elektromobile erhielt mit Platz 1545 eine geringe Zustimmung.[13]

[12] https://www.stuggi.tv/2022/12/gratis-parken-fuer-e-autos-in-stuttgart-faellt-weg/

[13] https://www.buergerhaushalt-stuttgart.de/vorschlag/80035

6.2 Vergleich der Ergebnisse mit denen des Klimaschutzszenarios in BW

Das Klimaschutzszenario Baden-Württemberg 2030/2040 (Intraplan und TTS Trimode 2024) legt die Maßnahmen zur Reduktion der Treibhausgasemissionen im Verkehr bis 2030/2040 fest.

Die Reduktion des Pkw-Bestands durch Parkgebühren wurde im Klimaschutzszenario nicht modelliert. Auch findet sich dort kein Pendant zur Schnellbuslinie. Eine Annahme bietet sich jedoch zum Vergleich an: Im Klimaschutz-Szenario wird angenommen, dass sich die Pkw-Dichte im Zeitraum von 2010 bis 2030 in den Innenstädten der Ballungsräume um 20 % verringern wird (ITP et al. 2017, S. 235). Der Beitrag der Gebührenerhöhung für das Bewohner- und Dauerparken zu dieser Reduktion beträgt zwischen -2,2 und -2,6 % in den untersuchten Städten über einen Zeitraum von drei Jahren.

Nach den Modellrechnungen von M-Five (M-Five 2023, S. 28) führen erhöhte Parkgebühren zu einer Reduktion des Pkw-Bestandes. Tabelle 26 vergleicht die Ergebnisse dieser Studie mit den Modellrechnungen. Das Szenario I mit vergleichbaren Parkgebühren von jährlich 140 € hat mit einem Rückgang der Pkw-Flotte um 0,7 % geringere Wirkungen als diese Studie. Werden die Gebühren jedoch im Szenario 2 auf 500 € erhöht, so sind die Effekte mit 3,8 % erheblich höher. Eine Preiselastizität der Nachfrage konnte in dieser Studie jedoch nicht empirisch nachgewiesen werden.

Tabelle 26: Vergleich der Wirkungen der Gebühren für Bewohner- und Dauerparken

	Gebühren [Euro/a]	Reduktion Pkw Bestand
Tübingen[1, 2]	126	2,2 %
M-Five 2023, Szenario I [3]	140	0,7 %
Landau Süd[2]	180	1,1 %
Landau Innenstadt[2]	300	2,3 %
M-Five 2023, Szenario II [3]	500	3,8 %

1 Untersuchungszeitraum drei Jahre
2 Durchschnitt für schwere und leichte Fahrzeuge mit und ohne KreisBonusCard
3 Wirkung pro Jahr

Die Wirkungen der Gebührenbefreiung für e-Mobile kann verglichen werden mit der Untersuchung von Friedrich und Schmaus (2024), die sechs Maßnahmen zur Bevorteilung der Elektromobilität konzipieren. Dazu zählen auch höhere Parkgebühren für fossil angetriebene Fahrzeuge. Die Wirkung wird mit einer jährlichen Steigerung des Flottenanteils der BEV in Höhe 0,19 Prozentpunkten eingeschätzt. Die Einschätzung stimmt in etwa mit den empirisch ermittelten Wirkungen der Bevorrechtigung von E-Mobilen beim Parken aus der doppelten Differenzen-Methode überein. Die Anteile von BEV am Bestand nehmen in dieser Studie zwischen 0,1 und 0,3 Prozentpunkten jährlich zu durch die Bevorrechtigungen.

Das Klimaschutz-Szenario (Intraplan und TTS Trimode 2024, S. 239) nimmt an, dass das Angebot des ÖSPV erheblich verdichtet und in Ballungsräumen ein 15-Minuten-Takt eingeführt wird. Alle Angebote unterliegen einem einheitlichen Tarifsystem, haben hohen Komfort und sind digitalisiert. Zusätzlich beschleunigen sich die Fahrzeiten erheblich. In der Summe bewirken diese Maßnahmen eine Steigerung der ÖSPV-Leistung um 47,5 % bis 2030 und eine Verschiebung des Modal Split um +3,1 % gegenüber 2019 (ebd. S.162). Zusammen mit allen anderen Maßnahmen, insbesondere der Elektrifizierung des Pkw-Flotte, können die CO_2-Emissionen des Pkw-Verkehrs in dem Zeitraum um 64 % gesenkt werden (ebd. S. 188). Dieses entspricht über 500 kg CO_2 pro Einwohner und Jahr.

Aufgrund der sehr unterschiedlichen Prämissen des Klimaschutzszenarios ist ein Vergleich mit den Ergebnissen dieser Studie nicht möglich.

6.3 Vergleich mit den Effekten von anderen Klimaschutzmaßnahmen auf anderen Ebenen

Es gibt eine Reihe von anderen Ereignissen und Maßnahmen, die auch Auswirkungen auf die Treibhausgas Emissionen gehabt haben. Dazu zählen u. A. die Coronapandemie, die Unsicherheiten durch den Ukraine-Krieg, der Ausstieg aus der russischen Energieversorgung und die folgende Inflation, die sich insbesondere auf die Treibstoffkosten auswirkte. Die Wirkungen dieser Ereignisse konnten durch die Doppelte Differenzen Methode (s. Kapitel 2.1) eliminiert werden, da angenommen wird, dass die Kontrollgruppen in dem gleichen Maße betroffen sind wie die Behandlungsgruppe. Dieses gilt ebenso für Maßnahmen, die auf der Ebene des Bundes und der EU mit dem Ziel einer Reduktion der CO_2-Emissionen eingeführt wurden, wie z. B. die Flottengrenzwerte der Clean Vehicles Directive der EU, der CO_2-Preis, die Kaufanreize für E-Mobile oder die steuerliche Behandlung von Dienstwagen. Auch hier führt der Vergleich mit der Kontrollgruppe dazu, dass die Effekte eliminiert werden.

Es sind jedoch eine Vielzahl weiterer Maßnahmen denkbar, die zu erheblichen weiteren Wirkungen geführt hätten. Diese werden in dem AP1 dieses Projektes (Sieber et al. 2024) ausführlich diskutiert. Hier sei insbesondere auf die starke Wirkung von Strategien, die Push- und Pull Maßnahmen kombinieren, hingewiesen. Axsen und Wolinetz (2021) verdeutlichen dieses in der Graphik unten.

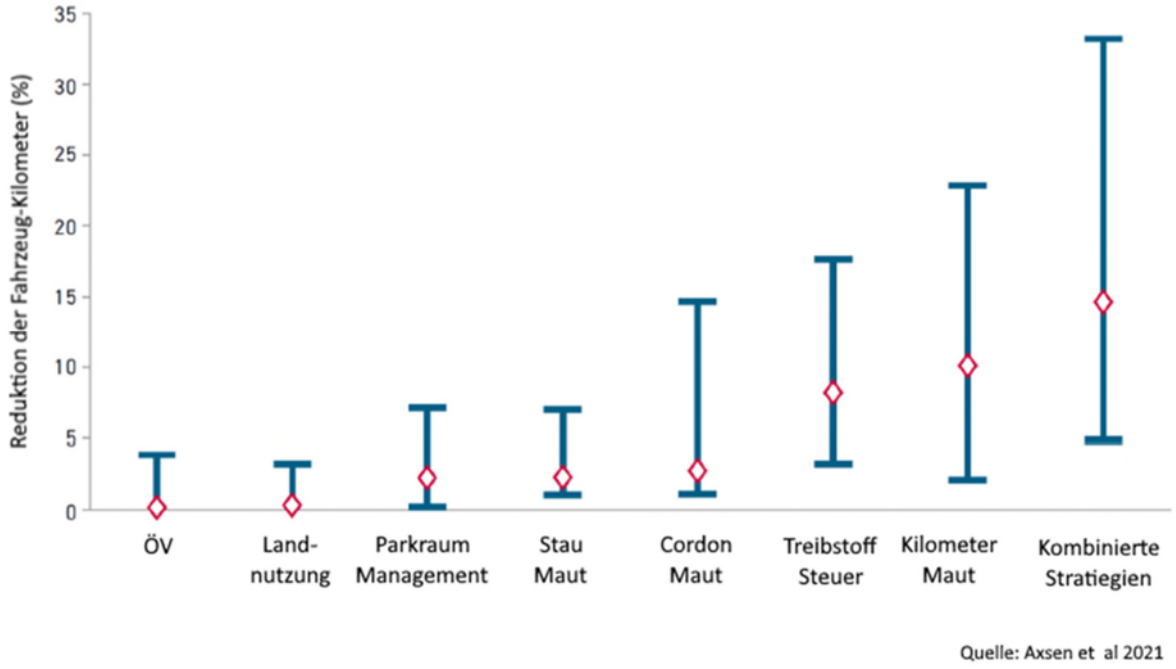


Abbildung 38: Wirkungen unterschiedlicher preislicher Maßnahmen auf die MIV-Fahrleistung

6.4 Kritische Bewertung der Ergebnisse

Es soll hier jedoch nicht unerwähnt bleiben, dass grundsätzlich die verwendeten Methodiken einer Ex-Post-Bewertung mit Unsicherheiten verbunden sind. Die Methode der doppelten Differenzen kann zu Verzerrungen bei der Bewertung führen. Beispielsweise zeigten die Kontrollstädte für das Bewohner/Dauerparken sehr heterogene Entwicklungen, die bei einem Vergleich nur mit einer Stadt zu großen Abweichungen geführt hätten. Erst durch die Einbeziehung von fünf bis sechs Städten konnte im Durchschnitt ein plausibles Ergebnis erbracht werden. Für die Benutzervorteile der Elektromobilität und beim Schnellbus konnten jedoch nur eine Kontrollstadt betrachtet werden. Weitere, jedoch auf Basis der vorliegenden Daten nicht quantifizierbare, Unsicherheiten sind insbesondere bei der Bewertung der Wirkung des kostenfreien Parkens für Elektrofahrzeuge festzuhalten. Da die Automobilindustrie in Stuttgart bzw. den umgebenden Bezirken ansässig ist, können beispielsweise Effekte wie strategische Neuzulassungen von Elektrofahrzeugen im Flottenbereich zur Vermeidung von Strafzahlungen im Zuge der Europäischen Flottengrenzwerte nicht ausgeschlossen werden.

Weiterhin ist der kurze Zeitraum der Betrachtung eine wesentliche Einschränkung. Für den Schnellbus in Freiburg war nur der Vergleich in einem Jahr möglich, da es Fahrplanänderungen in der Kontrollgruppe gab. Beim Bewohnerparken ist der Zeitraum von drei Jahren, der seit der Einführung der höheren Gebühren vergangen ist, recht kurz, um die langfristigen Wirkungen auf den Pkw-Bestand zu bewerten. Das letzte Jahr zeigte in beiden Städten einen Rückgang der Wirkungen. Damit ist diese Studie auch als Momentaufnahme zu bewerten.

7 Literaturverzeichnis

Axsen, Jonn; Wolinetz, Michael (2021): Taxes, tolls and ZEV zones for climate: Synthesizing insights on effectiveness, efficiency, equity, acceptability and implementation. In: *Energy Policy* 156, S. 112457.

Bjerkan, Kristin Ystmark; Nørbech, Tom E.; Nordtømme, Marianne Elvsaas (2016): Incentives for promoting Battery Electric Vehicle (BEV) adoption in Norway. In: *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 43, S. 169–180. DOI: 10.1016/j.trd.2015.12.002.

Friedrich, Markus; Schmaus, Matthias (2024): Weiterführende Berechnungen im Rahmen der Aktualisierung des Klimaschutzszenarios 2030. Hg. v. Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg. Universität Stuttgart, Institut für Straßen- und Verkehrswesen Lehrstuhl für Verkehrsplanung und Verkehrsleittechnik.

Hertle, Hans; Dünnebeil, Frank Frank; Gebauer, Caroline; Gugel, Benjamin; Heuer, Carsten; Kutzner, Frank; Vogt, Regine (2014): Empfehlungen zur Methodik der kommunalen Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland. Im Rahmen des Vorhabens „Klimaschutz-Planer – Kommunaler Planungsassistent für Energie und Klimaschutz". Heidelberg.

IFEU (Hg.) (2023): Kosten von Parkraum. Ad-hoc-Beratung für das Verkehrsministerium Baden-Württemberg. Unter Mitarbeit von Fabian Bergk und Lena Schreine. Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg. Online verfügbar unter https://www.klimaschutz-bewegt.de/aktuelle-studie-zum-thema-kosten-von-parkraum/.

Intraplan; TTS Trimode (2024): Klimaschutzszenario Baden-Württemberg 2030 / 2040. Schlussbericht. Hg. v. Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg. Online verfügbar unter https://vm.baden-wuerttemberg.de/de/politik-zukunft/nachhaltige-mobilitaet/klimaschutzszenario-2030-/-2040, zuletzt geprüft am 29.08.2025.

Intraplan; VWI Stuttgart (2023): Standardisierte Bewertung von Verkehrswegeinvestitionen im öffentlichen Personennahverkehr. Version 2016+. Erstellt im Auftrag des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr im Rahmen des Forschungsprojekts FE 70.976/2019, 21.03.2023.

ITP; IVV; Trimode; Planco (2017): Klimaschutz-Szenario Baden-Württemberg 2030. Schlussbericht. Teil 1. München, Aachen, Freiburg, Essen.

Knörr, Wolfram; Heidt, Christoph; Gores, Sabine; Bergk, Fabian (2016): Aktualisierung „Daten- und Rechenmodell: Energieverbrauch und Schadstoffemissionen des motorisierten Verkehrs in Deutschland 1960-2035" (TREMOD) für die Emissionsberichterstattung 2016. (Berichtsperiode 1990-2014). Im Auftrag des Umweltbundesamtes. IFEU.

Kooshian, Charles; et al. (2018): Compendium on Greenhouse Gas Baselines and Monitoring. Passenger and Freight Transport. Hg. v. GIZ. ICCT.

M-Five (2023): Abschätzung der Klimawirkung von Parkraum-Management in Baden-Württemberg. Dokumentation der Ergebnisse der Kurzstudie „Klimafreundliches Parkraum-Management. Unter Mitarbeit von Wolfgang Schade.

Münzel, Christiane; Plötz, Patrick; Sprei, Frances; Gnann, Till (2019): How large is the effect of financial incentives on electric vehicle sales? – A global review and European analysis. In: *Energy Economics* 84, S. 104493. DOI: 10.1016/j.eneco.2019.104493.

Schlaich, Johannes et al (2023): Handbuch Modellierung zur modellgestützten Erstellung von Klimamobilitätsplänen. Ergebnisse aus dem Projekt „Wissenschaftliche Begleitung der Pilotphase Klimamobilitätspläne zur Plausibilisierung der Annahmen der Wirkmechanismen von Klimaschutzmaßnahmen im Verkehr". Hg. v. Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg (VM).

Sieber, Niklas; Krail, Michael; Hölzemann, Charlotte (2024): Klimawirkungen von Maßnahmen im Verkehr. Eine Literaturstudie zu Benutzervorteilen, Parkraummanagement und Maßnahmen zum massiven ÖPNV-Ausbau. Fraunhofer ISI. Karlsruhe. Online verfügbar unter https://publica.fraunhofer.de/handle/publica/466029.