

UMWELTFORSCHUNGSPLAN DES
BUNDESMINISTERIUMS FÜR UMWELT,
NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT
- Übergreifende Fragen des Umweltschutzes -

Forschungsbericht 200 96 130
UBA-FB 000217



Anforderungen an eine umweltorientierte Schwerverkehrsabgabe für den Straßengüterverkehr

von

**Werner Rothengatter
Klaus Doll**

Institut für Wirtschaftspolitik
und Wirtschaftsforschung,
Universität Karlsruhe (TH)

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Diese TEXTE-Veröffentlichung kann bezogen werden bei
Vorauszahlung von DM 15,-- (7,67 Euro)
durch Post- bzw. Banküberweisung,
Verrechnungsscheck oder Zahlkarte auf das

*Konto Nummer 4327 65 - 104 bei der
Postbank Berlin (BLZ 10010010)
Fa. Werbung und Vertrieb,
Ahornstraße 12,
10787 Berlin*

Parallel zur Überweisung richten Sie bitte
eine schriftliche Bestellung mit Nennung
der **Texte-Nummer** sowie des **Namens**
und der **Anschrift des Bestellers** an die
Firma Werbung und Vertrieb.

Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr
für die Richtigkeit, die Genauigkeit und
Vollständigkeit der Angaben sowie für
die Beachtung privater Rechte Dritter.
Die in der Studie geäußerten Ansichten
und Meinungen müssen nicht mit denen des
Herausgebers übereinstimmen.

Herausgeber: Umweltbundesamt
Postfach 33 00 22
14191 Berlin
Tel.: 030/8903-0
Telex: 183 756
Telefax: 030/8903 2285
Internet: <http://www.umweltbundesamt.de>

Redaktion: Fachgebiet I 3.1
Dr. Burkhard Huckestein

Berlin, Oktober 2001

Berichts-Kennblatt

1. Berichtsnummer UBA-FB	2.	3.
4. Titel des Berichts Anforderungen an eine umweltorientierte Schwerverkehrsabgabe für den Straßengüterverkehr		
5. Autor(en), Name(n), Vorname(n) Rothengatter, Werner Doll, Claus	8. Abschlußdatum July 27th, 2001	9. Veröffentlichungsdatum
6. Durchführende Institution (Name, Anschrift) Universität Karlsruhe (TH) Institut für Wirtschaftspolitik und Wirtschaftsforschung Kollegium am Schloß, Bau IV 76128 Karlsruhe	10. UFOPLAN-Nr. 200 96 130	11. Seitenzahl 136
7. Fördernde Institution (Name, Anschrift) Umweltbundesamt, Postfach 33 00 22, D-14191 Berlin	12. Literaturangaben 48	13. Tabellen und Diagramme 73
	14. Abbildungen 22	
15. Zusätzliche Angaben Anlagen: 3, Seitenzahl, Referenzen, Tabellen und Abbildungen ohne Anlagen. Begleitendes Rechtsgutachten von Dr. Stefan Klinski		
16. Kurzfassung Der Bericht untersucht die Konsequenzen der geplanten Einführung einer Kilometerbasierten Straßenbenutzungsgebühr auf dem außerörtlichen Straßennetz 2003. Ausgehend von den mittleren Wegekosten, welche im September 2000 von der Regierungskommission Infrastrukturfinanzierung (Pällmann-Kommission) veröffentlicht wurden, werden durchschnittliche Gebührensätze von 25 Pf./km ausschließlich auf Bundesautobahnen bzw. 40 Pf./km auf dem gesamten Fernstraßennetz zur Szenarienbildung herangezogen. Im letzteren Fall wird zusätzlich ein verbessertes Bahnangebotes betrachtet. In allen Preisszenarien werden die Gebührensätze nach Fahrzeuggewicht (12t - 18t, >18t) und nach Emissionsklassen (Pre-Euro bis Euro-5) gestaffelt. Die für die drei Preisszenarien untersuchten Auswirkungen umfassen die Verkehrsverlagerung auf das nachgeordnete Straßennetz, Produktivitätssteigerungen im Fuhrgewerbe, den Umbau der Fahrzeugflotte, sowie die Reaktionen von Versändern bezüglich Modalwahl, Verkehrsvermeidung und Standortwahl. Zu deren Quantifizierung wurden verschiedene Modelle, Datenquellen und aktuelle Erfahrungen (vornehmlich aus der Schweiz) herangezogen. Die Ergebnisse werden in Veränderungen der Fahrleistungen und der Entwicklung externer Kosten nach Verkehrsträger, Straßentyp, Fahrzeuggewicht, Emissionsklasse ausgedrückt. Die Studie ergibt, dass aufgrund von Produktivitätssteigerungen im Transportgewerbe die durch die SVA hervorgerufenen Kostensteigerungen teilweise aufgefangen werden können. Entsprechend ergibt sich nur eine relativ moderate Verlagerung der Verkehrsnachfrage auf die Schiene. Im Falle einer Gebührenhöhe von 40 Pf./km und einer deutlichen Verbesserung des Bahnangebots ergibt sich eine Steigerung der Transportmenge Bahn um 14%, während die Fahrleistung auf der Straße lediglich um 3,3% zurückgeht. Eine Beschränkung der Gebühren auf die Bundesautobahnen führt zu einer Verlagerung von 4% der Fahrleistungen auf das nachgeordnete Straßennetz. Eine sehr positive Bilanz wird über den Einfluß emissionsabhängiger Gebührensätze auf den Einsatz sauberer Fahrzeuge gezogen. Hervorgehoben wird der Anstoß einer nachhaltigen Entwicklung im Güterverkehr.		
17. Schlagwörter Güterverkehr, Straßengüterverkehr, Transportnachfrage, Transportaufkommen, Verkehrsverlagerung, Verkehrsvermeidung, Routenverlagerung, Flottenstruktur, Maut, Straßenbenutzungsgebühr, Wegekosten, Umweltkosten, externe Kosten, Direktive 1999/62/EG, Pällmann-Kommission		
18. Preis	19.	20.

Report Cover Sheet

1. Report No. UBA-FB	2.	3.
4. Report Title Requirements towards an Ecologically based Heavy Vehicle Charge for Road Haulage		
5. Autor(s), Family Name(s), First Name(s) Rothenagger, Werner Doll, Claus		
6. Performing Organisation (Name, Address) Universitaet Karlsruhe (TH) Institut fuer Wirtschaftspolitik und Wirtschaftsforschung Kollegium am Schloss, Bau IV D-76128 Karlsruhe		
7. Sponsoring Agency (Name, Address) Umweltbundesamt, Postfach 33 00 22, D-14191 Berlin		
8. Report Date 27. Juli 2001		
9. Publication Date		
10. UFOPLAN-Ref. No. 200 96 130		
11. No. of Pages 136		
12. No. of Reference 48		
13. No. of Tables, Diagrams 73		
14. No. of Figures 22		
15. Supplementary Notes		
16. Abstract The report investigates the consequences of introducing a kilometre-based road user charge for heavy goods vehicles with a gross weight over 12 tons on the German inter-urban road network in 2003. Starting from the calculations of average road infrastructure costs presented by the Government Commission for Infrastructure Financing in September 2000, toll levels of 0.25 DM exclusively on the motorway network and 0.40 DM on the entire inter-urban road network are used for the scenario development. In the latter case an additional improvement of railway service supply is considered. In all pricing scenarios charges are differentiated by vehicle weight (12t-18t, >18t) and by emission standard (Pre-Euro - Euro-5). The effects of the resulting three pricing scenarios investigated embrace the shift of traffic to the secondary road network, productivity increase within the transport sector, effects on the fleet structure and the reactions of shippers with respect to transport demand, modal choice and location choice. For these purpose, different models, data sources and current experiences, mainly from Switzerland, have been applied. The results are expressed in changes of the vehicle mileage and the development of an environmental cost indicator by mode, road type, vehicle weight and emission factor in 2010. The study concludes, that due to the application of efficiency measures, increased cost burdens of the hauliers can be partly compensated. Thus, the estimated shift of demand from road to rail is found to be rather modest. In case of a charge of 0.40 DM on the entire road network, combined with an improved rail supply the demand for rail transport is estimated to increase by 14%, while road traffic decreases by only 3.3%. In case only the motorways are priced, a shift of vehicle mileage of 4% to the secondary network is calculated. Very positive conclusions are drawn on the possibility of increasing the share of clean lorries by a differentiation of tariffs by emission classes. The results indicate, that the introduction of a emission based toll regime is able to initiate a sustainable development in freight transport.		
17. Keywords Freight transport, road haulage, transport demand Modal shift, demand reduction, route shift, fleet structure Road toll, road user charge, pricing, infrastructure costs, environmental costs, external costs Directive 1999/62/EC		
18. Price	19.	20.

Dokumenteninformation:

Titel:

Anforderungen an eine umweltorientierte Schwererverkehrsabgabe für den Straßen-güterverkehr.

Auftraggeber:

Umweltbundesamt, Berlin.

Referenz:

Forschungs- und Entwicklungsvorhaben 200 96 130 des Umweltbundesamtes.

Forschungsnehmer:

Institut für Wirtschaftspolitik und Wirtschaftsforschung, Universität Karlsruhe (TH), Rechtsanwälte Schmidt-Wottrich, Jungnickel und Partner, Berlin.

Autoren:

Werner Rothengatter (Universität Karlsruhe),
Claus Doll (Universität Karlsruhe),

Mit Beiträgen von:

Stefan Klinski, Rechtsanwälte Schmidt-Wottrich, Jungnickel & Partner, Berlin).
Claus Eberhard (Institute for Transport Policy Studies, Tokyo),

Unter Mitarbeit von:

Michael Schoch (Universität Karlsruhe),
Lorenz Kleist (Universität Karlsruhe).
Burkhard Schade (Universität Karlsruhe).

Fertigstellung der vorliegenden Endfassung:

10. September 2001

INHALTSÜBERSICHT

1	HINTERGRUND UND AUFBAU DER UNTERSUCHUNG	1
2	AUSGESTALTUNG EINER SCHWERVERKEHRSABGABE	4
3	VERKEHRLICHES MENGENGERÜST	30
4	EINZELANALYSE DER REAKTIONSPOTENZIALE.....	62
5	GESAMTERGEBNIS UND BEWERTUNG	100
6	FAZIT	117
	LITERATUR	123
	ANHANG: ERGÄNZUNG ZU DEN MODELLRECHNUNGEN.....	129

INHALT

1 HINTERGRUND UND AUFBAU DER UNTERSUCHUNG	1
1.1 Hintergrund zur vorliegenden Untersuchung	1
1.2 Aufbau der Untersuchung	2
2 AUSGESTALTUNG EINER SCHWERVERKEHRSABGABE	4
2.1 Ausgangslage	4
2.2 Wegekostenorientierte Gebühren	7
2.2.1 Gebührensätze nach Straßenkategorien	7
2.2.2 Differenzierung nach Fahrzeugkategorien	10
2.3 Weitere Möglichkeiten der Differenzierung	11
2.3.1 Differenzierung nach Engpasslage und Tageszeiten	11
2.3.2 Differenzierung auf Grundlage von Nachfragecharakteristiken	12
2.3.3 Einbeziehung von Umweltkosten in die Gebührenhöhe	13
2.4 Ausgestaltung der Szenarien	15
2.4.1 Die Tarifstruktur	16
2.4.2 Durchschnittliche Gebührenhöhe	16
2.4.3 Differenzierung nach Fahrzeugklassen	19
2.4.4 Differenzierung nach Emissionsklassen	20
2.4.5 Weitere Bestimmungsfaktoren der untersuchten Szenarien	22
2.4.6 Gesamtdarstellung der Szenarien	24
2.5 Methodisches Vorgehen	26
3 VERKEHRLICHES MENGERÜST	30
3.1 Marktsegmentierungen	30
3.1.1 Marktsegmentierung nach Produktgruppen	31
3.1.2 Segmentierung nach Transportrelationen	32
3.1.3 Segmentierung der Lkw-Flotte nach Gewichtsklassen	34
3.1.4 Berücksichtigung ausländischer Fahrleistungsanteile	36
3.1.5 Segmentierung nach Emissionsklassen	38
3.1.6 Segmentierung der Verkehrsinfrastruktur	40
3.2 Das verkehrliche Mengengerüst	43
3.2.1 Entwicklung der Transportleistung und des Modal Split	43
3.2.2 Transport- und Fahrleistungen im Straßenverkehr 1997	46
3.2.3 Das Mengengerüst 2003 und 2010	48
3.3 Umweltbewertung des Mengengerüsts 2010	50

3.4	Kostenstrukturen im Straßengüterverkehr	53
3.4.1	Fahrzeugbetriebskosten	54
3.4.2	Transportsätze	56
3.4.3	Kostenentwicklung nach Einführung der SVA	60
4	EINZELANALYSE DER REAKTIONSPOTENZIALE	62
4.1	Verlagerungseffekte auf das nachgeordnete Netz	63
4.1.1	Relevanz von Verlagerungswirkungen	63
4.1.2	Methodisches Vorgehen	64
4.1.3	Verlagerungsrisiko im Straßengüterverkehr	69
4.1.4	Realisierung der Verlagerungsrisiken	70
4.1.5	Verkehrliche und ökologische Konsequenzen	73
4.1.6	Auswirkungen auf die Kostenstruktur im Transportgewerbe	73
4.2	Strategische Anpassungen im Transportgewerbe	75
4.2.1	Relevanz der strategischen Anpassung	75
4.2.2	Innerbetriebliche Anpassungspotenziale im Fuhrgewerbe	76
4.2.3	Ausschöpfung innerbetrieblicher Einsparpotenziale	77
4.2.4	Auswirkungen auf die Kostenstruktur im Straßengüterverkehr	78
4.2.5	Verkehrliche Auswirkungen innerbetrieblicher Anpassungen	79
4.3	Auswirkungen auf die Emissionsstruktur der Fahrzeugflotte	80
4.3.1	Methodik der Flottenanalyse	80
4.3.2	Vorgezogene Neubeschaffungen	81
4.3.3	Antizipierte Schadstoffnormen	84
4.3.4	Verkehrliche und kostenseitige Auswirkungen	86
4.4	Gesamtmarktlche Anpassungen	86
4.4.1	Relevanz und methodisches Vorgehen	86
4.4.2	Das Konzept der Elastizitäten	87
4.4.3	Elastizitäten im Güterverkehr - Überblick	89
4.4.4	Beurteilung und Auswahl der Elastizitäten	92
4.4.5	Marktreaktionen durch Verkehrsvermeidung und -verlagerung	94
4.4.6	Langfristige Anpassungen der Versender	98
5	GESAMTERGEBNIS UND BEWERTUNG	100
5.1	Zusammenfassung der Auswirkungen der SVA	100
5.1.1	Routenverlagerung auf das nachgeordnete Straßennetz	100
5.1.2	Innerbetriebliche Optimierung	101
5.1.3	Umstrukturierung der Fahrzeugflotte	102
5.1.4	Reaktionen der Verlader	104
5.2	Entwicklung des verkehrlichen Mengengerüsts	105
5.2.1	Verkehrliche Auswirkungen in Szenario I	105
5.2.2	Verkehrliche Auswirkungen in Szenario IIa	107
5.2.3	Verkehrliche Auswirkungen in Szenario IIb	109
5.3	Monetäre Bewertung der SVA	111
5.3.1	Bewertung Szenario I	111

5.3.2	Bewertung Szenario IIa	113
5.3.3	Bewertung Szenario IIb	114
5.4	Gegenüberstellung der Szenarien	115
6	FAZIT	117
6.1	Zur Definition der Szenarien	117
6.2	Zusammenfassung der Ergebnisse	118
6.3	Beurteilung der Ergebnisse	120
LITERATUR		123
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS		127
ANHANG: ERGÄNZUNG ZU DEN MODELLRECHNUNGEN		129
A.1	Verkehrliches Mengengerüst 2010	130
A.2	Detailergebnisse des Verkehrsmodells VACLAV	134
A.3	Detailergebnisse des Flottenmodells	135
A.4	Monetäre Bewertung	137

**ANLAGE 1: UMWELTORIENTIERTE SCHWERVERKEHRSABGABE AUS
SICHT DES VERFASSUNGS- UND EUROPARECHTS -
ZUSAMMENFASSUNG DES BEGLEITENDEN
RECHTSGUTACHTENS**

Dr. Stefan Klinski,
Rechtsanwälte Schmidt-Wotrich, Jungnickel und Partner, Berlin

**ANLAGE 2: DER EINFLUSS DER SCHWERVERKEHRSABGABE
AUF LOGISTISCHE ENTSCHEIDUNGEN DER VERLADER**

Dr. Claus Eberhard
Institute for Transport Policy Studies (ITPS), Tokyo

ANLAGE 3: ERGÄNZUNGSRECHNUNG „SCHWEIZER SZENARIO“

Institut für Wirtschaftspolitik und Wirtschaftsforschung,
Universität Karlsruhe (TH)

1 HINTERGRUND UND AUFBAU DER UNTERSUCHUNG

1.1 *Hintergrund zur vorliegenden Untersuchung*

Die Bundesregierung beabsichtigt, im Jahr 2003 eine fahrleistungsabhängige Abgabe für schwere Lkw auf den Bundesautobahnen einzuführen. Diese soll sich grundsätzlich auf das gesamte Bundesautobahnnetz beziehen. Davon ausgenommen sind Strecken, die für eine Konzessionsvergabe auf Basis des Fernstraßenbauprivatefinanzierungsgesetzes (FStrPrivFinG) vorgesehen sind. Auch für diese Strecken sind fahrleistungsbezogene Abgaben geplant, doch ist die Höhe dieser Abgabe Gegenstand eines Konzessionsvertrages mit einem Betreiberkonsortium.

Die Schwerverkehrsabgabe soll der Wegekostenrichtlinie der EU-Kommission entsprechen, die als Richtlinie 1999/62 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Juni 1999 über die Erhebung von Gebühren für die Benutzung bestimmter Verkehrswege durch schwere Nutzfahrzeuge im Gemeinschaftsrecht verankert ist. Daraus ergibt sich, dass die Straßenmaut auf bestimmte Straßentypen (Autobahnen und autbahnhähnlich ausgebauten Straßen; in Sonderfällen für andere Abschnitte des primären Straßennetzes) beschränkt werden soll und sich an den Kosten für die Bereitstellung der Infrastruktur zu orientieren hat. Differenzierungen der Abgaben nach Umweltgesichtspunkten (etwa: Schadstoffemissionsklassen) sind zulässig, solange in der Summe die Höhe der Infrastrukturkosten nicht überschritten wird.

Während auf den ersten Blick dem Umweltschutzziel ein geringes Gewicht zuzukommen scheint – nicht zuletzt, da dem Vorschlag der Kommission, auch externe Kosten, wie Stau-, Lärm-, Abgas- oder Unfallkosten, mit einzubeziehen, nicht entsprochen wurde –, erkennt man bei näherer Betrachtung durchaus Potenziale für die Gebührengestaltung im Sinne von Umweltzielen.

Zur Auslotung der Möglichkeiten und zur Untersuchung der Konsequenzen unterschiedlicher Gebührenstrukturen hat das Umweltbundesamt ein Forschungsvorhaben an das Institut für Wirtschaftspolitik und Wirtschaftsforschung der Universität Karlsruhe (IWW) vergeben. Ein Schwerpunkt der Untersuchung besteht in der juristischen Prüfung der Gestaltungsmöglichkeiten. Diese wurde vom Anwaltsbüro Schmidt-Wotrich, Jungnickel und Partner durchgeführt und in einem Bericht vom 12. Januar 2001 dokumentiert. Auf dieser Grundlage hat das IWW zulässige Gebührenszenarien entwickelt, die hinsichtlich ihrer verkehrlichen und umweltbezogenen Wirkungen zu untersuchen sind. Im Mittelpunkt stehen die kurz- und langfristigen Umweltentlastungspotenziale einer Schwerverkehrsabgabe, deren Realisierbarkeit und mögliche Nebenwirkungen.

Eine vollständige Behandlung der definierten Fragestellung würde umfangreiche mikroskopische Untersuchungen bei Versendern und Verkehrsunternehmen verlangen, die dem Anspruch auf Repräsentativität genügen. Eine solch umfassende Kombination von mikro- und makroskopischer Modellierung wäre außerordentlich aufwendig, zumal die mikroskopische Fundierung der Güterverkehrsprognostik gegenwärtig noch erhebliche Lücken enthält und somit eine in sich geschlossene Behandlung des Themenkomplexes derzeit ausschließt. Aus diesem Grunde beschränkt sich die vorliegende Studie auf prototypische Betrachtungen mit Hilfe vorhandener Logistik- und Verkehrsmodelle. Im Ergebnis werden Wirkungen simuliert, die plausibel erwartet werden können. Diese bilden die Grundlage für die Ableitung durchschnittlicher Gebührenhöhen und deren Differenzierung nach Schadstoffemissionsklassen.

Dabei wird auch Bezug auf die Dynamik der Fahrzeugfleottenbewegung in der Zeit genommen. Da sich die Zusammensetzung der Flotte in jedem Jahr ändert, ist auch die Gebührenstruktur in der Zeit variabel zu halten, wobei garantiert sein muss, dass die Gesamtheit der Gebühren den gesamten Kosten der Straßeninfrastruktur entspricht.

Die Studie zeigt, dass der Umweltpolitik im Verkehr durchaus interessante Möglichkeiten gegeben werden, über die Preise Anreize auf umweltverträglichere Güterverkehrsabläufe auszuüben. Wenngleich eine Preisbildung auf Grundlage sozialer Kosten des Verkehrs nach wie vor ausgeschlossen ist, lässt sich dennoch eine Kombination von preislichen und regulierenden Maßnahmen vorstellen, mit deren Hilfe eine Internalisierung der Umweltkosten - mit den angestrebten Konsequenzen für das Entscheidungsverhalten der Akteure im Güterverkehr - vorangetrieben werden kann.

1.2 *Aufbau der Untersuchung*

Zur Erreichung des Forschungsziels geht die vorliegende Studie zu den verkehrlichen und volkswirtschaftlichen Auswirkungen möglicher Gestaltungsformen der SVA nach folgender Gliederung vor:

- In Kapitel 2 werden auf der Grundlage des rechtlichen Gutachtens der Anwaltskanzlei Schmidt-Wottrich, Jungnickel und Partner (Klinski, 2001) und des Schlussberichts der Regierungskommission Infrastrukturfinanzierung von September 2000 mögliche Ausgestaltungen der SVA unter ökologischen Gesichtspunkten geprüft. Aus den sich hieraus ergebenden rechtlichen und ökonomischen Randbedingungen werden auf Basis der Vorschläge des Umweltbundesamtes (UBA 2000) konkrete Gebührenstrukturen für Jahre 2003 und 2010 erarbeitet, welche im Anschluss auf ihre verkehrlichen und volkswirtschaftlichen Konsequenzen untersucht werden.
- In Kapitel 3 wird die notwendige Segmentierung des Transportmarktes zur Abschätzung von Reaktionspotenzialen unterschiedlicher Akteure im Bereich des Güterverkehrs bestimmt. Ferner wird hier das der entwickelten Segmentierung entsprechende verkehrliche Mengengerüst für den Referenzfall im Jahr 2010 aus dem Mengengerüst 1997 und den Annahmen der Bundesverkehrswegeplanung 2000 entwickelt. Zudem wird auf der Grundlage aktueller Studien zu den sozialen Kosten des Verkehrs (INFRAS/IWW 2000) ein Bewertungsschema zur Abschätzung des volkswirtschaftlichen Nutzens der untersuchten Szenarien definiert. Als weitere notwendige Grundlage zur Analyse der verkehrsbezogenen Auswirkungen der SVA werden in Kapitel 3 die Kostenstrukturen im Straßen-güterverkehr untersucht.
- Kapitel 4 stellt den zentralen Teil der Untersuchung dar. Hier werden die in Kapitel 2 definierten Szenarien auf deren Reaktionspotenziale hin untersucht. Das gewählte Vorgehen unterscheidet folgende Entscheidungsebenen:
 1. Routenwahl als operationale Anpassung der Spediteure an die SVA.
 2. Innerbetriebliche Rationalisierung zum Ausgleich der Kostensteigerung.
 3. Umstrukturierung des Fuhrparks als strategische Anpassungsform der Spediteure.
 4. Rationalisierung und Verkehrsverlagerung auf die Bahn seitens der Versender.

- Zur Analyse dieser Effekte werden zum Einen die am IWW verfügbaren Modellwerkzeuge herangezogen und zum Anderen die Ergebnisse vorliegender Forschungsarbeiten sowie die bislang in der Schweiz gemachten Erfahrungen mit der LSVA ausgewertet.
- In Kapitel 5 werden die Ergebnisse aus Kapitel 4 zusammengeführt und auf Basis des in Kapitel 3 erarbeiteten volkswirtschaftlichen Bewertungsverfahrens beurteilt. Die Zusammenstellung der Ergebnisse erfolgt hierbei einerseits auf der Ebene der sektoralen verkehrlichen Auswirkungen und andererseits auf Basis der volkswirtschaftlich bewerteten Mengengerüste des Straßen- und Schienengüterverkehrs. Darüber hinaus werden in Kapitel 5 erste Interpretationen zu den Konsequenzen der untersuchten Szenarien gegeben.
- Ein Überblick über die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung sowie die Einschätzung der Verfasser über die Vorteilhaftigkeit der einzelnen Szenarien finden sich in Kapitel 6. Hierbei wird insbesondere Wert auf eine kritische Betrachtung der Szenariendefinition und der im Laufe der Untersuchung getroffenen Annahmen gelegt.

Der vorliegende Bericht wird durch einen Anhang und drei Anlagen ergänzt. Diese umfassen:

- Anhang zum Bericht: Detailergebnisse der verwendeten Verkehrsmodelle und die aus der Untersuchung resultierenden detaillierten Mengengerüste der analysierten Szenarien der SVA in tabellarischer und graphischer Form.
- Anlage 1 (Rechtliche Rahmenbedingungen): Diese Anlage besteht aus der Kurzfassung des Rechtsgutachtens, welches als Teilauftrag zur vorliegenden Forschungsarbeit von Umweltbundesamt an die Rechtsanwaltskanzlei Schmidt-Wotrich, Jungnickel und Partner vergeben wurde (Klinski 2001).
- Anlage 2 (Exkurs Logistik): Diese Anlage enthält eine intensive Betrachtung der Wechselwirkungen zwischen Preissteigerungen im Verkehr und den damit verbundenen logistischen Entscheidungen der Versender. Die Analyse basiert auf der Anwendung der Logistik-Software EULOG, welche im Rahmen der Dissertation von Claus Eberhard (Eberhard 2000) am IWW entwickelt wurde.
- Anlage 3 (Ergänzungsrechnung „Schweizer Szenario“): Das „Schweizer Szenario“ wird auf Wunsch des Umweltbundesamtes als Ergänzungsrechnung der vorliegenden Studie beigefügt. Das hierin definierte Szenario ist an die Definition der LSVA in der Schweiz angelehnt. Wegen der großen Unsicherheiten bezüglich der mit dessen Auswertung verbundenen Annahmen sind die Ergebnisse dieser Ergänzungsrechnung nur unter Vorbehalt zu betrachten und im Rahmen dieser Untersuchung als Sensitivitätsrechnung zu verstehen.

2 AUSGESTALTUNG EINER SCHWERVERKEHRSABGABE

2.1 Ausgangslage

Die Europäische Kommission hat in ihrem Weißbuch von 1998 vorgeschlagen, dass sich die Abgaben der Nutzer von Verkehrswegen verstärkt an den Kosten dieser Wege orientieren sollten. Damit soll die derzeitige heterogene Abgabenstruktur in Europa stärker homogenisiert, mehr Wettbewerbsgerechtigkeit erreicht, die Finanzierungsgrundlage für die Verkehrsnetze gesichert und eine Lenkungswirkung in Richtung auf eine effiziente Nutzung der Wegekapazitäten erreicht werden. Zur Herstellung einer einheitlichen Basis für die Preisbildung schlägt die EU-Kommission das Prinzip der sozialen Grenzkosten vor. Dieses wird im zitierten Weißbuch in Form der kurzfristigen sozialen Grenzkosten spezifiziert, also der zusätzlichen Kosten (intern und extern), die durch eine hinzutretende Verkehrseinheit entstehen. Nur in Ausnahmefällen sollen andere Preisbildungsprinzipien, wie Ramsey-Preisbildung oder die Preisbildung mit mehrstufigen Tarifen, angewendet werden.

Der Wissenschaftliche Beirat beim Bundesminister für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen hat sich in den Gutachten von 1996 und 1999 eindeutig für Gebührenerhebungen im Verkehr zur Abgeltung der Infrastrukturstunden ausgesprochen. Er plädiert dabei für die Herauslösung der Verkehrsinfrastruktur aus dem Staatshaushalt, um ein Konzept sich selbst finanzierender Verkehrssysteme zu verwirklichen. Im Straßenbereich könnte dies mit der Bildung einer Autobahn-Management und -Finanzierungsgesellschaft beginnen und anschließend für die nachgeordneten Straßennetze mit der Bildung von Regionalgesellschaften fortgesetzt werden. Auf diese Weise entstünde für den Straßenbereich eine Organisationsstruktur analog zum Eisenbahnwesen nach der Bahnreform von 1994, mit einer nationalen Infrastrukturgesellschaft für die Fernverkehrsstrecken und regionalen Gesellschaften für die Regional- und Nahverkehrsstraßen. In diesem Zusammenhang hat sich der Wissenschaftliche Beirat eindeutig gegen das Prinzip der sozialen Grenzkosten ausgesprochen und schlägt an dessen Stelle ein Preissystem vor, das sich an der Gesamtkostendeckung orientiert (gegebenenfalls gekürzt um Staatsanteile), wobei die Benutzungsgebühren ausschließlich die Infrastrukturstunden decken sollen, nicht aber die externen Kosten. Der Beirat ist der Auffassung, dass die externen Kosten durch Steuern (Mineralölsteuern, nach Umweltaspekten differenzierte Kraftfahrzeugsteuern), Regulierungen, Sicherheits- und Umweltstandards und Verhaltensanreize behandelt werden sollten. Dahinter steht die Vorstellung, dass Straßenmanagement- und -finanzierungsgesellschaften an klaren unternehmerischen Zielen ausgerichtet und nicht durch die Vorgabe komplexer gesellschaftlicher Ziele in ihren Managementkapazitäten überfordert werden sollen.

Die vom Bundesminister für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen zum Ende des Jahres 1999 eingesetzte Verkehrsinfrastruktur-Finanzierungskommission („Pällmann-Kommission“) hat die vom Wissenschaftlichen Beirat gegebenen Anregungen unterstrichen und konkretisiert. Sie plädiert für einen Paradigmenwechsel in der Verkehrsfinanzierung, indem konsequent von dem Grundsatz der Steuerfinanzierung auf den Grundsatz der Gebührenfinanzierung übergegangen wird. Auch die Pällmann-Kommission befürwortet die Einführung von Management- und Finanzierungsgesellschaften, wobei sie dem Minister empfiehlt, bereits kurzfristig eine Autobahnfinanzierungsgesellschaft zu gründen. Analog zum Beirat sieht das Konzept der Pällmann-Kommission die Einrichtung von sich selbst finanzierenden Gesellschaften, getrennt für die einzelnen Verkehrsträger, vor. Dadurch soll eine interne Quersubventionierung zwischen den Verkehrsträgern ausgeschlossen werden, was bedeutet, dass Entscheidungen

über Subventionen nach wie vor von der Regierung zu treffen und vom Parlament zu verabschieden sind, nicht aber auf nachgeordnete Infrastrukturgesellschaften verlagert werden. Die Benutzungsgebühren für die Verkehrsinfrastruktur sollen sich grundsätzlich nach den Wegekosten richten, wobei die Pällmann-Kommission sich auf die Quantifizierung von Mittelwerten für verschiedene Verkehrskategorien beschränkt.

Im europäischen Ausland sind die Gebührenerhebungen im Straßenwesen ganz überwiegend an Finanzierungszielen orientiert, was bedeutet, dass die Summe der Gebühreneinnahmen ausreichen muss, um die Kapitalkosten und die laufenden Kosten für die Vorhaltung der Verkehrsinfrastrukturen zu decken. In einzelnen Fällen wie zum Beispiel in Frankreich (Autobahn Paris – Bretagne, Autobahn Lille – Paris) gibt es Gebührendifferenzierungen nach Tageszeiten. Dabei wird zwischen Zeiten normaler Verkehrsbelastung (Grundtarif), Zeiten starker Verkehrsbelastung (Preisaufschlag um 25 %) und Zeiten schwacher Verkehrsbelastung (Preisnachlass um 25 %) unterschieden. Die für verschiedene Verkehrskategorien auf ausländischen Autobahnen erhobenen Gebühren sind in Tabelle 2.1 zusammengefasst.

In der Schweiz wurde ab 01.01.2001 eine Schwerverkehrsabgabe für Lkw mit einem zulässigen Gesamtgewicht von mehr als 3,5t eingeführt. Die Gebührenhöhe richtet sich dabei nach den Infrastruktur- und den externen Kosten des Schwerverkehrs. Die Zielsetzung der Gebührenerhebung besteht eindeutig darin, den sonst im Anschluss an die Erhöhung der Gewichtsgrenzen (ab 2001 von 28t auf 34t zulässiges Gesamtgewicht; bis 2005 auf 40t zulässiges Gesamtgewicht) entstehenden Produktivitätsruck zugunsten des Straßengüterverkehrs zu kompensieren und den Verkehrsmittelanteil der Bahn zu stabilisieren.

Die Schweizer Prinzipien der Gebührenerhebung sind nach derzeit geltenden EU-Recht nicht zulässig. Die Richtlinie 1999/62/EG vom 17. Juni 1999 über die Erhebung von Gebühren für die Benutzung bestimmter Verkehrswege durch schwere Nutzfahrzeuge sieht vor, dass sich die gewogenen durchschnittlichen Mautgebühren an den Kosten für den Bau, den Betrieb und den Ausbau des betreffenden Verkehrsnetzes orientieren. Zwar ist eine Differenzierung nach Fahrzeug- Emissionsklassen und Tageszeiten zulässig, doch darf diese nicht zu einer Überschreitung der gesamten Kosten durch die gesamten Einnahmen führen. Neben der Höhe der durchschnittlichen Mautgebühren ist auch deren maximale Differenzierung in dieser Richtlinie festgelegt. Eine Differenzierung nach Fahrzeug-Emissionsklassen hat zu beachten, dass keine Mautgebühr mehr als 50 % über der Gebühr liegt, die für gleichwertige Fahrzeuge erhoben wird, welche die strengsten Emissionsnormen erfüllen. Eine Differenzierung nach Tageszeiten ist so anzusetzen, dass keine Mautgebühr mehr als 100 % über der während der günstigsten Tageszeit erhobenen Gebühr liegt. Dabei muss die Differenzierung der Gebühren nach Fahrzeug-Emissionsklassen oder Tageszeiten dem angestrebten Ziel angemessen sein.

Tabelle 2.1: Autobahngebühren in Nachbarländern (in DM/Fzkm)

Land	2 Achsen	3 Achsen	> 3 Achsen
Frankreich	0,221	0,298	0,298
Griechenland	0,044	0,051	0,059
Italien (Durchschn.)	0,093	0,115	0,197
Kroatien	0,198	0,198	0,401
Portugal	0,192	0,247	0,273
Spanien (Durchschn.)	0,266	0,266	0,307

Quelle: BGL, Stand Mai 1999

Damit sind die Rahmenbedingungen für mögliche Gebührenerhebungen im Straßenverkehr beschrieben und die von einschlägigen Gremien gesetzten Orientierungen abgesteckt:

- Schwerverkehrsabgaben sind so festzusetzen, dass die gesamten Infrastrukturkosten, die dem Schwerverkehr zuzurechnen sind, über die Benutzungsgebühren erwirtschaftet werden können.
- Benutzungsgebühren können für Autobahnen und andere mehrspurige Straßen, die ähnliche Merkmale wie die Autobahnen aufweisen, sowie für die Benutzung von Brücken, Tunneln, Gebirgspässen erhoben werden. Darüber hinaus können für die Benutzung anderer Abschnitte des primären Straßennetzes Gebühren erhoben werden, insbesondere wenn dies aus Sicherheitsgründen gerechtfertigt ist.
- Die gleichzeitige Erhebung von Mautgebühren und zeitbezogenen Benutzungsgebühren (Vignetten) für die gleichen Straßenabschnitte ist nicht zulässig.
- Die gewogenen durchschnittlichen Mautgebühren müssen sich an den Wegekosten für Bau, Betrieb und Ausbau des Verkehrsnetzes orientieren.
- Eine Differenzierung der Mautgebühren kann nach Fahrzeugkategorien, Emissionsklassen und Tageszeiten vorgenommen werden, wobei die EU maximale Spannweiten vorschreibt.
- Eine Differenzierung auf Grundlage von Nachfragecharakteristika, wie die Ramsey-Preisbildung oder die mehrstufige Tarifierung, erscheint nach der Gebührenrichtlinie problematisch, wird jedoch von dem Weißbuch der EU-Kommission unter bestimmten Voraussetzungen für möglich und sinnvoll gehalten.
- Die Spezifikation der Wegekosten ist offen, so dass eine Spannweite möglicher Kostenberechnungen von der reinen Grenzkostenrechnung bis hin zur Umlage der gesamten Kosten existiert. Gleichfalls sind die Bewertungselemente der Kostenrechnung nicht festgelegt. Damit kann zu historischen Anschaffungskosten, aber auch zu Wiederbeschaffungspreisen bewertet werden. Alle Kosten, die mit der Bereitstellung Verkehrsinfrastruktur in Verbindung stehen, sind grundsätzlich den Nutzern zuzurechnen. Die Wahl des kalkulatorischen Zinses ist freigestellt.

- Es besteht die Möglichkeit, Umweltziele über die Preisstrukturierung zu integrieren und zusammen mit Steuern und Standardsetzungen ein anreizkompatibles Belastungssystem im Straßenverkehr zu schaffen.

2.2 Wegekostenorientierte Gebühren

2.2.1 Gebührensätze nach Straßenkategorien

Die letzte umfassende Wegekostenrechnung ist vom DIW im Auftrag des Bundesverbandes für Güterverkehr, Logistik und Entsorgung sowie des ADAC durchgeführt worden. Das DIW berechnet für den Straßenverkehr Wegekosten im Jahre 1997 in Höhe von 48 Mrd. DM. Auf den Güterverkehr entfallen rund 21 Mrd. DM, davon über 16 Mrd. DM auf Nutzfahrzeuge über 12t zulässiges Gesamtgewicht. Auf einen Autobahnkilometer würden dann im Durchschnitt 0,21 DM je Lkw-km entfallen und auf einen Bundesstraßenkilometer 0,29 DM je Lkw-km. Gemittelt über Autobahnen und Bundesstraßen, ergebe sich ein Betrag von 0,23 DM je Lkw-km für Nutzfahrzeuge über 12t zulässiges Gesamtgewicht.

Die Wegekostenrechnung, die für die Pällmann-Kommission vorbereitet wurde, benutzt die DIW-Wegekostenrechnung von 2000 für das Jahr 1997 als eine von mehreren Grundlagen. So verwendet die Rechnung den allgemeinen Kostenrechnungsansatz des DIW, der aus folgenden Elementen besteht:

- a) Es wird ein betriebswirtschaftlicher Vollkostenrechnungsansatz verwendet¹. Die Kostenelemente sind
 - Kapitalkosten für Neubau, Erneuerung und Erhaltung, bestehend aus Abschreibungen auf das eingesetzte Kapital sowie Kapitalverzinsung,
 - laufende Kosten für Unterhalt und Betrieb.
- b) Die Kosten werden den Fahrzeugkategorien nach Maßgabe der Kostenverursachung angelastet. Dabei werden unterschieden
 - verkehrsbezogene und verkehrsfernrechte Funktionen (der Kostenbetrag für letztere wird bei den Gesamtkosten in Abzug gebracht),
 - Straßenkategorien,
 - Fahrzeugkategorien.
- c) Die Kostenverursachung nach Fahrzeugkategorien wird mit Hilfe von verkehrstechnischen Grundlagen für Inanspruchnahme von Straßenfläche, Anforderungen für die Straßenbefestigung und Einfluss auf den Straßenverschleiß festgestellt.
- d) Alle Kosten- und Verkehrsdaten werden auf das Jahr 2000 bezogen.

¹ Prinzipiell ist der Ansatz mit der Vorgehensweise des DIW (2000) vergleichbar.

Von der Vorgehensweise des DIW wird in den folgenden Punkten abgewichen:

- a) Zur Bestimmung der Kapitalkosten wird das Nettoanlagevermögen der Bundesfernstraßen gemäß Rechnung des DIW, hochgerechnet auf das Jahr 2000, zugrundegelegt. Hinzu kommen substanznotwendige, jedoch nicht getätigte Investitionen, die für den Zeitraum 1991 bis 2000 auf rund 15 Mrd. DM für die BAB und 13 Mrd. DM für die Bundesstraßen geschätzt werden.
- b) Der Zinssatz für die Kapitalverzinsung wird als realer volkswirtschaftlicher Zins mit 3 % angesetzt (DIW: 2,5 %). Der höhere Zins wird dadurch gerechtfertigt, dass der langfristige Realzins auf öffentliche Anleihen deutlich über drei Prozent liegt. Auch der in der Bundesverkehrswegeplanung für Neu- und Ersatzinvestitionen angewendete Zinssatz liegt bei 3 %.
- c) Die Allokation der Kosten zu den Fahrzeugkategorien wird nach folgenden Prinzipien durchgeführt:
 - Annahme, dass 50 % der Investitionen für die Fahrbahnbefestigung anfallen, also achslastabhängig sind (Angabe BMVBW),
 - Kosten der Erhaltung, d.h. Erneuerung, Instandsetzung und Instandhaltung (Unterhaltung): Verteilung gemäß AASHO Road Test (4. Potenz der Achslasten),
 - Abschreibung und Zins: Verteilung auf die Fahrzeugkategorien nach Äquivalenzfaktoren²,
 - Betrieb, Verkehrspolizei: nach äquivalenter Fahrleistung.

Die Unterschiede zur DIW-Wegekostenrechnung liegen im Wesentlichen bei der Berücksichtigung zusätzlicher Abschreibungen wegen qualifizierter Substanzerhaltung, und in der Wahl eines höheren Zinses.

Somit kommt die Rechnung zu den in den folgenden Tabellen ausgewiesenen Ergebnissen:

Tabelle 2.2: Wegekosten/Fzkm für Bundesautobahnen für das Jahr 2000, in Mrd. DM

Position	Schwere Lkw _ 12 t zGG	Leichte Lkw ³ _ 12 t zGG	Pkw
Anteilige Wegekosten	5,8	0,7	3,3
Kosten Erhebungssystem	0,4	0,1	0,5
Anteilige Gesamtkosten	6,2	0,8	3,8
Fahrleistungen, Mrd. Fzkm	21,5	12,0	149,6
Davon nicht bemaubar, Verlagerungen	1,1	1,3	22,5
Bemaubte Fahrleistungen, Mrd. Fzkm	20,4	10,7	127,1
Kosten vor Abzugspositionen (DM/Fzkm)	0,30	0,075	0,03

² Hier werden die Äquivalenzfaktoren verwendet, die den Einfluss des Fahrzeuges einer Kategorie auf den Verkehrsfluss im Vergleich zum Pkw ausdrücken. 1 Sattelzug wird zum Beispiel bewertet wie 6 Pkw.

³ In dieser Kategorie sind alle angemeldeten Lkw mit einem zulässigen Gesamtgewicht von weniger als 12t enthalten, also auch Lkw mit einem zulässigen Gesamtgewicht unterhalb von 3,5 t.

Tabelle 2.3: Wegekosten/Fzkm auf Bundesstraßen für das Jahr 2000, Mrd. DM

Position	Schwere Lkw – 12 t zGG	Leichte Lkw – 12 t zGG	Pkw
Anteilige Wegekosten	3,7	0,95	4,65
Kosten Erhebungssystem	0,4	0,1	0,5
Anteilige Gesamtkosten	4,1	1,0	5,15
Fahrleistungen, Mrd. Fzkm	7,2	10,4	133,6
Davon nicht bemaubar	2,4	5,2	80,2
Bemaubte Fahrleistungen, Mrd. Fzkm	4,8	5,2	53,4
Kosten vor Abzugs- Positionen (DM/Fzkm)	0,85	0,19	0,1

Tabelle 2.4: Wegekosten in DM/Fzkm im Durchschnitt über die bemaubten Teile von Bundesautobahnen und Bundesstraßen (gewogener Durchschnitt nach bemaubten Fahrleistungen)

Position	Schwere Lkw – 12 t zGG	Leichte Lkw – 12 t zGG	Pkw
Kosten vor Abzugs- positionen (DM/Fzkm) <u>mit</u> Berücksichtigung nicht be- mauteter Netzteile	0,40	0,11	0,05
Kosten vor Abzugs- positionen (DM/Fzkm) <u>ohne</u> Berücksichtigung nicht be- mauteter Netzteile	0,36	0,085	0,03

Für den Vergleich mit anderen Wegekostenrechnungen ist es wichtig, dass die Regierungs-kommission von einem erheblichen Anteil nichtbemaubarer Streckenteile, vor allem bei den Bundesstraßen, ausgeht. Ansonsten wäre der Unterschied zwischen den Bundesautobahnen und den Bundesstraßen weniger deutlich. Es bleibt aber das Charakteristikum der streckenbe-zogenen Wegekostenrechnung, dass die Kosten je Lkw-km auf den BAB geringer sind als auf den Bundesstraßen. Dies ist im Wesentlichen auf die Kostendegression durch die erheblich größere Verkehrsdichte auf den BAB zurückzuführen.

Die Bewertungsansätze für die Wegekostenrechnungen sind elementar abhängig von der so-genannten Betriebsfiktion, die der Rechnung zugrunde gelegt wird. In der obigen Rechnung geht der methodische Ansatz von der Fiktion eines Staatsunternehmens aus, das die Ver-kehrsinfrastruktur nach betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten betreibt, aber in bestimmten Punkten von Vorgehensweisen privater Unternehmen abweicht. Vor allem wird unterstellt, dass sich das betrachtete Unternehmen zu einem langfristigen öffentlichen Realzins in Höhe von 3 % refinanzieren kann. Diese volkswirtschaftliche Kalkulation wird bereits hinfällig, wenn unterstellt wird, dass eine privatwirtschaftlich orientierte Management- und Finanzie-rungsgesellschaft die Fernstraßen betreibt und sich zu diesem Zweck die Finanzierungsmittel vom Kapitalmarkt besorgen muss. Zusätzlich sind Risiken zu kalkulieren, so dass man durch-aus auch Zinsen in einer Größenordnung von 5 % (real) vertreten kann. Geht man demen-tprechend von der Fiktion eines Infrastrukturunternehmens aus, das mit einem Realzins von 5 % kalkuliert, so würden folgende Größenordnungen bei den Gebühren erreicht:

Tabelle 2.5: Sensitivitätsrechnung für einen Kalkulationszins von 5 %

Position	Schwere Lkw – 12 t zGG	Leichte Lkw – 12 t zGG	Pkw
Kosten BAB (DM/Fzkm) <u>mit</u> Berücksichtigung nicht be- mauteter Netzteile	0,38	0,09	0,04
Kosten BAB (DM/Fzkm) <u>oh- ne</u> Berücksichtigung nicht bemauteter Netzteile	0,36	0,08	0,03
Kosten BS (DM/Fzkm) <u>mit</u> Berücksichtigung nicht be- mauteter Netzteile	1,04	0,24	0,12
Kosten BS (DM/Fzkm) <u>ohne</u> Berücksichtigung nicht be- mauteter Netzteile	0,70	0,12	0,05
Durchschnittliche Kosten BAB und BS (DM/Fzkm) <u>mit</u> Berücksichtigung nicht be- mauteter Netzteile	0,50	0,13	0,07
Durchschnittliche Kosten BAB und BS (DM/Fzkm) <u>ohne</u> Berücksichtigung nicht bemauteter Netzteile	0,45	0,10	0,04

2.2.2 Differenzierung nach Fahrzeugkategorien

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung ist es von Bedeutung, wie der für die schweren Nutzfahrzeuge im Straßengüterverkehr berechnete Gesamtkostenbetrag auf einzelne Fahrzeugkategorien verteilt wird. Die DIW-Wegekostenrechnung unterscheidet dabei die folgenden Kategorien:

- Lkw von 12t bis 18t zulässiges Gesamtgewicht
- Lkw über 18t zulässiges Gesamtgewicht (bis 40t)
- Sattelzüge
- Gewöhnliche Zugmaschinen

Auf Grund der geringen Fahrleistungsanteile gewöhnlicher Zugmaschinen auf den Bundesfernstraßen bietet es sich an, diese Kategorie der Klasse der Lkw bis 12t zulässiges Gesamtgewicht zuzuordnen, so dass sie aus dem relevanten Fahrzeugsegment herausfallen. Über die Kategorienbildung des DIW hinaus sollte angestrebt werden, die Klasse der Lkw in solche ohne und solche mit Anhänger zu unterteilen. Denn eine Gebührenerhebung wird in jedem Falle diese Unterscheidung berücksichtigen müssen.

Ein Problem besonderer Art stellt die Schätzung der Fahrleistungen für die verschiedenen Kategorien des Schwerverkehrs dar. Das DIW verwendet für die Schätzung der Fahrleistung ein makroskopisches Modell, in das die folgenden Elemente eingehen:

- Bestand der einzelnen Kraftfahrzeugarten, zusätzlich unterteilt nach Antriebsarten;
- Gesamter Inlandsabsatz an Vergaser- und Dieselkraftstoffen im Straßenverkehr;
- Schätzungen für den durchschnittlichen Kraftstoffverbrauch (l/100 km) der einzelnen Kraftfahrzeugarten;
- Schätzungen bzw. empirische Daten zur durchschnittlichen Fahrleistungen einzelner Kraftfahrzeugarten.

Alternativ hierzu werden von einigen Instituten Schätzungen mit Hilfe von Verkehrssimulationsmodellen durchgeführt (z.B.: IVV, Aachen; IFEU, Heidelberg). Diese Modelle sind an Eckdaten des Verkehrs (z.B. Kraftstoffverbrauch, Anzahl zugelassener Kfz, etc.) und an Verkehrszählungen an Straßenquerschnitten geeicht. Im Rahmen der Wegekostendebatte gibt es derzeit drei Grundlagen für die Fahrleistungsberechnung: DIW-Ansatz, IVV-Modellrechnung (für die Pöllmann-Kommission), TREMOD-Modell von IFEU (Heidelberg), verwendet vom UBA. Über den internen Aufbau der genannten Modelle liegen keine genauen Angaben vor, den verfügbaren Ergebnissen kann jedoch entnommen werden, dass wesentliche Unterschiede in der Differenzierung der Fahrzeugflotte, in der Berücksichtigung verschiedener Verkehrssituationen sowie in der Netzabgrenzung bestehen. Zur Herstellung der obengenannten Kategorienbildung müssen die Vorgehensweisen aller drei Modelle kombiniert werden. Dies führt naturgemäß zu Inkonsistenzen, die aber beim derzeitigen Stand des Wissens unvermeidbar sind. Auch die von der EU-Kommission in Auftrag gegebenen Wegekostenprojekte, wie z.B. UNITE oder DESIRE, haben mit ähnlichen Problemen auf der europäischen Ebene zu kämpfen.

2.3 Weitere Möglichkeiten der Differenzierung

2.3.1 Differenzierung nach Engpasslage und Tageszeiten

Die EU-Gebührenrichtlinie lässt die Differenzierung der Gebühren nach Tageszeiten ausdrücklich zu. Hierüber ist es möglich, Staukostenzuschläge einzuführen, um die Verkehrs-nachfrage zu glätten. Weitergehende Differenzierungen aufgrund der Engpasslage, gleichfalls motiviert durch die Staukosten, sind in der Gebührenrichtlinie nicht vorgesehen und bedürften der rechtlichen Prüfung. Eine Umsetzung der Weißbuch-Empfehlungen der EU-Kommission von 1998 würde notwendigerweise eine erheblich feinere Differenzierung der Gebühren nach den Staugrenzkosten voraussetzen, als dies in der Richtlinie explizit ermöglicht wird. Nach den Vorstellungen der Kommission sollen die Aufschläge zur Internalisierung der Staukosten zur Deckung der fixen Kosten beitragen, was allein durch die Anlastung der Grenzkosten der Infrastruktur allein nicht möglich ist.

Das deutsche Verkehrsministerium hat sich gegenüber den Vorschlägen der Kommission bislang zurückhaltend gezeigt und auf die Risiken einer Fehlsteuerung durch das Prinzip der sozialen Grenzkosten hingewiesen. Vor allem ist zu vermuten, dass die Akzeptanzprobleme für die Einführung von Straßenbenutzungsgebühren eher noch anwachsen werden, wenn Gebühren mit Hilfe der Stauargumente begründet werden. Insofern ist nicht zu erwarten, dass in der Bundesrepublik kurz- oder mittelfristig Gebühren auf den Straßen eingeführt werden, die nach Staugesichtspunkten differenziert sind. Daher wird eine solche Differenzierungsmöglichkeit aus den folgenden Überlegungen ausgeschlossen.

2.3.2 Differenzierung auf Grundlage von Nachfragecharakteristiken

Falls eine Kostendeckung angestrebt, diese aber über Grenzkostentarifierungen nicht erreicht wird, so schlägt die wohlfahrtstheoretische Literatur „Second best“-Preise vor, welche auf die unterschiedlichen Nachfragecharakteristiken der Benutzer eingehen. Ein solches Verfahren ist das Ramsey-Pricing, bei dem die Abweichung von den Grenzkosten proportional zur inversen Elastizität der Nachfrage auf den Preis für eine betrachtete Nachfragergruppe angesetzt wird. Gruppen mit sehr niedriger Preiselastizität der Nachfrage werden somit hohe Aufschläge auf die Grenzkosten zu tragen haben.

Noch weiterführender sind mehrstufige Tarifierungen, die im einfachsten Fall aus einer Grundgebühr und einer variablen Leistungsgebühr bestehen. Der Vorzug mehrstufiger Tarifierungen liegt in den folgenden Eigenschaften:

- Es lässt sich zeigen, dass mehrstufige (nicht lineare) Tarife den linearen Tarifen (Tarifgleichheit für jede Nutzerkategorie und Nachfragemenge) wohlfahrts-überlegen sind, wenn die Gebührenkombinationen optimal gesetzt werden. Im Falle von Unsicherheit werden die Nachfrager am Fixkostenrisiko des Anbieters beteiligt.
- Es ist möglich, Nachfragern eine Menge von verschiedenen Grundgebührentarifen einschließlich des linearen Tarifs (Grundgebühr = 0) anzubieten und den Nachfragern die Wahl des Tarifs zu überlassen. Dies hat gegenüber anderen Differenzierungsschemata den Vorteil, dass die Nachfrager sich selbst einstufen („self-selection“) und die optimale Gebührenstruktur durch einen einfachen Lernprozess erreicht werden kann.
- Mehrstufige Tarife bilden einen Anreiz für die Nachfrager, im Rahmen des gewählten Tarifs das Leistungsangebot optimal auszuschöpfen.

Der Wissenschaftliche Beirat hat in seiner Stellungnahme zum Weißbuch der EU-Kommission die Vorteile der mehrstufigen Tarife gegenüber dem Prinzip der sozialen Kosten deutlich herausgehoben. In der Praxis ist dieses System sehr weit verbreitet, so z.B. in der Elektrizitätswirtschaft, der Telekommunikation und bis vor kurzem beim Trassenpreissystem der DB AG. Ein möglicher Nachteil dieses Preissystems besteht darin, dass die Gebührenkombination in einem monopolistischen Markt vom Anbieter so gesetzt werden kann, dass der Zutritt von Konkurrenzunternehmen abgewehrt wird. Dies ist der Grund gewesen, der das Bundeskartellamt bewogen hat, der DB AG die Weiterführung des im Jahre 1998 eingeführten mehrstufigen Tarifsystems in der festgelegten Differenzierung zu untersagen.

Im Bereich des Straßenwesens spricht noch ein weiterer Grund dagegen, Grundgebührentarife allgemein als Ergänzung zum bestehenden Besteuerungssystem einzuführen. Einmal gibt es bereits die Kraftfahrzeugsteuer, die wie eine Grundgebühr wirkt und über eine Differenzierung nach Umweltaspekten Anreizwirkungen in Richtung auf die Beschaffung umweltfreundlicher Fahrzeuge ausüben kann. Zum Zweiten wird bei wachsender Höhe der Grundgebühr und sinkender Höhe der variablen Gebühr ein Anreiz für die vermehrte Nutzung der Verkehrsinfrastruktur ausgeübt. Während dies für den Eisenbahnverkehr durchaus sinnvoll erscheint, gibt es im Bereich des Straßenverkehrs Vorbehalte aus umweltpolitischen Gründen. Daher eignet sich diese Tarifform im Straßenverkehr in erster Linie für Großprojekte (Brücken, Tunnel), die in privat-öffentlicher Partnerschaft (BOT, DBFT-Modelle) realisiert werden.

Für eine allgemeine Schwerverkehrsabgabe ist kein überzeugender Grund dafür zu sehen, diese mehrstufig auszustalten, zumindest, solange die Kraftfahrzeugsteuer erhalten bleibt. Daher wird von einer Differenzierung nach Grund- und Leistungsgebühren abgesehen.

2.3.3 Einbeziehung von Umweltkosten in die Gebührenhöhe

Bei der Einbeziehung von Umweltkosten sind zwei wesentliche Fragestellungen relevant.

- Ist es möglich, über die reinen Kosten der Infrastrukturbereitstellung hinaus auch externe Kosten zu verrechnen, die nicht infrastrukturbezogen sind?
- In welchem Umfang lassen sich Gebühren für einzelne Fahrzeugkategorien nach Umweltgesichtspunkten staffeln?

(1) Zur absoluten Gebührenhöhe

Die Wegekostenrichtlinie von 1999 ist gemäß Rechtsgutachten (Rechtsanwälte, 2001) so zu interpretieren, dass externe Kosten eindeutig nicht einbezogen werden dürfen, wenn sie keinen Infrastrukturbezug im Sinne des Artikels 7 Abs. 9 der Richtlinie haben. Dies bedeutet konkret, dass weder Staukosten bzw. Überlastungskosten noch externe Unfallkosten oder Kosten Dritter durch Umweltschäden in die Berechnung der gesamten Kosten einbezogen werden dürfen. Wichtig ist, dass sich die Abgrenzung der infrastrukturbezogenen Kosten nicht mit der reinen Schaffung der Verkehrsfläche erschöpft, sondern dass auch Kosten berücksichtigt werden können, die im Zusammenhang mit der Infrastrukturbereitstellung stehen. Dies bezieht sich z. B. auf Kosten von Schallschutzmaßnahmen, Kosten für die Schaffung von Ausgleichsflächen für in Anspruch genommene Naturräume oder Kosten für notwendige Nebenflächen (z.B. die Entwässerung). Aus diesem Grunde gibt es einen Spielraum zur Ausdehnung der rein ausgabenbezogenen Kosten, wie sie bislang in Wegekostenrechnungen verwendet wurden.

Weiter ist festzuhalten, dass die Art der Kostenbewertung nicht vorgeschrieben ist. So kann der Bezug zu den Anschaffungsausgaben, wie er in den traditionellen Kostenrechnungen hergestellt wird, durchaus auf den Bezug zu Wiederbeschaffungswerten ausgedehnt werden. Dies bedeutet, dass Substanzverzehre berücksichtigt und eine Betriebsfiktion zugrundegelegt werden kann, die eine dauerhafte Erhaltung der Anlagen in einem qualitativ hochwertigem Zustand vorsieht. Letztlich ist auch die Wahl des Kalkulationszinses an keiner Stelle eingeschränkt. Im Zusammenhang mit der vorgenannten Betriebsfiktion ist es ohne weiteres denkbar, von der Wahl eines langfristigen volkswirtschaftlichen Realzinses (z.B.: 2,5 % beim DIW; 3 % bei den Wegekostenrechnungen für die Pöllmann-Kommission) auf einen höheren Zins überzugehen, wenn eine Fremdkapitalfinanzierung durch den Wegebetrieb zukünftig vorgesehen ist. In den diskutierten Wertansätzen zur Substanzerhaltung und zum Kalkulationszinsfuß können durchaus Umweltaspekte enthalten sein. So ist z.B. im Falle der Substanzsicherung zu berücksichtigen, dass die qualitativen Anforderungen an Verkehrsanlagen in der Zukunft anwachsen und dass der Schutz der Bevölkerung vor negativen Konsequenzen zu zunehmenden Aufwendungen bei der Infrastrukturbereitstellung führt.

(2) Zur Differenzierung der Gebührenstruktur

Die Wegekostenrichtlinie gestattet es, die Gebührensätze – unter der Voraussetzung, dass die gewogenen Durchschnittskosten unverändert bleiben – nach Fahrzeug- und Emissionsklassen zu differenzieren. Dabei soll keine Gebühr mehr als 50 % über der Gebühr liegen, die für gleichwertige Fahrzeuge erhoben wird, welche die strengsten Emissionsnormen erfüllen. Die Einführung einer solchen Differenzierung setzt notwendig eine Veränderung der Gebührenstruktur über die Zeit voraus, wenn die Nebenbedingung der Kostendeckung erhalten bleiben soll. Betrachtet man einen Zeitraum für die Gebührenerhebung von 2003 als mögliches Einführungsjahr bis 2010, so wird sich innerhalb dieses Zeitraumes der Anteil der Lkw in den jeweiligen Fahrzeug-Emissionsklassen Euro-0 bis Euro-5 verschieben. Die Vorausschätzung dieser Verschiebung hat nicht nur das Alter der Lkw-Flotte zu berücksichtigen, sondern auch die Anreizwirkungen, die von einem solchen Gebührenschemata ausgehen. Dies macht die Ankündigung einer zeitbezogenen und fahrzeugkategorienlen Gebührenstruktur unter Differenzierungen nach Umweltgesichtspunkten zu einem wissenschaftlich anspruchsvollen Thema, denn die Neukäufe und die Nutzungsdauern von Fahrzeugen bestimmen Abgasnormen, und somit deren Anteil an der aktiven Fahrzeugflotte, werden je nach dem vorherrschenden Anreizsystems variieren. Da in jeder Zeitperiode die Gesamtkosten gedeckt werden sollen, ergibt sich ein rückgekoppeltes System mit möglichen Gleichgewichtslösungen.

Das Umweltbundesamt hat auf Basis dieser Überlegungen nach Grundlage der Vorschläge des DIW und des Finanzforschungsinstituts an der Universität Köln eine umweltorientierte Gebührenstruktur vorgeschlagen, die eine starke umweltorientierte Differenzierung enthält, in der nach den Schadstoffklassen Euro-0 bis Euro-5 unterschieden wird. Dieser Vorschlag ist in Tabelle 2.6 wiedergegeben.

Tabelle 2.6: Mögliche Tarifstruktur für eine Schwerverkehrsabgabe

Fahrzeugkategorien	SVA 2003 (Pf/km)	SVA 2010 (Pf/km)
Lkw nach Euro-0 (Pre-Euro)	20	48
Lkw nach Euro-1	18	45
Lkw nach Euro-2	16	42
Lkw nach Euro-3	14	40
Lkw nach Euro-4	12	37
Lkw nach Euro-5	10	34
Anhänger	5	10
Zuschlag für Satteleinheit	5	10

Vorschlag des Umweltbundesamts (UBA 2000)

Wie man erkennt, schlägt das UBA vor, mit relativ niedrigen Gebührensätzen, aber einer hohen Differenzierung zu starten, um Anreizeffekte für umweltfreundliche Verkehrstechnologien zu forcieren. Auch dürfte der Anfangswiderstand gegen die sehr moderaten Gebühren für schwere Nutzfahrzeuge gering sein. Bis 2010 kommt es zu einer deutlichen Steigerung der Gebühren, wobei der Differenzierungsgrad zurückgenommen wird. Dies liegt daran, dass im Jahr 2010 ganz überwiegend nur noch Lkw der Schadstoffklassen Euro-3 bis Euro-5 zugelassen sein werden. Dieser Vorschlag entspricht nur dann der Wegekostenrichtlinie, wenn man für das Jahr 2003 den für Euro-3 vorgesehenen Gebührensatz als niedrigsten ansieht. Geht man aber auf Euro-4 als niedrigste Gebührenklasse, so ergibt sich ein Unterschied zwischen Euro-4- und Euro-0-Fahrzeugen mehr als 50 %.

Die Gebühren der in der Schweiz seit dem 01.01.2001 eingeführten leistungsabhängigen Schwerverkehrsabgabe (LSVA) sind demgegenüber deutlich höher, weil hier externe Effekte im Gebührensatz internalisiert wurden. Dagegen ist die Spreizung geringer als bei dem von UBA vorgelegten Gebührenvorschlag.

Tabelle 2.7: Gebührensystem für die LSVA in der Schweiz

Tarifstufen in Rp.			Gefahrene km in der Schweiz	Maßgebliches Gewicht ^{**} Zugfahrzeuge und Anhänger	Abgabe in SFr.
1	2	3			
2,0			300	Ohne Anhänger, 18t	108,00
	1,68		300	Zugfz. und Anhänger, 30t (12t + 18t)	151,20
	1,68		300	Sattelzug, 30t	151,20
		1,42	300	Zugfz. und Anhänger, 37t ^{***} ; 34t (12t + 25t)	144,84

* Tarif pro Tonne und Kilometer (Tkm)

Stufe 1 = Emissionskategorie 1 (entspricht Euro-0)

Stufe 2 = Emissionskategorie 2 (entspricht Euro-1)

Stufe 3 = Emissionskategorie 3 (entspricht Euro-2/3)

** Maßgebliches Gewicht = höchstzulässiges Gesamtgewicht gem. Fahrzeugausweis. Bei einer Fahrzeugkombination (mit Anhänger) werden die Gesamtgewichte addiert.

(+) Bei getrennt immatrikulierten Sattelzügen: Leergewicht Sattelschlepper und Gesamtgewicht des Anhängers.

*** Das nationale Gewichtslimit ab 2001 beträgt 34t (folglich gilt dies für die Abgabenerhebung)

2.4 Ausgestaltung der Szenarien

Die im vorhergehenden Abschnitt dargestellten Ergebnisse der Regierungskommission Infrastrukturfinanzierung („Pällmann-Kommission“) dienen als Ausgangspunkt für die Definition der in dieser Studie untersuchten Szenarien. Entsprechend wird von zwei Grundszenarien ausgegangen:

- Die Erhebung der Schwerverkehrsabgabe ausschließlich auf dem Netz der Bundesautobahnen (Szenario I) und
- Ausdehnung der SVA auf das gesamte für den Güterverkehr relevante Fernstraßennetz (Szenario II).

Da eine Neuberechnung der von schweren Güterfahrzeugen verursachten Wegekosten nicht Gegenstand der vorliegenden Studie ist, werden zur Bestimmung der durchschnittlichen Abgabesätze die von der Pällmann-Kommission ermittelten Kostensätze herangezogen. Die Gebührensätze und deren Differenzierung nach Gewichts- und Emissionsklassen werden dabei so gewählt, dass deren gewogenes Mittel den in den Szenarien I und II festgesetzten Durchschnittssätzen entspricht. Die im begleitenden Rechtsgutachten (Klinski 2001) erhobenen Bedenken zu einzelnen von der Pällmann-Kommission zum Ansatz gebrachten Positionen (z.B. die Kosten für unterlassene Substanzerhaltung oder die Kosten für das Erhebungssystem) sowie zur Bepreisung von Bundesstraßen werden in für die folgende Auswirkungsanalyse nicht aufgegriffen.

2.4.1 Die Tarifstruktur

Die formale Struktur der Gebührensätze kann einerseits zwischen Fahrzeugkategorien und andererseits zwischen deren Schadstoffausstoß differenzieren. Während die Differenzierung nach Fahrzeugklassen den EU-Mitgliedsstaaten freigestellt ist, unterliegt die Differenzierung der Gebührensätze nach Emissionsklassen einer prozentualen Beschränkung von maximal 50 % innerhalb einer Fahrzeugklasse. Unter Berücksichtigung dieser Rahmenbedingungen wird folgendes Tarifmodell gewählt:

- Als Ausgangswert wird eine feste Grundgebühr bestimmt, welche konstant für alle von der Schwerverkehrsabgabe betroffenen Fahrzeuge je Kilometer erhoben wird. Diese Grundgebühr kann je nach Kosten- und Erlösentwicklung zeitlich variiert werden (x_i).
- Die Berücksichtigung der Fahrzeugklasse F wird - in Anlehnung an die Vorschläge des Umweltbundesamtes - durch einen fixen Aufschlag Y_F auf die Grundgebühr X_F gewährleistet. In gleicher Weise wie die Grundgebühr kann auch der fahrzeugabhängige Aufschlag zeitlich angepasst werden.
- Der Schadstoffausstoß der Fahrzeuge richtet sich nach deren Emissionsklasse (Pre-Euro, Euro-1 bis Euro-5, vgl. Abschnitt 2.4.4) und wird prozentual auf die Summe aus Grundgebühr und fahrzeugspezifischem Aufschlag erhoben. Der Aufschlag p_E beträgt maximal 50 % und wird nach dem spezifischen NO_x-Grenzwert pro Leistungseinheit (g/kWh, vgl. Tabelle 2.10) differenziert. Da sich die Verfügbarkeit von Abgasminderungstechnologien und deren Relevanz im Zeitverlauf verschieben, müssen auch die Emissionszuschläge zeitlich angepasst werden.

Bezeichnet $G_{F,E}(t)$ die von einem Fahrzeug des Typs F und einer Emissionsklasse E zum Zeitpunkt t zu entrichtende Gebühr, stellt sich das Tarifmodell formal wie folgt dar:

$$G_{F,E}(t) = (X_F(t) + Y_F(t)) * (1 + p_E(t))$$

mit:

$G_{F,E}(t)$: Maut für Fahrzeugtyp F mit Emissionsklasse E in DM/Fzkm

$X_F(t)$: Kilometerabhängige Grundgebühr in Zeitperiode t

$Y_F(t)$: Fahrzeugspezifischer fixer Zuschlag

$p_E(t)$: Emissionsabhängiger Zuschlag

t : Zeit

Die Ausprägung der einzelnen Komponenten des Tarifmodells wird in den folgenden Abschnitten erörtert.

2.4.2 Durchschnittliche Gebührenhöhe

Die durchschnittliche Gebührenhöhe bezeichnet den nach Fahrleistungen gewichteten mittleren Gebührensatz über alle Fahrzeuge nach Gewichts- und Emissionsklassen. Die durchschnittliche Gebührenhöhe richtet sich dabei nach

- der in den Szenarien betrachteten Netzabgrenzung,
- den damit verbundenen anteiligen Infrastrukturkosten schwerer Lkw (über 12 t zGG) und

- den Fahrleistungen des abgabepflichtigen Verkehrs auf dem betrachteten Netz.

Durch die Einführung der Schwerverkehrsabgabe ergeben sich Ausweichreaktionen des betroffenen Verkehrs, wodurch wiederum die Bemessungsgrundlage der Gebühren verändert wird. Ferner wird die Bemessungsgrundlage durch den Ausbau der Verkehrswege einerseits und das Wachstum der Fahrleistungen andererseits stets neu gesetzt. Folglich müssen die Abgabesätze zeitlich variabel sein, was durch die in Abschnitt 2.4.1 vorgegebene Struktur gewährleistet ist. Im Idealfall ergibt sich zu jedem Zeitpunkt ein Gleichgewichtspreis, welcher die rechtliche Forderung nach Deckung der Wegekosten des betroffenen Netzes erfüllt⁴.

Die zeitliche Veränderung der Gebührensätze wird in der vorliegenden Arbeit jedoch nur für die Zuschläge betrachtet, welche die Zusammensetzung der Fahrzeugflotte betreffen. Hierfür wird kein Gleichgewichtsprozess angesetzt. Vielmehr wird die Tendenz der Fahrzeugflotte bezüglich der Anteile von Gewichts- und Emissionsklassen zur zeitlichen Bestimmung der Parameter $X_G(t)$, $Y_F(t)$ und $p_E(t)$ verwendet. Verschiebungen dieser Anteile durch Marktreaktionen auf die Preisszenarien I und II werden in dieser Studie nicht in Anpassungen des Tarifmodells umgesetzt. Diese Vorgehensweise kann politisch durch die Forderung nach einem verlässlichen und vorhersagbaren Tarifsystem begründet werden.

Der durchschnittliche Gebührensatz, welcher den Szenarien I und II zugrunde liegt, ergibt sich durch die für das Jahr 2000 ermittelten Wegekosten und Fahrleistungen auf Autobahnen und Bundesstraßen. Für die Entwicklung bis 2010 wird vereinfachend angenommen, dass beide Positionen in gleichem Maße ansteigen und somit die durchschnittlichen anteiligen Wegekosten des schweren Straßengüterverkehrs konstant bleiben⁵. Die Änderungen in den durchschnittlichen Abgabesätzen der SVA in Szenario II sind dementsprechend rein politisch, nicht aber ökonomisch motiviert.

a) Durchschnittlicher Gebührensatz in Szenario I

Szenario I basiert auf einer engen Auslegung der Wegekosten für das Netz der Bundesautobahnen entsprechend den Rechnungen der Pällmann-Kommission. Hierin finden neben Kapital- und Zinskosten Sonderabschreibungen für unterlassene Substanzerhaltung Eingang. Weiter gefasste Kosten für zukünftig vorzunehmende Lärm-, Umwelt- oder Landschaftsschutzmaßnahmen sowie die Einbeziehung der durch die Verkehrswege indirekt verbrauchten Fläche werden hier nicht zum Einsatz gebracht.

Wie in Tabelle 2.2 gezeigt wird, kommt die Regierungskommission unter Berücksichtigung der durch die Gebührenerhebung zusätzlich verursachten Kosten und der verdrängten Verkehrs nachfrage auf durchschnittliche Wegekosten von 0,30 DM/Fzkm für Güterfahrzeuge über 12t zulässiges Gesamtgewicht. Hiervon wird eine Position von 5 Pf/Fzkm abgezogen, welche durch die für die Finanzierung der Straßeninfrastruktur verwendete Mineralölsteuer begründet ist.

Hieraus ergibt sich ein mittlerer Gebührensatz von 0,25 DM/Fzkm, welcher in Szenario I ausschließlich auf dem Netz der Bundesautobahnen erhoben wird. Die Differenzierung nach Gewichts- und Emissionsklassen erfolgt entsprechend den Ausführungen in den folgenden Ab-

⁴ In der Theorie könnte sich auch ein Randgleichgewicht einstellen. In diesem Fall würde die Verkehrs nachfrage gebührenpflichtiger Fahrzeuge auf dem betrachteten Netzteil vollständig zurückgehen.

⁵ Es ist jedoch zu vermuten, dass die Fahrleistungen in stärkerem Maße steigen als die Wegekosten, was sinkende Gebührensätze bedeuten würde.

schnitten 2.4.3 und 2.4.4. Eine Variation der mittleren Gebührenhöhe über die Zeit wird in Szenario I nicht unterstellt.

b) Durchschnittlicher Gebührensatz in Szenario II

Szenario II basiert auf einer weiteren Auslegung des Begriffs der Wegekosten. Neben den in Szenario I angesetzten Positionen (Kapitalkosten, Zinskosten, Kosten für das Erhebungssystem) könnte eine erweiterte Wegekostenrechnung folgende Komponenten berücksichtigen:

- Kosten für die Verbesserung von Lärm- und Umweltschutz sowie der Verkehrssicherheit, welche bei zunehmender Verkehrsichte aufgrund rechtlicher Bestimmungen notwendig werden können.
- Durch die Wegekostenrechnung des DIW, welche den Rechnungen der Regierungskommission zugrunde liegt, werden lediglich die Flächen bewertet, welche direkt von der Straßenoberfläche bedeckt sind. Neuere Untersuchungen (IWW, Kessel&Partner, PÖU, PTV 1997) zeigen aber, dass Flächen bis 4 m zu beiden Seiten des Fahrbahnrandes nicht für verkehrsfernste Zwecke nutzbar gemacht werden können. Demzufolge könnte durch eine ökologisch orientierte Wegekostenrechnung eine deutlich höhere Grundstücksbewertung vorgenommen werden.
- Für durch den Bau von Verkehrswege zerschnittene natürliche Lebensräume müssen an anderer Stelle Ausgleichsmaßnahmen durchgeführt werden. Die hiermit verbundenen Kosten beliefen sich 1996 auf 4,6 % (IWW et al. 1998) der eigentlichen Wegekosten. Dieser Betrag ist in der Berechnung der Regierungskommission nicht enthalten.
- Abschließend könnten in einer weiteren Interpretation des Begriffs der Infrastrukturkosten auch anteilige Verwaltungskosten der öffentlichen Hand berücksichtigt werden.

Eine genaue Beizifferung der in den obigen Punkten aufgeführten Erweiterungen der Wegekostenrechnung soll an dieser Stelle nicht vorgenommen werden. Die genannten Punkte sollen vielmehr veranschaulichen, dass eine deutliche Anhebung der Bemessungsgrundlage, und somit der durchschnittlichen Gebührensätze für schwere Nutzfahrzeuge denkbar ist.

In Szenario II werden die durchschnittlichen Gebührensätze mit Hilfe der oben gegebenen qualitativen Darstellung um 10 Pf./Fzkm auf 40 Pf./Fzkm angehoben. Ferner wird unterstellt, dass aus umweltpolitischen Gründen keine Abzugsposition zum Einsatz gebracht wird. Der somit ermittelte Durchschnittstarif von 40 Pf./Fzkm entspricht dabei den von der Pällmann-Kommission für das gesamte Netz der Bundesfernstraßen ermittelten durchschnittlichen Wegekosten für schwere Lkw und entspricht somit der politisch diskutierten Obergrenze der Schwerverkehrsabgabe.

Szenario II bezieht sich auf das Netz der Bundesautobahnen sowie autobahnähnlicher Bundesstraßen, welche durch getrennte Richtungsfahrbahnen sowie zwei Fahrspuren je Fahrt Richtung gekennzeichnet sind. Ferner werden alle übrigen Fernstraßen, welche durch Verkehrsverlagerungen betroffen sind, in die Gebührenerhebung einbezogen. Für das hierdurch eingegrenzte sekundäre Straßennetz wird angenommen, dass deren Wegekosten und Verkehrsbelastungen den Kostenstrukturen der Bundesautobahnen entsprechen. Durch die Erweiterung des Netzes ändert sich die Bemessungsgrundlage dementsprechend nicht in nennenswerter Weise, weshalb der durchschnittliche Abgabesatz von 0,40 DM/Fzkm für das gesamte bepreiste Netz in Szenario II gültig ist.

Die Einführung der Schwerverkehrsabgabe im Jahre 2003 ist mit einer durchschnittlichen Höhe des Gebührensatzes von 0,40 DM/Fzkm wahrscheinlich politisch nicht durchsetzbar. Entsprechend wird, entsprechend den Vorschlägen des Umweltbundesamtes (UBA 2000), eine Einstiegsgebühr von 0,25 DM/Fzkm angenommen, die bis zum Jahr 2010 auf den vollen Satz von 0,40 DM/Fzkm angehoben wird⁶.

c) Zusammenfassung

Die zeitliche Entwicklung der Bemessungsgrundlage und der Gebührensätze der Szenarien I und II stellt sich wie folgt dar:

Tabelle 2.8: Durchschnittliche Wegekosten und Gebühren (DM/Fzkm)

	Szenario I		Szenario II	
	2003	2010	2003	2010
Durchschnittliche Wegekosten (traditionell)	0,30	0,30	0,30	0,30
Erweiterte Wegekosten	-	-	0,10	0,10
Abzugspositionen	0,05	0,05	0,05	-
Durchschnittliche Gebührensätze	0,25	0,25	0,25	0,40

2.4.3 Differenzierung nach Fahrzeugklassen

Zur Einbeziehung der vom schweren Güterverkehr verursachten Straßenschäden werden Fahrzeugtypen nach dem zulässigen Gesamtgewicht (zGG) unterschieden. Als zulässiges Gesamtgewicht ist die Summe aus Nettogewicht und dem maximal zulässigem Ladungsgewicht zu verstehen. Bei Lastzügen und Sattelzügen ist dabei die Summe aus Zugfahrzeug und Anhänger zu bilden⁷. Als Minimaldifferenzierung der Fahrzeugarten werden folgende Gewichtsklassen unterschieden:

- Lkw 3,5t - 12t zGG: Diese Fahrzeuge unterliegen in den Szenarien I und II nicht der SVA. Als Substitut für schwerere Fahrzeuge bildet diese Fahrzeugklasse jedoch ein wichtiges Ausweichpotenzial zur Vermeidung der Abgabenpflicht.
- Lkw 12t - 18t zGG: Hierbei handelt es sich in der Regel um 2-3-achsige Fahrzeuge, welche überwiegend im regionalen Verkehr eingesetzt werden.

⁶ Auf die in der vorliegenden Studie ermittelten Reaktionspotenziale hat die zeitliche Entwicklung der Gebühren jedoch keinen Einfluss, da anzunehmen ist, dass sich sowohl Verlader als auch Spediteure auf die zukünftig zu erwartenden Belastungen einstellen und somit die Gebührensätze des Jahres 2010 antizipieren.

⁷ Bei der praktischen Ausgestaltung der Schwerverkehrsabgabe wäre eine Unterscheidung zwischen Fahrzeugen mit und ohne Anhänger möglich, wie dies in den Vorschlägen des UBA zur Gebührenhöhe vorgesehen ist. Da zum Einen eine derartige Differenzierung in der Gebührenstruktur der Schweizer LSVA nicht vorgenommen wird und zum Anderen für die Höhe von Straßenschäden in erster Näherung nur das Gewicht des Fahrzeugs und die Anzahl der Achsen von Bedeutung ist, berücksichtigt die hier vorgeschlagene Gebührenstruktur lediglich das zulässige Gesamtgewicht der Lkws über 12t. Die Fahrleistungsanteile mit und ohne Anhänger sind dennoch bedeutend für die möglichen Vermeidungsreaktionen der Fuhrunternehmer. Eine entsprechende Verfeinerung des verkehrlichen Mengengerüstes wird deshalb im Bedarfsfall vorgenommen.

- Lkw >18t zGG und Sattelzüge: Fahrzeuge dieser Gewichtsklasse sind im Wesentlichen relevant für den Fernverkehr.

Der Differenzierung der Gebührensätze nach Fahrzeugklassen sind rechtlich keine Schranken gesetzt. Aus ökologischer Sicht ist eine höhere Belastung schwerer Fahrzeuge sinnvoll, da diese je Fahrzeugkilometer einen deutlich erhöhten Schadstoffausstoß aufweisen. Die Tendenz hin zum Einsatz größerer Fahrzeuge, welche in den letzten Jahren zu verzeichnen ist, hat jedoch auch ökologische Vorteile, da der Schadstoffausstoß je Tonnenkilometer mit steigender Fahrzeuggröße abnimmt. Dieser Effekt würde bei einer übermäßigen Belastung schwerer Fahrzeuge zumindest gebremst.

Für die Fahrzeugklasse 12t - 18t wird ein Aufschlag von 5 Pf. / Fzkm in Szenario I für den gesamten Zeitraum ab 2003 gewählt. In Szenario II wird ein entsprechender Einstiegstarif festgesetzt, welcher aber auf 10 Pf. / Fzkm im Jahr 2010 angehoben wird. Für Fahrzeuge der Gewichtsklasse 12t - 18t wird kein Aufschlag auf die Grundgebühr erhoben. Tabelle 2.9 zeigt die fahrzeugspezifischen Anhebungen der Grundgebühr für die Szenarien I und II:

Tabelle 2.9: Gewichtszuschlag $Y_F(t)$ in DM/Fzkm

Fahrzeugklasse F	Szenario I		Szenario II	
	2003	2010	2003	2010
12t - 18t	0,00	0,00	0,00	0,00
>18t	0,05	0,05	0,05	0,10

2.4.4 Differenzierung nach Emissionsklassen

Im Gegensatz zu der Bepreisung nach Gewichtsklassen sind der Differenzierung der Straßenbenutzungsgebühren nach Emissionsklassen durch die EU-Richtlinie 1999/62 enge Grenzen gesetzt. So darf der maximal erhobene Gebührensatz von der für ein vergleichbares Fahrzeug erhobenen Minimalgebühr um nicht mehr als 50 % abweichen.

Als Grundlage für die Differenzierung der SVA nach Emissionsklassen dienen die durch die Abgasnormen Euro-0 (Pre-Euro) bis Euro-5 (wahrscheinliche Einführung 2011) definierten Emissionsgrenzwerte. Tabelle 2.10 gibt einen Überblick über die für die Abgasnormen verbindlichen Emissionsgrenzwerte.

Tabelle 2.10: Einführungszeitpunkt und Emissionsgrenzwerte der Schadstoffnormen (g/kWh)

Norm	Euro-0	Euro-1	Euro-2	Euro-3	Euro-4	Euro-5
Einführung	1990	1993	1996	2001	2006	2008
HC	2,60	1,23	1,10	0,66	0,46	0,46
CO	12,30	4,90	4,00	2,10	1,50	1,50
NOx	15,80	9,00	7,00	5,00	3,50	2,00
Ruß	-	0,40	0,15	0,10	0,02	0,02

Als Leitschadstoff wird hierbei NOx zur Gestaltung der Tarifdifferenzierung gewählt. Um eine möglichst weite Spreizung der Tarifdifferenzierung und somit eine möglichst effektive umweltpolitische Wirkung zu erzielen, werden bei der Bestimmung der Tarifabstufungen nur diejenigen Emissionsklassen berücksichtigt, die technisch verfügbar und bezüglich der Fahr-

leistung der Flotte noch relevant sind. Die Dynamik der Lkw-Flotte wird durch die in Abbildung 2.1 graphisch dargestellte Modellrechnung verdeutlicht.

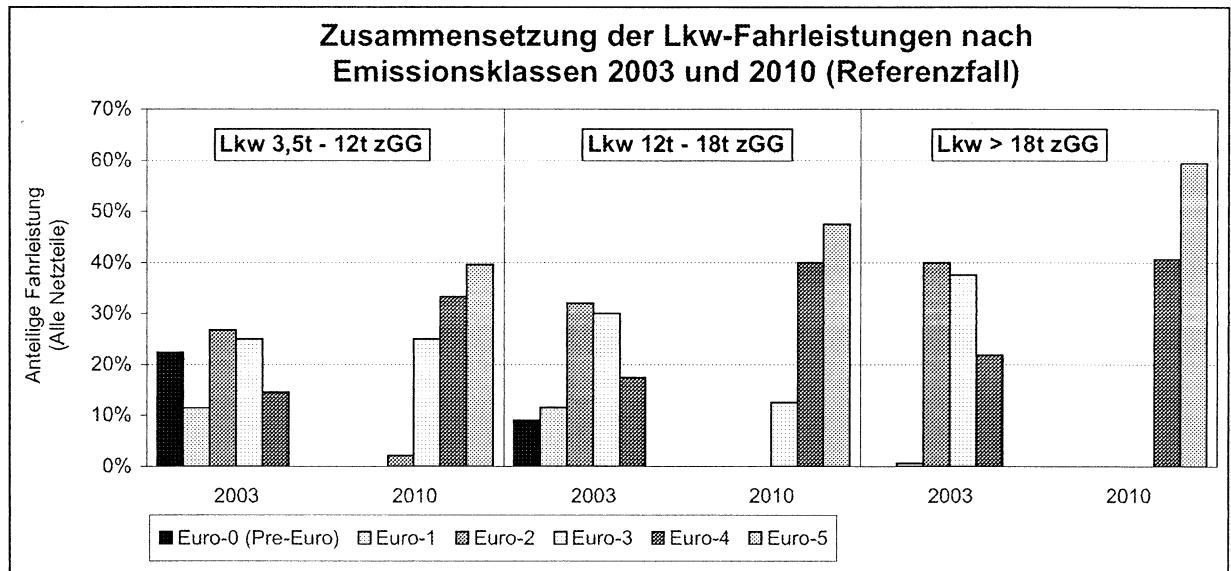


Abbildung 2.1: Flottenstruktur nach Emissionsklassen (Referenz-Szenario).
Quelle: Modellrechnungen des IWW

Aus Abbildung 2.1 geht hervor, dass 2003 lediglich die Emissionsklassen Euro-0 bis Euro-4 relevant sind, während 2010 nur Fahrzeuge unter Euro-3 keine verkehrliche Bedeutung mehr haben werden. Hierfür ist die relativ kurze Nutzungsdauer schwerer Nutzfahrzeuge, welche nach (KBA 2000) im Durchschnitt bei 9 Jahren liegt, verantwortlich. Unter Berücksichtigung dieser Entwicklung lässt sich die aus den NOx-Grenzwerten (Tabelle 2.10) die in Tabelle 2.11 gezeigte Differenzierung der Gebührensätze nach dem obigen Rechenschema ableiten⁸.

Tabelle 2.11: Zuschlagssätze nach Emissionsklassen (%)

Emissionsklasse	NOx Grenzwert (g/kWh)	Relevanz		Zuschlag	
		2003	2010	2003	2010
Euro-0	16,8	x		50,0 %	50,0 %
Euro-1	9,0	x		22,4 %	50,0 %
Euro-2	7,0	x	x	14,2 %	50,0 %
Euro-3	5,0	x	x	6,1 %	30,0 %
Euro-4	3,5	x	x	0,0 %	15,0 %
Euro-5	2,0		x	0,0 %	0,0 %

* Klassen, die aus verkehrlichen Gründen als nicht mehr (noch nicht) relevant eingestuft werden, werden mit den jeweils niedrigeren (höheren) Emissionsklassen mit verkehrlicher Relevanz zusammengefasst. .

Diese Differenzierung wird, unabhängig von der tatsächlichen Entwicklung der Fahrzeugflotte, für alle Szenarien beibehalten.

⁸ Für die Abschätzung der Auswirkungen der Gebührenstaffelung nach ökologischen Gesichtspunkten wird in dem hier verwendeten Flottenmodell angenommen, dass die Staffelung der Gebühren nach den im verkehrlich relevanten Fahrzeugtypen jährlich neu vorgenommen wird. .

2.4.5 Weitere Bestimmungsfaktoren der untersuchten Szenarien

Aus den vorangegangenen Überlegungen ergeben sich die im Verlauf dieser Untersuchung zu analysierenden Preisszenarien. Diese beschränken sich ausschließlich auf die Höhe und Differenzierung einer kilometerbezogenen Straßenbenutzungsgebühr für schwere Güterfahrzeuge. Begleitende ordnungspolitische, regulatorische oder steuerliche Maßnahmen sind nicht Gegenstand dieser Arbeit. Die unmittelbar den Straßengüterverkehr betreffenden Variablen der hier untersuchten Szenarien beschränken sich demzufolge auf die Höhe, die Differenzierung und die räumliche Ausdehnung der Gebührensätze der SVA.

Neben den unmittelbar den Straßengüterverkehr betreffenden politischen Handlungsalternativen werden die Verlagerungspotenziale einer umweltorientierten Schwererverkehrsabgabe auch durch die Angebotsqualität alternativer Verkehrsträger bestimmt. Hierbei ist einerseits das Investitionsvolumen in die Verkehrsnetze Straße und Schiene - und insbesondere deren Verhältnis zueinander - und andererseits die zukünftige Ausdehnung und Qualität des Angebots der Eisenbahnen von Bedeutung.

a) Kapazität der Verkehrsnetze

Die Entwicklung der Infrastruktur für die Verkehrsträger Straße, Schiene und Binnenschiff wird derzeit durch ein erhöhtes Investitionsprogramm vorangetrieben, welches von den durch die Erlöse aus der Versteigerung der UMTS-Mobilfunklizenzen zusätzlich vorhandenen Haushaltssmitteln getragen wird. Die Versteigerung der UMTS-Mobilfunklizenzen in Höhe von 99,4 Milliarden DM wird von der Bundesregierung vollständig zur Reduktion der Staatsverschuldung der Bundesrepublik eingesetzt, wodurch eine jährliche Zinsentlastung von rund 5 Mrd. DM entsteht. Die Verwendung dieser zusätzlichen Haushaltssmittel ist für die Haushaltsjahre 2001 bis 2003, wie in Tabelle 2.12 dargestellt, vorgesehen:

Tabelle 2.12: Finanzmittel für Verkehrsinvestitionen des Bundes bis 2003 (Mill. DM)

Position	Jährliches Volumen	Gesamtvolumen bis 2003
Einstellung in den vorläufigen Haushalt für:		
- Finanzierung der Bafög-Novelle	500	1.500
- Verstetigung der Verkehrsinvestitionen	500	1.500
Zukunftsinvestitionsprogramm		
- Verkehr		
- Schieneninvestitionen	2.000	6.000
- Straßenbau	900	2.700
- Förderung und Bildung	500	1.500
- Energie		
- Gebäudesanierung	400	1.200
- Energieforschung	100	300
Gesamt	4.900	14.700
davon für Verkehrsinvestitionen	3.400	10.200
Zum Vergleich: Investitionsprogramm 1999 - 2002	22.500	67.400

Nach Ablauf des Zukunftsinvestitionsprogramms Ende 2003 tritt nach Planungen des Bundesministers für Verkehr, Bau und Wohnungswesen ein Anti-Stau-Programm in Kraft, welches aus den Rückflüssen der Schwererverkehrsabgabe finanziert werden soll.

Tabelle 2.13: Geplantes Investitionsvolumen Anti-Stau-Programm ab 2004

Verkehrsträger	Anzahl Projekte	Investitionsvolumen
Bundesschienenwege	7	2.800
Bundesfernstraßen	42	3.700
Bundeswasserstraßen	5	900
Gesamt	54	7.400

Wie aus Tabelle 2.12 und Tabelle 2.13 ersichtlich ist, führen die Mittel aus dem Zukunftsinvestitionsprogramm bis 2003 und das aus den Rückflüssen der Schwerverkehrsabgabe finanzierte Anti-Stau-Programm ab 2004 zu einer Ausweitung des üblichen Investitionsrahmens für die Erhaltung und den Ausbau der Verkehrsnetze um 10 bis 15 Prozent. Daher kann angenommen werden, dass innerhalb des Zeithorizonts dieser Studie (2010) die Qualität des Verkehrsangebots trotz steigender Verkehrs nachfrage auf dem heutigen Niveau gehalten werden kann. Aus diesem Grund wird keine Differenzierung nach zukünftig zu erwartenden Transportzeiten aufgrund von Engpässen in den Verkehrsnetzen bei der Bildung der Szenarien vorgenommen. Diese vereinfachende Annahme steht im Einklang mit der Annahme der Konstanz der durchschnittlichen Wegekosten, auf dem die Entwicklung der mittleren Gebührensätze bis 2010 beruht (vgl. Tabelle 2.4).

b) Transportqualität

Im Gegensatz hierzu wird bei der Angebotsqualität der alternativen Verkehrsträger Eisenbahn und Binnenschiff zwischen „Business-as-usual“ und der Bereitstellung integrierter Logistik-Dienstleistungen seitens der Massenverkehrsträger differenziert. Eine angebotsseitige Be trachtung des Verkehrsmarktes ist von entscheidender Bedeutung, da für die Wahl der Verkehrsträger in einigen Marktsegmenten die Abwicklung von Transportketten mitunter von größerer Bedeutung ist als der reine Transportpreis.

Ohne Vorwegnahme der Ausführungen in Kapitel 4 kann hier davon ausgegangen werden, dass im Wesentlichen die Eisenbahnen als direkte Nutznießer von Verlagerungen der Nachfrage nach Straßengütertransporten in Frage kommen. Nach BVU/IWW (1997) spielt die Binnenschifffahrt lediglich für die Verdrängung von Bahntransporten eine wesentliche Rolle. Dementsprechend beziehen sich die qualitativen Überlegungen ausschließlich auf den Verkehrsträger Bahn. Für den Verkehrsträger Binnenschiff werden die für die Bahn ermittelten Qualitätsverbesserungen übernommen.

Aus der aktuellen Literatur können folgende Maßnahmen zur Steigerung der Attraktivität der Eisenbahn im Güterverkehr angenommen werden:

- Möglichkeit der Sendungsverfolgung durch die Verlader,
- Ausweitung der Nachtsprung-Verbindungen im nationalen und internationalen Verkehr,
- Ausweitung der Zeitfenster für An- und Abtransport bei Nachtsprung-Verbindungen,
- Angebot von Door-to-Door-Transporten / vereinfachte Organisation von Bahntransporten durch Logistik-Dienstleister,
- Bahnreform: Freier Netzzugang kleiner, und damit flexibel am Markt agierender Transportunternehmen.

Es muss berücksichtigt werden, dass die Zeitspanne bis 2010 nur relativ begrenzt Raum für starke Verbesserungen im Bahnbereich lässt. Somit werden die aufgelisteten Punkte nur in Ansätzen realisiert werden können.

Zur quantitativen Analyse der durch entsprechende Maßnahmen erzielten intermodalen Verlagerungen sind erreichte Produktivitätssteigerungen in generalisierte Kostenwerte⁹ zu übersetzen. In Anlehnung an die in den EU-Forschungsprojekten STEMM (EC 1998) und PETS (EC 2000) getroffenen Annahmen wird hier von einer Produktivitätssteigerung durch die Erhöhung der Wagenzahl pro Zug um 10 % ausgegangen. Diese wirken sich unmittelbar auf den Energieverbrauch im Bahngüterverkehr und somit auf die von der Bahn verursachte Umweltbelastung aus. Weiter wird von einer Modernisierung des Rollenden Materials ausgegangen, woraus nach Einschätzungen des IWW eine Gesamtreduktion der durchschnittlichen externen Kosten der Schiene um 15 % in Szenario IIb gegenüber dem Referenzfall sowie gegenüber den Szenario I und IIa resultiert.

Bezüglich der von den Verladern wahrgenommene Produktivitätssteigerung wird in der Definition von Szenario IIb nicht von einer expliziten Kostensenkung, sondern von einer generellen Veränderung im Transportverhalten ausgegangen. Hierzu werden die in ECOPLAN (1997) angegebenen Bandbreiten herangezogen, woraus Unterschiede in den Elastizitäten der Verkehrsmittelwahl um +/-50 % hervorgehen.

Die Variation der Angebotsqualität von Bahn und Binnenschiff wird lediglich in Szenario II (40 Pf./Fzkm. auf dem gesamten für den Straßengüterverkehr relevanten Netz) betrachtet, da nur hier durch das Zusammenwirken von Push- und Pull-Effekten merkliches Verlagerungspotenzial auf alternative Verkehrsträger entsteht. Entsprechend wird Szenario II in zwei Teilstufen unterteilt:

- Szenario IIa: Preiselastizität der Transportmenge Bahn und Binnenschiff im Verhältnis zu Preisänderungen im Straßengüterverkehr sowie externe Kosten je Tonnenkilometer entsprechend Referenzfall.
- Szenario IIb: Verdoppelung der Preiselastizität der Transportmenge Bahn und Binnenschiff im Verhältnis zu Preisänderungen im Straßengüterverkehr gegenüber dem Referenzfall; externe Kosten je Tkm: -15 % gegenüber Referenzfall.

Nach der Ermittlung der verlagerten Gütermenge ist in einem Kontrollschnitt zu prüfen, ob Bahn und Binnenschiff prinzipiell in der Lage sind, die unterstellten Verkehrsmengen zu bewältigen.

2.4.6 Gesamtdarstellung der Szenarien

Zusammenfassend lassen sich die zu untersuchenden Szenarien wie folgt beschreiben:

- Die Bemessungsgrundlage der mittleren Gebührensätze wird durch die Wegekosten und die Fahrleistung schwerer Nutzfahrzeuge im Jahr 2000 gebildet. Für die Entwicklung bis 2010 wird das Verhältnis aus Wegekosten und Fahrleistungen als unverändert angenommen.
- Die mittlere Gebührenhöhe wird für das Jahr 2010 mit 25 Pf./Fzkm in Szenario I und mit 40 Pf./Fzkm in den Szenarien IIa und IIb festgesetzt. Die höheren Sätze in den Szenarien IIa und IIb sind ausschließlich durch zusätzliche Elemente bei der Berechnung der Wege-

⁹ Generalisierte Kosten setzen sich aus den Betriebskosten und den Zeitkosten des Transportvorganges zusammen.

kosten begründet. Aus politischen Erwägungen wird in Szenario II von einem Einstiegs-
satz von 25 Pf./Fzkm 2003 ausgegangen.

- Die Gebührensätze je Fzkm werden durch eine Grundgebühr, einen fixen Aufschlag zur Berücksichtigung der Gewichtsklasse und einen auf diese Summe angewendeten prozentualen Aufschlag für die Emissionsklasse ermittelt.
- Die Aufschläge auf die Grundgebühr zur Berücksichtigung der Gewichtsklassen betragen 5 Pf./Fzkm in Szenario I und in der Einstiegsphase (2003) der Szenarien IIa und IIb. Bei voller Ausprägung von Szenario II im Jahre 2010 beträgt der Gewichtsaufschlag 10 Pf./Fzkm.
- Der prozentuale Aufschlag zur Berücksichtigung der Emissionsklasse liegt aus EU-
rechtlichen Gründen zwischen 0 % und 50 % und richtet sich nach dem NOx-Grenzwert,
der technischen Verfügbarkeit und der verkehrlichen Relevanz der betreffenden Schad-
stoffklasse. Bei Einführung der SVA werden die Schadstoffklassen Euro-0 (Pre-Euro) bis
Euro-5 als technisch verfügbar und verkehrlich relevant betrachtet, während im Jahr 2010
die Fahrzeuge mit den Schadstoffklassen unterhalb von Euro-2 verkehrlich keine Rolle
mehr spielen und demzufolge zu einer Gebührenhöhe zusammengefasst werden.
- In Szenario IIb wird eine Verbesserung des Bahnangebotes von 50 % unterstellt, welches
als entsprechende Kostenreduktion von den Verladern wahrgenommen wird. Die hierbei
unterstellte Produktivitätssteigerung wird auch bei der Bewertung der Ergebnisse der Sze-
narien durch eine Minderung der externen Kosten je Tonnenkilometer um 15 % be-
rücksichtigt.
- Darüberhinausgehende Veränderungen in den regulatorischen, ordnungspolitischen und
technologischen Rahmenbedingungen werden nicht unterstellt.

Die Annahmen der Szenarien I, IIa und IIb werden in der folgenden Tabelle noch einmal zu-
sammenfassend dargestellt.

Tabelle 2.14: Definition der Szenarien

	Szenario I		Szenario IIa		Szenario IIb	
	2003	2010	2003	2010	2003	2010
Mittlere Gebührenhöhe	0,25	0,25	0,25	0,40	0,25	0,40
Gewichtszuschlag ab 18t	-	-	0,05	0,10	0,05	0,10
Relevante Schadstoffklassen	Euro-0 bis Euro-4	Euro-1 bis Euro-5	Euro-0 bis Euro-4	Euro-1 bis Euro-5	Euro-0 bis Euro-4	Euro-1 bis Euro-5
Elastizität Bahn/B.Schiff geg. Ref.	100 %	100 %	100 %	100 %	150 %	150 %
Externe Kosten / Tkm geg. Ref.	100 %	200 %	100 %	100 %	85 %	85 %

Tabelle 2.15: Abgabesätze der Szenarien I und II für die Jahre 2003 und 2010

Kategorien	Gebührensätze 2003 (DM / Fzkm)		Gebührensätze 2010 (DM / Fzkm)	
	Szenario I BAB	Szenario IIa+b FS gesamt	Szenario I BAB	Szenario IIa+b FS gesamt
Lkw 3,5t - 12t				
Euro-0	0,00	0,00	0,00	0,00
Euro-1	0,00	0,00	0,00	0,00
Euro-2	0,00	0,00	0,00	0,00
Euro-3	0,00	0,00	0,00	0,00
Euro-4	0,00	0,00	0,00	0,00
Euro-5	0,00	0,00	0,00	0,00
Lkw 12t - 18t				
Euro-0	0,29	0,29	0,29	0,38
Euro-1	0,23	0,23	0,29	0,38
Euro-2	0,22	0,22	0,29	0,38
Euro-3	0,20	0,20	0,25	0,33
Euro-4	0,19	0,19	0,22	0,29
Euro-5	0,19	0,19	0,20	0,25
Lkw >18t + Sattelzüge				
Euro-0	0,36	0,36	0,37	0,53
Euro-1	0,29	0,29	0,37	0,53
Euro-2	0,27	0,27	0,37	0,53
Euro-3	0,25	0,25	0,32	0,46
Euro-4	0,24	0,24	0,28	0,40
Euro-5	0,24	0,24	0,25	0,35
Durchschnittssatz	0,25	0,25	0,25	0,35
Lkw 3,5t - 12t	0,00	0,00	0,00	0,00
Lkw 12t - 18t	0,23	0,23	0,21	0,27
Lkw >18t + Sattelzüge	0,26	0,26	0,26	0,37

Die aus den Szenariodefinitionen entwickelten Gebührensätze sind in Tabelle 2.15 nach Gewichts- und Emissionsklassen für die Jahre 2003 und 2010 dargestellt. Da sich die Szenarien IIa und IIb nur durch die Angebotsseite der alternativen Verkehrsträger Bahn und Binnenschiff unterscheiden, werden diese bei der Darstellung der Gebühren zusammengefasst.

Das diesen Gebührensätzen zugrundeliegende verkehrliche Mengengerüst wird in Kapitel 3.2 sowie im Anhang zu dieser Studie erarbeitet.

2.5 Methodisches Vorgehen

Um die Auswirkungen der in Abschnitt 2.4 erarbeiteten Szenarien zu schätzen, wird ein mehrstufiges Vorgehen gewählt, welches die unterschiedlichen Entscheidungsebenen im transportierenden und verladenden Gewerbe widerspiegelt. In einem ersten Schritt werden hierbei die möglichen innerbetrieblichen Anpassungen im Fuhrgewerbe untersucht, wobei hier die kurzfristige (operationale) und die mittel- bis langfristige (strategische) Entscheidungsebene berücksichtigt werden müssen. Ergebnis dieses Anpassungsprozesses ist die Auswirkung der SVA auf die Transportsätze im Straßengüterverkehr, welche an die Verlader weitergegeben werden.

In ähnlicher Weise können die Verlader auf die an sie weitergegebene Kostensteigerung mit kurzfristigen (operationalen) und langfristigen (strategischen) Anpassungen reagieren. Diese Reaktionsschemata bilden ein Rückkopplungssystem aus Transportwirtschaft, Produktion und

Nachfrage. Die gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen einer Schwerverkehrsabgabe für den Straßengüterverkehr sind jedoch nicht Ziel dieser Studie und werden dementsprechend nicht weiter untersucht.

Die prinzipielle Struktur des Untersuchungsverlaufes ist in Abbildung 2.2 wiedergegeben. Das gewählte Vorgehen und der aktuelle Sachstand der einzelnen Auswirkungen ist in den folgenden Absätzen kurz skizziert:

- Die Kostenstruktur im Speditions gewerbe als der Grundlage für operationale Entscheidungen wird aus den Empfehlungen zu Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen (FGSV 1997) entnommen, während die Betriebskosten für strategische Entscheidungen und Preisbildung aus Unterlagen des BGL (BGL 2000) für Fahrzeuge unterschiedlicher Gewichtsklassen hergeleitet werden.
- Zur Identifizierung von Verkehrsverlagerungen auf das nachgeordnete Straßennetz wurden Modellsimulationen mit dem am IWW entwickelten Fernverkehrsmodell VACLAV herangezogen.
- Mittelfristige Anpassungen der Touren- und Umlaufplanung beeinflussen die Beladungsraten der eingesetzten Fahrzeugflotte und somit die zur Abwicklung der Verkehrs nachfrage nötige Fahrleistung. Zur Ermittlung entsprechender Effekte werden Untersuchungsergebnisse und zur Zeit verfügbare erste Erfahrungen mit der Einführung der leistungsabhängigen Schwerverkehrsabgabe (LSVA) in der Schweiz herangezogen (ECOPLAN 1997).
- Die strategische Anpassung der eingesetzten Fahrzeugflotten bezieht sich einerseits auf die Entwicklung der Fahrzeugbestände in den unterschiedlichen Gewichtsklassen und somit auf die Beladungsraten und Fahrleistungen. Auch diese Anpassungsformen werden mit Hilfe von Erfahrungen in der Schweiz abgeschätzt. Ein weiterer Anpassungsprozess betrifft die Abgasnormen der eingesetzten Fahrzeuge. Diesbezügliche Effekte werden mit dem System-Dynamics-Modell ESCOT ermittelt.
- Effekte der Verkehrsverlagerung und Verkehrsvermeidung werden anhand von Nachfrageelastizitäten geschätzt. Die Reaktionen der Verkehrsmengen auf dem Verkehrsträger Straße einerseits und bei Bahn und Binnenschiff (zusammengefasst) andererseits werden hierbei für verschiedene Marktsegmente berechnet, um die Angebotsqualität der Massenverkehrsträger widerzuspiegeln.
- Die indirekte Vermeidung von Transportnachfrage zielt auf mögliche Änderungen in den Standortentscheidungen der verladenden Wirtschaft ab. Im Gegensatz zum oben betrachteten Rückgang des tonnenmäßigen Verkehrsaufkommens wird hier die Entwicklung der Transportweite betrachtet. Entsprechende Abschätzungen werden mit Hilfe der Verkehrs Logistik-Software EULOG (Eberhard, 2000) vorgenommen.

Zur Gesamtbewertung der genannten Effekte wird in Kapitel 3 dieser Untersuchung ein Verkehrsmengengerüst für die Jahre 2003 und 2010 aufgebaut, welches aus Segmenten der Verkehrs nachfrage, der eingesetzten Fahrzeugflotte und der verfügbaren Infrastruktur zusammengesetzt ist. Grundlage für die Schätzung der Fahrleistungen bilden Angaben verschiedener Quellen (UBA 2000, KBA 2000, Ifo 2000, DIW 1999).

Aussagen über die umweltrelevanten Auswirkungen unterschiedlicher Abgabensysteme werden ausschließlich für das Jahr 2010 getroffen. Sie beruhen auf den Ergebnissen des Zusammenwirkens der einzelnen Teilmodelle. Das methodische Vorgehen in den einzelnen Teilschritte wird in Kapitel 4 ausführlich erläutert.

Die vorliegende Untersuchung ist wie folgt gegliedert:

- Die zur Untersuchung der umweltrelevanten Auswirkungen unterschiedlicher Ausgestaltungsformen der SVA betrachteten Szenarien werden in den Abschnitten 2.1 bis 2.4 entwickelt und ausgearbeitet.
- In Kapitel 3 wird die bisherige verkehrliche Entwicklung beschrieben und das Mengengerüst, bestehend aus Transportnachfrage und Fahrleistungen für die Jahre 1997, 2003 und 2010, ermittelt. Ferner werden hier die betrieblichen Kostenstrukturen im Speditionsgewerbe erarbeitet.
- In Kapitel 4 werden die in Abschnitt 2.5 erörterten Reaktionsformen im verladenden und im transportierenden Gewerbe anhand der vorgestellten methodischen Grundlagen abgeschätzt.
- Das abschließende Kapitel 5 enthält den Versuch, eine vorläufige Bewertung der in Abschnitt 2.4 erarbeiteten Szenarien vorzunehmen.

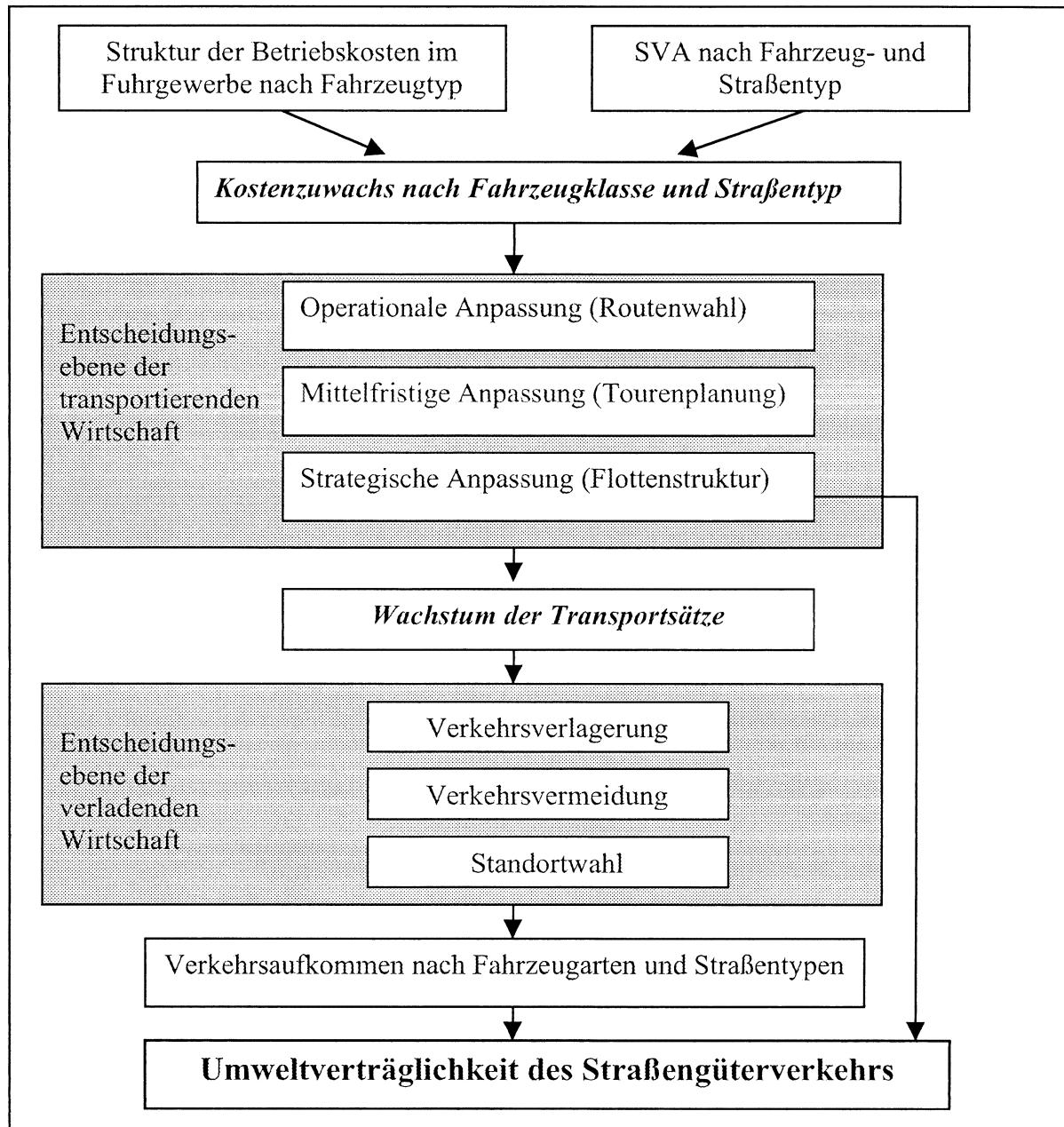


Abbildung 2.2: Methodische Struktur der Untersuchung

3 VERKEHRLICHES MENGERÜST

3.1 *Marktsegmentierungen*

Die Gliederung des Güterverkehrsmarktes in homogene Segmente stellt eine Grundvoraussetzung für die Abschätzung von Verhaltensmustern der am Güterverkehr beteiligten Akteure dar. Verhaltensmuster von Verladern und Transportunternehmern werden dabei im Wesentlichen durch deren Kostenstruktur und die Verfügbarkeit von Alternativen zum Umgehen preispolitischer Maßnahmen bestimmt.

Die Kostenstrukturen im Straßengüterverkehr und somit die relative Bedeutung von Preiserhöhungen für die Unternehmen und deren Kunden werden durch

- die Gewichtsklasse und das Alter der verwendeten Fahrzeuge,
- das Lohnniveau von Fahr- und Verwaltungspersonal,
- die Qualität der Verkehrswege sowie durch
- die bestehende Steuer- und Abgabenlast

determiniert.

Zur Erfassung der *Kostenstruktur* nach Fahrzeugtypen ist mindestens eine Unterteilung des Marktes in leichte Fahrzeuge (< 12t zulässiges Gesamtgewicht) und schwere Lkw (≥ 12 t zulässiges Gesamtgewicht) erforderlich, da nur letztere der SVA unterliegen. Im Gegensatz hierzu werden Lohnkosten durch das Lohnniveau im Herkunftsland der Fuhrunternehmer bestimmt. Die Segmentierungen *Fahrzeugtyp* und *Herkunftsland* sind ferner ausreichend zur Berücksichtigung der Steuer- und Abgabenlast. Für diese letzte Komponente der Kostenstruktur im Fuhrgewerbe wird demzufolge keine zusätzliche Segmentierung benötigt. Der Einflußfaktor „Qualität der Verkehrswege“ bezieht sich auf die mögliche belastungsabhängige Fahrgeschwindigkeit auf verschiedenen Netzteilen. Diese Größe ergibt sich aus den hier durchgeführten Modellrechnungen und muss demzufolge nicht durch eine Marktsegmentierung erfasst werden.

Neben der Klassifizierung der Kostenstruktur im Transportgewerbe stellt die Analyse der Einflussfaktoren auf das Reaktionspotenzials von Fuhrgewerbe und verladender Wirtschaft eine weitere, sehr viel komplexere Aufgabe dar. Es sind dabei folgende Charakteristika zu beachten:

- die Qualität alternativer Angebote von Eisenbahn und Binnenschifffahrt,
- die Kapazität alternativer Routen,
- die Produktivitätsreserve bezüglich Fahrzeugauslastung und Tourenplanung,
- die Struktur von Produktion und Lagerhaltung der verladenden Wirtschaft,
- die Kosten für die Beschaffung neuer Fahrzeuge.

Die Angebotsqualität alternativer Verkehrsträger kann generell als Funktion der Nachfrage auf einer bestimmten Verkehrsrelation betrachtet werden. Eine Segmentierung der Transportnachfrage nach der *wirtschaftlichen Bedeutung von Quell- und Zielregion* lässt demzufolge eine sinnvolle Charakterisierung des Verkehrsangebotes aller Verkehrsträger erwarten. Das Verlagerungspotenzial der Transportnachfrage auf andere Fahrzeuge und Verkehrsträger sowie die Höhe nicht ausgeschöpfter Produktivitätspotenziale in der verladenden und der transportierenden Wirtschaft werden in starkem Maße von der Art der zu befördernden Güter und

deren Verladeverhalten bestimmt. Diesem Aspekt muss durch eine entsprechende Segmentierung des Transportmarktes nach *Produktgruppen* Rechnung getragen werden.

Tabelle 3.1: Möglichkeiten der Marktsegmentierung

	Bestimmungsgrößen Kostenstruktur	Bestimmungsgrößen des Verkehrsverhaltens
Fahrzeugtyp	<ul style="list-style-type: none"> • Fahrzeugbetriebskosten • Kraftstoffverbrauch • Steuerbelastung (schadstoffabhängig) 	<ul style="list-style-type: none"> • Zusammensetzung der Fahrzeugflotten • Routenwahl (Entfernungskosten)
Herkunftsland	<ul style="list-style-type: none"> • Lohnkosten • Fahrzeugbetriebskosten • Steuerbelastung • Länge der An- und Abfahrtswege 	<ul style="list-style-type: none"> • Routenwahl (Zeitkosten) • Dispositionspotenzial • Flottenanpassung
Relationstyp	<ul style="list-style-type: none"> • Ausweich- / Rückverlagerungspotenzial • Verlagerungspotenzial 	
Produktgruppe	-	<ul style="list-style-type: none"> • Fahrzeitveränderung • Produktivitätspotenzial • Verlagerungspotenzial • Vermeidungspotenzial • Standortwahl Produktion / Lagerhaltung

Die Segmentierung nach Fahrzeuggruppen stellt dabei keine unabhängige Größe dar. Die Veränderungen in der Struktur der Fahrzeugflotten dienen vielmehr der Übersetzung von preispolitischen Instrumenten in Kostengrößen für die transportierende und die verladende Wirtschaft und der Bewertung der Verkehrssituation nach Einführung der Schwerverkehrsabgabe aus Sicht der Umwelt.

3.1.1 Marktsegmentierung nach Produktgruppen

Die Segmentierung des Güterverkehrsmarktes nach der Art der zu transportierenden Produkte stellt eine der elementarsten Formen der Definition von Teilmärkten dar. Durch ihre spezifischen Anforderungen an Verladung, Transportgefäß, Transportzeit und -qualität ergeben sich für unterschiedliche Gütergruppen stark unterschiedliche Potenziale für die Verkehrsverlagerung auf alternative Verkehrsträger und für die Rationalisierung von Transportvorgängen. Ferner hängt die Gruppierung der transportierten Waren von den versendenden und empfangenden Wirtschaftszweigen und deren Flexibilität bzw. Qualitätsanforderungen ab.

Eine weit verbreitete Klassifizierung der Güternachfrage sind die 10 Hauptgütergruppen des Statistischen Bundesamtes. Dieser Detaillierungsgrad erscheint allerdings für die vorliegende Untersuchung als zu fein, da nicht die Prognose der Transportnachfrage, sondern eine Reaktionsanalyse der Lkw-Fahrleistungen im Vordergrund steht. Eine geeignete Marktsegmentierung sollte vielmehr mit möglichst wenigen Segmenten die wesentlichen Eigenschaften von Verladern und Spediteuren in Bezug auf deren Preisreaktionen widerspiegeln.

Vereinfachungen der Klassifizierung des Statistischen Bundesamtes werden von Walther (1996) und von Kessel&Partner (1993) mit der Bildung von vier Produktklassen vorgeschlagen. Die Unterteilung der Warengruppen in Spediteur-Sammelgüter, Mineralölerzeugnisse, chemische Erzeugnisse und Massengüter fokussiert insbesondere auf unterschiedliche Lkw-Beladungsraten und Leerfahrtenanteile.

Einen Schritt weiter geht das EU-Forschungsprojekt SOFTICE (EC 1999), in welchem der Transportmarkt lediglich in hoch- und niederwertige Güter segmentiert wird. Die Studie unterscheidet zwischen

- Halbfertigwaren und Fertigwaren auf der einen Seite und
- Rohmaterialien auf der anderen Seite.

Eine eindeutige Klassifizierung von Gütern nach den oben genannten Aggregaten ist nicht immer möglich. So können zum Beispiel Metallröhren als Endprodukte (Fertigwaren) oder als Zwischenprodukte (Rohmaterialien) zur weiteren Verarbeitung transportiert werden.

Als pragmatischer Ansatz wird auf die Einteilung von Produktgruppen in „Spediteur-Sammelgüter“ und „Massengüter“ aus Kessel&Partner (1993) zurückgegriffen. Tabelle 3.2 beschreibt die Zusammensetzung dieser in der vorliegenden Untersuchung verwendeten zwei Produktgruppen.

Tabelle 3.2: Transportleistung 1999 nach Produktgruppen

Produktgruppe	Transportleistung 1999 (Mrd. Tkm)		
	Straße	Eisenbahn	Binnenschiff
Segment P1: Spediteur-Sammelgüter			
Land- und forstwirtschaftliche Erzeugnisse	19,39	7,8 %	3,47
Nahrungs- und Futtermittel	42,61	17,0 %	1,36
Fahrzeuge, Maschinen, Halb- und Fertigwaren	74,79	29,9 %	22,94
Segment P1 Gesamt	136,78	54,7 %	27,77
Segment P2: Rohmaterialien und Massengüter			
Kohle	1,24	0,5 %	6,57
Erdöl und Mineralölerzeugnisse	10,75	4,3 %	4,86
Erze und Metallabfälle	3,42	1,0 %	5,83
Eisen, Stahl und NE-Metalle	15,33	6,1 %	11,46
Steine und Erden	60,59	24,2 %	6,22
Düngemittel	1,54	0,6 %	1,82
Chemische Erzeugnisse	20,47	8,2 %	6,83
Segment P2 Gesamt	113,33	45,3 %	43,59
Zusammen	250,11	100 %	71,36
			62,69

3.1.2 Segmentierung nach Transport relationen

Die Verladern und Spediteuren zur Verfügung stehenden Freiheitsgrade in Bezug auf die Wahl von Fahrzeugen, Routen, Verkehrsträgern und Tourenplanung hängt in starkem Maße von der Art der Transportrelation ab. Der Begriff *Transportrelation* beschreibt Aggregate von Quell- und Zielpunkten für Güterbewegungen, welche durch die Transportentfernung und das Transportaufkommen charakterisiert sind. Hinter der Kategorisierung von Güter- oder Fahrzeugströmen nach Transportrelationen stehen folgende Beweggründe:

- Die Verlagerung von Verkehren von der Straße auf alternative Verkehrsträger ist in starkem Maße von der Qualität des Eisenbahngüterverkehrs und von der Verfügbarkeit der Binnenschifffahrt abhängig. Die Qualität des Verkehrsträgers Bahn wiederum wird in starkem Maße von der wirtschaftlichen Bedeutung einzelner Verkehrsrelationen bestimmt,

da die Auslastung von Güterzügen - und somit deren Angebotshäufigkeit - aus wirtschaftlichen Gründen nicht beliebig teilbar ist.

- Auf verkehrlich bedeutenden Relationen ist zu vermuten, dass die Anzahl der Anbieter von Transportdienstleistungen weit höher ist als auf unbedeutenderen Strecken. Der Anpassungsdruck der Spediteure zur Kompensation der SVA kann deshalb durch die Verkehrs nachfrage entlang eines Korridors beeinflusst werden.
- Die systembedingten Vorteile der Massenverkehrsträger Bahn und Binnenschiff liegen in der Abwicklung starker Verkehrsströme über lange Distanzen.

Aus den verfügbaren statistischen Quellen ist eine direkte Segmentierung der Verkehrs nachfrage nach deren wirtschaftlicher Bedeutung nicht direkt möglich. Als Alternative werden die in der amtlichen Statistik (DIW 2000, KBA 2000) verwendeten Einteilungen nach Hauptverkehrsrelationen herangezogen (vgl. Tabelle 3.3). Zur Ermittlung der Verkehrsleistung je Relation (R1 - R3) wurden folgende Eckwerte herangezogen:

- Gesamte Transportleistung deutscher und ausländischer Lkw 1997: 301,8 Mrd. Tkm (BMVBW 2001a).
- Die Transportleistung im Regionalverkehr 1997 wurde aus den Daten für 1999 (80,4 Mrd., Tkm, KBA 1999) und einem unterstellten jährlichen Wachstum im Regionalverkehr von 1 % mit 79,3 Mrd. Tkm geschätzt.
- Die Transportleistung im grenzüberschreitenden Verkehr ergibt sich aus der Transportleistung im Quell-Ziel-Verkehr (70,9 Mrd. Tkm) zuzüglich der vom Transitverkehr erbrachten Transportleistung (27,7 Mrd. Tkm) von insgesamt 98,6 Mrd. Tkm. Entsprechend ergibt sich ein binnennländischer Straßengüterfernverkehr von 123,9 Mrd. Tkm.
- Zur Aufteilung der Produktgruppen auf die Verkehrsrelationen wurden deren aus VIZ 2000 entnommene mittlere Transportweiten 1997 (Speditionsgüter: 158 km; Massengüter: 46 km) durch die sich rechnerisch ergebenden Transportweiten nachgebildet.
- Für die Relationsklassen R1 bis R3 wurden hierbei folgende durchschnittlichen Versandweiten deutscher Lkw verwendet (KBA 2000): Regionalverkehr: 38 km, Fernverkehr (binnennländisch und grenzüberschreitend): 370 km.

Der Marktsegmentierung nach Relationstypen und Produktgruppen liegt dementsprechend folgende Verkehrs nachfrage 1997 zugrunde:

Tabelle 3.3: Alternative Segmentierung der Relationstypen

Bez.	Detaillierte Bezeichnung	Transportleistung 1997 (Mrd. Tkm)		
		P1 Speditionsgüter	P2 Massengüter	GESAMT
R1	Regionalverkehr (< 150 km)	15,0	64,3	79,3
R2	Binnenländischer Fernverkehr (>150 km)	61,0	62,9	123,9
R3	Grenzüberschreitender Fernverkehr (>150 km)	86,4	12,2	98,6
GESAMT		162,4	139,4	301,8

3.1.3 Segmentierung der Lkw-Flotte nach Gewichtsklassen

Für die Analyse der Schwererverkehrsabgabe in ihrer geplanten Ausgestaltung ist eine Betrachtung von mindestens zwei unterschiedlichen Fahrzeugtypen erforderlich: Güterkraftfahrzeuge unter 12 Tonnen zulässigem Gesamtgewicht (entspricht ungefähr 7,5 t zulässigem Nutzlastgewicht) und Fahrzeuge über 12 Tonnen zulässigem Gesamtgewicht. Eine weitere Segmentierung der Gewichtsklasse über 12 t kann sich als sinnvoll erweisen, um das Vermeidungspotenzial der SVA seitens der Spediteure durch Einsatz leichterer Fahrzeuge abschätzen zu können. Folgende Übersicht zeigt den Bestand an Fahrzeugen nach Nutzlastgewicht für die Jahre 1995 und 1999.

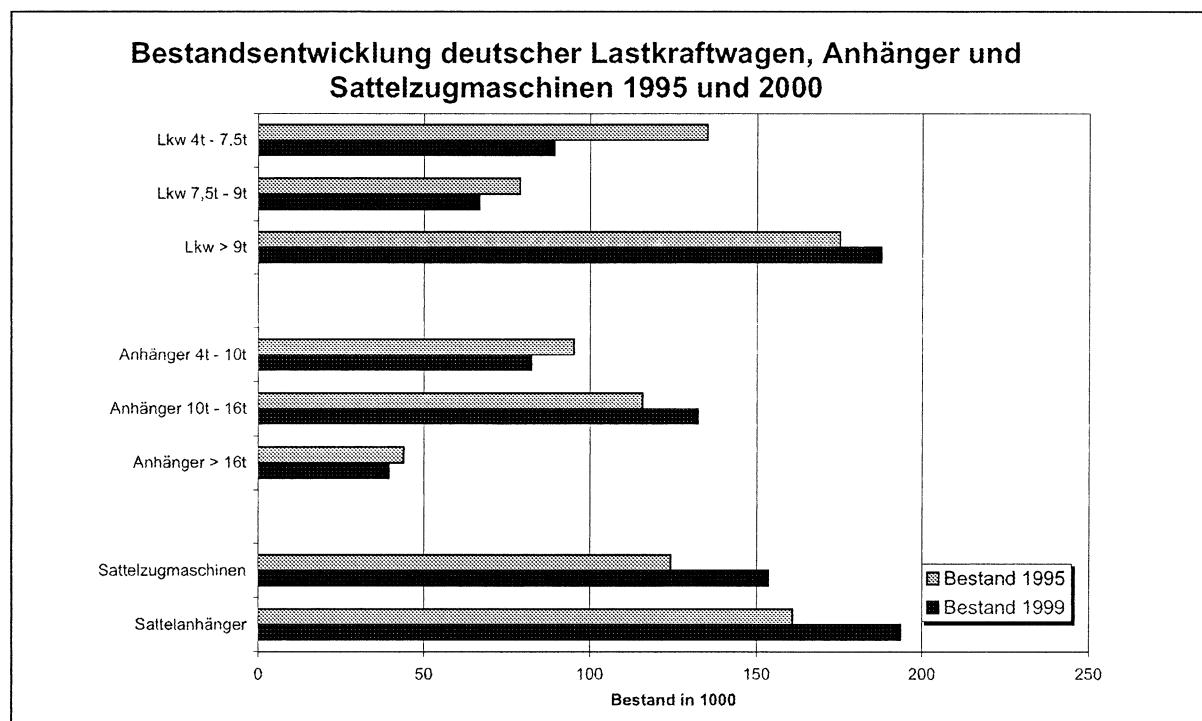


Abbildung 3.1: Flottenstruktur 1995 & 1999
Quelle: BMVBW (2001/a)

Aus dem Vergleich der Bestandszahlen 1995 und 1999 ist zu erkennen, dass der Trend bei der Umgestaltung der deutschen Fahrzeugflotte hin zu schweren Lkw und Sattelzugmaschinen führt. Da die Möglichkeit in Betracht gezogen werden muss, dass sich dieser Trend durch eine entsprechende Preispolitik teilweise wieder umkehrt, muss die Segmentierung der Fahrzeugflotte zumindest die für einen Austausch von schweren durch leichtere, nicht der SVA unterliegende Fahrzeuge in Betracht kommenden Flottenteile enthalten. Dies betrifft vor allem Fahrzeuge mit einem Gesamtgewicht, das geringfügig über der 12t-Grenze liegt.

Ferner muss berücksichtigt werden, dass ein Umgehen der SVA nicht nur durch die Beschaffung neuer Fahrzeuge, sondern auch durch das teilweise Auflösen von Lkw-Anhänger-Kombinationen möglich ist. Dabei kann davon ausgegangen werden, dass jede Lkw-Anhänger-Kombination die Bemessungsgrenze der SVA von 12t zulässigem Gesamtgewicht übersteigt. Eine weitere Differenzierung von Anhängertypen ist demzufolge nicht erforderlich. Entsprechendes gilt für Sattelzugmaschinen und deren Anhänger, welche in jedem Fall die 12t-Grenze überschreiten, jedoch nicht separat betrieben werden können.

Für den weiteren Fortgang der Untersuchung werden die Art der Fahrzeugkombination (mit bzw. ohne Anhänger) nicht betrachtet. Vielmehr wird - nach dem Vorbild der in der Schweiz erhobenen LSVA - lediglich nach dem zulässigen Gesamtgewicht differenziert (vgl. Kap. 2). Betrachtet werden drei Lkw-Typen:

- L1: zulässiges Gesamtgewicht <12t,
- L2: zulässiges Gesamtgewicht zwischen 12t und 18t,
- L3: zulässiges Gesamtgewicht >18t.

Für die Bestimmung der Anteile der in den Marktsegmenten (Hauptverkehrsrelationen) eingesetzten Fahrzeuggruppen werden folgende Annahmen getroffen:

- Im grenzüberschreitenden Verkehr werden ausschließlich Fahrzeuge der L3 eingesetzt.
- Im Binnenfernverkehr werden überwiegend Fahrzeuge >12t eingesetzt, wobei der Anteil der mit Fahrzeugen der Klasse L2 transportierten Waren eher gering ausfällt.
- Im Regionalverkehr werden alle Fahrzeugklassen eingesetzt, wobei der überwiegende Teil der Transportleistung von Fahrzeugen der Klassen L1 und L2 erbracht wird. Hier ergeben sich wesentliche Unterschiede zwischen den betroffenen Produktgruppen.

Anhand der im vorigen Abschnitt hergeleiteten Eckdaten der Verkehrsnachfrage (Tabelle 3.3) und der Fahrleistungsstatistik des DIW (Gesamtfahrleistung aller Fahrzeugkategorien >3.5t ca. 62 Mrd. Fzkm 1977) wurde die Transportnachfrage nach Marktsegmenten den Lkw-Typen L1 bis L3 zugeordnet. Hierbei wurde einerseits die gesamte Fahrleistung, andererseits die in Kessel&Partner (1993) gegebenen Beladungsraten (vgl. Abschnitt 3.3) zur Plausibilisierung herangezogen. Die folgende Tabelle 3.4 zeigt die Ergebnisse der Zuordnung der Verkehrsnachfrage zu Fahrzeugklassen.

Tabelle 3.4: Transportnachfrage und Fahrleistungen nach Marktsegmenten 1997

Marktsegment	R1 Regionalverkehr		R2 Binnenfernverkehr		R3 Grenzüberschr. Fern- verkehr.		GESAMT
	P1 Sped.G.	P2 Masseng.	P1 Sped.G.	P2 Masseng.	P1 Sped.G.	P2 Masseng.	
Transportleistung (Mrd. Tkm)							
L1: Lkw <12t zGG	5,1	14,1	0,0	0,0	0,0	0,0	19,2
L2: Lkw 12t - 18t zGG	7,5	19,3	6,1	0,0	0,0	0,0	32,9
L3: Lkw >18t zGG	2,4	30,9	54,9	62,9	86,4	12,2	249,7
GESAMT	15,0	64,3	61,0	62,9	86,4	12,2	301,8
Fahrleistung (Mrd. Fzkm)							
L1: Lkw <12t zGG	10,6	7,3	0,0	0,0	0,0	0,0	17,9
L2: Lkw 12t - 18t zGG	3,9	5,7	3,2	0,0	0,0	0,0	12,8
L3: Lkw >18t zGG	0,4	2,9	8,1	5,9	12,8	1,2	31,3
GESAMT	14,8	16,0	11,3	5,9	12,8	1,2	62,0

3.1.4 Berücksichtigung ausländischer Fahrleistungsanteile

Verkehrliche Reaktionen auf die Einführung von Straßenbenutzungsgebühren werden nicht durch deren absolute Höhe, sondern durch deren relative Höhe gegenüber den sonstigen Betriebskosten bestimmt. Durch die erheblichen Unterschiede in den Lohnkosten für Fahr- und Verwaltungspersonal, welche einen erheblichen Teil der Lkw-Betriebskosten ausmachen, ist für die Abschätzung der Auswirkungen einer in der Bundesrepublik erhobenen Schwerverkehrsabgabe deshalb eine Betrachtung der Fahrzeuge nach Zulassungsländern wichtig. Hierbei ist insbesondere der von Fahrzeugen aus Niedriglohnländern erbrachte Fahrleistungsanteil von Interesse, da hier der Kostenfaktor SVA wesentlich stärker zu Buche schlägt als Fahrzeuge aus der Bundesrepublik bzw. aus dem europäischen Ausland.

Wie aus Abbildung 3.2 zu erkennen ist, unterliegen die Grenzübertritte deutscher Lastkraftwagen starken Schwankungen um einen Wachstumspfad von durchschnittlich 6,6 % p.A. Dabei sind die stetigen jährlichen Schwankungen fast ausschließlich auf die Grenzübertritte deutscher Fahrzeuge zurückzuführen. Der Anteil von Fahrzeugen aus dem westeuropäischen Ausland (EU plus Schweiz und Norwegen) wuchs im Zeitraum 1995 bis 1999 von 54 % auf 59 % der Grenzübertritte. Im gleichen Zeitraum stieg der Anteil osteuropäischer Fahrzeuge von 14 % auf 18 %, wobei zwischen 1991 und 1994 eine Entwicklung von 14 % auf 21 % registriert wurde.

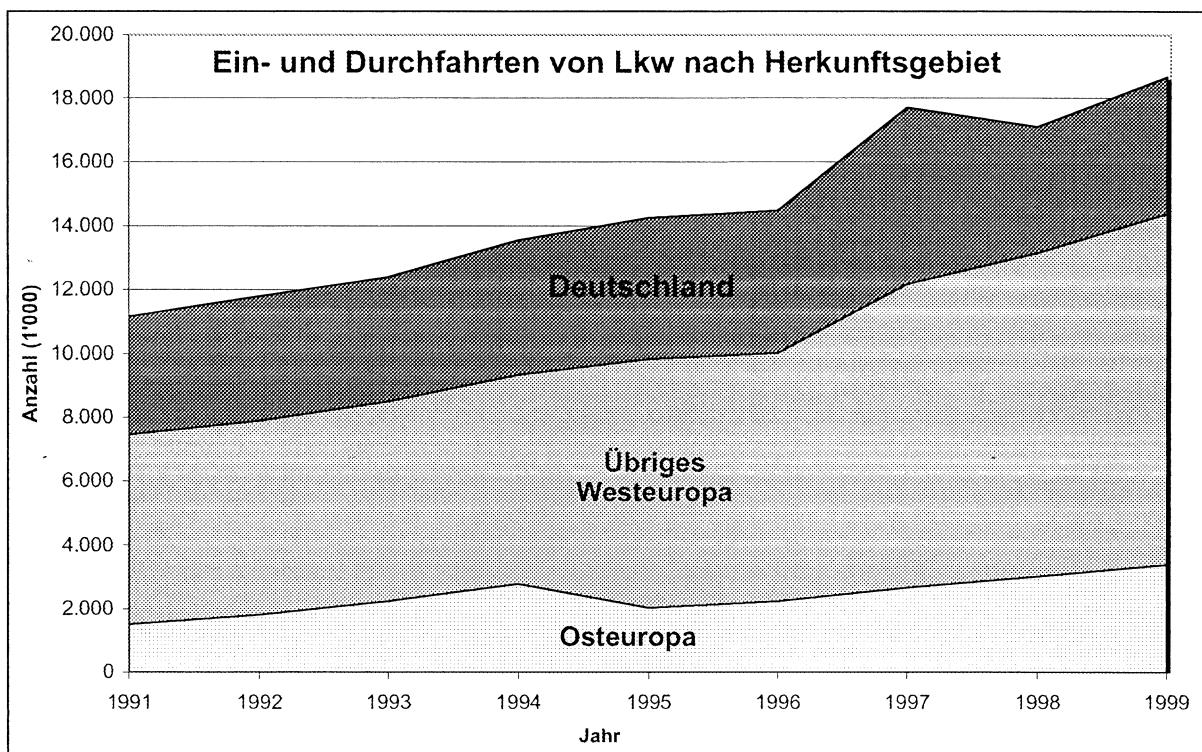


Abbildung 3.2: Struktur des grenzüberschreitenden Verkehrs 1991 - 1999
Quelle: BMVBW (2001/a)

Bezogen auf die in Deutschland erbrachte Transportleistung, betrug der Anteil ausländischer Fahrzeuge 1997 26 % (78,6 Mrd. Tkm). Hiervon entfielen 34 % (27 Mrd. Tkm) auf den Transitverkehr. Legt man die Verteilung der Grenzübertritte (57 % ausländische Fahrzeuge 1997) der Verteilung der Fahrleistung im grenzüberschreitenden Verkehr zugrunde, so errechnet sich die entsprechende Transportleistung zu 56,2 Mrd. Tkm. Die verbleibende Transportleistung ausländischer Lkw (22,4 Mrd. Tkm) entspricht 16 % der Binnenverkehrsleistung. Der Anteil ausländischer Transporte im Nahverkehr wird dabei als vernachlässigbar eingestuft. Die für die Marktsegmente geschätzten Anteile der ausländischen Transportleistung sind in Tabelle 3.5 dargestellt.

Tabelle 3.5: Anteile ausländischer Fahrzeuge nach Verkehrsbereichen 1997

Alternatives Segment	Verkehrsaufkommen 1997 (Mill. t)	Verkehrsleistung 1997 (Mrd. Tkm)	Transportleistung ausl. Lkw	Anteil der transportl. ausl. Lkw
Grenzüberschreitender Fernverkehr	296,0	98,6	56,2	57 %
Binnenländischer Fernverkehr	584,8	136,7	22,4	16 %
Nahverkehr	2315,1	66,5	0,0	0 %
Insgesamt	3195,9	301,8	78,6	100 %

Expertenschätzungen zufolge gibt es aus ökologischer Sicht keinen relevanten Unterschied zwischen deutschen und ausländischen Fahrzeugen. Vielmehr dürfte der Anteil moderner, schadstoffärmer Fahrzeuge unter den ausländischen Einheiten eher höher sein als bei deutschen Fahrzeugen. Aus diesem Grund werden die ausgewiesenen Ergebnisse im weiteren

Untersuchungsverlauf nicht nach dem Herkunftsland der Fahrzeuge differenziert. Der Anteil ausländischer Fahrzeuge wird jedoch bei den internen Berechnungen berücksichtigt.

3.1.5 Segmentierung nach Emissionsklassen

Für die Betrachtung bis zum Jahr 2010 werden die Emissionsklassen Pre-Euro (Euro-0) und Euro-1 bis Euro-5 als verkehrlich relevant betrachtet. Die Zeitpunkte der gesetzlichen Einführung der Schadstoffklassen und deren Grenzwerte bezüglich verschiedener Schadstoffkategorien sind in Tabelle 2.10 dargestellt. Da sich die Struktur der Lkw-Flotte in Bezug auf die Anteile der Emissionsklassen kontinuierlich verändert, wird zur Ermittlung der entsprechenden Verkehrsanteile ein dynamisches Flottenmodell herangezogen.

In Anlehnung an die am Institut für Wirtschaftspolitik und Wirtschaftsforschung entwickelten Modelle ASTRA (EC 2000d) und ESCOT (Schade et al. 2001) wird hierfür ein Kohortenmodell der Fahrzeugfleotten unter folgenden Annahmen generiert:

- Jährliche Fahrleistungen und deren Wachstumsraten nach Fahrzeugklassen ergeben sich nach Angaben des DIW (DIW 2000) und Eckwerten der Bundesverkehrswegeplanung 2000 entsprechend Tabelle 3.6.
- Bei der wirtschaftlichen Nutzungsdauer ergeben sich durchaus Unterschiede zwischen den Gewichtsklassen. Durchschnittliche Nutzungsdauern ergeben sich nach Unterlagen des Kraftfahrt-Bundesamtes zu 9 Jahren für Fahrzeuge über 18t zulässiges Gesamtgewicht beziehungsweise zu 10 bis 12 Jahren für Fahrzeuge unter 18 t.
- Entsprechend des ESCOT-Modells beträgt der Anteil an der Fahrleistung zum Startzeitpunkt der Berechnung im Jahr 1995 89 % für Fahrzeuge ohne Euro-Norm und 11 % für Fahrzeuge der Emissionsklasse Euro-1.
- Ein Jahr vor der gesetzlichen Einführung einer Emissionsklasse entsprechen bereits 95 % der Neukäufe dieser Emissionsklasse. Zwei bzw. drei Jahre vor Einführung werden hierfür 60 % bzw. 20 % unterstellt.

Tabelle 3.6 und Tabelle 3.7 geben einen Überblick über die im verwendeten Flottenmodell für den Referenzfall (keine Einführung der Schwerverkehrsabgabe) getroffenen Annahmen. Die wirtschaftlichen Nutzungsdauern wurden aus BMVBW (2001/a) nach Fahrzeugkategorie ermittelt. Hiernach beträgt die durchschnittliche Lebensdauer schwerer Lastkraftfahrzeuge zwischen 9 und 10 Jahren. Für die Einführungszeitpunkte der zukünftigen Emissionsstandards Euro-4 und Euro-5 wurden die Jahre 2006 bzw. 2008 zugrunde gelegt (vgl. Tabelle 2.10). In der Praxis kann davon ausgegangen werden, dass einige Fahrzeughersteller die Technologie Euro-4 überspringen und bereits ab 2003 Fahrzeuge der Klasse Euro-5 anbieten werden. Die Berücksichtigung derartiger Entwicklungen ist in dem hier verwendeten Modellrahmen nur indirekt über die Wahl der Anteile antizipierter Schadstoffklassen bei den Neukäufen möglich. Diese Anteile wurden entsprechend Schade et al. (2001) (vgl. Tabelle 3.7) konstant über alle Fahrzeug- und Emissionsklassen gewählt.

Tabelle 3.6: Fahrzeugspezifische Annahmen des Flottenmodells im Referenzfall

Zulässiges Gesamtgewicht	Fahrleistung 1995	Jährliche Wachstumsrate	Durchschnittliche wirtschaftliche Nutzungsdauer
	Mill. Fzkm	%	a
3,5t - 12t	10.739	1,3 %	12
12t - 18t	6.911	2,9 %	10
> 18t	17.170	3,3 %	9

Tabelle 3.7: Emissionsklassen-spezifische Annahmen des Flottenmodells im Referenzfall

Emissions- klasse	Anteil Fahr- leistung 1995	Zeitpunkt der ge- setzlichen Einfüh- rung Jahr	Anteil der mit noch nicht gesetzlich eingeführten Schad- stoffklassen ausgestatteten Fahrzeuge an den Neukäu- fen.		
			1 Jahr vor Einfüh- rung	2 Jahre vor Einführung	3 Jahre vor Ein- führung
Euro-0	89 %	-	95 %	60 %	20 %
Euro-1	11 %	1990	95 %	60 %	20 %
Euro-2	-	1997	95 %	60 %	20 %
Euro-3	-	2001	95 %	60 %	20 %
Euro-4	-	2004	95 %	60 %	20 %
Euro-5	-	2008	95 %	60 %	20 %

Durch die je nach Fahrzeugklasse stark unterschiedlichen Wachstumsraten der Fahrleistungen und wirtschaftlichen Nutzungsdauern ergeben sich, verglichen mit den ESCOT-Resultaten, teilweise unterschiedliche Modellergebnisse. Da es bei der vorliegenden Untersuchung jedoch auf den Ausweis der durch die SVA hervorgerufenen Veränderung in der Umweltverträglichkeit des schweren Straßengüterverkehrs ankommt, sind die absoluten Anteile der Emissionsklassen weniger relevant. Tabelle 3.8 gibt einen Vergleich der verwendeten Modellrechnungen für ausgewählte Jahre.

Tabelle 3.8: Vergleich der Flottenstruktur mit ESCOT

Emissionsklasse	Flottenstruktur Referenzfall SVA				Flottenstruktur ESCOT			
	1995	2000	2003	2010	1995	2000	2003	2010
Euro-0	89 %	40 %	8 %	0 %	89 %	51 %	12 %	0 %
Euro-1	11 %	11 %	6 %	0 %	11 %	21 %	25 %	0 %
Euro-2	0 %	32 %	36 %	6 %	0 %	27 %	32 %	23 %
Euro-3	0 %	17 %	45 %	27 %	0 %	0 %	31 %	45 %
Euro-4	0 %	0 %	5 %	49 %	0 %	0 %	0 %	30 %
Euro-5	0 %	0 %	0 %	17 %	0 %	0 %	0 %	3 %

Auffällig beim Vergleich der Modellrechnungen ist vor allem der Anteil von Euro-5-Fahrzeugen 2010, welcher im hier betrachteten Referenzfall deutlich über den Prognosen des ESCOT-Modells liegt. Dies ist mit dem starken Wachstum im Fernverkehr und dem damit verbundenen schnelleren Fahrzeugumsatz, welcher sich aufgrund der Eckwerte der Bundesverkehrswegeplanung ergibt, zu erklären.

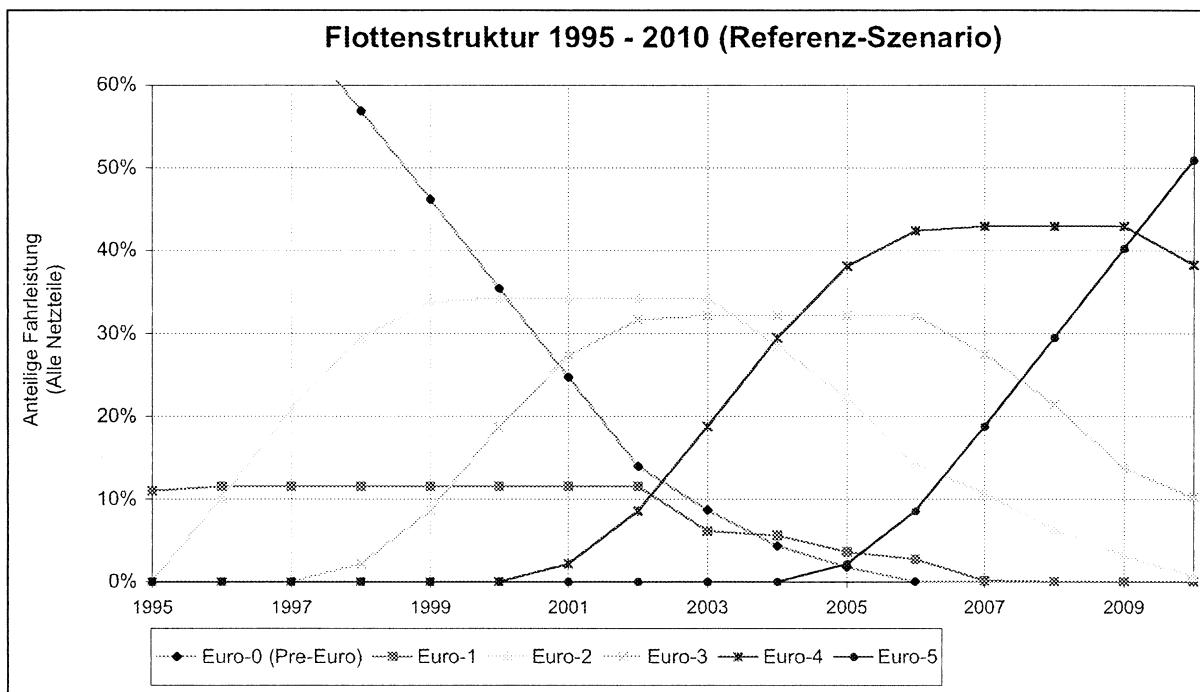


Abbildung 3.3: Fahrleistung aller Fahrzeugklassen 1995 - 2010

Quelle: IWW

Aus Tabelle 3.8 ist zu erkennen, dass zum Zeitpunkt der geplanten Einführung der SVA 2003 die Fahrzeuge fast überwiegend mit der Emissionsminderungstechnologie Euro-2 oder höher ausgestattet sein werden. Zu diesem Zeitpunkt wird der Anteil von Fahrzeugen mit herkömmlicher Abgastechnologie (Pre-Euro) bei 8 % liegen, während ca. 50 % bereits über den Standard Euro-3 verfügen.

Im Jahr 2010 wird der Anteil von Fahrzeugen der Emissionsklasse Euro-2 auf 6 % gesunken sein, während niedrigere Emissionsklassen keine verkehrliche Bedeutung mehr haben werden. Zu diesem Zeitpunkt wird der Marktanteil von Fahrzeugen der Emissionsklasse Euro-5 (gesetzliche Einführung: 2008) bereits bei 17 % liegen. Dies ist vor allem durch die relativ kurze wirtschaftliche Nutzungsdauer und die hohen Wachstumsraten des schweren Güterverkehrs zu erklären.

Die Marktsegmentierung nach der Fahrzeugtechnologie berücksichtigt alle geplanten Reduktionsstufen (Pre-Euro, Euro-1 - Euro-5). Da bis zum Untersuchungshorizont dieser Studie die Emissionsklasse Euro-6 voraussichtlich nicht verfügbar sein wird, wird diese nicht weiter betrachtet.

3.1.6 Segmentierung der Verkehrsinfrastruktur

In ihrer derzeit geplanten Ausgestaltung und unter Berücksichtigung des aktuellen rechtlichen Rahmens ist eine Schwerverkehrsabgabe für Lastkraftfahrzeuge grundsätzlich nur auf dem Netz der Bundesautobahnen zulässig. Jedoch lässt das Rechtssystem gewisse Spielräume bei der Erhebung von Lenkungsabgaben zur Reduktion von Lärm, Unfällen, Luftverschmutzung oder Stau an besonders stark belasteten Stellen des nachgeordneten Straßennetzes zu. Die Auswirkungsanalyse der SVA muss deshalb zwischen Bundesautobahnen und sonstigen Fernstraßen differenzieren.

Aktuellen Kostenschätzungen zufolge (INFRAS/IWW 2000) stellen Verkehre auf dem nachgeordneten Straßennetz durch ihre Nähe zu Siedlungen und durch ihre Verteilung in der Fläche ein größeres Problem für Umwelt und Mensch dar als Verkehre auf dem Autobahnnetz. Deshalb müssen die von der SVA ausgelösten Verlagerungswirkungen von den Autobahnen zu nachgeordneten Straßen als besonders kritisch betrachtet werden.

Die für den Schwerverkehr relevanten Teile des nachgeordneten Straßennetzes beschränken sich im Wesentlichen auf die Bundesstraßen. Landes-, Kreis- und Gemeindestraßen sind für schwere Lastkraftfahrzeuge, aber auch allgemein für Fernverkehr nur von eingeschränkter Bedeutung und werden bei der folgenden Untersuchung nicht gesondert betrachtet.

Dementsprechend wird im Folgenden zwischen zwei Straßenkategorien unterschieden:

- Bundesautobahnen (BAB) und
- Übrigen Straßen (ÜS), bestehend aus Bundesstraßen und Landesstraßen mit überregionaler Bedeutung.

Die folgende Grafik skizziert die Dichte von Personenkraftwagen und Güterkraftfahrzeugen auf deutschen Autobahnen und Bundesstraßen im Zeitverlauf. In der Grafik wird die tägliche Verkehrsleistung (Fahrzeuge / 24 h) an Werktagen, dividiert durch die Netzlänge, dargestellt. Diese Dichte berücksichtigt somit die durchschnittliche räumliche und zeitliche mittlere Konzentration des Verkehrs im Netz. Sie lässt aber nur eingeschränkte Aussagen über durchschnittlich gefahrene Geschwindigkeiten zu.

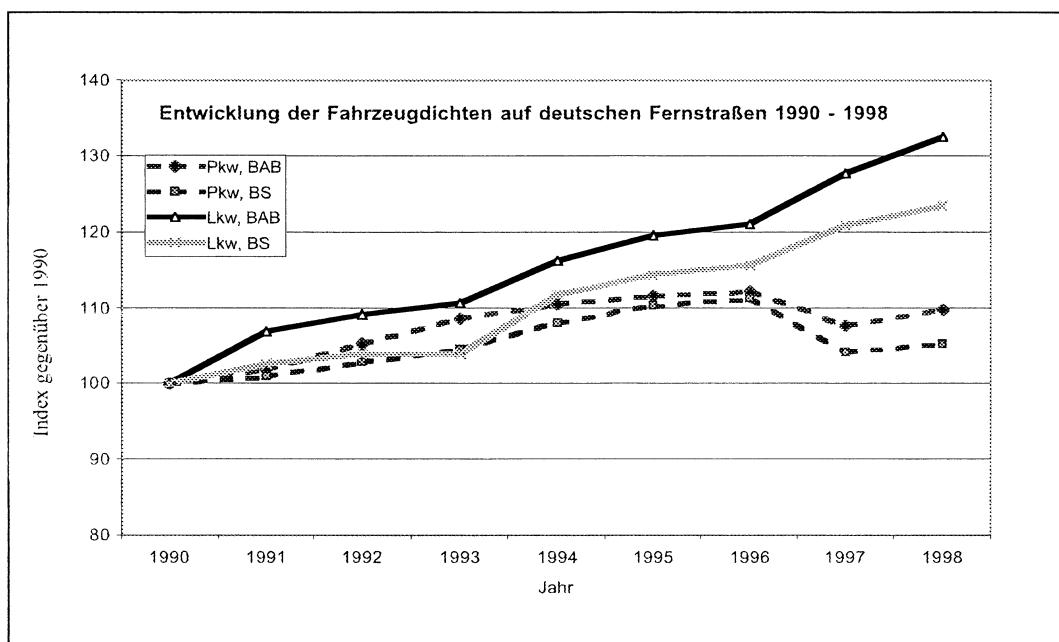


Abbildung 3.4: Verkehrsdichte nach Fahrzeugarten und Straßentypen 1990 - 1998

Quelle: BMVBW (2001/a)

Im obigen Schaubild fällt Folgendes auf:

- Das Wachstum der Verkehrsdichte auf Autobahnen und Bundesfernstraßen verläuft für die beiden Verkehrsbereichen Pkw und Lkw weitgehend parallel.
- Die Wachstumsraten der Güterverkehrsdichte auf Bundesautobahnen ist mit durchschnittlich 3,6 % p.A. um ca. 1 % höher als die Wachstumsrate auf Bundesstraßen (2,6 % p.A.). Der Lkw-Verkehr auf Autobahnen steigt somit schneller als der Lkw-Verkehr auf den sonstigen Fernstraßen.
- Der durch den Ausbau der Verkehrswege und die Stagnation des Wachstums im Personenverkehr erzielte Rückgang der mittleren Verkehrsdichte auf Bundesautobahnen und Bundesstraßen gilt nicht für den Lkw-Sektor. Hier ist eine im Mittel wachsende Verkehrsdichte zu verzeichnen.

Entsprechend den Überlegungen in Kapitel 2.4.4 wird für den weiteren Verlauf der Untersuchung jedoch angenommen, dass durch gezielte Ausbaumaßnahmen im Straßennetz die Ausweitung von Engpässen auf allen Netzteilen vermieden werden kann. Entsprechend wird die durchschnittliche Fahrgeschwindigkeit auf allen Netzteilen im Referenzfall als identisch zum den Bedingungen 1997 betrachtet.

Es wird angenommen, dass der Anteil der auf Bundesautobahnen erbrachten Fahrleistung im Wesentlichen durch die Transportentfernung und damit durch die Relationstypen R1 (Regionalverkehr bis 150 km), R2 (Binnenfernverkehr) und R3 (grenzüberschreitender Fernverkehr) bestimmt wird. In geringerem Maße wird ein Einfluss der Gewichtsklasse durch die spezifische Dimensionierung der Fahrbahnen auf Bundesautobahnen und sonstigen Fernstraßen unterstellt.

Tabelle 3.9 stellt die nach Marktsegment und Fahrzeugkategorie differenzierten Fahrleistungsanteile auf Bundesautobahnen dar. Die Werte wurden durch Expertenschätzungen so

bestimmt, dass die mittleren BAB-Anteile nach Fahrzeugklassen der Fahrleistungsstatistik des DIW entsprechen.

Tabelle 3.9: Fahrleistungsanteile auf BAB nach Marktsegment und Fahrzeugkategorie 1997

Fahrleistungs- anteile auf BAB 1997	R1 Regionalverkehr		R2 Binnenfernverkehr		R3 Grenzüberschr. Fern- verkehr		Durch- schnitt
	P1 Sped.G.	P2 Masseng.	P1 Sped.G.	P2 Masseng.	P1 Sped.G.	P2 Masseng.	
L1: 3,5t - 12t	29,2 %	29,2 %	29,2 %	29,2 %	29,2 %	29,2 %	29,2 %
L2: 12t - 18t	45,0 %	45,0 %	82,2 %	82,2 %	57,9 %	57,9 %	57,9 %
L3: >18t	45,0 %	45,0 %	74,8 %	74,8 %	84,9 %	84,9 %	75,3 %
GESAMT	34,0 %	36,1 %	77,1 %	75,6 %	84,9 %	84,9 %	58,1 %

Zur abschließenden Bewertung der untersuchten Szenarien werden die auf den Netzteilen Bundesautobahnen und übrige Straßen erbrachten Fahrleistungen herangezogen.

3.2 Das verkehrliche Mengengerüst

Basisjahr für die Untersuchung von Auswirkungen einer umweltorientierten Schwerverkehrsabgabe ist das Jahr 2003 als geplanter Einführungszeitpunkt der SVA. Das Verkehrsmengengerüst wird aufgrund von aktuellen Trendentwicklungen geschätzt. In den folgenden Abschnitten wird die Entwicklung des deutschen Verkehrsmarktes im letzten Jahrzehnt aufgezeigt, um hieraus das verkehrliche Mengengerüst für den Einführungszeitpunkt abzuleiten.

3.2.1 Entwicklung der Transportleistung und des Modal Split

Der Begriff „Modal Split“ bezeichnet die Verteilung der Gütertransportnachfrage auf die zur Verfügung stehenden Verkehrsträger. Dieses sind in der Bundesrepublik Deutschland im wesentlichen Straße, Eisenbahn und Binnenschifffahrt. Küstenschifffahrt und Luftfrachtverkehr spielen keine entscheidende Rolle. Der Transport von Gütern durch Rohrfernleitungen steht in keinem Konkurrenzverhältnis zu den fahrzeuggebundenen Verkehren.

Die Entwicklung des Modal Split in Deutschland ist durch die im Folgenden skizzierten wirtschaftlichen und politischen Entwicklungen geprägt:

- 1990: Zusammenbruch der politischen Systeme in Mittel- und Osteuropa und Öffnung der Märkte für westeuropäische Unternehmen,
- 1992: Abschaffung der europäischen Binnengrenzen zum ungehinderten Transport von Waren und Dienstleistungen,
- 1994: Abschaffung des verbindlichen Güterfernverkehrstarifs und der Tarifbestimmungen für Eisenbahn und Binnenschifffahrt im Zuge der Binnenmarktliberalisierung,
- 1994: Lockerung des Kabotageverbotes,
- Aufhebung der Kontingente für Unternehmen in Straßengüterfernverkehr.
- Rückläufige Entwicklung der Märkte für klassische Massengüter (Kohle, Stahl, etc.).

Diese Randbedingungen waren verantwortlich für einen rapiden Verfall der Preise für Transportleistungen, was in einigen Verkehrsbereichen wie der Binnenschifffahrt einen nahezu ruinösen Wettbewerb zur Folge hatte. Der Straßengüterverkehr reagiert durch seine dezentrale Organisationsform sehr viel schneller und effizienter auf diese sich drastisch ändernden Marktbedingungen als die Massenverkehrsträger Binnenschiff und Schienengüterverkehr. Diese Entwicklungen führten zu einem kräftigen Anstieg des Anteils des Straßengüterverkehrs, während die Verkehrsträger Schiene und Binnenschiff nicht in der Lage waren, ihre Marktanteile zu behaupten.

Der Modal Split lässt sich entweder als Anteil der Verkehrsträger am Güterverkehrsaufkommen (in Tonnen) einer Periode definieren oder als deren Anteil an der erbrachten Verkehrsleistung (in Tonnenkilometer). Letztere ist definiert als die Summe über das Produkt aus Aufkommen und Transportentfernung und gibt somit einen besseren Einblick in die wirtschaftliche Bedeutung der Verkehrsbereiche. Ferner erlaubt die Verkehrsleistung einen besseren Rückschluss auf die erbrachte Fahrleistung (Fahrzeugkilometer) im Straßengüterverkehr, d.h. auf eine Größe, die in dieser Studie bedeutsam ist.

Die Entwicklung der von den Verkehrsträgern Straße (bis 1997 unterschieden nach Fern- und Nahverkehr), Schiene und Binnenschiff erbrachten Verkehrsleistung sowie die Entwicklung des Dieselpreises inklusive Steuerbelastung (Index gegenüber 1995) ist im folgenden Schaubild dargestellt.

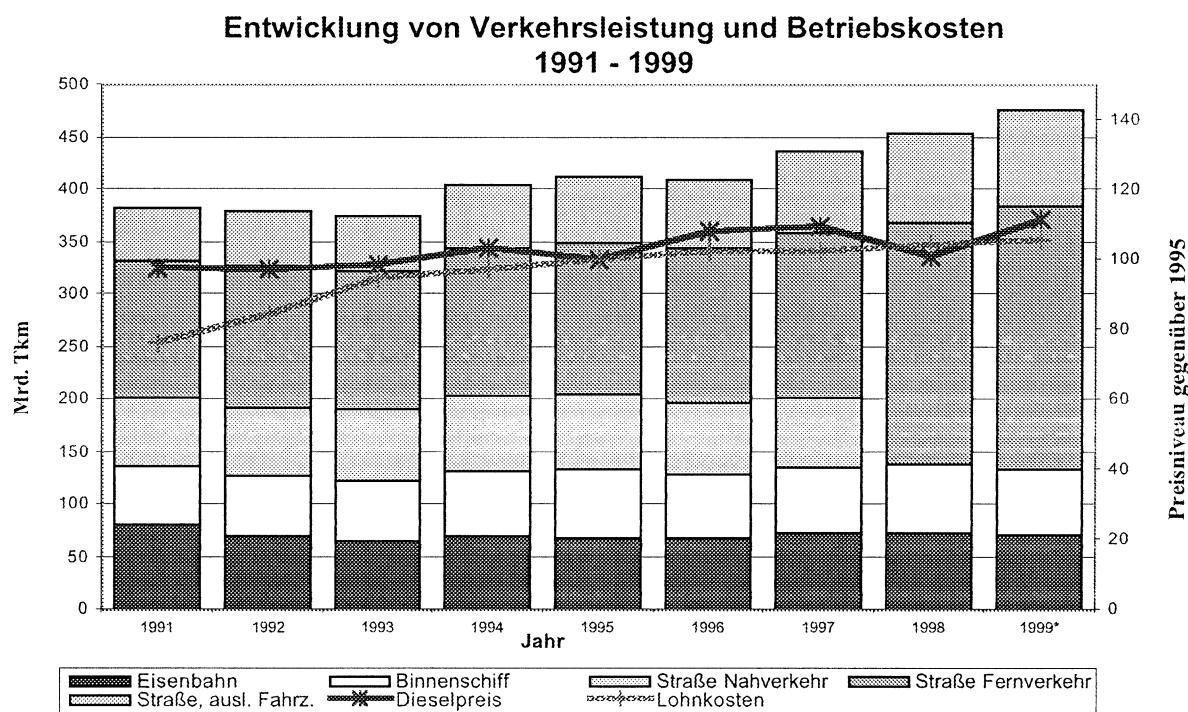


Abbildung 3.5: Transportleistung und Kostensteigerung nach Verkehrsbereichen
Quelle: BMVBW (2001/a)

Aus Abbildung 3.5 lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

- Die Transportleistungen in den Verkehrsbereichen Schiene (-11 %), Binnenschifffahrt (+12 %) und Straßengüternahverkehr (bis 1997 +2 %) zeigen in der Summe ab 1991 ein konstantes Niveau. Das gesamte Wachstum der in der Bundesrepublik erbrachten Transportleistung (+22,4 %) ist demzufolge auf den Straßengüterfernverkehr deutscher und ausländischer Lkw zurückzuführen. Für diesen Verkehrsbereich bedeutet dies ein Wachstum von 38 % im Zeitraum 1991 bis 1999.
- Nach Herkunfts ländern der im Straßengüterverkehr eingesetzten Fahrzeuge ausgedrückt, beträgt das Marktwachstum seit 1991 27 % für in Deutschland zugelassene Fahrzeuge bzw. 86 % für ausländische Lkw. Die wachsende Marktstellung ausländischer Transportanbieter ist dabei vor allem auf die niedrigen Lohnkosten in Mittel- und Osteuropa zurückzuführen.
- Das Wachstum im Straßengüterfernverkehr fand in zwei Schüben 1994 und 1997 statt, während in den Perioden zwischen 1991 und 1994 bzw. zwischen 1995 und 1997 Stagnation herrschte. Ab 1997 ist dann ein kontinuierlicher Anstieg der Transportleistung im Straßengüterfernverkehr zu verzeichnen.
- Die Kraftstoffkosten (inklusive Steuerbelastung) schwanken in einem Bereich von +/- 6 % in Zeitraum 1991 bis 1999. Bei einem Anteil von 15 % an den Vollkosten im Fuhrgewerbe bedeutet dies, dass die durch Schwankungen der Treibstoffkosten bedingten Änderungen des Transportkostenindex im Bereich von +/- 1 % liegen. Es lassen sich aus diesen Zahlen keine Rückschlüsse auf einen möglichen Zusammenhang zwischen Transportleistung und Betriebskosten im Fuhrgewerbe ziehen.

Die Relevanz der hier gezeigten Zusammenhänge für die Einführung einer umweltorientierten Schwerverkehrsabgabe in Deutschland wird in Kapitel 4 dargelegt. Für eine gesamtwirtschaftliche Beurteilung verkehrlicher Entwicklungen muss zunächst die Entwicklung des gesamten Güterverkehrsmarktes dargestellt werden.

Zur Analyse der zukünftigen verkehrlichen Entwicklung in der Bundesrepublik Deutschland sind für die Verkehrsbereiche Straßengüterfernverkehr, Straßengüternahverkehr, Eisenbahn und Binnenschifffahrt die Entwicklung der Transportleistung im Referenzfall (Konstanz der wirtschaftlichen und gesetzlichen Rahmenbedingungen für alle Verkehrsträger) für den Untersuchungszeitraum bis 2010 zu schätzen. Die angenommenen Rahmenbedingungen entsprechen den vom BMVBW zur Verfügung gestellten Eckwerten der Bundesverkehrswegeplanung 2000. Hierbei werden drei Szenarien (Laisser-faire, Integration und Überforderung) betrachtet. Diese werden im Verkehrsbericht 2000 der Bundesregierung wie folgt beschrieben:

- Im **Laisser-faire-Szenario** wird unterstellt, dass die Bundesregierung keine verkehrspolitischen Maßnahmen zur Veränderung des Status-Quo 1997/1998 ergreift. Erwartete Veränderungen gegenüber dem Bezugsjahr der Prognose (1997) betreffen im Rahmen des Laisser-faire-Szenarios insbesondere die weitere Reduktion des durchschnittlichen Kraftstoffverbrauchs um rund 21 % für Pkw bzw. um knapp 8 % für Lkw. Dem stehen reale Erhöhungen der Tankstellenabgaben – einschließlich der Öko-Steuer – um rund 21 % für den Pkw bzw. 28 % für den Lkw gegenüber. Während für den Straßengüterverkehr eine Erhöhung der Produktivität um 14 % angenommen wird, erzielt die Eisenbahn Produktiv-

vitätsfortschritte um 7 %. Für die Binnenschiffahrt wird erwartet, dass sie bis zum Jahr 2015 ihre Produktivität um 25 % steigern wird.

- Der sogenannte **Überforderungsszenario** stellt das Gegenstück zum Laisser-faire-Szenario dar, indem hier von erheblichen Kostensteigerungen für den Straßenverkehr (Personen und Güter) sowie für den Luftverkehr ausgegangen wird. Entsprechende Maßnahmen im Straßenverkehr beinhalten beispielsweise die Einführung eines Road Pricing für den Pkw. Durch die so hervorgerufene Einschränkung der Mobilität für breite Schichten der Bevölkerung erreicht das Überforderungsszenario nur schwer einen gesamtgesellschaftlichen Konsens.
- Mit dem **Integrationsszenario** wird ein Ansatz verfolgt, der die nicht immer widerspruchsfreien ökonomischen, ökologischen und sozialen Anforderungen an die Verkehrspolitik soweit wie möglich in Übereinstimmung bringt und die extremen Annahmen des Laisser-faire und des Überlastungsszenarios vermeidet. Mit Hilfe einer bis zum Jahr 2015 bis auf 0.40 DM/km ansteigenden Benutzungsgebühr für Lkw kann ein Teil des Verkehrszuwachses von der Straße auf die Schiene und die Wasserstraße verlagert werden.

Für die weiteren Schritte der BVWP-Überarbeitung soll das Integrationsszenario zugrunde gelegt werden. Da das Integrationsszenario allerdings bereits eine Straßenbenutzungsgebühr für Lkw beinhaltet, ist es als Basisszenario für diese Studie nicht geeignet. Stattdessen wird das Laisser-faire-Szenario als Referenz-Szenario herangezogen. Die in der BVWP 2000 unterstellte Entwicklung der Transportleistung bis 2015 der Szenarien Laisser-faire, Integration und Überforderung ist in Tabelle 3.12 dargestellt.

Tabelle 3.10: Verkehrsleistungen im Güterfernverkehr nach BVWP 2000

Quelle: BMVBW (2001b)

Mrd. Tkm	1997	2015 Laisser-faire	2015 Integration	2015 Überforderung
Straße (Fernverkehr)	236	422	374	353
Schiene	73	99	148	169
Wasserstraße	62	87	86	86
Insgesamt	371	608	608	608

Die anhand der jährlichen Wachstumsraten errechnete Transportleistung von Eisenbahn und Binnenschiff wird in der Analyse der Verkehrsverlagerungen unverändert übernommen. Für den Bereich Straße müssen die Eckwerte des Laisser-faire-Szenarios jedoch auf die Segmentation der Relationstypen (Regionalverkehr, Binnenfernverkehr und grenzüberschreitender Fernverkehr) übertragen werden, um hieraus die Lkw-Fahrleistungen zu ermitteln.

3.2.2 Transport- und Fahrleistungen im Straßenverkehr 1997

Als Ausgangspunkt für die Konstruktion des verkehrlichen Mengengerüstes im Jahre 2003 dient das nach Eckdaten aus (BMVBW 2001/a) erstellte Mengengerüst 1997. Ergänzend wurden Angaben des Kraftfahrzeugbundesamtes und von Kessel&Partner (1993) zur Schätzung der Beladungsraten im Straßengüterverkehr verwendet. Das verkehrliche Mengengerüst 1997 ist in Tabelle 3.14 dargestellt. Für die Ermittlung der Verkehrsanteile in die einzelnen Marktsegmenten wird hierbei von folgenden Annahmen ausgegangen:

- Die mittlere Transportentfernung im Jahr 1997 beträgt 38 km im Regionalverkehr und 380 km im Fernverkehr. Eine Differenzierung zwischen Binnenfernverkehr und grenzüberschreitendem Verkehr wird bezüglich der Transportdistanz nicht vorgenommen. Aus (BMVBW 2001a) sowie aus Angaben des Kraftfahrt-Bundesamtes (KBA 2000) ergeben sich wesentliche Unterschiede der Transportweiten nach Produktgruppen. Während bei Speditionsgütern eine durchschnittliche Transportweite von 146 km ausgewiesen wird, beträgt diese für Massengüter lediglich 46 km.
- Die gesamte Verkehrsleistung nach Produktgruppen bzw. nach Entfernungsklassen leitet sich aus den Fahrleistungserhebungen des Kraftfahrt-Bundesamtes (KBA 2000) sowie aus den Schätzungen des DIW (BMVBW 2001a) ab. Als Summe werden 301,8 Mrd. Tkm für das Jahr 1997 angenommen. Mit Hilfe der Information über die durchschnittlichen Transportweiten ergeben sich die Transportleistungen nach Marktsegmenten 1997, wie in Tabelle 3.11 dargestellt.
- Die Ableitung der Fahrleistungen aus den Transportleistungen beruht auf Schätzungen der Anteile der Lkw-Typen an der Transportleistung je Marktsegment sowie auf Angaben des KBA über Nettotonnagen nach Fahrzeugklassen und Entfernungsstufen (KBA 2000). Die sich hieraus ergebende Verteilung des Fahrzeugeinsatzes nach Relationstypen zeigt deutlich die spezifische Nutzung schwerer Fahrzeuge im Fernverkehr bzw. die Relevanz kleiner Fahrzeuge im regionalen Verkehr.
- Die Aufteilung von Fahrleistungen der Lkw-Typen auf Bundesautobahnen und sonstige Bundesfernstraßen wird entsprechend der in (DIW 2000) angegebenen Verteilung angenommen. Im Mittel ergibt sich hierdurch ein Fahrleistungsanteil auf BAB im Regionalverkehr von ca. 30 % und im Fernverkehr von ca. 70 %.

Tabelle 3.11: Verkehrliches Mengengerüst 1997

Verkehrliches Mengengerüst 1997	R1 Regionalverkehr		R2 Binnenfernverkehr		R3 Grenzüberschr. Fernverkehr		Gesamt
	Mill. Fzkm	P1 Sped.G.	P2 Masseng.	P1 Sped.G.	P2 Masseng.	P1 Sped.G.	P2 Masseng.
GESAMT	6.150	12.016	6.195	4.577	6.905	831	36.674
<i>Nach Fahrzeugklassen</i>							
3,5t - 12t	4.280	6.783	0	0	0	0	11.063
12t - 18t	1.678	3.133	2.049	511	0	0	7.371
>18t	192	2.100	4.146	4.066	6.905	831	18.241
<i>Nach Straßenkategorien</i>							
BAB	2.091	4.335	4.785	3.461	5.862	706	21.242
ÜS	4.059	7.680	1.410	1.116	1.043	126	15.432
<i>Nach Emissionsklassen</i>							
Euro-0	3.938	7.602	4.044	3.034	4.612	556	23.786
Euro-1	575	1.132	641	494	760	92	3.694
Euro-2	714	1.559	1.146	960	1.535	185	6.098
Euro-3	0	0	0	0	0	0	0
Euro-4	0	0	0	0	0	0	0
Euro-5	0	0	0	0	0	0	0

Tabelle 3.11 gibt die Fahrleistungen 1997 nach Marktsegment, Straßenart, Fahrzeugtyp und Emissionsklasse in einer zusammenfassenden Form wieder. Eine detaillierte Darstellung der hier verwendeten Fahrleistungsstatistik ist im Anhang enthalten.

Die Beladungsraten zur Schätzung der Fahrleistung aus der Transportleistung (Tkm) wurden unter Verwendung der von Kessel&Partner (1993) ermittelten Auslastungsgrade vorgenommen. Diese Werte erscheinen nach einem Vergleich mit Hochrechnungen des Kraftfahrt-Bundesamtes aus dem Jahre 1999 plausibel. Um die verfügbaren Angaben über Fahr- und Transportleistungen auseinander ableiten zu können, war jedoch eine Korrektur der von Kessel&Partner (1993) ermittelten Auslastungsgrade erforderlich.

3.2.3 Das Mengengerüst 2003 und 2010

Die in dieser Studie vorgenommenen Bewertungen der umweltorientierten Auswirkungen der Schwerverkehrsabgabe beziehen sich auf das Jahr 2010. Für dieses Zieljahr wird das verkehrliche Mengengerüst aus Schätzungen der BVWP 2000 (BMVBW 2001b) und ergänzend durch Modellrechnungen des IWW aus dem Mengengerüst 1997 hergeleitet (s. Tabelle 3.11). Wie bereits in Abschnitt 2.4.4 dargestellt, wird für die kapazitive Seite der Verkehrsinfrastruktur unterstellt, dass die prognostizierte Verkehrsmenge 2010 ohne nennenswerte Einbußen der Transportqualität bewältigt werden kann.

Aus den Eckwerten der Bundesverkehrswegeplanung ergibt sich ein Wachstum des Straßengüterfernverkehrs von durchschnittlich 3,3 % p.A. bis zum Jahr 2015. Für den Nahverkehr wird hingegen eine jährliche Abnahme der Transportleistung um 0,26 % geschätzt. Diese Wachstumsraten werden zur Konstruktion des verkehrlichen Mengengerüsts der Jahre 2003 und 2010 auf die Verkehrsleistungsstatistik des DIW (DIW 2000) angewendet. Um die Anteile der Fahrleistung, die mit Fahrzeugen verschiedener Emissionsstandards erbracht werden, abzuschätzen, werden die entsprechenden Verteilungen nach TREMOD (UBA 2000) herangezogen.

Tabelle 3.12: Eckwerte BVWP 2000, Laisser-faire-Szenario

Quelle: BMVBW (2001b)

Mengengerüst der BVWP 2000 Trend-Szenario	1997	2015	Jährliches Wachstum	Extrapolation 2010 Mrd. Tkm
	Mrd. Tkm	Laisser-faire Mrd. Tkm		
Straßengüterverkehr	302,1	486	2,7 %	427,9
Straßengüterfernverkehr	235,6	422	3,3 %	361,2
Straßengüternahverkehr	66,5	64	-0,7 %	64,3
Eisenbahn	72,8	99	1,4 %	87,7
Binnenschifffahrt	62,2	87	2,0 %	79,9

Aus diesen Eckwerten werden die Wachstumsraten der Fahrleistung wie folgt abgeleitet:

- In Anlehnung an die Prognosen der BVWP wird für den Regionalbereich (bis 150 km) ein moderates Wachstum von 1,5 % im Bereich der Speditionsgüter sowie 0,8 % für Massengüter geschätzt.
- Der Binnenfernverkehr zeigt mit 4,8 % (PG1) bzw. 2,5 % (PG2) ein kräftiges Wachstum, welches hauptsächlich auf die Zunahme der Fahrleistung schwerer Lkw zurückzuführen ist.
- Im grenzüberschreitenden Verkehr der Speditionsgüter (PG1) wird mit 6,1 % jährlichem Zuwachs ein starker Trend prognostiziert, welcher sich auf die Annahme steigender Kaufkraft außerhalb des Euro-Raumes stützt.

- Die jährlichen Zuwachsrate für die Produktgruppe 2 (Massengüter) wird in allen Marktsegmenten mit 50 % der Wachstumsrate der Speditionsgüter angenommen.
- Die Wachstumsraten der Fahrleistungen ergeben sich aus den Anteilen der einzelnen Fahrzeugklassen in den durch die Produkt- und Entfernungsklassen spezifizierten Marktsegmenten.
- Entsprechend ergibt sich das Verkehrswachstum nach Straßenkategorien aus dem Autobahnanteil der verschiedenen Fahrzeugklassen.

Tabelle 3.13: Wachstumsraten im Straßenverkehr bis 2010

Jährliches Wachstum der Transportleistung 1997 - 2010	P1: Speditionsgüter	P2: Massengüter	Gesamt
R1: Regionalverkehr	1,0 %	0,5 %	0,6 %
R2: Binnenfernverkehr	3,7 %	2,4 %	3,0 %
R3: Grenzüb. Fernv.	4,3 %	2,7 %	4,1 %
Gesamt	3,8 %	1,6 %	2,7 %

Bei der Prognose der Verkehrsmengen 2003 und 2010 wird angenommen, dass sich die Netotonnagen der einzelnen Fahrzeugklassen im Referenzfall nicht ändern. Die Anteile der Emissionsklassen Euro-0 bis Euro-5 werden, wie oben beschrieben, durch ein system-dynamisches Flottenmodell ermittelt. Unter dieser Prämisse stellt sich die Fahrleistung 2010 nach Marktsegment, Fahrzeugtyp, Straßenkategorie und Emissionsklasse, wie in Tabelle 3.14 wiedergegeben, dar. Detaillierte Darstellungen der Fahrleistungen 2003 und 2010 finden sich im Anhang zu dieser Studie.

Tabelle 3.14: Verkehrliches Mengengerüst 2010

Verkehrliches Mengengerüst 1997	R1 Regionalverkehr		R2 Binnenfernverkehr		R3 Grenzüberschr. Fernverkehr		GE-SAMT
	P1 Mill. Fzkm Sped.G.	P2 Masseng.	P1 Sped.G.	P2 Masseng.	P1 Sped.G.	P2 Masseng.	
GESAMT	6.949	12.729	9.864	6.186	11.851	1.167	48.746
<i>Nach Fahrzeugklassen</i>							
3,5t - 12t	4.836	7.186	0	0	0	0	12.022
12t - 18t	1.896	3.319	3.262	690	0	0	9.168
>18t	217	2.225	6.602	5.495	11.851	1.167	27.556
<i>Nach Straßenkategorien</i>							
BAB	2.363	4.593	7.620	4.678	10.062	991	30.306
ÜS	4.586	8.136	2.244	1.508	1.790	176	18.440
<i>Nach Emissionsklassen</i>							
Euro-0	0	0	0	0	0	0	0
Euro-1	0	0	0	0	0	0	0
Euro-2	123	227	193	126	247	24	941
Euro-3	2.461	4.544	3.868	2.526	4.938	487	18.825
Euro-4	1.969	3.635	3.095	2.021	3.951	389	15.060
Euro-5	1.354	2.499	2.128	1.390	2.716	268	10.354

Die Transportleistungen der Verkehrsträger Schiene und Binnenschifffahrt 2010 werden entsprechend den Hochrechnungen der Bundesverkehrswegeplanung 2000 mit 87,7 Mrd. Tkm (Eisenbahn) und 89,9 Mrd. Tkm (Binnenschifffahrt) angenommen (vgl. Tabelle 3.10) angenommen. Wegen der großen Schwankungsbreite in den Beladungsraten von Güterzügen und

Frachtschiffen wird in diesen Marktsegmenten auf eine Umrechnung der Transportleistung in Fahrzeugkilometer verzichtet.

Ferner wird das Schienen- und Wasserstraßennetz nicht kategorisiert, wie es beim Netz der Bundesfernstraßen der Fall ist. Eine Prognose der Schadstoffemissionen je Tonnenkilometer wird entsprechend Schätzungen aus INFRAS/IWW (2000) für das Jahr 2010 vorgenommen. Eine explizite Betrachtung von Entwicklungen der Flottenstruktur ist in Anbetracht der derzeitigen Informationslage nur sehr begrenzt möglich.

3.3 Umweltbewertung des Mengengerüsts 2010

Die verkehrlichen Auswirkungen der SVA sind sehr vielschichtig und nicht direkt miteinander vergleichbar. So ist zum Beispiel die Beurteilung des Nettoeffektes aus einer teilweisen Verdrängung der Verkehrsnachfrage auf das nachgeordnete Netz verbunden mit einem gleichzeitigen Rückgang der Gesamtverkehrsnachfrage ohne weiteres nicht möglich. Hierfür muss ein Indikator definiert werden, welcher den Vergleich verschiedener Effekte ermöglicht. Derartige Bewertungsindikatoren basieren üblicherweise auf der monetären Erfassung von Kosten und Nutzen von Handlungsalternativen.

In der vorliegenden Studie werden die direkten Kosten der Einführung der Schwerverkehrsabgabe nicht berücksichtigt. Relevant für die Bewertung der Szenarien sind ausschließlich soziale Kosten und deren Veränderung durch verkehrliche Reaktionen. Es werden externe Schadenskosten für die folgenden Kostenkategorien nach Verkehrsträgern, Fahrzeugtypen, und Straßenklassen geschätzt:

- volkswirtschaftliche Kosten durch Verkehrsunfälle,
- Beeinträchtigung und Gesundheitsschäden durch Lärmbelastung,
- Gesundheitsschäden, Gebäudeschäden und Ernteausfälle durch Luftverunreinigung sowie
- Risiken durch den Ausstoß von Treibhausgasen.

Als Grundlage der monetären Bewertung werden Grenzkostenschätzungen nach Fahrzeugklassen und Verkehrssituationen 1995 aus INFRAS/IWW (2000) herangezogen. Der hier verwendete methodische Ansatz basiert auf der Ermittlung von Zahlungsbereitschaften und führt dementsprechend zu Kostenwerten, die deutlich über den aus einer Abschätzung direkter volkswirtschaftlicher Schäden resultierenden liegen. Eine zentrale Größe der Kostenschätzung in INFRAS/IWW bildet der statistische Wert eines Menschenlebens, welcher über Beeinträchtigung von Leben und Gesundheit Eingang in alle Kostenkomponenten findet. Der in INFRAS/IWW (2000) gewählte Wertansatz von 1,5 Mill. Euro je Todesopfer liegt im mittleren Bereich möglicher Wertansätze. In einer Sensitivitätsrechnung untersucht die Studie Wertansätze für das menschliche Leben zwischen 0,5 Mill. Euro (was in etwa offiziellem deutschen Wertansatz entspricht) und 3,1 Mill. Euro. Um durchschnittliche Kostenwerte zu erhalten, welche nah an dem tatsächlichen Ressourcenverbrauch der Verkehrsträger liegen, wird in dieser Studie ein möglichst moderater Wertansatz gewählt. Damit soll eine Vergleichbarkeit mit der Bewertung der Infrastrukturkosten hergestellt werden, die sich nicht an der Zahlungsbereitschaft der Nutzer, sondern am Ressourcenverzehr orientiert. Dieser Wertansatz wird für die untersuchten Kostenkategorien im Folgenden kurz erläutert.

- Für 1995 schätzen INFRAS/IWW (2000) externe Unfallfolgekosten im Straßenverkehr in Deutschland auf 43,2 Mrd. Euro. Hiervon entfallen rund 27,7 Mrd. Euro (64 %) auf die Zahlungsbereitschaften von Verkehrsteilnehmern und deren Angehörigen zur Verringe-

rung des Unfallrisikos. Für eine vorsichtige Quantifizierung der Unfallkosten wird dieser Risikowert um 67 % reduziert, womit sich auch die von INFRAS/IWW (2000) ermittelten Unfallkostensätze auf 57 % vermindern.

- Lärmschäden beinhalten einen Anteil von 42 % an Gesundheitskosten, welcher durch ein in Bereichen dauerhafter hoher Lärmbelastung gesteigertes Risiko für Herzinfarkte bedingt ist. Dieser Kostenblock wird entsprechend um zwei Drittel reduziert. Die verbleibende Komponente der Lärmkosten bezieht sich implizit auf verminderte Mietwerte durch Lärmeinwirkung, welche voll als Ressourcenkosten übernommen werden. Der Wertansatz aus INFRAS/IWW (2000) wird somit auf 72 % korrigiert.
- Der Anteil von Gesundheitskosten an den Kosten der Luftverschmutzung beträgt nach INFRAS/IWW (2000) 74 %. Eine Reduktion des Wertes des menschlichen Lebens auf 0,5 Millionen Euro bedeutet demnach eine Reduktion der Gesamtkosten um 40 %. Da im Bereich Luftverschmutzung mit linearen Dosis-Wirkungs-Funktionen gerechnet wird, kann dieser Korrekturfaktor auf die Grenzkosten im Straßengüterverkehr übertragen werden.
- Die Abschätzung der zukünftigen Schäden durch die Emission von Treibhausgasen und deren monetäre Bewertung ist äußerst komplex und mit sehr vielen Unsicherheiten behaftet. In der Literatur werden Wertansätze von 135 DM je Tonne CO₂ auf Schadenskostenbasis bis 400 DM je Tonne auf der Basis von Vermeidungskosten genannt. Der von INFRAS/IWW (2000) verwendete Ansatz von 135 Euro (270 DM) je Tonne CO₂ liegt hierbei eher im oberen Wertebereich. Entsprechend dem Ansatz der Gesundheitskosten wird hier ein niedriger Wert von 135 DM gewählt. Hieraus ergibt sich eine Reduktion der Klimakosten um 48 %.

Bei der Prognose der Grenzkosten je zusätzlicher Verkehrseinheit sind zwei Faktoren zu berücksichtigen: (1) Die grundlegenden bewertungsrelevanten Größen (Unfallraten, Lärmpegel und Emissionsfaktoren) werden sich für alle betrachteten Kostenarten verringern.

Der Grad der Reduktion ist in Tabelle 3.15 wiedergegeben. (2) Bewertungssätze werden im Allgemeinen als Vielfaches des Volkseinkommens oder Bruttoinlandsproduktes ausgedrückt. Die Prognose von Wertansätzen ist also von der realen Einkommensentwicklung der Bevölkerung abhängig. Nach INFRAS/IWW (2000) ergibt sich für die Kostenentwicklung von 1995 bis 2010 folgendes Bild:

- Durch die kontinuierliche Verbesserung der Verkehrssicherheit werden Unfallraten im Straßenverkehr bis 2010 um 5 % gegenüber 1995 sinken.
- Im Bereich Lärm wird in INFRAS/IWW (2000) angenommen, dass bis zum Jahr 2010 die Emissionsgrenzwerte von 1996 vollständig implementiert sein werden. Dies bedeutet eine Reduktion der Lärmpegel von Güterkraftfahrzeugen um 2 dB(A) bis 4 dB(A). Dies entspricht einer durchschnittlichen Reduktion der Lärmbelästigung der Bevölkerung um 3 % bis 4 %, was besonders im Bereich hoher Expositionen, welche für Gesundheitsschäden durch erhöhtes Herzinfarktrisiko verantwortlich sind, zum Tragen kommt. Insgesamt kann dementsprechend von einer Reduktion des von einer zusätzlichen Verkehrseinheit verursachten Schadens um 10 % ausgegangen werden.
- Die mengenmäßige Prognose der Emission von Luftschadstoffen ist direkt abhängig von der Flottenentwicklung und kann somit nicht als skalarer Wert angegeben werden. Aus rechentechnischen Gründen werden die Grenzkosten der Luftverschmutzung als direkt

proportional zum NO_x-Ausstoß einer Fahrzeugklasse angenommen. Je Emissionsklasse ergibt sich somit ein bis 2010 gleichbleibender Wertansatz.

- Die Emission des Treibhausgases CO₂ und somit die marginalen Klimakosten sind direkt proportional zum Treibstoffverbrauch der Fahrzeuge. Dieser wird für alle Fahrzeugklassen als konstant angenommen, womit die Wertansätze 2010 denen des Jahres 1995 entsprechen.

Tabelle 3.15 zeigt zusammenfassend die Umrechnung der Wertansätze aus INFRAS/IWW (2000) in Deutsche Mark zum Preisstand 2000 sowie deren Korrektur entsprechend den obigen Ausführungen.

Tabelle 3.15: Anpassung der Grenzkosten aus INFRAS/IWW 2000

Umrechnung der Wertansätze	Kostenkategorie			
	Unfälle	Lärm	Luft	Klima
Korrektur der Wertansätze	57 %	72 %	60 %	52 %
Umrechnung in DM 2000	1,08	1,36	1,13	0,98
Veränderung Mengengerüst 2010	-5 %	-10 %	*	0 %
Durchschnittlicher Korrektursatz	1,54	1,83	1,13	1,47

* Anpassung entsprechend dem NO_x-Ausstoß der Fahrzeuge

Die Grenzkosten je Fahrzeug- bzw. Tonnenkilometer, welche für die Bewertung der hier untersuchten Preisszenarien Verwendung finden, sind in Tabelle 3.16 enthalten.

Tabelle 3.16: Kostensätze für die Bewertung der Szenarien

Bewertungssätze nach Fahrzeug- und Netztyp	Straßengüterverkehr (DM / 100 Fzkm)						Bahn DM / 1000 Tkm	
	L1: 3,5t – 12t		L2: 12t – 18t		L3: > 18t			
	BAB	ÜS	BAB	ÜS	BAB	ÜS		
Euro-0	10,21	18,70	15,26	29,77	20,31	40,84		
Euro-1	9,06	15,37	13,91	24,89	18,76	34,41		
Euro-2	8,46	14,21	13,05	23,03	17,64	31,86		
Euro-3	7,62	12,88	11,78	20,80	15,94	28,71		
Euro-4	7,34	12,09	11,43	19,63	15,53	27,17		
Euro-5	6,64	11,04	10,35	17,83	14,07	24,62		
Durchschnitt	8,17	12,83	12,87	21,17	17,57	29,50	0,59	

Tabelle 3.17 zeigt abschließend die nach dem obigen Schema bewertete Verkehrsmenge 2010. Hierbei fällt auf, dass der überwiegende Teil der sozialen Kosten durch Fahrzeuge der Gewichtsklasse >18t verursacht wird.

Tabelle 3.17: Bewertung Externe Kosten Referenzfall 2010

Bewertung 2010 Referenz (Übersicht) Mill. DM	R1 Regionalverkehr		R2 Binnenfernverkehr		R3 Grenzüberschr. Fern- verkehr		GESAMT
	P1 Sped.G.	P2 Masseng.	P1 Sped.G.	P2 Masseng.	P1 Sped.G.	P2 Masseng.	
Straße							
GESAMT	844,78	1.726,13	1.554,82	1.043,50	1.934,59	190,51	7.294,33
<i>Nach Fahrzeugklassen</i>							
2,4t - 12t	508,99	756,32					1.265,31
12t - 18t	290,90	509,11	403,84	85,47			1.289,33
>18t	44,88	460,70	1.150,98	958,03	1.934,59	190,51	4.739,69
<i>Nach Straßenkategorien</i>							
BAB	208,87	460,63	1.018,15	664,99	1.475,48	145,30	3.973,42
ÜS	635,91	1.265,49	536,67	378,52	459,10	45,21	3.320,90
<i>Nach Emissionsklassen</i>							
Euro-2	12,62	18,75					31,38
Euro-3	176,87	273,29	54,58	11,55			516,28
Euro-4	312,69	666,10	663,50	447,85	832,49	81,98	3.004,61
Euro-5	342,60	767,98	836,74	584,10	1.102,10	108,53	3.742,05
Eisenbahn							
GESAMT	7,00	7,00	50,55	243,49	144,08	61,75	513,87
Straße + Schiene							
GESAMT	851,78	1.733,13	1.605,37	1.287,00	2.078,67	252,26	7.808,20

3.4 Kostenstrukturen im Straßengüterverkehr

Die Kosten im Straßengüterverkehr sind je nach Kostenträger in zwei Kategorien zu gliedern:

- Fahrzeugbetriebskosten (zu tragen vom Fuhrunternehmer) und
- Transportsätze bzw. Frachtraten (dem Verlader vom Fuhrunternehmer in Rechnung gestellt).

Der Zusammenhang zwischen Fahrzeugbetriebskosten und Frachtraten wird über die Gewinnmargen der Fuhrunternehmer und die Beladungsraten der Fahrzeuge hergestellt. Für die verschiedenen Kostenarten sind unterschiedliche Segmentierungen notwendig, um die in der Realität vorherrschenden Kostenstrukturen angemessen abbilden zu können. Es werden folgende Aufschlüsselungen verwendet:

Prinzipiell ergeben sich die Frachtraten der einzelnen Marktsegmente als Quotient aus Fahrzeugbetriebskosten (FBK) und Beladungsraten (BR). Betrachtet man die Permutation unterschiedlicher Segmentierungen dieser Größen in Tabelle 3.18, so ergibt sich eine theoretische Anzahl von 36 unterschiedlichen Kundentarifen. Um die Menge der Kundensätze im Straßengüterverkehr überschaubar zu halten, wird bei deren Berechnung ein gewichteter Durchschnitt über eine Großzahl der zur Berechnung von Betriebskosten und Beladungsraten benötigten Differenzierung gebildet. Hieraus ergeben sechs Tarifsegmente, die lediglich nach den drei Relationstypen (Regionalverkehr, Binnenfernverkehr und Grenzüberschreitender Fernverkehr) und für jeweils zwei Produktgruppen (Speditionsgüter und Massengüter) differenziert werden.

Tabelle 3.18: Bestimmungsgrößen der Transportkosten

Kostenelement	Einflussfaktor	Differenzierung
Fahrzeugbetriebskosten	Gewichtsklasse	<ul style="list-style-type: none"> • L1: <12t • L2: 12t – 18t • L3: >18t
	Straßentyp	Geschwindigkeiten nach Netzmodell
Beladungsraten	Gewichtsklasse	s.o.
	Produktgruppe	<ul style="list-style-type: none"> • P1 (Speditionsgüter) • P2 (Massengüter)
	Verkehrsart	<ul style="list-style-type: none"> • R1 (Regionalverkehr) • R2 (Binnenfernverkehr) • R3 (Grenzüberschr. Fernverkehr)
Frachtraten	Produktgruppe	s.o.
	Verkehrsart	s.o.

3.4.1 Fahrzeugbetriebskosten

Entsprechend den „Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen“ (EWS) (FGSV 1997) und den Richtlinien zur Anlage von Straßen, Teil Wirtschaftlichkeit (RAS-W) (FGSV 1989) setzen sich die Betriebskosten für Kraftfahrzeuge aus drei Komponenten zusammen:

1. Betriebsgrundkosten: Diese hängen von der Transportdistanz ab und beinhalten die auf Betriebskilometer bezogenen variablen Kosten für Betrieb und Unterhalt der Fahrzeuge.
2. Zeitkosten beschreiben die mit der Einsatzzeit der Fahrzeuge direkt zusammenhängenden Aufwendungen der Spediteure (Lohnkosten und Spesen des Fahrpersonals, Abschreibungen, kalkulatorische Zinsen, Steuern, Versicherungsprämien) sowie die auf die Einsatzzeit des Fahrzeugs bezogenen Gemeinkosten (Verwaltung, Wagniskosten, kalkulatorischer Gewinn). Über diese rein faktorbezogene Bestimmung der Zeitkosten hinaus geben eine Reihe internationaler Studien einen Aufschlag für die Zeitpräferenzen der Verlader an, welche implizit von den Transporteuren berücksichtigt werden. Zeitkosten sind umgekehrt proportional zur Fahrgeschwindigkeit und damit eine Funktion von Straßentyp und Verkehrssituation.
3. Kraftstoffkosten ergeben sich als Produkt aus Brutto-Kraftstoffpreis pro Liter und dem Kraftstoffverbrauch. Letzterer ergibt sich je nach Typ und Gewichtsklasse des betrachteten Fahrzeuges als nichtlineare Funktion der Fahrgeschwindigkeit. Durch die politisch festgesetzte Höhe der Mineralölsteuer erhält die Komponente „Kraftstoffkosten“ eine zentrale Bedeutung in der Kostenentwicklung im Straßengüterverkehr.

Tabelle 3.19: Kostensätze im Straßengüterverkehr

Quelle	Fahrz.-typ	Achszahl	Zul. GG t	Aufbauart	Distanz- kosten DM/ 100 km	Kraftstoff- kosten DM/ 100 km	Zeitkosten DM/h	Anteil Zeit- kosten
BGL 2000	Lastzug Fern- bereich	3+2	40t	Normalaufbau - offener Kasten mit Kran	124,4	41,58	95,63	56,2 %
		3+2	40t	Normalaufbau - offener Kasten mit Plane und Spiegel	74,4	41,58	91,36	67,2 %
		3+2	40t	Normalaufbau - geschlossener Kasten mit Isolierwänden	92,4	41,58	95,92	63,4 %
		3+2	40t	Spezialaufbau - Wechselbehälter, offener Kasten mit Plane und Spiegel	78,4	41,58	96,09	67,1 %
	Sattel- kraft- fahr- zeug, Fern- bereich	2+3	40t	Normalaufbau - offener Kasten mit Plane und Spiegel	74,4	41,58	93,73	67,7 %
		2+3	40t	Spezialaufbau - Silo, für andere Staub- und Rieselgüter	146,4	41,58	139,23	61,3 %
		2+3	40t	Spezialaufbau - Tank - für Chemie (GGVS/ADR)	113,4	41,58	121,68	64,1 %
		2+3	40t	Spezialaufbau - Tank - für andere Nah- rungs- und Genußmittel ohne	113,4	41,58	118,41	63,5 %
		2	244- 274 KW		45,4	41,58	66,51	70,9 %
	Last- kraft- fahr- zeug Regio- nal- bereich	2	7,49t	Normalaufbau offener Kasten mit Plane und Spiegel	59,3	29,70	74,54	67,7 %
		2	26t	Kipper - Dreiseitenkipper, offener Kasten	297,3	29,70	117,35	39,7 %
	Lastzug Regio- nal- bereich	3+2	40t	Spezialaufbau mit Abrollvorrichtung für austauschbare Ladungs- träger	152,4	41,58	97,60	51,6 %
		2+3	40t	Spezialaufbau mit Auf- und Absetzvor- richtung für Muldentransporte	137,4	41,58	94,67	53,4 %
EWS 1997	Leichter Lkw Sonstige Lkw Lastzug				22,0	14,26	42,00	76,1 %
					31,5	28,51	42,00	69,0 %
					46,3	41,58	60,00	68,4 %
HCG 1999	Leichter Lkw Schwere Lkw + Lastzug				0,00	80,00		
					0,00	80,00		
Ausgewählte Kostensätze diese Studie				L1: 3,5t - 12t	47,00	14,26	77,00	73,2 %
				L2: 12t - 18t	68,00	28,51	77,00	65,4 %
				L3: >18t	100,00	41,58	110,00	64,7 %

Quellen: Kessel&Partner (1993), FGSV (1997), EC 2001

Die Euro-Vignette als Entgelt für die Benutzung von Straßen im Referenzfall geht direkt in die Distanzkosten nach Straßenklassen ein und wird somit nicht gesondert ausgewiesen. Tabelle 3.19 vergleicht verschiedene Quellen von Betriebsgrundkosten und Zeitkosten und weist die in dieser Studie verwendeten Kostensätze aus. Generell wird davon ausgegangen, dass die Tourenplanung nach Gesichtspunkten der Vollkostenrechnung durchgeführt wird und somit der im Vergleich zur EWS (FGSV 1997) höhere Kostenansatz des BGL gerechtfertigt ist.

3.4.2 Transportsätze

Transportsätze sind zum Großteil die an die Kunden der Fuhrunternehmer weitergegebenen Fahrzeugbetriebskosten. Transportsätze werden üblicherweise in DM / Tonnenkilometer (Tkm) angegeben. Sie errechnen sich als Quotient aus den Fahrzeugbetriebskosten und den Beladungsraten. Letztere wiederum setzen sich aus den Beladungsraten beladener Fahrzeuge (unter Berücksichtigung der Auslastungsgrade) und den Leerfahrtenanteilen zusammen.

Da die Auslastungsraten beladener Fahrzeuge wesentlich von der Art der beförderten Produkte abhängen und der Anteil von Leerfahrten von dem zu bedienenden Markt und der Paarigkeit seiner Güterverflechtung bestimmt wird, sind die Transportsätze differenziert nach den in Abschnitt 3.1 definierten Marktsegmenten zu ermitteln.

a) Beladungsraten

Die Schätzung von Beladungsraten im Güterverkehr ist nur ungefähr möglich, da diese von einer ganzen Reihe von Einflussfaktoren bestimmt werden. Diese sind in den folgenden Punkten kurz erläutert:

- Bei der Ladekapazität von Fahrzeugen spielt nicht nur das maximal zulässige Nutzlastgewicht, sondern auch die Volumenbeschränkung des Laderaumes eine Rolle. Dies ist insbesondere für Stückgutsendungen und Fertigwaren (NST/R-Warengruppe 9) relevant.
- Für die im Produktionsprozess befindlichen Transportgüter stellen die Anforderungen der Verlader an die Frequenz der Lieferungen eine Restriktion der möglichen Sendungsrößen dar. Durch Verlagerung der Lagerhaltung auf die Straße (Just-in-Time-Produktion) ergibt sich die optimale Auslastung der Fahrzeuge durch das Zusammenspiel von Logistik- und Transportkosten.
- Die verkehrliche Bedeutung von Transportrelationen und die Paarigkeit der Nachfrage nach Transportleistung bestimmen die Möglichkeit, Rück- und Beifrachten aufzunehmen. Der Anteil an Leerfahrten, die Auslastung beladener Fahrzeuge und auch die Ladekapazität der verwendeten Fahrzeuge sind unterschiedlich für verschiedene Relationen.

Tabelle 3.20 gibt einen Überblick über die Schätzung von Lkw-Beladungsraten nach Transportrelationen (Nahverkehr, Binnenverkehr und grenzüberschreitender Verkehr). Die Daten für Deutschland (1991 und 2010) wurden zum Einen aus Kessel&Partner (1993) entnommen, zum Anderen sind Werte für den transalpinen Güterverkehr angegeben, welche der Datenbasis „Transalpiner Güterverkehr 1994“ (GVF 1997) entnommen wurden.

Beim Vergleich der Auslastungsgrade beladener Fahrzeuge im grenzüberschreitenden Verkehr der Bundesrepublik mit den alpenquerenden Verkehren fällt auf, dass die von Kessel&Partner ermittelten Werte für 1991 deutlich über denen des GVF liegen. Dies ist mit dem in der Schweiz bis Ende 2000 herrschenden 28-t Limit teilweise erklärbar. Generell zeigt ein Vergleich der von Kessel&Partner ermittelten Auslastungsgrade mit den Statistiken des Kraftfahrt-Bundesamtes (Kraftfahrt-Bundesamt 2000) - und hierbei insbesondere die Leerfahrtenanteile - eine gute Übereinstimmung. Dementsprechend können die sehr differenzierten Schätzungen von Kessel&Partner (1993) als Grundlage der vorliegenden Untersuchung herangezogen werden.

Tabelle 3.20: Beladungsraten nach Verkehrsbereichen

Produktgruppe	1 Speditions- güter	2 Massen- güter	3 Mineralöl- erzeugnisse	4 Chem. Erzeug- nisse	2-4 Roh- materialien 1)	Ges.
Kessel & Partner 1993, Nahverkehr						
1991	Aufkommen (Mill. t)	799	1761	130	170	2061
	Beladung Lkw (t)	7	11,2	17,2	15,1	11,9
	Leerfahrtenanteil	25 %	40 %	50 %	40 %	35 %
2010	Aufkommen (Mill. t)	829	1982	124	301	2407
	Beladung Lkw (t)	7	11,2	17,2	15,1	12,0
	Leerfahrtenanteil	25 %	40 %	50 %	40 %	35 %
Kessel & Partner 1993, Binnenverkehr						
1991	Aufkommen (Mill. t)	231,7	76,1	21,4	22,7	120,2
	Beladung Lkw (t)	11,2	23,3	18,2	14,5	20,7
	Leerfahrtenanteil	19 %	34 %	43 %	32 %	35 %
2010	Aufkommen (Mill. t)	324,5	81,6	24,9	28,7	135,2
	Beladung Lkw (t)	12,3	23,6	18,3	14,9	20,8
	Leerfahrtenanteil	19 %	34 %	43 %	31 %	35 %
Kessel & Partner 1993, grenzüberschreitender Verkehr						
1991	Aufkommen (Mill. t)	136,5	45,4	3,3	32,7	81,4
	Beladung Lkw (t)	14,4	24,2	18,6	15,8	20,6
	Leerfahrtenanteil	21 %	35 %	45 %	42 %	38 %
2010	Aufkommen (Mill. t)	219,3	54,7	5,8	51,8	112,3
	Beladung Lkw (t)	13,4	24,0	18,5	15,4	19,7
	Leerfahrtenanteil	20 %	35 %	44 %	38 %	37 %
Dienst für Gesamtverkehrsfragen (GVF) 1997						
1994	Beladung Lkw	12,8	16,9	20,5	16,9	17,0
	Leerfahrtenanteil					24 %

1) Im Weiteren als Speditionsgüter bezeichnet.

Quelle: Kessel&Partner / IVT (1993), GVF (1995)

Bezüglich der zu verwendenden Marktsegmentierung lassen sich aus den vorliegenden Daten folgende Schlussfolgerungen ziehen:

- Beladungsraten der Fahrzeuge müssen nach den beiden Produktgruppen-Aggregaten (Speditionsgüter und Massengüter) differenziert werden.
- Eine Differenzierung in Nah- und Fernverkehr erscheint sinnvoll.

- Die Unterschiede zwischen Binnen- und grenzüberschreitendem Fernverkehr sind nicht signifikant.

Eine Differenzierung nach Fahrzeugklassen ist in ECOPLAN (1997) als Schätzung für die Schweiz im Jahre 2005 gegeben. Aus ihr ergibt sich die Nettotonnage (Auslastungsgrad beladener Fahrzeuge x Anteil beladener Fahrten) für verschiedene Nutzlastklassen. Diese sind in Tabelle 3.21 dargestellt.

Tabelle 3.21: Nutzlast und Auslastungsgrad nach Gewichtsklassen in der Schweiz

Fahrzeugkategorie nach Gesamtgewicht	Durchschnittliche Nutzlast	Durchschnittliche Auslastung
3,5 - 12t	4t	27 %
13 - 18t	7,5t	56 %
19 - 26t	12t	41 %
16 - 28t	16t	43 %
28 - 40t	24t	50 %

Quelle: ECOPLAN (1997)

Speziell für Deutschland finden sich Angaben für die Nettotonnage der in der vorliegenden Untersuchung verwendeten Fahrzeugklassen in den Statistiken des Kraftfahrt-Bundesamtes über Verkehrsleistungen und Zulassungszahlen. Unter Berücksichtigung einer unterschiedlichen Auslastung im Nah- und Fernverkehr kommt man zu den in Tabelle 3.22 dargestellten Auslastungsgraden. Diese werden für Fahrzeuge aller Herkunftsländer und Transportrelationen für das Basisjahr 2003 angenommen.

Tabelle 3.22: Auslastungsgrade und Nettotonnagen nach KBA (2000)

Gesamtgewichts-Aggredit	Mittlere Ladekap.	Durchs. Ausl.	Durchschnittliche Nettotonnage			
			PG1 Nahn	PG2 Fernv	PG2 Nahn	PG2 Fernv
t	t					
< 7,5	1,2	37 %	0,3	0,4	0,5	0,7
7,5 - 12	4,7	45 %	1,3	1,7	2,4	3,1
12 - 16	6,5	44 %	1,7	2,3	3,3	4,2
> 16	20,0	44 %	5,3	7,1	10,1	13,1

Quelle: Kraftfahrt-Bundesamt (2000)
Auswertungen des IWW

Aus diesen Quellen werden für diese Untersuchung Nettotonnagen nach Fahrzeugtyp und Marktsegment abgeleitet. Diese sind in Tabelle 3.23 dargestellt: Um die ermittelten Werte mit den obigen Angaben vergleichbar zu machen, weist Tabelle 3.23 zusätzlich die über Fahrleistungsanteile errechneten durchschnittlichen Beladungsraten je Marktsegment über alle Fahrzeugklassen aus.

Tabelle 3.23: Nettotonnagen nach Fahrzeugklassen und Marktsegment

Nettotonnagen und Fahrleistungsanteile 2010 (Referenzfall)	R1 Regionalverkehr		R2 Binnenfernverkehr		R3 Grenzüberschr. Fernverkehr	
	P1 Sped.G.	P2 Masseng.	P1 Sped.G.	P2 Masseng.	P1 Sped.G.	P2 Masseng.
Nettotonnage nach Fahrzeugtyp						
Lkw <12t zGG	1,2	2,1	1,2	2,1	1,2	2,1
Lkw 12t - 18t zGG	4,5	6,2	4,5	6,2	4,5	6,2
Lkw >18t zGG	12,6	14,8	12,6	14,8	12,6	14,8
Anteil an der Transportleistung je Marktsegment						
Lkw <12t zGG	34 %	22 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Lkw 12t - 18t zGG	50 %	30 %	15 %	5 %	0 %	0 %
Lkw >18t zGG	16 %	48 %	85 %	95 %	100 %	100 %
Anteil an der Fahrleistung je Marktsegment						
Lkw <12t zGG	70 %	56 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Lkw 12t - 18t zGG	27 %	26 %	33 %	11 %	0 %	0 %
Lkw >18t zGG	3 %	17 %	67 %	89 %	100 %	100 %
Mittlere Nettotonnage je Marktsegment						
Lkw <12t zGG	2,5	5,4	9,9	13,8	12,6	14,8

b) Kundensätze im Transportgewerbe

Kundensätze im Transportgewerbe errechnen sich aus den Vollkosten eines Auftrags, dividiert durch die beförderte Gütermenge. Bei der Ermittlung der Kundensätze sind die Betriebskosten nach Fahrzeugklassen aus Tabelle 3.19 und die durchschnittlichen Nettotonnagen aus Tabelle 3.20, sowie der Anteil je Fahrzeugklasse und Marktsegment nach Tabelle 3.14 den Berechnungen zugrunde gelegt. Zur Ermittlung der Betriebskosten wurde ein jeweils repräsentativer, der SVA unterliegender Lkw gewählt.

Tabelle 3.24: Frachtraten nach Marktsegmenten

Betriebskosten und Frachtraten in Referenzfall	R1 Regionalverkehr		R2 Binnenfernverkehr		R3 Grenzüberschr. Fernverkehr	
	P1 Sped.G.	P2 Masseng.	P1 Sped.G.	P2 Masseng.	P1 Sped.G.	P2 Masseng.
DM / 100 Fzkm	209,46	227,24	267,85	289,06	291,54	291,54
t / Fz	5,30	7,00	9,10	13,40	11,40	12,90
DM / 100 Tkm	39,52	32,46	29,43	21,57	25,57	22,60

Die Frachtrate ist eine vom Transportführer zu optimierende Größe. Eine Analyse der SVA muss zeigen, ob sich der Marktdruck hin zu schwereren Fahrzeugen, welcher durch eine zusätzliche Fixkostenkomponente weiter vergrößert wird, noch verstärken wird.

3.4.3 Kostenentwicklung nach Einführung der SVA

Zur Abschätzung der Kostenwirkung der Schwererverkehrsabgabe für die einzelnen Marktsegmente ist einerseits die in Tabelle 2.15 dargestellte Tarifstruktur der Szenarien I (durchschnittlich 25 Pf. / Fzkm auf BAB) und II (durchschnittlich 40 Pf. / Fzkm auf dem gesamten Netz) sowie andererseits die Relevanz der Fahrzeugklassen und Straßenkategorien in den einzelnen Marktsegmenten (Tabelle 3.14) von Bedeutung. Bei der Kostenentwicklung je Fahrzeugkategorie (Gewichtsklasse) muss berücksichtigt werden, dass im Jahr 2010 die verkehrlich relevanten Fahrzeugflotten zum großen Teil aus Lkw und Lastzügen der Emissionsklasse Euro-4 und Euro-5 bestehen werden (vgl. Abschnitt 3.1.5). Hierdurch und wegen der politischen Forderung, die Differenzierung der SVA auch auf die unteren Emissionsklassen Euro-0 bis Euro-2 auszudehnen, bewegen sich die real gezahlten Gebührensätze unterhalb des Durchschnitts von 25 Pf. bzw. 40 Pf. je Fzkm. Tabelle 3.24 demonstriert die Kostenentwicklung für einige ausgewählte Fahrzeugkategorien und Netzteile, um einen Eindruck über die Dimension der durch die SVA verursachten Kostensteigerung zu verschaffen.

Tabelle 3.25: Kostensteigerung im Referenzfall für ausgewählte Fahrzeugklassen

Zul. Ges. Gewicht	Straßen-klasse	Emissions-klasse	Betriebs- Kosten	SVA		Kostenentwicklung	
				Szen. I	Szen. II	Szen. I	Szen. II
			Pf. / Fzkm	Pf. / Fzkm	Pf. / Fzkm		
12t-18t	BAB	Euro-3	192,76	16,90	32,50	8,8 %	16,9 %
12t-18t	BAB	Euro-4	192,76	14,95	28,75	7,8 %	14,9 %
12t-18t	BAB	Euro-5	192,76	13,00	25,00	6,7 %	13,0 %
12t-18t	ÜS	Euro-3	250,51		32,50		13,0 %
12t-18t	ÜS	Euro-4	250,51		28,75		11,5 %
12t-18t	ÜS	Euro-5	250,51		25,00		10,0 %
>18t	BAB	Euro-3	279,08	29,90	45,50	10,7 %	16,3 %
>18t	BAB	Euro-4	279,08	26,45	40,25	9,5 %	14,4 %
>18t	BAB	Euro-5	279,08	23,00	35,00	8,2 %	12,5 %
>18t	ÜS	Euro-3	361,58		45,50		12,6 %
>18t	ÜS	Euro-4	361,58		40,25		11,1 %
>18t	ÜS	Euro-5	361,58		35,00		9,7 %

Die reale Kostensteigerung, welche dann an die verladende Wirtschaft weitergegeben würde, wenn keine innerbetrieblichen Anpassungsprozesse im Transportgewerbe vorgenommen würde, besteht aus einem gewogenen Mittelwert der in Tabelle 3.25 angegebenen spezifischen Kostensteigerungen. Durch die Gewichtung der spezifischen Kostensteigerungen mit den Anteilen, welche die Fahrzeugklassen und Straßenkategorien an der Fahrleistung im jeweiligen Marktsegment haben, ergeben sich die in Tabelle 3.26 dargestellten Kostensteigerungen.

Tabelle 3.26: Kostenentwicklung vor Anpassungsreaktionen nach Marktsegmenten

Kostenentwicklung nach Marktsegment	R1 Regionalverkehr		R2 Binnenfernverkehr		R3 Grenzüberschr. Fern- verkehr	
	P1 Sped.G.	P2 Masseng.	P1 Sped.G.	P2 Masseng.	P1 Sped.G.	P2 Masseng.
Szenario I	1,03 %	1,56 %	6,39 %	6,49 %	7,42 %	7,42 %
Szenario II	3,75 %	5,27 %	12,91 %	12,66 %	12,85 %	12,85 %

Durch die anteilige Fahrleistung auf nicht bemauteten Netzteilen und die Beteiligung nicht gebührenpflichtiger Fahrzeuge (<12t) fallen die marktsegmentspezifischen Kostensteigerungen für das Fuhrgewerbe insbesondere im Regionalverkehr sehr gering aus. Für den Entfernungsbereich unter 150 km werden in Szenario I Mehrkosten durch die SVA von lediglich 1 % bis 1,5 % geschätzt. Dieser Wert bleibt sogar noch hinter der mittleren jährlichen Teuerungsrate zurück, womit ein wirtschaftlicher Effekt auf dieses Marktsegment ausgeschlossen werden kann. Durch Bepreisung des sekundären Netzes (Szenario II) kann die Kostensteigerung bis zu 5,3 % betragen.

Im Fernverkehr fällt die Kostensteigerung vor Anpassungsreaktionen wegen des hohen Anteils von Bundesautobahnen und der geringen nicht gebührenpflichtiger Fahrzeuge sehr viel deutlicher aus als im Regionalverkehr. Insbesondere im grenzüberschreitenden Fernverkehr, bei dem Fahrzeuge unter 18t zGG verkehrlich unbedeutend sind und somit der gewichtsabhängige Zuschlagssatz von 10 Pf. / Fzkm voll zu Buche schlägt, ist eine Kostensteigerung von 7,4 % (Szenario I) bis 12,9 % (Szenario II) zu erwarten. Kostendämpfend wirkt hier die kürzere Lebensdauer der im Fernverkehr eingesetzten Fahrzeuge, wodurch ein hoher Modernitätsgrad im Bezug auf Emissionsstandards bewirkt wird.

4 EINZELANALYSE DER REAKTIONSPOTENZIALE

Die Ausführungen in diesem Abschnitt orientieren sich im Wesentlichen an dem in Abbildung 2.2 skizzierten Schema der Entscheidungsebenen für die am Güterverkehr beteiligten Akteure. Es wird zwischen kurzfristigen Entscheidungen der Transporteure (Routenverlagerungen), mittelfristigen Entscheidungen der Transporteure (innerbetriebliche Rationalisierung und Tourenplanung), Anpassungen der Flottenstruktur und langfristigen Auswirkungen auf die Verkehrs nachfrage und den Modal Split unterschieden. Ausnahmen bilden die Anpassungen der Flottenstruktur, bei der zwischen Veränderungen in den Gewichtsklassen einerseits und Veränderungen in den Schadstoffklassen andererseits unterschieden wird. Eine weitere Abweichung von dem in Abbildung 2.2 gezeigten Entscheidungsablauf bildet die Zusammenfassung der gesamtwirtschaftlichen Effekte, worunter die Verkehrsverlagerung auf andere Verkehrsträger und die Verkehrsvermeidung fallen. Für diese mittelfristigen Anpassungsmöglichkeiten der verladenden Wirtschaft stehen zusammengefasste Elastizitätenschätzungen zur Verfügung, weshalb nur indirekt nach dem Reaktionstyp unterschieden wird.

Zum Zwecke einer differenzierten Betrachtung der einzelnen Reaktionsmechanismen werden im Folgenden unterschiedliche Quellen herangezogen, um darauf aufbauend ein differenziertes Analysewerkzeug zu kreieren. Die methodischen Grundlagen sowie die Struktur der verwendeten Eingangsgrößen sind in Tabelle 4.1 übersichtsartig dargestellt.

Tabelle 4.1: Methodische Grundlagen der Auswirkungsanalyse

Methoden	Aussageziel	Daten
VACLAV (Schoch, Doll 1997)	Routenverlagerungen auf das nachgeordnete Straßennetz	<ul style="list-style-type: none"> • Güterbewegungsmatrix • Digitalisiertes Straßennetz • Straßenbelastungsinformationen • Betriebskosten nach Tabelle 3.19
ESCOT (Schade 1999) ASTRA (EC 2000d)	Flottenstruktur nach Emissionsklassen (systemdynamischer Ansatz)	<ul style="list-style-type: none"> • EU-Abgasnormen • Lebenszyklen der Güterkraftfahrzeuge • Gebraucht- und Neuwagenpreise • Verfügbarkeit neuer Technologien
ECOPLAN (1997 & 1999) SOFTICE (EC 2000a)	Strategische Anpassungen im Transportgewerbe	<ul style="list-style-type: none"> • Optimierungspotenziale bei Nettotonnagen und Leerfahrtenanteilen • Sonstige Kostenreduktionspotenziale im Fuhrgewerbe
DIW et al.. (1994), SOFTICE (EC 2000a), PETS (EC 1999a)	Strategische Anpassungen der Verlader, Verlagerung von Verkehrs nachfrage auf alternative Verkehrsträger	<ul style="list-style-type: none"> • Direkte Preiselastizität des Straßengüterverkehrs • Kreuzpreiselastizität des Schienengüterverkehrs • Kapazität und Attraktivität des Schienengüterverkehrs
EULOG (Eberhard 2000)	Langfristige Verschiebungen von Produktions- und Lagerstandorten	<ul style="list-style-type: none"> • Kostenstruktur in der produzierenden Wirtschaft • Transport- und Lagerkosten • Strategien der Standortwahl

Das methodische Konzept greift je nach dem geforderten Ergebnis der Teinalysen auf bestehende Verkehrsmodelle oder auf Expertenschätzungen zurück. In Ergänzung zu Tabelle 4.1 kann das gewählte Vorgehen wie folgt umrissen werden:

- Zur Analyse von Verdrängungseffekten des Straßengüterverkehrs von den Bundesautobahnen auf das nachgeordnete Straßennetz kommt das am IWW entwickelte Verkehrsmodell VACLA V zur Anwendung.
- Innerbetriebliche Anpassungsmechanismen, welche den durch die SVA verursachten Kosten druck teilweise auffangen können, werden durch Expertenschätzungen sowie durch aktuelle Beobachtungen aus der Schweiz erfasst.
- Zur Abschätzung der Entwicklung des Fahrzeugbestandes und zur Abschätzung von dessen Modernitätsgrad bieten die im Auftrag des UBA und der EU-Kommission entwickelten systemdynamischen Modelle ESCOT und ASTRA eine geeignete Grundlage.
- Zur Bestimmung der Verlagerung von Teilen der existierenden Verkehrsnachfrage auf die Schiene und des Umfangs einer Verminderung der Nachfrage nach Straßengütertransporten durch Vermeidung von Transporten werden Expertenschätzungen in Kombination mit ökonometrischen Untersuchungen herangezogen.
- Einen tieferen Einblick in die Entscheidungsfindung der verladenden Wirtschaft bei der Wahl von Produktionsstätten und Lagerstandorten liefert das Logistik-Modell EULOG.

Die der Ermittlung der Reaktionspotenziale zu Grunde gelegten Abgabesätze beziehen sich auf die Szenarien I (ausschließliche Anlastung der Wegekosten auf Bundesautobahnen) und II (Anlastung der Wegekosten des gesamten Fernstraßennetzes auf allen Netzteilen) für das Jahr 2010. Unter beiden Szenarien werden die Gebührensätze nach Gewichtsklasse und Emissionsstandard differenziert. Die entsprechenden Abgabesätze sind in Tabelle 2.15 wiedergegeben.

4.1 Verlagerungseffekte auf das nachgeordnete Netz

4.1.1 Relevanz von Verlagerungswirkungen

Bei der Analyse der Umweltauswirkungen einer SVA für den Straßengüterverkehr stellt die Verkehrsverlagerung auf das nachgeordnete nicht bepreiste Netz eine wichtige zu analysierende Reaktionsmöglichkeit der Gütertransporteure dar. Aus Sicht der Transportwirtschaft bildet die Inanspruchnahme von Ausweichrouten eine Möglichkeit der betriebsinternen Kosten senkung, welche sich aus den folgenden Elementen zusammensetzt:

- Zu zahlende Straßenbenutzungsgebühren können durch Ausweichen auf nicht bepreiste Strecken oder durch Verkürzung der Fahrstrecke innerhalb des gebührenpflichtigen Straßennetzes eingespart werden. Letzteres lässt Verlagerungswirkungen auf nachgeordnete Straßen selbst bei einer Gebührenerhebung auf dem gesamten Netz vermuten.
- Durch die Verlagerung der Fahrstrecke im Bezug auf Distanz und befahrene Straßenkategorie werden die direkt auf diese Größen bezogenen Kosten elemente (Kraftstoffverbrauch, Reifen, Wartung und Reparaturen) beeinflusst. Die Kostenveränderung kann dabei sowohl positiv (durch die Reduktion der Fahrstrecke) als auch negativ (durch

die Befahrung von Streckenteilen mit einem höheren spezifischen Kraftstoffbedarf durch Steigungen, Maßnahmen der Verkehrsregulierung, Staus, etc.) ausfallen.

- Entsprechend der Veränderung der Distanzen werden auch die Fahrzeiten und somit die Zeitkosten der Spediteure beeinflusst. Analog zur möglichen positiven oder negativen Veränderung der Distanzkosten können sich auch die Zeitkosten durch die Art der Routenwahl in beide Richtungen entwickeln.

Um verlässliche Aussagen über die Größenordnung von Verlagerungspotenzialen zwischen Bundesautobahnen und dem nachgeordneten Straßennetz treffen zu können, sind einzelne Relationen und die Eigenschaften des sie verbindenden Straßennetzes analysiert worden. Die Analyse von Verlagerungseffekten wird aus diesem Grund mit Hilfe des am IWW entwickelten Verkehrsmodells VACLA V auf der Basis von Verkehrsbeziehungen zwischen Kreisregionen durchgeführt. Die Methodik der Untersuchung und die verwendete Datengrundlage wird im Folgenden erläutert.

Während aus der internen Sicht des Transportgewerbes die Routenverlagerung einen insgesamt positiven Effekt auf die Kostenstruktur der Unternehmen hat, ist die Bewertung aus umweltpolitischer Sicht differenziert zu betrachten. Zu unterscheiden sind folgende Effekte:

- Durch eine Veränderung der Gesamtfahrleistung, welche entsprechend der obigen Ausführungen sowohl positiv als auch negativ ausfallen kann, ist eine Aussage über die Entwicklung der Umweltbelastung sowie der Verkehrssicherheit nur durch Einzelfallbetrachtungen möglich.
- Entsprechend Tabelle 3.16 fallen die externen Kosten je Fahrzeugkilometer durch Unfälle, Lärm, Luftverschmutzung und Klimawirkungen auf Bundesstraßen je nach Fahrzeugkategorie zwischen 50 % und 70 % höher aus als auf Bundesautobahnen. Unabhängig von der Entwicklung der Gesamtfahrleistung bedeutet dies, dass eine Verlagerung des Verkehrs auf nachgeordnete Netzteile in jedem Fall zu einer Erhöhung der Umwelt- und Lärmbelastung der Anwohner sowie zu einer Verminderung der Verkehrssicherheit.

Ziel dieses Untersuchungsschrittes ist es, einerseits die von den Unternehmen zu tragenden kurzfristigen Kostensteigerungen nach der Ausnutzung operationaler Anpassungsprozesse zu ermitteln, und andererseits die dadurch hervorgerufene Veränderung des verkehrlichen Mengengerüsts zum Zwecke der Beurteilung der Szenarien zu bestimmen. Eine monetäre Bewertung des ausschließlich durch die Verlagerungswirkungen veränderten verkehrlichen Mengengerüsts wird nicht ausgewiesen, da eine Vernachlässigung weiterer Anpassungsmechanismen innerhalb des Transportgewerbes und der verladenden Wirtschaft zu einer falschen Einschätzung der Vorteilhaftigkeit einzelner Gebührenmodelle führen kann.

4.1.2 Methodisches Vorgehen

Verlagerungseffekte von den Bundesautobahnen auf nachgeordnete Netzteile werden mit Hilfe des am IWW entwickelten Verkehrsmodells VACLA V untersucht. Das Modell VACLA V basiert auf der Kombination eines digitalisierten und kategorisierten europäischen Straßennetzes und einer geographisch orientierten Datenbasis von Verkehrsregionen (Abbildung 4.1).

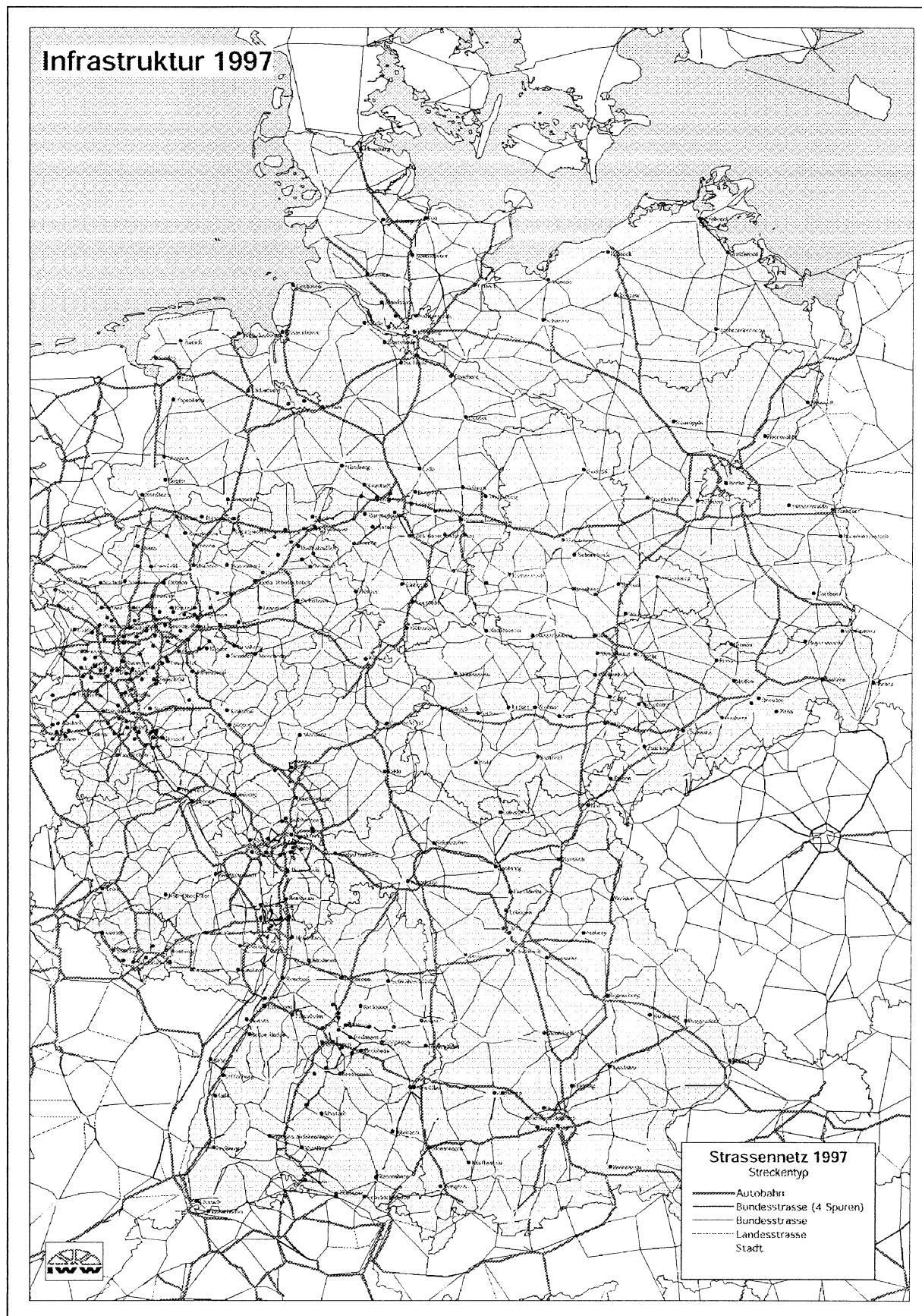


Abbildung 4.1: Darstellung des Bundesfernstraßennetzes in VACLAV
Quelle: IWW

Die Identifikation optimaler Routen zwischen Quell- und Zielzelle wird über die Minimierung generalisierter Kosten bestimmt. Die generalisierten Kosten setzen sich hierbei aus Zeit-, Distanz- und Kraftstoffkosten sowie aus Straßenbenutzungsgebühren zusammen. Diese vier Kostenbestandteile der zu minimierenden Präferenzfunktion der Spediteure errechnen sich nach folgendem Schema:

- Entfernungskosten berücksichtigen ausschließlich die Straßenkilometer zwischen Quell- und Zielzelle. Die Art der gefahrenen Strecken und die auf ihnen möglichen Fahrgeschwindigkeiten bleiben unberücksichtigt.
- Zeitkosten ergeben sich ferner als Quotient aus Zeitwert pro Stunde und der belastungs- und straßentypabhängigen Fahrgeschwindigkeit. Entsprechend Tabelle 3.19 werden für die Bestimmung der Zeitkosten Sätze zwischen 77 DM/h für Lkw unter 18t zulässigem Gesamtgewicht und 110 DM für schwere Lkw, Lastzüge und Sattelzüge verwendet.
- Belastungs- und straßentypabhängige Geschwindigkeiten haben weiteren Einfluss auf den Dieselverbrauch der Fahrzeuge und somit auf deren Betriebskosten je Kilometer. Für das Jahr 2010 wird von Kraftstoffkosten in Preisen von 2000 von 1,30 DM¹⁰ ausgegangen. Diese enthalten 0,62 DM Mineralölsteuer sowie 0,24 DM Öko-Steuer. Tabelle 4.2 zeigt die verwendeten Kraftstoffkosten nach Geschwindigkeit und Fahrzeugtyp.

Tabelle 4.2: Kraftstoffkosten nach Fahrzeugtyp und Geschwindigkeit

V in km/h	Verbrauch in l/100 km			Kosten (DM / 100 km)		
	<12t	12t-18t	>18t	<12t	12t-18t	>18t
20	16,05	32,38	46,26	21,0	42,4	60,5
30	12,86	24,30	38,06	16,8	31,8	49,8
40	11,60	21,18	34,64	15,2	27,7	45,3
50	11,20	20,28	33,30	14,6	26,5	43,6
60	11,29	20,70	33,17	14,8	27,1	43,4
70	11,74	22,05	33,84	15,4	28,8	44,3
80	12,46	24,13	35,14	16,3	31,6	46,0

Die in VACLAV codierten Straßensegmente sind nach deren verkehrlicher Funktion in Autobahnen, Bundesstraßen, sonstige Fernstraßen und Innerortsstraßen gegliedert. Teilstrecken sind mit deren Länge, der Anzahl Fahrspuren sowie Steigungs- und Kurvigkeitsklassen attribuiert und den in den Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsstudien an Straßen (FGSV 1997) enthaltenen Geschwindigkeitsfunktionen zugeordnet. Die für die Auswertung der Geschwindigkeitsfunktionen benötigte Verkehrsbelastung je Streckensegment wurde auf der Basis von Verkehrszählungsinformationen für das Jahr 1995 und ergänzenden Modellrechnungen erzeugt und auf das Jahr 2000 hochgerechnet.

Für die Einspeisung der Verkehrs nachfrage in das Straßennetz ist das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland in 440 Kreisregionen unterteilt. Die Anbindung dieser Verkehrszellen an das Straßennetz erfolgt über einen zentral in der Region liegenden Autobahnknotenpunkt. Die Verkehrs nachfrage zwischen den Verkehrszellen wurde aus Daten des Forschungsprojektes EUROMATRIX generiert, welche auf der Basis von Verflechtungen zwischen Re-

¹⁰ Dieser Wert beruht auf einer sehr vorsichtigen Schätzung. Nach Einschätzungen des Umweltbundesamtes sind Dieselpreise (ohne Mehrwertsteuer) im Bereich von 1,40 DM bis 1,50 DM möglich.

gierungsbezirken für 1997 vorliegen. Zur Zuordnung zu der hier verwendeten Zelleinteilung wurden Daten der Bruttowertschöpfung auf Kreisebene herangezogen.

Die Wahrscheinlichkeit einer Routenverlagerung aufgrund der Gebührenerhebung auf einzelnen Netzteilen wird entscheidend von der Kostenstruktur der Fahrzeuge und von der Gebührenhöhe bestimmt. Da beide Größen mit dem zulässigen Gesamtgewicht und der Emissionsklasse der Fahrzeuge variieren, wird die auf die Netze umgelegte Verkehrsnachfrage entsprechend dem verkehrlichen Anteil der Fahrzeugklassen segmentiert.

Entsprechend der Kategorisierung dem verkehrlichen Mengengerüst wird das Transport aufkommen und dessen Zusammensetzung nach Fahrzeugklassen zusätzlich nach Entfernungsstufen unterteilt. Entgegen der Segmentierung des Mengengerüsts in Regionalverkehr (bis 150 km), Binnenfernverkehr und grenzüberschreitenden Fernverkehr wird zur Auswertung der Verlagerungseffekte auf eine Klassifizierung nach 4 Klassen zurückgegriffen (vgl. Tabelle 4.3). Aus Gründen der Modellspezifikation ist eine Differenzierung nach Binnenverkehr und grenzüberschreitendem Verkehr an dieser Stelle nicht möglich. Da sich keine der in den generalisierten Kosten enthaltenen Komponenten nach der Art der transportierten Produkte unterscheidet, wird zur Untersuchung von Verlagerungen auf diese Marktsegmentierung verzichtet. Tabelle 4.3 zeigt die zur Prognose von Verlagerungseffekten gewählte Segmentierung der Güterströme.

Fahrzeuge der Gewichtsklasse unter 12t werden nicht auf Verlagerungspotenziale getestet, da die Schwerverkehrsabgabe für diese nicht gilt¹¹. Dementsprechend addieren sich die Marktanteile der Entfernungsstufe bis 150 km nicht zu 100 % auf. Der Anteil der Fahrleistungen leichter Lkw unter 12t beträgt hier 66,8 %, während er in den Entfernungsklassen über 150 km keine Rolle spielt. Die Zusammensetzung der Fahrzeugflotte in diesen Entfernungsklassen wird als gleichförmig angenommen.

Aus technischen Gründen gehen nicht alle verfügbaren oder verkehrlich relevanten Emissionsklassen (letztere werden 2010 die Klassen Euro-2 bis Euro-5 umfassen) in die Modellrechnung ein. Stattdessen wird zwischen Fahrzeugen, die der aktuellen Schadstoffnorm 2010 (Euro-4) mindestens entsprechen, und solchen, die diese Norm nicht erfüllen (Euro-0 bis Euro-3), differenziert. Um die Bandbreite möglicher Reaktionen aufzuzeigen, wird diesen zusammengefassten Klassen jeweils die niedrigste bzw. höchste Straßenbenutzungsgebühr entsprechend Tabelle 2.15 zugeordnet. Tabelle 4.3 gibt einen Überblick über die Gebührensätze und die Marktsegmentierung der Szenarien zur Verlagerungsabschätzung.

Tabelle 4.3: Gebührensätze und Marktanteile für die Verlagerungsrechnung

Gewichtsklasse	Schadstoff-klasse	Gebührensätze 2010		Marktanteil von Entfernungsklasse	
		Szenario I (BAB)	Szenario II (Gesamtnetz)	< 150 km	> 150 km
12t – 18t	< Euro-4	0,21	0,41	9,9 %	6,0 %
12t – 18t	= Euro-4	0,14	0,26	12,7 %	7,7 %
> 18t	< Euro-4	0,36	0,56	4,6 %	36,7 %
> 18t	= Euro-4	0,24	0,38	6,0 %	47,1 %

¹¹ Im Anhang zu dieser Studie wird ein spekulatives Szenario nach Schweizer Vorbild aufgespannt, bei dem alle Güterfahrzeuge ab 3,5 t zulässigem Gesamtgewicht bepreist werden. Hierfür wird die hier gezeigte Segmentierung entsprechend erweitert.

Entsprechend der Aufgabenstellung des Umweltbundesamtes besteht eine weitere Anforderung an diesen Arbeitsschritt im Ausweis von Verlagerungspotenzialen (bzw. von Verlagerungsrisiken) und der Wahrscheinlichkeit einer Rückverlagerung vom nachgeordneten Straßennetz auf die Bundesautobahnen aufgrund von Staueffekten.

Mit mehrstufig operierenden Umlegungsmodellen¹² wie VACLAV lassen sich derartige Aussagen nur schwer treffen, ohne die Modellstruktur zu verändern. Der Grund hierfür ist, dass der Umlegungsprozess in mehreren Stufen mit jeweils einem Teil der Verkehrsmenge durchgeführt wird. Nach jedem Umlegungsschritt wird automatisch die Verkehrsbelastung des Straßennetzes aktualisiert, was Auswirkungen auf die Geschwindigkeitsfunktionen und somit auf die generalisierten Kosten je Netzabschnitt hat. Das Ergebnis einer Umlegung mit VACLAV gibt dementsprechend den Nettoeffekt der Verkehrsverlagerung wieder. Dies bedeutet, dass die durch Staubildung im sekundären Netz theoretisch auf die Autobahnen rückverlagerten Verkehre bereits in der resultierenden Verkehrsleistung auf den Bundesautobahnen enthalten ist.

Um die Größenordnung dieses Effektes dennoch aufzeigen zu können, umfasst die Verlagerungsanalyse zwei Schritte:

- Zunächst werden „Testfahrzeuge“ nach den in Tabelle 4.3 gebildeten Kategorien unter den Bedingungen des Referenzfalles sowie der Szenarien I und II durch ein unbelastetes Netz geschickt, um die Verlagerungspotenziale zu quantifizieren.
- Im zweiten Schritt wird eine mehrstufige Umlegung nach dem in VACLAV implementierten Standardverfahren durchgeführt. Das Ergebnis stellt die insgesamt zu erwartende Verlagerung dar, welche einerseits kostenwirksam für die Spediteure wird und andererseits Eingang in die Umweltbewertung der Szenarien findet.

Die Rückverlagerung durch Staubildung im sekundären Straßennetz kommt schließlich durch die Differenz beider Fälle zum Ausdruck.

Bei der Kostenwirksamkeit der SVA in Szenario II (durchschnittlich 40 Pf/km auf dem gesamten für den schweren Güterverkehr relevanten Fernstraßennetz) ist zu berücksichtigen, dass alle Netzabschnitte bepreist werden. Entsprechend den rechtlichen Rahmenbedingungen kann die SVA allerdings nur auf einzelnen Abschnitten des sekundären Straßennetzes, welche durch starke Verkehrsverlagerungen betroffen sind, erhoben werden. Vereinfachend ist hierbei unterstellt, dass der Anteil der durch die SVA je Entfernungssegment betroffenen Verkehrsleistung aus dem Reaktionspotenzial (Umlegung im unbelasteten Straßennetz, Schritt 1) abgeleitet werden kann.

Die Analyse erfolgt nach Quell-Ziel-Relationen derart, dass die gesamte Fahrleistung auf dem nachgeordneten Netz als bepreist angenommen wird, sobald deren Verkehrsaufkommen im Vergleich zum Referenzfall um einen kritischen Prozentsatz $\underline{\text{a}}$ ansteigt. Da das EU-Recht nichts darüber aussagt, wann ein Streckenabschnitt als verlagerungsgefährdet einzustufen ist, ist der Parameter $\underline{\text{a}}$ an dieser Stelle frei zu wählen. Da bei Straßen des sekundären Netzes re-

¹² Mit „Umlegen“ wird im der Verkehrswissenschaft die Zuordnung von Verkehrsströmen zu Strecken in Verkehrsnetzen bezeichnet. Während prinzipiell nach Art der verwendeten Modelle auch Personen- oder Güterströme umgelegt werden können, bezieht sich der Begriff Umlegung hier auf Fahrzeugströme.

lativ früh die Kapazitätsgrenze erreicht ist, wird hier mit einem niedrigen Wert von 10 % gerechnet.

4.1.3 Verlagerungsrisiko im Straßengüterverkehr

Entsprechend der obigen Darstellung ist das Verlagerungsrisiko vom Netz der Bundesautobahnen hin zum nachgeordneten Straßennetz durch das Umlegungsergebnis in ein verkehrlich unbelastetes Straßennetz definiert. Hierbei wurden separate Umlegungen für die Fahrzeuggruppen L2 (12t - 18t) und L3 (>18t) sowie jeweils für den maximalen bzw. minimalen Gebührensatz entsprechend der Schadstoffnorm der Fahrzeuge durchgeführt. Um ein differenzierteres Bild der Transportsegmente zu erhalten, wurde die Klasse „Fernverkehr“ (>150 km) in Distanzklassen unter 300 km, unter 500 km und über 500 km unterteilt.

Als Maß für die Beeinflussung des Routenwahlverhaltens der Fuhrunternehmer wird die prozentuale Veränderung der Fahrleistung auf den Bundesautobahnen herangezogen. Für die einzelnen Fahrzeugklassen ergibt sich die relative Veränderung der Fahrleistung auf den BAB als Quotient aus der Fahrleistung innerhalb des jeweils betrachteten Szenarios und derjenigen des Referenzfalles. Die Fahrleistungen je Distanzklasse und Straßenkategorie werden aus der mit der entsprechenden Verkehrsmenge gewichteten Summe der Streckenkilometer des betrachteten Fahrzeugtyps auf Autobahnen und übrigen Fernstraßen bestimmt. Die Distanzklasse entspricht hierbei der Straßenentfernung zwischen den Quell- und Zielknoten im Referenzfall.

Tabelle 4.4 gibt einen Überblick über die Modellergebnisse unter der Voraussetzung eines unbelasteten Straßennetzes.

Tabelle 4.4: Verlagerungspotenziale nach Entfernungsklassen

Szenario	Fahrzeugtyp	Regionalverkehr (<150km)	Fernverkehr			Fernverkehr Gesamt
			150 bis 300 km	300 bis 500 km	über 500 km	
I 25 Pf./km auf BAB	Lastzug, Euro-0	15,3 %	17,5 %	15,5 %	14,4 %	15,7 %
	Lastzug, Euro-5	9,7 %	10,6 %	9,0 %	8,0 %	9,1 %
	Lkw, Euro-0	15,4 %	18,4 %	16,6 %	16,3 %	17,1 %
	Lkw, Euro-5	10,1 %	11,5 %	10,7 %	10,9 %	11,0 %
II 40 Pf./km gesamtes Netz	Lastzug, Euro-0	5,0 %	4,8 %	3,3 %	1,9 %	3,3 %
	Lastzug, Euro-5	3,3 %	3,2 %	2,2 %	1,1 %	2,1 %
	Lkw, Euro-0	5,3 %	4,8 %	4,2 %	4,5 %	4,5 %
	Lkw, Euro-5	3,8 %	3,0 %	2,7 %	2,0 %	2,6 %

Die Ergebnisse seien folgendermaßen zusammengefasst:

- In Szenario I (25 Pf./ km auf BAB) liegt das Verlagerungsrisiko in einem Bereich von etwa 9 % für Lastzüge der günstigsten Schadstoffklasse (Euro-5) und 17 % für Lkw der Gewichtsklasse 12t - 18t und mit einer Schadstoffklasse von maximal Euro-3.
- Im Vergleich hierzu fallen die Verlagerungspotenziale in Szenario II (40 Pf. auf dem gesamten Bundesfernstraßennetz) sehr moderat aus. Die gewichteten Anteile im Fernverkehr liegen hier zwischen 2,1 % und 4,5 %.

- Die Unterschiede in den Reaktionen resultieren in erster Linie aus der von den Fahrzeugen zu entrichtenden Gebühr. So zeigt sich eine große Spannbreite der Reaktionen über die unterschiedlichen Schadstoffklassen, welche mit den Differenzen in den zu entrichtenden Gebühren von bis zu 50 % korrespondiert.
- Die um 10 Pfennig je Fahrzeugkilometer divergierenden Gebührensätze für Fahrzeuge unterschiedlicher Gewichtsklassen werden durch die schlechtere Befahrbarkeit von Bundes- und Landesstraßen durch schwere Lkw und Lastzüge (>18 t zGG) kompensiert. Im Mittel fallen die Ausweichreaktionen schwerer Lkw dementsprechend minimal kleiner aus als die von Fahrzeugen der Gewichtsklasse 12t - 18t.
- Die Reaktion des Straßengüterverkehrs auf die SVA nimmt mit zunehmender Entfernung für alle Gewichts- und Emissionsklassen tendenziell ab. Dies ist dadurch erklärbar, dass bei kurzen Distanzen der Anfahrtsweg zur nächstgelegenen Autobahn relativ stärker zu Buche schlägt als im Fernverkehr und dadurch Alternativen ohne Autobahnanteil tendenziell eher in Frage kommen.

Da in diesem Arbeitsschritt die Fahrleistung auf allen Straßenkategorien als konstant betrachtet wird, entspricht die von den Autobahnen abgehende Fahrzeugmenge dem Zuwachs an Fahrleistung auf dem nachgeordneten Straßennetz. Durch die hierdurch auftretenden Staueffekte werden, entsprechend der obigen Darstellung, die theoretischen Verlagerungsrisiken (oder Verlagerungspotenziale) nur teilweise realisiert. Diesem Effekt wird durch Modell durchläufe in einem verkehrlich belasteten Straßennetz Rechnung getragen. Die Resultate dieser Rechnungen werden im Folgenden dargestellt.

4.1.4 Realisierung der Verlagerungsrisiken

Zur Abschätzung der realisierten Verlagerungseffekte wird ein mit dem Nahverkehr belastetes Straßennetz herangezogen. In dieses derart grundbelastete Netz werden anschließend die Fernverkehrsströme umgelegt. Die aggregierten Ergebnisse der Modellrechnungen im belasteten Straßennetz sind in Tabelle 4.5 zusammengestellt. Die kursiv dargestellten Werte (Spalte V/P) bezeichnen das Verhältnis aus der tatsächlich realisierten Verlagerung (Spalte V) zu dem Verlagerungspotenzial (vgl. Tabelle 4.4), welches sich unter Vernachlässigung der Staubildung auf den nachgeordneten Straßen ergeben würde.

Tabelle 4.5: Realisierte Verlagerungen der Szenarien I und II

Szenario	Fahrzeugtyp	Regionalverkehr (<150km)		Fernverkehr						Fernverkehr Gesamt	
				150 bis 300 km		300 bis 500 km		über 500 km			
		V	V/P	V	V/P	V	V/P	V	V/P	V	V/P
I 25 Pf./km auf BAB	Lastzug, Euro-0	7,8%	51%	6,1%	35%	3,7%	24%	2,1%	15%	3,9%	25%
	Lastzug, Euro-5	5,2%	53%	4,1%	39%	2,6%	29%	1,3%	16%	2,6%	28%
	Lkw, Euro-0	8,4%	54%	6,5%	35%	3,4%	20%	2,4%	15%	4,0%	23%
	Lkw, Euro-5	5,2%	51%	4,2%	36%	2,1%	20%	1,4%	13%	2,5%	23%
II 40 Pf./km gesamtes Netz	Lastzug, Euro-0	5,2%	104%	4,1%	85%	2,3%	69%	1,2%	63%	2,4%	75%
	Lastzug, Euro-5	3,3%	100%	2,3%	71%	1,6%	76%	0,8%	76%	1,5%	73%
	Lkw, Euro-0	6,5%	122%	4,8%	99%	2,6%	61%	1,7%	38%	3,0%	65%
	Lkw, Euro-5	4,1%	109%	3,0%	99%	1,3%	49%	0,8%	40%	1,7%	65%

V: Realisierte Verlagerung unter Berücksichtigung von Staubildung im nachgeordneten Netz

P: Verlagerungspotenzial (ohne Berücksichtigung von Staubildung im nachgeordneten Netz)

Abbildung 4.2 und Abbildung 4.3 veranschaulichen die in Tabelle 4.5 aufgelisteten prozentualen Verlagerungen der Fahrleistungen auf Bundesautobahnen in graphischer Form:

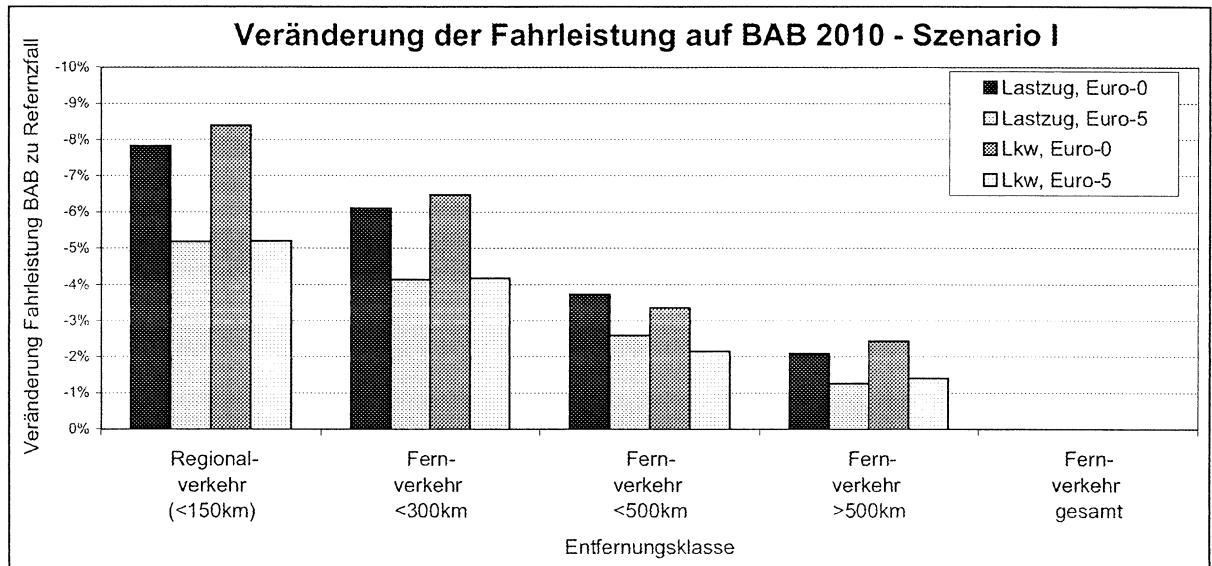


Abbildung 4.2: Veränderung der Fahrleistung auf BAB in Szenario I
Quelle: Modellrechnung IWW

Für Szenario I lassen die Ergebnisse der Modellrechnung folgende Schlussfolgerungen zu:

- Die durch die Umlegung in ein verkehrlich unbelastetes Streckennetz ermittelten Potenziale (oder Risiken) von Ausweichfahrten über das nachgeordnete Netz werden lediglich zu 20 % bis 30 % realisiert. Anders ausgedrückt werden 70 % bis 80 % der theoretisch zu erwartenden Verlagerung durch Staubbildung auf dem nachgelagerten Straßennetz wieder auf die Autobahnen rückverlagert. Dadurch reduziert sich der Rückgang der Fahrleistungen auf Bundesautobahnen zu lediglich 2,5 % bis 4 %.
- Der Anteil der realisierten Potenziale nimmt dabei mit steigender Transportentfernung ab. Dies kann dadurch erklärt werden, dass auf langen Strecken über das nachgeordnete Straßennetz die Häufigkeit verstauter Streckenanteile wächst und somit die Fahrzeitverzögerung ein größeres Gewicht erhält als bei kurzen Distanzen.
- Im Regionalverkehr kann von einem Rückgang der Fahrleistungen auf Bundesautobahnen von 5 % bis 9 % ausgegangen werden, was einer Realisierung des Verlagerungspotenzials ohne Staueffekte von ca. 50 % entspricht.
- Gewichtet mit der Fahrleistung in Regional- und Fernverkehr, ergeben sich unter den Rahmenbedingungen von Szenario I Verlagerungen im Bereich von 3,4 % für schadstoffarme Fahrzeuge bis 5,4 % für Fahrzeuge der Emissionsklasse Euro-0.

Die Modellergebnisse für Szenario II stellen sich in graphischer Form wie folgt dar:

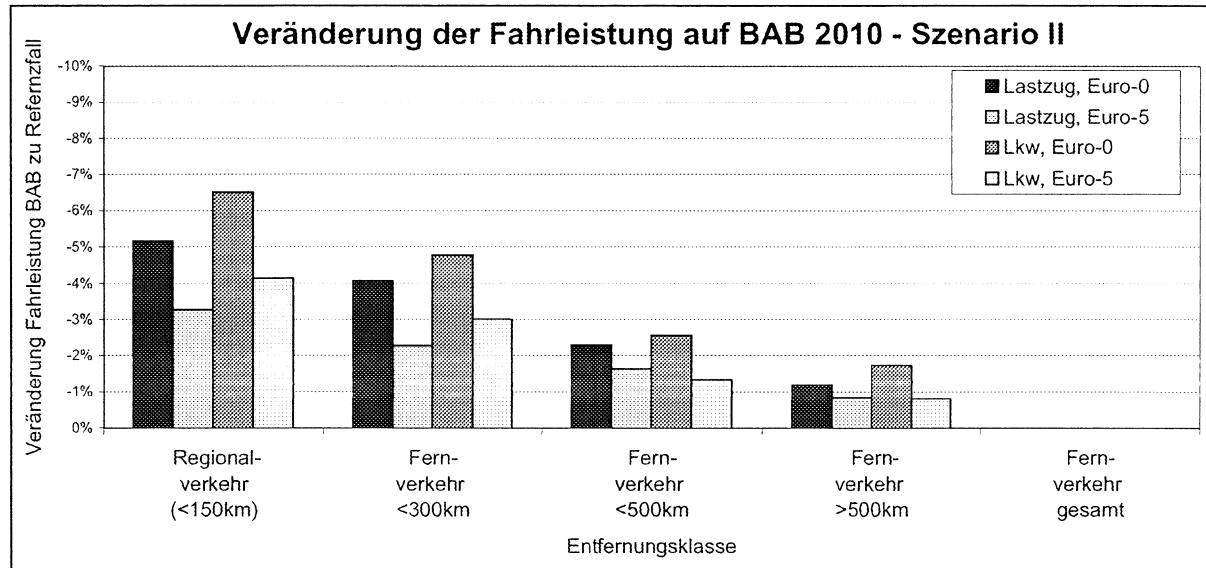


Abbildung 4.3: Veränderung der Fahrleistung auf BAB in Szenario II

Quelle: Modellrechnung IWW

Aus den Ergebnissen ergeben sich folgende Schlussfolgerungen:

- Im Fernverkehr werden ca. 65 % bis 73 % der geschätzten Ausweichpotenziale genutzt. Dieser hohe Anteil im Vergleich zu den Ergebnissen von Szenario I ist mit dem niedrigen Ausgangsniveau der Verlagerungspotenziale zu begründen. Da in diesem Szenario sehr viel weniger Verkehr auf das sekundäre Straßennetz gedrängt wird, können die ermittelten Reaktionspotenziale in großem Umfang ausgeschöpft werden.
- Im Regionalverkehr ergibt sich sogar ein Verhältnis von realisierter Ausweichmenge zum Ausweichpotenzial über 100 %. Hierfür verantwortlich sind die im Realisierungsfall gegenüber dem Potenzialfall schlechteren Verkehrsbedingungen auf den BAB. Durch die Rückverlagerung des Fernverkehrs wird für den Regionalverkehr, für den die nachgeordneten Straßen häufig eine erhebliche Verkürzung der Fahrtroute bedeuten, ein zusätzlicher Anreiz zur Inanspruchnahme von Ausweichrouten geschaffen. Zudem kommt im Regionalverkehr die vom Fernverkehr verursachte Staubildung auf Bundesstraßen weniger zum Tragen, da viele für den Regionalverkehr bedeutsamen Straßen des nachgeordneten Netzes im Fernbereich keine nennenswerte verkehrliche Bedeutung haben.

Zusammenfassend ist davon auszugehen, dass die realisierten Verlagerungseffekte bei der Bepreisung des gesamten Netzes nicht unbedingt vernachlässigbar sind. Durch die Erhöhung der Betriebskosten je Fahrzeugkilometer entsteht für die Fuhrunternehmer der Anreiz, Fahrtrouten zu verkürzen und somit teilweise von den Autobahnen auf das nachgeordnete Straßennetz auszuweichen.

4.1.5 Verkehrliche und ökologische Konsequenzen

Der gesamte Rückgang der Fahrleistungen auf den Bundesautobahnen über alle Gewichtsklassen beträgt nach den Modellrechnungen des IWW 3,3 % in Szenario I, was einen Anstieg der Fahrleistungen auf den übrigen Straßen um 8,1 % bedeutet. In Szenario II fällt der Rückgang der Fahrleistung auf den BAB mit 2,2 % geringer aus, wodurch die Verkehrsbelastung auf dem nachgeordneten Netz lediglich um 5,5 % gegenüber dem Referenzfall wächst. Das nachgeordnete Netz bezieht sich hierbei im Wesentlichen auf die Bundesstraßen, besonders im Bereich der Regionalverkehre sind jedoch auch Landes- und Kreisstraßen von verkehrlicher Relevanz.

Zur Bewertung der verkehrlichen Effekte aus ökologischer Sicht ist nicht nur die Fahrleistung nach Netzteilen, sondern auch die Struktur der Fahrzeugflotte entscheidend. Entsprechend dem in Kapitel 3.3 vorgestellten Bewertungsansatz spielt hierbei die Flottenzusammensetzung nach Gewichtsklassen als auch nach Emissionsklassen eine entscheidende Rolle. Durch die unterschiedliche Mauthöhe für Fahrzeuge verschiedener Emissionsklassen kann sich diese Struktur zwischen Bundesautobahnen und dem nachgeordneten Netz verschieben, so dass der Anteil emissionsintensiver Fahrzeuge auf dem nachgeordneten Netz in Vergleich zu den Autobahnen wächst.

Zur Bestimmung der Verkehrsanteile nach Gewichts- und Emissionsklassen auf den Bundesautobahnen sowie auf den übrigen Fernstraßen wurden die mittels der VACLAV-Simulationsrechnungen ermittelten Verlagerungswahrscheinlichkeiten auf das in Kapitel 3 entwickelte verkehrliche Mengengerüst 2010 angewendet. Die Reaktionen der Emissionsklassen Euro-1 bis Euro-4 wurden hierbei aus den vorliegenden Reaktionswahrscheinlichkeiten und den entsprechenden Gebührensätzen extrapoliert. Die Ergebnisse sind in Tabelle 4.6 zusammenfassend dargestellt, wobei hier aus Gründen der Übersichtlichkeit auf den Ausweis der verkehrlich nicht bedeutsamen Emissionsklassen Euro-0 bis Euro-2 sowie Lkw unter 12t verzichtet wurde.

Tabelle 4.6: Zusammensetzung der erbrachten Fahrleistung nach Emissionsklassen und Netzteil

Emissionsklasse	Bundesautobahnen			Übrige Straßen		
	Referenz	Szenario I	Szenario II	Referenz	Szenario I	Szenario II
Euro-3	2,6 %	2,6 %	2,6 %	4,5 %	4,5 %	4,5 %
Euro-4	40,5 %	40,2 %	40,3 %	40,4 %	41,1 %	41,1 %
Euro-5	56,9 %	57,2 %	57,1 %	55,1 %	54,5 %	54,5 %

Bei der in Tabelle 4.6 dargestellten Struktur der Fahrzeugflotte 2010 sind noch nicht die Auswirkungen der SVA auf die Beschaffungspolitik des Fuhrgewerbes berücksichtigt. Die Verteilung der Emissionsklassen insgesamt ist in diesem Untersuchungsschritt dementsprechend für alle Szenarien identisch.

4.1.6 Auswirkungen auf die Kostenstruktur im Transportgewerbe

Aus Sicht der Transportwirtschaft besteht das mit einer Anpassung der Routenwahl verfolgte Ziel im Auffangen eines Teils der durch die SVA verursachten Kostenerhöhung. Aus ge-

samtirtschaftlicher Perspektive ist ferner der Grad der Kostenanpassung bedeutend, da hierdurch einerseits der weitere Anpassungsdruck der Transportwirtschaft und die damit verbundenen Auswirkungen auf das Verkehrsgeschehen und andererseits die an die verladenden Wirtschaft weitergegebene Preissteigerung beeinflusst werden. Nach der vollständigen Ausreizung innerbetrieblicher Anpassungsmöglichkeiten können hieraus schließlich die Potenziale für die Vermeidung der Verkehrsnachfrage und modale Verlagerungen abgeschätzt werden (vgl. Abbildung 2.2).

Entsprechend den Ausführungen in Abschnitt 4.1.1 setzen sich die durch Routenverlagerungen erzielten kurzfristigen Einsparungen wie folgt zusammen:

- Veränderung der Fahrzeit,
- Veränderung der Distanz,
- Veränderung des Kraftstoffverbrauches und
- Verminderung der zu entrichtenden Straßenbenutzungsgebühren

Die Analyse dieser nach Fahrzeugkategorie differenzierten Kostenparameter geschieht für jedes der betrachteten Szenarien nach folgendem Schema:

- Die Analyse der eingesparten Fahrzeit je Fahrzeugklasse und Entfernungsband basiert auf der Änderung der Fahrleistung je Netzteil und der entsprechenden mittleren Fahrgeschwindigkeit. Die Bewertung der anteilig eingesparten Zeitkosten erfolgt mittels der in Tabelle 3.19 ermittelten Kostensätze.
- Die zentrale Größe der Analyse der Kostenentwicklung ist die sich aus den Modellergebnissen ergebende Veränderung der Fahrdistanz. Deren direkte Bewertung wird mit den Kostensätzen aus Tabelle 3.19 vorgenommen.
- Aus technischen Gründen ist auf der Ebene der Modellergebnisse eine detaillierte Analyse des Kraftstoffverbrauchs nicht mehr möglich. Daher werden durchschnittliche Kraftstoffkosten je 100 km den Distanzkosten entsprechend Tabelle 3.19 aufgeschlagen¹³.
- Die durch die Schwerverkehrsabgabe bewirkten Einsparungen ergeben sich entsprechend aus der Änderung der Fahrdistanz nach Netzteilen und der Definition der Szenarien nach Tabelle 2.15.

Tabelle 4.7 zeigt die aus der Verlagerung von Fahrten auf Bundesautobahnen auf das nachgeordnete Netz resultierende Vermeidung von Kostensteigerungen. Aus einem Vergleich der Kostenentwicklung vor und nach der Anpassung der Routenwahl durch die Spediteure geht hervor, dass das Reduktionspotenzial insgesamt sehr gering ausfällt.

¹³ Aufgrund der relativ geringen Bedeutung der Kraftstoffkosten (ca. 15% der gesamten Betriebskosten) werden die kilometrischen Kraftstoffkosten nicht zwischen verschiedenen Netzteilen und deren Fahreigenschaften differenziert.

Tabelle 4.7: Kostenentwicklung nach Routenverlagerung

Kostenentwicklung nach Marktsegment	R1 Regionalverkehr		R2 Binnenfernverkehr		R3 Grenzüberschr. Fernverkehr	
	P1 Sped.G.	P2 Masseng.	P1 Sped.G.	P2 Masseng.	P1 Sped.G.	P2 Masseng.
Kostenentwicklung vor Routenwahl						
Szenario I	1,03 %	1,56 %	6,39 %	6,49 %	7,42 %	7,42 %
Szenario II	3,75 %	5,27 %	12,91 %	12,66 %	12,85 %	12,85 %
Kostenentwicklung nach Routenwahl						
Szenario I	0,94 %	1,43 %	6,11 %	6,23 %	7,13 %	7,13 %
Szenario II	3,56 %	5,06 %	12,51 %	12,35 %	12,56 %	12,56 %
Veränderung in %						
Szenario I	-0,09 %	-0,12 %	-0,28 %	-0,26 %	-0,29 %	-0,29 %
Szenario II	-0,19 %	-0,21 %	-0,40 %	-0,31 %	-0,28 %	-0,28 %

Die Ergebnisse der Tabelle 4.7 zeigen, dass das Einsparpotenzial durch Ausweichfahrten in einem positiven Zusammenhang mit der durch die SVA hervorgerufenen Kostensteigerung steht. Im Fernverkehr können lediglich 0.3 % (Szenario I) bzw. 0.4 % (Szenario II) aufgefangen werden.

Diese Werte sind vor dem Hintergrund der geringen Verlagerung zu sehen. Die in Tabelle 4.7 ausgewiesenen Einsparpotenziale gelten für den gesamten Straßengüterverkehr einschließlich derjenigen Fahrten, bei denen die Fahrtroute unverändert bleibt. Bei einem gesamten Einsparpotenzial von 0.3 % und einer Verlagerungswahrscheinlichkeit von 5 %, ergibt sich beispielsweise ein durchschnittliches Kosteneinsparpotenzial von 6 % für diejenigen Fahrten, bei denen sich durch eine Routenverlagerung die Kostensituation des Fuhrunternehmers verbessern lässt.

4.2 Strategische Anpassungen im Transportgewerbe

4.2.1 Relevanz der strategischen Anpassung

Die wichtigsten Reaktionen des Transportgewerbes auf die sich verändernden preislichen Rahmenbedingungen sind eine Rationalisierung der Transportabwicklung und eine Anpassung der Fahrzeugflotte. Formen der Rationalisierung der Transportabwicklung sind unter Anderem die Optimierung der Tourenplanung, die Bildung von Fahrzeugpools oder der Zusammenschluss von Firmen. Die Anpassung der Fahrzeugflotte kann einerseits durch den verstärkten Einsatz von Fahrzeugen unter 12t zulässigem Gesamtgewicht, welche der SVA nicht unterliegen, oder andererseits durch die Verwendung größerer, und damit rationellerer Fahrzeuge erfolgen. Während die Optimierung des Einsatzes bestehender Produktionsmittel relativ kurzfristig möglich ist, zählt der Umbau der Fahrzeugflotte zu den langfristigen Auswirkungen der SVA.

Beide Anpassungsprozesse bewirken eine Verbesserung der Auslastungsgrade des verwendeten Fuhrparks. Es wird angenommen, dass der damit erzielte Produktivitätsfortschritt durch den enormen Preisdruck im Speditionsgewerbe weitgehend an die Kunden weitergegeben wird. Über das Speditionsgewerbe hinausgehende gesamtwirtschaftliche Effekte wie die

Vermeidung und Verlagerung des Verkehrs auf alternative Verkehrsträger werden erst in einem weiteren Schritt untersucht.

4.2.2 Innerbetriebliche Anpassungspotenziale im Fuhr Gewerbe

Die Anpassungsreaktionen mit verkehrlicher Relevanz schließen in jedem Fall eine Erhöhung der Beladungsraten der Fahrzeuge und somit eine Reduktion der gefahrenen Kilometer ein. Für eine analytische Betrachtung der Produktivitätsreserven im Transportgewerbe liegen nicht genügend statistisch gesicherte betriebliche Informationen vor. Demzufolge muss die Abschätzung von Reaktionspotenzialen hinsichtlich besserer Auslastung der Fahrzeuge aufgrund vorliegender Expertenschätzungen erfolgen. Folgende Informationen sind grundlegend:

- Bereits vor Einführung einer Schwererverkehrsabgabe ist der Preisdruck im Fuhr Gewerbe (durch die Erhöhung der Kraftstoffpreise, durch die Einführung der Euro-Vignette und durch die zunehmende ausländische Konkurrenz) im letzten Jahrzehnt enorm gestiegen. Gleichzeitig wird ein Trend hin zu schwereren Fahrzeugen mit entsprechend geringeren Kosten je Tonnenkilometer beobachtet (Abbildung 3.1). Eigenen Schätzungen zufolge beträgt der hierdurch erzielte Produktivitätseffekt zwischen 3 % und 5 %, bezogen auf die durchschnittliche Nettotonnage im Fernverkehr. Der Produktionseffekt im Regionalverkehr dürfte aufgrund der dort anderen Situation vernachlässigbar sein.
- In Kessel&Partner (1993) wird das Potenzial zur Verringerung der Leerfahrtenanteile in allen Marktsegmenten (Verkehrsrelationen und Gütergruppen) als äußerst gering eingestuft. Bestenfalls im grenzüberschreitenden Verkehr könnte durch Verdichtung der Verkehrsverflechtung mit dem Ausland eine Optimierung der Transportketten und damit verbunden eine Reduktion der Leerfahrtenanteile um 1 % bis 2 % erfolgen (Tabelle 3.20).
- Aus derselben Quelle geht eine realisierbare Produktivitätsreserve von 10 % für Speditions- und Massengüter im binnennärdischen Fernverkehr hervor, welche mit dem steigenden Preisdruck durch die Deregulierung des Transportmarktes seit 1994 begründet wird. Während im Regionalverkehr keine Produktivitätsreserve angenommen wird, sinken die in Tabelle 3.20 für den Fernverkehr prognostizierten Auslastungsgrade beladener Fahrzeuge sogar um durchschnittlich 8 %. Diese Entwicklung wird durch die zunehmende räumliche Verteilung der ausländischen Nachfrage und den wachsenden Anteil hochwertiger Produkte bei den nachgefragten Produkten begründet. Eine Beziehung zur Kosten- bzw. Konkurrenzsituation wird hierbei nicht hergestellt.
- In ECOPLAN 1997 wird die Entwicklung der Fahrzeugbestände und somit der möglichen Auslastungsgrade in zwei Segmenten betrachtet: Für die Fahrzeuggruppen niedriger Gewichtsklassen wird teilweise eine weitere Reduktion der Gewichtsklassen zur Vermeidung der Abgabepflicht (in der Schweiz ab 3,5t zulässiges Gesamtgewicht) geschätzt. Da das schweizerische Modell (im Gegensatz zur deutschen SVA) eine gewichtsabhängige Gebührenstruktur vorsieht, wird hier von einer Reduktion des durchschnittlichen Gesamtgewichtes aller Fahrzeuge um eine Tonne ausgegangen. Im Bereich schwerer Fahrzeuge wird dieser Effekt jedoch als nicht relevant betrachtet.

Ein aktueller Überblick über innerbetriebliche Kostensenkungspotenziale im Fuhr Gewerbe findet sich in DVZ (2001). Dort werden Möglichkeiten zu einer deutlichen Kostensenkung in unterschiedlichen Unternehmensteilen (Verwaltung, Personal, Kapitaldienste oder Serviceprovider) angesprochen. Diese haben nicht direkt verkehrliche Konsequenzen, können sich

aber mittelbar über das Auffangen der durch die SVA verursachten Kostensteigerung auf das Niveau der Frachtpreise, und somit auf das Verhalten von Verladern auswirken. Als Einsparpotenziale mit direkter verkehrlicher Relevanz werden dabei Möglichkeiten der Fahrzeugrotation, des Fahrzeugpoolings sowie der Tourenplanung angesprochen. Optimierungen in diesen Bereichen würden eine Verringerung von Leerfahrtenanteilen bzw. Steigerungen von Auslastungsgraden beladener Fahrzeuge nach sich ziehen.

Bedingt durch den internationalen Kostendruck wird hierbei davon ausgegangen, dass die genannten Einsparpotenziale, welche in ihrer Größenordnung nicht näher quantifiziert werden, in den nächsten Jahren auch ohne Einführung der Lkw-Maut in Anspruch genommen werden würden. Die Ausführungen unterstreichen die Relevanz der aus den oben beschriebenen Quellen entnommenen Optimierungspotenziale im Fuhrgewerbe und weisen auf weitere, nicht fahrleistungsbezogene Kosteneffekte hin. Die Ausschöpfung der diskutierten Anpassungspotenziale wird nun in Abschnitt 4.2.3 behandelt.

4.2.3 Ausschöpfung innerbetrieblicher Einsparpotenziale

Die zu der Ausschöpfung von Produktivitätsreserven im Fuhrgewerbe führenden Kostensteigerungen sind auf Basis der mit dem Fahrzeugeinsatz direkt variierenden Betriebskosten im Fuhrgewerbe nach der Routenverlagerung zu ermitteln. Zu diesen direkten variablen Kosten können alle direkten kilometrischen Betriebskosten der Fahrzeuge, Kraftstoffkosten und Personaleinsatzkosten gerechnet werden. Die Beeinflussung fixer Kostenblöcke (Abschreibungen auf Fahrzeuge und Gebäude, Verwaltung und Vertriebskosten, Wagniszuschläge oder Unternehmergewinn) spielen für die verkehrlich relevante Einsatzplanung eine untergeordnete Rolle.

Zur Abschätzung der für mittelfristige Unternehmensentscheidungen relevanten Kostensteigerungen werden die Zeitkosten durch die Fahrereinsatzkosten ersetzt. Diese belaufen sich nach den Unterlagen des BGL auf durchschnittlich 43 DM pro Stunde, welches einem Anteil von rund 40 % an den Zeitkosten entspricht. Bei einem Anteil der Zeitkosten an den gesamten Transportkosten (Tabelle 3.19) von 65 % entspricht die Eliminierung fixer Kostenbestandteile einer Reduktion der Fahrzeugeinsatzkosten auf ein Niveau von 60 %.

Um die Konsequenzen der SVA für betriebliche Entscheidungen beurteilen zu können, sind somit die in Tabelle 4.7 ausgewiesenen Kostensteigerungen im Fernverkehr um durchschnittlich 70 % anzuheben. Tabelle 4.2.1 stellt die entscheidungsrelevante Kostenentwicklung dar.

Tabelle 4.8: Entscheidungsrelevante Kostensteigerung für betriebliche Anpassung

Kostenentwicklung nach Marktsegment	R1		R2		R3	
	Regionalverkehr		Binnenfernverkehr		Grenzüberschr. Fernverkehr	
	P1 Sped.G.	P2 Masseng.	P1 Sped.G.	P2 Masseng.	P1 Sped.G.	P2 Masseng.
Szenario I	1,6 %	2,5 %	10,5 %	10,7 %	12,2 %	12,2 %
Szenario II	6,3 %	8,9 %	21,9 %	21,5 %	21,8 %	21,8 %

Basierend auf den Informationen aus Tabelle 4.7 lassen sich für die Entwicklung der innerbetrieblichen Anpassung folgende Schlussfolgerungen ziehen:

- Generell wird eine deutliche Reaktion im Fernverkehr erst ab einer Kostensteigerung >20 % erwartet. Kostenerhöhungen zwischen 10 % und 15 % erscheinen hingegen als eine im Rahmen schwankender Marktpreise normale Entwicklung, die nicht mit wesentlichen Änderungen der Logistik beantwortet wird. Im Regionalverkehr hingegen kann die Reaktionsschwelle durch flexiblere Planungsmöglichkeiten der Spediteure bereits bei unter 15 % Kostensteigerung liegen.
- Die Anpassungsfähigkeit im Marktsegment niederwertiger Güter (Massengüter) ist als sehr begrenzt zu betrachten, da die Verwendung von Spezialfahrzeugen eine Variation des zulässigen Gesamtgewichtes der eingesetzten Flotte erschwert. Bei gegebenem Anpassungsverhalten im Bereich der Speditionsgüter werden die Reaktionen in diesem Marktsegment auf 25 % geschätzt. Dieses Verhältnis gilt für alle Verkehrsbeziehungen.
- Die Anpassung im Regionalverkehr wird in Teilen einen Ersatz von Fahrzeugen >12t durch solche im Gewichtsbereich von 7,5t bis 12t zur Folge haben. Durch diese Reaktion sinkt die durchschnittliche Tonnage je Fahrzeug. Dieser Effekt ist jedoch als sehr moderat zu beurteilen, da in diesem Marktsegment generell gute Ausweichmöglichkeiten auf das nachgelagerte Straßennetz bestehen (vgl. Tabelle 4.5).
- Im Fernverkehr setzt ein gegenläufiger Trend ein. Durch die zusätzliche Kostenkomponente wächst der Kostendruck und verstärkt die Tendenz hin zu schwereren Fahrzeugen. Entsprechend den Überlegungen für den Regionalverkehr trifft dies im Wesentlichen nur für den Bereich der Speditionsgüter zu. Auch hier wird die Anpassung (gemessen in absoluten Zuwächsen der Nettotonnage) für den Bereich Massengüter um 30 % geringer eingestuft.

Die geschätzten Auswirkungen der Optimierung des Fuhrparks und dessen Nutzung wird in Tabelle 4.9 dargestellt.

Tabelle 4.9: Entwicklung der Beladungsraten

Beladungsraten nach Marktsegmenten	R1 Regionalverkehr		R2 Binnenfernverkehr		R3 Grenzüberschr. Fern- verkehr	
	P1 Sped.G.	P2 Masseng.	P1 Sped.G.	P2 Masseng.	P1 Sped.G.	P2 Masseng.
Referenzfall 2010 (t/Fz.)	5,3	7,0	9,1	13,4	11,4	12,9
Änderung der Nettotonnagen durch Optimierte Nutzung des bestehenden Fuhrparks						
Szenario I (t/Fz.)	0,00	0,00	0,05	0,02	0,08	0,03
Szenario II (t/Fz.)	0,10	0,00	0,10	0,00	0,10	0,00
Änderung der Nettotonnagen durch Umstrukturierung der Fahrzeugflotte						
Szenario I (t/Fz.)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Szenario II (t/Fz.)	-0,10	0,03	0,10	0,10	0,10	0,10
Relative Veränderung Auslastungsgrade gegenüber Ausgangswert						
Szenario I	0 %	0 %	0,5 %	0,1 %	0,7 %	0,2 %
Szenario II	0 %	0,4 %	2,2 %	0,7 %	1,8 %	0,7 %

4.2.4 Auswirkungen auf die Kostenstruktur im Straßengüterverkehr

Da die innerbetriebliche Anpassung zur Ausschöpfung von Produktivitätsreserven mit zusätzlichen Kosten verbunden ist, wird angenommen, dass sich die Steigerung der Produktivität nicht vollständig in der Entwicklung der Frachtraten widerspiegelt. Vereinfachend wird

hier angenommen, dass Einsparpotenziale, die nicht in direktem Zusammenhang zur Nutzung und Struktur des Fuhrparks stehen (Verwaltung, Finanzdienstleistung etc.) in Anspruch genommen werden, um dadurch die hier entstehenden Mehrkosten aufzufangen. Die Steigerung der Beladungsraten kann also voll auf die Entwicklung der Transportsätze angerechnet werden.

Der Einfluss der durch die Schwererverkehrsabgabe hervorgerufene Erhöhung der Nettotonnagen auf die Kostenstruktur im Güterverkehr ist in Tabelle 4.10 nach Marktsegmente dargestellt. Die mit Abstand kräftigste Reduktion der Kostensteigerung ist hierbei mit 1,9 Prozentpunkten im Marktsegment Fernverkehr zu verzeichnen. Im Regionalbereich ist, bedingt durch die Spezialisierung der Fahrzeugflotte, nicht mit einem wesentlichen Wachstum der Produktivität zu rechnen.

Tabelle 4.10: Kostenseitige Auswirkung innerbetrieblicher Anpassungen

Kostenentwicklung nach Marktsegment	R1 Regionalverkehr		R2 Binnenfernverkehr		R3 Grenzüberschr. Fernverkehr	
	P1 Sped.G.	P2 Masseng.	P1 Sped.G.	P2 Masseng.	P1 Sped.G.	P2 Masseng.
Kostenentwicklung nach Routenwahl						
Szenario I	0,9 %	1,4 %	6,1 %	6,2 %	7,1 %	7,1 %
Szenario II	3,6 %	5,1 %	12,5 %	12,3 %	12,6 %	12,6 %
Kostenentwicklung nach innerbetrieblicher Anpassung						
Szenario I	0,9 %	1,4 %	5,8 %	5,9 %	6,8 %	6,8 %
Szenario II	3,4 %	4,8 %	10,6 %	10,5 %	10,7 %	10,7 %
Veränderung in %						
Szenario I	0,0 %	0,0 %	-0,3 %	-0,3 %	-0,4 %	-0,4 %
Szenario II	-0,2 %	-0,3 %	-1,9 %	-1,9 %	-1,9 %	-1,9 %

4.2.5 Verkehrliche Auswirkungen innerbetrieblicher Anpassungen

Entsprechend dem Einfluss der innerbetrieblichen Optimierung auf die Preisstruktur im Frachtgewerbe wirkt sich die Verbesserung der Nettotonnagen unmittelbar auf die für die Abwicklung von Transporten zu erbringende Fahrleistung aus. Das in Tabelle 4.9 ausgewiesene Wachstum der Beladungsraten kann dabei ohne weitere Modifikation als Rückgang der Fahrleistung je Marktsegment interpretiert werden.

Je nach Marktsegment ergibt sich somit ein Rückgang der Fahrleistungen in Szenario I in Fernverkehr von 0,1 % bis 0,2 % für Massengüter und 0,5 % bis 0,7 % für Speditionsgüter. Im Regionalverkehr wird nicht von einem messbaren Wachstum der Beladungsraten, und somit von einem Rückgang der Verkehrsleistung aufgrund der SVA, ausgegangen.

Die Reaktionen in Szenario II sind erwartungsgemäß deutlicher. Hier bewegt sich der Rückgang der Fahrleistung im Fernverkehr zwischen 0,7 % und 2,2 %, während im Marktsegment Massengüter im Regionalverkehr ein Rückgang der Verkehrsmenge um 0,4 % erwartet werden kann.

4.3 Auswirkungen auf die Emissionsstruktur der Fahrzeugflotte

4.3.1 Methodik der Flottenanalyse

Im vorigen Abschnitt wurde bereits ein Aspekt der Umstrukturierung der Fahrzeugflotte behandelt, welcher den Austausch von Fahrzeugen der mittleren Gewichtsklasse 12t bis 18t durch gebührenfreie Fahrzeuge einerseits und durch rationellere schwere Fahrzeuge über 18t andererseits betrifft. Über diese kapazitive Motivation hinaus übt die SVA durch ihre Staffelung nach Emissionsklassen einen kostenseitigen Druck hin zur Verwendung schadstoffärmer Fahrzeuge aus. Die Entwicklung der Flottenstruktur aus ökologischer Sicht wird in diesem Untersuchungsteil mit Hilfe entsprechender Modellrechnungen analysiert.

Die differenzierte Preisfestsetzung nach Emissionsklassen kann zwei Effekte hervorrufen:

- Die emissionsabhängige Staffelung der SVA bedeutet aus Sicht des Transportgewerbes einen zusätzlichen Kostenblock, welcher mit zunehmendem Alter der Fahrzeuge progressiv ansteigt. Dies wird im Fuhrgewerbe zu **vorgezogenen Neubeschaffungen** führen.
- Bereits jetzt liegt der Anteil der Neukäufe von Fahrzeugen mit einem Emissionsstandard, welcher erst drei Jahre später gesetzlich eingeführt wird, bei 20 %. Durch den mit der SVA aufgebauten zusätzlichen finanziellen Druck wird sich der Anteil der **antizipierten Schadstoffnormen** voraussichtlich deutlich erhöhen.

Als Ergebnis dieses Untersuchungsschrittes wird die Veränderung der Flottenstruktur im Bezug auf die Emissionsklassen Euro-0 bis Euro-5 ausgewiesen. Die Umstrukturierung der Fahrzeugflotten hat selbstverständlich Auswirkungen auf die von den Fuhrunternehmern entrichteten Gebührensätze und somit auf die durch die SVA erzielten Gesamteinnahmen. Entsprechend müsste das Niveau der Gebührensätze angepasst werden, um eine Deckung der gesamten Wegekosten durch die Rückflüsse aus der SVA zu erreichen. Ein derartiger Einfluss der Flottenstruktur auf das Gebührensystem wird aus Gründen der Modellkomplexität für die hier untersuchten Szenarien nicht unterstellt. Es wird unterstellt, dass die aus dem verkehrlichen Mengengerüst des Referenzfalles 2010 ermittelten Gebührensätze für alle Szenarien konstant bleiben.

Weiterhin wirkt sich die Umstrukturierung der Flotte, wie in Abschnitt 4.1 demonstriert wurde, auf das Routenwahlverhalten aus. Ein Ansteigen des Anteils schadstoffärmer Fahrzeuge impliziert wegen der niedrigeren Gebührenbelastung ein geringeres Ausweichverhalten auf das nachgeordnete Straßennetz. Da derartige Interaktionen mit den zur Verfügung stehenden Modellwerkzeugen nicht abgebildet werden können, wird hier in Analogie zur Gebührenstruktur die Rückkopplung zwischen Flottenstruktur und Routenwahl ausgeklammert. In Anbetracht der nur marginalen Unterschiede der Flottenstruktur nach Straßenklassen (Tabelle 4.6) kann dieser Effekt ohnehin als unbedeutend eingestuft werden.

Der Umbau der Fahrzeugflotten betrifft mittelfristige unternehmerische Entscheidungen, für deren Analyse die Entwicklung von Kostenstrukturen über die Zeit betrachtet werden muss. Konkret bedeutet dies für das Untersuchungsziel dieser Studie, dass die Entwicklung der Gebührensätze von 2003 bis 2010 und darüber hinaus von den Entscheidungsträgern im Transportgewerbe in der Unternehmenspolitik berücksichtigt wird. Ferner sind auch die Auswirkungen dieser im Bezug auf die Fahrzeugflotten getroffenen Entscheidungen von langfristigem Charakter, da sich einmal beschaffte Fahrzeuge im Mittel zwischen 9 und 12 Jahren im Einsatz befinden.

Um die oben beschriebenen flottenbezogenen Auswirkungen der SVA in dynamischer Weise abilden zu können, wurde in Anlehnung an das im Auftrag des Umweltbundesamtes am IWW erstellte System-Dynamics-Modell ESCOT (UBA 2000) ein Kohortenmodell der Lkw-Bestände und Fahrleistungen in Deutschland erstellt. Die hierin zugrunde gelegten Parameter und Annahmen sind in Kapitel 3.3 allgemein beschrieben. Spezielle Modellspezifikationen zur Analyse der Effekte „Vorzeitige Neubeschaffung“ und „antizipierte Schadstoffnorm“ werden neben den entsprechenden Ergebnissen in den folgenden Unterabschnitten erläutert.

4.3.2 Vorgezogene Neubeschaffungen

Für die Ermittlung des optimalen Reinvestitionszeitpunktes eines Fahrzeuges werden Informationen über Neu- und Gebrauchtpreise nach Fahrzeugart und Emissionsklasse, über steuerliche Abschreibungen sowie über die Entwicklung von Betriebskosten nach dem Alter der Fahrzeuge herangezogen. Über einen Kostenvergleich der mit unterschiedlichen Kaufoptionen verbundenen Zahlungsreihen lassen sich Rückschlüsse über den Einfluss der SVA auf die Nachfrage nach neuen Fahrzeugen ziehen.

Als Grundlage für die Analyse optimaler Ersatzzeitpunkte dienen Neu- und Gebrauchtpreise nach Fahrzeugklassen aus EurotaxSchwacke (2001). Eine Zusammenfassung der dort enthaltenen Verkaufspreise ist in Tabelle 4.11 gegeben. Für eine ausführliche Zusammenstellung der Marktübersicht 1/2001 sei auf den Tabellenanhang (Anhang 2) dieser Studie verwiesen.

Tabelle 4.11: Durchschnittliche Neu- und Gebrauchtpreise für Güterkraftfahrzeuge

Typ & zul. GG	Emissions-klasse	Durchschn. Neupreis	Durchschnittl. Gebrauchtpreis nach Fahrzeugalter				
			2	4	6	8	10
Fahrgestell >= 12t < 18t	Euro-0	151.505	-	-	11650	6800	4415
	Euro-1	148.834	-	20786	15200	9833	-
	Euro-2	140.496	38900	25827	16467	-	-
	gesamt	146.575	38900	23867	15006	9075	4415
Fahrgestell >= 18t	Euro-0	210.536	-	-	14375	10513	6007
	Euro-1	236.244	-	31900	19325	11994	-
	Euro-2	231.533	57039	35335	20240	-	-
	gesamt	226.508	57039	34533	18800	11538	6007
Sattelzug >= 18t	Euro-0	224.598	-	-	15650	8225	5989
	Euro-1	239.914	-	30291	19788	12329	-
	Euro-2	232.471	59127	38157	25785	-	-
	gesamt	233.236	59127	36276	21574	11743	5989

Quelle: EurotaxSchwacke (2001)

Aus den Zahlenwerten in Tabelle 4.11 kann Folgendes geschlossen werden:

- Der Neupreis eines Lkw der Gewichtsklasse 12t bis 18t bewegt sich zwischen 140.000 und 150.000 DM ohne MwSt. Erstaunlicherweise besteht ein negativer Zusammenhang zwischen Emissionsklasse und Listenpreis, was durch die geringe Absatzmenge von Fahrzeugen mit einer Emissionsklasse unter Euro-2 erklärt werden kann. Für die vorliegende Arbeit wird von einem konstanten Neupreis von 147.000 DM für Fahrzeuge der Gewichtsklasse 12t bis 18t ausgegangen.

- Die Struktur und das Niveau der Neupreise für Lkw mit Fahrgestell und Sattelzugmaschinen in der Gewichtsklasse $>18t$ fallen sehr ähnlich aus. Ferner zeichnet sich hier eine deutliche Tendenz höherer Preise für Fahrzeuge höherer Emissionsklassen ab. Im Folgenden wird von einem Neupreis von DM 225.000 DM für Fahrzeuge niedriger Emissionsklassen bzw. von 240.000 DM für Fahrzeuge der aktuellen oder höherer Emissionsklassen ausgegangen.
- Aus der Detailanalyse der Neu- und Gebrauchtpreise für alle Fahrzeugklassen geht hervor, dass der Gebrauchtpreis im ersten Jahr lediglich 32 % des Anschaffungspreises beträgt. In jedem weiteren Nutzungsjahr verlieren die Fahrzeuge durchschnittlich um 20 % an Wert.

Es ist anzunehmen, dass die hier angegebenen Gebrauchtwagenpreise für Fahrzeuge niedriger Emissionsklassen weiter sinken, wenn durch die umweltorientierte Schwerverkehrsabgabe zunehmend Druck auf das Fuhrgewerbe zum Verkauf dieser Modelle ausgeübt wird. Es wird an dieser Stelle jedoch angenommen, dass gebrauchte Fahrzeuge vornehmlich im Ausland, und dabei überwiegend in Osteuropa, abgesetzt werden. Bezogen auf die Preisbildung, wird ferner unterstellt, dass die Gebrauchtfahrzeugmärkte in Osteuropa durch das dort relativ kräftige Wirtschaftswachstum bis zum Jahre 2010 noch aufnahmefähig sind und somit auch nicht-schadstoffarme Fahrzeuge zu stabilen Preisen abgesetzt werden können. Wegen der für diese Fahrzeuge hohen Betriebskosten auf dem Gebiet der Bundesrepublik Deutschland ist mit einem Einsatz dieser exportierten Modelle im Inland nicht zu rechnen.

Ferner wurden zur Ermittlung optimaler Reinvestitionszyklen folgende Annahmen getroffen:

- Für die Ermittlung der Betriebskosten werden zeitbezogene Bestandteile ausgeklammert, da diese während der gesamten Nutzungsdauer für alle Fahrzeugklassen und Reinvestitionsentscheidungen unverändert bleiben.
- Die distanzbezogenen Betriebskosten werden nach Tabelle 3.19 mit 1,10 DM/km während der technischen Nutzungsdauer angesetzt. Nach Ablauf der technischen Nutzungsdauer wird von einem jährlichen Anstieg der Betriebskosten durch Verschleiß von 25 % ausgegangen.
- Entsprechend der aus BMVBW (2001a) entnommenen durchschnittlichen Lebensdauer schwerer Güterkraftfahrzeuge werden für die Technische Nutzungsdauer 9 Jahre angesetzt.
- Aus BMVBW (2001a) wird eine mittlere jährliche Fahrleistung von 80.000 km angenommen.
- Für die steuerliche Entlastung durch Ansatz der Abschreibung wird ein minimaler Betrag von 2.000 DM angenommen.
- Der zur Diskontierung der Zahlungsreihen angenommene Marktzins beträgt 5 %.

Die aus diesen Annahmen errechneten Barwerte verschiedener Investitionsalternativen sind in Abbildung 4.4 für ausgewählte prozentuale Steigerungen der kilometerbezogenen Betriebskosten ausgewiesen. Auf eine direkte Betrachtung von Abgabesätzen wurde an dieser Stelle verzichtet, um zunächst eine allgemeinere Aussage über die Wahrscheinlichkeit alternativer Investitionsentscheidungen seitens der Transportwirtschaft zu erhalten.

Die in Abbildung 4.4 dargestellten Barwerte berücksichtigen ausschließlich die laufenden Kosten des zum Entscheidungszeitpunkt im Betrieb befindlichen Fahrzeugs bis zum Ersatzzeitpunkt, den Erlös aus dessen Veräußerung, die Anschaffungskosten eines Neufahrzeugs zum Ersatzzeitpunkt, sowie die laufenden Kosten des neuen Fahrzeugs. Laufende Kosten beinhalten Kosten für Instandhaltung, Wartung, Treibstoff und Fahrpersonal, sowie zu entrichtende Straßenbenutzungsgebühren. Betrachtet werden lediglich Kosten innerhalb eines Zeithorizontes von 10 Jahren ab dem Entscheidungszeitpunkt. Da Erlöse aus der Beförderung von Gütern keine Berücksichtigung finden, fallen die ermittelten Barwerte (= Bezug aller zukünftiger Kosten auf den Entscheidungszeitpunkt) negativ aus. Die Säulengruppen entsprechen jeweils einer bestimmten Differenz der laufenden Kosten nach und vor der Ersatzinvestition (ausgedrückt als prozentualer Mehrbetrag der laufenden Kosten des alten Fahrzeugs im Vergleich zum neu beschafften Fahrzeug). Es wird unterstellt, dass beide Fahrzeuge bis auf die Abgasnorm baugleich sind, womit sich Unterschiede in den laufenden Kosten lediglich durch die gemäß der Schadstoffklassen differierenden Gebührensätze der SVA ergeben. Innerhalb der Gruppen entsprechen die farblich voneinander abgesetzten Säulen den Barwerten, die für verschiedene Reinvestitionszeitpunkte (Zeitpunkt der Beschaffung eines neuen Fahrzeugs in Jahren) zu erwarten sind. Für eine exogen vorgegebene Kostendifferenz bestimmt sich dementsprechend der optimale Ersatzzeitpunkt durch das Maximum innerhalb der entsprechenden Säulengruppe.

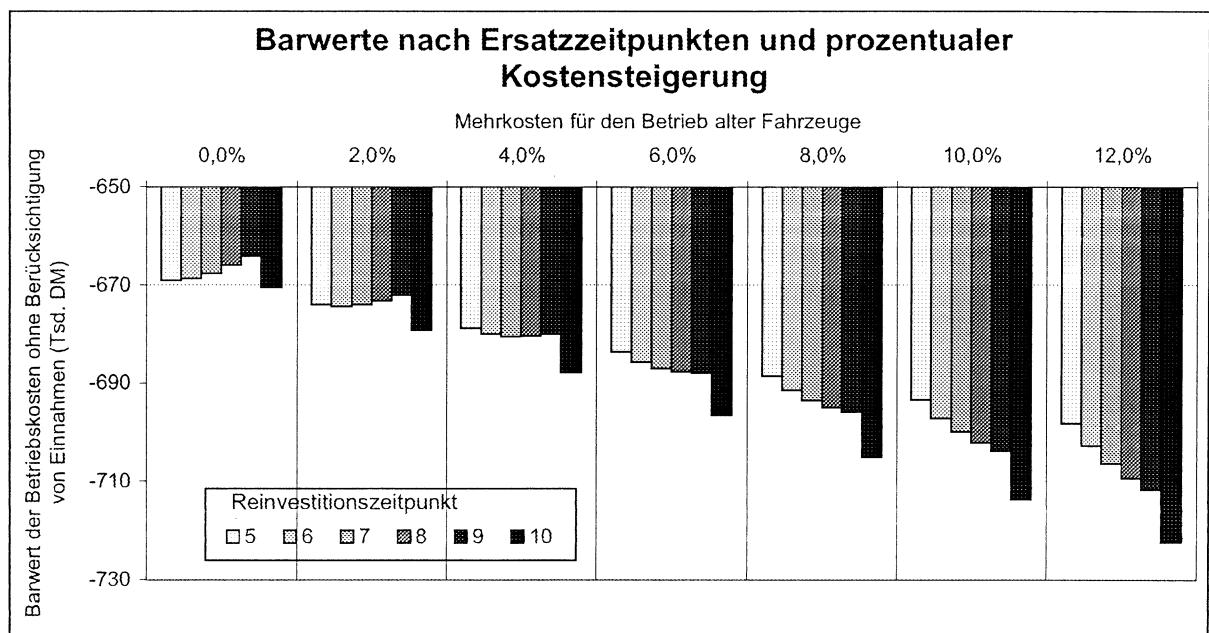


Abbildung 4.4: Kostenvergleich für Investitionsalternativen im Fuhrgewerbe
Quelle: Berechnungen des IWW

Aus den Ergebnissen der in Abbildung 4.4 dargestellten Kostenvergleichsrechnung lassen sich für Sattelzugmaschinen und Lkw mit Fahrgestell über 18t zulässiges Gesamtgewicht folgende Schlussfolgerungen ziehen:

- Das nach den oben angegebenen Annahmen definierte Kostenvergleichsmodell reagiert äußerst sensibel auf Änderungen der kilometrischen Betriebskosten. Bereits bei einer Kostensteigerung von 4 % zeigt sich eine Indifferenz zwischen den Nutzungsdauern im Bereich von 5 bis 9 Jahren.

- Sobald sich eine vorgezogene Neubeschaffung wirtschaftlich lohnt, sinkt die optimale Nutzungsdauer des alten Fahrzeuges auf 5 Jahre. Optimale Nutzungsdauern zwischen 6 und 8 Jahren sind unter keinem Kostenrahmen zu beobachten.
- Eine deutliche Vorteilhaftigkeit einer vorgezogenen Neuinvestition ist ab einem Kostenanstieg von 8 % bis 10 %, bezogen auf die kilometrischen Betriebskosten, zu verzeichnen. Dies entspricht einer effektiven Mehrbelastung alter Fahrzeuge von 10 Pf./km gegenüber neuen, schadstoffarmen Fahrzeugen.

Eine entsprechende Kostenvergleichsrechnung für Lkw unter 18t zGG führt zu ähnlichen Ergebnissen. Für die Definition des Flottenmodells wird aufgrund der obigen Ergebnisse von einer Mindestdifferenz der Abgabesätze von 8 Pf./Fzkm ausgegangen. Erst wenn sich die Gebührensätze der niedrigsten und der höchsten sich in Betrieb befindlichen Schadstoffklasse um diesen Betrag unterscheiden, wird von Einsetzen einer Reaktion in der Beschaffungspraxis ausgegangen.

Die minimale Nutzungsdauer von Güterkraftfahrzeugen wird mit vier Jahren unter der aktuellen durchschnittlichen Nutzungsdauer angesetzt. Dies bedeutet für schwere Lkw eine Nutzungsdauer von mindestens 5 Jahren bzw. von mindestens 8 Jahren für leichte Lkw. Weiterhin wird davon ausgegangen, dass die volle vorgezogene Reinvestition bei einer minimalen Nutzungsdauer der alten Fahrzeuge bei einer Differenz der Gebührensätze von 12 Pf./Fzkm getätigst wird.

Das Reinvestitionsmodell wird als integraler Bestandteil des Fahrzeugflottenmodells jährlich dynamisch nach Gewichts- und Schadstoffklasse der Fahrzeuge berechnet. Durch das Reinvestitionsmodell wird die Wahrscheinlichkeit von Neukäufen und Ausmusterungen je Lkw-Typ, und somit deren Lebensdauer, bestimmt. Somit wird die Entwicklung der Flottenstruktur im Zeitverlauf durch die SVA beeinflusst.

Für die Fahrzeuge über 18t, welche im Jahr 2010 ausschließlich den Emissionsklassen Euro-4 und Euro-5 angehören, bleibt die Differenz der entsprechenden Gebührensätze unter Mindestdifferenz von 8 Pf./km. Folglich schafft die Differenzierung der Gebührensätze hier keinen Anreiz zum vorzeitigen Kauf emissionsarmer Fahrzeuge.

4.3.3 Antizipierte Schadstoffnormen

Im Referenzfall wird davon ausgegangen, dass bereits drei Jahre vor der gesetzlichen Einführung neuer Schadstoffnormen 20 % der Neukäufe diesen Normen entsprechen. Zwei bzw. ein Jahr vor der gesetzlichen Einführung beträgt dieser Anteil bereits 60 % bzw. 95 %. Diese Angaben, die aus dem im Auftrag des Umweltbundesamtes am IWW entwickelten Verkehrsmodells ESCOT entnommen sind, wurden bereits im verkehrlichen Mengengerüst 2010 berücksichtigt.

Durch den zusätzlichen finanziellen Anreiz zum Einsatz schadstoffarmer Fahrzeuge, welcher durch die nach Emissionsklassen gestaffelte SVA geschaffen wird, wird der Anteil der antizipierten Einführung neuer Schadstoffnormen drastisch erhöht werden. Bei der Neubestimmung der Anteile antizipierter Schadstoffnormen wird folgende Rechnung durchgeführt:

Bei einem Mehrpreis von 30.000 DM für ein schadstoffarmes Fahrzeug und einer Nutzungsdauer von 9 Jahren betragen die zusätzlichen jährlichen kalkulatorischen Abschreibungen ca.

3000 DM. Bei einer Jahreslaufleistung von 80.000 km und einer Differenz der Gebührensätze von 7 Pf./km zwischen Euro-3 und Euro-5 in Szenario I betragen die jährlich eingesparten Betriebskosten demgegenüber 5.600 DM.

Selbst ohne Berücksichtigung von Kfz-, Gewerbe- und Einkommenssteuer durch den Kauf eines emissionsarmen Fahrzeugs bietet dieser einen deutlichen finanziellen Vorteil. Da dieser durch die Kosteneinsparung bei der SVA hervorgerufen wird, kann hier von einer kräftigen Steigerung des Anteils antizipierter Neukäufe ausgegangen werden. Tabelle 4.12 gibt die anhand von Expertenschätzungen getroffenen Annahmen wieder.

Tabelle 4.12: Antizipierte Schadstoffnormen

	Referenzfall	Szenario I	Szenario II
3 Jahre vor gesetzlicher Einführung	20 %	50 %	80 %
2 Jahre vor gesetzlicher Einführung	60 %	80 %	100 %
1 Jahr vor gesetzlicher Einführung	95 %	100 %	100 %

Insbesondere in Szenario II, bei dem die Kosteneinsparung zwischen Euro-3 und Euro-5-Fahrzeugen bei jährlich 9.000 DM oder mehr liegen kann, wird von einer vollständigen Berücksichtigung zukünftiger Emissionsnormen bereits 2 Jahre vor deren gesetzlicher Einführung gerechnet. Abbildung 4.5 zeigt die entsprechenden Rechenergebnisse nach Ausschöpfung des Effekts der antizipierten gesetzlichen Einführung zukünftiger Emissionsnormen.

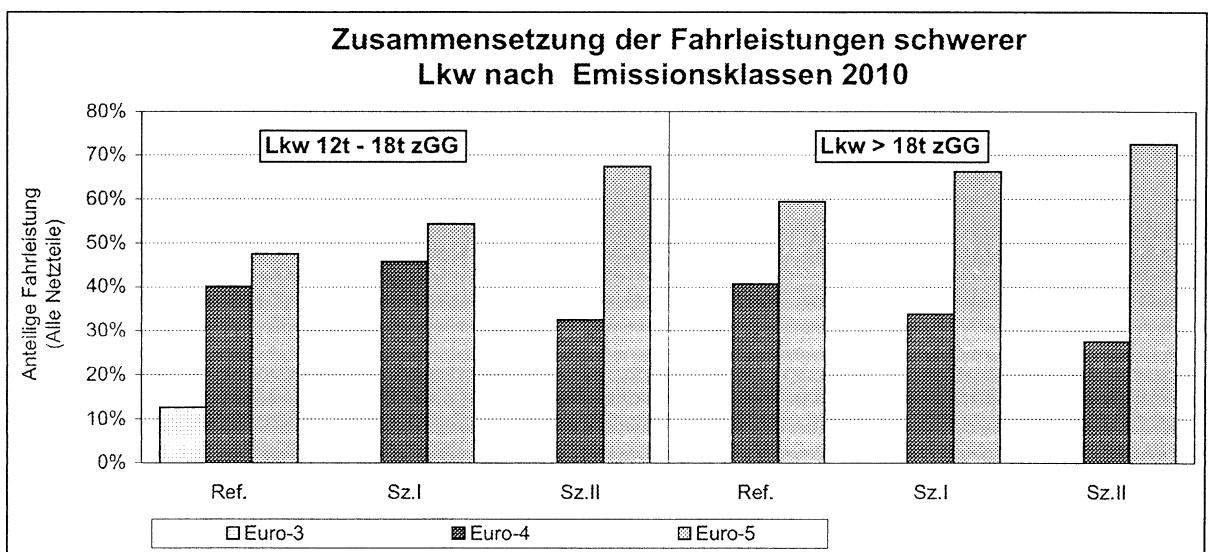


Abbildung 4.5: Flottenstruktur >12t zGG nach vorzeitiger Neubeschaffung und antizipierter zukünftiger Schadstoffnorm beim Neukauf
Quelle: Berechnungen des IWW

Unter den Annahmen aus Tabelle 4.12 weisen die Modellergebnisse eine vollständige Verdrängung von Euro-3-Fahrzeugen in den Gewichtsklassen über 12t zGG bereits in Szenario I aus. Ferner kann der Anteil von Euro-5-Fahrzeugen in beiden Gewichtsklassen grob auf 60 % in Szenario I bzw. auf 70 % in Szenario II angehoben werden.

4.3.4 Verkehrliche und kostenseitige Auswirkungen

Der Umbau der Lkw-Flotte hin zu einem emissionsarmen Fahrzeugbestand hat, bezogen auf die Fahrleistungen, keine direkten Auswirkungen. Dies bedeutet, dass die Fahrleistung insgesamt durch vorgezogene Neuinvestitionen und antizipierte zukünftige Emissionsgrenzwerte nicht beeinflusst wird. Eine indirekte Wirkung wird hingegen durch die mit der Flottenanpassung verbundene Kostensenkung im Transportgewerbe ausgeübt. Hierdurch wird die durch die SVA hervorgerufene Steigerung der Transportsätze gedämpft, wodurch wiederum die Vermeidung und Verlagerung von Verkehren geringer ausfällt. Diese Art der indirekten Beeinflussung der Verkehrsmenge durch Anpassungsprozesse im Fuhrgewerbe kann jedoch auch für andere Bereiche, z.B. die innerbetriebliche Rationalisierung (Abschnitt 4.2) oder die Kostensenkung durch Routenverlagerungen (Abschnitt 4.1), postuliert werden. Diese Effekte werden im nachfolgenden Abschnitt 4.4 untersucht.

Durch die unterschiedlich große Verlagerung der Fahrleistung von Fahrzeugen abweichender Emissionsklassen auf das nachgeordnete Netz kann jedoch eine Verschiebung des Mengengerüsts nach Straßenklassen stattfinden. Diese Verkehrsverlagerung wird in Richtung der Bundesautobahnen stattfinden, da bei den strengen Schadstoffklassen unter der Voraussetzung konstanter Gebührensätze die Kostenbelastung sinkt. Wie jedoch in Abschnitt 4.1 gezeigt wurde, fallen die verlagerungsbedingten Unterschiede in der Struktur der Fahrleistungen nach Straßenklassen sehr gering aus (vgl. Tabelle 4.5). Aus diesem Grund wird der Verlagerungseffekt an dieser Stelle nicht weiter aufgegriffen.

Bei starren Gebührensätzen, die sich nach der im Referenzfall 2010 ermittelten Fahrleistung richten, bietet die Umstrukturierung der Fahrzeugflotte ein bedeutendes Potenzial zur Kostensenkung. Im Durchschnitt kann damit die Kostenerhöhung in Szenario I im Fernverkehr um 3 % bis 5 % reduziert werden. Im Regionalverkehr ist hierbei, durch den großen Anteil nicht bemahter Verkehre, mit einer sehr viel geringeren Anpassungsfähigkeit zu rechnen. Unter den Bedingungen von Szenario II ergeben Modellrechnungen ein Auffangpotenzial der Kostensteigerung von bis zu 10 %. Dies bedeutet, dass durch das Zusammenwirken von Routenwahlereffekten, innerbetrieblicher Anpassung und der Umstrukturierung der Flotte ein erheblicher Teil der Mautgebühren kompensiert werden könnte und somit die Kundensätze in Straßengüterfernverkehr trotz SVA nur geringfügig angehoben werden müssten.

Da jedoch in der Praxis davon ausgegangen werden muss, dass die Abgabesätze der SVA periodisch an die sich verändernde Flottenstruktur angepasst werden, werden die durch den Flottenumbau hervorgerufenen Kostensenkungspotenziale als nicht realisierbar betrachtet. Dieses Vorgehen ist methodisch konsistent mit den in Kapitel 2 behandelten Annahmen zu den Gebührenstrukturen und deren Entwicklung.

4.4 Gesamtmarktliche Anpassungen

4.4.1 Relevanz und methodisches Vorgehen

Unter den Begriff „Gesamtmarktliche Anpassungen“ fallen die Verkehrsverlagerungen auf alternative Verkehrsträger und die Vermeidung von Straßengütertransportnachfrage durch logistische Umstellungen der Verlader. Die Verhaltensweisen von Verladern lassen sich dabei prinzipiell auf zwei Arten bestimmen:

- Durch marktökonomische Modelle lassen sich anhand von Zeitreihenanalysen oder Querschnittsuntersuchungen Elastizitäten bestimmen, mit deren Hilfe relative Änderungen von Frachtpreisen, Transportzeiten oder Qualitätsindikatoren in relative Änderungen der Verkehrs nachfrage übersetzt werden. Bei der Messung bzw. der anschließenden Anwendung von Elastizitäten tritt jedoch das Problem auf, dass sich die Elastizitäten je nach Niveau der Ausgangsvariablen in der Regel ändern. Es handelt sich in der Realität nicht um fixe Größen, sondern um Reaktions-Funktionen. In makroökonomischen Modellen werden jedoch überwiegend Punktschätzungen verwendet, welche demzufolge nur für einen engen Bereich um die ursprüngliche Messstelle herum gültig sind.
- Durch mikroökonomische Betrachtungsweisen sollen Verhaltensmuster bestimmter Akteure oder Gruppen von Akteuren in spezifizierten Situationen nachgebildet werden. Durch diese Methodik lassen sich im Allgemeinen spezifizierte Situationen gut abbilden, es tritt jedoch das Problem der Verallgemeinerung auf. Diese sogenannten „Diskreten Wahlmodelle“ sind zur Beschreibung des Verhaltens von Reisenden im Personenverkehr gut geeignet; jedoch handelt es sich im Güterverkehr in der Regel um sehr inhomogene Märkte, wodurch die Generalisierung von Verhaltensmustern erschwert wird.

Wie die kurze Darstellung zeigt, bergen beide Ansätze methodische Schwierigkeiten. Aus Gründen der Anwendbarkeit und der Transparenz wird in der folgenden Analyse der Transportnachfrage das makroökonomische Konzept der Nachfrageelastizitäten verwendet. Es sei jedoch erneut darauf hingewiesen, dass die hiermit generierten Marktreaktionen einer vorsichtigen Interpretation bedürfen.

Aus den zur Verfügung stehenden Quellen werden dabei unter Berücksichtigung aktueller Entwicklungen vorsichtige Schätzungen von Preiselastizitäten für Straße und Schienengüterverkehr vorgenommen, welche auf die in den Abschnitten 4.1 bis 4.3 ermittelten Kostenentwicklungen im Straßengüterverkehr angewendet werden. In Gegensatz zu den vorangegangenen Betrachtungen kommt in diesem Abschnitt die Aufspaltung von Szenario II in eine Trendentwicklung (IIa) und in eine bahnfreundliche Entwicklung (IIb) zum Tragen. Das Ergebnis dieses Arbeitsschrittes besteht schließlich im Ausweis der im Straßenverkehr vermiedenen Fahrleistung sowie in der Prognose des durch die SVA erreichten Zuwachses an der Transportleistung auf der Schiene und dem Binnenschiff.

4.4.2 Das Konzept der Elastizitäten

Eine Elastizität drückt die prozentuale Veränderung einer Zielgröße (z.B. des Verkehrs aufkommens oder der Fahrleistung) in Abhängigkeit zur prozentualen Veränderung einer Bestimmungsgröße (z.B. Transportpreise oder Transportzeiten) aus. Die Preiselastizität der Nachfrage drückt somit die durch eine Veränderung des Preises (Δp) hervorgerufene Änderung der Nachfragemenge (Δx) aus. Eine Elastizität von -0,3 bedeutet dabei eine Reduktion der Nachfrage Δx um 0,3 % bei einer Erhöhung des Preises um 1 %.

Elastizitäten können in direkte Elastizitäten und Kreuzpreiselastizitäten unterteilt werden. Bei direkten Elastizitäten wird Größe x durch die Veränderung eines ihrer Charakteristika $a(x)$ ausgedrückt. In Anlehnung an das obige Beispiel könnte x die Verkehrsmenge in Tonnen- oder Fahrzeugkilometern eines Verkehrsträgers X beziffern, während $a(x)$ den Preis für eine Einheit dieses Verkehrsträgers (z.B. DM/Tkm oder DM/Fzkm) bezeichnet.

Bei der indirekten Elastizität (oder Kreuzelastizität) wird von einer Beeinflussung einer Größe x durch ein Charakteristikum $a(y)$ einer anderen Größe (y) ausgegangen. x und y können dabei zueinander substitutiv oder komplementär sein. Substitutiv bedeutet dabei, dass ein Anstieg der Nachfrage nach Gut x von einer Reduktion der Nachfrage nach Gut y begleitet wird. Eine negative Elastizität $\partial x / \partial a(x)$ impliziert damit eine negative Kreuzelastizität $\partial y / \partial a(x)$. Bei der Nachfrage nach Transportleistung alternativer Verkehrsträger handelt es sich beispielsweise um vollständig substitutive Güter, wenn die Gesamtnachfrage als konstant angenommen wird.

Im Falle komplementärer Güter hingegen bedingen sich die Mengen x und y der Güter X und Y gegenseitig. Ein Anstieg von x zieht dabei einen Anstieg von y mit sich. Als Beispiel aus dem Verkehrsbereich kann die Nachfrage nach Fahrleistung und die Nachfrage nach Treibstoff als komplementäre Güter genannt werden. Bei einer negativen Elastizität $\partial x / \partial a(x)$ ist folglich auch die Kreuzelastizität $\partial y / \partial a(x)$ negativ, falls x und y komplementär zueinander sind.

Im folgenden Untersuchungsteil werden als beeinflusste (oder abhängige) Variablen die Transportnachfrage in Tonnenkilometern nach Straßengütertransporten und nach Transporten mit den Verkehrsträger Bahn und Binnenschiff betrachtet. Veränderungen dieser Größen werden durch Veränderungen der beeinflussenden Variablen „Transportpreis Straße“ über entsprechende Elastizitäten beschrieben. Hierbei werden folgende Fälle unterschieden:

- der Einfluss der Transportpreise auf die generelle Nachfrage nach Transportleistung,
- die Beeinflussung der Aufteilung der Nachfrage auf die Verkehrsträger (Modal Split).

Im Falle der direkten Beeinflussung der Verkehrsmenge wird davon ausgegangen, dass einerseits Transporte durch steigende Preise unterlassen werden und dass sich andererseits die Struktur von Ausgangs- zum Zielort von Transporten verschiebt. Bei unterlassenen Transporten kann es sich um die Substitution von Fremdprodukten durch Eigenproduktion oder von Just-in-time durch Lagerhaltung handeln. Die Verringerung von Transportdistanzen hingegen kann durch das Reorganisieren von Distributionsnetzen, Bezugsquellen, Absatzmärkten oder Produktionsstandorten erklärt werden.

Im Sinne der Definition der Elastizitäten handelt es sich im Falle der Beeinflussung der Nachfrage nach Straßengütertransporten durch deren Preis um eine direkte Elastizität. Das Vorzeichen dieser Elastizität ist negativ, da ein Anstieg der Kosten für den Straßentransport (+) mit einem Rückgang der entsprechenden Nachfrage verbunden ist (-). Bezeichnen

xST die Transportnachfrage auf der Straße (in Tkm) und
pST die Frachtrate für Straßentransporte,

so lässt sich die direkte Preiselastizität der Nachfrage nach Straßengütertransporten $E(xST/pST)$ formal wie folgt beschreiben:

$$E(xST/pST) = \partial xST / \partial pST - pST / xST$$

Eine Veränderung von xST gibt dabei noch keine Auskunft darüber, ob es sich hierbei um vermiedene Nachfrage (in Tonnen), um die Wirkung verminderter Transportdistanzen oder um die Verlagerung von Nachfrage auf andere Verkehrsträger handelt. Bei der Bestimmung der auf Bahn oder Binnenschiff verlagerten Verkehrsmenge wird üblicherweise nicht von der direkten Preiselastizität (Verminderung der Verkehrsnachfrage auf der Straße zugunsten von Eisenbahn und Schiff zu den Transportpreisen auf der Straße) ausgegangen, sondern von der

relativen Änderung der Nachfrage der alternativen Verkehrsträger als Reaktion auf Preisänderungen auf der Straße. Dieses Vorgehen hat den Vorteil, dass von der aktuellen Transportleistung der betroffenen alternativen Verkehrsträger ausgegangen wird, was wiederum Rückschlüsse auf deren Kapazität zulässt.

Formal handelt es sich bei dieser Definition um eine Kreuzpreiselastizität. Diese hat erwartungsgemäß ein positives Vorzeichen, da sich steigende Preise für Straßengütertransporte positiv auf die Transportmenge von Bahn und Binnenschiff auswirken werden. Bezeichnet x_{BA} die in Tonnenkilometern ausgedrückte Transportmenge von Bahn und Binnenschiff, so kann die Elastizität der Transportmenge Bahn und Binnenschiff folgendermaßen geschrieben werden:

$$E(x_{BA}/p_{ST}) = \frac{\partial x_{BA}}{\partial p_{ST}} \cdot \frac{p_{ST}}{x_{BA}}$$

Neben dem Preis für Straßengütertransporte spielt in der folgenden Untersuchung auch die Veränderung der Kosten für Eisenbahntransporte eine Rolle. Hierbei wird wiederum eine direkte Preiselastizität verwendet. Bezeichnet p_{BA} den Frachtpreis je Tonnenkilometer, so schreibt sich die direkte Preiselastizität für Eisenbahn bzw. Binnenschiff analog zum Straßenverkehr wie folgt:

$$E(x_{BA}/p_{BA}) = \frac{\partial x_{BA}}{\partial p_{BA}} \cdot \frac{p_{BA}}{x_{BA}}$$

Das Vorzeichen dieser Elastizität ist entsprechend den obigen Ausführungen negativ. Die für die Abschätzung der Elastizitäten verwendeten Daten werden im anschließenden Abschnitt 4.4.3 erläutert.

4.4.3 Elastizitäten im Güterverkehr - Überblick

Zur Abschätzung der Preiselastizitäten im Straßen-, Schienen- und Binnenschiffsverkehr stehen Untersuchungen von ECOPLAN (1997) für die Schweiz, von DIW, IFEU und IVT (1994) sowie von IWW und BVU (1998) für Deutschland zur Verfügung. Neben diesen Studien liegen weitere Untersuchungen vor, die im Folgenden kurz vorgestellt und interpretiert werden.

ECOPLAN (1997) untersucht die Auswirkung der Einführung der leistungsabhängigen Schwerverkehrsabgabe (LSVA) zum 1.1.2001 in der Schweiz. Hierbei werden für Transporte über 50 km direkte Elastizitäten für den binnenschifflichen und den Import-Export-Verkehr sowie Kreuzpreiselastizitäten für den Binnenverkehr angegeben. Für die Kreuzpreiselastizitäten im grenzüberschreitenden Verkehr werden in Ermangelung vorliegender Daten die Werte des Binnenverkehrs herangezogen. Generell sind die hier angegebenen Elastizitäten mit einer Bandbreite +/- 50 % angegeben. Die direkten Elastizitäten im unteren Geltungsbereich bewegen sich dabei zwischen -0,13 und -0,45 für den Binnenverkehr und zwischen -0,20 und -0,70 im grenzüberschreitenden Verkehr. Die Kreuzpreiselastizität für Bahntransporte bewegt sich im unteren Wertebereich zwischen 0,1 und 0,7.

Tabelle 4.13: Elastizitäten im Güterverkehr für die Schweiz

Elastizitäten im Güterverkehr für die Schweiz	Binnenverkehr				Import-Export-Verkehr	
	E(xST/pST)		E(xBA/pST)		E(xST/pST)	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max
0: Land- und Forstwirtschaft	-0,33	-0,65	0,40	0,80	-0,60	-1,20
1: Nahrungs- und Futtermittel	-0,25	-0,50	0,70	1,40	-0,40	-0,80
2: Feste min. Brennstoffe	-0,35	-0,70	0,10	0,20	-0,60	-1,20
3: Erdöl, Mineralölprodukte	-0,40	-0,80	0,40	0,80	-0,60	-1,20
4: Erze, Metallabfälle	-0,43	-0,85	0,10	0,20	-0,70	-1,40
5: Eisen, Stahl, NE-Metalle	-0,43	-0,85	0,50	1,00	-0,70	-1,40
6: Steine, Erden, Baustoffe	-0,45	-0,90	0,90	1,90	-0,70	-1,40
7: Düngemittel	-0,35	-0,70	0,20	0,40	-0,60	-1,20
8: Chemische Erzeugnisse	-0,23	-0,45	0,30	0,60	-0,40	-0,80
9: Fz, Maschinen andere	-0,13	-0,30	0,50	1,00	-0,20	-0,80

Quelle: ECOPLAN (1997)

In IWW/BVU(1998) werden direkte Elastizitäten des Straßengüterverkehrs bezüglich Änderungen der Transportpreise ($E(xST/pST)$) und der Transportzeiten ($E(xST/tST)$) für ausgewählte Transportmarktsegmente angegeben. Diese in Tabelle 4.14 angegebenen Werte basieren auf ökonometrischen Schätzungen und bilden einen Bestandteil des Transportmodells der Beratergruppe Verkehr und Umwelt (BVU 1996). Für die Marktsegmente 3 (Kohle), 4 (Rohöl), 5 (Mineralölprodukte) und 6 (Eisenerze) liegen keine Schätzungen der Preis- und Zeitelastizitäten vor, weshalb in IWW/BVU (1998) ein Durchschnitt aus den vorhandenen Beobachtungen für diese Marktsegmente verwendet wird.

Tabelle 4.14: Preis- und Zeitelastizitäten nach IWW/BVU (1998)

Güterbereich	$E(xST/pST)$	$E(xST/tST)$
1. Land- und forstwirtschaftliche Erzeugnisse	-1,103	-0,093
2. Nahrungs- und Futtermittel	-1,271	-0,104
7. NE-Metallerze, Schrott	-0,976	-0,131
8. Eisen, Stahl, NE-Metalle	-0,583	-0,079
9j. Steine, Erden	-1,108	-0,160
10. Chemische Erzeugnisse	-0,655	-0,087
11. Investitionsgüter	-0,642	-0,078
12. Verbrauchsgüter	-0,687	-0,080

Quelle: IWW/BVU (1998)

In der Studie wird hervorgehoben, dass die gemessenen Elastizitäten nur für kleine Änderungen von Transportpreisen und Fahrzeiten gelten. In Ermangelung von Marktbeobachtungen bei großen Preisänderungen werden die verfügbaren Werte herangezogen. Der durch die Elastizitäten ermittelte Rückgang der Nachfrage nach Straßenverkehrsleistungen wird zunächst vollständig der Eisenbahn zugeordnet. Mittels Kapazitätsbetrachtungen für das Schienennetz werden nach der Methodik in IWW/BVU (1998) in einem nachgelagerten Schritt die Verkehre, welche von der Bahn nicht bedient werden können, auf die Straßen rückverlagert.

In DIW et al. (1994) wurden die Auswirkungen eines Maßnahmenbündels zur Verminderung von Luft- und Lärmbelastung im Straßengüterverkehr untersucht. Dabei kann von einer impliziten Kostenerhöhung im Straßengüterverkehr von 60 % ausgegangen werden. Durch die Anlastung externer Kosten wurden auch der Bahnverkehr mit zusätzlich 20 % und Transporte per Binnenschiff mit zusätzlich 10 % belastet. Die hierdurch hervorgerufenen Veränderungen im Transportaufkommen der Verkehrsträger Straße, Schiene und Binnenschiff wurden für 14 Marktsegmente und jeweils drei Entfernungsklassen durch Expertenbefragungen ermittelt.

Hieraus lassen sich implizit die in Tabelle 4.15 angegebenen mittleren Elastizitäten schätzen. Im Fall des Binnenschiffs wird dabei unterstellt, dass keine direkte Transportverlagerung von der Straße erfolgt, sondern vielmehr Schiene und Binnenschiff zueinander in Konkurrenz treten.

Tabelle 4.15: Elastizitäten nach DIW et al. (1994)

Marktsegment und Entfernungsklasse	Preisänderung			Mengenänderung			Elastizitäten			
	Straße	Bahn	Schiff	dxST	dxBA	dxBS	E(xST/pST)	E(xBA/pST)	E(xBS/pBA)	
M1 Speditionsgüter	60 %	20 %	10 %	-6,1 %	55,6 %	-5,2 %	-0,1	0,9	-0,3	
	bis 300 km	60 %	20 %	10 %	-19,1 %	82,7 %	10,0 %	-0,3	1,4	0,5
	300 - 500 km	60 %	20 %	10 %	-24,8 %	48,4 %	3,1 %	-0,4	0,8	0,2
M2 Massengüter	60 %	20 %	10 %	-9,6 %	13,2 %	8,4 %	-0,2	0,2	0,4	
	bis 300 km	60 %	20 %	10 %	-20,7 %	30,6 %	7,3 %	-0,3	0,5	0,4
	300 - 500 km	60 %	20 %	10 %	-30,0 %	32,8 %	4,2 %	-0,5	0,5	0,2

Quelle: DIW et al. (1994)

Beim Betrachten der aggregierten Ergebnisse aus DIW et al. (1994) fällt auf, dass die Kreuzpreiselastizitäten des Bahnverkehrs insbesondere bei niedrigen Entfernungsstufen für hochwertige Güter (Speditionsgüter) sehr hoch sind. Dies ist mit der geringen Bedeutung der Bahn in diesem Marktsegment zu erklären, da hier bereits kleine Mengenänderungen zu erheblichen prozentualen Veränderungsraten führen.

In Maßmann (1993) wurden Zeitreihen über die Entwicklung der Transportnachfrage bei Änderungen der Produktions- und Transportkosten für die Anwendung in Güterverkehrsprognosemodellen analysiert. Entsprechend der bis 1993 gültigen Güterfernverkehrstarife wurden die Analysen für Ausnahmetarife und Regeltarife durchgeführt. Tabelle 4.16 gibt exemplarisch einige Resultate der Studie wieder.

Tabelle 4.16: Preiselastizitäten nach Maßmann (1993)

Transporte in Ausnahmetarifen			Transporte in Regeltarifen		
Niederwertige Güter	Hochwertige Güter	Stückgut	Getreide	Metall-erzeugnisse	Chemische Erzeugnisse
-1,86	-0,31	-0,83	-6,22	-0,51	-1,16

Quelle: Maßmann (1993)

Weitere Elastizitätenschätzungen aus dem internationalem Bereich (Beuthe et al. (2001), Jensen et al. (1994)) ergeben eine Bandbreite von -0,4 bis -1, bezogen auf die durch Preisänderungen hervorgerufenen Veränderungen von Fahr- und Transportleistungen. Für die Preiselastizität des Aufkommens (gemessen in Tonnen) wird hingegen ein Durchschnittswert von -1 angegeben.

4.4.4 Beurteilung und Auswahl der Elastizitäten

Bei den zitierten Schätzungen der direkten Preiselastizitäten im Straßengüterverkehr ist insbesondere die große Bandbreite der Werte auffallend. Generell sind die durch ECOPLAN (1997) und DIW et al. (1994) ausgewiesenen Elastizitäten weit geringer als die in IWW/BVU (1998) und in Maßmann (1993) verwendeten Werte. Hierbei muss jedoch berücksichtigt werden, dass im ersten Fall die Kapazität des Bahnverkehrs bereits bei der Schätzung der Elastizitäten berücksichtigt wurde, während die Modellparameter von BVU zunächst ein uneingeschränkt aufnahmefähiges Bahnnetz voraussetzen.

Aufgrund des eingeschränkten Geltungsbereiches ökonometrisch bestimmter Elastizitäten werden die im folgenden Untersuchungsteil verwendeten Preiselastizitäten in Anlehnung an DIW et al. bestimmt. Die hier durch Expertenschätzungen ermittelten Elastizitäten sind speziell geeignet zur Analyse signifikanter Änderungen der preislichen und qualitativen Rahmenbedingungen aller Verkehrsträger, wie sie in Teilsegmenten des Güterverkehrsmarktes durch die SVA hervorgerufen werden.

Gemittelt über die Produkt- und Entfernungsbereiche, ergibt sich aus Tabelle 4.15 eine direkte Preiselastizität des Straßengüterverkehrs zwischen -0,2 und -0,3. Im Vergleich hierzu fallen die Schätzungen von BVU (1996), Maßmann (1993), Beuthe et al. (2001) und Jensen et al. (1994) mit durchschnittlichen Preiselastizitäten um -1 extrem hoch aus. Derartige Reaktionspotenziale müssen aufgrund aktueller Marktbeobachtungen (ifo 2000) abgelehnt werden. Aufgrund der methodischen Konsistenz und der Plausibilität der ermittelten Werte werden im weiteren Verlauf dieser Studie die in DIW et al. (1994) ermittelten Elastizitäten als Basis für die Analyse der Verkehrsnachfrage und des Modal Split herangezogen.

Generell ist davon auszugehen, dass die Preiselastizität im Güterverkehr mit zunehmendem Kostendruck ansteigt. Nach Einschätzung des IWW über die Marktsituation im Güterverkehr spielen dabei über einen langen Zeitraum gewachsene Verflechtungen zwischen Nachfragern und Anbietern von Transportleistung eine wesentliche Rolle. Bewährte Praktiken beim Warenversand werden danach solange beibehalten, bis die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen einen Wechsel des Transportdienstleisters, Lagerstrukturen bzw. Lieferanten- oder Kundenbeziehungen unausweichlich machen. Ausgehend von dieser Einschätzung, fallen selbst die in Tabelle 4.15 angegebenen Elastizitäten relativ hoch aus. Für den Einfluss der Transportpreise auf die Fahrleistung auf der Straße wird deshalb folgender Ansatz gewählt:

- Für große Änderungen der Transportsätze werden die in Tabelle 4.15 nach DIW et al. (1994) bestimmten Elastizitäten unverändert übernommen. Diese werden unter den Bedingungen von Szenario II angewendet.
- Entsprechend den von ECOPLAN (1997) angegebenen Bandbreiten zwischen minimalen und maximalen Elastizitäten wird für kleine Preisänderungen ein Abschlag von 50 % auf die Elastizitäten für große Preisänderungen vorgenommen. Kleine Preisänderungen werden in Szenario I unterstellt.
- Für den Nahbereich werden die Elastizitäten um 50 % reduziert, da die in DIW et al. ausgewiesene unterste Entfernungsstufe bis 300 km reicht.

- Die Elastizitäten für den Binnenfernverkehr entsprechen den Werten der DIW-Studie für die Entfernungsklasse 300 - 500 km.
- Die Elastizitäten im grenzüberschreitenden Verkehr entsprechen den Werten der DIW-Studie für den Entfernungsbereich über 500 km.
- Zur Berücksichtigung der in Szenario IIb unterstellten Kostensenkung im Bahnverkehr um 10 % und der damit verbundenen Verlagerungsmenge von der Straße zur Schiene wird die Preiselastizität im Straßenverkehr für Szenario IIb um 10 % erhöht.

Bezüglich der Verlagerung von Verkehrsnachfrage auf alternative Verkehrsträger findet sich in IWW/BVU (1998) die Aussage, dass eine direkte Verlagerung von der Straße auf das Binnenschiff nicht oder nur sehr begrenzt stattfindet. Vielmehr findet eine direkte Konkurrenz im Wesentlichen zwischen Eisenbahn und Binnenschiff statt. Da die Analyse der Verkehrsverlagerung innerhalb der Massenverkehrsträger außerhalb des Untersuchungszieles dieser Studie liegt, wird der Verkehrsträger Binnenschiff nicht weiter betrachtet. Modale Verlagerungen werden daher ausschließlich zwischen Straße und Eisenbahn betrachtet.

Der Vergleich der von ECOPLAN (1997) geschätzten Kreuzpreiselastizitäten (Tabelle 4.13) mit den aus DIW et al. (1994) ermittelten Werten (Tabelle 4.15) zeigt eine Ähnlichkeit bezüglich der Größenordnung der Elastizitäten im Bahnverkehr. Für diejenigen Marktsegmente, für die generell eine sehr geringe Affinität zum Bahnverkehr angenommen wird, (hochwertige Güter auf kurzen Distanzen) weisen beide Quellen relativ hohe Kreuzpreiselastizitäten aus. Dies ist jedoch, wie in Abschnitt 4.4.3 erläutert, vor dem Hintergrund einer sehr geringen absoluten Transportleistung dieses Marktsegmentes auf der Schiene zu sehen. Bezogen auf die Transportleistung hochwertiger Güter auf der Straße, ergibt sich eine deutlich geringere Verlagerungswirkung, als dies bei Massengütern der Fall ist.

Analog zu den Überlegungen bezüglich der Verringerung von Transportnachfrage wird für die Entscheidung der Versender über die Wahl des Transportmittels eine sehr geringe Bereitschaft zur Verhaltensänderung bei kleinen Preisänderungen vorausgesetzt. Insbesondere der Verzicht auf die mit dem Straßenverkehr verbundene Flexibilität und die Verfügbarkeit von Informationen über die aktuelle Position der verschickten Ware lassen einen Umstieg von der Straße auf Bahn oder Binnenschiff nur auf solchen Relationen vorteilhaft erscheinen, auf denen diese Verkehrsmittel eine sehr gute Qualität bieten. Ferner spielen hier in der Vergangenheit getroffene strategische Unternehmensentscheidungen eine nicht unbedeutende Rolle. Bei Verfügbarkeit eines Gleisanschlusses kann der zusätzliche Aufwand für die Inanspruchnahme der Eisenbahn als vergleichsweise gering eingestuft werden. Ebenso wird bei Vorhandensein eines Lkw-Fuhrparks versucht werden, diesen soweit wie möglich weiter auszunutzen.

Die Kreuzpreiselastizitäten zur Abschätzung modaler Verlagerungseffekte werden analog zum obigen Vorgehen aus DIW et al. (1993) und ECOPLAN (1997) entnommen. Die unterstellte Verbesserung des Bahnangebotes in Szenario IIb wird durch ein Anheben der Kreuzpreiselastizitäten in allen Marktsegmenten um 20 % ausgedrückt.

Zusammenfassend stellen sich die gewählten direkten Preiselastizitäten und Kreuzpreiselastizitäten nach Marktsegmenten wie folgt dar:

Tabelle 4.17: Preiselastizitäten nach Marktsegmenten

Kostenentwicklung nach Marktsegment	R1 Regionalverkehr		R2 Binnenfernverkehr		R3 Grenzüberschr. Fernverkehr	
	P1 Sped.G.	P2 Masseng.	P1 Sped.G.	P2 Masseng.	P1 Sped.G.	P2 Masseng.
Direkte Preiselastizität $E(xST/pST)$	I: -0,05 IIa: -0,10 IIb: -0,11	I: -0,10 IIa: -0,20 IIb: -0,22	I: -0,15 IIa: -0,30 IIb: -0,33	I: -0,15 IIa: -0,30 IIb: -0,33	I: -0,20 IIa: -0,40 IIb: -0,44	I: -0,25 IIa: -0,50 IIb: -0,55
Kreuzpreiselastizität $E(xBA/pST)$	I: +0,23 IIa: +0,45 IIb: +0,55	I: +0,05 IIa: +0,10 IIb: +0,12	I: +0,70 IIa: +1,40 IIb: +1,70	I: +0,25 IIa: +0,50 IIb: +0,60	I: +0,40 IIa: +0,80 IIb: +0,96	I: +0,25 IIa: +0,50 IIb: +0,60

4.4.5 Marktreaktionen durch Verkehrsvermeidung und -verlagerung

Um die in Tabelle 4.17 angegebenen Elastizitäten in verkehrliche Reaktionen zu überführen, ist zunächst die Entwicklung der Transportsätze, welche von den Verladern entrichtet werden müssen, zu bestimmen. Entsprechend den Ausführungen in Abschnitt 3.4 ergeben sich die Transportsätze aus den gesamten unternehmerischen Kosten je Fahrzeugkilometer, dividiert durch die durchschnittliche Nettotonnage. Die anzulastenden Betriebskosten umfassen hierbei sämtliche distanz- und zeitbezogenen Komponenten einschließlich Verwaltungskosten, Vertriebskosten, unternehmerische Wagniszuschläge, Finanzdienstleistungen sowie die Inanspruchnahme sonstiger Dienste. Diese Kostenelemente sind in den in Tabelle 3.19 hergeleiteten Kostensätzen vollständig enthalten.

Bei den Betriebskosten müssen einerseits die durch die Schwerverkehrsabgabe bedingte Kostensteigerung und andererseits die Kostensenkung durch innerbetriebliche Anpassungsprozesse Berücksichtigung finden. Die Entwicklung der Kostenstruktur im Frachtgewerbe nach Marktsegmenten ist in Tabelle 4.6 und Tabelle 4.9 dargestellt. In Tabelle 4.7 werden die Entwicklung der Betriebskosten je Fahrzeugkilometer nach der Einführung der SVA und deren Beeinflussung durch Ausweichfahrten auf das nachgeordnete Netz dargestellt. Da bis zu diesem Arbeitsschritt von konstanten Auslastungsgraden der Fahrzeuge ausgegangen wird, betrifft die ausgewiesene Kostenentwicklung in gleichem Maße die vom Transporteur kalkulierten Kosten je Tonnenkilometer.

Die Steigerung der Frachtraten und deren Beeinflussung durch Routenwahl und innerbetriebliche Optimierung sind in Abbildung 4.6 wiedergegeben. Es wird deutlich, dass insbesondere in Szenario II ein wesentlicher Teil der durch die Straßenbenutzungsgebühren verursachten Mehrkosten im Fuhr Gewerbe durch innerbetriebliche Anpassungsprozesse ausgeglichen werden kann. Von vorrangiger Bedeutung ist hierbei die Optimierung der Auslastungsgrade der Fahrzeuge, wohingegen die Kosteneinsparung durch Änderungen der Routenwahl vernachlässigbar ist.

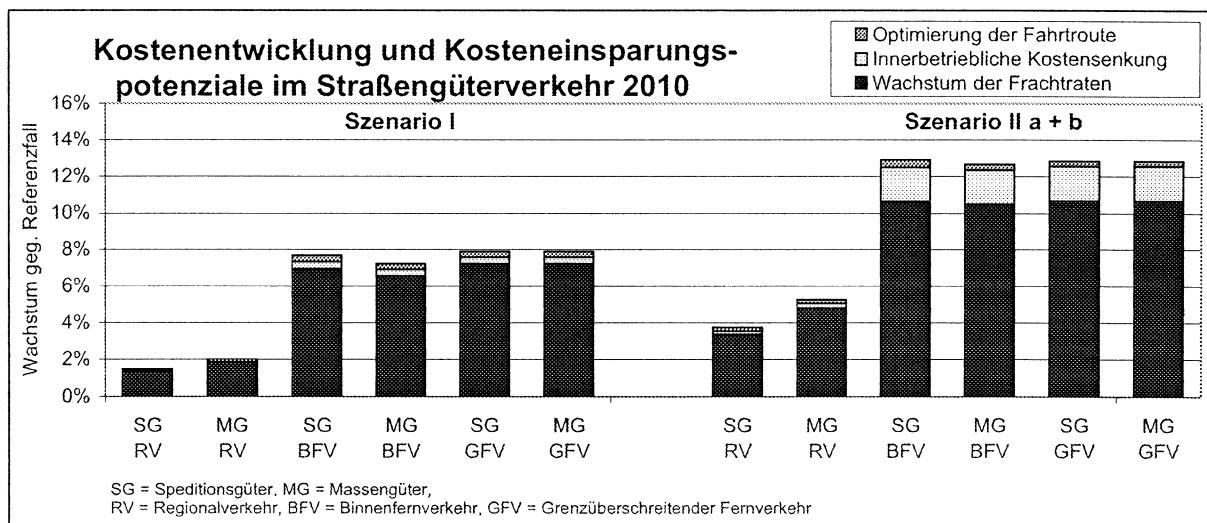


Abbildung 4.6: Wachstum der Frachtraten und deren Kompensation
Quelle: Berechnungen des IWW

Entsprechend sind im Fernverkehr Steigerungsraten der Gesamtkosten je Tonnenkilometer von 6 % - 7 % in Szenario I bzw. 10 % - 11 % in Szenario II zu verzeichnen. Diese Kostensteigerung wird auf die in der obigen Tabelle angegebenen Elastizitäten angewendet, um das Verhalten der verladenden Wirtschaft abzubilden. Zur Abbildung innerbetrieblicher Rationalisierungsprozesse hingegen sind entsprechend den Ausführungen in Kapitel 4.3 die Wachstumsraten der Gesamtkosten nach Routenverlagerung anzuwenden. Bei der Analyse der verkehrlichen Auswirkungen der untersuchten Szenarien der SVA lassen sich drei verkehrlich wirksame Reaktionsformen unterscheiden:

- Rationalisierungen seitens der Transporteure: Hier werden Optimierungen des Fahrzeugumlaufs und der Tourenplanung, welche Auswirkungen auf die durchschnittliche Netto-tonnage der Fahrzeuge haben, zusammengefasst.
- Rationalisierungen seitens der Versender: Unter diese Kategorie fallen die Reorganisation von Bezugs- und Versandorten von Produktionsmitteln oder Endprodukten, die Anpassung innerbetrieblicher Organisationsstrukturen (Lagerhaltung, Produktionsformen, Bezugspolitik) sowie langfristige Standortentscheidungen als Reaktion auf steigende Transportpreise.
- Verkehrsverlagerung auf andere Verkehrsträger: Diese beschreibt Verhaltensänderungen seitens der Verlader bezüglich der Transportorganisation. Wie in den vorigen Abschnitten erläutert, werden hier keine direkten Verlagerungen von der Straße auf das Binnenschiff betrachtet, womit als alternativer Verkehrsträger lediglich die Eisenbahn in Frage kommt.

Die Ergebnisse der Verlagerungsschätzungen für die Szenarien I, IIa und IIb, bezogen auf die Fahrleistung im Straßengüterverkehr, sind in Abbildung 4.7 dargestellt.

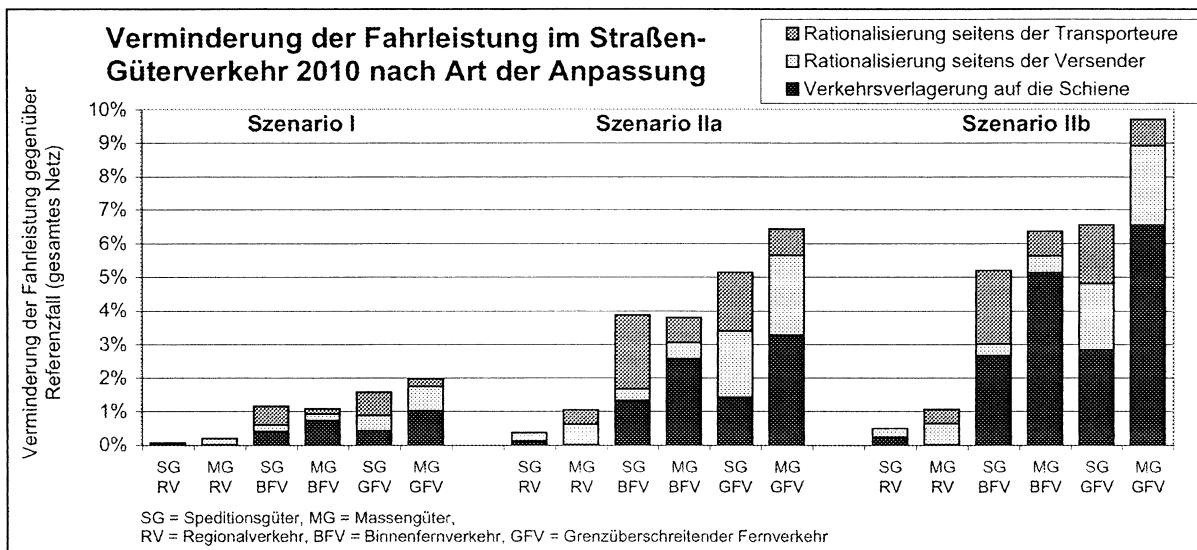


Abbildung 4.7: Verminderung der Fahrleistung im Straßengüterverkehr 2010
Quelle: Berechnungen des IWW.

Aus Abbildung 4.7 wird deutlich, dass die Reduktion der Lkw-Fahrleistung selbst die aus Szenario II resultierende deutliche Kostensteigerung im Fernverkehr (über 12 % der Vollkosten), unter der Annahme eines unveränderten Bahnangebotes, auf der Straße lediglich zwischen 4 % im Binnenverkehr bzw. 7 % im grenzüberschreitenden Verkehr liegen wird. Dies kann sich jedoch durch eine deutliche Verbesserung der Transportqualität bzw. der Kapazität im Schienengüterverkehr um mehrere Prozentpunkte steigern lassen. Durch die im Vergleich zum Straßengüterverkehr geringere Transportleistung der Eisenbahn fällt die relative Mengenänderung bei der Bahn deutlich höher aus. Die entsprechenden Zuwachsgraten sind in Abbildung 4.8 nach Marktsegmenten dargestellt.

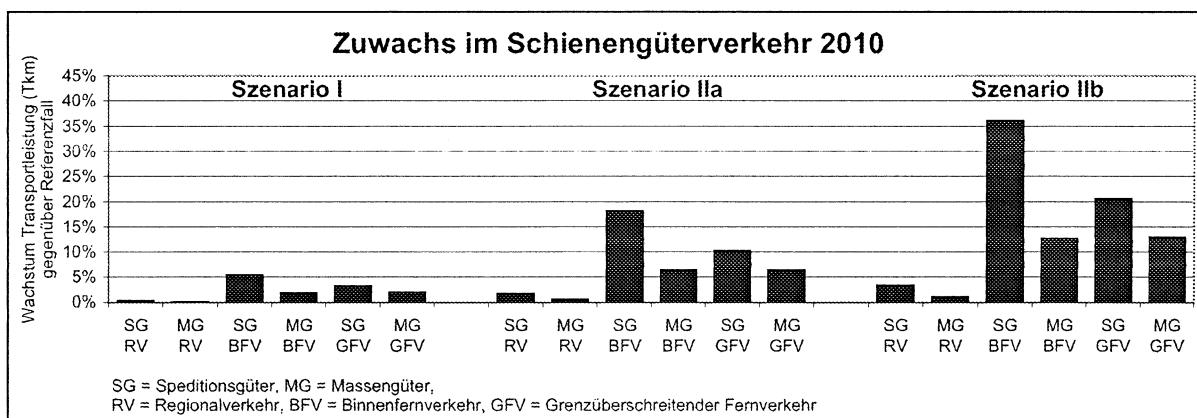


Abbildung 4.8: Zuwachs der Transportleistung im Schienengüterverkehr 2010
Quelle: Berechnungen des IWW

Bedingt durch den geringen absoluten Verkehrsanteil in diesem Marktsegment, ergibt sich im Bereich Speditionsgüter im Fernverkehr der größte Zuwachs bei der Eisenbahn. Dieser wird in Szenario IIb (Qualitätsverbesserung im Schienenverkehr) mit +35 % gegenüber dem Referenzfall geschätzt. Selbst ohne Ausbau im Schienengüterverkehr ergibt sich bei einer Bepreisung von 40 Pf./Fzkm im Straßengüterverkehr ein Zuwachs von ca. 18 % für Transporte von Speditionsgütern im binnengrenzüberschreitenden Fernverkehr.

Die geschätzte Entwicklung der gesamten Transportleistung der Verkehrsträger Straße und Schiene wird durch Abbildung 4.9 verdeutlicht.

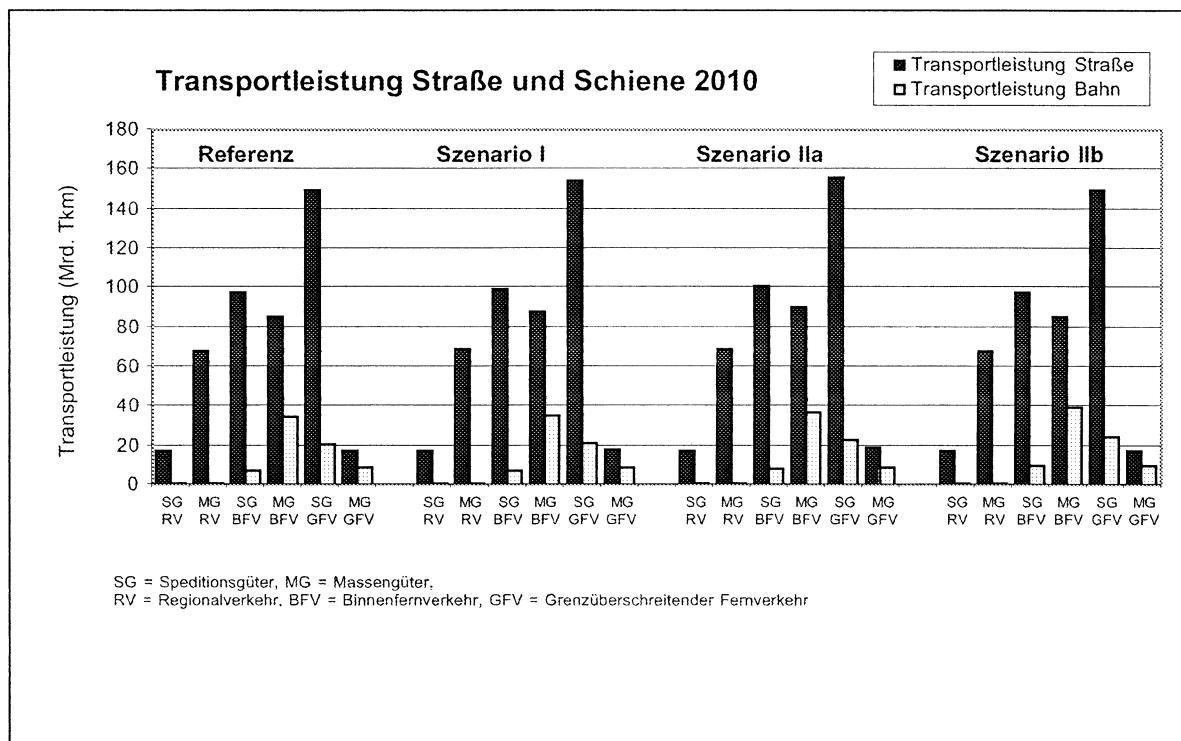


Abbildung 4.9: Entwicklung der Transportleistung Straße - Schiene 2010
Quelle: Berechnungen des IWW

Für die in den Abbildungen 4. bis 4.9 gezeigten Ergebnisse lassen sich folgende Aussagen treffen.

- Bestimmt durch die Gebührenhöhe der Szenarien und das betroffene Marktsegment, zeigt Abbildung 4.7 sehr große Bandbreite der Verkehrsvermeidungspotenziale. Diese bewegen sich von 1 % (Szenario I, Binnenverkehr) bis zu 10 % (Szenario II, Fernverkehr im Bereich Massengüter). Auch innerhalb der Varianten von Szenario II (mit und ohne Ausbau der Bahnkapazität) zeigt sich eine erhebliche Differenz in der Reaktion der Verkehrs nachfrage. Bezogen auf die gesamte Transportleistung im Straßengüterverkehr (in Tkm), wird durch die Verbesserung der Qualität des Schienenverkehrs ein Anstieg der von der Straße auf die Schiene verlagerten Verkehrsmenge um bis zu 3 % prognostiziert.
 - Unter Einbeziehung aller hier untersuchten Verkehrsvermeidungsstrategien bleibt das Potenzial zur Verringerung der Transportleistung auf der in Szenario I unter 2 %. An starrsten ist die Verkehrs nachfrage im Regionalverkehr, wo einerseits ein großer Anteil der Transportleistung mittels nicht gebührenpflichtiger Fahrzeuge erbracht wird und andererseits die Benutzung von Bundesautobahnen leicht umgangen werden kann.
 - Die relative Bedeutung der drei untersuchten Anpassungsarten (Rationalisierung seitens der Transportwirtschaft, Verkehrsverlagerung und Rationalisierungen seitens der Ver lader) zeigt für alle Szenarien ein relativ homogenes Bild. Es zeigen sich hingegen starke Unterschiede in deren Gewichtung nach Marktsegmenten.

- Für das Marktsegment der Speditionsgüter spielt die Fahrleistungsreduktion durch innerbetriebliche Rationalisierungsmaßnahmen im Transportgewerbe eine zentrale Rolle. Hier lassen die relativ geringen Loßgrößen und die damit verbundene relativ schlechte Auslastung der Fahrzeuge einen weitaus größeren Spielraum zum Disponieren des Fahrzeugeinsatzes als im Bereich der Massengüter. Andererseits ist hier das Potenzial für Verlagerungen auf die Bahn geringer.
- Rationalisierungen seitens der Versender machen sich im Bereich grenzüberschreitender Verkehre bemerkbar. Hierbei wird unterstellt, dass langstreckige Verkehre durch eine angepasste Zielwahl, Lagerplanung oder Zulieferpolitik in Menge und Distanz am stärksten variiert werden können.
- Erwartungsgemäß zeigen sich die größten modalen Verlagerungseffekte von der Straße auf die Schiene im Marktsegment für Massengüter. Ein deutlicher Unterschied zwischen Binnen- und grenzüberschreitendem Verkehr zeigt sich bei den verwendeten Elastizitäten nicht. Hierbei muss jedoch berücksichtigt werden, dass es sich hier um vorsichtige Schätzungen handelt, welche für internationale Verkehre eventuell nach oben korrigiert werden müssen.

Zur Sicherheit der hier abgebildeten Ergebnisse ist zu sagen, dass die Anwendung von Preiselastizitäten lediglich eine grobe Abschätzung von Reaktionstendenzen darstellen kann. In Einzelfällen werden die Handlungsalternativen von Verladern von örtlichen Gegebenheiten und von unternehmerischen Entscheidungen der Vergangenheit beeinflusst, wodurch sich ein breites Bündel möglicher Strategien zur Kostenminderung ergibt. Als Ergänzung zu dieser Studie empfiehlt sich deshalb eine detaillierte ausgewählter Fallbeispiele, um einen detaillierteren Einblick in die ökonomischen - und damit die ökologischen - Konsequenzen der SVA für den schweren Güterverkehr zu erhalten.

4.4.6 Langfristige Anpassungen der Versender

Die durch die Anwendung von Elastizitäten beschriebenen und quantifizierten Auswirkungen steigender Transportpreise auf die Nachfrage nach Transportleistung im Straßen- und Schienenverkehr sind tendenziell eher kurz- bis mittelfristiger Natur. In der langfristigen Planung von Unternehmensstrategien spielen darüber hinaus Entscheidungen über Produktions- und Lagerstandorte eine Rolle. Wie aus den Entwicklungen von Transportaufkommen (in Tonnen) und der Transportentfernung (Tkm) der letzten Jahrzehnte entnommen werden kann, unterliegt die mittlere Versandweite im Güterverkehr einem stetigen Wachstumstrend (BMVBW 2001a). Dieser ist auf die zunehmende Zentralisierung von Produktions- und Lagerstandorten zurückzuführen.

Durch die Einführung einer kilometerbezogenen Straßenbenutzungsgebühr werden die Kosten für den Bezug und den Versand von Waren erhöht, was wiederum die Standortentscheidungen innerhalb der verladenden Wirtschaft beeinflussen wird. In diesem Untersuchungsschritt ist zu klären, inwieweit die hier vorgeschlagenen Szenarien einer umweltorientierten SVA in der Lage sind, den beschriebenen Trend der zunehmenden Zentralisierung von Produktions- und Lagerstandorten zurückzunehmen oder zumindest zu verlangsamen.

Um dieses Untersuchungsziel zu erreichen, wurden Simulationsläufe mit der Logistik-Software EULOG durchgeführt. Das EULOG-Modell ist in der Lage, auf Grundlage einer ge-

gebenen Kostenstruktur für Transport und Lagerung von Gütern eine optimale Verteilung von Lagerstandorten zu bestimmen. Kostenelemente werden dabei einerseits als

- betriebsinterne Größe für das Produktions- und Lagersystem eines fiktiven Distributionsnetzes und andererseits als
- extern vorgegebene Transportkostensätze auf der Basis eines digitalisierten Straßennetzes

berücksichtigt. Optimale Lagerstandorte ergeben sich dabei durch ein Minimieren der betrieblichen Gesamtkosten, welche durch die betriebsinternen Kosten von Produktion und Lagerhaltung und die zu erbringende Transportleistung bestimmt werden. Anhand der Simulationsergebnisse des EULOG-Modells lassen sich qualitative Aussagen über die Bedeutung der SVA für die Standortpolitik der Wirtschaft treffen.

Standortentscheidungen weisen in der Praxis einen hohen Grad an Komplexität auf. Somit können die durch das EULOG-Modell erzeugten quantitativen Ergebnisse nicht ohne weiteres auf das verkehrliche Mengengerüst übertragen werden. Die entsprechenden Details der angewandten Methodik und der erzeugten Ergebnisse werden aus diesem Grund hier nicht im Einzelnen wiedergegeben. Eine detaillierte Beschreibung der Simulationsanalyse mit EULOG findet sich jedoch in der Anlage 2 zu dieser Studie.

Durch die Anwendung des EULOG-Modells wurden die Auswirkungen der SVA auf verschiedene Distributionsstrukturen untersucht. Hinsichtlich Verkehrsverlagerungen sind für verbreitete Systemkonfigurationen mit 2 bis 7 Regionallagern in Deutschland dieselben Wirkungen zu erwarten wie bei einer Matrixbetrachtung. Distributionssysteme mit einer höheren Lageranzahl sind weniger verkehrsintensiv, da geringere Lieferdistanzen zu überwinden sind. Tendenziell wirkt eine Bemautung Zentralisierungstendenzen entgegen, da die Substitution von Lagerkosten durch Transportkosten weniger attraktiv wird.

Auf die Servicequalität von Distributionssystemen, gemessen an Lieferzeithorizonten, hat eine Bemautung keinen merklichen Einfluss. Hier ist wiederum die Lageranzahl ausschlaggebend. Die Betrachtung der Zusammenhänge von Bemautung und Tourenplanung zeigt Hinweise auf Kompensationsmöglichkeiten der Kostenbelastungen durch die Bemautung durch verbesserte Tourenplanung. Damit wird durch Lkw-Bemautung für die Fuhrunternehmen ein Anreiz zur Verbesserung der Touren- und Fahrzeugeinsatzplanung gegeben, zumal mit diesen technischen Hilfsmitteln durch bessere Fahrzeugdisposition Leerfahrtenanteile verringert und Auslastungsgrade verbessert werden können. Alles in allem bleiben die Wirkungen der SVA auf die Logistik bei der hier untersuchten Mauthöhen bis 40 Pf./Fzkm - zumindest innerhalb des hier zu Grunde gelegten Zeithorizonts bis 2010 - jedoch gering.

5 GESAMTERGEBNIS UND BEWERTUNG

Das Ziel dieses Arbeitsschrittes besteht in einer Beurteilung der durch die Schwerverkehrsabgabe verursachten verkehrlichen Auswirkungen. Hierzu wird zunächst in Abschnitt 5.1 eine Zusammenfassung der in Kapitel 4 erarbeiteten Ergebnisse gegeben. Die sich aus diesen Effekten für die Szenarien I, IIa und IIb im Vergleich zum Referenzfall ergebenden Veränderungen der Verkehrsnachfrage werden in Abschnitt 5.2 quantitativ beschrieben und in Abschnitt 5.3 mittels des in Abschnitt 3.2.4 entwickelten monetären Indikators bewertet. In Abschnitt 5.4 werden die monetären Bewertungen der Szenarien abschließend einander gegenübergestellt.

5.1 Zusammenfassung der Auswirkungen der SVA

In diesem Abschnitt werden die zentralen Ergebnisse der Einzelanalysen in kurzer Form rekapituliert, um das verkehrliche Mengengerüst 2010 für die untersuchten Szenarien I, IIa und IIb berechnen, sowie volkswirtschaftlich bewerten zu können. Die Gliederung des aktuellen Abschnittes orientiert sich dabei an den in Kapitel 4 vorgestellten Anpassungsformen der Transportwirtschaft und deren Klienten.

5.1.1 Routenverlagerung auf das nachgeordnete Straßennetz

Die Verlagerung von Verkehren von den Bundesautobahnen auf das nachgeordnete Straßennetz (Bundesstraßen, Landesstraßen etc.) wird als ein Umweltrisiko einer auf Bundesautobahnen beschränkten SVA angesehen. Dieser Effekt wurde in der vorliegenden Studie mit Hilfe des am IWW entwickelten Verkehrsmodells VACLAV untersucht. Zur Analyse theoretischer Verlagerungspotenziale und für deren tatsächliche Realisierung wurden Modellrechnungen in einem unbelasteten und einem mit Regionalverkehr und Teilen des Fernverkehrs belasteten Straßennetz durchgeführt. Die hierbei gewonnenen Erkenntnisse sind in Tabelle 4.3 und Tabelle 4.4 wiedergegeben.

- Der im unbelasteten Straßennetz gemessene Rückgang der Fahrleistung auf Bundesautobahnen beträgt ca. 10 % bis 15 % in Szenario I bzw. 3 % bis 4 % in Szenario II. Die Verlagerung von Verkehren weg von den BAB bei gleichmäßiger Bepreisung des gesamten Straßennetzes röhrt von den durch die SVA implizit erhöhten Distanzkosten im Fuhrgewerbe her. Hierdurch sind die Fahrer veranlasst, Strecken teilweise über das sekundäre Netz abzukürzen. Wegen der in VACLAV enthaltenen Anfahrtswege zu den Bundesautobahnen sinkt die Relevanz von Ausweichstrecken, und damit die Verlagerungswahrscheinlichkeit, mit zunehmender Transportdistanz.
- Durch Berücksichtigung von Staubbildung auf dem nachgeordneten Straßennetz fallen die Verlagerungswirkungen deutlich kleiner aus. Im Durchschnitt über alle Entfernungsbereiche werden lediglich 25 % der Verlagerungen realisiert, welche sich rechnerisch ohne die Berücksichtigung von Staueffekten ergeben würden. Insgesamt werden unter den preislichen Rahmenbedingungen von Szenario I 3,5 % der Lkw-Fahrleistung auf Bundesautobahnen auf das nachgeordnete Netz verdrängt, was für das übrige Straßennetz durch deren geringeres Verkehrsaufkommen einen Zuwachs von 4,5 % bedeutet.

- In Szenario II werden im unbelasteten Netz lediglich 4 % der Verkehre aus ökonomischen Überlegungen die Autobahnen verlassen. Diese Nachfrage kann vom sekundären Netz zu einem großen Teil befriedigt werden, ohne dass die Verkehrsqualität (auf das gesamte Netz bezogen) wesentlich verschlechtert wird. Nach den durchgeföhrten Modellrechnungen erden 75 % der potenziellen Verlagerung tatsächlich realisiert. Die durchschnittliche Reduktion der Lkw-Fahrleistung auf den Bundesautobahnen beträgt in Szenario II etwa 2 %. Diese Abschätzung dürfte jedoch eine obere Grenze darstellen, da aufgrund der Spezifikation des VACLA V-Netzmodells Verlagerungswirkungen tendenziell überzeichnet wiedergegeben werden.
- Fahrzeuge mit niedrigen Emissionsstandards unterliegen nach der Ausgestaltung der hier untersuchten Szenarien höheren Gebührensätzen als Fahrzeuge mit moderner Abgas-technologie und sind daher einem stärkeren Verlagerungsdruck ausgesetzt. Die Wirkung auf den mit emissionsarmen Fahrzeugen erbrachten Anteil der Fahrleistung unterschiedet sich jedoch in keinem Szenario wesentlich nach Straßenklassen. Dies ist auf die in allen Szenarien relativ geringe tatsächliche Verlagerung zurückzuföhren.
- Die Verminderung der gesamten Fahrleistung im Straßengüterverkehr durch die Ausnutzung von Abkürzungen über das sekundäre Straßennetz ist verkehrlich nicht relevant. Dementsprechend wird der Einfluss der Routenwahl auf die gesamte Verkehrsnachfrage (gemessen in Fzkm) nicht in die Bewertung der Szenarien aufgenommen.
- Entsprechend der geringen Verlagerungswirkungen fallen die kostenseitigen Einsparpotenziale durch Ausweichfahrten auf das nachgelagerte Netz äußerst gering aus. Für beide Szenarien werden mittlere Kostenreduktionen von 0,1 % bis 0,3 % ermittelt. Da es sich hier um Durchschnittswerte handelt, werden im Einzelfall deutlichere Einsparpotenziale auftreten.

Im Gesamtbild kann die Wirkung der Routenverlagerungen auf das verkehrliche Mengengerüst wie auch auf die Kostenstruktur im Fuhrgewerbe als gering bezeichnet werden.

5.1.2 Innerbetriebliche Optimierung

Aufgrund des von der SVA verursachten Kostendrucks werden die Fuhrunternehmen gezwungen sein, Maßnahmen zur Kostenreduktion zu ergreifen. Diese können entsprechend ihrer verkehrlichen Wirkung in zwei Kategorien gegliedert werden:

- Verkehrlich wirksame Kosteneinsparpotenziale umfassen alle Handlungsmöglichkeiten von Spediteuren, welche die Fahrzeugauslastung beeinflussen. Hierzu zählen die Optimierung von Tourenplanung oder Fahrzeugpooling im kurzfristigen Entscheidungsbereich und die Optimierung der Flottenstruktur als langfristig wirksame Maßnahme.
- Rein kostenwirksame Maßnahmen umfassen das Ausschöpfen von Kosteneinsparpotenzialen unter anderem im Personalwesen, in der Verwaltung, bei Finanzdiensten oder sonstigen Serviceprovidern. Diese werden hier nur indirekt berücksichtigt; es wird angenommen, dass hierdurch Mehrkosten, die den Unternehmern durch Rationalisierungsmaßnahmen entstehen, kompensiert werden können. Produktivitätsfortschritte durch die Steigerung von Auslastungsgraden werden damit voll kostenwirksam.

Zur Einschätzung der sich durch diese Effekte ergebenden Auswirkungen auf das verkehrliche Mengengerüst 2010 und die Kostenstruktur im Fuhrgewerbe wurden Erfahrungen mit der Einführung der LSVA in der Schweiz sowie aktuelle Expertenschätzungen für den deutschen Transportsektor herangezogen. Die hierdurch gewonnene Abschätzung der Wirkung der SVA stellt sich wie folgt dar:

- Als relevant für die Entscheidung, ob der Fahrzeugeinsatz aufgrund der SVA zu optimieren ist, dienen die direkt fahrleistungsbezogenen Betriebs- und Personalkosten. Diese betragen ca. 70 % der auf einen Lkw-Kilometer umgelegten Gesamtkosten. Der Grad der Optimierung hängt dabei von der Kostensteigerung ab. Dabei wird vom Einsatz drastischer Rationalisierungsmaßnahmen seitens der Spediteure ab einer Steigerung der Betriebskosten von 20 % ausgegangen.
- Die Optimierungsmöglichkeiten durch eine verbesserte Tourenplanung lassen durchschnittliche Auslastungsgrade um 0,05t (Szenario I) bzw. um 0,1t (Szenario II) im Segment der Speditionsgüter für alle Entfernungsklassen ansteigen. Dies entspricht einer Verbesserung der Produktivität von weniger als 1 %. Dies muss jedoch vor dem Hintergrund einer ohnehin scharfen Konkurrenzsituation innerhalb des Fuhrgewerbes betrachtet werden. Bis 2010 wird dementsprechend davon ausgegangen, dass erhebliche Einsparmöglichkeiten seitens der Spediteure bereits ausgeschöpft werden.
- Möglichkeiten zur Verbesserung der Auslastungsgrade durch die Verwendung von Fahrzeugen mit mehr Ladekapazität werden aus entsprechenden Erwägungen ebenfalls als sehr begrenzt eingestuft.
- Generell werden die Anpassungsmöglichkeiten im Bereich der Speditionsgüter als mindestens doppelt so günstig wie für Massengüter eingestuft. Ferner wird im Regionalverkehr durch die kostenmäßig wenig wirksame SVA von einer vergleichsweise geringeren Reaktion als im Fernverkehr ausgegangen.
- Die Erhöhung der Auslastungsgrade schlägt sich sowohl auf das verkehrliche Mengengerüst als auch auf die Kostenstruktur in der Transportwirtschaft nieder. Dadurch werden die Fahrleistungen bzw. Frachtraten je Marktsegment um ca. 3 % in Szenario I und um ca. 2 % in Szenario II gedämpft.

Neben der aus Umweltsicht positiven direkten Wirkung der Kostenerhöhung im Straßenverkehr auf die Fahrleistung muss demnach auch das teilweise Auffangen der Steigerung der Frachtraten berücksichtigt werden. Da die Transportpreise als Entscheidungsgrundlage für die Verlader dienen, wird somit der Anreiz an die Wirtschaft zur Reduktion der Transportnachfrage etwas geschwächt.

5.1.3 Umstrukturierung der Fahrzeugflotte

Neben dem durch die Kostenerhöhung hervorgerufenen Druck zur kapazitiven Optimierung der Fahrzeugflotte schafft die ökologisch gestaffelte Gebührenstruktur auch einen Anreiz zum Kauf schadstoffärmerer Fahrzeuge. Entsprechend der Art der Entscheidung können zwei Handlungsalternativen, welche mit dem Neukauf von Fahrzeugen verbunden sind, unterschieden werden:

- Bei den modellhaft angenommenen Entscheidungsstrukturen wird davon ausgegangen, dass bereits einige Jahre vor der gesetzlichen Einführung eines Emissionsstandards Fahrzeuge gekauft werden, die diesem Standard entsprechen. Bereits heute liegt der Anteil an- tizipierter zukünftiger Schadstoffnormen bei den Neukäufen bei 20 % drei Jahre vor Ein- führung, bei 60 % zwei Jahre vor Einführung und bei 95 % ein Jahr vor Einführung des Standards. Diese Anteile können durch die relative Verteuerung der Betriebskosten für Fahrzeuge mit veralteter Abgastechnologie deutlich gesteigert werden.
- Bei einer drastischen relativen Kostensteigerung für nicht schadstoffarme Fahrzeuge wer- den sich Reinvestitionsentscheidungen derart ändern, dass die Beschaffung neuer Fahr- zeuge vorzeitig getätigkt wird. Zur Analyse dieses Effektes wurde eine Kostenvergleichs- rechnung für unterschiedliche Reinvestitionszeitpunkte und Kostenstrukturen durch- geführt.

Die durch die ökologische Ausgestaltung der SVA ausgelöste verstärkte Antizipierung zu- künftiger Schadstoffnormen und die veränderte Reinvestitionspolitik wurden mittels eines dynamischen Flottenmodells untersucht. Die Modellrechnungen führten zu folgendem Er- gebnis:

- Ab einer Kostensteigerung von 8 % bis 10 % alter Fahrzeuge gegenüber neuen, emis- sionsarmen Fahrzeugen ist der bis dahin optimale Reinvestitionszyklus von 9 Jahren nicht mehr optimal. Stattdessen ergibt sich aus der Kostenvergleichsrechnung, dass alte Fahr- zeuge unmittelbar nach Ablauf der steuerlichen Abschreibungsdauer (5 Jahre) gegen neue auszutauschen sind.
- Unter den Bedingungen von Szenario I wird durch diesen Effekt der nach der Modell- rechnung noch verbleibende Rest von Fahrzeugen der Schadstoffklasse Euro-3 von 20 % Marktanteil auf 10 % reduziert. In Szenario II werden die Euro-3-Fahrzeuge dagegen so- gar komplett gegen Fahrzeuge der Emissionsklasse Euro-5 ausgetauscht.
- Schätzungen über den zukünftigen Anteil antizipierter Emissionsnormen gehen von einer sehr deutlichen Erhöhung der vorzeitigen Beachtung zukünftiger Emissionsnormen aus. So werden in Szenario I 3 Jahre vor Einführung der Normen Euro-4 und Euro-5 bereits 60 % aller Neukäufe diesen Standards entsprechen. In Szenario II sind dies nach Schätzungen des IWW bereits 95 %.
- Im Ergebnis zeigt sich ein deutlicher Effekt. Zusammen mit der vorgezogenen Neube- schaffung von Lkw wird der Anteil von Fahrzeugen über 12t zulässiges Gesamtgewicht der Emissionsklasse Euro-3 oder geringer in beiden Szenarien auf ein verkehrlich nicht mehr relevantes Maß reduziert worden sein. Der Anteil von Fahrzeugen der Emissions- klasse Euro-5 erhöht sich danach von 40 % auf 70 %.
- Der erzielte Effekt ist besonders deutlich bei Fahrzeugen unter 18t, da diese eine längere durchschnittliche Lebensdauer haben als schwere Güterfahrzeuge.

Aus Umweltsicht zeigt hier die höhere Kostenbelastung, und damit die deutlichere Dif- ferenzierung der Betriebskosten nach Schadstoffklassen, eine große Wirkung gegenüber den moderaten Kostensätzen in Szenario I.

5.1.4 Reaktionen der Verlader

Die Reaktionen der verladenden Wirtschaft werden anhand von Preiselastizitäten, welche durch Expertenschätzungen abgeleitet wurden, bestimmt. Hierbei wird zwischen Rationalisierungen zur Vermeidung von Transporten bzw. zur Verminderung der Transportnachfrage einerseits und der Verlagerung der Nachfrage auf die Schiene andererseits unterschieden. In Ergänzung zu den bisher betrachteten Szenarien wird Szenario II nach der Qualität und Kapazität im Schienenverkehr differenziert. Für das verkehrliche Mengengerüst ergeben sich die folgenden Eckwerte:

- In den Szenarien I, IIa (keine Anpassung der Schienenkapazitäten) und IIb (Ausbau der Bahn bezüglich Qualität und Kapazität) ergeben sich Reduktionen des Straßenverkehrs bis 2010 von 0,5 %, 2,3 % bzw. 3,3 %. Diese Zahlen beinhalten den Effekt durch die Optimierung der Fahrzeugauslastungsgrade, sowie die Vermeidung und die modale Verlagerung der Verkehrsnachfrage seitens der Verlader.
- Das Gewicht der drei Vermeidungsarten (Rationalisierung seitens der Spediteure, Rationalisierung seitens der Verlader und Verkehrsverlagerung auf die Schiene) kann in etwa als ausgeglichen betrachtet werden, wobei die Bedeutung modaler Verlagerungen mit zunehmender Transportdistanz und abnehmendem Warenwert wächst.
- Entsprechend der Abnahme der Fahrleistung auf der Straße wächst das Transportaufkommen (in Tkm) auf der Schiene in den Szenarien I, IIa und IIb um durchschnittlich 1,3 %, 7 % bzw. 14 %. Hierbei ist der Zuwachs für Marktsegmente mit geringem Marktanteil im Referenzfall am größten.

Verglichen mit denen im Verkehrsbericht 2000 der Bundesregierung (BMVBW 2001b) angegebenen Eckwerten des Integrationsszenarios der BVWP 2000 gegenüber dem Laisser-faire-Szenario (vgl. Tabelle 3.10) erscheinen die hier ermittelten Veränderungsraten sehr gering. Im Verkehrsbericht 2000 wird von einem Rückgang der Fahrleistung im Straßengüterfernverkehr von 11,4 % bis zum Jahr 2015 ausgegangen. Hingegen geht die vorliegende Studie in Szenario IIb von einem Rückgang des Lkw-Fernverkehrs von durchschnittlich 6 % bis 2010 gegenüber dem Referenzfall aus. Für den Schienengüterverkehr weist der Verkehrsbericht 2000 ein Wachstum von 50 % im Integrationsszenario gegenüber dem Laisser-faire-Szenario für das Jahr 2015 aus. Demgegenüber steht das in dieser Studie geschätzte Wachstum bei der Bahn im Szenario IIb gegenüber dem Referenzfall von 14 % für das Jahr 2010.

Beim Vergleich der Resultate muss einerseits berücksichtigt werden, dass sowohl die Definitionen der Basisszenarien (Laisser-faire bzw. Referenz) und der Entwicklungsszenarien (Integration bzw. IIb) als auch der Zeithorizonte (2015 bzw. 2010) nicht übereinstimmen und somit die Ergebnisse nicht direkt vergleichbar sind. Ferner wird in der vorliegenden Studie davon ausgegangen, dass die Einführung der Schwererverkehrsabgabe ein positiver Entwicklungspfad der Verkehrsnachfrage hin zum Schienengüterverkehr eingeleitet wird, welcher möglicherweise erst langfristig zu einem deutlichen Wachstum bei der Bahn führt.

In den nachfolgenden Abschnitten wird eine zusammenfassende Darstellung der hier aufgezeichneten Entwicklungen gegeben.

5.2 Entwicklung des verkehrlichen Mengengerüsts

In den folgenden Abschnitten werden die Ergebnisse der Szenarien I, IIa und IIb, bezogen auf die Entwicklung der Verkehrsmenge, dargestellt. Zunächst wird einerseits die relative Veränderung der Fahrleistungen auf der Straße bzw. die relative Veränderung der Transportleistung auf der Schiene in einer aggregierten Form tabellarisch wiedergegeben. Sodann werden andererseits die sich in den Szenarien ergebenden Veränderungen gegenüber dem in Kapitel 3.3 ausgearbeiteten Referenzfall 2010 graphisch dargestellt. Die detaillierten Mengengerüste der Szenarien können im Anhang zu dieser Studie eingesehen werden.

Die Gliederung der folgenden Abschnitte folgt den Definitionen der Szenarien. Die folgende Abbildung 5.1 gibt die Aufteilung der Fahrleistungen im Straßengüterverkehr 2010 im Referenzfall wieder, um die Beurteilung der in den folgenden Abschnitten angegebenen relativen Änderungen der Szenarien zu erleichtern.

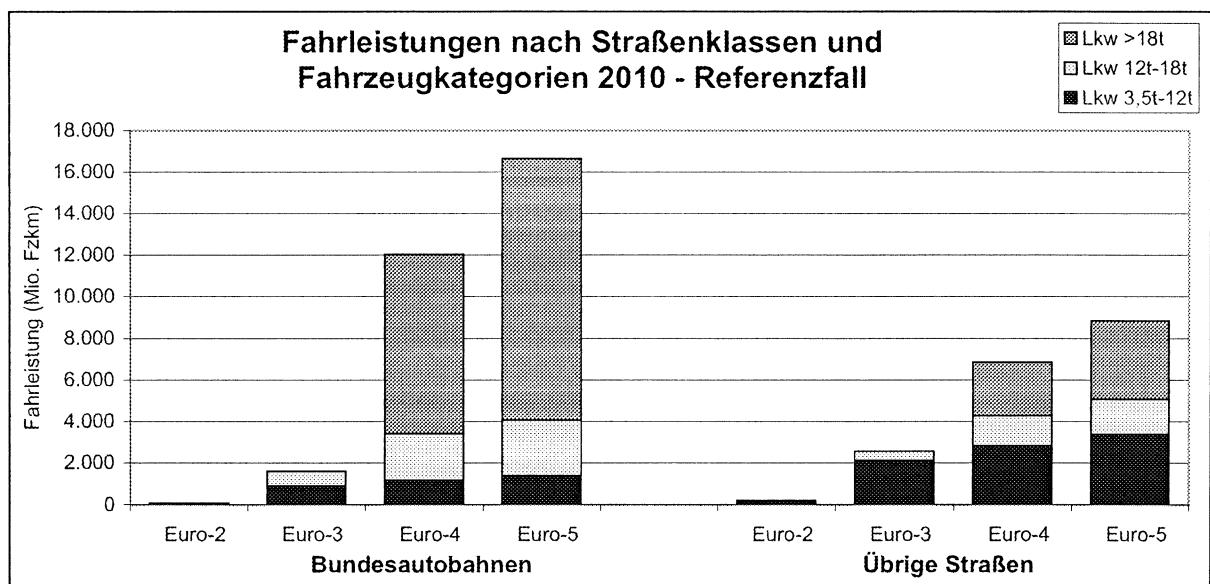


Abbildung 5.1: Fahrleistungen im Straßengüterverkehr 2010, Referenzfall
Quelle: Berechnungen des IWW

Als Orientierungshilfe werden die Grundannahmen der Szenarien jeweils stichwortartig wiederholt.

5.2.1 Verkehrliche Auswirkungen in Szenario I

Szenario I ist durch eine durchschnittliche Gebührenhöhe von 25 Pf./Fzkm auf dem Netz der Bundesautobahnen charakterisiert. Das nachgelagerte Netz, bestehend aus Bundesstraßen und nicht-bundeseigenen Straßen des überörtlichen Verkehrs, wird von der Gebührenerhebung ausgenommen. Ebenfalls nicht bepreist werden Fahrzeuge mit einem zulässigen Gesamtgewicht unter 12t.

Die Staffelung der Gebührensätze berücksichtigt das zulässige Gesamtgewicht sowie die Emissionsklasse der Fahrzeuge. Hierdurch ergibt sich eine Spreizung der Gebührensätze von 20 Pf./Fzkm bis 29 Pf./Fzkm für Fahrzeuge der Gewichtsklasse 12t - 18t bzw. von 25 Pf./Fzkm bis 37 Pf./Fzkm für Fahrzeuge über 18t zGG.

Die sich in Szenario I ergebende Veränderung der Verkehrsmenge gegenüber dem Referenzfall ist in Tabelle 5.1, differenziert nach Marktsegmenten, Straßentypen, Gewichtsklassen und Emissionsstandards, wiedergegeben. Im Straßengüterverkehr wird durch die Kostensteigerung ein Rückgang der gesamten Fahrleistung um 0,5 % verursacht, was für die Eisenbahn einen Zuwachs der Transportleistung um 1,3 % bedeutet. Entsprechend dem Anteil abgabenpflichtiger Fahrzeuge, der Relevanz bemaunter Teile des Straßennetzes bzw. der Affinität der Verkehre zur Eisenbahn wächst die Reaktion des Straßenverkehrs mit steigender Transportentfernung. So ist die Abnahme der Fahrleistung im grenzüberschreitenden Fernverkehr etwa zehnmal so groß wie im Regionalverkehr.

Tabelle 5.1: Relative Veränderung des verkehrlichen Mengengerüstes in Szenario I gegenüber dem Referenzfall

Verkehrsleistung 2010 Szenario I Veränderung geg. Referenz	R1 Regionalverkehr		R2 Binnenfernverkehr		R3 Grenzüberschr. Fernverkehr		GE- SAMT
	P1 Sped.G.	P2 Mass.g.	P1 Sped.G.	P2 Mass.g.	P1 Sped.G.	P2 Mass.g.	
Mengengerüst Straße 2010 (Mrd. Fzkm)							
GESAMT	-0,1 %	-0,2 %	-0,4 %	-0,6 %	-0,9 %	-1,7 %	-0,5 %
<i>Nach Fahrzeugklassen</i>							
3,5t - 12t	-0,1 %	-0,2 %					-0,2 %
12t - 18t	-0,1 %	-0,2 %	-0,4 %	-0,4 %			-0,3 %
>18t	-0,1 %	-0,4 %	-0,4 %	-0,6 %	-0,9 %	-1,7 %	-0,7 %
<i>Nach Straßenkategorien</i>							
BAB	-2,6 %	-3,6 %	-3,4 %	-3,5 %	-3,8 %	-4,6 %	-3,5 %
ÜS	1,2 %	1,6 %	9,6 %	8,4 %	15,3 %	14,4 %	4,5 %
<i>Nach Emissionsklassen</i>							
Euro-2	-0,1 %	-0,2 %					-0,2 %
Euro-3	-16,5 %	-18,9 %	-100,0 %	-100,0 %			-27,7 %
Euro-4	3,8 %	0,6 %	-7,1 %	-14,0 %	-17,7 %	-18,3 %	-7,7 %
Euro-5	4,8 %	6,3 %	11,9 %	11,1 %	10,6 %	9,7 %	9,3 %
Mengengerüst Bahn 2010 (Mrd. Tkm)							
GESAMT	0,3 %	0,1 %	2,3 %	0,4 %	2,7 %	1,2 %	1,3 %

Die Verschiebungen der Fahrleistung innerhalb der Fahrzeugtypen, Straßenkategorien und Emissionsklassen entsprechen dabei den Ausführungen in Kapitel 4 bzw. 5.1. Hervorgehoben sei an dieser Stelle noch einmal der deutliche Effekt der ökologischen Differenzierung der Gebührensätze auf den Anteil emissionsarmer Fahrzeuge.

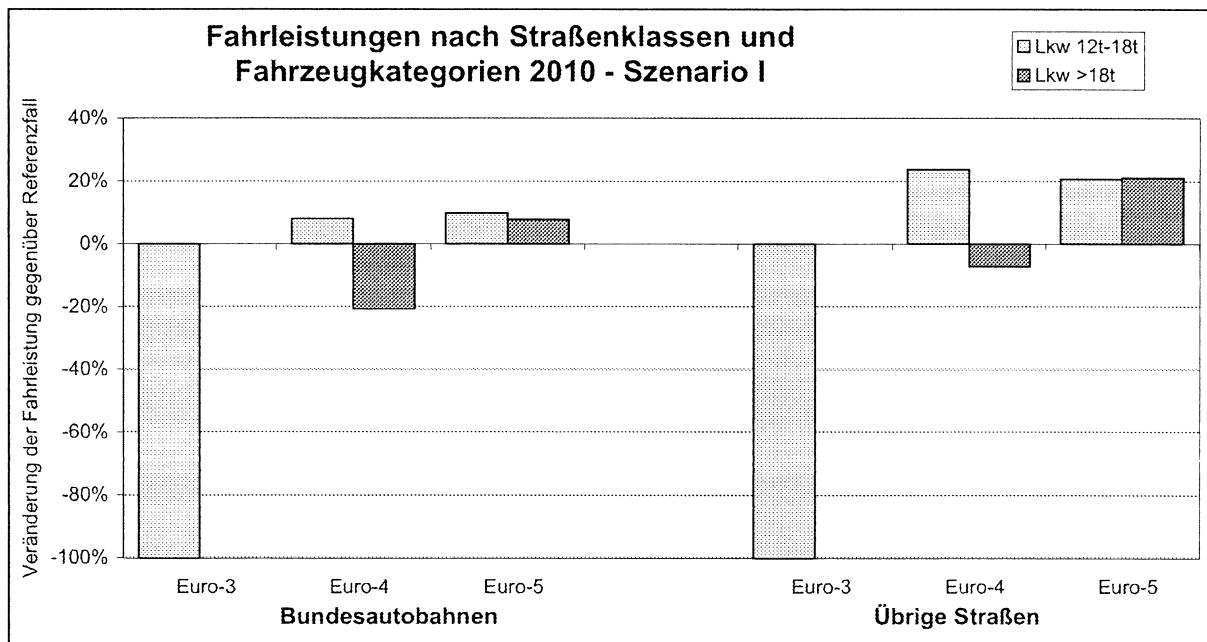


Abbildung 5.2: Veränderung der Fahrleistung im Straßengüterverkehr 2010 in Szenario I gegenüber dem Referenzfall
 Quelle: Modellrechnungen des IWW

Aus der graphischen Darstellung in Abbildung 5.2 wird deutlich, dass der Anteil an Euro-3-Fahrzeugen zu Gunsten von Fahrzeugen der Emissionsklasse Euro-4 und Euro-5 auf allen Straßenklassen bei den Fahrzeugen über 12t zGG komplett zurückgeht. Die gewählte Darstellungsform zeigt weiterhin eine stärkere Verlagerung von Fahrzeugen der Emissionsklasse Euro-4 auf das nachgelagerte Netz, als dies bei Fahrzeugen der Emissionsklasse Euro-5 zu beobachten ist.

5.2.2 Verkehrliche Auswirkungen in Szenario IIa

Die betrachteten Varianten von Szenario II gehen von einer Bepreisung des gesamten für den Straßengüterverkehr relevanten Straßennetzes aus. Diese von der Richtlinie 62/1999 des Rates der Europäischen Union abweichende Definition des in die SVA einbezogenen Straßennetzes wurde aus modelltechnischen Gründen gewählt. Die mittlere Gebührenhöhe in Szenario II wurde entsprechend der Schätzungen der Regierungskommission Infrastrukturfinanzierung mit 40 Pf./Fzkm veranschlagt.

Die Gebührendifferenzierung ergibt sich entsprechend Szenario I. Die Differenz der Grundgebühr für Fahrzeuge über 18t zGG liegt danach 10 Pf./Fzkm über der Grundgebühr für Fahrzeuge der Gewichtsklasse 12t - 18t. Unter Berücksichtigung verschiedener Emissionsstandards ergeben sich Abgabesätze von 35 Pf./Fzkm bis 38 Pf./Fzkm für Fahrzeuge unter 18t bzw. zwischen 35 Pf./Fzkm und 53 Pf./Fzkm für schwerere Lkw.

Hinsichtlich der Kapazität und der Qualität des Schienengüterverkehrs wurde in Szenario IIa nicht von einer Verbesserung ausgegangen. Beruhend auf den in Kapitel 4 erarbeiteten Teilergebnissen, ergibt sich das verkehrliche Mengengerüst von Szenario IIa, wie in Tabelle 5.2 dargestellt.

Tabelle 5.2: Relative Veränderung des verkehrlichen Mengengerüstes in Szenario IIa gegenüber dem Referenzfall

Verkehrsleistung 2010 Szenario IIa Veränderung geg. Referenz	R1 Regionalverkehr		R2 Binnenfernverkehr		R3 Grenzüberschr. Fernverkehr		GESAMT
	P1 Sped.G.	P2 Mass.g.	P1 Sped.G.	P2 Mass.g.	P1 Sped.G.	P2 Mass.g.	
Mengengerüst Straße 2010 (Mrd. Fzkm)							
GESAMT	-0,5 %	-0,7 %	-2,3 %	-3,3 %	-4,1 %	-5,9 %	-2,3 %
<i>Nach Fahrzeugklassen</i>							
3,5t - 12t	-0,4 %	-0,6 %					-0,5 %
12t - 18t	-0,9 %	-0,8 %	-2,2 %	-3,2 %			-1,5 %
>18t	-1,1 %	-0,9 %	-2,4 %	-3,3 %	-4,1 %	-5,9 %	-3,3 %
<i>Nach Straßenkategorien</i>							
BAB	-2,4 %	-3,0 %	-4,1 %	-5,0 %	-5,7 %	-7,5 %	-4,6 %
ÜS	0,4 %	0,6 %	3,7 %	2,0 %	5,3 %	3,3 %	1,5 %
<i>Nach Emissionsklassen</i>							
Euro-2	-0,4 %	-0,6 %					-0,5 %
Euro-3	-16,7 %	-19,3 %	-100,0 %	-100,0 %			-28,0 %
Euro-4	-7,4 %	-12,3 %	-29,5 %	-33,1 %	-35,1 %	-36,3 %	-24,5 %
Euro-5	13,1 %	15,8 %	24,8 %	19,9 %	17,2 %	14,9 %	18,4 %
Mengengerüst Bahn 2010 (Mrd. Tkm)							
GESAMT	1,7 %	0,4 %	15,2 %	5,3 %	8,6 %	5,4 %	7,1 %

Unter den preislichen Rahmenbedingungen von Szenario IIa wird ein Rückgang der Fahrleistung auf der Straße um 2,3 % prognostiziert, was für die Eisenbahn einen Zuwachs der Transportleistung von 7,1 % bedeutet. Durch die vorsichtige Wahl der Preiselastizitäten kann hier davon ausgegangen werden, dass dieses zusätzliche Transportvolumen von der Bahn bedient werden kann. Entsprechend den Ergebnissen von Szenario I zeigt sich der deutlichste Rückgang der Verkehrs nachfrage auf der Straße im Fernverkehr, und hier insbesondere im grenzüberschreitenden Verkehr. Hier kann, je nach Marktsegment, ein Rückgang von 4 % bis 6 % erwartet werden.

An den hier gezeigten Veränderungsraten der gesamten Fahrleistung im Straßengüterverkehr, des Modal Split und der Umstrukturierung der Fahrzeugfleotten wird deutlich, dass unter den Annahmen von Szenario IIa die Grenze betriebswirtschaftlich vertretbarer Kostensteigerung im Fuhr gewerbe überschritten wird. Bei einem Abgabesatz von 40 Pf./Fzkm auf dem gesamten Straßennetz bestehen kaum noch operative Möglichkeiten zum Umgehen der SVA. Dadurch sind die Fuhrunternehmer gezwungen, vorhandene Kosteneinsparpotenziale zu nutzen. Diese werden allerdings nur bedingt dazu führen, dass das Wachstum der von den Versendern zu tragenden Frachtraten gedämpft wird. Aus diesem Grund treten in Szenario II neben den durch die Rationalisierung seitens des Transportgewerbes verursachten Rückgang der Fahrleistung auch Reaktionen der Verlader zu Tage. Diese zeigen sich in einem Rückgang der Nachfrage nach Transportleistung auf der Straße und in einer steigenden Nachfrage nach Bahntransporten.

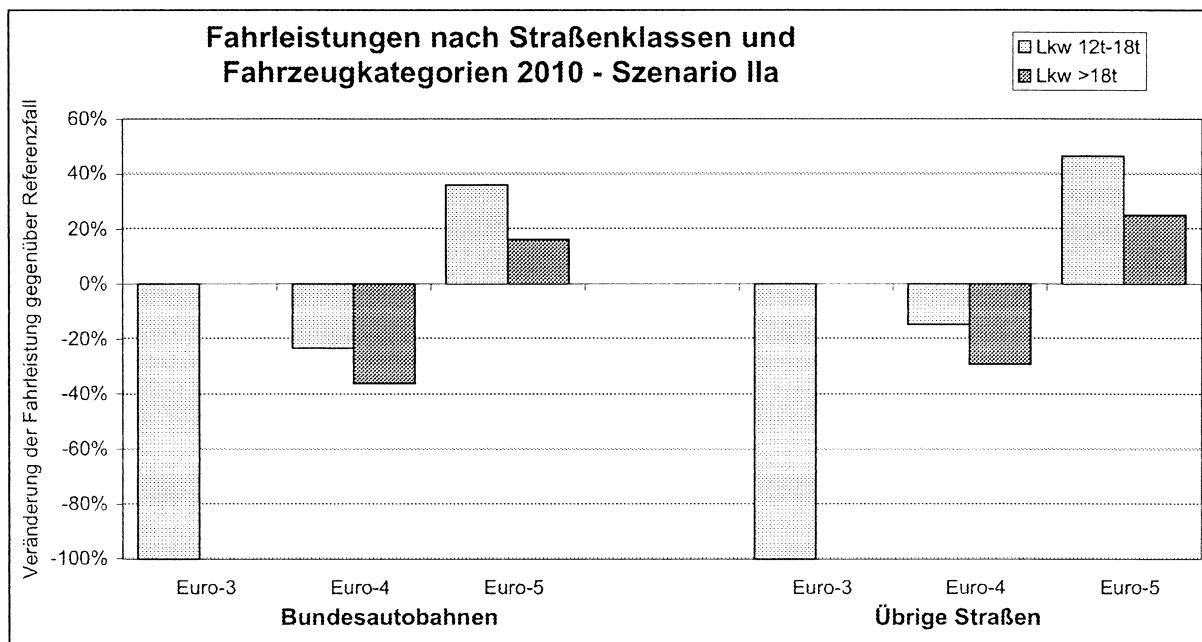


Abbildung 5.3: Veränderung der Fahrleistung im Straßengüterverkehr 2010 in Szenario IIa gegenüber dem Referenzfall
 Quelle: Modellrechnungen des IWW

Wie aus Abbildung 5.3 hervorgeht, sind die Veränderungen innerhalb der eingesetzten Fahrzeugflotte für Fahrzeuge über 12t zGG in Szenario IIa sehr viel ausgeprägter als in Szenario I. Entsprechend den Resultaten aus Abschnitt 4.3 findet durch die stärkere Differenzierung der Gebührensätze nach ökologischen Kriterien ein schnellerer Umbau der Flotte hin zu schadstoffarmen Fahrzeugen statt. Durch die Einbeziehung des gesamten Straßennetzes sind hier jedoch keine unterschiedlichen Veränderungsraten auf BAB und den übrigen Straßen zu erwarten.

5.2.3 Verkehrliche Auswirkungen in Szenario IIb

Die Gebührenstruktur für den Straßenverkehr in Szenario IIb entspricht der Definition von Szenario IIa. Zusätzlich wurde in Szenario IIb von einem Ausbau der Kapazität und der Qualität des Schienengüterverkehrs ausgegangen, ohne diese jedoch im Einzelnen zu benennen. Zur Quantifizierung eines verbesserten Schienenverkehrs wurde die Größenordnung der Kreuzpreiselastizitäten, welche den Einfluss einer Kostenerhöhung im Straßenverkehr auf die Transportmenge im Schienenverkehr ausdrücken, um 100 % erhöht.

Die resultierenden Ergebnisse nach Marktsegmenten ist in Tabelle 5.3 wiedergegeben. Danach liegt der gesamte Rückgang der Fahrleistung auf der Straße mit 3,3 % ca. 1 % über der durch die Annahmen von Szenario IIa erzielten Aufkommensminderung. Am deutlichsten ist dieser Rückgang im Fernverkehr zu verbuchen, wo die Fahrleistung um 4 % bis 9 % gedämpft wird. Der im Vergleich zu Szenario IIa zusätzliche Fahrleistungsrückgang führt voll zu einem Wachstum der Nachfrage nach Schienengüterverkehr. Dieser wächst durch die erheblich größeren Elastizitäten hier um 14,2 %. Zum Vergleich: in Szenario IIa betrug das geschätzte Wachstum des Schienengüterverkehrs 7,1 %.

Tabelle 5.3: Relative Veränderung des verkehrlichen Mengengerüsts in Szenario IIb gegenüber dem Referenzfall

Verkehrsleistung 2010 Szenario IIb Veränderung geg. Referenz	R1 Regionalverkehr		R2 Binnenfernverkehr		R3 Grenzüberschr. Fernverkehr		GESAMT
	P1 Sped.G.	P2 Mass.g.	P1 Sped.G.	P2 Mass.g.	P1 Sped.G.	P2 Mass.g.	
	Mengengerüst Straße 2010 (Mrd. Fzkm)						
GESAMT							
Nach Fahrzeugklassen							
3,5t - 12t	-0,5 %	-0,6 %					-0,6 %
12t - 18t	-1,0 %	-0,8 %	-3,5 %	-5,8 %			-2,2 %
>18t	-1,2 %	-0,9 %	-3,7 %	-5,8 %	-5,5 %	-9,1 %	-4,9 %
Nach Straßenkategorien							
BAB	-2,6 %	-3,0 %	-5,4 %	-7,5 %	-7,1 %	-10,7 %	-5,9 %
ÜS	0,3 %	0,6 %	2,3 %	-0,7 %	3,7 %	-0,3 %	0,9 %
Nach Emissionsklassen							
Euro-2	-0,5 %	-0,6 %					-0,6 %
Euro-3	-16,8 %	-19,3 %	-100,0 %	-100,0 %			-28,0 %
Euro-4	-7,6 %	-12,3 %	-30,5 %	-34,9 %	-36,0 %	-38,5 %	-25,2 %
Euro-5	13,0 %	15,8 %	23,1 %	16,7 %	15,4 %	10,9 %	16,9 %
Mengengerüst Bahn 2010 (Mrd. Tkm)							
GESAMT	3,4 %	0,9 %	30,4 %	10,6 %	17,3 %	10,8 %	14,2 %

Wie die in Abbildung 5.4 gegebene graphische Darstellung zeigt, unterscheiden sich die Entwicklungen der Fahrzeugflotten nach relevantem Straßentyp und Emissionsklasse strukturell nicht voneinander. Lediglich die Wachstumsrate der durch Fahrzeuge der Emissionsklassen Euro-4 und Euro-5 erbrachten Fahrleistung ist durch die Verlagerung auf die Schiene geringfügig gedämpft.

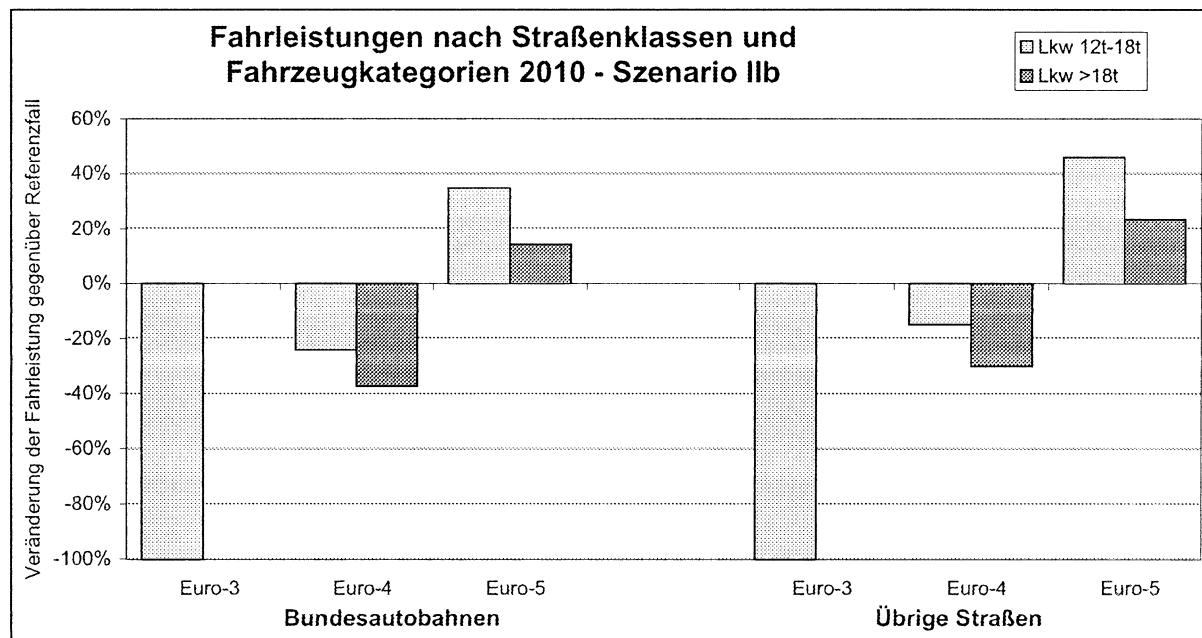


Abbildung 5.4: Veränderung der Fahrleistung im Straßengüterverkehr 2010 in Szenario IIb gegenüber dem Referenzfall
Quelle: Modellrechnungen des IWW

5.3 Monetäre Bewertung der SVA

Die methodische Grundlage für die volkswirtschaftliche Bewertung wurde bereits in Abschnitt 3.2.4 gelegt. Hiernach wird das verkehrliche Mengengerüst nach Grenzkosten für Lärm, Luftverschmutzung, Unfälle und Klimawirkungen, welche, nach Fahrzeugklassen und Straßenkategorien differenziert, aus INFRAS/IWW (2000) abgeleitet sind, bewertet. Die aus INFRAS/IWW (2000) entnommenen Kostensätze wurden um Kostenbestandteile, welche rein auf der Zahlungsbereitschaft der Bevölkerung basieren, bereinigt, um eine untere Grenze des durch den Straßen- und Schienengüterverkehrs verursachten volkswirtschaftlichen Schadens zu bestimmen. Die zur Bewertung der Szenarien verwendeten Kostensätze sind in Tabelle 3.16 wiedergegeben.

Bei der monetären Bewertung der vom Straßen- und Schienengüterverkehr verursachten externen Kosten wird an dieser Stelle nicht nach den Kostenkategorien Unfälle, Lärm, Luftverschmutzung und Klimawirkung differenziert. Die Analyse der einzelnen Kostenkomponenten diente lediglich dem Zweck der relativen Gewichtung unterschiedlicher Verkehrssituationen. In diesem Sinne sind auch die hier ermittelten Gesamtkosten zu sehen. Diese stellen lediglich einen Bewertungsindikator dar, mit dem das Ziel verfolgt wird, die verkehrlichen Auswirkungen der untersuchten Szenarien vergleichbar zu machen.

Die Struktur der folgenden Bewertung lehnt sich an die Gliederung von Abschnitt 5.2 an. Für jedes der betrachteten Szenarien wird zunächst eine Einzeldarstellung gegeben, welche in tabellarischer Form die strukturelle Entwicklung der geschätzten volkswirtschaftlichen Kosten analysiert. Die in den Tabellen 5.4 bis 5.6 angegebenen Veränderungsraten beschreiben dabei die Entwicklung der externen Kosten entsprechend des in Kapitel 3.4 entwickelten Bewertungsindikators in dem jeweiligen Marktsegment gegenüber dem Referenzfall 2010, welche in Tabelle 3.16 angegeben ist.

Ein abschließender Vergleich der Ergebnisse soll die Beurteilung der hier untersuchten alternativen Ausprägungsformen einer Straßenbenutzungsgebühr für den schweren Straßengüterverkehr ermöglichen. Die Beurteilung der Vorteilhaftigkeit bestimmter Szenarien bezieht sich dabei ausschließlich auf die monetäre Bewertung der verkehrlichen Mengengerüste. Aussagen über gesamtwirtschaftliche Effekte der SVA, wie z.B. deren Einfluss auf den Arbeitsmarkt, auf Konsumentenpreise, Einkommensstrukturen oder das Bruttoinlandsprodukt, werden in dieser Studie nicht betrachtet.

5.3.1 Bewertung Szenario I

Die volkswirtschaftliche Bewertung des aus Szenario I resultierenden verkehrlichen Mengengerüstes ist in Tabelle 5.4 wiedergegeben. Hiernach wachsen die geschätzten gesamten externen Kosten durch Verkehrsunfälle, Lärmbelästigung der Bevölkerung, Luftverschmutzung und den Beitrag des Verkehrs zur globalen Erwärmung um 0,1 % gegenüber dem Referenzfall. Innerhalb des Straßengüterverkehrs gleichen sich dabei die absoluten Bewertungen der negativen Wirkungen der Verkehrsverlagerung von den BAB auf das nachgeordnete Straßennetz und der positive Effekt des höheren Anteils schadstoffärmer Fahrzeuge etwa aus. Da jedoch die Fahrleistung um 0,5 % gegenüber dem Referenzfall sinkt, steigt entsprechend die durchschnittliche Schadensbewertung je Lkw-Kilometer. Hinzu kommt, dass ein Teil der auf der Straße zurückgehenden Verkehrsmenge auf die Schiene verlagert wird. Da entsprechend Tabelle 3.16 auch für den Schienengüterverkehr monetäre Bewertungssätze verwendet werden, wird Szenario I insgesamt nicht besser bewertet als der Referenzfall.

Tabelle 5.4: Relative Veränderung des bewerteten Mengengerüstes in Szenario I gegenüber dem Referenzfall

Bewertetes Mengengerüst Szenario I Veränderung geg. Referenz	R1 Regionalverkehr		R2 Binnenfernverkehr		R3 Grenzüberschr. Fernverkehr		GESAMT
	P1 Sped.G.	P2 Mass.g.	P1 Sped.G.	P2 Mass.g.	P1 Sped.G.	P2 Mass.g.	
Bewertetes Mengengerüst Straße 2010 (Mill. DM)							
GESAMT	0,0 %	0,0 %	0,2 %	0,1 %	0,1 %	-0,7 %	0,0 %
<i>Nach Fahrzeugklassen</i>							
2,4t - 12t	-0,1 %	-0,2 %					-0,2 %
12t - 18t	0,1 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %			0,0 %
>18t	0,6 %	0,3 %	0,3 %	0,1 %	0,1 %	-0,7 %	0,1 %
<i>Nach Straßenkategorien</i>							
BAB	-3,8 %	-5,0 %	-4,1 %	-4,2 %	-4,5 %	-5,2 %	-4,4 %
ÜS	1,3 %	1,8 %	8,5 %	7,6 %	14,7 %	13,7 %	5,4 %
<i>Nach Emissionsklassen</i>							
Euro-2	-0,1 %	-0,2 %					-0,2 %
Euro-3	-22,5 %	-25,6 %	-100,0 %	-100,0 %			-34,0 %
Euro-4	5,3 %	0,3 %	-7,8 %	-13,5 %	-16,0 %	-16,7 %	-8,0 %
Euro-5	6,8 %	8,7 %	13,1 %	12,4 %	12,2 %	11,3 %	11,2 %
Bewertetes Mengengerüst Bahn 2010 (Mill. DM)							
GESAMT	0,3 %	0,1 %	2,3 %	0,4 %	2,7 %	1,2 %	1,3 %
Gesamtbewertung Straße + Schiene (Mill. DM)							
GESAMT	0,0 %	0,0 %	0,3 %	0,1 %	0,3 %	-0,3 %	0,1 %

Für den Straßenverkehr wird zunächst deutlich, dass die Verlagerung von Verkehren von den Bundesautobahnen auf das nachgelagerte Netz zu einer überproportionalen Steigerung der externen Kosten führt, welche durch die relativ höhere Sensibilität des nachgeordneten Straßennetzes bezüglich Umweltbelastung und Verkehrssicherheit begründet ist.

Bezüglich der Entwicklung der Emissionsklassen müssen zwei Auswirkungen auf die Bewertung des verkehrlichen Mengengerüstes unterschieden werden. Zum einen sinken die Kosten der Luftverschmutzung für Fahrzeuge niedriger Emissionsstandards, bedingt durch deren anteiligen Rückgang. Da diese durch moderne Fahrzeuge ersetzt werden, steigen die durch Fahrzeuge der Emissionsklassen Euro-4 und Euro-5 verursachten Gesamtkosten absolut, und somit auch relativ zu den Gesamtkosten des Referenzfalls, an. Zum Anderen steigt der relative Kostenbeitrag der noch verbleibenden Fahrzeuge niedrigerer Emissionsstandards, da diese geringfügig mehr von den Autobahnen auf das nachgelagerte Netz verdrängt werden. Dieser Effekt fällt jedoch nach den Ergebnissen aus Abschnitt 4.1 sehr gering aus.

Bedingt durch den kostenseitigen Druck zum Einsatz schwerer Fahrzeuge, steigt entsprechend deren Anteil an den gesamten externen Kosten. Hierbei muss jedoch auch der Effekt durch die gebührenbedingte unterschiedliche Geschwindigkeit des Flottenumbaus hin zu umweltfreundlicher Technologie berücksichtigt werden. Insgesamt wird der überwiegende Teil der Entwicklung der externen Kosten im Straßenverkehr (0,24 %) von Fahrzeugen über 18t zulässiges Gesamtgewicht verursacht.

Ein signifikanter Beitrag verschiedener Marktsegmente (Speditionsgüter, Massengüter, Regionalverkehr, Binnenfernverkehr bzw. grenzüberschreitender Fernverkehr) zur Entwicklung der Gesamtkosten ist in Szenario I nicht erkennbar. Eine leicht höhere Kostenentwicklung kann bestenfalls im Segment der Speditionsgüter verzeichnet werden, da hier die Verlagerung auf die Schiene geringer ausfällt als im Bereich der Massengüter.

Aus diesem Ergebnis lässt sich schließen, dass ohne den Anreiz zum Betrieb schadstoffärmer Fahrzeuge, welcher z.B. durch eine ökologische Staffelung der Gebührensätze gegeben werden kann, eine ausschließlich auf die BAB begrenzte SVA insgesamt zu negativen Umweltwirkungen führen kann.

5.3.2 Bewertung Szenario IIa

Die in Tabelle 5.5 gezeigte Kostenentwicklung in Szenario IIa weicht erheblich von den Ergebnissen aus Szenario I ab. Im Vergleich zum Referenzfall sinken die geschätzten externen Kosten in der Summe aller Verkehrsbereiche deutlich um 2,3 % gegenüber dem Referenzfall. Der Straßenverkehr vermindert seine externen Kosten dabei um 3 %, während die Eisenbahnen entsprechend der erhöhten Beförderungsleistung einen Anstieg ihrer gesamten externen Kosten um 7,1 % verbuchen müssen.

Durch die im Vergleich zu Szenario I erheblich größere Verlagerung von Verkehren auf die Schiene bzw. deren Vermeidung durch die Ausschöpfung innerbetrieblicher Rationalisierungspotenziale seitens der Versender und der Transporteure verändern sich die externen Kosten im sekundären Straßennetz in Szenario II weitaus geringfügiger. Während diese in Szenario I verlagerungsbedingt um 5,4 % steigen, beträgt der Zuwachs im Vergleich zum Referenzfall in Szenario IIa lediglich 0,9 %. Demgegenüber fällt der Kostenrückgang auf den Bundesautobahnen mit 6,2 % in Szenario IIa im Vergleich zu 4,4 % in Szenario I deutlich aus.

Auch die Differenz zwischen den Schadstoffklassen Euro-3 und Euro-4 einerseits und Euro-5 andererseits ist unter den preislichen Rahmenbedingungen von Szenario II, entsprechend den Ergebnissen aus Abschnitt 4.3, beachtlich. Entsprechend den in Tabelle 3.16 angegebenen Kostensätzen führt die preisbedingte Flottenumstrukturierung eine kräftige Reduktion der umweltbedingten externen Kosten des Straßengüterverkehrs mit sich.

Tabelle 5.5: Relative Veränderung des bewerteten Mengengerüsts in Szenario IIa gegenüber dem Referenzfall

Bewertetes Mengengerüst Szenario IIa Veränderung geg. Referenz	R1 Regionalverkehr		R2 Binnenfernverkehr		R3 Grenzüberschr. Fernverkehr		GESAMT
	P1 Sped.G.	P2 Mass.g.	P1 Sped.G.	P2 Mass.g.	P1 Sped.G.	P2 Mass.g.	
Bewertetes Mengengerüst Straße 2010 (Mill. DM)							
GESAMT	-1,13 %	-1,29 %	-3,04 %	-3,83 %	-4,37 %	-6,17 %	-2,95 %
<i>Nach Fahrzeugklassen</i>							
2,4t - 12t	-0,38 %	-0,63 %					-0,53 %
12t - 18t	-2,40 %	-2,26 %	-3,60 %	-4,57 %			-2,87 %
>18t	-1,50 %	-1,29 %	-2,85 %	-3,76 %	-4,37 %	-6,17 %	-3,62 %
<i>Nach Straßenkategorien</i>							
BAB	-4,12 %	-4,79 %	-5,65 %	-6,32 %	-6,97 %	-8,72 %	-6,18 %
ÜS	-0,15 %	-0,01 %	1,90 %	0,56 %	3,97 %	2,01 %	0,91 %
<i>Nach Emissionsklassen</i>							
Euro-2	-0,38 %	-0,63 %					-0,53 %
Euro-3	-22,73 %	-25,88 %	-100,00 %	-100,00 %			-34,29 %
Euro-4	-9,31 %	-15,61 %	-29,72 %	-32,76 %	-34,23 %	-35,47 %	-26,33 %
Euro-5	17,45 %	19,87 %	24,44 %	20,26 %	18,18 %	15,95 %	20,12 %
Bewertetes Mengengerüst Bahn 2010 (Mill. DM)							
GESAMT	1,69 %	0,44 %	15,19 %	5,32 %	8,64 %	5,40 %	7,11 %
Gesamtbewertung Straße + Schiene (Mill. DM)							
GESAMT	-1,11 %	-1,28 %	-2,47 %	-2,10 %	-3,47 %	-3,34 %	-2,29 %

Den stärksten Effekt auf die volkswirtschaftliche Bewertung der Szenarien hat der Rückgang der Gesamtfahrleistung im Straßengüterverkehr um 2,3 %. Bei einer Reduktion der externen Kosten um 3 % im Straßengüterverkehr bedeutet dies, dass der Nettoeffekt aus Routenverlagerung und angeregter Flottenerneuerung lediglich eine Reduktion der externen volkswirtschaftlichen Gesamtkosten um 0,7 % bewirkt.

5.3.3 Bewertung Szenario IIb

Szenario IIb ist gekennzeichnet durch eine stärkere Verlagerung von Verkehren von der Straße auf die Schiene. Hierdurch wird das bewertete verkehrliche Mengengerüst im Straßenverkehr signifikant zu Lasten des Schienenverkehrs vermindert. Da die kilometerbezogenen externen Grenzkosten je Tonne im Schienenverkehr jedoch weit geringer sind als im Straßenverkehr, ergibt sich in der Summe ein positiver Einfluss auf die gesamten externen Kosten im Güterverkehr. Diese ergeben sich nach Tabelle 5.6 zu -4 % im Vergleich zum Referenzfall. Die Kostenreduktion liegt somit um ein weiteres Prozent (bezogen auf die Gesamtkosten) über der Kostenreduktion in Szenario IIa. Neben der zurückgehenden Verkehrsmenge auf der Straße trägt hier auch der für die Schiene unterstellte Produktivitätsfortschritt um 15 % zu einer Reduktion der volkswirtschaftlichen Gesamtkosten bei. Dieser kann dabei die durch die erhöhte Beförderungsleistung der Bahn induzierten Mehrkosten über die Maßen kompensieren.

Da Verlagerungen von der Straße auf die Schiene vornehmlich im Fernverkehr stattfinden, welcher hauptsächlich mittels schwerer Fahrzeuge auf dem Netz der Bundesautobahnen abgewickelt wird, ist in diesem Segment des Verkehrsmarkts der stärkste Kostenrückgang zu suchen. Diese Annahme wird durch die Resultate von Szenario IIb uneingeschränkt bestätigt. Weitere Differenzierungen der Kostenentwicklung, beispielsweise im Bezug auf die Schad-

stoff- oder Gewichtsklassen der Fahrzeuge, entsprechen im Wesentlichen der in Szenario IIa gezeigten Situation.

Tabelle 5.6: Relative Veränderung des verkehrlichen Mengengerüsts in Szenario IIb gegenüber dem Referenzfall

Bewertetes Mengengerüst Szenario IIb Veränderung geg. Referenz	R1 Regionalverkehr		R2 Binnenfernverkehr		R3 Grenzüberschr. Fernverkehr		GESAMT
	P1 Sped.G.	P2 Mass.g.	P1 Sped.G.	P2 Mass.g.	P1 Sped.G.	P2 Mass.g.	
Bewertetes Mengengerüst Straße 2010 (Mill. DM)							
GESAMT	-1,25 %	-1,29 %	-4,36 %	-6,38 %	-5,77 %	-9,44 %	-4,07 %
<i>Nach Fahrzeugklassen</i>							
2,4t - 12t	-0,49 %	-0,63 %					-0,58 %
12t - 18t	-2,52 %	-2,27 %	-4,91 %	-7,10 %			-3,47 %
>18t	-1,62 %	-1,30 %	-4,16 %	-6,31 %	-5,77 %	-9,44 %	-5,16 %
<i>Nach Straßenkategorien</i>							
BAB	-4,23 %	-4,80 %	-6,92 %	-8,81 %	-8,33 %	-11,89 %	-7,56 %
ÜS	-0,27 %	-0,02 %	0,52 %	-2,11 %	2,44 %	-1,54 %	0,10 %
<i>Nach Emissionsklassen</i>							
Euro-2	-0,49 %	-0,63 %					-0,58 %
Euro-3	-22,82 %	-25,88 %	-100,00 %	-100,00 %			-34,33 %
Euro-4	-9,42 %	-15,61 %	-30,67 %	-34,54 %	-35,19 %	-37,71 %	-27,14 %
Euro-5	17,31 %	19,86 %	22,75 %	17,07 %	16,45 %	11,92 %	18,60 %
Bewertetes Mengengerüst Bahn 2010 (Mill. DM)							
GESAMT	-12,13 %	-14,25 %	10,81 %	-5,95 %	-0,32 %	-5,82 %	-2,91 %
Gesamtbewertung Straße + Schiene (Mill. DM)							
GESAMT	-1,34 %	-1,35 %	-3,88 %	-6,30 %	-5,39 %	-8,55 %	-3,99 %

Bei der Interpretation der Kostenunterschiede zwischen Szenario IIb und dem Referenzfall ist zu beachten, dass eine Ausweitung der Kapazität und der Qualität des Schienengüterverkehrs mit zusätzlichen Kosten verbunden ist, welche nicht ausschließlich von den Bahngesellschaften getragen werden. Entsprechend dem Vorgehen einer Kosten-Nutzen-Analyse wären diese vom Staatshaushalt zu tragenden Mehrkosten dem volkswirtschaftlichen Nutzen gegenüberzustellen. Eine derartige Abschätzung ist im Rahmen dieser Studie nicht möglich, sie wird aber für eine politische Beurteilung der hier erarbeiteten Ergebnisse empfohlen.

5.4 Gegenüberstellung der Szenarien

In den vorigen Abschnitten wurde bereits eine vergleichende Betrachtung der monetären Bewertung der Szenarien I, IIa und IIb gegeben. An dieser Stelle sollen noch einmal die zentralen Eckwerte der Kostenschätzungen graphisch dargestellt werden, um einen plastischen Überblick über die ausgewiesenen Ergebnisse zu geben. Aus Darstellungsgründen beschränkt sich die Darstellung auf den Fernverkehr, da die Auswirkungen der SVA hier weitaus relevanter sind als im Regionalverkehr.

Durch die Übersicht wird deutlich, dass die betrachteten Kosten durch Unfälle, Lärm, Luftschaadstoffe und die Emission von Treibhausgasen durch die SVA nur in relativ geringem Maße beeinflusst werden. Die durch Szenario IIb erreichte maximale Kostensenkung im Vergleich zum Referenzfall beträgt nach den vorliegenden Schätzungen über alle Verkehrsbereiche etwa 4 %. Eine Betrachtung nach Verkehrsbereichen zeigt hingegen eine starke Divergenz der Reaktionen. So können nach Tabelle 5.6 die gesamten volkswirtschaftlichen Kosten

im grenzüberschreitenden Massengutverkehr in der Summe aller Marktreaktionen um nahezu 9 % gemindert werden.

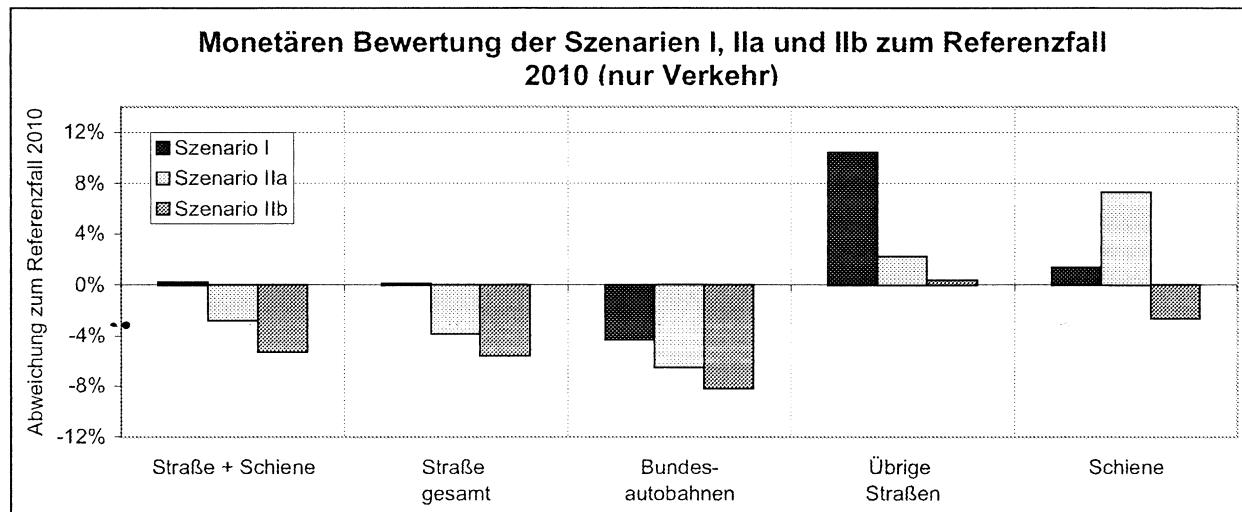


Abbildung 5.5: Kostenvergleich der Szenarien
Quelle: Modellrechnung des IWW

Die eher moderaten Unterschiede in der monetären Bewertung der Szenarien trotz einer Veränderung der Fahrleistung auf der Straße von bis zu 3,3 % und einer dadurch bewirkten deutlichen Steigerung der Transportnachfrage auf der Bahn von bis zu +14 % sind wie folgt zu erklären:

- Durch die gesetzlichen Rahmenbedingungen wird die Lkw-Flotte bis zum Jahre 2010 auch ohne die Unterstützung durch eine nach ökologischen Gesichtspunkten ausgestaltete SVA fast ausnahmslos auf Fahrzeuge mit moderner Abgastechnologie umgerüstet sein. Die hier untersuchten Preisschemata bewirken zwar eine erheblichen Anstieg des Anteils von Fahrzeugen der Emissionsklasse Euro-5, doch ist deren Unterschied zu den verdrängten Fahrzeugen der Klassen Euro-4 und Euro-3 aus Umweltsicht nicht gravierend.
- Die mengenmäßig geringe Verlagerung auf das nachgeordnete Straßennetz zeigt auf der Bewertungsseite einen deutlich negativen Einfluss auf die Vorteilhaftigkeit der SVA. Diese wirkt sich selbst unter der Bepreisung des gesamten Straßennetzes, bedingt durch die Abkürzung von Fahrtrouten, aus.
- Verkehrsverlagerungen auf die Schiene bewirken zwar in der Summe eine positive Entwicklung der Umweltbewertung, es darf dabei jedoch nicht vernachlässigt werden, dass auch im Schienengüterverkehr externe Kosten durch Lärmbelastung, Emissionen und CO₂-Ausstoß bestehen. Diese dämpfen die positive Umweltbilanz der Verlagerungswirkungen.

Generell weisen die Ergebnisse dieser Untersuchung jedoch darauf hin, dass die ausschließliche Bepreisung des Autobahnnetzes aus Umweltsicht wenig vorteilhaft ist. Um eine positive Beeinflussung der ökologischen Entwicklung zu erreichen, ist eine Gebührenerhebung auf dem gesamten Straßennetz zu favorisieren.

6 FAZIT

6.1 Zur Definition der Szenarien

Die in den Kapiteln 4 und 5 dieser Studie erarbeiteten Ergebnisse stellen eine Punktschätzung möglicher Auswirkungen einer nach Umweltgesichtspunkten gestaffelten Abgabe für den Straßengüterverkehr dar. Dabei wurde in den untersuchten Szenarien von unterschiedlichen Gebührenhöhen, Geltungsbereichen und Kapazitäten alternativer Verkehrsträger ausgegangen. Hieraus wurden drei Szenarien entwickelt, welche hier noch einmal stichwortartig aufgeführt werden:

- Szenario I: 25 Pf./Fzkm auf BAB, Gewichtszuschlag: 5 Pf./Fzkm für Fahrzeuge >18t zugelässiges Gesamtgewicht, Gebührenspanne nach Emissionsklassen: 50 %.
- Szenario IIa: 40 Pf./Fzkm auf dem gesamten Straßennetz, Gewichtszuschlag 10 Pf./Fzkm für Fahrzeuge >18t zGG, Differenzierung nach Emissionsklassen: 50 %, kein Ausbau der Kapazität und des Angebotes seitens der Bahn.
- Szenario IIb: Gebührensätze wie Szenario IIa + Ausbau der Kapazität und der Qualität im Schienengüterverkehr.

Während die Annahmen für Szenario I mit den Vorgaben des europäische Rechts (Richtlinie 62/1999 des Rates der Europäischen Union) konform gehen, sind die in den Szenarien IIa und IIb getroffenen Annahmen aus mehreren Gründen mit Vorsicht zu betrachten:

- Die Vorgaben der Richtlinie 62/1999 der EU stellen klar, dass eine Ausweitung der Gebührenerhebung auf das nachgeordnete Straßennetz nur unter bestimmten Voraussetzungen möglich ist. Diese sind erfüllt, wenn durch Verlagerungen vom Autobahnnetz die Sicherheit auf dem nachgeordneten Netz beeinträchtigt wird bzw. erhebliche Probleme mit Luft- und Lärmbelastung entstehen. Diese Bedingungen wurden in der gewählten Definition der Szenarien nicht geprüft. Es muss dementsprechend davon ausgegangen werden, dass eine Implementierung entsprechend der hier vorgestellten Szenarien IIa und IIb in dieser Form rechtlich zumindest problematisch ist. Da es sich hier jedoch um „idealisierte Szenarien“ handelt, welche eine effektive Kostenerhöhung von 40 Pf./Fzkm auf der gesamten Fahrtstrecke ohne Ausweichmöglichkeit meinen, muss von der beschriebenen Form in der Realität entsprechend abstrahiert werden.
- Für diejenigen Anteile des nachgeordneten Straßennetzes, welche für massive Verlagerungen durch den schweren Güterverkehr in Frage kommen, muss eine Kostenstruktur und eine Verkehrsdichte ähnlich den Bundesautobahnen unterstellt werden. Die ausschließliche Begründung der Gebührensätze der Szenarien IIa und IIb (40 Pf./Fzkm) mit den Kosten für den Bau, den Erhalt und den Betrieb der Verkehrswege ist deshalb aufgrund des derzeit vorliegenden Zahlenmaterials nicht möglich. Um für diese Potenzialabschätzung dennoch auf die angestrebte Gebührenhöhe zu kommen, wurden für die Szenarien IIa und IIb einerseits Annahmen über zusätzlichen Geländebedarf und erhöhte Zinssätze getroffen und andererseits die derzeitig über die Mineralölsteuer geleisteten Beiträge des Güterkraftverkehrs zur Deckung der Straßenausgaben vernachlässigt. Teile dieses Annahmengerüsts könnten Konflikte mit der EU-Richtlinie 62/1999 bergen, weshalb die

Festsetzung einer durchschnittlichen Gebührenhöhe auf dem Gesamtnetz der Bundesfernstraßen von 40 Pf./Fzkm auf Widerstand seitens der EU-Kommission stoßen könnte¹⁴.

- Unter der Annahme des Ausbaus der Kapazität und der Qualität im Schienengüterverkehr wurde davon ausgegangen, dass die Kreuzpreiselastizitäten der Transportmenge auf der Schiene bzgl. der Transportkosten auf der Straße in Szenario IIb durchgehend um 100 % gegenüber den Annahmen aus Szenario IIa angehoben werden können. Diese Annahme begründet sich aus den in ECOPLAN (1997) angegebenen Bandbreiten minimaler und maximaler Elastizitäten. Aus den Ausführungen des Forschungsprojekts SOFTICE (EC 2000a) geht hingegen hervor, dass die Bereitschaft im Marktsegment hochwertiger Güter (Speditionsgüter), auf die Schiene zu wechseln, relativ gering ist. Entsprechend könnte die ausgewiesene Verlagerungswirkung durch die Annahmen des Szenario IIb in diesem Marktsegment überzeichnet sein.

Diese Anmerkungen sollen verdeutlichen, dass die hier definierten Szenarien lediglich eine Auswahl möglicher Ausprägungsformen einer umweltorientierten SVA darstellen. Die Realisierbarkeit sowie weitere Gestaltungsmöglichkeiten der hier untersuchten Konzepte werden einerseits durch den rechtlichen Rahmen, andererseits durch institutionelle Gegebenheiten bestimmt. Der institutionelle Rahmen ist dabei ein entscheidender Bestimmungsfaktor für die Höhe möglicher Gebührensätze, da dieser unter anderem die Art der Finanzierung von Infrastrukturregionen oder Betreibern und deren damit verbundene Kosten determiniert.

Im Kern kann jedoch davon ausgegangen werden, dass die hier angenommenen durchschnittlichen Gebührensätze und deren Differenzierung eine realistische Bandbreite abstecken. Ein Satz unter durchschnittlich 25 Pf./Fzkm erscheint im Hinblick auf die Finanzierungsseite unter den heutigen Kosten- und Nachfragestrukturen als nicht vernünftig, während ein Gebührensatz deutlich über 40 Pf./Fzkm aus den oben genannten Gründen kaum zu realisieren sein dürfte.

6.2 Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Erwartungen an eine umweltorientierte Straßenbenutzungsgebühr für schwere Lkw beinhalten im Allgemeinen einen drastischen Rückgang der Fahrleistung auf der Straße zugunsten der umweltfreundlichen Verkehrsträger Schiene und Binnenschiff. Nach den Eckwerten der Bundesverkehrswegeplanung 2002 wird von einer Steigerung des Marktanteils der Bahn im Güterverkehr von 15,5 % im Trendszenario auf 19,1 % im Integrationsszenario, bezogen auf die Transportleistung, ausgegangen. Ähnliche Größenordnungen werden in IWW/BVU (1998) aufgrund makroökonomisch geschätzter Elastizitäten ermittelt.

Derartige Auswirkungen können von der vorliegenden Studie nicht bestätigt werden. Durch die Analyse innerbetrieblicher Anpassungspotenziale im Transportgewerbe kann gezeigt werden, dass je nach Marktsegment erhebliche Teile der durch die SVA verursachten Kostensteigerung abgefangen werden können. Diese innerbetrieblichen Rationalisierungsprozesse basieren auf der Wahl von Fahrtrouten sowie auf Rationalisierungsmaßnahmen beim Fuhr-

¹⁴ Zur Festlegung einer wissenschaftlich vertretbaren Bandbreite möglicher Abgabesätze wurde zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Studie durch den Bundesminister für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen ein entsprechender Forschungsauftrag an die Institute IWW, Universität Karlsruhe und PROGNOS (Basel) vergeben. Es ist zu diesem Zeitpunkt dementsprechend noch offen, welche Gebührensätze einer SVA vorstellbar sind.

parkmanagement. So bewegen sich die in Szenario II unterstellten Verbesserungen der Auslastungsgrade zwischen 0,2 % und 2 %, wohingegen in EC (1998) von einer Verbesserung der Produktivität im alpenquerenden Straßengüterverkehr von 10 % bis zum Jahr 2010 ausgegangen wird. Sensitivitätsrechnungen zeigen, dass Kosteneinsparungen vom über 5 % unter Umständen sogar zu einer Überkompensation der durch die SVA hervorgerufenen Kostensteigerung führen können.

Insgesamt kann man unter den Bedingungen von Szenario I (25 Pf./Fzkm auf Bundesautobahnen) lediglich mit einem geringen Rückgang der Gesamtfahrleistung auf dem gesamten Straßennetz um 0,5 % rechnen. Selbst unter den Gebührensätzen von Szenario II (durchschnittlich 40 Pf./Fzkm) ergibt sich ein Rückgang der Gesamtfahrleistung von nicht mehr als 2,3 %, was vor dem Hintergrund eines durchschnittlichen jährlichen Wachstums der Fahrleistung schwerer Lkw von über 3 % als sehr gering erscheint. Die SVA in der Ausprägung von Szenario I wird dementsprechend zunächst nur einen leichten Knick im Verkehrswachstum hervorrufen, der allerdings bei fortgesetzten Gebührenerhöhungen um die Inflationsrate zu einem niedrigen langfristigen Wachstumspfad führt.

Eine durchweg positive Wirkung der SVA besteht in ihrer Differenzierung nach Schadstoffklassen. Hierdurch wird die ohnehin große Bereitschaft von Fuhrunternehmern zum schellen Austausch alter Fahrzeuge noch erheblich gefördert. Unter der Berücksichtigung vorgezogener Reinvestitionen sowie der vorzeitigen Berücksichtigung zukünftiger Schadstoffnormen beim Kauf neuer Fahrzeuge lässt sich der Anteil von Euro-5-Fahrzeugen im Jahre 2010 von 20 % auf nahezu 40 % steigern. Dies schlägt sich jedoch nur geringfügig in der volkswirtschaftlichen Bewertung der Szenarien nieder, da 2010 der überwiegende Teil der Fahrleistung mit Fahrzeugen der Emissionsklassen Euro-4 und Euro-5 erbracht wird und diese sich im Schadstoffausstoß nur geringfügig unterscheiden. Dieser positive Effekt wird dadurch unterzeichnet, dass keine weiteren Fortentwicklungen der Umweltstandards (EURO 6 etc) in die quantitativen Analysen eingehen konnten.

Bei der Beschränkung der SVA auf das Autobahnnetz wird das Umweltrisiko einer Verlagerung von Verkehren auf Bundes- und Landesstraßen gesehen. Diese Möglichkeit wird durch die Resultate dieser Studie bestätigt. Während in Szenario I von einer näherungsweisen Konstanz der Gesamtfahrleistung ausgegangen werden kann, wird auf den Bundesautobahnen ein Rückgang der Fahrleistung aller Lkw-Klassen von 3,5 % geschätzt. Dieser geht großenteil zu Lasten des sekundären Straßennetzes. Dieser Zuwachs wird sich nicht gleichmäßig auf das betroffene Netz verteilen, sondern die für die Abkürzungsfahrten vorteilhaften Strecken betreffen. Demzufolge kann hier von wahrscheinlichen Folgeproblemen bei der Beschränkung der SVA auf die Autobahnen ausgegangen werden.

Die Untersuchungen haben jedoch ein weiteres Problemfeld aufgezeigt. Selbst unter der Einbeziehung des gesamten sekundären Straßennetzes können Verlagerungswirkungen weg von den BAB stattfinden, da durch die mit der SVA gestiegenen Distanzkosten die Fuhrunternehmer nach Möglichkeiten zur Abkürzung von Fahrtrouten suchen werden. Dieser Effekt beträgt mit einem in Szenario II gemessenen Zuwachs der Verkehrsmenge auf dem nachgeordneten Netz von geschätzten 1,5 % lediglich 1/3 der in Szenario I beobachteten Verlagerung. Er ließe sich erst dann weitgehend vermeiden, wenn das Durchfahren von Städten und Ballungsräumen auf Straßen des nachgeordneten Netzes zu höheren Gebühren führen würde als die Benutzung der BAB.

Eine Erhöhung der Schwerverkehrsabgabe auf DM 0,40, wie sie im Szenario IIa vorgesehen ist, mit einer Ausdehnung auf das gesamte Netz der Bundesfernstraßen zeigt deutlich positive

Wirkungen. Diese basieren in erster Linie auf einer rationelleren Transportabwicklung im Straßengüterverkehr. Versender, Spediteure und Fuhrunternehmen werden daran interessiert sein, die Fahrzeugumläufe zu verbessern und mit höherer Auslastung zu fahren. Zusätzlich wird die Fahrzeugflotte schneller in Richtung auf die strengeren Euro-Standards umgeschichtet. Dagegen ist der Verlagerungseffekt auf die Eisenbahn gering, solange die logistische Qualität des Bahntransportangebots gleich bleibt.

In Szenario IIb wird die höhere Schwerverkehrsabgabe von DM 0,40 je Fahrzeugkilometer modellhaft mit einem deutlich verbesserten Angebot der Eisenbahn im weitlaufenden Güterverkehr verknüpft. Unter diese Vorgabe kann die Bahn mit nennenswerten Zuwächsen rechnen. Gegenüber der Trendentwicklung beträgt der Zuwachs gut 14 % bis zum Jahr 2010, wobei in Marktsegmenten, die eine hohe Qualität der logistischen Bedienung verlangen, überdurchschnittliche Zuwächse erzielt werden können (z. B. im grenzüberschreitenden Güterfernverkehr).

6.3 Beurteilung der Ergebnisse

Im Untersuchungsansatz werden makroökonomische Betrachtungen des Güterverkehrsmarktes mit mikroökonomischen Untersuchungen zum Entscheidungsverhalten von Verladern und Transporteuren verknüpft. Dies erlaubt eine sehr differenzierte Analyse der Reaktionsmechanismen, die von einer Schwerverkehrsabgabe ausgehen können. Durch diesen Ansatz ist es möglich, individuelle Motive für die Art der Anpassung an höhere Gebühren einzubeziehen und dadurch interessante Strukturphänomene aufzudecken, von denen einige hier beispielhaft genannt werden sollen:

- Die Inanspruchnahme von Ausweichrouten über das nachgeordnete Straßennetz wird in starkem Maße durch die Dichte des Autobahnnetzes und die Qualität alternativer Bundes- und Landesstraßen bestimmt. Analysen des bundesdeutschen Straßennetzes ergeben z.B. ein „Autobahnloch“ zwischen Hamburg und Nürnberg, welches bei bestimmten Transportrelationen im Entfernungsbereich um 800 km zu einer deutlichen Verlagerungswirkung führt. Ferner spielt die Anzahl von Ortsdurchfahrten im sekundären Fernstraßennetz eine wesentliche Rolle bei der Wahl der Fahrstrecke.
- Für das Volumen innerbetrieblicher Rationalisierungspotenziale spielen die Größe, die Kundenstruktur und die Organisationsform der Transportunternehmen sowie deren Verhältnis untereinander eine wesentliche Rolle. Während es für große Unternehmen mit einem verzweigten Kundenstamm eher möglich ist, Tourenplanungen abzustimmen, stehen kleine Unternehmen mit starren, vorgegebenen Lieferbeziehungen generell vor dem Problem mangelnder Flexibilität.
- Die betriebliche Entscheidung über den optimalen Reinvestitionszeitpunkt eines Fahrzeugs hängt entscheidend von der Steuerbelastung des Unternehmens ab, da dadurch die Gewinnwirksamkeit von Abschreibungen bestimmt wird. Ein Unternehmen mit einer hohen Einkommens- und Gewerbesteuerbelastung wird eher zu einem vorzeitigen Neukauf neigen als ein Unternehmen mit einer schlechten Ertragslage, da dessen Steuerbelastung ohnehin gering sein wird.
- Die kurzfristige Entscheidung eines Versenders über das zu verwendende Verkehrsmittel wird bestimmt durch die Verfügbarkeit eines Gleisanschlusses bzw. die Entfernung des

nächstgelegenen Verladeterminals, durch die Kapazität des firmeneigenen Fuhrparks oder durch bestehende Verträge mit externen Transportdienstleistern. Mittelfristig lassen sich diese Voraussetzungen an die sich verändernden Marktbedingungen anpassen; dies setzt jedoch stabile Zukunftserwartungen der Wirtschaftssubjekte und deren Offenheit gegenüber der Korrektur vergangener Entscheidungen voraus.

Die eher vorsichtigen Einschätzungen der durch die SVA ausgelösten Marktreaktionen werden durch die aktuelle Entwicklung in der Schweiz bestätigt. Seit der Einführung der leistungsabhängigen Schwerverkehrsabgabe (LSVA) am 1. Januar 2001¹⁵ wurde der Zuwachs der Verkehrsmenge im Transitverkehr gegenüber der Entwicklung in der Vergangenheit kaum gebremst. Im Binnenmarkt war bereits im Vorfeld der Einführung der LSVA eine Welle von Firmenzusammenschlüssen hin zu einer Konzentration des Transportmarktes zu beobachten.

Eine weitere Beobachtung aus der Schweiz ist, dass einerseits eine starke Nachfrage nach der Einrichtung von Gleisanschlüssen herrscht und andererseits eine massive Neubeschaffungswelle im Bereich der Güterkraftfahrzeuge angelaufen ist. Hierdurch werden nach Expertenschätzungen bei beiden Verkehrsträgern Überkapazitäten geschaffen, welche zu einem weiteren Verfall der Frachtpreise führen werden. Da der Straßenverkehr hiervon tendenziell stärker profitiert als der Schienenverkehr, wird sich die auf die Bahn übergegangene Nachfrage teilweise wieder zurück auf die Straße verlagern.

Vor diesem Hintergrund lassen sich die folgenden Schlüsse zu den Auswirkungen verschiedener Höhen und Strukturen von Schwerverkehrsabgaben auf die deutschen Fernstraßen ziehen:

1. Die Einführung einer Schwerverkehrsabgabe, die dauerhaft auf das Netz der Bundesautobahnen beschränkt bleibt, führt nicht zu signifikanten Wohlfahrtverbesserungen. Aus Umweltsicht ergeben sich keine Verbesserungen, aber auch keine gravierenden Verschlechterungen der Situation, so dass diese Maßnahme als erster Schritt für eine netzweite Gebührenerhebung angedacht werden kann.
2. Die Einführung einer höheren Schwerverkehrsabgabe (DM 0,40) auf dem gesamten Fernstraßennetz führt ohne Verbesserung der alternativen Verkehrsmittel in erster Linie zu einer internen Anpassung im Sektor des Straßengüterverkehrs. Rationalisierung der Transporte und das Vorziehen der Beschaffung von neuen Fahrzeuggenerationen mit hohen Öko-Standards führen zu einer Verbesserung der Umweltsituation, allerdings nicht in starkem Umfang.
3. Die Kombination einer höheren Gebühr (DM 0,40) für das gesamte Netz der Fernstraßen mit einer Verbesserung der logistischen Qualität der Eisenbahntransporte führt zu deutlichen Verlagerungen von der Straße auf die Schiene und damit zu signifikanten Verbesserungen der Umweltsituation. Allerdings fällt das für das Jahr 2010 errechnete Verlagerungspotenzial geringer aus als das in der Bundesverkehrswegeplanung (Integrationsszenario) für 2015 prognostizierte Ansteigen des Eisenbahngüterverkehrs auf den doppelten Wert gegenüber 1997.

¹⁵ Drei Monate vor Fertigstellung dieser Arbeit

4. Die vorliegende Untersuchung umfasst Auswirkungen bis zum Jahr 2010. Bis zu diesem Zeitpunkt werden nicht alle Anpassungsreaktionen abgeschlossen sein, wenn der Impuls der Schwerverkehrsabgabe weiterhin real aufrechterhalten wird, d. h. über die Zeit mit der Inflationsrate wächst. Langfristig dürften sich dann Rückkopplungsprozesse zwischen Transportkosten, Lagerhaltungskonzepten und der räumlichen Verteilung der Produktionsstandorte einstellen, die zu einer Bündelung der Transportvorgänge, vor allem auf den weiteren Distanzen, führen können. Unter dieser Voraussetzung ist eine Steigerung der bis zum Jahr 2010 prognostizierten Wirkungen im Bereich des Möglichen. Daher sollte die in der Bundesverkehrswegeplanung angestrebte Verdoppelung des Güterverkehrs der Bahn nicht von vorn herein als Illusion abgetan werden. Allerdings werden die Anpassungsmechanismen, die zu einem solchen Ergebnis führen, nicht so aussehen, daß die Transportverflechtungen im Raum gleich bleiben und dabei einfach größere Anteile auf die Schiene übergehen. Vielmehr muß es zu größeren Umstellungen in der räumlichen Verteilung der Produktion und Lagerhaltung sowie in den Logistik-Strategien der Unternehmen kommen. Damit können einerseits stärkere Bündelungseffekte entstehen, welche die Bahn und ggf. die Binnenschifffahrt begünstigen, während andererseits die verbleibenden Lkw-Transporte auf geringeren Distanzen und mit höheren Beladungsraten durchgeführt werden. Hierzu ist es zielführend, dass die Straßenbenutzungsgebühren auf alle Lkw-Kategorien sowie das gesamte Straßennetz ausgedehnt werden und so hoch bleiben, dass sie dauerhafte Anreize in Richtung auf Transport rationalisierung und -verlagerung, gepaart mit dem Einsatz besserer Umwelttechnologien, vermitteln.

LITERATUR

- BGL 2000: Kosten-Informationssystem für die Leistungsorientierte Kalkulation von Straßengütertransporten; Laufend aktualisierte Ausgabe; Köln.
- BMVBW 2001a: Verkehr in Zahlen 2000; Berlin.
- BMVBW 2001b: Verkehrsbericht 2000. Berlin.
- DIW 2000: Wegekosten und Wegekostendeckung des Straßen- und Schienenverkehrs in Deutschland im Jahre 1997. Gutachten im Auftrag des Bundesverbandes Güterkraftverkehr, Logistik und Entsorgung (BGL e.V.) und des Allgemeinen Deutschen Automobil-Clubs (ADAC e.V.).
- DIW, ifeu, IVT/Hacon 1994: Verminderung der Luft- und Lärmelastung im Güterfernverkehr 2010, Bericht des Umweltbundesamtes 5/94; Berlin.
- Doll, C., Schoch, M. 1998: Data and Parameters for Scenarios; Zwischenbericht D6 des EU-forschungsprojektes PETS (Pricing European Transport Systems); Karlsruhe, Brüssel.
- DVZ 2001: Fuhrpark-Management. Sonderheft der Deutschen Verkehrs-Zeitung, März 2001.
- Eberhard, C., 2000: An Approach for the Modelling of Intermodal European Distribution Systems; Dissertation am Institut für Wirtschaftspolitik und Wirtschaftsforschung, Universität Karlsruhe.
- EC 1997: European Project for Toll Effects and Pricing Strategies (EUROTOLL); Deliverable IR2: Demand Reaction Patterns and Assessment Tools; Studie im Auftrag der Kommission der Europäischen Union, DG-VII; Brüssel.
- EC 1998: Strategic Multi-Modal Modelling (STEMM); diverse Zwischenberichte; Studie im Auftrag der Kommission der Europäischen Union, DG-VII; Brüssel.
- EC 1999a: Pricing European Transport Systems (PETS), diverse Zwischenberichte; Studie im Auftrag der Kommission der Europäischen Union, DG-VII; Brüssel.
- EC 1999b: Forecast 2020 on European Passenger and Freight Transport; Studie im Auftrag der Kommission der Europäischen Union, DG-VII; Brüssel.
- EC 2000a: Survey on Freight Transport Including Cost Comparison for Europe (SOFTICE), diverse Zwischenberichte; Studie im Auftrag der Kommission der Europäischen Union, DG-VII; Brüssel.
- EC 2000b: Cost Evaluation and Financing Schemes for Urban Transport Systems (FISCUS), diverse Zwischenberichte; Studie im Auftrag der Kommission der Europäischen Union, DG-VII; Brüssel.
- EC 2000c: Unification of Accounts and Marginal Costs for Transport Efficiency (UNITE); laufende Studie im Auftrag der Kommission der Europäischen Union, DG-VII; Brüssel.

EC 2000d: Assessment of Transport Strategies (ASTRA); Deliverable D4: ASTRA Methodology. Projekt Nummer ST-97-SC.1049; Brüssel.

EC 2001: Valuation Principles for the UNITE Accounts; Arbeitspapier des EU-Forschungsprojektes UNITE (Unification of Accounts and Marginal Costs for Transport Efficiency), Universität Leeds.

ECOPLAN 1997a: Auswirkungen der Leistungsabhängigen Schwerverkehrsabgabe (LSVA) und der Ablösung der Gewichtslimite im Straßenverkehr; Studie im Auftrag des Dienstes für Gesamtverkehrsfragen; Bern.

ECOPLAN 1997b: Wirtschaftlichkeitsstudie NEAT; Studie im Auftrag des Bundesamtes für Verkehr des Eidgenössischen Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartments; Bern.

ECOPLAN 1999: Die verkehrlichen Auswirkungen des bilateralen Landverkehrsabkommens zwischen der Schweiz und der Europäischen Union auf den Straßen- und Schienengüterverkehr, Bern.

EurotaxSchwacke 2001: Schwacke-Liste Nutzfahrzeuge 1/2001, Hanau.

FGSV 1997: Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsstudien an Straßen – Entwurf; Bonn.

Gühnemann, A., 1999: Dissertation am Institut für Wirtschaftspolitik und Wirtschaftsforschung, Universität Karlsruhe.

ifo 2000: ifo Wirtschaftskonjunktur 9/2000; München.

INFRAS 1999: Zukunftsgüterbahn; Studie im Rahmen des Nationalen Forschungsprogramms 41 (Umwelt und Verkehr); Zürich.

INFRAS/DIW/NERA/Herry 1999: The Costs of Road Infrastructure and Congestion in Europe; Studie im Auftrag der Kommission der Europäischen Union, DG-VII; Brüssel.

INFRAS/IWW 2000: External Costs of Transport; Studie im Auftrag der UIC¹⁶; Paris.

IWW, BVU 1998: Verlagerungspotenziale in verkehrlich hoch belasteten Fernverkehrskorridoren; Studie im Auftrag des Bundesministers für Verkehr; Karlsruhe.

IWW, IFEU, Kessel&Partner, PÖU, PTV (1999): Entwicklung eines Verfahrens zur Erstellung Umweltfreundlicher Fernverkehrskonzepte; Forschungsvorhaben im Auftrag des Umweltbundesamtes; Berlin, Karlsruhe.

IWW, NEA, INRETS, ITS 1997: Bottlenecks in European Transport Systems. Bericht für das European Centre for Infrastructure Studies (ECIS); Rotterdam.

Kessel&Partner, IVT 1992: Basisdaten für die Güterverkehrsmodellierung; Freiburg.

Klinski, S. 2001: „Umweltorientierte Schwerverkehrsabgaben“ aus der Sicht des Verfassungs- und Europarechts - Modelle, Restriktionen, Gestaltungsoptionen. Begleitendes Rechtsgutachten der Rechtsanwälte Schmidt-Wottrich, Jungnickel und Partner zum F+E-

¹⁶ UIC = Union Internationale des Chemins de fer

Vorhaben 200-96-130 (Anforderung an eine umweltorientierte Schwererverkehrsabgabe) des Umweltbundesamtes. Endbericht von 12.1.2000 (Entwurf); Berlin.

Kraftfahrt-Bundesamt 2000a: Statistische Mitteilungen, Reihe 2, Kraftfahrzeuge Jahresbestand 1999.

Kraftfahrt-Bundesamt 2000b: Statistische Mitteilungen Reihe 8, Kraftverkehr, Sonderheft 2, 1999.

Kuchenbecker, K., 1999: Strategische Prognose und Bewertung von Verkehrsentwicklungen mit System Dynamics Dissertation am Institut für Wirtschaftspolitik und Wirtschaftsforschung, Universität Karlsruhe.

Merzenich, T., 1995: Die Harmonisierung der Belastung des Straßengüterverkehrs in der EG; Aachen.

Regierungskommission Verkehrsinfrastrukturfinanzierung 2000: Schlußbericht.

Schade, B. 1999: Assessment of the Bau/Est Scenario by a System Dynamics Model(SDM). Paper vorgestellt beim OECD Meeting des EST Projekts. 17. Mai 1999; Paris.

Schade, B. 1999: Assessment of the BAU/EST Scenario with a Model for Economic Assessment of Sustainability poliCies Of Transport(ESCOT). Paper vorgestellt beim OECD Meeting des EST Projekts. 8. - 10. November 1999; Paris.

Schade, B.; Rothengatter W. and Schade, W. 2001: Assessment der Verkehrsszenarien des OECD Projekts EST (Environmentally Sustainable Transport) mit Hilfe von ESCOT (Economic assessment of Sustainability poliCies Of Transport). Universität Karlsruhe; Karlsruhe.

Schade, B.; Rothengatter, W. and Schade W. 1998: Results of the Impact Path Analysis for the German EST Scenario. Paper vorgestellt auf der OECD Konferenz des EST Projekts. 20. - 21. Oktober 1998; Ottawa.

Schade, B.; Rothengatter, W. and Schade W. 2000: Ecological and Economic Modelling with a Model for Economic assessment of Sustainability poliCies Of Transport (ESCOT). Paper vorgestellt auf der 3.ten Konferenz der European Society for Ecological Economics, 3. - 6. Mai 2000; Wien.

Schade, B.; Rothengatter, W. and Schade W. 2000: Transport Policy Scenarios of the OECD EST Project. Paper vorgestellt beim THINK-UP Meeting, 14. Dezember 2000; Wien.

Schade, B.; Schade, W. (2000): Assessment of Induce Traffic with ASTRA. Projektbericht des EU-Projekts SCENES Workpackage 10.2, finanziert von der Europäischen Kommission (Generaldirektorat Verkehr und Energie) im 4. Rahmenprogramm; Karlsruhe.

SigmaConsult 1995: Alpenquerender Güterverkehr Strasse - Schiene. Forschungsauftrag des Dienstes für Gesamtverkehrsfragen; Bern.

Sigmaplan 1995: Alpenquerender Güterverkehr auf Straßen und Schiene 1994. Gutachten im Auftrag des Dienstes für Gesamtverkehrsfragen; Bern.

Verron, H.; Gorißen, N.; Jäcker-Cüppers, M.; Klippel, P.; Kolke, R.; Rothengatter, W.; Schade, B.; Schade, W.; Hülsmann, W.; Lorenz, A.; Röthke, P. 2000: OECD Project on Environmentally Sustainable Transport (EST) Phase 3. Deutsche Fallstudie, Umweltbundesamt und IWW; Berlin.

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

BAB:	Bundesautobahnen
BFV:	Binnenfernverkehr
BGL:	Bundesverband Güterkraftverkehr, Logistik und Entsorgung e. V.
BMVBW:	Bundesminister für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen
BVWP:	Bundesverkehrswegeplanung
BS:	Bundesstraßen
DIW:	Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Berlin
EC:	Kommission der Europäischen Union (European Commission)
EU:	Europäische Union
EWS:	Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsstudien an Straßen
FGSV:	Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen
FS:	Fernstraßen
Fz:	Fahrzeug
Fzkm:	Fahrzeugkilometer
GFV:	Grenzüberschreitender Fernverkehr
GVF:	Dienst für Gesamtverkehrsfragen, Bern.
HCG:	Hague Consult Group, Niederlande
IWW:	Institut für Wirtschaftspolitik und Wirtschaftsforschung
KBA:	Kraftfahrt-Bundesamt
L1:	Lkw Typ 1 (<12t zulässiges Gesamtgewicht)
L2:	Lkw Typ 2 (12t - 18t zulässiges Gesamtgewicht)
L3:	Lkw Typ 3 (>18t zulässiges Gesamtgewicht)
LS:	Landesstraßen
LSVA:	Leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe
Mass.g.:	Massengüter
MG:	Massengüter
PG1:	Produktgruppe 1 (Speditionsgüter)
PG2:	Produktgruppe 2 (Massengüter)
pST:	Transportpreis Straße
R1:	Verkehrsrelation 1 (Regionalverkehr)
R2:	Verkehrsrelation 2 (Binnenfernverkehr)
R3:	Verkehrsrelation 3 (grenzüberschreitender Fernverkehr)
Rp.:	(Schweizer) Rappen
RV:	Regionalverkehr (bis 150 km)
SFr:	Schweizer Franken
SG:	Speditionsgüter
Sped.g.:	Speditionsgüter
SVA:	Schwerverkehrsabgabe
t:	Tonne
TDM:	Tausend Deutsche Mark
Tkm:	Tonnenkilometer
UBA:	Umweltbundesamt
ÜS:	Übrige Straßen
xBA:	Transportaufkommen Bahn
xST:	Transportaufkommen Straße
zGG:	Zulässiges Gesamtgewicht

ANHANG: ERGÄNZUNG ZU DEN MODELLRECHNUNGEN

Der vorliegende Anhang enthält ergänzende Informationen zu den Ausführungen in den Kapiteln 4 und 5. Die Informationen sind wie folgt gegliedert:

- A.1: Detailinformationen zu den verkehrlichen Mengengerüste 2010 des Referenzfalls sowie der Szenarien I, IIa und IIb.
- A.2: Detailergebnisse des Verkehrsmodells VACLAV
- A.3: Detailergebnisse des Flottenmodells.

A.1 Verkehrliches Mengengerüst 2010

Tabelle A.1: Detailliertes verkehrliches Mengengerüst 2010 - Referenzfall

Verkehrsleistung 2010 Referenzfall Mill. Fzkm	R1 Regionalverkehr		R2 Binnen-Fernverkehr		R3 Grenzüberschr. Fernverkehr		GESAMT
	P1 Sped.G.	P2 Mass.g.	P1 Sped.G.	P2 Mass.g.	P1 Sped.G.	P2 Mass.g.	
	Sped.G.	Mass.g.	Sped.G.	Mass.g.	Sped.G.	Mass.g.	
L1: 3,5t - 12t	4.835,9	7.185,8					12.021,7
BAB	1.412,1	2.098,2					3.510,3
Euro-0							
Euro-1							
Euro-2	29,4	43,7					73,1
Euro-3	353,0	524,6					877,6
Euro-4	470,7	699,4					1.170,1
Euro-5	558,9	830,6					1.389,5
BFS	3.423,8	5.087,5					8.511,3
Euro-0							
Euro-1							
Euro-2	71,3	106,0					177,3
Euro-3	856,0	1.271,9					2.127,8
Euro-4	1.141,3	1.695,8					2.837,1
Euro-5	1.355,3	2.013,8					3.369,1
L2: 12t - 18t	1.896,4	3.318,9	3.262,1	690,4			9.167,8
BAB	853,4	1.493,5	2.681,4	567,5			5.595,8
Euro-0							
Euro-1							
Euro-2							
Euro-3	106,7	186,7	335,2	70,9			699,5
Euro-4	341,4	597,4	1.072,6	227,0			2.238,3
Euro-5	405,4	709,4	1.273,7	269,6			2.658,0
BFS	1.043,0	1.825,4	580,7	122,9			3.572,0
Euro-0							
Euro-1							
Euro-2							
Euro-3	130,4	228,2	72,6	15,4			446,5
Euro-4	417,2	730,2	232,3	49,2			1.428,8
Euro-5	495,4	867,1	275,8	58,4			1.696,7
L3: > 18t	216,7	2.224,6	6.601,8	5.495,1	11.851,1	1.167,0	27.556,4
BAB	97,5	1.001,1	4.938,2	4.110,4	10.061,6	990,8	21.199,5
Euro-0							
Euro-1							
Euro-2							
Euro-3							
Euro-4	39,6	406,7	2.006,1	1.669,8	4.087,5	402,5	8.612,3
Euro-5	57,9	594,4	2.932,0	2.440,5	5.974,1	588,3	12.587,2
BFS	119,2	1.223,5	1.663,7	1.384,8	1.789,5	176,2	6.356,9
Euro-0							
Euro-1							
Euro-2							
Euro-3							
Euro-4	48,4	497,1	675,9	562,6	727,0	71,6	2.582,5
Euro-5	70,8	726,5	987,8	822,2	1.062,5	104,6	3.774,4

Tabelle A.2: Detailliertes verkehrliches Mengengerüst 2010 - Szenario I

Verkehrs- leistung 2010 Szenario I Mill. Fzkm	R1		R2		R3		GESAMT	
	Regionalverkehr		Binnen- Fernverkehr		Grenzüberschr. Fernverkehr			
	P1 Sped.G.	P2 Mass.g.	P1 Sped.G.	P2 Mass.g.	P1 Sped.G.	P2 Mass.g.		
L1: 3,5t - 12t	4.832,3		7.171,1				12.003,4	
BAB	1.411,0	2.094,0					3.505,0	
Euro-0								
Euro-1								
Euro-2	29,4	43,6					73,0	
Euro-3	352,8	523,5					876,2	
Euro-4	470,3	698,0					1.168,3	
Euro-5	558,5	828,9					1.387,4	
ÜS	3.421,3	5.077,2					8.498,4	
Euro-0								
Euro-1								
Euro-2	71,3	105,8					177,1	
Euro-3	855,3	1.269,3					2.124,6	
Euro-4	1.140,4	1.692,4					2.832,8	
Euro-5	1.354,2	2.009,7					3.364,0	
L2: 12t - 18t	1.895,0	3.312,2	3.248,6	687,6			9.143,5	
BAB	798,9	1.396,4	2.589,3	548,1			5.332,7	
Euro-0								
Euro-1								
Euro-2								
Euro-3								
Euro-4	360,3	629,8	1.177,0	249,1			2.416,3	
Euro-5	438,6	766,6	1.412,3	298,9			2.916,5	
ÜS	1.096,1	1.915,8	659,3	139,6			3.810,7	
Euro-0								
Euro-1								
Euro-2								
Euro-3								
Euro-4	506,7	885,5	309,2	65,5			1.766,9	
Euro-5	589,4	1.030,2	350,1	74,1			2.043,9	
L3: > 18t	216,6	2.214,9	6.574,6	5.460,5	11.745,9	1.147,2	27.359,7	
BAB	91,8	938,4	4.774,6	3.965,5	9.681,8	945,6	20.397,7	
Euro-0								
Euro-1								
Euro-2								
Euro-3								
Euro-4	30,5	312,2	1.600,5	1.329,3	3.245,5	317,0	6.835,0	
Euro-5	61,2	626,2	3.174,1	2.636,2	6.436,4	628,6	13.562,7	
ÜS	124,8	1.276,5	1.800,0	1.495,0	2.064,1	201,6	6.962,0	
Euro-0								
Euro-1								
Euro-2								
Euro-3								
Euro-4	42,6	435,3	618,4	513,6	718,8	70,2	2.398,9	
Euro-5	82,3	841,2	1.181,6	981,4	1.345,3	131,4	4.563,1	

Tabelle A.3: Detailliertes Mengengerüst 2010 - Szenario IIa

Verkehrsleistung 2010 Szenario IIa	R1 Regionalverkehr		R2 Binnen-Fernverkehr		R3 Grenzüberschr. Fernverkehr		GESAMT
	P1 Sped.G.	P2 Mass.g.	P1 Sped.G.	P2 Mass.g.	P1 Sped.G.	P2 Mass.g.	
L1: 3,5t - 12t	4.817,7	7.140,8					
BAB	1.406,8	2.085,1					11.958,5
Euro-0							3.491,9
Euro-1							
Euro-2	29,3	43,4					72,7
Euro-3	351,7	521,3					873,0
Euro-4	468,9	695,0					1.164,0
Euro-5	556,9	825,4					1.382,2
ÜS	3.411,0	5.055,7					8.466,6
Euro-0							
Euro-1							
Euro-2	71,1	105,3					176,4
Euro-3	852,7	1.263,9					2.116,7
Euro-4	1.137,0	1.685,2					2.822,2
Euro-5	1.350,2	2.001,2					3.351,4
L2: 12t - 18t	1.879,0	3.293,2	3.189,9	668,3			
BAB	805,6	1.412,0	2.569,9	538,4			
Euro-0							9.030,5
Euro-1							5.325,9
Euro-2							
Euro-3							
Euro-4	258,4	453,0	829,6	173,8			1.714,8
Euro-5	547,2	959,0	1.740,3	364,6			3.611,1
ÜS	1.073,4	1.881,3	620,0	129,9			3.704,6
Euro-0							
Euro-1							
Euro-2							
Euro-3							
Euro-4	352,2	617,3	207,2	43,4			1.220,1
Euro-5	721,1	1.263,9	412,9	86,5			2.484,5
L3: > 18t	214,4	2.205,5	6.446,1	5.315,0	11.370,2	1.098,6	26.649,8
BAB	93,0	956,2	4.738,3	3.906,9	9.486,4	916,6	20.097,3
Euro-0							
Euro-1							
Euro-2							
Euro-3							
Euro-4	25,3	260,1	1.296,4	1.068,9	2.595,4	250,8	5.496,8
Euro-5	67,7	696,1	3.441,9	2.838,0	6.891,0	665,8	14.600,5
ÜS	121,5	1.249,4	1.707,8	1.408,1	1.883,8	182,0	6.552,5
Euro-0							
Euro-1							
Euro-2							
Euro-3							
Euro-4	33,7	346,5	476,3	392,7	531,4	51,3	1.831,9
Euro-5	87,8	902,9	1.231,5	1.015,4	1.352,4	130,7	4.720,6

Tabelle A.4: Detailliertes Mengengerüst 2010 - Szenario IIb

Verkehrsleistung 2010 Szenario IIb	R1		R2		R3		GESAMT	
	Regionalverkehr		Binnen-Fernverkehr		Grenzüberschr. Fernverkehr			
	P1 Sped.G.	P2 Mas-seng.	P1 Sped.G.	P2 Mas-seng.	P1 Sped.G.	P2 Mas-seng.		
L1: 3,5t - 12t	4.812,1	7.140,2						
BAB	1.405,1	2.084,9						
Euro-0								
Euro-1								
Euro-2	29,3	43,4					72,7	
Euro-3	351,3	521,2					872,5	
Euro-4	468,4	695,0					1.163,4	
Euro-5	556,2	825,3					1.381,5	
ÜS	3.406,9	5.055,3					8.462,2	
Euro-0								
Euro-1								
Euro-2	71,0	105,3					176,3	
Euro-3	851,7	1.263,8					2.115,5	
Euro-4	1.135,6	1.685,1					2.820,7	
Euro-5	1.348,6	2.001,0					3.349,6	
L2: 12t - 18t	1.876,8	3.293,0	3.146,7	650,6				
BAB	804,7	1.411,9	2.535,1	524,1				
Euro-0								
Euro-1								
Euro-2								
Euro-3								
Euro-4	258,1	452,9	818,3	169,2			1.698,6	
Euro-5	546,5	958,9	1.716,7	354,9			3.577,1	
ÜS	1.072,1	1.881,1	611,6	126,5			3.691,3	
Euro-0								
Euro-1								
Euro-2								
Euro-3								
Euro-4	351,8	617,3	204,3	42,2			1.215,7	
Euro-5	720,3	1.263,8	407,3	84,2			2.475,6	
L3: > 18t	214,2	2.205,4	6.358,7	5.174,0	11.203,5	1.060,4	26.216,0	
BAB	92,8	956,1	4.674,1	3.803,2	9.347,3	884,7	19.758,2	
Euro-0								
Euro-1								
Euro-2								
Euro-3								
Euro-4	25,3	260,0	1.278,8	1.040,5	2.557,4	242,0	5.404,0	
Euro-5	67,6	696,0	3.395,3	2.762,7	6.790,0	642,7	14.354,2	
ÜS	121,3	1.249,3	1.684,6	1.370,7	1.856,2	175,7	6.457,8	
Euro-0								
Euro-1								
Euro-2								
Euro-3								
Euro-4	33,6	346,4	469,8	382,3	523,6	49,6	1.805,4	
Euro-5	87,7	902,8	1.214,8	988,4	1.332,6	126,1	4.652,4	

A.2 Detailergebnisse des Verkehrsmodells VACLAV

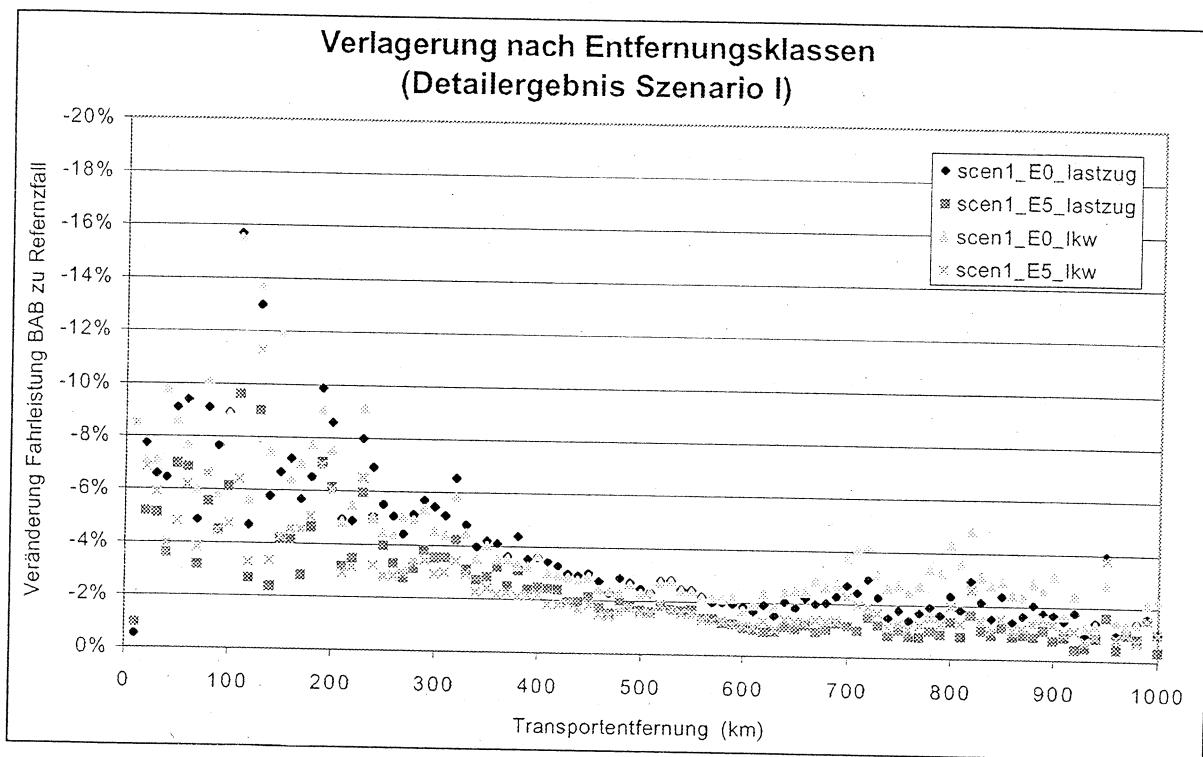


Abbildung A.1: Detailergebnisse zur Routenverlagerung aus VACLAV, Szenario I gegenüber Referenzfall

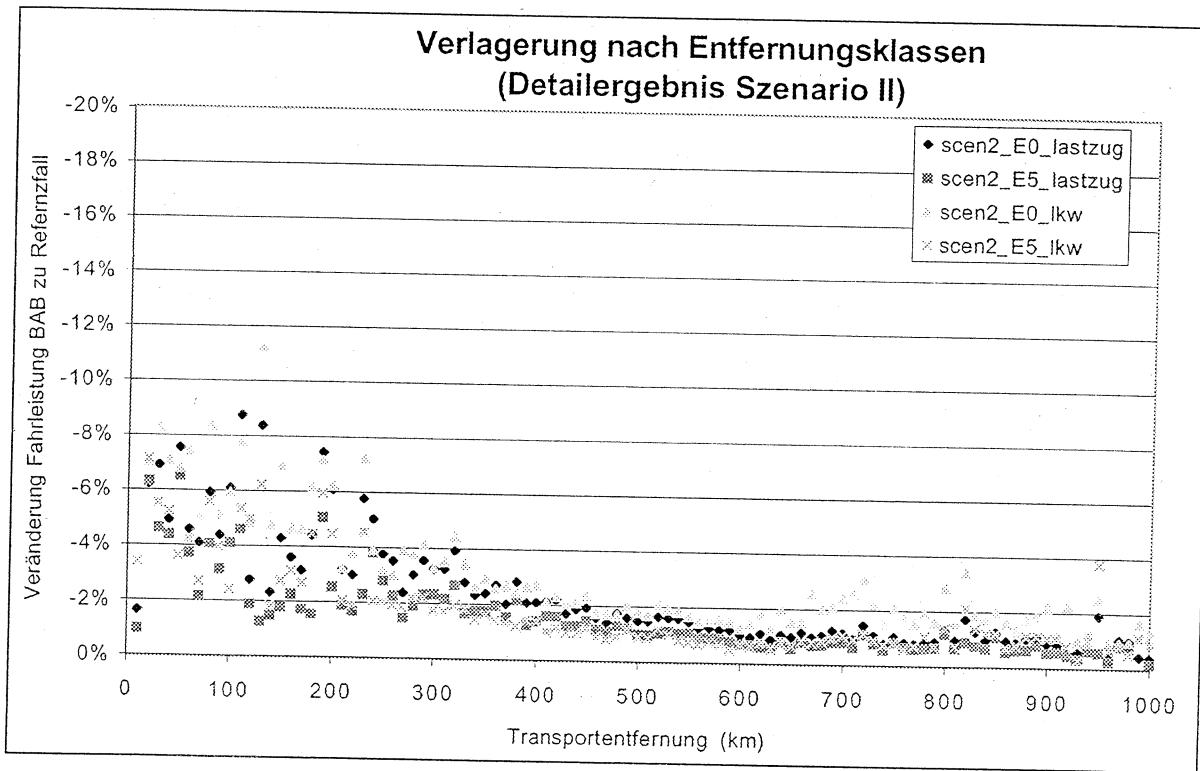


Abbildung A.2: Detailergebnisse zur Routenverlagerung aus VACLAV, Szenario II (a+b) gegenüber Referenzfall

A.3 Detailergebnisse des Flottenmodells

Tabelle A.9: Anteile der Emissionsklassen nach Fahrzeugtypen - Referenzfall

Flottenstruktur Referenzfall	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Lkw 3,5t-12t											
Euro-0	47 %	39 %	31 %	22 %	14 %	6 %					
Euro-1	11 %	11 %	11 %	11 %	11 %	11 %	9 %	0 %			
Euro-2	27 %	27 %	27 %	27 %	27 %	27 %	27 %	27 %	19 %	10 %	2 %
Euro-3	15 %	21 %	25 %	25 %	25 %	25 %	25 %	25 %	25 %	25 %	25 %
Euro-4		2 %	7 %	15 %	23 %	30 %	33 %	33 %	33 %	33 %	33 %
Euro-5						2 %	7 %	15 %	23 %	31 %	40 %
Lkw 12t-18t											
Euro-0	39 %	29 %	19 %	9 %							
Euro-1	12 %	12 %	12 %	12 %	11 %	0 %					
Euro-2	32 %	32 %	32 %	32 %	32 %	32 %	23 %	13 %	3 %		
Euro-3	18 %	26 %	30 %	30 %	30 %	30 %	30 %	30 %	30 %	23 %	13 %
Euro-4		2 %	8 %	18 %	28 %	36 %	40 %	40 %	40 %	40 %	40 %
Euro-5						2 %	8 %	18 %	28 %	38 %	48 %
Lkw > 18t											
Euro-0	27 %	14 %	2 %								
Euro-1	12 %	12 %	12 %	1 %							
Euro-2	40 %	40 %	40 %	40 %	28 %	16 %	3 %				
Euro-3	22 %	32 %	37 %	38 %	38 %	38 %	38 %	28 %	16 %	3 %	
Euro-4		3 %	10 %	22 %	34 %	44 %	49 %	50 %	50 %	50 %	41 %
Euro-5						3 %	10 %	22 %	34 %	47 %	59 %

Tabelle A.10: Anteile der Emissionsklassen nach Fahrzeugtypen - Szenario I

Flottenstruktur Szenario I	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Lkw 3,5t-12t											
Euro-0	47 %	39 %	31 %	22 %	14 %	6 %					
Euro-1	11 %	11 %	11 %	11 %	11 %	11 %	9 %	0 %			
Euro-2	27 %	27 %	27 %	27 %	27 %	27 %	27 %	27 %	19 %	10 %	2 %
Euro-3	15 %	21 %	25 %	25 %	25 %	25 %	25 %	25 %	25 %	25 %	25 %
Euro-4		2 %	7 %	15 %	23 %	30 %	33 %	33 %	33 %	33 %	33 %
Euro-5						2 %	7 %	15 %	23 %	31 %	40 %
Lkw 12t-18t											
Euro-0	39 %	29 %	19 %	7 %							
Euro-1	11 %	11 %	11 %	11 %	5 %						
Euro-2	27 %	27 %	27 %	27 %	27 %	20 %	10 %				
Euro-3	23 %	28 %	30 %	30 %	30 %	30 %	30 %	30 %	20 %	10 %	
Euro-4		5 %	13 %	26 %	38 %	44 %	46 %	46 %	46 %	46 %	46 %
Euro-5						6 %	14 %	24 %	34 %	44 %	54 %
Lkw > 18t											
Euro-0	27 %	14 %	2 %								
Euro-1	11 %	11 %	11 %	0 %							
Euro-2	34 %	34 %	34 %	34 %	21 %	9 %					
Euro-3	29 %	35 %	38 %	38 %	38 %	38 %	34 %	21 %	9 %		
Euro-4		6 %	16 %	29 %	41 %	48 %	50 %	50 %	50 %	46 %	34 %
Euro-5						6 %	16 %	29 %	41 %	54 %	66 %

Tabelle A.11: Anteile der Emissionsklassen nach Fahrzeugtypen - Szenario II

Flottenstruktur Szenario II (a+b)	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Lkw 3,5t-12t											
Euro-0	47 %	39 %	31 %	22 %	14 %	6 %					
Euro-1	11 %	11 %	11 %	11 %	11 %	11 %	9 %	0 %			
Euro-2	27 %	27 %	27 %	27 %	27 %	27 %	27 %	27 %	19 %	10 %	2 %
Euro-3	15 %	21 %	25 %	25 %	25 %	25 %	25 %	25 %	25 %	25 %	25 %
Euro-4		2 %	7 %	15 %	23 %	30 %	33 %	33 %	33 %	33 %	33 %
Euro-5						2 %	7 %	15 %	23 %	31 %	40 %
Lkw 12t-18t											
Euro-0	39 %	29 %	19 %	7 %							
Euro-1	11 %	11 %	11 %	11 %	5 %						
Euro-2	22 %	22 %	22 %	22 %	22 %	15 %	2 %				
Euro-3	28 %	30 %	30 %	30 %	30 %	30 %	30 %	20 %	7 %		
Euro-4		8 %	18 %	31 %	43 %	46 %	46 %	46 %	46 %	43 %	33 %
Euro-5						10 %	23 %	35 %	48 %	58 %	68 %
Lkw >18t											
Euro-0	27 %	14 %	2 %								
Euro-1	11 %	11 %	11 %	0 %							
Euro-2	28 %	28 %	28 %	28 %	15 %	3 %					
Euro-3	35 %	38 %	38 %	38 %	38 %	38 %	28 %	15 %	3 %		
Euro-4		10 %	23 %	35 %	48 %	50 %	50 %	50 %	50 %	40 %	28 %
Euro-5						10 %	23 %	35 %	48 %	60 %	73 %

A.4 Monetäre Bewertung

Tabelle A.12: Kostensätze für die Bewertung der Szenarien

Bewertungssätze 2010	Spezifische Kosten 2010 (DM/100 km)				Gesamt- kosten
	Unfälle	Lärm	Luft	Klima	
L1: 3,5t - 12t (DM / 100 Fzkm)					
BAB	2,21	0,12	0,65	5,19	8,17
Euro-0	2,21	0,12	2,69	5,19	10,21
Euro-1	2,21	0,12	1,53	5,19	9,06
Euro-2	2,21	0,12	1,19	4,93	8,46
Euro-3	2,21	0,12	0,85	4,44	7,62
Euro-4	2,21	0,09	0,60	4,44	7,34
Euro-5	2,21	0,09	0,34	4,00	6,64
ÜS	7,08	0,26	1,87	3,63	12,83
Euro-0	7,08	0,26	7,73	3,63	18,70
Euro-1	7,08	0,26	4,41	3,63	15,37
Euro-2	7,08	0,26	3,43	3,44	14,21
Euro-3	7,08	0,26	2,45	3,10	12,88
Euro-4	7,08	0,19	1,71	3,10	12,09
Euro-5	7,08	0,19	0,98	2,79	11,04
L2: 12t-18t (DM / 100 Fzkm)					
BAB	2,77	0,18	0,76	9,16	12,87
Euro-0	2,77	0,18	3,15	9,16	15,26
Euro-1	2,77	0,18	1,79	9,16	13,91
Euro-2	2,77	0,18	1,40	8,70	13,05
Euro-3	2,77	0,18	1,00	7,83	11,78
Euro-4	2,77	0,14	0,70	7,83	11,43
Euro-5	2,77	0,14	0,40	7,05	10,35
ÜS	9,63	0,37	2,74	8,43	21,17
Euro-0	9,63	0,37	11,34	8,43	29,77
Euro-1	9,63	0,37	6,46	8,43	24,89
Euro-2	9,63	0,37	5,02	8,01	23,03
Euro-3	9,63	0,37	3,59	7,21	20,80
Euro-4	9,63	0,28	2,51	7,21	19,63
Euro-5	9,63	0,28	1,44	6,49	17,83
L3: >18t (DM / 100 Fzkm)					
BAB	3,32	0,24	0,87	13,13	17,57
Euro-0	3,32	0,24	3,61	13,13	20,31
Euro-1	3,32	0,24	2,05	13,13	18,76
Euro-2	3,32	0,24	1,60	12,48	17,64
Euro-3	3,32	0,24	1,14	11,23	15,94
Euro-4	3,32	0,18	0,80	11,23	15,53
Euro-5	3,32	0,18	0,46	10,11	14,07
ÜS	12,19	0,48	3,61	13,23	29,50
Euro-0	12,19	0,48	14,95	13,23	40,84
Euro-1	12,19	0,48	8,51	13,23	34,41
Euro-2	12,19	0,48	6,62	12,57	31,86
Euro-3	12,19	0,48	4,73	11,31	28,71
Euro-4	12,19	0,36	3,31	11,31	27,17
Euro-5	12,19	0,36	1,89	10,18	24,62
Schienengüterverkehr (DM / 100 Tkm)					
Bahn	0,00	0,01	0,21	0,36	0,59