



**Institut für Wirtschaftspolitik und Wirtschaftsforschung (IWW)**  
Institute for Economic Policy Research

**Sektion Verkehr und Kommunikation**  
Department of Transport and Communication

**Arbeitspapiere Güterverkehr und Logistik**  
Working Documents of Freight Transport and Logistics

**No. 006**

**Katharina Raub**

**Dr. Gernot Liedtke**

**Aaron Scholz**

**Finanzielle Auswirkungen einer Pkw-Maut auf verschiedene  
Nutzergruppen**

**2011**



# Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis .....	IV
Tabellenverzeichnis .....	VI
Abkürzungsverzeichnis .....	VII
<b>1. Einleitung .....</b>	<b>1</b>
1.1 Motivation .....	1
1.2 Aufbau der Arbeit .....	4
<b>2. Aktuelle Diskussion einer Pkw-Maut .....</b>	<b>7</b>
<b>3. Aufgaben und Ziele des Road Pricing .....</b>	<b>11</b>
3.1 Der Begriff „Road Pricing“ .....	11
3.2 Aufgaben von Straßenbenutzungsgebühren .....	11
3.2.1 Internalisierung externer Effekte .....	12
3.2.2 Verkehrssteuerung zur Kapazitätsauslastung .....	12
3.2.3 Finanzierung der Straßeninfrastruktur .....	14
3.2.3.1 Wissenschaftliche Konzepte zur Preisbildung .....	15
3.2.3.2 Finanzierungskonzepte .....	19
<b>4. Mautarten und Technologien zur Umsetzung .....</b>	<b>21</b>
4.1 Mautarten .....	21
4.1.1 Zeitabhängige Maut .....	21
4.1.2 Fahrleistungsabhängige Maut .....	22
4.1.3 Flächenabhängige Maut .....	22
4.1.4 Objektabhängige Maut .....	23

4.1.5	Differenzierungsmöglichkeiten .....	24
4.2	Technologien zur Mauterhebung .....	26
4.2.1	Vignettensystem .....	26
4.2.2	Kurzstreckenfunk (DSRC) .....	I
4.2.3	Satellitengestützte Systeme .....	30
<b>5.</b>	<b>Wohlfahrtsökonomische Aspekte.....</b>	<b>33</b>
5.1	Individuelle Wohlfahrt .....	33
5.1.1	Konzept der Konsumentenrente .....	36
5.1.2	Kompensationsvariation .....	38
5.2	Reaktionsmöglichkeiten der Nachfrager .....	41
5.2.1	Kurzfristige Reaktionsmöglichkeiten der Nutzer .....	44
5.2.2	Langfristige Reaktionsmöglichkeiten der Nutzer .....	45
5.3	Entscheidung der Verkehrsmittelwahl .....	46
5.3.1	Discrete Choice Modelle .....	46
5.3.2	Berechnung der individuellen Wohlfahrt .....	48
5.4	Kompensationsmöglichkeiten .....	52
5.4.1	Senkung der Kraftfahrzeugsteuer .....	52
5.4.2	Senkung der Energiesteuer .....	54
5.5	Mautszenarien für Deutschland .....	57
<b>6.</b>	<b>Finanzielle Auswirkungen einer Pkw-Maut auf verschiedene Nutzergruppen</b>	<b>61</b>
6.1	Datengrundlage.....	61
6.2	Einteilung der Nutzergruppen .....	63
6.3	Autobahnanteil der Fahrleistung .....	65
6.4	Auswirkungen auf verschiedene Einkommensgruppen .....	67
6.4.1	Belastungen durch eine Jahresvignette.....	78
6.4.1.1	Belastungen durch eine Jahresvignette ohne Kompensationen.....	78

6.4.1.2	Belastungen durch eine Jahresvignette mit Kompensationen .....	79
6.4.2	Belastungen durch eine kilometerabhängige Maut .....	80
6.4.2.1	Belastungen durch eine kilometerabhängige Maut ohne Kompensationen .....	80
6.4.2.2	Belastungen durch eine kilometerabhängige Maut mit Kompensationen .....	81
6.4.3	Berücksichtigung von Reaktionsmöglichkeiten der Verkehrs- teilnehmer	86
6.4.4	Zusammenfassung der Ergebnisse.....	88
<b>7.</b>	<b>Schlussbetrachtung und Ausblick.....</b>	<b>89</b>
<b>Anhang A.....</b>	<b>.....</b>	<b>XV</b>
	Entwicklung der Fahrleistung von Pkw und Lkw in der BRD seit 1975* .....	XV
	Entwicklung des Modernitätsgrades der Verkehrswege in der BRD seit 1975* .....	XV
<b>Anhang B.....</b>	<b>.....</b>	<b>XVII</b>
	Mehrbelastungen der Haushalte durch eine Jahresvignette im Verhältnis zum Nettoäquivalenzeinkommen .....	XVII
<b>Anhang C.....</b>	<b>.....</b>	<b>XIX</b>
	Mehrbelastungen der Haushalte durch eine kilometerabhängige Maut im Verhältnis zum Nettoäquivalenzeinkommen .....	XIX
<b>Anhang D.....</b>	<b>.....</b>	<b>XXI</b>
	Wohlfahrtsverluste durch eine Pkw-Maut bei Berücksichtigung der Reaktionsmöglichkeiten der Nutzer .....	XXI
<b>Anhang E.....</b>	<b>.....</b>	<b>XXIII</b>
	Varianzanalyse des Hubraums pro Erwachsenem und pro Pkw .....	XXIII
<b>Anhang F.....</b>	<b>.....</b>	<b>XXVII</b>
	Varianzanalyse der Autobahnfahrleistung pro Erwachsenem und pro Pkw .....	XXVII
<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>.....</b>	<b>XXXI</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1: Modal Split des Personenverkehrs 1960 und 2008 .....	2
Abbildung 3.1: Zusammenhang zwischen Verkehrsmenge, Verkehrsfluss und Geschwindigkeit .....	13
Abbildung 3.2: Optimale Staugebühr .....	13
Abbildung 3.3: Bepreisung zu Grenz- und Durchschnittskosten .....	16
Abbildung 3.4: Zweistufige Tarife .....	17
Abbildung 4.1: Elektronisches Vignetten-System .....	28
Abbildung 4.2: MLFF ETC System .....	29
Abbildung 4.3: Lkw-Mauterhebungssystem in Deutschland .....	31
Abbildung 5.1: Wohlfahrtsmaß nach Marshall .....	37
Abbildung 5.2: Kompensationsvariation nach Hicks .....	40
Abbildung 5.3: Wohlfahrtsveränderungen durch Erhöhung des Preises .....	51
Abbildung 6.1: Einkommensverteilung der Stichprobe .....	65
Abbildung 6.2: Autobahnkilometeranteil der Fahrleistung .....	67
Abbildung 6.3: Beziehung zwischen Einkommensklasse und Haushaltsgröße .....	68
Abbildung 6.4: Übersicht über Haushaltstypen in den verschiedenen Einkommensklassen .....	72
Abbildung 6.5: Streudiagramm für die Variablen „Einkommen“ und „Anzahl der Pkw pro Erwachsenen“ .....	74
Abbildung 6.6: Gesamtfahrleistung in Bezug auf Erwachsene und Pkw im Haushalt ..	75
Abbildung 6.7: Mittlerer Hubraum in Bezug auf Pkw im Haushalt .....	77
Abbildung 6.8: Überblick über die finanziellen Belastungen in Prozent des Nettoäquivalenzeinkommens aller Szenarien .....	85

Abbildung 6.9: Überblick über die Wohlfahrtsverluste der verschiedenen Einkommensklassen in Prozent des Nettoäquivalenzeinkommens aller Szenarien ..... 86

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 4.1: Mautsätze für Lkw in Deutschland.....	25
Tabelle 5.1: Kompensationsmöglichkeiten der Steuerausfälle durch Gebühren.....	57
Tabelle 5.2: Mautszenarien für Deutschland im Überblick.....	60
Tabelle 6.1: Einkommensklassen und Verkehrsverhalten in Bezug auf den kompletten Haushalt.....	68
Tabelle 6.2: Einkommen und Eigenschaften der Haushalte.....	71
Tabelle 6.3: Durchschnittliches Verkehrsverhalten.....	71
Tabelle 6.4: Einkommensklassen und Kennzahlen zu Hubraum und Kraftstoffverbrauch .....	77



## Abkürzungsverzeichnis

ADAC	Allgemeiner Deutsche Automobil-Club
BAB	Bundesautobahn
BAG	Bundesamt für Güterverkehr
BMF	Bundesministerium der Finanzen
BMVBS	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
BMVBW	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Wohnungswesen
BRD	Bundesrepublik Deutschland
BY	Bayern
CATI	Computer Assisted Telephone Interview
CDU	Christlich Demokratische Union
CV	Compensating variation
DIW	Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung
DSRC	Dedicated short range communication
EK	Einkommensklasse
EÄ	Erwachsenenäquivalent
EMU	Expected maximum utility
ETC	Electronic Toll Collection
EU	Europäische Union
FStrPrivFinG	Fernstraßenbauprivatfinanzierungsgesetz
Fzkm	Fahrzeugkilometer
GNSS	Global navigation satellite system
GPS	Global positioning system
HH	Haushalt
ICC	Integrated circuit card

IFV	Institut für Verkehrswesen
IVT	Institut für angewandte Verkehrs- und Tourismusforschung
IRP	Investitionsrahmenplan
IWW	Institut für Wirtschaftspolitik und Wirtschaftsforschung
KBA	Kraftfahrtbundesamt
Kfz	Kraftfahrzeug
KIT	Karlsruher Institut für Technologie
Km	Kilometer
Kombi	Kombinationskraftwagen
KR	Konsumentenrente
Lkw	Lastkraftwagen
MautHV	Mauthöheverordnung
Mio	Million
MLFF	Multilane free flow
MOP	Mobilitätspanel
Mrd	Milliarde
OBU	On-board unit
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
Pkw	Personenkraftwagen
PGK	Private Grenzkosten
PMK	Partikelminderungsklasse
PPP	Public Private Partnership
SGK	Soziale Grenzkosten
TH	Thüringen
VDA	Verband der Automobilindustrie
VIFG	Verkehrsinfrastrukturfinanzierungsgesellschaft
vs	versus
WTP	Willingness-to-pay
ÖPP	Öffentlich-Private-Partnerschaft

# 1. Einleitung

## 1.1 Motivation

Seit Jahren rückt das Thema Pkw-Maut in den Fokus von Politik und Öffentlichkeit. Besonders nach Einführung der fahrleistungsabhängigen Maut für schwere Lkw auf deutschen Bundesautobahnen im Jahr 2005 wurden Forderungen laut, diese auch auf den Pkw-Verkehr zu erweitern. Führende CDU-Politiker sprachen sich für die Einführung einer Maut aus, beispielsweise die Ministerpräsidenten von Baden-Württemberg und Bayern, Stefan Mappus und Horst Seehofer, sowie der Finanzminister des Landes Niedersachsen. Auch Bundesverkehrsminister Peter Ramsauer gehörte anfangs zu den Maut-Befürwortern. Vor der Bundestagswahl im Jahr 2009 revidierte er zwar seine Meinung, schloss eine Maut in Zukunft jedoch nicht komplett aus.

Das Umweltbundesamt sprach sich im Jahr 2010 für eine Einführung bzw. Ausweitung der Maut für Pkw aus und auch die EU-Kommission hält dies für sinnvoll. Zustimmung kommt ebenfalls von Experten aus der Wissenschaft, wie dem wissenschaftlichen Beirat des BMVBS.

In der Diskussion um die Einführung einer Pkw-Maut müssen sich die Befürworter jedoch gegen eine Front aus vehementen Gegnern stellen. Die meisten Vertreter aller politischen Parteien lehnen eine Maut für Pkw klar ab. Bundeskanzlerin Merkel erteilte dieser bis heute eine deutliche Absage. Kritische Stimmen sind vor allem von den deutschen Automobilclubs ADAC und VDA zu hören.

Hintergrund der Debatte ist die seit Jahren beobachtbare Unterfinanzierung der Bundesfernstraßen, vor allem im Bereich der Erhaltungs- und (Aus-) Baumaßnahmen.

„[Leistungsfähige Verkehrswege sind] eine Voraussetzung für Wachstum und Wettbewerbsfähigkeit unserer Volkswirtschaft. Deshalb ist es notwendig, die

Verkehrsinfrastruktur zu erhalten und bedarfsgerecht auszubauen“.<sup>1</sup> Dieser Satz leitete im Februar 2010 die Sitzung des Ausschusses für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung zum Thema „Zukünftigen Erhalt und Ausbau von Verkehrswegen sichern“ ein.

Wie wichtig die Straße als Verkehrsträger im Personenverkehr geworden ist, zeigen die Entwicklungen des Modal Split (vgl. **Abbildung 1.1**)

Während der Anteil des Eisenbahnverkehrs um etwa die Hälfte und der Anteil des öffentlichen Straßenpersonenverkehrs sogar um fast zwei Drittel im Jahr 2008 gesunken sind, hat der motorisierte Individualverkehr seit 1960 an Bedeutung gewonnen. Die Zunahme ist zurückzuführen auf den enormen Ausbau des Straßennetzes in den letzten Jahrzehnten.

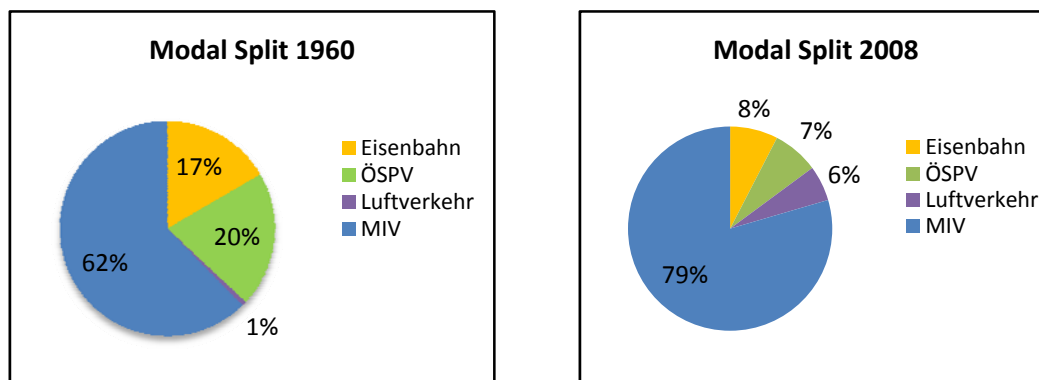


Abbildung 1.1: Modal Split des Personenverkehrs 1960 und 2008

Quelle: Verkehrs in Zahlen

Die enorme Entwicklung der Fahrleistungen von Pkw und Lkw in der BRD, welche seit 1975 bis 2008 um ca. 140 % (Pkw) bzw. 600 % (Lkw) gestiegen sind, verdeutlicht zudem die wachsende Bedeutung des Straßenverkehrs (vgl. **Anhang A**).

Gleichzeitig ist ein deutlicher Rückgang des Modernitätsgrades<sup>2</sup> von Straßen und Brücken festzustellen. Seit Mitte der 70er Jahre bis zum Jahr 2008 ist dieser um 17 % gefallen. Der Modernitätsgrad des Eisenbahnnetzes hingegen ist nach einem leichten Abfall in den 80er und 90er Jahren wieder angestiegen und bewegt sich auf einem konstanten Level von ca. 64 % (vgl. **Anhang A**).

---

<sup>1</sup> Kossak (2010)

<sup>2</sup> Der Modernitätsgrad liefert Informationen über die Altersstruktur von Anlagegütern. Dieser Kennwert gibt das Verhältnis von Nettoanlagevermögen zu Bruttoanlagevermögen an.

Unzureichende Instandhaltungs- und (Aus-) Baumaßnahmen des Straßennetzes werden künftig zu einem großen Problem führen. Dies liegt daran, dass die finanziellen Mittel für Investitionen im Straßeninfrastrukturbereich hauptsächlich durch den öffentlichen Bundeshaushalt bereitgestellt werden. Das Problem hierbei ist, dass die Steuereinnahmen des Bundes dem Non-Affektationsprinzip unterliegen, d.h. dass sie keine Zweckbindung haben und zur Ausgabendeckung in allen Haushaltsbereichen verwendet werden können. Von den verkehrsspezifischen Einnahmen aus der Kfz-Steuer, der Mineralölsteuer und seit 2005 aus der Lkw-Maut wird nur ein Teil für den Ausbau und Erhalt des Straßennetzes verwendet. Hinzu kommt, dass in Deutschland eine Umstellung der Fahrzeugflotte auf kleinere, verbrauchs- und schadstoffärmere Fahrzeuge zu verzeichnen ist, wodurch für die Zukunft mit geringeren Einnahmen für den öffentlichen Haushalt aus der Kfz- und Energiesteuer zu rechnen ist.

Die im Jahr 1999 durch das BMVBW und das BMF berufene „Kommission Verkehrsinfrastrukturfinanzierung“, die sogenannte Pällmann-Kommission, ging von einem Finanzierungsdefizit in Höhe von mindestens 4 Mrd. DM für die Jahre 2000 bis 2004 aus, welches sich in den darauffolgenden Jahren auf Grund der Diskrepanz zwischen Mittelbedarf und Mittelverwendung noch steigern werde.<sup>3</sup> Wegen der hohen Bedeutung des Straßenverkehrs für die Gesellschaft und die Wirtschaft ist es zwingend notwendig, diese Finanzierungslücke durch alternative Finanzierungsformen zu schließen.

In ihrem Schlussbericht vom September 2000 kommt die Pällmann-Kommission daher zu dem Ergebnis, dass eine Umstellung von der Steuer- zur Nutzerfinanzierung nötig ist, um die Substanzerhaltung und den weiteren Ausbau der Verkehrswege in den kommenden Jahren zu gewährleisten. Durch diese Maßnahme würde das Non-Affektationsprinzip aufgehoben und eine Zweckbindung der finanziellen Mittel im Verkehrssektor erreicht. Außerdem würde eine Erhebung von Nutzerentgelten dem Nutzer-/Veranlasserprinzip gerecht, d.h., dass die anfallenden Kosten von genau den Personen getragen werden, durch die sie verursacht werden.

Dieses Prinzip bedeutet auch, dass nun die ausländischen Verkehrsteilnehmer, die etwa 5 % zur Gesamtfahrleistung beitragen und die deutschen BAB bis jetzt kostenfrei

---

<sup>3</sup> Vgl. Bundesministerium für Verkehr (2000)

nutzen können, mit einem Anteil zur Kostendeckung beitragen und die verursachten Kosten nicht nur von den deutschen Bürgern übernommen werden müssen.

Würde eine Maut mit Kompensationen, u.a. der Senkung der Energiesteuer auf Kraftstoffe eingeführt, so könnten die Kraftstoffpreise den umliegenden Ländern angeglichen und damit der verstärkte Tanktourismus in Grenzregionen vermindert werden.

Ziel dieser Arbeit ist, zu zeigen, dass eine Pkw-Maut, welche in Verbindung mit Kompensationsmaßnahmen eingeführt wird, für die meisten deutschen Bürger Vorteile mit sich brächte. Dies würde bedeuten, dass eine Nutzerfinanzierung durch eine Pkw-Maut somit gerechter sei als die Steuerfinanzierung. Dabei sollen die finanziellen Auswirkungen mehrerer verschiedener Mautszenarien auf unterschiedliche Nutzergruppen unter Berücksichtigung möglichst vieler Einflussfaktoren untersucht werden.

Diese detaillierte Betrachtung soll genaue Informationen zu der geplanten verkehrspolitischen Maßnahme vermitteln, um die Akzeptanz der Einführung einer Pkw-Maut von Politikern und Bevölkerung zu fördern.

## **1.2 Aufbau der Arbeit**

Im Anschluss an die Einleitung, ist die Arbeit in sechs Kapitel aufgebaut.

Zunächst erfolgt in Kapitel 2 eine ausführliche Betrachtung der Argumente der bisherigen Diskussion einer Pkw-Maut. In Kapitel 3 wird der Begriff „Road Pricing“ eingeführt und die wichtigsten Aufgaben und Ziele von Straßenbenutzungsabgaben erläutert. Kapitel 4 gibt einen Überblick über die unterschiedlichen Arten von Straßenbenutzungsgebühren und stellt Technologien zur Realisierung dieser Mautarten vor. In Kapitel 5 werden grundlegende wohlfahrtsökonomische Aspekte von verkehrspolitischen Maßnahmen erörtert. Es wird vor allem auf die Messung individueller Wohlfahrt, die Substitutionsmöglichkeiten der Verkehrsteilnehmer sowie auf Kompensationsmöglichkeiten eingegangen. Kapitel 6 liefert im ersten Teil die Grundlagen für die in den weiteren Abschnitten folgende Analyse der finanziellen Auswirkungen einer Pkw-Maut auf verschiedene Nutzergruppen. Mit Hilfe dieser Daten

über die realisierbaren Mautszenarien und Nutzergruppen werden die finanziellen Belastungen berechnet und ausgewertet. Die Arbeit endet mit der Schlussbetrachtung und einem Ausblick für weitere Untersuchungen.





## 2. Aktuelle Diskussion einer Pkw-Maut

Kapitel 1.1 erwähnte bereits, dass das Vorhaben der Einführung einer Pkw-Maut in Deutschland zu heftigen Diskussionen führt. Im April 2010 veröffentlichte das Umweltbundesamt seinen Bericht „Pkw-Maut in Deutschland? – Eine umwelt- und verkehrspolitische Bewertung“ und plädierte darin für die Finanzierung der Straßeninfrastruktur durch eine bundesweite fahrleistungsabhängige Pkw-Maut.

„Autofahren anders bezahlen?“ – mit dieser Frage beschäftigte sich im Juni 2010 auch das InnoZ-Symposium in Berlin. Von Politikern, Wissenschaftlern und Vertretern der Wirtschaft wurden die chronischen Defizite der Straßeninfrastrukturfinanzierung, sowie die Umstellung auf eine Nutzerfinanzierung mittels einer Maut diskutiert. Im Blickpunkt standen vor allem die technischen Möglichkeiten der Umsetzung, sowie Fragen der Nutzerakzeptanz und des Datenschutzes.

Demgegenüber steht jedoch ein deutlich höherer Anteil an kritischen Stimmen. Vor allem der ADAC spricht sich sowohl im Jahr 2005 (ADAC Motorwelt, Ausgabe 12/2005) als auch in der Studie „Pkw-Maut in Deutschland? Eine verkehrs- und wirtschaftspolitische Bewertung“ aus dem Jahr 2010 gegen eine Pkw-Maut aus. Die Hauptargumente sind im folgendem aufgelistet:

- **Verteuerung des Straßenverkehrs:** die deutschen Autofahrer trügen durch verkehrsspezifische Steuern (Kfz-Steuer und Energiesteuer) bereits ein Vielfaches der für den Erhalt und Ausbau der Straßeninfrastruktur notwendigen finanziellen Ausgaben. Durch die Einführung einer Pkw-Maut würde auf Autofahrer eine enorme Zusatzbelastung zukommen und der Konsum eingeschränkt. Eine Verteuerung des Straßenverkehrs würde außerdem eine Verringerung der Mobilität der Bevölkerung mit sich bringen. Dieses Argument verliert jedoch durch die

Tatsache, dass die verkehrsspezifischen Steuern allgemeine Steuern sind und keiner Zweckbindung unterliegen, an Bedeutung.

- **Energiesteuer als gerechteste Gebühr:** durch die Mineralölsteuer werden die Personen, die viel fahren und damit auch einen höheren Kraftstoffverbrauch haben, bereits deutlich mehr belastet als Wenigfahrer. Somit gilt diese als faire „Benutzungsgebühr“. Dabei wird jedoch wie bereits erwähnt, nicht berücksichtigt, dass die Energiesteuer eine allgemeine Steuer ist und dem Non-Affektationsprinzip unterliegt. Ebenso wird außer Acht gelassen, dass der Staat durch vermehrten Tanktourismus in den Grenzregionen Deutschlands Mindereinnahmen zu verzeichnen hat. Würden die Kraftstoffpreise durch eine Senkung der Energiesteuer den umliegenden Ländern angepasst, könnte dieser Erscheinung entgegengewirkt und Einnahmen generiert werden.
- **Ungerechtigkeit:** eine Pkw-Maut sei sozial nicht ausgewogen. Durch die regressive Wirkung einer Vignette würden Vielfahrer im Vergleich zu Wenigfahrern verhältnismäßig deutlich geringer belastet. Da diese häufig auch höhere Einkommen beziehen, bedeutet dies, dass sich eine Maut auf das Wohlfahrtniveau von Geringverdienern wesentlich stärker negativ auswirken würde. Diese Behauptung gilt jedoch nur für eine Vignettenlösung. Mittels einer fahrleistungsabhängigen Gebühr werden hingegen die Nutzer mit einer höheren Fahrleistung auch stärker belastet. Bezüglich der Beurteilung der Verteilungsgerechtigkeit ist es daher unabdingbar, alle verschiedenen Mautarten zu betrachten, um zu einem repräsentativen Ergebnis zu gelangen.
- **Kompensationen auf der Steuerseite seien kaum denkbar,** da auf Grund des Verschuldungsgrades der Bundesrepublik nur geringe Möglichkeiten für Steuersenkung bestünden. Somit könnten die Verluste der Verkehrsteilnehmer nicht ausgeglichen werden. Aus Akzeptanzgründen und Gerechtigkeitsaspekten gegenüber ausländischen Verkehrsteilnehmern sind Kompensationsmaßnahmen jedoch unumgänglich.

- **Verkehrsverlagerung auf das nachgelagerte Verkehrsnetz:** da Deutschland über ein sehr gut ausgebautes Netz an Bundes- und Landstraßen verfüge, würden Autofahrer bei Einführung einer Maut mit Ausweichreaktionen auf das nachgelagerte Straßennetz reagieren. Dies hätte zur Folge, dass dort ein erhöhtes Verkehrsaufkommen zu verzeichnen sei. Somit ergebe sich ein größeres Sicherheitsrisiko durch höhere Unfallwahrscheinlichkeit und eine stärkere Gefährdung der Umwelt in meist ländlichen Gebieten beispielsweise durch Schadstoffe und Lärmbelästigung. Ausweichreaktionen sind jedoch nicht nur Folge von erhöhten Gebühren, sondern auch häufig bei Staus auf Autobahnen zu beobachten. Eine kilometerabhängige Maut kann durch ihre Lenkungswirkung zur Staureduktion beitragen und somit könnten vermehrte Ausweichreaktionen der Verkehrsteilnehmer vermieden werden.
- **Technische Probleme und hohe Kosten des Erhebungssystems:** würde eine Maut mittels elektronischer oder satellitengestützter Mauttechnologien erhoben, ergebe sich ein hoher finanzieller und technischer Aufwand für die Erfassung und Kontrolle. Ebenfalls ist nicht sicher, ob ein System wie das von Toll Collect eine Menge von etwa 42 Mio. Pkw problemlos bewältigen kann. Auf lange Sicht sind dem jedoch die effiziente Finanzierung und der positive Nutzen der Verkehrssteuerung und der Umweltentlastung gegenüberzustellen.
- **Datenschutz:** gravierende Probleme sieht der ADAC in der Gewährleistung des Datenschutzes vor allem bei einem satellitengestützten Mautsystem. Durch die Speicherung fahrzeugspezifischer Daten und der Aufzeichnung aller gefahrenen Kilometer und Strecken wäre der Bürger in seiner Privatsphäre und der Bewegungsfreiheit eingeschränkt. Dieses Thema muss bei Einführung einer Maut ausführlich diskutiert werden. Die Erfahrungen aus der Lkw-Maut zeigen, dass es durchaus möglich ist, eine Maut einzuführen ohne den Bürger zu überwachen. So werden die Daten nur im Rahmen des Enforcements überprüft und nach erfolgreicher Kontrolle sofort gelöscht. Des Weiteren ist anzumerken, dass nur rund 10 % der Kontrollbaken in Deutschland aktiviert sind.

- **Akzeptanz der Bevölkerung:** laut Umfragen lehnen rund zwei Drittel der deutschen Bevölkerung die Einführung einer Pkw-Maut auf Autobahnen ab. Gründe hierfür sind zum einen mangelnder Datenschutz, zum anderen das Misstrauen gegenüber der Politik, Steuersenkungen zur Kompensation zu erlassen und die Gebühren in dem Bereich einzusetzen, für den sie erhoben werden. Oftmals rührt diese Ablehnung aus mangelnder Information der Bürger im Vorfeld über die geplante Maßnahme, da eine differenzierte Betrachtung unterschiedlicher Mautszenarien vernachlässigt wird und Einflussfaktoren (Kompensation durch Steuernachlässe, etc.) nicht, oder nur in geringem Umfang, in Betracht gezogen werden. Einige Studien, z.B. die Untersuchung der Nutzerakzeptanz einer Maut in Norwegen, beweisen, dass genaue Kenntnisse über die Auswirkungen aller verschiedenen denkbaren Mautlösungen und die Einnahmenverwendung die Akzeptanz in der Bevölkerung fördern.<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> Vgl. Odeck, et al. (2010)

## **3. Aufgaben und Ziele des Road Pricing**

### **3.1 Der Begriff „Road Pricing“**

Unter dem Begriff „Road Pricing“ (dt. „Straßenbenutzungsabgaben“) werden jegliche Instrumente der Preispolitik zusammengefasst, die eine Bepreisung von Straßen ermöglichen. Die Kraftfahrzeugfahrer müssen also für die Nutzung der Straßeninfrastruktur (Straßen, Tunnel, Brücken) Gebühren entrichten. Erhebungszweck und -verfahren sind dabei nicht relevant.<sup>5</sup> Die Gebühren können beispielsweise nach einzelnen Straßenabschnitten, unterschiedlichen Tageszeiten oder Fahrzeugtypen differenziert werden. Im deutschen Sprachgebrauch werden als Synonyme für Straßenbenutzungsabgaben häufig die Begriffe Straßenbenutzungsgebühren, Straßenbenutzungsabgaben und Maut verwendet. Das Wort „Maut“ stammt vom gotischen Wort *mota* (Zoll) ab und bezeichnet im Allgemeinen eine Gebühr für die Nutzung von Straßen.

### **3.2 Aufgaben von Straßenbenutzungsgebühren**

Road Pricing verfolgt im Wesentlichen drei zielgerichtete Aufgaben:<sup>6</sup>

- Internalisierung externer Effekte zur Umweltentlastung
- Verkehrssteuerung zur Kapazitätsauslastung und Staureduktion
- Finanzierung der Straßeninfrastruktur

---

<sup>5</sup> Vgl. Teubel (2001), S. 36

<sup>6</sup> Vgl. Erdmenger (2010), S. 4 f.

### 3.2.1 Internalisierung externer Effekte

Ziel der Internalisierung externer Effekte ist es, die Belastungen für die Umwelt durch den Automobilverkehr zu verringern. Als externe Effekte werden Kosten bezeichnet, die entstehen, wenn Wirtschaftssubjekte einen Teil der Kosten, die sie durch ihre Aktivitäten verursachen, nicht selbst tragen, sondern auf unbeteiligte Dritte abwälzen. Zu den externen Kosten im Straßenverkehr zählen Unfallkosten und Unfallfolgekosten, die nicht durch Versicherungen internalisiert wurden, sowie Umweltkosten in Form von Kosten der Lärmemissionen und der Luftverschmutzung. Lärmemissionen können psychische und physische Schäden (z.B. Schlafstörungen, Gehörschädigungen oder Stress) hervorrufen. Emittierte Schadstoffe (z.B. CO<sub>2</sub>, Partikel oder Ruß) können, neben gesundheitlichen Beeinträchtigungen, Schäden an Gebäuden, an Landschaft und Natur sowie eine Veränderung des Klimas/der Vegetation bewirken. Durch die Internalisierung externer Effekte werden diese Kosten den Pkw-Fahrern verursachergerecht angelastet und somit eine Abwälzung auf die Allgemeinheit verhindert.<sup>7</sup>

### 3.2.2 Verkehrssteuerung zur Kapazitätsauslastung

In den meisten Straßennetzen sind zeitweilige Kapazitätsüberlastungen durch Verkehrsstaus beobachtbar. Aufgabe von Straßenbenutzungsgebühren ist es, den Verkehr so zu steuern, dass die Kapazitäten optimal ausgelastet und Störungen des Verkehrsflusses und somit Zeitverluste der Verkehrsteilnehmer möglichst vermieden werden.

Die Ermittlung einer optimalen Staugebühr geht auf die Theorie von Pigou zurück. Der Verkehrsfluss  $f$  [Kfz/h] eines Streckenabschnitts entspricht dem Produkt von Fahrgeschwindigkeit  $v$  [km/h] und Fahrzeugmenge  $x$  [Kfz/km]. Diese Zusammenhänge werden in **Abbildung 3.1** graphisch verdeutlicht.

Auf einem Streckenabschnitt werden sich ab einer bestimmten Verkehrsmenge ( $x_k$ ) die Fahrzeuge gegenseitig behindern, die durchschnittliche Fahrgeschwindigkeit sinkt durch jedes hinzukommende Fahrzeug ab. Wenn die Kapazitätsgrenze erreicht ist und

---

<sup>7</sup> Vgl. Steininger (2005), S. 50 f. und Eckey (2000) S.

noch weitere Fahrzeuge auf den Streckenabschnitt drängen, nimmt die Geschwindigkeit weiter ab und der Verkehrsfluss sinkt bis zum kompletten Stillstand ( $f$  und  $v=0$ ).<sup>8</sup>

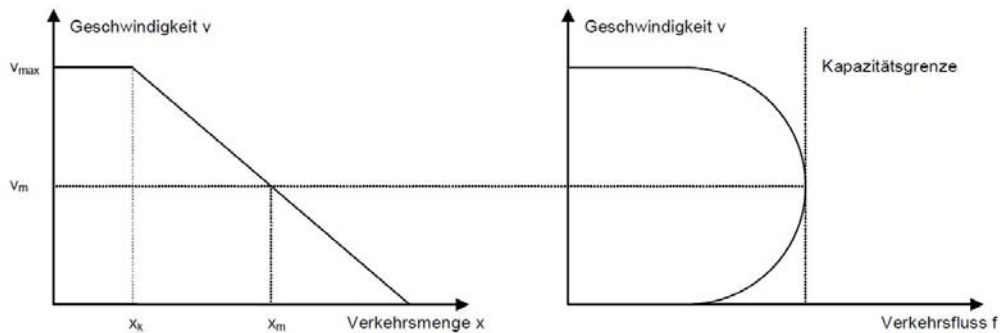


Abbildung 3.1: Zusammenhang zwischen Verkehrsmenge, Verkehrsfluss und Geschwindigkeit

Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Eisenkopf (2002), S. 177 f.

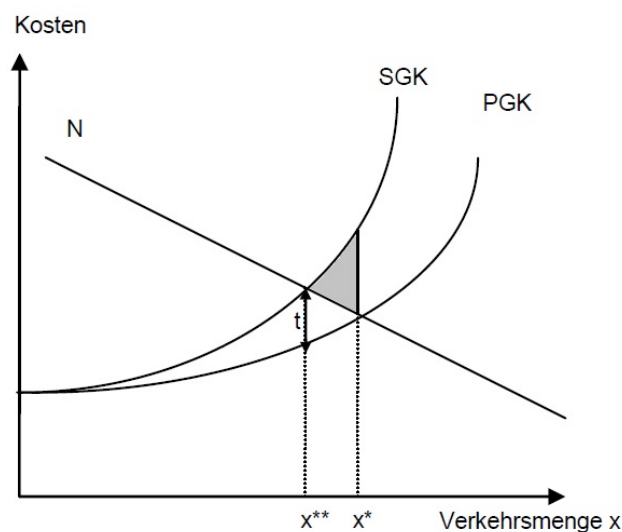


Abbildung 3.2: Optimale Stauegebühr

Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Rothengatter (2008), S. 46

Jedes hinzukommende Fahrzeug verringert die Fahrgeschwindigkeit aller anderen Nutzer, die sich schon auf der Straße befinden. Diesen entstehen durch erhöhten Zeitaufwand zusätzliche Kosten, welche als externe Staukosten bezeichnet werden. Die

---

<sup>8</sup> Vgl. Eisenkopf (2002), S. 176 ff. und Eckey (2000), S.

Nachfrage, die die Zahlungsbereitschaft der Nutzer für eine zusätzliche Fahrt widerspiegelt, sinkt mit zunehmenden Kosten. Bei der Entscheidung zum Fahrtantritt wird jeder Nutzer nur seine eigenen Kosten (Kosten für den Fahrzeugbetrieb und Zeitkosten), die sogenannten privaten Grenzkosten (PGK) beachten. Seinen Einfluss auf die Reisezeit und damit auf die Reisekosten der anderen Nutzer, die durch die sozialen Grenzkosten (SGK) gegeben sind, berücksichtigt er nicht. Ist eine bestimmte Fahrzeuganzahl von  $x^*$  erreicht, kommt es zu Kapazitätsüberlastungen und Wohlfahrtsverlusten in Höhe der grauen Fläche, da private und soziale Grenzkosten nicht übereinstimmen (vgl. **Abbildung 3.2**). Um dies zu vermeiden, können Straßenbenutzungsgebühren in Höhe von  $t$  eingeführt werden, welche den sozialen Zusatzkosten entsprechen, die durch einen zusätzlichen Verkehrsteilnehmer verursacht werden. Somit werden die privaten Grenzkosten auf die Höhe der sozialen Grenzkosten angehoben. Die Anzahl der Fahrzeuge auf der Strecke reduziert sich auf die optimale Anzahl  $x^{**}$ , folglich erhöht sich die Geschwindigkeit wieder, wodurch sich die Zeitkosten der Nutzer verringern.<sup>9</sup>

### 3.2.3 Finanzierung der Straßeninfrastruktur

Bei zunehmender Verkehrsleistung auf den deutschen Bundesfernstraßen heute werden nur rund ein Drittel der verkehrsspezifischen Abgaben (aus Mineralöl- und Kfz-Steuer) für die Straßeninfrastruktur verwendet. Dieser Trend wird sich auch in Zukunft fortsetzen. Auf Grund dieser Tatsache wird die ausreichende Finanzierung von Neubau-, Ausbau- und Instandhaltungsmaßnahmen des Bundesfernstraßennetzes durch den Bundeshaushalt ein großes Problem darstellen.<sup>10</sup> Daher besteht eine weitere wichtige Aufgabe von Straßenbenutzungsabgaben darin, finanzielle Mittel für Investitionen im Infrastrukturbereich bereitzustellen. Zusätzliche Bedeutung erhält dieser Aspekt im Hinblick auf den Wechsel von der Steuer- zur Nutzerfinanzierung, die eine Verbesserung des Straßenbaus und der Straßenunterhaltung ermöglicht. Durch die Abgabe von Mautgebühren kann die Finanzierung des Straßennetzes von den Nutzern selbst getragen und somit der öffentliche Haushalt entlastet werden.

---

<sup>9</sup> Vgl. Teubel (2001) S. 37 f. und Eisenkopf (2002), S. 179 ff.

<sup>10</sup> Vgl. Albrecht (2003) S. 16



Zur Ermittlung der Verkehrsinfrastrukturkosten sowie deren Zuordnung zu den einzelnen Nutzerkategorien und der anschließenden Berechnung einer optimalen Benutzungsgebühr werden Wegerechnungen herangezogen. Grundsätzlich können **Wegerechnungen** nach **Wegeausgaben-** und **Wegekostenrechnungen** differenziert werden. Bei ersteren werden die Ausgaben für die Verkehrsinfrastruktur den Einnahmen durch Abgaben, die von den Nutzern entrichtet werden, gegenübergestellt. Wegekostenrechnungen orientierten sich an betriebswirtschaftlichen Kostenrechnungen und berücksichtigen neben den laufenden Kosten auch den Werteverzehr und Opportunitätskosten.<sup>11</sup> Diese können grundsätzlich auf den im Folgenden näher erläuterten **wissenschaftlichen Konzepten zur Preisbildung** basieren.

### 3.2.3.1 Wissenschaftliche Konzepte zur Preisbildung

#### Grenzkostenpreise

Die traditionelle wohlfahrtsoptimierende Preistheorie ist die Preisbildung zu Grenzkosten. Der Preis entspricht dabei den Kosten, die durch das Hinzukommen einer zusätzlichen Verkehrseinheit, i.d.R. eines zusätzlichen Fahrzeugkilometers entstehen. Im Verkehrssektor empfiehlt das Weißbuch der EU-Kommission „Faire und effiziente Preise für die Infrastrukturbenutzung“ von 1998, die sozialen Grenzkosten zu betrachten, welche sich aus den Grenzkosten der Infrastrukturbenutzung, den Grenzkosten des Staus sowie den Grenzkosten externer Ressourcenverbräuche (Umwelteinflüsse, Unfälle) zusammensetzen.<sup>12</sup> Hierbei wird jedoch vergessen, dass sich die Kostenfunktionen im Verkehrssektor durch einen enorm hohen Anteil der von der Nutzungsintensität unabhängigen fixen Kosten für die Bereitstellung der Infrastruktur, sowie durch einen sinkenden Verlauf der Durchschnittskosten auszeichnen. Aufgrund der fallenden Durchschnittskostenfunktion ist durch die Bepreisung zu Grenzkosten ( $p=p^*$ ) eine Deckung der gesamten Kosten, die den Durchschnittskosten entsprechen, nur in Ausnahmefällen möglich. Somit ist dieses Konzept der Preisbildung nicht mehr wohlfahrtsoptimal und die Finanzierung kann nicht gewährleistet werden (vgl. **Abbildung 3.3**).<sup>13</sup>

---

<sup>11</sup> Vgl. Eisenkopf (2003), S. 25 f.

<sup>12</sup> Vgl. Eisenkopf (2003), S. 229

<sup>13</sup> Vgl. Rothengatter (2008)

### Ramsey-Preise

Das Prinzip des Ramsey-Pricing ist ein Second best-Ansatz, um die Verluste, die bei einer Bepreisung zu Grenzkosten entstehen, durch Zuschläge auf diese auszugleichen ( $p=p^{**}$ ). Die Zuschläge sind umgekehrt proportional zu den Preiselastizitäten der einzelnen Nutzergruppen zu bemessen.<sup>14</sup> Demzufolge müssen Nachfrager mit einer hohen Preiselastizität niedrige Preise bezahlen, jene mit einer niedrigen Preiselastizität hingegen hohe Preise. Nachfrager mit schlechten oder ohne Ausweichmöglichkeiten sind somit stärker von dieser Regel betroffen als diejenigen, denen sich viele Alternativen bieten, was im Widerspruch zu sozialen Gerechtigkeitszielen steht. Das Ramsey-Pricing bereitet in der Realität zudem Schwierigkeiten, da es detaillierte Informationen über die Nachfrageelastizitäten erfordert.<sup>15</sup>

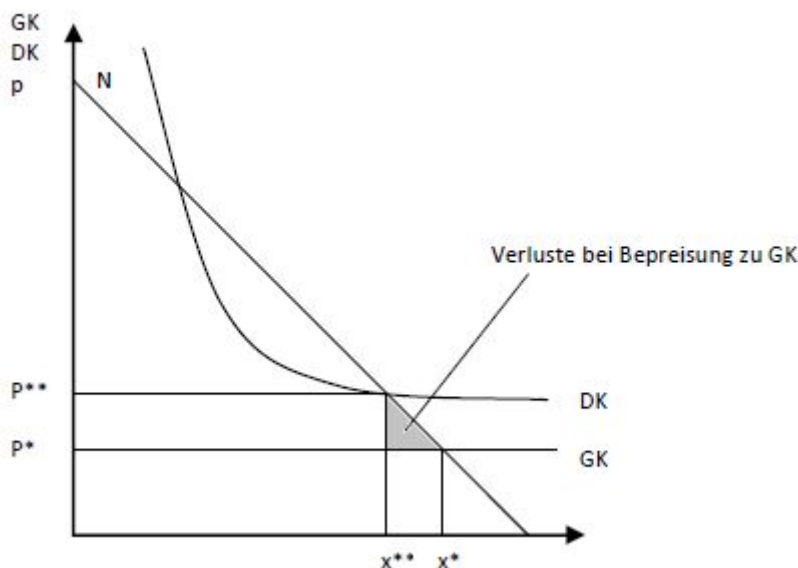


Abbildung 3.3: Bepreisung zu Grenz- und Durchschnittskosten

Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Rothengatter (2008), S. 8

<sup>14</sup> Formale Ableitung der Ramsey-Regel:  $\frac{p_i - GK_i}{p_i} = k * \frac{1}{\epsilon}$  wobei  $p_i$  den Preis des Gutes  $i$ ,  $GK_i$  die Grenzkosten und  $\epsilon$  die Preiselastizität der Nachfrage darstellen;  $k$ : Konstante abhängig von gewünschter Kostendeckung.

Vgl. Eisenkopf (2003), S. 90

<sup>15</sup> Vgl. Eisenkopf (2003), S. 92

### Zweistufige Tarife

Zweistufige Tarife sind dadurch gekennzeichnet, dass sich die Ausgaben der Nutzer aus einem Fixpreis  $T$ , der einer Grundgebühr oder Eintrittsgebühr entspricht, und einem Stückpreis  $p$  zusammensetzen.

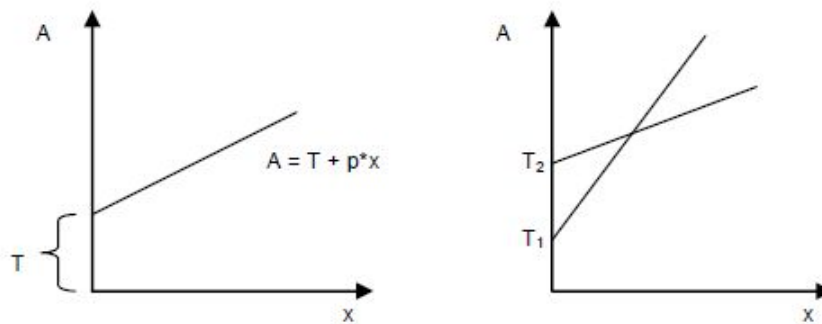


Abbildung 3.4: Zweistufige Tarife

Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Eisenkopf (2002), S.93 ff.

Derartige Preismodelle werden häufig im Telekommunikations-, Energie- oder Bahnsektor eingesetzt (Handytarife, Bahncard, etc.). Für den Produzenten ergeben sich Vorteile, indem er durch eine Basisgebühr schon zu Beginn feste Einnahmen hat, durch die ein Teil der Fixkosten gedeckt werden kann. Der Konsument erhält Leistungen nach Zahlung der Grundgebühr zu niedrigeren Tarifen. Desweiteren können Konsumenten je nach Konsum selbst wählen, welche Tarifoption die für sie günstigste ist, beispielsweise niedrige Grundgebühr ( $T_1$ ) und hohe variable Kosten oder hohe Grundgebühr ( $T_2$ ) und niedrige variable Kosten (vgl. **Abbildung 3.4**). Optimale zweistufige Tarife werden in der Regel sowohl Produzenten als auch Konsumenten gegenüber ihrer bisherigen Situation besser stellen.

### **Vollkostenpreise**

Bei der Preissetzung zu Vollkosten oder auch Durchschnittskosten entspricht der Preis demjenigen, der die gesamten Kosten eines Produktes enthält. In der Vollkostenrechnung werden zunächst sämtliche Kosten, die durch die Bereitstellung und Inanspruchnahme der Verkehrsinfrastruktur anfallen, in der Kostenartenrechnung ermittelt und in Einzel- und Gemeinkosten unterteilt. In der Kostenträgerrechnung werden die Einzelkosten daraufhin gemäß dem Verursachungsprinzip direkt den einzelnen Kostenträgern zugerechnet. Die Zurechnung der Gemeinkosten erfolgt anteilig, nachdem sie den diese auslösenden Kostenstellen zugeordnet wurden. Die Vollkosten ergeben sich aus den Kapitalkosten, die die kalkulatorischen Abschreibungen (Werteverzehr durch Bereitstellung und Nutzung) und die kalkulatorischen Zinsen (Kosten der Kapitalbildung) beinhalten, sowie den laufenden Kosten für den Betrieb und die Unterhaltung der Verkehrswege. Vollkostenrechnungen erfolgen meist in Form von Istkosten-, Normalkosten- oder Plankostenrechnungen.<sup>16</sup> Die beiden ersteren werden als vergangenheitsorientierte Methoden bezeichnet, zu welchen die Wegekostenrechnung des Deutschen Instituts für Wirtschaftsforschung (DIW) zählt.<sup>17</sup> Grundlage bilden die Ausgaben vergangener Perioden, die mit Hilfe von anlagespezifischen Preisindexreihen auf Preise für die Gegenwart umgewandelt werden. Diese Methode entspricht der Kumulationsmethode oder Perpetual Inventory-Methode.<sup>18</sup> Die Wegekostenrechnung von Prognos/IWW<sup>19</sup> basiert hingegen auf der Plankostenrechnung, einer zukunftsbezogenen Methode. Die Ermittlung des Bruttoanlagevermögens erfolgt durch die Analyse der Wiederbeschaffungskosten jeder Komponente von kürzlich realisierten oder geplanten Baumaßnahmen. Ein weiterer Unterschied zwischen den Wegekostenrechnungen des DIW und Prognos/IWW besteht in der Betriebsfiktion: während das DIW-Gutachten eine „Betriebsfiktion einer öffentlichen Verwaltung“ unterstellt, da das Verkehrsnetz vom Staat bereitgestellt, finanziert und betrieben wird, geht die Prognos/IWW-Rechnung von einer

---

<sup>16</sup> Vgl. <http://www.wirtschaftslexikon24.net/d/vollkostenrechnung/vollkostenrechnung.htm>, Begriff Vollkostenrechnung

<sup>17</sup> Vgl. Link et al. (2009), S. 7

<sup>18</sup> Vgl.

<http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Statistiken/VolkswirtschaftlicheGesamtrechnungen/Vermögensrechnung/Begriffserläuterungen/Kumulationsmethode,templateId=renderPrint.psml>, Begriff: Kumulationsmethode

<sup>19</sup> Vgl. Rommerskirchen et al.(2007), S. 1f.

„Betriebsfiktion eines öffentlichen/teilprivaten Unternehmens“ aus, die das Ziel verfolgt, das Straßennetz langfristig zu erhalten und durch die Nutzer selbstfinanzierend zu betreiben. Dies bedeutet, dass zusätzliche Kostenpositionen (z.B. Planungskosten) in die Rechnung mit einbezogen werden.<sup>20</sup>

### 3.2.3.2 Finanzierungskonzepte

Wie bereits erwähnt, werden durch den öffentlichen Haushalt nicht genügend finanzielle Mittel zur Verfügung gestellt, um das Straßennetz dauerhaft durch Instandhaltungs- und Ausbaumaßnahmen in gutem Zustand zu halten. Diese Engpässe können mit Hilfe öffentlich-privater Partnerschaften behoben werden.<sup>21</sup> Durch die sogenannten ÖPP-Modelle (engl. PPP – Public Private Partnership) kann auf Grund effizienter Betriebsstrukturen eine schnellere Realisierung von Bau- und Erhaltungsmaßnahmen erfolgen und eine hohe Qualität dieser Maßnahmen durch langfristige Kapitalbindung gewährleistet werden. Des Weiteren bieten diese Modelle eine Finanzierungsbasis, durch welche die öffentlichen Haushalte entlastet werden und die unabhängig von Haushaltsschwankungen ist.<sup>22</sup> Es werden drei Modelltypen unterschieden:

Beim **A-Modell** werden Planung, Bau, Erhaltung und Betrieb eines Autobahnabschnitts an ein privates Unternehmen im Rahmen einer zeitlich befristeten Konzession (30 Jahre) vergeben. Die Kosten sowie das Risiko des privaten Unternehmens werden durch die anfallende Lkw-Maut pro Kilometer, die auf dem Konzessionsabschnitt gemäß Autobahnmautgesetz für schwere Nutzfahrzeuge (> 12 t) erhoben wird, refinanziert. Der öffentliche Auftraggeber kann bei Bedarf eine Anschubfinanzierung bereitstellen. Die Maut wird nicht durch den Konzessionär, sondern durch ein drittes Unternehmen (Toll Collect) erhoben. Diese fließt daraufhin in den Bundeshaushalt und wird an die VIFG (Verkehrsinfrastrukturgesellschaft) weitergeleitet. Bundesweit gibt es derzeit vier

---

<sup>20</sup> Vgl. Morgan Stanley Bank AG (2010), S. 20 und [http://www.bdi.eu/download\\_content/InfrastrukturUndLogistik/Broschuere\\_Schlussfolgerungen\\_26\\_03\\_10.pdf](http://www.bdi.eu/download_content/InfrastrukturUndLogistik/Broschuere_Schlussfolgerungen_26_03_10.pdf)

<sup>21</sup> Vgl. BMVBS (2010), <http://www.bmvbs.de/SharedDocs/DE/Artikel/StB-LA/oeffentlich-private-partnerschaften-im-bundesfernstrassenbau.html?nn=35602>

<sup>22</sup> Vgl. Bundesverband PPP (2009)

Pilotprojekte, die in einem A-Modell realisiert werden. Dazu zählen der sechsstreifige Ausbau der A8 zwischen Augsburg und München, der A1 zwischen Hamburg und Bremen, der A4 in Thüringen sowie der A5 zwischen Malsch und Offenburg.<sup>23</sup>

Das **F-Modell** ist ein Privatisierungsmodell gemäß dem Fernstraßenbauprivatfinanzierungsgesetz (FStrPrivFinG). Der Neu- und Ausbau sowie die Erhaltung und der Betrieb von Bundesfernstraßen werden hierbei ebenso wie beim A-Modell an Private übertragen. Diese haben als Konzessionäre das Recht, Mautgebühren von allen Nutzern (Pkw, Lkw, Busse) einzufordern. Diese sind jedoch beschränkt auf Ingenieurbauwerke wie Brücken, Tunnels und Gebirgspässe. Die Mauthöhe richtet sich gemäß Mautverordnung nach den Investitions- und Betriebskosten und muss in einem angemessenen Verhältnis zu dem Vorteil der Benutzung stehen.<sup>24</sup> In Deutschland wurden bisher zwei Modelle nach diesem Modell realisiert, zum einen der Bau der „Warnowquerung“ (Warnowtunnel) in Rostock im Jahr 2003, zum anderen der Bau der „Travequerung“ (Herrentunnel) in Lübeck im Jahr 2005. Weitere Projekte wie die Hafenspanne in Hamburg und die „Weserquerung“ sind derzeit in Planung.<sup>25</sup>

Beim **Verfügbarkeitsmodell** übernimmt ein privates Unternehmen wie bei den bereits vorgestellten Modellen Planung, Bau, Erhaltung und Betrieb eines Straßenabschnitts. Die Refinanzierung erfolgt jedoch nicht durch eine Nutzerfinanzierung in Abhängigkeit der Verkehrsmenge, sondern durch monatliche Zahlungen des öffentlichen Auftraggebers, die an die Verfügbarkeit der Straße gebunden sind.<sup>26</sup> Ein derartiges Modell wurde in Deutschland bisher noch nicht umgesetzt, jedoch ist der Ausbau der A9 an der Landesgrenze TH/BY gemäß dem Verfügbarkeitsmodell geplant (Vergabestart: 18. März 2009).<sup>27</sup>

---

<sup>23</sup> Vgl. Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr Baden-Württemberg (2010)

<sup>24</sup> Fernstraßenbauprivatfinanzierungsgesetz;(30.08.1994)

<sup>25</sup> Vgl. BMVBS (2010), <http://www.bmvbs.de/SharedDocs/DE/Artikel/StB-LA/oepp-im-bundesfernstrassenbau-uebersicht-einzelprojekte-stand-fruehjahr-2010.html?nn=35602>

<sup>26</sup> Vgl. <http://www.ppp-plattform.de/index.php?page=236>

<sup>27</sup> Vgl. BMVBS (2010), <http://www.bmvbs.de/SharedDocs/DE/Artikel/StB-LA/oepp-im-bundesfernstrassenbau-uebersicht-einzelprojekte-stand-fruehjahr-2010.html?nn=35602>

## **4. Mautarten und Technologien zur Umsetzung**

Dieses Kapitel gibt im ersten Abschnitt einen Überblick über die Arten von Straßenbenutzungsabgaben und deren Differenzierungsmöglichkeiten. Es wird unterschieden zwischen zeitabhängiger, fahrleistungsabhängiger, flächenabhängiger und objektabhängiger Maut. Des Weiteren wird betrachtet, inwieweit die verschiedenen genannten Ziele des Road Pricing (Verkehrsteuerung vs. Finanzierung) durch die einzelnen Mautarten erreicht werden können. Zur Realisierung einer Maut stehen verschiedene Erhebungsverfahren zur Verfügung, deren Grundtypen im zweiten Abschnitt dargestellt und durch Fallbeispiele näher erläutert werden

### **4.1 Mautarten**

#### **4.1.1 Zeitabhängige Maut**

Bei der zeitabhängigen Maut werden Abgaben für die unbegrenzte Straßennutzung innerhalb eines bestimmten Zeitraumes (Tag, Monat, Jahr) fällig. Bei diesem Konzept steht vor allem das Ziel im Vordergrund, die Infrastruktur von den Nutzern zu finanzieren. Problematisch hierbei ist, dass durch die Erhebung eines Pauschalbetrages Vielfahrer und Wenigfahrer in gleichem Maße belastet und somit Letztere im Verhältnis mehr zahlen würden. Eine derartige Maut trifft insofern vor allem auch ausländische Verkehrsteilnehmer stärker. Abhilfe könnte die Einführung eines komplexen Systems mit Tages-, Wochen- und Jahrestarifen schaffen. Die Ziele der Verkehrssteuerung und Umweltentlastung können durch eine zeitabhängige Maut nur in geringem Maße erreicht werden, da sie nicht dazu führt, dass die Fahrleistung und somit auch die Belastungen und Staus insgesamt reduziert werden. Bei einer zeitabhängigen Maut

besteht oftmals große Gefahr, dass Fahrten im Bereich zwischen 1 und 100 Kilometern auf Bundes- und Landstraßen verlegt werden.<sup>28</sup>

Schon 1985 hat die Schweiz eine derartige Maut für Kraftfahrzeuge auf Autobahnen eingeführt. Der Zeitraum für die Nutzung ist durch eine Jahresvignette festgelegt. Weitere Beispiele für eine zeitabhängige Pkw-Maut finden sich in vielen europäischen Ländern wie Österreich, Slowenien oder Tschechien. In diesen Ländern variieren die Zeiträume meist von einem Tag über einen Monat bis hin zu einem Jahr.

### 4.1.2 Fahrleistungsabhängige Maut

Bei der fahrleistungsabhängigen Maut muss eine Gebühr pro gefahrenem Kilometer entrichtet werden. Diese ergibt sich somit aus der zurückgelegten Entfernung. Dem Ziel einer verursachergerechten Finanzierung des Straßensystems wird dieses Konzept daher sehr gut gerecht. Desweiteren liefert es größere Anreize als eine zeitabhängige Maut, die Fahrleistung und demzufolge Umweltbelastungen zu verringern, sowie Fahrten mehrerer Personen auf der gleichen Strecken zusammenzulegen (z.B. durch Fahrgemeinschaften) oder auf andere Verkehrsmittel auszuweichen. Systeme dieser Art existieren in Italien und Frankreich bereits seit Jahrzehnten. Auch in Spanien wurde für alle Fahrzeuge eine derartige Maut eingeführt. Die Mautlösungen für den Lkw-Verkehr in Österreich, der Schweiz und seit 2005 auch in Deutschland basieren ebenfalls auf dem Prinzip einer fahrleistungsabhängigen Abgabe.<sup>29</sup>

### 4.1.3 Flächenabhängige Maut

Die flächenabhängige Maut ist auf Gebiete innerhalb von Städten („City Maut“) oder Regionen beschränkt. Gebühren werden entweder bei der Einfahrt in bzw. Ausfahrt aus einer Zone („Cordon Pricing“) oder für einen bestimmten Zeitraum, in dem sich der Verkehrsteilnehmer in der Mautzone aufhält („Area Licensing“), erhoben.

Beim **Cordon Pricing** muss der Verkehrsteilnehmer beim Passieren der Grenze einer Mautzone einen festgelegten Betrag bezahlen. Er kann sich daraufhin für unbegrenzte Zeit in dieser Zone fortbewegen. Diese Art der Gebührenerhebung findet in einigen norwegischen Städten wie Oslo, Trondheim und Bergen sowie im schwedischen

---

<sup>28</sup> Erdmenger, et al. (2010), S. 5ff.

<sup>29</sup> Erdmenger, et al. (2010), S. 7ff.



Stockholm in Form eines Mautrings („toll ring“) um die Innenstadt Anwendung. Hierbei bilden eine Vielzahl von Mautstationen eine kreisförmige Grenzlinie um den Stadtkern, wobei jede Überschreitung dieser Linie mautpflichtig ist.<sup>30</sup>

Beim System des **Area Licensing** berechtigt eine Mautgebühr, in ein Gebiet („Area“) einzufahren und sich dort für eine bestimmte Zeitdauer aufzuhalten. Es wurde erstmals 1975 in Singapur eingeführt. Weitere Beispiele sind die italienischen Städte Rom, Genua und Bologna und das Congestion Charging in London. Beim Londoner Modell muss der Verkehrsteilnehmer für die Nutzung der Straßen der Congestion Charging Zone montags bis freitags in der Zeit von 7 bis 18 Uhr eine Tagesgebühr entrichten.<sup>31</sup>

Mit flächenabhängigen Mautkonzepten wird überwiegend das Ziel der Verkehrssteuerung zur Kapazitätsauslastung verfolgt. Durch die Einführung einer Gebühr wird das Verkehrsaufkommen in den Innenstädten reduziert und teilweise auch auf andere Verkehrsmittel (Bus, Bahn usw.) umgelenkt, was eine Verbesserung des Verkehrsflusses mit sich bringt. Eine Umweltentlastung erfolgt durch die Verringerung des Verkehrsaufkommens im Stadtkern. Unberücksichtigt bleiben der erhöhte Ausweichverkehr und damit die erhöhten Belastungen in den städtischen Randgebieten und Vororten.<sup>32</sup>

#### **4.1.4 Objektabhängige Maut**

Eine objektabhängige Maut wird beim Durchqueren eines bestimmten Streckenabschnitts, meist Engpassstellen der Straßeninfrastruktur wie Tunnel und Brücken, fällig. Beispiele hierfür sind der Warnow-Tunnel in Deutschland, der Karawanken-Tunnel in Slowenien, sowie eine Brücke, die die Île de Ré mit dem Festland Frankreichs verbindet. Für deren Durchfahrt bzw. Überquerung fallen zusätzliche Mautkosten an. Zum einen wird die Finanzierung von Neubau und Sanierungsmaßnahmen damit gewährleistet, zum anderen wird versucht, ein zu hohes Verkehrsaufkommen an diesen Stellen zu vermeiden.<sup>33</sup>

---

<sup>30</sup> Steininger, et al. (2005), S. 67ff.

<sup>31</sup> Steininger, et al. (2005), S. 71ff.

<sup>32</sup> Erdmenger, et al. (2010), S. 11ff.

<sup>33</sup> Erdmenger, et al. (2010), S. 4

#### 4.1.5 Differenzierungsmöglichkeiten

Wie bereits erwähnt, weisen die unterschiedlichen Mautarten im Hinblick zur Erreichung der in **Kapitel 3** genannten Ziele von Straßenbenutzungsgebühren Defizite auf. Um eine verursachergerechte Anlastung der Kosten zu bewirken und Anreize zu schaffen, sollten die einzelnen Mautarten weiter ausgestaltet werden.<sup>34</sup>

- **zeitlich**

Zeitliche Differenzierung bedeutet, dass eine Gebühr nur zu bestimmten Zeiten erhoben wird, zum Beispiel zu gewissen Jahreszeiten, Tageszeiten, werktags oder nur am Wochenende, da die Fahrleistungen variieren. Der Bericht „Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2008“ der Bundesanstalt für Straßenwesen zeigt, dass auf Bundesfernstraßen ein deutlicher Unterschied zwischen der Verkehrsstärke werktags (50.300 Kfz/Tag) und an Sonn- und Feiertagen (41.800 Kfz/Tag) zu verzeichnen ist.<sup>35</sup> Ebenso kann die Mautpflicht von der aktuellen Verkehrssituation abhängig sein und beispielsweise nur zu Stoßzeiten des Verkehrs (z.B. Feierabendverkehr oder verstärkte Verkehrsbelastungen durch Pendler am Freitagnachmittag sowie Montagmorgen) bestehen. Somit wäre eine zeitliche, belastungsabhängige Differenzierung einer Maut sinnvoll.

- **fahrzeugspezifisch**

Während die Aufwendungen für den Bau beständiger Fahrbahnen und deren Erhaltungsbedarf hauptsächlich dem Schwerverkehr angerechnet werden müssen, ist der Pkw-Verkehr überwiegend verantwortlich für den hohen Bedarf an Kapazitäten und die Kosten durch Staus.<sup>36</sup> Um eine verursachergerechte Anlastung der Kosten zu bewirken und Einfluss auf den Verkehrsfluss auszuüben, sollte die Mauthöhe nach Eigenschaften des Fahrzeugs differenziert werden:

- Fahrzeugkategorie (Krafträder, Pkw, Lkw, Busse etc.)
- Anzahl der Achsen
- Gewicht des Fahrzeugs

---

<sup>34</sup> Morgan Stanley Bank AG (2010), S. 18

<sup>35</sup> Vgl. Fitschen, et al. (Februar 2010) S. 15

<sup>36</sup> Alfen (2007), S. 28f.

- **umweltspezifisch**

Die Differenzierung der Maut nach Umweltaspekten schafft für die Nutzer Anreize, auf umweltschonendere Fahrzeuge umzustellen. Zur Ermittlung der Mauthöhe werden die Fahrzeuge anhand ihrer Euro-Norm, Schadstoffklassen und/oder Partikelminderungsklassen in Mautkategorien eingeteilt.

- **streckenspezifisch**

Um die erhöhten Belastungen durch den Ausweichverkehr auf untergeordneten Straßenkategorien bei einer reinen Autobahngebühr gering zu halten, wäre es sinnvoll, die Mautpflicht auf das komplette Straßennetz (BAB, Bundes-, Landstraßen), insbesondere auf stark betroffene Strecken auszuweiten.

In Deutschland wurde bei der Maut für schwere Nutzfahrzeuge eine Differenzierung der Gebührenhöhe nach Anzahl der Achsen und Euro-Kategorien (gemäß EU-Richtlinie 2006/38) gewählt. Gemäß seiner Schadstoffkategorie (S1 bis S5) in Verbindung mit der Partikelminderungsklasse (PMK) wird jeder Lkw einer der vier Kategorien A, B, C und D des Lkw-Mautsystems zugeordnet. In Abhängigkeit der Achsenzahl kann nun der entsprechende Mautsatz ermittelt werden.

**Tabelle 3.1** gibt einen Überblick über die Mautsätze laut Mauthöheverordnung (MautHV).

<i>Mautkategorie</i>	<i>Schadstoffklasse</i>	<i>Achsenanzahl</i>	<i>ab 1. Jan 2011</i>
<b>A</b>	S5, EEV Klasse 1	bis 3	0,140 €
		ab 4	0,154 €
<b>B</b>	S4, S3 mit PMK 2 oder höher	bis 3	0,168 €
		ab 4	0,182 €
<b>C</b>	S3 ohne PMK, S2 mit PMK 1 oder höher	bis 3	0,210 €
		ab 4	0,224 €
<b>D</b>	S2 ohne PMK, S1 und Fahrzeuge, die keiner Schadstoffklasse angehören	bis 3	0,273 €
		ab 4	0,287 €

Tabelle 4.1: Mautsätze für Lkw in Deutschland

Quelle: Toll Collect (2010)

Mit diesem System sollen Anreize für Unternehmen geschaffen werden, ihre Fahrzeugflotte zu modernisieren und auf umweltschonenderer Fahrzeuge, die der Euro V/VI-Norm entsprechen, umzurüsten. Ergebnisse und Schätzungen des Bundesamts für Güterverkehr (BAG) und des Kraftfahrtbundesamtes (KBA) zeigen seit Einführung der Lkw-Maut 2005 einen deutlichen Trend der Umrüstung auf schadstoffärmere Fahrzeuge. Aufgrund erhöhter Belastungen seit Einführung der Lkw-Maut vor allem auf vierspurigen Bundesstraßen durch Lkw-Ausweichverkehr, wird eine Ausweitung der Maut auf diese Streckenkategorie derzeit diskutiert.

## 4.2 Technologien zur Mauterhebung

Mauterhebungen können in statische und dynamische Formen der Gebührenerhebung eingeteilt werden. Bei der statischen Form zahlt der Fahrer einen Pauschalbetrag für einen bestimmten Zeitraum unabhängig von der Nutzungsintensität. Die Gebührenhöhe bei der dynamischen Mauterhebung hingegen orientiert sich am tatsächlichen Verbrauch des Nutzers. Im Folgenden werden typische *statische* und *dynamische* Systeme beschrieben.<sup>37</sup>

### 4.2.1 Vignettensystem

Das Vignettensystem, das zu den *statischen* Gebührenerhebungsmodellen gehört, ist eine technisch einfache, schnelle und günstige Möglichkeit, eine Straßenbenutzungsabgabe zu implementieren. Die Umsetzung erfolgt entweder mittels manueller oder elektronischer Vignette. Nach Erwerb der Vignette für eine bestimmte Mautzone ist der Fahrzeughalter berechtigt, diese innerhalb eines festgesetzten Zeitraumes (z.B. 7 Tage, 3 Monate, 1 Jahr) zu befahren.

#### Manuelle Vignette

Das System der manuellen Vignette wurde erstmals 1975 in Singapur eingeführt und findet beispielsweise in Österreich und der Schweiz für den Pkw-Verkehr seit vielen Jahren Anwendung. Der Fahrzeughalter muss vor der Nutzung der bemauteten Strecke

---

<sup>37</sup> Vgl. Morgan Stanley Bank AG (2010), S. 18f.

eine Papier-Vignette erwerben, die an der Innenseite der Windschutzscheibe gut sichtbar aufgeklebt wird. Dieses System ist daher sehr einfach und benutzerfreundlich. Auch die Systemkosten sind vergleichsweise gering, in Österreich betragen diese etwa 8 % der Mauteinnahmen. Jedoch bringt das Enforcement durch mobile Sichtkontrollen hohen Aufwand und hohe Personalkosten mit sich, da die Kontrollen nicht bei fließendem Verkehr durchgeführt werden können. Ein weiterer Nachteil der manuellen Vignette besteht darin, dass eine Fälschungssicherheit nicht gewährleistet werden kann.<sup>38</sup>

### **Elektronische Vignette**

Die elektronische oder auch virtuelle Vignette basiert auf der elektronischen Speicherung von Nutzungsrechten. Der Fahrzeughalter kann das Nutzungsrecht für die mautpflichtige Strecke per Internet oder an Servicestellen (z.B. Tankstellen) erwerben. Das amtliche Kfz-Kennzeichen und die für die Mauthöhe relevanten Fahrzeugdaten werden dabei als Datensatz in einer Datenbank gespeichert. Nach dem einfachen und schnellen Erwerb hat der Nutzer die Möglichkeit, sofort ohne Zeitverzug durch Aufkleben einer Papiervignette loszufahren. Die Kontrolle erfolgt ähnlich wie bei Radarkontrollen. Mobile Kontrollgeräte erfassen das Kfz-Kennzeichen des fahrenden Fahrzeugs vollautomatisch, welches daraufhin verschlüsselt mit dem gespeicherten Datensatz verglichen wird. Besitzt das überprüfte Fahrzeug die erforderlichen Nutzungsrechte, werden die Daten umgehend gelöscht, andernfalls wird bei inländischen Fahrzeugen ein Bußgeldbescheid verschickt. Ausländische Fahrzeuge werden bei der Kontrolle gestoppt und die Bezahlung des Bußgeldes erfolgt direkt. Neben der Benutzerfreundlichkeit und der Zeit- und Kostenersparnis bei Kontrollen hat dieses System weitere Vorteile in der Garantie der Fälschungssicherheit und den geringen Systemkosten (ca. 5 % der Einnahmen), da keine Vignetten gedruckt werden müssen und die Installation von fahrzeuginternen Erfassungsgeräten nicht nötig ist.

Die virtuelle Eurovignette, als Ersatz für die papierbasierte, wurde von der AGES Maut System GmbH & Co. KG entwickelt und im Oktober 2008 in den Benelux-Staaten

---

<sup>38</sup> Vgl. <http://www.asfinag.at/maut>

sowie Dänemark und Schweden eingeführt. In **Abbildung 4.1** wird dieses System der Virtuellen Vignette graphisch veranschaulicht.<sup>39</sup>

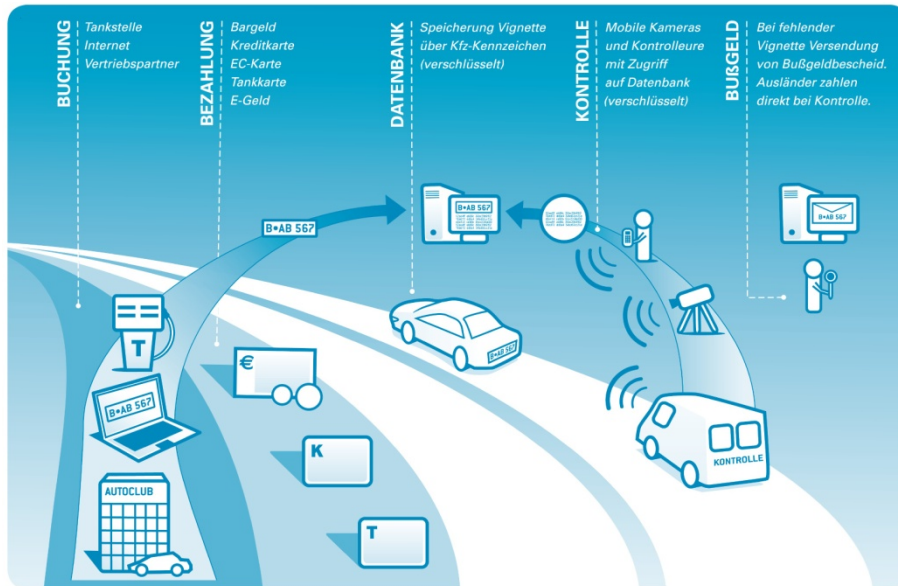


Abbildung 4.1: Elektronisches Vignetten-System

Quelle: AGES AG (2010)

### 4.2.2 Kurzstreckenfunk (DSRC)

Dedicated Short Range Communication-Systeme (DSRC) gehören zu den *dynamischen* Erhebungsverfahren und basieren auf Kurzstreckenfunk. Der Datenaustausch findet zwischen einer im Fahrzeug installierten On-Board-Unit (OBU) und der straßenseitigen Infrastruktur, den Mautportalen, statt. In der OBU werden alle zur Gebührenermittlung relevanten Fahrzeugdaten (Fahrzeugtyp, Schadstoffklasse, Anzahl der Achsen etc.) gespeichert. Beim Passieren eines Mautportals kommuniziert die OBU mit der auf dem Mautportal installierten Empfangsstation, einer sogenannten „Bake“. Mittels Mikrowellentechnik kann nun überprüft werden, ob die OBU eingeschaltet ist, und ein Zahlungsvorgang ausgelöst werden, ohne den Verkehrsfluss zu stören. Die fällige Mautgebühr kann auf zwei verschiedene Arten bezahlt werden, dem Pre-Pay- oder dem Post-Pay-Verfahren. Bei ersterem wird vor Fahrtantritt ein Guthaben auf die OBU geladen, von dem die Gebühr beim Passieren der Bake direkt abgebucht wird. Beim

<sup>39</sup> Vgl. [www.ages.de](http://www.ages.de)

Post-Pay-Verfahren werden die Verrechnungsdaten hingegen bei einer zentralen Abrechnungsstelle gespeichert und vom Fahrzeughalter im Nachhinein bezahlt. Die Kontrolle der Mauteinhaltung erfolgt durch mobile Kontrollorgane und die auf den Mautportalen installierten Kameras. Ist im Fahrzeug keine OBU installiert oder das vorhandene Gerät abgeschaltet, können Bilder des Kfz-Kennzeichens aufgenommen und überprüft werden. Das Bildmaterial sowie die fahrzeugbezogenen Daten werden nur gespeichert, wenn eine Verletzung der Mautpflicht vorliegt. Dieses System bietet daher einen guten Schutz vor Datenmissbrauch.

Mauterhebungsverfahren auf Basis von DSRC ermöglichen wegen ihres dynamischen Charakters eine genaue Erfassung der Maut, da sie den tatsächlichen Verbrauch des Nutzers berücksichtigen. Des Weiteren zeichnen sie sich durch eine relativ einfache und schnelle Bedienung für die Nutzer aus. Systeme dieser Art werden daher weltweit häufig angewendet, beispielsweise beim Lkw-Mautsystem in Österreich.

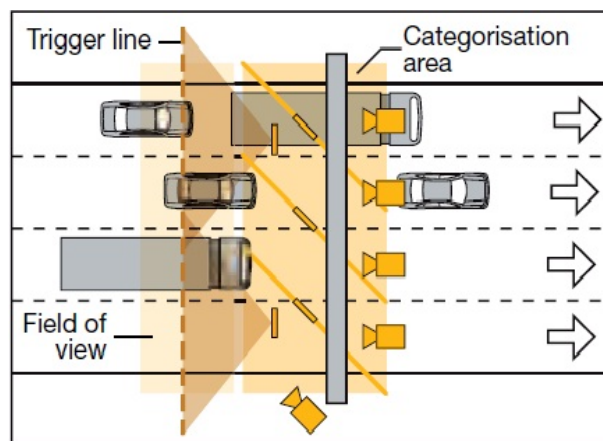


Abbildung 4.2: MLFF ETC System

Quelle: Kapsch AG (2008)

Das Verfahren wurde von der Kapsch Traffic Com AG entwickelt und im Jahr 2004 eingeführt. Es ist ein hochentwickeltes Multi-Lane Free-Flow ETC-System (MLFF ETC-System) und ermöglicht eine Mauterfassung bei fließendem Verkehr auf mehreren Fahrspuren. Dieses System ist in **Abbildung 4.2** dargestellt.

Die OBUs, sogenannte Go-Boxen, müssen an der Innenseite der Windschutzscheibe des Fahrzeugs montiert werden. Durch Kommunikation zwischen Go-Box und Mautportal mittels Mikrowellen können Gebühren entweder direkt oder nach Speicherung im

Nachhinein beglichen werden. Die Einhaltung der Mautpflicht wird durch automatische Kontrollen mittels Kamerasystemen und manuelle Kontrollen gewährleistet. Für den Nutzer ergeben sich durch eine einmalige Gebühr von fünf Euro für die Go-Box relativ geringe Kosten für die Hardware.<sup>40</sup>

Auch das Schweizer System zur Erhebung von kilometerabhängigen Gebühren für schwere Lkw, das von der Fela AG implementiert wurde, basiert auf der DSRC-Technik in Kombination mit GPS. Inländische Lkw müssen mit einer OBU ausgestattet sein, die mit dem Tachometer des Lkw's verbunden ist. Die zurückgelegten Distanzen werden mit Hilfe von Daten der Tachometeranzeige dokumentiert. Der Eintritt in und der Austritt aus der Schweiz wird mittels DSRC überwacht und übermittelt. Ein Mikrowellen-Sensor ermöglicht die Datenerfassung auch dann, wenn die OBU nicht mit dem Fahrzeug verbunden ist. Per GPS kann auf die zurückgelegten Wegstrecken sowie auf die Daten zum Ein- und Austritt zur Aufklärung von Betrugsfällen zurückgegriffen werden. Für ausländische Lkw, die keine OBU besitzen, erfolgt eine manuelle Einbuchung und Bezahlung an dafür eingerichteten Terminals.<sup>41</sup>

Ein spezielles System auf Basis der Mikrowellentechnologie ist das **Smart-Card-System**, das beispielsweise in Singapur verwendet wird. Smart Cards oder auch Integrated Circuit Cards (ICC) sind wiederaufladbare Chipkarten. Nachdem ein Guthaben aufgeladen wurde, wird die Smart Card in eine geeignete OBU gesteckt und dadurch aktiviert. Durch Kurzstreckenfunk kann die Mautgebühr nun direkt beim Passieren der Mautbrücke abgebucht werden.

### 4.2.3 Satellitengestützte Systeme

Satellitengestützte Systeme, auch Global Navigation Satellite Systeme (GNSS), zur Mauterhebung werden ebenfalls zur *dynamischen* Gebührenerfassung eingesetzt. Dazu gehören zum Beispiel das **Global Positioning System (GPS)** und **Galileo**. Im Fahrzeug muss ein GPS-/Galileo-Modul installiert werden, durch welches die Position des Fahrzeugs bestimmt und der Streckenabschnitt und die zurückgelegte Route erkannt

---

<sup>40</sup> Vgl. <http://www.asfinag.at/maut/mautsystem;jsessionid=AD912E6477EE604D4829DA91F2990717>

<sup>41</sup> Vgl. <http://www.tripon.ch/de/electronic-tolling/supported-systems/existing-gnss-systems/swiss-hvf/#c1819>



wird. Aus diesen Daten berechnet die OBU die fällige Mautgebühr und speichert diese ab. Der Datensatz wird nun per Funkverbindung von der fahrzeuginternen OBU an ein zentrales Rechenzentrum gesendet. Von dort können die zu zahlenden Gebühren entweder direkt von einem auf der OBU gespeicherten Guthaben abgebucht, von einem registrierten Konto eingezogen oder dem Nutzer in Rechnung gestellt werden. Dieses System wird beispielsweise bei der deutschen und auch bei der schweizer Maut für schwere Lkw eingesetzt.

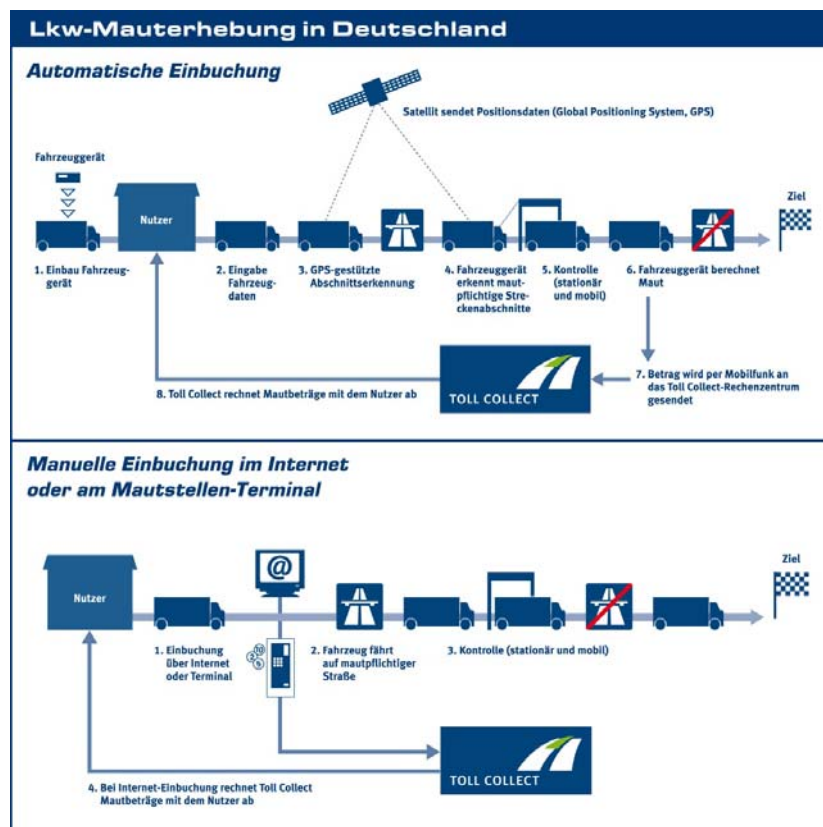


Abbildung 4.3: Lkw-Mauterhebungssystem in Deutschland

Quelle: Toll Collect (2010)

Das deutsche Lkw-Mautsystem, das von der TollCollect GmbH entwickelt wurde, basiert auf der Kombination von Mobilfunktechnologie und dem Satellitenortungssystem GPS. Bei der Einbuchung werden zwei Arten unterschieden: die automatische und die manuelle Einbuchung, welche in **Abbildung 4.3** dargestellt sind. Erstere erfordert die Installation einer OBU im Fahrzeug, auf der alle relevanten Fahrzeugdaten gespeichert sind. Die zurückgelegte Strecke wird, wie im oberen

Abschnitt beschrieben, automatisch erkannt. Die manuelle Einbuchung erfolgt über Internet oder Terminals (z.B. an Tankstellen, Raststätten etc.). Dabei muss der Fahrer die notwendigen Fahrzeugdaten, einen Starttermin sowie Start- und Zielort eingeben. Das System errechnet nun die kürzeste und günstigste Strecke. Die Mautgebühr wird im Voraus entrichtet. Die Einhaltung der Mautzahlung wird mit Hilfe von straßenseitigen Kontrollbrücken kontrolliert. Eingebaute Sensoren erkennen die mautpflichtigen Fahrzeuge durch Umriss-Scan, durch Kameras werden digitale Bilder des Kfz-Kennzeichens aufgenommen. Mittels DSRC wird gleichzeitig überprüft, ob im Fahrzeug eine OBU vorhanden ist. Verfügt das Fahrzeug über ein solches Modul, erfolgt die Kontrolle automatisch. Ist dies nicht der Fall, wird das Kennzeichen mit der Liste der manuell eingebuchten Kennzeichen verglichen. Wurde die Maut ordnungsgemäß entrichtet, werden die Daten und das Bildmaterial aus Datenschutzgründen sofort gelöscht. Liefert der automatische Abgleich kein Ergebnis, wird das Datenmaterial an eine Kontrollzentrale zur manuellen Untersuchung weitergeleitet.<sup>42</sup>

Satellitengestützte System sind hochentwickelte Systeme und ermöglichen zuverlässig eine genaue Erfassung der Maut gemäß des tatsächlichen Fahrverbrauchs. Sie bieten daher großes Potenzial für eine fahrleistungsabhängige Gebührenerhebung. Jedoch sind für die Einführung im Gegensatz zu Vignettensystemen aufwändige Infrastrukturmaßnahmen zu unternehmen. Auch die Kosten für die komplexen OBUs und deren Einbau bewegen sich in einem höheren Rahmen.

---

<sup>42</sup> Vgl. [www.toll-collect.de](http://www.toll-collect.de)

## **5. Wohlfahrtsökonomische Aspekte**

Diese Arbeit hat zum Ziel, die finanziellen Auswirkungen und damit die Wohlfahrtswirkungen einer Pkw-Maut auf verschiedene Nutzergruppen zu analysieren. Um die Berechnungen durchführen zu können, müssen zuvor wohlfahrtsökonomische Grundlagen zum besseren Verständnis erläutert werden. Dieses Kapitel dient der Einführung dieser wohlfahrtsökonomischen Aspekte und schildert im ersten Abschnitt das Prinzip der Messung individueller Wohlfahrt. Der zweite Abschnitt gibt einen Überblick über die Reaktionsmöglichkeiten der Verkehrsteilnehmer bei Einführung einer Straßenbenutzungsgebühr. Im weiteren Verlauf werden das Prinzip der Messung individueller Wohlfahrt auf den Verkehrssektor übertragen, sowie Kompensationsmöglichkeiten diskutiert. Der letzte Teil führt die verschiedenen Mautszenarien ein, die in der Analyse des folgenden Kapitels untersucht werden.

### **5.1 Individuelle Wohlfahrt**

Vor der Einführung von Straßenbenutzungsabgaben stellt sich wie bei allen politischen Entscheidungssituationen über die Durchführung staatlicher Maßnahmen die Frage, ob eine Maßnahme das Wohlfahrtsniveau der Gesellschaft verändert oder nicht, d.h. ob es der Gesellschaft nach der Einführung besser, schlechter oder genauso gut geht wie in der Ausgangssituation. Die Wohlfahrtsanalyse dient hierbei als Entscheidungsgrundlage und umfasst im Wesentlichen die Ziele der Effizienz und Fairness.<sup>43</sup> Wichtig bei der Beurteilung ist der Aspekt, dass das Wohl der Gesellschaft abhängig vom Wohl der einzelnen Mitglieder ist. Die gesellschaftliche Wohlfahrt muss daher positiv an die

---

<sup>43</sup> Vgl. Szimba (2010), S. 2

Wohlfahrt jedes einzelnen Gesellschaftsmitglieds gekoppelt sein. Diesem Grundsatz entspricht die paretianische Wohlfahrtstheorie, die besagt, dass eine gesellschaftliche Situation dann pareto-optimal ist, wenn es nicht möglich ist, ein Individuum in eine höhere Wohlfahrtsposition zu bringen, ohne gleichzeitig ein anderes schlechter zu stellen.<sup>44</sup> Die Wohlfahrt aller Mitglieder der Gesellschaft  $n \in \{1, \dots, N\}$  kann als Nutzenvektor  $U = (U_1, \dots, U_N)$  dargestellt werden. Somit wird eine Maßnahme dann durchgeführt, wenn der Nutzen der neuen Situation größer ist als der Nutzen der alten Situation, d.h.  $U^{\text{neu}} = U(U_1^{\text{neu}}, \dots, U_N^{\text{alt}}) > U^{\text{alt}} = U(U_1^{\text{alt}}, \dots, U_N^{\text{alt}})$ .<sup>45</sup>

In der Realität ist dieses Konzept jedoch nur sehr schwierig anwendbar. Im Zuge von staatlichen Projekten, wie beispielsweise Steuererhöhungen oder der Einführung einer Straßenbenutzungsabgabe, wird es immer Personengruppen geben, die dadurch einen Wohlfahrtsgewinn erzielen, jedoch auch Gruppen, die Verluste hinnehmen müssen. Die paretianische Wohlfahrtstheorie kann keine Auskunft über die Verteilung der Wohlfahrt zwischen den verschiedenen Personen geben, d.h. sie kann keine Informationen liefern, inwieweit diese dadurch profitieren oder verlieren.

Um zu beurteilen, ob das Projekt dennoch in die Tat umgesetzt werden soll, sind interpersonelle Vergleiche notwendig. Mit Hilfe einer **sozialen Wohlfahrtsfunktion** wird versucht, die individuellen Präferenzen aller Nutzer zu aggregieren und eine gesellschaftliche oder soziale Präferenzordnung zu schaffen.

Die soziale Präferenzordnung sollte dabei die folgenden Eigenschaften aufweisen:<sup>46</sup>

- Die sozialen Präferenzen sollen vollständig, reflexiv und transitiv sein.
- Wenn ein Individuum Güterbündel  $x$  gegenüber Güterbündel  $y$  präferiert, dann sollte  $x$  in der Reihung der sozialen Präferenzen vor  $y$  stehen.
- Bei der Entscheidung zwischen Güterbündel  $x$  und  $y$  sind nur die Präferenzen zwischen  $x$  und  $y$  relevant, die Präferenzen über andere Güterbündel haben keinen Einfluss.

Das Problem hierbei besteht laut dem Arrow-Paradoxon oder Unmöglichkeitstheorem darin, dass bei der Abstimmung von zwei oder mehr Personen über mindestens drei Alternativen die Wahl einer Alternative von der Reihenfolge der Wahlgänge abhängt.

---

<sup>44</sup> Vgl. Gabler Wirtschaftslexikon: 8 Bde.;(2005) Begriff: „Wohlfahrtstheorie“

<sup>45</sup> Vgl. Ahlheim, et al. (1989), S.2

<sup>46</sup> Vgl. Varian (2007) S.730ff.

Die Mehrheitsentscheidung führt damit zu keiner eindeutigen gesellschaftlichen Präferenzordnung. Es kann auch nicht ausgeschlossen werden, dass die Abstimmungsergebnisse willkürlich sind. Die einzige Staatsform, bei der eine kollektive Präferenzfolge existiert, welche die genannten Eigenschaften erfüllt, ist eine Diktatur.<sup>47</sup>

Um trotzdem zu einer sozialen Wohlfahrtsfunktion zu gelangen, werden für die Präferenzen eines Individuums Nutzenfunktionen zur Beurteilung der Güter konstruiert. Die soziale Wohlfahrtsfunktion wird somit als Funktion der individuellen Nutzenfunktionen der Individuen  $n$  über ihre Güterbündel  $x_n$  dargestellt:

$$W = W(u_1(x_1), \dots, u_n(x_n))$$

Sie wird auch individualistische soziale Wohlfahrtsfunktion oder Bergsonsche Wohlfahrtsfunktion genannt.<sup>48</sup> Ist die soziale Wohlfahrtsfunktion bekannt, kann ein Wohlfahrtsmaximum abgeleitet werden. Dieses Konzept ist ein sehr allgemeines Konzept zur Beurteilung der gesellschaftlichen Wohlfahrt im Hinblick auf die Verteilungswirkungen. Es wird davon ausgegangen, dass die soziale Wohlfahrtsfunktion nur von den Nutzenfunktionen der Individuen abhängig ist und mit zunehmendem Nutzen jedes Individuums steigt. Dies entspricht dem Kriterium der Pareto-Effizienz. Des Weiteren wird der sozialen Wohlfahrtsfunktion die Eigenschaft der Symmetrie unterstellt. Dies bedeutet, dass jedes Individuum dasselbe Güterbündel besitzt und auch nur dieses Güterbündel präferiert, was in der Realität im Prinzip nicht der Fall ist. Auf Grund unterschiedlicher Präferenzen der Individuen werden meistens Tauschaktionen unter diesen stattfinden, um sich besser zu stellen. Angenommen zwei Personen (Person 1 und Person 2) haben denselben Geschmack, eine dritte Person einen anderen. Person 1 und Person 3 werden nun miteinander ihre Güterbündel tauschen und dadurch besser gestellt. Person 2, die ihr ursprüngliches Güterbündel besitzt, wird in Folge dessen das Güterbündel von Person 1 gegenüber ihrem eigenen präferieren. Somit ist die Annahme der Symmetrie nicht mehr existent.<sup>49</sup> Um genauere Aussagen über die Verteilung der Wohlfahrt machen zu können, wird daher, statt einer sozialen

---

<sup>47</sup> Vgl. Gabler Wirtschaftslexikon: 8 Bde.;(2005)Begriff: "Arrow-Paradoxon";

<sup>48</sup> Vgl. Gabler Wirtschaftslexikon: 8 Bde.;(2005)Begriff: "Bergsonsche Wohlfahrtsfunktion";

<sup>49</sup> Vgl. Varian (2007) S. 737

Wohlfahrtsfunktion, oft versucht, die individuellen Wohlfahrtseffekte durch **geldmetrische Wohlfahrtsmaße** zu ermitteln. Mit diesen Wohlfahrtsmaßen kann von beobachtbaren Handlungen eines Individuums auf seine nicht beobachtbare Präferenzordnung geschlossen werden. Um repräsentative Ergebnisse zu erhalten müssen diese die folgenden Bedingungen erfüllen:

Ein solches Wohlfahrtsmaß muss verdeutlichen, dass ein Konsument, wenn er eine neue Situation der alten vorzieht, eine Wohlfahrtserhöhung erfährt,

d.h.  $\Delta W > 0 \Leftrightarrow U^{\text{neu}} > U^{\text{alt}}$  (Indikatorbedingung).

Wenn der Konsument seinen Güterbündeln eine Rangfolge zuordnet ( $U_1^{\text{neu}} > U_2^{\text{neu}} > U_3^{\text{neu}}$ ), so muss für das Wohlfahrtsmaß ebenfalls gelten:  $\Delta W_1 > \Delta W_2 > \Delta W_3$  (Ordnungsbedingung).<sup>50</sup>

### 5.1.1 Konzept der Konsumentenrente

Das Konzept der Konsumentenrente geht auf Alfred Marshall und Jules Dupuit zurück. Es wird davon ausgegangen, dass die individuellen Nutzen der Konsumenten kardinal messbar und addierbar sind. Dadurch werden interpersonelle Nutzenvergleiche und eine Aggregation der individuellen Nutzeneinheiten ermöglicht.<sup>51</sup> Jeder Nachfrager hat demnach eine kardinale Nutzenfunktion für die Beurteilung von Gütern. Die Wertschätzung, die der Konsument den Gütern beimisst, also der von ihm gezahlte Preis, wird durch die Zahlungsbereitschaften (WTP) ausgedrückt. Diese werden vom Einkommen und den Präferenzen eines Konsumenten maßgeblich beeinflusst. Individuen mit gleichen Präferenzen für ein Gut können demnach in Abhängigkeit ihres Einkommens unterschiedliche Zahlungsbereitschaften haben.

Die Wirkungen der Einführung einer Steuer auf Gut  $x^*$ , somit einer Preiserhöhung dieses Gutes, wird in **Abbildung 5.1** graphisch verdeutlicht.

$p(x)$  bezeichnet die Marshall'sche Nachfragefunktion,  $p$  den Preis und  $x$  die Menge eines Gutes. In Folge einer Steuer erhöht sich der Preis von  $p_1^*$  auf  $p_2^*$ , wodurch sich die Nachfrage von  $x_1^*$  zu  $x_2^*$  vermindert. Die Nachfragefunktion kann als Kurve der marginalen Zahlungsbereitschaften interpretiert werden.

---

<sup>50</sup> Vgl. Ahlheim, et al. (1989), S. 12 f.

<sup>51</sup> Vgl. Szimba, et al. (2010) und Gabler Wirtschaftslexikon: 8 Bde.;(2005)Begriff: "Konsumentenrente";

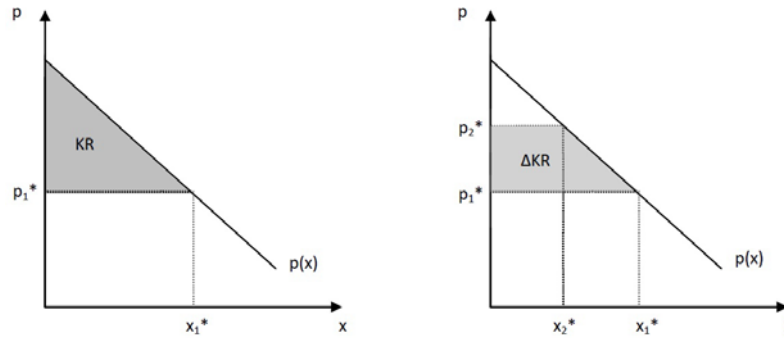


Abbildung 5.1: Wohlfahrtsmaß nach Marshall

Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Varian (2007), S. 300

Um die preisinduzierte Wohlfahrtsänderung zu beurteilen, wird zuerst die maximale Zahlungsbereitschaft des Konsumenten ermittelt. Diese entspricht der Fläche unterhalb der Nachfragekurve:<sup>52</sup>

$$WTP = \int_0^{x_1^*} p(x) dx$$

Durch die Differenz von Zahlungsbereitschaft und Ausgaben des Konsumenten ( $p_1^* x_1^*$ ) ergibt sich die Konsumentenrente. Diese repräsentiert die Beträge, die der Konsument über den Marktpreis hinaus bereit gewesen wäre zu zahlen (Reservationspreis), um nicht auf das Gut verzichten zu müssen.

Das Wohlfahrtsmaß wird nun aus der Summe aller Konsumentenrenten der Gütermengeneinheiten  $x=0$  bis  $x_1^*$  ermittelt:<sup>53</sup>

$$W = KR = \int_0^{x_1^*} p(x_i) dx_i - p_1^* x_1^*$$

Die abgabenbedingte Veränderung der Wohlfahrt wird verdeutlicht durch:

$$\begin{aligned} \Delta W &= \Delta KR \\ &= \int_0^{x_1^*} p(x_i) dx_i - p_1^* x_1^* - \left[ \int_0^{x_2^*} p(x_i) dx_i - p_2^* x_2^* \right] \end{aligned}$$

---

<sup>52</sup> Vgl. Szimba (2010), S. 8

<sup>53</sup> Vgl. Ahlheim et al. (1989), S. 36

Das Problem bei diesem Konzept der Konsumentenrente ist dessen partialanalytischer Charakter. Die Analyse ist dabei auf einen einzelnen Markt beschränkt. Es wird somit vernachlässigt, dass bei einer Änderung des Preises Substitutions- und Einkommenseffekte auf allen Märkten bestehen. Die Erhöhung des Preises auf dem einen Markt führt zum einen insgesamt zu einer Verringerung des Realeinkommens, zum anderen regt sie dazu an, das nun teurere Gut zu substituieren. Somit entsteht ein Verlust an Konsumentenrente auf dem einen Markt, da das nun teurer gewordene Gut nicht mehr in der gleichen Menge konsumiert werden kann, auf einem anderen Markt hingegen kann sich die Konsumentenrente erhöhen, da nun dieses Gut durch andere Güter substituiert werden kann. Es lassen sich daraus keine Aussagen über den individuellen Nutzen machen. Dieses Problem der Partialanalyse kann mit Hilfe der Kompensationsvariation von Hicks, welche im Folgenden näher erläutert wird, gelöst werden.<sup>54</sup>

### 5.1.2 Kompensationsvariation

Als genaueres Wohlfahrtsmaß bietet sich die von John Hicks eingeführte Kompensationsvariation an. Die „Compensating Variation“ (CV) ist definiert als Einkommensänderung, die erforderlich ist, um eine Preisänderung so auszugleichen, dass der Konsument nach der Preisänderung das gleiche Nutzenniveau hat wie vorher.<sup>55</sup> Im Gegensatz zur Theorie der Konsumentenrente wird von einer ordinalen Nutzenfunktion ausgegangen, bei der den Güterkombinationen Nutzenindizes zugeordnet werden und diese daraufhin in eine Ordnungsreihenfolge gebracht werden können. Güterbündel mit gleichem Nutzenindex werden vom Konsumenten als gleichwertig angesehen und durch Indifferenzkurven dargestellt.<sup>56</sup> Durch das Wohlfahrtsmaß nach Hicks werden die Abstände der Indifferenzkurven in Einkommenseinheiten gemessen.

Ausgangspunkt ist der Zwei-Güter-Fall:

---

<sup>54</sup> Vgl. Kleinewefers (2008), S. 214

<sup>55</sup> Vgl. Ahlheim, et al. (1989) S.67 und

[http://money.ubas.ch/witheo/micro0809/Mikro\\_PartiellesGG\\_08.pdf](http://money.ubas.ch/witheo/micro0809/Mikro_PartiellesGG_08.pdf), S. 61

<sup>56</sup> Vgl. Gabler Wirtschaftslexikon: 8 Bde.;(2005) Begriff: "Nutzentheorie";



Die Entscheidung des Konsumenten ist abhängig vom Preis  $p_i$  des Gutes  $i$  und seinem Pauscheinkommen  $m$ . Sie ist begrenzt durch seine Budgetrestriktion<sup>57</sup>

$$m \geq \sum_{i=1}^2 p_i x_i.$$

Der Konsument wählt gemäß dem Marginalkalkül das Güterbündel aus, das ihm den höchsten Nutzen bringt. Er wählt also die Indifferenzkurve, welche die Budgetrestriktionsgerade ( $m=p_1x_1+p_2x_2$ ) gerade berührt (vgl. **Abbildung 5.2**).<sup>58</sup>

Die CV orientiert sich an dem Nutzenniveau  $u$ , das der Konsument in der Ausgangssituation hatte. Damit ergibt sich für den Nutzen nach einer Preisänderung:<sup>59</sup>

$$v(p^2, m^1 + CV) = v(p^2, m^1)$$

$v(p,m)$  bezeichnet die indirekte Nutzenfunktion und gibt das maximal erreichbare Nutzenniveau des Konsumenten an.

Durch eine Preiserhöhung gelangt der Konsument auf ein niedrigeres Nutzenniveau. Somit muss das Pauscheinkommen um die Kompensationsvariation erhöht werden, um wieder auf das ursprüngliche Nutzenniveau zu gelangen. Bei einer Preissenkung wird das Pauscheinkommen um CV erniedrigt.

Die Kompensationsvariation wird in **Abbildung 5.2** graphisch veranschaulicht.

In der Ausgangssituation wählt der Konsument das Güterbündel  $x^1$  (Nutzenniveau  $u_1$ ). Durch eine staatliche Maßnahme (Einführung einer Steuer) wird sich der Preis von  $x_2$  erhöhen. Es ergibt sich somit die neue Budgetgerade  $m^2$ . Der Konsument entscheidet sich nun für das Güterbündel  $x^2$  und gelangt auf ein niedrigeres Nutzenniveau  $u_2$ . Mit Hilfe der Kompensationsvariation, die man durch die Parallelverschiebung der neuen Budgetgerade  $m^2$  erhält, kann er nun sein ursprüngliches Nutzenniveau realisieren und das Güterbündel  $x^3$  wählen.

---

<sup>57</sup> Vgl. Maier et al. (1990), S. 17

<sup>58</sup> Vgl. Maier et al. (1990), S. 18

<sup>59</sup> Vgl. [http://money.ubas.ch/witheo/micro0809/Mikro\\_PartiellesGG\\_08.pdf](http://money.ubas.ch/witheo/micro0809/Mikro_PartiellesGG_08.pdf), S. 61

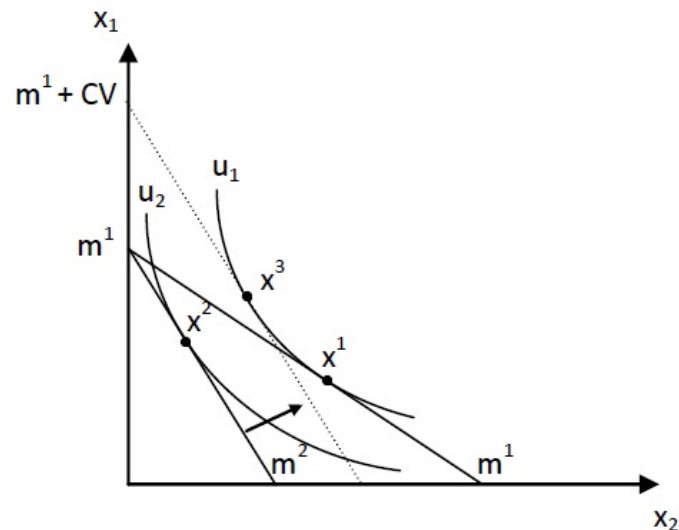


Abbildung 5.2: Kompensationsvariation nach Hicks

Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Ahlheim (1989)

Das Einkommen kann durch eine Ausgabenfunktion dargestellt werden.<sup>60</sup>

$$m = E(p, u)$$

Eine Ausgabenfunktion beschreibt die Ausgaben, die bei gegebenem Preis  $p$  nötig sind, um das Nutzenniveau  $u$  zu verwirklichen. Die Kompensationsvariation entspricht der Differenz des Pauscheinkommens, das der Konsument mindestens benötigt, um bei dem neuen Preisniveau  $p^2$  das Nutzenniveau  $u_2$  zu realisieren, und des Pauscheinkommens, das erforderlich ist, um bei  $p^2$  sein altes Nutzenniveau  $u_1$  zu gewährleisten.<sup>60</sup>

$$\begin{aligned} CV &= E(p^2, u_2) - E(p^2, u_1) \\ &= E(p^1, u_1) - E(p^2, u_1) + \Delta m \\ &= \Delta m - \int_{p^1}^{p^2} \sum_{i=1}^n x_i(p, u_1) dp_i \end{aligned}$$

<sup>60</sup> Vgl. Ahlheim et al (1989), S. 69 f. und [http://money.ubas.ch/witheo/micro0809/Mikro\\_PartiellesGG\\_08.pdf](http://money.ubas.ch/witheo/micro0809/Mikro_PartiellesGG_08.pdf), S. 65

Problematisch bei der Wohlfahrtsanalyse mittels der Kompensationsvariation ist, dass eine genaue Kenntnis der Nutzenfunktion, welche nicht beobachtbar ist, notwendig ist.

## 5.2 Reaktionsmöglichkeiten der Nachfrager

Im vorangehenden Abschnitt wurden Wohlfahrtsmaße erläutert, durch welche Effekte einer Preisänderung auf die individuelle Wohlfahrt von Nutzern gemessen werden können. Diese Wohlfahrtsveränderungen für ein Individuum ergeben sich aus der Veränderung seiner Nachfragefunktion.

In der neoklassischen Konsumtheorie wird von beliebig teilbaren Gütern ausgegangen, zwischen denen der Konsument wählen kann ( $\cong$  stetige Entscheidungen). Auf eine Preisänderung eines Gutes reagiert der Konsument mit einer Änderung seiner Nachfrage nach diesem Gut. Dieser Effekt wird in den **Substitutions-** und den **Einkommenseffekt** eingeteilt. Der Substitutionseffekt beschreibt die Änderung der Nachfrage in Folge veränderter relativer Preise der Güter. Der Konsument wird bei einer Preiserhöhung des Gutes 2 weniger dieses teureren Gutes und dafür mehr des relativ günstiger gewordenen Gutes 1 konsumieren. Zum Teil wird er jedoch weiterhin das teurere Gut kaufen. Die erhöhten Ausgaben wirken sich nun wie eine Reduktion des Einkommens aus (Einkommenseffekt).<sup>61</sup> Die sogenannte Einkommenselastizität gibt das Verhältnis der relativen Veränderung der Nachfrage zu einer relativen Veränderung des Einkommens an:

$$\varepsilon = \frac{dx}{dY} * \frac{Y}{x}$$

x entspricht dabei der Menge eines Gutes und Y dem Einkommen einer Person.

Betrachtet man die verschiedenen Einkommensgruppen des Panels der im folgenden Kapitel beschriebenen Analyse, so ergibt sich für EK 1 eine Elastizität von 0,8, d.h. dass bei einer Erhöhung des Einkommens um 10 Prozent mit einer Erhöhung der Fahrleistung um 8 Prozent zu rechnen ist.

---

<sup>61</sup> Vgl. Varian (2007) S.161ff.

Zur Beurteilung der Wirkungen einer Maut ist die Preiselastizität der Nachfrage von Bedeutung, durch welche die Empfindlichkeit der Nachfrage auf Preisänderungen gemessen wird. Sie gibt das Verhältnis der relativen Änderung der Nachfrage und der relativen Preisänderung wieder, d.h. sie gibt an, um wieviel Prozent die Nachfrage sinkt, wenn der Preis um ein Prozent erhöht wird.<sup>62</sup>

$$\varepsilon = -\frac{dx}{dp} * \frac{p}{x}$$

Die Elastizität wird jedoch nicht nur durch den Preis, sondern auch durch weitere Faktoren beeinflusst. Diese sind im Folgenden aufgelistet.<sup>63</sup>

- Verfügbarkeit von Alternativen: je mehr Alternativen den Nutzern zur Verfügung stehen (andere Straßenkategorien, andere Verkehrsmittel, usw.), auf die sie nach einer Preiserhöhung ausweichen können, desto höher wird die Elastizität sein. Hat ein Nutzer z.B. für den Weg zur Arbeit auf Grund seines gut an öffentliche Verkehrsmittel angebundenes Wohnortes die Möglichkeit, entweder das Auto, die Bahn oder den Bus zu wählen, so wird die Elastizität einen höheren Wert haben als die eines Nutzers, dessen Wohnort über keine oder nur schlechte Anbindungen an öffentliche Verkehrsmittel verfügt.
- Ähnlichkeit der Alternativen: die Elastizität wird ebenfalls umso höher sein, je ähnlicher die verfügbaren Alternativen sind. Kann ein Weg beispielsweise mit der Bahn oder dem Pkw in der gleichen Zeit und zu einem annähernd gleichen Preis zurückgelegt werden, so wird eine Preiserhöhung der Zugticketpreise zur erhöhten Nutzung des Pkw führen. Die Elastizität weist einen hohen Wert auf.
- Ausmaß der Notwendigkeit: in der Regel werden die Nutzer, für die die Nutzung der Autobahnen notwendig ist, eine geringere Elastizität haben als alle anderen Nutzer. Verkehrsteilnehmer wie beispielsweise Berufspendler, die der schnelleren Fahrzeit auf Autobahnen einen hohen Wert beimessen, werden auch nach einer Mauteinführung die Autobahn benutzen und nur geringfügige Ausweichreaktionen zeigen. Dagegen werden die Elastizitäten bei Freizeit- oder Urlaubsfahrten höher

---

<sup>62</sup> Vgl. Gabler Wirtschaftslexikon: 8 Bde.;(2005)Begriff: "Preiselastizität";

<sup>63</sup> Vgl. Parker (2010), S.91 f.

und somit mehr Ausweichreaktionen der Verkehrsteilnehmer auf andere Straßenkategorien oder Verkehrsmittel zu beobachten sein.

- Anteil am Einkommen: je kleiner der Anteil der Mautgebühren am Einkommen des Verkehrsteilnehmers ist, desto niedriger wird seine Elastizität sein, da die Gebühren für ihn weniger spürbar sind.
- Zeit: längerfristige Elastizitäten weisen höhere Werte auf als kurzfristige Elastizitäten, da die Nutzer über einen längeren Zeitraum Anpassungsreaktionen zeigen, Verhaltensmuster aufbauen und sich an die Preisveränderungen gewöhnen.

Die Abschätzung der Elastizitäten der Nachfrage auf veränderte Preise im Verkehrssektor wird in der Literatur häufig diskutiert. In Deutschland geht das Institut für angewandte Verkehrs- und Tourismusforschung e.V. (IVT) bei einer Kraftstoffpreiserhöhung von einer Preiselastizität von -0,4 bis -0,3 aus. Demgemäß wird eine Erhöhung des Preises um 10 % zu einem Fahrleistungsrückgang von etwa 3 % bis 4 % führen.<sup>64</sup> Da Deutschland über ein hochentwickeltes, gut ausgebautes nachgelagertes Straßen- und Schienennetz verfügt, kann man davon ausgehen, dass die Preiselastizität vermutlich etwas höher ist und in einem Bereich um -0,5 liegt. Die Preiselastizität ist darüber hinaus wie bereits geschildert von weiteren Faktoren wie dem Wert der Zeit abhängig. Nutzer, die der Zeit einen höheren Wert beimessen, werden in der Regel eine niedrigere Elastizität haben. Oftmals sind dies Personen aus höheren Einkommensschichten, die berufsbedingt lange Strecken zurücklegen müssen. Dieser Sachverhalt wurde auch von Baum et al. (2008) beschrieben. Es werden für Haushalte unterschiedlicher Einkommensklassen unterschiedliche Preiselastizitäten angenommen. Haushalte mit einem Haushaltsnettoeinkommen von weniger als 1500 Euro/Monat weisen eine Elastizität von -0,36, Haushalte mit einem Haushaltsnettoeinkommen von weniger als 3600 Euro/Monat eine Elastizität von -0,28 und Haushalte, die weniger als 18000 Euro/Monat verdienen eine Elastizität von -0,2 auf.<sup>65</sup>

Im Falle einer Einführung von Straßenbenutzungsgebühren werden die Verkehrsteilnehmer bei einer Preisänderung nicht nur die Fahrleistung reduzieren,

---

<sup>64</sup> Vgl. Hautzinger, et al. (2004)

<sup>65</sup> Vgl. Baum (2008)

sondern unterschiedliche Verhaltensreaktionen zeigen, die die Wohlfahrt beeinflussen. Diese können von einer Beibehaltung der Nachfragestruktur bis zu starken Verhaltensänderungen reichen. Inwieweit die Nutzer auf die Einführung einer Maut reagieren, ist von den individuellen Präferenzen (z.B. Zeitkosten) eines jeden Nutzers abhängig. Dies ist darauf zurückzuführen, dass es sich im Verkehrssektor in der Regel um eine Menge diskreter Alternativen handelt, zwischen denen der Konsument wählen muss. Unter diskreten Alternativen versteht man Güter, die nicht in beliebigen Mengen teilbar sind und beliebig gemischt werden können. Bei der Wahl eines Verkehrsmittels für den Einkaufsweg wird sich eine Person entscheiden, entweder das Verkehrsmittel „Auto“, oder das Verkehrsmittel „Bus“ oder das Verkehrsmittel „Fahrrad“ zu benutzen. Die Nachfragefunktionen können demnach nicht von der herkömmlichen neoklassischen Haushaltstheorie abgeleitet werden. Es muss auf Modelle diskreter Entscheidungen zurückgegriffen werden, welche in **Kapitel 5.3** näher erläutert werden. Die Reaktionen der Verkehrsteilnehmer lassen sich in kurzfristige und langfristige Reaktionen einteilen. Des Weiteren werden nicht nur Wirkungen spürbar, die den Nutzer direkt betreffen, sondern auch indirekte Wirkungen, die Einflüsse auf die Umwelt oder den Arbeitsmarkt haben.<sup>66</sup>

### **5.2.1 Kurzfristige Reaktionsmöglichkeiten der Nutzer**

Nach der Einführung einer Maut werden viele Verkehrsteilnehmer entweder überhaupt keine oder unmittelbar kurzfristige Reaktionen zeigen. Die unterschiedlichen Verhaltensweisen zeigen sich in:

- **Fahrtensubstitution**

Bei der Fahrtensubstitution wird der Verkehrsteilnehmer nach Einführung der Straßenbenutzungsgebühr weniger Fahrten mit dem Pkw durchführen als zuvor.

- **Wahl eines anderen Verkehrsmittels**

Für Strecken, die bisher mit dem Pkw zurückgelegt werden, werden von nun an andere Verkehrsmittel wie Bahn oder Bus genutzt. Hierdurch werden sich Veränderungen des Modal Split ergeben.

---

<sup>66</sup> Vgl. Schütte (1998), S. 139 und Teubel (2001), S. 147

- **Substitution von Alleinfahrten**

Durch die erhöhten Fahrtkosten werden sich einige Verkehrsteilnehmer überlegen, den Besetzungsgrad ihres Fahrzeuges zu erhöhen und Fahrgemeinschaften zu bilden.

- **Bildung von Wegekettten**

Viele Nutzer werden mit einer Aneinanderreihung von Wegen reagieren, die auf der gleichen Strecke liegen, jedoch bisher immer getrennt unternommen wurden. Damit verbunden ist auch eine **Zeitsubstitution**, indem Wege zudem auf andere Zeiten verlegt werden, um diese mit anderen Fahrtzwecken zu kombinieren.

- **Veränderung der Fahrtroute**

Hierbei bleibt die Anzahl der Wege eines Straßennutzers gleich, er verlegt diese jedoch auf anderen Straßen (Bundes- und Landstraßen), die nicht von einer Maut betroffen sind.

- **Zielsubstitution**

Zielsubstitution bedeutet, dass Nutzer sich Ziele (z.B. Einkaufsmöglichkeiten) in der näheren Umgebung ihres Wohnortes suchen, die auch ohne oder mit geringerer Nutzung von Autobahnen erreicht werden können.

- **Einsparungen in anderen Konsumbereichen**

Einige Nutzer werden, um sich das Gut „Straße“ weiterhin in gleichem Maße leisten zu können, auf Güter anderer Konsumbereiche verzichten.

Die Veränderung der Fahrtroute und die Wahl eines anderen Verkehrsmittels werden wesentlich durch die Fahrtkosten sowie die Zeitkosten, die der Nutzer einer Fahrt beimisst, bestimmt.

### **5.2.2 Langfristige Reaktionsmöglichkeiten der Nutzer**

Zu den längerfristigen Reaktionen auf die Einführung einer Autobahnmaut zählt die Standortsubstitution. Die Standortveränderungen können den Arbeitsplatz, den Wohnort von Personen oder beispielsweise den Sitz eines Unternehmens betreffen. Angenommen eine Person pendelt jeden Tag berufsbedingt von Karlsruhe zu ihrer Arbeitsstätte in Stuttgart. Auf Dauer wird sich diese Person überlegen, entweder ihren Wohnsitz in die Nähe der Arbeitsstätte zu verlegen, oder sich eine Arbeitsstelle in der näheren

Umgebung des Wohnortes suchen, um den erhöhten Kostenaufwand möglichst gering zu halten.

Diese Reaktionen können sogar so weit reichen, dass Nutzer sich dafür entschließen, längerfristig komplett auf die Pkw-Nutzung zu verzichten und ihr Fahrzeug zu verkaufen.

### 5.3 Entscheidung der Verkehrsmittelwahl

Wie bereits in **Kapitel 5.1** erwähnt, können die Nachfragefunktionen der Verkehrsteilnehmer nicht mit Hilfe der herkömmlichen neoklassischen Haushaltstheorie bestimmt werden, bei der von beliebig teilbaren Gütern ausgegangen wird. Danach wählt der Konsument gemäß des Marginalkalküls das Güterbündel, bei dem die Isoquante der Nutzenfunktion gerade die Budgetrestriktion berührt. Muss der Konsument sich zwischen mehreren verschiedenen diskreten Alternativen entscheiden, beispielsweise den Pkw nach Mauteinführung weiterhin zu benutzen oder auf andere Verkehrsmittel auszuweichen, kann dieses Kalkül nicht mehr angewendet werden. Aus diesem Grund wird auf Modelle diskreter Entscheidungen, so genannte **Discrete Choice Modelle**, zurückgegriffen.<sup>67</sup>

#### 5.3.1 Discrete Choice Modelle

Ein Verkehrsteilnehmer  $n$  kann zwischen einer Menge von Verkehrsmitteln  $A_n$  wählen.<sup>68</sup>

$$A_n = \{a_{1,n}, \dots, a_{I_n,n}\}.$$

Dabei bezeichnet  $I_n$  die Anzahl der Alternativen. Welches Verkehrsmittel gewählt wird, ist von den Eigenschaften des Entscheidungsträgers ( $S_n$ ) und den Charakteristika des Verkehrsmittels ( $C_{i,n}$ ) abhängig. Der Nutzen  $U_{i,n}$ , den die Alternative (Verkehrsmittel  $i$ ) dem Konsumenten bringt, wird beschrieben als eine Funktion der Eigenschaften des Verkehrsteilnehmers und des Verkehrsmittels:<sup>68</sup>

---

<sup>67</sup> Vgl. Szimba (2010), S. 10

<sup>68</sup> Vgl. Maier et al. (1990), S.98 ff.



$$U_{in} = U(S_n, C_{in})$$

Der Entscheidungsträger maximiert seinen Nutzen und wählt wie bei der neoklassischen Haushaltstheorie genau dann Verkehrsmittel  $i$ , wenn

$$U_{in} > U_{jn}.$$

Problematisch hierbei ist, dass die Entscheidung nie vollständig beobachtbar ist. Dieses Problem kann mit Hilfe der Zufallsnutzentheorie gelöst werden. Die Nutzenfunktion muss hiernach als Zufallsvariable betrachtet werden. Sie besteht aus einem deterministischen Teil  $V_{in}$ , der die erklärbaren Bestandteile enthält, und einem stochastischen Teil  $\varepsilon_{in}$ , der einer personenabhängigen Störkomponente entspricht. Die Störkomponente beschreibt alle Eigenschaften des Individuums und der Alternative, die nicht direkt beobachtbar sind, zum Beispiel der individuelle Geschmack einer Person. Für den Nutzen ergibt sich somit die Funktion:<sup>69</sup>

$$U_{in} = V(S_n, C_{in}) + \varepsilon_{in}$$

Da es sich bei der stochastischen Komponente um eine Verteilungsfunktion handelt, kann die Nutzenmaximierung nicht nach dem gewöhnlichen Prinzip erfolgen. Es kann nur die Wahrscheinlichkeit  $P_{in}$  angegeben werden, dass die Person  $n$  das Verkehrsmittel  $i$  wählt. Diese ist gleich der Wahrscheinlichkeit, dass der Nutzen des Verkehrsmittels  $i$  einen höheren Nutzen hat als die anderen zur Wahl stehenden Alternativen:<sup>69</sup>

$$\begin{aligned} P_{in} &= \text{Prob}(U_{in} \geq U_{jn}, i, j \in I_n, i \neq j) \\ &= \text{Prob}(V_{in} + \varepsilon_{in} \geq V_{jn} + \varepsilon_{jn}, i, j \in I_n, i \neq j) \\ &= \text{Prob}(V_{in} - V_{jn} \geq \varepsilon_{jn} - \varepsilon_{in}, i, j \in I_n, i \neq j) \end{aligned}$$

Ist die Wahrscheinlichkeitsverteilung von  $U$  bekannt und somit auch die des Störterms  $\varepsilon$ , kann die Wahrscheinlichkeit der Wahl eines Verkehrsmittels berechnet werden.

---

<sup>69</sup> Vgl. Maier et al. (1990), S. 98 ff.

Unter der Annahme, dass die Störterme unabhängig identisch Gumbel-verteilt sind, ergibt sich als Entscheidungsmodell das **Logit-Modell**.<sup>70</sup>

Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Verkehrsmittel aus der Alternativenmenge  $A_n$  gewählt wird, ist folgendermaßen definiert.<sup>71</sup>

$$P_{in} = \frac{e^{\mu V_{in}}}{\sum_{j=1}^{In} e^{\mu V_{jn}}}$$

Der Parameter  $\mu$  ist Homogenitätsparameter. Je höher der Wert von  $\mu$ , desto geringer ist  $\varepsilon$ . Nimmt  $\mu$  sehr hohe Werte an, bedeutet dies, dass die stochastische Komponente keinen Einfluss nimmt. Nur die deterministischen Nutzen sind ausschlaggebend.

Geht  $\mu$  hingegen gegen Null, so ergibt sich daraus, dass der deterministische Teil der Nutzenfunktion verschwindet und alle Alternativen eine gleich hohe Wahrscheinlichkeit aufweisen. Somit ist die Entscheidungsfindung nicht klar beobachtbar.

Der Verkehrsteilnehmer hat die Wahl zwischen den Verkehrsmitteln 1 und 2. Es gilt somit.<sup>72</sup>

$$\mu \rightarrow \infty: V_1 > V_2 \Rightarrow P_1 = 1 \text{ und } P_2 = 0$$

$$\mu \rightarrow 0: P_1 = P_2 = 0,5$$

### 5.3.2 Berechnung der individuellen Wohlfahrt

Entscheidend bei der Messung der Wohlfahrt eines Individuums ist, wie schon in den in **Kapitel 5.1** beschriebenen Modellen, die Bestimmung des maximalen Nutzens eines Individuums. Da es sich bei Modellen diskreter Entscheidungen beim Nutzen  $U_{in}$  um eine Zufallsvariable handelt, ist nicht der maximal erreichbare Nutzen wichtig, sondern vielmehr sein Erwartungswert (expected maximum utility):<sup>73</sup>

$$EMU_n = E [\max_{i \in A_n} (U_{in})].$$

---

<sup>70</sup> Vgl. Maier et al. (1990), S. 135 ff.

<sup>71</sup> Vgl. Szimba, et al. (2010), S. 13

<sup>72</sup> Vgl. Szimba, et al. (2010), S. 14

<sup>73</sup> Vgl. Maier et al. (1990), S. 114 f.

Der EMU ist der zu erwartende Nutzen, wenn das Individuum die optimale Entscheidung trifft. Für das zuvor beschriebene Logit-Modell ergibt sich aus der Auswahlwahrscheinlichkeit  $P_{in}$  für den EMU die Gleichung:

$$EMU_n = \frac{1}{\mu} * \ln \sum_{i \in A_n} e^{\mu V_{in}}.$$

Die Messung der Wohlfahrtsveränderungen kann nun prinzipiell wie in der herkömmlichen neoklassischen Haushaltstheorie mit dem Konzept der Konsumentenrente oder der Kompensationsvariation von Hicks erfolgen. Hierzu ist jedoch eine Anpassung an die Eigenschaften diskreter Entscheidungsmodelle notwendig. Die Nachfragefunktionen eines Individuums müssen in diesem Fall durch die Wahrscheinlichkeiten  $P_{in}$  für die Wahl einer Alternative ersetzt werden.

Die Wohlfahrt einer Person  $n$  in der Ausgangssituation wird dargestellt als:<sup>74</sup>

$$\begin{aligned} W_n &= \int_0^{V_n} P_{in}(V_n) dV_{in} \\ &= \frac{1}{\mu} * \ln \sum_{i \in A_n} e^{\mu V_{in}} \end{aligned}$$

Die Wohlfahrtsänderung, die sich nach Durchführung eines neuen Projektes ergibt, lässt sich somit als Differenz zwischen dem maximal erwarteten Nutzen in der neuen Situation und dem in der Ausgangslage berechnen:<sup>74</sup>

$$\Delta W_n = \frac{1}{\mu} * \ln \sum_{i \in A_n} e^{V_{in}^{neu}} - \frac{1}{\mu} * \ln \sum_{i \in A_n} e^{V_{in}^{alt}}$$

Um die Wohlfahrtsveränderung in Geldeinheiten statt Nutzeinheiten angeben zu können, muss die Wahrscheinlichkeit  $P_{in}$  in Abhängigkeit der generalisierten Kosten  $K_{in}$  für die Nutzung einer Alternative berechnet werden, wenn  $N = \text{const.}$ :<sup>75</sup>

$$P_{in} = \frac{e^{-\alpha K_{in}}}{\sum_{j=1}^N e^{-\alpha K_{jn}}}$$

---

<sup>74</sup>Vgl. Teubel (2001), S. 213

<sup>75</sup>Vgl. Teubel (2001), S. 213

Die generalisierten Kosten bezeichnen alle Kosten, die Einfluss auf die Entscheidung des Konsumenten haben. Für einen Verkehrsteilnehmer bestehen diese beispielsweise aus den Kosten für den Fahrzeugbetrieb, Kosten für Treibstoff, Versicherungskosten, Mautkosten oder Zeitkosten. Die Kosten können als negativer Nutzen aufgefasst werden. Für den maximal erwarteten Nutzen ergibt sich daraus der folgende Wert:<sup>76</sup>

$$EMU_n = -\frac{1}{\alpha} * \ln \sum_{i \in A_n} e^{-\alpha K_{in}}$$

Die oben beschriebene Wohlfahrtsveränderung hat nun die Form:<sup>77</sup>

$$\Delta W = -\frac{1}{\alpha} * \left[ \ln \sum_{i \in A_n} e^{-\alpha K_{in}^{neu}} \right] + \frac{1}{\alpha} * \left[ \ln \sum_{i \in A_n} e^{-\alpha K_{in}^{alt}} \right].$$

Die Wohlfahrtsveränderungen, die sich für die einzelnen Personen der Gesellschaft durch die Einführung einer Pkw-Maut ergeben, würden sich nun mit Hilfe dieser Gleichung berechnen lassen. Wie bereits erwähnt, werden sehr viele Faktoren, die komplizierte Berechnungen erfordern, wie zum Beispiel der Wert der Zeit, die Wohlfahrt eines jeden beeinflussen. Auch müssen bei der Einführung eine Menge verschiedener Substitutionsmöglichkeiten berücksichtigt werden. Aus diesem Grund bedarf es einer komplizierten und sehr ausführlichen Analyse, um den Einfluss möglichst aller Faktoren bewerten zu können, die im Rahmen dieser Arbeit nicht möglich ist. Die nachfolgenden Berechnungen der Wohlfahrtswirkungen einer Pkw-Maut aus **Kapitel 6.4** werden daher stark vereinfacht dargestellt. In diesem Falle werden nur die Möglichkeiten der Fahrtensubstitution, sowie die im folgenden Abschnitt beschriebenen Kompensationsmöglichkeiten in die Analyse mit einbezogen. Als Näherungsverfahren wird Marshalls Konzept der Konsumentenrente verwendet. Dieses wird trotz der in Kapitel 5.1.1 erläuterten Schwächen vor allem zur Beurteilung von staatlichen Projekten häufig herangezogen, da es theoretisch und empirisch einfach angewendet werden kann.<sup>78</sup>

---

<sup>76</sup>Vgl. Szimba, et al. (2010), S. 16

<sup>77</sup>Vgl. Teubel (2001), S. 214

<sup>78</sup> Vgl. Kleinewefers (2008), S. 202

Die Veränderung der individuellen Wohlfahrt ergibt sich aus der Summe der Wohlfahrtsveränderung durch die Preissteigerung, welche durch Fläche I dargestellt ist, und der Wohlfahrtsveränderung durch den Rückgang der Fahrleistung (Mobilitätsverlust), welche Fläche II widerspiegelt.

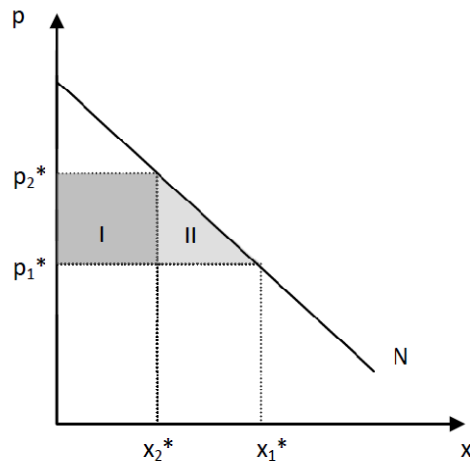


Abbildung 5.3: Wohlfahrtsveränderungen durch Erhöhung des Preises

Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Varian (2007). S. 300

Durch  $x$  wird die Anzahl der Kilometer auf der Autobahn repräsentiert,  $p$  entspricht dem Preis und  $p(x)$  der Nachfrage nach Kilometern auf der Autobahn. Als Preis in der Ausgangssituation (Pkw-Kosten) werden die Kraftstoffpreise pro Kilometer herangezogen. Bei der vereinfachten Berechnung wurde kein Unterschied im Kraftstoffverbrauch bei Benzin- und Dieselfahrzeugen gemacht. Diese Preise für einen Liter Kraftstoff orientieren sich an der Kraftstoffpreisentwicklung des letzten Jahres sowie an Prognosen für die nächsten Jahre. Für diese wurde ein Durchschnittswert von 1,40 Euro pro Liter Kraftstoff angenommen, wobei Experten von höheren Werten für die Zukunft ausgehen.<sup>79</sup>

---

<sup>79</sup> Vgl. Allgemeiner Deutscher Automobil-Club e.V. (ADAC) und FAZ.NET

## 5.4 Kompensationsmöglichkeiten

Wichtig bei der Beurteilung der Verteilungswirkung einer Einführung von Straßenbenutzungsabgaben ist die Betrachtung der Einnahmenverwendung. Die Erhebung einer Maut bei gleichzeitiger Beibehaltung aller verkehrsbezogenen Steuern würde eine zusätzliche Einnahmequelle des Staates darstellen und für die Nutzer zu zusätzlichen Belastungen führen. Um Akzeptanzprobleme in der Bevölkerung durch diesen Effekt zu vermeiden, ist es zwingend notwendig, Kompensationen in Form von Steuersenkung für die deutschen Bürger zu schaffen. Dies ist auch sinnvoll aus Gründen der Gerechtigkeit gegenüber ausländischen Verkehrsteilnehmern. Zum einen wird die Senkung der Kraftfahrzeugsteuer (Kfz-Steuer) betrachtet, zum anderen die Senkung der Energiesteuer. Auch eine kombinierte Senkung dieser beiden Steuern wäre eine Lösung.

### 5.4.1 Senkung der Kraftfahrzeugsteuer

Die Kfz-Steuer muss der Bürger für das Halten eines Fahrzeuges bezahlen. Seit der Reform im Juli 2009 ist die Kfz-Steuer eine Bundessteuer, die vom Bundesministerium der Finanzen verwaltet wird.

Die Bemessung der Höhe der Steuer für Pkw erfolgte bis vor der Reform lediglich nach Hubraumkategorien. Seit Juli 2009 ist die Bemessungsgrundlage um eine zusätzliche Komponente erweitert worden, durch welche Beträge für Schadstoffemissionen fällig werden. Mit dieser Erweiterung soll das Ziel der Umweltentlastung verfolgt werden und Anreize geschaffen werden, auf schadstoffärmere Pkw umzustellen. Die Steuerbeträge ergeben sich wie folgt:

- Benzin-Pkw: 2 Euro/100 cm<sup>3</sup> Hubraum
- Diesel-Pkw: 9,50 Euro/100 cm<sup>3</sup> Hubraum
- CO<sub>2</sub>-Zuschlag: 2 Euro/g CO<sub>2</sub> je Kilometer  
CO<sub>2</sub>-Freibetrag: 120g/km (ab 2012 110g/km; ab 2014 95g/km)

Neufahrzeuge, die zwischen November 2008 und Juni 2009 zugelassen wurden, waren für einen bestimmten Zeitraum von der Steuer befreit. Dieser Zeitraum war für Fahrzeuge mit Euro 4 auf ein Jahr festgelegt, für Fahrzeuge, die der Euro-Norm 5 und 6 entsprechen, wurde der Zeitraum auf zwei Jahre ausgeweitet. In Kombination mit der

Abwrackprämie zeigte die Reform der Kfz-Steuer in den letzten Jahren Wirkung. Es ist ein eindeutiger Trend zu neueren, kleineren, verbrauchs- und schadstoffärmeren Fahrzeugen ersichtlich. Dies zeigt die Zahl der Neuzulassungen im Jahr 2009, welche vor allem in den unteren Hubraumklassen im Vergleich zum Vorjahr enorm anstieg. Beispielsweise ist in den Hubraumkategorien bis 1399 cm<sup>3</sup> Hubraum ein Plus an Fahrzeugen von etwa 100% zu verzeichnen.<sup>80</sup>

Die Einnahmen aus der Kfz-Steuer beliefen sich in den letzten Jahren auf rund 8,8 Mrd. Euro. Im Jahr 2009 sind mit Einnahmen von 8,2 Mrd. Euro deutliche Einbußen von 0,7 Mrd. Euro ersichtlich. Dies ist bedingt durch die bereits erwähnte Umstellung der Fahrzeugflotte auf schadstoffärmere Fahrzeuge des Kleinwagensegments und der Kompaktklasse. Laut des Arbeitskreises für „Steuerschätzungen“ werden sich die Steuereinnahmen in den nächsten Jahren auf diesen Wert von etwa 8,2 Mrd. Euro einpendeln.<sup>81</sup> Der Trend zu schadstoffärmeren kleineren Fahrzeugen wird sich jedoch auch in den nächsten Jahren verstärkt fortsetzen. So dürfte für die Zukunft durch diese Veränderungen prinzipiell mit weniger Einnahmen gerechnet werden. Geht man von einem jährlichen Rückgang von etwa 3 % aus, so ergeben sich für das Jahr 2012 geschätzte Steuereinnahmen in Höhe von 7,5 Mrd. Euro.

Durch eine Nutzerfinanzierung statt der Steuerfinanzierung könnten konstante Einnahmen für den Verkehrssektor in den kommenden Jahren erzielt werden. Des Weiteren könnte eine kilometerabhängige Maut eine Erleichterung vor allem für die unteren Einkommensschichten, die eine geringere Fahrleistung haben<sup>82</sup>, schaffen, d.h. den sogenannten regressiven Wirkungen der Kfz-Steuer entgegenwirken. Allerdings muss gesagt werden, dass die regressive Wirkung auch durch weitere Aspekte gehemmt wird. Besserverdiener besitzen tendenziell Fahrzeuge höherer Hubraumklassen und sind somit mehr von der Kfz-Steuer betroffen.

Die Einführung einer Straßenbenutzungsabgabe kann außerdem dem Ziel der Kapazitätsauslastung gerecht werden, während Steuerbelastung durch ihren fixen Charakter in dieser Hinsicht keine Wirkungen zeigen. Wird eine Maut für alle Verkehrsteilnehmer (Inländer und Ausländer) in Kombination mit der Senkung der Kfz-

---

<sup>80</sup> Vgl.

[http://www.kba.de/cln\\_007/nn\\_191088/DE/Statistik/Fahrzeuge/Neuzulassungen/Motorisierung/2009\\_\\_n\\_\\_motorisierung\\_\\_pkw\\_\\_dusl\\_\\_prozent.html](http://www.kba.de/cln_007/nn_191088/DE/Statistik/Fahrzeuge/Neuzulassungen/Motorisierung/2009__n__motorisierung__pkw__dusl__prozent.html)

<sup>81</sup> Vgl. Bundesministerium der Finanzen (BMF) (2010)

<sup>82</sup> Vgl. Kapitel 6

Steuer für inländische Pkw-Besitzer eingeführt, bieten sich die folgenden Möglichkeiten:

- **Komplette Abschaffung** der Kfz-Steuer,
- **Abschaffung der hubraumbezogenen Komponente und Beibehaltung der CO<sub>2</sub>-Komponente**, um verstärkt Umwelthanreize zu schaffen.

Im Falle der **kompletten Abschaffung** der Kfz-Steuer, bei der eine Mautgebühr diese vollständig ersetzt, sollte die Anreizwirkung zur Umstellung auf schadstoffärmere Fahrzeuge auf jeden Fall in der Mautgebühr integriert sein. Eine solche Integration wurde bei der Lkw-Maut in Deutschland berücksichtigt. Die Differenzierung nach Euro-Klassen bewirkte eine Umstellung der Fahrzeugflotte in den letzten Jahren auf Fahrzeuge höherer Euro-Klassen. Umweltentlastungsziele können somit effizient verfolgt werden. Eine zusätzliche Differenzierung nach CO<sub>2</sub>-Emissionen würde diesen Effekt noch verstärken.

Wird bei einer Mauteinführung nur die **hubraumbezogene Komponente** der Kfz-Steuer abgeschafft, ergibt sich eine klare Trennung zwischen dem Ziel der Finanzierung der Infrastruktur und den Zielen des Umweltschutzes und der Verkehrssteuerung. Allerdings fiel bei dieser Variante in Kombination mit einer Vignettenlösung die Korrekturkomponente für die regressive Wirkung der Kfz-Steuer weg.

Der Kontrollaufwand, der durch die Einführung einer Vignettenlösung entsteht, würde dem der Kfz-Steuer in etwa entsprechen. Bei einer kilometerbezogenen Lösung ergeben sich höhere Transaktionskosten, welchen jedoch die positiven Effekte in Bezug auf die Verringerung der Fahrleistung, die Umweltentlastung und Fairness gegenüber stehen.

### 5.4.2 Senkung der Energiesteuer

Eine andere Möglichkeit, die Belastungen einer Maut zu kompensieren, ist die Senkung der Energiesteuer. Die Energiesteuer ist eine Verbrauchssteuer auf Mineralöle und Kraftstoffe und fließt vollständig in den Bundeshaushalt. Unter die zu versteuernden Mineralöle und Kraftstoffe fallen insbesondere Benzin, Dieselmotorkraftstoff, Heizöl, Flüssiggas und Erdgas sowie Kohle. Die Einnahmen des Bundes belaufen sich jährlich auf etwa 39 Mrd. Euro, wobei etwa 90 Prozent dieser Steuereinnahmen aus Abgaben für



Benzin und Dieselkraftstoffe bestehen.<sup>83</sup> In Deutschland ergeben sich die folgenden Steuerbeträge:

- Benzin: 65,45 Cent/Liter
- Diesel: 47,04 Cent/Liter

Vergleicht man diese Beträge mit denen der umliegenden Länder ergeben sich für Benzinkraftstoffe Differenzen der Steuerbeträge von 5 Cent/Liter bis über 30 Cent/Liter. Gegenüber Frankreich zahlen deutsche Autofahrer 5 Cent/Liter mehr an Steuern, gegenüber Österreich beläuft sich dieser Mehrbetrag momentan auf 17 Cent/Liter und im Vergleich zu Luxemburg und Tschechien ergibt sich ein Unterschied von rund 20 Cent/Liter. Bei Diesel-Kraftstoff bewegen sich die Unterschiede ebenfalls zwischen Werten von 5 Cent/Liter zu Frankreich und ca. 17 Cent/Liter zu Luxemburg. Diese Abweichungen ergeben sich daraus, dass die EU nur sehr geringe Mindeststeuersätze auf Kraftstoffe vorschreibt. Durch eine Verringerung der Energiesteuer auf Kraftstoffe um etwa 8,5 Cent/Liter<sup>84</sup> könnte man diese den Nachbarstaaten angleichen und dadurch den Tanktourismus in Grenzregionen weniger interessant machen. Laut einer ADAC-Studie beliefen sich die Steuereinnahmen durch Tanktourismus auf etwa 2,3 Mrd. Euro. Für den Bund würde die Senkung der Energiesteuer einen Steuerausfall von etwa 5,6 Mrd. Euro bedeuten. Da für Energiestoffe, wie für alle anderen Produkte und Dienstleistungen, eine Mehrwertsteuer von 19 Prozent erhoben wird, muss außerdem mit Mindereinnahmen von ca. 1,1 Mrd. Euro gerechnet werden. Ein Gewinn ergibt sich aus Einnahmen (Energiesteuer und Mehrwertsteuer) des verringerten Tanktourismus. Könnte dieser durch eine Angleichung der Kraftstoffpreise an die Nachbarländer um etwa die Hälfte reduziert werden, würde der Bund ein Plus von ca. 1,1 Mrd. Euro erhalten.

Als eine weitere Alternative ergibt sich die **Kombinierte Senkung von Kfz- und Energiesteuer**. Hierbei wird die CO<sub>2</sub>-Komponente der Kfz-Steuer beibehalten, es entfallen nur die hubraumbezogenen Steueranteile. Gleichzeitig wird die Energiesteuer

---

<sup>83</sup> Vgl.

[http://www.bundesfinanzministerium.de/nn\\_82808/DE/BMF\\_\\_Startseite/Aktuelles/Monatsbericht\\_\\_des\\_\\_BMF/2009/07/analysen-und-berichte/b02-steuereinnahmen-bund-laender/steuereinnahmen-bund-laender.html#2.8](http://www.bundesfinanzministerium.de/nn_82808/DE/BMF__Startseite/Aktuelles/Monatsbericht__des__BMF/2009/07/analysen-und-berichte/b02-steuereinnahmen-bund-laender/steuereinnahmen-bund-laender.html#2.8)

<sup>84</sup> Halbierung der Differenz zwischen Deutschland und Österreich

auf Otto- und Dieselmotoren um 8,5 Cents pro Liter gekürzt. Vergleich der Kompensationsmöglichkeiten.

In diesem Abschnitt werden zwei Kombinationsmöglichkeiten, zum einen die vollständige Abschaffung der Kfz-Steuer und zum anderen die kombinierte Senkung von Kfz- und Energiesteuer, betrachtet. Orientiert man sich bei der Berechnung der Höhe der Mautgebühren an den Steuerausfällen, die der Bund durch die Kompensationen für die Bürger erleidet, ergeben sich die in **Tabelle 5.1** dargestellten Gebühren für eine Vignette und eine km-bezogene Maut. Die Schätzungen basieren auf den Annahmen aus dem Jahr 2008. Der Bestand an angemeldeten Kfz beläuft sich auf etwa 44 Mio. (42 Mio. Pkw und 2 Mio. Lkw mit einem zul. Gesamtgewicht unter 12 Tonnen), die eine Fahrleistung auf BAB von ca. 208,7 Mrd. Fahrzeugkilometern (Pkw: 187,4 Mrd. Fzkm, leichte Lkw: 21,3 Mrd. Fzkm) aufweisen. Der Fahrleistungsanteil ausländischer Fahrzeuge wird auf fünf Prozent geschätzt. Der Preis für eine 10-Tages-Vignette für Ausländer wird mit 8 % des Preises der Jahresvignette veranschlagt, um den Effekt einer überproportionalen Belastung in Grenzen zu halten.

Um die Steuerausfälle bei einer vollständigen Abschaffung der Kfz-Steuer ausgleichen zu können, müsste eine Jahresvignette für deutsche Pkw-Nutzer in Höhe von 150 Euro eingeführt werden. Ausländische Pkw tragen nun mit einem Anteil von 8 Prozent etwa 0,6 Mrd. zum Ausgleich bei. Für eine kilometerabhängige Maut bedeutet dies, dass eine Gebühr von 3 Cents pro Kilometer für Pkw erhoben werden müsste. Im Falle der kombinierten Senkung ergibt sich ein Preis für die Pkw-Jahresvignette von 112 Euro und eine Kilometergebühr von 2,2 Cents. Aus den Verkäufen der Vignette an Ausländer erhält der Bund Einnahmen in Höhe von etwa 0,44 Mrd. Euro.

	Kompensation durch vollständige Abschaffung der Kfz-Steuer	Kompensation durch kombinierte Senkung der Kfz- und Energiesteuer
<b>Steuerausfälle [Mrd. Euro/Jahr]</b>	7,5	5,6
<b>Vignettenpreis für Pkw [Euro/Jahr]</b>	150	112
<b>Vignettenpreis für leichte Lkw [Euro/Jahr]</b>	300	224
<b>Vignettenpreis für ausländische Pkw [Euro/10 Tage]</b>	12	9,00
<b>Km-Gebühr für Pkw [Euro/km]</b>	0,03	0,02
<b>Km-Gebühr für leichte Lkw [Euro/km]</b>	0,06	0,04

Tabelle 5.1: Steuerausfälle durch Kompensationen und Gebührenhöhe bei verschiedenen Mautszenarien

Quelle: eigene Berechnungen

## 5.5 Mautszenarien für Deutschland

Die Studie des ADAC beschreibt anfangs detailliert verschiedene Mautszenarien und ihre volkswirtschaftlichen Auswirkungen, die Verteilungsanalyse auf Haushaltsebene hingegen berücksichtigt nur ein einziges Mautszenario, eine flächendeckende Kilometermaut. Dabei wird von einem einheitlichen Mautsatz auf allen Straßenkategorien von 5 Cent/km ausgegangen. Um ein repräsentatives Ergebnis zu erhalten, müssten die Mautsätze allerdings nach folgenden Straßenkategorien differenziert werden. Zum Beispiel müssten die Gebühren für autobahnähnlich ausgebaute Bundesstraßen, die vermehrt von Ausweichverkehr betroffen sind, höher sein als die zweispurigen Bundes- und Landstraßen. Dieses System ist sehr kompliziert und mit einem hohen organisatorischen und technischen Aufwand verbunden. Somit wird dem Bürger ein verfälschtes Bild vermittelt durch erhöhte negative Belastungswirkungen eines Szenarios, das so in der Realität nicht durchführbar ist.

Im Gegensatz dazu betrachtet die Analyse der finanziellen Auswirkung einer Pkw-Maut in dieser Arbeit detailliert vier Mautszenarien, die einzig der Bemautung von deutschen BAB dienen und in der Realität auch durchführbar sind. Zum einen zwei unterschiedliche Szenarien ohne Kompensationen, zum anderen zwei Szenarien mit Kompensationen, die im Folgenden beschrieben sind:

▪ **Szenario „Vign“**

Bei diesem Szenario müssen alle inländischen und ausländischen Verkehrsteilnehmer (Pkw und Kombi) eine Vignette erwerben, die eine unbegrenzte Nutzung deutscher Bundesautobahnen für einen bestimmten Zeitraum erlaubt.

Die Preisgestaltung orientiert sich nicht wie in **Kapitel 5.4** an den Steuerausfällen, sondern an der aktualisierten Wegekostenrechnung von ProgTrans/IWW aus dem Jahr 2007.<sup>85</sup> Der Preis für eine Jahresvignette errechnet sich aus den Gesamtkosten von Pkw und Kombi und dem Bestand an angemeldeten Pkw.<sup>86</sup> Er beträgt damit gemäß Kostenallokation für BAB 2012 **140 Euro** pro Pkw. Für ausländische Autofahrer ist der Erwerb einer Vignette mit einer Geltungsdauer von zehn Tagen möglich. Der Preis dieser 10-Tages-Vignette beträgt etwa 8 % des Jahresvignettenpreises (11 Euro). Um den Bedarf der Verkehrsteilnehmer stärker zu berücksichtigen und insbesondere eine überproportionale Belastung von Wenigfahrern zu verhindern, könnte die Vignette auch für Inländer in Anlehnung an das österreichische System zeitlich und preislich gestaffelt werden.

Das Ziel der Finanzierung der Infrastruktur steht bei diesem Modell, wie bereits in **Kapitel 2** erwähnt, im Vordergrund. Das Vignetten-System hat den Vorteil, dass es relativ kostengünstig und ohne großen technischen Aufwand eingeführt werden kann.

▪ **Szenario „Km-Maut“**

Bei diesem Szenario, einer Kilometermaut für Pkw, werden wie bei der bereits eingeführten Lkw-Maut die Mautgebühren entfernungs genau pro gefahrenem Kilometer mit einem elektronischen Mautsystem ermittelt.

---

<sup>85</sup> Vgl. Rommerskirchen, et al. (2007)

<sup>86</sup> Die Gesamtkosten der Pkw betragen 6,11 Mrd. €/Jahr, die Summe angemeldeter Pkw entspricht 42 Mio.

Die Höhe der Mautgebühren liegt gemäß Kostenallokation für das Jahr 2012 der Wegekostenrechnung von ProgTrans/IWW für Pkw und Kombi bei hochgerechnet **4 Cent/km**. Um Belastungen durch Ausweichverkehr gering zu halten, wäre die Ausweitung einer kilometerabhängigen Maut auf deutsche Bundesstraßen sinnvoll, wird jedoch in dieser Arbeit nicht betrachtet.

Vorteile dieses Systems ergeben sich durch eine präzise, verursachergerechte Kostenanlastung. Des Weiteren wird nicht nur die Finanzierung der Straßeninfrastruktur gewährleistet, auch bietet eine kilometerabhängige Maut die Möglichkeit, die Ziele der Verkehrslenkung und Umweltentlastung zu verfolgen. Im Gegensatz zum Vignetten-System ergibt sich ein höherer technischer und finanzieller Aufwand vor der Einführung. Durch die Einführung des satellitengestützten Lkw-Mautsystems ist jedoch bereits eine straßenseitige Infrastruktur geschaffen, die für ein Pkw-Mautsystem ausgeweitet werden kann.

- **Szenario „Vign-Komp“**

Bei diesem Mautszenario werden die Gebühren wie bei Szenario „Vign“ erhoben, allerdings werden aus Akzeptanz- und Gerechtigkeitsgründen alle inländischen Verkehrsteilnehmer eine Kompensation auf der Kfz-Steuerseite durch die Senkung der Kfz-Steuer um die Hubraumkomponente erhalten. In dieser Arbeit erfolgt keine detaillierte Unterscheidung zwischen Benzin- und Dieselfahrzeugen. Somit ergibt sich ein Durchschnittswert für den Betrag der Hubraumkomponente von 5 Euro/100cm<sup>3</sup> Hubraum. Außerdem wird diese Kompensation um die Senkung der Energiesteuer auf Kraftstoffe um 8,5 Cent/Liter ergänzt.

- **Szenario „Km-Maut-Komp“**

Auch bei einem kilometerabhängigen Mautsystem dürfen Kompensationen auf der Kfz-Steuerseite für alle deutschen Pkw-Besitzer nicht vernachlässigt werden. Wie bei Szenario „Vign-Komp“ wird als Kompensationslösung daher die kombinierte Senkung der Kfz- und Energiesteuer gewählt. Die Gebühren pro gefahrenem Kilometer betragen 4 Cent/km.

	<b>Mautszenarien</b>			
	<b>„Vign“</b>	<b>„Km-Maut“</b>	<b>„Vign.-Komp“</b>	<b>„Km-Maut-Komp“</b>
<b>Mautart</b>	zeitabhängig	km-abhängig	zeitabhängig	km-abhängig
<b>Gebührenhöhe für inländ. Pkw</b>	140 €/Jahr	4 Ct/km	140 €/Jahr	4 Ct/km
<b>Gebührenhöhe für ausländ. Pkw</b>	11 €/10 Tage	4 Ct/km	11 €/10 Tage	4 Ct/km
<b>Kompensation für Inländer</b>	-	-	Senkung Kfz-Steuer + Energiesteuer	Senkung Kfz-Steuer + Energiesteuer
<b>Vorteile</b>	kostengünstig, geringer techn. Aufwand	verursachergerechte Finanzierung, Umweltentlastung, Verkehrssteuerung	kostengünstig, geringer techn. Aufwand, <b>sozialer Ausgleich</b>	verursachergerechte Finanzierung, Umweltentlastung, Verkehrssteuerung, <b>sozialer Ausgleich</b>
<b>Nachteile</b>	nicht verursachergerecht, keine Lenkungswirkung, kaum Umweltwirkung	erhöhter techn. + finanz. Aufwand	nicht verursachergerecht, keine Lenkungswirkung, kaum Umweltwirkung	erhöhter techn. + finanz. Aufwand

Tabelle 5.2: Mautszenarien für Deutschland im Überblick

Quelle: eigene Darstellung

## 6. Finanzielle Auswirkungen einer Pkw-Maut auf verschiedene Nutzergruppen

In der Einleitung wurde geschildert, dass eine Nutzerfinanzierung des Straßennetzes mittels einer Pkw-Maut als gerechter gilt als die bisherige Finanzierung aus Steuermitteln des Bundes, wenn die Bürger durch Erleichterungen auf der Kfz- und Energiesteuerseite kompensiert werden. In diesem Kapitel werden daher die finanziellen Auswirkungen der in Kapitel 5.5 beschriebenen Mautszenarien auf verschiedene Nutzergruppen untersucht und im Hinblick auf diese Tatsache bewertet.

Zunächst werden die Datengrundlage und die Kriterien der Einteilung der Nutzergruppen erläutert. Daraufhin werden die finanziellen Auswirkungen detailliert berechnet und die Ergebnisse beurteilt.

### 6.1 Datengrundlage

Grundlage der Analyse bilden hauptsächlich die Daten des **Deutschen Mobilitätspanels 1994-2008** (MOP).

Das **MOP** zeichnet seit 1994 das Mobilitätsverhalten der deutschen Bevölkerung auf. Es wird vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) in Auftrag gegeben und finanziert. Die Erhebung der Daten erfolgt durch das Meinungsforschungsinstitut tns infratest. Die Auswertungen werden daraufhin u.a. vom Institut für Verkehrswesen (IFV) des Karlsruher Institut für Technologie (KIT) durchgeführt. Die Stichprobe setzt sich aus auskunftsbereiten Haushalten zusammen, die durch mehrstufige CATI's (Computer Assisted Telephone Interview) ermittelt werden. Dabei wurden weitestgehend dieselben Haushalte und Personen jährlich

befragt. Für die Analyse wurden die Berichtsdaten (Mobilitäts- und Tankdaten) des Panels 2008 verwendet, welches aus Haushalten der 06er, 07er und 08er Kohorte besteht. Es sind insgesamt 1.062 Haushalte und 1.783 Personen enthalten. Die Mobilitätsdatendatei setzt sich zusammen aus

- der Haushaltsebene, welche Daten über die teilnehmenden Haushalte als Ganzes (Haushaltsnettoeinkommen, -größe, -typ oder lagespezifische Daten) enthält,
- der Personenebene, die Informationen über die Einzelpersonen (Beruf, Alter, Geschlecht, etc.) liefert,
- der Personentageebene, aus der Daten über einzelne Berichtstage der Panelteilnehmer entnommen werden können (z.B. Kilometerfahrleistung pro Tag) sowie
- der Wegeebe, in der alle Merkmale der einzelnen Wege gespeichert sind.

In der Tankbuchdatei wurde das Tankverhalten während einer bestimmten Periode (Frühjahr jedes Jahres) aufgezeichnet. Sie enthält u.a. Informationen über die während der Periode gefahrenen Gesamtkilometer, die getankte Menge an Kraftstoffen sowie fahrzeugspezifische Daten (z.B. Hubraum, Baujahr, usw.).

Sämtliche Daten können über Haushalts-IDs den einzelnen Haushalten genau zugeordnet und daraufhin ausgewertet werden.

Die Auswertung der Daten erfolgte mit Microsoft Excel und der Statistik-Software SPSS (PASW Statistics 18).

Um eine repräsentative Stichprobe zu erhalten, wurden Daten der Haushalte herausgefiltert, die keine oder fehlerhafte Angaben zu ihrem Haushaltsnettoeinkommen gemacht haben. Ebenfalls wurden Haushalte, die keine Pkw-Fahrleistung aufweisen, in der Analyse nicht berücksichtigt. Diese setzt sich folglich aus 584 Haushalten und 1374 Personen (55 % der Haushalte des Panels) zusammen, die etwa 20,5 Mio. der deutschen Haushalte und etwa 48,3 Mio. Bürger der Gesamtbevölkerung Deutschlands repräsentieren.

Des Weiteren wurde auf Verkehrsdaten des Statistischen Bundesamtes und des Kraftfahrtbundesamtes sowie auf Daten aus der Studie „Verkehr in Zahlen“ des DIW (Herausgeber: BMVBS) zurückgegriffen.



## 6.2 Einteilung der Nutzergruppen

Nutzer, die durch die Einführung einer Pkw-Maut in unterschiedlichem Maße beeinflusst werden, können nach verschiedenen Kriterien in Gruppen eingeteilt werden, beispielsweise nach dem Einkommen, dem Geschlecht oder dem Beruf. Im Hinblick auf die Analyse der finanziellen Belastungen durch eine Pkw-Maut erfolgt die Einteilung der Nutzer in dieser Arbeit nach Einkommensgruppen. Als Orientierung diene der Beitrag des Statistischen Bundesamtes über die „Indikatoren der Einkommensverteilung in Deutschland 2003“.<sup>87</sup> Die Einkommensklassen ergeben sich aus der Einteilung der Einkommensverteilung in Quintile. Demnach wird die Verteilung in fünf gleich große Teile zerlegt. Etwaige Abweichungen ergeben sich daraus, dass die Haushalte des Panels ihre Haushaltsnettoeinkommen nicht genau angeben, sondern sich selbst in acht verschiedene Klassen einordnen mussten. Als durchschnittlicher Wert des Einkommens der verschiedenen Haushalte wurde der Mittelwert dieser Klassen verwendet.

Die Berechnungen können hierbei auf Basis

- monatlicher Haushaltsnettoeinkommen,
- monatlicher Nettoeinkommen pro Kopf oder
- monatlicher Nettoäquivalenzeinkommen

erfolgen.

Das **Haushaltsnettoeinkommen** besteht aus der Summe aller Einkommen der einzelnen Haushaltsmitglieder (Erwerbseinkommen, Einkommen aus Renten, Einkommen aus Vermietungen, Kindergeld, Wohngeld, etc.) abzüglich Steuern und Sozialversicherungsbeiträge.

Wird dieses durch die Anzahl der Haushaltsmitglieder geteilt, erhält man das **Nettoeinkommen pro Kopf**.

---

<sup>87</sup> Vgl. Deckl (2006)

Das monatliche **Nettoäquivalenzeinkommen** ist wie folgt definiert:<sup>88</sup>

**Definition:**

*Das Nettoäquivalenzeinkommen entspricht dem gewichteten Pro-Kopf-Einkommen jedes Haushaltsmitgliedes. Es ergibt sich durch die Division des Haushaltsnettoeinkommens durch die äquivalenzgewichtete Summe der Haushaltsmitglieder.*

*Jedem Haushaltsmitglied werden gemäß der modifizierten Äquivalenzskala der OECD Gewichte zugeordnet. Die erste erwachsene Person des Haushalts erhält das Gewicht 1, alle weiteren Personen über 14 Jahre erhalten jeweils das Gewicht 0,5. Personen unter 14 Jahren gehen mit dem Gewicht von 0,3 in die Berechnung mit ein.*

Da in den Datensätzen des MOP nur Angaben zu Personen unter 10 Jahren vorhanden sind, wurde die Äquivalenzskala dementsprechend minimal verändert. Die erste Person wird mit dem Faktor 1 gewichtet, alle weiteren Personen über 10 Jahre mit dem Faktor 0,5. Alle Personen unter 10 Jahre erhalten das Gewicht 0,25.

Somit ergibt sich für einen fünfköpfigen Haushalt mit einem Kind von 15 Jahren und zwei Kindern unter 10 Jahren eine gewichtete Haushaltsgröße von  $1+0,5+0,5+0,25+0,25=2,5$  statt der absoluten Haushaltsgröße von 5.

Durch diese Gewichtung ist eine bessere Vergleichbarkeit der Einkommen von Personen unterschiedlicher Haushaltstypen möglich, da Einspareffekte, die durch die gemeinsame Nutzung von bestimmten Gütern wie Wohnraum oder langlebige Gebrauchsgegenstände in größeren Haushalten auftreten, berücksichtigt werden. So hätte der zuvor beschriebene fünfköpfige Haushalt bei einem Nettohaushaltseinkommen von 5000 Euro ein gewichtetes Pro-Kopf-Einkommen von 2000 Euro. Dieser Haushalt kann nun in die gleiche Einkommensklasse eingeordnet werden wie ein Single-Haushalt mit einem Einkommen von 2000 Euro.

Die unterschiedlichen Einkommensverteilungen der Stichprobe sind in **Abbildung 5.1** graphisch dargestellt.

---

88

<http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Statistiken/Bevoelkerung/MigrationIntegration/Migrationshintergrund/Begriffserlaeuterungen/Aequivalenzeinkommen,templateId=renderPrint.psml> und Deckl (2006)

Es ist ersichtlich, dass ein deutlicher Unterschied zwischen der Einkommensverteilung auf Basis der Nettoeinkommen pro Kopf und der Nettoäquivalenzverteilung besteht. Durch die Gewichtung und damit der Berücksichtigung von Skaleneffekten ergeben sich höhere Beträge, die den einzelnen Personen zur Verfügung stehen. Das Nettoäquivalenzeinkommen ist daher ein geeigneter Indikator zur Zuordnung von Haushalten zu den verschiedenen Einkommensschichten, zu „arm“ und „reich“.

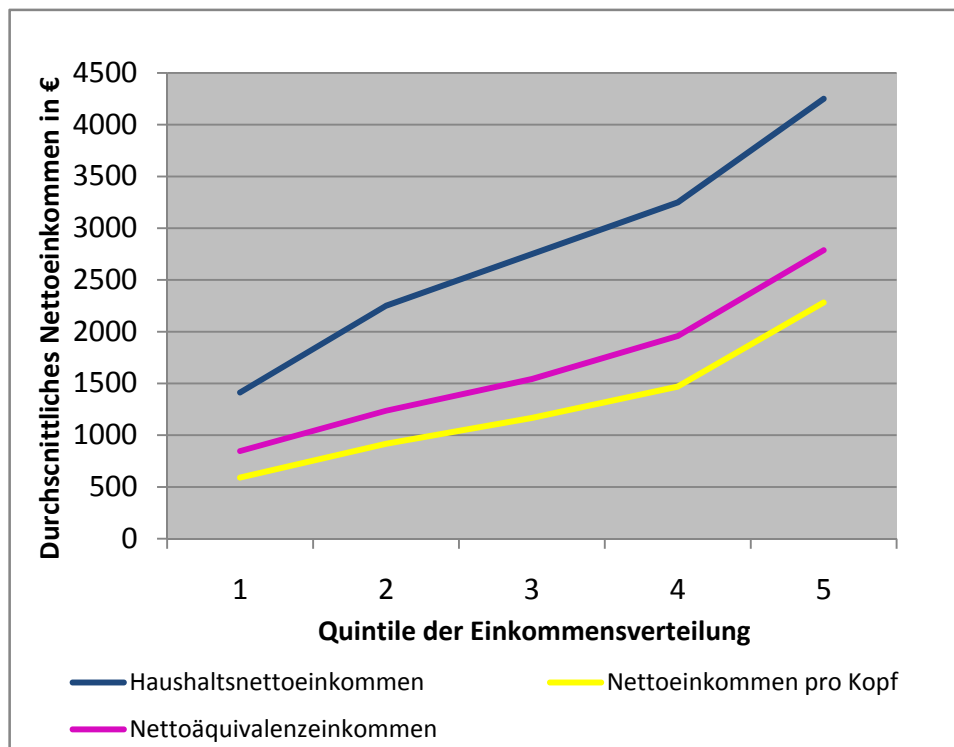


Abbildung 6.1: Einkommensverteilung der Stichprobe

### 6.3 Autobahnanteil der Fahrleistung

In **Kapitel 5.5** wurde bereits erwähnt, dass die Einführung einer Pkw-Maut vorerst nur auf deutschen Bundesautobahnen stattfinden wird.

Aus diesem Grund muss, um eine möglichst genaue Berechnung der finanziellen Auswirkungen einer Maut auf die verschiedenen Nutzergruppen zu gewährleisten, der Autobahnanteil der gesamten Fahrleistung bestimmt werden. Nur für diese Kilometer fallen konkrete Gebühren an.

Eine Berechnung des Autobahnanteils der Fahrleistung hat Einbock (2007) für den Lkw-Verkehr in Österreich durchgeführt. Es wird davon ausgegangen, dass der Autobahnanteil normalerweise mit zunehmender Entfernung höher wird. Der Anteil wird hierbei mit einer Polynomfunktion 4. Grades berechnet.<sup>89</sup> Da Deutschland über ein gut ausgebautes nachgelagertes Straßennetz verfügt und mit Ausweichverkehr auf dieses zu rechnen ist, wird der Autobahnanteil für die einzelnen Entfernungszonen vor allem im Nahstreckenbereich jedoch deutlich niedriger sein. Die Funktion in einer derartigen Form ist somit nicht auf Deutschland übertragbar. Daher wird zur Berechnung des Anteils der Fahrleistung auf deutschen BAB eine Funktion gewählt, die den Verlauf einer Umkehrfunktion der Logarithmusfunktion hat und Werte zwischen 0 und 1 annimmt. Mit Hilfe der vorhandenen Daten zur täglichen Fahrleistung der Haushalte des Panels 2008 und den Informationen zur jährlichen Fahrleistung auf Autobahnen der deutschen Bevölkerung aus dem Jahr 2008<sup>90</sup> konnte eine derartige Funktion ermittelt und auf die Gesamtbevölkerung übertragen werden. Der Autobahnanteil der Fahrleistung berechnet sich nun wie folgt:

$$A(x) = 1 - e^{-0,01144*x}$$

Diese Funktion bildet die Autobahnanteile der unterschiedlichen täglichen Fahrleistungen von Personen realitätsnah ab. Die täglichen Fahrleistungen stellen Durchschnittswerte dar. In einigen Fällen kann es sein, dass die Autobahnkilometeranteile standortbedingt deutlich höhere oder niedrigere Werte annehmen. Bei einer durchschnittlichen Fahrleistung von 20 Kilometern pro Tag kann allgemein von einem Autobahnkilometeranteil von etwa 20 % ausgegangen werden, bei 100 Kilometern von einem Anteil von ca. 68 %. Ab einer täglichen Fahrleistung von etwa 300 Kilometern ist der Autobahnkilometeranteil nahezu 100 %.

Der graphische Verlauf dieser Funktion wird in **Abbildung 6.2** veranschaulicht.

---

<sup>89</sup> Vgl. Einbock (2007)

<sup>90</sup> Verkehr in Zahlen 2009/2010;(2010), S.106

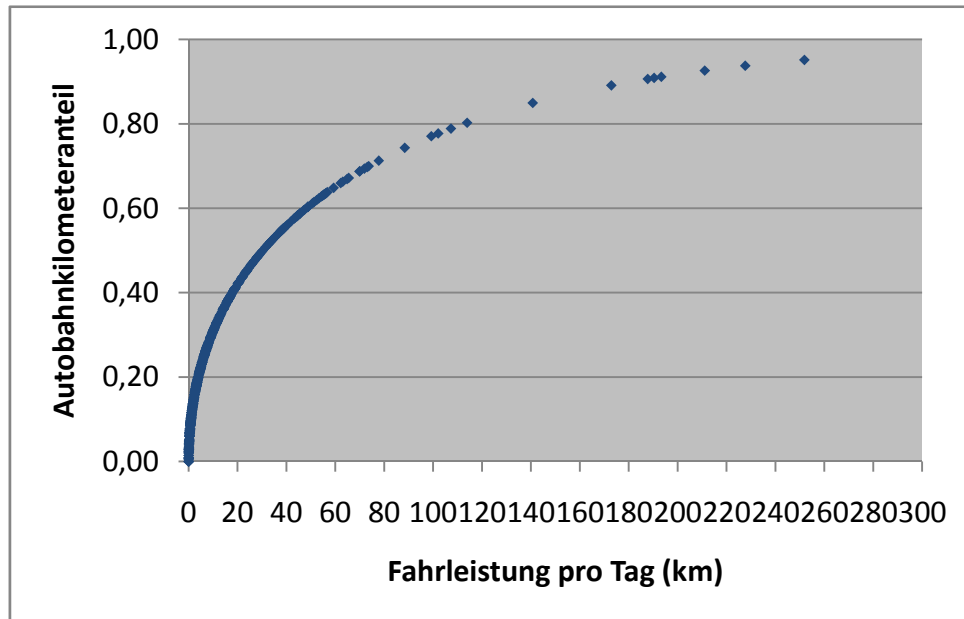


Abbildung 6.2: Autobahnkilometeranteil der Fahrleistung

#### 6.4 Auswirkungen auf verschiedene Einkommensgruppen

Diese Arbeit untersucht in erster Linie die finanziellen Belastungen, die durch die Einführung einer Pkw-Maut von den Haushalten und deren Mitgliedern privat getragen werden müssen. Aus diesem Grund bezieht sich die Fahrleistung in dieser Arbeit nur auf die Kilometerfahrleistung nicht-dienstlicher Fahrten, die mit dem Pkw durchgeführt wurden. Unter diesen sind alle Fahrten zu verstehen, die zu privaten Zwecken wie z.B. Einkauf, Arztbesuch, Behördengänge, Freizeitaktivitäten, oder Urlaub durchgeführt werden, und Fahrten zur und von der Arbeitsstätte. Dienstliche Fahrten wie Geschäftsreisen werden nicht berücksichtigt, da die Kosten dieser Fahrten von den Unternehmen getragen werden und das Wohlfahrtsniveau der privaten Haushalte somit nicht beeinflusst wird. Zu Beginn dieses Abschnitts wird auf einige allgemeine Eigenschaften von Haushalten verschiedener Einkommensgruppen eingegangen, die auf Grund ihres Haushaltsnettoeinkommens den verschiedenen Einkommensgruppen zugeordnet werden. Die analysierten Werte aus **Tabelle 6.1** über das Einkommen, die Pkw-Verfügbarkeit und die Gesamtfahrleistung spiegeln durchschnittliche Werte pro Einkommensklasse wieder.

EK-Klasse*	Anzahl HH [%]	Durchschn. Netto-HH-Einkommen [Euro/Monat]	Mittlere Anzahl Personen im HH	Mittlere Anzahl Pkw im HH	Gesamtfahrleistung nicht dienstlich* [km/Jahr]	Fahrleistung Autobahnen* [km/Jahr]
1	34,2	1413	1,74	1,13	9103	3161
2	18,8	2250	2,35	1,32	10406	3993
3	14,4	2750	2,56	1,44	14204	7448
4	13,7	3250	2,85	1,55	13155	5865
5	18,8	4250	2,95	1,72	17287	9483

\* Einteilung gemäß Haushaltsnettoeinkommen

Tabelle 6.1: Einkommensklassen und Verkehrsverhalten in Bezug auf den kompletten Haushalt

Quelle: MOP 1994-2008, eigene Berechnungen

Aus obiger Tabelle ist ersichtlich, dass die Höhe des Einkommens in der Regel von der Haushaltsgröße abhängig ist. Haushalte sind „reicher“, da sie mehr Haushaltsmitglieder haben (vgl. Abbildung 6.3). Haushalte höherer Einkommensklassen weisen eine höhere Pkw-Verfügbarkeit und eine höhere Fahrleistung auf als Haushalte niedriger Einkommensschichten. Die höhere Fahrleistung besser verdienender Haushalte steht in enger Verbindung mit der Haushaltsgröße.

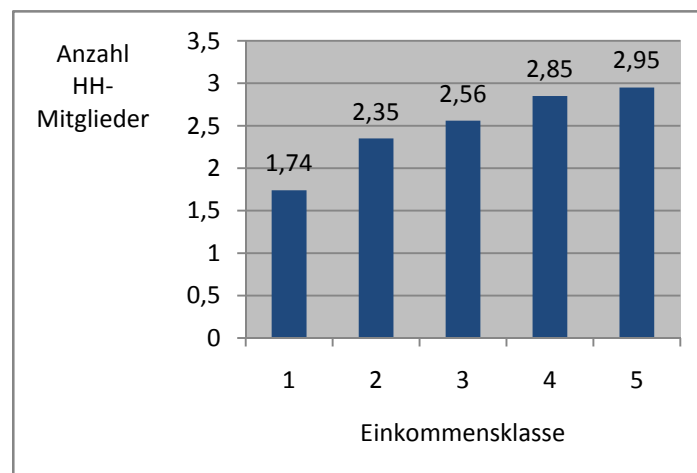


Abbildung 6.3: Beziehung zwischen Einkommensklasse und Haushaltsgröße

Haushalte mit höherem Einkommen haben eine größere Anzahl an Mitglieder und sind somit mobiler.

Bei dieser Betrachtung wird nicht klar, wie das Einkommen eines Haushaltes auf die einzelnen Haushaltsmitglieder verteilt ist. Damit sind auch keine Aussagen möglich, wie sich die Belastungen auf die einzelnen Haushaltsmitglieder auswirken werden. Beispielsweise würden sich die Kosten für eine Jahresvignette von 140 Euro auf einen Single-Haushalt aus Einkommensklasse 2 proportional weniger stark auswirken als auf einen Drei-Personen-Haushalt, dem das gleiche Einkommen zur Verfügung steht.

Die Berechnungen der finanziellen Belastungen einer Maut in der Studie „Pkw-Maut in Deutschland?“ des ADAC aus dem Jahr 2010 werden auf Basis der Haushaltsnettoeinkommen durchgeführt. Dabei wird auch eine differenzierte Betrachtung in Bezug auf die Haushaltsgröße berücksichtigt. Somit ergeben sich für Zwei-Personen-Haushalte mit einem Einkommen von unter 5000 Euro pro Monat andere Werte als für Single-Haushalte derselben Einkommensgruppe. Daraus geht allerdings nicht hervor, ob es sich bei den Personen im Haushalt um Erwachsene oder Kinder handelt. Bei einem Haushalt mit drei Personen kann es sein, dass dieser aus einem alleinerziehenden Elternteil mit zwei Kindern besteht oder aber aus drei volljährigen, erwerbsfähigen Personen. Somit liefert diese Analyse weniger repräsentative Ergebnisse, da die einzelnen Haushalte nicht direkt miteinander verglichen werden können.<sup>91</sup> Des Weiteren fehlen in dieser Analyse gänzlich detaillierte Informationen über das Fahrverhalten und die Fahrzeugeigenschaften der verschiedenen Einkommensgruppen.

Eine bessere Einteilung wurde von der Morgan Stanley Bank AG (2009) in ihrer Studie vorgenommen.<sup>92</sup> Das Einkommen wird dabei zum einen als Nettoeinkommen pro Person, zum anderen als Nettoäquivalenzeinkommen ausgedrückt, welches die unterschiedlichen Haushaltsmitglieder gewichtet und Skaleneffekte berücksichtigt, die in Haushalten mit mehreren Mitgliedern durch die gemeinsame Nutzung von Wohnräumen und Gebrauchsgegenständen bestehen. Dieser Analyse können auch genaue Informationen über das Verkehrsverhalten der Haushalte entnommen werden. Dabei werden Werte wie beispielsweise die Fahrleistung allerdings nur in Bezug auf die

---

<sup>91</sup> Vgl. Baum, S. 80 f.

<sup>92</sup> Vgl. Morgan Stanley Bank AG (2010)

Größen „pro Person“ und „pro Erwachsenenäquivalent“ angegeben. Somit ergeben sich für die einzelnen Wohlstandsklassen zu niedrige und damit nicht repräsentative Werte der Fahrleistung, da diese sich auch auf Personen verteilt, die keinen Beitrag leisten wie z.B. minderjährige Kinder.<sup>93</sup>

Für die nachfolgende Analyse der finanziellen Belastungen in dieser Arbeit erfolgt die Einteilung der Einkommensgruppen auf Basis der Nettoäquivalenzeinkommen, um die Belastungen verschiedener Haushalte besser vergleichbar zu machen. Die Werte zum Verkehrsverhalten (Pkw-Verfügbarkeit, Kilometerleistung) werden jedoch pro Erwachsenen dargestellt. Mit Hilfe dieser Differenzierung der Werte bezüglich einer erwachsenen Person wird berücksichtigt, dass sich die Fahrleistung nur auf diejenigen Personen bezieht, von denen sie auch erbracht wird. Des Weiteren wurden weitere wichtige Werte des Verkehrsverhaltens berücksichtigt wie die Werte pro Pkw. Aus dieser Betrachtung können Schlüsse gezogen werden, ob sich beispielsweise die Fahrleistung mehrerer Personen auf dasselbe Fahrzeug oder auf mehrere Fahrzeuge verteilt.

Die Werte können den nachfolgenden Tabellen entnommen werden und stellen wie bereits in Tabelle 6.1 durchschnittliche Werte pro Einkommensklasse dar.

**Tabelle 6.2** gibt Auskunft über die durchschnittlichen Einkommen in Bezug auf Erwachsenenäquivalente im Haushalt sowie über Eigenschaften der Haushalte der verschiedenen Einkommensklassen wie Haushaltsgröße und -zusammensetzung und Pkw-Verfügbarkeit. **Tabelle 6.3** enthält Informationen zum durchschnittlichen Verkehrsverhalten der unterschiedlichen Einkommensgruppen in Bezug auf verschiedene Größen.

---

<sup>93</sup> Vgl. Morgan Stanley Bank AG (2010), S. 34



## Finanzielle Auswirkungen einer Pkw-Maut auf verschiedene Nutzergruppen

Einkommens- klasse*	Anzahl HH [%]	Durchschn. Nettoäquivalenz- einkommen [Euro/Monat]	Mittlere Anzahl Personen im HH	Mittlere Anzahl Erwachsene im HH	Mittlere Anzahl Kinder im HH	Mittlere Anzahl Pkw im HH	Mittlere Anzahl Pkw pro Erwachsenem
1	20,2	847	2,9	2,2	0,7	1,3	0,66
2	19,3	1222	1,9	1,6	0,3	1,2	0,82
3	21,7	1527	2,9	2,4	0,5	1,5	0,67
4	23,6	1959	2,3	1,8	0,5	1,3	0,80
5	15,1	2787	1,6	1,6	0	1,3	0,93

Tabelle 6.2: Einkommen und Eigenschaften der Haushalte

Einkommens- klasse*	Gesamtfahrleistung nicht dienstlich pro Erwachsenem [km/Jahr]	Gesamtfahrleistung nicht dienstlich pro Pkw [km/Jahr]	Fahrleistung Autobahnen pro Erwachsenem [km/Jahr]	Fahrleistung Autobahnen pro Pkw [km/Jahr]
1	5277	8378	1294	2880
2	6069	8715	1732	2926
3	6108	9298	1778	3492
4	7556	9811	2611	3966
5	9593	10544	3707	4159

Tabelle 6.3: Durchschnittliches Verkehrsverhalten

Quelle: MOP 1994-2008, eigene Berechnungen

\*Einteilung gemäß Nettoäquivalenzeinkommen

Aus obiger Tabelle lässt sich eine Tendenz ableiten, dass die durchschnittliche Anzahl an Haushaltsmitgliedern in den unteren Einkommensschichten höher ist als in den oberen.

Die hohe Personenzahl in EK 3 ist darauf zurückzuführen, dass in dieser Klasse Haushalte mit Kindern und Großhaushalte einen großen Anteil ausmachen.

Die Abweichung in EK 2 ist damit zu begründen, dass in dieser Klasse vermehrt Kleinhaushalte mit und ohne berufstätige Personen auftreten, sowie Familien mit nur wenigen Kindern unter 18 Jahren.

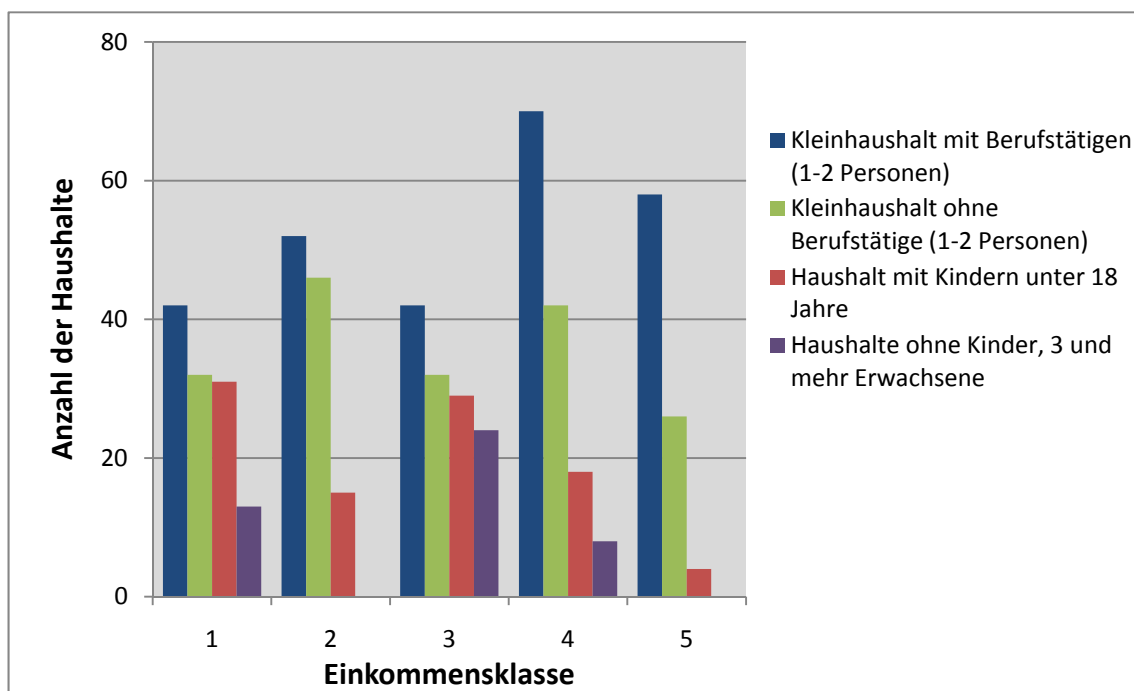


Abbildung 6.4: Übersicht über Haushaltstypen in den verschiedenen Einkommensklassen

Ebenso ist auffällig, dass die mittlere Anzahl der Kinder in der niedrigsten Einkommensklasse am höchsten und eine abnehmende Tendenz zeigt, je höher das Einkommen wird. Familien mit Kindern sind somit vermehrt in den unteren und mittleren Einkommensschichten anzusiedeln. In den oberen Einkommensklassen treten dagegen vor allem Kleinhaushalte mit ein bis zwei Personen auf. In Einkommensklasse 5 sind fast ausschließlich gut verdienende Single- oder Paarhaushalte zu finden. Die

Verteilung der Haushaltstypen in den verschiedenen Klassen, die in **Abbildung 6.4** dargestellt ist, verdeutlicht dies.

Die mittlere Anzahl an Autos in den verschiedenen Haushalten ist in fast allen Einkommensklassen annähernd gleich hoch. Dies bedeutet, dass in jedem deutschen Haushalt, ob „arm“ oder „reich“, im Schnitt ein Pkw vorhanden ist.

In Verbindung mit der bereits erwähnten Erwachsenenanzahl lässt sich ableiten, dass in Haushalten mit einem höheren Äquivalenzeinkommen die Pkw-Verfügbarkeit pro erwachsener Person höher ist als die in schlechter verdienenden Haushalten. Diese Beobachtung wird in **Abbildung 6.5** graphisch verdeutlicht. Es ist ein leichter Trend erkennbar, dass die Variablen „Einkommen“ und „Anzahl der Pkw pro Erwachsenen“ leicht positiv miteinander korreliert sind (Korrelationskoeffizient: +0,206).

In Haushalten aus EK 1 werden sich durchschnittlich 1,3 Fahrzeuge auf 2,2 Erwachsene Personen verteilen. Das bedeutet, dass im Durchschnitt zwei Personen ein Auto gemeinsam nutzen müssen. EK 5 hingegen weist eine mittlere Anzahl an Pkw pro Erwachsenen von 0,93 auf. Man kann davon ausgehen, dass bei einem Großteil der besser verdienenden Haushalte jeder Erwachsene im Haushalt ein Fahrzeug zur Verfügung hat. Einzig Haushalte aus EK 2 fallen aus dem Muster. Die hohe Anzahl an Fahrzeugen pro Erwachsenen steht in starker Verbindung mit der Tatsache, dass in dieser Einkommensgruppe mehr Kleinhaushalte vertreten sind als in EK 1 und EK 3 und daher die durchschnittliche Haushaltsgröße niedriger ist.

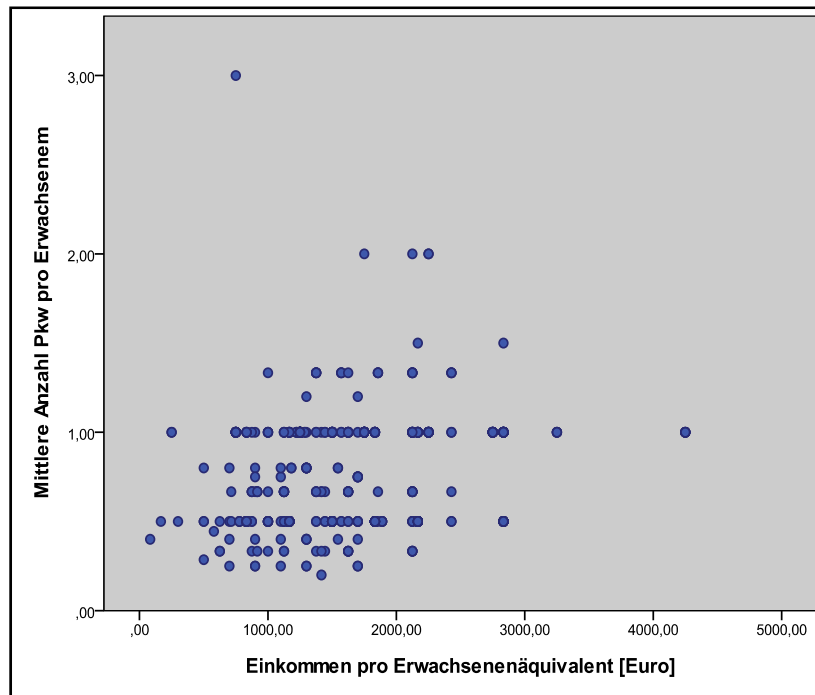


Abbildung 6.5: Streudiagramm für die Variablen „Einkommen“ und „Anzahl der Pkw pro Erwachsenem“

In enger Beziehung mit der Pkw-Verfügbarkeit steht die Gesamtfahrleistung. Je höher das Äquivalenzeinkommen des Haushalts ist, desto höher ist die Gesamtfahrleistung des Haushalts für nicht-dienstliche Zwecke (vgl. Tabelle 6.3).

Die jährliche Fahrleistung wird zum einen in Bezug auf eine erwachsene Person im Haushalte und zum anderen pro im Haushalt verfügbaren Pkw ermittelt. Hierdurch ergibt sich ein differenziertes Bild, welches durch **Abbildung 5.6** verdeutlicht wird.

Wird die Fahrleistung pro Erwachsenem berechnet, sind deutliche Unterschiede zwischen den Einkommensklassen sichtbar. So fahren Erwachsene mit den höchsten Einkommen im Durchschnitt etwa 55 % mehr als diejenigen mit sehr niedrigem Einkommen. Es lässt sich daraus vermuten, dass diese grundsätzlich für mehr Fahrten den Pkw statt anderer Verkehrsmittel benutzen als Geringverdiener und der Anteil an längeren Fahrten wie beispielsweise Urlaubsfahrten ebenfalls höher ist.

Wird hingegen die Fahrleistung pro Pkw beurteilt, so ergeben sich verhältnismäßig geringe Unterschiede zwischen den einzelnen Einkommensklassen. Wie bereits erwähnt müssen sich in EK 1 durchschnittlich zwei Personen einen Pkw teilen. Dies lässt die

Spekulation zu, dass die Fahrleistung pro Erwachsenem in der Regel nur mit einem Fahrzeug durchgeführt wird und sich dadurch für die Pkw-Fahrleistung ein deutlich höherer Wert ergibt. In EK 5 hingegen hat jeder Erwachsene einen eigenen Pkw. Daher ist dort der Unterschied zwischen der Fahrleistung pro Erwachsenem und derjenigen pro Pkw nur marginal.

Trotz der hohen Pkw-Verfügbarkeit im Verhältnis zur Haushaltsgröße und der Erwachsenenanzahl, fahren Haushalte aus EK 2 die wenigsten Kilometer pro Jahr. Dies ist vermutlich eine Folge der Haushaltszusammensetzung, da in diesen Haushalten ein großer Anteil an nicht erwerbstätigen erwachsenen Personen und Rentnern zu finden ist, welche zwar einen Pkw besitzen, ihn jedoch seltener benutzen.

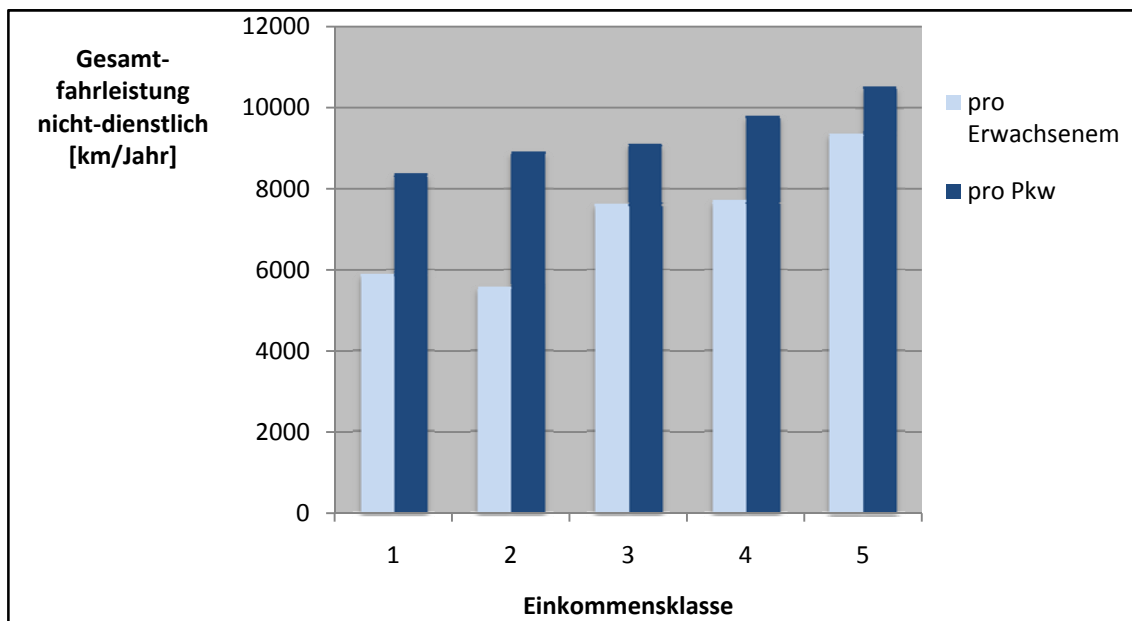


Abbildung 6.6: Gesamtfahrleistung in Bezug auf Erwachsene und Pkw im Haushalt

Quelle: eigene Darstellung

Mit dem Ausdruck des Autobahnanteils aus **Kapitel 6.3** lässt sich die Fahrleistung berechnen, die von den verschiedenen Gruppen auf deutschen Bundesautobahnen zurückgelegt wird.

Auffällig ist, dass die Autobahnfahrleistung von Haushalten mit dem höchstem Einkommen im Vergleich zur Autobahnfahrleistung, die von Haushalten aus EK 1 erbracht wird, dreifach so hoch ist, während sich die Fahrleistung auf dem gesamten Straßennetz hingegen nur verdoppelt. Dies könnte eine spekulative Hypothese stützen, dass die hohe Fahrleistung der besser verdienenden Bevölkerungsschichten dadurch zustande kommt, dass diese oftmals lange Fahrtstrecken zurücklegen.

Zum einen ist dies bedingt durch Urlaubsfahrten, die in größerem Umfang durchgeführt werden, und zum anderen durch größere Pendeldistanzen zum Arbeitsplatz.

Die Auswertungen des Mikrozensus 2004 des Statistischen Bundesamtes haben außerdem gezeigt, dass die Pendeldistanzen zur Arbeitsstätte im Durchschnitt mit zunehmenden Einkommen länger werden.<sup>94</sup> Während etwa die Hälfte der Personen mit einem monatlichen Nettoeinkommen von unter 1300 Euro eine Arbeitsstätte in unmittelbarer Umgebung (<10 km) ihres Wohnortes haben und daher mehr Fahrten im Nahbereich unternehmen, sind dies bei Personen im Nettoeinkommensbereich ab 2300 Euro dagegen nur etwa 34 Prozent. Letztere nehmen mit einem Anteil von 11 % häufiger eine Pendeldistanz von über 50 Kilometern in Kauf als Geringverdiener (ca. 3,8 %).

Ein weiterer Grund für den hohen Autobahnteil von EK 5 könnte die Tatsache sein, dass in dieser Gruppe ausschließlich gut verdienende Single- oder Paarhaushalte vertreten sind, welche beispielsweise bedingt durch Wochenendfernbeziehungen oftmals lange Strecken auf sich nehmen müssen.

Zur Berechnung der Belastungen, wenn eine Mautlösung in Verbindung mit den beschriebenen Kompensationslösung eingeführt wird, sind Daten der einzelnen Einkommensklassen über den durchschnittlichen Hubraum und den durchschnittlichen Kraftstoffverbrauch im Jahr notwendig, welche in **Tabelle 6.4** abgebildet sind.

---

<sup>94</sup> Vgl. Statistisches Bundesamt (2005a) und Statistisches Bundesamt (2005b)

Einkommensklasse*	Mittlerer Hubraum pro Pkw	Mittlerer Kraftstoffverbrauch pro Pkw
1	1551	964
2	1550	840
3	1587	983
4	1702	1112
5	1736	1042

\*Einteilung gemäß Nettoäquivalenzeinkommen

Tabelle 6.4: Einkommensklassen und Kennzahlen zu Hubraum und Kraftstoffverbrauch

Quelle: MOP 1994-2008, eigene Berechnungen

Aus der Tabelle lässt sich der Trend entnehmen, dass Haushalte aus höheren Einkommensklassen durchschnittlich Autos mit einem größeren Hubraum fahren als Haushalte aus den unteren Einkommensklassen. In **Abbildung 6.7** wird die Verteilung graphisch verdeutlicht.

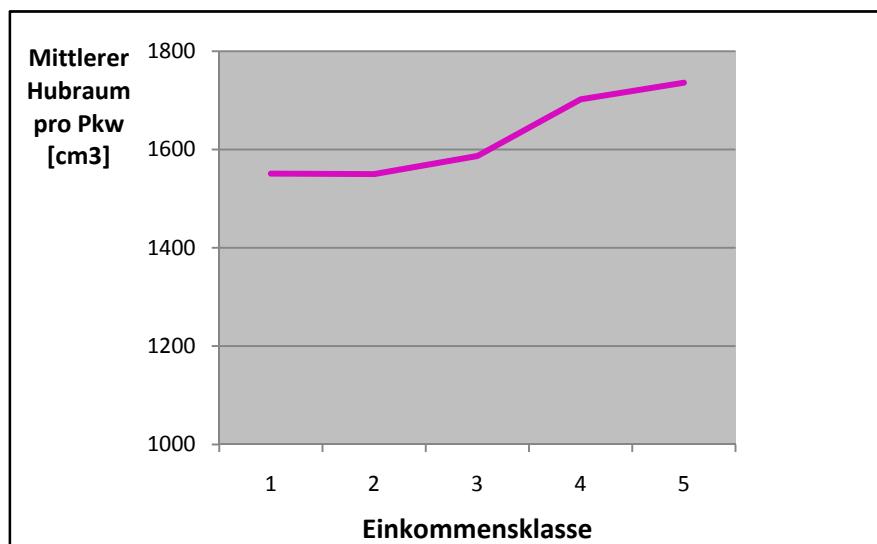


Abbildung 6.7: Mittlerer Hubraum in Bezug auf Pkw im Haushalt

Die nur gering differenzierten Durchschnittswerte pro Pkw könnten Anzeichen dafür sein, dass viele Haushalte aus EK 1 oftmals auf Grund der Haushaltsgröße ebenfalls größere Autos brauchen, die meist älter sind und ein höheres Hubraumvolumen haben. Aus der Varianzanalyse (s. Anhang E) geht hervor, dass das mittlere Hubraumvolumen pro Pkw in EK 1 zwar am kleinsten ist, es jedoch auch Haushalte gibt, die Fahrzeuge mit sehr großem Hubraum (3245 cm<sup>3</sup>) besitzen. Die Hubraum-Komponente der Kfz-Steuer als Argument für den Gerechtigkeitsausgleich für die unteren Einkommensschichten kann hiermit entkräftet werden. Ein Ersatz der Kfz-Steuer durch Nutzergebühren würde sich somit vor allem zu Gunsten der niedrigeren Einkommensklassen positiv auswirken.

Mit diesen Informationen lassen sich nun die finanziellen Belastungen für die verschiedenen Einkommensklassen durch die in **Kapitel 5.5** beschriebenen Mautszenarien berechnen.

### **6.4.1 Belastungen durch eine Jahresvignette**

#### **6.4.1.1 Belastungen durch eine Jahresvignette ohne Kompensationen**

Das häufig angeführte Argument der Mautgegner, dass bei einem Vignettensystem vor allem Wenigfahrer proportional pro gefahrenem Kilometer höher belastet werden, kann durch diese Analyse ebenfalls bestätigt werden, falls **Szenario „Vign“** in Deutschland eingeführt werden würde.

Wie die Annahmen aus **Kapitel 6.4** zeigen, sind Haushalte mit niedriger Fahrleistung in der Regel in den unteren und mittleren Einkommensgruppen zu finden. Damit ist die Benachteiligung von Wenigfahrern gleichbedeutend mit der Benachteiligung von ärmeren Haushalten.

**Abbildung 6.8** zeigt deutlich, dass der Anteil der Belastungen am Nettoäquivalenzeinkommen der Haushalte der verschiedenen Einkommensklassen durch eine Vignette mit zunehmendem Einkommen stark abnimmt. Die Gebühren für Haushalte aus EK 5 sind mit einem Anteil von 0,42 % am Nettoäquivalenzeinkommen



zum Teil um mehr als die Hälfte bis mehr als das Dreifache geringer als die Gebühren für Geringverdiener (1,38 % bei EK 1).

Betrachtet man die Zusammensetzung dieser Gruppen bezüglich des Haushaltstyps, so ergibt sich daraus, dass somit vor allem Familien mit Kindern und Großhaushalte, sowie einkommensschwache Kleinhaushalte betroffen sind und in ihren finanziellen Möglichkeiten eingeschränkt werden. Die Gewinner bei Einführung einer Vignettenlösung sind die Nutzer, die die höchste Kilometerleistung aufweisen, welche gleichbedeutend mit den Nutzern sind, die am meisten verdienen. Es folgt daraus, dass meist gut verdienende Single- und Paarhaushalte proportional zu ihrem verfügbaren Nettoäquivalenzeinkommen nur gering belastet werden.

Die Einführung einer Pkw-Maut mittels des Szenarios „Vign“ ist zwar eine sehr einfache und schnell implementierbare Lösung, jedoch durch ihren eindeutigen regressiven Charakter mit sozialen Gesichtspunkten nicht verträglich. Eine Kompensation auf der Kfz-Steuerseite und durch Senkung der Energiesteuer auf Kraftstoffe ist als sozialer Ausgleichsmechanismus daher zwingend erforderlich.

### **6.4.1.2 Belastungen durch eine Jahresvignette mit Kompensationen**

Die Einführung des Szenarios „Vign-Komp“ wird für alle Haushalte der verschiedenen Einkommensklassen zu deutlich geringeren Belastungen führen (vgl. **Abbildung 6.8**).

Die Einsparungen durch die Kfz- und Energiesteuersenkung werden sich im Verhältnis zum Nettoäquivalenzeinkommen des Haushaltes pro Jahr bei Haushalten aus den unteren und mittleren Einkommensklassen aus den bereits genannten Gründen stärker auswirken als bei Haushalten der oberen Einkommensschichten.<sup>95</sup> Jedoch können die negativen regressiven Verteilungswirkungen einer zeitabhängigen Maut dadurch nicht vollständig ausgeglichen werden. Lediglich die Auswirkungen für die beiden oberen

---

<sup>95</sup> Einsparungen der Haushalte der verschiedenen EK in Euro/Jahr; die Werte in Klammern geben den prozentualen Anteil am Nettoäquivalenzeinkommen/Jahr an:  
EK1: 99,50 (0,98%), EK 2: 115,93 (0,79%), EK 3: 104,02 (0,57%), EK 4: 139,32 (0,59%), EK 5: 158,5 (0,47%)

Einkommensklassen können durch die kombinierte Senkung von Kfz- und Energiesteuer kompensiert werden.

Aus sozialen Gesichtspunkten der Verteilungsgerechtigkeit ist eine derartige Mautlösung nicht wünschenswert, da auch hier Haushalte, denen ein niedrigeres Haushaltsbudget zur Verfügung steht, mit zusätzlichen Belastungen konfrontiert werden.

Des Weiteren dient diese Lösung lediglich dem Ziel der Kostendeckung und Finanzierung der Straßeninfrastruktur. Wegen der regressiven Wirkung kann jedoch kaum Lenkungswirkung erreicht werden. Nutzer, die viel fahren, werden in keiner Weise angeregt, ihre Fahrleistung zu reduzieren und auf alternative Verkehrsmittel umzusteigen. Bei Wenigfahrern besteht vermehrt die Gefahr, dass diese ihre Fahrten, die sie bisher auf der Autobahn gemacht haben, auf das nachgelagerte Straßennetz verlagern und die Autobahn gar nicht mehr nutzen. Somit kann eine positive Umweltwirkung nicht gewährleistet werden. Weiter könnten diese Reaktionen vermehrt zu Staus und Unfällen auf den untergeordneten Straßenkategorien führen.

### **6.4.2 Belastungen durch eine kilometerabhängige Maut**

#### **6.4.2.1 Belastungen durch eine kilometerabhängige Maut ohne Kompensationen**

Bei einer fahrleistungsabhängigen Maut wie dem **Szenario „Km-Maut“** zahlen im Gegensatz zur Vignetten-Lösung die Nutzer mit höheren Fahrleistungen höhere Beiträge. **Tabelle 6.3** hat gezeigt, dass diese vor allem in den oberen Einkommenschichten zu finden sind. Somit werden besser Verdienende auf Grund ihrer höheren Pkw-Verfügbarkeit und der höheren Kilometerleistung nun stärker durch die Autobahngebühren belastet.

Die nutzungsorientierte Gebührenerhebung führt dazu, dass die Gebührenanteile einer Maut im Verhältnis zum verfügbaren Nettoäquivalenzeinkommen für die Haushalte aus allen Klassen bei diesem Szenario ähnlich hoch sind.

Dieses Mautszenario kann somit als fairere Lösung angesehen werden.

Auch bei dieser Mautart dürfen die Entlastungen, die sich durch Kompensationsmaßnahmen ergeben, nicht unberücksichtigt bleiben.

#### **6.4.2.2 Belastungen durch eine kilometerabhängige Maut mit Kompensationen**

Betrachtet man die Verteilungsanalyse einer netzweiten kilometerabhängigen Maut mit Kompensation durch Abschaffung der Kfz-Steuer, die im Jahr 2010 durch den ADAC veröffentlicht wurde, so ist ersichtlich, dass vor allem die hohen Einkommensgruppen unabhängig von der Haushaltsgröße am wenigsten durch diese Mautlösung belastet werden. Dies ist laut dieser Studie dadurch bedingt, dass die Fahrleistungsnachfrage im Verhältnis zum Haushaltsnettoeinkommen nur geringfügig zunimmt. Die relativ höchsten Belastungen sind im Bereich der mittleren Einkommensklassen mit einem Nettohaushaltseinkommen von etwa 1500 Euro/Monat bis 2600 Euro/Monat angesiedelt. Die relativen Mehrbelastungen steigen hier mit zunehmender Haushaltsgröße an, da das Mobilitätsbedürfnis überproportional zunimmt. Baum et al. (2010) folgern daraus, dass dadurch vor allem Familien verstärkt betroffen sind.<sup>96</sup>

Die Schwierigkeit bei der Auswertung dieser Ergebnisse besteht darin, dass wie bereits in **Kapitel 6.4** erläutert, keine Gewichtung der verschiedenen Haushaltsmitglieder berücksichtigt wurde. So werden Kinder, die keinen Beitrag zum Haushaltseinkommen leisten, in der Berechnung wie Erwachsene behandelt.

Auch Skaleneffekte, die in Haushalten mit mehreren Mitgliedern auftreten, finden keine Beachtung.

Des Weiteren wurden detaillierte Berechnungen der Mehrbelastungen lediglich für ein einziges Szenario durchgeführt, welches durch den flächendeckenden Charakter zu den höchsten Mehrbelastungen führt. Dieses Szenario ist außerdem eine Lösung für eine Pkw-Maut, die auf Grund der Komplexität des deutschen Straßennetzes vorerst nicht in Frage kommt.

---

<sup>96</sup> Vgl. Baum, S. 81

Die empirische Verteilungsanalyse liefert aus diesen Gründen keine repräsentativen Ergebnisse.

In dieser Arbeit wurden, wie zu Anfang dieses Kapitels bereits ausführlich beschrieben, die Berechnungen der finanziellen Belastungen auf Basis der Nettoäquivalenzeinkommen berechnet, wodurch sich ein anderes Bild ergibt. Berücksichtigt man nicht nur die Tatsache, dass den Bürgern durch eine Straßenbenutzungsgebühr erhöhte Kosten entstehen, sondern auch, dass sie auf der anderen Seite Einsparungen<sup>97</sup> erhalten, indem weniger Steuern gezahlt werden müssen, so ergibt sich für das **Szenario „Km-Maut-Komp“** ein differenziertes Ergebnis.

Es ist deutlich erkennbar, dass alle Einkommensschichten durch eine kilometerabhängige Maut in Verbindung mit Steuersenkungen sehr wohl kompensiert werden können und sie eventuell sogar mehr Geld zur Verfügung haben werden als zuvor.

**Abbildung 6.8** zeigt einen eindeutigen progressiven Trend der Belastungen durch eine km-anhängige Maut in Verbindung mit Erleichterungen auf der Steuerseite und liefert somit konträre Ergebnisse zur ADAC-Studie.

Im Verhältnis zum Nettoäquivalenzeinkommen werden Haushalte aus EK 1 die größten Gewinne (ca. 0,5 %) erzielen. Da diese in Bezug auf die Gesamtfahrleistung die wenigsten Kilometer auf Autobahnen zurücklegen und vermehrt das nachgelagerte Straßennetz benutzen, müssen sie deutlich weniger Mautgebühren entrichten. Von gesenkten Kraftstoffpreisen profitieren sie auch bei allen anderen Fahrten. In Kombination mit verminderten Kfz-Steuerabgaben ergibt sich für diese Einkommensklasse somit ein deutliches Plus an Einsparungen.

Bei Haushalten aus EK 5 hingegen können die Mehrbelastungen einer Maut durch die Kompensationen gerade ausgeglichen werden.

---

<sup>97</sup> Einsparungen der Haushalte der verschiedenen EK in Euro/Jahr; die Werte in Klammern geben den prozentualen Anteil am Nettoäquivalenzeinkommen/Jahr an:  
EK 1: 99,50 (0,98%), EK 2: 115,93 (0,79%), EK 3: 104,02 (0,57%), EK 4: 139,32 (0,59%), EK 5: 158,5 (0,47%)

Im Gegensatz zur ADAC-Studie, die Familien vor allem in den mittleren Einkommensklassen einstuft, ergibt sich bei der Einteilung der Einkommensklassen gemäß dem Nettoäquivalenzeinkommen der Haushalte ein anderes Bild. **Aus Abbildung 6.4** geht hervor, dass Familien und Großhaushalte vor allem in den unteren und der mittleren Einkommensklasse zu finden sind. Auf Grund der Ergebnisse der Analyse bedeutet dies, dass diese relativ am wenigsten durch die Mautlösung „Km-Maut-Komp“ betroffen sind.

Es sind vor allem die gut verdienenden Single- und Paarhaushalte, bei welchen sich eine km-abhängige Maut proportional zum Nettoäquivalenzeinkommen am stärksten und die Kompensationen am geringsten auswirken.

In der Analyse des ADAC sind diese hingegen in der Regel im Vergleich zu allen anderen Haushalten am wenigsten belastet.

Die Ergebnisse dieser Analyse verdeutlichen, dass eine Nutzerfinanzierung in Form des Mautszenarios „Km-Maut Komp“ eine effiziente und faire Lösung ist und für einen Großteil der Deutschen Vorteile mit sich bringt.

Durch den progressiven Charakter kann sie als gerechter angesehen werden als die Steuerfinanzierung, da sie die regressiven Wirkungen der Kfz-Steuer aufhebt und Nutzer, die mehr fahren auch stärker belastet.

Zwar werden sich höhere Systemkosten ergeben und die Einführung mehr Zeit in Anspruch nehmen als bei einem Vignettensystem, jedoch können die Ziele der Verkehrssteuerung und Umweltentlastung auf lange Sicht mit einer kilometerabhängigen Maut besser verfolgt werden. Steigende Gebühren bei zunehmenden Fahrleistungen können Vielfahrer dazu anregen, weniger Fahrten mit dem Pkw durchzuführen und beispielsweise auf andere Verkehrsmittel wie z.B. die Bahn umzusteigen oder Fahrten zusammenzulegen.

Diese Ergebnisse beziehen sich im Durchschnitt auf die Haushalte. Es kann jedoch auch einkommensschwache Haushalte geben, die auf Grund hoher Fahrleistungen, meist

durch berufsbedingte Pendelfahrten zur Arbeitsstätte, überproportional belastet werden. Besonders für diese benachteiligten Gruppen muss es zusätzliche Erleichterungen geben, z.B. in Form einer Mobilitätspauschale. Aus Gründen der Verteilungsgerechtigkeit sollte diese Pauschale nach Eigenschaften wie z.B. dem Einkommen differenziert werden. Als positive Anreizwirkung zur besseren Kapazitätsauslastung und Umweltentlastung wäre es sinnvoll, diese mit der Pendlerpauschale zu kombinieren und dadurch nicht nur Fahrten zur Arbeitsstätte mit dem Pkw, sondern auch mit öffentlichen Verkehrsmitteln einzuschließen.

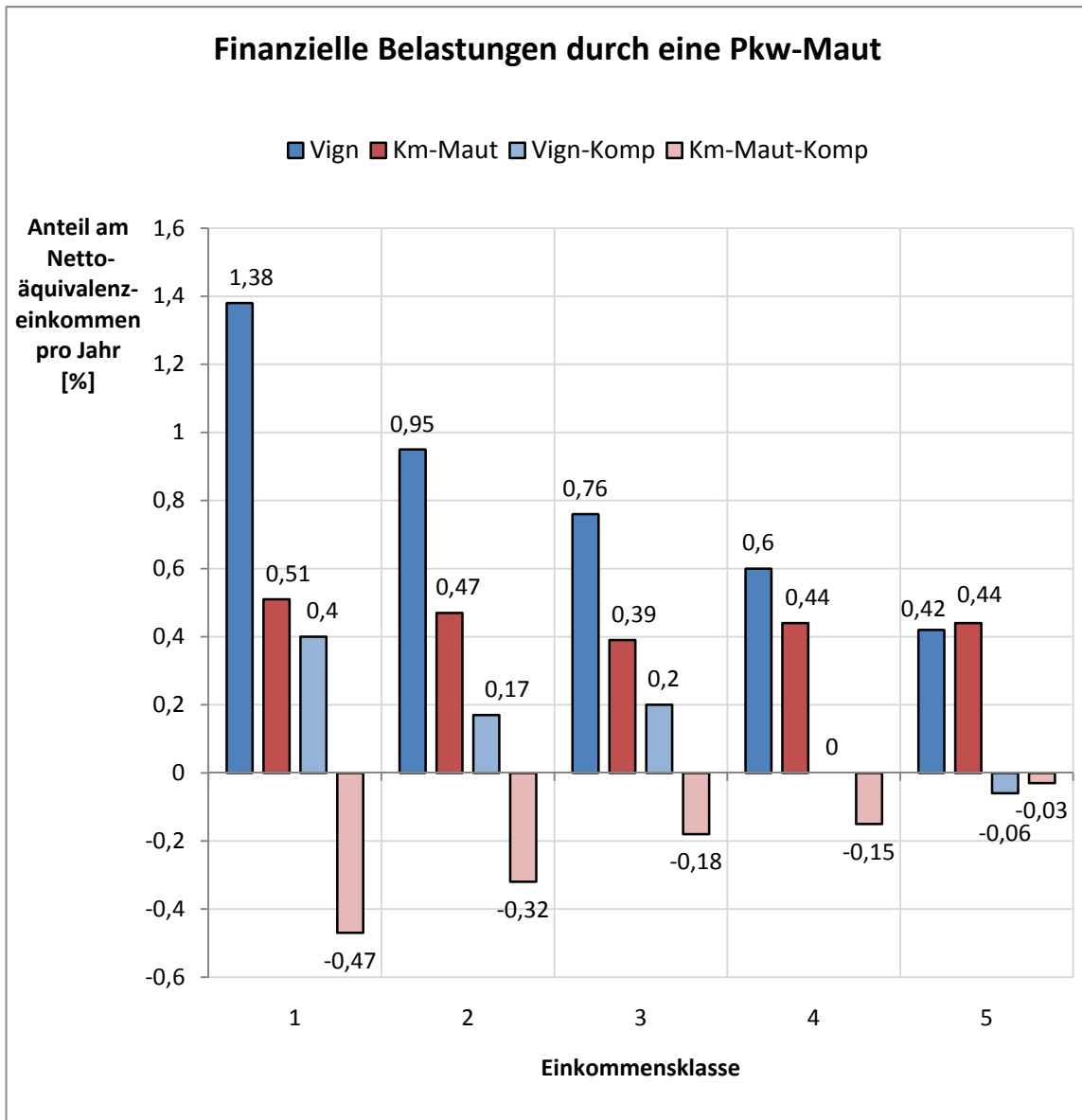


Abbildung 6.8: Überblick über die finanziellen Belastungen in Prozent des Nettoäquivalenzeinkommens aller Szenarien

Quelle: eigene Darstellung

### 6.4.3 Berücksichtigung von Reaktionsmöglichkeiten der Verkehrsteilnehmer

In den bisherigen Berechnungen wurden die Reaktionsmöglichkeiten der Verkehrsteilnehmer nicht mit einbezogen. Diese reichen von kurzfristigen Reaktionen wie der Fahrten- oder Verkehrsmittelsubstitution bis zu langfristigen Reaktionen, z.B. dem Wohnortwechsel und stellen sehr wichtige Faktoren dar, die die Wohlfahrtswirkungen der Einführung einer Pkw-Maut beeinflussen. Im folgenden Abschnitt wird wie bereits in **Kapitel 5.3.2** beschrieben, nur die Möglichkeit der Fahrtensubstitution berücksichtigt, um zu einem repräsentativeren Ergebnis zu gelangen, indem möglichst viele Einflussfaktoren beachtet werden. Die Wohlfahrtsverluste werden näherungsweise mit dem Wohlfahrtsmaß nach Marshall berechnet und setzen sich aus dem Wohlfahrtsverlust durch die Preiserhöhung und dem Wohlfahrtsverlust durch den Mobilitätsverlust zusammen.

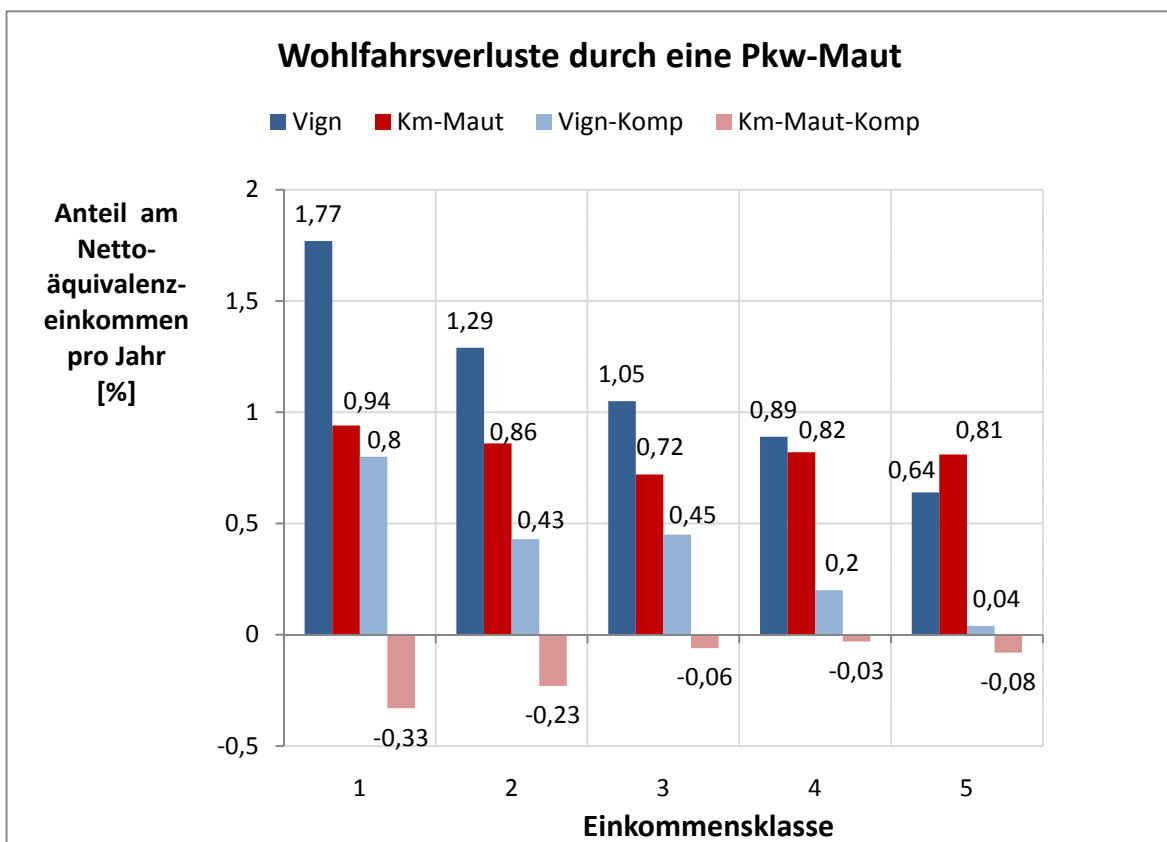


Abbildung 6.9: Überblick über die Wohlfahrtsverluste der verschiedenen Einkommensklassen in Prozent des Nettoäquivalenzeinkommens aller Szenarien



Für alle genannten Szenarien, „Vign“, „Vign-Komp“, „Km-Maut“ und „Km-Maut-Komp“ ergeben sich nun höhere Wohlfahrtsverluste für die Haushalte aus allen Einkommensklassen, da nun auch Wohlfahrtsverluste durch den Verlust von Mobilität hinzukommen.

Die Ergebnisse der Analyse können Anhang D entnommen werden. Auch hier ist ersichtlich, dass nur bei einer fahrleistungsabhängigen Maut in Verbindung mit Senkungen der Kfz- und Energiesteuer im Durchschnitt alle Haushalte von dieser Mautlösung profitieren würden.

Bei einer Vignettenlösung können die Kompensationsmaßnahmen lediglich bei Haushalten aus den oberen Einkommensklassen einen Ausgleich oder geringfügige Vorteile bewirken.

#### 6.4.4 Zusammenfassung der Ergebnisse

Zusammenfassend liefert die Analyse der finanziellen Auswirkungen einer Pkw-Maut auf verschiedene Einkommensgruppen die folgenden Ergebnisse:

- Die Einführung einer Pkw-Maut mittels einer Jahresvignette ist zwar eine sehr einfache und schnell implementierbare Lösung, jedoch durch ihren stark regressiven Charakter mit sozialen Gesichtspunkten der Gerechtigkeit nicht vereinbar und daher nicht zu empfehlen.
- Auch Kompensationsmaßnahmen können in diesem Falle vor allem für die unteren Einkommensklassen keinen sozialen Ausgleich schaffen. Als Alternative zur Steuerfinanzierung ist die Jahresvignette daher nicht geeignet.
- Bei einer kilometerabhängigen Maut dagegen fallen zwar höhere Transaktionskosten an, sie ist jedoch auf lange Sicht effektiver, da nicht nur die Finanzierung gewährleistet werden kann, sondern auch die Ziele der Verkehrslenkung und der Umweltentlastung verfolgt werden können.  
Des Weiteren kann sie als eine fairere Lösung angesehen werden, da diejenigen, die mehr fahren, auch mehr belastet werden.
- Kompensationsmaßnahmen können hier sehr wohl als Ausgleichsmechanismus greifen. In diesem Falle würden die unteren Einkommensklassen sogar am meisten von der Mautlösung „Km-Maut-Komp“ profitieren.  
Das Argument, dass sich vor allem Geringverdiener nach einer Mauteinführung Mobilität nicht mehr leisten können, kann somit entkräftet werden.
- Als Nutzerfinanzierung kann sie durch ihre progressive Wirkung somit als gerechter angesehen werden als die Steuerfinanzierung, da sie die regressiven Wirkungen der Kfz-Steuer aufhebt.

## **7. Schlussbetrachtung und Ausblick**

Ziel dieser Arbeit war es, die finanziellen Auswirkungen einer Pkw-Maut auf verschiedene Nutzergruppen zu untersuchen und zu zeigen, dass durch eine Nutzerfinanzierung mittels einer Maut im Vergleich zur Steuerfinanzierung für die meisten Deutschen Vorteile entstehen.

Des Weiteren sollte diese Analyse Informationen liefern, um die Akzeptanz von Bevölkerung und Politikern für eine Mautlösung zu fördern.

Im Vergleich zur Studie des ADAC aus dem Jahr 2010 erfolgte in dieser Analyse die Einteilung der Haushalte nicht gemäß dem Haushaltsnettoeinkommen, sondern auf Basis des Nettoäquivalenzeinkommens. Durch dieses wurde eine bessere Vergleichbarkeit von Haushalten unterschiedlicher Zusammensetzung möglich, da die unterschiedliche Gewichtung verschiedener Haushaltsmitglieder und das Auftreten von Skaleneffekten in größeren Haushalten berücksichtigt wurden. Auf Grund der Bestimmung des Verkehrsverhaltens und weiterer spezifischer Kennzahlen in Bezug auf Erwachsene und Pkw, konnten repräsentativere Werte für die Haushalte geliefert werden.

Anhand der besseren Klassifizierung der Haushalte und der Berücksichtigung verschiedener möglicher Maut-Szenarien mit und ohne Kompensationsmaßnahmen für die Bürger konnten die finanziellen Auswirkungen dieser Szenarien, und damit auch deren Vor- und Nachteile, detailliert dargestellt werden.

Es wurde gezeigt, dass mittels einer Pkw-Maut in Form einer fahrleistungsabhängigen Maut auf Autobahnen mit gleichzeitigen Erleichterungen durch die Senkung der Kfz- und Energiesteuer, neben den genannten Finanzierungs-, Verkehrssteuerungs- und

Umweltentlastungszielen auch soziale Ziele der Verteilungsgerechtigkeit verfolgt werden können.

Damit wurde deutlich, dass eine Umstellung von der Steuerfinanzierung auf eine alternative Finanzierung durch die Nutzer selbst sehr wohl möglich und auch dringend notwendig ist, um der chronischen Unterfinanzierung entgegen zu wirken und künftige Maßnahmen zum Straßen(aus-)bau und der Straßenerhaltung zu gewährleisten.

Das Hauptargument vieler Mautgegner, dass der „arme“ Bürger auch bei dieser politischen Maßnahme einer Pkw-Maut der Leidtragende sei, konnte durch die Analyse dieser Arbeit entkräftet werden.

Im Umfang dieser Arbeit konnten einige Faktoren nicht berücksichtigt werden, die jedoch für eine genauere Analyse der Wohlfahrtsveränderungen von Bedeutung sind. So sollten nicht nur der Fahrleistungsrückgang durch den kompletten Verzicht auf Fahrten beachtet werden, sondern auch andere Reaktionsmöglichkeiten, die in dieser Arbeit beschrieben wurden, wie z.B. die Wahl eines anderen Verkehrsmittels, die Bildung von Fahrgemeinschaften oder der Standortwechsel.

Des Weiteren wird von einer einheitlichen Elastizität der Nachfrage auf Preisänderungen ausgegangen. In der Realität werden diese jedoch in den unterschiedlichen Einkommensgruppen verschieden sein. In der Regel werden Nutzer, für welche die Nutzung der Autobahn eine Notwendigkeit darstellt, z.B. für Berufs- und Langstreckenpendler, geringere Elastizitäten haben als Personen, für welche das Gut „Autobahn“ nicht zwangsläufig notwendig ist. Bei weiteren Analysen sollten daher diese unterschiedlichen Elastizitäten detaillierter analysiert und berücksichtigt werden, um genauere Ergebnisse zu erhalten.

Ein weiterer wichtiger Faktor, der Untersuchungsbedarf bietet, ist die monetäre Bewertung der Zeiteinsparung, welche die Nutzer durch verbesserte Straßenverhältnisse und die effizientere Auslastung des Straßennetzes (weniger Staus) erhalten. Die Bewertung von Zeitgewinnen und darauffolgenden Wohlfahrtsveränderungen erfordern detaillierte Kenntnisse über das Verkehrsverhalten und die Präferenzen der Nutzer, die

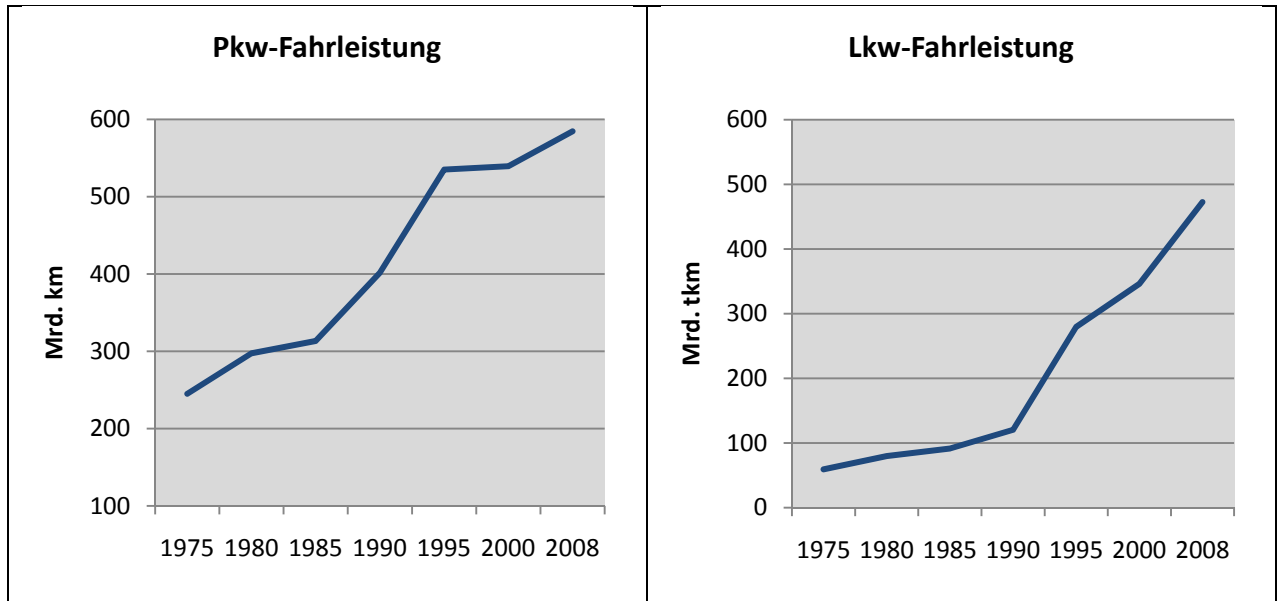
dem Mobilitätspanel nicht entnommen werden konnten, sowie komplizierte Berechnungen, die im zeitlichen Rahmen dieser Arbeit nicht möglich waren.

Obwohl in dieser Arbeit nicht alle Faktoren berücksichtigt werden konnten, liefert sie dennoch Ergebnisse, auf Grund derer eine fahrleistungsabhängige Pkw-Maut gemäß dem Szenario „Km-Maut-Komp“ auf Autobahnen in Deutschland zu empfehlen ist.

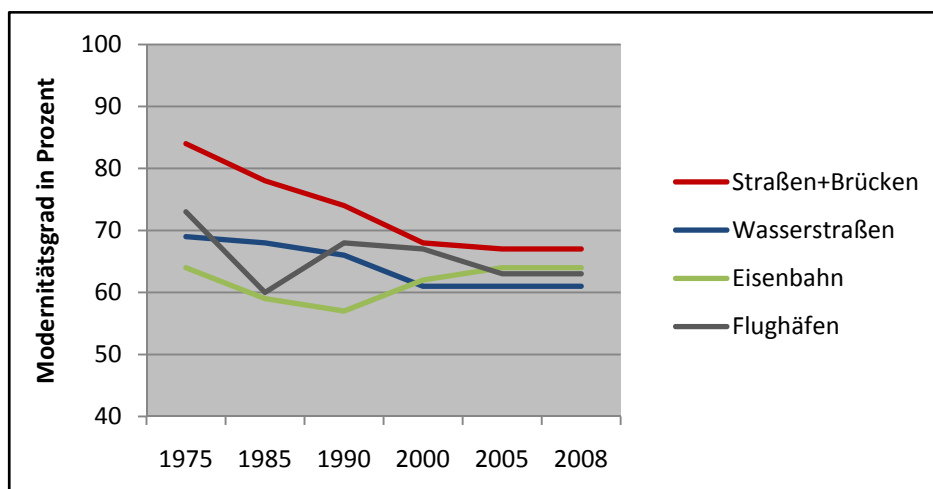


## Anhang A

### Entwicklung der Fahrleistung von Pkw und Lkw in der BRD seit 1975\*



### Entwicklung des Modernitätsgrades der Verkehrswege in der BRD seit 1975\*



\*Quelle: Verkehr in Zahlen





## Anhang B

### Mehrbelastungen der Haushalte durch eine Jahresvignette im Verhältnis zum Nettoäquivalenzeinkommen

Einkommens- klasse	auf den Kilometer umgelegte Belastungen einer Jahresvignette [Cents]	Anteil am Nettoäquivalenz- einkommen pro Jahr [%]
1	10,80	1,38
2	8,08	0,95
3	7,87	0,76
4	5,36	0,60
5	3,78	0,42

Einkommens- klasse	Belastungen durch eine Jahresvignette bei Kompensationen [Euro/Jahr]	Anteil am Nettoäquivalenz- einkommen pro Jahr [%]
1	40,50	0,399
2	24,18	0,165
3	35,99	0,196
4	0,69	0,003
5	-18,5	-0,055

\*Einteilung gemäß Nettoäquivalenzeinkommen



## Anhang C

### Mehrbelastungen der Haushalte durch eine kilometerabhängige Maut im Verhältnis zum Nettoäquivalenzeinkommen

Einkommens- klasse	Belastungen durch eine km-Maut [Euro/Jahr]	Anteil am Nettoäquivalenz- einkommen pro Jahr [%]
1	51,76	0,51
2	69,28	0,47
3	71,12	0,39
4	104,44	0,44
5	148,28	0,44

Einkommens- klasse	Belastungen durch eine km-Maut bei Kompensationen [Euro/Jahr]	Anteil am Nettoäquivalenz- einkommen pro Jahr [%]
1	-47,74	-0,47
2	-46,55	-0,32
3	-32,90	-0,18
4	-34,88	-0,15
5	-10,22	-0,03

\*Einteilung gemäß Nettoäquivalenzeinkommen



## Anhang D

### Wohlfahrtsverluste durch eine Pkw-Maut bei Berücksichtigung der Reaktionsmöglichkeiten der Nutzer\*

Einkommens- klasse**	Wohlfahrtsverluste durch eine Jahresvignette bei Berücksichtigung der Fahrtensubstitution in % des Nettoäquivalenzeinkommens		
	Wohlfahrtsverlust Fläche I	Wohlfahrtsverlust Fläche II	Gesamter Wohlfahrtsverlust
1	1,09	0,68	1,77
2	0,79	0,50	1,29
3	0,64	0,41	1,05
4	0,54	0,35	0,89
5	0,38	0,26	0,64

Einkommens- klasse**	Wohlfahrtsverluste durch eine Jahresvignette mit Kompensation bei Berücksichtigung der Fahrtensubstitution in % des Nettoäquivalenzeinkommens		
	Wohlfahrtsverlust Fläche I	Wohlfahrtsverlust Fläche II	Gesamter Wohlfahrtsverlust
1	0,61	0,19	0,80
2	0,36	0,07	0,43
3	0,34	0,11	0,45
4	0,19	0,01	0,20
5	0,09	-0,05	0,04

Einkommens- klasse**	Wohlfahrtsverluste durch eine km-abhängige Maut bei Berücksichtigung der Fahrtensubstitution in % des Nettoäquivalenzeinkommens		
	Wohlfahrtsverlust Fläche I	Wohlfahrtsverlust Fläche II	Gesamter Wohlfahrtsverlust
1	0,47	0,47	0,94
2	0,43	0,43	0,86
3	0,36	0,36	0,72
4	0,41	0,41	0,82
5	0,40	0,40	0,81

Einkommens- klasse**	Wohlfahrtsverluste durch eine km-abhängige Maut mit Kompensation bei Berücksichtigung der Fahrtensubstitution in % des Nettoäquivalenzeinkommens		
	Wohlfahrtsverlust Fläche I	Wohlfahrtsverlust Fläche II	Gesamter Wohlfahrtsverlust
1	-0,09	-0,24	-0,33
2	-0,04	-0,19	-0,23
3	0,03	-0,09	-0,06
4	0,05	-0,08	-0,03
5	0,11	-0,03	0,08

\*Wohlfahrtsgewinne sind mit einem negativen Vorzeichen gekennzeichnet

\*\*Einteilung gemäß Nettoäquivalenzeinkommen

## **Anhang E**

### **Varianzanalyse des Hubraums pro Erwachsenem und pro Pkw**

Quelle: MOP 1994-2008, eigene Berechnungen

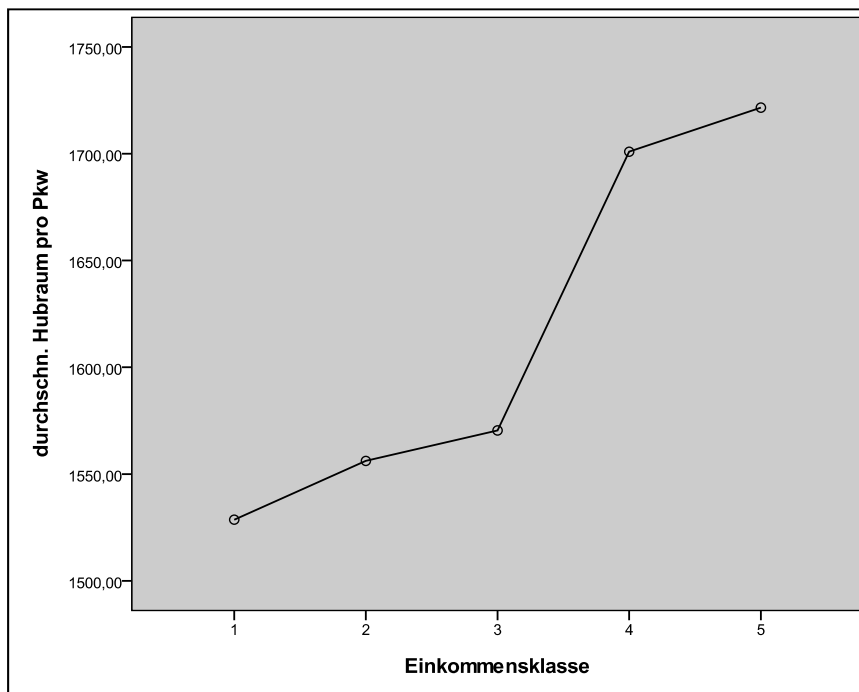
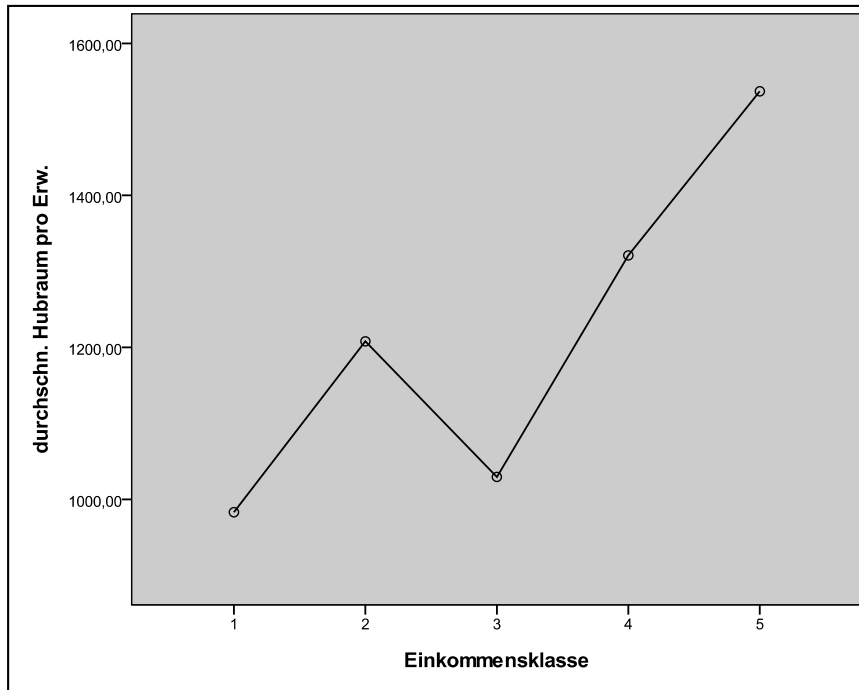
ONEWAY deskriptive Statistiken

	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler	95%-Konfidenzintervall für den Mittelwert		Minimum	Maximum	
					Untergrenze	Obergrenze			
Hubraum_Erw	1	118	983,1438	462,30680	42,55879	898,8584	1067,4293	248,75	3897,00
	2	113	1208,0013	463,47497	43,60006	1121,6134	1294,3893	365,25	2544,00
	3	127	1029,5513	487,27505	43,23867	943,9833	1115,1194	362,00	3850,00
	4	138	1321,0302	714,99467	60,86439	1200,6751	1441,3853	349,00	5980,00
	5	88	1536,9280	567,29275	60,47361	1416,7302	1657,1259	499,50	4266,00
	Gesamt	584	1200,0342	583,17513	24,13196	1152,6380	1247,4304	248,75	5980,00
Hubraum_PKW	1	118	1528,6384	415,66175	38,26477	1452,8571	1604,4198	497,50	3245,00
	2	113	1556,1504	473,46327	44,53968	1467,9008	1644,4001	790,50	4196,00
	3	127	1570,4127	490,15051	43,49382	1484,3397	1656,4857	499,50	3850,00
	4	138	1700,9432	526,32086	44,80341	1612,3476	1789,5389	533,33	3848,50
	5	88	1721,6004	612,51073	65,29386	1591,8218	1851,3790	499,50	4266,00
	Gesamt	584	1612,8386	506,77007	20,97029	1571,6521	1654,0251	497,50	4266,00



## ONEWAY ANOVA

		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Hubraum_Erw	Zwischen den Gruppen	2,126E7	4	5314335,505	17,383	,000
	Innerhalb der Gruppen	1,770E8	579	305728,862		
	Gesamt	1,983E8	583			
Hubraum_PKW	Zwischen den Gruppen	3540484,073	4	885121,018	3,506	,008
	Innerhalb der Gruppen	1,462E8	579	252475,283		
	Gesamt	1,497E8	583			



## **Anhang F**

### **Varianzanalyse der Autobahnfahrleistung pro Erwachsenem und pro Pkw**

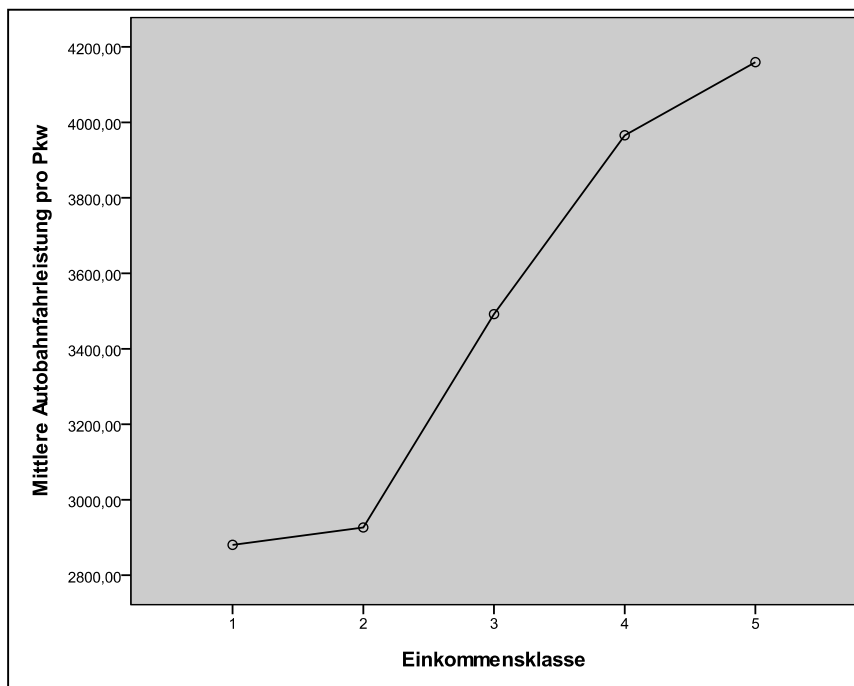
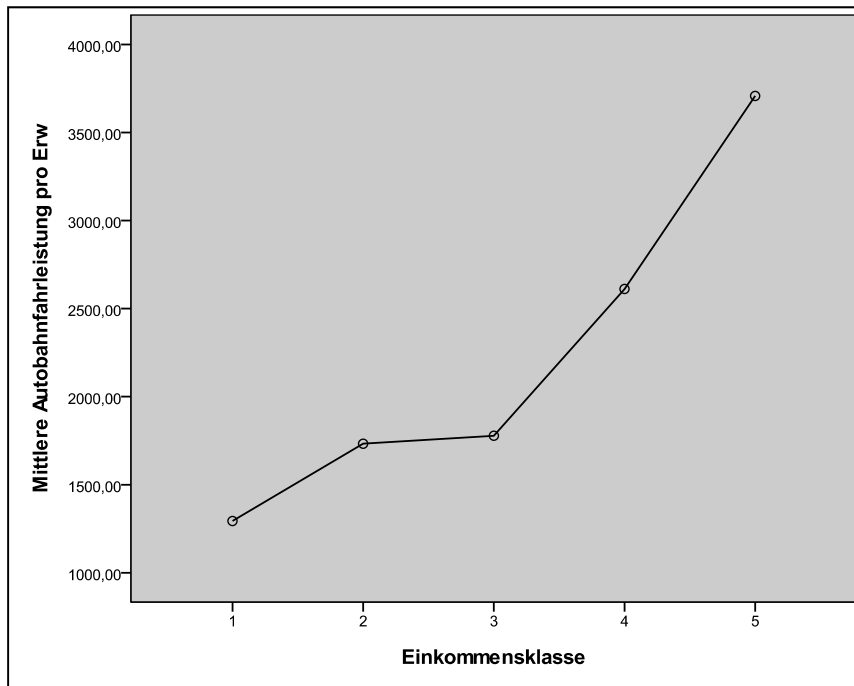
Quelle: MOP 1994-2008, eigene Berechnungen

ONEWAY deskriptive Statistiken

	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler	95%-Konfidenzintervall für den Mittelwert		Minimum	Maximum
					Untergrenze	Obergrenze		
Fahrleistung_Autobahn_ 1	118	1293,8489	2198,81966	202,41776	892,9712	1694,7267	,00	12958,19
Erw 2	113	1732,9150	2667,11939	250,90149	1235,7859	2230,0442	,64	20470,30
3	127	1778,0169	4380,85291	388,73783	1008,7162	2547,3176	3,06	40019,29
4	138	2611,3962	5880,69401	500,59792	1621,4982	3601,2941	,00	41363,72
5	88	3707,6899	6953,27604	741,22172	2234,4315	5180,9483	,00	51367,06
Gesamt	584	2159,1629	4738,66450	196,08733	1774,0392	2544,2865	,00	51367,06
Fahrleistung_Autobahn_ 1	118	2880,4470	4596,27771	423,12166	2042,4768	3718,4173	,00	26228,30
Pkw 2	113	2926,4692	3956,39334	372,18618	2189,0300	3663,9084	,64	20470,30
3	127	3491,8419	8241,72859	731,33515	2044,5512	4939,1327	6,88	77055,13
4	138	3965,6863	8786,89734	747,99037	2486,5868	5444,7858	,00	83097,06
5	88	4159,5117	5560,89414	592,79331	2981,2708	5337,7525	,00	26686,93
Gesamt	584	3471,4887	6703,95843	277,41177	2926,6405	4016,3369	,00	83097,06

## ONEWAY ANOVA

		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Fahrleistung_Autobahn_Erw	Zwischen den Gruppen	3,666E8	4	9,164E7	4,170	,002
	Innerhalb der Gruppen	1,272E10	579	2,198E7		
	Gesamt	1,309E10	583			
Fahrleistung_Autobahn_Pkw	Zwischen den Gruppen	1,502E8	4	3,755E7	,835	,504
	Innerhalb der Gruppen	2,605E10	579	4,499E7		
	Gesamt	2,620E10	583			



## Literaturverzeichnis

*Ages AG*, 2010: <http://www.ages.de/index.jsp?cnt=20&lng=49&sItem=128>; zuletzt geprüft am 20.10.2010.

*Ahlheim, Michael; Rose, Manfred*, 1989: Messung individueller Wohlfahrt; Springer-Verlag GmbH; Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris, Tokyo.

*Albrecht, Jürgen; David, Andrea; Dosch, Björn; Heuber, Ulrich; Steichele, Wolfgang*, 2003: Mobilität im Jahr 2020; Trends, Herausforderungen und Lösungsstrategien; Allgemeiner Deutscher Automobil-Club e.V. (ADAC); München.

*Alfen, Hans Wilhelm*, 2007: Nutzerfinanzierung: Straße; Wohlfahrtsökonomische Einschätzung und Einbindung in die Finanzierung der Straßenverkehrsinfrastruktur ; Dokumentation; Dt. Verkehrs-Verl.; Hamburg.

*Alisch, Katrin; Arentzen, Ute; Winter, Eggert*, 2005: Gabler Wirtschaftslexikon: 8 Bde.; 16. Auflage; Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler/GWV Fachverlage GmbH; Wiesbaden.

*Allgemeiner Deutscher Automobil-Club e.V. (ADAC)*, Durchschnittspreise Kraftstoffe seit 1950; Allgemeiner Deutscher Automobil-Club e.V. (ADAC); [http://www1.adac.de/Auto\\_Motorrad/Tanken/zahlen\\_fakten/Die\\_Entwicklung\\_der\\_jaehrlichen\\_Durchschnittspreise\\_fuer\\_Kraftstoffe/default.asp?ComponentID=4252&SourcePageID=312153](http://www1.adac.de/Auto_Motorrad/Tanken/zahlen_fakten/Die_Entwicklung_der_jaehrlichen_Durchschnittspreise_fuer_Kraftstoffe/default.asp?ComponentID=4252&SourcePageID=312153); zuletzt geprüft am 23.02.2011.

*ASFINAG*, 2010: <http://www.asfinag.at/maut>; zuletzt geprüft am 20.10.2010.

*ASFINAG*, 2010: <http://www.asfinag.at/maut/mautsystem;jsessionid=AD912E6477EE604D4829DA91F2990717>; zuletzt geprüft am 20.10.2010.

*Baum, Herbert*, Pkw-Maut in Deutschland?; Eine verkehrs- und wirtschaftspolitische Bewertung ; Studie für den Allgemeinen Deutschen Automobil-Club e.V. (ADAC); München.

*Baum, Herbert*, 2005: Thesen zur Pkw-Maut; Verband des Automobilindustrie e.V. (VDA); [www.vda.de/de/downloads/920/](http://www.vda.de/de/downloads/920/); zuletzt geprüft am 12.12.2010.

*Baum, Herbert et al*, 2008: External Costs in the Transport Sector - A Critical Review of the EC Internalisation Policy; Study for the European Automobile Manufacturers Association (ACEA); European Automobile Manufacturers Association (ACEA); [http://www.acea.be/images/uploads/files/20080609\\_External\\_Costs\\_Transport\\_Study.pdf](http://www.acea.be/images/uploads/files/20080609_External_Costs_Transport_Study.pdf); zuletzt geprüft am 22.02.2011.

*Brosius, Felix*, 2007: SPSS für Dummies; [statistische Analyse statt Datenchaos - Daten aufbereiten und analysieren, grafische Darstellung der Ergebnisse, Export in Excel, Word & Co.]; WILEY-VCH; Weinheim.

*Bundesministerium der Finanzen (BMF)*: Steuereinnahmen von Bund, Ländern und Gemeinden im Haushaltsjahr 2008; [http://www.bundesfinanzministerium.de/nr\\_83160/DE/BMF\\_Startseite/Aktuelles/Monatsbericht\\_des\\_BMF/2009/07/analysen-und-berichte/b02-steuereinnahmen-bund-laender/node.html?\\_nnn=true](http://www.bundesfinanzministerium.de/nr_83160/DE/BMF_Startseite/Aktuelles/Monatsbericht_des_BMF/2009/07/analysen-und-berichte/b02-steuereinnahmen-bund-laender/node.html?_nnn=true) ; zuletzt geprüft am 05.02.2011.

*Bundesministerium der Finanzen (BMF)*, 2009: Monatsbericht des BMF; November 2009; [http://www.bundesfinanzministerium.de/nr\\_82808/DE/BMF\\_Startseite/Aktuelles/Monatsbericht\\_des\\_BMF/2009/11/inhalt/inhaltsverzeichnis.html?\\_nnn=true&kapitel=gesamtuebersicht&mmTo=11&yyyyTo=2009](http://www.bundesfinanzministerium.de/nr_82808/DE/BMF_Startseite/Aktuelles/Monatsbericht_des_BMF/2009/11/inhalt/inhaltsverzeichnis.html?_nnn=true&kapitel=gesamtuebersicht&mmTo=11&yyyyTo=2009) ; zuletzt geprüft am 20.01.2011.

*Bundesministerium der Finanzen (BMF), Referat I. A. 6.*, 2010: Ergebnis der 137. Sitzung des Arbeitskreises "Steuerschätzungen" vom 2.-4. November 2010 in Baden-Baden; Bundesministerium der Finanzen (BMF), Referat I. A. 6.; [http://www.bundesfinanzministerium.de/nr\\_4156/DE/Wirtschaft\\_und\\_Verwaltung/Steuern/Steuerschaetzung\\_einnahmen/Ergebnis\\_der\\_Steuerschaetzung/1011041a6002\\_templateId=raw,property=publicationFile.pdf](http://www.bundesfinanzministerium.de/nr_4156/DE/Wirtschaft_und_Verwaltung/Steuern/Steuerschaetzung_einnahmen/Ergebnis_der_Steuerschaetzung/1011041a6002_templateId=raw,property=publicationFile.pdf); zuletzt geprüft am 02.02.2011.

*Bundesministerium für Verkehr*, 1992: Verkehr in Zahlen 1992; Berlin.

*Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung*, 2010: Verkehr in Zahlen 2009/2010; Deutscher Verkehrs-Verlag; Hamburg.

*Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS)*, 2007: Investitionsrahmenplan bis 2010 für die Verkehrsinfrastruktur des Bundes (IRP); Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS); <http://www.bmvbs.de/cae/servlet/contentblob/28080/publicationFile/125/investitionsrahmenplan-bis-2010-fuer-die-verkehrsinfrastruktur-des-bundes-irp.pdf>; zuletzt geprüft am 15.02.2011.

*Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS)*, 2009: MOP Mobilitätspanel Deutschland; 1994-2008; Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS).

*Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS)*, 2010: Es gibt derzeit kein Projekt PKW Maut; Dr. Peter Ramsauer im Interview mit der Hannoverschen Allgemeinen Zeitung am 15.02.2010; <http://www.bmvbs.de/SharedDocs/DE/RedenUndInterviews/VerkehrUndMobilitaet/bun>



desminister-dr-peter-ramsauer-im-interview-mit-der-hannoverschen-allgemeinen-zeitung-am-15-0.html?linkToOverview=DE%2FService%2FVolltextsuche%2Fvolltextsuche\_node.html%3Fgtp%3D45660\_list%25253D72%23id22778; zuletzt geprüft am 26.02.2011.

*Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS)*, 2010: ÖPP im Bundesfernstraßenbau: Übersicht Einzelprojekte (Stand: Dezember 2010); <http://www.bmvbs.de/SharedDocs/DE/Artikel/StB-LA/oepp-im-bundesfernstrassenbau-uebersicht-einzelprojekte-stand-fruehjahr-2010.html?nn=35602>; zuletzt geprüft am 18.03.2011.

*Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS)*, 2010: ÖPP im Bundesfernstraßenbau; <http://www.bmvbs.de/SharedDocs/DE/Artikel/StB-LA/oeffentlich-private-partnerschaften-im-bundesfernstrassenbau.html?nn=35602>; zuletzt geprüft am 18.03.2011

*Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS)*, 2010: Verkehrsinvestitionsbericht 2009; Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS); Berlin.

*Bundesministerium für Verkehr, Bau und Wohnungswesen (BMVBW)*, 2000: Kommission Verkehrsinfrastrukturfinanzierung - Schlussbericht; Bundesministerium für Verkehr, Bau und Wohnungswesen (BMVBW).

*Bundesministerium für Verkehr, Bau und Wohnungswesen (BMVBW)*, 2003: Bundesverkehrswegeplan 2003; Grundlagen für die Zukunft der Mobilität in Deutschland; Bundesministerium für Verkehr, Bau und Wohnungswesen (BMVBW); Berlin.

*Bundesverband Güterkraftverkehr, Logistik und Entsorgung e.V. (BGL)*, *Bundesverband der Deutschen Industrie e.V. (BDI)*, *Allgemeiner Deutscher Automobil-Club e.V. (ADAC)*, 2010: Gemeinsame Schlussfolgerungen von BGL, ADAC und BDI anlässlich der Vorlage des DIW Gutachtens; Wegekosten und Wegekostendeckung des Straßen- und Schienenverkehrs in Deutschland im Jahre 2007; ADAC e.V., Ressort Verkehr; Berlin-Frankfurt-München; [http://www.bdi.eu/download\\_content/InfrastrukturUndLogistik/Broschuere\\_Schlussfolgerungen\\_26\\_03\\_10.pdf](http://www.bdi.eu/download_content/InfrastrukturUndLogistik/Broschuere_Schlussfolgerungen_26_03_10.pdf); zuletzt geprüft am 21.12.2010.

*Bundesverband PPP – AK Infrastruktur*, 2009: BAB A1 Hamburg – Bremen (A-Modell); [http://www.bppp.de/media/file/199.A1\\_-\\_Arbeitskreis\\_PPP.pdf](http://www.bppp.de/media/file/199.A1_-_Arbeitskreis_PPP.pdf); zuletzt geprüft am 18.03.2011.

*Deckl, Silvia*, 2006: Indikatoren der Einkommensverteilung in Deutschland 2003; Ergebnisse der Einkommens- und Verbrauchsstichprobe; Statistisches Bundesamt; <http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Publikationen/Querschnittsveroeffentlichungen/WirtschaftStatistik/WirtschaftsrZeitbudget/IndikatorenEinkommensverteilung2003.property=file.pdf>; zuletzt geprüft am 03.01.2011.

Die Deutsche Bauindustrie, 2010: PPP-Plattform/Verkehrsinfrastruktur;  
<http://www.ppp-plattform.de/index.php?page=236>; zuletzt geprüft am 18.03.2011.

*Eckey, Hans-Friedrich; Stock, Wilfried*, 2000: Verkehrsökonomie; Eine empirisch orientierte Einführung in die Verkehrswissenschaften; Gabler Verlag; Wiesbaden.

*Einbock, Marcus*, 2007: Die fahrleistungsabhängige LKW-Maut; Konsequenzen für Unternehmen am Beispiel Österreichs; Deutscher Universitäts-Verlag | GWV Fachverlage GmbH; Wiesbaden.

*Eisenkopf, Alexander*, 2002: Effiziente Straßenbenutzungsabgaben; Theoretische Grundlagen und konzeptionelle Vorschläge für ein Infrastrukturabgabensystem; Dt. Verkehrs-Verl.; Hamburg.

*Eisenmenger, Matthias; Pöttsch, Olga; Sommer, Bettina*, 2006: Bevölkerung Deutschlands bis 2050; 11. koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung; Statistisches Bundesamt; Wiesbaden;  
<http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/pk/2006/Bevoelkerungsentwicklung/bevoelkerungsprojektion2050.property=file.pdf>; zuletzt geprüft am 15.02.2011.

*Erdmenger, Christoph; Hoffmann, Caroline; Frey, Kilian; Lambrecht, Martin; Wlodarski, Wojciech*, 2010: Pkw-Maut in Deutschland?; Eine umwelt- und verkehrspolitische Bewertung; Umweltbundesamt; Dessau-Roßlau;  
<http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3929.pdf> ; zuletzt geprüft am 18.02.2011.

*Ewers, Hans-Jürgen; Rodi, Hansjörg*, 1995: Privatisierung der Bundesautobahnen; Vandenhoeck & Ruprecht; Göttingen.

*FAZ.NET*: DIW befürchtet Benzinpreis von 4 Euro; Zehn-Jahres-Vorhersage; Frankfurter Allgemeine Zeitung;  
<http://www.faz.net/s/Rub0E9EEF84AC1E4A389A8DC6C23161FE44/Doc~E360EA23E93C44E12B47C5EC9C95F6638~ATpl~Ecommon~Scontent.html>; zuletzt geprüft am 23.02.2011.

*Fela Management AG*, 2010: <http://www.tripon.ch/de/electronic-tolling/supported-systems/existing-gnss-systems/swiss-hvf/#c1819>; zuletzt geprüft am 17.01.2011.

*Fernstraßenbauprivatfinanzierungsgesetz*; FStrPrivFinG; 30.08.1994 (06.01.2006);

*Fitschen, Arnd; Nordmann, Hartwig*, Februar 2010: Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2008; Jahresauswertung der automatischen Dauerzählstellen; Bundesanstalt für Straßenwesen; Bergisch Gladbach.

*Hautzinger, Heinz; Mayer, Karin*, 2004: Analyse von Änderungen des Mobilitätsverhaltens -insbesondere der Pkw-Fahrleistung- als Reaktion auf geänderte Kraftstoffpreise(Schlussbericht zum Forschungsprojekt Nr. 96.0756/2002/); Bundesministerium für Verkehr, Bau und Wohnungswesen (BMVBW); Heilbronn;

[http://www.ivt-verkehrsforschung.de/pdf/Kraftstoffpreise\\_und\\_Mobilitaet.pdf](http://www.ivt-verkehrsforschung.de/pdf/Kraftstoffpreise_und_Mobilitaet.pdf); zuletzt geprüft am 04.01.2011.

*Hennecke, Roland*, 2003: Wegeausgabenorientierte Straßennutzungsgebühren; Wegerechnungen für das deutsche Straßennetz, Sensitivitätsanalysen und konzeptionelle Weiterentwicklungen; Dt. Verkehrs-Verl.; Hamburg.

*Jakobsson, C.; Fujii, S.; Gärling, T.*, 2000: Determinants of private car users' acceptance of road pricing; *Transport Policy*; 7; S. 153-158.

*Just, Richard E.; Hueth, Darrell L.; Schmitz, Andrew Lee*, 2004: The welfare economics of public policy; A practical approach to project and policy evaluation; Elgar; Cheltenham.

*Kleinewefers, Henner*, 2008: Einführung in die Wohlfahrtsökonomie; Theorie - Anwendung - Kritik; Verlag W. Kohlhammer; Stuttgart.

*Kommission Verkehrsinfrastrukturfinanzierung; Pällmann, Dr Wilhelm (Vorsitz)*, 2000: Kommission Verkehrsinfrastrukturfinanzierung; Schlußbericht; [http://www.binnenhafen.de/download/all/paellmann\\_kommission\\_abschlussbericht.pdf](http://www.binnenhafen.de/download/all/paellmann_kommission_abschlussbericht.pdf); zuletzt geprüft am 08.10.2010.

*Kossak, Andreas*, 2010: Finanzierung der Bundesfernstraßen; Zur Diskussion um eine Pkw-Maut; *Internationales Verkehrswesen*; 7+8/2010; S. 27-32.

*Kraftfahrt-Bundesamt*, 2010: Motorisierung - Deutschland und seine Länder im Jahr 2009; [http://www.kba.de/cln\\_007/nn\\_191088/DE/Statistik/Fahrzeuge/Neuzulassungen/Motorisierung/2009\\_n\\_motorisierung\\_pkw\\_dusl\\_prozent.html](http://www.kba.de/cln_007/nn_191088/DE/Statistik/Fahrzeuge/Neuzulassungen/Motorisierung/2009_n_motorisierung_pkw_dusl_prozent.html); zuletzt geprüft am 02.02.2011.

*Link, Heike; Kalinowska, Dominika; Kunert, Uwe; Radke, Sabine*, 2009: Wegekosten und Wegekostendeckung des Straßen- und Schienenverkehrs in Deutschland im Jahre 2007; Forschungsprojekt im Auftrag des BGL, ADAC und BDI(Zusammenfassung des Endberichts Vorgelegt am 16. 10. 2009 in Berlin); Berlin.

*Maier, Gunther; Weiss, Peter*, 1990: Modelle diskreter Entscheidungen; Theorie und Anwendung in den Sozial- und Wirtschaftswissenschaften; Springer-Verlag GmbH; Wien.

*Mauthöheverordnung*; MautHV; 24.03.2003 (08.12.2010);

*Meyer, Christoph*, 1999: Straßenbenutzungsgebühren als Instrument zur Internalisierung der externen Kosten des Pkw-Verkehrs(Techn. Univ., Diss.--Chemnitz, 1999.); Shaker Verlag GmbH, Aachen.

*Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr Baden-Württemberg*, 2010: Betreibermodell BAB A 5 Malsch - Offenburg (A-Modell); <http://www.uvm.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/66252/>; zuletzt geprüft am 18.03.2011.

*Morgan Stanley Bank AG*, 2010: Organisation und Finanzierung des Bundesfernstraßennetzes; Optionen für Deutschland; Alfen Consult GmbH; Frankfurt am Main.

*Odeck, James; Kjerkreit, Anne*, 2010: Evidence on users' attitudes towards road user charges - A cross-sectional survey of six Norwegian toll schemes; *Transport Policy*; 17; S. 349-358.

*Parkin, Michael*, 2010: Economics; Pearson Education (US).

*Rommerskirchen, Stefan; Rothengatter, Werner; Greinius, Anne; Leybold, Patrick; Liedtke, Gernot; Scholz, Aaron*, 2007: Aktualisierung der Wegekostenrechnung für die Bundesfernstraßen in Deutschland; Endbericht; Prognos AG; Institut für Wirtschaftspolitik und Wirtschaftsforschung (IWW), Universität Karlsruhe (TH); Basel/Karlsruhe;  
<http://www.allianz-pro-schiene.de/presse/pressemitteilungen/2007/2007-56/bericht-wegekostenrechnung-bundesfernstrassen.pdf>; zuletzt geprüft am 28.02.2011.

*Rothengatter, Werner*, 2006: "Mobilität, Maut und Mut?"; Dresden; <http://www.tu-dresden.de/srv/flf2006/html/Publikationen/KF%2002%20Rothengatter.pdf>; zuletzt geprüft am 03.02.2011.

*Rothengatter, Werner*, 2008: Wettbewerb in Netzen; Vorlesungsbegleitendes Skript; Institut für Wirtschaftspolitik und Wirtschaftsforschung (IWW); Karlsruhe.

*Schendera, Christian F. G.*, 2004: Datenmanagement und Datenanalyse mit dem SAS-System; Vom Einsteiger zum Profi; Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH; München.

*Schütte, Christian*, 1998: Road-pricing in der Praxis; Ein konkretes Preiskonzept für Deutschland (Techn. Univ., Diss.--Berlin, 1998.); TU Univ.-Bibliothek Abt. Publ.; Berlin.

*Spiegel Online*, 2009: Ramsauer macht Blitz-Rückzieher; Vorstoß zur Pkw-Maut; <http://www.spiegel.de/politik/deutschland/0,1518,659449,00.html>; zuletzt geprüft am 26.02.2011.

*Statistisches Bundesamt*: Begriffserläuterungen für den Bereich Migration und Integration; Äquivalenzeinkommen;  
<http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Statistiken/Bevoelkerung/MigrationIntegration/Migrationshintergrund/Begriffserlaeuterungen/Aequivalenzeinkommen,templateId=renderPrint.psml>; zuletzt geprüft am 16.12.2010.

*Statistisches Bundesamt*: Begriffserläuterungen für den Bereich Vermögensrechnung;  
<http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Statistiken/VolkswirtschaftlicheGesamtrechnungen/Vermögensrechnung/Begriffserlaeuterungen/Kumulationsmethode,templateId=renderPrint.psml>, Begriff: Kumulationsmethode; zuletzt geprüft am 22.12.2010.

*Statistisches Bundesamt*, 2005: Leben und Arbeiten in Deutschland; Ergebnisse der Mikrozensus 2004(Presseexemplar); Statistisches Bundesamt; Wiesbaden;  
[http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/pk/2005/Mikrozensus/Pressebrochure\\_Mikrozensus2004.property=file.pdf](http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/pk/2005/Mikrozensus/Pressebrochure_Mikrozensus2004.property=file.pdf); zuletzt geprüft am 22.02.2011.

*Statistisches Bundesamt*, 2005: Leben und Arbeiten in Deutschland; Ergebnisse des Mikrozensus 2004 (Tabellenanhang zur Pressebrochure); Statistisches Bundesamt; Wiesbaden;  
[http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/pk/2005/Mikrozensus/Tabellenanhang\\_zur\\_Broschure.property=file.pdf](http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/pk/2005/Mikrozensus/Tabellenanhang_zur_Broschure.property=file.pdf); zuletzt geprüft am 22.02.2011.

*Steichele, Wolfgang; Albrecht, Jürgen; Niedermeier, Michael; Suthold, Roman; Tober, Jolanta*, 2005: Zahlen & Fakten zum Verkehr in Deutschland; Allgemeiner Deutscher Automobil-Club e.V. (ADAC); Ressort Verkehr; München.

*Steininger, Karl; Gebetsroither, Brigitte*, 2005: Technologien und Wirkungen von Pkw-Road-Pricing im Vergleich; Verl. der Techn. Univ.; Graz.

*Szimba; Eckhard*, 2010: Vorlesungsunterlagen Transportökonomie; Institut für Wirtschaftspolitik und Wirtschaftsforschung (IWW); Karlsruhe.

*tagesschau.de*, 2010: Umweltbundesamt dringt auf Pkw-Maut; Konkrete Vorschläge für Straßengebühr; <http://www.tagesschau.de/inland/pkwmaut108.html>; zuletzt geprüft am 01.03.2011.

*Teubel, Ulf*, 2001: Road Pricing - effizient, aber unsozial?; Eine theoretische und empirische Analyse der Verteilungswirkungen von Strassenbenutzungsabgaben in Städten; Verlag P. Lang; Frankfurt am Main, New York.

*Universität Basel; Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät, Abteilung Wirtschaftstheorie*: Teil II: Partielles Gleichgewicht;  
[http://money.ubas.ch/witheo/micro0809/Mikro\\_PartiellesGG\\_08.pdf](http://money.ubas.ch/witheo/micro0809/Mikro_PartiellesGG_08.pdf) zuletzt geprüft am 11.10.2010.

*Varian, Hal R.*, 2007: Grundzüge der Mikroökonomik; Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH; München.

*Welt Online*, 2010: Verkehrsministerium erteilt Pkw-Maut eine Absage;  
<http://www.welt.de/politik/article7191085/Verkehrsministerium-erteilt-Pkw-Maut-eine-Absage.html>; zuletzt geprüft am 26.02.2011.

*Wirtschaftslexikon24*, 2010:  
<http://www.wirtschaftslexikon24.net/d/vollkostenrechnung/vollkostenrechnung.htm>, Begriff Vollkostenrechnung; zuletzt geprüft am 16.12.2010.

*ZDFheute*, 2010: Umweltbundesamt will Pkw-Maut nach Strecke; Dessauer Behörde: Verkehr lässt sich ökologisch steuern;  
<http://www.heute.de/ZDFheute/inhalt/23/0,3672,8063479,00.html>; zuletzt geprüft am 23.09.2010.