

Texte 57/01

UMWELTFORSCHUNGSPLAN DES BUNDESMINISTERIUMS FÜR UMWELT,
NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT

- Übergreifende Fragen des Umweltschutzes -

Forschungsbericht 200 96 130

UBA-FB xxx

Anforderungen an eine umweltorientierte Schwerverkehrsabgabe für den Straßengüterverkehr

Werner Rothengatter und Claus Doll

Institut für Wirtschaftspolitik und Wirtschaftsforschung

Universität Karlsruhe (TH)

UFOPLAN-Vorhaben Nr. 200 96 130 des Umweltbundesamtes

Kurzfassung

1 Hintergrund und Ziele

Das Bundeskabinett hat am 15.8.2001 den Gesetzentwurf zur Einführung von streckenbezogenen Gebühren für die Benutzung von Bundesautobahnen mit schweren Nutzfahrzeugen ab dem 1. Januar 2003 beschlossen. Die Abgabe gilt für alle Fahrzeuge und Fahrzeugkombinationen ab 12 t zulässigem Gesamtgewicht und löst die seit 1995 geltende Eurovignette ab. Die durchschnittliche Gebührenhöhe wird per Rechtsverordnung festgesetzt; sie wird nach Angaben des Bundesministers für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen zwischen 27 und 37 Pfennig je Fahrzeugkilometer betragen, wobei die Gebührensätze nach Achszahlen und Emissionsklassen der Fahrzeuge zu differenzieren sind. Als Ziele der Schwerverkehrsabgabe (SVA) gelten:

- Eine verursachungsgerechte Anlastung der Kosten der Verkehrsinfrastruktur als Einstieg in eine Umgestaltung der Verkehrsfinanzierung von den Steuern hin zu Gebühren.
- Die Schaffung von Anreizen zur wirtschaftlicheren Nutzung der vorhandenen Kapazitäten der Verkehrsinfrastruktur.
- Eine gerechtere Verteilung der Lasten zwischen in- und ausländischen Transportunternehmen.

Obwohl das geltende Europäische Recht die ausschließliche Bemessung der Gebührensätze auf Grundlage der Kosten für Bau, Betrieb und Erhaltung der Verkehrswege vorschreibt, lassen sich bei näherer Betrachtung durchaus Potenziale für eine umweltorientierte Gestaltung der Gebührensätze erkennen. Zur Auslotung der Möglichkeiten und zur Untersuchung der Konsequenzen unterschiedlicher Gebührenstrukturen hat das Umweltbundesamt im Juni 2000

ein Forschungsvorhaben an das Institut für Wirtschaftspolitik und Wirtschaftsforschung (IWW) der Universität Karlsruhe vergeben. Ein Schwerpunkt der Untersuchung besteht in der juristischen Prüfung der Gestaltungsmöglichkeiten. Diese wurde vom Anwaltsbüro Schmidt-Wottrich, Jungnickel und Partner durchgeführt und in einem Bericht vom 12. Januar 2001 dokumentiert. Auf dieser Grundlage hat das IWW mögliche Gebührenszenarien entwickelt, die hinsichtlich ihrer verkehrlichen und umweltbezogenen Wirkungen zu untersuchen sind. Im Mittelpunkt stehen die Auswirkungen auf den Verkehr, die kurz- und langfristigen Umweltentlastungspotenziale und deren Realisierbarkeit.

2 Wegekosten und Gebührenszenarien

Die Grundlage für die Ausgestaltung der untersuchten Gebührenszenarien bildet der Bericht der Regierungskommission Verkehrsinfrastruktur-Finanzierung ("Pöllmann-Kommission") vom September 2000. Hierin werden die durchschnittlichen Wegekosten für Fahrzeuge ab 12 t zulässigem Gesamtgewicht auf dem Netz der Bundesautobahnen mit 25 Pf/km, und auf dem gesamten Bundesfernstraßennetz mit 40 Pf/km geschätzt. Diese Kostensätze berücksichtigen die für die Finanzierung der Verkehrsinfrastruktur anrechenbaren Teile der Mineralölsteuer und können somit als Zusatzbelastung für den Straßengüterverkehr betrachtet werden. Da es sich bei der durch die SVA abgelösten Euro-Vignette um Fixkosten handelt, welche auf die Fahrtentscheidung wenig Einfluß haben, wird diese Kostenentlastung nicht weiter berücksichtigt.

Entsprechend den rechtlichen Rahmenbedingungen der Direktive 62/1999/EG des Rates der Europäischen Union, welche die Erhebung streckenbezogener Nutzungsgebühren für schwere Güterfahrzeuge auf dem primären Straßennetz regelt, finden externe Kosten des Verkehrs (ungedeckte Unfallkosten, Kosten der Lärmbelastung, der Luftverschmutzung oder der globalen Erwärmung) keinen Eingang in die Gebührenhöhe. Auch die Möglichkeit der Erhebung von Staukosten bzw. der Differenzierung der Gebührensätze nach Tageszeiten, welche durch die Richtlinie 62/1999/EG gegeben werden, wird hier nicht berücksichtigt. Nach Absprache mit dem Umweltbundesamt werden die Gebühren lediglich nach dem zulässigen Gesamtgewicht der Fahrzeuge (12 t bis 18 t und über 18 t) sowie nach deren Emissionsstandard (Pre-Euro, Euro-1 bis Euro-5) gestaffelt.

Im Rahmen des Vorhabens werden folgende Szenarien unterschieden:

- Ein Referenz-Szenario dient als Vergleichsgrundlage. In diesem Szenario bleibt es bei den bestehenden Finanzierungsinstrumenten Mineralölsteuer, Kraftfahrzeugsteuer und Euro-Vignette.
- Szenario I unterstellt eine SVA in Höhe von durchschnittlich 25 Pf/Fzkm ausschließlich auf Bundesautobahnen, wobei emissionsarme Lkw eine bis zu 50 % geringere SVA zu entrichten haben als emissionsintensive Fahrzeuge. Darüber hinaus soll für Fahrzeuge über 18 t zulässiges Gesamtgewicht ein Gewichtszuschlag von 5 Pf/Fzkm erhoben werden.
- Szenario IIa geht ebenfalls von einer durchschnittlichen SVA von 25 Pf/Fzkm aus, die aber auf dem gesamten Bundesfernstraßennetz erhoben wird und bis 2010 auf durchschnittlich 40 Pf/Fzkm erhöht wird. Die Differenzierung nach Emissionsklassen beträgt ebenfalls 50 %. Der gewichtsbezogene Zuschlag für Lkw über 18 Tonnen beträgt zunächst 5 Pf und wird bis 2010 auf 10 Pf/Fzkm erhöht. Ein Ausbau der Kapazität und des Angebotes der Bahn wird nicht berücksichtigt.

- Szenario IIb unterscheidet sich vom Szenario IIa ausschließlich darin, dass ein Ausbau der Kapazität und eine Verbesserung der Qualität im Schienengüterverkehr unterstellt werden.

Tabelle 1 zeigt die angenommenen Gebührensätze für das Jahr 2010.

Tabelle 1: Abgabesätze der Szenarien I und II für das Jahr 2010

Gebührensätze 2010 in DM / Fahrzeug-km	Szenario I Bundesautobahnen		Szenario IIa + IIb Bundesfernstraßen gesamt	
Emissionsklasse	12 t - 18 t	über 18 t	12 t - 18 t	über 18 t
Euro-0	0,29	0,37	0,38	0,53
Euro-1	0,29	0,37	0,38	0,53
Euro-2	0,29	0,37	0,38	0,53
Euro-3	0,25	0,32	0,33	0,46
Euro-4	0,22	0,28	0,29	0,40
Euro-5	0,20	0,25	0,25	0,35

Während die Annahmen für Szenario I mit den Vorgaben des europäischen Rechts (Richtlinie 62/1999 EG) 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 EG 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 ist dementsprechend davon auszugehen, dass eine Implementierung der hier vorgestellten Szenarien IIa und IIb in der definierten Form rechtliche Probleme aufwerfen kann.
- Die Gebührenhöhe vom 40 Pf/Fzkm wurde angenommen, ohne dass eine Wegekostenrechnung vorliegt, welche diesen Wert schlüssig stützt. Die Pällmann-Kommission ist zu diesem Wert unter der Hypothese gekommen, dass große Teile des Bundesstraßennetzes nicht bemaubar sind. Es bleibt zu zeigen, ob die bestehenden Rechnungsgrundlagen für eine solche Gebührenhöhe ausreichen, zumal das Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen die Obergrenze einer möglichen SVA bei 37 Pf/km erreicht sieht.

3 Verkehrliche Grunddaten

Für eine differenzierte Analyse möglicher Reaktionen des Fuhrgewerbes sowie der verladenden Wirtschaft auf die Einführung der Schwerverkehrsabgabe ist **eine Segmentierung des Güterverkehrsmarktes** erforderlich. Auf der Angebotsseite lässt sich in Bezug auf die Fahrzeugflotten eine Differenzierung nach Fahrzeuggewicht und Emissionsstandard vornehmen. Die Nachfrageseite wird nach Transportrelationen (Regionalverkehr, Binnen-Fernverkehr und grenzüberschreitender Fernverkehr) sowie nach der Güterart (Speditionsgüter, Massengüter) segmentiert.

Bei der Verkehrsinfrastruktur werden Bundesautobahnen (BAB) und das übrige Straßennetz (ÜS) unterschieden. Für die Abschätzung der verkehrlichen Auswirkungen der SVA dient ein Mengengerüst der Lkw-Fahrleistung 2010, welches nach den angegebenen Segmentierungen differenziert ist. Hierzu wird die Entwicklung des Verkehrsaufkommens aus Eckdaten der Bundesverkehrswegeplanung für 2015 auf das Zieljahr 2010 bezogen. Aus den Entwicklungsszenarien der BVWP wird dabei das Laissez-faire-Szenario herangezogen. Hieraus ergibt sich ein Wachstum der Güterverkehrsnachfrage um 53 % zwischen 1997 und 2010. Zur Umrechnung in Lkw-Fahrleistungen nach Gewichtsklassen und Netzteilen werden Schätzungen von Beladungsraten 2010 (nach Kessel&Partner 1993), Annahmen über das Verkehrswachstum auf BAB und sonstigen Straßen sowie Anteile von Fahrzeuggewichten 2000 (nach BMVBW 2001) herangezogen. Die Anteile der Fahrleistungen nach Emissionsklassen 2010 werden durch das am IWW im Auftrag der OECD und in Zusammenarbeit mit dem Umweltbundesamt entwickelten systemdynamischen Verkehrsmodell ESCOT geschätzt. Entsprechend ergibt sich das verkehrliche Mengengerüst für die Straßen 2010 entsprechend Tabelle 2:

Tabelle 2: Verkehrliches Mengengerüst 2010

Verkehrliches Mengengerüst 1997	R1 Regionalverkehr		R2 Binnenfernverkehr		R3 Grenzüberschr. Fernverkehr		GE-SAMT
Mill. Fzkm	P1 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 verkehrlichen Auswirkungen der SVA sind nicht unmittelbar miteinander vergleichbar. Zur **Gesamtbewertung der Szenarien** wird deshalb ein monetärer Indikator definiert, welcher den Vergleich verschiedener Effekte ermöglicht. Als Grundlage der monetären Bewertung werden externe Kostenschätzungen 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. Mit entsprechenden Korrekturen nach Schadenskategorie und Annahmen über zukünftige Entwicklungen von Unfallraten, Schadstoff- und Lärmemissionen ergeben sich die in Tabelle 3 dargestellten Bewertungssätze je Fahrzeugkilometer nach Marktsegment.

Tabelle 3: Kostensätze für die Bewertung der Szenarien

Bewertungs- sätze 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

Unter der Annahme durchschnittlicher zeit- und entfernungsabhängiger Betriebskosten je Fahrzeugkilometer von ungefähr 2 DM/km (BGL 2000, FGSV 1997) und der Struktur des Mengengerüsts 2010 (Tabelle 2) errechnen sich Kostensteigerungen durch die Einführung der Schwerverkehrsabgabe im Fernverkehr um 7 % in Szenario I bzw. um 13 % in Szenario II. Durch den geringen Anteil der auf Autobahnen erbrachten Fahrleistung und dem großen Anteil leichter Fahrzeuge fällt die Kostenwirkung der SVA im Nahverkehr in beiden Szenarien deutlich geringer aus. Tabelle 4 gibt ein detailliertes Bild der Kostenentwicklung nach Marktsegmenten.

Tabelle 4: 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 %

4 Wirkungsanalyse

Durch die von der Schwerverkehrsabgabe verursachte Erhöhung der variablen Kosten im Fuhrgewerbe werden Reaktionen auf unterschiedlichen Entscheidungsebenen innerhalb des Transportgewerbes sowie bei der verladenden Wirtschaft erwartet. Die vorliegende Untersuchung beschränkt sich auf die prototypische Analyse von Auswirkungen auf das Niveau und

die Struktur der Verkehrsmenge und auf deren volkswirtschaftliche Bewertung. Die folgenden Effekte werden untersucht:

- Ausweichfahrten auf nicht gebührenpflichtige Netzteile.
- Rationalisierung innerhalb des Fuhrgewerbes zur Kompensation der Kostensteigerung.
- Umstrukturierung der Fahrzeugflotte zur Verminderung der Kostenbelastung.
- Rationalisierung seitens der Verladen der aufgrund steigender Transportkosten.

Zur Analyse dieser Effekte werden die in Tabelle 5 zusammengestellten Modellwerkzeuge und Datenquellen verwendet.

Tabelle 5: Methodische Grundlagen der Auswirkungsanalyse

Methoden	Aussageziel	Daten
VACLAV (Schoch, Doll 1997)	Routenverlagerungen auf das nachgeordnete Straßennetz	• Güterbewegungsmatrix • Digitalisiertes Straßennetz • Straßenbelastungsinformationen • Betriebskosten nach Fahrzeugart
ESCOT (Schade et al. 2001) ASTRA (EC 2000d)	Flottenstruktur nach Emissionsklassen (systemdynamischer Ansatz)	• EU-Abgasnormen • Lebenszyklen der Güterkraftfahrzeuge • Gebraucht- und Neuwagenpreise • Verfügbarkeit neuer Technologien
ECOPLAN (1997 & 1999), SOFTICE (EC 2000a)	Strategische Anpassungen im Transportgewerbe	• Optimierungspotenziale bei Nettotonnagen und Leerfahrtenanteilen • Sonstige Kostenreduktionspotenziale
DIW et al. (1994), SOFTICE (EC 2000a), PETS (EC 1999a)	Strategische Anpassungen der Verlader, Verlagerung von Verkehrsnachfrage auf alternative Verkehrsträger	• Preiselastizitäten • Kapazität und Attraktivität des Schienengüterverkehrs
EULOG (Eberhard 2000)	Langfristige Verschiebungen von Produktions- und Lagerstandorten	• Kostenstruktur in der produzierenden Wirtschaft • Transport- und Lagerkosten • Strategien der Standortwahl

Bei der Analyse der Umweltauswirkungen einer SVA für den Straßengüterverkehr stellt die **Verkehrsverlagerung auf das nachgeordnete Netz** eine wichtige zu analysierende Reaktionsmöglichkeit der Gütertransporteure dar. Aus Sicht der Transportwirtschaft bildet die Inanspruchnahme von Ausweichrouten eine Möglichkeit der betriebsinternen Kostensenkung. Bezüglich Umweltwirkungen und der Verkehrssicherheit kann der Zuwachs der Verkehrsmenge auf dem sekundären Straßennetz jedoch ein Problem darstellen.

Verlagerungseffekte von den Bundesautobahnen auf nachgeordnete Netzteile werden mit Hilfe des am IWW entwickelten Verkehrsmodells VACLAV untersucht. Das Modell basiert auf der Kombination eines digitalisierten und kategorisierten europäischen Straßennetzes, einer geographisch orientierten Datenbasis von Verkehrsregionen sowie einer Matrix aus Verkehrsverflechtungen im Personen- und Güterverkehr. Zur Quantifizierung von Verlagerungsreaktionen werden Fahrzeuge nach Gewichtsklassen (12 t bis 18 t und über 18 t) sowie nach Emissionsnormen (Euro-0 bis Euro-5) klassifiziert, da diese unterschiedlichen Gebührensätzen unterliegen. Die Staubildung auf den Ausweichrouten wird durch einen mehrstufigen Umlegungsprozess berücksichtigt.

Die Modellrechnungen ergeben, dass die Wahrscheinlichkeit der Verlagerung von Fahrten auf das nachgeordnete Straßennetz mit steigender Transportentfernung deutlich abnimmt. 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 Lkw-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. Dies ist damit zu erklären, dass sich bei wachsenden variablen Kosten Verkürzungen der Fahrtstrecke selbst bei einer Zunahme der Transportzeit in Einzelfällen lohnen können. Die Ergebnisse der Verlagerungsrechnung sind in Tabelle 6 dargestellt.

Tabelle 6: Verlagerungen der BAB-Fahrleistung auf das nachgeordnete Netz

Szenario	Fahrzeugtyp	Regional- verkehr (<150km)	Fernverkehr			Fernverkehr Gesamt
			150 bis 300 km	300 bis 500 km	über 500 km	
I 25 Pf./km auf BAB	>18t, Euro-0	7,8%	6,1%	3,7%	2,1%	3,9%
	>18t, Euro-5	5,2%	4,1%	2,6%	1,3%	2,6%
	12t-18t, Euro-0	8,4%	6,5%	3,4%	2,4%	4,0%
	12t-18t, Euro-5	5,2%	4,2%	2,1%	1,4%	2,5%
II 40 Pf./km gesamtes Netz	>18t, Euro-0	5,2%	4,1%	2,3%	1,2%	2,4%
	>18t, Euro-5	3,3%	2,3%	1,6%	0,8%	1,5%
	12t-18t, Euro-0	6,5%	4,8%	2,6%	1,7%	3,0%
	12t-18t, Euro-5	4,1%	3,0%	1,3%	0,8%	1,7%

Formen der **Rationalisierung der Transportabwicklung** sind unter Anderem die Optimierung der Tourenplanung, die Bildung von Fahrzeugpools oder der Zusammenschluss von Firmen. Die Unternehmen können ihre Fahrzeugflotten einerseits durch den verstärkten Einsatz von Fahrzeugen unter 12t zulässigem Gesamtgewicht, welche der SVA nicht unterliegen, oder andererseits durch die Verwendung größerer und damit wirtschaftlicherer Fahrzeuge anpassen. Während die Optimierung des Einsatzes bestehender Produktionsmittel relativ kurzfristig möglich ist, zählt der Umbau der Fahrzeugflotte zu den langfristigen Auswirkungen der SVA.

Innerbetriebliche Rationalisierungsmaßnahmen können Auswirkungen auf die erbrachte Fahrleistung durch die Erhöhung der Tonnage beladener Fahrzeuge oder Vermeidung von Leerfahrten haben. Dabei wird vereinfachend angenommen, dass die durch Optimierung der Fahrzeugauslastung kein Mehrkosten anfallen. Damit ist der Rückgang der Fahrleistung prozentual identisch mit dem Rückgang der Transportkosten.

Zur Einschätzung der mit diesen Effekte verbundenen 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. Es ist demzufolge zu erwarten, dass eine weitgehende Ausschöpfung von Rationalisierungspotenzialen erst ab einer Steigerung der variablen Fahrzeug-einsatzkosten um etwa 20 % einsetzt. Dieser Fall ist unter den Bedingungen von Szenario II im Fernverkehr gegeben.

Die Optimierungsmöglichkeiten durch eine verbesserte Tourenplanung lassen durchschnittliche Auslastungsgrade um 0,05 t (Szenario I) bzw. um 0,1 t (Szenario II) im Segment der Speditionsgüter für alle Entfernungsklassen ansteigen. Dies entspricht einer Verbesserung der

Produktivität von nur weniger als 1 %, muss jedoch vor dem Hintergrund einer ohnehin scharfen Konkurrenzsituation innerhalb des Fuhrgewerbes betrachtet werden. Bis 2010 gilt die Hypothese, dass bis zu diesem Zeitpunkt erhebliche Einsparmöglichkeiten der Spediteure bereits ausgeschöpft werden. Möglichkeiten zur Verbesserung der Auslastungsgrade durch die Verwendung von Fahrzeugen mit mehr Ladekapazität werden damit als sehr begrenzt eingestuft.

Tabelle 7: 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
<i>Relative Veränderung Auslastungsgrade gegenüber Ausgangswert</i>						
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 %

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

- Bereits einige Jahre vor der gesetzlichen Einführung eines Emissionsstandards werden Fahrzeuge gekauft, die diesem Standard entsprechen. 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 werden sich Reinvestitionsentscheidungen derart ändern, dass die Beschaffung neuer Fahrzeuge vorzeitig getätigt wird. Zur Analyse dieses Effektes wurde eine Kostenvergleichsrechnung für unterschiedliche Reinvestitionszeitpunkte und Kostenstrukturen durchgeführt.

Im Ergebnis zeigt sich ein deutlicher Effekt. Zusammen mit der vorgezogenen Neubeschaffung 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 im Jahr 2010 reduziert worden sein. Der Anteil von Fahrzeugen der Emissionsklasse Euro-5 erhöht sich danach von unter 50 % auf über 70 %. Der erzielte Effekt ist besonders deutlich bei Fahrzeugen unter 18t, da diese eine längere durchschnittliche Lebensdauer haben als schwere Güterfahrzeuge. Abbildung 1 zeigt die Entwicklung der Flottenstruktur 2010.

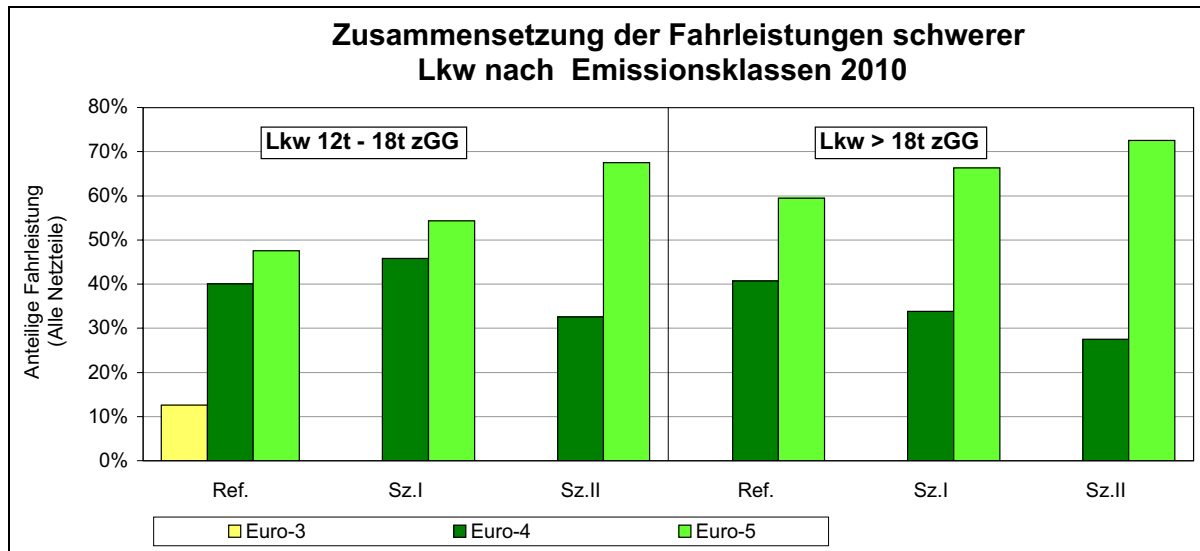


Abbildung 1: Flottenstruktur >12t zGG nach vorzeitiger Neubeschaffung und antizipierter zukünftiger Schadstoffnorm beim Neukauf
Quelle: Berechnungen des IWW

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.

Die Quantifizierung von Verkehrsvermeidung und Verkehrsverlagerung nach Marktsegmenten basiert auf einer Expertenschätzung im Auftrag des Umweltbundesamtes für das Jahr 1993 (DIW et al. 1994). Zur Plausibilisierung der Ergebnisse werden ferner Schätzungen von Elastizitäten für den Güterverkehr der Schweiz (ECOPLAN 1999) sowie Simulationsergebnisse des Logistik-Modells EULOG (Eberhard 2000) herangezogen.

In den Szenarien I, IIa (keine Anpassung der Schienenkapazitäten) und IIb (Verbesserung der Bahn bezüglich Qualität und Kapazität) ergeben sich Reduktionen des Straßengüterverkehrs bis 2010 von 0,5 %, 2,3 % bzw. 3,3 %. Diese Zahlen schließen die Effekte der Optimierung von Fahrzeugauslastungsgraden, sowie Verkehrsvermeidung und modale Verlagerung der Verkehrsnachfrage seitens der Verloader ein.

Die Bedeutung modaler Verlagerungen wächst mit zunehmender Transportdistanz und abnehmendem Warenwert (vgl. Abbildung 2).

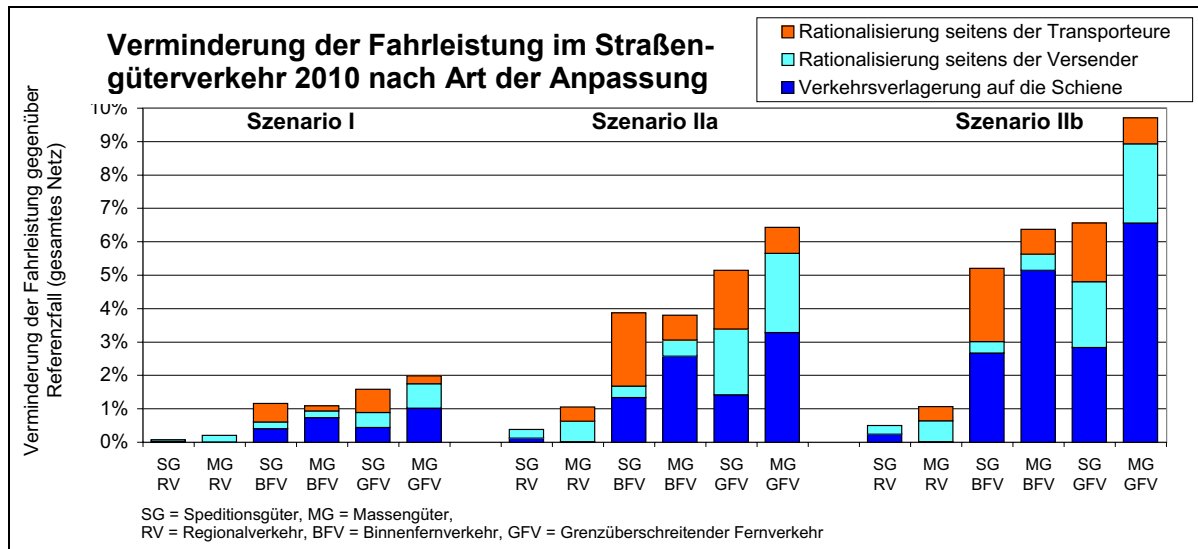


Abbildung 2: Verminderung der Fahrleistung im Straßengüterverkehr 2010
Quelle: Berechnungen des IWW

Entsprechend der Abnahme der Fahrleistung auf der Straße wächst die Transportleistung (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 (vgl. Abbildung 3).

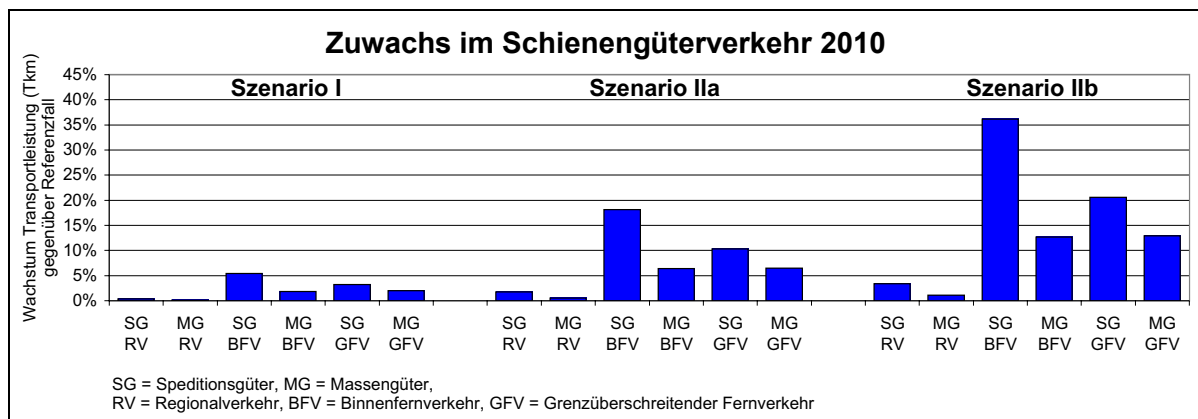


Abbildung 3: Zuwachs der Transportleistung im Schienengüterverkehr 2010
Quelle: Berechnungen des IWW

5 Ergebnisse

Man erwartet im Allgemeinen, dass eine umweltorientierte Straßenbenutzungsgebühr für schwere Lkw einen drastischen Rückgang der Fahrleistung auf der Straße zugunsten der umweltfreundlichen Verkehrsträger Schiene und Binnenschiff herbeiführt. Nach den Eckwerten der Bundesverkehrswegeplanung 2002 wird zum Beispiel von einer Steigerung des Marktanteils der Bahn im Güterverkehr von 15,5 % im Trendszenario auf 19,1 % im Integrationsszenario, bezogen auf die Transportleistung, ausgegangen, was faktisch eine Verdoppe-

lung des Bahngüterverkehrs von 1997 bis 2015 bedeutet. Ähnliche Größenordnungen wurden 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 lässt sich zeigen, 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 Fuhrparkmanagement. Die in Szenario II unterstellten Verbesserungen der Auslastungsgrade bewegen sich zwischen 0,2 % und 2 %.

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 etwas niedrigerem langfristigen Wachstumspfad führt.

Eine durchweg positive Wirkung der SVA besteht in ihrer Differenzierung nach Schadstoffklassen. Hierdurch wird die ohnehin große Bereitschaft von Fuhrunternehmern zum schnellen 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, weil solche Standards noch nicht bekannt sind.

Bei der Beschränkung einer SVA von 25 Pf/Km 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 näherungsweise Konstanz der Gesamtfahrleistung ausgegangen werden kann, wird auf den Bundesautobahnen ein Rückgang der Fahrleistung aller Lkw-Klassen um 3,5 % geschätzt. Dieser geht größtenteils zu Lasten des sekundären Straßennetzes und wird sich nicht gleichmäßig auf das betroffene Netz verteilen, sondern die für die Abkürzungsfahrten vorteilhaften Strecken betreffen. Demzufolge können bei einer Beschränkung der SVA auf die Autobahnen mit hoher Wahrscheinlichkeit Folgeprobleme entstehen.

Eine Erhöhung der Schwerverkehrsabgabe auf 40 Pf/Km (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 40 Pf/Km modellhaft mit einem deutlich verbesserten Angebot der Eisenbahn im weitlaufenden Güterverkehr verknüpft. Unter dieser 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).

Die Bewertung der verkehrlichen Auswirkungen der SVA in den drei untersuchten Szenarien mittels eines monetären Bewertungsverfahrens ist abschließend in Abbildung 4 dargestellt.

Die Zusammenfassung der Umweltwirkungen in Form der Veränderung externer Kosten des Verkehrs auf Straße und Schiene zeigt, dass sich im Szenario I positive und negative Wirkungen die Waage halten. Eindeutige Umweltentlastungen (ca. -4 % der externen Kosten) sind im Szenario II a zu erwarten, die durch eine kombinierte Preis/Investitionsstrategie im Szenario II b kräftig verstärkt werden kann (ca. -6 %).

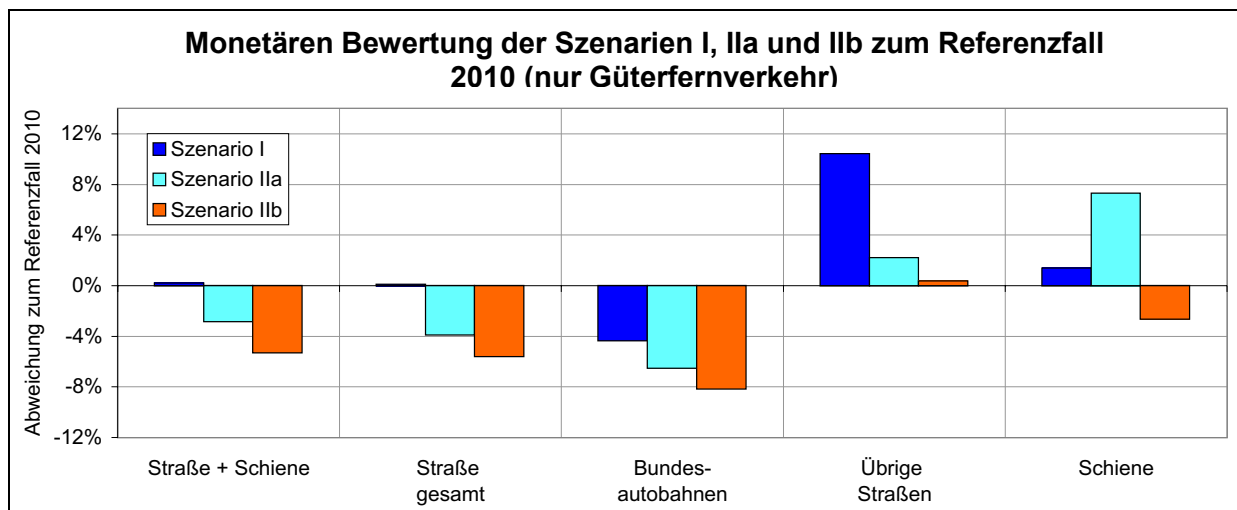


Abbildung 4: Vergleich der Entwicklung externer Kosten für die Szenarien
Quelle: Modellrechnung des IWW

6 Fazit

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 2001 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, also eine Konzentration des Transportmarktes, zu beobachten.

Eine weitere Beobachtung aus der Schweiz ist, dass sich einerseits die Nachfrage nach der Einrichtung von Gleisanschlüssen verstärkt hat, andererseits aber auch eine massive Neubeschaffungswelle im Bereich der Güterkraftfahrzeuge angelaufen ist. Hierdurch werden nach Expertenschätzungen bei beiden Verkehrsträgern Überkapazitäten geschaffen, die 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, da sich hier auch der Produktivitätsschub durch den Übergang von 28 t auf 34 t zGG auswirken wird.

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 von 25 Pf/FzKm, die dauerhaft auf das Netz der Bundesautobahnen beschränkt bleibt, führt nicht zu signifikanten Wohlfahrtverbesserungen. Aus Umweltsicht ergeben sich 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 von 40 Pf/FzKm 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 von DM 0,40/FzKm 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 weit geringer aus als in den Prognosen zur Bundesverkehrswegeplanung (Integrationszenario) für 2015 erwartet.
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 Bahn und Binnenschiff begünstigen, während andererseits die verbleibenden Lkw-Transporte auf geringeren Distanzen rationeller 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 Transportrationalisierung und -verlagerung, sowie auf den Einsatz umweltverträglicherer Fahrzeuge 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, ifeu, IVT/Hacon 1994: Verminderung der Luft- und Lärmbelastung 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 1999a: Pricing European Transport Systems (PETS), diverse Zwischenberichte; 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 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.

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

ifo 2000: ifo Wirtschaftskonjunktur 9/2000; München.

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

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

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-Vorhaben 200-96-130 (Anforderung an eine umweltorientierte Schwerverkehrsabgabe) 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.

Regierungskommission Verkehrsinfrastrukturfinanzierung 2000: Schlußbericht.

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.

Requirements for an environmentally orientated road user charge for heavy-duty vehicles

Summary

1 Background and objectives

The German Government has decided on August 15th 2001 to introduce a kilometre-based charge for the use of German motorways with heavy-duty vehicles (HDV), beginning with January 2003. This charge will be obligatory for all vehicles and vehicle combinations with a gross permissible weight higher than 12 t and will substitute the Euro-vignette system, which has been valid since 1995. The average charge will be fixed by a governmental directive, and the Ministry of Transport, Housing and Construction has decided that the charge should lie between 27 and 37 DPf per vehicle kilometre. The average charges will be differentiated according to the number of axles and the Euro emission categories of the vehicles. The objectives of charging HDV are:

- A fair allocation of the cost of infrastructure to the users as a starting point for a general change of the infrastructure financing system which includes more charges and less taxation.
- Creation of the incentives for the economic use of existing capacities of the transport infrastructure.
- A fair allocation of burdens among domestic and foreign transport haulage firms.

Although the European law sets strict limits for the design of charges on the base of the costs for construction, maintenance and operation of transport infrastructure a closer look reveals some potential for an environmental design of the pricing system. The German Federal Environmental Agency has launched a study to evaluate the possibilities and the probable consequences of different charging structures which has been given to the Institute of Economic Policy Research of the University of Karlsruhe (IWW). One of the focuses of this study is to investigate the legal possibilities for an environmental design of a pricing system. This task has been allocated to the Law Consultant Schmidt-Wottrich, Jungnickel and Partners and is documented in a study report of January 12th 2001. On this base IWW has developed different charging scenarios which have been analysed with respect to their impacts on transport and the environment. In the focus of the IWW analysis there are the short and long-term potentials for improving environmental quality through an HDV charge, as well as the implementability and possible side effects of such a measure.

2 Road infrastructure costs and charging scenarios

The foundation for a pragmatic design of road user charges in Germany has been laid through the report of the Governmental Commission on Transport Infrastructure Finance ("Pällmann-Commission") which has been submitted to the Ministry of Transport, Housing and Construction in September 2000. In this report the average road infrastructure costs for HDV with more than 12 t have been estimated 25 DPf /vehkm. per vehicle km on motorways and 40 DPf /vehkm. per vehicle km for the whole network of Federal roads. These average costs are net of the financial contribution of HDV to the finance of the infrastructure through fuel taxation. The analysis in this study takes into account that the Euro vignette system will be abolished as soon as the kilometre based charge will be introduced on motorways.

Following the Directive 62/1999/EG of the European Council, which is the legal base for setting charges on heavy-duty vehicles on the primary road network, external costs of transport (uncovered accident costs, costs of noise, costs of air pollution, costs of global warming) are not considered. The Directive leaves possibilities to vary the average charge according to congestion levels. This option, however, is not taken into account in this study. According to the agreement with the Federal Environmental Agency (and in accordance with the view of the Ministry of Transport, Housing and Construction) the average charges will be differentiated only according to the gross permissible vehicle weight (12 t – 18 t and >18 t) and according to the Euro-emission standard (pre-Euro, Euro 1-5).

The following scenarios are analysed:

- **Reference scenario:** The reference scenario gives the most likely development of transport and environmental indicators on the base of business-as-usual assumptions.
- **Scenario I:** Scenario I assumes a charge on heavy-duty vehicles of 25 DPf. /vehkm only on motorways. The difference between the best and the worst Euro-emission category can be up to 50 %. For vehicles carrying more than 18 t a weight related mark-up of 5 DPf. /vehkm is assumed.
- **Scenario IIa:** This scenario starts with an average charge for heavy-duty vehicles of 25 DPf. Contrasting scenario I the charge is applied to the total network of Federal roads and will be increased step by step to 40 DPf. /vehkm in the year 2010. The maximal difference between Euro-emission categories is 50 %. The weight related mark-up for vehicles with more than 18 t starts with 5 DPf. in 2003 and is increased step by step to 10 DPf. /vehkm in the year 2010. The capacity and the level of service of the railways is kept constant.
- **Scenario IIb:** Contrasting scenario IIa it is assumed that capacity and level of service of freight rail transport are substantially improved.

Table I shows the assumptions on road user charges for the year 2010.

Table 1: User charges in the scenarios I and II in the year 2010

User charges 2010 in DM / vehicle-km	Scenario I Federal highways		Scenario IIa + IIb Federal roads total	
Emission standard	12 t - 18 t	over 18 t	12 t - 18 t	over 18 t
Euro-0	0.29	0.37	0.38	0.53
Euro-1	0.29	0.37	0.38	0.53
Euro-2	0.29	0.37	0.38	0.53
Euro-3	0.25	0.32	0.33	0.46
Euro-4	0.22	0.28	0.29	0.40
Euro-5	0.20	0.25	0.25	0.35

While the assumptions of scenario I are conforming with the Directive 62/1999 EG the scenarios IIa and IIb include some problematic elements:

- Directive 62/1999 EG states clearly that an extension of the charging system to the secondary road network is possible only under very specific conditions. These are fulfilled if there are negative effects on traffic safety or noise/pollutant emissions caused by diversions from the motorways to the secondary network. In this study it will not be analysed to which extent these conditions are fulfilled. Therefore the implementation of scenarios IIa and IIb in the form in which they have been implemented might be problematic from the legal point of view.

- The user charge of 40 DPf. /vehkm results from assumption and is not derived from infrastructure cost estimations. In the report of the “Pällmann-Commission” this value results from cost allocations under the hypothesis that a big part of the Federal road network can not be priced such that the associated cost is allocated to the rest of the network. Recent infrastructure cost calculations for the Ministry of Transport, Housing and Construction lead to an upper limit of 37 DPf. /vehkm.

3 Basic traffic data

As studying the possible reactions of transport haulage companies and of shippers is in the focus of this study a segmentation of the freight transport market is necessary. On the supply side the vehicle fleet was categorised by maximal permissible vehicle weight and emission standards. On the demand side the market is segmented by transport relation (regional transport, domestic transport, international transport) and by type of goods (high valued goods, bulk cargo). The road infrastructure is subdivided into motorways (BAB) and other roads (ÜS). To estimate the impacts of the HDV charging on the transport patterns a data base for the transport activities is generated based on the year 2010. For this purpose the development of the transport volume is taken from the Federal transport master plan data (BVWP) for the years 1997 and 2015 and interpolated accordingly. Following the so-called laissez-faire scenario of the Federal transport master plan (BVWP) one can expect a growth of freight transport demand of 53 % between 1997 and 2010. As the BVWP-data are given in t/km it is necessary to transform them in vehicle km by using assumptions on loading factors for the year 2010 (according to Kessel & Partner, 1993).

Furthermore, the BVWP-projections on traffic growth of the motorways and other roads as well as the distribution of vehicle weight categories for the road types could be taken from this source. The shares of Euro-emission categories of the total vehicle km stem from a study which IWW performed for the OECD and the Federal Environmental Agency using the system dynamics transport model ESCOT. Based on these foundations the overall freight transports volume could be differentiated by segments as shown by Table 2:

Table 2: Road transport volume data set 2010

Vehicle mile-age 2010	R1 Regional traffic		R2 Domestic long distance transport		R3 International long-distance traffic		TOTAL
Mio. veh.-km	P1 Forw. g.	P2 Bulk g..	P1 Forw. g.	P2 Bulk g..	P1 Forw. g.	P2 Bulk g..	.
TOTAL	6.949	12.729	9.864	6.186	11.851	1.167	48.746
<i>By vehicle type</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>By road categories</i>							
Motorways	2.363	4.593	7.620	4.678	10.062	991	30.306
Others	4.586	8.136	2.244	1.508	1.790	176	18.440
<i>By emission standard</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

The impacts of the user charges on transport patterns are multi-dimensional and therefore not immediately comparable. Therefore a common monetary indicator has been defined, based on cost-benefit analysis, which makes comparable the different effects and allows for a comprehensive appraisal of the scenarios. The monetary values are taken from a study of INFRAS/IWW (2000) on external cost of transports for different vehicle classes and transport segments. The evaluation is based on willingness to pay and leads to cost values which are much higher than the resource based cost values used for infrastructure costing. Therefore correction factors have been applied to make the evaluation approaches for external cost and infrastructure cost comparable. The result is shown in Table 3:

Table 3: Unit costs of the monetary assessment of the scenarios

Unit costs by vehicle type and road category	Road haulage (DM / 100 vehicle-km)						Rail DM / 1000 tkm
	L1: 3,5t – 12t		L2: 12t – 18t		L3: > 18t		
	Motorways	Others	Motorways	Others	Motorways	Others	
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	
Average	8.17	12.83	12.87	21.17	17.57	29.50	0.59

Using the transport segments 2010 exhibited in Table 2 and assuming an average operating cost per veh/km of about 2 DM (BGL 2000, FGSV 1999) the introduction of a motorway user charge will lead to an increase of transport costs of long distance freight transport by 7 % in scenario I or 13 % in scenario II. The impact on transport costs for short distance freight transport is much lower because of lower distances driven on motorways and the use of smaller vehicles below 12 t. Table 4 gives some details on the cost development by market segments.

Table 4: Development of operating costs before adaptation

Cost development by market segment	R1 Regional traffic		R2 Domestic long distance transport		R3 International long-distance traffic	
	P1 Forw. g.	P2 Bulk g..	P1 Forw. g.	P2 Bulk g..	P1 Forw. g.	P2 Bulk g..
Scenario I	1.03 %	1.56 %	6.39 %	6.49 %	7.42 %	7.42 %
Scenario II	3.75 %	5.27 %	12.91 %	12.66 %	12.85 %	12.85 %

Forw.g.: goods which need qualified forwarding services

Bulk g. : goods which do not need qualified forwarding services

4 Impact analysis

The introduction of a road user charge on HDV will induce reactions on different decision levels of the road haulage companies or of the shippers. In this study these impacts are modelled on the base of prototyping as an aggregate analysis is not possible. The following effects are analysed:

- Diversions to roads which are not charged.

- Rationalisation within the road haulage companies.
- Restructuring of the vehicle fleets to reduce the cost burdens.
- Rationalisation of the shipments because of increasing transport costs.

To analyse these types of effects a combination of models and data sources are used.

Table 5: Basic methodology of the reaction analysis

Methods	Evidence	Data
VACLAV (Schoch, Doll 1997)	Route shifts to the secondary road network	• Matrix of freight movements • Digitised road network • Traffic census data • Vehicle operating costs
ESCOT (Schade et al. 2001) ASTRA (EC 2000d)	Fleet structure by emission standards (system dynamics approach)	• EU emission standards • Life cycle information • Vehicle price developments • Availability of new technologies
ECOPLAN (1997 & 1999), SOFTICE (EC 2000a)	Strategic decision processes in the transport business	• Optimisation potential of net tonnage and empty headings • Other potentials for cost reduction
DIW et al. (1994), SOFTICE (EC 2000a), PETS (EC 1999a)	Strategic adaptation of shippers: Shift of transport demand to alternative modes	• Price elasticities • Capacity and attractiveness of rail services
EULOG (Eberhard 2000)	Long-term changes in location choice for production and logistics facilities	• Cost structure in the production sector • Transport- and storage costs • Strategies of location choice

Among these reactions the diversion of HDV trips to uncharged roads plays an important role in the decision making of haulage companies. Depending on the magnitude of the charge this adjustment will matter in the first instance on small and medium distances. This can induce problems for safety and for the environment in the secondary road network. Therefore the diversion effects have been investigated by using the transport model VACLAV, developed by IWW, after adjusting this model to the given problem. The model includes a digitised European road network, a regional social economic data base in a matrix of transport relationships in passenger and goods transport. The heavy-duty vehicles have been classified according to weight classes (12 t – 18 t, >18 t) and emission categories (Euro 0-5), according to the foreseen differentiation of the user charges. As traffic diversion might lead to increased congestion in the secondary network a capacity restraint algorithm has been used for traffic assignment.

The model computations show that the probability of diversion from the motorways to the secondary network is decreasing with increasing transport distance. The overall reduction of vehicle km on the motorways for heavy-duty vehicles is about 3.3 % in scenario I, which implies an increase of vehicle km on the secondary road by 8.1 %. In scenario IIa the reduction of vehicle km on motorways is significantly lower with 2.2 %, such that the increase of traffic loads on the secondary network is about 5.5 %. The reason for traffic diversion in scenario II is that with increasing user charges the routes with shorter distances are preferred even if the transport time is increasing in this case (overall reduction of generalised costs). The results of the computation are exhibited in Table 6.

Table 6: Shifts of motorway traffic to the secondary network

Scenario	Vehicle type	Regional transport (<150km)	Long-distance transport			Long-distance transport total
			150 bis 300 km	300 bis 500 km	über 500 km	
I 0.25 DM/km on motorway	>18t, Euro-0	7.8%	6.1%	3.7%	2.1%	3.9%
	>18t, Euro-5	5.2%	4.1%	2.6%	1.3%	2.6%
	12t-18t, Euro-0	8.4%	6.5%	3.4%	2.4%	4.0%
	12t-18t, Euro-5	5.2%	4.2%	2.1%	1.4%	2.5%
II 0.40 DM/km on total network	>18t, Euro-0	5.2%	4.1%	2.3%	1.2%	2.4%
	>18t, Euro-5	3.3%	2.3%	1.6%	0.8%	1.5%
	12t-18t, Euro-0	6.5%	4.8%	2.6%	1.7%	3.0%
	12t-18t, Euro-5	4.1%	3.0%	1.3%	0.8%	1.7%

Rationalisation of transport operations within the road haulage companies can be performed by optimising of the round trip planning, forming of vehicle pools at distribution centres or establishing of alliances with according bundling effects. The adjustment of the vehicle fleet can occur in two directions: Firstly haulage companies could change to operate more vehicles with less than 12 t, which are not priced, or secondly they can employ bigger vehicles to improve the loading economy. Obviously the optimisation of the use of existing cars and facilities is a short term reaction while the restructuring of vehicles fleets takes longer time.

Rationalisation measures within the haulage companies can contribute to reduce the vehicle km travelled by increasing tonnage or reducing empty trips. It is assumed that such measures do not lead to additional costs and that the percentage reduction of vehkm travelled equals the percentage reduction the transport costs.

To estimate the magnitude of such effects the experiences after the introduction of an HDV-charge in Switzerland and expert judgements concerning the development of the German freight transport industry are taken into account. Following these sources one can assume that rationalisation potential of the kind described will be exhausted if the variable cost of road haulage increase by 20 % or more. This case is only given under the conditions of scenario II.

Improved round trip planning can lead to an increase of loading on the average by 0.05 t (scenario I) or 0,1 t (scenario II), respectively, in the segments of high valued goods. This corresponds to an improvement of cost effectivity of less than 1 %. This seems to be low, has however to be regarded before the background of a fierce competition within the transport industry. Therefore it is assumed that this reduction potential is widely exhausted by the companies until the year 2010. Possibilities for an improvement of loading sectors through using vehicles with more loading capacity seem to be very limited.

Table 7: Development of loading rates

Load rates by market segment	R1 Regional traffic		R2 Domestic long distance transport		R3 International long-distance traffic	
	P1	P2	P1	P2	P1	P2
	Forw. g.	Bulk g.	Forw. g.	Bulk g..	Forw. g.	Bulk g..
Reference case 2010 (t/veh.)	5.3	7.0	9.1	13.4	11.4	12.9
<i>Relative change of loading rates against reference case</i>						
Scenario I	0 %	0 %	0.5 %	0.1 %	0.7 %	0.2 %
Scenario II	0 %	0.4 %	2.2 %	0.7 %	1.8 %	0.7 %

The environmental differentiation of the charging system also generates incentives to buy cleaner vehicles. Two types of decisions might be representative:

- Vehicles of a new emission standard are voluntarily purchased some years in advance of the obligatory introduction of this standard. This behaviour can be fostered through the increase of operating costs of vehicles with old environmental technology.
- In case of a drastic cost increase for old technology vehicles the reinvestment cycles can be changed. New technology is purchased earlier than under business-as-usual conditions. This effect can be simulated by means of a calculation of optimal investment timing.

According to the calculus performed there will be a significant effect on the fleet structure. The share of vehicles of the emission categories Euro 3 or worse will reduce drastically and converge to zero in the year 2010. The share of vehicles of emission category Euro 5 will increase from 50 % - 70 %. This effect is in particular significant for vehicles below 18 t as these vehicles have a longer life than the heavier lorries. Figure 1 shows the development of the fleet structure in the year 2010.

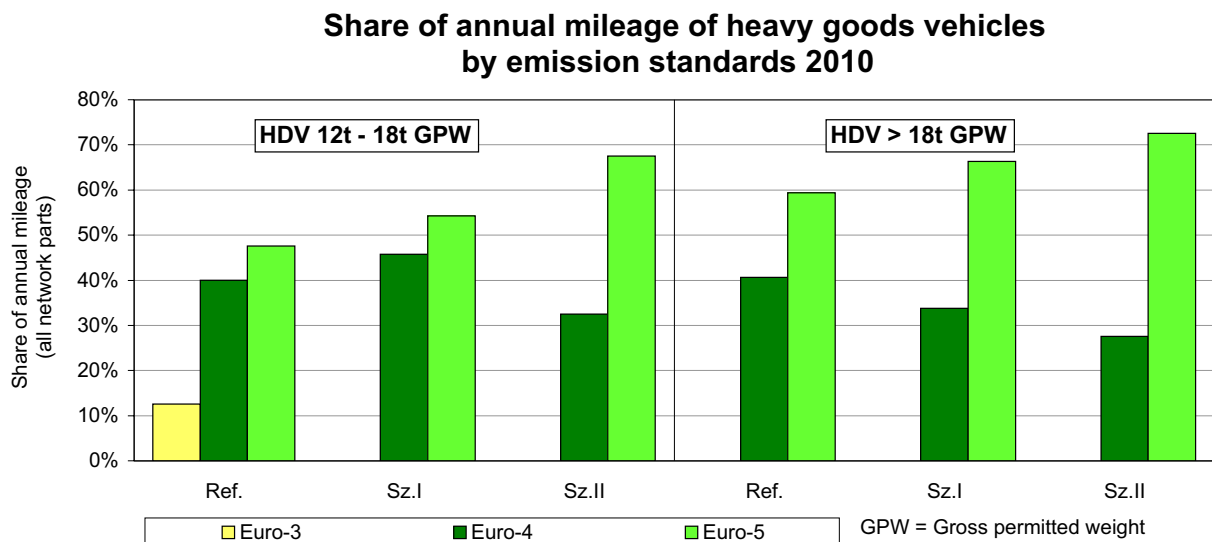


Figure 1: Fleet structure for vehicles >12 t with respect to the emission categories for different scenarios.

The reaction of shippers is estimated on the base of expert judgements on price elasticities. The basic reactions can be a reduction of transport volumes or the diversion of transport from road to rail and ship. For detailed analysis of diversion effects in the scenario II has been differentiated into a “constant level of service” and a “increasing level of service” scenario for the railway companies.

The essential inputs for the estimation of reduction and diversion of traffic differentiated by market segments is based on an expert questioning which has been performed in a study for the Federal Environmental Agency 1993 (DEW et al. 1994). Studies from Switzerland (Ecoplan 1999) as well as simulation results of the logistic model EULOG (Eberhard 2000) help to escalate the results to the present year.

In the scenarios I and IIa the diversion effects are limited, comprising 0.5 % or 2.3 %, only. Only in scenario IIb, which includes an improvement of level of service of the railways, the reduction of road freight traffic is significant (3.3 %). These figures comprise the effects of

internal optimisation and diversion of freight transport. The diversion effect increases with increasing transport distance. (s. Figure 2)

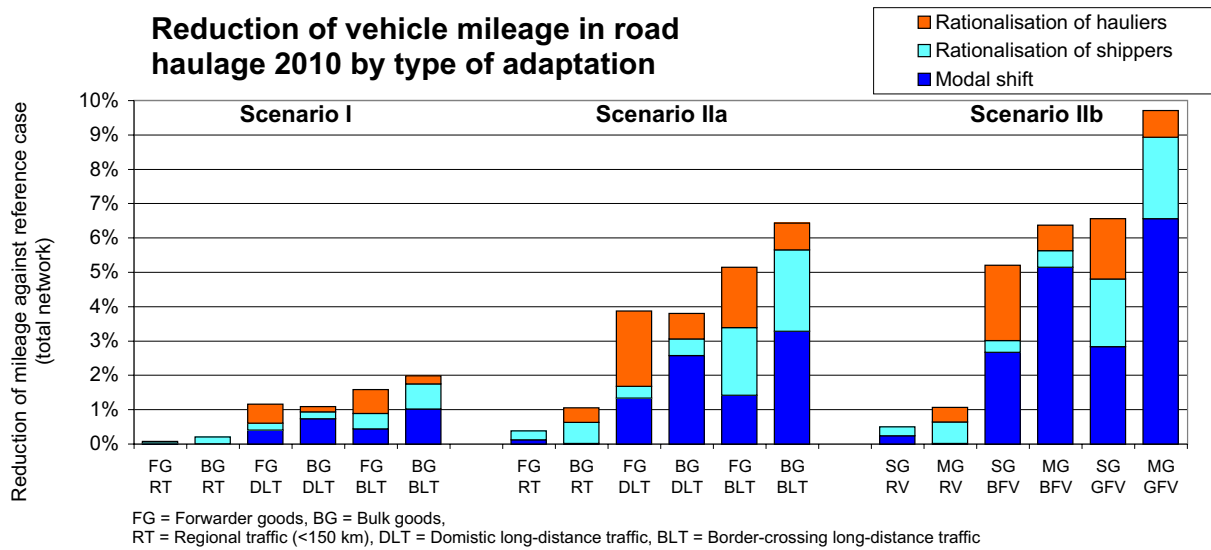


Figure 2: Reduction of road vehkm for the year 2010

According to the reduction of freight transport on roads the rail freight transport (in t/km) increases in the scenarios I, IIa and IIb by 1.3 %, 7 % and 14 % in the year 2010. In particular in scenario IIb the railway companies can be successful in increasing their market shares in segments where they have been weak before (see Figure 3).

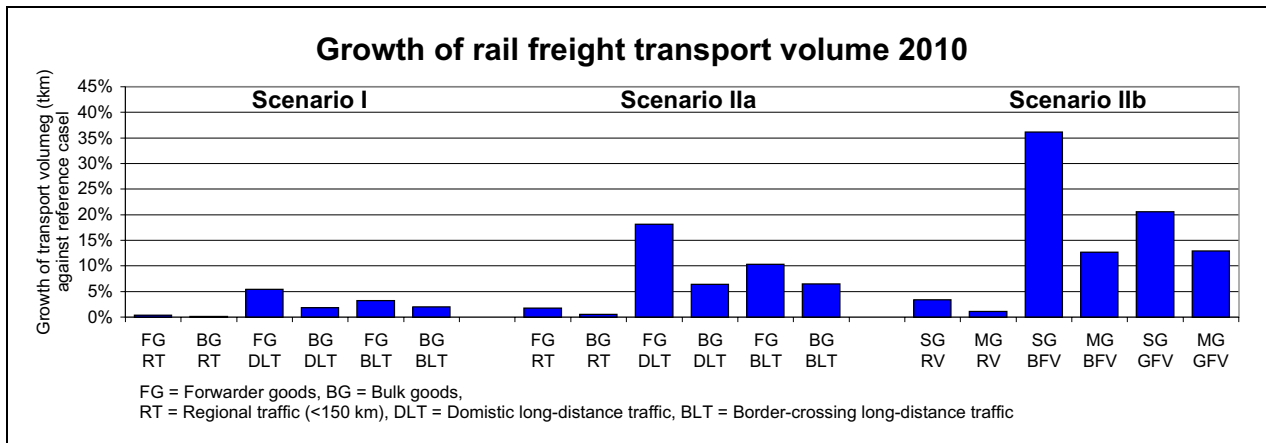


Figure 3: Growth of transport volume in rail freight transport 2010

5 Results

In general policy makers expect that an environmentally oriented user charge for HDV on road leads to a drastic reduction of vehicles miles travelled and a significant shift towards the environmentally friendly transport modes like rail and inland waterways. Also the traffic forecasts prepared for the forthcoming Federal transport masterplan exhibit an increase of the market share of the railways in freight transport from 15.5 % in the trend scenario to 19.1 %

in the so-called integration scenario. Similar magnitudes have been estimated by IWW/BVU (1998) on the base of macro-economic elasticities.

In the present study such substantial effects cannot be confirmed. The micro-economic analysis shows that there are a number of possibilities for the road haulage industry to adjust to the user charge and to compensate for a part of the cost increase. The rationalisation measures of the companies can include the choice of alternative trip routes as well as improved fleet management. Also the loading factors can be improved which leads to changes between 0.2 % and 2 % according to the computations in scenario II.

The conditions of scenario I (25 DPf. /vehkm on motorways) the reduction of vehkm in the road network is not more than 0.5 %. Even with higher charges of the scenario II (40 DPf. /vehkm on the average) a reduction of vehkm is not more than 2.3 %, which seems not much before the background of an annual average growth of 3 % for the freight traffic on roads. User charges according to scenarios I and IIa therefore only lead to slight bending of the traffic growth curve.

The impact of the user charge on environmental technology is very positive. Based on an obviously high willingness of haulage companies to use new technology the charge fosters the process of rapid change of old technology. There will be a shift of reinvestment cycles such that in the year 2010 the share of Euro 5 vehicles will increase from 20 % to 40 %. However, the economic valuation of this effect is not very high as also in the reference scenario major parts of vehkms will be produced by vehicles of emission classes Euro 4 and Euro 5 in the year 2010. The transition from Euro 4 to Euro 5 does not bring such significant reductions of emissions that the external costs of freight transport would decrease dramatically. It has to be taken into account, however, that further developments of environmental standards (Euro 6 etc.) could not be analysed as the indicator values for further future Euro standards, are not known today.

If the user charge is restricted to the motorways there will be a risk for the environment as traffic can be diverted from the motorways to the secondary network. This is clearly confirmed through the study. In scenario I a reduction of HDV km on the motorways of 3.5 % is estimated, but this is accompanied by an increase of HDV on the secondary road network. This increase is not distributed equally over the secondary roads rather than concentrates on parallel routes alongside the motorways. Therefore one has to expect serious follow-up problems if a user charge is introduced on motorways, only.

Increasing the user charge to 40 DPf /vehkm and applying the charge to the complete network of Federal roads according to scenario IIa shows positive results. This is in the first instance induced by a more rational organisation of transport within the road transport sector. Shippers and haulage companies will be interested in improving the logistics and increasing the loading factors. Furthermore the vehicle fleet will be recycled faster in direction of the Euro standards. In scenario IIa also diversion effects from road to rail occur, but they are very small as the logistic quality of rail transport remains poor.

In scenario IIb the higher road user charge is combined with the assumption of a significantly improved level of service of the railways for high quality goods. Under this assumption the railways can improve their market share. The traffic increase for the railways is estimated about 14 % until the year 2010. Particular in market segments which require high quality of logistic service over-proportional market gains are possible, as for instance on international container transport for intermediate goods.

Finally the impacts of the road user charge have been compared for the three investigated scenarios on the base of a monetary evaluation. This is shown in Figure 4. It is evident that scenario I does not lead to improve the environmental situation but it also does not lead to higher environmental risks. Therefore it can be accepted as a starting regime for introducing road user charges for HDV. Scenario IIa leads to a clear reduction of external costs while scenario IIb brings the best results. This means that the combination of introduction of road user charges and a significant improvement of railway service can be regarded as the best policy combination.

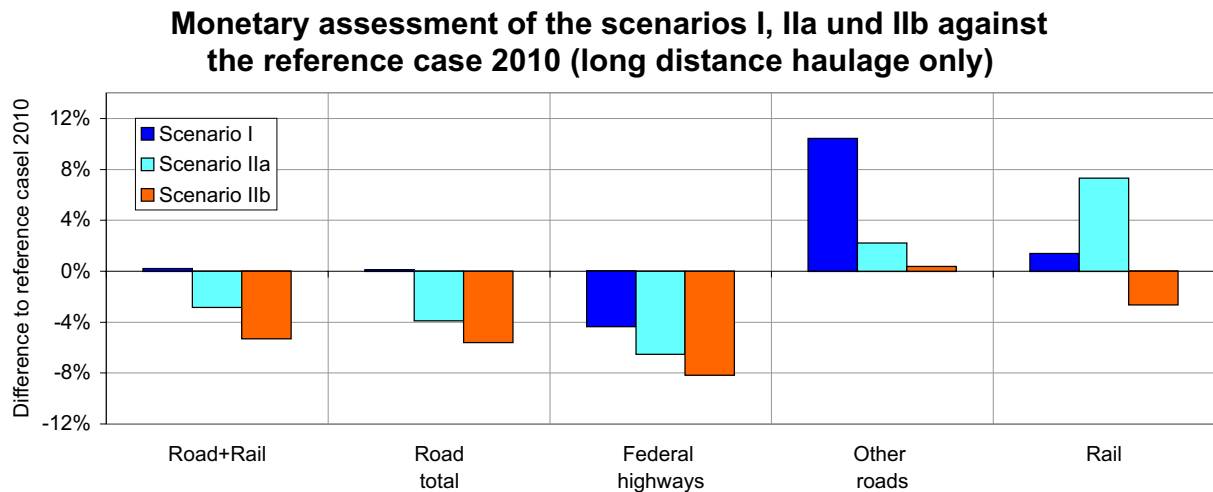


Figure 4: Comparison of external costs of the different scenarios

6 Conclusions

The estimation of potential market reactions following the introduction of a road user charge for heavy duty vehicles are partly confirmed by the actual development in Switzerland. After the introduction of the km charge in January 2001 growth of traffic volume on transit routes is only slightly slowed down compared with the development of the past. Already before the introduction of the charge a concentration of the transport haulage firms could be observed in form of mergers and alliances to foster rationalisation.

A further observation from Switzerland is that the demand for access links to the railway network has increased and that new road vehicles are ordered to replace old technology. According to expert opinions these reactions lead to over-capacities for both transport modes which might effect a further drop of freight transport rates. As the road transport is more flexible and elastic experts estimate that the partial shifts of transport from road to rail will cease and rationalisation within the road haulage industry will be the dominating effect of the Swiss pricing policy. Before this background the following conclusions concerning the different magnitudes and structures of charging regimes on German Federal Roads can be drawn:

- An introduction of a user charge on HDV of 25 DPf. /vehkm which is limited to the network of motorways will not lead to significant welfare improvements. The environmental impacts of such a measure balance out such that this measure can be regarded as a first step of a long term strategy which intends to charge the whole Federal road network.
- The introduction of a higher charge of 40 DPf. /vehkm on the whole Federal road network will lead in the first instance to an internal adjustment within the road haulage sector, if the quality of rail and shipping modes is left unchanged. The rationalisation of transport operations and a change of replacement strategies to increase the share of environmentally efficient vehicles will lead to an improvement of the environmental state.
- A combination of the higher charge 40DPf. /vehkm) for the whole network of Federal roads with a significant improvement of the level of service of rail freight transport will lead to considerable diversion from road to rail and an improvement of the state of the environment. However, the results of this study concerning the diversion effects until the year 2010 are much lower than the optimistic estimations presented in the context of preparing the Federal transport master plan.
- The present study has analysed the impacts until the year 2010. Until this year not all adjustments and reactions will have run through the system if the financial stimulus of the charge is held up continuously which means that the charge is increased at least by the inflation rate year by year. Under this assumption the long-term feedback processes between transport costs, inventory holding and spatial distribution of production locations will work, which leads to a further bundling of freights movements in particular on long distances in Europe. If these feedback processes become strong enough due to an active support by public transport policy then the overall impacts can be much higher than those simulated in this study. Therefore the intention of the German Government to double the freight transport of the railways until the year 2015 should not be treated as a pure illusion. But it has to be understood that the adjustments mechanisms which could lead to such a result differ widely from the assumption that the transport movements over space will be left unchanged and the only reaction of the market will be a strong diversion from road to rail. On the contrary, major structural changes of spatial distribution of production and inventory holding as well as changes in logistic strategies of production industries will be basic pre-conditions for such a development. One effect will be that bundling of goods transport is fostered on long transport distances such that rail and inland waterway shipping become more attractive for the shippers. The second effect will be that the road transport on small and medium distances will operate with higher loading factors and more efficient round-trips and routings. To achieve such patterns in the freight transport market user charges have to be extended to the whole road network and have to be designed high enough as well as differentiated in a way that they continuously stimulate the rationalisation of transport operations and the use of environmentally friendly technology.

Literature

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, ifeu, IVT/Hacon 1994: Verminderung der Luft- und Lärmbelastung 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 1999a: Pricing European Transport Systems (PETS), diverse Zwischenberichte; 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 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.

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

ifo 2000: ifo Wirtschaftskonjunktur 9/2000; München.

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

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

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-Vorhaben 200-96-130 (Anforderung an eine umweltorientierte Schwerverkehrsabgabe) 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.

Regierungskommission Verkehrsinfrastrukturfinanzierung 2000: Schlußbericht.

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.