

ZEW

Zentrum für Europäische
Wirtschaftsforschung GmbH
Centre for European
Economic Research

ZEW GmbH Mannheim

L7, 1

D-68161 Mannheim

Tel.: (0621) 1235-01

Fax: (0621) 1235-226

www.zew.de

Wettbewerb und Umweltregulierung im Verkehr
Eine Analyse zur unterschiedlichen Einbindung der Verkehrsarten in den
Emissionshandel

Status: Endbericht

Mannheim 25. Mai 2009

Auftraggeber: DB Energie GmbH

Für die ZEW GmbH Mannheim:

Dr. Georg Bühler (Verantwortlich)

Dr. Tim Hoffmann

Nikolas Wölfing

Markus Schmidt

Kurzfassung

Problemstellung

Sowohl das Verkehrsaufkommen als auch die Verkehrsleistung steigen im Personen- und Güterverkehr gemäß der offiziellen Verkehrsprognose des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) auch in den kommenden Jahren an. Betrachtet man die modale Verkehrsentwicklung so zeigt sich eine klare Dominanz der Straße. Der Eisenbahnverkehr ist bezüglich der Verkehrsleistung und des Aufkommens auf Position zwei der Verkehrsträger.

Im Vergleich zum Straßen- und Luftverkehr ist der Schienenverkehr das umweltfreundlichere Verkehrsmittel. Bezogen auf die Verkehrsleistungsindikatoren – Personenkilometer (pkm) und Tonnenkilometer (tkm) – verursacht der Schienenverkehr nur einen Bruchteil des CO₂-Ausstoßes anderer Verkehrsmittel. Abbildung 1 veranschaulicht diesen Tatbestand anhand streckenbezogener Emissionen. Die Angaben beziehen sich auf Pro Kopf Emissionen.

Abbildung 1: CO₂-Emissionen der Verkehrsmittel auf der Strecke Frankfurt – Hamburg



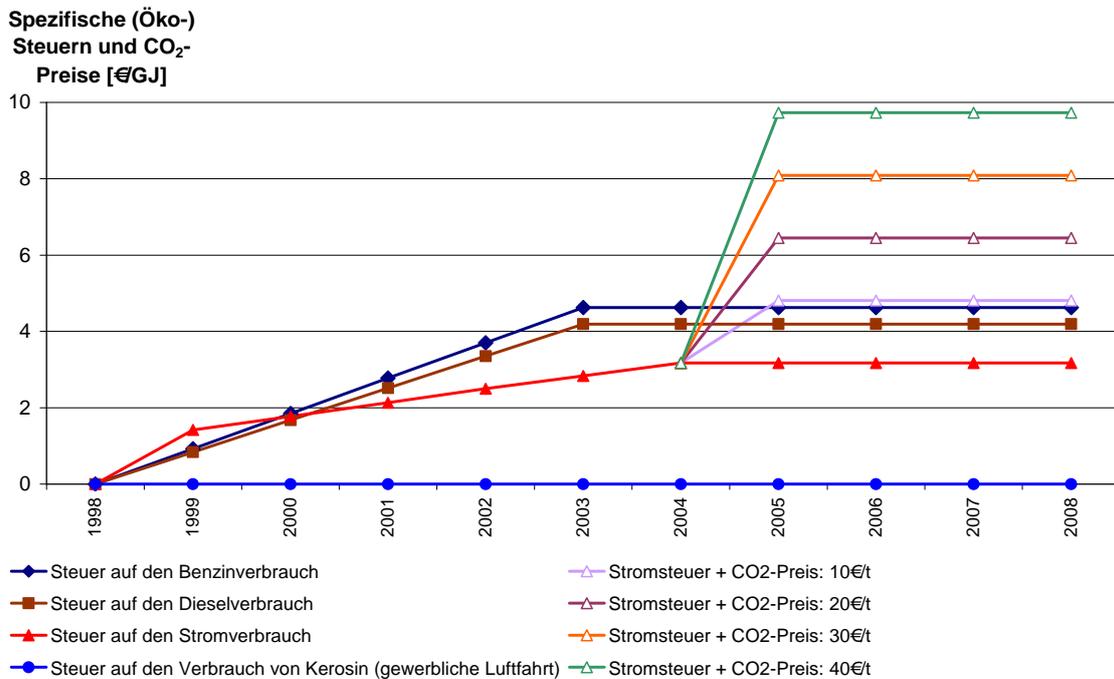
Quelle: UmweltMobilCheck der DB AG, IFEU (2008).

Die fiskalische Belastung der Energieträger zur Bereitstellung von Verkehrsleistungen zeigt hingegen ein anderes Bild. Aus der Nutzung unterschiedlicher „Treibstoffe“ zur Erbringung der Transportleistung folgt eine Ungleichbehandlung. Zwar ist der Straßenverkehr hinsichtlich der spezifischen Energiebesteuerung höher als der Schienenverkehr belastet, der Flugverkehr als starker Emittent von CO₂-Emissionen wird aktuell aber fiskalisch nicht belastet.

II

Betrachtet man nur die steuerlichen Belastungen der einzelnen Verkehrsmittel, die umweltpolitisch motiviert ist (mit dem Ziel zur Reduktion von CO₂-Emissionen), so ergibt sich für die Eisenbahn eine höhere steuerliche Belastung als für andere Verkehrsmittel. Dies ist in Abbildung 2 veranschaulicht.

Abbildung 2: Entwicklung der spezifischen Ökosteuern verschiedener Energieträger



Quelle: Bundesministerium der Finanzen, Eigene Berechnung.

Aktuell sind sowohl der Luft- als auch der Schiffsverkehr von energiesteuerlichen Instrumenten der Klimapolitik befreit. Der Straßen- und Schienenverkehr wird hingegen klimapolitisch reguliert. Im Straßenverkehr und im nicht-elektrifizierten Schienenverkehr müssen für die Nutzung von Treibstoffen die Mineralöl- und Ökosteuern entrichtet werden. Im elektrifizierten Schienenverkehr wird der Strom durch das Stromsteuergesetz, das Erneuerbare Energiengesetz, das Gesetz zur Kraft-Wärme-Kopplung und durch den Emissionshandel belastet.

Anfang 2008 haben sich der Europäische Rat, das Parlament und die Kommission darauf verständigt, den Flugverkehr ab 2012 in den EU-weiten Emissionshandel einzubeziehen. Auf den ersten Blick scheint diese Regulierungsabsicht zu einer Gleichbehandlung der Verkehrsträger zu führen. Betrachtet man jedoch die Ausgestaltung der Regulierung im Detail und die sich daraus ergebende gesamte Belastung der Verkehrsträger Flugzeug und Eisenbahn, so liegt die Vermutung nahe, dass auch weiterhin eine ungleiche fiskalische Belastung der Verkehrsträger zu erwarten ist.

Während der Flugverkehr die Zertifikate zunächst weitgehend kostenlos zugeteilt bekommen wird, ist die Eisenbahn mit dem durch den Emissionshandel steigenden Strompreis voll belastet. Denn insbesondere durch die vollständige Auktionierung der

III

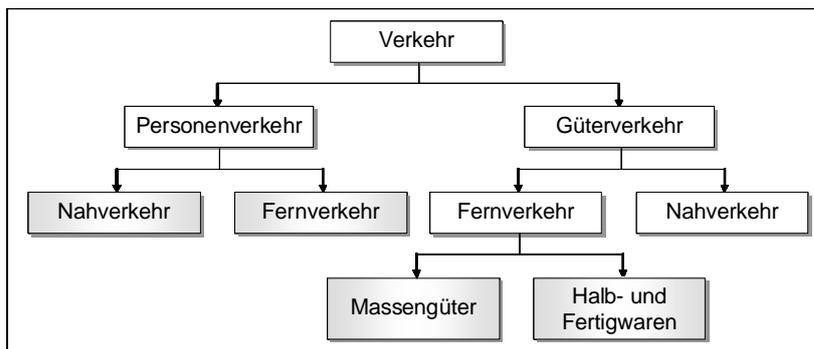
Zertifikate ab 2013 müssen Bahnstromkraftwerke höhere Kosten tragen und werden somit erheblich stärker belastet als heute.

Diese unterschiedliche Behandlung der Verkehrsträger können Verkehrsunternehmen zu strategischem Handeln nutzen. Flugverkehrsgesellschaften haben unter der geplanten Regulierung zum einen die Möglichkeit, die Opportunitätskosten der zugeteilten Zertifikate vollständig zu bilanzieren und ihren Passagieren anzulasten. Dies würde zu einer Erhöhung des Unternehmensgewinns führen und einen Vorteil auf Seiten der Kapitalbeschaffung bedeuten. Zum anderen besteht für die Flugverkehrsgesellschaften Spielraum für strategische Preissetzung, um das Flugzeug gegenüber der Eisenbahn attraktiver zu machen und damit Verkehrsaufkommen von der Schiene auf den Flugverkehr zu verlagern. Die unterschiedliche klimapolitische Regulierung der Verkehrsträger kann aus ökologischer Perspektive deshalb auch zu ungewünschten Folgen für die vom Verkehr verursachten CO₂-Emissionen führen.

Ziel dieses Gutachtens ist es deshalb, Folgewirkungen unterschiedlicher umweltpolitisch motivierter Regulierungen zu bestimmen, die sich als eine Kostensteigerung bei den Verkehrsträgern darstellen. Insbesondere soll dargestellt werden, ob die Umsetzung des Klima- und Energiepakets der Europäischen Union im Verkehr tatsächlich zu einer Reduktion der Emissionen führt. Es ist aufgrund der einseitigen Belastung der unterschiedlichen Verkehrsträger davon auszugehen, dass sich die relative Wettbewerbsfähigkeit der Verkehrsmittel zu Ungunsten des umweltfreundlichen Verkehrsmittels Eisenbahn verändern wird.

Um die Wettbewerbsfähigkeit der Eisenbahn näher zu betrachten, ist es notwendig, die Märkte zu identifizieren, in denen sich die Eisenbahn jeweils unterschiedlichen Konkurrenten gegenüber sieht. Es lassen sich gemäß Abbildung 3 vier relevante Marktsegmente abgrenzen.

Abbildung 3: Wettbewerbsmärkte des Eisenbahnverkehrs



Quelle: Eigene Darstellung.

Zum einen ist der Personenverkehr zu nennen, der sich in Nah- und Fernverkehr untergliedert und zum anderen ist dies der Güterfernverkehr, der sich in das Massengütersegment und das Kaufmannsgütersegment unterteilen lässt. Die jeweiligen Transportdienstleistungen, die in den vier Marktsegmenten angeboten werden, lassen sich nicht gegenseitig substituieren. Es liegen somit vier voneinander getrennte Märkte vor. Inner-

IV

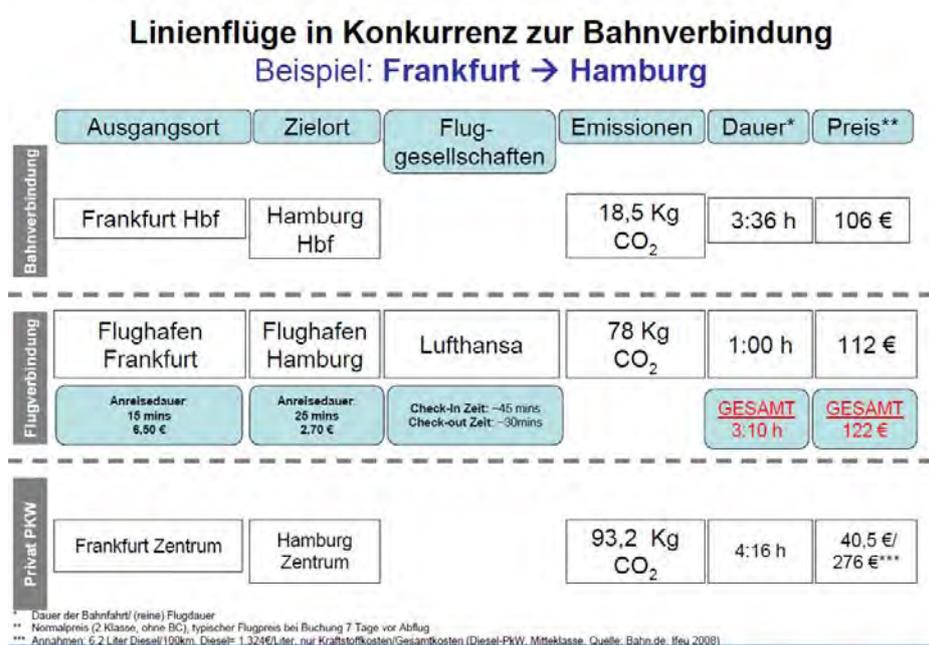
halb dieser vier Märkte gibt es unterschiedliche Wettbewerber, die ihre Transportdienstleistung teilweise mit verschiedenen Verkehrsmitteln anbieten. Sofern diese Anbieter dasselbe Verkehrsmittel nutzen, spricht man von intramodalem Wettbewerb (z.B. Wettbewerb Schiene – Schiene). Es liegen hier perfekte Substitute vor. Liegt intramodaler Wettbewerb vor, kann von einem starken Preiswettbewerb ausgegangen werden.

Stehen aber tatsächlich verschiedene Verkehrsmittel zur Erbringung der Transportdienstleistung zur Verfügung, spricht man von intermodalem Wettbewerb (z.B. Schiene – Straße). Im intermodalen Wettbewerb wird die Verkehrsmittelwahl neben dem Preis auch durch Qualitätskriterien bestimmt, da es sich um imperfekte Substitute handelt.

Die Verkehrsmittel, die intermodal im Wettbewerb zueinander stehen, weisen unterschiedliche Qualitätseigenschaften auf. Der Kunde wählt dann das Verkehrsmittel nach der Kalkulation eines Preis- Leistungsverhältnisses. Eine höhere Qualität rechtfertigt einen höheren Preis. Die Qualitätseigenschaften des angebotenen Verkehrsmittels werden anhand objektiver Kriterien wie Berechenbarkeit, Schnelligkeit, Bequemlichkeit, Taktung usw. bestimmt und ergeben eine gewisse Verkehrswertigkeit.

Abbildung 4 veranschaulicht die unterschiedlichen Verkehrswertigkeiten anhand der Beispielrelation Frankfurt – Hamburg. Die Eisenbahn weist beispielsweise eine hohe Qualität in puncto Umweltfreundlichkeit und Bequemlichkeit auf. Dahingegen ist die Transportdauer des Flugzeugs kürzer. Der Pkw besticht durch seine Flexibilität. Wird ein Konsument nun vor die Wahl gestellt, welches Verkehrsmittel er für die geplante Verkehrsleistung benutzen möchte, so wird er die gesamte Verkehrswertigkeit aller relevanten Alternativen vergleichen. Er entscheidet, ob das jeweilige Angebot eines Verkehrsmittels als interessant angesehen wird und ob es somit als Option zur Auswahl steht. Erst anschließend trifft der Konsument seine Wahlentscheidung.

Abbildung 4: Das Konzept der Verkehrswertigkeiten anhand der Beispielrelation Frankfurt – Hamburg



Quelle: Eigene Darstellung.

Aufgrund dieser Überlegung, kann folglich eine Abgrenzung des relevanten Marktes vorgenommen werden. In der Wettbewerbstheorie versteht man unter dem Begriff „relevanter Markt“ die Gesamtheit aller Substitute. Nur wenn das Angebot innerhalb dieses relevanten Marktes liegt – das heißt, wenn es sich in der Betrachtung des Nachfragers um Substitute handelt – erfolgt in einer zweiten Stufe der eigentliche Auswahlprozess zugunsten eines Verkehrsmittels und Anbieters.

Das Gutachten fasst den relevanten Markt weiter als die Monopolkommission, denn es zeigt sich, dass der Eisenbahnverkehr durchaus mit dem Flugzeug, dem Straßenverkehr oder dem Binnenschiff auf einigen Transportrelationen im Wettbewerb steht, obwohl diese von der Monopolkommission ausgegrenzt werden. Auf diesen Relationen haben alle Verkehrsmittel einen positiven Marktanteil und werden somit nachgefragt.

Wie eng diese Substitute zueinander stehen, kann man an den Preiselastizitäten der Verkehrsmittelwahl erkennen. Elastizitäten sind typischerweise negativ und beschreiben den Effekt, den eine Preissteigerung auf die Nachfrage des Gutes hat.¹ Steigende Preise führen zu Nachfragerückgängen, beziehungsweise zum Wechsel der Konsumenten zu anderen Anbietern (Substituten). Bei starkem Wettbewerb kann von einer hohen Wechselbereitschaft der Konsumenten und von hohen Elastizitäten ausgegangen werden.

Damit hat die Wettbewerbssituation eines Transportdienstleisters einen großen Einfluss auf die Möglichkeit, Kostensteigerungen an die Konsumenten weiterzugeben. Im Falle steigender Kosten, die nur ein Unternehmen aus der Branche treffen (asymmetrische Kostenschocks), ist dieses Unternehmen nun vor die Entscheidung gestellt, ob die Kostensteigerung an die Konsumenten weitergegeben werden können. Wenn nur ein einzelner Anbieter einer Branche in einem starken Wettbewerb von Kostensteigerungen betroffen ist und diese an seine Kunden weitergeben möchte, erfährt er einen Verlust von wechselbereiten Kunden an die dann relativ günstigere Konkurrenz. Andererseits kommt die ökonomische Theorie zu dem Schluss, dass ein Unternehmen, das in starkem Wettbewerb steht, keine Alternative zur Kostenweitergabe hat. Würde es die Kosten nicht weitergeben, würde das Unternehmen unter den Produktionskosten anbieten. Das Unternehmen befindet sich in einem Dilemma. Es verliert im Extremfall seinen gesamten Absatz, und scheidet dann aus dem Markt aus.

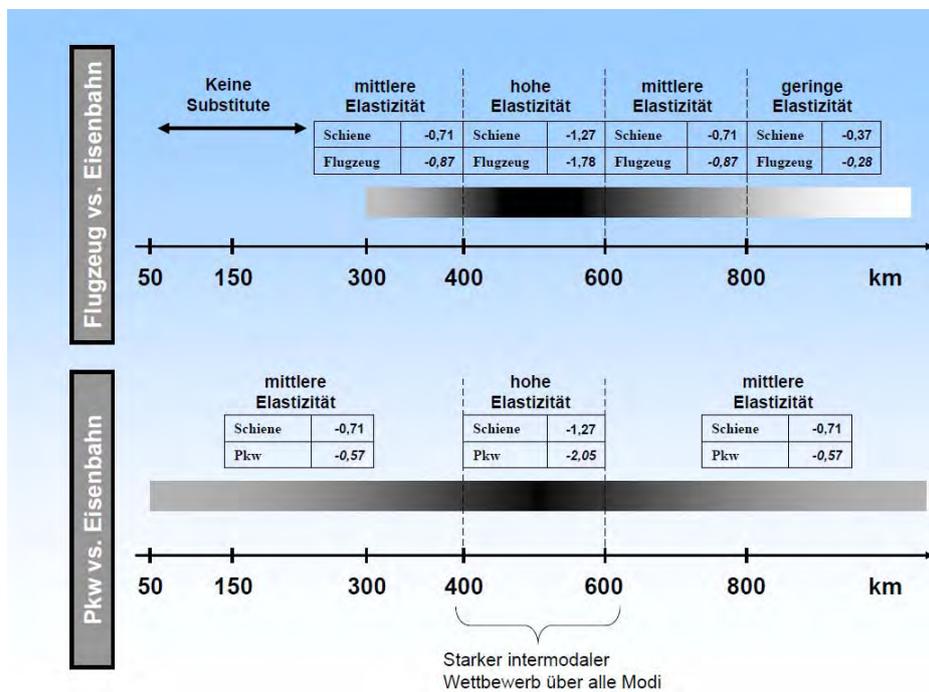
Teile der Kostensteigerungen kann das Unternehmen über Effizienzsteigerungen kompensieren. Den anderen Teil der Kostensteigerung muss er am Markt über den Verkauf seiner Produkte verdienen. Die Kostenüberwälzungsfaktoren im Personenverkehr, die den Anteil der Kosten wieder spiegeln, der über den Produktpreis an den Kunden weitergegeben werden kann, liegen aufgrund des starken intermodalen Wettbewerbs bei 90 %, im Massengutsegment bei 72 % und im Kaufmannsgutsegment bei 68 %.

¹ Ein eingängiges Beispiel zur Preiselastizität bietet folgende Frage: Wenn der Preis eines Unternehmens um 1% steigt, um wie viel Prozent ändert sich die Nachfrage? Man spricht von inelastischer Nachfrage, wenn sich die nachgefragte Menge unterproportional zum Preis verändert. Eine (betragsmäßig) hohe Elastizität bedeutet einen starken Nachfragerückgang.

VI

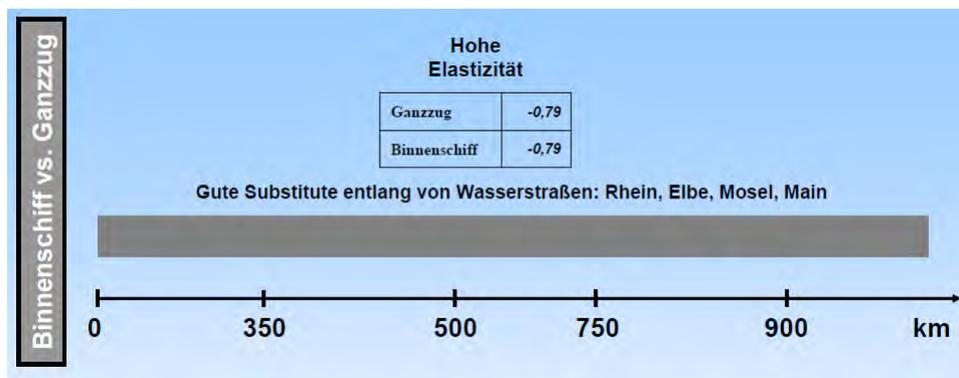
Die Preiselastizitäten der Verkehrsmittelwahl für dieses Gutachten sind der Literatur entnommen. Es finden sich hierzu sehr unterschiedliche Angaben. Eine Meta-Analyse ermöglicht eine Verdichtung der Werte für dieses Gutachten. Hohe Elastizitäten finden sich im Bereich starken intermodalen Wettbewerbs mit enger Substitutionsbeziehung (Eisenbahn – Flugzeug auf Relationen zwischen 400 km und 600 km im Personenfernverkehr). Niedrige Elastizitäten ergeben sich dort, wo faktisch kein Wettbewerb herrscht (Flugzeug und Eisenbahn auf Relationen kleiner als 300 km im Personenfernverkehr). Eine Veranschaulichung der Elastizitäten für den Personenfernverkehr findet sich in Abbildung 5. Die Elastizitäten für den Güterverkehr werden in Abbildung 6 und Abbildung 7 dargestellt.

Abbildung 5: Elastizität der Verkehrsmittelwahl im Personenfernverkehr



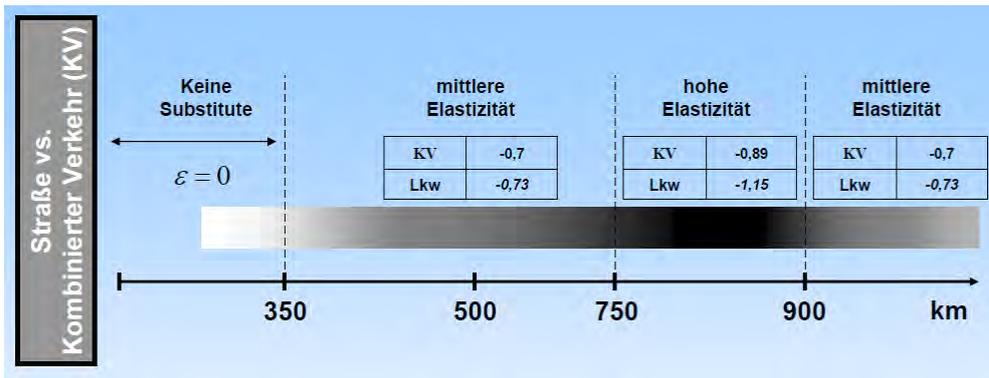
Quelle: Eigene Darstellung.

Abbildung 6: Elastizität der Verkehrsmittelwahl im Güterverkehr – Segment Massengut



Quelle: Eigene Darstellung.

Abbildung 7: Elastizität der Verkehrsmittelwahl im Güterverkehr – Segment Kaufmannsgut



Quelle: Eigene Darstellung.

Angewandt auf die bereits vier identifizierten Marktsegmente ergeben sich folgende Wettbewerbssituationen:

- Personennahverkehr**

In diesem Marktsegment sind die Kriterien Flexibilität und Netzdichte von besonderer Bedeutung. Da (Berufs-)Pendler sowie Bring- und Abholverkehre höchste Anforderungen an die flexible Nutzung eines Transportmittels stellen, ist die Eisenbahn lediglich als imperfektes Substitut zu verstehen, das in einem schwachen intermodalen Wettbewerbsverhältnis zum motorisierten Individualverkehr steht. Darüber hinaus liegen in diesem Marktsegment in der Regel starre Präferenzen vor. Einmal getroffene Entscheidungen werden oft routinemäßig wieder getroffen, ohne diesen „Abwägungsprozess“ vorzunehmen.
- Personenfernverkehr:**

Die Eisenbahn steht in diesem Marktsegment mit dem motorisierten Individualverkehr im Wettbewerb. Auch der Flugverkehr ist bei größeren Transportentfernungen ein enger Wettbewerber zur Eisenbahn. Die intermodale Wettbewerbssituation ist somit abhängig von der Distanz zwischen dem Quell- und Zielort der Reise. Im Entfernungsbereich bis 300 km gehört aufgrund der Netzdichte der Infrastruktur (Flughafen) das Flugzeug nicht zu den Substituten der Eisenbahn. Erst bei einer mittleren Reiseweite von 300 km – 400 km erweist sich der Flugverkehr als Konkurrent zur Schiene (vgl. Abbildung 5). Ab einer Reiseweite von 400 km – 600 km wird der Flugverkehr zu einem sehr engen Substitut des Eisenbahnverkehrs. Geschätzt werden von den Kunden die Schnelligkeit des Flugverkehrs ab 400 km sowie die niedrigen Preise auf bestimmten Strecken. Bei Entfernungen von mehr als 600 km ist der Flugverkehr im Vorteil gegenüber der Eisenbahn. Die substitutive Beziehung nimmt somit wieder ab.
- Güterverkehr – Segment Massengut**

Im Güterverkehr beim Transport von Massengütern steht die Eisenbahn in Konkurrenz zum Binnenschiff. Es ist jedoch anzumerken, dass die Substituierbarkeit nur entlang leistungsfähiger Wasserstraßen (z.B. Rhein) besteht. Eine schnelle, flexible Transportleistung ist bei Massengütern zweitrangig. Es entscheidet beinahe einzig

VIII

und allein der Preis. Dies ist auf die geringe Wertdichte der Güter zurückzuführen. Die Transportkosten dürfen keinen substantiellen Kostenblock der Gesamtkosten des Produktes darstellen. Beide Verkehrsträger können beinahe als perfekte Substitute angenommen werden.

- Güterverkehr – Segment Kaufmannsgut
Beim Transport von Kaufmannsgütern (Halb- und Fertigwaren) befindet sich die Eisenbahn im Wettbewerb zum Lkw-Transport auf der Straße. Da nur wenige Unternehmen über einen Gleisanschluss verfügen, konkurriert die Eisenbahn hier in Form des Kombinierten Verkehrs² (KV) mit dem Lkw. Aufgrund des weitmaschigen Netzwerks von Containerterminals in Deutschland, ist für den Vor- und Nachlauf ein Lkw einzusetzen. Sofern der Vorlauf zum KV-Terminal und der Nachlauf vom KV-Terminal zum Zielort sowie der Umschlag und die Standzeiten einen relativ großen Anteil der Gesamttransportdauer einnehmen, ist der KV nicht wettbewerbsfähig. Dies ist insbesondere bei kurzen Transportentfernungen der Fall, wo die eigentliche Fahrzeit sehr kurz ist. Deshalb werden kombinierte Verkehre erst ab einer Entfernung von ca. 350 km wettbewerbsfähig (vgl. Abbildung 7). Zwischen 750 km und 900 km herrscht starker Wettbewerb. Ist hingegen der Anteil der Fahrzeit im Verhältnis zur Gesamtdauer groß, so ist der KV dem Lkw überlegen. Dies ist insbesondere bei Transporten im Entfernungsbereich ab 900 km der Fall.

Simulationsmodell und Szenarien

Um die Hypothese einer Benachteiligung des Schienenverkehrs zu untersuchen, sollen unterschiedliche Szenarien gerechnet werden, die einen Einblick in die Wirkungszusammenhänge zwischen umweltpolitisch motivierten Regulierungen und deren ökologischen und ökonomischen Folgen im Verkehr geben. Zur Analyse wird daher ein Simulationsmodell verwendet, das den Effekt der erwarteten Kostensteigerungen auf die CO₂-Emissionen des Sektors berechnet. Ausgehend von den Kostensteigerungen wird mittels Kostenüberwälzungsfaktoren geprüft, inwiefern sich diese auf die Transportpreise auswirken. Mittels der erwarteten Nachfrageänderung durch die Angaben zu Elastizitäten können Rückschlüsse auf den Modal Split und den Effekt für CO₂-Emissionen, sowie auf den Branchenerfolg gezogen werden.

Ausgehend von der aktuellen Situation als Basis soll in einem Szenario¹ die geplante Regulierung (100% Auktionierung der CO₂-Zertifikate für den Stromsektor / Schienenverkehr und 15% Auktionierung für den Flugverkehr) simulieren; dieser Fall wird hier als „Ist-Szenario“ bezeichnet. Ein Szenario 3 bildet als konträres Gegenbeispiel den wesentlichen Vergleichsfall: hier wird die Besteuerung aller Verkehrsmittel anteilig an deren Emissionen simuliert. Szenario 3 wird daher als „Gleichbehandlungs-Szenario“ bezeichnet. Diese beiden Szenarien bilden den Kern der Debatte und stellen das politische

² Die Definition des Kombinierten Verkehrs (KV), welche die Europäische Kommission (EU), die Europäische Konferenz der Verkehrsminister (CEMT) sowie die UN-Wirtschaftskommission für Europa (UN/EWG) gemeinsam gewählt haben, lautet folgendermaßen: „Intermodaler Verkehr, bei dem der überwiegende Teil der in Europa zurückgelegten Strecke mit der Eisenbahn, dem Binnen- oder Seeschiff bewältigt und der Vor- und Nachlauf auf der Straße so kurz wie möglich gehalten wird.“

IX

Handlungsspektrum dar. In einem weiteren Szenario 2 werden zwei Zwischenformen dargestellt: zum einen die Versteigerung von 15% der Zertifikate sowohl für den Schienenverkehr als auch für den Flugverkehr (Szenario 2.a), zum anderen eine Versteigerung von 100% für Schienen und –Flugverkehr (Szenario 2.b). In beiden Szenarien 2.a und 2.b wird damit eine paritätische Einbeziehung der Verkehrsmittel Eisenbahn und Flugzeug in den Emissionshandel vorgenommen, nicht jedoch eine äquivalente Besteuerung für die anderen Verkehrsträger. Zur Veranschaulichung werden für jedes der drei Szenarien Beispielrelationen analysiert.

Ausgehend von der Vielzahl von Annahmen werden die quantitativen Ergebnisse mit Unsicherheiten behaftet sein. Um den Umfang und die Größe der Unsicherheit erfassen zu können, soll durch eine Sensitivitätsanalyse aufgezeigt werden, wie empfindlich die verkehrlichen, ökonomischen und ökologischen Kenngrößen auf Veränderungen der getroffenen Annahmen reagieren.

Ergebnisse

An dieser Stelle werden die Ergebnisse der Rechnungen zusammengefasst. Nach dem Ist-Szenario, welches die von der EU geplante Regulierung darstellt, muss der Eisenbahnverkehr 100% der verursachten CO₂-Emissionen über die volle Auktionierung der Emissionen im Energiesektor tragen. Der Flugverkehr hingegen trägt nur 15% der erforderlichen Emissionen. Die restlichen Emissionsrechte werden frei zugeteilt. Das Szenario 2 sieht eine paritätische Belastung der am Emissionshandel beteiligten Verkehrsmittel vor. Dies bedeutet, dass die Eisenbahn und das Flugzeug jeweils die gleiche relative Menge an Emissionen zugeteilt bekommt. In Szenario 3, dem Gleichbehandlungs-Szenario, werden alle Verkehrsträger proportional zu ihren Treibhausgasemissionen belastet. Dies betrifft neben dem Schienen- und Flugverkehr auch die Straße und das Binnenschiff.

Im Ist-Szenario führt die starke Belastung der Eisenbahn zu einem Verlust von Marktanteilen und Verkehrsleistungen für die Eisenbahn, und das Branchenergebnis sinkt deutlich ab. Die CO₂-Gesamtemissionen im Verkehrssystem steigen – entgegen der politischen Intention – an. Hintergrund ist die Verzerrung und Verlagerung zwischen den Verkehrsträgern. Die Eisenbahn muss aufgrund der Energiekostenerhöhung mit einer Preissteigerung von 1 % im Personenverkehr und 1,3 % im Güterverkehr rechnen. Auf den zehn ausgewählten Transportrelationen, die eine breite Abdeckung des Schienenverkehrsmarktes gewährleisten, führt dieses Szenario zu einem Verlust am Modal Split von 0,12 Prozentpunkten im Personenverkehr und 0,65 Prozentpunkte im Güterverkehr. Allerdings verliert auch das Flugzeug in diesem Szenario bereits Verkehrsaufkommen. Nutznießer ist der Pkw. Aufgrund der hohen kilometerspezifischen Emissionen des Straßenverkehrs führt dieses Szenario deshalb auch zu einem Ansteigen der CO₂-Emissionen. Die Substitution von umweltfreundlichen Eisenbahnverkehren zu umweltbelastenden Straßenverkehren sowie die Substitution von Flugverkehr durch Pkw-Verkehr lässt die CO₂-Emissionen im Verkehrssektor um 0,39 % ansteigen.

Rechnet man die Aufkommensrückgänge auf den Transportrelationen auf das bundesweite Aufkommen hoch, so wird die Eisenbahn im Jahr 2013 nach der Simulationsana-

lyse 2,55 Mio. Passagiere verlieren. Dies führt zu zusätzlichen CO₂-Emissionen von rund 767 Tausend Tonnen CO₂ jährlich.

In den Szenarien 2.a und 2.b wird die Benachteiligung des Schienenverkehrs gegenüber dem Flugverkehr abgeschwächt. Szenario 2.a ist vom ökologischen Standpunkt daher Szenario 1 überlegen. Jedoch profitiert auch in diesem Szenario der private Pkw von der ungleichen Belastung was einer effizienten Emissionsvermeidung entgegenläuft.

Erst im Ergebnis des Gleichbehandlungsszenarios erreicht die ökologische Lenkungswirkung des Emissionshandelssystems tatsächlich den gewünschten Erfolg. Das emissionsärmste Verkehrsmittel Eisenbahn gewinnt nicht nur deutlich an Verkehrsaufkommen auf allen Verkehrsmärkten und Transportrelationen sondern trägt durch die Zuwächse insbesondere dazu bei, dass die Gesamtemissionen deutlich abnehmen. Das Verkehrsaufkommen der Eisenbahn nimmt in diesem Szenario um 1,4 % im Personenverkehr und um 4,8 % im Güterverkehr zu. Im Vergleich zur heutigen Situation sinken die Emissionen auf den zehn Transportrelationen um 1,3 %. Hochgerechnet auf den gesamten Verkehrssektor entspräche dies einer Emissionsreduktion von 2,5 Mio. Tonnen CO₂ in 2013.

Um die Unsicherheiten der Ergebnisse hinsichtlich der getroffenen Annahmen zu überprüfen, wurden Sensitivitätsanalysen bezüglich der Zertifikatkosten, der Elastizitäten und der Kostenüberwälzungsfaktoren berechnet. Die Ergebnisse der drei Szenarien zeigen dabei eine große Stabilität bezüglich variierender Annahmen. Größere Schwankungen treten insbesondere bei der Variation der Zertifikatspreise auf.

Handlungsempfehlungen

Die Ergebnisse der Studie empfehlen eine symmetrische Regulierung aller Verkehrsmittel. Nur das Szenario, in dem jedes Verkehrsmittel die CO₂-Emissionen über eine CO₂-Steuer oder über die Einbindung in das Emissionshandelssystem verursachungsgerecht internalisiert, führt zu einer Reduktion der im gesamten Verkehrssektor verursachten CO₂-Emissionen. Die Höhe der Steuer oder der Anteil der frei zugeteilten Emissionszertifikate führt bei einer symmetrischen Belastung nicht zu modalen Verwerfungen. Lediglich die Größenordnung der Effekte verändert sich in Abhängigkeit der Belastungen.

Regulierungen wie die ab 2013 umzusetzende 100 % Auktionierung der Emissionszertifikate des Bahnstroms und eine auf 15 % beschränkte Auktionierung der Luftverkehrsemissionen sowie unveränderte Regulierung der anderen Verkehrsträger stellen jedoch eine Ungleichbehandlung dar, die Verwerfungen im Verkehrssektor mit ungewollten Konsequenzen nach sich zieht. Eine derartige Umsetzung der umweltpolitisch motivierten Regulierungen würde zu einer Benachteiligung der Eisenbahn – dem umweltfreundlichsten Verkehrsmittel – führen und damit dem angepeilten Ziel einer Minderung der CO₂-Emissionen entgegenwirken. Die durchgeführten Simulationen weisen sogar darauf hin, dass eine Umsetzung der aktuellen Beschlusslage der EU einen absoluten Anstieg der CO₂-Emissionen im Verkehrssektor bewirken würde.

Gliederung

1	EINLEITUNG	1
1.1	PROBLEMSTELLUNG UND ZIELSETZUNG.....	1
1.2	AUFBAU UND GANG DER ARBEIT	2
2	DER VERKEHRSMARKT	5
2.1	BEDEUTUNG DES VERKEHRS FÜR DIE BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND	5
2.2	DIE VERKEHRSENTWICKLUNG IN DEUTSCHLAND	6
2.2.1	<i>Gesamtverkehrliche Entwicklung</i>	6
2.2.2	<i>Modale Verkehrsentwicklung</i>	8
2.3	VERKEHR UND UMWELT	9
2.3.1	<i>Strategien zur umweltfreundlichen Gestaltung des Verkehrs</i>	9
2.3.2	<i>Ökologische Auswirkungen der Verkehrsmittel</i>	11
2.4	DIE FISKALISCHE BELASTUNG DER VERKEHRSMITTEL.....	17
2.5	SCHLUSSFOLGERUNGEN	21
3	DIE VERKEHRSMITTELWAHL	22
3.1	VERKEHRSMITTELWAHL ALS ENTSCHEIDUNGSPROZESS	22
3.2	DETERMINANTEN DER VERKEHRSMITTELWAHL.....	23
3.3	TRANSPORTKETTEN ZUR ERBRINGUNG VON TRANSPORTDIENSTLEISTUNGEN.....	25
4	WETTBEWERBSTHEORETISCHE GRUNDLAGEN	27
4.1	WETTBEWERBSSITUATION UND KOSTENWEITERGABE: THEORETISCHE ANSÄTZE	27
4.1.1	<i>Grundlagen Kostenüberwälzung</i>	27
4.1.2	<i>Grundlagen der Wettbewerbstheorie zur Kostenüberwälzung</i>	29
4.2	ERWEITERUNG DER GRUNDMODELLE MIT BEZUG ZU TRANSPORTMÄRKTEN	31
5	ANWENDUNG WETTBEWERBSTHEORETISCHER AUSFÜHRUNGEN AUF DEN TRANSPORTMARKT	35
5.1	WETTBEWERBSMÄRKTE DER EISENBAHN	35
5.2	INTERMODALE WETTBEWERBSSITUATION DER EISENBAHN	36
5.2.1	<i>Verkehrswertigkeit und relevanter Markt für die Eisenbahn im intermodalen Wettbewerb</i>	36
5.2.2	<i>Personennahverkehr</i>	37
5.2.3	<i>Personenfernverkehr</i>	38
5.2.4	<i>Güterverkehr – Segment Massengut</i>	39
5.2.5	<i>Güterverkehr – Segment Kaufmannsgut</i>	40
6	SIMULATIONSMODELL ZUR ABBILDUNG DES INTERMODALEN WETTBEWERBS	43
6.1	SPEZIFIKATION UND BESCHREIBUNG DES SIMULATIONSTOOLS.....	43
6.2	AUSWAHL DER TRANSPORTRELATIONEN FÜR DIE SIMULATIONSANALYSE.....	46
6.2.1	<i>Annahmen und Quellen</i>	46
6.2.2	<i>Beispielrelationen</i>	53
6.3	ENTWICKLUNG DER UMWELTPOLITIK IM VERKEHR UND DESSEN AUSWIRKUNGEN AUF DIE TRANSPORTKOSTEN	68
6.3.1	<i>Das Klima- und Energiepaket der Europäischen Kommission</i>	68
6.3.2	<i>Ausdehnung des Emissionsrechtehandels auf den Flugverkehr</i>	70
6.3.3	<i>CO₂-abhängige Kraftfahrzeugsteuern in Deutschland</i>	70

6.4	SZENARIENBILDUNG UND -BESCHREIBUNG	71
6.5	FOLGEN DER REGULIERUNG AUF DIE WETTBEWERBSFÄHIGKEIT DES EISENBAHNVERKEHRS ..	72
6.5.1	<i>Referenzszenario (Verkehrsaufkommen in 2013 bei aktueller Regulierung)</i>	72
6.5.2	<i>Szenario 1 – Geplante Umsetzungsstrategie / Ist-Szenario</i>	73
6.5.3	<i>Szenario 2 – Paritätische Umsetzung für Eisenbahn und Flugverkehr</i>	78
6.5.4	<i>Szenario 3 – Gleichbehandlungsszenario</i>	86
6.6	SENSITIVITÄTSANALYSE DER SIMULATIONSERGEBNISSE AUF ÄNDERUNGEN DER GRUNDLEGENDEN ANNAHMEN.....	90
7	SCHLUSSFOLGERUNGEN UND POLITIKEMPFEHLUNGEN.....	95

Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 2.1:	VERKEHRSINTENSITÄT IN DEUTSCHLAND.....	5
ABBILDUNG 2.2:	VERKEHRSLEISTUNG UND –AUFKOMMEN IN DEUTSCHLAND	7
ABBILDUNG 2.3:	MODALE ENTWICKLUNG DES VERKEHRS-AUFKOMMENS UND DER VERKEHRSLEISTUNG IN DEUTSCHLAND	8
ABBILDUNG 2.4:	ENTWICKLUNG DER TREIBHAUSGASEMISSIONEN IN DER EU25 NACH VERKEHRSMODI 1990 - 2030	10
ABBILDUNG 2.5:	ANSÄTZE ZUR ENTKOPPLUNG	10
ABBILDUNG 2.6:	SPEZIFISCHE CO ₂ -EMISSIONEN DER VERKEHRSTRÄGER IN DEUTSCHLAND.....	12
ABBILDUNG 2.7:	CO ₂ -EMISSIONEN DER VERKEHRSMITTEL AUF DER STRECKE FRANKFURT AM MAIN – HAMBURG	13
ABBILDUNG 2.8:	EMISSIONSUNTERSCHIEDE DURCH UNTERSCHIEDLICHE AUSLASTUNGSGRAD BEIM PKW AUF TRANSPORTRELATION FRANKFURT AM MAIN – HAMBURG.....	16
ABBILDUNG 2.9:	ENTWICKLUNG DER SPEZIFISCHEN STEUERSÄTZE VERSCHIEDENER ENERGIETRÄGER VON 1950 – 2008	19
ABBILDUNG 2.10:	ENTWICKLUNG DER SPEZIFISCHEN ÖKOSTEUERSÄTZE VERSCHIEDENER ENERGIETRÄGER VON 1998 – 2008.....	19
ABBILDUNG 3.1:	EINFLUSSFAKTOREN AUF DIE VERKEHRSMITTELWAHL.....	22
ABBILDUNG 3.2:	UNTERSCHIEDLICHE AUSGESTALTUNGSFORMEN EINER TRANSPORTKETTE.....	25
ABBILDUNG 4.1:	WEITERGABE STEIGENDER TRANSPORTKOSTEN IN 2008	27
ABBILDUNG 4.2:	ABGRENZUNG DES RELEVANTEN MARKTES	32
ABBILDUNG 5.1:	WETTBEWERBSMÄRKTE DES EISENBAHNVERKEHRS.....	35
ABBILDUNG 5.2:	INTERMODALE WETTBEWERBSSITUATION UND ELASTIZITÄTEN IM PERSONENFERNVERKEHR	39
ABBILDUNG 5.3:	INTERMODALE WETTBEWERBSSITUATION UND ELASTIZITÄTEN IM GÜTERVERKEHR – SEGMENT MASSENGUT	40
ABBILDUNG 5.4:	INTERMODALE WETTBEWERBSSITUATION UND ELASTIZITÄTEN IM GÜTERVERKEHR – SEGMENT KAUFMANNSGUT	41
ABBILDUNG 6.1:	STRUKTURDIAGRAMM DES SIMULATIONSMODELLS.....	45
ABBILDUNG 6.2:	VERKEHRSMITTELSPEZIFISCHE TRANSPORTENTFERNUNG	46
ABBILDUNG 6.3:	SHORT-TERM ENERGY OUTLOOK, IEA.....	48
ABBILDUNG 6.4:	BRANCHENKOSTENENTWICKLUNG FÜR LKW-TRANSPORTE.....	51
ABBILDUNG 6.5:	STRUKTURDIAGRAMM HAMBURG – MÜNCHEN	54
ABBILDUNG 6.6:	STRUKTURDIAGRAMM FRANKFURT AM MAIN – HAMBURG	56
ABBILDUNG 6.7:	STRUKTURDIAGRAMM FRANKFURT AM MAIN – MÜNCHEN	58
ABBILDUNG 6.8:	STRUKTURDIAGRAMM MANNHEIM – PARIS	60
ABBILDUNG 6.9:	STRUKTURDIAGRAMM MANNHEIM – HEIDELBERG.....	62
ABBILDUNG 6.10:	STRUKTURDIAGRAMM KÖLN-BUSTO	63
ABBILDUNG 6.11:	STRUKTURDIAGRAMM LUDWIGSHAFEN – BARCELONA	64
ABBILDUNG 6.12:	STRUKTURDIAGRAMM HAMBURG – MÜNCHEN	65
ABBILDUNG 6.13:	STRUKTURDIAGRAMM ROTTERDAM - KARLSRUHE.....	66
ABBILDUNG 6.14:	STRUKTURDIAGRAMM MANNHEIM – DUISBURG.....	67

Tabellenverzeichnis

TABELLE 2-1: SPEZIFISCHE CO ₂ -EMISSIONEN DER VERSCHIEDENEN VERKEHRSMITTEL IM PERSONEN- UND GÜTERVERKEHR IN DEUTSCHLAND	12
TABELLE 2-2: EMISSIONSRECHNUNGEN AUF DER STRECKE FRANKFURT AM MAIN – HAMBURG IM VERGLEICH 14	
TABELLE 6-1: JÄHRLICHE MODALE WACHSTUMSRATEN IM PERSONENVERKEHR BIS 2013	50
TABELLE 6-2: LENK- UND RUHEZEITEN IM LASTKRAFTWAGENVERKEHR	52
TABELLE 6-3: JÄHRLICHE MODALE WACHSTUMSRATEN IM GÜTERVERKEHR BIS 2013	53
TABELLE 6-4: AUSWIRKUNG DES 1. SZENARIO AUF VERKEHRSWIRTSCHAFTLICHE, ÖKONOMISCHE UND ÖKOLOGISCHE INDIKATOREN	76
TABELLE 6-5: SZENARIO 1 – SONDERFALL HAMBURG – MÜNCHEN	77
TABELLE 6-6: HOCHRECHNUNG FÜR DEN VERKEHRSEKTOR IN SZENARIO 1	78
TABELLE 6-7: SZENARIO 2A – SONDERFALL HAMBURG - MÜNCHEN (15%)	82
TABELLE 6-8: SZENARIO 2B – SONDERFALL HAMBURG – MÜNCHEN (100%)	82
TABELLE 6-9: AUSWIRKUNG DES 2. SZENARIO AUF VERKEHRSWIRTSCHAFTLICHE, ÖKONOMISCHE UND ÖKOLOGISCHE INDIKATOREN BEI 15%-AUKTIONIERUNG	84
TABELLE 6-10: AUSWIRKUNG DES 2. SZENARIO AUF VERKEHRSWIRTSCHAFTLICHE, ÖKONOMISCHE UND ÖKOLOGISCHE INDIKATOREN BEI 100%-AUKTIONIERUNG	85
TABELLE 6-11: AUSWIRKUNG DES 3. SZENARIO AUF VERKEHRSWIRTSCHAFTLICHE, ÖKONOMISCHE UND ÖKOLOGISCHE INDIKATOREN	89
TABELLE 6-12: HOCHRECHNUNG FÜR DEN GESAMTEN VERKEHRSEKTOR IM SZENARIO 3	90
TABELLE 6-13: ÄNDERUNGEN DER CO ₂ -BILANZEN BEI GEÄNDERTEN ANNAHMEN, ABSOLUTE UND RELATIVE WERTE.	94

1 Einleitung

1.1 Problemstellung und Zielsetzung

Im Vergleich zum Straßen- und Luftverkehr ist der Schienenverkehr das umweltfreundlichere Verkehrsmittel. Bezogen auf die Verkehrsleistungsindikatoren, Personenkilometer (pkm) und Tonnenkilometer (tkm), hat der Schienenverkehr nur einen Bruchteil des CO₂-Ausstoßes. Ausnahmen stellen das Binnenschiff im Güterverkehr und der Linienbus im Personennahverkehr dar. Diese Wettbewerber haben vergleichbare CO₂-Emissionen pro pkm oder tkm.

Vergleicht man hingegen die energiesteuerliche Belastung der Verkehrsmittel, so zeigt sich, dass diese im intermodalen Wettbewerb uneinheitlich geregelt ist. Diese Ungleichbehandlung folgt aus der Nutzung unterschiedlicher „Treibstoffe“ zur Erbringung der Transportleistung.

Aktuell sind sowohl der Luft- als auch der Schiffsverkehr von energiesteuerlichen Instrumenten der Klimapolitik befreit. Der Straßen- und Schienenverkehr wird hingegen klimapolitisch reguliert. Im Straßenverkehr und im nicht-elektrifizierten Schienenverkehr müssen für die Nutzung von Treibstoffen Mineralöl- und Ökosteuer entrichtet werden. Im elektrifizierten Schienenverkehr wird der Strom durch das Stromsteuergesetz, das Erneuerbare Energiegesetz, das Gesetz zur Kraft-Wärme-Kopplung und indirekt durch den Emissionshandel belastet.

Anfang 2008 haben sich der Europäische Rat, das Parlament und die Kommission darauf verständigt, den Flugverkehr in den EU-weiten Emissionshandel einzubeziehen. Auf den ersten Blick scheint diese Regulierungsabsicht einer Gleichbehandlung der Verkehrsträger Vorschub zu leisten. Betrachtet man jedoch die Ausgestaltung der Regulierung im Detail und die sich daraus ergebende gesamte Belastung beider Verkehrsträger, so liegt die Vermutung nahe, dass auch nach 2013 eine ungleiche fiskalische Belastung der Verkehrsträger zu erwarten ist.

Während der Flugverkehr die Zertifikate zunächst weitgehend kostenlos zugeteilt bekommen wird, ist die Eisenbahn mit dem durch den Emissionshandel steigenden Strompreis voll belastet. Denn insbesondere durch die vollständige Auktionierung der Zertifikate müssen Bahnstromkraftwerke höhere Kosten tragen und werden somit erheblich stärker belastet als heute. Stromerzeuger werden dann versuchen, die höheren Kosten auf deren Kunden und somit auf den Schienenverkehr zu überwälzen. Diese unterschiedliche Behandlung der Verkehrsträger können Verkehrsunternehmen zu strategischem Handeln nutzen.

Einerseits haben Flugverkehrsgesellschaften unter der geplanten Regulierung die Möglichkeit, die Opportunitätskosten der zugeteilten Zertifikate vollständig zu bilanzieren und ihren Passagieren anzulasten. Dies würde erwartungsgemäß zu einer Steigerung des Unternehmensgewinns führen und die Situation auf Seiten der Kapitalbeschaffung - ceteris paribus - deutlich verbessern. Wenn sie hingegen die Opportunitätskosten nicht vollständig anlasten, besteht andererseits für die Flugverkehrsgesellschaften Spielraum für strategische Preissetzung. Werden die Transportpreise derart gesetzt, dass im Preis-

Leistungsverhältnis der Flugverkehr attraktiver als der Schienen- oder Straßenverkehr wird, so kann der Flugverkehr den Modal Split auf Kosten seiner Konkurrenten steigern.

Die unterschiedliche klimapolitische Regulierung der Verkehrsträger kann aus ökologischer Perspektive deshalb auch zu ungewünschten Folgen für die vom Verkehr verursachten CO₂-Emissionen führen. Sinn und Zweck der europäischen und nationalen Rechtsgrundlage ist die Verringerung von Treibhausgasemissionen. Der Schienenverkehr als umweltfreundliches Verkehrsmittel sollte demnach eine geringere CO₂-Kostenbelastung aufweisen als die klimaschädlicheren Verkehrsträger. Die geplante Ausgestaltung des Emissionshandelsrechts würde diesem Ansatz diametral entgegenlaufen, da sie Eisenbahnverkehrsunternehmen stärker belastet und damit eine – mit Blick auf den Klimaschutz kontraproduktive – Verzerrung des Wettbewerbs zu Lasten des Bahnverkehrs bewirkt.

Ziel dieses Projektvorhabens ist es, die Folgen der erwarteten Regulierungen (100% Auktionierung im Stromsektor einschließlich der Bahnstromerzeugung, Umsetzung der Richtlinie für den Zertifikatehandel im Flugverkehr und die erwartete Umweltregulierung des Straßenverkehrs sowie Binnenschiffsverkehr) sowohl unter Effizienzgesichtspunkten als auch für die relative Wettbewerbssituation zwischen der Eisenbahn und anderen Verkehrsträgern wie Flug-, Straßen- und Binnenschiffsverkehr zu analysieren. Es sollen hierzu Veränderungen von Indikatoren, die die ökologische und ökonomische Leistungsfähigkeit der Verkehrsmittel beschreiben, untersucht werden.

1.2 Aufbau und Gang der Arbeit

Dieses Gutachten beschreibt die aktuelle und erwartete Lage des Verkehrsmarktes in der Bundesrepublik Deutschland. Nach einer Diskussion zur Bedeutung des Verkehrs für die volkswirtschaftliche Entwicklung wird auf die aktuelle Situation und die Perspektiven im Personen- und Güterverkehr eingegangen. Hierzu ist insbesondere auch eine Betrachtung der modalen Entwicklung der Verkehrsleistung und des Verkehrsaufkommens erforderlich. Daraus abgeleitet wird auf die ökologischen Folgen des Verkehrs hingewiesen und es werden Möglichkeiten der umweltfreundlichen Gestaltung des Verkehrs aufgezeigt. Für einen umweltfreundlichen Verkehr ist es erforderlich, dass die umweltpolitisch motivierte fiskalische Regulierung im Verkehrssektor im Einklang mit der ökologischen Wettbewerbsfähigkeit der Verkehrsmittel steht. Dass dies in der aktuellen Situation nicht der Fall ist, wird im 2. Kapitel aufgezeigt.

Aus dieser Konfliktsituation entsteht dringender Handlungsbedarf im Hinblick auf das Erreichen des nationalen Reduktionsziels der klimaschädlichen CO₂-Emissionen. Die Frage, wie sich umweltpolitische Maßnahmen im Verkehr auf die CO₂-Emissionen des Sektors auswirken, soll in einem Simulationsmodell anhand exemplarischer Transportrelationen dargestellt werden. Die dafür notwendige Analysearbeit ist in vier logisch aufeinander folgende Schritte gegliedert.

In einem ersten Schritt soll die Wettbewerbssituation zwischen den verschiedenen Verkehrsträgern qualitativ und deskriptiv analysiert werden. Dazu wird eine Marktabgrenzung in sachlicher und räumlicher Sicht vorgenommen. Von entscheidender Bedeutung dabei ist die Wettbewerbssituation zwischen den Verkehrsmitteln. Deshalb beleuchtet das 3. Kapitel das Thema der Verkehrsmittelwahl. Erst wenn man versteht, durch welche Faktoren die Entscheidungen der Nachfrager beeinflusst werden, ist die Identifikation der Wettbewerbsmärkte möglich.

Das anschließende 4. Kapitel setzt sich sodann mit der Beschreibung von wettbewerbstheoretischen Zusammenhängen auseinander. Es ist für den Wettbewerb zwischen imperfekten Substituten – als solche können Verkehrsmittel im intermodalen Wettbewerb definiert werden – von zentraler Bedeutung, ob und in welchem Umfang Kostensteigerungen auf die Transportpreise überwältigt werden können. Das Thema Kostenüberwälzung und damit verbunden die Frage nach den Preiselastizitäten der Nachfrage soll deshalb dort diskutiert werden.

Das 5. Kapitel fasst die Erkenntnisse aus den beiden vorherigen Kapiteln zusammen. Die vier relevanten Marktsegmente, die als jeweils eigenständige Märkte zu betrachten sind, werden kurz dargestellt. Darüber hinaus erfolgt im zweiten Schritt der Analysearbeit eine Abgrenzung in die relevanten (Wettbewerbs-)märkte der Eisenbahn. Dabei wird – im Gegensatz zu der engen Marktabgrenzung der Monopolkommission – eine weitere Marktgrenze gezogen.

Im dritten Schritt werden Transportrelationen definiert, anhand derer die Folgen ökologisch motivierter Regulierungen im Verkehrssektor dargestellt werden. Dabei wird darauf geachtet, dass die Relationen hinsichtlich der Marktabgrenzungen im 4. Kapitel ein breites Spektrum an Dienstleistungsangeboten abdecken. Eine zentrale Kenngröße der „Marktabgrenzung“ stellt dabei die Transportentfernung dar. Im Personenfern- und im Güterverkehr werden deshalb Transporte aus unterschiedlichen Entfernungsklassen bestimmt, bei denen jeweils eine unterschiedliche Wettbewerbsintensität zwischen imperfekten Substituten zu identifizieren ist.

Als weitere Rahmenbedingungen für die Simulationsanalyse wird nochmals auf die unterschiedlichen Kostenbelastungen der Verkehrsmittel eingegangen. Hierbei richtet sich der Fokus auf zukünftig geplante Maßnahmen, die die relative Wettbewerbsposition der Verkehrsmittel beeinflussen. Zu nennen sind insbesondere die Maßnahmen des Energie- und Klimapakets der EU sowie die Einführung und Implementierung eines Emissionshandelssystems für den Flugverkehr. Einerseits begrenzen derartige fiskalische Maßnahmen die Preissetzungsspielräume und verschlechtern dadurch die kompetitive Stellung auf der Absatzseite. Andererseits können diese Kosten auch Auswirkungen auf die Profitabilität eines Unternehmens haben, wobei davon auszugehen ist, dass eine geringere Profitabilität den Wettbewerb um Kapital negativ beeinflusst.

Im vierten Schritt wird unter expliziten Annahmen bezüglich entsprechender Verhaltensweisen (Elastizitäten und Möglichkeiten zur Kostenüberwälzung) ein einfaches statisches Modell entwickelt. Hiermit werden die Folgen der Umsetzung der Politikmaßnahmen auf verschiedene, die konkrete Wettbewerbssituation der Verkehrsträger

umschreibende Kenngrößen (z.B.: Modal Split und Verkehrsaufkommen) quantifiziert. Zentral sind bei dieser quantitativen Analyse die Annahmen, die dem Wirkungsmodell zugrunde liegen.³ Ausgehend von der Vielzahl von Annahmen werden die quantitativen Ergebnisse mit Unsicherheiten behaftet sein. Um den Umfang und die Größe der Unsicherheit erfassen zu können, soll durch eine Sensitivitätsanalyse aufgezeigt werden, wie empfindlich die verkehrlichen, ökonomischen und ökologischen Kenngrößen auf Veränderungen der getroffenen Annahmen reagieren.

Die Studie schließt mit Empfehlungen an die Politik, wie gleiche Wettbewerbsbedingungen für alle Verkehrsträger hergestellt werden können. Hierzu werden Varianten zur Anpassung der Zuteilungsregelungen – vor allem im Hinblick auf Bahnstromkraftwerke – sowie Möglichkeiten zur Verwendung der Auktionserlöse zum Ausgleich möglicher Nachteile für den Verkehrsträger Schiene untersucht.

³ Beispielsweise sind die Elastizitäten insbesondere von der inter- und intramodalen Wettbewerbsintensität abhängig. Diese Wettbewerbsintensität beeinflusst ferner die Möglichkeit, Transportkostensteigerungen durch sich verändernde fiskalische Belastungen auf die Transportpreise zu überwälzen, ohne dabei Marktanteile gegenüber der Konkurrenz zu verlieren.

2 Der Verkehrsmarkt

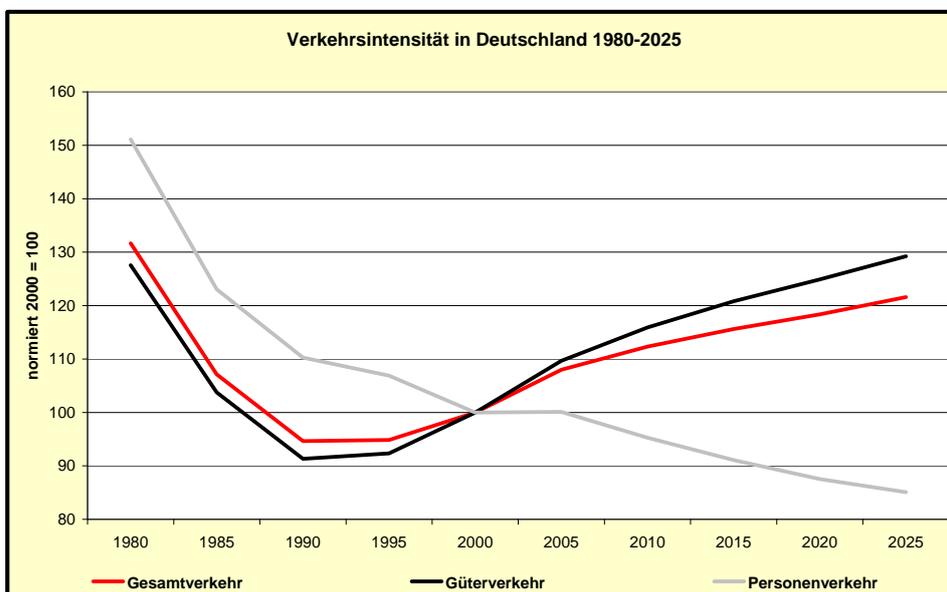
2.1 Bedeutung des Verkehrs für die Bundesrepublik Deutschland

In zahlreichen Untersuchungen wird auf den starken, positiven Zusammenhang zwischen der wirtschaftlichen und verkehrlichen Entwicklung hingewiesen. Das Streben nach Wirtschaftswachstum und Wohlstandsmehrung führt somit notwendigerweise zu einem erhöhten Transport- und Mobilitätsbedürfnis.⁴ Aufgrund dieser Korrelation spricht man bei der Verkehrsnachfrage üblicherweise von einer induzierten Nachfrage.

Ein Indikator zur Darstellung der Korrelation zwischen der Verkehrsentwicklung und der wirtschaftlichen Entwicklung ist die Verkehrs- oder Transportintensität. Sie gibt an, wie hoch die Verkehrsleistung im Verhältnis zu einer ökonomischen Kenngröße ist. Üblicherweise wird als Kenngröße zur für die wirtschaftliche Entwicklung das BIP [Bruttoinlandsprodukt] oder die BWS [Bruttowertschöpfung] gewählt.

Steigt/sinkt sowohl die ökonomische als auch die verkehrliche Kenngröße gleichermaßen, so bleibt die Verkehrsintensität konstant. Eine Rezession wie sie sich aktuell darstellt, führt demnach nicht unbedingt zu einer Veränderung der Transportintensität. Vielmehr bricht nicht nur die wirtschaftliche Entwicklung, sondern auch die Transportnachfrage ein. Der langfristige Zusammenhang bleibt davon jedoch weitgehend unberührt.

Abbildung 2.1: Verkehrsintensität in Deutschland



Quelle: BVU/ITP (2007), BMVBW (2006/2007), EC (2003a), eigene Darstellung.

Abbildung 2.1 stellt die Entwicklung der Verkehrsintensität in Deutschland als Verkehrsleistung in Bezug zum BIP dar. Das Schaubild zeigt zwei zentrale Ergebnisse. Die Intensität der Gesamtverkehrsleistung in Deutschland steigt seit 1990 an, wobei dies insbesondere auf die Entwicklung des Güterverkehrs zurückzuführen ist. Die Güterver-

⁴ EC (2001a), S. 3, Bieller, R. (1998), S. 128.

kehrleistung wächst seither stärker als das BIP. Im Personenverkehr hingegen nimmt das Verhältnis aus Verkehrsleistung und volkswirtschaftlicher Entwicklung ab.

Zweitens kann man erkennen, dass die Transportintensität bis Anfang der 90er Jahre rückläufig war. Dies lässt sich auf den Güterstruktureffekt zurückführen.⁵ In der letzten Dekade des vergangenen Jahrhunderts stieg die Transportintensität deutlich an. Allein durch die Wiedervereinigung nahm sie zwischen 1990 und 1991 um 14,4% zu.⁶ Der weitere Anstieg lässt sich auf den vermehrten Handel im innereuropäischen und weltweiten Wirtschaftsraum zurückführen.

Im Personenverkehr wird die Transportintensität auch in den kommenden Jahrzehnten abnehmen.⁷ Die Entwicklung einer steigenden Verkehrsintensität im Güterverkehr soll gemäß aktueller Verkehrsprognosen auch weiterhin anhalten.⁸ Die Autoren dieser Arbeiten erwarten allerdings eine abnehmende Transportintensität in den kommenden 20 bis 40 Jahren. Eine Entkopplung der Gesamtverkehrsleistung vom BIP lässt sich jedoch auch für die Zukunft nicht erwarten.⁹

Fazit

Wirtschaftswachstum führt zu einem erhöhten Transport- und Mobilitätsbedürfnis. Dieser Zusammenhang wird als Verkehrsintensität abgebildet. Im Personenverkehr ist die Veränderung der Verkehrsleistung geringer als die des BIP. Beim Güterverkehr hingegen verändert sich die Verkehrsleistung überproportional im Vergleich zum BIP.

2.2 Die Verkehrsentwicklung in Deutschland

Aus der Abbildung der Verkehrsintensität kann noch keine Aussage über das Wachstum der Verkehrsleistung sondern lediglich über dessen Verhältnis zum BIP getroffen werden. Deshalb soll im Folgenden die verkehrliche Entwicklung in Deutschland betrachtet werden.

2.2.1 Gesamtverkehrliche Entwicklung

Sowohl der Personen- als auch der Güterverkehr nahmen in den vergangenen Jahrzehnten deutlich zu. Abbildung 2.2 stellt die Verkehrsleistung und das Verkehrsaufkommen in Deutschland für den Personen- und Güterverkehr dar. Das Schaubild zeigt in der Vergangenheit ein starkes Wachstum der Verkehrsnachfrage im Personen- und Güterverkehr in der Vergangenheit, das gemäß der offiziellen Verkehrsprognose des BMVBS auch künftig anhalten wird. Sowohl das Aufkommen als auch die Verkehrsleistung stei-

⁵ Die Transportintensität fiel nach Rommerskirchen (2003) durch die Umstellung der Industrieproduktion von Massengütern zu hochwertigen Kaufmannsgütern um 16,7%.

⁶ Zachcial, M. (2000).

⁷ BVU/ITP (2007).

⁸ BVU/ITP (2007) im Auftrag des BMVBS und ProgTrans AG (2007).

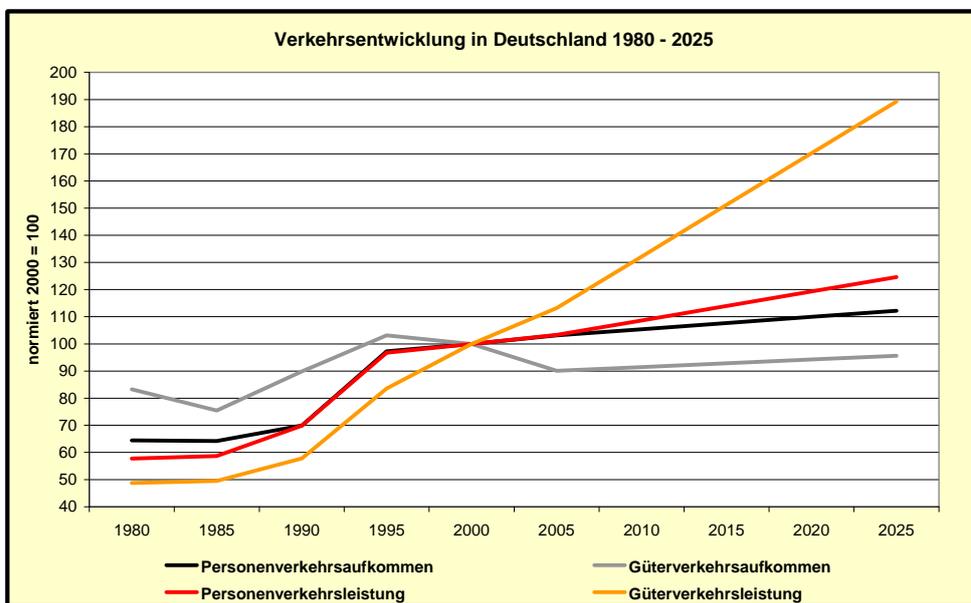
⁹ Für eine ausführliche Diskussion zur Entkopplung vgl. Rommerskirchen (1999) und (2003).

gen in der angegebenen Periode an. Die im vorherigen Abschnitt aufgezeigte rückläufige Verkehrsintensität des Personenverkehrs ist somit nicht auf eine reduzierte Verkehrsnachfrage sondern vielmehr auf ein geringeres Wachstum als das BIP zurückzuführen.

Die im Rahmen eines Transportfalles erbrachte Verkehrsleistung ist ein aus dem zu befördernden Aufkommen (Anzahl Personen oder Tonnen) und der zurückgelegten Entfernung zusammengesetzter Indikator. Gründe für das Ansteigen der Verkehrsleistung können deshalb steigende Transportentfernungen oder größere Aufkommen sein. Auf Aggregatsebene kann die Verkehrsleistung als Produkt aus dem Verkehrsaufkommen und der durchschnittlichen Beförderungsweite aller Transportfälle dargestellt werden.

Betrachtet man Abbildung 2.2, so lässt sich der Anstieg zwischen 2000 und 2025 in der Personenverkehrsleistung (+25%) sowohl auf ein steigendes Verkehrsaufkommen (+12%) als auch auf eine steigende Transportentfernung zurückführen. Auch im Güterverkehr geht die Schere zwischen der Entwicklung der Verkehrsleistung und des Verkehrsaufkommens deutlich auseinander. Das drastische Ansteigen der Verkehrsleistung (+89%) ist im Güterverkehr durch eine steigende Transportentfernung begründet. Das Güterverkehrsaufkommen nimmt in dem genannten Zeitraum um 4% ab, so dass der Anstieg der Verkehrsleistung ausschließlich auf die Ausweitung der Transportdistanzen zurückzuführen ist.¹⁰

Abbildung 2.2: Verkehrsleistung und –aufkommen in Deutschland



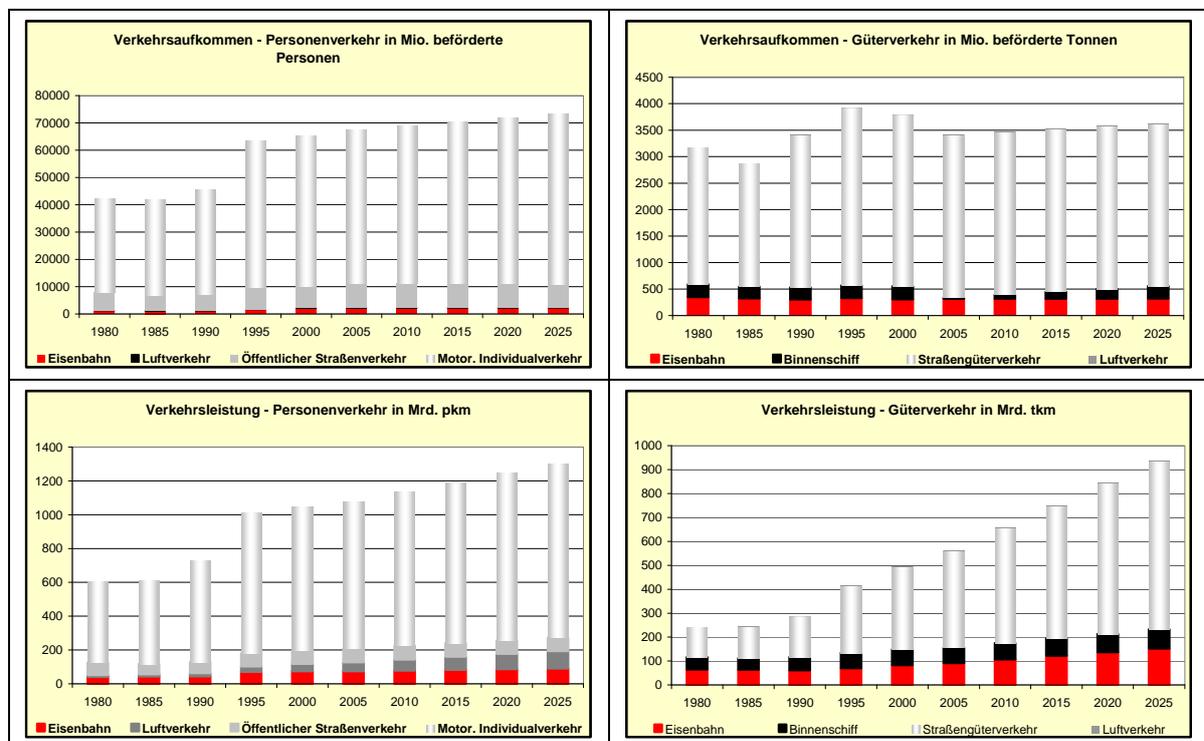
Quelle: BVU/ITP (2007), BMVBW (2006/2007), eigene Darstellung.

¹⁰ Die Abnahme des Verkehrsaufkommens ist auf einen starken Rückgang zwischen 2000 und 2005 zurückzuführen. Anschließend wird ein leichtes Ansteigen des Aufkommens erwartet.

2.2.2 Modale Verkehrsentwicklung

Bei der modalen Verkehrsentwicklung zeigt sich die Dominanz des Straßenverkehrs. Von 1980 bis 2005 stieg die Verkehrsleistung im Personenverkehr auf der Straße um etwa 70%. Treiber dieses starken Anstiegs ist der motorisierte Individualverkehr. Er wuchs in diesem Zeitraum um etwa 80%. Aber auch die Verkehrsleistung der Eisenbahn nahm um etwa 80% zu, der Flugverkehr sogar um das 4,8 fache. Die beiden letztgenannten Verkehrsmittel spielen im Vergleich zur Gesamtverkehrsleistung im Personenverkehr jedoch eine untergeordnete Rolle. Zusammen hatten sie in 2005 einen Anteil an der Gesamtverkehrsleistung von etwa 12%. Betrachtet man die prognostizierte Entwicklung im Personenverkehr bis 2025, so zeigt sich ein etwa ähnlicher Anstieg des Straßen- und Schienenverkehrs um etwa 20%, sowie ein dramatisches Wachstum im Luftverkehr von etwa 100%.

Abbildung 2.3: Modale Entwicklung des Verkehrsaufkommens und der Verkehrsleistung in Deutschland



Quelle: BVU/ITP (2007), BMVBW (2006/2007), eigene Darstellung.

Die Schaubilder in Abbildung 2.3 zum Güterverkehr verweisen auf eine ähnliche Entwicklung wie im Personenverkehr. Auch im Güterverkehr ist die Dominanz des Straßenverkehrs deutlich zu erkennen. Der Anteil des Straßenverkehrs liegt hier bei weit über 50%. In den vergangenen Jahrzehnten stieg der Anteil des Straßenverkehrs an der Gesamtverkehrsleistung an. In den letzten Jahren jedoch konnten die Eisenbahnen nicht nur einen deutlichen absoluten Zugewinn an Verkehrsleistung erzielen sondern auch relativ im Vergleich zum Lkw und Binnenschiff wachsen.¹¹

¹¹ ProgTrans (2007).

Für 2025 wird erwartet, dass etwa drei Viertel aller Verkehre auf der Straße betrieben werden. Jedoch haben im Güterverkehr die Eisenbahn und das Binnenschiff einen größeren Marktanteil als im Personenverkehr. Auch das Wachstum der Eisenbahn ist im Güterverkehr – im Vergleich zum Personenverkehr – deutlich höher. Zwischen 2000 und 2025 soll die Eisenbahn ein Verkehrsleistungswachstum von 89% erreichen, während dieses im Personenverkehr lediglich bei etwa 20% liegen soll.

Das Binnenschiff hingegen wird auch zukünftig nur ein geringes Wachstum in der Verkehrsleistung erreichen. Dieser Verkehrsträger verliert somit immer mehr an Bedeutung. Der Flugverkehr spielt nur eine untergeordnete Rolle im Güterverkehr. Mit dem Flugzeug werden ausschließlich Produkte im Hochpreissegment mit wenig Gewicht transportiert, so dass die Transportkosten im Verhältnis zu den Produktkosten unbedeutend sind.

Fazit

Sowohl das Verkehrsaufkommen als auch die Verkehrsleistung steigen im Personen- und Güterverkehr an. Diese Entwicklung setzt sich gemäß der offiziellen Verkehrsprognose des BMVBS auch in den kommenden Jahren fort. Betrachtet man die modale Verkehrsentwicklung so zeigt sich eine klare Dominanz der Straße. Der Eisenbahnverkehr ist bezüglich der Verkehrsleistung und des Aufkommens auf Position zwei der Verkehrsträger. Abgeschlagen sind das Binnenschiff im Güterverkehr und das Flugzeug im Personenverkehr.

2.3 Verkehr und Umwelt

2.3.1 Strategien zur umweltfreundlichen Gestaltung des Verkehrs

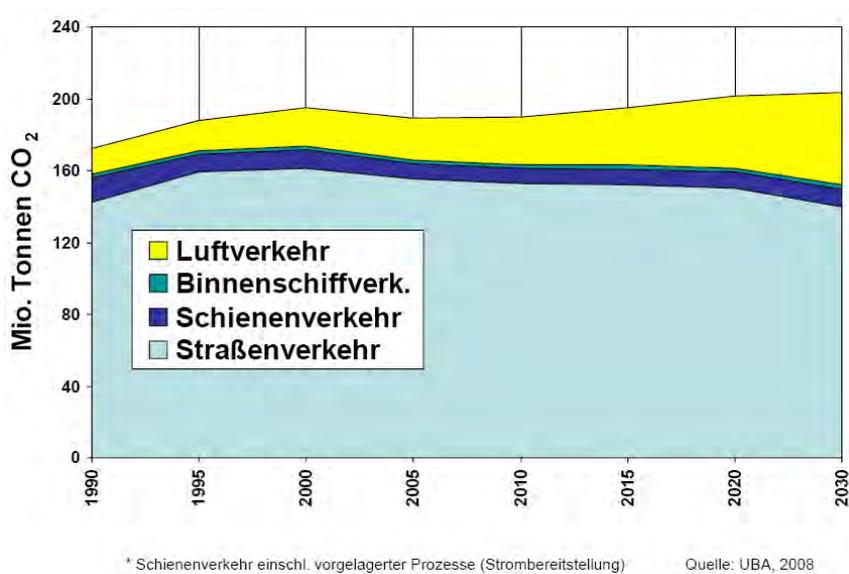
Der Verkehrssektor ist aktuell stark von fossilen Energieträgern abhängig. Die Nachfrage nach Verkehrsleistung führt zu einer Nachfrage nach fossilen Energieträgern und somit zu einem Ausstoß klimaschädlicher Treibhausgase. Dieser Zusammenhang verursachte in der Vergangenheit ein Ansteigen der Verkehrsemissionen. Abbildung 2.4 stellt diesen Anstieg dar. Aufgrund der laut Verkehrsprognose beschriebenen starken Anstiegs der Verkehrsleistung, ist der Verkehrssektor der einzige Sektor in der EU, bei dem auch zukünftig die Treibhausgasemissionen weiterhin ansteigen werden.¹²

Die externen Umwelteffekte des Verkehrs führten seit Ende der 80er Jahre zu einer Intensivierung der Debatte über die Umweltverträglichkeit dieses Sektors. In Anlehnung an den Energiesektor wurde auch für den Verkehr die Frage nach einer Entkopplungsmöglichkeit gestellt. Im Verkehrssektor beziehen sich diese Strategien jedoch nur nachrangig auf einen Rückgang der Transportintensität. Vielmehr sollen mit entsprechenden Maßnahmen unerwünschte Umweltbelastungen vermieden oder verringert werden, die als Folgen der zu erfüllenden Verkehrsnachfrage auftreten.¹³

¹² UBA (2008).

¹³ Vgl. Meersman, H., E. Van de Voorde (2002), S. 6.

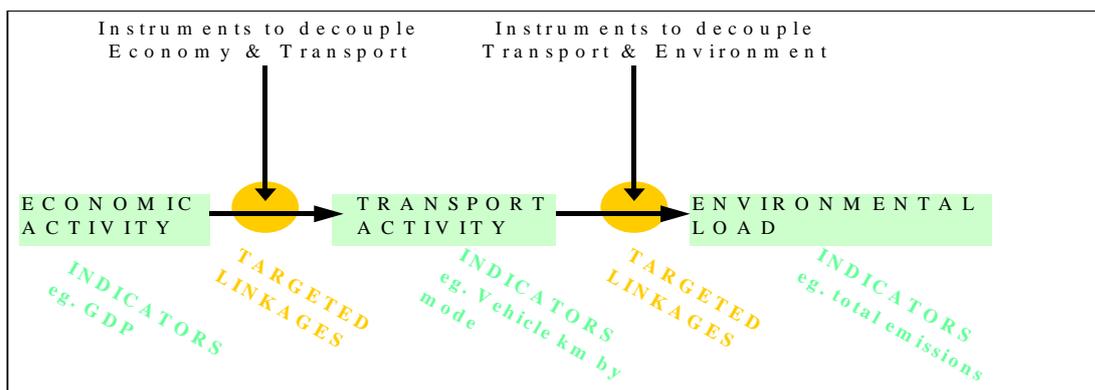
Abbildung 2.4: Entwicklung der Treibhausgasemissionen in der EU25 nach Verkehrsmodi 1990 - 2030



Quelle: UBA, 2008.

Abbildung 2.5 zeigt zwei mögliche Ansätze zur Entkopplung. Das ursprüngliche Konzept ist das der Trennung von wirtschaftlicher und verkehrlicher Entwicklung.¹⁴ Der zweite Ansatz bezieht sich direkt auf die Umwelteffizienz des Verkehrssektors. Hier-nach sollen die aus den Transportaktivitäten resultierenden Belastungen für die Umwelt minimiert werden.

Abbildung 2.5: Ansätze zur Entkopplung



Quelle: ITS (2002).

In der politischen Diskussion werden vier Konzepte diskutiert, die zu einer Reduzierung der negativen Folgen des Verkehrs beitragen – die Entkopplung, die Verkehrsvermeidung, die Verlagerung und die Rationalisierung.¹⁵ Die Strategien der deutschen und eu-

¹⁴ Im Energiesektor ist es durch Verhaltensänderungen der Bevölkerung, durch Effizienz- und Technikverbesserungen gelungen, die Entwicklung des Primärenergieverbrauches von der Entwicklung des Bruttoinlandsproduktes nachhaltig zu trennen. Vgl. Kriegsmann, K.-P., A. Neu (1980).

¹⁵ Bühler, G. (2006).

ropäischen Verkehrspolitik zielen primär auf die Umweltverträglichkeit des Verkehrs ab. Bei dieser Strategie stehen insbesondere Verkehrsmittelwahl beeinflussende Maßnahmen im Vordergrund.¹⁶ Ziel ist es dabei, Verkehre von umweltschädlichen auf umweltfreundliche Verkehrsmittel zu verlagern. Im Folgenden soll deshalb die ökologische Wirkung der Verkehrsmittel dargestellt werden.

2.3.2 *Ökologische Auswirkungen der Verkehrsmittel*

Dieser Abschnitt liefert einen Überblick über die externen Effekte der verschiedenen Verkehrsmittel. Als externen Effekt bezeichnet man unkompensierte Nebenwirkungen ökonomischer Handlungen auf unbeteiligte Dritte, die nicht durch den Marktmechanismus, d.h. über den Preis, geregelt werden. Sie stellen ein Marktversagen dar und begründen prinzipiell die Notwendigkeit staatlicher Intervention.

Umweltverschmutzung ist ein solcher negativer externer Effekt. Der Verursacher der Verschmutzung bezieht die Kosten der Verschmutzung – sofern ihm diese nicht durch Steuern oder andere umweltpolitischen Instrumente angelastet werden – nicht in sein privates Kostenkalkül ein. In der Folge fallen die Kosten der Verschmutzung entweder in Form von Nutzeneinbußen oder in Form von Reparaturkosten bei der Allgemeinheit an.

Die verschiedenen Verkehrsmittel erzeugen eine Vielzahl negativer externer Umwelteffekte wie beispielsweise Klimaschäden, Lärm, Luftverschmutzung oder Zerschneidung und Zerstörung von Naturlandschaften. Um die verschiedenen externen Umwelteffekte miteinander vergleichen zu können, sie hinsichtlich ihrer Relevanz zueinander in Bezug setzen zu können und ihren ökonomischen Folgen bestimmen zu können, werden die externen Umwelteffekte üblicherweise monetarisiert.

Der Fokus dieser Studie liegt ausschließlich auf den von den verschiedenen Verkehrsmitteln verursachten Klimaschäden. Der Verkehrssektor insgesamt ist für rund 16% des Ausstoßes von Treibhausgasemissionen verantwortlich. Ein Vergleich über die verschiedenen Verkehrsmittel der relevanten CO₂-Emissionen ist auch ohne eine mit großen Unsicherheiten behaftete Monetarisierung möglich. Im Folgenden werden deshalb nur noch CO₂-Emissionen der Verkehrsmittel betrachtet. Tabelle 2-1 zeigt die durchschnittlichen CO₂-Emissionen im Personen- und Güterverkehr auf. Sie sind aus der Studie „Externe Kosten des Verkehrs“ von Infrac (2007) entnommen. Die Emissionen werden dabei in Bezug zur Verkehrsleistung gesetzt. Die Tabelle enthält sowohl die direkten Emissionen aus der Treibstoffverbrennung als auch die indirekten Emissionen aus der Treibstoff- und Strombereitstellung.¹⁷

¹⁶ Vgl. Weißbuch der EU (2001).

¹⁷ Direkte Emissionen entstehen beim Betrieb der Fahrzeuge. Indirekte Emissionen sind demnach energetische Aufwendungen, die bei der Exploration, Energieumwandlung und dem Transport der für die Umwandlung der Primärenergieträger (Kohle, Rohöl,...) in die Endenergieträger der einzelnen Verkehrsmittel (Benzin, Diesel, Kerosin, Strom). Diese energetischen Aufwendungen werden anteilig für

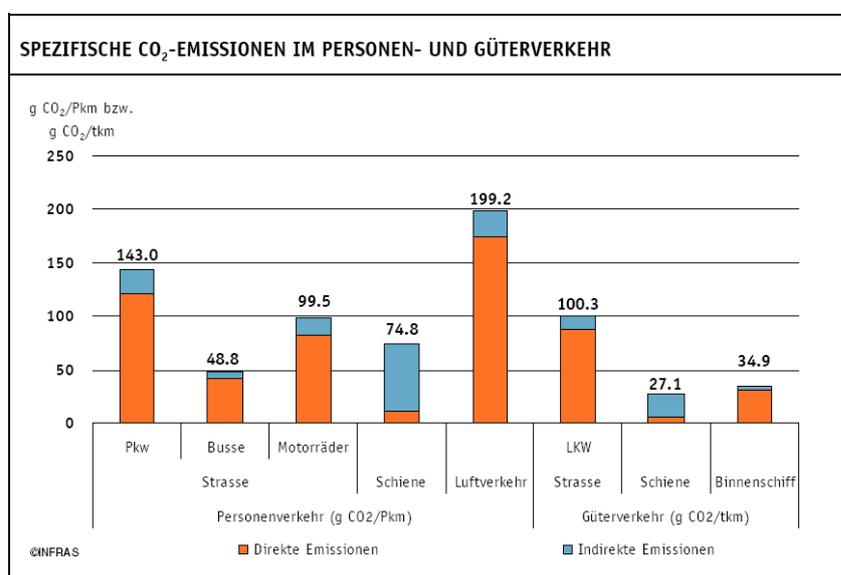
Tabelle 2-1: Spezifische CO₂-Emissionen der verschiedenen Verkehrsmittel im Personen- und Güterverkehr in Deutschland

	Straße		Schiene		Luftverkehr		Binnenschiff
	Pkw	Lkw	Personenverkehr	Güterverkehr	Personenverkehr	Güterverkehr	Güterverkehr
	Einheit	g CO ₂ /Pkm	g CO ₂ /tkm	g CO ₂ /Pkm	g CO ₂ /tkm	g CO ₂ /Pkm	g CO ₂ /tkm
Direkte Emissionen	121,1	87,5	11,2	6,1	174,8	1270,6	30,6
Indirekte Emissionen	21,9	12,8	63,6	21,0	24,5	175,4	4,3
Gesamtemissionen	143,0	100,3	74,8	27,1	199,2	1446,0	34,9

Quelle: Infras (2007), eigene Darstellung.

Abbildung 2.6 zeigt die Unterschiede zwischen den Verkehrsmitteln hinsichtlich ihrer durchschnittlichen CO₂-Emissionen. Der Schienenverkehr ist das klimafreundlichste Verkehrsmittel im Güterverkehr. So werden beim Gütertransport über die Schiene pro Tonnenkilometer etwa zwei Drittel weniger Emissionen ausgestoßen als beim Transport der Güter über die Straße. Auch der Transport mit dem Binnenschiff führt zu leicht höheren CO₂-Emissionen als über die Schiene.

Abbildung 2.6: Spezifische CO₂-Emissionen der Verkehrsträger in Deutschland



Quelle: Infras (2007).

die einzelnen Verkehrsträger gemäß ihrer Verkehrsleistungen berücksichtigt. Nicht berücksichtigt sind Emissionen aus der Herstellung, dem Unterhalt und der Entsorgung von Fahrzeugen und Infrastruktur.

Im Personenverkehr ist die Schiene das Verkehrsmittel mit den zweitniedrigsten Emissionen pro Personenkilometer hinter dem Bus.¹⁸ Pro Personenkilometer werden im Pkw-Verkehr etwa zweimal mehr Emissionen, im Flugverkehr über zweieinhalbmehr Emissionen generiert als im Schienenverkehr. Insgesamt lässt sich also festhalten, dass die Unterschiede in den Beiträgen zum Treibhauseffekt zwischen Schienenverkehr und den Hauptwettbewerbern Straße und Luft deutlich sind.

Eine zweite Quelle zur Berechnung der CO₂-Emissionen verschiedener Verkehrsmittel ist der UmweltMobilCheck der Deutschen Bahn AG. Dieser – für den Personenverkehr entwickelte – Emissionsrechner basiert ebenso wie EcoTransit – dem äquivalenten Rechner für den Güterverkehr – auf dem Emissionsmodell TREMOD.¹⁹ Exemplarisch wird die Methodik am Beispiel des Personenverkehrs erläutert.

UmweltMobilCheck ist ein Rechentool, das die Emissionen spezifisch für eine angegebene Strecke ermittelt. Deshalb wird im Folgenden beispielhaft die Transportrelation Frankfurt am Main – Hamburg betrachtet. Die CO₂-Emissionen werden für einen konkreten Streckenverlauf und einen jeweils definierten „Fahrzeugtyp“ für die Verkehrsmittel Pkw, Eisenbahn und Flugzeug ausgewiesen. Die Ergebnisse sind in Abbildung 2.7 zu sehen.

Abbildung 2.7: CO₂-Emissionen der Verkehrsmittel auf der Strecke Frankfurt am Main – Hamburg



Quelle: UmweltMobilCheck der DB AG, IFEU (2007).

Zur Strecke Frankfurt am Main – Hamburg können nun die Emissionen der einzelnen Verkehrsträger ausgewiesen werden. Bei der Fahrt mit der Eisenbahn werden ca. ein Fünftel der Emissionen im Vergleich zur Fahrt mit dem Pkw ausgestoßen. Das Flug-

¹⁸ Der Bus als Verkehrsmittel im Personennahverkehr wird in dieser Studie jedoch nicht weiter betrachtet.

¹⁹ IFEU (2008).

zeug hat geringere Emissionen als der Pkw; diese liegen aber ebenso deutlich über denen der Schiene.

Ein Vergleich beider Studien auf der Beispielrelation Frankfurt am Main – Hamburg ist in Tabelle 2-2 zu finden. Die Ergebnisse des UmweltMobilCheck werden hierfür in Form von spezifischen Emissionswerten (CO₂-Emissionen je Personen- oder Tonnenkilometer) wie bei Infrac dargestellt. Trotz der Anwendung des gleichen Emissionsmodells liegen für die verschiedenen Verkehrsmittel unterschiedliche Emissionswerte vor. Der Unterschied besteht dabei nicht nur hinsichtlich der absoluten Höhe der ausgewiesenen Emissionen der verschiedenen Verkehrsmittel sondern auch hinsichtlich ihrer relativen Vorteilhaftigkeit.

Tabelle 2-2: Emissionsrechnungen auf der Strecke Frankfurt am Main – Hamburg im Vergleich

CO₂-Belastung der Verkehrsmittel Eisenbahn, Pkw, Flugzeug

Verkehrsmittel	UmweltMobilCheck	INFRAS	Atmosfair
Eisenbahn	18,7 kgCO ₂	36,5 kgCO ₂	-
Pkw	93,2 kgCO ₂	69,8 kgCO ₂	-
Flugzeug	78 kgCO ₂	97,2 kgCO ₂	80 kgCO ₂

Quelle: Infrac(2007), eigene Darstellung.

Diese Unterschiede sind durch die Modellannahmen und Datenquellen begründet, die den Berechnungen unterstellt sind. So können erstens unterschiedliche statistische Quellen für die spezifischen Emissionswerte herangezogen werden. Zweitens kann bei der Emissionsberechnung im Hinblick auf die angenommenen Auslastungsgrade unterschieden werden.²⁰ Drittens können unterschiedliche Annahmen über den Typ des Verkehrsmittels getroffen werden. So könnte beim Pkw-Verkehr eine Oberklasse- oder ein Mittelklassefahrzeug in dem Vergleich berücksichtigt werden, was zu unterschiedlichen CO₂-Emissionen führt.

Für den Vergleich der Studien sind somit die getroffenen Annahmen von zentraler Bedeutung. Dem UmweltMobilCheck liegen für die verschiedenen Verkehrsmittel folgende Annahmen zugrunde:

- Die Strecken für alle Verkehrsmittel verlaufen von Hauptbahnhof zu Hauptbahnhof. Für das Flugzeug wird ein Vorlauf mit der Eisenbahn berechnet, und zu den reinen Emissionen des Flugverkehrs hinzu addiert.

²⁰ So wird beispielsweise bei einer höheren Auslastung eines Verkehrsmittels die gleiche Menge an Emissionen auf eine größere Anzahl an Reisenden oder beförderten Tonnen verteilt werden. Die spezifischen Emissionen werden somit kleiner.

- Beim Pkw wird 1 Reisende(r) in einem Mittelklassewagen mit Dieselmotor ab Baujahr 2005 angenommen. Es wird zwischen den Straßenkategorien „Innerorts“, „Außerorts“ und „Autobahn“ unterschieden. Dahingehend ändern sich auch die Annahmen zum durchschnittlichen Verbrauch eines Pkw. Die Annahmen zu den Emissionswerten des Pkw entsprechen einem durchschnittlichen CO₂-Ausstoß von 165,5 g CO₂/100km. Mit einem Routenplaner, der parallel zum Emissionsrechner läuft, werden die Entfernungen ermittelt. Die Emissionen werden dann in der Darstellungsform kg CO₂ je Person und Reise angegeben. Voreingestellt ist dabei ein Mittelklasse Pkw. Abbildung 2.7 zeigt aber, dass ebenso die Emissionen eines Pkw der Oberklasse oder eines Kleinwagens berechnet werden können.
- Bei der Eisenbahn wird zwischen Zuggattung (z.B. ICE), Betriebsart (Elektro, Diesel) und Geschwindigkeitsklassen (größer oder kleiner 200 km/h) differenziert. Für die Berechnungen werden die durchschnittlichen Auslastungszahlen der verschiedenen Zuggattungen zugrunde gelegt.
- Beim Flugzeug wird zwischen Klassen von Flugzeugtypen (Mittelwert über ähnliche Maschinentypen), Flugzyklen (Steig-, Reise- und Sinkflug) und Flughöhe unterschieden. Wichtig dabei ist, dass die besondere Klimawirksamkeit von Emissionen des Flugverkehrs oberhalb der Tropopause (9 km) um das 2,5 fache steigt. Inlandsflüge und Auslandsflüge in Nachbarländer Deutschlands erreichen diese Höhe in der Regel erst ab einer Fluglänge von etwa 560 km. Deshalb wird die besondere Klimawirksamkeit von Emissionen in dieser Höhe im Emissionsrechner der Deutschen Bahn AG nicht berücksichtigt. Es wird eine durchschnittliche Auslastung von 69 % unterstellt. Die Flugverbindungen werden unabhängig von konkreten Fahrplandaten berechnet.

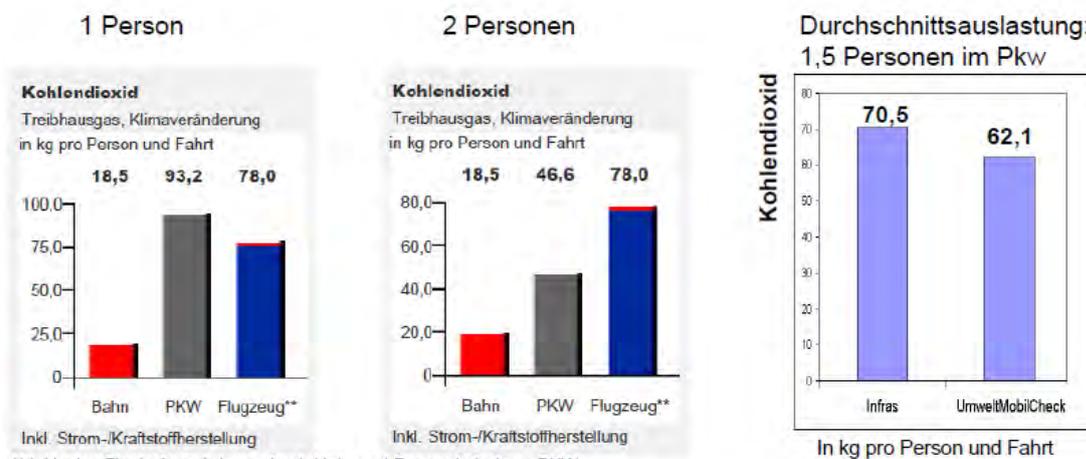
In diesen Annahmen liegen die zentralen Gründe für den Unterschied zwischen den Emissionsdaten von Infrac und UmweltMobilCheck. Sie lassen sich reduzieren auf die Annahmen bezüglich der Auslastungsgrade, den verwendeten Fahrzeugtypen und die spezifische Streckenwahl. Exemplarisch soll der Unterschied im Personenverkehr dargestellt werden. Er lässt sich jedoch auch gleichermaßen im Güterverkehr beschreiben.

Im UmweltMobilCheck weichen die Emissionen des Eisenbahnverkehrs von den Durchschnittswerten von Infrac ab, weil Infrac einen durchschnittlichen Besetzungsgrad für den Personenfernverkehr annimmt. UmweltMobilCheck hingegen unterscheidet je nach Fahrzeug- bzw. Zugtyp. Im Fall des Eisenbahnverkehrs unterscheidet der UmweltMobilCheck in der Auslastung von ICE-Zügen und Regionalbahnen. Da jede Transportrelation einen unterschiedlichen ICE-Anteil an der Gesamtstreckenlänge hat, können somit größere Unterschiede zu einem durchschnittlichen Auslastungsgrad wie bei Infrac auftreten.

Für den Pkw kann man bei UmweltMobilCheck die exakte Anzahl der Reisenden angeben, einen Fahrzeugtyp (Treibstoff und Größenklasse) auswählen und somit die streckenspezifischen Ergebnisse für diesen speziellen Fahrzeugtyp angeben. Infrac hingegen

gen nimmt einen Standard-Pkw²¹ an und weist für diesen Emissionswerte aus. Ferner geht Infrac von einem durchschnittlichen Besetzungsgrad von 1,5 aus. Würde man bei UmweltMobilCheck den gleichen Besetzungsgrad auswählen, so ergeben sich für die Standardeinstellung deutlich ähnliche Werte im Vergleich zu Infrac. Der nun noch verbleibende Unterschied ist ausschließlich auf die Annahmen zum Verbrauch der jeweils unterstellten Pkw zurückzuführen. Erhöht man den Besetzungsgrad auf 2 Personen, so weist der Pkw geringere Emissionen als das Flugzeug auf. Abbildung 2.8 stellt die Angaben des UmweltMobilCheck für den Pkw mit unterschiedlichen Besetzungsgraden dar.

Abbildung 2.8: Emissionsunterschiede durch unterschiedliche Auslastungsgrade beim Pkw auf Transportrelation Frankfurt am Main – Hamburg



** inklusive Flughafenzubringer durch Nah- und Fernverkehr bzw. PKW

Quelle: UmweltMobilCheck der DB AG, IFEU (2008), eigene Darstellung.

Beim UmweltMobilCheck wird für den Pkw somit unterstellt, dass das Fahrzeug extra für diesen Transportfall eingesetzt wird und somit die Emissionen unabhängig von der Anzahl der beförderten Personen anfallen. Eine Erhöhung der beförderten Personen hält somit die absoluten CO₂-Emissionen konstant. Die pro Verkehrsleistung angegebenen Emissionen reduzieren sich hingegen. Bei der Eisenbahn und dem Flugzeug wird hingegen ein durchschnittlicher Auslastungsgrad angenommen.

Beim Flugverkehr errechnet der UmweltMobilCheck die Emissionen für jeden Flug den Anteil des Steig-, Sink- und Reiseflug an der gesamten Transportentfernung. Somit können sich die ausgewiesenen Emissionen beispielsweise auf der Strecke Frankfurt am Main nach Hamburg von den durchschnittlichen Emissionen von Infrac unterscheiden, die von durchschnittlichen Anteilen der drei Flugphasen ausgehen. Ferner wird beim UmweltMobilCheck aufgrund der kürzeren Flugdistanzen davon ausgegangen, dass die Flughöhe unter 9 km liegt. Flüge über diesem Grenzwert führen zu größeren Belastungswirkungen. Die Infrac-Studie berücksichtigt hingegen diese Multiplikatorwirkung

²¹ Üblicherweise wird hierfür ein typisches Fahrzeug gewählt, wobei der Begriff „typisch“ als Durchschnittsfahrzeug des Pkw-Bestands definiert wird. Eine ausführliche Erklärung liegt in der Studie von Infrac jedoch nicht vor.

der Flughöhe in ihren Zahlen, weshalb der UmweltMobilCheck niedrigere Emissionswerte als die Infrac-Studie liefert.

Fazit

Der Verkehrssektor ist für rund 16% des Ausstoßes von Treibhausgasemissionen verantwortlich.²² Der Anteil der verkehrsbezogenen CO₂-Emissionen in der EU ist in den vergangenen Jahren gestiegen. Dabei erweisen sich unterschiedliche Verkehrsmittel als mehr oder weniger belastend für das Klima und die Umwelt. Der Schienenverkehr nimmt in diesem Zusammenhang eine herausragende Stellung ein. Er kann im Vergleich zu seinen Konkurrenten Transportleistungen – ob im Personen- oder im Güterverkehr – am umweltfreundlichsten durchführen. Zur Berechnung der strecken- und verkehrsmittelspezifischen Emissionen ist es empfehlenswert, bottom-up Ansätze wie den des UmweltMobilCheck zu nutzen im Gegensatz zu top-down Ansätze, die wegen ihren sehr abstrakten Annahmen große Ungenauigkeiten mit sich bringen.

2.4 Die fiskalische Belastung der Verkehrsmittel

Wie im vorherigen Abschnitt beschrieben, verursachen die Verkehrsmittel negative Umwelteffekte in unterschiedlicher Höhe. Um diese verursachergerecht den Emittenten anzulasten, können die externen Effekte mittels fiskalischer Maßnahmen wie beispielsweise Steuern oder Zertifikaten internalisiert werden. Darüber hinaus verfolgt die Politik die Strategie, Energie als ein Inputfaktor der Produktion von Gütern und Dienstleistungen zu besteuern. In diesem Abschnitt soll die aktuelle Lage der fiskalischen Belastung der Verkehrsmittel aufgezeigt werden.

Zu Verkehrs- und Transportzwecken wurden in Deutschland im Jahr 2006 rund 2651 PJ Energie verbraucht.²³ Rund 86 % davon entfielen auf Benzin- und Dieselmotoren (inklusive Biodiesel und Bioethanol) sowie Strom. Die restlichen 14 % entfielen auf Flugtreibstoffe und Flüssiggas. Fast alle zur Erbringung von Transport- oder Verkehrsdienstleistungen eingesetzten Energieträger unterliegen in Deutschland der Besteuerung. Ausnahmen sind Flug- und Schiffstreibstoffen, welche von der der Energieträgerbesteuerung ausgenommen werden.

Bei Energiesteuern handelt es sich in Deutschland in erster Linie um sogenannte Verbrauchsteuern, die den Konsum oder die Inanspruchnahme bestimmter Waren und Dienstleistungen belasten. Für die im Verkehrssektor eingesetzten Energieträger sind derzeit hauptsächlich zwei Verbrauchssteuern maßgeblich:

- Die Energiesteuer – geregelt im Energiesteuergesetz vom 15. Juli 2006 und zuletzt geändert am 18. Dezember 2006.
- Die Stromsteuer – geregelt im Stromsteuergesetz vom 24. März 1999 und zuletzt geändert am 18. Dezember 2006.

²² Vgl. www.unfccc.int.

²³ Vgl. IEA/OECD (2008).

Mit der Energiesteuer wird hauptsächlich die energetische Verwendung von Energieerzeugnissen – insbesondere Benzin, Dieselkraftstoff, leichtes und schweres Heizöl, Flüssiggas, Erdgas und Kohle sowie bei Nutzung als Kraft- oder Heizstoff auch Biodiesel und Pflanzenöl – innerhalb des deutschen Steuergebiets besteuert. Der nicht-energetische Verbrauch ist durch zahlreiche Steuerbefreiungen von einer Besteuerung ausgenommen. Das Energiesteuergesetz löste im Jahr 2006 das bis dahin geltende Mineralölsteuergesetz ab, da die Umsetzung der Energiesteuer-Richtlinie der Europäischen Union in nationales Recht eine grundlegende Überarbeitung des Mineralölsteuerrechts nötig werden ließ. Die auf den Verbrauch elektrischer Energie erhobene Stromsteuer wurde im Zuge der Ökologischen Steuerreform im Jahr 1999 eingeführt.

Seither wurde der Verbrauch von Energie in Deutschland schrittweise verteuert. Das zusätzliche Steueraufkommen wurde zur Senkung der Rentenversicherungsbeiträge verwendet. Somit soll eine Verbesserung der Umweltqualität erreicht und gleichzeitig die Abgabenlast auf den Faktor Arbeit gesenkt werden. Neben einer ökologischen Lenkung von Wirtschaftsaktivitäten geht es also auch darum, Arbeitsplätze zu schaffen. Am 1.1.2003 trat die fünfte und vorläufig letzte Stufe der Ökologischen Steuerreform in Kraft. Anfang 2004 wurde ferner die Stromsteuer für Bahnstrom im Zuge des Koch/Steinbrück-Programms um 0,12 ct/kWh angehoben.

Verbrauchssteuern werden in Deutschland aus Gründen der Zweckmäßigkeit zumeist beim Hersteller oder beim Händler erhoben, welche allerdings grundsätzlich die Möglichkeit haben, die Steuer über den Kaufpreis auf den Konsumenten abzuwälzen.²⁴ Die Energiesteuer wird also letztendlich vom Endverbraucher der Dienstleistungen oder Produkte getragen, für deren Erstellung der Energieverbrauch angefallen ist.

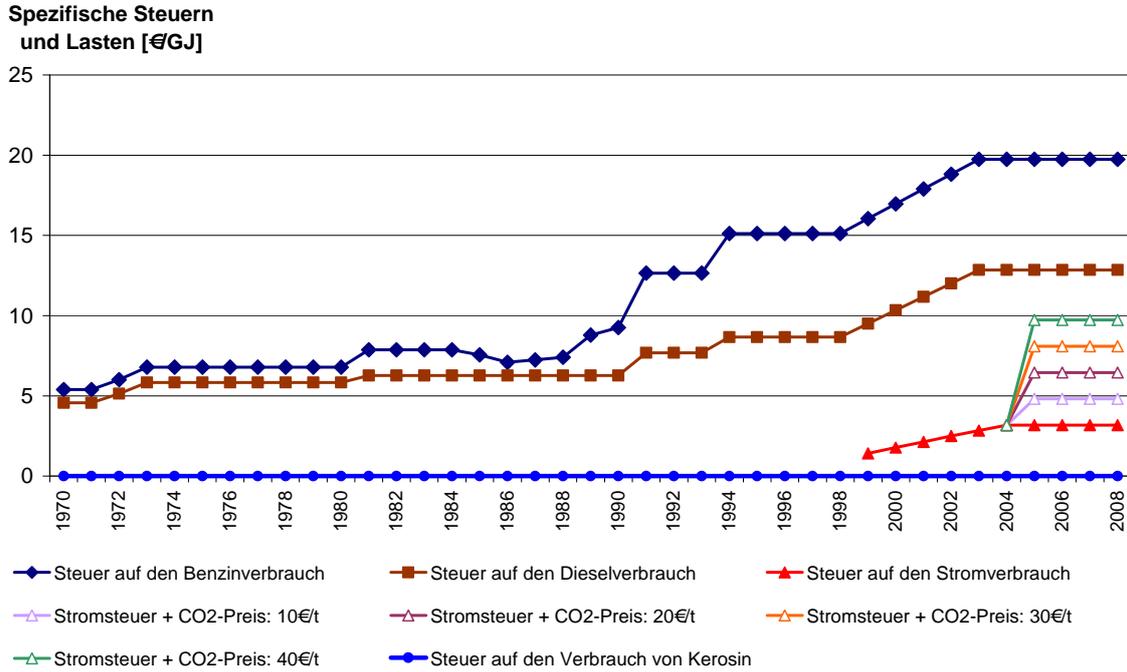
Abbildung 2.9 zeigt die historische Entwicklung der Steuersätze auf die Energieträger Benzin, Diesel und Strom in den Jahren 1970 bis 2008. Für Strom wird der vergünstigte Tarif für den Fahrbetrieb im Schienenverkehr und im Verkehr mit Oberleitungsbussen angesetzt. Dieser beträgt seit dem Jahr 2004 11,42 €/MWh, was umgerechnet 3,17 €/GJ entspricht.²⁵

Da sich die spezifischen Steuersätze in ihrer Basis unterscheiden – die Energiesteuer auf Benzin und Diesel wird pro Liter erhoben, die Stromsteuer pro MWh – wurden die Steuersätze in Abbildung 2.9 auf den jeweiligen Energiegehalt in Giga-Joule (GJ) umgerechnet und normiert.²⁶ Hierdurch wird eine direkte Vergleichbarkeit der Steuersätze ermöglicht. Abbildung 2.10 weist zur Veranschaulichung nur die durch die ökologische Steuerreform bedingte Änderung ab dem Jahr 1998 aus.

²⁴ Siehe hierzu Kapitel 4.1.1.

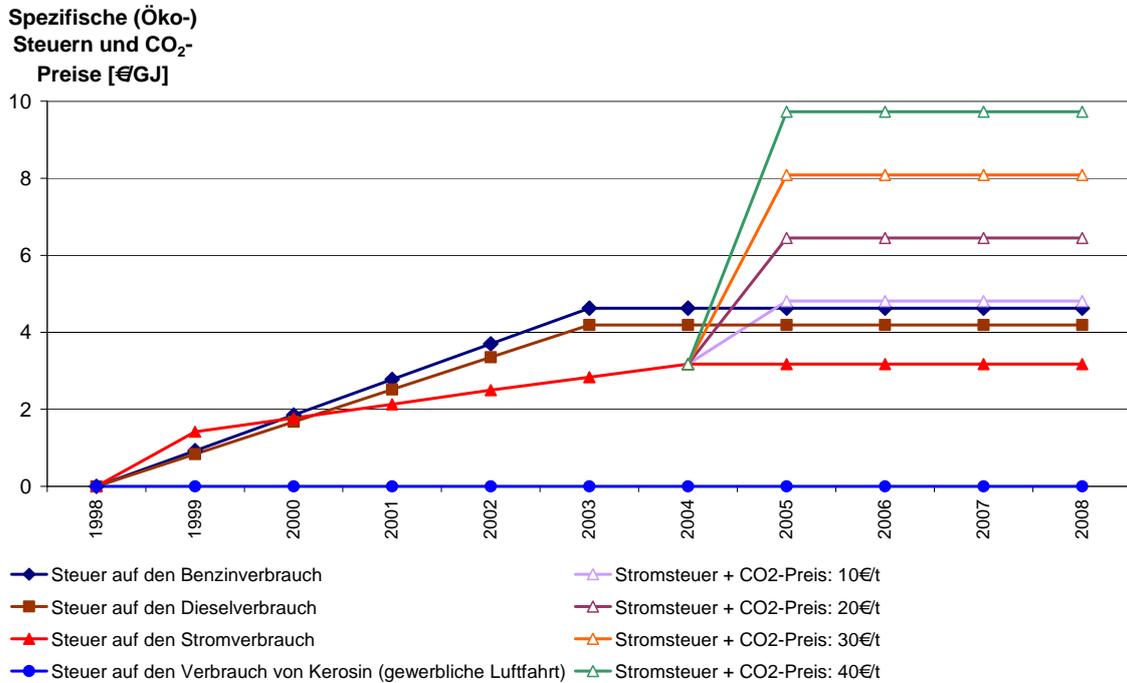
²⁵ Allgemein sah die ökologische Steuerreform Anpassungen bis zum Jahr 2003 vor. Der vergünstigte Steuertarif für den Fahrbetrieb im Schienenverkehr wurde anschließend aber nochmals im Zuge des Koch/Steinbrück-Programms von 10,20 €/MWh auf 11,42 €/MWh erhöht.

Abbildung 2.9: Entwicklung der spezifischen Steuersätze verschiedener Energieträger von 1950 – 2008



Quelle: Bundesministerium der Finanzen, eigene Berechnungen.

Abbildung 2.10: Entwicklung der spezifischen Ökosteuersätze verschiedener Energieträger von 1998 – 2008



²⁶ Die errechneten Werte ergeben sich unter Ansatz einer Dichte von Benzin in Höhe von 0,7407 kg/l und einem Heizwert von 44,75 MJ/kg sowie einer Dichte von Diesel in Höhe von 0,8439 kg/l und einem Heizwert von 43,38 MJ/kg. Bei Strom gilt der Umrechnungsfaktor 3,6 MJ/kWh.

Quelle: Bundesministerium der Finanzen, eigene Berechnungen.

Es wird zunächst deutlich, dass seit dem Jahr 1989 die Steuer auf Benzin stärker angehoben wurde als die Steuer auf Dieselmotorkraftstoff. Im Jahr 1994 lag dadurch die Besteuerung des Benzinverbrauchs bei etwa 15,1 €/GJ und somit um rund 6,5 €/GJ über der des Dieselmotorkraftstoffverbrauchs (8,6 €/GJ).

Mit Beginn der Ökologischen Steuerreform im Jahre 1999 wurden die Steuern auf Benzin und Diesel weiter erhöht. Nach Abschluss der letzten Stufe dieser Reform beträgt die aktuelle Steuer auf den Benzinverbrauch rund 19,7 €/GJ, die auf den Verbrauch von Diesel rund 12,9 €/GJ.²⁷

Die seit 1999 erhobene Steuer auf den (Bahn-) Stromverbrauch stieg von rund 1,4 €/GJ auf etwa 3,2 €/GJ an. Sie liegt damit immer noch unter dem Steuersatz von Diesel und Benzin. Ein isolierter Vergleich der spezifischen Steuersätze auf Basis des Energiegehalts der jeweiligen Energieträger fällt demnach deutlich zu Gunsten des Einsatzes von Elektrizität aus. Mit Beginn der Testphase des Europäischen Emissionshandelssystems (EU-ETS) wurde zusätzlich zur bestehenden Energie- und Stromsteuer ein europäischer Preis für CO₂-Emissionen etabliert. Der Emissionshandel betrifft jedoch nur den Schienenverkehr und nicht seine intermodalen Konkurrenten. Anders als bei der Stromsteuer fallen die Kosten der CO₂-Emission nicht direkt beim Konsumenten an, sondern beim Produzenten, also den Energieversorgungsunternehmen oder den Eigenerzeugern von Strom.

Die vom EU-ETS induzierte Kostenwirkung lässt sich ebenfalls in eine zusätzliche spezifische Belastung des Energieträgers Strom umrechnen. Grundlage für eine solche Umrechnung ist die plausible Annahme einer vollständigen Überwälzbarkeit der CO₂-Preise auf die Konsumenten oder den jeweiligen Kostenträger. Ferner wird angenommen, dass der CO₂-Preis in voller Höhe zu tatsächlichen (aufwandsgleichen) Kosten führt, was einer vollständigen Auktionierung der Emissionsrechte entspräche. Die Flexibilität bei der Einpreisung von Zertifikaten besteht in dieser exemplarischen Darstellung somit nicht.²⁸

Bei einem angenommenen CO₂-Preis von 10 €/t und bei Ansatz von spezifischen CO₂-Emissionen von rund 590 kg/MWh²⁹ wäre somit der Einsatz von Strom im Schienenverkehr der Deutschen Bahn AG mit zusätzlichen spezifischen Kosten von rund

²⁷ Für schwefelarmes Benzin wird ein Steuersatz von 654.60 €/pro 1000 Liter erhoben, für Diesel beträgt die Steuer 470.40 €/pro 1000 Liter.

²⁸ Es besteht somit nicht die Möglichkeit zur Erzielung sog. „Windfall-Profits“, die bei Ansatz von Opportunitätskosten in Verbindung mit der freien Vergabe von Emissionsrechten entstehen können.

²⁹ Die spezifischen Emissionen ergeben sich aus einer Mischkalkulation aus Eigenerzeugung der Deutschen Bahn AG und Strombezug aus der öffentlichen Stromerzeugung Deutschlands. Für Strom aus Eigenerzeugung wurden 589 kg/MWh angesetzt (Quelle: Deutsche Bahn AG), für den Strombezug aus der öffentlichen Versorgung wurde ein durchschnittlicher Emissionskoeffizient von 592 kg/MWh angesetzt (Quelle: Energiebilanzen der IEA).

1,64 €/GJ belastet. Bei einem CO₂-Preis von 40 €/t würden sich die spezifischen Kosten um das vierfache auf 6,56 €/GJ erhöhen.

Ab dem Jahr 2005 stellen Abbildung 2.9 und Abbildung 2.10 die Gesamtbelastung pro Einheit Strom (GJ) durch Stromsteuer und Kostenbelastungen sowie unterschiedlich hohe CO₂-Preise kumuliert dar. Es wird deutlich, dass die ökologische Steuerreform und die Bepreisung von CO₂-Emissionen den Einsatz von Strom vergleichsweise stärker belastet haben als den Einsatz von Benzin oder Diesel. Zwar läge auch bei einem CO₂-Preis von 40 €/t die Belastung von Strom absolut betrachtet noch unter der von Benzin oder Diesel (vgl. Abbildung 2.9), allerdings wäre bei einem CO₂-Preis von 30 €/t der Einsatz von Strom seit 1998 etwa doppelt so stark von Ökosteuern und Emissionspreis betroffen, wie der Einsatz von Diesel und Benzin (vgl. Abbildung 2.10).

Fazit

Der Einsatz von Energieträgern ist in Deutschland durch mehrere fiskalische und umweltpolitische Instrumente beeinflusst. Die in Energie- und Stromsteuergesetz festgelegten und im Rahmen der ökologischen Steuerreform angepassten Verbrauchssteuern belasten den Einsatz der jeweiligen Energieträger in unterschiedlichem Ausmaß. Es wird zunächst deutlich, dass die ökologische Steuerreform den Einsatz des Energieträgers Strom zwar weniger stark belastet als den Einsatz von Benzin oder Diesel. Allerdings sorgt die Einführung eines Emissionshandelssystems und die dadurch induzierte zusätzliche Preis- und/oder Kostenwirkung für einen deutlich stärkeren Anstieg der Belastung des Energieträgers Strom. Demgegenüber ist die Nutzung von Flug- und Schiffstreibstoffen derzeit weder steuerlich belastet, noch sind die Emissionen dieser Verkehrsträger in das Emissionshandelssystem integriert.

2.5 Schlussfolgerungen

Die Entwicklung einer Volkswirtschaft ist eng mit der des Verkehrssektors verknüpft. Steigt die Wohlfahrt eines Landes, so ist dies in absehbarer Zeit noch unumstößlich mit einem Anstieg des Verkehrsaufkommens und der Verkehrsleistung verknüpft.

Betrachtet man den Modal Split im Personen- und Güterverkehr, so kann eine klare Dominanz des Verkehrsträgers Straße abgeleitet werden. Große Wachstumsraten besitzt der Flugverkehr, wobei sein aktueller Marktanteil klein ist. Beide genannten Verkehrsträger sind jedoch hinsichtlich der ökologischen Auswirkungen schlechter als der Schienenverkehr und das Binnenschiff, letzteres ist nur für den Güterverkehr relevant. Die europäische und deutsche Verkehrspolitik richten deshalb das Augenmerk auf eine Verlagerung von Straßen- und Luftverkehren zu umweltfreundlicheren Verkehrsmitteln.

Die fiskalische Belastung der Energieträger zur Bereitstellung von Verkehrsleistungen zeigt hingegen ein anderes Bild als der Umwelteffekt der verschiedenen Verkehrsmittel. Zwar ist der Straßenverkehr hinsichtlich der spezifischen Energiebesteuerung höher als der Schienenverkehr belastet, der Flugverkehr als großer Emittent von CO₂-Emissionen wird aktuell de facto nicht fiskalisch belastet.

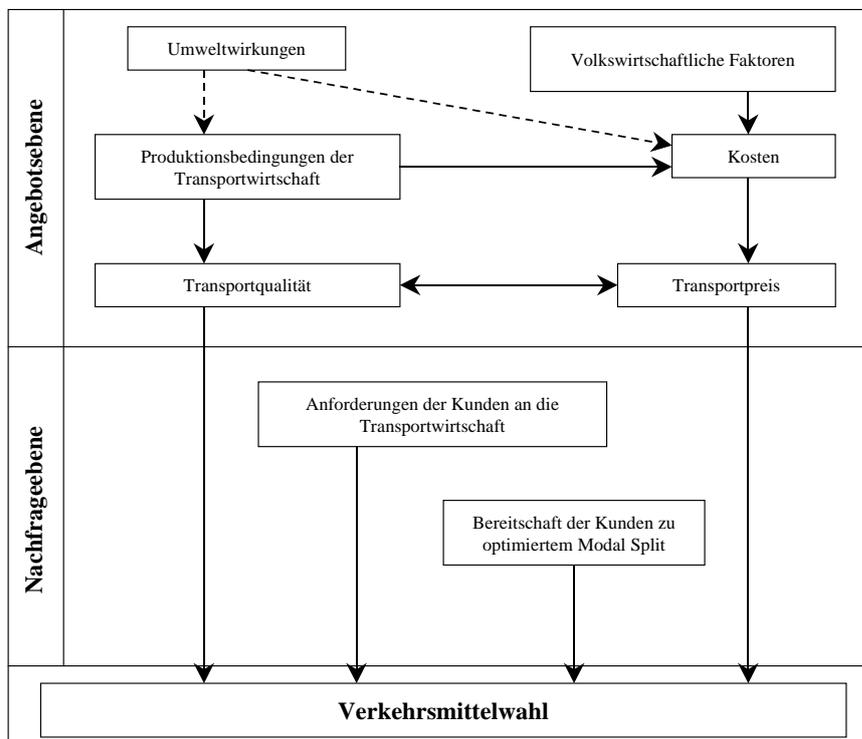
3 Die Verkehrsmittelwahl

Das vorherige Kapitel zeigte, dass das Thema der Verkehrsmittelwahl von zentraler Bedeutung für die Entwicklung hin zu einem umweltfreundlichen Verkehrssektor ist. Es stellt sich somit die Frage, wie die Verkehrsmittelwahl derart beeinflusst werden kann, dass die Nachfrage nach umweltfreundlichen Verkehrsmitteln steigt, die der umweltschädlicheren Verkehrsmittel sinkt. Hierfür ist von zentraler Bedeutung, die Determinanten des Entscheidungsverhaltens im Rahmen der Verkehrsmittelwahl zu identifizieren. Sind diese bekannt, stellt sich anschließend die Frage der politischen Einflussnahme auf das Entscheidungsverhalten. Dieser Abschnitt geht deshalb auf die genannten Aspekte ein.

3.1 Verkehrsmittelwahl als Entscheidungsprozess

Die Transportnachfrage trifft sowohl im Personen- als auch im Güterverkehr auf ein breites Spektrum von Angeboten. Sie kann dabei mit den verschiedensten Verkehrsmitteln bedient werden, die im intermodalen Wettbewerb zueinander stehen. Im öffentlichen Personenverkehr offerieren Transportdienstleister das vom Kunden gewünschte Transportangebot. Im motorisierten Individualverkehr übernimmt hingegen der Mobilitätsnachfrager gleichzeitig auch das Angebot der Transportleistung.³⁰

Abbildung 3.1: Einflussfaktoren auf die Verkehrsmittelwahl



Quelle: Schulz, J., et al. (1996).

³⁰ Im Folgenden wird auch im motorisierten Individualverkehr vereinfachend von einer Transportdienstleistung gesprochen.

Die Wahl des Verkehrsmittels und eines bestimmten Anbieters sind dabei nicht nur vom Transportpreis abhängig. Bei einem Transport von Personen oder Gütern handelt es sich um ein inhomogenes Gut, bei dem die Nachfrage neben dem Preis auch durch die Qualität des Angebots determiniert wird. Die Wahl wird letztlich getroffen, indem der Nachfrager der Transportdienstleistung ein Abgleich zwischen seinen Bedürfnissen (Nachfrageebene) und den Qualitätsmerkmalen der Verkehrsmittels bzw. Verkehrsdienstleister (Angebotsebene) zu gegebenen Transportpreisen vornimmt. Das Verkehrsmittel, das den Bedürfnissen des Nachfragers bestmöglich entspricht, wird letztlich gewählt. Das komplexe Zusammenspiel zwischen angebots- und nachfrageseitigen Determinanten der Verkehrsmittelwahl wird in Abbildung 3.1 für den Entscheidungsprozess dargestellt.

Fazit

Die Verkehrsmittelwahl ist ein von Angebots- und Nachfragefaktoren bedingter Entscheidungsprozess. Die Wahl wird letztlich getroffen, indem der Nachfrager ein Abgleich zwischen seinen Bedürfnissen (Nachfrageebene) und der Qualität (Angebotsebene) zu gegebenen Transportpreisen vornimmt.

3.2 Determinanten der Verkehrsmittelwahl

Abbildung 3.1 stellt die Einflussfaktoren für die Verkehrsmittelwahl dar. Diese Entscheidungsstruktur ist zwar für jeden Transportfall identisch, dennoch unterscheidet sie sich im Detail von Transportfall zu Transportfall. Der Unterschied ist nicht nur hinsichtlich des Transportzwecks (Güter- oder Personenverkehr) und der Produktionsbedingungen der Transportwirtschaft (z. B. Infrastrukturanschluss, etc.) zu identifizieren. Vielmehr liegen jeder individuellen Entscheidung unterschiedliche Ausprägungen der Qualitätsmerkmale der Verkehrsmittel und Anbieter zugrunde.

Je nach Betrachtungsperspektive werden in der Literatur deshalb die unterschiedlichsten Determinanten der Verkehrsmittelwahl aufgeführt. Arbeiten, die den Fokus beispielsweise auf

- eine bestimmte Transportrelation (z.B. grenzüberschreitende Güterverkehr nach Frankreich),
- einen bestimmten Transportzweck (z.B. den Weg zur Arbeit)
- einen speziellen Kundentyp (z.B. Rentner im ÖPNV) oder
- den Einfluss soziodemografischer Eigenschaften der befragten Personen/Unternehmen

legen, verwenden üblicherweise eine ausführliche Liste an Determinanten. Eine derart differenzierte Liste ermöglicht eine sehr detaillierte Analyse des Einflusses verschiedener Determinanten auf die Verkehrsmittelwahl.³¹ Arbeiten, die Interesse an der über-

³¹ Vgl. Schmidt (1997), Kramer (2000), BVU (1996), BDI (2000), Golias und Yannis (1998), Johansson (2005), Vrtic und Fröhlich (2006) sowie Knapp (1998).

geordneten Perspektive haben und somit die generellen Zusammenhänge des Entscheidungsverhaltens analysieren wollen, reduzieren sich üblicherweise auf wenige Determinanten. Diesem Ansatz folgt dieses Gutachten.

Solche eher makroökonomisch ausgerichteten Arbeiten beziehen sich auf das Konzept der Verkehrswertigkeit. Die Verkehrswertigkeit wird aus sieben objektiv bestimmbareren Qualitätseigenschaften des Angebots definiert.³² Diese Qualitätseigenschaften sind die Massenleistungsfähigkeit, Berechenbarkeit, Schnelligkeit, Häufigkeit der Verkehrsbedienung, Fähigkeit zur Netzbildung, Sicherheit und Bequemlichkeit. Sie alle können zur Bewertung des Verkehrsangebots herangezogen werden.

Die Determinanten der Verkehrsmittelwahl sind jedoch nicht beliebig variierbar. Gemäß Abbildung 3.1 werden diese Eigenschaften zum einen von rechtlichen Rahmenbedingungen bestimmt. Zum anderen werden sie von den technisch-institutionellen Voraussetzungen der jeweiligen Verkehrsträger beeinflusst.³³ In begrenztem Umfang können die Anbieter der Transportleistung die Verkehrswertigkeit jedoch beeinflussen.

Beispielsweise kann die Taktung eines Verkehrsmittels, das an Fahrpläne gebunden ist, erhöht werden oder die Bequemlichkeit der Reise(-organisation) gesteigert werden. Diese Änderungen des Qualitätsprofils verursachen jedoch zusätzliche Kosten. Folglich kann trotz einer Steigerung der Attraktivität eines Verkehrsmittels die Nachfrage nach diesem sinken, da die höhere Qualität mit einer Kostenerhöhung verbunden ist. Im Zusammenspiel von Qualitäts- und Kostensteigerung kann möglicherweise das Preis-Leistungsverhältnis unattraktiver als in der Ausgangssituation werden.

Neben der Angebotsseite ist das Nachfrageverhalten der Verkehrsmittelnutzer von zentraler Bedeutung. Das Nachfrageverhalten ist wiederum von den Anforderungen der Kunden an die Verkehrsmittel abhängig. Diese Anforderungen werden als Verkehrsaффinität definiert. Die Mindestaffinität beschreibt dabei die Anforderungen, die von den Verkehrsmitteln mindestens garantiert werden müssen, um die Nachfrage auf sich zu lenken. Darüber hinaus haben Kunden weitere Wünsche bezüglich der Transportqualität, die der Dienstleistungsanbieter berücksichtigen muss.

Ein Verkehrsmittel steht demnach nur dann mit einem anderen Verkehrsmittel im Wettbewerb, wenn hinreichend viele Nachfrager nach Transportdienstleistung bezüglich der jeweiligen Angebote indifferent sind. Indifferent kann ein Nachfrager nur sein, wenn das Preis-Leistungsverhältnis der verschiedenen Angebote annähernd identisch ist. Ein höherer Transportpreis des einen Verkehrsmittels wird vom Nachfrager nur dann akzeptiert, wenn die Verkehrswertigkeit dieses Verkehrsmittels besser als die der Konkurrenten ist. Die Determinanten der Verkehrsmittelwahl helfen somit, die wettbewerbsrelevanten Märkte eines Verkehrsmittels zu identifizieren.

³² Vgl. Schwarz, O. (1996), Engel, M. (1996), Thiele, P. (2001).

³³ Für eine ausführliche Diskussion vgl. Voigt, F. (1973).

Fazit

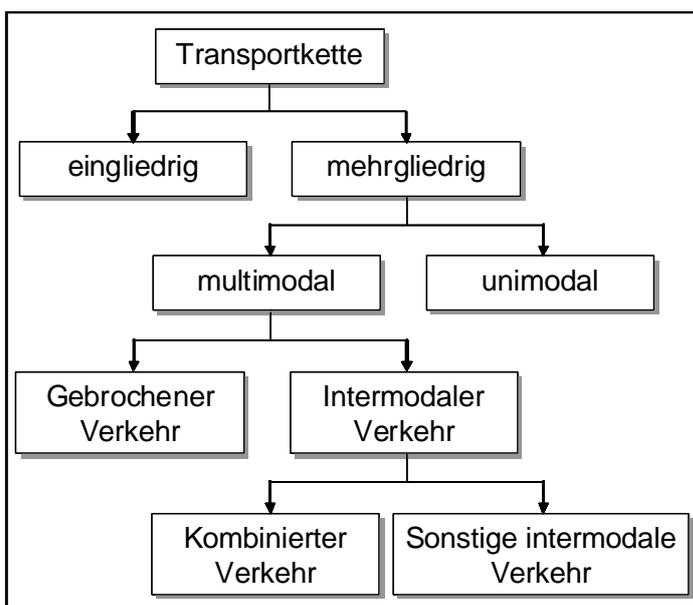
Der Abgleich des Anforderungsprofils der Nachfrager mit dem Angebotsprofil der Anbieter führt zu den Determinanten der Verkehrsmittelwahl. Diese stellen das Qualitätsprofil des Transports dar. Für die Verkehrsmittelwahl ist neben der Transportqualität auch der Preis von Bedeutung. Nur die Verkehrsmittel werden als Wettbewerber zueinander betrachtet, die ein ähnliches Preis-Leistungsverhältnis besitzen.

3.3 Transportketten zur Erbringung von Transportdienstleistungen

Bei einem Vergleich zwischen konkurrierenden Verkehrsmitteln ist es wichtig, dass er - sowohl im Personen- als auch im Güterverkehr – auf einer äquivalenten Basis beruht. Ein realistischer Vergleich zwischen den Verkehrsmitteln kann nur im „Haus-zu-Haus-Verkehr“ erfolgen. Mögliche Umlade- oder Umsteigvorgänge müssen auch bei der Beschreibung der Verkehrswertigkeit und Verkehrsaffinität berücksichtigt werden.

Die Anforderung an einen äquivalenten Vergleichmaßstab führt demzufolge zu einem Vergleich unterschiedlicher Transportketten. Abbildung 3.2 zeigt einen Überblick über deren möglichen Ausgestaltungsformen. Auf einer ersten Ebene kann man Transportketten nach der Anzahl der benötigten Kettenglieder unterscheiden. Ein Transport kann als eingliedrige Verkehrsleistung im unimodalen Verkehr erfolgen. Grundsätzlich ist diese Form der Transportkette mit allen Verkehrsmitteln denkbar. Dafür müssten jedoch sowohl der Quell- als auch der Zielort einen Anschluss an den entsprechenden Verkehrsträger besitzen. Darüber hinaus dürfen keine Umschlag- oder Umsteigvorgänge durchgeführt werden müssen. Diese Transporte sind deshalb fast ausschließlich Straßenverkehre. Nur im Güterverkehr gibt es unimodale, eingliedrige Verkehre mit der Eisenbahn und dem Binnenschiff.

Abbildung 3.2: Unterschiedliche Ausgestaltungsformen einer Transportkette



Quelle: eigene Darstellung.

Neben dem eingliedrigen Transport gibt es mehrgliedrige Transportketten. Unimodale, mehrgliedrige Transportketten zeichnen sich durch die zusätzlich erforderlichen Umschlag- oder Umsteigvorgänge bei gleichzeitiger Nutzung nur eines Verkehrsträgers aus, beispielsweise die Einzelwagenverkehre der Eisenbahn im Güterverkehr.

Die weitaus geläufigere Form einer mehrgliedrigen Transportkette ist der „multimodale Verkehr“. Er schließt nach §452 des HGB jegliche Art von Transportketten ein, zu deren Durchführung zwei oder mehr Verkehrsmittel genutzt wird. Multimodale Transportketten lassen sich im Güterverkehr in zwei weitere Kategorien untergliedern. Die Unterscheidung erfolgt anhand der Transportmenge und somit anhand der Ladeinheit. Die eine Gruppe von Transporten wird als gebrochener Verkehr (z.B. Stückgutverkehr, KEP), der andere als intermodaler Verkehr (z.B. Wechselbehältern/Containern) bezeichnet. Im Personenverkehr hingegen gibt es keine sinnvolle, weitere Unterscheidung zwischen verschiedenen multimodalen Transportketten.

Theoretisch besteht somit die Möglichkeit, jeden Transport mit jedem Verkehrsmittel bzw. mit jeder Verkehrsmittelkombination zu betreiben. Für die Praxis ist dies jedoch nicht realistisch. Es ist beispielsweise nicht sinnvoll, ein Flugzeug für kurze bis mittlere Distanzen einzusetzen.³⁴

Die für den jeweiligen Transport geeigneten Verkehrsmittel oder Verkehrsmittelkombinationen lassen sich anhand ihrer Verkehrswertigkeiten bestimmen. Wie in Abschnitt 3.2 beschrieben, stehen nur die Verkehrsmittel(-kombinationen) im Wettbewerb zueinander, die vom Konsumenten als gleichwertig angesehen werden. Als Bewertungsmaßstab gilt dabei das Preis-Leistungsverhältnis des gesamten Angebotes. Im Falle eines multimodalen Verkehrs ist demzufolge die Verkehrswertigkeit jedes einzelnen Kettenlinkes und somit der gesamten Transportkette zu bestimmen. Nur wenn die Verkehrswertigkeit der gesamten Transportkette zu einem ähnlichen Preis-Leistungsverhältnis wie der konkurrierende Straßenverkehr führt, werden die beiden Alternativen als gleichwertig angesehen.

Fazit

Die Entscheidung der Verkehrsmittelwahl bezieht sich sowohl im Personen- als auch im Güterverkehr auf die Transportdienstleistung im „Haus-zu-Haus-Verkehr“. Aufgrund unterschiedlicher Rahmenbedingungen bei den verschiedenen Verkehrsmitteln ist nur im Straßenverkehr und vereinzelt auch im Schienen- und Binnenschiffsverkehr ein eingliedriger unimodaler Verkehr umsetzbar. Für einen intermodalen Vergleich muss demnach das Preis-Leistungsverhältnis der gesamten Transportkette in die Bewertung einfließen.

³⁴ Zur Begründung vgl. Abschnitt 3.2.

4 Wettbewerbstheoretische Grundlagen

In diesem Teil wird der Zusammenhang von Wettbewerbssituation und Kostenweitergabe aus wirtschaftstheoretischer Perspektive beleuchtet. Anhand wettbewerbstheoretischer Referenzmodelle werden die Möglichkeiten zur Kostenweitergabe analysiert. Anschließend wird eine Erweiterung für den Transportmarkt dargestellt, die als Grundlage für die relevante Marktabgrenzung und Beschreibung der Wettbewerbsintensität im 5. Kapitel dient. Die Ergebnisse aus dieser Analyse werden ferner genutzt, die Frage der Kostenüberwälzung und deren Auswirkung auf die Marktergebnisse im Transportsektor darzustellen. Mittels der erwarteten Nachfrageänderung können Rückschlüsse auf den Modal Split und den Effekt für CO₂-Emissionen im Land gezogen werden.

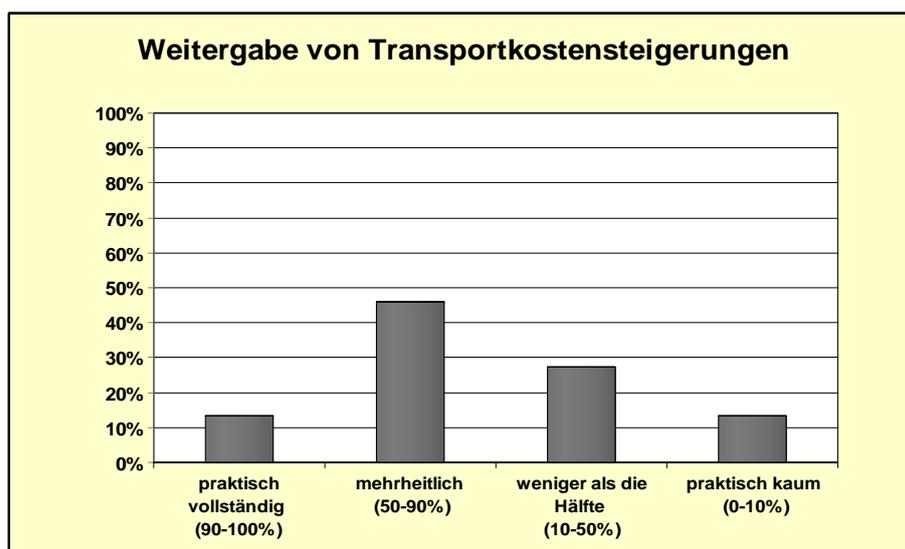
4.1 Wettbewerbssituation und Kostenweitergabe: Theoretische Ansätze

4.1.1 Grundlagen Kostenüberwälzung

Begriffsklärung

Der Begriff Kostenüberwälzung beschreibt den Zusammenhang zwischen den Produktionskosten, die ein Unternehmen aufbringen muss, um ein Gut oder eine Dienstleistung herzustellen und dem Preis, den es für das Gut oder die Dienstleistung auf dem Markt erzielt. Überwälzung, oder Kostenweitergabe findet dann statt, wenn eine Änderung der Input-Kosten eine Änderung der Outputpreise nach sich zieht. Der Fokus liegt hierbei auf der Änderung.

Abbildung 4.1: Weitergabe steigender Transportkosten in 2008



Quelle: Erhebung zum 4. Quartal 2008 des TransportmarktBarometers von ProgTrans/ZEW.³⁵

³⁵ Beim Transportmarktbarometer handelt es sich um eine quartalsmäßige Erhebung, die ein Stimmungsbild von einem ausgewählten Expertenkreis (300 Experten) aus Transportwirtschaft und verladender Industrie ermittelt.

Am Beispiel einer Umfrage im Rahmen des TransportmarktBarometer von ProgTrans/ZEW im ersten Quartal 2008 zur Weitergabe gestiegener Transportkostensteigerungen, lassen sich erste Rückschlüsse ziehen, wie sich die Transportwirtschaft bei gestiegenen Kosten verhält. Bei der Expertenbefragung gaben 45 % der Befragten an, dass im Jahr 2007 Kostensteigerungen in ihrem Geschäft mehrheitlich an die Verlager weitergegeben wurden. 14 % meinten sogar, dass die Kosten nahezu vollständig überwältigt wurden, nämlich zu 90 – 100 %, (siehe: Abbildung 4.1) Ein Viertel der Befragten gaben an, dass weniger als die Hälfte der Kosten weitergereicht wurden. Dieses Umfrageergebnis aus der Transportwirtschaft zeigt, dass eine Kostensteigerung nicht unbedingt zu einer Preissteigerung in gleichem Umfang führen muss. Die Gründe hierfür werden im Folgenden erläutert.

Was determiniert die Kostenüberwälzung?

Nehmen wir als Beispiel eine Kostensteigerung: wenn ein Unternehmen, das mit steigenden Kosten konfrontiert ist, durch höhere Preise einen Teil oder alle seine Kostensteigerungen kompensieren kann, dann wird es diese Überwälzung durchführen. Eine Kostenüberwälzung bedeutet steigende Preise für die Kunden, und das führt typischerweise zur Kaufzurückhaltung. In den Wirtschaftswissenschaften wird die Reaktionsstärke der Konsumenten auf Preisänderungen als Preiselastizität der Nachfrage bezeichnet.³⁶ Diese Elastizität ist in aller Regel negativ. Bei einer (betragsmäßig) großen Elastizität sind die Umsatzeinbußen durch die Kostenüberwälzung so groß, dass das Unternehmen geringere Verluste macht, wenn die Preise unverändert bleiben.

Die Wettbewerbssituation hat somit einen enormen Einfluss auf die Preiselastizität, mit der ein Unternehmen konfrontiert ist. Lassen die Konkurrenten ihre Preise unverändert und sind die Kunden sehr wechselbereit, so würde der Absatz des Unternehmens welches seine Kostenänderung weitergeben möchte, zusammenbrechen³⁷. Eine Kostenweitergabe ist in diesem Fall also nicht möglich. Da Preise jedoch im Zusammenspiel aller Marktteilnehmer entstehen, ist es notwendig, die Wirkung einer Kostenänderung auf den gesamten Wettbewerbsmarkt zu betrachten. Hierfür muss klar sein, von welcher Wettbewerbssituation als Status-quo ausgegangen wird. In Bezug auf die Möglichkeit, Kosten zu überwälzen, kommen die Wirtschaftswissenschaften hierbei zu einem Ergebnis, das auf den ersten Blick überraschend ist. Verkürzt lässt sich sagen: je stärker der Wettbewerb, desto eher müssen allgemeine Kostenänderungen an die Nachfrager weitergegeben werden. Kostenänderungen, die nicht alle, sondern nur manche Unternehmen betreffen, können hingegen nicht an die Nachfrager weitergegeben werden. Im Umkehrschluss heißt dies, dass bei Marktmacht nicht alle Kostensteigerungen auf die

³⁶ Ein eingängiges Beispiel zur Preiselastizität bietet folgende Frage: Wenn der Preis eines Unternehmens um 1% steigt, um wie viel Prozent ändert sich die Nachfrage? Man spricht von inelastischer Nachfrage, wenn sich die nachgefragte Menge unterproportional zum Preis verändert.

³⁷ Das gleiche gilt, wenn das Unternehmen keine Konkurrenz zu fürchten hat, jedoch sehr preisempfindliche Nachfrager bedient: „Wie viele Kunden verlassen den Markt?“.

Kunden überwältigt werden. Dieser Befund wird anhand zweier stilisierter Beispiele im folgenden Abschnitt erläutert.

4.1.2 Grundlagen der Wettbewerbstheorie zur Kostenüberwälzung

Grundlagen der Wettbewerbsanalyse

Das zentrale Analysekonzept zur Wettbewerbssituation ist das Marktgleichgewicht. In der modernen Volkswirtschaftslehre werden Marktgleichgewichte als die Situation definiert, in der keiner der beteiligten Akteure ein Interesse hat, sein Verhalten (Angebot/Nachfrage) zu ändern. Unter dieser Prämisse lässt sich aus allgemeinen Gegebenheiten, wie Kostenstruktur der Anbieter und Präferenzen der Nachfrager, auf das Verhalten und die daraus resultierenden Preise schließen. Als Beispiel werden im Folgenden zwei gegensätzliche Referenzpunkte für die Wettbewerbsanalyse aufgezeigt: der Preiswettbewerb und das Monopol. Vorerst beziehen sich beide Modelle auf Märkte mit homogenen Gütern, das heißt, es gibt seitens der Konsumenten keinerlei a priori Präferenz für das eine oder andere Gut. Anschließend werden diese Grundmodelle erweitert und auf die Transportmärkte bezogen.

4.1.2.1 Referenzmodell Preiswettbewerb

Preiswettbewerb in homogenen Gütern:

Im Preiswettbewerb entscheiden sich zuerst die konkurrierenden Unternehmen für den Preis, mit dem sie auf den Markt gehen, anschließend entscheiden sich die Konsumenten für das Unternehmen, welches günstiger anbietet. Unter diesen Umständen hat jedes Unternehmen das Interesse, seine Konkurrenten zu unterbieten, da bereits minimale Preisunterschiede die gesamte Nachfrage auf das eigene Produkt lenken können. Dieser Preiskampf endet erst dann, wenn eines oder mehrere Unternehmen gezwungen wären, einen Preis unterhalb der eigenen Grenzkosten³⁸ zu bieten. Das Gleichgewicht im Preiswettbewerb ist daher stets eine Extremsituation: Wenn zwei oder mehrere Unternehmen die gleiche Kostenstruktur aufweisen, so werden diese genau zu den jeweiligen Grenzkosten anbieten und keinen darüber hinausgehenden Gewinn erzielen. Wenn ein Unternehmen niedrigere Grenzkosten als seine Konkurrenten aufweist, wird dieses Unternehmen stets die Preise der anderen unterbieten und als alleiniger Anbieter aus dem Preiskampf hervorgehen. Verlangt dieser Incumbent jedoch Preise, die über den Kosten seiner potentiellen Konkurrenten liegen, so würden diese es profitabel finden, mit einem eigenen Angebot den Markt zu übernehmen. Dieser Mechanismus kann sowohl in einem Wettbewerb im Markt als auch in einem Wettbewerb um den Markt stattfinden.³⁹ Anwendungen hierfür finden sich beispielsweise bei der Ausschreibung von Regionalzugstrecken oder im Luftverkehr.

³⁸ Grenzkosten sind ein ökonomisches Konzept. Sie beschreiben die Kosten der nächsten produzierten Einheit. Langfristige Grenzkosten beinhalten insbesondere auch die Kapitalrentabilität.

³⁹ In der Literatur findet man zu diesem Thema den Begriff „bestreitbare Märkte“ (Contestable Markets). Vgl Baumol (1982).

Kostenüberwälzung im Preiswettbewerb

Im Preiswettbewerb bieten die Unternehmen zu Preisen auf dem Niveau ihrer Kosten an. Erfährt ein einzelnes Unternehmen eine Kostenerhöhung, so ist es gezwungen, zu höheren Preisen anzubieten als der Rest des Marktes und verliert damit seinen gesamten Absatz. Asymmetrische Kostensprünge führen also notwendigerweise zum Konkurs der benachteiligten Unternehmen, wobei der Marktpreis unverändert bleibt. Trifft jedoch eine Kostenerhöhung die gesamte Branche (symmetrischer Kostenschock), so werden alle Unternehmen genötigt, die Preise auf das neue Kostenniveau anzuheben. Es findet also vollständige Kostenüberwälzung (100%) statt.⁴⁰

4.1.2.2 Referenzmodell Monopol

Preissetzung im Monopol

Im Monopol trifft ein einzelnes Unternehmen allein die Entscheidung über den Preis, zu welchem ein Gut angeboten wird, tatsächlich findet also kein direkter Wettbewerb statt. Der Monopolist kann nun den Zusammenhang zwischen Preis und Nachfrage zu seinem Vorteil nutzen: Wenn sehr hohe Preise verlangt werden, bricht die Nachfrage ein, und der Monopolist erzielt keinen Profit. Wenn hingegen zu wettbewerblichen Preisen angeboten wird, ist der Absatz des Unternehmens groß, jedoch decken die Erlöse nur gerade eben die entstandenen Produktionskosten. Um seinen Gewinn zu vergrößern, muss der Monopolist moderate Preisaufschläge auf seine Kosten verlangen, so dass die Nachfrage nur etwas zurückgeht. Der optimale Monopolpreis ist erreicht, wenn das Produkt aus Absatz und Preisaufschlag (Preis minus Kosten) maximal wird. An diesem Punkt würde eine weitere Preiserhöhung den Absatz stärker einbrechen lassen, als dass die Preiserhöhung Erlöse bringt. Die Monopolpreise liegen also im „elastischen Bereich der Nachfrage“.

Kostenüberwälzung im Monopol

Der Monopolpreis liegt im Ausgangsgleichgewicht bereits deutlich über den Kosten des Monopolisten, und zwar in einem Bereich, in welchem weitere Preissteigerungen zu starken Nachfragerückgängen führen würden. Ist ein Monopolist nun mit einer Steigerung seiner Kosten konfrontiert, so steht er vor dem Dilemma, seine Marge verringern oder seine Preise anheben zu müssen. Würde er die gesamte Kostenerhöhung auf seine bisherigen Preise aufschlagen, so wäre das mit massiven Nachfragerückgängen verbun-

⁴⁰ Im bestreitbaren Markt (vgl. vorhergehende Fußnote) muss der Anbieter der aus dem Preiskampf als Sieger hervorgeht, Preise bieten, die unterhalb der Kosten seiner potentiellen Konkurrenten liegen. Die Kosten des nächsten Konkurrenten bilden also die bindende Preisschranke nach oben. Für die Preisanpassung bedeutet dies, dass jeweils die Kosten des zweiten Anbieters den Marktpreis bestimmen. Trifft den ganzen Markt ein Kostenschock (zum Beispiel steigende Energiekosten als Input), so werden diese Kosten voll überwälzt. Trifft nur den installierten Anbieter eine Kostenerhöhung (zum Beispiel betriebsinterne Tarifverhandlungen), so wird er diese nicht weitergeben können und muss gegebenenfalls den Markt verlassen.

den. Ein Monopolist wird daher niemals die vollen Kostensteigerungen an die Nachfrage weitergeben⁴¹, so dass seine Marge sinkt.

4.2 Erweiterung der Grundmodelle mit Bezug zu Transportmärkten

Abgrenzung eines Marktes

In realen Märkten werden nur sehr selten so ruinöser Wettbewerb wie im theoretischen Preiswettbewerb, oder so drastische Preisaufschläge wie im theoretischen Monopolfall beobachtet. Dies liegt daran, dass die beiden Theorien von vollkommen identischen Gütern (homogene Güter) ausgehen, die es so in der realen Welt nicht gibt. Dennoch können daraus wichtige Zusammenhänge für die Praxis abgeleitet werden.

Zwar existieren nur in den seltensten Fällen vollkommen identische Güter, doch Konsumenten sehen auch leicht unterschiedliche Güter als Substitute an, so dass deren Anbieter in Konkurrenz mit imperfekten Substituten zueinander stehen. Zur Bestimmung der Wettbewerbssituation muss daher abgegrenzt werden, welche Güter als Substitute angesehen werden und welche Anbieter im gleichen Markt agieren. In der Wettbewerbstheorie wird diese Diskussion unter dem Begriff „relevanter Markt“ geführt.

Im Sondergutachten der Monopolkommission zum Eisenbahnverkehr⁴² sind die jeweiligen Begründungen zur Abgrenzung des relevanten Marktes sehr streng. Sie beruhen auf dem Konzept des SSNIP-Test (Small but Significant Non-Transitory Increase in Price) und gehen in der Ausgangslage vom „engsten Markt“ aus. Fasst man den Markt weiter, so steht die Eisenbahn mit verschiedenen Verkehrsträgern auf zahlreichen regionalen Märkten im Wettbewerb. Die angebotenen Produkte sind in diesem Fall jedoch nicht mehr als homogen anzusehen.

In der verkehrswirtschaftlichen Literatur findet sich eine Vielzahl von empirischen Studien die belegen, dass Wettbewerb zwischen den Verkehrsmitteln auch in weniger eng gefassten Märkten besteht. Dieser Wettbewerb ist zwar weniger intensiv – was sich in geringeren Nachfragerreaktionen auf sich verändernde Preise widerspiegelt – aber durchaus existent. Deshalb folgt dieses Gutachten dem empirisch belegbaren Ansatz.

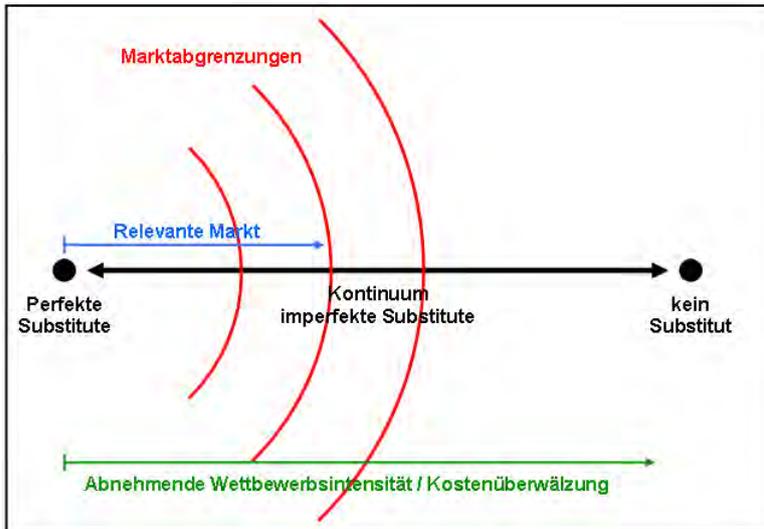
Abbildung 4.2 stellt grafisch dar, welcher Zusammenhang zwischen perfekten und imperfekten Substituten sowie der Abgrenzung des relevanten Marktes besteht. Die drei Kreise stellen unterschiedlich enge Marktabgrenzungen dar. Der Kreis mit dem kleinsten Radius ist die engste der drei dargestellten Marktabgrenzungen. Der relevante Markt findet sich ausgehend von perfekten Substituten bis zu den imperfekten Substituten, die gerade noch der Marktabgrenzung des relevanten Marktes zugeordnet werden. Je weiter man sich in dem Kontinuum der imperfekten Substitute von den perfekten Substituten

⁴¹ Im umgekehrten Fall einer Kostensenkung, würde er aus den gleichen Gründen nur einen geringen Teil seiner Kostensenkung an die Konsumenten weitergeben.

⁴² Vgl. Monopolkommission (2007). Sondergutachten gemäß §36 AEG zum Thema Wettbewerbs- und Regulierungsversuche im Eisenbahnverkehr

entfernt, desto schwächer wird der Wettbewerb und desto kleiner wird bei symmetrischen Kostenschöcks die Möglichkeit zur Kostenüberwälzung.⁴³

Abbildung 4.2: Abgrenzung des relevanten Marktes



Quelle: Eigene Darstellung

Perfekte vs. imperfekte Substitute: intramodaler vs. intermodaler Wettbewerb

Perfekte Substitute sind solche Güter, zwischen denen die Nachfrager keinerlei qualitativen Unterschied sehen. Die Kaufentscheidung richtet sich ausschließlich nach dem Preis. Von imperfekten Substituten spricht man, wenn Kunden die Angebote zweier Firmen als Alternativen betrachten, diese jedoch auch aufgrund von anderen Eigenschaften als ausschließlich dem Preis bewerten. Beispielsweise werden unterschiedliche Verkehrsmittel auch anhand der Verkehrswertigkeiten unterschieden (vgl. Kapitel 3). Man kann folglich davon ausgehen, dass zwei Transportdienstleistungen mit demselben Verkehrsmittel als nahezu perfekte Substitute angesehen werden (intramodaler Wettbewerb). Im intermodalen Vergleich treten jedoch weitere Eigenschaften der Transportmittel (Flexibilität, Komfort,...) in den Vordergrund, welche aus Sicht der Konsumenten nicht gleichwertig sind.

4.2.1.1 Synthese: Wettbewerb in imperfekten Substituten/Intermodaler Wettbewerb

Wettbewerb in imperfekten Substituten

Für die Wettbewerber bedeutet die Konkurrenz in imperfekten Substituten, dass in diesem Markt nicht allein über den Preis konkurriert wird. Wird eine bestimmte Transportdienstleistung nur von einem Unternehmen angeboten, so hat dieses Unternehmen eine gewisse Freiheit bei der Preisgestaltung, ähnlich der eines Monopolisten. Es muss nicht befürchten, sofort sämtliche Kunden zu verlieren, sobald ein anderes Unternehmen ein imperfektes Substitut etwas günstiger anbietet. Das Unternehmen wird also ebenfalls

⁴³ Vergleich hierzu die Ausführungen des vorherigen Abschnittes dieses Kapitels.

die Preise bis in den elastischen Bereich der Nachfrage anheben. Allerdings reagiert dann die Nachfrage besonders stark, weil dem Konsumenten naheliegende Substitute zur Verfügung stehen. Das bedeutet, dass nun die Preiselastizität der Nachfrage für das von dem Unternehmen angebotene Gut auch durch die Preise der möglichen Substitute bestimmt wird.

Zur Analyse dieses Zusammenhangs werden Kreuzpreiselastizitäten herangezogen. Sie messen den Nachfrageeffekt für das Unternehmen *a* bei einer Preisänderung des Unternehmens *b*. Bei einer stark positiven Kreuzpreiselastizität werden die Angebote der beiden Unternehmen als enge Substitute angesehen, und stehen in starker Konkurrenz zueinander.

Kostenüberwälzung in imperfekten Substituten

Trifft ein gemeinsamer Kostenschock (z.B. eine höhere Mehrwertsteuer) alle Unternehmen, die in imperfekten Substituten miteinander konkurrieren, so werden alle Unternehmen, ähnlich wie im Monopolfall ihre Kostensteigerungen nur zum Teil an die Kunden weitergeben können. Der Grund hierfür ist vor allem der allgemeine Nachfrage- rückgang durch steigende Preise im Markt.

Wenn nur ein einzelner Anbieter von Kostensteigerungen betroffen ist und diese an seine Kunden weitergeben möchte, kommt zum drohenden Absatzverlust durch geringere Nachfrage auch noch der Verlust von wechselbereiten Kunden an die dann relativ günstigere Konkurrenz. Dies erschwert die Kostenüberwälzung noch einmal deutlich gegenüber dem Fall eines symmetrischen Kostenschocks.

Intermodaler Wettbewerb als Beispiel für imperfekte Substitute

Unterschiedliche Verkehrsmittel stehen als imperfekte Substitute miteinander im Wettbewerb. Zur Modellierung von Transportmärkten werden üblicherweise Verkehrsmittelwahl- elastizitäten (Mode Choice Elasticities) berechnet, die dieselbe Aussage wie die oben beschriebenen Kreuzpreiselastizitäten treffen. Bei der Verkehrsmittelwahl- elastizität wird jedoch das aggregierte Volumen des Verkehrs in der Momentaufnahme als konstant angesehen. Es ändert sich nur der Modal Split, als Ergebnis der Substitutions- beziehungen. Die Elastizität gibt dann an, mit welcher Wahrscheinlichkeit ein anderes Verkehrsmittel aufgrund einer Preisänderung gewählt wird.⁴⁴

Elastizitäten imperfekter Substitute im Verkehr

Eine Kostenüberwälzung führt zu einer Preisänderung, aus der wiederum eine Veränderung der modalen Nachfrage resultiert. Wie hoch diese Nachfrageänderung ist, hängt von der (Kreuz-)Preiselastizität der Nachfrage oder aber von der Elastizität der Verkehrsmittelwahl ab. In der verkehrswissenschaftlichen Literatur zeigt sich eine große

⁴⁴ Siehe hierzu: McFadden (1968).

Bandbreite in den Ausprägungen der Elastizitäten.⁴⁵ Diese Unterschiede lassen sich zum einen aus inhaltlichen zum anderen aus methodischen Gründen ableiten.⁴⁶

Die große Bandbreite der Elastizitäten macht eine Verdichtung der Daten notwendig. In der Literatur gibt es bereits mehrere meta-analytische Studien zum Thema „Transportnachfrage“.⁴⁷ Für die Untersuchung der Verkehrsmittelwahl in diesem Gutachten sind dabei die Werte der kurzfristigen Anpassung der Konsumenten an eine Preisänderung relevant, weil sie den direkten Effekt eines neuen Politikinstrumentes beschreibt. Bei Einführung des Emissionshandels für den Flugverkehr und der vollständigen Auktionierung von Emissionszertifikaten für den Energiesektor (und somit auch für den Schienenverkehr) kann so der Effekt eventueller Preissteigerungen auf den Modal Split herausgearbeitet werden.

Fazit:

Der intramodale Wettbewerb im Verkehrssektor kann als Preiswettbewerb in nahezu perfekten Substituten aufgefasst werden. In diesem Fall ist mit einer vollständigen Kostenüberwälzung zu rechnen. Dies gilt auch für Relationen, die nur von einem Anbieter bedient werden, jedoch unter Konkurrenzdruck durch möglichen Markteintritt stehen.

Intermodal konkurrieren Transportunternehmen in imperfekten Substituten. Diese Situation eröffnet eingeschränkte Möglichkeiten zur Preisgestaltung. Bei gleichen Kostenänderungen für alle Verkehrsmittel kann mit einer weitgehenden Überwälzung gerechnet werden. Im wahrscheinlicheren Fall, dass verschiedene Verkehrsmittel verschiedenen Kostenentwicklungen unterliegen, ist die Kostenweitergabe stark erschwert. Die Reaktion der modalen Nachfrage hängt jedoch nur indirekt von der Kostenüberwälzung ab. Die Stärke der Abhängigkeit ist beschrieben durch die Elastizität der Verkehrsmittelwahl. In der Literatur finden sich hierzu sehr unterschiedliche Angaben. Eine Meta-Analyse ermöglicht eine Verdichtung der Werte für dieses Gutachten.

⁴⁵ Oum (1990; 1992), sowie Langdon (1982), Kremers (2002), Winston (1999) und Nijkamp (1998; 2002) geben einen Überblick über die Bandbreite der Untersuchungen.

⁴⁶ Inhaltliche Gründe liegen in den unterschiedlichen Betrachtungszeitpunkten der Studien sowie in deren unterschiedlichen geografischen Ausrichtungen. Methodische Gründe sind im Grad der Aggregation zu sehen, der aufgrund besserer Computertechnologie in den vergangenen Jahren deutlich detailliertere Betrachtungen ermöglicht, sowie in der Methode der Datenerfassung (bekundete vs. offenbare Präferenzen).

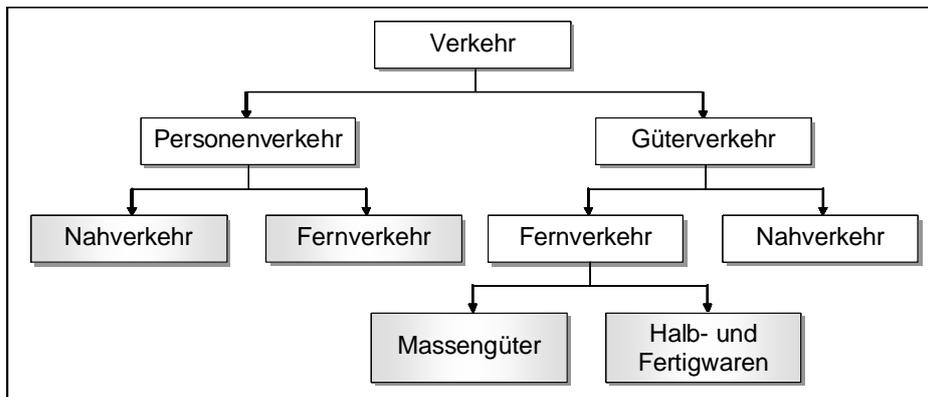
⁴⁷ Eine Meta-Analyse hat zum Ziel, unterschiedliche Studien zu vergleichen, um daraus eine allgemeingültige Aussage treffen zu können. Vgl. Nijkamps (2002) und Oum (1990).

5 Anwendung wettbewerbstheoretischer Ausführungen auf den Transportmarkt

5.1 Wettbewerbsmärkte der Eisenbahn

Im folgenden Unterkapitel werden die Überlegungen zur Abgrenzung des relevanten Marktes auf die Wettbewerbssituation im Transportmarkt angewendet. Aus den im 4. Kapitel ausgeführten Rahmenbedingungen für einen Wettbewerbsmarkt lassen sich vier Marktsegmente ableiten, in denen sich die Eisenbahn jeweils unterschiedlichen Konkurrenten gegenüber sieht. Diese Marktsegmente basieren auf einer sachlichen Abgrenzung. Die jeweiligen Transportdienstleistungen, die in den vier Marktsegmenten angeboten werden, lassen sich nicht gegenseitig substituieren. Es liegen somit vier voneinander getrennte Märkte vor. Abbildung 5.1 stellt diese Märkte als gefärbte Felder dar.

Abbildung 5.1: Wettbewerbsmärkte des Eisenbahnverkehrs



Quelle: Eigene Darstellung.

Innerhalb dieser Märkte gibt es verschiedene Wettbewerber, die ihre Transportdienstleistung teilweise mit unterschiedlichen Verkehrsmitteln anbieten. Sofern diese Anbieter dasselbe Verkehrsmittel nutzen, spricht man von intramodalem Wettbewerb. Entsprechend der Abbildung 4.2 handelt es sich somit um perfekte Substitute.⁴⁸ Derartige Substitute finden sich im Verkehrssektor für alle Verkehrsmittel. So wird beispielsweise im Wettbewerbsbericht der Deutschen Bahn AG auf die große Anzahl nicht öffentlicher Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU) hingewiesen.⁴⁹ Im Flugverkehr sind in den vergangenen Jahren eine Vielzahl von Low-Cost-Airlines (LCA) in den Markt eingetreten. Der Straßenverkehr war schon immer ein sehr wettbewerbsintensiver Markt.

⁴⁸ Da die Verkehrswertigkeiten insbesondere durch die technischen und organisatorischen Rahmenbedingungen der Verkehrssysteme definiert sind, unterliegen verschiedene Anbieter einer Transportleistung mit demselben Verkehrsmittel einem vergleichbaren Qualitätsprofil. Somit besitzen sie dieselbe Verkehrswertigkeit. Eine Unterscheidung der Dienstleistung ist nur über den Preis möglich. Folglich liegen perfekte Substitute vor.

⁴⁹ Vgl. Wettbewerbsbericht der Deutschen Bahn AG (2008). Im Güterverkehr werden beispielsweise 300 Konkurrenten mit einem Fremdanteil von 17% ausgewiesen.

Liegt intramodaler Wettbewerb vor, kann von einem starken Preiswettbewerb ausgegangen werden. Unabhängig von der Existenz intermodalen Wettbewerbs würde der intramodale Preiswettbewerb auch den Wettbewerb zwischen den Verkehrsmitteln verschärfen. Wettbewerb setzt sich somit durch, wenn er entweder intra- oder intermodal vorliegt.

Im 4. Kapitel wird auf den Zusammenhang zwischen intermodalem Wettbewerb und imperfekten Substituten verwiesen. Je eher zwei Verkehrsleistungen als Substitute betrachtet werden, desto weniger unterscheiden sie sich bezüglich ihrer Verkehrswertigkeit und desto stärker ist die Wettbewerbsintensität. Dies wiederum hat Einfluss auf die Möglichkeit der Kostenüberwälzung und somit der Preissetzung. Deshalb wird im Folgenden auf die intermodale Wettbewerbssituation und die Abgrenzung des relevanten Marktes in den vier Marktsegmenten eingegangen.

Fazit

Die Eisenbahn steht in vier Marktsegmenten sowohl intra- als auch intermodal im Wettbewerb. Die vier Märkte sind der Personennahverkehr, der Personenfernverkehr, der Güterverkehr in den Segmenten Massengut und Kaufmannsgut. In jedem dieser Märkte herrscht scharfer intermodaler oder intramodaler Wettbewerb.

5.2 Intermodale Wettbewerbssituation der Eisenbahn

5.2.1 Verkehrswertigkeit und relevanter Markt für die Eisenbahn im intermodalen Wettbewerb

Im intermodalen Wettbewerb wird die Verkehrsmittelwahl neben dem Preis auch durch Qualitätskriterien bestimmt, da es sich um imperfekte Substitute handelt. Die Verkehrsmittel, die intermodal im Wettbewerb zueinander stehen, weisen unterschiedliche Qualitätseigenschaften auf, beispielsweise in Bezug auf Komfort oder Pünktlichkeit⁵⁰. So sind die präzisen Fahrpläne, die Flexibilität und die Netzdichte gegenüber dem Flugverkehr eine positive Qualitätseigenschaften des Verkehrsmittels Eisenbahn. Gegenüber dem Straßenverkehr sind Flexibilität und Netzdichte jedoch eingeschränkt.

Wird ein Konsument nun vor die Wahl gestellt, welches Verkehrsmittel er für die geplante Verkehrsleistung benutzen möchte, so wird er die gesamte Verkehrswertigkeit aller relevanten Alternativen vergleichen. Dabei ist er bereit, niedrigere Qualitätseigenschaften hinzunehmen, wenn er einen niedrigeren Preis zahlen muss (vgl. Abschnitt 3.2). Damit hängt die Wahl des Verkehrsmittels von seinem Preis-Leistungsverhältnis ab. Ein höherer Preis reflektiert also eine höhere Verkehrswertigkeit.⁵¹

Der Auswahlprozess eines Verkehrsmittels zur Erbringung einer Transportleistung erfolgt dabei in mehreren Schritten. Die Person, die von einem Ort zu einem anderen reisen oder Güter transportieren möchte, vergleicht nicht sofort das Preis-Leistungs-

⁵⁰ Vgl. IWW (2004), Pünktlichkeitsanalyse im Personenverkehr.

⁵¹ $Qualität_{\text{niedrig}} + Preis_{\text{niedrig}} \approx Qualität_{\text{hoch}} + Preis_{\text{hoch}}$.

verhältnis aller Verkehrsmittel. Vielmehr macht sie sich zuerst auf die Suche nach möglichen Anbietern, die eine Transportdienstleistung auf der gewünschten Strecke bereitstellen. Dabei klassifiziert sie grob, ob der jeweilige Anbieter in Frage kommt oder nicht. Implizit kann dieser Auswahlprozess als eine Art Vergleich der Mindestanforderungen der Person an das Angebot des Dienstleisters gesehen werden.

Dieser Schritt kann als eine Abgrenzung des relevanten Marktes verstanden werden. Nur wenn das Angebot innerhalb dieses relevanten Marktes liegt – das heißt, wenn es sich in der Betrachtung des Nachfragers um Substitute handelt – erfolgt in einer zweiten Stufe der eigentliche Auswahlprozess zugunsten eines Verkehrsmittels und Anbieters. Auf der ersten Stufe ist demnach noch nicht definiert, wie eng der relevante Markt und die substitutive Beziehung zwischen den verschiedenen Angeboten ist. Wie eng die Verkehrswertigkeiten der verbleibenden Angebote in der zweiten Stufe beieinander liegen, wird gemäß Abschnitt 4.2 durch den Betrag der Kreuzpreiselastizität bzw. der Elastizität der Verkehrsmittelwahl abgebildet.⁵²

In diesem Gutachten wird deshalb davon ausgegangen, dass der relevante Markt alle Alternativen enthält, die nach der ersten Stufe eines solchen Auswahlprozesses noch immer zum Vergleich des Preis-Leistungsverhältnis der Verkehrsmittel berücksichtigt werden. Die Marktabgrenzung ist weiter als die der Monopolkommission gefasst, die bereits auf der ersten Stufe eines solchen Auswahlprozesses eine starke Anforderung auch an die substitutive Beziehung der Alternativen stellt.⁵³ Die folgende Erläuterung soll das von der Monopolkommission abweichende Vorgehen erläutern.

Betrachtet man die realen Verkehrsaktivitäten zwischen zwei Orten, bei denen es sich gemäß Monopolkommission nicht mehr um Substitute im Sinne eines relevanten Marktes handelt, so zeigt sich, dass auf solchen Transportrelationen der Eisenbahnverkehr durchaus mit dem Flugzeug, dem Straßenverkehr oder dem Binnenschiff im Wettbewerb steht. Kunden ziehen unter Berücksichtigung der Preise unterschiedliche Verkehrsmittel in betracht, und entscheiden sich je nach Angebotslage. Beispielsweise wird im Personenverkehr durch regelmäßige Rabattaktionen unterschiedlicher Verkehrsanbieter der intermodale Wettbewerb besonders eindrücklich dokumentiert. Unter dieser Annahme eines weiter gefassten relevanten Marktes sollen im Folgenden die Konkurrenten der Eisenbahn im intermodalen Wettbewerb auf den vier Marktsegmenten identifiziert werden.

5.2.2 *Personennahverkehr*

Der Personennahverkehr umfasst Transportrelationen mit Transportentfernungen bis 50 km. Hier steht die Eisenbahn intermodal mit dem motorisierten Individualverkehr im Wettbewerb. In diesem Marktsegment sind die Kriterien Flexibilität und Netzdichte von

⁵² Für die Abbildung der Wettbewerbsintensität wurde eine Literaturanalyse zu Elastizitäten im Verkehr vorgenommen. Zur Verdichtung der Daten für dieses Gutachten wird für die verschiedenen Entfernungsklassen jeweils der Median aus den vorliegenden Elastizitäten gebildet.

⁵³ Vgl. Ausführungen in Abschnitt 4.2.

besonderer Bedeutung. Da (Berufs-)Pendler und Bring- und Abholverkehre höchste Anforderungen an die flexible Nutzung eines Transportmittels stellen, ist die Eisenbahn lediglich als imperfektes Substitut zu verstehen, das in einem schwachen intermodalen Wettbewerbsverhältnis zum motorisierten Individualverkehr steht. Darüber hinaus liegen in diesem Marktsegment in der Regel starre Präferenzen vor. Die Verkehrsmittelwahlentscheidungen werden nur in langen Zeitperioden überprüft und gegebenenfalls geändert. Es besteht deshalb nur ein schwacher intermodaler Wettbewerb. Die Elastizitäten in diesem Marktsegment sind somit sehr gering.

Für den Pkw wird eine Elastizität von $-0,16$, für den Eisenbahnverkehr von $-0,37$ angenommen. Die Elastizitäten zwischen den Verkehrsmitteln sind somit nicht symmetrisch, so dass eine gleich hohe Veränderung der Preise dennoch zu einer Veränderung des Modal Split führt. Theoretisch wäre die Möglichkeit zur Kostenüberwälzung aufgrund der sehr inhomogenen Güter gering. Jedoch existiert ein kompetitiver intramodaler Markt. In diesem Gutachten nehmen wir deshalb an, dass 90 % der Kostensteigerungen überwältigt werden müssen um weiterhin kostendeckend arbeiten zu können.

5.2.3 *Personenfernverkehr*

Der Personenfernverkehr beginnt ab Transportentfernungen von 150 km. Für dieses Gutachten wird der Regionalverkehr aufgrund der Ähnlichkeit zum Fernverkehr diesem zugeordnet. Die Eisenbahn steht in diesem Marktsegment mit dem motorisierten Individualverkehr im Wettbewerb. Auch der Flugverkehr ist bei größeren Transportentfernungen ein Wettbewerber zur Eisenbahn. Die intermodale Wettbewerbssituation ist somit abhängig von der Distanz zwischen dem Quell- und Zielort der Reise.

Im Entfernungsbereich bis 300 km gehört aufgrund der Netzdichte der Flugverkehrsinfrastruktur (Flughafen) das Flugzeug nicht zu den Substituten der Eisenbahn. Der Nachteil der Verkehrswertigkeit durch die geringe Netzdichte führt zu einem Preis-Leistungsverhältnis unterhalb der Mindestaffinität. Erst bei einer mittleren Reiseweite von 300 km – 400 km erweist sich der Flugverkehr als Konkurrent zur Schiene. Dennoch handelt es sich aufgrund der langen Zu- und Ablaufzeiten im Vor- und Nachlauf des Fluges im Vergleich zur gesamten Transportdauer nur um sehr inhomogene Güter, so dass die Elastizität gering ist.

Ab einer Reiseweite von 400 km – 600 km wird der Flugverkehr zu einem sehr engen Substitut des Eisenbahnverkehrs. Geschätzt werden von den Kunden ab 400 km die Schnelligkeit des Flugverkehrs sowie die niedrigen Preise auf bestimmten Strecken.⁵⁴ Auf vielen Relationen unterbieten Flugverkehre sogar die Preise der Eisenbahn. Das ist das Resultat eines starken intramodalen Wettbewerbs im Flugverkehr, der den intermodalen Wettbewerb nochmals verstärkt. Die Elastizitäten in diesem Entfernungsegment sind demzufolge sehr hoch. Steigt die Transportentfernung erneut, so nimmt die Wettbewerbsintensität für die Schiene wiederum ab. Bei Entfernungen von mehr als 600 km

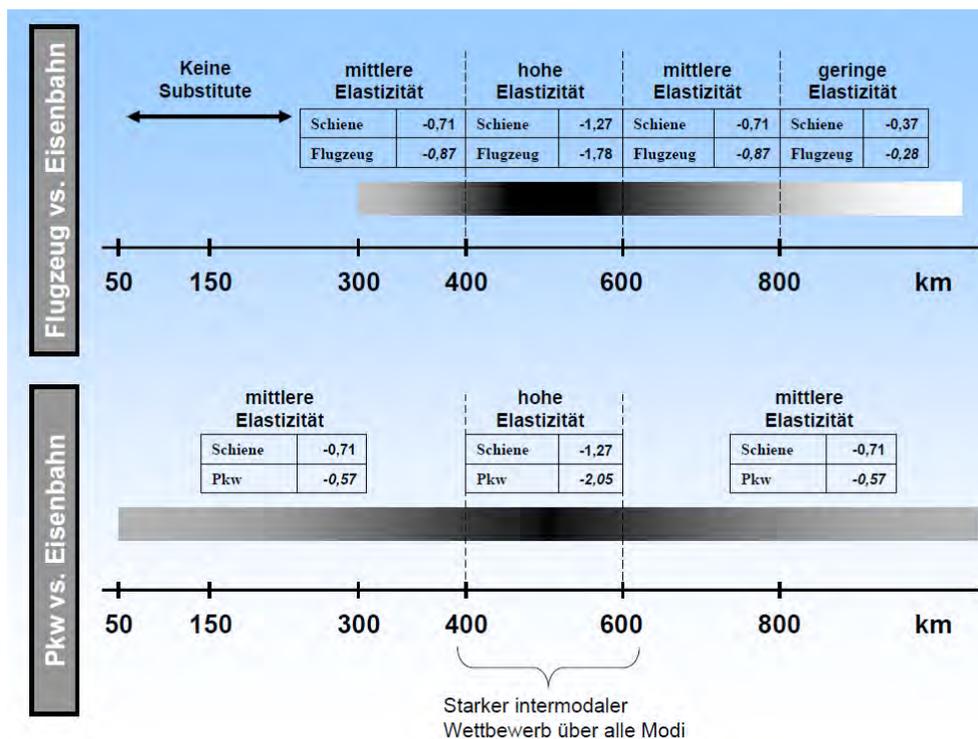
⁵⁴ Extrem niedrige Preise lassen sich aufgrund des praktizierten Yield Managements zur Kapazitätsauslastung durchsetzen.

ist der Flugverkehr im klaren Vorteil gegenüber der Eisenbahn. Hier sind die intermodalen Angebote wieder inhomogen, die Elastizitäten nehmen demzufolge betragsmäßig ab.

Der motorisierte Individualverkehr hingegen ist im gesamten Marktsegment ein relativ enges Substitut, da sich die Durchschnittstransportzeiten der Verkehrsmittel Pkw und Eisenbahn nur wenig unterscheiden. Beim Flugzeug hingegen wird der Unterschied in der Transportdauer mit zunehmender Transportentfernung im Vergleich zur Eisenbahn und dem Pkw größer.

Abbildung 5.2 stellt die Wettbewerbssituation zwischen der Eisenbahn, dem Flugverkehr und dem motorisierten Individualverkehr in Abhängigkeit von der Transportentfernung dar. Sie zeigt, dass die Wettbewerbsintensitäten sich zwischen den Verkehrsmitteln bezüglich der Entfernungen deutlich unterscheiden. Da jedoch auf allen Relationen bis 800 km mindestens zwei Verkehrsmittel in starkem Wettbewerb zueinander stehen, wird für die Kostenüberwälzung angenommen, dass 90 % der Kostensteigerungen überwältigt werden müssen.

Abbildung 5.2: Intermodale Wettbewerbssituation und Elastizitäten im Personenfernverkehr



Quelle: Eigene Darstellung.

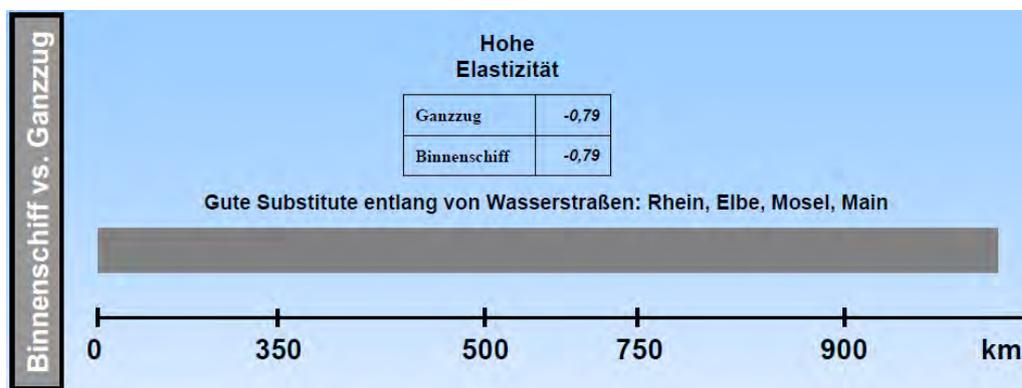
5.2.4 Güterverkehr – Segment Massengut

Im Güterverkehr beim Transport von Massengütern steht die Eisenbahn in Konkurrenz zum Binnenschiff. Es ist jedoch anzumerken, dass die Substituierbarkeit nur entlang leistungsfähiger Wasserstraßen (Rhein, Mosel, Elbe, Main) besteht. Eine schnelle, fle-

xible Transportleistung ist bei Massengütern zweitrangig.⁵⁵ Es entscheidet beinahe einzig und allein der Preis. Dies ist auf die geringe Wertdichte der Güter zurückzuführen. Die Transportkosten dürfen keinen substantiellen Kostenblock der Gesamtkosten des Produktes darstellen. Beide Verkehrsträger können beinahe als perfekte Substitute angenommen werden.

Die Elastizitäten aus der Literatur unterscheiden sich jedoch stark zwischen den Verkehrsmitteln. Die Elastizität der Verkehrsmittelwahl des Binnenschiffs liegt im Mittel bei $-0,79$, die des Ganzzugs bei $-0,02$. Dies verwundert auf den ersten Blick, bedenkt man die starke Konkurrenz der beiden Verkehrsmittel. Berücksichtigt man jedoch, dass das Binnenschiff in einigen Regionen Deutschlands keine Dienstleistung anbieten kann und die Eisenbahn somit auf diesen Teilmärkten nur im Wettbewerb zu imperfekten Substituten steht, so ist die geringe Elastizität der Verkehrsmittelwahl des Ganzzugverkehrs auf nationaler Ebene verständlich. Für die Analyse auf Basis einer Transportstrecke wird deshalb davon ausgegangen, dass die Elastizitäten beider Verkehrsmittel identisch sind und bei $-0,79$ liegen. Die empirischen Ergebnisse aus der ersten Erhebung 2007 des TransportmarktBarometers von ProgTrans/ZEW zeigen, dass die Kostenwertgabe im Massengutsegment bei rund 72 % liegt.

Abbildung 5.3: Intermodale Wettbewerbssituation und Elastizitäten im Güterverkehr – Segment Massengut



Quelle: Eigene Darstellung.

5.2.5 Güterverkehr – Segment Kaufmannsgut

Beim Transport von Kaufmannsgütern (Halb- und Fertigwaren) befindet sich die Eisenbahn im Wettbewerb zum Lkw-Transport auf der Straße. Da nur wenige Unternehmen über einen Gleisanschluss verfügen, konkurriert die Eisenbahn in Form des Kombinierten Verkehrs⁵⁶ (KV) mit dem Lkw. Aufgrund des weitmaschigen Netzwerks von Con-

⁵⁵ Es ist für ein Massengut wie Kohle nicht von Bedeutung, dass das Verkehrsmittel schnell, flexibel und pünktlich im Sinne von just-in-time ist. Entscheidend hingegen ist die Möglichkeit des Verkehrsmittels, große Gütermengen in einem Transportvorgang möglichst günstig zu transportieren.

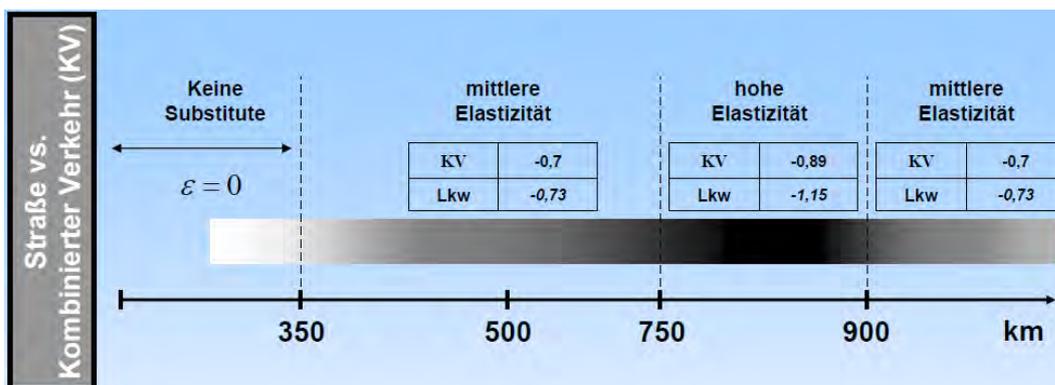
⁵⁶ Die Definition des Kombinierten Verkehrs (KV), welche die Europäische Union (EU), die Europäische Konferenz der Verkehrsminister (CEMT) sowie die UN-Wirtschaftskommission für Europa (UN/EWG) gemeinsam gewählt haben, lautet folgendermaßen: „Intermodaler Verkehr, bei dem der

tainerterminals in Deutschland, ist für den Vor- und Nachlauf ein Lkw einzusetzen. Sofern der Vorlauf zum KV-Terminal und der Nachlauf vom KV-Terminal zum Zielort sowie der Umschlag und die Standzeiten einen relativ großen Anteil der Gesamttransportdauer einnehmen, ist der KV nicht wettbewerbsfähig. Dies ist insbesondere bei kurzen Transportentfernungen der Fall, wo die eigentliche Fahrzeit sehr kurz ist.

Deshalb werden kombinierte Verkehre erst ab einer Entfernung von ca. 350 km wettbewerbsfähig und werden üblicherweise darunter auch nur äußerst selten angeboten. Ist hingegen der Anteil der Fahrzeit im Verhältnis zur Gesamtdauer groß, so ist der KV dem Lkw überlegen. Dies ist insbesondere bei Transporten im Entfernungsbereich von 900 km der Fall. Deshalb werden auch hier in diesem Entfernungsegment die beiden Alternativen als sehr inhomogene Güter betrachtet. Zwischen 750 km und 900 km hingegen herrscht ein starker Wettbewerb. Bei diesen Entfernungen werden die beiden Verkehrsmittel als nahezu homogene Güter aufgefasst.

Die bisherigen Ausführungen zeigen eine Vierteilung des Segments Kaufmannsgut, in denen sich die Wettbewerbsintensitäten unterscheiden. Im Bereich unter 350 km liegt kein Wettbewerbsmarkt vor, da die Güter nicht als Substitute angesehen werden. Die Elastizität ist Null. Zwischen 350 km und 750 km sowie ab 900 km liegen mittlere Elastizitäten vor. Hohe Elastizitäten sind im Bereich zwischen 750 km und 900 km vorzufinden. Die Möglichkeit, zusätzlich auftretende Kosten an die Nachfrager weiterzureichen, wurde in dem gesamten Marktsegment von den Experten des Transportmarkt-Barometers mit 68% angegeben.

Abbildung 5.4: Intermodale Wettbewerbssituation und Elastizitäten im Güterverkehr – Segment Kaufmannsgut



Quelle: Eigene Darstellung

Fazit:

Die Eisenbahn befindet sich in vier Verkehrsmärkten im Wettbewerb. Im Personenverkehr sieht sich der Eisenbahnverkehr sowohl im Nahverkehr als auch im Fernverkehr intermodalem Wettbewerb ausgesetzt. Im Güterfernverkehr ist eine Unterscheidung

überwiegende Teil der in Europa zurückgelegten Strecke mit der Eisenbahn, dem Binnen- oder Seeschiff bewältigt und der Vor- und Nachlauf auf der Straße so kurz wie möglich gehalten wird.“

nach Segmenten notwendig. Im Massengutsegment steht die Eisenbahn intermodal in starkem Wettbewerb mit dem Binnenschiff. Im Kaufmannsgutsegment steht die Eisenbahn in Form des Kombinierten Verkehrs intermodal im Wettbewerb zum Lkw.

Die Möglichkeit zur Kostenüberwälzung ist in jedem Fall durch den scharfen intramodalen oder intermodalen Wettbewerb bestimmt. Die Elastizitäten unterscheiden sich deutlich auch innerhalb der Marktabgrenzung des jeweils relevanten Marktes. Dies resultiert aus den sich verändernden Verkehrswertigkeiten der Verkehrsmittel im Verhältnis zu den jeweiligen Wettbewerbern.

6 Simulationsmodell zur Abbildung des intermodalen Wettbewerbs

6.1 Spezifikation und Beschreibung des Simulationstools

Ziel der Studie ist die Abbildung der ökologischen und ökonomischen Folgen einer Veränderung umweltpolitischer Regulierungen auf die verschiedenen Akteure im Verkehrssektor. Die bisher dargestellten Kapitel beleuchten dabei jeweils Teilaspekte aus der Argumentationskette. Das in diesem Abschnitt vorgestellte Simulationsmodell strukturiert diese Zusammenhänge und stellt sie in einem rechenbaren System dar.

Politische Maßnahmen zur Internalisierung der externen Umwelteffekte im Verkehr führen gemäß des Abschnittes zu den fiskalischen Maßnahmen im Verkehr zu einer Veränderung der Energiekosten. Da die verschiedenen Verkehrsmittel unterschiedliche Treibstoffe nutzen, können fiskalische Maßnahmen sehr unterschiedlich wirken. Betreffen sie alle Verkehrsmittel gleichermaßen, so erhöhen sie die Energiekosten bei allen Verkehrsmitteln. Zielen die Maßnahmen hingegen nur auf eine einseitige Kostensteigerung, so werden die Verkehrsmittel unterschiedlich betroffen. Für das Simulationsmodell ist deshalb eine verkehrsmittelspezifische Modellierung erforderlich. Es wird hierzu die Annahme getroffen, dass jedes Verkehrsmittel nur einen Energieträger nutzt.⁵⁷

Die Steigerung der Energiekosten resultiert in einer Veränderung der gesamten Transportkosten. Es ist in der kurzen Frist davon auszugehen, dass andere Kostenfaktoren konstant bleiben. Somit entspricht die Steigerung der Energiekosten auch den gesamten Kostensteigerungen – ausgedrückt in absoluten Werten.⁵⁸ Da umweltpolitisch motivierte fiskalische Maßnahmen unterschiedliche Wirkungszusammenhänge nutzen, müssen die Kostensteigerungen in dem Simulationsmodell über zwei Wirkungsmechanismen abgebildet werden:

- CO₂-Zertifikate setzen direkt an den Emissionen an. Um die Kostensteigerungen auf einer gegebenen Transportrelation quantifizieren zu können, müssen die spezifischen Kostensteigerungen mit den beim Transport emittierten Emissionen multipliziert werden. Hierfür werden die vom UmweltMobilCheck oder EcoTransit ausgewiesenen Emissionen als Grundlage genommen. Liegt eine anteilige freie Vergabe der Emissionszertifikate vor, so werden die Zusatzkosten in entsprechendem Verhältnis reduziert.

⁵⁷ Das einzige Verkehrsmittel, das aktuell unterschiedliche Energieträger nutzt, ist der Schienenverkehr. Hier wird einerseits Strom genutzt, andererseits werden insbesondere auf nicht-elektrifizierten Trassen sowie im Rangierbetrieb Diesellokomotiven eingesetzt. In diesem Simulationsmodell wird davon ausgegangen, dass der Schienenverkehr mittels Strom betrieben wird. Die im Modell betrachteten repräsentativen Relationen sind alle elektrifiziert, so dass davon auszugehen ist, dass die Transportdienstleistungen durch Elektrotraktion erbracht werden.

⁵⁸ Für eine relative Betrachtung der Kostensteigerungen wäre das Wissen über die Kostenstrukturen unerlässlich, um Nachfragereaktionen abbilden zu können. Die folgenden Ausführungen im Text zeigen jedoch, dass dies in dem vorliegenden Fall nicht erforderlich ist.

- Energiesteuern setzen hingegen an dem Einsatz des Energieträgers an. Um den gleichen Ansatz wie bei der CO₂-Bepreisung beschreiten zu können, muss zuvor der spezifische Emissionsfaktor des jeweiligen Energieträgers in der Kalkulation berücksichtigt werden. Die folgenden Schritte zur Bestimmung der Kostensteigerung erfolgen in Anlehnung an die CO₂-Bepreisung.

Gemäß den Ausführungen zur Kostenüberwälzung in Kapitel 4.1.2.1 führt eine Kostensteigerung zu einer Erhöhung des Transportpreises. Je nach Marktform erfolgt diese Überwälzung in vollem Umfang oder aber in einem, der Wettbewerbsform und -situation des Verkehrsmittels entsprechendem Verhältnis. Die Überwälzungsfaktoren werden im Güterverkehr aus einer empirischen Untersuchung im Rahmen des TransportmarktBarometers von ProgTrans/ZEW übernommen. Folgende empirischen Ergebnisse liegen vor: Im Massengutsegment liegt ein Überwälzungsfaktor von 72 % vor. Im Segment der Konsumgüter wurde von den befragten Experten angegeben, dass 68 % der Kosten auf die Preise überwälzt werden können.

Im Personenverkehr müssen bezüglich der Überwälzungsmöglichkeiten aufgrund fehlender empirischer Daten Annahmen getroffen werden. Aufgrund des starken Wettbewerbs im Personenverkehr ist davon auszugehen, dass der Überwälzungsfaktor über den Werten des Güterverkehrs liegt. Es wird die Annahme getroffen, dass 90 % der Kostensteigerungen auf die Preise überwälzt werden müssen. In anderen Worten lässt sich daraus ableiten, dass eine Erhöhung der Kosten um einen Euro zu einer Erhöhung der Transportpreise von 90 Cent führt. Diese Annahmen resultieren aus den Aussagen zur Wettbewerbsintensität aus dem 5. Kapitel dieser Studie.

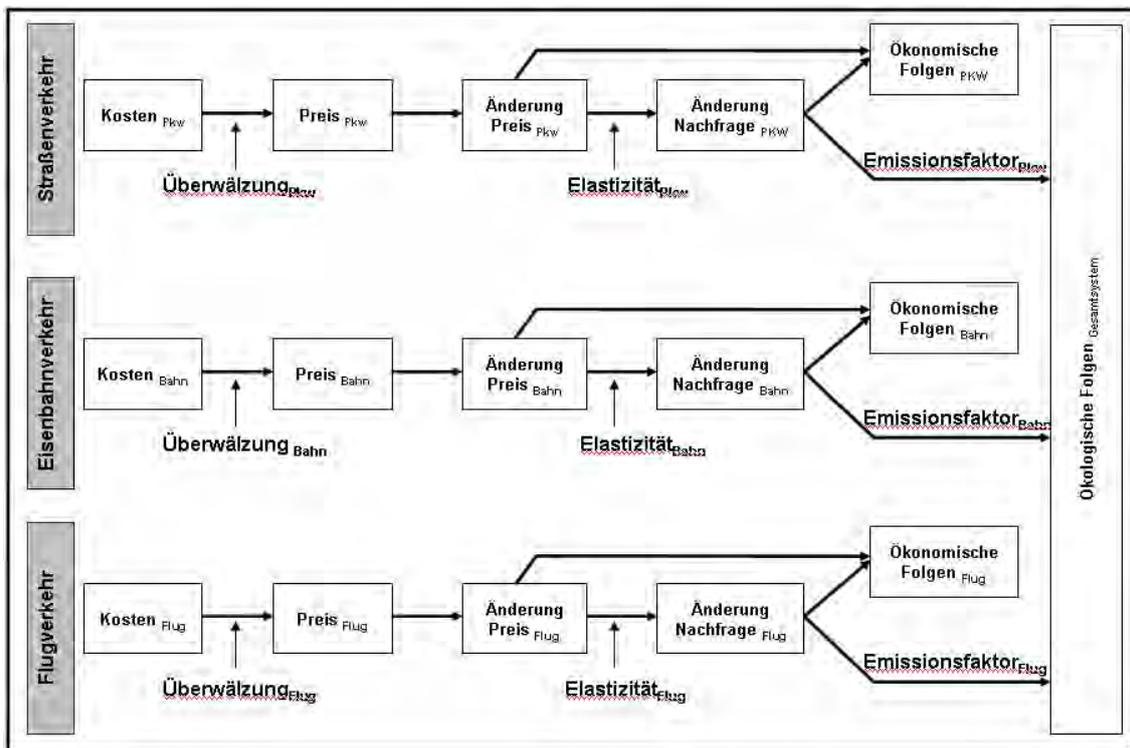
Liegen die Überwälzungsfaktoren für die verschiedenen Verkehrsmittel in den vier unterschiedlichen Marktsegmenten vor, so können Kostensteigerungen durch einfache Multiplikation mit den Überwälzungsfaktoren in Preisänderungen dargestellt werden. Um Nachfragereaktionen aufgrund von Preisänderungen abbilden zu können, sind relative Preisänderungen erforderlich. Da für die ausgewählten Transportrelationen aktuelle Preise vorliegen (vgl. hierzu die Ausführungen zu den Preisen des folgenden Abschnittes), können die relativen Preisänderungen durch die Division der neuen, durch Steuern oder CO₂-Preise veränderte Transportpreise und der bisherigen Preise errechnet werden.

Die Veränderung des Preises wiederum führt zu einer Nachfragereaktion. Da wie im 5. Kapitel beschrieben nicht der Einkommens- sondern ausschließlich der Substitutionseffekt betrachtet wird, stellt die Nachfragereaktion lediglich eine Veränderung der Marktanteile der Verkehrsmittel dar. Durch diese Veränderung der Marktanteile verschieben sich folglich die Wahlwahrscheinlichkeiten für die verschiedenen Verkehrsmittel. Führt eine Veränderung der Transportpreise zu einer Veränderung der Wahlwahrscheinlichkeit einer Person, so kann diese Aussage auf aggregierter Ebene als eine Verschiebung der Marktanteile verstanden werden. Somit entspricht die veränderte Wahlwahrscheinlichkeit einer Veränderung des Modal Split. Betrachtet man das Verkehrsaufkommen und die Verkehrsleistung auf den jeweiligen Transportrelationen, so kann damit die Anzahl der Personen quantifiziert werden, die durch eine Preisänderung ihre Verkehrsmittelwahl ändern. Multipliziert man diese Anzahl wiederum mit der

Transportpreisänderung, so kann die Änderung des Unternehmenserfolgs als ökonomische Größe bestimmt werden.

Ebenfalls ausgehend von den Wahlwahrscheinlichkeiten – und somit von den Marktanteilen – können die ökologischen Wirkungen unterschiedlicher umweltpolitischer Regulierungen untersucht werden. Da die verschiedenen zur Auswahl stehenden Verkehrsmittel gemäß den Ausführungen in Abschnitt 2.3 unterschiedliche Emissionswerte aufweisen, führt eine Verschiebung der Marktanteile zu einer Veränderung der gesamten Verkehrsemissionen auf den abgebildeten Transportrelationen. Zur Quantifizierung der veränderten Emissionswerte werden sowohl die bisherigen als auch die veränderten Marktanteile der Verkehrsmittel mit den verkehrsmittelspezifischen Emissionswerten multipliziert. Die Differenz dieser beiden Emissionswerte kann als Indikator für die ökologische Vorteilhaftigkeit einer umweltpolitischen, fiskalischen Maßnahme angesehen werden. Dieser Wert kann anschließend auf das gesamte Verkehrsaufkommen auf der jeweiligen Relation hochgerechnet werden.

Abbildung 6.1: Strukturdiagramm des Simulationsmodells



Quelle: Eigene Darstellung.

Mit Hilfe des Simulationsmodells kann abgelesen werden, ob die umweltpolitische Regulierung, die der Auslöser einer Kette von Folgereaktionen ist, zu einer Reduktion der Umweltwirkungen des Gesamtsystems „Verkehr“ auf der jeweiligen Transportrelation, die exemplarisch für eine Vielzahl ähnlicher Transportrelationen gewählt wurde, führt. Abbildung 6.1 stellt die Kausalkette der jeweils nacheinander abfolgenden Reaktionen auf einen Preisschock im Personenverkehr dar. Der Aufbau im Güterverkehr ist identisch, so dass von dessen grafischer Abbildung abgesehen wird.

6.2 Auswahl der Transportrelationen für die Simulationsanalyse

In diesem Abschnitt sollen für die vier relevanten Wettbewerbsmärkte der Eisenbahn Relationen betrachtet werden, die in Bezug auf das Transportaufkommen, die Transportdistanz, sowie das transportierte Gut (Personen, Massen- oder Kaufmannsgüter) für die Eisenbahn bedeutend sind. Die Relationen werden in den Abbildungen dieses Kapitels grafisch dargestellt und in einer kurzen Auflistung erläutert. Vorab werden die zugrunde liegenden Annahmen, sowie Quellen für den Personen- und Güterverkehr erläutert.

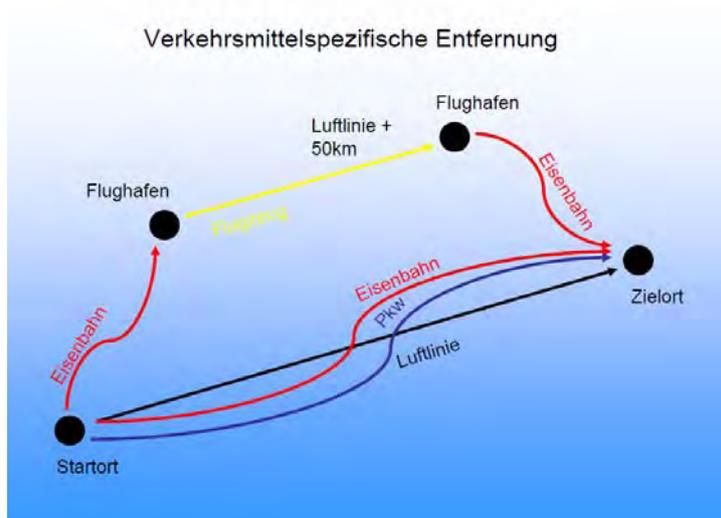
6.2.1 Annahmen und Quellen

Im Folgenden soll eine kurze Übersicht über die Quellen und Annahmen zur Bestimmung repräsentativer Transportrelationen gegeben werden.

6.2.1.1 Personenverkehr

Entfernung:

Abbildung 6.2: Verkehrsmittelspezifische Transportentfernung



Quelle: Eigene Darstellung.

Die verkehrsmittelspezifische Transportentfernung unterscheidet sich je nach Verkehrsmittel (vgl. Abbildung 6.2). Der Pkw sowie die Eisenbahn fahren nicht die Luftlinie, sondern wählen den durch die Infrastruktur (Gleisanlagen, Straßen) zur Verfügung stehenden kürzesten Weg.⁵⁹ Die tatsächlichen Transportentfernungen für den Straßenverkehr werden dem MobilitätsCheck zugrunde liegenden Routenplaner der Deutschen Bahn AG entnommen. Die tatsächlichen Transportentfernungen der Eisenbahn werden den Angaben der Reiseauskunft der Deutschen Bahn von Hauptbahnhof zu Hauptbahnhof entnommen. Für den Flugverkehr wird ein Vor- und Nachlauf mit der Eisenbahn

⁵⁹ „Kürzester Weg“ ist aus einer Zeit-Distanz Beziehung definiert. Es wird folglich nicht der kürzeste Weg angegeben sondern der für den Nutzer hinsichtlich der Relation zeitlich interessanteste Weg.

von Bahnhof zu Flughafen kalkuliert. Die Entfernung des Hauptlaufes wird mittels Gmaps Distance Calculator⁶⁰ von Flughafen zu Flughafen ermittelt, wobei pauschal 50 km pro Flug aufgeschlagen werden, um Umwege in den Luftverkehrsstraßen und Warteschleifen im Flugverkehr zu berücksichtigen.⁶¹

Transportpreise:

Der Konsument einer Transportdienstleistung hat die Möglichkeit, seine Reise im Voraus zu buchen, oder kurz vor dem Antritt der Reise. Ein langer Planungshorizont eröffnet Möglichkeiten zur Nutzung von Sondertickets der Eisenbahn oder zu günstigen Flugtickets aufgrund des von Fluggesellschaften praktizierten Yield-Managements. Für den Pkw bleibt der Preis gleich – unabhängig von dem Zeitpunkt der Buchung. Um die Preise zu synchronisieren wird in dieser Studie von einer Buchung 7 Tage vor Reisebeginn ausgegangen.

Die Preise der Eisenbahn werden über die Reiseauskunft der DB AG, zweiter Klasse und ohne Bahncard ermittelt (Normalpreis). Die Bahncard-Ermäßigungen können somit selbst berechnet werden. Sondertickets werden nicht berücksichtigt. Die Preise des Flugverkehrs werden bei den Fluggesellschaften ermittelt. Um einen Überblick über die Preisspanne zu gewinnen, werden zusätzlich zu den „Normalpreisen“ (Buchung 7 Tage vor Reisebeginn) die Preise 3 Wochen sowie 3 Tage vor Abflug ermittelt. Die Preise des Pkw werden dem Mobilitätscheck der Deutschen Bahn AG und damit dem Bericht des IFEU Instituts (2008) entnommen.

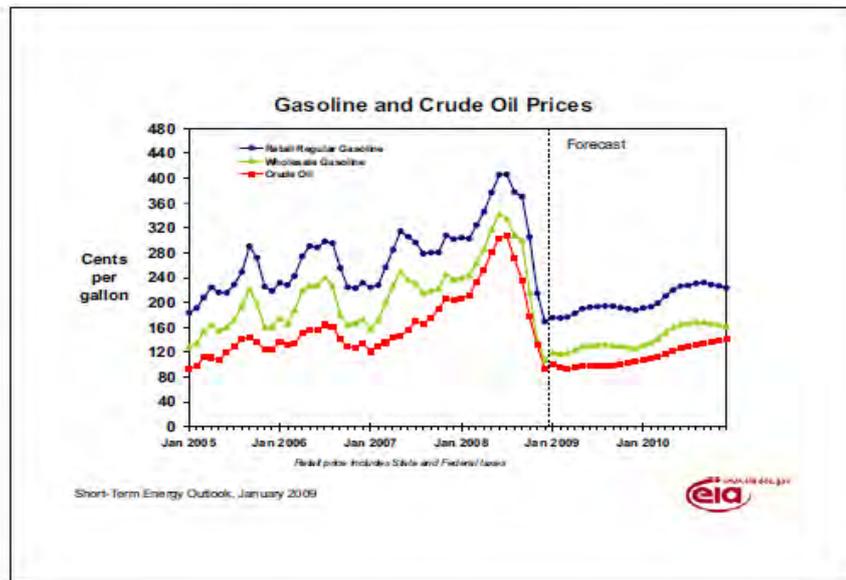
Beim Pkw unterscheidet man zwischen einer Teil- und einer Vollkostenrechnung. Bei der Teilkostenrechnung werden lediglich die variablen Kosten (Spritverbrauch und Schmierstoffe) berücksichtigt, während bei der Vollkostendeckung auch die fixen Kosten enthalten sind. Dazu zählen insbesondere die Anschaffungskosten, die häufig als „sunk costs“ bezeichnet werden, und deshalb nicht der einzelnen Fahrt zugerechnet werden. Somit werden die tatsächlichen Kosten des Pkw im Vergleich zu denen der anderen Verkehrsmitteln unterschätzt. Der Vergleich in dieser Studie beruht deshalb auf dem Vollkostenansatz. Die Teilkostenrechnung wird dennoch exemplarisch aufgeführt.

Die Annahmen zur Berechnung der variablen Kosten im UmweltMobilCheck sind: ein Pkw der Mittelklasse mit einem Verbrauch von 6,2 Litern Diesel/100km, und einem Dieselpreis von 1,324 €/Liter. Aus aktueller Sicht erscheint dieser Dieselpreis hoch. Mittelfristig erwartet die IEA jedoch wieder steigende Benzin- und Dieselpreise. Für diese Studie wird der genannte Wert als realistisch angenommen.

⁶⁰ <http://www.daftlogic.com/projects-google-maps-distance-calculator.htm>.

⁶¹ Das Vorgehen entspricht dem Hintergrundbericht zum Emissionsrechner von Atmosfair.

Abbildung 6.3: Short-Term Energy Outlook, IEA



Quelle: IEA, Januar 2009.

Transportzeiten

Für die Eisenbahn wird die kürzeste ausgewiesene Transportzeit mit der Reiseauskunft ermittelt. Der Pkw wird mit der ausgewiesenen Reisezeit auf maps.google.com angesetzt. Für den Flugverkehr wird auf nationalen Strecken eine pauschale Check-in Zeit von 45 Minuten angesetzt, für inhereuropäische Flüge eine Check-in Zeit von 60 Minuten. Das Auschecken wird mit 30 Minuten für beide Transporte veranschlagt. Hinzu kommt die ausgewiesene Reisezeit für den Vor- und Ablauf mit der Eisenbahn, und die ausgewiesene reine Flugzeit.

Emissionen

Die Emissionen der drei konkurrierenden Verkehrsmittel werden dem UmweltMobil-Check der Deutschen Bahn AG entnommen.⁶² Der Hintergrundbericht des IFEU geht von einem Mittelklasse Pkw mit Dieseltreibstoff und Baujahr ab 2005 (vgl. Kapitel 2.3.2) aus. Das entspricht einem direkten Emissionswert von 159g CO₂/100km. Der ADAC weist Modelle wie einen Audi A4 2,7TDI für diese Werte aus.

Die Ermittlung der Werte für den Flugverkehr wird differenziert nach Steigflug, Sinkflug und Reiseflug. Wie bei der Darstellung der Personenfernverkehrsrelationen zu erkennen sein wird, hat der Pkw durchweg höhere Emissionen als das Flugzeug. Der Grund für höhere Emissionen des Pkw im Vergleich zum Flugzeug ist zum einen die Auslastung (beim Flugverkehr werden 69% angenommen). Die Emissionen werden demzufolge aus einer individuellen Perspektive gerechnet. Während der Pkw extra für die Erbringung der Transportleistung eingesetzt wird, fliegt das Flugzeug hingegen unabhängig von der Entscheidung des zusätzlichen Passagiers. Beim Flugzeug werden die

⁶² Dieser basiert auf dem Emissionsrechenmodell TREMOD vom IFEU-Institut.

verursachten Emissionen des Flugzeugs deshalb auf alle beförderten Passagiere umgerechnet, während die gesamten Emissionen des Pkw der einen Person angelastet werden (zur ausführlichen Diskussion siehe Kapitel 2.3.2).

Für innereuropäische Strecken weist der UmweltMobilCheck keine Emissionen aus. Auf der Beispielrelation Mannheim – Paris wird deshalb wie folgt vorgegangen: Die Emissionen für die Eisenbahn werden bis Saarbrücken aus dem Tool „UmweltMobilCheck“ entnommen. Von dort bis Paris wird der CO₂-ärmere französische Stromerzeugungsmix berücksichtigt.⁶³ Auf deutschen Relationen wird eine äquivalente (ICE, Distanz Saarbrücken – Paris) Verbindung mit dem UmweltMobilCheck ermittelt, und mit dem Faktor 0,1 multipliziert.⁶⁴

Transportaufkommen

Die Transportaufkommen für den Personenverkehr sind aus Verkehrsverflechtungsmatrizen entnommen. Die Angaben zu den Verkehrsaufkommen liegen auf NUTS-3 Level vor. In der Bundesrepublik Deutschland entspricht diese Einteilung der Gebietskörperschaft „Stadt- oder Landkreis“. Die Daten sind aus zwei unterschiedlichen Datenquellen entnommen und gegeneinander abgeglichen worden.⁶⁵ Das Basisjahr ist 2005.

In den ausgewiesenen Aufkommen sind nur die Transportfälle berücksichtigt, bei denen die Quelle des Transportfalls in der einen Stadt (Ausgangsort) und das Ziel in der anderen Stadt (Zielort) haben. Transportfälle, bei denen die Quelle-Zielrelation nur eine Teilstrecke der gesamten Transportrelation darstellt, werden hingegen nicht berücksichtigt. Würde man jedoch ausschließlich die Personenfernverkehre zwischen dem Quell- und Zielort auf NUTS-3 Level berücksichtigen, wären die Aufkommen deutlich zugunsten des Flugverkehrs verzerrt. Aufgrund des großen Einzugsgebiets von Flughäfen, muss auch das jeweils regionale Aufkommen der Quell- und Zielorte in die Analyse aufgenommen werden. Hierzu wurden die Verkehrsaufkommen der den Stadtkreisen angrenzenden Stadt- und Landkreise ebenso in der Aufkommensstatistik berücksichtigt.⁶⁶

Da die vorliegenden Datenquellen auf dem Basisjahr 2005 beruhen, die energie- und klimapolitischen Regulierungen sich auf die Jahre 2013 und folgende beziehen, werden die Aufkommen auf Grundlage der monatlichen Wachstumsraten der offiziellen Verkehrsprognose des BMVBS⁶⁷ auf das Jahr 2013 hochgerechnet. Hierzu wurden modale Wachstumsraten des Verkehrsaufkommens ermittelt und auf die Verkehrsaufkommen

⁶³ Auf französischer Seite ist der Atomstromanteil bei der Energieerzeugung verantwortlich für niedrigere Emissionen im Eisenbahnverkehr.

⁶⁴ Der Faktor ergibt sich aus der Differenz der deutschen und französischen Emissionskoeffizienten. Quelle: OECD.

⁶⁵ Die Datenquellen sind die DB Europamatrix (2005) und die iTren-Matrix des IWW (2005).

⁶⁶ So wäre beispielsweise ein Transport von Mannheim nach Kiel über Frankfurt und Hamburg nicht in der Aufkommensstatistik der Transportrelation Frankfurt – Hamburg berücksichtigt. Hingegen wäre beispielsweise ein Verkehr von Offenbach nach Stade in der Statistik enthalten.

⁶⁷ Vgl. BVU/ITP (2007).

auf den jeweiligen Quelle-Ziel-Relationen angewendet. Die jährlichen Wachstumsraten für die verschiedenen Verkehrsmittel sind in Tabelle 6-1 aufgeführt.

Tabelle 6-1: Jährliche modale Wachstumsraten im Personenverkehr bis 2013

	Eisenbahn	Pkw	Flugzeug
Jährliche Wachstumsrate	0,23%	0,38%	3,50%

Quelle: BVU/ITP (2007).

6.2.1.2 Güterverkehr

Entfernungen

Die tatsächlichen Transportentfernungen werden den Berechnungen des Emissionsrechners EcoTransit (ecotransit.org) entnommen. Die Entfernungen des Binnenschiffes werden aus Angaben zu den Rheinkilometern errechnet. Im Segment „Kaufmannsgut“ wird die Entfernung des KV aus den drei Teilrelationen bestimmt. Der Vor- und Nachlauf mit dem Lkw zwischen einem Umschlagsbahnhof und Industriestandort in der Nähe des jeweiligen Quell- und Zielorts wird quantifiziert und zur Entfernung des Schienenhauptlaufs hinzuaddiert. Den Entfernungen des Lkw im Vor- und Nachlauf wird abermals die Berechnung eines Routenplaners (EcoTransit bzw. maps.google.com) zugrunde gelegt.

Transportpreise

Die Transportpreise werden bezogen auf das Transportgewicht für die jeweiligen Relationen pro Fahrt angegeben. Rabatte für Großkunden werden nicht berücksichtigt, können aber individuell ermittelt werden.

Transportpreise im Ganzzugverkehr werden den veröffentlichten Preisen der DB Schenker Rail AG sowie Experteninterviews entnommen. Dabei muss für die Berechnung der Preise für den Ganzzug von Durchschnittszügen ausgegangen werden. Das beinhaltet neben dem Ganzzug auch den Einzelwagenverkehr, dessen Preise für den einzelnen Wagen aufgrund von Rangierkosten deutlich über denen des Ganzzugverkehrs liegen. Daraus ergeben sich erhebliche Differenzen zwischen den Preisen für einen Transport mit dem Binnenschiff im Vergleich zu denen für einen Transport mit dem Ganzzug. Die Preise wurden für einen Transport von 1000 t – 1400 t berechnet. Die Kalkulation für die Preise des Lkw entstammt dem PeTra Kostenrechner zur Bestimmung von Transportpreisen für mittelständische Firmen. Die absoluten Werte werden aus der Literatur übernommen, und mit den vom BGL ausgewiesenen Kostensteigerungen multipliziert (siehe: Abbildung 6.4).⁶⁸ Zusätzlich wird ein kalkulatorisches Unternehmerrisiko von 10% veranschlagt.

⁶⁸ Vgl. Bühler (2006).

Die Transportpreise für das Binnenschiff beziehen sich auf Experteninterviews. Als Referenzpunkt für Preise im Massengutsegment wurde ein Kohletransport zwischen 1000 t – 2000 t verwendet.

Abbildung 6.4: Branchenkostenentwicklung für Lkw-Transporte



Kostenentwicklung im Güterkraftverkehr
 Kostenveränderungen im Fernverkehr
 von Dezember 2003 bis Dezember 2008
 Kostenstruktur: nationaler Fernverkehr 2000



Kostenart	Kostenstruktur (durchschnittl. Anteil an den Gesamtkosten)	Kosten- veränderungen	Auswirkungen der Kosten- veränderungen auf die Gesamtkosten
Personalkosten Fahrer¹ ohne Spesen	30,82		+5,17
Lohn	24,60	+18,04 ²	+4,44
gesetzliche Sozialaufwendungen	6,02	+11,53	+0,69
sonstige	0,20	+21,81	+0,04
Fahrespesen³	3,41		0,00
Fahrespesen	3,41	0,00	0,00
Fahrzeugeinsatzkosten (km-abhängige LK)	36,38		+6,50
km-abhängige Abschreibung	4,64	+9,62	+0,45
Kraftstoffkosten	21,36	+20,52	+4,38
Schmierstoffkosten	0,34	+57,28	+0,19
Wartungs- und Reparaturkosten	7,68	+13,47	+1,03
Fzg.-Reinigungskosten (Außenreinigung)	0,50	+9,05	+0,05
Reifenkosten	1,86	+21,59	+0,40
Fahrzeughaltkosten (Fixkosten)	14,55		+21,48
zeitabhängige Abschreibung	4,64	+9,62	+0,45
Fremdfinanzierungskosten	1,09	+12,97 ⁵	+0,14
Prüfgebühren	0,16	+9,42	+0,02
Kfz.-Steuer/Straßenbenutzungsgebühren	2,03	+1036,36	+21,04
Versicherungen	4,58	-13,03	-0,60
sonstige Fixkosten ⁴	2,05	+20,86	+0,43
Verwaltungskosten (Gemeinkosten)	14,84		+1,16
Personalkosten	7,86	+6,28	+0,49
Sachkosten	6,98	+9,65	+0,67
Insgesamt	100,00		+34,31

Quelle: Bundesverband im Güterkraftverkehr (BGL).

Die Transportpreise für den Kombinierten Verkehr (KV) ergeben sich aus einem Vor- und Nachlauf mit dem Lkw und dem Hauptlauf mit der Eisenbahn. Hierzu werden die Transportpreise für den Lkw-Transport im Vor- und Nachlauf sowie die Transportpreise für den Ganzzug im Hauptlauf verwendet, und mit Experteninterviews abgeglichen.

Transportzeiten

Die Durchschnittsgeschwindigkeit des Lkw liegt bei 85 km/h. Allerdings sind dem Lkw-Fahrer gesetzlich Ruhezeiten vorgeschrieben. Diese werden stilisiert wie folgt berücksichtigt (vgl. Tabelle 6-2).

Das impliziert, dass der Fahrer in dieser Woche noch keinen 10 Stunden Tag hatte und die maximale Lenkdauer pro Woche noch nicht überschritten hat. Die Transportentfernungen, die in den Beispielrelationen zurückgelegt werden müssen, sind nicht länger,

als dass eine maximale Transportdauer von 19 Stunden ohne Stau überschritten werden würde.

Tabelle 6-2: Lenk- und Ruhezeiten im Lastkraftwagenverkehr

Lenk- und Ruhezeiten beim Lkw

Fahrtzeit	4:50 h
Ruhezeit	0:75 h
Fahrtzeit	4:50 h
Ruhezeit	0:75 h
Fahrtzeit	1:00 h
Ruhezeit	8:00 h
Fahrtzeit	4:50 h
Ruhezeit	0:75 h
Fahrtzeit	4:50 h
...	...
Σ Fahrtzeit	19:00 h
Σ Ruhezeit	10:15 h

Quelle: Eigene Darstellung.

Transportzeiten für den KV werden dem Fahrplan von Kombiverkehr entnommen.⁶⁹ Dabei wird der kritische Zeitpunkt berücksichtigt, zu dem der Umschlag der Güter vom Lkw auf die Schiene laut Fahrplan spätestens erfolgt sein muss. Hinzu kommt der Vor- und Nachlauf mit dem Lkw, der auf insgesamt pauschal 40 km angesetzt wird. Wie bereits in Abschnitt 5.2 diskutiert, ist die Transportzeit für die Beförderung von Massengütern zu vernachlässigen.

Emissionen:

Die Emissionen werden für den Güterverkehr dem Emissionsrechner von EcoTransit entnommen. Für den KV werden dabei die Emissionen des Vor- und Nachlaufes berücksichtigt. Zusätzlich entstehen Emissionen für den intermodalen Transfer des KV (von Lkw auf Schiene mittels elektrischem Krahn). Eine Studie des ISV (1993) weist Werte von 2,2 kWh pro Umschlag aus, während eine Studie des IFEU Instituts (2000) mit 4,4 kWh pro Umschlag rechnet. Der verwendete Emissionsrechner von EcoTransit basiert auf den IFEU Zahlen. Der Anteil der durch den Umschlag verursachten Emissionen im Verhältnis zu den Emissionen des gesamten intermodalen Transports ist jedoch sehr gering. Er liegt bei 1 % – 2 % der Gesamtemissionen und wird deshalb nicht in dieser Analyse berücksichtigt.⁷⁰

⁶⁹ Vgl. www.kombiverkehr.de.

⁷⁰ Vgl. IFEU (2002), Comparative Analysis of Energy Consumption and CO2 Emissions of Road Transport and Combined Transport Road/Rail, Heidelberg.

Transportaufkommen

Wie die Aufkommen im Personenverkehr sind auch die Transportaufkommen für den Güterverkehr aus Verkehrsverflechtungsmatrizen entnommen.⁷¹ Die Angaben zu den Verkehrsaufkommen liegen jedoch nur im nationalen Verkehr auf NUTS-3 Level vor. Die Datenlage für internationale Verkehrsaufkommen ist weniger disaggregiert, so dass ein mit dem Personenverkehr konsistentes Vorgehen nicht möglich ist. Darüber hinaus liegen die Daten auf der Ebene von Wirtschaftszweigklassifikationen vor. Eine Zuordnung dieser Wirtschaftszweigklassifikationen in die Kategorie Massengüter und Kaufmannsgüter musste deshalb über einen Zuteilungsschlüssel erfolgen.

Die vorliegenden Daten wurden auf Grundlage von Experteninterviews, Plausibilitätsüberlegungen und durch den Abgleich mit anderen Datenquellen in eine, dem Personenverkehr äquivalente Datenquelle umgewandelt. Das Basisjahr der Daten ist 2007. Die Hochrechnung erfolgt wiederum für das Jahr 2013 – dem Basisjahr für die neuen energie- und klimapolitischen Regulierungen – auf Grundlage der jährlichen modalen Wachstumsraten aus der offiziellen Verkehrsprognose des BMVBS.⁷² Die jährlichen Wachstumsraten für die verschiedenen Verkehrsmittel sind in Tabelle 6-3 aufgeführt.

Tabelle 6-3: Jährliche modale Wachstumsraten im Güterverkehr bis 2013

	Eisenbahn KV	Eisenbahn Ganzzug	Lkw	Binnenschiff
Jährliche Wachstumsrate	3,70%	1,40%	2,10%	0,90%

Quelle: BVU/ITP (2007).

6.2.2 Beispielrelationen

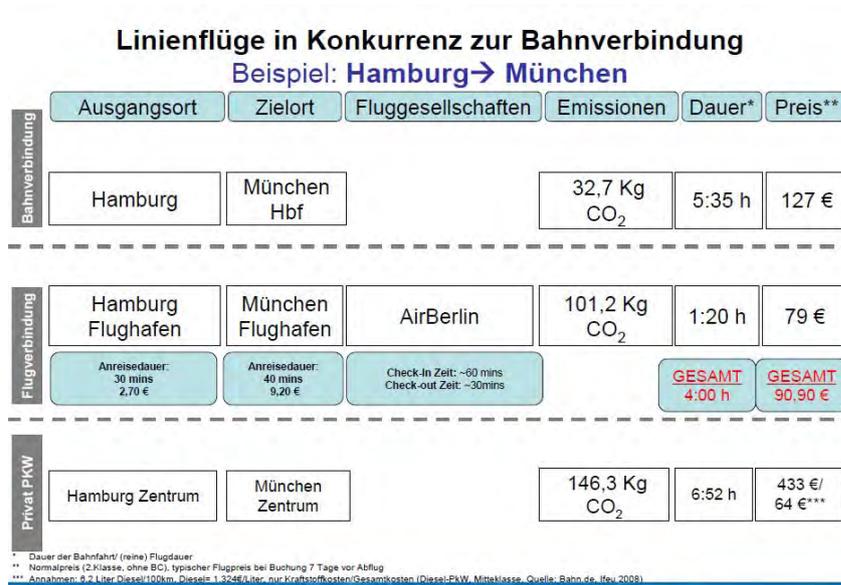
Auf den folgenden Seiten werden die vier Transportmärkte, in denen sich die Eisenbahn mit anderen Verkehrsmitteln im Wettbewerb befindet, detailliert beschrieben. Um eine möglichst breite Abdeckung der Wettbewerbsmärkte hinsichtlich der in dieser Studie aufgeführten Definition zu erreichen, werden beim Personenfern- und bei den Güterverkehren mehrere exemplarische Transportrelationen dargestellt. Diese unterscheiden sich lediglich im Hinblick auf die Transportentfernung.

Die Beispielrelationen wurden so gewählt, dass sie sich hinsichtlich der Transportpreise oder Transportdauer in einer vergleichbaren Größe bewegen. Die anderen Determinanten (z.B. Flexibilität, Pünktlichkeit, vgl. Abschnitt 3.2) der Verkehrswertigkeit werden in ihrer Summe als gleichwertig über alle Verkehrsmittel angesehen.

⁷¹ Die Datenquelle ist von der Deutschen Bahn AG zur Verfügung gestellt worden. Sie basiert auf offiziellen Statistiken.

⁷² Vgl. BVU/ITP (2007).

6.2.2.1 Personenfernverkehr

Transportrelation: Hamburg – München**Abbildung 6.5: Strukturdiagramm Hamburg – München**

Quelle: Eigene Darstellung.

- Verkehrsmittelspezifische Transportentfernung:
 - (1) Eisenbahn: 770 km.
 - (2) Auto: 775 km.
 - (3) Flugzeug: 650 km (602 km Flugdistanz + 11 km Nachlauf + 37 km Vorlauf)
- Transportpreise:
 - (1) Eisenbahn: 127,00 €
 - (2) Auto: 433 €(Vollkostenrechnung) / 64 €(variable Kosten)
 - (3) Flugzeug: 79 €(7 Tage vor Buchung)
97 €(3 Tage vor Buchung)
49 €(3 Wochen vor Buchung)
- Transportzeit:
 - (1) Eisenbahn: 5:35 h
 - (2) Pkw: 6:50 h
 - (3) Flugzeug: 4:00 h
- Emissionen:
 - (1) Eisenbahn: 32,7 Kg CO₂
 - (2) Pkw: 146,3 Kg CO₂
 - (3) Flugzeug: 101,2 Kg CO₂
- Transportaufkommen (2013):
 - (1) Eisenbahn: 136241 Personen pro Jahr
 - (2) Pkw: 243245 Personen pro Jahr
 - (3) Flugzeug: 455492 Personen pro Jahr

- Mit einer Entfernung von ca. 800 km fällt diese Relation in einen Bereich der mittleren intermodalen Wettbewerbsintensität zwischen Eisenbahn, Pkw und Flugzeug. Der Wettbewerb ist daher durch eine mittlere Elastizität bestimmt:
 - (1) Eisenbahn: -0,71
 - (2) Pkw: -0,57
 - (3) Flugzeug: -0,87

Transportrelation: Frankfurt am Main – Hamburg

Abbildung 6.6: Strukturdiagramm Frankfurt am Main – Hamburg

Linienflüge in Konkurrenz zur Bahnverbindung
Beispiel: Frankfurt → Hamburg

	Ausgangsort	Zielort	Flug- gesellschaften	Emissionen	Dauer*	Preis**
Bahnverbindung	Frankfurt Hbf	Hamburg Hbf		18,5 Kg CO ₂	3:36 h	106 €
Flugverbindung	Flughafen Frankfurt	Flughafen Hamburg	Lufthansa	78 Kg CO ₂	1:00 h	112 €
	Anreisedauer: 15 mins 6,50 €	Anreisedauer: 25 mins 2,70 €	Check-In Zeit: ~45 mins Check-out Zeit: ~30mins		GESAMT 3:10 h	GESAMT 122 €
Privat PKW	Frankfurt Zentrum	Hamburg Zentrum		93,2 Kg CO ₂	4:16 h	40,5 €/276 €***

* Dauer der Bahnfahrt/ (reine) Flugdauer
** Normalpreis (2.Klasse, ohne BCG), typischer Flugpreis bei Buchung 7 Tage vor Abflug
*** Anhangen: 6.2 Liter/Diesel/100km, Dieseltel: 1.324€/Liter, nur Kraftstoffkosten/Gesamtkosten (Diesel:PKW, Mittelklasse, Quelle: Bahn.de, Ifeu 2008)

Quelle: Eigene Darstellung.

- Verkehrsmittelspezifische Transportentfernung:
 - (1) Eisenbahn: 493 km.
 - (2) Auto: 488 km.
 - (3) Flugzeug: 488 km. (462 km Flugdistanz + 15 km Nachlauf + 11 km Vorlauf)
- Transportpreise:
 - (1) Eisenbahn: 106 €
 - (2) Auto: 276 €(Vollkostenrechnung) / 41 €(variable Kosten)
 - (3) Flugzeug: 112 €(7 Tage vor Buchung)
112 €(3 Tage vor Buchung)
86 €(3 Wochen vor Buchung)
- Transportzeit:
 - (1) Eisenbahn: 3:36 h
 - (2) Pkw: 4:16 h
 - (3) Flugzeug: 3:10 h
- Emissionen:
 - (1) Eisenbahn: 18,5 Kg CO₂
 - (2) Pkw: 93,2 Kg CO₂
 - (3) Flugzeug: 78,0 Kg CO₂
- Transportaufkommen (2013):
 - (1) Eisenbahn: 243544 Personen pro Jahr
 - (2) Pkw: 354585 Personen pro Jahr
 - (3) Flugzeug: 227204 Personen pro Jahr
- Mit einer Entfernung von ca. 500 km fällt diese Relation in den starken intermodalen Wettbewerb zwischen Eisenbahn, Pkw und Flugzeug. Der Wettbewerb ist daher

durch eine hohe Elastizität bestimmt:

- (1) Eisenbahn: -1,27
- (2) Pkw: -2,05
- (3) Flugzeug: -1,78

Transportrelation: Frankfurt am Main – München

Abbildung 6.7: Strukturdiagramm Frankfurt am Main – München

Linienflüge in Konkurrenz zur Bahnverbindung
Beispiel: **Frankfurt (M) → München**

	Ausgangsort	Zielort	Fluggesellschaften	Emissionen	Dauer*	Preis**
Bahnverbindung	Frankfurt(M) Hbf	München Hbf		14,8 Kg CO ₂	3:10 h	89 €
Flugverbindung	Flughafen Frankfurt (M)	Flughafen München	Lufthansa	72,4 Kg CO ₂	0:55 h	81,45 €
	Anreisedauer: 18 mins 3,70 €	Anreisedauer: 41 mins 9,20 €	Check-In Zeit: ~60 mins Check-out Zeit: ~30mins		GESAMT 3:24h	GESAMT 94,35 €
Privat PKW	Frankfurt (M) Zentrum	München Zentrum		74,4 Kg CO ₂	3:42 h	214 € / 32 €***

* Dauer der Bahnfahrt/ (reine) Flugdauer
** Normalpreis (2.Klasse, ohne BC), typischer Flugpreis bei Buchung 7 Tage vor Abflug
*** Annahmen: 6,2 Liter/Diesel/100km, Diesel=1,324€/Liter, nur Kraftstoffkosten/Gesamtkosten (Diesel:PKW, Mittelklasse, Quelle: Bahn.de, Ifsu 2008)

Quelle: Eigene Darstellung.

- Verkehrsmittelspezifische Transportentfernung:
 - (1) Eisenbahn: 393 km.
 - (2) Auto: 398 km.
 - (3) Flugzeug: 350 km (km Flugdistanz + km Nachlauf + km Vorlauf)
- Transportpreise:
 - (1) Eisenbahn: 89,00 €
 - (2) Auto: 214 €(Vollkostenrechnung) / 33 €(variable Kosten)
 - (3) Flugzeug: 81 €(7 Tage vor Buchung)
212 €(3 Tage vor Buchung)
81 €(3 Wochen vor Buchung)
- Transportzeit:
 - (1) Eisenbahn: 3:10 (reine Fahrzeit) h
 - (2) Pkw: 3:42 (reine Fahrzeit) h
 - (3) Flugzeug: 0:55 (reine Flugzeit) h
- Emissionen:
 - (1) Eisenbahn: 14,8 Kg CO₂
 - (2) Pkw: 74,4 Kg CO₂
 - (3) Flugzeug: 72,4 Kg CO₂
- Transportaufkommen (2013):
 - (1) Eisenbahn: 332593 Personen pro Jahr
 - (2) Pkw: 600453 Personen pro Jahr
 - (3) Flugzeug: 231086 Personen pro Jahr
- Mit einer Entfernung von ca. 400 km fällt diese Relation in einen Bereich der mittleren intermodalen Wettbewerbsintensität zwischen Eisenbahn, Pkw und Flugzeug.

Der Wettbewerb ist daher durch eine mittlere Elastizität bestimmt

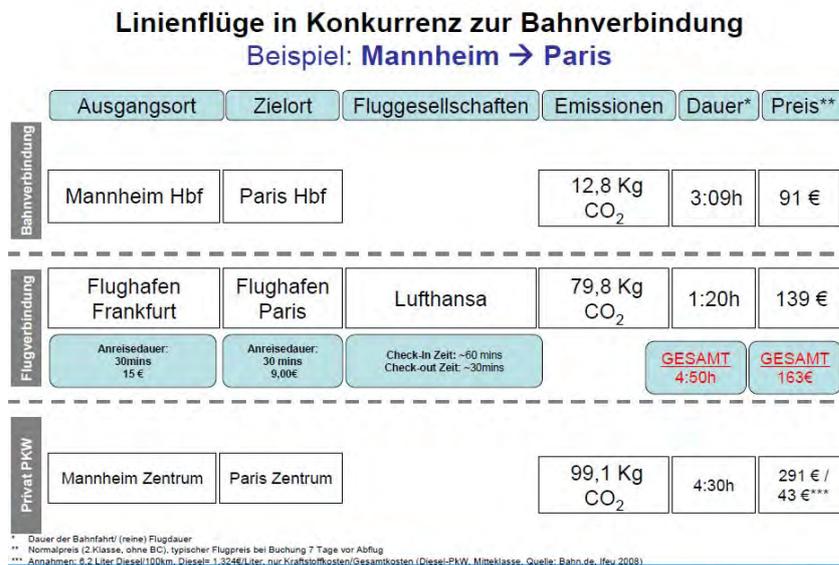
(1) Eisenbahn: -0,71

(2) Pkw: -0,57

(3) Flugzeug: -0,87

Transportrelation: Mannheim – Paris

Abbildung 6.8: Strukturdiagramm Mannheim – Paris



Quelle: Eigene Darstellung.

- Verkehrsmittelspezifische Transportentfernung:
 - (1) Eisenbahn: 521 km.
 - (2) Auto: 521 km.
 - (3) Flugzeug: 610 km. (499 km Flugdistanz + 29 km Nachlauf + 82 km Vorlauf)
- Transportpreise:
 - (1) Eisenbahn: 91 €
 - (2) Auto: 291 €(Vollkostenrechnung) / 43 €(variable Kosten)
 - (3) Flugzeug: 163 €(7 Tage vor Buchung)
193€(3 Tage vor Buchung)
118 €(3 Wochen vor Buchung)
- Transportzeit:
 - (1) Eisenbahn: 3:09 h
 - (2) Pkw: 4:30 h
 - (3) Flugzeug: 4:50 h
- Emissionen:
 - (1) Eisenbahn: 12,8 Kg CO₂
 - (2) Pkw: 99,1 Kg CO₂
 - (3) Flugzeug: 79,8 Kg CO₂
- Transportaufkommen (2013):
 - (1) Eisenbahn: 25218 Personen pro Jahr
 - (2) Pkw: 67898 Personen pro Jahr
 - (3) Flugzeug: 34479 Personen pro Jahr
- Mit einer Entfernung von ca. 500 km fällt diese Relation in einen Bereich der starken intermodalen Wettbewerbsintensität zwischen Eisenbahn, Pkw und Flugzeug.

Der Wettbewerb ist daher durch eine hohe Elastizität bestimmt

(1) Eisenbahn: -1,27

(2) Pkw: -2,05

(3) Flugzeug: -1,78

6.2.2.2 Personennahverkehr

Transportrelation: Mannheim – Heidelberg**Abbildung 6.9: Strukturdiagramm Mannheim – Heidelberg**

Pkw in Konkurrenz zur Bahnverbindung
Beispiel: **Heidelberg → Mannheim**

	Ausgangsort	Zielort	Emissionen	Dauer*	Preis**
Bahnverbindung	Heidelberg Hbf	Mannheim Hbf	2,1 Kg CO ₂	0:14 h	4,70 €

Privat PKW	Heidelberg Zentrum	Mannheim Zentrum	3,6 Kg CO ₂	0:16 h	10€/1,5€***

* Dauer der Bahnfahrt/ (reine) Flugdauer

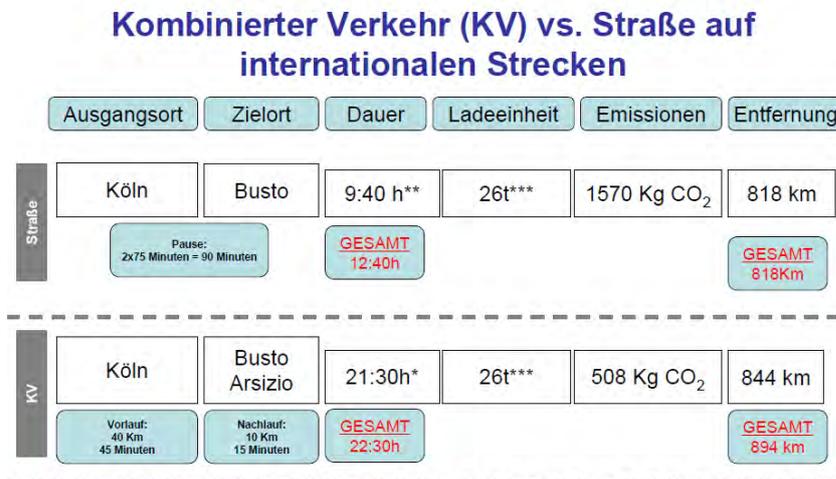
** Normalpreis (2. Klasse, ohne BC), typischer Flugpreis bei Buchung 7 Tage vor Abflug

*** Annahmen: 6,2 Liter Diesel/100km, Diesel= 1,324€/Liter, nur Kraftstoffkosten/Gesamtkosten (Diesel-PKW, Mittelklasse, Quelle: Bahn.de, Ifeu 2008)

Quelle: Eigene Darstellung.

- Verkehrsmittelspezifische Transportentfernung:
 - (1) Eisenbahn: 18 km.
 - (2) Auto: 18 km.
- Transportpreise:
 - (1) Eisenbahn: 4,70 €
 - (2) Auto: 10 €(Vollkostenrechnung) / 1,50 €(variable Kosten)
- Transportzeit:
 - (1) Eisenbahn: 0:14 h
 - (2) Pkw: 0:16 h
- Emissionen:
 - (1) Eisenbahn: 2,1 Kg CO₂
 - (2) Pkw: 3,6 Kg CO₂
- Transportaufkommen (2013):
 - (1) Eisenbahn: 1300139 Personen pro Jahr
 - (2) Pkw: 6832538 Personen pro Jahr
- Elastizität
 - (1) Eisenbahn: -0,37
 - (2) Pkw: -0,16

6.2.2.3 Güterverkehr – Segment Kaufmannsgut

Transportrelation: Köln - Busto**Abbildung 6.10: Strukturdiagramm Köln-Busto*** Information aus www.kombiverkehr.de

** Annahme: 55Km/h plus 75 Minuten Pause je 4,5 Stunden Fahrt

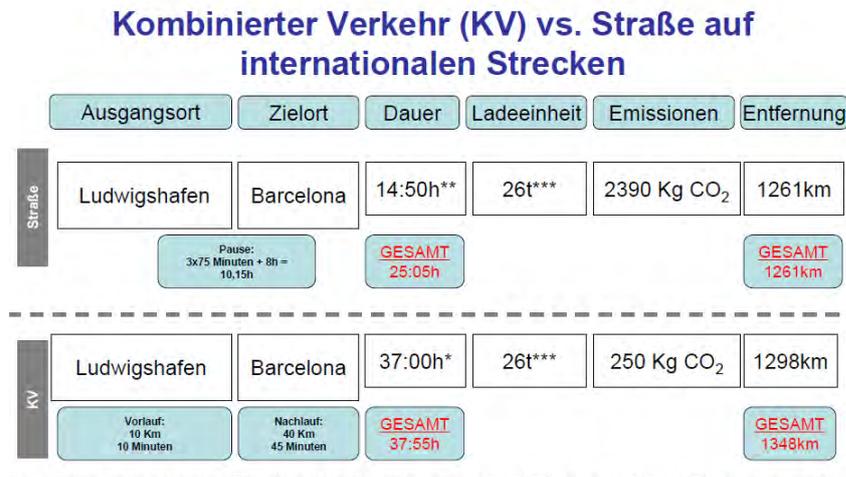
*** zulässiges Gesamtgewicht 40t - Eigengewicht Lkw = 20t

Quelle: Eigene Darstellung.

- Verkehrsmittelspezifische Transportentfernung:
 - (1) Lkw: 818 km.
 - (2) KV: 894 km.
- Transportpreise:
 - (1) Lkw: 1050 €
 - (2) KV: 1221 €
- Transportzeit:
 - (1) Lkw: 12:40 h
 - (2) KV: 22:30 h
- Emissionen:
 - (1) Lkw: 1570 Kg CO₂
 - (2) KV: 508 Kg CO₂
- Transportaufkommen (2013):
 - (1) Lkw: 360349 Tonnen
 - (2) KV: 1669933 Tonnen
- Elastizität
 - (1) Lkw: -1,15
 - (2) KV: -0,89

Transportrelation: Ludwigshafen - Barcelona

Abbildung 6.11: Strukturdiagramm Ludwigshafen – Barcelona



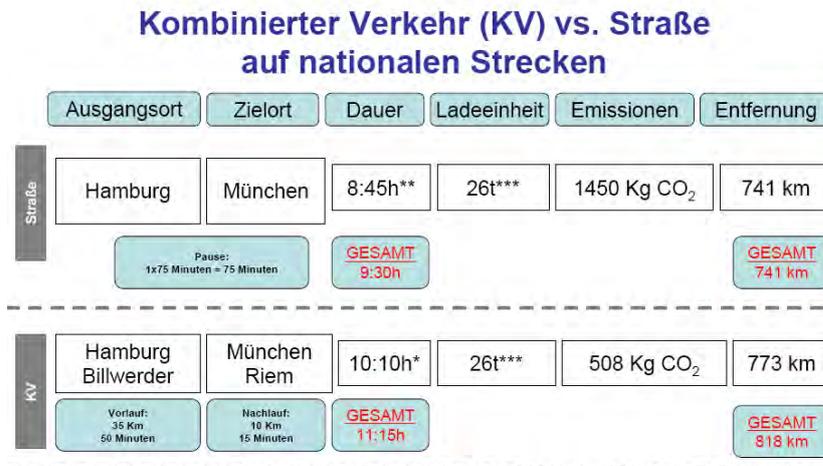
* Information aus www.kombiverkehr.de
** Abnahme: 88km/h plus 75 Minuten Pause je 4,5 Stunden Fahrt
*** zulässiges Gesamtgewicht 40t - Eigengewicht Lkw = 26t

Quelle: Eigene Darstellung.

- Verkehrsmittelspezifische Transportentfernung:
 - (1) Lkw: 1261 km.
 - (2) KV: 1348 km.
- Transportpreise:
 - (1) Lkw: 1790 €
 - (2) KV: 1463 €
- Transportzeit:
 - (1) Lkw: 25:05 h
 - (2) KV: 37:55 h
- Emissionen:
 - (1) Lkw: 2390 Kg CO₂
 - (2) KV: 250 Kg CO₂
- Transportaufkommen (2013):
 - (1) Lkw: 582719 Tonnen
 - (2) KV: 335809 Tonnen
- Elastizität
 - (1) Lkw: -0,7
 - (2) KV: -0,73

- Transportrelation: Hamburg – München

Abbildung 6.12: Strukturdiagramm Hamburg – München



*Information aus www.kombiverkehr.de
**Annahme: 80km/h plus 75 Minuten Pause je 4,5 Stunden Fahrt
*** zulässiges Gesamtgewicht 40t - Eigengewicht Lkw = 26t

Quelle: Eigene Darstellung.

- Verkehrsmittelspezifische Transportentfernung:
 - (1) Lkw: 741 km.
 - (2) KV: 818 km.
- Transportpreise:
 - (1) Lkw: 1052 €
 - (2) KV: 814 €
- Transportzeit:
 - (1) Lkw: 9:30 h
 - (2) KV: 11:15 h
- Emissionen:
 - (1) Lkw: 1450 Kg CO₂
 - (2) KV: 508 Kg CO₂
- Transportaufkommen (2013):
 - (1) Lkw: 291252 Tonnen
 - (2) KV: 763626 Tonnen
- Elastizität
 - (1) Lkw: -0,89
 - (2) KV: -1,15

6.2.2.4 Güterverkehr – Segment Massengut

Transportrelation: Rotterdam – Karlsruhe

Abbildung 6.13: Strukturdiagramm Rotterdam - Karlsruhe

**Binnenschifffahrt – Ganzzug
auf internationalen Strecken**

	Ausgangsort	Zielort	Emissionen	Ladeeinheit	Entfernung
Binnenschiff	Rotterdam	Karlsruhe	33290 Kg CO ₂	1000 Tonnen	646 km*
Ganzzug	Rotterdam	Karlsruhe	13180 Kg CO ₂	1000 Tonnen	583 km

*ermesmet aus Rheinkilometer der Häfen.
-**Annahme: 250km/h

Quelle: Eigene Darstellung.

- Verkehrsmittelspezifische Transportentfernung:
 - (1) Binnenschiff: 646 km.
 - (2) Ganzzug: 583km.
- Transportpreise:
 - (1) Binnenschiff: 8500 €
 - (2) Ganzzug: 27500 €/ Zug
- Emissionen:
 - (1) Binnenschiff: 33290 Kg CO₂
 - (2) Ganzzug: 13180 Kg CO₂
- Transportaufkommen (2013):
 - (1) Binnenschiff: 890850 Tonnen
 - (2) Ganzzug: 23935 Tonnen
- Elastizität
 - (1) Binnenschiff: -0,79
 - (2) Ganzzug: -0,79

Transportrelation: Mannheim – Duisburg

Abbildung 6.14: Strukturdiagramm Mannheim – Duisburg

Binnenschifffahrt – Ganzzug auf nationalen Strecken					
	Ausgangsort	Zielort	Emissionen	Ladeinheit	Entfernung
Binnenschiff	Mannheim	Duisburg	18030 Kg CO ₂	1000 Tonnen	319 km*
Ganzzug	Mannheim	Duisburg	8240 Kg CO ₂	1000 Tonnen	326 km

* berechnet aus Rheinkilometern der Häfen
** Annahme: 250km/h

- Verkehrsmittelspezifische Transportentfernung:
 - (1) Binnenschiff: 319 km.
 - (2) Ganzzug: 326 km.
- Transportpreise:
 - (1) Binnenschiff: 4250 €
 - (2) Ganzzug: 12500 €/ Zug
- Emissionen:
 - (1) Binnenschiff: 18030Kg CO₂
 - (2) Ganzzug: 8240 Kg CO₂
- Transportaufkommen (2013):
 - (1) Binnenschiff: 785712 Tonnen
 - (2) Ganzzug: 538431 Tonnen
- Elastizität
 - (1) Binnenschiff: -0,79
 - (2) Ganzzug: -0,79

6.3 Entwicklung der Umweltpolitik im Verkehr und dessen Auswirkungen auf die Transportkosten

6.3.1 *Das Klima- und Energiepaket der Europäischen Kommission*

Mit großer Mehrheit nahm das Europäische Parlament am 17. Dezember 2008 ein umfassendes Paket von sechs einzelnen Direktiven im Bereich der Energie- und Klimapolitik an. Das auf einen Vorschlag der Europäischen Kommission vom Januar 2008 aufbauende Paket ist eine Weichenstellung für den europäischen Emissionshandel und die Förderung erneuerbarer Energien in Europa. Bis zum Jahr 2020 sollen ambitionierte Ziele in der EU erreicht werden: eine Reduktion der Treibhausgasemissionen um mindestens 20 Prozent gegenüber 1990 (um 30 Prozent bei entsprechenden internationalen Anstrengungen), eine Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien am Energieverbrauch auf 20 Prozent (inklusive der Erhöhung des Anteils von Biokraftstoffen im Verkehr auf 10 Prozent in den Mitgliedstaaten) und eine Erhöhung der Energieeffizienz um 20 Prozent gegenüber der Referenzentwicklung. Das Paket entwickelt das europäische Emissionshandelssystem (EHS) weiter und legt nationale Verpflichtungen für Sektoren außerhalb des EHS fest. Ferner wurde eine Rechtsgrundlage für die umweltverträgliche geologische Lagerung von CO₂ geschaffen, wodurch der Verbreitung emissionsärmerer Kohletechnologien (Kraftwerke mit sog. CO₂-Abscheidung) Vorschub geleistet werden soll. Neben aktualisierten Spezifikationen hinsichtlich der Qualität von Kraftstoffen für den Straßenverkehr und die Binnenschifffahrt wurden im Rahmen des Pakets auch Emissionsnormen für neue Pkw festgeschrieben. Die Festlegung von CO₂-Normen bei Pkw und die Neugestaltung des EHS dürften nicht zu vernachlässigende Auswirkungen auf die Transportkosten von Eisenbahn und motorisiertem Individualverkehr haben und werden deshalb nachfolgend genauer erläutert.

Änderung des Emissionshandelssystems:

Das Klima- und Energiepaket sieht für die dritte Phase des Emissionshandels zwischen 2013 und 2020 die Versteigerung von Zertifikaten als maßgeblichen Verteilungsmechanismus vor. Die restlichen, nicht auktionierten Zertifikate sollen dann nach einem europaweit harmonisierten Verfahren verteilt werden. Die aus der ersten Phase des EHS bekannten Nationalen Allokationspläne (NAP) entfallen somit ganz. Bislang nämlich wurden die Zertifikate an die betroffenen Unternehmen aus den energieintensiven Sektoren weitgehend kostenfrei vergeben. Nach der Erfahrung der „Windfall-Profits“ und damit verbundenen intensiven politischen Verteilungskämpfen um die Renten aus der freien Vergabe von Zertifikaten folgt nun bis 2020 die weitgehende Abkehr von der freien Zuteilung. Dabei sollen nach den Plänen der Kommission stromproduzierende Unternehmen, die sich kaum im internationalen Wettbewerb befinden und den Kostenanstieg durch den Kauf von Zertifikaten auf die Strompreise weiterwälzen können, bereits ab 2013 alle benötigten Zertifikate ersteigern müssen. Die Unternehmen aus anderen energieintensiven Branchen sollen zunächst nur 20 Prozent ersteigern, bis 2020 dann 100 Prozent. Insgesamt würde dies bedeuten, dass bereits ab 2013 etwa zwei Drit-

tel aller Zertifikate versteigert würden. Damit wird die Auktionierung zum dominierenden Prinzip für die Allokation.

Die volle Auktionierung der Zertifikate wird auf Strommärkten kaum zu steigenden Energiepreisen führen, da Stromerzeuger die Emissionsrechte bereits bei freier Vergabe gemäß ihrer Opportunitätskosten eingepreist haben. Allerdings wird die angestrebte Verknappung um 20 bis 30% einen deutlichen Preiseffekt auslösen. So rechnet auch die EU-Kommission in ihrer Folgeabschätzung mit einem durch das EU-ETS induzierten Strompreisanstieg von 10-15%. Für die Erzeugung von Bahnstrom kommt ein weiterer Faktor zum tragen: Laut Aussage der Deutschen Bahn AG ist den Betreibern der Bahnstromkraftwerke der Ansatz von Opportunitätskosten vertraglich untersagt. Bahnstrom ist bislang also nur dann zusätzlich durch CO₂-Preise belastet, wenn zur Bereitstellung des Stroms tatsächlich Zertifikate zugekauft werden müssen. Der Übergang zur vollständigen Versteigerung im Jahr 2013 würde somit die gesamte Bahnstromeigenerzeugung für den Schienenverkehr in vollem Umfang belasten.

Emissionsstandards für Automobile:

Der motorisierte Individualverkehr mit Pkw zeichnet für insgesamt 10 % der gesamten CO₂-Emissionen Europas verantwortlich. Aus diesem Grund haben sich die Staats- und Regierungschefs der EU im Jahr 1995 darauf geeinigt, die CO₂-Emissionen neuer Fahrzeuge auf 120 g/km zu begrenzen. Die Automobilindustrie verpflichtete sich freiwillig zur Erreichung dieses Ziels. Zwar konnten in jüngerer Vergangenheit deutliche Fortschritte bei der Effizienz von Fahrzeugantrieben erreicht werden, die durchschnittlichen spezifischen CO₂-Emissionen seit 1995 sind jedoch nur von 186 g/km auf 163 g/km (2004) gesunken. Folglich hat die Kommission entschieden, dass bisher geltende freiwillige Selbstverpflichtungen der Automobilindustrie für die Erreichung des gesetzten Ziels nicht ausreichen würden. Im Dezember 2007 hat die Kommission darum verbindliche Regelungen vorgeschlagen, die Kfz-Hersteller dazu verpflichten würden, die durchschnittlichen Emissionen von Neuwagen durch verbesserte Fahrzeugtechnologien bis zum Jahr 2012 um 18 % zu senken. Dies entspräche einer Reduktion des CO₂-Ausstoßes von derzeit 160 g/km auf 130 g/km. Eine weitere Reduzierung um 10 g/km soll durch Verbesserungen in anderen Bereichen wie den Reifen, dem Kraftstoff, der Klimaanlage oder dem umweltfreundlichen Fahren erzielt werden.

Obwohl 130 g/km das branchenweite Ziel ist, variieren die vorgeschlagenen Ziele je nach Art der hergestellten Autos. Fiats Ziel würde beispielsweise strenger ausfallen (122g) als das von Volkswagen (132g), da Fiats Autos kleiner sind und bereits jetzt weniger Emissionen verursachen.

Laut einer Folgenabschätzung der Europäischen Kommission zu diesen Zielen verursachen die neuen Regelungen einen durchschnittlicher Preisanstieg für Autos von rund 1.300 Euro. Über die gesamte Lebensdauer des Fahrzeugs würden diese jedoch durch Kraftstoffeinsparungen in Höhe von etwa 2.700 Euro wieder kompensiert werden.

6.3.2 *Ausdehnung des Emissionsrechtehandels auf den Flugverkehr*

Seit 1990 stiegen die durch den Luftverkehr verursachten CO₂-Emissionen um etwa 87 % Prozent an. Mittlerweile trägt laut IPCC⁷³ der Flugverkehr weltweit rund 3,5 % (5 % im Jahr 2050) zu der von Menschen verursachten Klimabelastung bei. Emissionen aus dem Luftverkehr sind aber nicht vom Kyoto-Protokoll betroffen. Entsprechend trägt der internationale Luftverkehr auch nur in sehr geringem Ausmaß zur Kontrolle des Klimawandels bei. Fluggesellschaften sind generell nicht verpflichtet, Emissionen zu reduzieren. Eine fortgesetzte expansive Emissionsentwicklung im Luftverkehr könnte Klimaschutzbemühungen anderer Sektoren somit entgegenlaufen oder sie gar überkompensieren. Vor diesem Hintergrund wurden diverse Maßnahmen zur Regulierung des nationalen und internationalen Flugverkehrs diskutiert. Neben der Besteuerung des bislang für die gewerbliche Luftfahrt steuerfreien Kerosins (oder Flugbenzins) wurde vorgeschlagen, den Flugverkehr in das europäische Emissionshandelssystem einzubeziehen. Insbesondere der internationale Charakter des Luftverkehrs erschwert hierbei allerdings ein weltweites Abkommen, so dass sich in diesem Falle die Europäische Kommission zu einem kontrovers diskutierten Alleingang entschieden hat.

Am 9. Juli 2008 billigte das Europäische Parlament eine Kompromisslösung wonach der Flugverkehr in den Emissionshandel einbezogen werden soll. Nach der geänderten Richtlinie 2003/87/EG soll die Gesamtmenge der Emissionszertifikate, die den Fluggesellschaften für innereuropäische Flüge sowie Flüge von und nach Europa zugeteilt wird, auf 97% der in den Jahren 2004 bis 2006 ausgestoßenen Treibhausgase begrenzt werden. Diese Obergrenze soll dann für den Zeitraum 2013 bis 2020 auf 95% gesenkt werden. Die Emissionszertifikate werden den Fluggesellschaften nach dem neuen Art. 3d der Richtlinie zu 85% kostenfrei zugeteilt und nur 15% der Zertifikate werden versteigert; der Versteigerungsanteil kann im Rahmen einer allgemeinen Überprüfung der Richtlinie bis 2020 erhöht werden. Die frei zugeteilten Zertifikate können daher von den Flugverkehrsgesellschaften kostenneutral eingesetzt werden, und schlagen sich nicht notwendiger Weise in den Preisen nieder. Jedoch können in diesem Umfang Opportunitätskosten geltend gemacht, und an die Kunden weiter gereicht werden. Dies könnte sodann das Betriebsergebnis verbessern, sofern die Einbußen in der Nachfrage gering sind⁷⁴ (windfall profits).

6.3.3 *CO₂-abhängige Kraftfahrzeugsteuern in Deutschland*

Als zusätzliche flankierende Maßnahme zur Erreichung des auf europäischer Ebene beschlossenen Emissionsstandards für Automobile sehen die Eckpunkte des integrierten Energie- und Klimaschutzprogramms der Bundesregierung die CO₂-basierte Umgestaltung der Kfz-Steuer vor. Maßstab für die Besteuerung wird damit nicht mehr wie bisher

⁷³ Intergovernmental Panel on Climate Change.

⁷⁴ Die Szenarien 1 und 2b, welche weiter hinten ausgeführt werden, stellen daher die Extremsituationen eines breiten Spektrums an Handlungsmöglichkeiten für Flugverkehrsgesellschaften dar.

der Hubraum eines Fahrzeugs sondern dessen CO₂-Ausstoß sein. Dabei sollen die CO₂-Emissionen ab einem Grenzwert von 120 gCO₂/km mit einem konstanten Steuerbetrag von 2 Euro/gCO₂ belastet werden. Allerdings soll die bestehende Kfz-Steuer entsprechend angepasst werden.

6.4 Szenarienbildung und -beschreibung

Ziel dieses Gutachtens ist die Bestimmung der Folgewirkungen unterschiedlicher umweltpolitisch motivierter Regulierungen, die sich als eine Kostensteigerung bei den Verkehrsträgern darstellen. Insbesondere soll untersucht werden, ob die Umsetzung des Klima- und Energiepakets der Europäischen Union im Verkehr tatsächlich zu einer Reduktion der Emissionen führt. Es ist aufgrund der einseitigen Belastung der unterschiedlichen Verkehrsträger davon auszugehen, dass sich die relative Wettbewerbsfähigkeit der Verkehrsmittel zu Ungunsten des umweltfreundlichen Verkehrsmittels Eisenbahn verändert.⁷⁵ Um diese Thematik zu untersuchen, sollen unterschiedliche Szenarien gerechnet werden, die einen Einblick in die Wirkungszusammenhänge zwischen umweltpolitisch motivierten Regulierungen und deren ökologischen und ökonomischen Folgen im Verkehr geben.

Aus ökonomischer Perspektive ist die Internalisierung der externen Effekte des Verkehrs erforderlich, um die Kosten einer CO₂-Emission dem Verursacher anzulasten und nicht der Gesellschaft über Umweltschäden aufzubürden. Eine umweltpolitisch motivierte Regulierung im Verkehr sollte dabei so umgesetzt werden, dass jeder Akteur, der eine gegebene Menge an Emissionen verursacht, diese unabhängig von der Wahl eines bestimmten Verkehrsmittels zu den gleichen Kosten internalisieren muss. Es sollten somit faire Wettbewerbsbedingungen zwischen den Verkehrsmitteln existieren. Wie die Abschnitte 2.4 und 6.3 aufzeigen, ist diese ökonomisch ideale Situation nicht gegeben.

Referenzpunkt für die Szenarienbildung ist die Ausgangslage der Phase II des Emissionshandels mit einer weitgehend freien Zuteilung der Zertifikate. Die Szenarien 1 bis 3 werden jeweils im Verhältnis zu diesem Referenzpunkt dargestellt. Für alle Szenarien wird das erwartete Verkehrsaufkommen auf den jeweiligen Transportrelationen in 2013 als Grundlage zur Berechnung der ökologischen und ökonomischen Performance der Verkehrsträger genutzt.

Im einzelnen werden in diesem Gutachten folgende Szenarien untersucht:

Szenario 1: Ist-Szenario: Umsetzung nach EU-Beschlusslage
Einführung einer vollen Auktionierung (100%) der CO₂-Emissionen im Bereich der Stromwirtschaft (einschließlich der Bahnstromerzeugung) sowie eine Einführung des Emissionshandels im Flugverkehr mit 15-prozentiger Auktionierung der erforderlichen Zertifikate.

⁷⁵ Die unterschiedliche Belastung lässt sich an den geplanten Regulierungen wie der Auktionierung der CO₂-Zertifikate im Energiesektor, dem Emissionsstandard beim Pkw sowie dem CO₂-Emissionshandel mit größtenteils freier Zuteilung der Zertifikate im Flugverkehr erkennen.

Szenario 2: Paritätische Ausstattung von Schienenverkehr und Flugverkehr, d.h. gleicher Anteil auktionierter Zertifikate für beide Verkehrsträger. In Szenario 2a müssen beide Verkehrsträger 15% der erforderlichen Zertifikate ersteigern, in Szenario 2b müssen jeweils 100% ersteigert werden. Der Straßenverkehr bleibt vom Emissionshandel ausgenommen.

Szenario 3: Gleichbehandlungsszenario
Alle Verkehrsmittel (Eisenbahn, Flugverkehr, Schiffs- und Straßenverkehr) werden anhand ihrer ökologischen Auswirkung fiskalisch belastet. Dies erfolgt durch die Einbindung aller Verkehrsmittel in den Emissionshandel oder einer zusätzlichen Steuer in gleicher Höhe.

6.5 Folgen der Regulierung auf die Wettbewerbsfähigkeit des Eisenbahnverkehrs

Die Auswirkungen der Kostensteigerung für die Eisenbahn werden in dem Simulationsmodell anhand verschiedener Indikatoren ausgewiesen. Die absolute und relative Preissteigerung wird auf die aktuellen Preise bezogen. Die Folgen der Preissteigerungen für die modale Nachfrage werden sowohl als primärer und sekundärer Effekt ausgewiesen als auch als einen Gesamteffekt.⁷⁶

Die Darstellung des primären und sekundären Effekts ist insbesondere aufgrund der erwarteten unterschiedlichen energie- und klimapolitischen Regulierungen der verschiedenen Verkehrsmittel und damit aufgrund der unterschiedlichen Reaktionen auf die jeweiligen Veränderungen erforderlich. Eine einfache Darstellung des Gesamteffektes würde die sich gegenseitig überlagernden Effekte nicht abbilden und damit die Verschiebung der Marktanteile nur unzureichend erklären.

Die Nachfrageänderung resultiert in einer Änderung des Modal Split. Aus der Nachfrageänderung kann zudem eine Richtgröße ermittelt werden, die den Erfolg des Unternehmens in Form des Branchenerfolges ausdrückt. Das Branchenergebnis ergibt sich in Euro bezogen auf das ganze Jahr. Es wird ermittelt indem vom Umsatz basierend auf der neuen Nachfrage der Umsatz auf Grundlage der alten Nachfrage abgezogen wird und anschließend von der Veränderung dieses Umsatzes die Kostensteigerung subtrahiert wird. Zudem werden aus dem geänderten Modal Split Aussagen darüber getroffen, wie sich der gesamte CO₂-Ausstoß, also die CO₂-Bilanz des Verkehrssektors ändert.

6.5.1 Referenzszenario (Verkehrsaufkommen in 2013 bei aktueller Regulierung)

Die Kenngrößen im Referenzszenario sind ausführlich in Abschnitt 6.2.2 zu den Beispielrelationen aufgeführt. Deshalb soll an dieser Stelle nur kurz auf die aggregierte Be-

⁷⁶ Der primäre Effekt stellt die Veränderung der Nachfrage des Verkehrsmittels *i* aufgrund einer Preisänderung dieses Verkehrsmittels dar. Der sekundäre Effekt hingegen gibt an, welche Nachfrageänderung sich bei Verkehrsmittel *i* aufgrund einer Veränderung des Preises des Verkehrsmittels *j* einstellt. Die gesamte Nachfrageänderung ist dann die Differenz aus beiden Effekten.

trachtung der Verkehre eingegangen werden und diese in Bezug zur gesamtverkehrlichen Entwicklung gesetzt werden.

Das Verkehrsaufkommen im Personenverkehr auf den ausgewählten Relationen liegt in 2013 bei 11,08 Mio. Beförderungsfällen und 6,24 Mio. Tonnen. Die Eisenbahn hat dabei einen Anteil von 18,4 % im Personen- und 53,4 % im Güterverkehr. Bezogen auf das erwartete deutschlandweite Verkehrsaufkommen im Personen- und Güterverkehr in 2013 wird der gesamte Verkehrssektor im Umfang von 0,02 % des Personen- und 0,15 % des Güterverkehrs abgedeckt.

Bei den ausgewählten Relationen entstehen CO₂-Emissionen im Umfang von 440.285,9 t. Der Eisenbahnverkehr trägt jeweils – im Verhältnis zum Anteil am Verkehrsaufkommen – unterproportional zu den Emissionen bei. Im Personenverkehr liegt der Anteil der CO₂-Emissionen bei 8,5 % (Marktanteil 18,4 %). Im Güterverkehr trägt der Eisenbahnverkehr zu 29,4 % zu den Emissionen bei (Marktanteil 53,4 %). Diese Zahlen zeigen einmal mehr die Umweltfreundlichkeit des Verkehrsmittels Eisenbahn.

6.5.2 Szenario 1 – Geplante Umsetzungsstrategie / Ist-Szenario

Dem ersten Szenario liegen folgende Annahmen zugrunde:

Annahme: CO₂-Preis: 39 Euro pro Tonne CO₂
 100% Auktionierung für die Stromerzeugung der Eisenbahn
 15% Auktionierung für den Flugverkehr

Umgesetzt für die vier wettbewerbsrelevanten Märkte der Eisenbahn entspricht dieses Szenario einer einseitigen Preissteigerung im Personennah- und im Güterverkehr. Beim Personenfernverkehr werden zwei der drei zur Auswahl stehenden Verkehrsmitteln zusätzlich belastet. Die zusätzlichen Kosten unterscheiden sich jedoch zwischen der Eisenbahn und dem Flugzeug, das geringere Kostensteigerungen aufweist.

Betrachtet man die Kostensteigerungen der Eisenbahn und berücksichtigt die Überwälzungsmöglichkeiten, so liegen die Preissteigerungen im Mittel bei etwa 1 % mit einer Streuung von 0,49 % bis 1,57 %. Im Güterverkehr liegt die Preissteigerung etwas über der des Personenverkehrs. Im Mittel beträgt die Preissteigerung hier 1,28 %. Die Streuung ist mit 0,45 % bis 1,85 % darüber hinaus auch größer. Die Preissteigerung im Personenfernverkehr fällt beim Flugzeug im Vergleich zum entsprechenden Eisenbahnverkehr deutlich geringer aus. Im Mittel über die vier ausgewählten Transportrelationen beträgt die Preissteigerung in diesem Szenario 0,34 %. Im Vergleich zur Eisenbahn ist die Preissteigerung somit um etwa die Hälfte geringer (Eisenbahn 0,79 %). Aufgrund der identischen Annahmen zur Kostenüberwälzungsmöglichkeit bei der Eisenbahn und dem Flugzeug – jeweils 90 % – und aufgrund des einheitlichen Zertifikatpreises liegt der Unterschied folglich ausschließlich an der Auktionsquote beim Flugverkehr (15 %) und der Eisenbahn (100 %).

Dieser asymmetrische Kostenschock führt aufgrund der daraus resultierenden Preissteigerungen und den unterschiedlichen Elastizitäten der Wahlwahrscheinlichkeit zu einer Veränderung der Nachfrage. Sowohl im Personennah- als auch im Güterverkehr wird

durch die simulierte Politikmaßnahme nur die Eisenbahn zusätzlich belastet, so dass die Preissteigerung zu einem Nachfragerückgang im Eisenbahnverkehr führt. Der jeweilige Rückgang der Nachfrage bei der Eisenbahn führt bei der Betrachtung des Substitutionseffekts zu einer Zunahme der Nachfrage des jeweiligen Wettbewerbers in identischer Höhe. Der Modal Split zwischen den Wettbewerbern wird demzufolge zu Ungunsten der Eisenbahn verändert.

Auf den betrachteten Transportrelationen verändert sich der Modal Split zwischen 0,09 % und 1,07 %, wobei der Effekt im Güterverkehr größer als beim Personennahverkehr ist. Im Personennahverkehr entspricht dieser Nachfrageverlust der Eisenbahn einer Anzahl von 7.544 Passagieren in einem Jahr bzw. 21 Passagiere pro Tag. Dieses Aufkommen wird vom Pkw übernommen. Somit werden allein auf der Strecke zwischen Heidelberg und Mannheim täglich 21 Pkw mehr fahren. Beim Güterverkehr – Kategorie Kaufmannsgut – entspricht der Nachfragerückgang einem Verlust von 1.065 Tonnen zwischen Ludwigshafen und Barcelona und 16.399 Tonnen zwischen Köln und Busto (Großraum Mailand).

Bei einer angenommenen Auslastung im Güterverkehr von 24 Tonnen je Lkw und äquivalenter Ladeinheit führt diese Nachfrageänderung zu einem zusätzlichen Verkehr auf der Straße von 44 Lkw zwischen Ludwigshafen und Barcelona sowie 683 Lkw zwischen Köln und Busto. Setzt man die zusätzlichen 683 Lkw in Relation zum bisherigen Verkehrsaufkommen, so erhöht sich die Anzahl der Lkw-Fahrten auf der Strecke Köln – Busto um etwa 4,5%. Auf der dritten Transportstrecke (München – Hamburg) liegt der Anteil zusätzlicher Lkw-Verkehre bei etwa 4 % und auf der Strecke Ludwigshafen nach Barcelona bei unter 1 %.

Interessanter bezüglich der Verlagerungseffekte zwischen den zur Auswahl stehenden Verkehrsmitteln ist der Personenfernverkehr. Hier stehen zum einen mehr als zwei Alternativen zur Auswahl – Pkw, Eisenbahn und Flugzeug. Zum anderen verändern sich nicht nur die Preise des Eisenbahnverkehrs sondern auch die des Flugzeugs. Nur der Pkw bleibt in diesem Szenario von Preissteigerungen unberührt. Der Gesamteffekt der unterschiedlichen Preissteigerungen auf die modale Nachfrage muss bei diesen Transportstrecken unterteilt werden in jeweils einen primären Effekt und verschiedene sekundäre Effekte, die einer Nachfragesteigerung aufgrund der Preisänderung der anderen Verkehrsmittel (vgl. hierzu die Ausführungen zum Thema Kreuzpreiselastizitäten) darstellen.

Sowohl die Eisenbahn als auch das Flugzeug verlieren durch den primären Effekt Verkehrsaufkommen. Das verlorene Aufkommen wird annahmegemäß entsprechend des Modal Split der jeweils anderen Verkehrsmittel auf diese verteilt. Während beim Pkw nur der sekundäre Effekt existiert, wirken beim Eisenbahn- und Flugverkehr beide Effekte. Welcher der beiden Effekte überwiegt, lässt sich empirisch zeigen. Aufgrund der hohen Kosten- und damit auch Preissteigerungen des Eisenbahnverkehrs sind die primären Effekte auf den vier Personenfernverkehren vergleichsweise hoch. Die sekundären Effekte – Aufkommensgewinne durch die Preissteigerung beim Flugzeug – sind im Vergleich zum primären Effekt über alle Transportrelationen kleiner. Der Gesamteffekt

für die Eisenbahn ist somit negativ. Trotz der geringeren Preissteigerungen im Flugverkehr sind auch hier die Gesamteffekte der Nachfrage negativ.

Nutznieder der Regulierungen ist somit ausschließlich der Pkw. Er gewinnt deutlich an Marktanteilen, der Modal Split wird zugunsten des Pkw verschoben. Sowohl die Eisenbahn als auch der Flugverkehr verlieren im Mittel über die vier Transportrelationen etwa 0,12 Prozentpunkte des Modal Split, jedoch unterscheiden sich die Verschiebungen der Marktanteile auf den vier Transportrelationen deutlich. Das Flugzeug hat aufgrund der betragsmäßig großen Elastizitäten eine größere Streuung der Modal Split Veränderungen (+0,02 bis -0,37 Prozentpunkte). Bei der Eisenbahn liegt die Streuung bei -0,07 bis -0,20 Prozentpunkten.

Rechnet man die zusätzlichen Straßenverkehre wiederum in tägliche Pkw-Verkehre auf den entsprechenden Transportrelationen um, so würden auf der Strecke Hamburg – München täglich 10 Pkw, auf der Strecke Frankfurt – Hamburg täglich 4 Pkw, auf der Strecke Frankfurt – München täglich 5 Pkw und von Mannheim nach Paris täglich etwa 1 Pkw mehr verkehren. Dies entspräche einer täglichen zusätzlichen Fahrleistung von 12.204 km und einer jährlichen von 4,45 Mio. km. Bezieht man die zusätzlichen Pkw-Verkehre auf das Gesamtverkehrsaufkommen des Pkw, so erhöht sich dieses um 0,57 %.

Die Preis- und Nachfrageänderungen auf der einen und die Kostenänderungen auf der anderen Seite führen zu einer Veränderung des Branchenergebnisses. Die Eisenbahn muss in diesem Szenario einen Rückgang des Branchenergebnisses hinnehmen. Die Kostensteigerungen in Verbindung mit dem Nachfragerückgang übersteigen den höheren Umsatz durch gestiegene Transportpreise deutlich. Allein auf der Transportrelation Frankfurt – Hamburg verliert die Bahn knapp 200 Tausend Euro pro Jahr. Noch deutlichere Verluste muss die Bahn im Güterverkehr bei Kaufmannsgütern hinnehmen. Hier kann sich der Verlust auf bis zu 1,27 Mio. Euro pro Jahr belaufen.

Aufgrund des Nachfragerückgangs der Eisenbahn und der Verlagerung vom Eisenbahn- und Flugverkehr zum Straßenverkehr steigen die CO₂-Emissionen in diesem Szenario an. Allein auf den zehn untersuchten Transportrelationen erhöhen sich im Jahr 2013 die CO₂-Emissionen um 1.707 Tonnen. Dies entspricht einer Zunahme von 0,39 % im Vergleich zur Referenzsituation. Auf den einzelnen Transportrelationen unterscheiden sich die Anstiege der CO₂-Emissionen deutlich. Im Personennahverkehr führt die Kostensteigerung bei der Eisenbahn zu einem Anstieg der CO₂-Emissionen um 0,04 %. Im Personenfernverkehr steigen die Emissionen im Mittel um 0,18 % und im Güterverkehr Segment Kaufmannsgut um 0,82 %.

Die folgende Tabelle 6-4 gibt einen Überblick über die Ergebnisse der Simulationsrechnung gegenüber dem Referenzfall.

Tabelle 6-4: Auswirkung des 1. Szenario auf verkehrswirtschaftliche, ökonomische und ökologische Indikatoren

Marktsegment	Relation	Verkehrsmittel	Kosten- steigerung	Preis- steigerung	Nachfrageänderung in Anzahl Personen/Tonnen			Änderung des Modal Split	Modal Split (neu)	Branchen- ergebnis	CO2- Bilanz
			<i>in Euro</i>	<i>in Prozent</i>	<i>Primärer Effekt</i>	<i>Sekund. Effekt</i>	<i>Gesamt- effekt</i>	<i>in Prozent</i>	<i>in Prozent</i>	<i>in Euro</i>	<i>in Tonnen</i>
Personen- nahverkehr	Heidelberg - Mannheim	Eisenbahn	0,08	1,57%	-7544	0	-7.544	-0,09%	15,9%	-46.043,15	11,32
		Pkw	0,00	0,00%	0	7544	7.544	0,09%	84,1%	75.440,00	
Personen- fernverkehr	Hamburg - München	Eisenbahn	1,83	1,30%	-2248	1639	-609	-0,07%	16,2%	-102.204,35	212,32
		Pkw	0,00	0,00%	0	3708	3.708	0,44%	29,6%	1.605.564,00	
		Flugzeug	0,57	0,56%	-4564	1465	-3.099	-0,37%	54,2%	-307.759,44	
	Frankfurt - Hamburg	Eisenbahn	0,72	0,61%	-1895	239	-1.656	-0,20%	29,3%	-192.988,22	121,09
		Pkw	0,00	0,00%	0	1503	1.503	0,18%	43,1%	183.366,00	
		Flugzeug	0,45	0,15%	-587	740	153	0,02%	27,5%	32.106,41	
	Frankfurt - München	Eisenbahn	0,73	0,74%	-1751	253	-1.498	-0,13%	28,4%	-157.597,89	68,26
		Pkw	0,00	0,00%	0	1722	1.722	0,15%	51,7%	368.508,00	
		Flugzeug	0,37	0,35%	-711	487	-224	-0,02%	19,8%	-29.577,92	
	Mannheim - Paris	Eisenbahn	0,50	0,49%	-158	47	-111	-0,09%	19,7%	-11.354,34	12,51
Pkw		0,00	0,00%	0	233	233	0,18%	53,4%	67.803,00		
Flugzeug		0,44	0,28%	-175	53	-122	-0,10%	26,9%	-18.467,42		
Güterverkehr - Kaufmannsgut	Köln - Busto	Lkw	0,00	0,00%	0	16399	16.399	0,81%	18,6%	717.456,25	725,66
		Eisenbahn	19,81	1,10%	-16399	0	-16.399	-0,81%	81,4%	-1.271.096,67	
	Ludwigshafen - Barcelona	Lkw	0,00	0,00%	0	1065	1.065	0,12%	63,6%	79.431,25	94,96
		Eisenbahn	9,75	0,45%	-1065	0	-1.065	-0,12%	36,4%	-108.437,34	
	Hamburg - München	Lkw	0,00	0,00%	0	11248	11.248	1,07%	27,6%	493.037,33	441,48
Eisenbahn	19,81	1,66%	-11248	0	-11.248	-1,07%	72,4%	-580.242,84			
Güterverkehr - Massengut	Rotterdam - Karlsruhe	Binnenschiff	0,00	0,00%	0	254	254	0,03%	97,4%	2.159,00	5,11
		Eisenbahn	514,02	1,35%	-254	0	-254	-0,03%	2,6%	-10.393,30	
	Duisburg - Mannheim	Binnenschiff	0,00	0,00%	0	7874	7.874	0,59%	59,9%	33.464,50	77,09
Eisenbahn	321,36	1,85%	-7874	0	-7.874	-0,59%	40,1%	-146.164,94			

Quelle: Eigene Berechnungen.

Sonderfall: Hamburg – München

Die Transportrelation Hamburg – München nimmt unter den ausgewählten Personenfernverkehren in diesem Szenario eine spezielle Position ein. Auf dieser Strecke liegen die Transportpreise für den Flugverkehr deutlich unter denen der Eisenbahn. Dies hat Folgen für die Berechnung des gesamten Nachfrageeffektes. Die erwartete Preissteigerung beim Flugverkehr würde zwar grundsätzlich zu einer Reaktion in der Nachfrage führen. Da der neue Transportpreis trotz Preisanpassung deutlich unterhalb der Preise der anderen Verkehrsmittel liegt und die Preissteigerung bei der Eisenbahn höher ist als die des Flugzeugs, ist eine einfache Abbildung des Substitutionseffektes vom Flugzeug zur Schiene kaum begründbar. Deshalb ist in einer zweiten Simulation die Berechnung des Sekundäreffekts „Flugzeug verliert an Eisenbahn“ aus der Quantifizierung des gesamten Nachfrageeffektes ausgeblendet. Das verlorene Aufkommen wird ausschließlich vom Pkw-Verkehr aufgefangen.

Die Ergebnisse zeigen in diesem Fall eine Verstärkung der bereits dargestellten Effekte (siehe Tabelle 6-5). Da der sekundäre Nachfrageeffekt durch die Preissteigerung des Flugverkehrs für die Eisenbahn ausbleibt und somit der Gesamteffekt dem primären Effekt entspricht, verliert die Eisenbahn deutlich an Marktanteilen. Der Modal Split Anteil der Eisenbahn liegt in dieser Situation bei 16,0 %. Der Effekt auf das Branchenergebnis ist für die Eisenbahn in diesem Fall dramatisch. Der Verlust beläuft sich nun auf 310 Tausend Euro und die Emissionen steigen deutlich auf 375 Tonnen an.

Tabelle 6-5: Szenario 1 – Sonderfall Hamburg – München

Verkehrsmittel	Kostensteigerung	Preissteigerung	Nachfrageänderung in Anzahl Personen/Tonnen			Änderung des Modal Split	Modal Split (neu)	Branchenergebnis	CO ₂ -Bilanz
	in Euro	in Prozent	Primärer Effekt	Sekund. Effekt	Gesamteffekt	in Prozent	in Prozent	in Euro	in Tonnen
Eisenbahn	1,83	1,30%	-2248	0	-2.248	-0,27%	16,0%	-310.056,92	
Pkw	0,00	0,00%	0	5347	5.347	0,64%	29,8%	2.315.251,00	375,08
Flugzeug	0,57	0,56%	-4564	1465	-3.099	-0,37%	54,2%	-307.759,44	

Quelle: Eigene Berechnungen.

Hochrechnung

Die bisherige Darstellung der Ergebnisse bezieht sich ausschließlich auf die betrachteten Transportrelationen im Personen- und Güterverkehr. Eine Hochrechnung der Ergebnisse auf den gesamten Verkehrssektor ist unter der Annahme möglich, dass die ausgewählten Transportrelationen für die Eisenbahn repräsentativ bezüglich des gesamten Verkehrsaufkommens der Eisenbahn sind. Unter dieser Annahme können die Modal Split Anteilsänderungen, die Änderungen der Branchenergebnisse und der CO₂-Emissionen auf den gesamten Verkehrssektor übertragen werden.

Wie in Abschnitt 5.2 beschrieben, erfolgte die Auswahl der Transportrelationen derart, dass möglichst alle Wettbewerbsmärkte der Eisenbahn abgedeckt sind. Im Personenfern- und im Güterverkehr mit Kaufmannsgütern wurden hierfür extra mehrere Trans-

portrelationen ausgewählt, die zusammen ein breites Spektrum der Eisenbahndienstleistungen abdecken. Dieses Spektrum bezieht sich insbesondere auf die Länge der Transportrelationen. Die Ergebnisse der Transportrelationen können somit zumindest eine ungefähre Richtung angeben, wie sich die Ausdehnung der Auktionierung von Emissionszertifikaten für die Stromwirtschaft und die Einführung eines Emissionshandels im Flugverkehr gesamtwirtschaftlich auf die gewählten Indikatoren auswirken. Sie können jedoch nicht als exakte Richtgrößen der Effekte für den Verkehrssektor verstanden werden.

Bezogen auf die prognostizierten Emissionen des Verkehrs⁷⁷ im Jahr 2013 verursacht die vollständige Auktionierung der Emissionszertifikate für die Eisenbahn im Vergleich zur derzeitigen Regulierung zusätzliche Emissionen in Höhe von 767 Tausend Tonnen CO₂. Die finanzielle Belastung der Eisenbahn geht einher mit einem Rückgang des Verkehrsaufkommens von 2,55 Mio. Passagieren im Jahr. Die geringeren Kostensteigerungen im Flugverkehr verursachen hingegen nur einen Rückgang von 0,13 Mio. mit dem Flugzeug beförderten Personen. Diese Verkehrsaufkommen werden vom Pkw aufgefangen. Der Pkw profitiert damit von den Nachfragerückgängen bei seinen Konkurrenten. Im Güterverkehr verliert die Eisenbahn im Segment Kaufmannsgut etwa 2,55 Mio. Tonnen an den Lkw. Dies entspricht in etwa 106.000 Lkw Fahrten im Jahr und 290 Fahrten pro Tag. Im Segment Massengut sind die Nachfragerückgänge vernachlässigbar. Tabelle 6-6 fasst die Werte der Hochrechnung zusammen.

Tabelle 6-6: Hochrechnung für den Verkehrssektor in Szenario 1

Nachfrageänderung		CO2-Bilanz
<i>Personenverkehr in Anzahl Personen</i>	<i>Güterverkehr in Tonnen</i>	<i>in Tonnen</i>
- 2,55 Mio.	-2,55 Mio.	+767 Tausend

Quelle: Eigene Berechnungen.

6.5.3 Szenario 2 – Paritätische Umsetzung für Eisenbahn und Flugverkehr

Dem zweiten Szenario liegen folgende Annahmen zugrunde:

- Annahme: CO₂-Preis: 39 Euro pro Tonne CO₂
 15% bzw. 100% Auktionierung für die Stromerzeugung der Eisenbahn
 15% bzw. 100% Auktionierung für den Flugverkehr

⁷⁷ Quelle: BVU/ITP (2007).

In diesem Szenario wird betrachtet, wie eine Gleichbehandlung der Verkehrsmittel Eisenbahn und Flugverkehr aussehen könnte. Es ergeben sich zwei Ansatzpunkte. Zum einen können beide Verkehrsmittel mit den geplanten 15% für den Flugverkehr belastet werden. Zum anderen könnte beiden Verkehrsmitteln eine volle Auktionierung (100%) angelastet werden. Wie auch beim Eisenbahnverkehr muss der Flugverkehr nun 15% bzw. 100 % seiner benötigten Zertifikate ersteigern.

2a. Paritätische Belastung: 15%

Auch eine 15-prozentige Auktionierung von Zertifikaten im Emissionshandel verursacht Kostenänderungen gegenüber der heutigen Situation als Referenz die schließlich zu Preisänderungen und Nachfrageanpassung führt.

Die Preissteigerungen im Vergleich zur Referenz liegen für die Eisenbahn zwischen 0,07% und 0,27% (im Mittel bei 0,14%) im Personenverkehr sowie zwischen 0,07% und 0,28% im Güterverkehr. Die Nachfrage für die Eisenbahn ändert sich im Personenverkehr in Summe über die Transportrelationen nur gering. Der Flugverkehr verliert ebenfalls an Aufkommen. Gewinner der Politikmaßnahme bleibt der Pkw. Der Flugverkehr verliert im Mittel 0,19% des Modal Split. Die Nachfrage für die Eisenbahn ändert sich mit Ausnahme der Relation München – Hamburg (+0,16% des Modal Split) über die Transportrelationen kaum mit einer Streuung von -0,01% bis 0,02%. Der Nachfragerückgang im Güterverkehr beläuft sich in Summe auf 5563 Tonnen auf den Beispielrelationen, und einen Verlust im Modal Split von 0,08% im Mittel. (Zu diesem Abschnitt siehe Tabelle 6-9)

Im Vergleich zu Szenario 1 ändert sich die Preissteigerung für das Flugzeug im Mittel nicht. Mit 0,34% fällt die Preissteigerung im Flugverkehr im Mittel allerdings höher aus als für die Eisenbahn. Das ist den höheren Emissionen des Flugverkehrs zuzuschreiben, der bei paritätischer Auktionierung stärker belastet wird als emissionsärmere Verkehrsmittel wie die Eisenbahn. Im Vergleich zum Szenario 1 verliert die Eisenbahn somit deutlich weniger Aufkommen. Auf der Relation Frankfurt-Hamburg verliert die Eisenbahn aufgrund der derzeit geplanten Regulierung 1.656 Fahrten pro Jahr, bei 15-prozentiger Auktionierung verliert sie nur 10 Fahrten pro Jahr. Ähnliches lässt sich auch für den Nahverkehr feststellen: Verliert die Eisenbahn im Nahverkehr unter Szenario 1 noch 7544 Fahrten pro Jahr, beläuft sich nun der Nachfragerückgang aufgrund der geringeren Preissteigerung auf nur noch 1132 Fahrten pro Jahr.:

Im Güterverkehr wird die Eisenbahn allerdings weiterhin ungleich belastet. Zwar wurden die Kostensteigerungen der Eisenbahn im Vergleich zum ersten Szenario abgemildert (15% Ersteigerung von Emissionsrechten anstatt von 100%), im Güterverkehr erfährt die Eisenbahn dennoch einen asymmetrischen Kostenschock, da der Wettbewerber auf der Straße nicht weiter belastet wird.

Beim Branchenergebnis muss vor allem der Flugverkehr wegen Nachfragerückgang und Kostensteigerung Verluste hinnehmen. Es bricht in der Summe um 656 Tausend € ein. Das Branchenergebnis der Eisenbahn reagiert unterschiedlich und ist gestreut von -4548€ bis +162 Tausend € im Personenverkehr. Im Vergleich zum Szenario 1 fällt das

Branchenergebnis für die Eisenbahn allerdings weitaus besser aus. Das ist der geringeren Belastung durch Auktionierung geschuldet. Im Güterverkehr muss die Eisenbahn durchweg negative Branchenergebnisse hinnehmen, Verluste, die sich jedoch in der Höhe deutlich unter denen des ersten Szenarios bewegen. Der Rückgang beträgt in Summe im paritätischen Szenario 382 Tausend € im Vergleich zu 2,4 Mio. € bei ungleicher Einbindung in den Emissionshandel.

Aufgrund der Verlagerung weg vom Flugverkehr sinken die CO₂-Emissionen in Summe über die Beispielrelationen im Vergleich zum Szenario 1. Statt einem Anstieg gegenüber der Referenz von 1707 Tonnen CO₂ in Szenario 1 steigen die Emissionen in Szenario 2.a deutlich geringer auf nunmehr 353 Tonnen CO₂ in Summe über die Beispielrelationen an. Aufgrund des Zugewinns des Pkw am Modal Split liegen die CO₂-Emissionen dennoch leicht über der Referenz.

2b. Paritätische Belastung: 100%

Für die beiden Güterverkehrsmärkte und den Personennahverkehr handelt es sich bei diesem Szenario um einen gleichen asymmetrischen Kostenschock. Dies entspricht im Güterverkehr und Personennahverkehr der asymmetrischen Steuerbelastung aus dem ersten Szenario, da die Eisenbahn hier mit Lkw und Binnenschiff, bzw. mit dem Pkw im Wettbewerb steht.

Das zweite Szenario mit der Annahme einer paritätischen Belastung von 100% ändert nichts an der Situation der Eisenbahn im Vergleich zum ersten Szenario. Unterschiede treten jedoch beim Personenfernverkehr auf. Hier ändern sich die Ergebnisse, weil der Flugverkehr – genauso wie die Eisenbahn aufgrund der beschlossenen Regulierung – 100% der Zertifikate ersteigern muss. Die bisherige Annahme, dass 85 % der CO₂-Emissionen des Flugverkehrs über kostenlos zugeteilte Zertifikate abgedeckt werden und somit keine Kosten verursachen, ändert sich in diesem Abschnitt. Während sich auch in diesem Szenario keine Kostenänderung beim Pkw einstellt, verändert sich die Kostenbelastung beim Flugverkehr erheblich.

Die Transportkosten des Flugverkehrs steigen deutlich an. Während beim ersten Szenario die Kostensteigerung bei der Eisenbahn über der des Flugverkehrs liegt, ändert sich das Verhältnis nun zu Gunsten der Eisenbahn. Im Mittel erhöht eine vollständige Auktionierung der Zertifikate auf den ausgewählten Transportrelationen die Kosten des Flugverkehrs um 3,04 Euro pro Beförderungsfall (im ersten Szenario liegt die Kostensteigerung bei 0,46 Euro) während die Kostensteigerung bei der Eisenbahn immer noch bei 0,95 Euro liegt. Die vollständige Auktionierung führt beim Flugverkehr somit zu einer dreimal höheren Kostensteigerung als beim Eisenbahnverkehr.

Die Veränderung der relativen Kosten führt folglich auch zu einer deutlichen Veränderung der Preise. Als Mittel über die vier ausgewählten Transportrelationen im Flugverkehr nehmen die Preissteigerungen einen Wert von 2,25 % an (0,34 % beim Szenario 1). Die Preissteigerung bei der Eisenbahn liegt bei 0,79 %. Derartige Änderungen der Transportpreise führen somit auch zu einer deutlichen Verschiebung der modalen Nach-

frage. Im Gegensatz zum ersten Szenario führt dieses Szenario zu einem positiven Nachfrageeffekt für die Eisenbahn.

Die höhere Preissteigerung beim Flugverkehr im Vergleich zum Eisenbahnverkehr führt dazu, dass der sekundäre Effekt bei der Eisenbahn den primären Effekt überkompensiert. Mit anderen Worten, die Verlagerung von Aufkommen vom Flugverkehr zur Eisenbahn führt bei dieser zu einem größeren Nachfragegewinn als die Preissteigerung der Eisenbahn zu einem Verlust an Aufkommen führt. In Summe steigt auf den vier Transportrelationen des Personenfernverkehrs die Nachfrage somit um 8.470 Beförderungsfälle. Bezogen auf das gesamte Transportaufkommen der Eisenbahn auf diesen Transportrelationen ergibt sich ein Zuwachs von 1,15 %.

Eine Besonderheit bei diesem Szenario ist die Abhängigkeit der Nachfragereaktion von der jeweiligen Transportrelation. Der Nachfrageeffekt ist nicht auf allen Transportrelationen vergleichbar. Diese Vergleichbarkeit bezieht sich nicht nur auf die Höhe sondern vielmehr auch auf das Vorzeichen. So ist insbesondere auf den kürzeren Strecken der sekundäre Effekt bei der Eisenbahn immer noch kleiner als der primäre Effekt, so dass in Summe die Nachfrage weiterhin sinkt. Nur auf den weiten Transportrelationen, wo der Flugverkehr deutliche Aufkommenseinbußen zugunsten des Eisenbahnverkehrs hat, kann die Eisenbahn in Summe einen positiven Nachfrageeffekt verzeichnen und damit einen insgesamt positiven Nachfrageeffekt für den Eisenbahnfernverkehr erzielen.

Auch bei diesem Szenario ist letztlich jedoch der Straßenverkehr der Gewinner von Transportaufkommen. Sowohl durch die Preissteigerung der Eisenbahn als auch durch die des Flugverkehrs profitiert der Pkw. Sein Anteil am Modal Split steigt in diesem Szenario um etwa 1 %. Die Verluste der Eisenbahn an den Pkw und die Gewinne gegenüber dem Flugzeug gleichen sich für die meisten Relationen aus. Nur bei der Relation Hamburg-München, für welche sehr niedrige Flugpreise in der Referenz vorliegen, weist die Eisenbahn einen Anstieg des Modal Split von 1% auf. Deutlicher Verlierer über alle Relationen ist der Flugverkehr, der eine Einbuße von 1,27 % hinnehmen muss. Dies entspricht einem Verkehrsaufkommen von 37.498 Passagieren pro Jahr und 103 Passagieren pro Tag.

Trotz der Erhöhung der Beförderungsfälle im Eisenbahnverkehr und einem Rückgang der Aufkommenszahlen im Flugverkehr steigen die CO₂-Emissionen im Bereich Personenfernverkehr in diesem Szenario an. Dies ist durch den starken Anstieg der Emissionen beim Pkw-Verkehr bedingt. Die CO₂-Bilanz unterscheidet sich im Vergleich zum ersten Szenario kaum. In Summe steigen auf den vier Transportrelationen die CO₂-Emissionen von 210.177 Tonnen CO₂ um nur 0,24 % auf 210.674 Tonnen (Szenario 1: Anstieg um 0,19 % auf 210.551 Tonnen).

Die hohen Kosten- und Preissteigerungen und damit verbundenen starken Nachfragerückgänge führen beim Flugzeug zu einem deutlichen Rückgang des Branchenergebnisses. Allein auf den vier ausgewählten Transportrelationen fällt dieses in 2013 um etwa 4,3 Mio. Euro. Das Ergebnis der Eisenbahn ist positiv. Es liegt in etwa 1 Mio. Euro über dem Referenzfall. Deutlichster Gewinner ist der Pkw. Da der Pkw keine Kostensteigerungen aber einen großen positiven Effekt für die Nachfrage hat, steigt das Ergebnis um

10,4 Mio. Euro im Vergleich zur Referenz. Tabelle 6-10 gibt einen Überblick über die Ergebnisse der Simulationsrechnung des zweiten Szenarios. Auch diese Ergebnisse sind im Vergleich zum Referenzfall dargestellt.

Ebenso wie im Szenario 1 nimmt die Relation Hamburg-München eine Sonderstellung ein, da die Transportpreise für den Flugverkehr deutlich unter denen der Eisenbahn liegen. Um die Folgen für die Berechnung des Nachfrageeffektes zu ermitteln, wird deshalb in einer weiteren Simulation die Berechnung des Sekundäreffekts „Flugverkehr verliert Aufkommen an Eisenbahn“ aus der Quantifizierung des gesamten Nachfrageeffektes ausgeblendet. Das verlorene Aufkommen wird ausschließlich vom Pkw-Verkehr aufgefangen.

Im Szenario mit 15-prozentiger paritätischer Belastung ergibt sich somit ein moderater Nachfragerückgang von 337 Fahrten bei der Eisenbahn und zu einem großen Nachfragerückgang beim Flugverkehr von 4564 Fahrten. Der Pkw geht als Gewinner mit 4901 zusätzlichen Fahrten und 0,59% Gewinn am Modal Split hervor. Das Branchenergebnis der Eisenbahn sinkt von 162 Tausend € Gewinn auf 47 Tausend € Verlust. Die CO₂-Bilanz fällt deutlich höher aus, aufgrund der starken Verlagerung des Verkehrsaufkommens auf den Pkw, und beträgt 257 zusätzliche emittierte Tonnen CO₂ als Resultat der Politikmaßnahme. Bei 100-prozentiger Auktionierung verstärken sich diese Effekte. Die Eisenbahn kommt zu einem immensen Branchenverlust von 310 Tausend € und einem Modal Split Verlust von 0,27%. Tabelle 6-7 und Tabelle 6-8 stellen die Ergebnisse dar.

Tabelle 6-7: Szenario 2a – Sonderfall Hamburg - München (15%)

Verkehrsmittel	Kostensteigerung	Preissteigerung	Nachfrageänderung in Anzahl Personen/Tonnen			Änderung des Modal Split	Modal Split (neu)	Branchenergebnis	CO ₂ -Bilanz
	in Euro	in Prozent	Primärer Effekt	Sekund. Effekt	Gesamteffekt	in Prozent	in Prozent	in Euro	in Tonnen
Eisenbahn	0,27	0,19%	-337	0	-337	-0,04%	16,3%	-46.535,68	
Pkw	0,00	0,00%	0	4681	4.681	0,56%	29,7%	2.026.873,00	246,32
Flugzeug	0,57	0,56%	-4564	220	-4.344	-0,52%	54,0%	-420.983,57	

Quelle: Eigene Berechnungen.

Tabelle 6-8: Szenario 2b – Sonderfall Hamburg – München (100%)

Verkehrsmittel	Kostensteigerung	Preissteigerung	Nachfrageänderung in Anzahl Personen/Tonnen			Änderung des Modal Split	Modal Split (neu)	Branchenergebnis	CO ₂ -Bilanz
	in Euro	in Prozent	Primärer Effekt	Sekund. Effekt	Gesamteffekt	in Prozent	in Prozent	in Euro	in Tonnen
Eisenbahn	1,83	1,30%	-2248	0	-2.248	-0,27%	16,0%	-310.056,92	
Pkw	0,00	0,00%	0	31211	31.211	3,74%	32,9%	13.514.363,00	1642,41
Flugzeug	3,79	3,75%	-30428	1465	-28.963	-3,47%	51,1%	-2.797.487,96	

Quelle: Eigene Berechnungen.

Hochrechnung

Auf den gesamten Verkehrssektor hochgerechnet ergibt sich in Szenario 2.a, also bei einer paritätischen Auktionierung von 15% der benötigten Zertifikate für den Flug- wie für den Schienenverkehr, eine zusätzliche CO₂-Belastung von 0,14 Mio. Tonnen gegenüber der Referenz. Grund hierfür ist die Nicht-Einbindung des Verkehrsmittels mit der größten Emissionsintensität, dem Pkw. In Szenario 2.b, also im Fall einer vollständigen Auktionierung für die beiden im Emissionshandel beteiligten Verkehrsträger Flugzeug und Eisenbahn, ergibt sich eine zusätzliche CO₂-Belastung von 0,81 Mio. Tonnen. Damit liegen die Emissionen im Szenario 2.b sogar noch über denen des Szenario 1, in welchem die CO₂-Emissionen in Summe um 0,39 % gegenüber der Referenz gestiegen sind. Szenario 2.a weist hingegen im Vergleich zum „Ist-Szenario“ 1 deutlich geringere Emissionssteigerungen auf.

15% Belastung vs. 100% Belastung

Zusammenfassend lässt sich für das Szenario 2 feststellen, dass eine symmetrische Auktionierung von Zertifikaten im Flug- und Eisenbahnverkehr dahingehend variiert werden kann, dass unterschiedliche Auktionierungsniveaus gewählt werden können (in diesem Fall 15% vs. 100%). Variiert man das Szenario in Richtung voller Auktionierung, so sind die Effekte im Vergleich zu 15% betragsmäßig größer, bleiben aber von der Richtung gleich. (Ergebnisse beider Variationen werden in Tabelle 6-9 und Tabelle 6-10 veranschaulicht.) Das bedeutet, bei geringerer Auktionierung werden lediglich die quantitativen Auswirkungen des Emissionshandels in ihrem Ausmaß relativiert. Dies umfasst jedoch auch den adversen Effekt einer Verlagerung hin zum Pkw, welcher die Gesamtemissionen im Verkehrssektor tendenziell ansteigen lässt. Mit Blick auf die Gesamtemissionen im Verkehrssektor ist bei unvollständiger Abdeckung daher eine geringere Belastung der am Emissionshandel beteiligten Verkehrsträger vorteilhaft.

Tabelle 6-9: Auswirkung des 2. Szenario auf verkehrswirtschaftliche, ökonomische und ökologische Indikatoren bei 15%-Auktionierung

Marktsegment	Relation	Verkehrsmittel	Kosten- steigerung	Preis- steigerung	Nachfrageänderung in Anzahl Personen/Tonnen			Änderung des Modal Split	Modal Split (neu)	Branchen- ergebnis	CO2- Bilanz
			<i>in Euro</i>	<i>in Prozent</i>	<i>Primärer Effekt</i>	<i>Sekund. Effekt</i>	<i>Gesamt- effekt</i>	<i>in Prozent</i>	<i>in Prozent</i>	<i>in Euro</i>	<i>in Tonnen</i>
Personen- nahverkehr	Heidelberg - Mannheim	Eisenbahn	0,01	0,24%	-1132	0	-1.132	-0,01%	16,0%	-6.916,23	1,70
		Pkw	0,00	0,00%	0	1132	1.132	0,01%	84,0%	11.320,00	
Personen- fernverkehr	Hamburg - München	Eisenbahn	0,27	0,27%	-337	1639	1.302	0,16%	16,5%	161.572,26	83,57
		Pkw	0,00	0,00%	0	3042	3.042	0,36%	29,5%	1.317.186,00	
		Flugzeug	0,57	0,56%	-4564	220	-4.344	-0,52%	54,0%	-420.983,57	
	Frankfurt - Hamburg	Eisenbahn	0,11	0,09%	-284	239	-45	-0,01%	29,5%	-7.405,27	11,50
		Pkw	0,00	0,00%	0	521	521	0,06%	43,0%	63.562,00	
		Flugzeug	0,45	0,15%	-587	111	-476	-0,06%	27,5%	-141.469,59	
	Frankfurt - München	Eisenbahn	0,11	0,11%	-263	253	-10	-0,00%	28,6%	-4.547,75	1,16
		Pkw	0,00	0,00%	0	648	648	0,06%	51,6%	138.672,00	
		Flugzeug	0,37	0,35%	-711	73	-638	-0,05%	19,8%	-68.478,64	
	Mannheim - Paris	Eisenbahn	0,07	0,07%	-24	47	23	0,02%	19,8%	1.904,00	2,02
Pkw		0,00	0,00%	0	144	144	0,11%	53,3%	41.904,00		
Flugzeug		0,44	0,28%	-175	8	-167	-0,13%	26,9%	-24.720,45		
Güterverkehr - Kaufmannsgut	Köln - Busto	Lkw	0,00	0,00%	0	2460	2.460	0,12%	17,9%	107.625,00	108,86
		Eisenbahn	2,97	0,17%	-2460	0	-2.460	-0,12%	82,1%	-191.224,45	
	Ludwigshafen - Barcelona	Lkw	0,00	0,00%	0	160	160	0,02%	63,5%	11.933,33	14,27
		Eisenbahn	1,46	0,07%	-160	0	-160	-0,02%	36,5%	-16.298,49	
	Hamburg - München	Lkw	0,00	0,00%	0	1687	1.687	0,16%	27,6%	73.946,83	66,21
Eisenbahn		2,97	0,25%	-1687	0	-1.687	-0,16%	72,4%	-87.408,49		
Güterverkehr - Massengut	Rotterdam - Karlsruhe	Binnenschiff	0,00	0,00%	0	38	38	0,00%	97,4%	323,00	0,76
		Eisenbahn	77,10	0,20%	-38	0	-38	0,00%	2,6%	-1.560,91	
	Duisburg - Mannheim	Binnenschiff	0,00	0,00%	0	1181	1.181	0,09%	59,4%	5.019,25	11,56
Eisenbahn	48,20	0,28%	-1181	0	-1.181	-0,09%	40,6%	-22.013,83			

Quelle: Eigene Berechnungen.

Tabelle 6-10: Auswirkung des 2. Szenario auf verkehrswirtschaftliche, ökonomische und ökologische Indikatoren bei 100%-Auktionierung

Marktsegment	Relation	Verkehrsmittel	Kosten-	Preis-	Nachfrageänderung in			Änderung	Modal	Branchen-	CO2-
			steigerung	steigerung	Anzahl Personen/Tonnen			des Modal	Split (neu)	ergebnis	Bilanz
			<i>in Euro</i>	<i>in Prozent</i>	<i>Primärer</i>	<i>Sekund.</i>	<i>Gesamt-</i>	<i>in Prozent</i>	<i>in Prozent</i>	<i>in Euro</i>	<i>in Tonnen</i>
					<i>Effekt</i>	<i>Effekt</i>	<i>effekt</i>				
Personen-nahverkehr	Heidelberg - Mannheim	Eisenbahn	0,08	1,57%	-7544	0	-7.544	-0,09%	15,9%	-46.043,15	11,32
		Pkw	0,00	0,00%	0	7544	7.544	0,09%	84,1%	75.440,00	
Personen-fernverkehr	Hamburg - München	Eisenbahn	1,83	1,30%	-2248	10924	8.676	1,04%	17,4%	1.075.288,71	557,66
		Pkw	0,00	0,00%	0	20287	20.287	2,43%	31,6%	8.784.271,00	
		Flugzeug	3,79	3,75%	-30428	1465	-28.963	-3,47%	51,1%	-2.797.487,96	
	Frankfurt - Hamburg	Eisenbahn	0,72	0,61%	-1895	1594	-301	-0,04%	29,5%	-49.455,98	76,76
		Pkw	0,00	0,00%	0	3475	3.475	0,42%	43,4%	423.950,00	
		Flugzeug	2,97	0,97%	-3914	740	-3.174	-0,38%	27,1%	-942.513,86	
	Frankfurt - München	Eisenbahn	0,73	0,74%	-1751	1689	-62	-0,01%	28,6%	-29.899,17	7,49
		Pkw	0,00	0,00%	0	4312	4.312	0,37%	51,9%	922.768,00	
		Flugzeug	2,46	2,36%	-4737	487	-4.250	-0,37%	19,5%	-455.322,07	
Mannheim - Paris	Eisenbahn	0,50	0,49%	-158	315	157	0,12%	19,9%	13.020,28	13,11	
	Pkw	0,00	0,00%	0	954	954	0,75%	54,0%	277.614,00		
	Flugzeug	2,93	1,90%	-1164	53	-1.111	-0,87%	26,2%	-164.202,15		
Güterverkehr - Kaufmannsgut	Köln - Busto	Lkw	0,00	0,00%	0	16399	16.399	0,81%	18,6%	717.456,25	725,66
		Eisenbahn	19,81	1,10%	-16399	0	-16.399	-0,81%	81,4%	-1.271.096,67	
	Ludwigshafen - Barcelona	Lkw	0,00	0,00%	0	1065	1.065	0,12%	63,6%	79.431,25	94,96
		Eisenbahn	9,75	0,45%	-1065	0	-1.065	-0,12%	36,4%	-108.437,34	
	Hamburg - München	Lkw	0,00	0,00%	0	11248	11.248	1,07%	27,6%	493.037,33	441,48
		Eisenbahn	19,81	1,66%	-11248	0	-11.248	-1,07%	72,4%	-580.242,84	
Güterverkehr - Massengut	Rotterdam - Karlsruhe	Binnenschiff	0,00	0,00%	0	254	254	0,03%	97,4%	2.159,00	5,11
		Eisenbahn	514,02	1,35%	-254	0	-254	-0,03%	2,6%	-10.393,30	
	Duisburg - Mannheim	Binnenschiff	0,00	0,00%	0	7874	7.874	0,59%	59,9%	33.464,50	77,09
Eisenbahn		321,36	1,85%	-7874	0	-7.874	-0,59%	40,1%	-146.164,94		

Quelle: Eigene Berechnungen.

6.5.4 Szenario 3 – Gleichbehandlungsszenario

Dem dritten Szenario liegen folgende Annahmen zugrunde:

Annahme: CO₂-Preis: 39 Euro pro Tonne CO₂
 alle Verkehrsmittel nehmen am Emissionshandelssystem teil
 100% Auktionierung für alle Verkehrsmittel

Im Gegensatz zu den beiden bisherigen Szenarien führt dieses zu einem symmetrischen Kostenschock für alle Verkehrsmittel. Symmetrisch ist der Kostenschock jedoch nicht in seiner Höhe sondern nur in seiner Lenkungswirkung. Die von den verschiedenen Verkehrsmitteln verursachten CO₂-Emissionen werden in diesem Szenario dem jeweiligen Verursacher über Zertifikatkosten angelastet. Aufgrund der unterschiedlichen Emissionsintensität der Verkehrsmittel unterscheiden sich die Menge der erforderlichen Zertifikate und somit auch die Kostensteigerungen bei den intermodalen Wettbewerbern. Äquivalent zu einer 100% Auktionierung wäre eine Steuer auf den CO₂-Ausstoß in Höhe des jeweiligen Zertifikatespreises.

In diesem Szenario sind die absoluten Kostensteigerungen auf den jeweiligen Transportrelationen immer für den Straßenverkehr am höchsten. Dies liegt an den hohen Emissionswerten der Pkw und Lkw im Vergleich zu den Konkurrenten. Betrachtet man hingegen die relativen Kosten- und Preissteigerungen, so zeigt sich beim Personenfernverkehr oftmals ein anderes Bild. Aufgrund der relativ hohen Transportpreise des Pkw sind die marginalen Zusatzkosten, die auf die Preise überwältzt werden können, geringer als die Preissteigerungen des Flugzeugs. Im Mittel über alle Personenfernverkehre steigen die Transportpreise bei der Eisenbahn um 0,79 %, beim Pkw um 1,53 % und beim Flugverkehr um 2,25 %. Beim Personenfernverkehr sind sogar die Preissteigerungen beim Pkw geringer als die bei der Eisenbahn (1,26 % zu 1,57 %).

Bei beiden Güterverkehrssegmenten steigen die Preise der Eisenbahnkonkurrenten deutlich stärker als die der Eisenbahn selbst. Hierfür gibt es jedoch unterschiedliche Ursachen. Während beim Segment Kaufmannsgut der Lkw deutlich höhere Emissionswerte bei annähernd gleichen Ausgangswerten der Transportpreise im Referenzfall aufweist, findet sich beim Massengutsegment die gerade umgekehrte Begründung. Da das Binnenschiff annähernd gleiche Emissionsfaktoren besitzt, resultiert die hohe relative Preissteigerung beim Binnenschiffsverkehr im Vergleich zur Eisenbahn aus den geringen Transportkosten im Referenzfall. Im Mittel ergeben sich somit Preissteigerungen von 3,72 % beim Lkw, 1,04 % bei der Eisenbahn (KV), 1,50 % bei der Eisenbahn (Ganzzugverkehr) und 11,45 % beim Binnenschiff.

Diese Preissteigerungen führen zu Nachfrageänderungen, die im Sinne einer ökologisch effektiven Regulierung wünschenswert sind. Die Eisenbahn als umweltfreundlichstes Verkehrsmittel profitiert in allen Transportmärkten auf allen ausgewiesenen Transportrelationen. Zwar verliert die Eisenbahn durch den primären Nachfrageeffekt (resultierend aus den Preissteigerungen bei der Eisenbahn), aufgrund der Preisänderungen bei den jeweiligen Konkurrenten überkompensiert der sekundäre Nachfrageeffekt den pri-

mären, so dass als Gesamteffekt ein Aufkommenszuwachs der Eisenbahn festzustellen ist.

Bereits beim zweiten Szenario, bei dem neben der Eisenbahn auch das Flugzeug zu 100% die erforderlichen CO₂-Zertifikate ersteigern muss, war auf einzelnen Transportrelationen ein positiver Effekt im Personenfernverkehr zu verzeichnen. Durch die Integration des Pkw in den Emissionshandel führt der Verlust des Aufkommens auf der Straße nun zu einem deutlichen Anstieg der Nachfrage im Eisenbahnverkehr – und dies auf allen ausgewählten Transportrelationen.

Im Personenfernverkehr gewinnt die Eisenbahn auf den vier Transportrelationen 22.744 Passagiere. Dies entspricht einem Anteil von 3,08 % am Gesamtaufkommen der Eisenbahn auf den vier Transportrelationen im Fernverkehr. Im Personennahverkehr steigt das Aufkommen um 0,48 %. Insgesamt können im Jahr 2013 auf den ausgewählten Transportrelationen somit 1645 Pkw-Fahrten im Fernverkehr und 6270 Fahrten im Personennahverkehr reduziert werden. Das Aufkommen im Flugverkehr nimmt um 21.101 Beförderungsfälle ab.

Im Güterverkehr sinkt die Anzahl der Lkw-Verkehre auf den drei Transportrelationen um etwa 625 Fahrten und somit um etwa 15.000 Tonnen. Im Massengutsegment geht das Aufkommen des Binnenschiffs um etwa 143.000 zugunsten der Eisenbahn ab. Dies entspricht bei einem Aufkommen von 1000 Tonnen je Beförderungsfall 143 Binnenschiffen im Jahr 2013.

Diese deutlichen Mengeneffekte führen demzufolge auch zu gravierenden Veränderungen des Modal Split und des Branchenergebnisses. Die Eisenbahn gewinnt auf allen Transportrelationen deutlich. Die Kostensteigerungen werden somit durch die Umsatzsteigerungen und die Aufkommenszuwächse überkompensiert. Allein auf den 10 Transportrelationen könnte die Eisenbahn ein Zugewinn im Branchenergebnis von etwa 5,6 Mio. Euro erzielen. Hierzu tragen bis auf das Marktsegment Güterverkehr – Kaufmannsgut alle Verkehrsmärkte bei. Bei dem genannten Marktsegment hingegen wird der Mengeneffekt, der den Umsatz erhöht oftmals durch die Kostensteigerung zunichte gemacht.

Einen deutlichen Verlust verzeichnen das Binnenschiff und der Flugverkehr. Beim Pkw hingegen hängt der Branchenerfolg stark von der Transportrelation ab. In der Summe der betrachteten Relationen kann der Pkw-Verkehr jedoch eine positive Veränderung des Branchenergebnisses von 3,6 Mio. Euro erzielen.

Aufgrund der symmetrischen Belastung aller Verkehrsmittel mit CO₂-Kosten und der Veränderung des Modal Split zugunsten der Eisenbahn weist dieses Szenario einen deutlichen, positiven Umwelteffekt aus. Die CO₂-Emissionen nehmen auf nahezu allen Transportrelationen ab. Summiert man die Effekte aller 10 Transportrelationen auf und dividiert diese durch die Gesamtemissionen im Referenzszenario, so lässt sich eine Emissionsreduktion von 1,30 % feststellen. Dies entspricht im Jahr 2013 einer eingesparten Belastung von 5.730 Tonnen CO₂.

Tabelle 6-11 gibt einen Überblick über die Ergebnisse der Simulationsrechnung des dritten Szenarios. Auch diese Ergebnisse sind im Vergleich zum Referenzfall dargestellt.

Tabelle 6-11: Auswirkung des 3. Szenario auf verkehrswirtschaftliche, ökonomische und ökologische Indikatoren

Marktsegment	Relation	Verkehrsmittel	Kosten- steigerung	Preis- steigerung	Nachfrageänderung in Anzahl Personen/Tonnen			Änderung des Modal Split	Modal Split (neu)	Branchen- ergebnis	CO2- Bilanz
			<i>in Euro</i>	<i>in Prozent</i>	<i>Primärer Effekt</i>	<i>Sekund. Effekt</i>	<i>Gesamt- effekt</i>	<i>in Prozent</i>	<i>in Prozent</i>	<i>in Euro</i>	<i>in Tonnen</i>
Personen- nahverkehr	Heidelberg - Mannheim	Eisenbahn	0,08	1,57%	-7544	13814	6270	0,06%	16,1%	18769,51	-9,41
		Pkw	0,14	1,26%	-13814	7544	-6270	-0,06%	83,9%	-158540,80	
Personen- fernverkehr	Hamburg - München	Eisenbahn	1,83	1,30%	-2248	12286	10038	1,20%	17,5%	1,248,013.06	199,37
		Pkw	5,71	1,19%	-5914	20287	14373	1,72%	30,9%	6,076,519.90	
		Flugzeug	3,79	3,75%	-30428	6017	-24411	-2,92%	51,6%	-2,384,983.31	
	Frankfurt - Hamburg	Eisenbahn	0,72	0,61%	-1895	11678	9783	1,19%	30,7%	1,018,720.46	-837,37
		Pkw	3,63	2,68%	-19491	3475	-16016	-1,94%	41,0%	-2,077,015.06	
	Frankfurt - München	Flugzeug	2,97	0,97%	-3914	10147	6233	0,76%	28,3%	1,651,026.23	-90,70
		Eisenbahn	0,73	0,74%	-1751	3816	2065	0,18%	28,7%	159,247.88	
		Pkw	2,50	1,05%	-3604	4312	708	0,06%	51,6%	993.31	
Mannheim - Paris	Flugzeug	2,46	2,36%	-4737	1964	-2773	-0,24%	19,6%	-316,847.55	-70,62	
	Eisenbahn	0,50	0,49%	-158	1018	860	0,67%	20,4%	76,958.19		
	Pkw	3,86	1,20%	-1664	954	-710	-0,56%	52,7%	-232,577.49		
Güterverkehr - Kaufmannsgut	Köln - Busto	Flugzeug	2,93	1,90%	-1164	1014	-150	-0,12%	26,9%	-30,904.62	-1,50
		Lkw	61,23	3,97%	-16433	16399	-34	0,00%	17,7%	-295,648.67	
	Ludwigshafen - Barcelona	Eisenbahn	19,81	1,10%	-16399	16433	34	0,00%	82,3%	-439,408.73	-1248,16
		Lkw	93,21	3,54%	-15063	1065	-13998	-1,52%	61,9%	-1,750,823.96	
	Hamburg - München	Lkw	56,55	3,66%	-12243	11248	-995	-0,09%	27,6%	-262,467.94	-39,05
		Eisenbahn	19,81	1,66%	-11248	12243	995	0,09%	72,4%	-168,235.20	
Güterverkehr - Massengut	Rotterdam - Karlsruhe	Binnenschiff	1298,31	11,00%	-77397	254	-77143	-8,43%	89,0%	-951,519.80	-1551,35
		Eisenbahn	514,02	1,35%	-254	77397	77143	8,43%	11,0%	2,106,884.79	
	Duisburg - Mannheim	Binnenschiff	703,17	11,91%	-73943	7874	-66069	-4,99%	54,3%	-422,482.03	-646,82
Eisenbahn		321,36	1,85%	-7874	73943	66069	4,99%	45,7%	771,469.11		

Quelle: Eigene Berechnungen.

Hochrechnung

Das dritte Szenario weist für die ausgewählten Transportrelationen hinsichtlich der CO₂-Emissionen die gewünschten Gesamteffekte auf. Rechnet man auf Grundlage dieser Ergebnisse auf den gesamten Verkehrssektor hoch, so ergibt sich in diesem Szenario eine Emissionsreduktion von 2,5 Mio. Tonnen CO₂.

Ebenso positiv für die Eisenbahn ist der steigende Anteil am Gesamtverkehrsaufkommen. Im Personenverkehr nimmt auf den ausgewählten Transportrelationen das Verkehrsaufkommen um 1,42 % zu (Personennahverkehr 3,08 %, Personenfernverkehr 0,48 %). Beim Güterverkehr steigt das Verkehrsaufkommen im Vergleich zum Referenzszenario auf den Transportrelationen um 4,75 %, wobei beim stark wachsenden Kaufmannsgutsegment das Wachstum lediglich 0,54 % beträgt. Unterstellt man wiederum Repräsentativität der ausgewählten Transportrelationen für den gesamten Schienenverkehr, so entsprächen die im Modell simulierten Wachstumsprognosen einem zusätzlichen Verkehrsaufkommen beim Schienenpersonenverkehr von 30,21 Mio. Personen und beim Schienengüterverkehr von 17,34 Mio. Tonnen.

Tabelle 6-12: Hochrechnung für den gesamten Verkehrssektor im Szenario 3

Nachfrageänderung		CO ₂ -Bilanz
<i>Personenverkehr in Anzahl Personen</i>	<i>Güterverkehr in Tonnen</i>	<i>in Tonnen</i>
30,21 Mio.	17,34 Mio.	-2,5 Mio.

Quelle: Eigene Berechnungen.

6.6 Sensitivitätsanalyse der Simulationsergebnisse auf Änderungen der grundlegenden Annahmen

Im folgenden Abschnitt werden die Ergebnisse der Simulationsstudie auf Variationen relevanter Annahmen getestet. Hierbei stehen insbesondere die Implikationen auf Nachfrageänderungen und damit auf die Änderungen des Modal Splits, sowie Ergebnisse bezüglich der Branchenergebnisse und der CO₂-Bilanzen im Blickpunkt. Unter den getroffenen Annahmen sind die im Jahr 2013 geltenden Kosten für Verschmutzungsrechte, die Kostenüberwälzungsfaktoren und die Preiselastizität der Nachfrage von Bedeutung.

Die Kosten für CO₂-Emissionen beeinflussen zum einen das Branchenergebnis direkt durch höhere Betriebskosten, die nur teilweise in höheren Preisen abgebildet werden können. Zum anderen verursachen die Kosten höhere Endkundenpreise, durch die ein Nachfragerückgang und branchenweit niedrigere Betriebserlöse erwartet werden.

In den Basissimulationen (Referenzszenarien) wird ein Preis von 39 Euro pro Tonne CO₂ angenommen.⁷⁸ In der Sensitivitätsanalyse wird die Robustheit der Ergebnisse bei einem Preis von 25 Euro getestet, der sich aus dem durchschnittlichen Preis für EUA Futures an der ECX-Börse ergibt.⁷⁹

Die Annahmen bezüglich der (Kreuz-)Preiselastizitäten beeinflussen die erwarteten Nachfrageverschiebungen und daraus resultierend die Branchenergebnisse und die CO₂-Bilanzen der einzelnen Marktsegmente. Die Referenzsimulationen basieren auf differenzierten Elastizitäten für die jeweiligen Verkehrsmittel, die sich aus einer Metastudie über Preiselastizitäten im Verkehrssektor ergeben.⁸⁰ In der Sensitivitätsanalyse wurde unter anderem die Annahme differenzierter Elastizitäten zugunsten der Annahme gleicher Preiselastizitäten im Verkehrssektor fallen gelassen. Dabei wurden für jedes Szenario jeweils zwei alternative Simulationen durchgeführt. Das eine Szenario unterstellt die geringste Elastizität der in diesem Marktsegment zur Auswahl stehenden Verkehrsmittel des Referenzfalls. Das andere Szenario nimmt hingegen die höchste Elastizität an. Darüber hinaus wurden die Effekte bei einer um 20 % höheren und um 20 % geringeren Elastizität als im Referenzfall berechnet.

Neben den Elastizitäten sind auch die Kostenüberwälzungsfaktoren Annahmen des Simulationsmodells, die die Ergebnisse beeinflussen können. In der Basissimulation wurden die Kostenüberwälzungsfaktoren des Personenverkehrs mit 90%, die des Güterverkehrs mit 68 % –72 % angesetzt. Dies spiegelt jeweils einen Markt mit relativ starkem (intermodalem) Wettbewerb wider. In den ausgewählten Marktsegmenten erscheinen die Überwälzungsfaktoren durchaus als plausibel. Um dennoch die Auswirkungen eines weniger wettbewerbsintensiven Umfeldes zu erfassen, wurde alternativ ein Kostenüberwälzungsfaktor von nur 50% angenommen.

Im Folgenden werden die wichtigsten Änderungen auf Grund der Annahmenvariationen systematisch dargestellt. Die Simulationen erfolgen jeweils durch eine Veränderung einer Annahme bei gleichzeitiger *ceteris paribus* Bedingung aller anderen Annahmen.

Sensitivität des Modal Split

Bei der Analyse wird deutlich, dass bei einer Variation der grundlegenden Annahmen nur wenige signifikante Änderungen im simulierten neuen Modal Split erfolgen. Änderungen ergeben sich insbesondere

- auf der Transportrelation Hamburg-München, einem wettbewerbsintensiven Marktsegment mit hohem Verkehrsaufkommen. In den Szenarien 1 und 2 reagiert der Modal Split Anteil der Eisenbahn auf einen niedrigeren CO₂-Preis, eine niedrigere Kostenüberwälzungsrate und auf eine niedrige Preiselastizität jeweils mit Einbußen

⁷⁸ Vgl. hierzu das Impact Assessment der EU (2008).

⁷⁹ Die Schwankungen in den EUA Futures mit der Fälligkeit im Jahr 2013 an der ECX sind groß. Seit April 2008 bewegte sich der Wert zwischen 11,30 Euro und 36,50 Euro. Als Mittelwert ergibt sich ein Preis von 24,32 Euro.

⁸⁰ Vgl. hierzu die Ausführungen in Abschnitt 5.2.

von 0,4 bis 0,5 Prozentpunkten. Unter diesen Annahmen ergeben sich Nachfrageverschiebungen zum Flugverkehr.

- im Personenfernverkehr auf den Transportrelationen Frankfurt – Hamburg und Mannheim – Paris im Szenario 3. Auch hier ergibt sich eine Verringerung des Modal Splits der Eisenbahn um 0,2 bis 0,5 Prozentpunkte bei den gleichen Annahmenvariationen bezüglich der CO₂-Preise wie in diesem Abschnitt beschrieben.
- im Güterverkehr auf der Transportrelation Köln – Busto in den Szenarien 1 und 2. Hier führt ein niedriger CO₂-Preis von etwa 25 Euro durch eine höhere Wettbewerbsfähigkeit der Bahn zu signifikant höheren Modal Split-Werten (Steigerung um 0,3 % im Vergleich zum Referenzszenario).
- im Güterverkehr auf den Transportrelationen Ludwigshafen – Barcelona, Rotterdam – Karlsruhe und Duisburg – Mannheim im Szenario 3. In diesem Szenario führt ein niedriger CO₂-Preis zu höherer Wettbewerbsfähigkeit auf Seiten der Binnenschifffahrt und des Lkw, was zu niedrigeren Modal Split-Werten für die Eisenbahn führt (Verlust bis zu 3,1 Prozentpunkten auf der Transportrelation Rotterdam – Karlsruhe). Hier ist allerdings zu beachten, dass das Ausgangsniveau der Modal Split-Werte im Szenario 3 relativ hoch ist (11 % in der Relation Rotterdam – Karlsruhe).

In allen anderen Marktsegmenten und auf allen anderen Transportrelationen zeigen sich im Modal Split keine signifikanten Änderungen. Die Ergebnisse zeigen also, dass die Simulationsrechnungen in Bezug auf den Modal Split relativ robust gegenüber einer Änderung der Annahmen sind.

Richtung von Nachfrageverschiebungen

Die Ergebnisse der Sensibilitätsanalyse zeigen bis auf eine Ausnahme keine Änderungen bei der Richtung von Nachfrageverschiebungen. Die einzigen Veränderungen resultieren aus der Änderung der Preiselastizitäten im Szenario 3. Hier ergibt sich aus der Annahme gleicher Elastizitäten anstelle von differenzierten Werten eine Nachfrageverschiebung im Güterverkehr (Kaufmannsgut) mit großer Distanz von der Eisenbahn zum Straßenverkehr, während die in der Basissimulation getroffenen Annahmen zu einer leichten Verschiebung in Richtung Schiene mit sich bringen. Entsprechend steigt auch die CO₂-Bilanz im Vergleich zur Basissimulation. Ebenfalls wurde durch diese Annahmenvariation ein Nachfragerückgang beim Pkw auf der Transportrelation Frankfurt – München errechnet, wo nach den Basisannahmen eine Nachfragesteigerung angenommen wurde.

Das Ergebnis reagiert somit sensibel auf die Veränderung der (Kreuz-)Preiselastizitäten. Es stellt sich folglich die Frage, ob die getroffene Annahme unterschiedlicher Elastizitäten der tatsächlichen Marktsituation gerecht wird, oder ob symmetrische Elastizitäten die Realität besser abbilden. Zahlreiche empirische Studien belegen, dass die Annahme unterschiedlicher Elastizitäten eine realistische Darstellung der Situation im Güter-

marktsegment Kaufmannsgut liefert.⁸¹ Eine Annahme gleicher Elastizitäten führt demzufolge zu verzerrten Nachfrageeffekten und ist im Vergleich zur Annahme unterschiedlicher Elastizitäten zu verwerfen.

Branchenergebnisse

Die Branchenergebnisse variieren bei einer Veränderung der Annahmen zwar in der Höhe, es kommt aber nur vereinzelt zu in der Richtung abweichenden Netto-Wirkungen. Ausnahmen bilden einzelne Marktsegmentergebnisse, die durch die Annahme niedrigerer Kostenüberwälzungsfaktoren einen Netto-Verlust erleiden (Luftverkehr Mittelstrecke im Szenario 1, Eisenbahn auf Mittel- und Kurzstrecken im Szenario 3 sowie Pkw auf Mittelstrecken im Szenario 3). Auch durch die Annahme identischer Elastizitäten ergibt sich eine Änderung im Branchenergebnis Pkw auf der Relation Frankfurt – München, welches dann negativ ausfällt.

CO₂-Bilanzen

Die CO₂-Bilanzen variieren zwar relativ stark, es sind jedoch quasi keine Änderungen der Vorzeichen zu beobachten.⁸² In allen Simulationsrechnungen führen die Szenarien 1 und 2 zu einer Netto-Erhöhung des Schadstoffausstoßes im Vergleich zur jetzigen Situation.⁸³ Nur Szenario 3 führt zu einer Verringerung der CO₂-Bilanzen. Dies ändert sich auch nicht bei einer Variation der grundlegenden Annahmen. Lediglich die quantitativen Auswirkungen des Emissionshandels werden in ihrem Ausmaß relativiert bzw. verstärkt. Tabelle 6-13 bietet einen Überblick über die Auswirkungen von Annahmenvariationen auf die CO₂-Bilanzen.

Fazit

Wie die Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse darstellen, führen die Veränderungen der Modellannahmen nur in den seltensten (und unrealistischen) Fällen zu fundamental unterschiedlichen Ergebnissen. Im Allgemeinen bleibt das Modell gegenüber den getroffenen Annahmenvariationen stabil im Wirkungszusammenhang. Die Höhe der Effekte unterscheiden sich erwartungsgemäß – teilweise sogar deutlich. Für die Verwendbarkeit des Modells auf Fragestellung zum Thema Wettbewerbsfähigkeit von Verkehrsmitteln und deren Auswirkungen auf ökonomische, ökologische und verkehrliche Kenngrößen ist dieses einfache Simulationsmodell geeignet.

⁸¹ Vgl. hierzu Bühler, G. (2006).

⁸² Die einzige Ausnahme ist im Abschnitt „Richtung von Nachfrageverschiebungen“ dargestellt.

⁸³ Für das Szenario 2 wird hier die Annahme einer 100-prozentigen Auktionierung getroffen, da die Effekte größer sind.

Tabelle 6-13: Änderungen der CO₂-Bilanzen bei geänderten Annahmen, absolute und relative Werte.

Marktsegment - Relation	Szenario	Referenzszenario		CO ₂ -Preis		KÜW		niedrige Elastizität		hohe Elastizität	
		t	% von Referenz	t	% von Referenz	t	% von Referenz	t	% von Referenz	t	% von Referenz
Personennahverkehr Heidelberg-Mannheim	1	11.32	100.00	7.06	62.37	6.29	55.57	4.89	43.20	11.32	100.00
	2	11.32	100.00	7.06	62.37	6.29	55.57	4.89	43.20	11.32	100.00
	3	-9.41	100.00	-5.86	62.27	-5.22	55.47	-15.83	168.23	-36.60	388.95
Personenfernverkehr Hamburg-München	1	212.32	100.00	132.40	62.36	118.04	55.60	194.95	91.82	314.59	148.17
	2	557.66	100.00	347.78	62.36	309.83	55.56	441.29	79.13	712.24	127.72
	3	199.37	100.00	124.36	62.38	110.84	55.60	219.30	110.00	353.94	177.53
Personenfernverkehr Frankfurt-Hamburg	1	121.09	100.00	75.52	62.37	67.27	55.55	123.29	101.82	199.03	164.37
	2	76.76	100.00	47.88	62.38	42.70	55.63	91.73	119.50	147.95	192.74
	3	-837.37	100.00	-522.14	62.35	-465.14	55.55	-474.58	56.68	-766.18	91.50
Personenfernverkehr Frankfurt-München	1	68.26	100.00	42.56	62.35	37.91	55.54	56.38	82.60	86.02	126.02
	2	7.49	100.00	4.69	62.62	4.19	55.94	16.60	221.63	25.26	337.25
	3	-90.70	100.00	-56.53	62.33	-50.33	55.49	-81.59	89.96	-124.59	137.36
Personenfernverkehr Mannheim-Paris	1	12.51	100.00	7.78	62.19	6.96	55.64	12.43	99.36	20.11	160.75
	2	13.11	100.00	8.17	62.32	7.30	55.68	12.87	98.17	20.78	158.50
	3	-70.62	100.00	-44.02	62.33	-39.17	55.47	-39.04	55.28	-62.96	89.15
Güterverkehr Kaufmannsgut Köln-Busto	1	725.66	100.00	452.50	62.36	725.66	100.00	725.66	100.00	937.61	129.21
	2	725.66	100.00	452.50	62.36	725.66	100.00	725.66	100.00	937.61	129.21
	3	-1.50	100.00	-0.93	62.00	-1.50	100.00	162.93	n.a.	210.45	n.a.
Güterverkehr Kaufmannsgut Ludwigshafen-Barcelona	1	94.96	100.00	59.52	62.68	94.96	100.00	94.96	100.00	99.06	104.32
	2	94.96	100.00	59.21	62.35	94.96	100.00	94.96	100.00	99.06	104.32
	3	-1248.16	100.00	-778.34	62.36	-1248.16	100.00	-1192.96	95.58	-1244.05	99.67
Güterverkehr Kaufmannsgut Hamburg- München	1	441.48	100.00	275.30	62.36	441.48	100.00	441.48	100.00	570.46	129.22
	2	441.48	100.00	275.30	62.36	441.48	100.00	441.48	100.00	570.46	129.22
	3	-39.05	100.00	-24.37	62.41	-39.05	100.00	69.59	-178.21	89.92	-230.27
Güterverkehr Massengut Rotterdam-Karlsruhe	1	5.11	100.00	3.20	62.62	5.11	100.00	5.11	100.00	5.11	100.00
	2	5.11	100.00	3.20	62.62	5.11	100.00	5.11	100.00	5.11	100.00
	3	-1551.35	100.00	-967.39	62.36	-1551.35	100.00	-1551.35	100.00	-1551.35	100.00
Güterverkehr Massengut Duisburg-Mannheim	1	77.09	100.00	48.07	62.36	77.09	100.00	77.09	100.00	77.09	100.00
	2	77.09	100.00	48.07	62.36	77.09	100.00	77.09	100.00	77.09	100.00
	3	-646.82	100.00	-403.35	62.36	-646.82	100.00	-646.82	100.00	-646.82	100.00
Summe	1	1769.80	100.00	1103.91	62.37	1580.77	89.32	1736.24	98.10	2320.40	131.11
	2	2010.64	100.00	1253.86	62.36	1714.61	85.28	1911.68	95.08	2606.88	129.65

Quelle: Eigene Berechnungen.

7 Schlussfolgerungen und Politikempfehlungen

Das Gutachten stellt die aktuelle Wettbewerbssituation der Eisenbahn vor. Es zeigt, dass Wettbewerb im Verkehrssektor vorhanden ist. Wettbewerb besteht dabei nicht nur aufgrund intramodaler sondern ebenso aufgrund von intermodaler Konkurrenz.

Fiskalische Regulierungen verändern die Wettbewerbsposition einzelner Verkehrsmittel untereinander und einzelner Anbieter auf einem Verkehrsträger. Symmetrisch wirkende Belastungen führen aufgrund unterschiedlicher (Kreuz-)Preiselastizitäten zu Veränderungen verkehrlicher, ökonomischer und ökologischer Indikatoren wie den Modal Split, das Branchenergebnis (Umsatz-Kosten) und die CO₂-Emissionen. Besondere Verwerfungen erzeugen asymmetrisch wirkende Regulierungen, d.h. Regulierungen, die nicht gleichermaßen alle Verkehrsmittel belasten.

Energie- und Umweltregulierungen im Verkehr sind typischerweise asymmetrisch ausgestaltet. Dies ist begründet in der Nutzung unterschiedlicher Energieträger durch die Verkehrsmittel und der unterschiedlichen Belastung der Treibstoffe (Energieträger: Benzin/Diesel, Strom, Kerosin und Öl). Regulierungen, die am Energieträger ansetzen, sollten deshalb insbesondere auf deren Folgewirkungen für die genannten Indikatoren untersucht werden.

In diesem Gutachten wird analysiert, welche Auswirkungen die vollständige Auktionierung der Emissionszertifikate in der Stromproduktion für den Schienenverkehr sowie die Einbindung des Flugverkehrs in den Europäischen Emissionshandel auf den Verkehrssektor und die CO₂-Emissionen haben. Auf diese Änderungen hat sich der Europäische Rat und das Parlament Anfang 2008 verständigt. Aufgrund der Ungleichbehandlung in der Zuteilung kostenloser Zertifikate (85 % im Flugverkehr, 0 % im Schienenverkehr) handelt es sich um eine asymmetrische Regulierung.

Von besonderer Bedeutung für die Analyse der Folgewirkungen dieser asymmetrischen Regulierungen ist die Tatsache, dass der Schienenverkehr die geringsten spezifischen Emissionen aufweist. D.h. der Eisenbahnverkehr verursacht zur Erbringung einer bestimmten Transportleistung sowohl im Personen- als auch im Güterverkehr im Vergleich zu seinen intermodalen Konkurrenten (Straßen-, Schiffs- und Flugverkehr) die wenigsten Emissionen. Gerade für die Umweltwirkung dieser Regulierungen kann deshalb mit deutlichen Verwerfungen gerechnet werden. Andererseits kann bei einer vollständigen Anrechnung der Opportunitätskosten der Zertifikate im Flugverkehr das Branchenergebnis deutlich zugunsten des Flugverkehrs beeinflusst werden.

In einem einfachen Simulationsmodell wurden die Folgewirkungen unterschiedlicher Politikstrategien auf die ökologische, ökonomische und verkehrliche Leistungsfähigkeit der verschiedenen Verkehrsmittel untersucht. Insbesondere wurde die beschlossene 100 % Auktionierung von Zertifikaten für den Bahnstrom und 15 % Auktionierung von Zertifikaten für den Flugverkehr analysiert. Das Szenario der vollständigen Anlastung der Zertifikatskosten im Flugverkehr wurde als zweites Szenario untersucht. Um die Folgen einer symmetrischen Regulierung für den Verkehrssektor zu quantifizieren, wurde ein drittes Szenario konzipiert, in dem alle Verkehrsmittel am Zertifikatehandel

beteiligt sind und sämtliche Emissionsrechte ersteigern müssen, beziehungsweise mit einer äquivalenten CO₂-Steuer belastet werden.

Die Ergebnisse der verschiedenen Szenarien zeigen, dass die Eisenbahn als umweltfreundlichstes Verkehrsmittel nur im Falle einer symmetrischen Belastung aller Verkehrsmittel von einer ökologisch motivierten Regulierung profitiert. Ferner reduzieren sich nur bei einer symmetrischen Ausgestaltung die im gesamten Verkehrssektor verursachten Emissionen.⁸⁴ Nur in diesem Szenario führt die ökologisch motivierte Regulierung somit auch tatsächlich zu dem von der Politik angestrebtem Ergebnis.

Asymmetrisch ausgerichtete Regulierungen führen hingegen zu Verwerfungen im intermodalen Wettbewerb der Verkehrsmittel. Diese Verwerfungen beziehen sich dabei nicht nur auf die modale Nachfrage sondern auch auf die Betriebsergebnisse der Unternehmen in den verschiedenen Verkehrsbranchen und damit auch auf die Wettbewerbsfähigkeit um Kapital an den Finanzmärkten. Entscheidend für eine Ablehnung einer asymmetrischen Regulierung sind letzten Endes jedoch die ökologischen Folgen einer solchen Regulierung auf die CO₂-Emissionen des Verkehrssektors. Durch die unterschiedlichen Kostensteigerungen bei den verschiedenen Verkehrsmitteln (aufgrund der fiskalpolitischen Maßnahmen) und den daraus resultierenden Preissteigerungen wird die Nachfrage auf das weniger umweltfreundliche Verkehrsmittel Pkw verlagert. In der Summe wird zur Erbringung derselben Transportleistung somit mehr CO₂ emittiert.

Wie stark die Benachteiligung der Eisenbahn gegenüber der intermodalen Konkurrenz ist, hängt von der Ausgestaltung der modalen Regulierungen ab. Würde die Eisenbahn durch die vollständige Auktionierung des Bahnstroms zu 100 % mit der Internalisierung der CO₂-Emissionen belastet und der Flugverkehr nur zu 15 %, so wären die beschriebenen Verwerfungen für die Eisenbahn am größten. Eine gleiche Belastung der Eisenbahn und des Flugverkehrs führt zwar immer noch zu einer intermodalen Benachteiligung der Eisenbahn gegenüber dem Straßenverkehr. Die Verluste des Schienenverkehrs an den Flugverkehr sind jedoch deutlich geringer als im zuvor beschriebenen Szenario.

Die Benachteiligung der Eisenbahn bei einer asymmetrischen Regulierung nimmt mit abnehmender Höhe der Belastung ab. Würden die Schiene – wie auch das Flugzeug – eine freie Zuteilung von 85 % der erforderlichen Zertifikate für den Bahnstrom erhalten, so wäre der negative Effekt für die Eisenbahn (und das Flugzeug) im Vergleich zum Straßenverkehr deutlich geringer als bei einer 100 % Auktionierung der Zertifikate für die Eisenbahn- und den Flugverkehr.

Das Gutachten empfiehlt deshalb eine symmetrische Regulierung aller Verkehrsmittel. Jegliche Form einer asymmetrischen Regulierung führt zu Verzerrungen im intermodalen Wettbewerb und zu ökologischen Folgekosten, die einem Vergleich mit einem Laissez-Fair Szenario unterlegen sind. Die häufig diskutierte Einbindung des Straßenverkehrs in das Europäische Emissionshandelssystem scheint an der Komplexität eines

⁸⁴ Dieses Ergebnis unterstellt, dass die ausgewählten Transportrelationen für die vier Wettbewerbsmärkte der Eisenbahn repräsentativ sind und somit Rückschlüsse von den Musterrelationen für den gesamten Verkehrsmarkt gezogen werden können.

solchen Systems zu scheitern, so dass eine tatsächliche Gleichbehandlung der Verkehrsmittel im Rahmen eines integrierten Emissionshandelssystems aktuell kaum vorstellbar ist. Eine Ungleichbehandlung der Verkehrsmittel ist somit auch zukünftig zu erwarten, könnte jedoch durch eine veränderte Steuerpolitik entschärft werden.

Unter derartigen Rahmenbedingungen sollten asymmetrische Belastungen der verschiedenen Verkehrsmittel mit ökologisch motivierten Regulierungen minimiert werden. Die Einbindung des Flugverkehrs in ein Europäisches Emissionshandelssystem scheint diesem Vorhaben Vorschub zu leisten. Die Umsetzung jedoch zeigt eindeutig, dass der Empfehlung einer symmetrischen Regulierung nicht gefolgt wurde. Eine derartige Ungleichbehandlung des Flugzeugs und der Eisenbahn in einem Emissionshandelssystem führt zu einer deutlichen Benachteiligung der Eisenbahn. Eine Gleichbehandlung beider Verkehrsmittel innerhalb des Emissionshandels ist deshalb dringend zu empfehlen. Um die Verwerfungen gegenüber dem Straßenverkehr zu verringern, sollten die Kostenbelastungen der am Emissionshandel beteiligten Verkehrsmittel deshalb möglichst gering gehalten werden, sofern keine ausgleichenden Maßnahmen für den Straßenverkehr getroffen werden. Nur so werden die Verlagerungseffekte auf die Straße minimiert.

Literatur

- Abdelwahab, W.M. (1998), Elasticities of Mode Choice Probabilities and Market Elasticities, *Transportation Research: Part E: Logistics and Transportation Review*.
- Ansensio, J. (2002), Transport Mode Choice by Commuters to Barcelona's CBD, *Urban Studies*, Vol. 39 Issue 10
- Antes, Jürgen, Guido Friebel (2004), Entry of low-cost airlines in Germany: some lessons for the economics of railroads and intermodal competition, Northwestern University, Evanston, IL.
- Baumol, W. J. (2005), Regulation Misled by Misread Theory, Perfect Competition and Competition-Imposed Price Discrimination, AEI-Brookings Joint Center
- Baumol, W. J., J. Panzar, R. Willing (1982), *Contestable Markets and the Theory of Industry Structure*, New York.
- BDI (2000), *Bahn im Wettbewerb – Wachstum durch Leistung, Ansichten industrieller Verlader zum Schienengüterverkehr*, Berlin.
- Ben-Akiva, M. und T. Morikawa (2002), Comparing ridership attraction of rail and bus, *Transport Policy*, 9, 107-116.
- Bieller, R. (1998), Der Güterverkehr – notwendiges Übel?, in: *Deutsche Verkehrswissenschaftliche Gesellschaft (Hrsg.), Verkehrsprognose – Zukunftsperspektiven des Personen- und Güterverkehrs in Deutschland*, Bergisch Gladbach, 128 – 142.
- Blankart, C. B., Christine Engelke, *Regulierung und Öffentliche Gelder: der Fall der Bahn*.
- Bühler, G. (2006), *Verkehrsmittelwahl im Güterverkehr – eine Analyse ordnungs- und preispolitischer Maßnahmen*, Heidelberg.
- Bundesamt für Güterverkehr (BAG) (Juni 2008), *Marktbeobachtung Güterverkehr: Strukturentwicklung auf dem Schienengüterverkehrsmarkt*, Köln
- Bundesministerium für Verkehr, Bauwesen und Stadtentwicklung (2007), *Verkehr in Zahlen 2006/2007*, Hamburg.
- Bundesverband Güterkraftverkehr Logistik und Entsorgung (BGL), *Kostenentwicklung im Güterkraftverkehr*, Download unter: <http://www.bgl-ev.de>.
- BVU (1996), *Aktualisierung des Transportmittelwahlmodells im Güterverkehr - Untersuchungsbericht zum Forschungsvorhabens des BMVBW*, Freiburg.
- BVU, ITP (2007), *Prognose der deutschlandweiten Verkehrsverflechtungen 2025, Studie im Auftrag des BMVBS*, Freiburg, München.
- Clark, C. (2005), *A Survey of Freight Transportation Demand Literature and a Comparison of Elasticity Estimates*, Institute for Water Resources U.S. Army Corps of Engineers Alexandria, Virginia
- DB Mobility Network Logistics (2008), *Wettbewerbsbericht der Deutschen Bahn*, Berlin
- Engel, M. (1996), *Modal-Split-Veränderungen im Güterfernverkehr – Analyse und Bewertung der Kosten- und Qualitätseffekte einer Verkehrsverlagerung Straße/Schiene*, Hamburg.
- Europäische Kommission (2001), *Weißbuch – Die europäische Verkehrspolitik bis 2010: Weichenstellungen für die Zukunft*, Luxemburg.
- Europäische Kommission (2003), *AMECO – Annual Macro-Economic Database*. DG Economic and Financial Affairs, Brussels.

- Europäische Kommission (2008), Impact Assessment, Package of Implementation measures for the EU's objectives on climate change and renewable energy for 2020, Brussels.
- Global Airlines, 3rd edition (2006), Butterworth Heinemann, S. 73-84
- Golias, J. and G. Yannis (1998), Determinants of Combined Transport's Market Share, *Transport Logistics* 1 (4), 251 – 264.
- Gorman, M. F. (2005), Estimation of an Implied Price Elasticity of Demand through Current Pricing Practices, *Applied Economics* Volume 37, Number 9, 20 May 2005
- Gregory H. M. (1982), Rail/Truck Competition for Grain Traffic in Minnesota: Implications for Rate Making, *American Journal of Agricultural Economics*, May 1982
- Hensher, D. A., (2008) Assessing Systematic Sources of Variation in Public Transport Elasticities: Some Comparative Warnings (2008), Institute of Transport and Logistics Studies, The University of Sydney
- Ickert, L., U. Matthes, S. Rommerskirchen, E. Weyand, M. Schlesinger und J. Limbers (2007), Abschätzung der langfristigen Entwicklung des Güterverkehrs in Deutschland bis 2050, Basel.
- IEA (2009), Short-Term Energy Outlook.
- IFEU (2000), Wissenschaftlicher Grundlagenbericht zur Mobilitäts-Bilanz, im Auftrag der Deutschen Bahn AG und der Umweltstiftung WWF, Heidelberg.
- IFEU (2002), Comparative Analysis of Energy Consumption and CO2 Emissions of Road Transport and Combined Transport Road/Rail, Heidelberg.
- IFEU (2006), TREMOD (Transport Emission Model) Datenbank, Emissionsberechnungsmodell, Auswertungen Emissionen, Fahr- und Verkehrsleistungen Deutschland 2005 für die Verkehrsträger Straße, Schiene, Luft und Binnenschifffahrt, im Auftrag des Umweltbundesamtes, Heidelberg.
- IFEU (2008), EcoTRANSIT: Ecological Transport Information Tool, Heidelberg.
- IFEU (2008), UmweltMobilCheck – Wissenschaftlicher Grundlagenbericht, im Auftrag der Deutschen Bahn AG, Stand: Mai 2008.
- Ihde, G. (2001), Transport, Verkehr, Logistik, München.
- INFRAS (2007), Externe Kosten des Verkehrs in Deutschland – Aufdatierung 2005, Schlussbericht März 2007 im Auftrag der Allianz pro Schiene.
- ITS (2002), SPRITE – Separating the Intensity of Transport from Economic Growth, in: United Nations Economic and Social Council (Hrsg.) Relationship between Transport and Economic Development, Genf.
- Ivaldi, M., C. Vibes (2005), Intermodal and Intramodal Competition in Passenger Rail Transport
- Ivaldi, M., E. de Villemeur and J. Pouyet (2003), Entry in the Passenger Rail Industry: A Theoretical Investigation, IDEI Report 2, Institut D'Economie Industrielle, University of Toulouse
- Ivaldi, Marc, Catherine Vibes (2003), The Economics of Passenger Rail Transport- A Survey, IDEI Report 1, Institut D'Economie Industrielle
- IWW (2004), Pünktlichkeit im Personenverkehr: Eine Analyse der Konkurrenzsituation, Studie im Auftrag der Deutschen Bahn AG, Karlsruhe.

- Johansson, M. V., T. Heldt und P. Johansson (2005), Latent Variables in a Travel Mode Choice Model: Attitudinal and Behavioural Indicator Variables, Working Paper Series, 5, Uppsala University, Department of Economics.
- KCW GmbH (2006), Liberalisierung im Schienenverkehr, Ergebnisse des Ausschreibungswettbewerbs in Hessen und Schleswig Holstein und Folgerungen für die Schweiz, Berlin
- Knapp, F. D. (1998), Determinanten der Verkehrsmittelwahl, Abhandlungen zur Nationalökonomie, Duncker & Humblot, Berlin.
- Knieps, G. (2005), Wettbewerbsökonomie, 2. Auflage, Heidelberg.
- Kramer, H. (2000), Probleme und Grenzen intermodaler Verkehre für eine verkehrs- und umweltpolitisch verträgliche Gestaltung von Ost-West-Transitverkehren durch Deutschland, in: Bremer Gesellschaft für Wirtschaftsforschung e.V. (Hrsg.), Engpass Verkehr Der Verkehrssektor in Deutschland – eine Wachstumsbremse?, Frankfurt am Main.
- Kremers, H., P. Nijkamp (2002), A Meta-Analysis of Price Elasticities of Transport Demand in a General Equilibrium Framework, Economic Modelling, May 2002, Vol. 19 Issue 3
- Kriegsmann, K.-P., A. Neu (1980), Sektoraler Strukturwandel und Energieverbrauch, Zeitschrift für Energiewirtschaft 3, 216 – 231.
- Lalive, R., A. Schmutzler (2007), Entry in liberalized Railway Markets: the German experience, Sozialökonomisches Institut, University of Zurich.
- Lalive, R., A. Schmutzler (2007), Exploring the Effects of Competition for Railway Markets, Sozialökonomisches Institut, University of Zurich.
- Langdon, M.G. (1982), Review of Modal Split Models, Assessing Division Working Paper 82 (1), Crowthorne, Berkshire.
- Larsen, E.R. (2006), Distributional Effects of Environmental Taxes on Transportation: Evidence from Engel Curves in the United States, Journal of Consumer Policy, Sep 2006, Vol. 29 Issue 3.
- Liu, G. (2006), A Behavioral Model of Work-trip Mode Choice in Shanghai, China Economic Review, 18 (4), 456-476.
- Mann, H.-U., R. Ratzenberger, M. Schubert, B. Kollberg, K. Gresser, W. Konanz, W. Schneider, H. Platz, S. Kotzagiorgis, P. Tabor (2001), Verkehrsprognose 2015 für die Verkehrswegeplanung, Studie im Auftrag des Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, München.
- McFadden, D. (1968), The Measurement of Urban Travel Demand, University of California, Berkely.
- Meersman, H. and E. Van de Voorde (2002), Utopia and Goods Transport Observation at Decoupling Economic Growth and Demand for Transport, Beitrag zur „European Conference on Mobility Mangement“ Gent.
- Monopolkommission (2007), Wettbewerbs- und Regulierungsversuche im Eisenbahnverkehr, Sondergutachten gemäß §36 AEG, Bonn.
- Nijkamp, P. and G. Pepping (1998), Meta-Analysis for Explaining the Variance in Public Transport Demand Elasticities in Europe, Journal of Transportation and Statistics.
- Norojono, O. and W. Young (2003), A Stated Preference Freight Mode Choice Model, Infrastructure Division South East Asia, Asian Development Bank, Philippines.
- Ortuzar, J. de D. und L. G. Willumsen (1999), Modelling Transport, Second Edition, John Wiley and Sons, New York.

- Oum, T. H. (1979), Cross-sectional Study of Freight Transport Demand and Rail-Truck Competition, *Bell Journal of Economics*, Autumn 1979, Vol. 10 Issue 2.
- Oum, T. H. (1990), A Survey of Recent Estimates of Freight Transport Demand and Rail-Truck Competition, *The World Bank* 1990.
- Oum, T. H. (1992), Cross-sectional Study of Freight Transportation Demand and Recent Empirical Estimates in Canada, *Journal of Transport Economics and Policy*.
- Oum, T. H. Waters II, W. G. and Yong, J.-S (1992), Concepts of Price Elasticities of Transport Demand and Recent Empirical Estimates: an Interpretative Survey, *Journal of Transport Economics and Policy*.
- Préville, E. (2000), Price Elasticities of Freight Transport Demand in Canada: Three Canadian Markets and Four Commodities.
- ProgTrans (2007), Abschätzung der langfristigen Entwicklung des Güterverkehrs in Deutschland bis 2050, Studie im Auftrag des BMVBS, Basel.
- Röllner, L.-H. (2009), Kooperation im Schienenpersonenfernverkehr aus wettbewerbspolitischer Sicht, *Symposium Wettbewerb und Regulierung im Eisenbahnsektor*.
- Rommerskirchen, S. (1999), Entkopplung des Wachstums von Wirtschaft und Verkehr?, *Internationales Verkehrswesen* 51 (6), 231 – 236.
- Rommerskirchen, S. (2003), Decoupling of Economic and Transport Growth: Background, Findings and Prospects, *Beitrag zum „16th International Symposium of the ECMT“*.
- Schmidt, K.-H. (1997), Anforderungsprofile an kombinierte Verkehre Straße/Schiene in geschlossenen logistischen Ketten durch die Nutzer – Spedition, in: *Deutsche Verkehrswissenschaftliche Gesellschaft (Hrsg.), Die Stellung kombinierter Verkehre Straße/Schiene in geschlossenen logistischen Ketten*, Köln, 18 – 37.
- Schulz, J., J. Kesten, M. Vrtic, T. Krumme (1996), Bewertung des Güterfernverkehrs auf der Straße und Schiene – Vergleich von Transportqualität und Energieverbrauch bei ausgewählten Transportketten auf Straße, Schiene und im kombinierten Verkehr.
- Schwarz, O. (1996), *Der Verkehr auf der Straße und der Schiene – Eine ökonometrische Analyse für die Bundesrepublik Deutschland mit einer Simulation zu einer Mineralölsteuererhöhung*, Hamburg.
- Slack, B. (2001), Intermodal Transportation, in: *Brewer, A., K. Button und D. Hensher (Hrsg.), Handbook of Logistics and Supply-Chain Management*, Amsterdam, 141 – 154.
- Steer Davies Gleave (2006), *Air and Rail Competition and Complementary*, Final Report, London.
- Stern, N. (2007): *The Economics of Climate Change – The Stern Review*, Cambridge University Press.
- Tegner, H. (2004), *Marktzugang im Schienenpersonennahverkehr: Eine politökonomische Analyse*, Wirtschaftsdienst 2004/12
- Teutsch, Chr. (2001), Spezielle Probleme des multimodalen Transports unter besonderer Berücksichtigung der Binnenschifffahrt, in: *Riedel, E. (Hrsg.), Multimodaler Transport und Binnenschifffahrt*, Baden-Baden, 53-63.
- Thiele, P. (2001), *Verkehrsverlagerung – der große Trugschluss*, Berlin.
- Tol, R. S. J. (2008), The Social Cost of Carbon: Trends, Outliers and Catastrophes, *Economics: The Open-Access, Open-Assessment E-Journal*, Vol. 2, 2008-25.

- UBA (2007), Ökonomische Bewertung von Umweltschäden, Methodenkonvention zur Schätzung externer Umweltkosten, Stand: April 2007.
- UBA (2008), Konferenz zur Internalisierung der flughafennahen externen Umweltkosten.
- UIRR (2007), Statistics.
- Voigt, F. (1973), Verkehr, Bd.1, Berlin.
- Vrtic, M. und P. Fröhlich (2006), Was beeinflusst die Wahl der Verkehrsmittel?, Der Nahverkehr, 24 (4), 52-57.
- WIK Consult: Zur Frage einer Marktbeherrschung durch die Deutsche Bahn AG (15. September 2006), Bad Honnef.
- Winston, C. and K. Small (1999), The Demand for Transportation: Models and Applications, Essays in Transportation Economics and Policy.
- Zachcial, M. (2000), Das Beziehungsgefüge zwischen Wirtschaft und Verkehr, in: Bremer Gesellschaft für Wirtschaftsforschung e.V. (Hrsg.), Engpass Verkehr Der Verkehrssektor in Deutschland – eine Wachstumsbremse?, Frankfurt am Main.