

TEXTE

53/2016

Finanzierung einer nachhaltigen Güterverkehrsinfrastruktur

Anforderungen und Rahmenbedingungen für eine zukunftsorientierte Entwicklung des Güterverkehrs – eine systematische Analyse auf der Grundlage eines Ländervergleichs

Teilvorhaben ohne Luftverkehr

TEXTE 53/2016

Umweltforschungsplan des
Bundesministeriums für Umwelt,
Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit

Forschungskennzahl 3713 45 101
UBA-FB 002354

Finanzierung einer nachhaltigen Güterverkehrsinfrastruktur

**Anforderungen und Rahmenbedingungen für eine
zukunftsorientierte Entwicklung des Güterverkehrs
– eine systematische Analyse auf der Grundlage
eines Ländervergleichs**

Teilvorhaben ohne Luftverkehr

von

Daniel Sutter, Markus Maibach, Damaris Bertschmann, Lutz Ickert, Martin Peter
INFRAS Forschung und Beratung AG, Zürich

Claus Doll, André Kühn
Fraunhofer ISI, Karlsruhe

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Impressum

Herausgeber:

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
Fax: +49 340-2103-2285
info@umweltbundesamt.de
Internet: www.umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt

Durchführung der Studie:

INFRAS Forschung und Beratung AG
Binzstr. 23
CH-8045 Zürich

Abschlussdatum:

Februar 2016

Redaktion:

Fachgebiet I 3.1 Umwelt und Verkehr
Martyn Douglas

Publikationen als pdf:

<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/finanzierung-einer-nachhaltigen>

ISSN 1862-4804

Dessau-Roßlau, Juni 2016

Das diesem Bericht zu Grunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit unter der Forschungskennzahl 3713 45 101 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren.

Kurzbeschreibung

Das anhaltende Güterverkehrswachstum stellt große Herausforderungen an die Erreichung der Umweltziele der Bundesregierung im Bereich des Güterverkehrs. Gleichzeitig steigen die Investitionserfordernisse für die Infrastruktur. In der vorliegenden Studie wurde dieses Spannungsfeld aus ökologischer Zielstellung und Finanzierungsbedarf aufgegriffen und anhand zweier Szenarien (Referenz- und Zielszenario) ein zukunftsorientiertes Finanzierungsmodell für die Güterverkehrsinfrastruktur zur Erreichung der Umweltziele abgeleitet. Die Szenarien orientieren sich an einer potenziellen modalen Verlagerung bei sich verändernden Transportkosten und Infrastrukturangeboten, sowie den ökologischen und volkswirtschaftlichen Auswirkungen dieser Verlagerungseffekte. Das Zielszenario beinhaltet verschiedene Anpassungen des Finanzierungssystems sowie des Infrastrukturangebots, insbesondere eine weitere Ausweitung und Differenzierung der Lkw-Maut sowie ein umfangreicher Ausbau der Verlagerungsinfrastruktur auf der Schiene.

Im Zielszenario steigt der Anteil des Schienengüterverkehrs bis 2030 gegenüber 2010 um knapp sechs Prozentpunkte auf gut 23% an, im Referenzszenario nur auf ca. 18%. Im Zielszenario ist die Transportleistung der Schiene 2030 um 25% höher als im Referenzszenario. Aus ökonomischer Sicht zeichnen sich im Zielszenario insgesamt positive Gesamtwirkungen ab, insbesondere weil die Infrastrukturfinanzierung langfristig gesichert und der Anteil Nutzerfinanzierung erhöht werden. Zudem ist die Wirkung auf Wertschöpfung und Beschäftigung im Zielszenario tendenziell positiv. Aus Umweltsicht schneidet das Zielszenario klar besser ab: Die Treibhausgasemissionen des Güterverkehrs sind bis 2030 um 18% geringer als im Referenzszenario; der Energieverbrauch vermindert sich um 10%. Aus ökologischer und volkswirtschaftlicher Sicht scheint es daher sinnvoll, die im Zielszenario skizzierten Maßnahmen hin zu einer nachhaltigeren Güterverkehrsinfrastruktur zeitnah umzusetzen.

Abstract

The ongoing growth in freight transport poses a significant challenge, rendering the achievement of the Federal Government's environmental goals more difficult. At the same time, this growth in freight transport activity continuously calls for increased investment in infrastructure. The present study analyses these challenges by designing two scenarios – a reference and a target scenario – and derives a future-oriented financing model for freight transport infrastructure in line with the national environmental goals. The impact analysis of the scenarios focuses on the potential modal shift due to changing transport costs and an increased infrastructure supply. Additionally, the economic and environmental effects of this transport shift are assessed. The target scenario includes modifications of the funding terms and the infrastructure provided, in particular differentiated and extended truck tolls as well as an extensive upgrade of the rail and intermodal transport infrastructure.

In the target scenario the modal share of rail freight transport increases by almost six percentage points in 2010, compared to more than 23% in 2030, in the reference scenario only to around 18%. Total rail transport performance in 2030 is 25% higher in the target scenario than in the reference case. Overall, the economic impact of the target scenario is positive, mainly because of lasting infrastructure funding and an increased share of user-based financing. Furthermore, the impact of the target scenario on employment and gross value added is generally positive. The target scenario mainly includes environmental benefits: greenhouse gas emissions of road transport are 18% lower in 2030 compared to the reference scenario and the energy demand is reduced by 10%. From both an environmental and an economic point of view a timely implementation of the measures of the target scenario is recommended in order to reach a more sustainable freight transport infrastructure.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	8
Tabellenverzeichnis.....	10
Abkürzungsverzeichnis.....	13
Zusammenfassung	14
1 Ausgangslage und Ziel des Vorhabens.....	28
2 Zieldefinition und Systemabgrenzung	29
2.1 Zielsystem Güterverkehr	29
2.2 Systemgrenzen	34
3 Ländervergleichsanalyse	35
3.1 Vorgehen	35
3.2 Ergebnisse Ländervergleich	36
3.3 Beispielhafter Vergleich der Steuer- und Abgabenbelastung.....	44
3.4 Beispiele konkreter Instrumente.....	47
3.5 Schlussfolgerungen.....	53
4 Szenario-Entwicklung.....	54
4.1 Vorgehen	54
4.2 Referenzszenario.....	56
4.2.1 Rahmenbedingungen, Inputdaten.....	57
4.2.2 Eckdaten Verflechtungsprognose 2030	59
4.3 Zielszenario	65
4.3.1 Finanzierungssystem	67
4.3.2 Infrastrukturangebot	74
4.3.3 Regulierungen.....	77
4.3.4 Synthese Zielszenario.....	80
4.4 Die zwei Szenarien im Überblick	84
5 Wirkungsanalyse	85
5.1 Modellparameter Wirkungsanalyse.....	85
5.2 Verkehrliche Wirkungen	89
5.2.1 Methodisches Vorgehen.....	89
5.2.2 Ergebnisse.....	94
5.3 Ökonomische Wirkungen	103
5.3.1 Methodisches Vorgehen.....	103

5.3.2	Modellierung.....	105
5.3.3	Ergebnisse	112
5.4	Umweltwirkungen.....	118
5.4.1	Methodisches Vorgehen.....	118
5.4.2	Ergebnisse	119
6	Gesamteinschätzung und Fazit.....	125
6.1	Wirkungen der beiden Szenarien	125
6.2	Beurteilung der Szenarien	130
6.3	Gesamteinschätzung und Empfehlungen.....	133
7	Quellenverzeichnis.....	137
Anhang	140
	Verkehrliche Modellierung: Detailergebnisse.....	140

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Schematischer Aufbau Wirkungsmodell / Wirkungsanalyse	18
Abbildung 2:	Liberalisierungsindex Schienenverkehr	41
Abbildung 3:	Vergleich Steuer- und Abgabenbelastung Straße vs. Schiene	46
Abbildung 4:	Bahninfrastrukturfonds (BIF) Schweiz	52
Abbildung 5:	Bemautetes Streckennetz durch die reformierte ‚Péage de transit poids lourds‘ (PTPL).....	52
Abbildung 6:	Dimensionen Szenario-Entwicklung.....	54
Abbildung 7:	Vorgehen Szenario-Entwicklung und Schnittstelle zu Wirkungsanalyse.....	56
Abbildung 8:	Verkehrsleistung 1995 – 2030: Vergangenheit und Prognose (Tonnen und tkm)	61
Abbildung 9:	Entwicklung Güterverkehr 2010 – 2030: nach Gütergruppen.....	64
Abbildung 10:	Überblick politische Maßnahmen und Instrumente Güterverkehr.....	66
Abbildung 11:	Schematischer Aufbau Wirkungsmodell / Wirkungsanalyse	85
Abbildung 12:	Übersicht Wirkungsmodell inkl. Parametern (eigene Darstellung)	86
Abbildung 13:	Segmentierung des Güterverkehrs im Wirkungsmodell	90
Abbildung 14:	Wirkungsmodell Güterverkehr.....	91
Abbildung 15:	Transportleistung Referenz- vs. Zielszenario	95
Abbildung 16:	Veränderung Modalsplit Referenz- vs. Zielszenario.....	97
Abbildung 17:	Modale Verlagerung (‚Modal Shift‘) zur Bahn im Zielszenario, nach Warengruppe	100
Abbildung 18:	Entwicklung Modalsplit Ziel- vs. Referenzszenario: Warengruppe chemische Erzeugnisse und Mineralölerzeugnisse (Binnenverkehr)	102
Abbildung 19:	Schema Input-Output-Tabelle	104
Abbildung 20:	Schema Input-Output Simulation	105
Abbildung 21:	Vorgehen und Datenquellen zur Berechnung der Umweltwirkungen	118
Abbildung 22:	Entwicklung der Treibhausgasemissionen 2010 -2030: Referenz- vs. Zielszenario.....	120
Abbildung 23:	Entwicklung der Umweltkosten 2010 -2030: Referenz- vs. Zielszenario.....	123
Abbildung 24:	Entwicklung Modalsplit Ziel- vs. Referenzszenario: Warengruppe Erze, Steine und Erden, Bergbauerzeugnisse (Binnenverkehr)	141

Abbildung 25:	Entwicklung Modalsplit Ziel- vs. Referenzszenario: Warengruppe Konsumgüter zum kurzfristigen Verbrauch & Holzwaren (Binnenverkehr)	142
Abbildung 26:	Entwicklung Modalsplit Ziel- vs. Referenzszenario: Warengruppe Unbekannte Güter (KV), Sammelgüter, Post & Pakete (Binnenverkehr)	143

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Zusammenfassung der verkehrlichen Wirkungen.....	19
Tabelle 2:	Überblick der ökonomischen Wirkungen (Gesamtwirkung Primärimpuls und Einkommensausgleichseffekt).....	20
Tabelle 3:	Zusammenfassung der Umweltwirkungen (gesamter Güterverkehr)	21
Tabelle 4:	Beurteilung von Referenz- und Zielszenario (jeweils im Vergleich zu heute / 2010)	23
Tabelle 5:	Übersicht bestehende Ziele Güterverkehr	32
Tabelle 6:	Vergleich Infrastrukturfinanzierung Straßenverkehr	37
Tabelle 7:	Regulierungen zur zeitlichen Begrenzung der Infrastrukturnutzung	39
Tabelle 8:	Vergleich Infrastrukturfinanzierung Schienenverkehr	39
Tabelle 9:	Vergleich Förderinstrumente kombinierter Verkehr (KV)	42
Tabelle 10:	Gesamtbewertung über alle Verkehrsträger	43
Tabelle 11:	Steuer- & Abgabenbelastung Straße Lkw: 40t zGG, 11t Nutzlast, 135.000 km/a.....	45
Tabelle 12:	Steuer- & Abgabenbelastung Schiene: Güterzug 950 t brutto, 350 t Nutzlast.....	45
Tabelle 13:	Vergleich Steuer- und Abgabenbelastung Straße vs. Schiene	46
Tabelle 14:	Entwicklung sozioökonomischer Rahmenbedingungen 2010 – 2030	57
Tabelle 15:	Entwicklung Kraftstoffpreise 2010 – 2030	58
Tabelle 16:	Entwicklung Transportkosten Lkw 2010 – 2030.....	59
Tabelle 17:	Entwicklung Verkehrsaufkommen Güterverkehr 2010 – 2030: in Mio. Tonnen.....	60
Tabelle 18:	Entwicklung Transportleistung Güterverkehr 2010 – 2030: in Mrd. tkm.....	60
Tabelle 19:	Entwicklung Eckwerte Güterverkehr 2010 – 2030 (Referenzszenario)	62
Tabelle 20:	Entwicklung Güterverkehr 2010 – 2030 nach Hauptverkehrsbeziehungen: Aufkommen (Tonnen)	63
Tabelle 21:	Finanzierungssystem: Maßnahmen und Instrumente Straße.....	68
Tabelle 22:	Finanzierungssystem: Maßnahmen und Instrumente Schiene.....	70
Tabelle 23:	Infrastrukturangebot: Mögliche Maßnahmen und Instrumente	75

Tabelle 24:	Übersicht der quantitativen Eckpunkte des Zielszenarios (Fokus Finanzierung).....	83
Tabelle 25:	Vergleich der beiden Szenarien (Referenz / Ziel) für das Jahr 2030 im Überblick.....	84
Tabelle 26:	Inputparameter des Wirkungsmodells inkl. Datengrundlagen.....	87
Tabelle 27:	Transportaufkommen und -leistung Referenz- vs. Zielszenario	96
Tabelle 28:	Unterschied der beiden Szenarien im Jahr 2030 (Transportaufkommen & -leistung)	96
Tabelle 29:	Modalsplit Referenz- vs. Zielszenario.....	98
Tabelle 30:	Modalsplit (tkm) nach Warengruppen: Ziel- vs. Referenzszenario.....	101
Tabelle 31:	Ökonomische Wirkung der Instrumente und Maßnahmen.....	106
Tabelle 32:	Wirkung der Maßnahmen auf Umsatz und Investitionen: Ziel- vs. Referenzszenario	108
Tabelle 33:	Veränderung Ausgaben öffentliche Hand	109
Tabelle 34:	Veränderung Einnahmen öffentliche Hand	110
Tabelle 35:	Veränderung frei verfügbares Einkommen der Haushalte	111
Tabelle 36:	Veränderung private Investitionen.....	111
Tabelle 37:	Wirkung der Effizienzsteigerung.....	112
Tabelle 38:	Wirkung Primärimpuls auf Beschäftigte und Wertschöpfung.....	113
Tabelle 39:	Wirkung des Einkommensausgleichseffekts auf Beschäftigte und Wertschöpfung	114
Tabelle 40:	Wirkung von Primärimpuls und Einkommensausgleichseffekt auf Beschäftigte und Wertschöpfung.....	115
Tabelle 41:	Wirkung des Einkommensausgleichseffekts auf Beschäftigte und Wertschöpfung	116
Tabelle 42:	Treibhausgasemissionen (total): Referenz- vs. Zielszenario.....	121
Tabelle 43:	Luftschadstoffemissionen (total): Referenz- vs. Zielszenario	121
Tabelle 44:	Endenergieverbrauch: Referenz- vs. Zielszenario.....	122
Tabelle 45:	Umweltkosten: Referenz- vs. Zielszenario	124
Tabelle 46:	Umweltkosten nach Kostenkategorien für alle Verkehrsträger im Güterverkehr	124
Tabelle 47:	Zusammenfassung der verkehrlichen Wirkungen.....	125
Tabelle 48:	Überblick der ökonomischen Wirkungen (Gesamtwirkung Primärimpuls und Einkommensausgleichseffekt).....	126
Tabelle 49:	Zusammenfassung der Umweltwirkungen (gesamter Güterverkehr)	127

Tabelle 50:	Vergleich der Wirkungen mit Zielsystem	129
Tabelle 51:	Beurteilung von Referenz- und Zielszenario (jeweils im Vergleich zu heute / 2010)	132
Tabelle 52:	Verkehrsleistung (Mrd. tkm) 2010, 2030 Referenzszenario, 2030 Zielszenario.....	144

Abkürzungsverzeichnis

BAB	Bundesautobahn(en)
BIP	Bruttoinlandprodukt
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
BVWP	Bundesverkehrswegeplan
CO₂	Kohlendioxid
CO₂-eq	CO ₂ -Äquivalente, mit dem jeweiligen Treibhauspotential gewichtete Summe aller Treibhausgase
Fzkm	Fahrzeugkilometer
GV	Güterverkehr
HVV	Hauptverkehrsverbindungen: Binnenverkehr, Empfang (Import), Versand (Export), Durchgangsverkehr (Transit)
KV	Kombinierter Verkehr
LSVA	Leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe: Lkw-Maut in der Schweiz
LuFV	Leistungs- und Finanzierungsvereinbarung
NO_x	Stickoxide
NST	Nomenclature Uniforme de Marchandises pour les Statistiques de Transport: Einheitliches Verzeichnis der Gütergruppen im Rahmen der Güterverkehrsstatistik
ÖPP	öffentlich-private Partnerschaft = public private partnership
pkm	Personen-Kilometer
PM₁₀	Feinstaub-Partikel mit einem Durchmesser von < 10 µm (lungengängig)
PPP	public private partnership = öffentlich-private Partnerschaft
PTPL	Péage de Transit Poids Lourds = Schwerverkehrsabgabe in Frankreich
RoLa	Rollende Landstraße: begleiteter kombinierter Verkehr
TEN	Transeuropäische Netze („Trans-European Networks“), zentrale Infrastrukturnetze Europas für Verkehr (TEN-Transport), Energie und Telekommunikation
TPS	Trassenpreissystem
tkm	Tonnen-Kilometer
UBA	Umweltbundesamt
VOC	volatile organic compounds: flüchtige organische Verbindungen
VVP	Verflechtungsprognose 2030 (Prognose der deutschlandweiten Verkehrsverflechtungen 2030; BVU et al. 2014)
zGG	zulässiges Gesamtgewicht

Zusammenfassung

1. Ausgangslage und Ziele

Das anhaltende Güterverkehrswachstum erfordert klare Rahmenbedingungen an eine ökologische Gestaltung des Güterverkehrs. Die ökologischen Anforderungen und die Bedürfnisse der verladenden Wirtschaft und die damit verbundenen Anforderungen an den Logistikstandort Deutschland sind in Einklang zu bringen: mit expliziten Nachhaltigkeits- und Klimaschutzzielen, mit Vorgaben für die Entwicklung des Modalsplit Straße-Schiene und damit verbundene Prioritäten in der Ausbaustrategie der Güterverkehrsinfrastruktur. Dabei spielt das Finanzierungsmodell eine entscheidende Rolle, sowohl für die Mittelvergabe als auch für das damit verbundene verursacherbezogene Abgabensystem.

Vor dem Hintergrund der aktuellen Entwicklungen und Herausforderungen im Güterverkehr stehen die folgenden beiden Ziele im Vordergrund des vorliegenden Vorhabens.

1. Entwicklung eines zukunftsorientierten **Finanzierungsmodells** für den Straßen- und Schienenverkehr, das sich an den Nachhaltigkeits-, Klima- und Verlagerungszielen Deutschlands orientiert. Eine wichtige Grundlage bilden dabei Erfahrungen aus dem Ausland (Ländervergleich).
2. Analyse und Abschätzung der **volkswirtschaftlichen Auswirkungen** der erarbeiteten Finanzierungsmodelle und -instrumente im Hinblick auf die Erfüllung der deutschen Klima- und Verlagerungsziele. Neben den gesamtwirtschaftlichen Wirkungen (Wertschöpfung und Beschäftigung) sind auch die monetarisierten Umweltwirkungen zu ermitteln.

Dabei wird auf den vorliegenden Grundlagen (Nachhaltigkeits- und Klimaschutzziele, Strategie nachhaltiger Güterverkehr, aktuelle Finanzierungsdiskussion, Szenarien Mobilität und Klima) aufgebaut und mit den Erfahrungen anderer Ländern ergänzt. Schließlich werden die Wirkungen des entwickelten Zielszenarios mit dem Referenzszenario verglichen und der Zielerreichungsgrad der beiden Szenarien in ökologischer, verkehrlicher und ökonomischer Sicht beurteilt. Für die Beurteilung der Zielerreichung wird vorab ein Zielsystem aus verkehrlichen, ökologischen und ökonomischen Zielen definiert. Dabei werden einerseits bestehende quantitative Ziele der Bundesregierung und des Umweltbundesamtes berücksichtigt, andererseits werden ergänzend qualitative Ziele formuliert.

2. Ländervergleich

Mit Hilfe einer vergleichenden Analyse der Finanzierungssysteme der vier Länder Deutschland, Schweiz, Frankreich und Schweden sowie ausgewählter Finanzierungsinstrumente werden Erfolgsfaktoren und Elemente eines nachhaltigen Finanzierungssystems im Güterverkehr identifiziert. Die Ergebnisse der Ländervergleichsanalyse fließen anschließend in Entwicklung des Zielszenarios ein.

Als Ergebnis des Ländervergleichs kann insgesamt festgehalten werden, dass die Frage der Nachhaltigkeit von Finanzierungssystemen in starkem Maße von politischen Zielen und ökonomischen Beweggründen abhängt. Bei der Priorisierung der ökonomischen Nachhaltigkeit, d.h. der stetigen Finanzierung und Eigenwirtschaftlichkeit des Verkehrssektors, schneiden die Vollkostenmodelle in Deutschland, der Schweiz und Frankreich wesentlich besser ab als das schwedische Konzept. Bei einer liberalen Marktsicht kehrt sich diese Einschätzung jedoch um. Ferner schneidet das Modell der Schweiz dann am besten ab, wenn eine politisch festgesetzte Verlagerung des Verkehrs auf die

Schiene als primäres Nachhaltigkeitsziel angesehen wird. Aus ökonomischer Sicht lässt sich die Frage des „besten Systems“ entsprechend nicht klar beantworten. Hierfür ist zunächst das Zielsystem einer nachhaltigen Verkehrsentwicklung zu setzen. Neben den finanziellen Instrumenten haben auch die regulatorischen Rahmenbedingungen (z.B. Gewichtslimits, Nacht- und Wochenendfahrverbote für Straßenverkehr, Sozialvorschriften wie z.B. Ruhezeiten im Transportgewerbe) einen erheblichen Einfluss auf den Güterverkehr.

Aus der Analyse der Instrumente und Maßnahmen verschiedener Länder können folgende **Erfolgsfaktoren und Elemente eines nachhaltigen Finanzierungssystems** im Güterverkehr definiert werden:

- ▶ Ausrichtung der Finanzierungsinstrumente auf Vollkosten und Einbezug der externen Kosten
- ▶ Fahrleistungsabhängige Abgabe für Lkw, abgestuft nach Umweltkriterien
- ▶ Anreize zur Senkung des spezifischen Kraftstoffverbrauchs beim Straßenverkehr
- ▶ Solide Infrastrukturfinanzierung für den kombinierten Verkehr und die Schienenachsen
- ▶ Spezifische Anzelelemente für die Schiene bei den Trassenbenutzungsgebühren (z.B. Anreize zur Verminderung von Lärm, Störungen, Schienenverschleiß, Kapazitätseinschränkungen)
- ▶ Gesamtfinanzierungsinstrument Straße-Schiene für Teile des Finanzierungssystems, die nicht für die Infrastrukturfinanzierung notwendig sind. Insbesondere für die Förderung der Güterverkehrsverlagerung auf die Schiene kann Gesamtfinanzierung ein wichtiges Hilfsmittel sein.
- ▶ Zweckbindung der Einnahmen für Verkehrsausgaben erhöhen Planbarkeit (Verstetigung) und Flexibilität. Eine Anwendungsmöglichkeit sind eigene Verkehrsinfrastrukturfonds.
- ▶ Besonders hohe Anteile hat der Schienengüterverkehr in jenen Ländern, bei denen die Steuer- und Abgabenbelastung des Straßengüterverkehrs überdurchschnittlich ist und / oder der Schienenverkehr besonders stark subventioniert ist. Ebenfalls einen wesentlichen Einfluss auf die Bedeutung des Schienen- bzw. Straßengüterverkehrs dürfte die Industriestruktur eines Landes und der Einfluss der entsprechenden Verbände haben (Rolle Automobilindustrie, Schienenfahrzeughersteller etc.).
- ▶ Eine sehr wichtige Rolle für eine erfolgreiche Verlagerungspolitik von der Straße auf die Schiene spielt die gesellschaftliche und politische Akzeptanz.

3. Szenario-Entwicklung

Aufbauend auf den Erkenntnissen des Ländervergleichs und ergänzt mit Vorschlägen und Ideen aus Studien und der politischen Diskussion werden schließlich Szenarien eines zukünftigen Finanzierungsmodells skizziert. Dabei werden zwei Szenarien – ein Referenzszenario und ein Zielszenario – für das Jahr 2030 entwickelt, die anschließend miteinander verglichen werden können. Im Zentrum der Szenarien steht ein Finanzierungsmodell für die Verkehrsinfrastruktur in Deutschland. Das Finanzierungsmodell beinhaltet insbesondere das Finanzierungssystem, aber auch das Infrastrukturangebot und (nicht-finanzielle) Regulierungen.

Als Referenzszenario wird die Verflechtungsprognose 2030 (VVP 2030) des Bundesverkehrswegeplans (BVWP) verwendet. Zu dieser liegen detaillierte verkehrliche Daten für die beiden Betrachtungsjahre 2010 und 2030 vor. Somit bildet das VVP-2030-Szenario eine gute quantitative Vergleichsgrundlage.

Das Zielszenario orientiert sich an den zu Beginn der Studie definierten Zielen, das heißt das Finanzierungsmodell soll zu einem ökologisch verträglichen und einem ökonomisch effizienten Güterverkehr beitragen. Im Vordergrund stehen insbesondere die Sicherstellung der Finanzierung der Güterverkehrsinfrastruktur, die Verlagerung des Güterverkehrs auf die Schiene sowie die Verminderung der Treibhausgasemissionen des Güterverkehrs. Das Zielszenario orientiert sich an folgenden

Grundsätzen:¹

- ▶ Stärkung des Schienenverkehrs, insbesondere des kombinierten Verkehrs, durch Ausbau von KV-Infrastruktur (v.a. Umschlagterminals) und Schienennetz
- ▶ Ausbau der Nutzerfinanzierung und Erhöhung der Verursachergerechtigkeit des Abgabe- und Finanzierungssystem im Güterverkehr (u.a. mit Ausweitung und Differenzierung Lkw-Maut)
- ▶ Stabile, mittel- und langfristig gesicherte Finanzierung der Verkehrsinfrastruktur
- ▶ Einbezug der externen Kosten ins Abgabesystem bzw. Stärkung des Umweltbezugs der Finanzierungsinstrumente
- ▶ Bei der Straßeninfrastruktur soll der Fokus zuerst auf die Stärkung des Substanzerhalts, dann auf Ausbauten und erst zuletzt auf Neubauten liegen.

Im Folgenden sind die wichtigsten Eckpunkte, Maßnahmen und Instrumente der drei Modelldimensionen Finanzierung, Infrastruktur, Regulierungen des Zielszenarios beschrieben.

Finanzierungssystem:

- ▶ Ausweitung und Differenzierung der Lkw-Maut: Durch eine Ausweitung der Maut auf das gesamte Straßennetz, den Einbezug leichterer Güterfahrzeuge sowie den Einbezug der externen Kosten (inkl. Differenzierung) werden die Transportkosten auf der Straße erhöht und zusätzliche Einnahmen im Umfang von 6-7 Mrd. € p.a. generiert. Das zusätzliche Finanzaufkommen soll primär für die Sicherstellung des Substanzerhalts auf der Straße (inkl. Nachholbedarf gemäß Daehre-Bericht) verwendet werden. Ein Teil dieser im Zielszenario definierten Maßnahmen ist bei den Anpassungen der Lkw-Maut im Jahr 2015 bereits umgesetzt worden.
- ▶ Zweckbindung eines Teils der Mautzuschläge für Umweltkosten zur Förderung des kombinierten Verkehrs: Ein Teil der zusätzlichen Mauteinnahmen durch Berücksichtigung der (externen) Umweltkosten (nebst Luftverschmutzung vor allem auch Klimakosten) soll wie in der EU-Wegekosten-Richtlinie vorgesehen zur Förderung nachhaltiger Mobilität bzw. der ‚Entwicklung alternativer Infrastrukturen‘ eingesetzt werden. Konkret sollen damit Verlagerungsinfrastruktur des KV (Terminals etc.) finanziert werden.
- ▶ Erhöhung und weitere Differenzierung der Trassenpreise: Moderate, aber spürbare Erhöhung der Trassenpreise zur Stärkung der Nutzerfinanzierung im Schienenverkehr (v.a. Güterverkehr). Zudem Ergänzung mit zusätzlichen Umweltdifferenzierungen z.B. nach Energiequelle (bzw. deren CO₂-Emissionen) als Anreizelemente.
- ▶ Erweiterung der Finanzmittel der Leistungs- und Finanzierungsvereinbarung (LuFV) der Bahnen: Sicherung des Nachholbedarfs beim Substanzerhalt (gemäß Daehre-Bericht) und

¹ Eine Integration des Verkehrssystems „Luftverkehr“ in die vorliegenden Überlegungen zu einem volkswirtschaftlich vertretbaren ‚Modal Shift‘ im Sinne der Umweltziele wird separat über das Teilvorhaben „Anforderungen und Rahmenbedingungen für eine zukunftsorientierte Entwicklung des Güterverkehrs – eine systematische Analyse auf der Grundlage eines Ländervergleichs – Komponente Luftverkehr“ (FKZ 3713 45 101) durchgeführt.

langfristige Sicherung der Finanzierung der Schieneninfrastruktur. Diese Erweiterung der LuFV ist von der Bundesregierung inzwischen bereits beschlossen.

- ▶ **Bahninfrastrukturfonds:** Die Errichtung eines Fonds für die Finanzierung der Schieneninfrastruktur (Substanzerhalt, Neu-/Ausbau, ungedeckte Betriebs-/Unterhaltskosten) sichert längerfristig die Finanzierung von Infrastrukturausgaben, kann ausgabenseitige Schwankungen auffangen und erhöht damit die Planbarkeit. Der Fonds wird primär aus den Mitteln der LuFV (d.h. allgemeine Bundesmittel) finanziert.
- ▶ **Finanzielle Förderung des kombinierten Verkehrs Straße – Schiene sowie des konventionellen Schienenverkehrs:** Deutliche Erhöhung der Investitionszuschüsse für Umschlaganlagen des KV (v.a. Terminals) sowie von Umschlagzentren im Schienenverkehr in der Fläche (Wagenladungsverkehr und Ganzzüge) zur Finanzierung des Ausbaus der Verlagerungsinfrastruktur.

Infrastrukturangebot:

- ▶ **Verstärkter Ausbau der Schienengüterverkehrsachsen (v.a. Transitachsen) und Erhöhung der Gesamtkapazität im Schienengüterverkehr** um ca. 60-70% (UBA 2010). Der Investitionsbedarf für diese Maßnahmen beträgt rund 11 Mrd. € in den nächsten rund 12 Jahren bzw. rund 0,9 Mrd. € pro Jahr (UBA 2010).
- ▶ **Substanzerhalt vor Ausbau und Neubau beim Straßennetz:** Der Substanzerhalt soll bei der Straßeninfrastruktur die höchste Priorität haben. Allerdings soll sich der Aus- und Neubau der Straßeninfrastruktur nicht vom Referenzszenario unterscheiden. Das heißt, der Aus- und Neubau erfolgt gleich wie in der VVP 2030 vorgesehen (Umsetzung aller Maßnahmen mit vordringlichem Bedarf (VB) gemäß BVWP 2003).
- ▶ **Starker Ausbau der Verlagerungsinfrastruktur des kombinierten Verkehrs (KV) sowie Umschlagzentren im konventionellen Verkehr:** Vor allem Erhöhung der KV-Umschlagkapazität Straße – Schiene um ca. 100% bis 2030 (Verdoppelung). Der Investitionsbedarf ist erheblich und liegt im Bereich von 0,2 Mrd. € pro Jahr (d.h. über 10 Jahre total etwa 2 Mrd. €). Zudem punktuelle Förderung von regionalen Umschlagzentren (und in geringerem Ausmaß Anschlussgleisen) im konventionellen Verkehr.

Regulierungen:

Im Bereich der Regulierungen liegt der Fokus auf der Erhöhung der Effizienz bzw. der Senkung des spezifischen Kraftstoff- bzw. Energieverbrauchs sowie der Verbesserungen der Rahmenbedingungen (Marktzugang etc.). Folgende Maßnahmen stehen im Vordergrund:

- ▶ Weitere Senkung der CO₂-Emissionsgrenzwerte bei Neufahrzeugen des Straßengüterverkehrs.
- ▶ Einführung von Grenzwerten für minimale Fahrzeugeffizienz (z.B. Verbrauch, evtl. auch für strombetriebene Fahrzeuge) oder monetäre Anreize zur Erhöhung der Effizienz mittels Bonus-Malus-System oder CO₂-Differenzierung der Kfz-Steuer.
- ▶ Bei der Trassenzuteilung im Schienenverkehr soll der Güterverkehr gegenüber dem Regionalverkehr zumindest gleich gestellt sein, auf ausgewählten Strecken sogar Priorität genießen.
- ▶ Auf übergeordneter Ebene sind weitere Instrumente wie die Ausdehnung von Umweltzonen in Städten, die Förderung von (grüner) urbaner Logistik sinnvoll.

Ein vertiefte Analyse von Maßnahmen im Bereich der Ordnungspolitik, des Marktzugangs und der Marktregulierung sowie insbesondere auch zur Entwicklung der Antriebstechnologie erfolgt im parallelen Vorhaben ‚Klimaschutzbeitrag des Verkehrs bis 2050‘ (IFEU, INFRAS, LBST 2016).

Diese drei Modelldimensionen wurden im Rahmen einer Wirkungsanalyse auf ihre ökologischen, ökonomischen und verkehrlichen Wirkungen geprüft. Im Zentrum steht dabei die Frage, wie die Modelldimensionen bestimmte Nachfragereaktionen im Güterverkehr verursachen, die sowohl einen positiven ökologischen Effekt haben und gleichzeitig keine negativen volkswirtschaftlichen Auswirkungen verursachen.

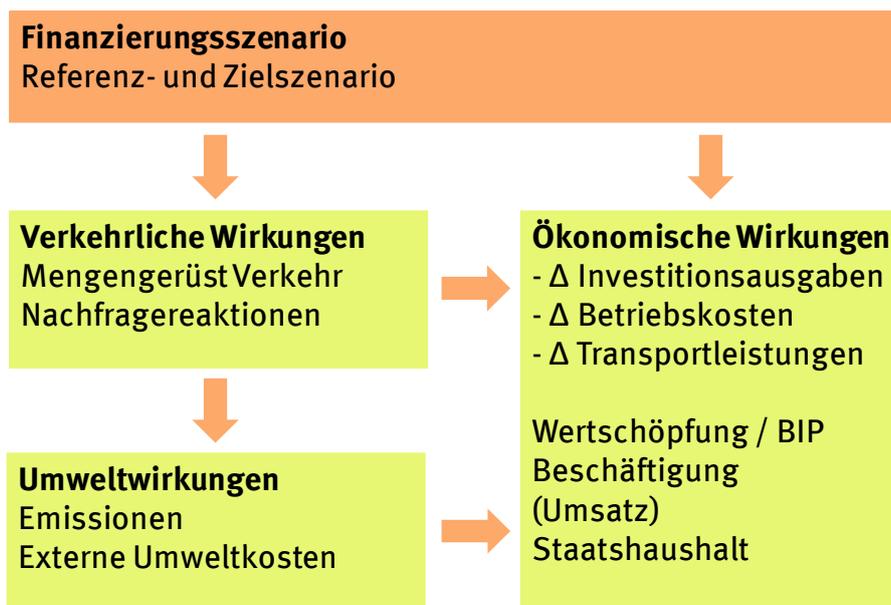
4. Wirkungsanalyse

a. Vorgehen

Für die beiden Szenarien (Referenzszenario und Zielszenario) wird eine umfassende Wirkungsanalyse vorgenommen. Die Wirkungsanalyse umfasst die drei Elemente verkehrliche Wirkungen, ökonomische Wirkungen und Umweltwirkungen.

Die folgende Abbildung zeigt schematisch den Aufbau des Wirkungsmodells inklusive der wichtigsten Ergebnisparameter.

Abbildung 1: Schematischer Aufbau Wirkungsmodell / Wirkungsanalyse



Eigene Darstellung

In den folgenden drei Abschnitten werden die Ergebnisse der verkehrlichen, ökonomischen und ökologischen Wirkungsanalyse zusammengefasst und die Unterschiede der beiden untersuchten Szenarien aufgezeigt.

b. Verkehrliche Wirkungen

Beim gesamten Transportaufkommen und der Transportleistung unterscheiden sich Referenz- und Zielszenario nur leicht: die gesamte Gütertransportleistung (tkm) ist im Zielszenario aufgrund der höheren Transportabgaben 2% niedriger als im Referenzszenario, das Transportaufkommen (t) bleibt gleich hoch (Tabelle 1). Die Gütertransportintensität (tkm pro EUR BIP_{real}) ist zwar im Zielszenario etwas geringer (-2%) als im Referenzszenario, aber immer noch 8% höher als heute. Eine Entkoppe-

lung zwischen Verkehrs- und Wirtschaftswachstum findet somit nicht statt. Große Verschiebungen gibt es allerdings zwischen den Verkehrsträgern: Die Transportleistung auf der Schiene ist im Zielszenario einen Viertel höher als im Referenzfall, auf der Straße dagegen 9% geringer. Dies führt zu einer deutlichen Verschiebung des Modalsplits von der Straße auf die Schiene (sowie leicht auf die Binnenschifffahrt): Der Schienenanteil liegt im Zielszenario 2030 bei 23,4% bzw. gut 5 Prozentpunkte über dem Wert im Referenzszenario. Das Zielszenario führt also zu einer deutlichen Verlagerung des Güterverkehrs von der Straße auf die Schiene.

Tabelle 1: Zusammenfassung der verkehrlichen Wirkungen

	2010	2030 Referenz	2030 Ziel	Unterschied Ziel vs. Referenz 2030
Transportaufkommen (Mio. t)				
Total Güterverkehr	3.710	4.360	4.360	+/-0%
Transportleistung (Mrd. tkm)				
Straße	437	607	550	-9%
Schiene	108	154	193	+25%
Binnenschiff	62	76	79	+4%
Total Güterverkehr	607	838	822	-2%
Modalsplit (Basis tkm, in %)				
Anteil Straße	72,0%	72,5%	66,9%	-5.6 %-Punkte
Anteil Schiene	17,7%	18,4%	23,4%	+5.0 %-Punkte
Gütertransportintensität (in tkm / € BIP_{real})				
Total Güterverkehr	0,279	0,307	0,301	-2%

c. Ökonomische Wirkungen

Insgesamt verändert das im Zielszenario definierte Maßnahmenbündel die gesamtwirtschaftlichen Größen Wertschöpfung und Beschäftigung im Vergleich zur Referenzentwicklung nur geringfügig. Die Beschäftigung steigt im Zielszenario um ca. +0,03% im Vergleich zum Referenzszenario (vgl. Tabelle 2). Basierend auf der Beschäftigung im Jahr 2010 entspricht dies einer Zunahme von knapp 11.000 Beschäftigten. Die Wertschöpfung ist im Zielszenario um 0,07% höher als im Referenzszenario (basierend auf der Wertschöpfung im Jahr 2010 entspricht dies knapp 1,6 Mrd. €). Innerhalb des Verkehrsbereichs kommt es allerdings zu beträchtlichen Verschiebungen. Beschäftigung und Wertschöpfung des Straßengüterverkehrs liegen im Zielszenario 5% unter dem Referenzszenario. Es ist allerdings zu betonen, dass es sich dabei gegenüber heute nicht um einen Verlust von Arbeitsplätzen und Wertschöpfung handelt, sondern um ein geringeres Wachstum als in der Referenzentwicklung. Aufgrund des prognostizierten Güterverkehrswachstums dürften bis 2030 sowohl die Beschäftigung als auch die Wertschöpfung gegenüber heute ansteigen. Auf der anderen Seite verzeichnet der Schienenverkehr im Zielszenario eine um einen Drittel höhere Beschäftigung und Wertschöpfung auf als im Referenzfall. Auch in der Schieneninfrastrukturbranche, der Branche Frachturnschlag / Lagerei / sonstige Logistik sowie in der Baubranche (infolge Infrastrukturausbau Schiene und KV) werden im

Zielszenario eine etwas höhere Wertschöpfung und Beschäftigung erreicht. Schließlich erhöht sich im Zielszenario auch die Wertschöpfung und Beschäftigung der restlichen Branchen, dank frei werdenden allgemeinen Haushaltsmitteln als Folge der höheren Nutzerfinanzierung im Verkehr.

Betrachtet man alle Güterverkehrssektoren in der Summe, ist die Beschäftigung im Zielszenario um 0,9% geringer als im Referenzszenario (was 2010 rund 9.500 Vollzeitäquivalenten entsprochen hätte). Die Wertschöpfung aller Güterverkehrsbranchen dagegen ist im Zielszenario um 0,8% höher als im Referenzszenario (2010 wären das +400 Mio. € gewesen). Diese unterschiedlichen Wirkungen ergeben sich einerseits, weil die Beschäftigungsintensität des Schienengüterverkehrs geringer und die Wertschöpfungsintensität höher ist als im Straßenverkehr, andererseits weil die Verkehrsnachfrage im Zielszenario 2030 geringer ist und somit der Umsatz im Güterverkehr insgesamt etwas unter dem Referenzszenario liegt. Eine Gewinnerin des Maßnahmenpakets gemäß Zielszenario ist – neben Staat und Bevölkerung – die Baubranche, die von den höheren Investitionen in die Schieneninfrastruktur profitiert. In dieser Branche liegen Beschäftigung und Wertschöpfung im Zielszenario um je 1% höher als im Referenzszenario.

Tabelle 2: Überblick der ökonomischen Wirkungen (Gesamtwirkung Primärimpuls und Einkommensausgleichseffekt)

Branche	Veränderung Ziel- vs. Referenzszenario (2030) in %	
	Beschäftigte	Wertschöpfung
Straßengüterverkehr (gewerbl. Verkehr und Werkverkehr)	-5%	-5%
Schienengüterverkehr	+33%	+33%
Schieneninfrastruktur und Frachtschlag / Lagerei / sonst. Logistik	+1%	+2%
Hoch- und Tiefbau	+1%	+1%
Restliche Branchen	+0,04%	+0,04%
Total (alle Branchen)	+0,03%	+0,07%

d. Umweltwirkungen

Wie die Tabelle 3 zeigt, wirkt sich das Zielszenario bei allen Umweltparametern klar positiv aus. Bei den Treibhausgasemissionen führen die im Zielszenario hinterlegten Maßnahmen zu einer Trendumkehr: Statt einer weiteren Zunahme der CO₂-Emissionen zwischen 2010 und 2030 wird eine deutliche Emissionsminderung erreicht. Die Treibhausgasemissionen liegen im Zielszenario 18% niedriger als im Referenzszenario und 17% unter dem Wert von 2010. Zu dieser Minderung führen nebst den direkten verkehrlichen Wirkungen (Verlagerung auf die Schiene und leichter Rückgang der Transportleistung) auch die skizzierten technologischen und regulatorischen Maßnahmen, welche zu einem verstärkten Einsatz umweltfreundlicher Antriebstechnologien bzw. einem Rückgang der spezifischen Treibhausgasemissionen (je Fzkm) führen.

Auch bei den Luftschadstoffen (Stickoxid, Feinstaub) sind die Emissionen im Zielszenario etwas geringer als im Referenzszenario (-10% bzw. -6%). Allerdings führt die technologische Entwicklung in diesem Bereich dazu, dass bereits im Referenzszenario diese Luftschadstoffemissionen zwischen

2010 und 2030 um rund drei Viertel zurückgehen. Ähnlich wie bei den Treibhausgasemissionen führt das Zielszenario auch beim Endenergieverbrauch des Güterverkehrs zu einer Trendumkehr, das heißt zu einem Rückgang von 5% gegenüber heute (2010). Im Vergleich zum Referenzszenario wird der Endenergieverbrauch im Zielszenario 2030 10% geringer sein.

Die gesamten Umweltkosten des Güterverkehrs sinken zwar auch im Referenzszenario bis 2030 um knapp einen Viertel im Vergleich zu 2010. Mit dem Maßnahmenpaket des Zielszenarios liegen die jährlichen Umweltkosten bis 2030 aber nochmals fast 1,8 Mrd. EUR (bzw. 13%) unter dem Referenzszenario.

Tabelle 3: Zusammenfassung der Umweltwirkungen (gesamter Güterverkehr)

	2010	2030 Referenz	2030 Ziel	Unterschied Ziel vs. Referenz 2030
Treibhausgasemissionen (Mio. t CO ₂ -eq)	59,0	60,0	49,2	-18%
Stickoxidemissionen (1.000 t NO _x)	304,8	76,0	68,5	-10%
Feinstaubemissionen (1.000 t PM10)	9,19	2,46	2,31	-6%
Endenergieverbrauch (in PJ = Mrd. MJ)	668	701	632	-10%
Umweltkosten (Mrd. EUR)	17,2	13,1	11,4	-13%

Alle Angaben für den gesamten Güterverkehr (Straße, Schiene und Binnenschiff).

5. Beurteilung der Szenarien

Nach Vorliegen der quantitativen Ergebnisse der Wirkungsmodellierung wurde eine umfassende Gesamtbeurteilung der beiden Szenarien vorgenommen. Die Beurteilung der Szenarien basiert auf folgenden Kriterien:

- ▶ **Zielerreichungsgrad Umwelt (quantitativ):** Treibhausgasemissionen, Endenergieverbrauch
- ▶ **Zielerreichungsgrad Verkehr:** Modalsplit, Gütertransportintensität
- ▶ **Ökologische Verträglichkeit:** Beitrag zur Minderung negativer Umweltauswirkungen
- ▶ **Ökonomische Effizienz:**
 - **Volkswirtschaftliche Gesamtwirkung:** Einfluss auf Beschäftigung und Wertschöpfung der Gesamtwirtschaft
 - **Finanzielle Nachhaltigkeit:** Sicherstellung des notwendigen Finanzierungsbedarfs zur Finanzierung der Verkehrsinfrastruktur
 - **Logistik- und Transportbranchen:** Chancen und Risiken für den Logistikstandort Deutschland sowie die Transportbranchen
 - **Effizienzanreize:** Förderung von Anreizen zur Steigerung der Transporteffizienz und Innovation
- ▶ **Verursacherprinzip:** Beitrag zu einer verbesserten Umsetzung des Verursacherprinzips

- **Realisierbarkeit, Akzeptanz:** Chancen und Hemmnisse in Bezug auf die Umsetzung der Maßnahmen

Die Beurteilung erfolgt primär qualitativ. Die Beurteilung wird aber zur Visualisierung zusätzlich unterstützt durch eine einfache dreistufige Skala (-, o, +), mit der dargestellt ist, ob ein Szenario beim entsprechenden Kriterium positiv, neutral oder negativ zu beurteilen ist. Als Vergleichsmaßstab gilt der heutige Zustand (2010) bzw. bei den quantitativen Zielen der Vergleich mit den Zielvorgaben. Die Ergebnisse der Beurteilung von Referenz- und Zielszenario sind in der Tabelle 4 dargestellt.

Insgesamt lässt sich folgern, dass die berechenbaren Wirkungen des Zielszenarios den Zielvorgaben relativ nahe kommen. Dabei zeigt sich, dass die verkehrlichen Zielvorgaben sehr ambitioniert sind. Die Zielerreichung ist im Umweltbereich deshalb etwas wahrscheinlicher als im Verkehrsbereich.

Bei den *ökologischen Kriterien* schneidet das Zielszenario besser ab als das Referenzszenario. Die Unterschiede zwischen den beiden Szenarien sind umweltseitig teils gravierend und der Zielerreichungsgrad des Zielszenarios insgesamt hoch. Einzig beim Thema Entkoppelung von Wirtschaftswachstum und Transportleistung (Güterverkehrsintensität) schneidet auch das Zielszenario schlecht ab.

Bei der *ökonomischen Effizienz* ist das Bild etwas weniger homogen. Insgesamt ist aber auch hier das Zielszenario tendenziell positiver zu beurteilen. Ein großes Plus des Zielszenarios gegenüber dem Referenzfall ist die Sicherstellung des Finanzierungsbedarfs für die Verkehrsinfrastruktur. Die Wirkung auf die Gesamtwirtschaft (Wertschöpfung, Beschäftigung) ist bei beiden Szenarien in etwa ähnlich, das heißt gegenüber heute geringfügig positiv. Die umfassende ökonomische Wirkungsmodellierung hat gezeigt, dass das Zielszenario aus gesamtwirtschaftlicher Sicht zu einer leicht höheren Wertschöpfung und Beschäftigung führt als das Referenzszenario. Vieles ist dabei davon abhängig, wie sich die verbesserte Kostendeckung im Verkehrsbereich auf die Finanzmittel in den übrigen Branchen auswirkt. Aus volkswirtschaftlicher Sicht haben verursachergerechte Preise immer eine Steigerung der Effizienz zur Folge. Somit werden in anderen Sektoren Finanzmittel frei, die gezielter eingesetzt werden können. Unter Berücksichtigung der Unsicherheiten von Modell und Inputdaten liegen aber die beiden Szenarien bezüglich Beschäftigungs- und Wertschöpfungswirkungen relativ nahe beieinander.

Allerdings führt das Zielszenario zu klaren Verschiebungen der Wachstumsbranchen: Wertschöpfung und Beschäftigung des Straßengüterverkehrs sind geringer als im Referenzszenario, dafür ist der Schienengüterverkehr deutlich stärker.

Im Zielszenario wird ein erheblicher Schritt zu einer besseren Umsetzung des Verursacherprinzips gemacht. Einerseits wird die Nutzerfinanzierung generell gestärkt (höhere leistungsabhängige Abgaben auf der Straße, Erhöhung Trassenpreissysteme, geringere Steuerfinanzierung), andererseits werden die externen Kosten umfassender in die Lkw-Maut integriert. In Bezug auf die Realisierbarkeit und Akzeptanz gibt es beim Zielsystem gewisse Vorbehalte. Zwar sind die vorgesehenen Finanzierungsinstrumente insgesamt durchaus moderat und entsprechen über weite Strecken den Vorschlägen der Daehre-Kommission. Eine Hürde könnte allerdings die Ausweitung der Lkw-Maut durch einen umfassenderen Einbezug der externen Kosten sein. Hierzu ist eine Anpassung der aktuellen Wegekosten-Richtlinie auf EU-Ebene notwendig. Allerdings gibt es auch im Referenzszenario Hindernisse für die Realisierung. Insbesondere die weiterhin bestehende Unterfinanzierung der Verkehrsinfrastruktur dürfte die im Szenario implizit hinterlegten Ausbauten gefährden.

Tabelle 4: Beurteilung von Referenz- und Zielszenario (jeweils im Vergleich zu heute / 2010)

Kriterien		Referenzszenario	Zielszenario
Zielerreichungsgrad Umwelt und Verkehr	Treibhausgasemissionen Ziel: bis 2020 Niveau von 2005 erreichen (±0%)	(-) Ziel bis 2030 nicht erreicht. Emissionszunahme (+2%).	+ Ziel erreicht. Klare Minderung der CO ₂ -Emissionen (-17%).
	Endenergieverbrauch Ziel: bis 2020 -10% vgl. mit 2005	- Ziel klar verfehlt. Weitere Zunahme des Verbrauchs (+5%).	(+) Ziel knapp verfehlt. Kl. Rückgang des Verbrauch (-5%).
	Modalsplit Ziel: Anteil Schiene 25% (bis 2015)	- Ziel klar verfehlt. Modalsplit Schiene nur leicht zunehmend auf gut 18%.	(+) Ziel knapp verfehlt. Modalsplit Schiene mit über 23% aber klar höher als 2010.
	Güterverkehrsintensität Ziel: bis 2020 -5% vgl. mit 1999	- Ziel verfehlt. Klare Zunahme (+10%), keine Entkoppelung.	- Ziel verfehlt. Klare Zunahme (+8%), keine Entkoppelung.
Ökologische Verträglichkeit insgesamt		(-) Klima- und Energieziele klar verfehlt. Luftschadstoffe und Umweltkosten immerhin klar sinkend.	+ Positiv. Erhebliche Minderung von CO ₂ - und Luftschadstoffemissionen, Energieverbrauch sowie Umweltkosten.
Ökonomische Effizienz	Volkswirtschaftliche Gesamtwirkung	(+) Eher positiv (BIP-Wachstum von 1,1% p.a. gemäß VVP 2030), auch in GV-Branche	+ Positiv, noch marginal stärkeres Wachstum als im Referenzfall gem. Modellierung.
	Finanzielle Nachhaltigkeit (Sicherung Finanzierungsbedarf)	(-) Finanzierungsbedarf kurz- und mittelfristig nicht gesichert	+ Langfristig gesicherte, nachhaltige Verkehrsfinanzierung
	Chancen Logistikstandort & Transportbranche	+ Starkes Wachstum der Gütertransportbranche.	(+) Wachstum Straße vermindert, Schiene/KV klare Zunahme.
	Effizienzanreize (Transporteffizienz, Innovation)	o keine speziellen Anreizelemente (außer Energiesteuer)	+ technolog. Anreize Straße (diff. Tarife, Umweltvorgaben)
Umsetzung Verursacherprinzip		o keine Stärkung gegenüber heute.	+ Zusätzl. Nutzerfinanzierung, z.B. Einbezug externe Kosten
Realisierbarkeit, Akzeptanz		o Keine neuen Instrumente, aber Ausbau Straße unsicher und ungelöste Finanzierung.	(-) Neue finanz. Instrumente eher moderat; externe Kosten evtl. kritisch (EU-Wegekosten-RL).

Skala für Beurteilung der Kriterien: + : positiv, o : neutral, - : negativ im Vergleich zu heute (Zustand 2010).

6. Gesamtschätzung und Empfehlungen

Die Analyse der ausländischen Erfahrungen sowie die vergleichende Wirkungsanalyse für das Referenz- sowie das erarbeitete Zielszenario zeigen ein erhebliches Potenzial an Maßnahmen, die den Güterverkehr in Deutschland und dessen Infrastruktur nachhaltiger machen. Im Vordergrund der Analyse stehen insbesondere Maßnahmen zur Anpassung des Finanzierungssystems sowie des Infrastrukturangebots. Im Bereich Finanzierung und Bepreisung haben sich folgende Maßnahmen als zentrale Pfeiler eines nachhaltigen Güterverkehrs herausgestellt:

- ▶ Ausweitung und Differenzierung der Lkw-Maut: Ausweitung auf alle Straßen, Ausweitung auf leichte Nutzfahrzeuge ab 3,5 Tonnen, umfassendere Berücksichtigung der externen Umweltkosten (v.a. inkl. Klimakosten). Ein Teil dieser Maßnahmen ist im Jahr 2015 bereits umgesetzt worden.
- ▶ Zweckbindung eines Teils der Mauterhöhung (durch Einbezug der Umweltkosten) zur Förderung des kombinierten Verkehrs.
- ▶ Stärkere Förderung von KV-Infrastruktur und Anschlussgleisen durch deutliche Erhöhung der Infrastrukturzuschüsse (für Umschlaganlagen/Terminals des kombinierten Verkehrs und Gleisanschlüsse).
- ▶ Erhöhung Finanzmittel für Bahninfrastrukturfinanzierung (z.B. via LuFV).

Eine ergänzende Maßnahme ist die Erstellung eines Bahninfrastrukturfonds zur Finanzierung aller Ausgaben für die Schieneninfrastruktur. Mittel- bis langfristig ist die Bildung eines Gesamtverkehrsfonds mit zweckgebundenen Einnahmen zur Finanzierung der Schienen- und Straßeninfrastruktur (und evtl. Binnenschifffahrt) zu prüfen. Mit dem Fonds könnten sämtliche Ausgaben für die Schienen- und Straßeninfrastruktur finanziert werden. Ein Gesamtverkehrsfonds macht eine abgestimmte Infrastrukturplanung für den Gesamtverkehr nötig und erhöht die Planungssicherheit und Flexibilität bei der Infrastrukturfinanzierung.

Parallel zu den Finanzierungsmaßnahmen – und zum Teil gekoppelt damit – sind Maßnahmen im Bereich des Infrastrukturangebots notwendig. Im skizzierten Szenario sind dies primär folgende Maßnahmen:

- ▶ Verstärkter Ausbau der Schienengüterverkehrsachsen (v.a. Transit) zur deutlichen Steigerung der Kapazität.
- ▶ Priorität des Substanzerhalts vor Ausbau und Neubau bei der Straßeninfrastruktur.
- ▶ Starker Ausbau der Verlagerungsinfrastruktur des kombinierten Verkehrs sowie Umschlagzentren im konventionellen Verkehr zur Erhöhung der Umschlagkapazität.

Werden diese und weitere ergänzende Maßnahmen rasch umgesetzt, kann in den nächsten 15-20 Jahren eine deutliche Verringerung der negativen **Umweltwirkungen des Güterverkehrs** in Deutschland erreicht werden, primär als Folge einer Verlagerung von der Straße auf die Schiene. Als mögliches klimapolitisches Ziel für den Güterverkehr scheint eine Minderung der gesamten Treibhausgasemissionen um 10-20% bis 2030 im Vergleich zu 2010 realistisch. Das im EU Weißbuch Verkehr festgehaltene Klimaziel für den gesamten Verkehr in der EU (-20% bis 2030 gegenüber 2008) könnte also durchaus auch für den Güterverkehr in Deutschland zur (ehrgeizigen) Zielgröße erhoben werden. Mit Blick auf die energiepolitischen Ziele ist festzuhalten, dass die im Energiekonzept der Bundesregierung angestrebten Ziele (Reduktion Endenergieverbrauch des Verkehrs bis 2020 um 10% gegenüber 2005) auch mit dem in der vorliegenden Studie vorgeschlagenen Maßnahmenpaket (Zielszenario) im Güterverkehr allein knapp nicht erreicht werden. Für die Zielerreichung

müsste deshalb die Minderung im Personenverkehr stärker sein. Immerhin kann aber im Zielszenario eine Verringerung des Energieverbrauchs im Güterverkehr erzielt werden, im Gegensatz zum weiterhin steigenden Energieverbrauch im Referenzszenario gemäß VVP 2030. Auch bei den energetischen Zielen gilt deshalb: Die Vorgaben des Energiekonzepts der Bundesregierung sollten beibehalten werden. Allerdings sind dazu auch bei einer zeitlichen Ausweitung des Zieltermins bis 2030 erhebliche Anstrengungen notwendig.

In Bezug auf die **ökonomischen Wirkungen** sind die untersuchten Maßnahmen insgesamt positiv zu beurteilen. Insbesondere führen die Maßnahmen des Zielszenarios zu einer stabileren Finanzierung der Verkehrsinfrastruktur und erhöhen zudem den Anteil der Nutzerfinanzierung und somit die Verursachergerechtigkeit. Ein Grund dafür ist, dass die ausgebaute Nutzerfinanzierung im Sinne der Verursachergerechtigkeit zu spürbaren Teilen von ausländischen Akteuren (ausländische Verladere, Empfänger und Transportunternehmen) bezahlt wird, die damit erzielte Entlastung des allgemeinen Haushaltes jedoch vollständig zu Gunsten der inländischen Bevölkerung anfällt. Die Verschiebung vom Straßengüter- zum Schienengüterverkehr ist nicht mit einem Rückgang von Beschäftigung oder Wertschöpfung der Straßengüterverkehrsbranche verbunden, führt allerdings zu einem etwas verringerten Wachstum der Straße bis 2030.

Aus **Nachhaltigkeitssicht** – insbesondere aus Sicht der Umwelt, aber durchaus auch aus ökonomischer Sicht – ist es deshalb wünschenswert, dass die im Zielszenario dargestellten Maßnahmen hin zu einer nachhaltigeren Güterverkehrsinfrastruktur möglichst zeitnah umgesetzt würden. Die Maßnahmen helfen einerseits, die Umweltbelastung des Güterverkehrs und dessen Infrastruktur zu verringern und andererseits die Finanzierung der Infrastruktur langfristig zu sichern, ohne dabei volkswirtschaftlich negative Effekte wie Verlust an Arbeitsplätzen zur Folge zu haben. Der Strukturwandel im Güterverkehr ist auch eine Chance für den Wirtschaftsstandort Deutschland, da die Wirtschaft mit spürbaren Effizienzsteigerungen im Verkehrsbereich rechnen kann.

Um die umweltpolitischen Ziele zu erreichen, ist eine **Verlagerung** eines Teils des Güterverkehrs von der Straße auf die Schiene notwendig. Eine Erhöhung des Modalsplits des Schienengüterverkehrs ist allerdings kein Selbstzweck, kann aber einen wichtigen Beitrag zur Minderung der Umweltbelastung des Güterverkehrs leisten. Wie die vorliegende Analyse zeigt, ist das in der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung gesetzte Ziel von 25% Schienenanteil am Güterverkehr (in Bezug auf die Leistung, tkm) zwar ehrgeizig, aber durchaus realistisch zu erreichen, wenn die notwendigen Maßnahmen umgesetzt werden. Es gilt jedoch festzuhalten, dass die Verlagerung von Gütern von der Straße auf die Schiene bei gewissen Gütern und insbesondere bei kürzeren Distanzen (Feinverteilung) wenig Sinn macht bzw. teilweise unmöglich ist. Mit Blick auf die bahnaffinen Güter liegt in Deutschland noch erhebliches, auch ökonomisch sinnvolles Verlagerungspotenzial vor. Die Entwicklung der letzten Jahre hat dies für einige Gütersegmente bereits gezeigt, bei denen die Bahn deutlich zugelegt hat. Am Ziel der Nachhaltigkeitsstrategie, in Deutschland einen Bahnanteil von 25% beim Güterverkehr zu erreichen, sollte deshalb festgehalten werden, auch wenn der Zieltermin von 2015 nach hinten verschoben werden muss. Modalsplit-Ziele sollten allerdings nie das primäre Ziel sein, sondern lediglich eine Hilfsgröße für die Erreichung von Mengenzielen im Umweltbereich. Im Falle eines sehr starken Wachstums des Verkehrs auf Straße und Schiene können nämlich selbst bei einer Erreichung der Verlagerungsziele die Umweltziele verfehlt werden, weil die reine Mengenzunahme den positiven Effekt der Verlagerung wettmacht. Der Fokus der Umweltpolitik sollte deshalb auf Mengenzielen (z.B. in den Bereichen Klima und Energie) liegen. Modalsplit-Ziele können aber ein wichtiges Steuerungsinstrument auf dem Weg zur Erreichung der langfristigen Umweltziele sein.

Nicht vertieft untersucht worden sind in dieser Studie mögliche Potenziale von Lang-Lkw; dies unter der Annahme, dass die Wirkungen auf die Zielgrößen Umwelt und Modalsplit tendenziell kritisch zu beurteilen sind. Sollten die aktuellen Feldversuche langfristige Potenziale und Einsatzfelder sichtbar machen, so sind diese für eine nachhaltige Güterverkehrsentwicklung (z.B. räumlich) klar zu begrenzen und die entstehenden Produktivitätseffekte (als Beitrag zur Finanzierung) mit der Lkw-Maut weitgehend abzuschöpfen.

Mit Blick auf den verkehrspolitischen Umsetzungspfad hin zu einer nachhaltigeren Güterverkehrsinfrastruktur lassen sich folgende **Empfehlungen** ableiten:

- ▶ Die in der vorliegenden Studie vertieft untersuchten Maßnahmen in den Bereichen Finanzierungssystem und Infrastrukturangebot haben vor allem kurz- und mittelfristig ein erhebliches Potenzial. Sie führen einerseits zu einer sichereren Finanzierung der Infrastruktur und können andererseits einen erheblichen Beitrag zur Erreichung der gesetzten umweltpolitischen Ziele (v.a. in den Bereichen Klima und Energie) leisten.
- ▶ Die Förderung des Schienenverkehrs führt allerdings zu zusätzlichen Herausforderungen im Bereich Schienenlärm und macht deshalb auch eine Förderung von Lärminderungsmaßnahmen im Bereich des Schienenverkehrs erforderlich.
- ▶ Mit Blick auf die notwendige massive Treibhausgasminderung zur Erreichung der langfristigen Klimaziele ab 2050 reichen die skizzierten Maßnahmen allerdings nicht aus. Spätestens ab 2025 bis 2030 sind deshalb weitergehende, vor allem technische Maßnahmen und Rahmenbedingungen notwendig. Nur mit umfassenden Veränderungen im Bereich der Antriebstechnologie beim Straßengüterverkehr können die gesetzten Klimaziele für 2050 und darüber erreicht werden. Solche Maßnahmen sind in einem parallel durchgeführten UFOPLAN-Vorhaben „Klimaschutzbeitrag des Verkehrs bis 2050“ (IFEU, INFRAS, LBST 2016) untersucht.
- ▶ Weil es bis zu einer breiten Umsetzung der erwähnten technologischen Maßnahmen noch einige Zeit dauern wird und die rein technischen Maßnahmen allein insbesondere im Klimaschutz nicht ausreichen werden, ist es wichtig, die nicht-technischen Maßnahmen im Bereich Finanzierungssystem und Infrastrukturangebot rasch umzusetzen. Ein Teil der im vorliegenden Vorhaben untersuchten Maßnahmen wurde in der Zwischenzeit immerhin teilweise umgesetzt (z.B. 2015 die Ausweitung der Maut auf weitere Bundesstraßen und auf Fahrzeuge ab 7,5 Tonnen, Berücksichtigung der Umweltkosten für Luftschadstoffe in der Maut). Das Zielszenario beinhaltet deshalb auch die Wirkungen dieser bereits umgesetzten Maßnahmen. Allerdings sind im Bereich der Lkw-Maut weitere Schritte notwendig, um die in der vorliegenden Studie ermittelten Wirkungen zu erreichen. Besonders wichtig sind die erwähnten Maßnahmen zur weiteren Ausweitung der Maut (gesamtes Straßennetz bzw. mindestens alle Bundesstraßen, Einbezug aller Lkw bzw. der leichten Nutzfahrzeuge ab 3,5 t; umfassender Einbezug der externen Umweltkosten).
- ▶ Eine wichtige Voraussetzung für den umfassenden Einbezug der Umweltkosten des Güterverkehrs in der Lkw-Maut ist die Novellierung der Wegekosten-Richtlinie der EU (auch Eurovignetten-Richtlinie genannt, 1999/62/EG). Diese definiert den Rahmen der Umweltkosten, die in Mautsysteme einfließen dürfen. Dazu gehören allerdings bisher nur Luftschadstoff- und Lärmkosten (sowie Staukosten), nicht aber die Klimakosten. Zudem liegen die maximalen Kostensätze für Luft und Lärm gemäß Wegekosten-Richtlinie zum Teil erheblich unter den geschätzten tatsächlichen Umweltkosten des Verkehrs in Deutschland (gemäß UBA (2014) Methodenkonvention zur Schätzung von Umweltkosten). Eine vollständige Internalisierung der Umweltkosten des Straßengüterverkehrs gibt es beispielsweise in der Schweiz mit der

Leistungsabhängigen Schwerverkehrsabgabe (LSVA). Die Höhe der LSVA ist so festgelegt, dass die Lkw in der Schweiz mit der LSVA sowie den weiteren Steuern (v.a. Mineralölsteuer) sämtliche von ihnen verursachten Infrastruktur-, Umwelt- und Unfallkosten decken.

- ▶ Nebst den Förder- und Finanzierungsmaßnahmen sind auch Maßnahmen zum Ausbau der Infrastruktur des Schienengüterverkehrs, insbesondere Umschlaganlagen für den kombinierten Verkehr ein notwendiger Schritt zur Erreichung der Ziele eines nachhaltigeren Güterverkehrs. Finanzielle Förderinstrumente sollten ausgebaut werden, wobei auch hier ausländische Beispiele eine Orientierungshilfe geben können. Äußerst wichtig für die Erreichung der Ziele sind schließlich auch regulatorische Rahmenbedingungen im Güterverkehr. Im Straßen- aber auch im Schienengüterverkehr werden auch zukünftig ambitionierte Umweltgrenzwerte einen wichtigen Beitrag zur Verringerung der Umweltbelastung leisten. Für den Schienengüterverkehr erhöhen zudem verschiedene Rahmenbedingungen in den Bereichen Netzzugang, Interoperabilität oder Zulassung die Konkurrenzfähigkeit gegenüber der Straße.

Insgesamt hat die umfangreiche Analyse gezeigt, dass mit einem zukunftsorientierten Finanzierungsmodell für den Straßen- und Schienenverkehr ein Schritt hin zu einem nachhaltigeren Güterverkehr gemacht werden kann. Mit dem skizzierten Zielszenario können die bestehenden Umwelt- und Verkehrsziele zu einem großen Teil erreicht werden, ohne dass dies zu einer negativen volkswirtschaftlichen Gesamtwirkung führt. Der verkehrspolitische Weg zur Umsetzung dieser Maßnahmen bleibt allerdings eine Herausforderung.

1 Ausgangslage und Ziel des Vorhabens

Anforderungen an eine nachhaltige Güterverkehrsentwicklung

Das anhaltende Güterverkehrswachstum erfordert klare Rahmenbedingungen an eine ökologische Gestaltung des Güterverkehrs. Die ökologischen Anforderungen und die Bedürfnisse der verladenden Wirtschaft und die damit verbundenen Anforderungen an den Logistikstandort Deutschland sind in Einklang zu bringen: mit expliziten Nachhaltigkeits- und Klimaschutzzielen, mit Vorgaben für die Entwicklung des Modalsplit Straße-Schiene und damit verbundene Prioritäten in der Ausbaustrategie der Güterverkehrsinfrastruktur. Dabei spielt das Finanzierungsmodell eine entscheidende Rolle, sowohl für die Mittelvergabe als auch für das damit verbundene verursacherbezogene Abgabensystem.

Basierend auf diesen Bedürfnissen hat das Umweltbundesamt das Forschungsvorgaben Nr. 3713 45 101 des Umweltforschungsplans lanciert, in dem die Entwicklung eines Finanzierungsmodells für einen nachhaltigen Schienen- und Straßengüterverkehr in Deutschland und dessen volkswirtschaftlichen Auswirkungen untersucht werden sollen.

Ziele des Vorhabens

Vor dem Hintergrund der aktuellen Entwicklungen und Herausforderungen im Güterverkehr stehen die folgenden beiden Ziele im Vordergrund.

1. Entwicklung eines zukunftsorientierten **Finanzierungsmodells** für den Straßen- und Schienenverkehr, das sich an den Nachhaltigkeits-, Klima- und Verlagerungszielen Deutschlands orientiert. Eine wichtige Grundlage bilden dabei Erfahrungen aus dem Ausland (Ländervergleich).
2. Analyse und Abschätzung der **volkswirtschaftlichen Auswirkungen** der erarbeiteten Finanzierungsmodelle und -instrumente im Hinblick auf die Erfüllung der deutschen Klima- und Verlagerungsziele. Neben den gesamtwirtschaftlichen Wirkungen (Wertschöpfung und Beschäftigung) sind auch die monetarisierten Umweltwirkungen zu ermitteln.

Dabei ist auf den vorliegenden Grundlagen (Nachhaltigkeits- und Klimaschutzziele, Strategie nachhaltiger Güterverkehr, aktuelle Finanzierungsdiskussion, Szenarien Mobilität und Klima) aufzubauen und auch mit den Erfahrungen von anderen Ländern zu spiegeln. Schließlich werden die Wirkungen des entwickelten Zielszenarios mit dem Referenzszenario verglichen und der Zielerreichungsgrad der beiden Szenarien in ökologischer, verkehrlicher und ökonomischer Sicht beurteilt.

Aufbau des Berichts

Im ersten Teil des Berichts werden das Zielsystem und die Systemgrenzen erläutert (Kap. 2) und die Ergebnisse der Ländervergleichsanalyse vorgestellt (Kap. 3). Anschließend werden im Kapitel 4 das Referenzszenario beschrieben, das auf der Verflechtungsprognose (VVP 2030) des Bundesverkehrswegeplans (BVWP) basiert, sowie das Zielszenario eines nachhaltig orientierten Finanzierungsmodells erarbeitet und analysiert. Das Kapitel 5 beinhaltet das methodische Vorgehen sowie sämtliche Ergebnisse der Wirkungsanalyse für die beiden untersuchten Szenarien. Die Wirkungsanalyse umfasst die verkehrlichen Wirkungen (Kap. 5.2), die ökonomische Modellierung (Kap. 5.3) sowie die Umweltwirkungen (Kap. 5.4). Im Schlusskapitel 6 werden die Wirkungen der beiden Szenarien verglichen, eine Gesamtbeurteilung der Szenarien vorgenommen und schließlich Empfehlungen abgeleitet.

2 Zieldefinition und Systemabgrenzung

Zu Beginn wird definiert, was das Ziel einer nachhaltigen Güterverkehrsinfrastruktur und dessen Finanzierung ist. Dabei werden einerseits bestehende quantitative Ziele der Bundesregierung und des Umweltbundesamtes berücksichtigt, andererseits werden ergänzend qualitative Ziele formuliert.

2.1 Zielsystem Güterverkehr

Im Zentrum des vorliegenden Vorhabens geht es darum, Ansätze für ein zukünftiges Finanzierungsmodell für die Güterverkehrsinfrastruktur Deutschlands zu entwickeln und deren Wirkungen auf Umwelt und Wirtschaft abzuschätzen. Für die Entwicklung möglicher Finanzierungsszenarien und ihrer anschließenden Beurteilung ist es zentral, vorab das Ziel einer nachhaltigen Güterverkehrsinfrastruktur und dessen Finanzierung sowie eines nachhaltigen Güterverkehrs im Detail festzulegen. Die Definition eines Zielsystems steht deshalb in diesem Kapitel im Zentrum. Dabei geht es vor allem darum, die Leitplanken für die Szenario-Entwicklung und Wirkungsanalyse zu setzen. Am Ende der Arbeit werden, basierend auf den Ergebnissen der Wirkungsanalyse, die Ziele kritisch beurteilt und gegebenenfalls angepasste Ziele vorgeschlagen.

Für den (Güter-)Verkehr gibt es in Deutschland verschiedene bestehende Ziele sowohl auf der Ebene von Strategien der Bundesregierung als auch des Umweltbundesamtes. In der Folge sind die wichtigsten Ziele aufgeführt, insbesondere die quantitativen Ziele:

- ▶ **Nachhaltigkeitsstrategie Bund:** In der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung (2002) werden im Themenfeld Mobilität explizite Ziele für den Güterverkehr genannt. Einerseits soll die Gütertransportintensität² bis 2020 um 5% gegenüber 1999 abnehmen (Niveauziel), das heißt es soll eine Entkoppelung zwischen Verkehrs- und Wirtschaftswachstum stattfinden. Andererseits soll der relative Anteil des Schienengüterverkehrs am Gesamtgüterverkehr von 16.5% im Jahr 1999 auf 25% im Jahr 2015 steigen (Verlagerungsziel)³. Gemäß neuestem Indikatorenbericht zur nachhaltigen Entwicklung in Deutschland (Statistisches Bundesamt 2014) weist die tatsächliche Entwicklung darauf hin, dass diese Ziele kaum erreicht werden. Insbesondere beim Verlagerungsziel hat sich wenig getan: Der Schienenverkehrsanteil beim Güterverkehr hat bis 2012 nur leicht auf 18,2 % zugenommen. Neben den direkten verkehrlichen Zielen hat die Bundesregierung Deutschlands konkrete und ehrgeizige Klimaschutzziele gesetzt (Bundesregierung 2002). Demnach sollen die Treibhausgasemissionen bis 2020 um 40% verglichen mit dem Niveau von 1990 gesenkt werden. In der Nachhaltigkeitsstrategie werden für weitere Umweltaspekte konkrete Ziele formuliert, die sich aber nicht auf den Verkehr beziehen. Im Bereich der Flächeninanspruchnahme gilt das Ziel, die zusätzlich pro Tag verbaute Fläche (durch Siedlungsflächen ca. 80%, durch Ver-

² Die Gütertransportintensität wird definiert als Quotient der gesamten Güterverkehrsleistung im Inland (Territorialprinzip) in Tonnenkilometern und dem preisbereinigten (realen) Bruttoinlandsprodukt (BIP).

³ Neben dem Schienenverkehr wird auch für die Binnenschifffahrt ein Verlagerungsziel genannt: Der Anteil der Binnenschifffahrt soll bis 2015 auf 14% steigen.

kehrflächen ca. 20%) von rund 130 ha pro Tag im Jahr 2000 auf 30 ha pro Tag bis 2020 zu senken (d.h. Reduktion um mehr als 75%). Dieses relative Minderungsziel kann entsprechend auch für die Verkehrsfläche angewandt werden. Keine konkreten quantitativen Ziele gibt es in der Nachhaltigkeitsstrategie zum Thema Lärm.

- ▶ **Energiekonzept Bund:** Im Energiekonzept der Bundesregierung (2010) werden für den gesamten Verkehrsbereich Reduktionsziele für den Energieverbrauch genannt. Demnach soll der Endenergieverbrauch im Verkehr bis 2020 um rund 10 % und bis 2050 um rund 40 % gegenüber 2005 zurückgehen.
- ▶ **Aktionsprogramm Klimaschutz BMUB:** Im Aktionsprogramm Klimaschutz 2020 des BMUB (2014) werden Klimaschutzmaßnahmen beschrieben, mit denen das Klimaziel der Bundesregierung (-40% Treibhausgasemissionen bis 2020 vgl. mit 1990) erreicht werden können. Explizite Ziele sind keine genannt, aber die Minderungspotenziale zusätzlicher Maßnahmen je Sektor werden ausgewiesen. Im Verkehrsbereich wird das CO₂-Minderungspotenzial der beschriebenen Klimaschutzmaßnahmen auf 7-10 Mio. Tonnen CO₂-eq (bis 2020) geschätzt.
- ▶ **Güterverkehrsstrategie UBA:** In der Strategie nachhaltiger Güterverkehr des Umweltbundesamtes (2009) sind folgende qualitativen und quantitativen Ziele genannt, die über die Ziele der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung hinausgehen:
 - **Klima:** Die direkten CO₂-Emissionen des Güterverkehrs sollen bis 2020 wieder auf das Niveau von 2005 reduziert werden (Ziele in absoluten Zahlen werden noch ergänzt).
 - **Luftreinhaltung:** Die Feinstaubemissionen des Straßengüterverkehrs in Deutschland sollten nicht steigen, sondern kontinuierlich sinken. Die NO_x-Emissionen sollen zügig sinken. Quantitative Vorgaben zum Absenkungspfad werden keine genannt.
 - **Lärm:** Kurzfristig soll in Wohngebieten der Grenzwert für Nachtlärm von 55 dB(A) nicht überschritten werden. Bis 2030 soll der WHO-Grenzwert von 45 dB (A) Nachtlärm eingehalten werden.
 - **Flächennutzung:** Die zusätzliche Versiegelung von Flächen durch Verkehrsinfrastrukturen soll vollständig durch Entsiegelungen an anderer Stelle ausgeglichen werden.
- ▶ **EU Weißbuch Verkehr:** Das Weißbuch der EU Kommission (2011) nennt konkrete Klima- und Verlagerungsziele für den Verkehr. So sollen die Treibhausgasemissionen des Verkehrs bis 2050 um 60% gegenüber 1990 gesenkt werden. Bis 2030 soll die Minderung der Treibhausgasemissionen 20% gegenüber 2008 betragen.⁴ Um die Klimaziele zu erreichen, werden unter anderem folgende, konkreten Verlagerungsziele genannt: Bis 2030 sollen 30 % des Straßengüterverkehrs über 300 km auf andere Verkehrsträger wie Eisenbahn- oder Schiffsverkehr verlagert werden, bis 2050 mehr als 50 %.
- ▶ **Aktionsplan Güterverkehr und Logistik:** Im Aktionsplan Güterverkehr und Logistik (BMVBS 2010), der auf dem gleichnamigen Masterplan der Bundesregierung (2008) aufbaut, werden keine quantitativen Ziele genannt. Erwähnt werden jedoch folgende fünf qualitativen Ziele, die ähnlich auch im Masterplan der Bundesregierung genannt sind: 1. Logistikstandort Deutschland stärken. 2. Effizienzsteigerung aller Verkehrsträger erreichen (Effizienzziel). 3. Stärken aller Verkehrsträger durch optimal vernetzte Verkehrswege nutzen (Verlagerungs- und Infrastrukturausbauziel). 4. Vereinbarkeit von Verkehrswachstum mit Umwelt- und Klimaschutz fördern (Umweltziel). 5. Gute Arbeitsbedingungen und Ausbildung im Transport-

⁴ Dies entspricht immer noch einem Plus von 8% gegenüber 1990, weil der Anstieg der Emissionen im Verkehr zwischen 1990 und 2008 außerordentlich groß war.

gewerbe unterstützen (Branchenziel). Nicht explizit erwähnt im Aktionsplan ist gegenüber dem Masterplan der Bundesregierung einzig das Vermeidungsziel (,Verkehr vermeiden – Mobilität sichern‘).

- ▶ **Koalitionsvertrag 18. Legislaturperiode:** Im Koalitionsvertrag ist zum Schienenverkehrslärm ein quantitatives Ziel angegeben. Der Schienenlärm soll deutschlandweit bis 2020 halbiert werden. Allerdings wird nicht gesagt, welcher Indikator genau halbiert werden sollte (Lärmemissionen, Immissionen, betroffene Bevölkerung etc.). Als konkrete Maßnahme dürfen bis 2020 keine lauten Güterwagen das deutsche Schienennetz mehr befahren. Zudem wird die finanzielle Förderung der Umrüstung auf lärmindernde Bremsen fortgesetzt.

Für die Luftschadstoffemissionen des (Güter-)Verkehrs bestehen auf Bundesebene keine quantitativen Ziele. Auch die UBA Güterverkehrsstrategie nennt lediglich qualitative Vorgaben. Sektor übergreifend bestehen jedoch quantitative Ziele im Rahmen der EU-Richtlinie zu Nationalen Emissionsgrenzen (,National Emission Ceilings‘ NEC). Dort sind für Deutschland maximale jährliche Emissionsmengen für Stickoxide (1.051.000 t), flüchtige organische Verbindungen VOC (995.000 t), Schwefeldioxid (520.00 t) und Ammoniak (550.000 t) vorgegeben, die bis 2010 hätten erreicht werden müssen. Im Rahmen der Revision des Göteborg-Protokolls wurden 2012 neue Zielwerte für das Jahr 2020 festgelegt. Diese sind allerdings bisher nicht in einer EU-Richtlinie oder auf nationaler Ebene gesetzlich verankert. Für Deutschland wurde bei den Stickoxiden bis 2020 eine Verringerung von 39% gegenüber 2005 festgesetzt, beim lungengängigen Feinstaub (PM 2.5) eine Minderung von 26%, bei den VOC um 13% und beim Schwefeldioxid um 21%. Allerdings lassen sich aus diesen nationalen Zielen keine konkreten Ziele für den Verkehr ableiten.

Die meisten der oben erwähnten, quantitativen Ziele legen den Fokus auf unterschiedliche Arten von Zielen. Generell können die Ziele im Bereich des Güterverkehrs in folgende drei Typen unterschieden werden:

- ▶ Mengen-, Niveauziele (z.B. Verminderung der Treibhausgasemissionen oder der gesamten Güterverkehrsnachfrage)
- ▶ Verlagerungs- oder Modalsplit-Ziele (z.B. Anteil Schienenverkehr am Gesamtverkehr: Modalsplit)
- ▶ Effizienzziele (z.B. Veränderung der Gütertransportintensität und Internalisierung externer Effekte)

Die folgende Tabelle fasst die wichtigsten quantitativen Ziele zusammen.

Tabelle 5: Übersicht bestehende Ziele Güterverkehr

Zieltyp	Zielgröße	Konkretes Ziel	Quelle
Mengen-, Niveaustiele	Treibhausgasemissionen Verkehr	Güterverkehr: Bis 2020 auf Niveau von 2005 reduzieren Verkehr total: Bis 2030 Reduktion von -20% gegenüber 2008. Bis 2050 Reduktion von -60% gegenüber 1990.	UBA Strategie nachhal- tiger Güterverkehr EU Weißbuch Verkehr
	Gütertransportintensität (tkm / BIP _{real})	Bis 2020 Reduktion von -5% gegenüber 1999.	Nachhaltigkeitsstrategie Bundesregierung
	Endenergieverbrauch Verkehr	Verkehr total: Bis 2020 Reduktion von -10 % gegenüber 2005. Bis 2050 um -40 %.	Energiekonzept der Bundesregierung
	Flächenverbrauch Verkehr	Verringerung zusätzli- cher Flächenverbrauch Verkehr um 75%	Nachhaltigkeitsstrategie Bundesregierung
Verlagerungsziele (Modalsplit)	Anteil Schienengüter- verkehr (Modalsplit leis- tungsbasiert, tkm)	Anteil Schienengüter- verkehr 25% bis 2015.	Nachhaltigkeitsstrategie Bundesregierung
	Anteil Schienen- und Schiffgüterverkehr auf Strecken >300 km	30% auf Schiene und Schiffsverkehr bis 2030, 50% bis 2050.	EU Weißbuch Verkehr

Das allgemeine Ziel einer nachhaltigen Güterverkehrsentwicklung soll alle drei Nachhaltigkeitsdimensionen einbeziehen. In den oben genannten Zielen stehen fast ausschließlich die Umweltaspekte, das heißt die ökologische Dimension im Vordergrund. Insbesondere die wirtschaftliche Dimension hat im Verkehrsbereich jedoch ebenfalls eine große Bedeutung, da der Verkehr ein wichtiger Wirtschaftsfaktor ist – einerseits es als eigene Branche, andererseits als zentrales und notwendiges Infrastruktursystem einer arbeitsteiligen Wirtschaft. Die soziale Dimension der Nachhaltigkeit hat beim Güterverkehr insbesondere über die Arbeitsplätze eine gewisse Relevanz und wird in der vorliegenden Studie über den Indikator Beschäftigung sowie indirekt über die Gesundheitseffekte durch Lärm- und Luftschadstoffemissionen bei den Umweltkosten berücksichtigt.

Im Folgenden sind einige qualitative ökonomische Ziele einer nachhaltigen Güterverkehrsinfrastruktur genannt, wobei zwischen den drei Ebenen Transportwirtschaft, Konsumenten (verladende Wirtschaft) sowie Gesamtwirtschaft unterschieden wird:

1. Transportwirtschaft („Produzenten“)

- ▶ Stabilität der Gütertransport- und Logistikbranche, stabile Rahmenbedingungen
- ▶ Sicherstellung der Wettbewerbsfähigkeit und Innovationsfähigkeit der Branche

2. Verladende Wirtschaft („Konsumenten“)

- ▶ Hohe Qualität der Transportleistungen (Pünktlichkeit bzw. Zuverlässigkeit bzgl. Transportzeit, Sicherheit, Schnelligkeit etc.)
- ▶ möglichst hohe Transporteffizienz (bzw. geringe Transportintensität)

3. Gesamtwirtschaft:

- ▶ Sicherstellung der Standortattraktivität, Erreichbarkeit, Zugang zu Verkehrsnetzen
- ▶ Mittel- und langfristig gesicherte Finanzierung der Infrastruktur
- ▶ Stabilität (oder besser Wachstum) der gesamtwirtschaftlichen Parameter Wertschöpfung und Beschäftigung

Fazit Zieldefinition nachhaltiger Güterverkehr

Das vorliegende Vorhaben orientiert sich grundsätzlich an allen oben dargestellten Zielen. Um das Zielsystem klarer und übersichtlicher zu machen, nehmen wir eine Beschränkung auf folgende quantitativen und qualitativen Ziele vor.

1. Quantitative Ziele:

- a) Mengenziel Klima: Treibhausgasemissionen Güterverkehr bis 2020 auf Niveau von 2005 (39,4 Mio. t CO₂-eq) reduzieren (Quelle: UBA Strategie nachhaltiger Güterverkehr)
- b) Mengenziel Gütertransportintensität: Bis 2020 Reduktion von -5% gegenüber 1999 (Nachhaltigkeitsstrategie Bundesregierung)
- c) Verlagerungsziel Modalsplit (leistungsbasiert): Anteil Schienengüterverkehr 25% bis 2015 (Nachhaltigkeitsstrategie Bundesregierung). Dieses Ziel ist für den kurzfristigen Horizont von 2015 zwar kaum realistisch, könnte aber z.B. für 2020 oder 2030 fortgeschrieben werden. Ergänzt werden kann dieses Ziel mit dem Anteil Schienen- und Schiffsverkehr von 30% bis 2030 auf Strecken > 300 km.

2. Qualitative Ziele:

- ▶ Ökologisch verträglicher Güterverkehr: senken der negativen Umweltauswirkungen durch den Güterverkehr. Nebst dem bereits bei den quantitativen Zielen erwähnten Klima betrifft dies v.a. auch die Bereiche Luftschadstoffe, Lärm, Flächenverbrauch, bei denen das Ziel jeweils zumindest eine Verminderung der Belastung ist.⁵
- ▶ Ökonomisch effizienter Güterverkehr: Stabilität und Wettbewerbsfähigkeit der Logistikbranche, hohe Transporteffizienz, Sicherstellung der Finanzierung der Güterverkehrsinfrastruktur, positiver Einfluss auf Beschäftigung und Wertschöpfung der Gesamtwirtschaft.

Im Rahmen der Szenario-Entwicklung werden im Kapitel 4 die Anforderungen an einen nachhaltigen Güterverkehr infrastrukturseitig konkretisiert und parallel dazu die Anforderungen an die Ausgestaltung des Finanzierungsmodells abgeleitet.

⁵ Beim Lärm und Flächenverbrauch gibt es zwar quantitative Ziele. Die Wirkungsanalyse der vorliegenden Studie beinhaltet aber keine Quantifizierung der Lärmwirkung und des Flächenverbrauchs. Die Zielbeurteilung erfolgt deshalb qualitativ.

Für die Beurteilung der im Rahmen dieses Vorhabens definierten und analysierten Szenarien werden die Wirkungen der Szenarien ebenfalls diesen Zielvorgaben gegenübergestellt (vgl. Kap. 6).

2.2 Systemgrenzen

Für die Entwicklung möglicher Szenarien und insbesondere die anschließende Wirkungsanalyse (Verkehr, Umwelt, Wirtschaft) ist eine klare Definition der Systemgrenzen wichtig. In der Folge ist unser Systemverständnis für die vorliegende Studie kurz skizziert:

- ▶ **Inhaltlich:** Der Fokus des gesamten Vorhabens liegt auf dem Straßen- und Schienengüterverkehr sowie dem kombinierten Verkehr als wichtiges Element am Schnittpunkt von Straße und Schiene. Nicht im Detail betrachtet werden der Schiffs- und Luftverkehr.⁶ Weil die Daten der VVP 2030 als zentrale Datengrundlage aber auch die Binnenschifffahrt beinhaltet, wird der Schiffsverkehr in den verkehrlichen und ökologischen Analysen auch nachrichtlich ausgewiesen.

Im Zentrum der Überlegungen stehen hauptsächlich die Güterverkehrsinfrastruktur und deren Finanzierung, und weniger der Betrieb des Güterverkehrs bzw. die Erbringung der Güterverkehrsdienstleistungen. Selbstverständlich gibt es wichtige Wechselwirkungen zwischen Infrastruktur und Verkehr, die ebenfalls berücksichtigt und betrachtet werden (z.B. Einfluss der Infrastruktur auf die Servicequalität).

- ▶ **Zeitlich:** Für die Wirkungsanalyse und auch die Szenario-Definition gibt es einen zentralen, zukünftigen Betrachtungspunkt, nämlich das Jahr 2030. Als Basisjahr wird 2010 gewählt, weil dies im Verkehrsmengengerüst basierend auf der VVP 2030 so definiert ist.⁷ Sämtliche Wirkungsanalysen (verkehrlich, ökologisch, ökonomisch) werden basierend auf diesen beiden Betrachtungsjahren 2010 und 2030 durchgeführt.
- ▶ **Räumlich:** Im Fokus der Betrachtung steht Gesamtdeutschland, insbesondere bei der volkswirtschaftlichen Wirkungsanalyse. Eine weitere räumliche Differenzierung z.B. nach Bundesländern ist nicht vorgesehen. Allerdings werden bei der Analyse der verkehrlichen Wirkungen wichtige Hauptrelationen unterschieden (Binnen, Import, Export, Transit), sodass auf dieser Ebene räumlich differenzierte Aussagen teilweise möglich sein werden (z.B. separate Betrachtung der Transitverkehre).
- ▶ **Weitere Aspekte:** Das Verkehrsmengengerüst wird differenziert nach Gütergruppen (grundsätzlich gemäß europäischer Systematik für Güterverzeichnisse NST 2007) ermittelt, woraus eine Brücke zu den Branchen geschlagen werden kann. Die ökonomische Wirkungsanalyse wird nach Branchen differenziert durchgeführt (u.a. auf Basis einer Input-Output-Tabelle).

⁶ Im Vordergrund der Analyse steht die Verlagerung von der Straße zur Schiene. Die Binnenschifffahrt kann zwar bei Massengütern eine gewisse Rolle bei der Verlagerung übernehmen, hat aber gegenüber der Straße erhebliche Systemnachteile. In der verkehrlichen Modellierung wird die Binnenschifffahrt jedoch berücksichtigt. Der Luftverkehr kommt als Verlagerungsoption vor allem wegen der deutlich höheren Emissionen nicht in Frage.

⁷ Die Verflechtungsprognose 2030 eignet sich als Datengrundlage und Referenz, weil es sonst keinen vergleichbaren umfassenden Datensatz gibt und weil damit die Vergleichbarkeit mit anderen Studien gegeben ist.

3 Ländervergleichsanalyse

Mit Hilfe einer vergleichenden Analyse der Finanzierungssysteme von vier Ländern sowie ausgewählter Finanzierungsinstrumente werden Erfolgsfaktoren und Elemente eines nachhaltigen Finanzierungssystems im Güterverkehr identifiziert. Die Ergebnisse der Ländervergleichsanalyse fließen anschließend in Entwicklung des Zielszenarios ein.

3.1 Vorgehen

Im Rahmen eines Ländervergleichs werden Finanzierungsmodelle für die Güterverkehrsinfrastruktur in Deutschland sowie drei weiteren europäischen Ländern analysiert. Der Fokus der Analyse liegt auf den Finanzierungssystemen, insbesondere den verschiedenen Finanzierungs- sowie Förderinstrumenten und deren Differenzierung für Straße, Schiene und kombiniertem Verkehr. Zu diesen Finanzierungsinstrumenten gehören bei der Straße Kfz-Steuern, Kauf- und Registrierungssteuern, Energiesteuern und Straßenbenutzungsgebühren, bei der Schiene vor allem Trassengebühren sowie Energiesteuern. Ergänzend werden auch Förderinstrumente für den kombinierten Verkehr sowie ausgewählte regulatorische Rahmenbedingungen für Straßen- und Schienengüterverkehr untersucht. Ziel des Ländervergleichs ist es, Erfahrungen und Wirkungen von Finanzierungssystemen zu sammeln, und darauf aufbauend im folgenden Kapitel für Deutschland ein zukünftiges Finanzierungsmodell zu skizzieren.

Die Rahmenbedingungen für den Güterverkehr in Europa variieren trotz Bemühungen der Europäischen Kommission diese zu vereinheitlichen, zum Teil stark. Dies ist einerseits aus historischen Entwicklungen zu erklären, spiegelt andererseits aber auch nationale Besonderheiten im Güterverkehrsmarkt und politische Prioritäten wieder. Tiefere Einblicke in nationale Förder- und Regulierungssysteme erfordern daher eine intensive Auseinandersetzung mit Gesetzen, während vergleichende Statistiken nur in Teilbereichen vorhanden sind.

Dementsprechend wurde für diese Studie ein ‚Fallstudien basiertes Vorgehen‘ gewählt. Aufgrund relevanter nationaler Eigenheiten wurden vier Länder ausgewählt. Diese sind:

- ▶ Deutschland qualifiziert sich automatisch als Zielland dieser Arbeit, als größter Logistikmarkt in Europa und als zentrales Transitland für Ost-West- wie auch für Nord-Süd-Verkehre.
- ▶ Die Schweiz wurde aufgrund des traditionell sehr hohen Bahnanteils, der LSVA mit Querfinanzierung Straße-Schiene sowie wegen der zentralen Bedeutung des Landes für den europäischen Güterverkehr von und nach Italien gesetzt.
- ▶ Frankreich hat sich mit der geplanten Ecotaxe bzw. der nun eingeführten Schwerverkehrsabgabe (‚Péage de Transit Poids Lourds‘ PTPL) als eines der großen Länder an vorderer Front für einen nachhaltigen Güterverkehr engagiert, und spielt aufgrund seiner Größe und Lage eine zentrale Bedeutung für die Transporte von und nach der iberischen Halbinsel.
- ▶ Schweden fällt schließlich wegen einerseits sehr niedrigen Trassengebühren für die Nutzung des Schienennetzes, und andererseits wegen weit über den EU-Bestimmungen liegenden Längen- und Gewichtslimits für Lkw auf.

3.2 Ergebnisse Ländervergleich

Aus den Fallstudien lassen sich für die Verkehrsträger Straße und Schiene sowie den kombinierten Verkehr detaillierte Einsichten in die jeweiligen nationalen Finanzierungsinstrumente gewinnen. Es lassen sich folgende Aussagen zusammenfassen:

Deutschland: Die deutsche Verkehrsinfrastruktur wird öffentlich, bzw. im Schienennetz über die DB Netz AG, die sich zu 100 % in staatlichem Eigentum befindet, betrieben. Ausnahmen sind einzelne in öffentlich-privaten Partnerschaften (ÖPP) finanzierte Straßenbauprojekte und private Bahnstrecken. Eine Nutzerfinanzierung erfolgt teilweise, nämlich durch die Lkw-Maut und Trassenentgelte. Mit der Ausrichtung an durchschnittlichen Kosten von Netzerhalt und Modernisierung und der starken Differenzierung der Maut-Tarife nach Umweltkategorien sind sowohl Kostendeckung als auch Lenkungswirkung im Straßenverkehr als gut zu bezeichnen. Mit einem Subventionsniveau von 2 bis 3 Mrd. EUR jährlich und einer anvisierten Kostendeckung von 60 % gilt dies im Schienenverkehr nur teilweise. Allerdings ist der Bahnverkehr in Deutschland durch EEG-Umlage⁸ und Stromsteuer wesentlich stärker an der Finanzierung der Energiewende beteiligt und internalisiert seine externen Kosten stärker als der Straßenverkehr. Im Straßenverkehr ist aktuell eine Absenkung der Maut-Tarife geplant, auf Basis des neuen Wegekostengutachtens. Zudem liegen Vorschläge zur Ausweitung der Maut auf weitere Straßen und leichtere Nutzfahrzeuge vor.

Schweiz: Mit den Instrumenten Spezialfinanzierung Straßenverkehr (SFSV), dem Infrastrukturfonds und dem Bahninfrastrukturfonds (BIF, früher FinÖV-Fonds ‚Fonds zur Finanzierung von großen Bahninfrastrukturprojekten‘) ist die Finanzierung von Erhaltung und Ausbau des schweizerischen Straßen- und Schienennetzes transparent und vergleichsweise unabhängig von Schwankungen des allgemeinen Haushalts gestaltet. Mit der leistungsabhängigen Schwerverkehrsabgabe (LSVA) und der hohen Mineralölsteuer für Dieselfahrzeuge werden Lkw-Betrieb und –Einsatz in der Schweiz weit höher belastet als in anderen europäischen Ländern. Ferner ist mit der LSVA explizit ein Instrument zur Stärkung des Schienenverkehrs geschaffen. Zwei Drittel der LSVA-Einnahmen werden zur Finanzierung von Bahngroßprojekten verwendet. Die Lenkungswirkung innerhalb des Fuhrgewerbes und intermodal ist als sehr hoch einzustufen. Entsprechend liegt der anvisierte Deckungsgrad der Vollkosten des Bahnnetzes bei lediglich 40% (Stand 2013). Die traditionell hohe Subventionierung des Schienen- und Kombiverkehrs in der Schweiz ist vor dem Hintergrund der hohen Bedeutung von Umweltbelangen im Alpenraum zu verstehen.

Frankreich: Das französische Verkehrsfinanzierungssystem ähnelt dem deutschen in grundlegenden Punkten. Die Erhebung von Mautgebühren auf Autobahnen und Trassenentgelten im Schienenverkehr orientieren sich an den Vollkosten⁹, wobei das Kostendeckungsziel der Bahnnetzbetreiber ähnlich wie in Deutschland bei etwa 60 % liegt. In der Implementierung bestehen jedoch entscheidende Unterschiede. Im Gegensatz zur VIFG in Deutschland bildet der AFITF in Frankreich einen geschlossenen Finanzierungsfonds für das konzessionierte Fernstraßennetz sowie für zukünftige Großprojek-

⁸ Der Schienenverkehr in Deutschland bezahlt zwar ebenfalls EEG-Umlage, allerdings zu einem reduzierten Ansatz (besondere Ausgleichsregelung für den Schienenverkehr, weitere Details dazu siehe Kap. 4.3.1).

⁹ Die Vollkosten der Verkehrsinfrastruktur beinhalten die gesamten laufenden Kosten der Infrastruktur, das heisst die Kosten für Unterhalt, Betrieb, Substanzerhalt und Aus- bzw. Neubau. Die Grenzkosten dagegen beinhalten nur jene Kosten, die durch eine zusätzliche Fahrt auf der Verkehrsinfrastruktur verursacht werden. Die Grenzkosten beinhalten primär variable Unterhalts- und Betriebskosten.

te. Aufgrund des privatwirtschaftlichen Betriebs der Autobahnen ist diese, eigentlich im Widerspruch zur EU-Wegekostenrichtlinie 2006/38/EC stehende, Gebührenstruktur möglich. Jedoch ist die Lenkungswirkung der französischen Lkw-Mauttarife wenig ausgeprägt, da eine Differenzierung z.B. nach Umweltstandards fehlt. Jedoch ist im Schienenverkehr eine bessere Lenkungswirkung durch die Tariffdifferenzierung nach Tageszeiten zu erwarten.

Schweden: Die schwedische Philosophie der Verkehrsfinanzierung entspringt dem Grundgedanken der sozialen Grenzkosten entsprechend der neoklassischen Wirtschaftstheorie. Danach ergibt sich ein gesamtgesellschaftliches Optimum, wenn alle Wirtschaftssubjekte nach deren aktuell verursachten externen Wirkungen auf Dritte bepreist werden, diese Externalitäten also durch eine monetäre Internalisierung sichtbar gemacht werden. Die Finanzierung der verbleibenden Fixkosten insbesondere der Infrastrukturbereitstellung und –verwaltung spielt hierin keine Rolle, sondern wird vielmehr explizit als Aufgabe der öffentlichen Hand angesehen. Dementsprechend sind sowohl die Straßenbenutzungsgebühren (Eurovignette) als auch die Trassenentgelte der Bahn im europäischen Vergleich sehr niedrig. Allerdings fällt auf, dass gerade die als Zeittarif erhobenen Lkw-Straßenbenutzungsgebühren dem ökonomischen Prinzip der Grenzkostenpreise entgegen laufen. Es muss also konstatiert werden, dass weder Finanzierungs- noch Internalisierungsziele in Schweden angemessen erreicht werden.

Im Folgenden wird der Vergleich der Finanzierungssysteme der untersuchten Länder für den Straßenverkehr, den Schienenverkehr sowie den kombinierten Verkehr vertieft.

Straßenverkehr

Die folgende Tabelle zeigt eine detaillierte Einschätzung zur Infrastrukturfinanzierung im Straßenverkehr der vier untersuchten Länder. Nebst den wichtigsten Finanzierungsinstrumenten wird auch der Finanzierungsrahmen hinsichtlich der Kriterien Kostendeckung, Verursachergerechtigkeit und Lenkungswirkung (verkehrlich und ökologisch) bewertet.

Tabelle 6: Vergleich Infrastrukturfinanzierung Straßenverkehr

Kriterien	Deutschland	Schweiz	Frankreich	Schweden
Finanzierungsinstrumente und Differenzierung				
Registrierungssteuer	-	-	Je Region nach Motorleistung CO ₂ -Ausstoß, Gewicht und Baujahr	-
Kfz-Steuer	Nach Fahrzeuggewicht, Motorleistung und CO ₂ -Ausstoß	Nach Abgaskategorie & Fahrzeuggewicht	Nach Achszahl und Gesamtgewicht (und reduziert falls mit Luftfederung)	Nach Achszahl und Euro-Klasse
Kraftstoffsteuer	Energiesteuer: nach Kraftstoffart (Benzin höherer Steuersatz als Diesel)	Nach Kraftstoffart: Diesel, Benzin; Erdgas	Nach Kraftstoffart	Nach Kraftstoffart

Kriterien	Deutschland	Schweiz	Frankreich	Schweden
Straßenbenutzungsgebühren	Toll Collect (im Auftrag des Bundes): Fahrleistung (Fzkm) nach Achsen & Euro-Norm	LSVA: Transportleistung (tkm) nach Gewicht & Euro-Norm	Konzessionen: Fahrleistung nach Strecke & Achsen	Eurovignette: Jährlich nach Achsen & Euro-Norm

Beurteilung des Finanzierungsrahmens

Kostendeckung	Vollkostendeckung nur für Lkw auf BAB (Zurechnung Energiesteuer)	Nahezu volle Kostendeckung laut Statistik zu Kosten und Finanzierung des Verkehrs (inkl. externer Effekte)	Kostendeckend für Autobahnen. Für andere Infrastrukturen keine Angaben verfügbar	Nein. Ca. 1/3 Kostendeckung durch Steuern und Abgaben (Vignette)
Verursachergerechtigkeit	Mittel: Hauptelement (Maut) zwar fahrleistungsabhängig, gilt allerdings fast nur auf Autobahnen	Hoch, mit LSVA gewährleistet (fahrleistungsabhängig und für alle Straßen)	Mittel: neue PTPL fahrleistungsabhängige Gebühr, aber gilt primär für Autobahnen	Gering, da wichtigstes Instrument Kfz-Steuer (Pauschale) ist
Lenkungswirkungen (verkehrlich und ökologisch)	Gut in Bezug auf Emissionen (beschleunigte Flotten-erneuerung) und Verkehrsaufkommen (v.a. weniger Leerfahrten).	Einführung der LSVA im Zusammenhang mit der Aufhebung des 28t Gewichtslimits hatte hohe Lenkungswirkung	Keine Anreize für Verwendung umweltfreundlicher Lkw	Gering wegen Höhe und Zeitbezug Eurovignette

Für den Straßengüterverkehr drängt sich noch ein gesonderter Blick in die Regulierungen der einzelnen Länder auf, da hierdurch ohne finanzielle Mittel Schiene und KV gestärkt werden sollen. Am weitesten verbreitet sind *Fahrverbote* für schwere Lkw an Sonn- und Feiertagen. Einige Länder (z.B. Deutschland, Österreich, Polen, Ungarn, Kroatien) dehnen dies sogar weiter auf Samstag bzw. Vortage von Feiertagen aus (s. Lkw-Auskunft 2014). Für den Vor- und Nachlauf zum kombinierten Verkehr sind diese Verbote jedoch in einigen Ländern aufgehoben oder gelockert (z.B. Deutschland, Luxemburg, Österreich, Polen, Ungarn). Für diese Verkehre werden auch teilweise höher Gesamtgewichte zugelassen (Deutschland, Schweiz, Frankreich, UK sowie zahlreiche osteuropäische Länder (vgl. ITF 2013)). Der *Marktzugang* ist in den EU-Ländern weitgehend frei, während die Schweiz für Binnentransporte im Ausland immatrikulierte Lkw nicht zugelassen sind (Kabotage-Verbot). Innerhalb der EU bestehende Verbote der Kabotage im Straßengüterverkehr sollen jedoch schrittweise abgebaut werden. Im Schienengüterverkehr besteht hingegen schon jetzt Kabotagefreiheit in der EU. Das zulässige *Gesamtgewicht* für Lkw liegt in den mitteleuropäischen Ländern bei 40t (bzw. 44t KV-Zulauf), in Schweden bei 60t (bzw. 72t KV-Zulauf). Versuche mit Lang-Lkw laufen zurzeit in Deutschland. Die nachfolgende Tabelle fasst die Regulierung des Straßengüterverkehrs für die Fallstudienländer zusammen.

Tabelle 7: Regulierungen zur zeitlichen Begrenzung der Infrastrukturnutzung

Land	Fahrverbote / zeitlich eingeschränkte Infrastrukturnutzung		Sonderregel KV Vor- und Nachlauf	
	Lkw-Kategorie	Zeit	Fahrverbote	zulässiges Gesamtgewicht
Deutschland	Über 7,5t oder mit Anhänger	Sonn- u. Feiertage 0:00 - 22:00	Aufgehoben bis 200 km zu Bahn-terminal bzw. 150 km zu Hafen	40t generell, 44t im KV-Zulauf
Schweiz	Lkw über 3,5t	Sonn- u. Feiertage 0:00 - 24:00	Gelten	40t generell, 44t im KV-Zulauf
	Sattelzugm. >5t, Anhänger >3,5t	Nachfahrverbot 22:00-5:00 mit einzelnen Ausnahmen		
Frankreich	Über 7,5t	Samstag & vor Feiertagen 22:00; Sonntag bis 22:00	Gelten	40t generell, 44t im KV-Zulauf
Schweden	keine Einschränkungen			60t generell, 2 40ft-Container im KV (Prüfung)

Schienerverkehr

Die Tabelle 8 gibt einen vergleichenden Überblick zur Infrastrukturfinanzierung im Schienenverkehr der untersuchten Länder.

Tabelle 8: Vergleich Infrastrukturfinanzierung Schienenverkehr

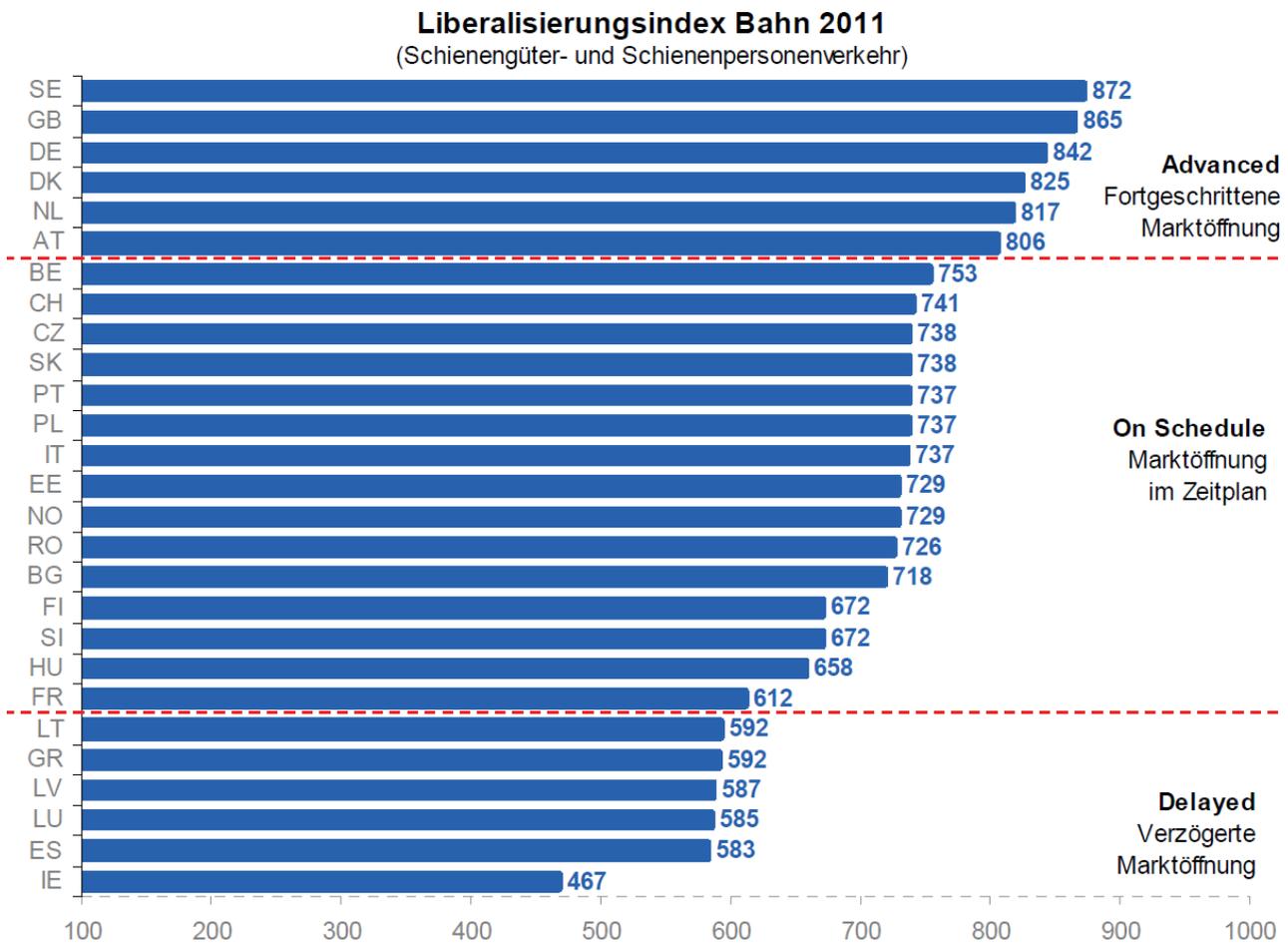
Kriterien	Deutschland	Schweiz	Frankreich	Schweden
Finanzierungsinstrumente und Differenzierung				
Trassenentgelte	Nach Streckentyp, Zuggattung und Lärmniveau auf Vollkostenbasis	Deckungsziel 30% Vollkosten (d.h. Grenzkosten plus Deckungsbeitrag); nach Trassen-km, tkm und Umweltstandards	Durchschnittskosten nach Streckentyp, Zuggattung und Tageszeit	decken Grenzkosten; Differenzierungen: Streckentyp, Zuggewicht, Emissionen Sicherheit. Optional: Bonus-Malus für Verspätungen
Öffentlich-Private Partnerschaften (ÖPPs)	Nein	Private Finanzierung von Anschlussgleisen mit öfftl. Unterstützung	ÖPPs für HGV-Projekte und Einführung GSM-Kommunikationsstandard	keine Informationen verfügbar

Kriterien	Deutschland	Schweiz	Frankreich	Schweden
Beurteilung des Finanzierungsrahmens				
Kostendeckung	Teilweise. Kostendeckungsziel 2008 ca. 60%	Teilweise. Kostendeckungsziel 2008 ca. 60%	Teilweise. Kostendeckungsziel 2008 ca. 63%	Nein, nur Grenzkosten gedeckt (Prinzip der Grenzkostenbepreisung)
Verursachergerechtigkeit	Hoch, unter Maßgabe öffentlicher Subventionen	Eher gering, da Ziel Verkehrsverlagerung von der Straße	Teilweise verursachergerecht, z.B. bezogen auf Netzkapazität	Hoch, in Bezug auf Erhalt und Externalitäten
Lenkungswirkung	Teilweise; geringe Differenzierung nach Lärm, sowie Anreize zur Verringerung von Störungen & Einhalten Mindestgeschwindigkeit	Gut in Bezug auf Verlagerung Straße → Schiene	Ja durch explizite Ausrichtung an Tageszeiten	Gering, wegen niedrigem Gebührenniveau

Zentrale Größe bei der Regulierung im Schienenverkehr sind der Zugang zum nationalen Schienennetz (Netz- bzw. Trassenzugang) und die Freizügigkeit des Wettbewerbs. Der Trassenzugang bildet die Grundvoraussetzung für eine Pluralität von Angeboten auf dem nationalen Schienennetz. Eine aktive Wettbewerbsförderung beinhaltet jedoch auch die Gestaltung eines attraktiven Vergaberechts und ggf. die Anpassung bzw. den Abbau technischer, organisatorischer und rechtlicher Hürden für die Betriebsaufnahme durch private Eisenbahnverkehrsunternehmen.

Der Grad der Trennung von Netz und Betrieb stellt nur mittelbar eine Entscheidungsgröße für die Organisation von Verkehren dar. IBM (2011) stellt die Wettbewerbsbedingungen im Schienenverkehr in einem ‚Liberalisierungsindex‘ zusammen (siehe folgende Abbildung). Im Ergebnis aller Europäischen Länder nimmt Schweden den obersten Platz bei der Liberalisierung des Bahnverkehrs ein, gefolgt von Großbritannien und Deutschland (alle im Status „fortgeschrittene Marktöffnung“). Der Status „Marktöffnung im Zeitplan“ wird von Belgien und der Schweiz angeführt und von Frankreich abgeschlossen. Eine „verzögerte Marktöffnung“ wird schließlich den Baltischen Staaten, Griechenland, Spanien und Irland bescheinigt.

Abbildung 2: Liberalisierungsindex Schienenverkehr



Quelle: IBM 2011.

Weitere Regulierungen in Schienenverkehr betreffen die Gestaltung von Trassenpreisen. Über Anreizsysteme im Trassenpreissystem versuchen die Schweiz (Lärmbonus), Deutschland und mit Einschränkungen Schweden leise Güterwagen zu fördern. In der Schweiz dürfen zudem ab 2016 im gesamten Schienengüterverkehr (inkl. Transitverkehr) nur noch lärmarme Güterwaggons eingesetzt werden, das heißt alte Güterwaggons müssen bis Ende 2015 lärmsaniert sein. Deutschland unterstützt ferner die Umrüstung von Güterwagen mit K-Sohlen-Bremsen aus Mitteln der lärmabhängigen Trassenpreise.

Kombinierter Verkehr

Die folgende Tabelle zeigt eine Übersicht zu Förder- und Finanzierungsinstrumenten im kombinierten Verkehr der vier untersuchten Länder.

Tabelle 9: Vergleich Förderinstrumente kombinierter Verkehr (KV)

Kriterien	Deutschland	Schweiz	Frankreich	Schweden
Förderinstrumente, Subventionen				
Betriebsbeiträge kombinierter Verkehr, weitere Förderinstrumente	Ausnahmeregelung von Fahrverboten sowie Befreiung von der Kfz-Steuer von Lkw, die im Vor- und Nachlauf eingesetzt werden. Zusätzlich: Erhöhung zGG auf 44t.	Beiträge Bund für den KV auf der Schiene (Abgeltung pro Sendung) Erhöhung zGG im KV Vor-/Nachlauf auf 44t.	Kontinuierliche Schulung von Mitarbeitern aller Ebenen; Anschubsubventionen für neue Verkehre: 12 Mio. € für 2013; Programm bis 2017	Zu- & Nachlauf zum Hafen-Terminal in Göteborg: Anhebung des zGG von 60t auf 2 40ft.-Container geprüft.
Investitionsbeiträge (Umschlaganlagen, Gleisanschlüsse)	Investitionsbeiträge (bis 85% der Investitionssumme) des Bundes für: • Bau von Güterumschlaganlagen • Bau Anschlussgleisen	Investitionsbeiträge des Bundes für: • Bau von Güterumschlaganlagen • Bau, Erweiterung und Erneuerung von Anschlussgleisen	Investitionsbeiträge des Staates für: • Bau von Güterumschlaganlagen	Investitionshilfen für den KV derzeit nicht bekannt

zGG: zulässiges Gesamtgewicht

Eine Bewertung bezüglich Kostendeckung, Verursachergerechtigkeit und Lenkungswirkung ist für die KV-Förderung nicht möglich, da der KV kein abgeschlossenes und damit in sich bewertbares System darstellt. Am ehesten kann noch die Lenkungswirkung beurteilt werden; die vorhandenen Datengrundlagen lassen jedoch keinen eindeutigen Schluss zu.

Gesamtbewertung

Die folgende Tabelle zeigt zusammenfassend eine ganz kurze Gesamtbewertung der Finanzierungssysteme der vier untersuchten Länder.

Tabelle 10: Gesamtbewertung über alle Verkehrsträger

Kriterien	Deutschland	Schweiz	Frankreich	Schweden
Nachhaltigkeit, Umweltwirkung	Mittel: hohe Lenkungswirkung und Kostendeckung, aber wenig ökolog. Anreize (nur Euro-Klassen bei Maut); teilweise Internalisierung externer Kosten mit neuen Mautsätzen (2015) und lärmabhängigen Trassenpreisen. Finanzierung nicht langfristig gesichert.	Hoch, da Anlastung externer Kosten Lkw und klares politisches Ziel (Verlagerung). Langfristig gesicherte Finanzierung Schiene dank eigenem Fonds.	Gering. Keine ökologischen Komponenten. Eco-Taxe zurzeit zurückgestellt bzw. stark reduziert.	Eher gering: zwar wirken niedrige Trassenentgelte fördernd für die Schiene. Allerdings wenig ökologische Anzelelemente und Finanzaufkommen gering.
Stärken	Transparenz und Verursachergerechtigkeit (Straße); Deckungsbeitrag	Hohe Kostendeckung, Lenkungswirkung und Transparenz; sichere Finanzierung	Mit AFITF geschlossenes Finanzierungssystem mit privater Beteiligung	Einfaches und transparentes System
Schwächen	Abhängigkeit vom öffentlichen Haushalt; keine langfristig gesicherte Finanzierung; hohe Erhebungs-/ Vollzugskosten des Lkw-Mautsystems	Hoher Subventionsgrad im Schienenverkehr senkt Effizienz	Wenig ökologisches Profil; evtl. geringe Interventionsmöglichkeit des Staates	Große Abhängigkeit von Haushaltschwankungen

3.3 Beispielhafter Vergleich der Steuer- und Abgabenbelastung

Die folgenden drei Tabellen und als Visualisierung die Abbildung 3 vergleichen die Belastung eines 40-t-Sattelzuges auf den nationalen Territorien durch Steuern, Abgaben und Maut mit der Steuer- und Abgabenbelastung im Schienengüterverkehr (v.a. Trassengebühren und Energieentgelte). Soweit verfügbar wurden die Belastungshöhen den Länderfallstudien entnommen und anhand vergleichender Statistiken (Hylén et al., 2013 für Lkw, Tompson 2008 für den Bahngüterverkehr) und Rechtsverordnungen (Wegekosten- bzw. Eurovignetten-Richtlinie der EU) abgeglichen.

Für den Lkw-Verkehr alleine zeigen diese Beispielzahlen eindrücklich den Unterschied zwischen der liberalen Preis- und Finanzierungsstrategie in Schweden, Deutschland und Frankreich gegenüber der eher restriktiven und bahnfrendlichen Politik in der Schweiz. Während Deutschland und Schweden der EU Wegekosten-Richtlinie und damit den hierin festgeschriebenen Mindestsätzen für Kfz-Steuern in der Höhe von 949 € für einen 40-t-Sattelzug unterliegen, unterschreitet Frankreich diese Grenze sogar.

Die Autobahn-Mautgebühren lassen sich dem Kosten-Information-System des Bundesverbandes Güterkraftverkehr, Logistik und Entsorgung (BGL) entnehmen. Für Deutschland finden die neuen Mautsätze ab 1.1.2015 Anwendung. Hiernach zahlt ein Euro-V-Lkw (Schadstoffklasse S5 / Mautklasse A) 15,2 €-cent pro Fzkm.

Energiesteuern für Deutschland, Frankreich und Schweden können den „Excise Duty Tables“ der EU entnommen werden (EC 2014). Danach gewähren Frankreich (-85%) und Schweden (-100%) deutliche Rabatte auf Diesel für Eisenbahnen. Noch größer stellen sich die Unterschiede bei der Besteuerung von Bahnstrom dar. Der deutsche Bahnverkehr hat mit 1,142 €-ct/kWh für nicht gewerbliche Nutzung und einem Bahnrabatt von 34,6% im Ländervergleich eine sehr hohe Belastung. Hiergegenüber betragen die generellen Steuern auf elektrische Energie in Frankreich und Schweden nur einen Bruchteil, und Schweden verzichtet ganz auf die Steuerbelastung von Bahnstrom. Im Folgenden gehen wir von Güterzügen mit elektrischer Traktion und einer Gesamtmasse von 950 t (brutto) aus.

Der direkte Vergleich zwischen den Betriebskosten im Straßen- und Schienenverkehr ist mit unten stehender Tabelle nicht möglich, da hier noch Betriebskosten für Traktion, Energie etc. sowie Unterhaltskosten berücksichtigt werden müssten. Die Gegenüberstellung der Belastung von Straßen- und Schienenverkehr je Tonnenkilometer geben jedoch interessante Anhaltspunkte zu den Schwerpunkten in Bezug auf die Abgaben- und Finanzierungspolitik der verschiedenen Länder. Es zeigt sich beispielsweise, dass sowohl in Schweden als auch der Schweiz Lkw-Transporte (bezogen auf einen Tonnenkilometer) bei sonst identischen Kostenstrukturen wesentlich teurer gegenüber der Bahn sein dürften als in den klassischen, an Vollkostendeckung orientierten Ländern Deutschland und Frankreich.

Tabelle 11: Steuer- & Abgabenbelastung Straße Lkw: 40t zGG, 11t Nutzlast, 135.000 km/a

Kostenkategorie	Schweiz	Deutschland	Frankreich	Schweden
1. Kauf- und Registrierungssteuern				
Steuersatz (€/Fahrzeug)	0	0	6.000	0
Jährliches Aufkommen (€ / Fahrzeug)	0	0	1.200	0
2. Kfz-Steuern				
Sattelzugmaschine (€ / Fahrzeug, Jahr)	2.431	556	124	1.138
Anhänger (€ / Einheit, Jahr)	0	373	516	0
Jährliches Aufkommen (€ / Fahrzeug, Jahr)	2.431	929	640	1.138
3. Energiesteuer auf Diesel				
Energiesteuersatz auf Diesel (€/1000 l)	607	470	428	621
Jährliches Aufkommen (€ / Fahrzeug)	22.952	17.766	16.178	23.474
4a. Straßenbenutzungsgebühren (variabel)				
Km-Satz (€ / Fahrzeug, 100 km, o. MWSt)	75	15,5	24	0
LSVA: Km-Satz (€ / 100 tkm, o. MWSt)	1,82	0	0	0
Jährliches Aufkommen (€ / Fahrzeug, Jahr)	98.496	15.390	24.715	0
4b. Straßenbenutzungsgebühr (Vignette)				
Jährliches Aufkommen (€ / Fahrzeug, Jahr)	0	0	0	1.250
GESAMTBELASTUNG LKW				
Steuern & Abgaben je Fahrzeug u. Jahr (€)	123.900	34.100	42.700	25.900
Belastung in €/1000 tkm (11 t Nutzlast)	83,4	23,0	28,8	17,4

zGG: zulässiges Gesamtgewicht

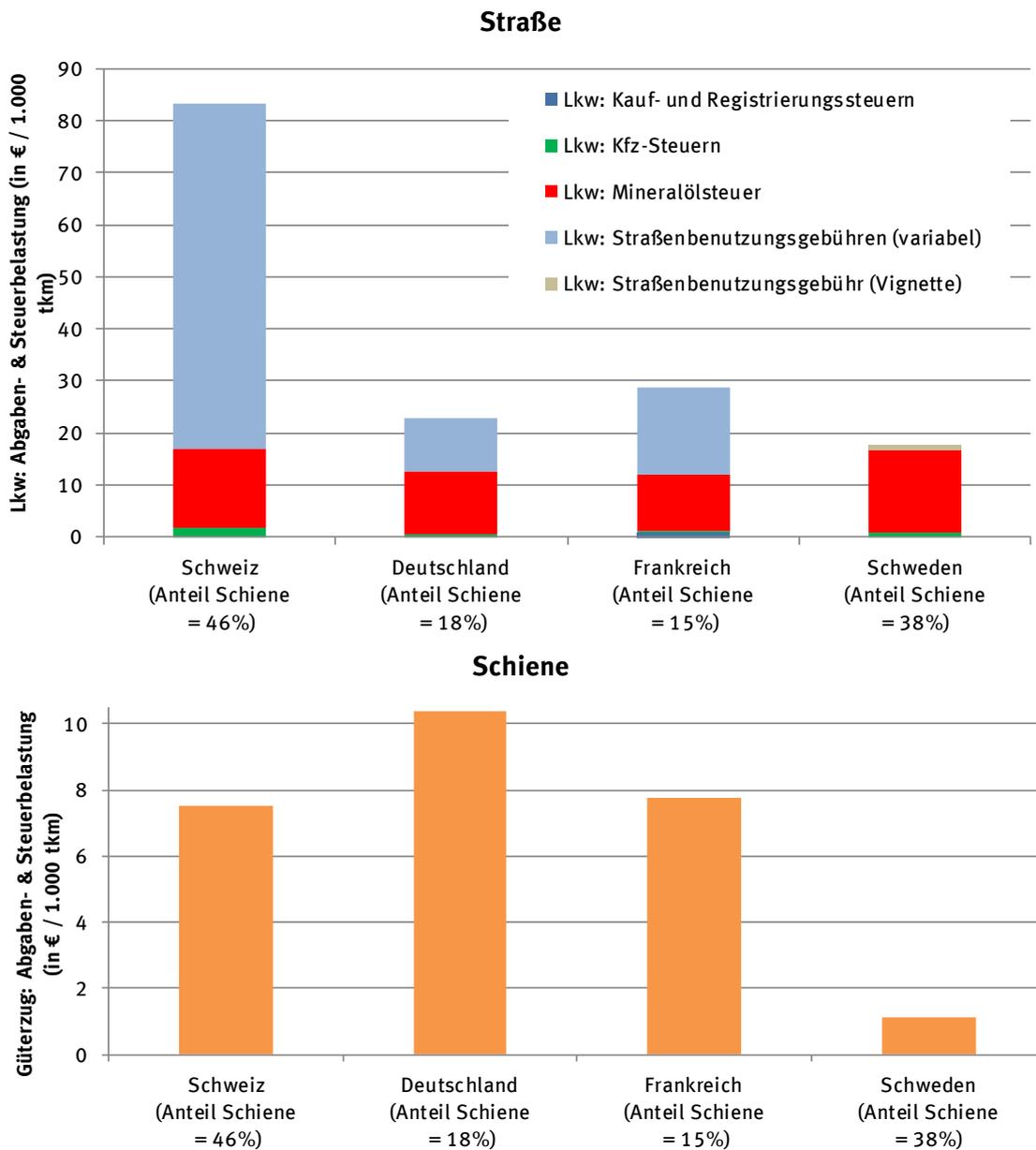
Tabelle 12: Steuer- & Abgabenbelastung Schiene: Güterzug 950 t brutto, 350 t Nutzlast

Kostenkategorie	Schweiz	Deutschland	Frankreich	Schweden
1. Trassengebühren (variabel)				
Kilometersatz (€/Zug-km)	2,63	2,50	2,67	0,39
2. Energiesteuern				
Steuern auf Traktionsstrom (€/MWh)	0,0	11,4	0,5	0,0
EEG-Umlage (€/kWh)	0	0,01	0	0
Kilometersatz (€/Zug-km)	0,00	1,12	0,05	0,00
GESAMTBELASTUNG GÜTERZUG				
Steuern & Abgaben je Zug-km (€/Zug-km)	2,6	3,6	2,7	0,4
Belastung in €/1000 tkm (350 t Nutzlast)	7,5	10,4	7,8	1,1

Tabelle 13: Vergleich Steuer- und Abgabenbelastung Straße vs. Schiene

Kostenkategorie	Schweiz	Deutschland	Frankreich	Schweden
Lkw: spezifische Belastung in €/1000 tkm	83,4	23,0	28,8	17,4
Güterzug: spez. Belastung in €/1000 tkm	7,5	10,4	7,8	1,1
Vergleich Lkw / Güterzug: Abgabenbelastung je Netto-tkm Lkw / Güterzug	11,1	2,2	3,7	15,6

Abbildung 3: Vergleich Steuer- und Abgabenbelastung Straße vs. Schiene



Eigene Darstellung.

MS: Modalsplit-Anteil Schienengüterverkehr

3.4 Beispiele konkreter Instrumente

In den folgenden Boxen werden fünf Beispiele konkreter Finanzierungsinstrumente vertieft, die für Deutschland als Lernbeispiele interessant sind, sei es als Erfolgsbeispiele („Best Practice“) oder aber als Beispiele für (teilweise) gescheiterte Instrumente. Für jedes der folgenden Lernbeispiele wird zuerst das Instrument kurz beschrieben und anschließend werden die wichtigsten Wirkungen sowie Erfolgs- bzw. Misserfolgskriterien abgeleitet.

1. Leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe LSVA (Schweiz)

Eckpunkte des Instruments

Finanzierungsquelle, Abgabebearbeitung:

- Flächendeckende Maut auf gesamtem Straßennetz für den Güterschwerverkehr > 3,5t
- Gebühr fahrleistungsabhängig, d.h. Preis pro tkm (Tarif bezieht sich auf das zulässige Gesamtgewicht)
- Differenzierung der Tarife nach EURO-Norm
- Kostenbasis: LSVA-Tarife sind so angesetzt, dass damit die Infrastrukturkosten und die externen Umwelt- & Unfallkosten des Schwerverkehrs gedeckt sind.
Die max. Tariffhöhe ist in bilateralen Verträgen mit der EU geregelt. Die Tarife sind aber höher als die in der EU-Wegekosten-Richtlinie („Eurovignetten-Richtlinie“) definierten Maximaltarife (u.a. weil sämtliche externe Kosten internalisiert sind).

Einnahmenverwendung:

- $\frac{2}{3}$ der Nettoeinnahmen fließen in den Bahninfrastrukturfonds (BIF, früher FinÖV-Fonds) zur Finanzierung der Schieneninfrastruktur (Großprojekte, aber auch Substanzerhalt & Betrieb)
- $\frac{1}{3}$ der Einnahmen fließen zu den Kantonen (in der Regel für Finanzierung Straßen und z.T. ÖV)

Finanzaufkommen:

- Gesamteinnahmen gut 1,5 Mrd. CHF pro Jahr (Betriebskosten <100 Mio. CHF)

Wirkungen und Erfolgsfaktoren

Wirkungen:

- Begrenzung des Wachstums im Schwerverkehr, u.a. Rückgang des Lkw-Aufkommens im alpenquerenden Güterverkehr, verringertes Wachstum im gesamten Lkw-Verkehr (vgl. mit Straße, unter Berücksichtigung der gleichzeitig erfolgten Anhebung des Lkw-Gewichtslimits von 28t auf 40t)
- Förderung der Verkehrsverlagerung auf die Schiene (UKV, RoLa)
- Positive Umwelteffekte (Luftschadstoff-, Treibhausgasemissionen)
- Kostenwahrheit: Schwerverkehr trägt seine vollen Kosten (Infrastruktur- & externe Kosten)
- Effizienzsteigerung: bessere Kapazitätsauslastung Lkw (weniger Leerfahrten)
- Rasche Umstellung der Lkw-Flotte auf höhere EURO-Kategorien

Erfolgsfaktoren:

- Kombination der beiden Ziele Lenkung und Finanzierung
- Verankerung der Kosteninternalisierung (externe Kosten)
- Gleichzeitige Förderung der Verlagerung auf die Schiene (v.a. Abgeltungen KV)
- Parallele Anhebung des Gewichtslimits von 28t auf 40t ermöglichte Produktivitätsgewinne, die Kostendruck in Transportbranche minderten
- Effizientes System mit geringen Betriebskosten (ca. 6-7% der Einnahmen).

2. Bahninfrastrukturfonds BIF (Schweiz)

Eckpunkte des Instruments

Idee, Einnahmequellen:

- Zeitlich unbefristeter Fonds zur Finanzierung der Kosten für die Schieneninfrastruktur: Betrieb, Unterhalt und Ausbau
- Bisheriger befristeter Fonds für Bahngroßprojekte („FinÖV-Fonds“) wird erweitert und verstetigt.
- Einnahmequellen / Einlagen (siehe auch Abbildung 4):
 - Allgemeine Bundesmittel
 - LSVA (siehe oben): Querfinanzierung Straßenverkehr
 - Mehrwertsteuer-Anteil (zwei Promille)
 - Teil der Mineralölsteuer
 - Kantonsbeiträge
 - Bundessteuern: Zusatzeinnahmen durch Reduktion Fahrkostenabzug

Einnahmenverwendung:

- Finanzierung der gesamten Schieneninfrastrukturausgaben (zusammen mit den Trassenenerträgen der Infrastrukturbetreiber):
 - Betrieb
 - Unterhalt, Substanzerhalt
 - Ausbau Netz
 - Großprojekte (NEAT, Anschluss an Hochgeschwindigkeitsnetz, Lärmsanierung)

Finanzaufkommen:

- Ca. 4 bis 5 Mrd. CHF pro Jahr (entspricht ca. 3,75-4,75 Mrd. €)

Wirkungen und Erfolgsfaktoren

Wirkungen:

- Langfristig gesicherte Finanzierung der Eisenbahninfrastruktur
- Stärkung des Substanzerhalts (vorher lag Fokus primär auf Ausbauten)
- Fonds kann ausgabenseitige Schwankungen auffangen.
- Bessere Planbarkeit, weniger abhängig von Bundesfinanzen
- Beitrag Nutzerfinanzierung erhöht

Erfolgsfaktoren:

- Gesamtverkehrsansatz mit Querfinanzierung Straße – Schiene
- Finanzierungsbedarf für Großprojekte (NEAT etc.) und Nachholbedarf beim Substanzerhalt erhöhte Druck für langfristige Lösung
- Hohe gesellschaftliche und politische Akzeptanz (u.a. in diversen Volksabstimmungen gutgeheißen)
- Parallele Erhöhung der Trassenpreise und Fahrkartenpreise um total 300 Mio. CHF erhöht Nutzerbeitrag und entlastet Bahninfrastrukturfonds

3. International Fuel Tax Agreement IFTA (USA / Kanada)

Eckpunkte des Instruments

Konzept:

- Übereinkommen zwischen 48 US Bundesstaaten (ohne Alaska und Hawaii) und den 10 kanadischen Provinzen ohne die Territorien NW Territories, Nunavut und Yukon) zum vereinfachten Bericht von Kraftstoffverbräuchen durch Straßenverkehrsunternehmen, welche in mehreren Verwaltungsbezirken operieren.
- Philosophie: Kraftstoffsteuern nicht auf Bezug sondern auf Verwendung (Verbrauch, Fahrzeugeigenschaften, etc.) erhoben.
- Verpflichtend für alle Fahrzeuge zum Personen- oder Gütertransport ab 2 Achsen und 13t zGG sowie ab 3 Achsen.

Durchführung:

- IFTA-lizenzierte Unternehmen erhalten zwei Vignetten je Fahrzeug und verpflichten sich vierteljährlich Kraftstoffbezug und -verbrauch nach Verwaltungsbezirk (Bundesstaat, Provinz) und Fahrzeug über ein standardisiertes Formular an die Finanzbehörden zu berichten.
- Gutschrift beim Kauf gezahlter Kraftstoffsteuern auf die Lizenz bzw. Belastung der Lizenz bei Kauf zum Netto-Preis.
- Ermittlung der tatsächlichen Steuerlast am Ende des Quartals durch alle beteiligten Finanzbehörden und Nachzahlung bzw. Erstattung durch die lokale Finanzbehörde des Unternehmens.
- Abwicklung durch die Verwaltung:
Verteilung des Steueraufkommens zwischen den Bundesstaaten / Provinzen durch die Finanzbehörden; gegenseitige Rechnungsstellung zu Ausgleichszahlungen zw. Finanzbehörden.

Wirkungen und Erfolgsfaktoren

Verursachergerechtigkeit:

- Im Gegensatz zu EU-Steuersystem (Bezugsort) Steuerlast im Gebiet der erbrachten Fahrleistung.
- Vermeidung von Tanktourismus.
- Expliziter Bezug der EU auf IFTA in Diskussion um Reform der Kraftstoffbesteuerung (EC 2011)

Lenkungswirkung:

- Einbezug lokaler Gegebenheiten (Infrastrukturfinanzierungsbedarf, Umwelt, etc.) in die Belastung des Schwerverkehrs.
- Kenntnis über Fahrzeug (Achsen, Gewicht, Motorleistung, etc.) als Einflussgrößen der Steuerhöhe (Bsp.: Kentucky, New Mexico, New York, Oregon: Steuersätze nach Gewicht und Fahrleistung).
- Verkehrliche und Umweltwirkungen nicht im Fokus von IFTA, können aber durch Einbezug von Fahrzeug- und Fahrleistungsdaten berücksichtigt werden.

Anwendbarkeit:

- Einfache Anwendung durch lizenzierte Unternehmen wegen zentraler Abrechnung zwischen Finanzbehörden.
- Flexibilität: pay-now or pay-later-Philosophie.

Mögliche Nachteile:

- Höherer Verwaltungsaufwand als bei traditioneller Erhebung beim Bezug des Kraftstoffs.
- Vielzahl z.T. unübersichtlicher Ausnahmen.

Quellen: off. IFTA-Seite: <http://www.iftach.org>; EC 2011; Provinz Ontario: <http://www.fin.gov.on.ca/en/tax/ifta>

4. Ecotaxe (TPLN) und Péage de Transit Poids Lourds (PTPL) (Frankreich)

Eckpunkte des Instruments

Geschichte Ecotaxe (TPLN):

- Ecotaxe (TPLN: taxe poids lourds nationale) war eine der wichtigsten von dem Grenelle de l'Environnement-Gesetz initiierten Maßnahmen.
- Geplant als kilometerabhängige Ökosteuer für alle Lkw-Fahrten ab 3,5t.
- Ziele: Verringerung der Straßen- und Umweltbelastung durch Lkw und Generierung von Einnahmen für neue und verbesserte Infrastrukturen.
- Ursprünglich geplanter Start 2014, mehrfach verschoben (zuerst auf Okt. 2014, dann Jan. 2015).
- Schließlich wurde die Ecotaxe zurückgezogen und ersetzt durch die neue Transitabgabe (PTPL).

Konzept Ecotaxe:

- Gültig auf ca. 15.000 km nationale und öffentl. Straßen (Route Nationales et Departementales).
- Ausnahmen: Öffentlicher Personenverkehr mit Bussen und Reisebussen.
- Technische Umsetzung: Ausstattung der Fahrzeuge mit Multi Toll Box verpflichtend ab 2015. Gerät erlaubt Mautzahlung in Frankreich, Spanien, Portugal und Belgien. Mit Multi Toll Box 10% Rabatt auf Gebührensätze.
- Alternativ Pre-paid mit Registrierung vor Fahrtantritt an einem Terminal um eine Box zu mieten (Rückgabe nach Transport).
- Vollautomatische Satellitengestützte Erfassung der Gebühren ähnlich Toll Collect System in D.
- Gebühren nach Achszahl und Schadstoffausstoß. Geplant ab 2014 für Lastzug 4+ Achsen mit Euro-3: 16,9 Ct./km; Euro-6: 13,1 Ct./km
- Erhebung zusätzlich zu den bisherigen Mautgebühren an die Autobahn-Betreibergesellschaften (ca. 11 – 15 Ct./km).

Reform durch Péage de Transit Poids Lourds (PTPL):

- Betroffene Fahrzeuge, Gebühren und Erhebungsverfahren wie Ecotaxe
- Neu bemautet nur ca. 4'000 km Nationalstraßen inkl. Alternativrouten mit Relevanz für Transitverkehr in Ergänzung zu den weiterhin mautpflichtigen Autobahnen (vgl. Abbildung 5).
- Stufenweise Einführung: ab 1. Oktober 2014 Testphase ohne Fakturierung, am 1. Januar 2015 effektive Einführung der Lkw-Steuer.

Wirkungen und Akzeptanz

Verwendung der Einnahmen:

- Verwendung der Einnahmen durch die Infrastrukturbehörde (ARITF) und lokalen Behörden.
- Investition in Infrastruktur und in Projekten durch die Grenelle Environment Multiparty Group für Umweltschutzzwecke.
- Explizite Verwendung für intermodale Projekte

Akzeptanz:

- Kritisch war die Akzeptanz insbesondere gegenüber der ursprünglich geplanten Ecotaxe, gegen die es schwere Proteste innerhalb Frankreichs und in Grenzregionen gab (z.B. England). Gründe: Überlagerung Ecotaxe mit bestehenden Gebühren zu einer Abgabenhöhe bis 30 ct./km; Angst vor möglichem Verlust von Arbeitsplätzen in wirtschaftlich angespannter Lage.
- Die angepasste PTPL hat eine höhere Akzeptanz, v.a. weil sie ein klar kleineres Netz umfasst und stärker auf den Transitverkehr orientiert ist. Zur Wirkung gibt es noch keine Informationen.

Quellen: MEDDE 2014 (Französisches Umweltministerium), ASTAG 2014, Multi-Service Tolls 2014.

5. Betriebsbeiträge an den kombinierten Verkehr auf der Schiene (Schweiz)

Eckpunkte des Instruments

Konzept, Idee:

- Der Bund leistet Beiträge (Abgeltungen) zum Ausgleich der ungedeckten Betriebskosten des Schienengüterverkehrs. Der Fokus liegt auf dem kombinierten Verkehr auf den alpenquerenden Transitachsen. In geringerem Ausmaß wird aber auch der nicht alpenquerende Güterverkehr (KV und Wagenladungsverkehr) finanziell gefördert.
- Im KV werden die finanziellen Mittel über ein Angebotsverfahren in Form von Betriebsabgeltungen der geplanten ungedeckten Kosten an die Operateure des kombinierten Verkehrs vergeben. Berechtigt für Förderungen sind Relationen im unbegleiteten kombinierten Verkehr (UKV) und begleitenden kombinierten Verkehr (RoLa), die nicht kostendeckend geführt werden können (Fokus auf alpenquerende Relationen).
- Die Abgeltungen werden als Betriebsbeiträge pro Sendung an die KV-Operateure entrichtet. Die Beiträge sind abhängig von der Transportdistanz und betragen max. 90 CHF pro Sendung (ca. 75 €). Die Beitragshöhe wird jährlich angepasst, mit Tendenz nach unten, da der KV im alpenquerenden Verkehr konkurrenzfähiger wird (u.a. dank neuen Alpentransversalen NEAT).

Finanzaufkommen:

- Die Betriebsabgeltungen kombinierter Verkehr betragen 2012 rund 157 Mio. CHF (ca. 130 Mio. €). Seit dem Jahr 2000 lagen die Beiträge immer bei ca. 150-200 Mio. CHF pro Jahr.

Wirkungen und Erfolgsfaktoren

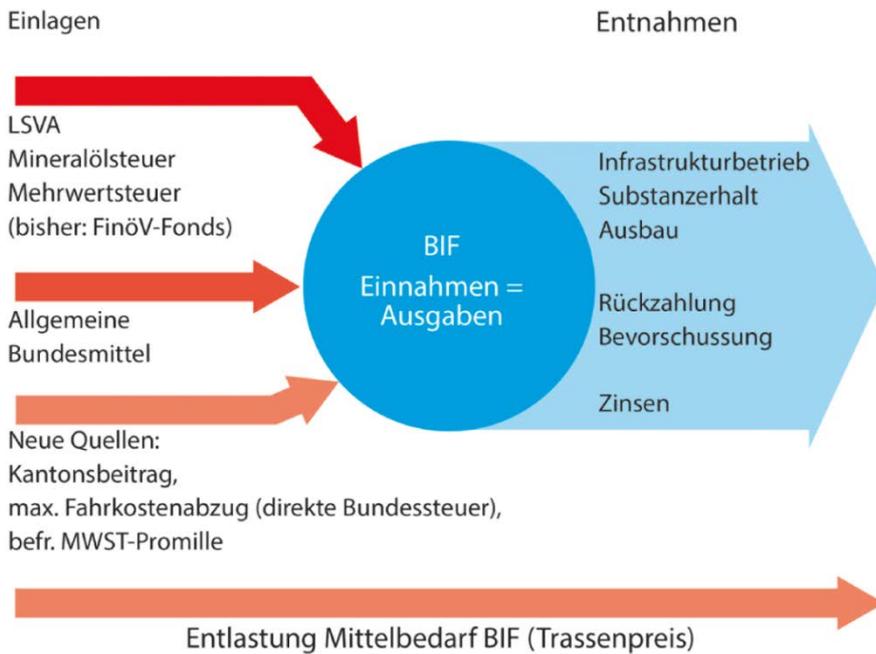
Wirkungen:

- Die Betriebsbeiträge ermöglichen:
 - Förderung des alpenquerenden kombinierten Verkehrs generell
 - Förderung neuer Güterverkehrsangebote (v.a. im Transitverkehr z.B. RoLa)
 - Förderung von technischen Neuerungen (z.B. neue Waggonssysteme)
- Die Betriebsbeiträge an den kombinierten alpenquerenden Verkehr leisten zusammen mit den anderen Förderinstrumenten (v.a. Investitionshilfen für KV-Infrastruktur) einen wichtigen Beitrag zur Verlagerung des Güterverkehrs auf die Schiene. Insgesamt konnte dank Fördermaßnahmen und paralleler Einführung der Lkw-Maut LSVA seit 2000 zuerst eine Reduktion und später eine Stabilisierung des Straßengüterverkehrs erreicht werden.
- Die Verkehrsverlagerung für den alpenquerenden Güterverkehr ist in der Schweizer Bundesverfassung verankert und stellt eine wichtige politische und demokratische Legitimation dar für Fördermaßnahmen im Schienenverkehr.

Erfolgsfaktoren:

- Gleichzeitiger Bau der Neuen Eisenbahnalpentransversale NEAT ermöglicht in absehbarer Zeit einen Produktivitätssprung im alpenquerenden Schienenverkehr (KV). Damit sollen die Fördergelder langfristig ersetzt werden können.
- Gleichzeitige Einführung der leistungsabhängigen Schwerverkehrsabgabe LSVA auf der Straße (Lkw-Maut) erhöhte das Verlagerungspotenzial.
- Erhöhung des Lkw-Gewichtslimits auf 40t schwächte Wettbewerbsposition der Schiene, so dass Fördermaßnahmen zwingend waren um Verlagerung voranzutreiben.
- Hohe Akzeptanz der Güterverkehrsverlagerung in der Bevölkerung.

Abbildung 4: Bahninfrastrukturfonds (BIF) Schweiz



Quelle: BAV (Schweizerisches Bundesamt für Verkehr) 2013

Abbildung 5: Bemautes Streckennetz durch die reformierte ‚Péage de transit poids lourds‘ (PTPL)



Quelle: MEDDE 2014. Legende: Rot: zusätzliche Mautstrecken (Nationalstraßen), Gelb: zusätzliche Mautstrecken (Lokale Straßen), Blau: bisher bemautes Autobahnnetz

3.5 Schlussfolgerungen

Im Gesamtbild kann festgehalten werden, dass die Frage der Nachhaltigkeit von Finanzierungssystemen in starkem Maße von politischen Zielen und ökonomischen Beweggründen abhängt. Bei der Priorisierung der ökonomischen Nachhaltigkeit, d.h. der stetigen Finanzierung und Eigenwirtschaftlichkeit des Verkehrssektors, schneiden die Vollkostenmodelle in Deutschland, der Schweiz und Frankreich wesentlich besser ab als das schwedische Konzept. Bei einer liberalen Marktsicht kehrt sich diese Einschätzung jedoch um. Ferner schneidet das Modell der Schweiz dann am besten ab, wenn eine politisch festgesetzte Verlagerung des Verkehrs auf die Schiene als primäres Nachhaltigkeitsziel angesehen wird.

Aus ökonomischer Sicht lässt sich die Frage des „besten Systems“ entsprechend nicht klar beantworten. Hierfür ist zunächst das Zielsystem einer nachhaltigen Verkehrsentwicklung zu setzen.

Um die Frage nach nachhaltigen Rahmenbedingungen des Güterverkehrs gesamthaft zu beantworten reicht es nicht, den Fokus nur auf finanzielle Instrumente der Marktgestaltung im Güterverkehr zu legen. Vielmehr müssen auch regulatorische Rahmenbedingungen – welche sich für die Unternehmen letztlich finanziell auswirken – betrachtet werden. In der vorangegangenen Analyse wurden die wichtigsten Regulierungen deshalb ebenfalls betrachtet. Speziell erwähnenswert sind Gewichtslimits von Straßen- und Schienenfahrzeugen, Nacht- und Wochenendfahrverbote im Straßenverkehr sowie Sozialvorschriften im Transportgewerbe (z.B. Ruhezeiten). In der vorliegenden Studie werden die Regulierungen als wichtiger Einflussfaktor deshalb auch in den folgenden Arbeitsschritten berücksichtigt.

Aus der Analyse der Instrumente und Maßnahmen verschiedener Länder können folgende **Erfolgsfaktoren und Elemente eines nachhaltigen Finanzierungssystems** im Güterverkehr definiert werden:

- ▶ Ausrichtung der Finanzierungsinstrumente auf Vollkosten und Einbezug der externen Kosten
- ▶ Fahrleistungsabhängige Abgabe für Lkw, abgestuft nach Umweltkriterien
- ▶ Anreize zur Senkung des spezifischen Kraftstoffverbrauchs beim Straßenverkehr
- ▶ Solide Infrastrukturfinanzierung für den kombinierten Verkehr und die Schienenachsen
- ▶ Spezifische Anreizelemente für die Schiene bei den Trassenbenutzungsgebühren (z.B. Anreize zur Verminderung von Lärm, Störungen, Schienenverschleiß, Kapazitätseinschränkungen)
- ▶ Gesamtfinanzierungsinstrument Straße-Schiene für Teile des Finanzierungssystems, die nicht für die Infrastrukturfinanzierung notwendig sind. Insbesondere für die Förderung der Güterverkehrsverlagerung auf die Schiene kann Gesamtfinanzierung ein wichtiges Hilfsmittel sein.
- ▶ Zweckbindung der Einnahmen für Verkehrsausgaben erhöhen Planbarkeit (Verstetigung) und Flexibilität. Eine Anwendungsmöglichkeit sind eigene Verkehrsinfrastrukturfonds.
- ▶ Besonders hohe Anteile hat der Schienengüterverkehr in jenen Ländern, bei denen die Steuer- und Abgabenbelastung des Straßengüterverkehrs überdurchschnittlich ist und / oder der Schienenverkehr besonders stark subventioniert ist. Ebenfalls einen wesentlichen Einfluss auf die Bedeutung des Schienen- bzw. Straßengüterverkehrs dürfte die Industriestruktur eines Landes und der Einfluss der entsprechenden Verbände haben (Rolle Automobilindustrie, Schienenfahrzeughersteller etc.).
- ▶ Eine sehr wichtige Rolle für eine erfolgreiche Verlagerungspolitik von der Straße auf die Schiene spielt die gesellschaftliche und politische Akzeptanz.

4 Szenario-Entwicklung

4.1 Vorgehen

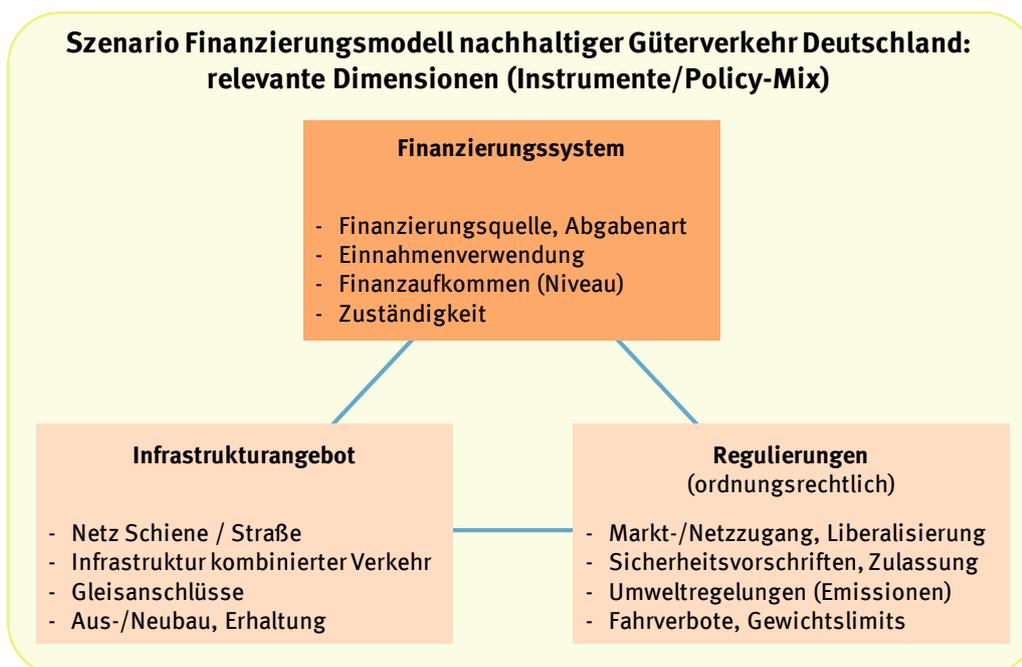
Die Ergebnisse der Ländervergleichsanalyse geben Hinweise, in welchen Bereichen das Finanzierungsmodell für die Güterverkehrsinfrastruktur in Deutschland noch Verbesserungspotenziale hin zu einem nachhaltigeren Güterverkehr aufweist. Im vorliegenden Kapitel werden aufbauend auf diesen Erkenntnissen, und ergänzt um Vorschläge und Ideen aus Studien und der politischen Diskussion, Szenarien eines zukünftigen Finanzierungsmodells skizziert. Grundsätzlich werden zwei Szenarien – ein **Referenzszenario** und ein **Zielszenario** – für das Jahr 2030 entwickelt, die anschließend miteinander verglichen werden können. Die umfassende Wirkungsbeurteilung (verkehrliche Wirkungen, Umweltwirkungen, wirtschaftliche Wirkungen) im anschließenden Kapitel 5 wird für diese beiden Szenarien (Referenz- und Zielszenario) durchgeführt.

Szenario-Definition: Relevante Parameter

Im Zentrum der Szenarien steht ein Finanzierungsmodell für die Verkehrsinfrastruktur in Deutschland. In der vorliegenden Studie geht es dabei insbesondere darum, das Finanzierungssystem für eine nachhaltig orientierte Verkehrsinfrastruktur zu definieren. Zum Finanzierungssystem gehören nach unserem Verständnis die folgenden vier Elemente: Finanzierungsquelle bzw. Abgabeart, Einnahmenverwendung, Finanzaufkommen (Abgabenniveau) sowie Zuständigkeit bzw. Hoheit.

Nach unserem Verständnis gehören bei der Definition eines zukünftigen Finanzierungsmodells auch die beiden Dimensionen Infrastrukturangebot und (nicht-finanzielle) Regulierungen. Nur als Kombination dieser drei Dimensionen ergibt sich ein Gesamtsystem eines Finanzierungsmodells für die Güterverkehrsinfrastruktur Deutschlands. Die folgende Abbildung zeigt diese drei Dimensionen inkl. ausgewählter Parameter für jede Dimension.

Abbildung 6: Dimensionen Szenario-Entwicklung



Eigene Darstellung

Für die Definition des Zielszenarios werden entsprechend die in der Abbildung beschriebenen Parameter festgelegt. Immer von hoher Relevanz sind die Parameter der Dimension Finanzierungssystem als zentraler Treiber zwischen Infrastrukturangebot („Pull“) und Regulierungen („Push“).

Vorgehen Szenario-Entwicklung

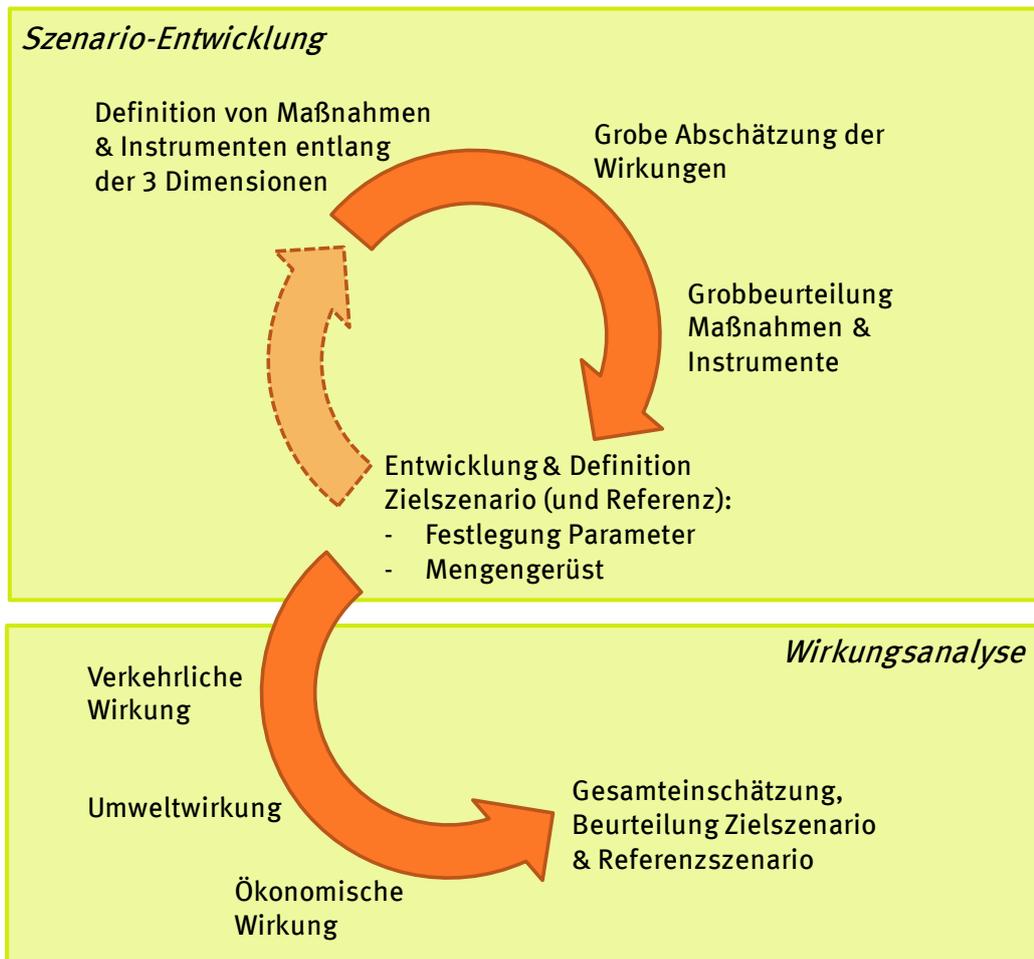
Um die inhaltliche Ausgestaltung des Zielszenarios transparent optimieren zu können, wird in einem zweistufigen Prozess vorgegangen. Zuerst werden entlang der oben beschriebenen drei Dimensionen des Finanzierungsmodells (Finanzierungssystem, Infrastrukturangebot, Regulierungen) mögliche Stoßrichtungen konkretisiert, indem mögliche Maßnahmen und Instrumente beschrieben und grob beurteilt werden. Dabei geht es darum, die Potenziale der Maßnahmen und Instrumente aus verschiedenen Blickwinkeln auszuleuchten und die inhaltliche Ausgestaltung zu konkretisieren. Für die vorgeschlagenen Maßnahmen und Instrumente der drei Dimensionen des Finanzierungsmodells wird anschließend eine grob-quantitative Wirkungsabschätzung inkl. Grobbeurteilung vorgenommen. Für diese Grobbeurteilung werden u.a. folgende Kriterien beigezogen:

- ▶ Zielerreichungsgrad Umwelt und Verkehr / Modalsplit (in Bezug auf die in Kapitel 2.1 formulierten Ziele)
- ▶ Ökologische Verträglichkeit: Beitrag zur Minderung negativer Umweltauswirkungen
- ▶ Ökonomische Effizienz:
 - Volkswirtschaftliche Gesamtwirkung (Wertschöpfung, Beschäftigung)
 - Finanzielle Nachhaltigkeit (Sicherstellung Finanzierungsbedarf)
 - Wertschöpfungsbeitrag und Chancen für den Logistikstandort Deutschland
 - Effizianzanreize zur Steigerung der Transporteffizienz und Innovation
- ▶ Umsetzung Verursacherprinzip
- ▶ Realisierbarkeit und Akzeptanz

Auf Basis des Ergebnisses der groben Wirkungsabschätzung und Beurteilung der Maßnahmen und Instrumente wird schließlich – im Austausch mit dem Auftraggeber – ein Zielszenario definiert. Das beschriebene Vorgehen zur Entwicklung des Zielszenarios ist in der folgenden Abbildung skizziert.

Die Entwicklung des detaillierten Mengengerüsts (Verkehr, Infrastruktur, Finanzierungsbedarf und –aufkommen) sowie die exakte Definition der einzelnen Parameter des Finanzierungsmodells (Instrumente, Regulierungen etc.) erfolgt nach der abschließenden Definition des Zielszenarios.

Abbildung 7: Vorgehen Szenario-Entwicklung und Schnittstelle zu Wirkungsanalyse



Eigene Darstellung

4.2 Referenzszenario

Für die vorliegende Studie wird als Referenzszenario die Verflechtungsprognose 2030 (VVP 2030) des Bundesverkehrswegeplans (BVWP) verwendet. Zu dieser liegen detaillierte verkehrliche Daten vor. Die VVP 2030 rechnet zwischen 2010 und 2030 mit einem Wachstum der Verkehrsleistung (tkm) von 39% im Straßengüterverkehr und 43% im Schienengüterverkehr.

Das Referenzszenario orientiert sich an der Verflechtungsprognose 2030 (VVP 2030) des Bundesverkehrswegeplans (BVWP), die im Juni 2014 publiziert wurde (BVU et al. 2014). Für die vorliegende Studie wird die Hauptvariante der VVP 2030 verwendet, die auf einem mittleren jährlichen BIP-Wachstum von 1.14% basiert. Grundsätzlich ist die VVP 2030 für 2010 keine reine Trendprognose, sondern versucht ein möglichst ‚wahrscheinliche‘ Prognose der Verkehrsentwicklung abzuleiten. Im Güterverkehr erfolgt die Prognose basierend auf den tatsächlichen Verkehrsdaten von 2010, die auf Basis von Strukturprognosen (Bevölkerung, Erwerbstätige, reales BIP, etc.), Außenhandelsprognose

und Annahmen zur Entwicklung von Nutzerkosten und verkehrspolitischen Rahmenbedingungen (u.a. Infrastruktur, Steuern, Subventionen) fortgeschrieben wurden. Bei der Entwicklung des Infrastrukturangebots bildete der aktuell gültige Bundesverkehrswegeplan 2003 den Ausgangspunkt. Weil es allerdings nicht absehbar ist, welche der Ausbaumaßnahmen bis 2030 fertiggestellt sein werden und welche nicht, wurde für die neue Verflechtungsprognose (VVP 2030) vereinfachend angenommen, dass die im BVWP 2003 im ‚vordringlichen Bedarf‘ vorgesehenen Maßnahmen bis 2030 realisiert werden. Was die verkehrspolitischen Rahmenbedingungen (z.B. Steuern, Gebühren, Subventionen) betrifft, orientieren sich die Annahmen der VVP 2030 zwar im realistischen Bereich, berücksichtigen aber auch die umwelt- und energiepolitischen Erfordernisse. Es wird entsprechend betont, dass die Annahmen für die Prognose 2030 nicht einfach Trendszenarien fortschreiben würden, sondern setzen bereits „einen umweltpolitisch ambitionierten Gestaltungswillen voraus“ (BVU et al. 2014, S. 184). Ein konkretes Beispiel dazu sind die Annahmen zur Entwicklung der Energiesteuer (ehem. Mineralölsteuer) für Benzin und Diesel. Dazu wird angenommen, dass sich diese bis 2030 in etwa parallel zum Rohölpreis entwickeln und somit in dieser Zeit real um ca. 60% erhöht werden (ca. 2-2.5% pro Jahr). Bei anderen Infrastrukturpreisen und –abgaben wird für die Verkehrsprognose 2030 allerdings angenommen, dass es real keine Preisveränderung gegenüber heute gibt, z.B. bei der Lkw-Maut sowie bei den Trassenpreisen.

4.2.1 Rahmenbedingungen, Inputdaten

Die folgenden Tabellen zeigen einige wichtige Inputdaten der VVP 2030. Zentrale Rahmenbedingungen bilden die sozioökonomischen Daten sowie die Entwicklung der Nutzerpreise (Transportkosten).

Während bei der Einwohnerzahl und den Erwerbspersonen mit einem leichten Rückgang gerechnet wird, steigen das reale BIP insgesamt und pro Kopf deutlich an. Beim BIP wird real von einem mittleren jährlichen Wachstum von 1,14% ausgegangen. Überdurchschnittlich stark werden gemäß Prognose die Exporte und Importe steigen, die sich zwischen 2010 und 2030 mehr als verdoppeln. Für die einzelnen Wirtschaftsbranchen werden differenzierte Wachstumsprognosen verwendet (basierend auf ifo, HSU 2012). So wird beispielsweise bei den Bergbaubranchen sowie der Textil-, Holz-, Bau-, Metall- und Mineralölbranche von deutlich unterdurchschnittlichen Wachstumsraten ausgegangen. Auf der anderen Seite wird in den privaten Dienstleistungsbranchen, der Energieversorgung, der Maschinen-, EDV- und Elektrobranche, dem Gastgewerbe sowie der Verkehrs- und der Gesundheitsbranche mit einer überdurchschnittlichen Entwicklung der Wertschöpfung gerechnet.

Tabelle 14: Entwicklung sozioökonomischer Rahmenbedingungen 2010 – 2030

	2010	2030	Veränderung 2010 – 2030	
			in % total	in % pro Jahr
Einwohner (in Mio.)	80.210	78.249	-2,4%	-0,1%
Erwerbspersonen (in Mio.)	41.549	39.734	-4,4%	-0,2%
BIP (in Mrd. €) °	2.178	2.732	+25,4%	+1,1%
BIP pro Kopf (in €) °	26.557	34.728	+30,8%	+1,4%
Exporte (in Mrd. €) °	658	1.342	+104%	+3,6%
Importe (in Mrd. €) °	548	1.198	+119%	+4,0%

Quelle: BVU et al. 2014. ° Reale Werte, in Preisen von 2000.

Beim Dieselmotorkraftstoffpreis wird insgesamt von einer mittleren realen Preissteigerung von 2,0% pro Jahr (bzw. +50% von 2010 bis 2030) ausgegangen (siehe Tabelle 15). Die beiden entscheidenden Faktoren sind der Rohölpreis und die Energiesteuer. Beim Rohölpreis wird mit einer Zunahme von 2.1% pro Jahr gerechnet, d.h. der reale Preis steigt von 79 USD pro Fass im Jahr 2010 auf 120 USD pro Fass im Jahr 2030 (basierend auf ifo, HSU 2012). Bei der Energiesteuer ist die Unsicherheit grösser. Die Autoren der Verkehrsverflechtungsprognose gehen davon aus, dass der Energiesteuersatz ebenfalls deutlich angehoben wird (um gut 60% bis 2030). Insgesamt ergibt sich damit die erwähnte jährliche Zunahme des Kraftstoffpreises von 2%, die in etwa der tatsächlichen Veränderung der letzten zwanzig Jahre entspricht.¹⁰

Tabelle 15: Entwicklung Kraftstoffpreise 2010 – 2030

	2010 (€ / Liter)	2030 (€ / Liter)	Veränderung 2010 – 2030	
			in % total	in % pro Jahr
Rohölpreis*	0,38	0,58	+52%	+2,1%
Energiesteuer	0,47	0,77	+64%	+2,5%
Verarbeitung, Vertrieb	0,15	0,15	0%	0,0%
Mehrwertsteuer	0,19	0,29	+50%	+2,0%
Kraftstoffpreis total	1,19	1,79	+50%	+2,0%

Quelle: BVU et al. 2014. Alle Angaben in realen Preisen (Preise 2010).

* Mittleres Szenario für Entwicklung Rohölpreis: 120 USD / barrel im Jahr 2030 (2010: 79 USD/b).

Die gesamten Transportkosten im Straßengüterverkehr (bzw. Lkw-Verkehr) sind nebst dem Kraftstoffpreis auch vom spezifischen Kraftstoffverbrauch, den weiteren Betriebskosten sowie der Lkw-Maut beeinflusst (Tabelle 16). Für die VVP 2030 wird aufgrund der Effizienzsteigerung beim Kraftstoffverbrauch mit leicht steigenden Kraftstoffkosten (+1,0% pro Jahr) gerechnet. Unter Berücksichtigung weiterer Produktivitätsfortschritte in der Straßengüterverkehrsbranche und unter Annahme real konstanter Lkw-Maut rechnet die VVP 2030 mit real konstanten Transportkosten im Straßengüterverkehr. Dies ist eine Trendwende im Vergleich zu den letzten 5-10 Jahren, als die realen Transportkosten leicht gesunken sind, insbesondere aufgrund der Produktivitätsfortschritte und des Konkurrenzdrucks aus dem Ausland. Die Prognose berücksichtigt keine neuen Finanzierungsinstrumente im Straßengüterverkehr.

¹⁰ Die Autoren der Verkehrsverflechtungsprognose weisen darauf hin, dass die Unsicherheit bei der Entwicklung des Rohölpreises für den gesamten Kraftstoffpreis gar nicht so bedeutend ist: Es hat sich in der Vergangenheit gezeigt, dass die Entwicklung der Energiesteuer (früher Mineralölsteuer) oft antizyklisch zur Preisentwicklung des Rohöls verläuft, das heißt bei einer starken Zunahme des Rohölpreises wurde die Energiesteuer nicht angehoben (z.B. nach 2003), dafür erfolgten in Zeiten mit niedrigen Ölpreisen deutliche Energiesteuererhöhungen.

Tabelle 16: Entwicklung Transportkosten Lkw 2010 – 2030

	Veränderung 2010 – 2030 in % pro Jahr	Begründung
Kraftstoffkosten		
Kraftstoffpreis	+2,0%	siehe Tabelle 15
Spezifischer Kraftstoffverbrauch	-1,0%	Erhöhung Effizienz
<i>Kraftstoffkosten total</i>	<i>+1,0%</i>	<i>Preis x Verbrauch</i>
Transportkosten		
Kraftstoffkosten total	+1,0%	s. oben
weitere Betriebskosten	-1,0%	Produktivitätsfortschritte ^o
Lkw-Maut	0,0%	real konstant
<i>Transportkosten insgesamt</i>	<i>0,0%</i>	

Quelle: BVU et al. 2014. Alle Angaben in realen Preisen bzw. Kosten.

^o Verminderung Leerfahrtenanteil, Erhöhung durchschnittliche Auslastung (u.a. dank verbesserter Logistik & Informations-/Kommunikationstechnologie). Insgesamt aber Abschwächung der Produktivitätsgewinne verglichen mit der Vergangenheit.

Beim Schienengüterverkehr wird für die VVP 2030 mit real konstanten Trassenpreisen gerechnet. Zwar wird es eine stärkere Lärmdifferenzierung der Preise geben, real aber keine Preiszunahme. Insgesamt wird im Schienenverkehr davon ausgegangen, dass die reale Zunahme der Produktionskosten (Personal, Energie, Lärmschutz) durch den Wettbewerbsdruck infolge der Liberalisierung mehrheitlich kompensiert wird. Aufgrund des höheren Wettbewerbsdrucks wird beim kombinierten Verkehr mit einem leichten Rückgang der Transportkosten gerechnet, beim Wagenladungsverkehr mit etwa konstanten Kosten:

- ▶ Transportkosten KV 2010 - 2030: -0,5% pro Jahr (real)
- ▶ Transportkosten konventioneller Verkehr (Einzelwagen- & Ganzzugverkehr): 0,0% p.a. (real)

4.2.2 Eckdaten Verflechtungsprognose 2030

Die folgenden Tabellen zeigen die Eckdaten der Verkehrsprognose, die im vorliegenden Vorhaben die Grundlage für das Referenzszenario bilden.

Gemäß Tabelle 17 und Tabelle 18 wird im Schienenverkehr zwischen 2010 und 2030 das größte Wachstum erwartet: Die Transportleistung (tkm) soll um 43% zunehmen, das Aufkommen (t) um 24%. Dieses Wachstum ist hauptsächlich auf den kombinierten Schienenverkehr zurückzuführen, bei dem Wachstumsraten von gegen 80% prognostiziert werden. Der Straßengüterverkehr wird gemäß VVP 2030 bis 2030 bei der Transportleistung (tkm) ähnlich stark zunehmen wie der Schienenverkehr (+ 39%), beim transportierten Gewicht jedoch ein etwas geringeres Wachstum aufweisen (+17%). Bei der Binnenschifffahrt dagegen wird bei der Transportleistung ein deutlich geringeres Wachstum erwartet (+23%) als auf Schiene und Straße.

Tabelle 17: Entwicklung Verkehrsaufkommen Güterverkehr 2010 – 2030: in Mio. Tonnen

Aufkommen in Mio. Tonnen	2010	2030	Veränderung 2010 – 2030	
			in % total	in % pro Jahr
Straße	3.116	3.639	17%	0,8%
Schiene total	359	444	24%	1,1%
<i>Schiene KV</i>	75	136	81%	3,0%
<i>Schiene Rest (konventionell)</i>	284	308	8%	0,4%
Binnenschiff	230	276	20%	0,9%
Total	3.705	4.358	18%	0,8%

Quelle: BVU et al. 2014.

KV: kombinierter Verkehr, konventioneller Schienenverkehr: Ganzzug- und Einzelwagenladungsverkehr.

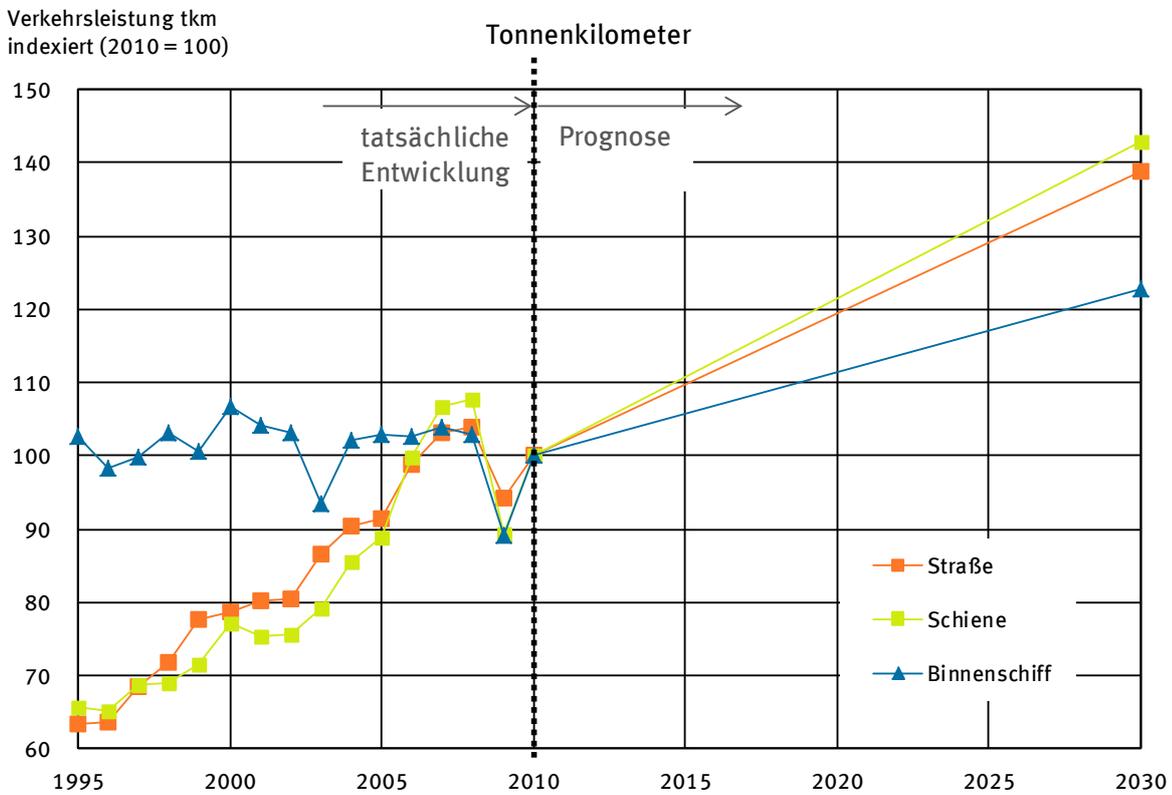
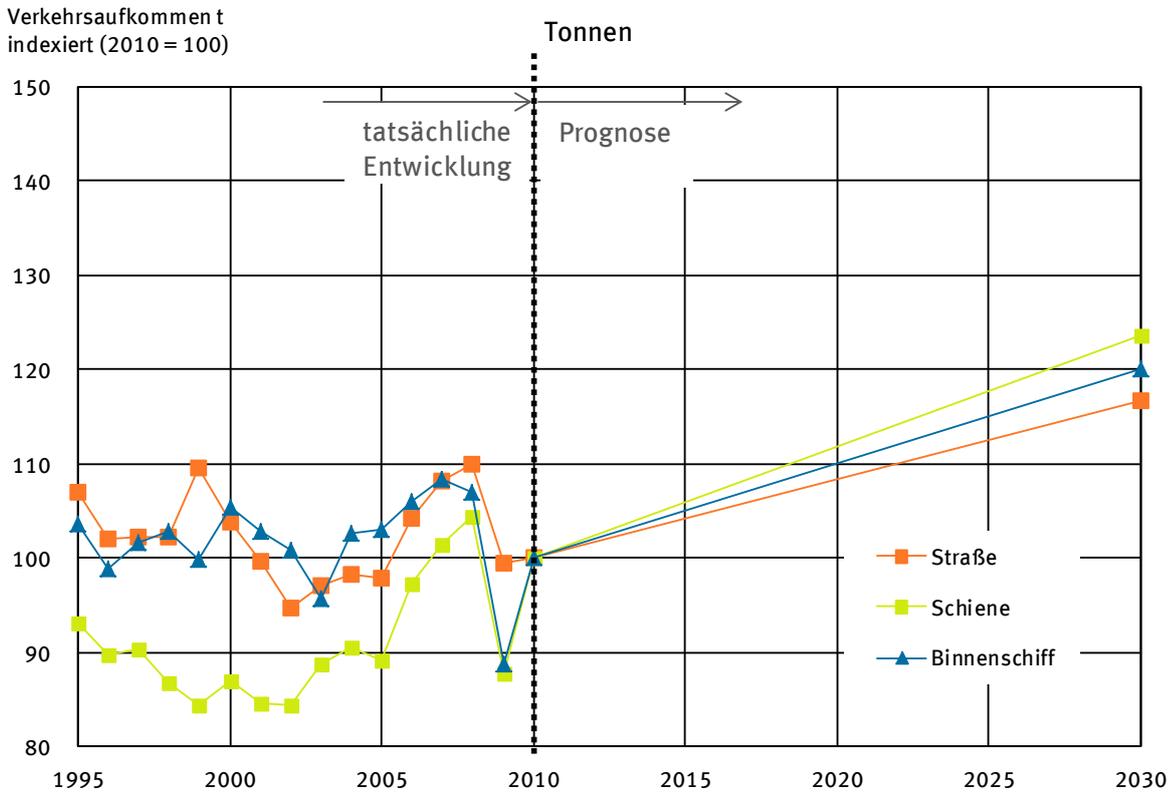
Tabelle 18: Entwicklung Transportleistung Güterverkehr 2010 – 2030: in Mrd. tkm

Transportleistung in Mrd. Tonnen-km	2010	2030	Veränderung 2010 – 2030	
			in % total	in % pro Jahr
Straße	437,3	607,4	39%	1,7%
Schiene total	107,6	153,7	43%	1,8%
<i>Schiene KV</i>	38,0	66,2	74%	2,8%
<i>Schiene Rest (konventionell)</i>	69,6	87,5	26%	1,2%
Binnenschiff	62,3	76,5	23%	1,0%
Total	607,2	837,6	38%	1,6%

Quelle: BVU et al. 2014.

KV: kombinierter Verkehr, konventioneller Schienenverkehr: Ganzzug- und Einzelwagenladungsverkehr.

Abbildung 8: Verkehrsleistung 1995 – 2030: Vergangenheit und Prognose (Tonnen und tkm)



Quellen: Entwicklung bis 2010: Verkehr in Zahlen 2013/2014 (BMVBS 2013). Prognose: BVU et al. 2014.

Die vorangegangene Abbildung 8 zeigt die Verflechtungsprognose 2030 des BVWP grafisch und stellt sie in Relation zur tatsächlichen Verkehrsentwicklung der letzten fünfzehn Jahre. Die Entwicklung der vergangenen Jahre zeigt, dass der Schienengüterverkehr zwischen 1995 und 2010 in Bezug auf das transportierte Gewicht klar am stärksten gewachsen ist (ca. +10%), während der Straßengüterverkehr und die Binnenschifffahrt bei der Transportmenge (Aufkommen) stagniert haben. Betrachtet man jedoch die Transportleistung (tkm) sieht das Bild anders aus: Die Entwicklung des Schienen- und Straßengüterverkehrs verliefen zwischen 1995 und 2010 in etwa parallel (Zunahme um über 50% gegenüber 1995), während die Binnenschifffahrt konstant blieb. Es wird somit deutlich, dass die mittlere Transportdistanz zwischen 1995 und 2010 auf der Schiene (von 210 auf 300 km) und prozentual noch stärker auf der Straße (von 84 auf 140 km) deutlich zugenommen hat.

Zu erwähnen ist im Übrigen, dass sich die weltweite Wirtschaftskrise des Jahres 2009 (sowie z.T. 2010) deutlich auf die Transportleistung im Güterverkehr Deutschlands nieder geschlagen hat. Besonders stark betroffen waren der Schienenverkehr und die Binnenschifffahrt, die stärker vom weltweiten Handel (Stichwort Seehafenhinterlandverkehr) abhängig sind.

Die dargestellte Verkehrsentwicklung führt nur zu einer leichten Verschiebung des Modalsplits im Güterverkehr (siehe Tabelle 19). Bezogen auf die Transportleistung (tkm) wird der Anteil des Schienengüterverkehrs von 17,7% im Jahr 2010 auf 18,4% ansteigen. Dieser Wert liegt weit entfernt vom Modalplit-Zielwert von 25%, das in der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung (2002) festgeschrieben ist. Der Anteil des Straßengüterverkehrs steigt zwischen 2010 und 2030 gemäß VVP 2030 ebenfalls leicht von 72,0% auf 72,5% an. Dagegen sinkt der Modalsplit der Binnenschifffahrt relativ deutlich von 10,3% (2010) auf 9,1% im Jahr 2030.

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick, wie sich einige der Modalsplit und die Güterverkehrsintensität gemäß VVP 2030 von 2010 bis 2030 im Straßen- und Schienengüterverkehr entwickeln.

Tabelle 19: Entwicklung Eckwerte Güterverkehr 2010 – 2030 (Referenzszenario)

	2010	2030	Veränderung 2010 – 2030 (total in %)
Modalsplit (leistungsbasiert, bezogen auf tkm)			
Straße	72,0%	72,5%	+0,5 %-Pt.
Schiene	17,7%	18,4%	+0,7 %-Pt.
Binnenschiff	10,3%	9,1%	-1,2 %-Pt.
Gütertransportintensität (in tkm / € BIP_{real})			
Straße	0,201	0,222	+11%
Schiene	0,049	0,056	+14%
Binnenschiff	0,029	0,028	-2%
<i>Total</i>	<i>0,279</i>	<i>0,307</i>	<i>+10%</i>

Quelle BVU et al. 2014 sowie eigenen ergänzenden Berechnungen.

Betrachtet man die Verflechtungsprognose für das Jahr 2010 differenziert nach den Hauptverkehrsbeziehungen Binnenverkehr, Export, Import und Transitverkehr zeigen sich ebenfalls deutliche Unterschiede bei der zukünftigen Entwicklung (Tabelle 20). Im Binnenverkehr wird mit einem geringeren Wachstum gerechnet als beim grenzüberschreitenden Verkehr.

Tabelle 20: Entwicklung Güterverkehr 2010 – 2030 nach Hauptverkehrsbeziehungen: Aufkommen (Tonnen)

Aufkommen in Mio. Tonnen	2010	2030	Veränderung 2010 – 2030	
			in % total	in % pro Jahr
Straße total	3.116,1	3.639,1	17%	0,8%
Binnenverkehr	2.619,8	2.890,0	10%	0,5%
Export	194,4	281,7	45%	1,9%
Import	179,2	275,6	54%	2,2%
Transitverkehr	122,7	191,8	56%	2,3%
Schiene total	358,9	443,7	24%	1,1%
Binnenverkehr	242,1	270,7	12%	0,6%
Export	46,8	73,7	57%	2,3%
Import	53,8	76,2	42%	1,8%
Transitverkehr	16,2	23,1	42%	1,8%

Quelle: BVU et al. 2014.

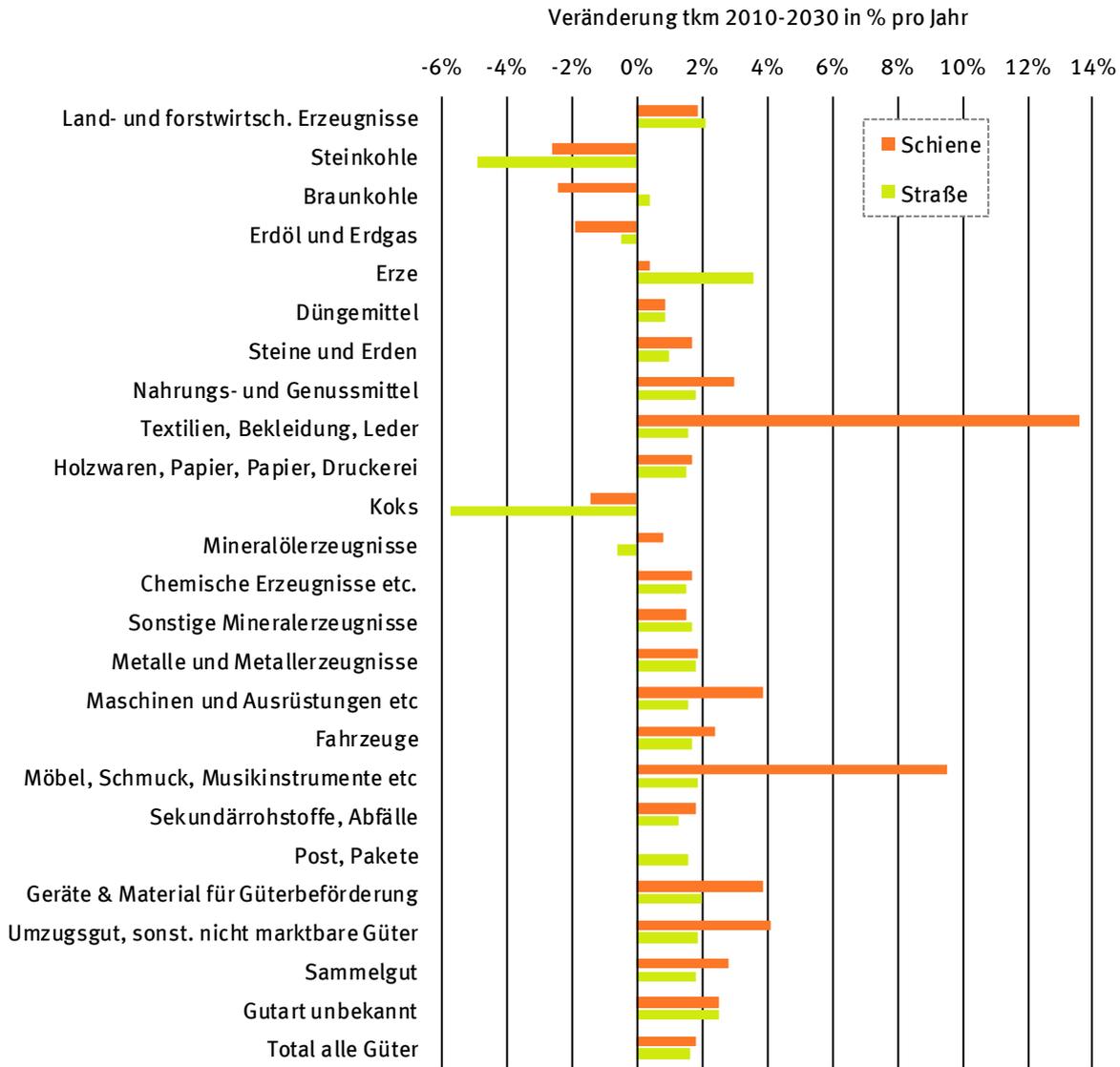
Die VVP 2030 weist zusätzlich nach Gütergruppen differenzierte Ergebnisse aus. Die Abbildung 9 zeigt die prognostizierte Entwicklung der Transportleistung (tkm) zwischen 2010 und 2030 nach Gütergruppen. Das größte durchschnittliche jährliche Wachstum wird im Schienenverkehr bei der Textil- und Bekleidungsbranche sowie der Möbelbranche erwartet. In einigen Branchen dagegen rechnen die Autoren der VVP 2030 mit einem Rückgang der Transportleistung, beispielsweise in der Kohlebranche sowie der Erdöl- und Kokereibranche.

Für die Wirkungsanalyse, das heißt die Modellierung der verkehrlichen Wirkung des Zielszenarios sowie der ökonomischen und ökologischen Wirkungen von Referenz- und Zielszenario, werden als Grundlage mehrfach differenzierte Daten aus der VVP 2030 verwendet. Dabei werden die Verkehrsdaten für 2010 und 2030 nach folgenden Parametern (mehrfach) disaggregiert:

- ▶ Verkehrsmodus: Straße, Schiene (kombinierter Verkehr KV, konventioneller Verkehr¹¹)
- ▶ Hauptverkehrsbeziehung: Binnenverkehr, Export, Import, Transit
- ▶ Gütergruppen (NST 2007)

¹¹ Konventioneller Schienenverkehr = Ganzzugverkehr und Einzelwagenladungsverkehr (EWLV)

Abbildung 9: Entwicklung Güterverkehr 2010 – 2030: nach Gütergruppen



Eigene Darstellung basierend auf BVU et al. 2014.

4.3 Zielszenario

In einem iterativen Prozess wird ein Zielszenario für die Güterverkehrsinfrastruktur und deren Finanzierung im Jahr 2030 definiert. Das Zielszenario besteht insbesondere aus Maßnahmen rund um das Finanzierungssystem (Anpassung und Ergänzung von Finanzierungsinstrumenten) sowie zum Ausbau des Infrastrukturangebots. Im Zentrum stehen Maßnahmen zur Erhöhung der Nutzerfinanzierung und damit der Verursachergerechtigkeit sowie der Sicherung der notwendigen Finanzmittel. Infrastrukturseitig liegt der Fokus auf Maßnahmen zum Ausbau der Kapazitäten im Schienenverkehr bzw. kombinierten Verkehr mit dem Ziel einer Modalsplit-Erhöhung der Schiene.

Für jede der drei Dimensionen des Finanzierungsmodells (siehe Abbildung 6) wird im Folgenden eine Konkretisierung vorgenommen. Dazu werden mögliche Instrumente und Maßnahmen des Zielszenarios beschrieben und eine grobe Beurteilung der Wirkungen vorgenommen. Auf Grundlage dieser Konkretisierung wird schließlich ein Zielszenario erarbeitet, in dem alle drei Dimensionen zusammengeführt werden. Im Fokus steht der Wirkungsnachweis in Bezug auf die in Kapitel 2.1 erwähnten quantitativen Ziele. Die Abschätzung der gesamten Wirkung erfolgt im Rahmen der Szenario-Entwicklung relativ grob (als Potenzialabschätzung, z.B. Wirkung von Infrastrukturerweiterungen auf den Modalsplit). Sie dient der quantitativen Abstimmung der Dosierung der einzelnen Maßnahmen. Eine vertiefte Abschätzung der Wirkungen (verkehrlich, ökonomisch, ökologisch) wird im nächsten Arbeitsschritt, der Wirkungsanalyse, durchgeführt.

Im Anschluss an die Konkretisierung der drei Modelldimensionen werden die drei Dimensionen zusammengeführt, das heißt es wird eine Synthese vorgenommen und ein Zielszenario formuliert. Schließlich wird für das Zielszenario eine erste gesamthafte Grobbeurteilung der Wirkung vorgenommen.

Das Zielszenario soll sich an den im Kapitel 2.1 definierten Zielen orientieren, das heißt das Finanzierungsmodell soll zu einem ökologisch verträglichen und einem ökonomisch effizienten Güterverkehr beitragen. Im Vordergrund stehen insbesondere die Sicherstellung der Finanzierung der Güterverkehrsinfrastruktur, die Verlagerung des Güterverkehrs auf die Schiene sowie die Verminderung der Treibhausgasemissionen des Güterverkehrs.

Um diese Ziele zu erreichen bietet sich ein breites Instrumentarium an politischen Maßnahmen an. Die Maßnahmen lassen sich in verschiedene Kategorien gliedern (siehe Abbildung 10):

- ▶ Ökonomische Maßnahmen
- ▶ Finanzielle Förderung, Subventionen
- ▶ Infrastrukturmaßnahmen
- ▶ Integrierte Raum- und Verkehrsplanung
- ▶ Marktzugang, Marktregulierung
- ▶ Regulative Maßnahmen (Gebote, Verbote, Grenzwerte)

Abbildung 10: Überblick politische Maßnahmen und Instrumente Güterverkehr

<p>Ökonomische Maßnahmen</p>	<p>Infrastrukturmaßnahmen</p>	<p>Marktzugang, Marktregulierung</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Treibstoff-, Fz-Steuern • CO₂-Abgabe • LKW-Maut • Trassenpreise • Emissionshandel 	<ul style="list-style-type: none"> • Ausbau der (Schienen-) Infrastruktur • Ausbau Umschlaginfrastruktur komb. Verkehr • Trennung GV / PV 	<ul style="list-style-type: none"> • Netzzugang Schiene • Verbot von Kabotage • Zulassungsvorschriften (Umwelt: Lärm, Emis. Luft) • Regeln Fz-Länge, Gewicht
<p>Finanzielle Förderung, Subventionen</p>	<p>Integrierte Raum- und Verkehrsplanung</p>	<p>Regulative Maßnahmen</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Abgeltungen für komb. Verkehr (Infra., Betrieb) • Förderung von Fz. mit alternativem Antrieb • Verschrottungsprämien 	<ul style="list-style-type: none"> • Integrierte Verkehrsentwicklung (Ebene Bund) • Strateg. Planung Standorte Logistik, Terminals • Maßn.pläne Luft & Lärm 	<ul style="list-style-type: none"> • CO₂-Grenzwerte für Fz • Nacht-/Wochenend-Fahrverbot für LKW • Umweltzonen • Geschwindigkeitslimits
<p>Finanzierungssystem</p>	<p>Infrastrukturangebot</p>	<p>Regulierungen</p>

Eigene Darstellung

Diese Maßnahmen haben einerseits einen Einfluss auf die Finanzierung des Güterverkehrs (neue Finanzierungsinstrumente, Infrastrukturausbauten) und wirken andererseits direkt oder indirekt auf die (Güter-)Verkehrsbranche, indem Preise bzw. Kosten beeinflusst werden, Transportzeiten, Zuverlässigkeit oder Flexibilität erhöht (oder vermindert) werden oder Investitionsentscheide beeinflusst werden. Auf diese veränderten Rahmenbedingungen kann die Güterverkehrsbranche unterschiedlich reagieren. Mögliche Reaktionsmuster sind zum Beispiel das Vermeiden von Verkehr (z.B. durch Erhöhung der Auslastung, Anpassung Fahrzeuggröße, Verringerung Transportdistanz, Erhöhung der Fertigungstiefe bzw. Insourcing), die Verlagerung auf einen anderen Verkehrsträger (Schiene, Schiff), die Erhöhung der Effizienz (betriebliche Maßnahmen oder effizientere Fahrzeuge) oder die Umstellung auf umweltfreundlichere Antriebstechnologien (geringere Schadstoffemissionen, alternative Antriebe).

Die Beschreibung und Konkretisierung von Maßnahmen deckt umfasst die in der Abbildung 10 dargestellten Kategorien ab, gliedert sie aber entlang der drei Dimensionen Finanzierungssystem, Infrastrukturangebot und Regulierungen. Im Vordergrund stehen insbesondere Finanzierungsinstrumente sowie Infrastrukturmaßnahmen.

Als Orientierungshilfe für die weitere Vertiefung sind hier vorneweg die wichtigsten **Grundsätze des Zielszenarios** festgehalten:

- ▶ Stärkung des Schienenverkehrs, insbesondere des kombinierten Verkehrs, durch Ausbau von KV-Infrastruktur (v.a. Umschlagterminals) und Schienennetz
- ▶ Ausbau der Nutzerfinanzierung und Erhöhung der Verursachergerechtigkeit des Abgabe- und Finanzierungssystem im Güterverkehr (u.a. mit Ausweitung und Differenzierung Lkw-Maut)

- ▶ Stabile, mittel- und langfristig gesicherte Finanzierung der Verkehrsinfrastruktur
- ▶ Einbezug der externen Kosten ins Abgabesystem bzw. Stärkung des Umweltbezugs der Finanzierungsinstrumente
- ▶ Bei der Straßeninfrastruktur soll der Fokus zuerst auf die Stärkung des Substanzerhalts, dann auf Ausbauten und erst zuletzt auf Neubauten liegen.

Die sozioökonomischen Inputdaten (z.B. Entwicklung Einwohner, BIP, Exporte, Importe) aus der VVP 2030 werden auch für das Zielszenario übernommen. Zwar könnte man einige dieser Annahmen inhaltlich durchaus hinterfragen (u.a. scheint die Entwicklung von Exporten und Importen sehr optimistisch). Für einen sinnvollen Vergleich zwischen Referenz- und Zielszenario sollten die Inputdaten der beiden Szenarien allerdings konsistent sein. Deshalb werden bei den Rahmenbedingungen keine Änderungen vorgenommen.

4.3.1 Finanzierungssystem

Die erste Dimension des Finanzierungsmodells bildet das Finanzierungssystem der Güterverkehrsinfrastruktur auf der Straße und der Schiene. Im Rahmen der vorliegenden Studie, das den Fokus auf die Finanzierung legt, kommt dieser Dimension eine besondere Bedeutung zu und wird deshalb am umfassendsten bearbeitet. Das Zielszenario soll sich am Grundsatz orientieren, ein möglichst *verursachergerechtes Abgaben- und Finanzierungssystem* zu etablieren, dies im Unterschied zur BWVP-Prognose, die diesbezüglich keine Anpassungen berücksichtigt.¹²

Für das Zielszenario werden ein Ausbau und eine weitergehende Differenzierung des Finanzierungssystems auf Straße und Schiene vorgeschlagen. Diese so genannten ‚Push-Maßnahmen‘ werden tendenziell zu einer Erhöhung der Nutzerkosten führen und so dämpfend auf die Güterverkehrsnachfrage wirken. Durch die Berücksichtigung externer Kosten wird die Kostensteigerung vor allem auf der Straße höher sein und tendenziell zu einer Verlagerung auf die Schiene führen.

Die folgende Tabelle zeigt eine Übersicht über mögliche Maßnahmen und Instrumente zur Anpassung des Finanzierungssystems. Neben einer kurzen Beschreibung der Ausgestaltung sind auch grobe Abschätzungen der Wirkungen angegeben, soweit solche verfügbar sind. In der Tabelle 21 sind Finanzierungsmaßnahmen und -instrumente für den Straßengüterverkehr dargestellt, in der darauffolgenden Tabelle für den Schienenverkehr.

Ein Teil der Maßnahmen zur Anpassung der Lkw-Maut wurde im Laufe der Erarbeitung der vorliegenden Studie bereits umgesetzt (Ausweitung auf weitere Bundesstraßen und Absenkung Mautpflichtgrenze auf 7,5 t zulässiges Gesamtgewicht im Jahr 2015). Weil diese Maßnahmen im Referenzszenario gemäß VVP 2030 nicht enthalten sind, müssen sie für die Abschätzung der Wirkungen des Zielszenarios im Vergleich zum Referenzszenario dennoch mitberücksichtigt werden. Deshalb enthält das Zielszenario auch die kürzlich bereits umgesetzten Mautanpassungen.

¹² Im Referenzszenario der VVP 2030 wird davon ausgegangen, dass sich bei den Finanzierungsinstrumenten keine grundsätzlichen Veränderungen ergeben. Die Lkw-Maut soll sich real nicht erhöhen (also nur entlang der Teuerung) und neue Instrumente sind nicht geplant. Die Energiesteuer soll gemäß VVP 2030 bis 2030 aber um rund 60% erhöht werden (d.h. im Mittel 2,5% pro Jahr).

Tabelle 21: Finanzierungssystem: Maßnahmen und Instrumente Straße

Maßnahme, Instrument	Ausgestaltung	Wirkungen grob	Grundlage, Quelle, Vorbild
Lkw-Maut: Ausweitung auf weitere Straßen	<ul style="list-style-type: none"> • sämtliche Bundesstraßen • alle Straßen (Bundes-, Landes-, Staats-, Kreis-, Gemeindestraßen) 	<ul style="list-style-type: none"> • Bundesstraßen: Mehreinnahmen ca. 2,3 Mrd. € p.a. • alle restl. Straßen: Mehreinnahmen ca. 0,8 Mrd. pro Jahr • Entspricht Erhöhung Mautaufkommen um 60%-70%. 	<ul style="list-style-type: none"> • Bodewig-Bericht • Daehre-Bericht • aktuelle Mautanpassung Juli 2015 (zusätzliche Bundesstraßen) • Koalitionsvertrag • LSVA Schweiz
Lkw-Maut: Ausweitung auf leichte Nutzfahrzeuge	<ul style="list-style-type: none"> • Einbezug der leichten Nutzfahrzeuge von 3,5 bis 7,5 t zulässiges Gesamtgewicht bzw. bis 12 t im Vergl. zu Referenzszenario 	<ul style="list-style-type: none"> • auf Bundesautobahnen und Bundesstraßen: +0,9 Mrd. € / a • auf restl. Straßen: +0,4 Mrd. € / a 	<ul style="list-style-type: none"> • Bodewig-Bericht • Daehre-Bericht • aktuelle Mautanpassung Okt. 2015 (Fz bis 7,5 t)
Lkw-Maut: Erhöhung Abgabesatz	<ul style="list-style-type: none"> • Einbezug externer Kosten (Internalisierung) gemäß EU-Wegekosten-Richtlinie (Luft, Lärm). Luft seit 2015 schon teilw. in Maut enthalten (gut 1 ct / km). • Klima-/CO₂-Zuschlag basierend auf UBA Methodenkonvention 2.0 • Mittelfristig evtl. auch Zuschlag für Lärmkosten & weitere Differenzierungen z.B. räumlich o. zeitlich (z.B. Tag / Nacht; Zuschlag städt. Räume etc.). 	<ul style="list-style-type: none"> • Mautsatz Luft: +1 bis +4 ct / km (Ø Euro 4 bis 6), je nachdem ob Orientierung an EU Wegekosten-Richtlinie oder UBA Methodenkonvention 2.0. • Mautsatz Klima: +5 ct / km • Total: Mautsatz: +6-9 ct / km • Ergibt insgesamt Erhöhung der Mautgebühren um 40%-60% (ggü. 2014) d.h. Mehreinnahmen 1,7-2,5 Mrd. €/a. 	<ul style="list-style-type: none"> • SRU 2012 • UBA Methodenkonvention 2.0 zur Schätzung von Umweltkosten (UBA 2014) • Mautanpassung 1.1.2015 mit neuen Wegekosten und Teilelement Luftverschmutzung
Energiesteuer: Erhöhung Abgabe (analog Referenzszenario)	<ul style="list-style-type: none"> • Erhöhung der Energiesteuersätze für Diesel & Benzin • Im Rahmen der VVP 2030 ist bereits eine Erhöhung um gut 60% (real) bis 2030 angedacht, d.h. von heute 47 ct/l auf rund 77 ct/l (Diesel). Diese soll auch für das Zielszenario verwendet werden. • Alternativ wäre auch eine 	<ul style="list-style-type: none"> • Mehreinnahmen von ca. 600 Mio. €/a pro zusätzl. Cent Energiesteuer. Erhöhung um 30 ct/l bis 2030 brächte also bis zu 18 Mrd. €/a Mehreinnahmen (ohne Berücksichtigung Nachfrageeffekte). Ist aber bereits Teil des Referenzszenarios. 	<ul style="list-style-type: none"> • Bodewig-Bericht • Daehre-Bericht

Maßnahme, Instrument	Ausgestaltung	Wirkungen grob	Grundlage, Quelle, Vorbild
	<p>umfangreichere Erhöhung der Energiesteuer möglich. Allerdings scheint uns die in der VVP 2030 hinterlegte Zunahme bereits ausreichend ambitioniert.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Einnahmen allerdings nicht zweckgebunden d.h. in allg. Staatshaushalt (→ Steuer). • Zusätzliche erhebliche Wirkung auf Personenverkehr 	
<p>Zweckbindung eines Teils der Mautzuschläge (für Umweltkosten bzw. externe Kosten) zur Förderung des kombinierten Verkehrs (Verlagerungsinfrastruktur)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Zweckbindung der Einnahmen aus den Mautzuschlägen für (externe) Umweltkosten zur Förderung des kombinierten Verkehrs. • Gemäß EU Wegekosten-Richtlinie (neuste Version: RL 2011/76) sollen die Erträge aus Umwelt-Mautzuschlägen zur Förderung ‚nachhaltiger Mobilität‘ verwendet werden. Dazu gehören Maßnahmen bzw. Projekte zur Verringerung der Umweltschäden des Verkehrs sowie zur ‚Entwicklung alternativer Infrastrukturen für die Verkehrsnutzer‘. • Folglich ist Verwendung dieser Einnahmen für die Verlagerungsinfrastruktur des KV zweckmäßig. • Weitere Möglichkeiten sind die Finanzierung von Lärmschutzmaßnahmen, z.B. zur Förderung ‚lärm-ärmerer‘ Schienenfahrzeuge (Bremsen) oder die Finanzierung punktueller Netzausbauten zur Trennung von Personen- und Güterverkehr. 	<ul style="list-style-type: none"> • Zusatzerträge Lkw-Maut durch Einbezug externe Kosten und deren Zweckbindung: ca. +1-2,5 Mrd. € / a • Höhe der Zweckbindung kann variieren. Z.B. Verwendung eines Teils dieser Zusatzeinnahmen (z.B. 1 Mrd. € / a) für Ausbau KV-Infrastruktur (siehe Kap. 4.3.2) 	<ul style="list-style-type: none"> • Wegekosten-Richtlinie EU („Eurovignetten-RL“) • Schweizer Modell, in dem Erträge der Lkw-Maut (LSVA) z.T. für Finanzierung Schieneninfrastruktur verwendet werden (zur Verlagerung Gütertransitverkehr auf Schiene) • Bisherige KV-Förderrichtlinie

Die Tabelle 22 zeigt analog Maßnahmen und Instrumente für die Finanzierung des Schienengüterverkehrs, inklusive kombinierter Verkehr.

Tabelle 22: Finanzierungssystem: Maßnahmen und Instrumente Schiene

Maßnahme, Instrument	Ausgestaltung	Wirkungen grob	Grundlage, Quelle, Vorbild
Trassenpreissystem (TPS): Erhöhung, weitere Differenzierung, Zweckbindung	<ul style="list-style-type: none"> • Niveauerhöhung Trassenpreise generell (v.a. im Güterverkehr), z.B. um 10%. • Stärkere Differenzierung, u.a. nach weiteren Umweltaspekten nebst bereits 2012 umgesetzter Lärmdifferenzierung, z.B. nach Antriebsart (Zuschlag für Dieselloks; Elektroloks Stromverbrauch direkt ab Netz) • Zweckbindung der Einnahmen, z.B. für Maßnahmen Lärmschutz, Klimaschutz (Strom statt Dieselloks, Strommix), Verlagerung / KV 	<ul style="list-style-type: none"> • Wirkung zusätzlicher Differenzierungen eher gering, ggf. Verminderung Dieselmotoren • Niveauerhöhung der Trassenpreise liefert Zusatzeinnahmen für die Unterfinanzierung Schieneninfrastruktur. Erhöhung TP Güterverkehr um 10% = Mehrerlöse von ca. 0,07-0,1 Mrd. € / a 	
Leistungs- und Finanzierungsvereinbarung (LuFV) Bahnen: Erhöhung Finanzmittel	<ul style="list-style-type: none"> • Erhöhung der LuFV-Beiträge für die bundeseigenen Schienenwege (DB) wie für die LuFV II seit November 2014 geplant: Aufstockung der Bundesmittel um 1,25 Mrd. € pro Jahr von 2,75 Mrd. € (2014) auf 4 Mrd. €/a (2015-19). Davon ca. 0,8 Mrd. zusätzliche Bundesmittel und ca. 0,5 Mrd. €/a aus Bahndividende, die neu zweckgebunden für Bahnnetzerhalt verwendet wird. 	<ul style="list-style-type: none"> • Zusätzl. Einnahmen gegenüber Referenzszenario zur Deckung der erwarteten Mehrkosten für Schieneninfrastruktur: +1,25 Mrd. €/a vgl. mit 2014 bzw. +1,5 Mrd. €/a vgl. mit 2013. Gemäß Bericht Daehre betrug die Unterdeckung 2012 bei Bundesnetz & NE-Bahnen. 1,4 Mrd €/a. • Mehrausgaben Staatshaushalt 	<ul style="list-style-type: none"> • Bodewig-Bericht • Daehre-Bericht
Fonds zur Infrastrukturfinanzierung Schiene (,Bahnhofinfrastrukturfonds')	<ul style="list-style-type: none"> • Fonds für Bahninfrastruktur mit Zweckbindung der Einnahmen für Finanzierung von Erhalt und Ausbau der Bahninfrastruktur (vgl. Fonds in der Schweiz, Abbildung 4). • Mögliche Finanzierungsquellen: Mittel aus LuFV bzw. allg. Bundesmittel. <i>Nicht</i> im Fokus 	<ul style="list-style-type: none"> • Keine direkte Veränderung der Einnahmen bzw. Ausgaben; aber ergänzend zu den oben beschriebenen zusätzlichen Einnahmen führt Fonds zu Planungssicherheit, Flexibilität & direkter Verbindung Kosten – Finan- 	<ul style="list-style-type: none"> • Bodewig-Bericht • Bahnhofinfrastrukturfonds (BIF) Schweiz (vgl. Abbildung 4, Kap. 4.3.1)

Maßnahme, Instrument	Ausgestaltung	Wirkungen grob	Grundlage, Quelle, Vorbild
	<p>stehen dagegen Finanzierungsquellen aus der Straße (Querfinanzierung Straße – Schiene).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einnahmen aus Trassenpreissystem fließen nicht in Fonds, sondern weiter direkt zum Netzbetreiber für laufende Betriebs-/Unterhaltskosten • Alternative: Gesamtverkehrsfonds (s. unten) 	<p>zierung</p>	

Kombinierter Verkehr

<p>Finanzielle Förderinstrumente kombinierter Verkehr</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Erhöhung Investitionszuschüsse Umschlaganlagen z.B. auf 0,5 bis 1 Mrd. € / a (bisher <0,1 Mrd. € / a) • Evtl. Förderung innovativer Umschlagsysteme (z.B. neuartiger Waggons für KV) 	<ul style="list-style-type: none"> • Zusätzliche Finanzierung erlaubt Infrastrukturausbau der KV-Umschlaganlagen bzw. Terminals (siehe Tabelle 23). • Verlagerung Straße – Schiene 	<ul style="list-style-type: none"> • Aktionsplan Güterverkehr & Logistik 2010 • Richtlinie Förderung KV-Umschlaganl. • Modell CH
<p>Finanzielle Förderinstrumente Schienenverkehr in der Fläche</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Erhöhung Investitionszuschüsse Gleisanschlüsse zur Förderung des konventionellen Verkehrs (Wagenladungs- & Ganzzugverkehr) • Umfang der Förderbeiträge noch offen, Erhöhung der aktuellen Fördersätze • Bisher fließen total ca. 60-70 Mio. € / a Förderbeiträge des Bundes in den KV (Gleisanschluss & Umschlag)¹³ 	<ul style="list-style-type: none"> • Zusätzliche Finanzierung erlaubt erheblichen Ausbau der Gleisanschluss-Infrastruktur (s. Tabelle 23) • Verlagerung Straße – Schiene 	<ul style="list-style-type: none"> • SRU 2012 • Richtlinie Gleisanschlussförderung: aktuelle Fördersätze: 8 € pro t und Jahr bzw. 32 € pro 1.000 tkm p.a.

¹³ Zum Vergleich investierte die Schweiz in den letzten 10 Jahren jeweils rund 25 Mio. EUR in Anlagen des kombinierten Verkehrs (Terminals) und Anschlussgleise; dies bei einer rund 10x niedrigeren Schienentransportleistung (ca. 10 Mrd. tkm / a). Zudem fließen zur Förderung der Verkehrsverlagerung auf die Schiene im alpenquerenden Güterverkehr jährlich rund 120 bis 150 Mio. EUR Betriebsabteilungen in den kombinierten Verkehr.

Denkbar wären auch weitere Ansätze und Ideen für eine Anpassung des Finanzierungssystems. Die folgende Liste zeigt weitere mögliche Maßnahmen und Instrumente, die hier jedoch nicht vertieft und zur Umsetzung empfohlen werden:

- ▶ *Kfz-Steuer*: Eine Erhöhung oder eine stärkere Umweltdifferenzierung der Kfz-Steuer (wie von der Daehre-Kommission vorgeschlagen) wäre zwar ebenfalls denkbar. Aus Sicht der Verursachergerechtigkeit sind Lkw-Maut und Energiesteuer allerdings besser geeignete Instrumente als die pauschale Kfz-Steuer. Dort sind Anreize für sauberere Fahrzeuge bereits gegeben. Eine Anpassung der Kfz-Steuer wird im vorliegenden Szenario nicht weiter verfolgt.
- ▶ *Klima-/CO₂-Abgabe*: Eine weitere mögliche Alternative wäre eine Klima- oder CO₂-Abgabe im Güterverkehr. Die Einführung eines zusätzlichen Instruments (nebst Maut, Kfz-Steuer, Energiesteuer) scheint wenig zweckmäßig, weil damit die Instrumentenvielfalt nochmals steigen würde. Die Idee eines CO₂-basierten Zuschlags für den Straßengüterverkehr ist überdies bereits im oben vorgeschlagenen Instrument zur Erhöhung der Lkw-Maut durch Einbezug der externen Kosten abgedeckt. Im Schienenverkehr wiederum könnte eine Art CO₂-Gebühr mittels Differenzierung oder Zuschlag beim Trassenpreis umgesetzt werden (siehe Vorschlag in Tabelle 22). Damit könnte jener Verkehr belastet werden, der auf fossilen, klimaschädigenden Energieträgern basiert. Allerdings scheint die Umsetzbarkeit zurzeit nicht gegeben und zudem würde durch die Verteuerung der Schiene die Verlagerung geschwächt.
- ▶ *Querfinanzierung Straße – Schiene*: Eine umfassendere Verwendung von Einnahmen aus dem Straßenverkehr zur Finanzierung der Schiene, die über die oben erwähnte Zweckbindung eines Teils der Mautzuschläge (für externe Umweltkosten) hinaus geht, wäre grundsätzlich ebenfalls denkbar. Beispielsweise könnten auch weitere Einnahmen aus dem Straßenverkehr (z.B. aus Kfz-Steuer oder größerer Anteil der Lkw-Maut) teilweise für die Verlagerungsinfrastruktur des KV eingesetzt werden, wie es in der Schweiz gemacht wird. Für das vorliegende Zielszenario wird allerdings davon abgesehen, weil dies die Verursachergerechtigkeit eher schwächen würde und dann zudem Finanzmittel bei der Straße fehlen würden.
- ▶ *Erhöhung Bundesmittel*: Eine weitere, allerdings wenig verursachergerechte Finanzierungsquelle ist die Erhöhung der allgemeinen Bundesmittel für die Finanzierung der Schienen- und KV-Infrastruktur. Dies wäre eine direkte Alternative zur Erhöhung der Finanzmittel für die LuFV. Der Weg über die LuFV ist aus unserer Sicht jedoch transparenter und deshalb besser geeignet.
- ▶ *Gesamtverkehrsfonds*: Anstelle eines separaten Fonds für die Schieneninfrastruktur (bzw. die Straßeninfrastruktur) könnte ein Gesamtverkehrsfonds mit Zweckbindung der Einnahmen gebildet werden. Bei der Schiene wären das die Mittel aus der LuFV sowie allg. Bundesmittel, bei der Straße z.B. Einnahmen aus Lkw-Maut und Kfz-Steuer (plus evtl. weitere). Mit dem Fonds könnten sämtliche Ausgaben für die Schienen- und Straßeninfrastruktur finanziert werden. Zusätzlich könnte der Fonds ggf. auch die Binnenschifffahrt umfassen. Der Gesamtverkehrsfonds macht eine integrale Infrastrukturplanung für den Gesamtverkehr nötig und würde tendenziell die Planungssicherheit und Flexibilität erhöhen. Mit dem Fonds entstünde eine direkte Verbindung zwischen Kosten und Finanzierung des Verkehrs. Allerdings fehlen bisher in Europa analoge Umsetzungsbeispiele. Weil zudem die Umsetzung dieses umfassenden Gesamtverkehrsansatzes eine sehr große Anpassung des heutigen Systems erfordern würde (z.B. hoheitliche Fragen), wird diese Maßnahme hier noch zurückgestellt.
- ▶ *Betriebsbeiträge (Abgeltungen) für den kombinierten Verkehr*: Eine Möglichkeit zur direkten Förderung des kombinierten Verkehrs sind Betriebsabgeltungen für den kombinierten Verkehr, z.B. als direkte Förderbeiträge pro KV-Sendung. Ein solches Modell existiert in der

Schweiz zur Förderung des alpenquerenden KV. Für die Umsetzung kann der Bund beispielsweise die Finanzmittel mittels Angebotsverfahren als Betriebsabgeltungen für die geplanten ungedeckten Kosten an die KV-Operateure (UKV, RoLa) vergeben. Mit solchen Betriebsbeiträgen werden die ungedeckten Kosten des KV ausgeglichen, was ein erheblicher Anreiz zur Verlagerung auf die Schiene darstellt. Allerdings bestehen große Fragezeichen in Bezug auf die EU-rechtliche Machbarkeit (keine Wettbewerbsverzerrung¹⁴). Aus diesem Grund wird es für das Zielszenario nicht weiter verfolgt.

Ebenfalls nicht vertieft wird eine weitere Erhöhung der *allgemeinen Bundesfinanzmittel* für die Finanzierung der Straßenverkehrsinfrastruktur, weil dieses Vorgehen die Nutzerfinanzierung schwächt sowie den Zielen der Verursachergerechtigkeit und Finanzierungsstabilität widerspricht und damit nicht zielführend ist.

Die *besondere Ausgleichsregelung für den Schienenverkehr* zur Reduktion bzw. Teilbefreiung der EEG-Umlage gilt auch mit dem aktuell geänderten Erneuerbaren-Energien-Gesetz (EEG). Allerdings wurde die Umlage für Eisenbahnen erhöht, was bei den Bahnunternehmen zu Mehrbelastungen führt (gemäß Angaben der DB bis zu 100 Mio. €/a). Weil die Maßnahme jedoch verursachergerecht ist und in die gleiche Richtung geht wie die hier angedachte Anpassung der Trassenpreise, wird sie im Rahmen der vorliegenden Studie nicht in Frage gestellt.

Zusammenfassend sind hier die wichtigsten Finanzierungsmaßnahmen und -instrumente aufgelistet, die für das Zielszenario vorgeschlagen werden und sich vom Referenzszenario unterscheiden:

- ▶ **Ausweitung und Differenzierung Lkw-Maut:** a) Ausweitung der Lkw-Maut auf gesamtes Straßennetz, b) Einbezug weiterer Fahrzeugklassen bis 3,5t, c) Erhöhung Abgabesatz durch Einbezug zusätzlicher externer Kosten (über die momentane Deckelung der EU hinaus, hin zu tatsächlichen Umweltkosten) und zusätzliche Differenzierung nach Umweltaspekten (CO₂/Klima, ggf. Lärm).
- ▶ **Erhöhung Energiesteuer:** Erhöhung der Energiesteuer im gleichen Umfang wie in der VVP 2030 (= Referenzszenario) zugrunde gelegt. Damit ergibt sich bei diesem Instrument keine Differenz zwischen Referenz- und Zielszenario.
- ▶ **Zweckbindung eines Teils der Mauteinnahmen für Förderung KV:** Ein Teil der Einnahmen aus den Mautzuschlägen für (externe) Umweltkosten wird wie in der Wegekosten-Richtlinie der EU vorgesehen für die Förderung des kombinierten Verkehrs eingesetzt. Konkret werden damit Ausbaumaßnahmen der KV-Infrastruktur (z.B. Terminals) finanziert.
- ▶ **Erhöhung und Differenzierung Trassenpreise:** Moderate, aber dennoch spürbare reale Erhöhung der Trassenpreise bis 2030 (z.B. plus 10% in realen Preisen), damit auch der Schienenverkehr einen Teil der finanziellen Mehrbelastung in einer verursachergerechten Form trägt. Zudem weitere Differenzierung des Trassenpreissystems z.B. nach Umweltaspekten.
- ▶ **Ausbau Leistungs- und Finanzierungsvereinbarung (LuFV) Schienenverkehr:** Erhöhung der Finanzmittel der LuFV – wie bereits geplant und beschlossen – zur Deckung der Finanzierungslücke und des Nachholbedarfs beim Erhalt der Schieneninfrastruktur.

¹⁴ Gemäß EU-Regelung zu De-minimis-Beihilfen dürfen an ein einzelnes Unternehmen ausgerichtete allgemeine Beihilfen einen Schwellenwert von 200.000 € pro drei Jahre nicht überschreiten. Ansonsten handelt es sich nicht mehr um ‚Bagatellbeihilfen‘, die von der EU-Kommission genehmigt werden müssen.

- ▶ **Bahninfrastrukturfonds:** Erstellung eines Fonds zur Finanzierung aller Ausgaben für die Schieneninfrastruktur (Erhalt, Neu-/Ausbau, ungedeckte Betriebs-/Unterhaltskosten). Der Fonds wird aus den Mitteln der LuFV (bzw. allg. Bundesmitteln) finanziert.
- ▶ **Förderung KV-Infrastruktur und Anschlussgleise:** Deutliche Erhöhung der Infrastrukturzuschüsse für Umschlaganlagen des kombinierten Verkehrs (Terminals) und Gleisanschlüsse zur Förderung des KV sowie des konventionellen Schienenverkehrs in der Fläche (Wagenladungsverkehr und Ganzzugverkehr).

Ein übersichtlicher Vergleich zwischen den Maßnahmen und Instrumenten des Zielszenarios mit den Elementen des Referenzszenarios folgt im Kapitel 4.4.

4.3.2 Infrastrukturangebot

Die zweite Dimension des Finanzierungsmodells bildet das Infrastrukturangebot des Straßen- und Schienengüterverkehrs. Das Zielszenario orientiert sich am Grundsatz, *den Infrastrukturausbau mit dem Ziel einer Modalsplit-Erhöhung des Schienenverkehrs* voranzutreiben. Durch einen umfassenden Ausbau der Schieneninfrastruktur sowie den Infrastrukturen des kombinierten Verkehrs soll eine markante Steigerung des Schienenanteils am Güterverkehr erreicht werden. Eine besonders wichtige Rolle nimmt hierbei der kombinierte Verkehr ein. Während beim Finanzierungssystem primär Push-Maßnahmen im Zentrum standen, geht es bei der Infrastrukturdimension stärker um Pull-Maßnahmen.

Im Referenzszenario der VVP 2030 wird davon ausgegangen, dass alle im BVWP 2003 mit „vordringlichem Bedarf“ gekennzeichneten Infrastrukturausbauten (Straße und Schiene) bis 2030 realisiert sind. Im Zielszenario wird diese Annahme in Bezug auf die Straßeninfrastruktur unverändert übernommen, beim Schienenverkehr dagegen ein forcierter Ausbau vorausgesetzt, um die Erreichung der Verlagerungsziele angebotsseitig zu fördern.

Die folgende Tabelle zeigt eine Übersicht über mögliche Maßnahmen und Instrumente zur Anpassung des Infrastrukturangebots. Nebst einer kurzen Beschreibung der Ausgestaltung sind auch grobe Abschätzungen der Wirkungen angegeben, soweit solche verfügbar sind.

Tabelle 23: Infrastrukturangebot: Mögliche Maßnahmen und Instrumente

Maßnahme, Instrument	Ausgestaltung	Wirkungen grob	Grundlage, Quelle, Vorbild
Straße			
<p>Ausbau des Straßennetzes analog wie in der VVP 2030 (Referenzszenario), Fokus auf Substanzerhalt</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Der Aus- und Neubau des Straßennetzes soll gegenüber der VVP 2030 unverändert erfolgen. Dort werden alle Maßnahmen aus dem BVWP 2003 mit vordringlichem Bedarf (VB) umgesetzt. Damit unterscheiden sich Referenz- und Zielszenario beim Infrastrukturangebot auf der Straße nicht. • Generell soll bei der Straßeninfrastruktur der Grundsatz gelten: Substanzerhalt vor Ausbau vor Neubau. • Alternativ wäre denkbar, das Straßennetz weniger stark auszubauen als in der VVP 2030 vorgesehen, z.B. Beschränkung auf Maßnahmen mit ‚vordringlichem Bedarf Plus‘ (VB+). Darauf wird im vorliegenden Vorhaben jedoch verzichtet. 	<ul style="list-style-type: none"> • Gleicher Aus- und Neubau wie in der VVP 2030. Somit keine durch das Angebot (Infrastruktur) bedingte Veränderung der Nachfrage. • Zudem grundsätzlich gleiches Investitionsvolumen im Straßenverkehr wie im Referenzszenario. 	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen VVP 2030
Schiene / Kombierter Verkehr			
<p>Erhöhung Schienenkapazität: Ausbau der Schieneninfrastruktur und Optimierung Betrieb</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Rascher Ausbau der Schieneninfrastruktur auf d. wichtigen Güterverkehrsrelationen, insbesondere im Nord-Süd- und Ost-West-Verkehr (z.B. TEN-Korridore); Ausbau des Netzes bzw. der Achsen mit Trassen für lange Güterzüge („740 Meter-Netz“), das heute nur beschränkt und z.T. lückenhaft ist (steigert Produktivität im Schienengüterverkehr). • Nebst Infrastrukturausbau auch 	<ul style="list-style-type: none"> • Ausbau des bestehenden Schienennetzes bzw. Erhöhung der aktuellen Kapazität für den Schienengüterverkehr (heute ca. 130 Mrd. tkm) um ca. 80-90 Mrd. tkm auf 215 Mrd. tkm bis 2030, d.h. Ausbau um 60-70% ggü. heute (zum Vergleich: Nachfrage gemäß VVP 2030 bis 	<ul style="list-style-type: none"> • Studie Schienennetz 2025/2030 (UBA 2010)

Maßnahme, Instrument	Ausgestaltung	Wirkungen grob	Grundlage, Quelle, Vorbild
	<p>betriebl. Maßnahmen zur Kapazitätssteigerung, z.B. Ausbau Leit- & Sicherungstechnik, Harmonisierung Geschwindigkeit, Bevorzugung Güterverkehr bei Trassenvergabe, getaktetes Systemverkehrsnetz im GV.</p>	<p>2030 nur ca. 150 Mrd. tkm).¹⁵</p> <ul style="list-style-type: none"> • Investitionsbedarf rund 11 Mrd. € (UBA 2010)¹⁶. 	
<p>Ausbau Umschlaganlagen KV Schiene-Straße sowie konventioneller Schienenverkehr</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ausbau der KV-Umschlagkapazität Straße – Schiene von aktuell ca. 9,4 Mio. Ladeeinheiten (LE) um rund 6,7 Mio. LE bis 2025 (d.h. ca. +70%) bzw. grob eine Verdoppelung bis 2030. • Hauptmaßnahme ist Erweiterung Terminalinfrastruktur (Neu- und Ausbau), zudem betriebliche Innovationen (z.B. neue Umschlagsysteme, KV-Waggon) • Ergänzend soll auch Infrastruktur für den konventionellen Verkehr in der Flächen (Wageladungsverkehr WLV und Ganzzugverkehr) verbessert werden. Lediglich eine kleinere Rolle spielen zusätzliche Gleisanschlüsse. Im Vordergrund stehen regionale Umschlagzentren mit Vor- und Nachlauf durch Lkw („milk runs“) 	<ul style="list-style-type: none"> • Zusätzliches Wachstum KV Schiene ggü. VVP 2030. • Generell Verlagerung Straße – Schiene • Investitionsbedarf: total +200 Mio. € / a. in den nä. 10 Jahren. Davon ca. drei Viertel für KV-Umschlaganlagen (1,4 Mrd. € bis 2025, HaCon); Rest für Umschlagzentren konventioneller Verkehr. 	<ul style="list-style-type: none"> • KV-Entwicklungskonzept BMVI 2025 (HaCon, KombiConsult 2012) • SRU 2012

Eine besondere Bedeutung für die Verlagerung des Güterverkehrs von der Straße auf die Schiene kommt insbesondere der Infrastruktur des kombinierten Verkehrs (Straße – Schiene) zu. Gemäß der KV-Entwicklungskonzeptstudie 2025 des BMVI (HaCon, KombiConsult 2012) gab es in Deutschland

¹⁵ Davon rund 35 Mrd. tkm durch betriebliche Maßnahmen zur Kapazitätssteigerung und knapp 50 Mrd. tkm durch Infrastrukturneubau/-ausbau. Infrastrukturausbau / -neubau bedeutet Ausbau der heutigen Netzlänge von 41.300 km um gut 700 km, plus Elektrifizierung von weiteren 800 km (Quelle: UBA 2010).

¹⁶ Zum Vergleich: Die noch offenen Investitionen für Schieneninfrastruktur-Investitionsvorhaben mit vordringlichem Bedarf gemäß BVWP 2003 (Personen- und Güterverkehr) beliefen sich 2009 auf rund 37 Mrd. € (UBA 2010), d.h. auch heute noch auf über 30 Mrd. €.

2008 122 KV-Terminals Straße – Schiene, plus 5 Terminals im grenznahen Ausland. Von diesen Terminals sind gut die Hälfte reine Schiene-Straße-Binnenterminals, rund ein Drittel trimodale Binnenterminals und gut 10% see- oder fährhafennahe Terminals mit Schienenanschluss. Gemäß Prognose sollen diese Terminals erweitert und mit weiteren Terminals ergänzt werden, sodass die Umschlagkapazität des kombinierten Verkehrs Straße – Schiene um gut 70% zunehmen wird, um das Wachstum im KV aufnehmen zu können.

Der skizzierte Ausbau der Umschlaganlagen des kombinierten Verkehrs sowie der regionalen Umschlagzentren und Gleisanschlüsse des konventionellen Schienenverkehrs erfordern einen erheblichen Finanzierungsbedarf. Entsprechend ist der Ausbau nur möglich, wenn die erwähnten Infrastrukturen finanziell gefördert werden. Die entsprechenden Förderinstrumente (Infrastrukturzuschüsse) sind im Kapitel 4.3.1 (Tabelle 22) beschrieben.

Nebst dem Ausbau des Angebots durch eine Erweiterung der Infrastruktur sind beim Schienengüterverkehr generell auch betriebliche Anpassungen notwendig, um die Angebote im kombinierten und konventionellen Verkehr zu verbessern (z.B. Zuverlässigkeit, Flexibilität, Kompatibilität der Systeme, Kooperation).

Geprüft wurde zudem die Maßnahme, zusätzlicher Angebote im begleiteten kombinierten Verkehr (RoLa: Rollende Landstraße) aufzubauen. In Frage kommen neue RoLa-Angebote höchstens für Schlüsselrouten im Transitverkehr. Aktuell gibt es in Deutschland nur wenige Relationen mit RoLa-Angeboten (v.a. Freiburg-Novarra, Regensburg-Steiermark/Trento). Nach einer vertieften Analyse wird jedoch auf diese Maßnahme im Rahmen des Zielszenarios verzichtet. Die RoLa weist insgesamt zu viele Nachteile auf (z.B. energetisch wenig effizient, zu geringer Umweltnutzen, z.T. Förderung des Straßenverkehrs dank Ruhezeiten, hohe Subventionen für den Betrieb notwendig) und würde zudem nur auf aufkommensstarken Relationen Sinn machen, wo aber auch der klassische (unbegleitete) KV etabliert und sinnvoll ist.

Eine weitere Maßnahme im Bereich der Infrastruktur mit Fokus auf die Umwelt sind Lärmsanierungen sowohl auf der Straße als auch auf der Schiene. Mit einem umfassenden Lärmsanierungsprogramm könnte bei betroffenen Verkehrsinfrastrukturen eine deutliche Verminderung der Lärmimmissionen erreicht werden. Konkrete Maßnahmen zur Minderung von Emissionen und Immissionen sind die flächendeckende Errichtung von Lärmschutzwänden, Installation von Lärmschutzfenstern, der Bau lärmarmen Straßenbeläge und lärmarmes Rollmaterial im Schienenverkehr. Die Finanzierung eines solchen Lärmsanierungsprogramms kann wie im Kap. 4.3.1 beschrieben z.B. über zweckgebundene Einnahmen aus der Straße erfolgen.

Eine weitere Idee im Bereich Infrastruktur betrifft die Oberleitungs-Lkw und die Ausrüstung von Straßen mit Oberleitungen. Diese Idee ist insbesondere umweltseitig interessant und wird zurzeit in weiteren Studien detaillierter untersucht. Da die modellrelevanten Rahmenbedingungen und Wirkungen noch nicht bekannt sind bzw. nicht in das vorliegende Modell integriert werden können, wird das Konzept des Oberleitungs-Lkw im Rahmen der vorliegenden Studie nicht weiter verfolgt.

4.3.3 Regulierungen

Die dritte Finanzierungsmodell-Dimension besteht aus ordnungsrechtlichen Regulierungen im Güterverkehr. Im vorliegenden Vorhaben steht diese Dimension explizit nicht im Vordergrund. Dennoch sollen auch hier einige konkrete Maßnahmen formuliert werden. Dabei wird insbesondere auf Ergeb-

nisse aus dem parallelen UBA-Vorhaben ‚Klimaschutzbeitrag des Verkehrs 2050‘ (IFEU, INFRAS, LBST 2016) zurückgegriffen.

Das Zielszenario orientiert sich am Grundsatz, eine *umweltorientierte Technik und Regulierung* zu verfolgen. Ein besonderes Gewicht liegt dabei auf der (umwelt-)technischen Entwicklung des Straßengüterverkehrs (Lkw), die allenfalls mit entsprechenden Regulierungen (Push-Maßnahmen) gefördert werden könnte. Im Zentrum steht dabei die Frage nach den technischen Potenzialen des Diesel-Lkw (Senkung spezifischer Kraftstoffverbrauch und parallel dazu Minderung CO₂-Emissionen) sowie den Potenzialen alternativer Kraftstoffe und anderer Antriebe (z.B. Strom oder Beimischung von Biokraftstoffen oder Kraftstoffen aus erneuerbaren Energien wie z.B. Power-to-Liquid): Wie groß sind diese technischen Potenziale mittel- und längerfristig? Und welche Rolle können dabei Regulierungen (bzw. das Finanzierungssystem) übernehmen?

Mit konkreten Regulierungen sollen diese Umweltpotenziale gestärkt und gefördert werden. Die folgende Liste zeigt mögliche Maßnahmen und Instrumente:

- ▶ *CO₂-Grenzwerte für Neuwagen*: Weiterentwicklung der CO₂-Regulierung (spezifische CO₂-Emissionen in g / Fzkm bzw. g / tkm) bei Neufahrzeugen des Straßengüterverkehrs (Lkw, Lieferwagen).
- ▶ Einführung von *Grenzwerten für Fahrzeugeffizienz* (z.B. Mindest-Standards für Verbrauch, evtl. auch für strombetriebene Fahrzeuge) oder monetäre Anreize zur Erhöhung der Effizienz mittels Bonus-Malus-System. Letzteres könnte beispielsweise eine CO₂-Differenzierung der Kfz-Steuer sein oder ein Bonus-Malus-System für Autohersteller bzw. Autoimporteure bei Nichterreichung oder Übererfüllung von Effizienzzielen bei Neuwagenverkäufen.
- ▶ *Weiterentwicklung der Energiesteuer*, differenziert nach Antriebsarten: Dies wäre eine alternative Maßnahme zu den oben erwähnten Grenzwerten, die aber eher nicht im Vordergrund steht, da der Fokus im vorgeschlagenen Zielszenario eher auf der Weiterentwicklung der Lkw-Maut inkl. Berücksichtigung der externen Umweltkosten liegt (siehe Kap. 4.3.1). Die Weiterentwicklung müsste zudem sehr differenziert (nach Antriebsenergie) erfolgen, weil zukünftig nicht-fossile Antriebstechnologien (Elektroantrieb, Brennstoffzelle etc.) wichtiger werden.
- ▶ *Förderung von grüner City-Logistik*: Förderung von umweltfreundlichem Güterverkehr in Städten z.B. mit Zonen für ‚grüne‘ Anlieferung als raumplanerische Maßnahmen oder konkreten Planungsinstrumenten zur Förderung kooperativer City-Logistik-Vorhaben bzw. entsprechender Einrichtungen (Güterverkehrszentren o.ä.).
- ▶ *Ausdehnung Umweltzonen in Städten*: Durch eine weitere Ausdehnung von Umweltzonen mit Lkw-Fahrverboten könnte die Immissionsbelastung (Lärm, Luft) vermindert werden, wobei auch Ausweichreaktionen (z.B. Verwendung von kleineren Lieferfahrzeugen) zu berücksichtigen sind. Ein weiterer Anknüpfungspunkt liegt zudem beim Einbezug energiearmer Städte. Eine Alternative wären differenzierte Umweltzonen, z.B. indem Fahrzeuge mit alternativen Antrieben Ausnahmen gewährt würden.
- ▶ *Trassenzuteilung Schienenverkehr*: Neutrale Zuteilung der Trassen im Schienengüterverkehr, insbesondere zwischen dem (bestellten) Regionalverkehr und dem Güterverkehr oder sogar priorisierte Trassenzuteilung für den Güterverkehr auf ausgewählten Strecken (z.B. TEN-Korridore). Mit dieser Maßnahme können die Kapazitäten erhöht werden, was die Planbarkeit und Flexibilität im Schienengüterverkehr verbessert.

Im Folgenden sind einige weitere Ideen im Bereich der Regulierungen aufgelistet, die aber in der vorliegenden Studie nicht vertieft worden sind:

- ▶ *Nachfahrverbot für Lkw:* Denkbar wäre auch die Einführung eines generellen Lkw-Nachfahrverbots analog zu Österreich oder der Schweiz z.B. zwischen 22 und 5 Uhr. In Deutschland gibt es bisher nur ein teilweises Verbot, wenn eine übermäßige Lärm-/Umweltbelästigung zu erwarten ist. In Österreich hat die Einführung eines generellen Nachfahrverbots für Lkw zu einer Reduktion des Lkw-Verkehrs um 10% geführt. In der Schweiz ist das Nachfahrverbot (mit Ausnahmen z.B. für verderbliche Lebensmittel) für Lkw ein wichtiger Marktvorteil der Schiene, die den Nachsprung im Gegensatz zur Straße ausnutzen kann. Das Nachfahrverbot ist einer der zentralen Faktoren für den hohen Schienenanteil des Güterverkehrs in der Schweiz. Allerdings sind die Nachfahrverbote in Österreich und der Schweiz historisch gewachsen. Eine plötzliche Einführung in Deutschland wäre aus wirtschaftlicher Sicht eher kritisch. Im vorliegenden Zielszenario wird deshalb auf diese Maßnahme verzichtet.
- ▶ *Emissionshandel:* Zurzeit ist in Deutschland der Schienenverkehr in den Emissionshandel eingebunden, nicht aber der Straßenverkehr. Als übergeordnete ökonomische Maßnahme wäre die Integration des (Güter-)Verkehrs auf der Straße in das europäische Emissionshandelssystem ein möglicher Anknüpfungspunkt. Tendenziell ist die Lkw-Maut als bestehendes Instrument mit Bezug zu Umweltkosten das besser geeignete Internalisierungsinstrument für die Klimakosten als der Emissionshandel. Die bisherigen Erfahrungen mit dem europäischen Emissionshandelssystem zeigen, dass mit dem Emissionshandel nach aktueller Ausgestaltung bisher kaum eine echte Internalisierung der Klimakosten erreicht werden kann. Aus diesem Grund wird der die Integration des Straßen(güter)verkehrs in den Emissionshandel im Rahmen des Zielszenarios hier nicht weiter verfolgt.
- ▶ *Längere Güterzüge:* Einsatz von Güterzügen mit einer Länge von 1000 oder 1500m (statt aktuell bis 740m) auf ausgewählten Relationen im internationalen Transitverkehr) erhöht Trassenkapazität. Dies macht jedoch eine umfassende Anpassung der Infrastruktur und Signaltechnik notwendig (Idee UBA Strategie nachhaltiger Güterverkehr, UBA 2009). Allerdings gibt es Einschränkungen wegen möglicher betrieblicher Schwierigkeiten sowie in Bezug auf das Marktpotenzial solch langer Güterzüge.
- ▶ *Zulassung im Schienengüterverkehr vereinfachen:* Da Deutschland in Bezug auf die Marktliberalisierung im Schienengüterverkehr bereits sehr weit ist (siehe Abbildung 2, Kap. 3.2), ist das Potenzial dieser Maßnahme eher gering. Potenzial gibt es noch bei einer weitergehenden Interoperabilität im internationalen, netzübergreifenden Schienengüterverkehr. Anknüpfungspunkte sind die Vereinheitlichung von Vorschriften zu Betriebsabläufen z.B. beim Netzwechsel bzw. Wechsel der Zuständigkeitsbereiche.
- ▶ *Gefahrgut-Transporte:* pauschales Verbot für Lkw-Gefahrguttransporte für gewisse Güter.
- ▶ *Lang-Lkw:* Der Einsatz von Lang-Lkw wird im Moment als mögliche Maßnahme zur Effizienzsteigerung im Straßengüterverkehr diskutiert und evaluiert. Weil jedoch aus Umweltgründen die Verlagerung des Güterverkehrs auf die Schiene ein zentrales Ziel darstellt, dürften Lang-Lkw oder Lkw mit höheren Gewichtslimits aus Umweltsicht kaum eine Alternative sein. Den zu erwartenden betrieblichen Produktivitätseffekten stehen höhere Umweltkosten gegenüber. Wie sich die Straßeninfrastrukturkosten verändern, wird im Moment noch analysiert. Die Verkehrsverlagerung auf die Schiene und insbesondere die Verlagerungsinfrastruktur für

den KV könnte mit Lang-Lkw oder schwereren Lkw jedoch konkurriert werden.¹⁷ Eine Zulassung von Lang-Lkw bis 25m auf einem definierten Positivnetz ohne Anpassung des Gewichtslimits müsste mit flankierenden Maßnahmen begleitet sein, u.a. die weitgehende Abschöpfung der Produktivitätseffekte im Güterstraßenverkehr z.B. über die Lkw-Maut. In der vorliegenden Studie wird diese Maßnahme nicht weiterverfolgt, insbesondere weil die konkreten Wirkungen zurzeit noch untersucht werden (vgl. Forschung der Bundesanstalt für Straßenwesen BAST zu Lang-Lkw Feldversuchen).

Generell wird im Rahmen des vorliegenden Vorhabens keine detaillierte quantitative Abschätzung der Wirkung dieser regulativen Maßnahmen auf das Güterverkehrsaufkommen berechnet. Berücksichtigt werden aber direkte Wirkungen auf die Umwelt, indem zum Beispiel angepasste Emissionsfaktoren verwendet werden (z.B. neuen CO₂-Zielwerten). Dabei wird wie erwähnt auf Ergebnisse aus dem Vorhaben ‚Klimaschutzbeitrag des Verkehrs 2050‘ (IFEU, INFRAS, LBST 2016) zurückgegriffen. In jenem Vorhaben liegt nebst der Definition und Analyse konkreter Maßnahmen ein Schwerpunkt auf der technologischen Entwicklung der Antriebe im Straßengüterverkehr bis 2050, wobei für diesen Zeithorizont bei den Lkw als wichtigster alternativer Technologiepfad die Verbreitung von Power-to-Liquid (bzw. Power-to-Gas) identifiziert wurde.

4.3.4 Synthese Zielszenario

Zusammenfassung Zielszenario

Nach der ausführlichen Darstellung und Beurteilung der einzelnen Maßnahmen und Instrumente der drei Modelldimensionen (Finanzierung, Infrastruktur, Regulierungen) werden die beschriebenen Einzelelemente zu einem Zielszenario zusammengefasst. Im Folgenden sind die wichtigsten Eckpunkte, Maßnahmen und Instrumente des Zielszenarios beschrieben.

Finanzierungssystem:

- ▶ **Ausweitung und Differenzierung Lkw-Maut:** Durch eine Ausweitung der Maut auf das gesamte Straßennetz, den Einbezug leichterer Güterfahrzeuge sowie den Einbezug der externen Kosten (inkl. Differenzierung) werden die Transportkosten auf der Straße erhöht und zusätzliche Einnahmen im Umfang von 6-7 Mrd. € p.a. generiert. Das zusätzliche Finanzaufkommen soll primär für die Sicherstellung des Substanzerhalts auf der Straße (inkl. Nachholbedarf gemäß Daehre-Bericht) verwendet werden. Ein Teil dieser im Zielszenario definierten Maßnahmen ist bei den Anpassungen der Lkw-Maut im Jahr 2015 bereits umgesetzt worden.
- ▶ **Zweckbindung eines Teils der Mautzuschläge für Umweltkosten zur Förderung des kombinierten Verkehrs:** Ein Teil der zusätzlichen Mauteinnahmen durch Berücksichtigung der (externen) Umweltkosten (nebst Luftverschmutzung vor allem auch Klimakosten) soll wie in der EU-Wegekosten-Richtlinie vorgesehen zur Förderung nachhaltiger Mobilität bzw. der ‚Ent-

¹⁷ In der Schweiz beispielsweise hat die Erhöhung des Gewichtslimits für Lkw von 28 t auf 40 t teilweise zu einer Rückverlagerung von der Schiene auf die Straße geführt. Diese Wirkung konnte nur dank der zeitgleichen Einführung der leistungsabhängigen Schwerverkehrsabgabe (LSVA) zur Abschöpfung der Produktivitätseffekte etwas vermindert werden.

wicklung alternativer Infrastrukturen‘ eingesetzt werden. Konkret sollen damit Verlagerungsinfrastruktur des KV (Terminals etc.) finanziert werden.

- ▶ Erhöhung und weitere Differenzierung der Trassenpreise: Moderate, aber spürbare Erhöhung der Trassenpreise zur Stärkung der Nutzerfinanzierung im Schienenverkehr (v.a. Güterverkehr). Zudem Ergänzung mit zusätzlichen Umweltdifferenzierungen z.B. nach Energiequelle (bzw. deren CO₂-Emissionen) als Anreizelemente. Zusätzliches Finanzaufkommen durch Schienengüterverkehr im Bereich von knapp 0,1 Mrd. € pro Jahr.
- ▶ Erweiterung der Finanzmittel der Leistungs- und Finanzierungsvereinbarung (LuFV) der Bahnen: Sicherung des Nachholbedarfs beim Substanzerhalt (gemäß Daehre-Bericht) und langfristige Sicherung der Finanzierung der Schieneninfrastruktur. Dieser Erweiterung der LuFV ist von der Bundesregierung inzwischen bereits beschlossen.
- ▶ Bahninfrasstrukturfonds: Die Errichtung eines Fonds für die Finanzierung der Schieneninfrastruktur (Substanzerhalt, Neu-/Ausbau, ungedeckte Betriebs-/Unterhaltskosten) sichert längerfristig die Finanzierung von Infrastrukturausgaben, kann ausgabenseitige Schwankungen auffangen und erhöht damit die Planbarkeit. Der Fonds wird primär aus den Mitteln der LuFV (d.h. allgemeine Bundesmittel) finanziert.
- ▶ Finanzielle Förderung des kombinierten Verkehrs Straße – Schiene sowie des konventionellen Schienenverkehrs: Deutliche Erhöhung der Investitionszuschüsse für Umschlaganlagen des KV (v.a. Terminals) sowie von Umschlagzentren im Schienenverkehr in der Fläche (WLV und Ganzzüge) zur Finanzierung des Ausbaus der Verlagerungsinfrastruktur. Zusätzliche Mittel im Bereich von 0,2 Mrd. € pro Jahr über die nächsten 10-15 Jahre.

Infrastrukturangebot:

- ▶ Verstärkter Ausbau der Schienengüterverkehrsachsen (v.a. Transitachsen) und Erhöhung der Gesamtkapazität im Schienengüterverkehr um ca. 60-70% (UBA 2010). Der Investitionsbedarf für diese Maßnahmen beträgt rund 11 Mrd. € in den nächsten rund 12 Jahren bzw. rund 0,9 Mrd. € pro Jahr (UBA 2010).
- ▶ Substanzerhalt vor Ausbau und Neubau beim Straßennetz: Der Substanzerhalt soll bei der Straßeninfrastruktur die höchste Priorität haben. Allerdings soll sich der Aus- und Neubau der Straßeninfrastruktur nicht vom Referenzszenario unterscheiden. Das heißt, der Aus- und Neubau erfolgt gleich wie in der VVP 2030 vorgesehen (Umsetzung aller Maßnahmen mit vordringlichem Bedarf (VB) gemäß BVWP 2003).
- ▶ Starker Ausbau der Verlagerungsinfrastruktur des kombinierten Verkehrs (KV) sowie Umschlagzentren im konventionellen Verkehr: Vor allem Erhöhung der KV-Umschlagkapazität Straße – Schiene um ca. 100% bis 2030 (Verdoppelung). Der Investitionsbedarf ist erheblich und liegt im Bereich von 0,2 Mrd. € pro Jahr (d.h. über 10 Jahre total etwa 2 Mrd. €). Zudem punktuelle Förderung von regionalen Umschlagzentren (und in geringerem Ausmaß Anschlussgleisen) im konventionellen Verkehr.

Regulierungen:

Im Bereich der Regulierungen liegt der Fokus auf der Erhöhung der Effizienz bzw. der Senkung des spezifischen Kraftstoff- bzw. Energieverbrauchs sowie der Verbesserungen der Rahmenbedingungen (Marktzugang etc.). Folgende Maßnahmen stehen im Vordergrund:

- ▶ Weitere Senkung der CO₂-Emissionsgrenzwerte bei Neufahrzeugen des Straßengüterverkehrs.

- ▶ Einführung von Grenzwerten für minimale Fahrzeugeffizienz (z.B. Verbrauch, evtl. auch für strombetriebene Fahrzeuge) oder monetäre Anreize zur Erhöhung der Effizienz mittels Bonus-Malus-System oder CO₂-Differenzierung der Kfz-Steuer.
- ▶ Bei der Trassenzuteilung im Schienenverkehr soll der Güterverkehr gegenüber dem Regionalverkehr zumindest gleich gestellt sein, auf ausgewählten Strecken sogar Priorität genießen.
- ▶ Auf übergeordneter Ebene sind weitere Instrumente wie die Ausdehnung von Umweltzonen in Städten, die Förderung von (grüner) City-Logistik sinnvoll.

Ein vertiefte Analyse von Maßnahmen im Bereich der Ordnungspolitik, des Marktzugangs und der Marktregulierung sowie insbesondere auch zur Entwicklung der Antriebstechnologie erfolgt im parallelen Vorhaben ‚Klimaschutzbeitrag des Verkehrs bis 2050‘ (IFEU, INFRAS, LBST 2016).

Übersicht quantitative Eckpunkte Zielszenario

Die folgende Tabelle fasst die wichtigsten quantitativen bzw. monetären Eckpunkte und Kenngrößen des Zielszenarios zusammen:

- ▶ Finanzierungsbedarf im Zielszenario für zusätzliche Investitionen
- ▶ Einnahmen (Gesamtaufkommen) aus neuen bzw. angepassten Finanzierungsinstrumenten
- ▶ Veränderung der Transportkosten infolge neuer, erhöhter Infrastrukturabgaben

Eine detaillierte Abschätzung der Wirkungen des Zielszenarios folgt anschließend im Kapitel 5 Wirkungsanalyse.

Tabelle 24: Übersicht der quantitativen Eckpunkte des Zielszenarios (Fokus Finanzierung)

Kenngroße	Quantitative / monetäre Wirkung	
Finanzierungsbedarf durch zusätzl. Investitionen	Straße	<ul style="list-style-type: none"> • Deckung der Unterfinanzierung für Substanzerhalt und Unterhalt gemäß Daehre-Bericht. Es wird jedoch angenommen, dass diese Unterdeckung zukünftig nicht nur im Ziel-, sondern auch im Referenzszenario gedeckt wird. Der Unterschied liegt in der Finanzierung des Mehraufwands: Im Zielszenario kann ein wesentlicher Teil davon mit dem Mehreinnahmen aus der Maut gedeckt werden, im Referenzszenario muss dies über den allg. Staatshaushalt finanziert werden.
	Schiene	<ul style="list-style-type: none"> • Kosten für Ausbau Kapazität Schienengüterverkehr (siehe unten): ca. 0,9 Mrd. €/a (bzw. 11 Mrd. € in etwa 12 Jahren). • Finanzierungsbedarf für Ausbau Terminalinfrastruktur KV: 0,2 Mrd. €/a (bzw. ca. 2 Mrd. € in 10 Jahren). • Unterfinanzierung Schieneninfrastruktur gemäß Daehre-Bericht wird im Referenz- und Zielszenario gedeckt.
Einnahmen (Gesamtaufkommen) aus Finanzierungsinstrumenten	Straße	<ul style="list-style-type: none"> • Lkw-Maut: Total Zusatzerträge von rund +6-7 Mrd. €/a (Ausweitung ca. +4,4 Mrd. €; ext. Kosten ca. +1,7-2,5 Mrd. €/a), d.h. Gesamtaufkommen Lkw-Maut neu ca. 10-12 Mrd. €/a. • Gesamtaufkommen Lkw-Maut und Kfz-Steuer: ca. 19-20 Mrd. €/a (heute 12,8 Mrd. €). Diese Erträge reichen für bisherige Ausgaben Straßeninfrastruktur des Bundes (ca. 7 Mrd.) aus, Deckung der Unterfinanzierung (ca. 5 Mrd.), einen wesentlichen Teil der im BVWP geplanten Ausbauten im Straßenverkehr sowie den für die KV-Förderung vorgesehenen Investitionen (s. unten). • Energiesteuer: unverändert wie im Referenzszenario (Mehreinnahmen von über 10 Mrd. € / a).
	Schiene	<ul style="list-style-type: none"> • Zusätzliches Finanzaufkommen von ca. 1,35 Mrd. €/a (Trassenerträge +0,1 Mrd. €, LuFV +1,25 Mrd. €). • Verwendung eines Teils des Zusatzertrags aus den Mautzuschlägen für externe Kosten: ca. +0,2 Mrd. €/a für Ausbau (Förderung) KV-Infrastruktur.
Veränderung der Transportkosten	Straße	<ul style="list-style-type: none"> • Zunahme der Transportkosten im Fernverkehr um 12% bis 14% bzw. im Regionalverkehr um 8%-10% (real) durch Erhöhung & Ausweitung Lkw-Maut.¹⁸
	Schiene	<ul style="list-style-type: none"> • Erhöhung Trassenpreise um 10% entspricht Zunahme der Gesamtkosten Schienengüterverkehr um ca. 1-2%.

¹⁸ Die Lkw-Maut macht heute je nach Fahrzeugtyp knapp 10% (rund 6-10%) der gesamten Transportkosten von Gütertransportunternehmen aus, die Kraftstoffkosten je nach Fahrzeugkategorie rund 20-30% (und davon die Energiesteuer rund 40%) (Quelle: BGL Kosteninformationssystem).

4.4 Die zwei Szenarien im Überblick

Nach der ausführlichen Beschreibung von Referenz- und Zielszenario werden die beiden Szenarien in der Folge qualitativ miteinander verglichen. Die Tabelle 25 gibt einen Überblick zu den wichtigsten Elementen und Unterschieden der beiden Szenarien (Referenzszenario vs. Zielszenario).

Tabelle 25: Vergleich der beiden Szenarien (Referenz / Ziel) für das Jahr 2030 im Überblick

Dimension	Maßnahme, Instrument	Referenzszenario	Zielszenario
Finanzierungssysteme	Lkw-Maut	wie bisher	Ausweitung & Differenzierung der Maut (alle Straßen, leichte Fahrzeuge, externe Kosten)
	Energiesteuer	kontinuierliche Erhöhung der Energiesteuer (total um +60%)	wie im Referenzszenario
	Trassenpreissystem	wie bisher	Erhöhung und Differenzierung der Preise
	LuFV	wie bisher	Aufstockung d. Finanzmittel
	Förderung KV (und konventioneller Verkehr)	wie bisher	Aufstockung Investitionsbeiträge für Umschlaganlagen (Terminals) bzw. Umschlagzentren (konventioneller Verkehr) Förderung KV-Infrastruktur aus Umweltzuschlägen Maut
Infrastrukturangebot	Straßeninfrastruktur	Ausbau aller Vorhaben des BVWP 2003 mit ‚vordringlichem Bedarf‘	wie im Referenzszenario
	Schienennetz	Ausbau aller Vorhaben des BVWP 2003 mit ‚vordringl. Bedarf‘ (Kapazität ca. +10-20%)	Ausbau der Schienengüterverkehrskapazität um +60-70 % um zusätzl. Wachstum aufzufangen (durch Infrastrukturausbau & betriebliche Maßnahmen).
	Umschlaganlagen KV (Terminals) und konventioneller Verkehr	Fortschreibung Status Quo, keine quantitativen Angaben	Verdoppelung KV-Umschlagkapazität
Regulierungen		keine Änderungen gegenüber heute	Diverse neue Regulierungen: <ul style="list-style-type: none"> • Senkung der CO₂-Emissionsgrenzwerte • Grenzwerten für minimale Fahrzeugeffizienz • Entwicklung Technologiestandards

5 Wirkungsanalyse

5.1 Modellparameter Wirkungsanalyse

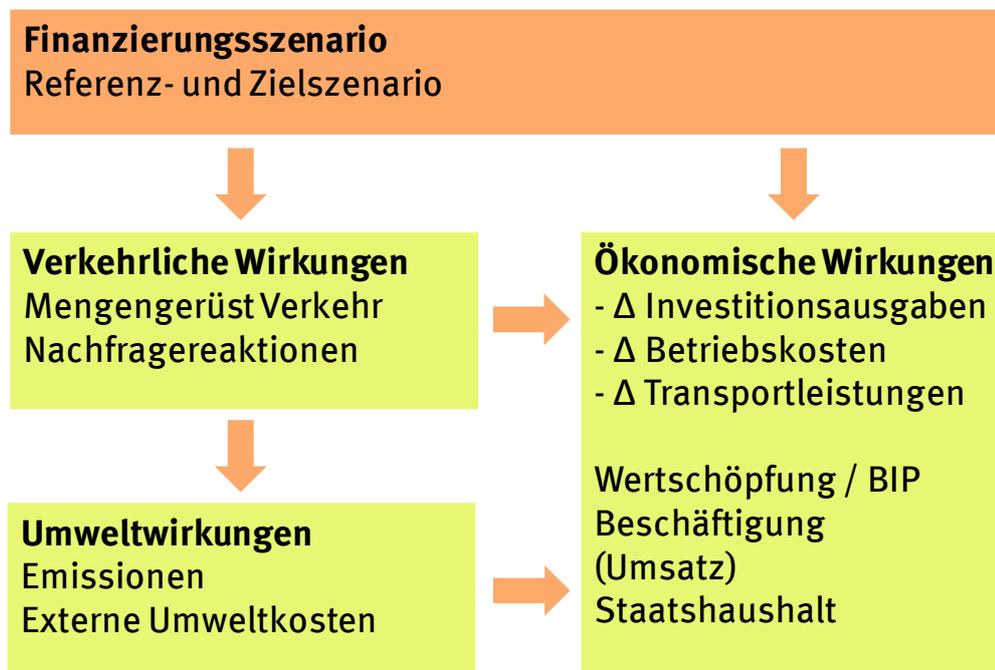
Die Wirkungsanalyse der beiden Szenarien (Referenzszenario und Zielszenario) umfasst drei Elemente:

- ▶ verkehrliche Wirkungen
- ▶ ökonomische Wirkungen
- ▶ Umweltwirkungen

Das verwendete Wirkungsmodell ist kein standardisiertes Modell, sondern besteht aus verschiedenen bestehenden und neuen (zu ergänzenden) Modulen, die für das vorliegende Vorhaben zu einem Gesamtpaket zusammengefügt werden. Zentraler Input für die Wirkungsanalyse ist das im vorherigen Schritt erarbeitete Finanzierungsszenario, das die Elemente Finanzierungssysteme, Infrastrukturantrag und Regulierungen umfasst. In der Analyse wird die Wirkung von zwei Szenarien analysiert, dem Referenzszenario (Basis VVP 2030) und einem Zielszenario.

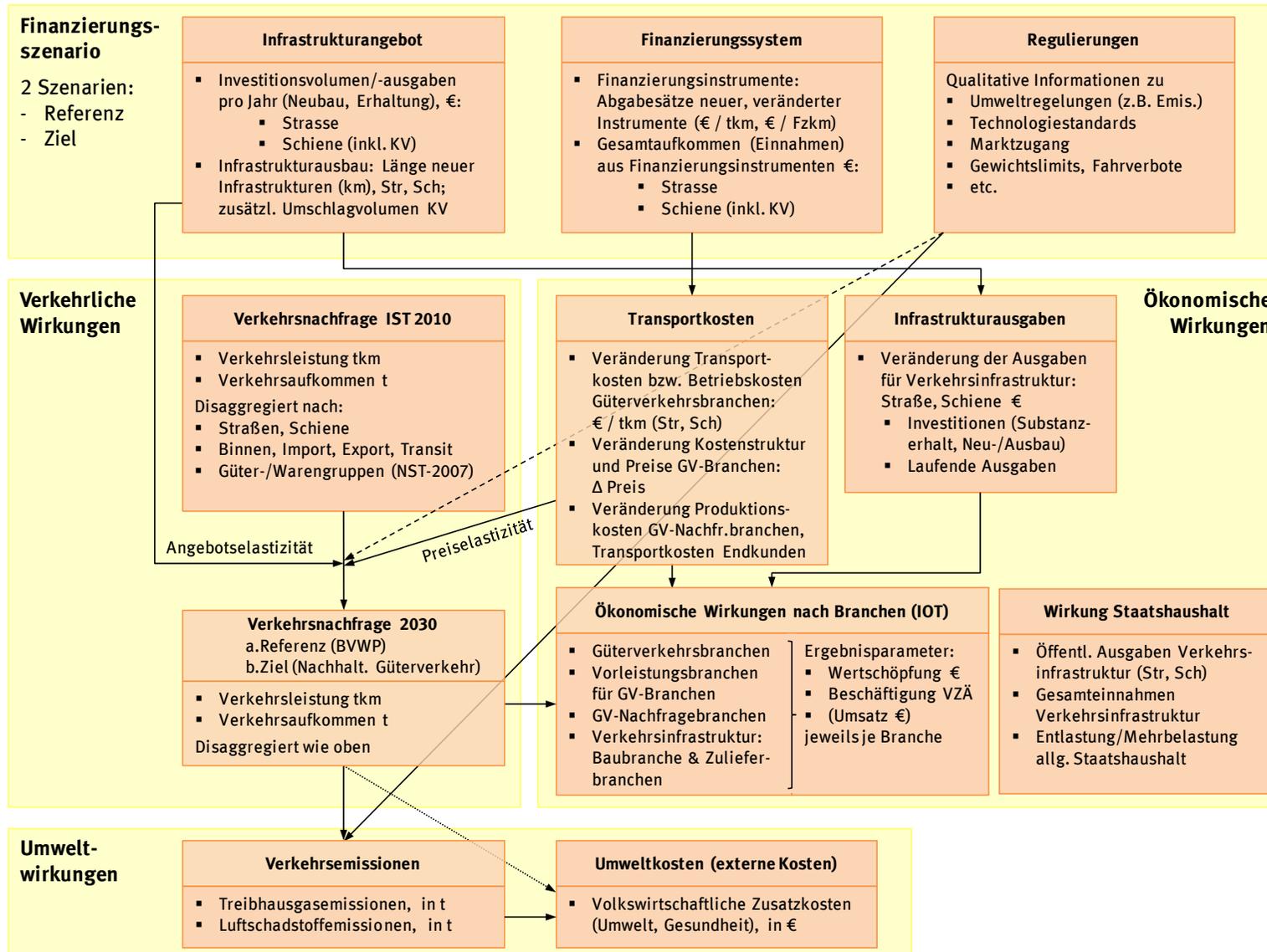
Die folgende Abbildung zeigt schematisch den Aufbau des Wirkungsmodells inklusive der wichtigsten Ergebnisparameter. Auf der folgenden Seite ist das Wirkungsmodell mit den verschiedenen Modulen im Detail und inklusive aller Input- und Ergebnisparameter dargestellt. Das detaillierte Vorgehen für die Wirkungsmodellierung ist in den jeweiligen Kapiteln (5.2 Verkehr, 5.3 Ökonomie, 5.4 Umwelt) dargestellt.

Abbildung 11: Schematischer Aufbau Wirkungsmodell / Wirkungsanalyse



Eigene Darstellung

Abbildung 12: Übersicht Wirkungsmodell inkl. Parametern (eigene Darstellung)



Die folgende Tabelle zeigt die wichtigsten Inputparameter des Wirkungsmodells sowie die relevanten Grundlagen bzw. Datenquellen. Sämtliche Parameter werden jeweils für zwei Szenarien – das Referenz- und das Zielszenario – ermittelt. Zudem werden die Parameter jeweils differenziert nach Straßen- und Schienenverkehr ausgewiesen.

Tabelle 26: Inputparameter des Wirkungsmodells inkl. Datengrundlagen

	Modellparameter	Datenquellen, Grundlagen
Finanzierungsszenario		
Finanzierungssystem	Finanzierungsinstrumente: Abgabesätze (€/t bzw. €/tkm) <ul style="list-style-type: none"> • Straßenverkehr • Schienenverkehr Gesamtaufkommen (Einnahmen) aus allen Finanzierungsinstrumenten (Mio. €)	<ul style="list-style-type: none"> • Heutige Abgaben, bereits geplante Änderungen (v.a. Mautsätze, Ausweitung Mautnetz etc.) • Annahmen zu neuen, angepassten Finanzierungsinstrumenten • Heutiges Aufkommen: z.B. aus Grundlagen Bericht Daehre-Kommission • Informationen Verkehrsministerium BMVI zu geplanten Mautanpassungen und deren Wirkung auf die Einnahmen.
Infrastrukturangebot	Infrastrukturausgaben für Neubau & Erhaltung, (Mio. €)	<ul style="list-style-type: none"> • Heutiges Aufkommen: z.B. aus Grundlagen Bericht Daehre-Kommission • geplante Investitionen (KoaV und weitere Grundlagen BMVI)
	Infrastrukturausbau (Länge der Infrastrukturen in km, bzw. KV-Umschlagkapazität)	<ul style="list-style-type: none"> • Statistische Grundlagen • geplante Vorhaben BVWP (hinterlegt für Prognose) • Eigene Annahmen zu Zielszenario
Regulierungen	Qualitative Informationen zu mögl. neuen, angepassten Regulierungen: <ul style="list-style-type: none"> • Umweltvorschriften (z.B. Emissionsvorschriften) • Technologiestandards • Marktzugang, Zulassung 	<ul style="list-style-type: none"> • Übersicht der heutigen Regelungen • Vorschläge zu angepassten Regelungen, v.a. im Bereich Umwelt: insbesondere Input aus parallelem UBA-Vorhaben ‚Klimaschutzbeitrag des Verkehrs bis 2050‘ (IFEU, INFRAS, LBST 2016)
Verkehrliche Wirkungen		
Verkehrsnachfrage	<ul style="list-style-type: none"> • Verkehrsleistung (tkm) • Verkehrsaufkommen (t) differenziert nach: <ul style="list-style-type: none"> • Straße, Schiene • Binnen, Import, Export, Transit • Warengruppen 	Daten für 2010 und Referenzszenario 2030: Verflechtungsprognose 2030 Daten für Zielszenario 2030: <ul style="list-style-type: none"> • Abschätzung Nachfrageveränderung infolge Änderung der Transport-/ Betriebskosten sowie des Infra.angebots (Preis- & Angebotselastizitäten) • Ergänzt mit Expertenschätzungen zur verkehrlichen Wirkung von Makromaß-

	Modellparameter	Datenquellen, Grundlagen
		nahmen (Regulierungen, Umweltvorgaben etc.) und generelle Verlagerungsmaßnahmen
Ökonomische Wirkungen		
Transportkosten	<ul style="list-style-type: none"> • Direkte Transportkosten Verkehrsbetrieb (€/tkm) • Kostenstruktur Güterverkehrsbranchen (Veränderung der Gesamtkosten in % bzw. absolut) • Produktionskosten der Güterverkehr nachfragenden Branchen (und evtl. Endkunden) (Veränderung der Kosten in %) 	<ul style="list-style-type: none"> • Input-Output-Tabelle (IOT) Deutschland: INFRAS verfügt über eine im Verkehrsbereich differenzierte¹⁹ IOT für Deutschland (wird u.a. in Renewability III angewandt). Diese bildet die Grundlage für die Wirkungsanalyse mittels Input-Output-Modell und ermöglicht, Veränderungen im Modal Shift detailliert zu modellieren (Details siehe Kap. 5.3). • aktuelle Daten Branchenverbände • Input aus Finanz.szenario (s.oben)
Infrastrukturausgaben	<ul style="list-style-type: none"> • siehe oben: Veränderung Ausgaben Verkehrsinfrastruktur (in Mio. €): Investitionen, laufende Ausgaben • Veränderung Umsatz Baubranche (€) 	aus Finanzierungsszenario (s. oben)
Ökonomische Wirkungen nach Branche	<p>Veränderung folgender Parameter für die verschiedenen Szenarien:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wertschöpfung (Mio. €) • Umsatz (Mio. €) • Beschäftigung (# Beschäftigte) <p>Parameter werden differenziert nach Branchen (IOT) berechnet.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Zentrale Grundlage ist die IOT Deutschland (differenziert im Bereich Verkehr) • Details zur Berechnung: siehe Kap. 5.3 (ökonomisches Wirkungsmodell)
Umweltwirkungen		
Verkehrsemissionen	<ul style="list-style-type: none"> • Treibhausgasemissionen (in t/a) • Luftschadstoffemissionen (in t/a): Stickoxide (NOx), Feinstaub (PM) etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • Emissionsfaktoren & Flottenzusammensetzung aus parallelem UBA-Vorhaben ‚Klimaschutzbeitrag des Verkehrs bis 2050‘ (IFEU et al. 2016)
Umweltkosten	<ul style="list-style-type: none"> • Volkswirtschaftliche Zusatzkosten (Umwelt, Gesundheit etc.) (Mio. €) 	<ul style="list-style-type: none"> • UBA Methodenkonvention 2.0 • EU Handbook on estimation of external costs of transport • Weitere interne Grundlagen zu externen Kosten des Verkehrs

¹⁹ Folgende für die vorliegende Studie relevanten Branchen sind in der differenzierten IOT abgedeckt: Güterverkehr Schiene, Güterverkehr Straße (Auftrags- und Werkverkehr), Schieneninfrastruktur, Straßeninfrastruktur.

5.2 Verkehrliche Wirkungen

Die verkehrlichen Wirkungen des Zielszenarios bis ins Jahr 2030 werden mit einem makroökonomischen Wirkungsmodell abgeschätzt, bei dem der Fokus der Analyse auf Zeitreihen liegt.

Im Zielszenario nimmt die Transportleistung auf der Straße bis 2030 weniger stark zu als im Referenzszenario, dafür ist das Wachstum auf der Schiene klar höher. Insgesamt ist die Transportleistung (tkm) 2030 im Zielszenario auf der Schiene um 25% höher als im Referenzszenario, beim Straßenverkehr dagegen 9% niedriger (Ziel vs. Referenz). Der Anteil der Schiene (Modalsplit, Basis tkm) steigt somit im Zielszenario von 17,7% im Jahr 2010 auf 23,4% bis 2030. Im Referenzszenario beträgt der Wert im Jahr 2030 nur 18,4%, also 5 Prozentpunkte weniger als im Zielszenario.

5.2.1 Methodisches Vorgehen

Zur Operationalisierung der Maßnahmen im Güterverkehr wurde ein makroökonomisch orientiertes Wirkungsmodell eingesetzt. Dieses Wirkungsmodell wurde auch im parallel durchgeführten UFOPLAN-Vorhaben „Klimaschutzbeitrag des Verkehrs bis 2050“ (IFEU, INFRAS, LBST 2016) angewandt. Die Verwendung eines klassischen Verkehrsmodells war im vorliegenden Vorhaben aufgrund der finanziellen und zeitlichen Projektressourcen nicht möglich. Allerdings spricht auch inhaltlich einiges für den Einsatz eines makroökonomischen Wirkungsmodells. Denn: Klassische Verkehrsmodelle stoßen bei der Abbildung des Güterverkehrs und entsprechender Maßnahmen an methodisch bedingte Grenzen.²⁰ Der makroökonomische Ansatz stellt eine Zeitreihen-basierte Sichtweise in den Vordergrund (im Gegensatz zu Verkehrsmodellen, welche in der Regel mit Zeitausschnitten agieren). Der Vorteil des Einbezugs von Zeitreihen liegt insbesondere bei Langfristbetrachtungen darin, dass die Vergangenheitsentwicklungen einbezogen und eventuelle Trendbrüche erkannt werden können.²¹

Das Wirkungsmodell differenziert den Güterverkehr in Teilsegmente (vgl. Abbildung 13). Der Grad der Differenzierung orientiert sich einerseits an der Datenverfügbarkeit und andererseits an der inhaltlichen Sinnhaftigkeit einer solchen Segmentierung. Für die Modellierung kommt schließlich folgende, in Abbildung 13 dargestellte Segmentierung zur Anwendung:

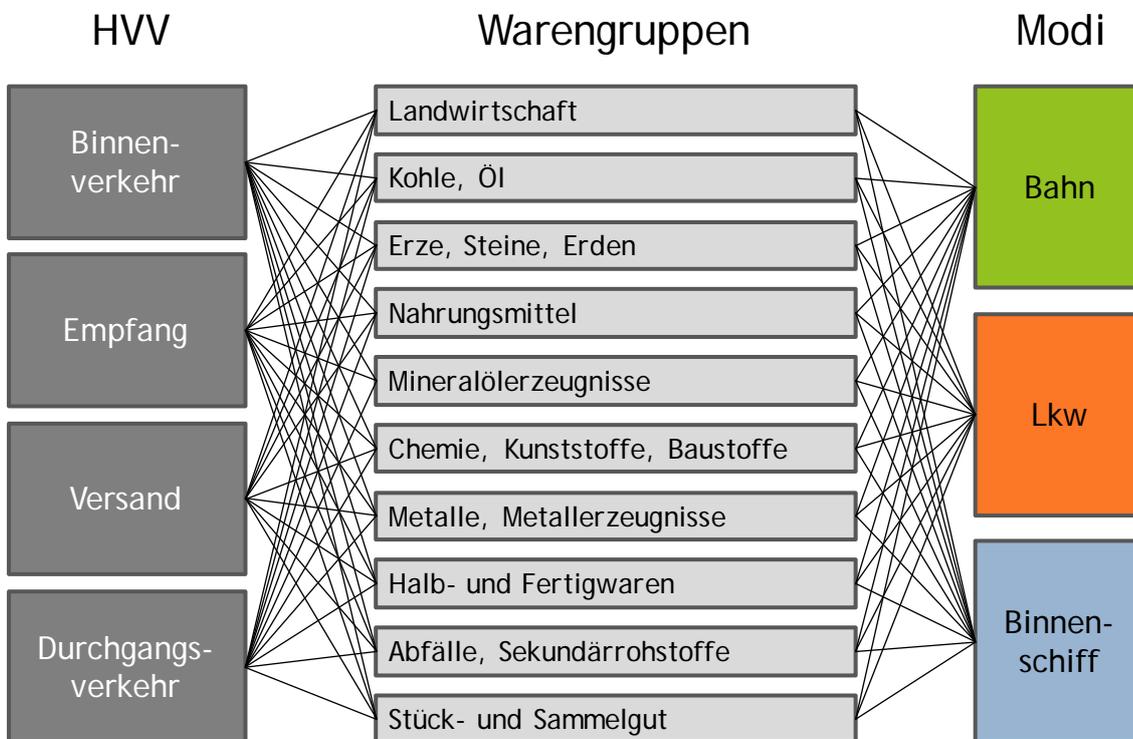
- ▶ 4 Hauptverkehrsverbindungen (HVV): Binnenverkehr, Empfang (Import), Versand (Export), Durchgangsverkehr (Transit),

²⁰ v.a. im Rahmen der Verkehrsmittelwahl, die in klassischen Modellen mit einer nachfragebezogenen Kostenelastizität operieren. Abgesehen von der Fragwürdigkeit der in solche Kostenfunktionen eingehenden Kenngrößen und Parameter (Woher stammen die Kosten? Sind die Kosten eigentlich wahlentscheidend, insb. im Vergleich zu den Preisen? etc.) sind die realen Entscheidungsvorgänge im Güterverkehr komplexer als im Personenverkehr, da die Anzahl an Variablen deutlich höher ist. Hier kommen nicht nur kosten- oder preisgetriebene Faktoren in die Auswahl, sondern auch Fragen der Verfügbarkeit, der Qualität und der Lieferfähigkeit bis hin zu gewachsenen Beziehungen zwischen Verloader, Transporteuren und Empfängern. s.a. ARE 2014: Evaluierung der nationalen Güterverkehrsmodellierung, Bundesamt für Raumentwicklung im Eidgenössischen Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation, Bern 2014.

²¹ Im Gegensatz dazu konzentriert sich bspw. der Bericht zur VVP 2030 mit 2010 und 2030 (BVU et al. 2014) immer nur auf die zwei Zeitscheiben der „Mikroprognose“ (BVU et al. 2014) mittels klassischer Verkehrsmodellierung. Im Bericht zur VVP 2030 wird nicht auf retrospektive Entwicklungen oder Trends eingegangen, obwohl laut Methodenbeschreibung eine Makroprognose erstellt worden ist. Im vorliegenden Vorhaben wurden alle Segmente in entsprechende Zeitreihen eingepasst. Dabei zeigten sich in der VVP 2030 bei einigen Segmenten Brüche resp. Umkehrungen der retrospektiven Entwicklungen, deren Hintergründe sich zumindest mit der Berichterstattung zur VVP 2030 nicht erschließen lassen.

- ▶ 10 Warengruppen²² in Anlehnung an die Güterklassifikation nach NST 2007²³,
- ▶ 3 Modi.

Abbildung 13: Segmentierung des Güterverkehrs im Wirkungsmodell



Eigene Darstellung. Bemerkung: Empfang = Import, Versand = Export, Durchgangsverkehr = Transit.
 HVV = Hauptverkehrsverbindungen / Relation

Mit der beschriebenen Segmentierung werden 40 Teilmärkte gebildet (4 HVV x 10 Warengruppen), in denen jeweils drei Verkehrsmittel zur Anwendung kommen. In dieser bottom-up-Sicht liegen die Vorteile des Wirkungsmodells:

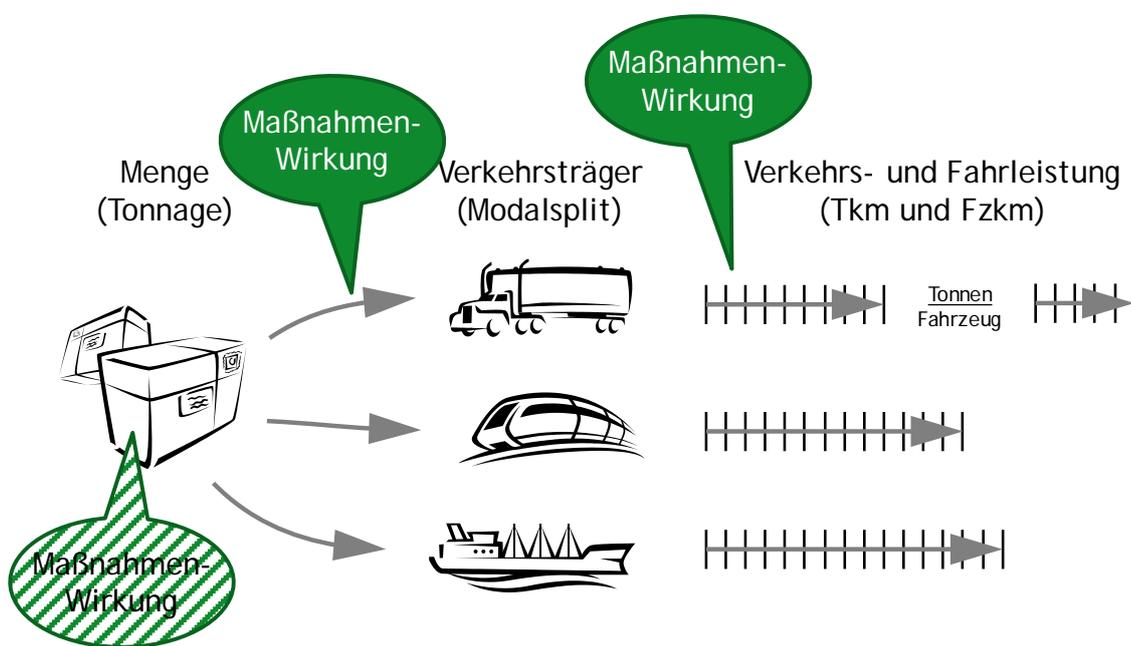
- ▶ Möglichkeit der differenzierten Abbildung der Maßnahmenwirkungen je nach Teilsegment und der darin geltenden, marktbedingten Zusammenhänge und Logistikprozesse,
- ▶ durchgehende Vergleichbarkeit der einzelnen Maßnahmenhebel und -wirkungen zwischen den einzelnen Teilsegmenten, so dass die wichtigsten Einflüsse auf die resultierende Gesamtentwicklung (inhaltlich) erklärt werden können.

²² Die 10 Warengruppen stellen Aggregate der 20 Abteilungen nach NST dar, wobei sich die Aggregation an der Verfügbarkeit entsprechender Zeitreihen orientiert; diese wird durch die Statistik zum Güterkraftverkehr des KBA vorgegeben, welche keine weitere Disaggregation zulässt.

²³ NST 2007: Nomenclature Uniforme de Marchandises pour les Statistiques de Transport (Einheitliches Verzeichnis der Güterverkehrsstatistik): Erfasst werden 20 Abteilungen von Gütertransporten.

Das Wirkungsmodell selbst ist vierstufig aufgebaut (vgl. Abbildung 14). Es betrachtet – in genau dieser Reihenfolge – das Aufkommen insgesamt, den Modalsplit sowie die Verkehrs- und die Fahrleistung. Dieser Ansatz geht davon aus, dass Güterverkehr nur das Resultat wirtschaftlicher Vorgänge ist. Die Nachfrage – in Form des Güterverkehrsaufkommens in Tonnen – entsteht beim industriellen oder privaten Verbraucher²⁴. Die Bewältigung der Nachfrage wird durch die Verknüpfungen zwischen Produzenten und Verbrauchern determiniert. Dabei stehen dann Verkehrsmittelwahl (resultierend: Modalsplit) sowie Verkehrs- und Fahrleistungen im Vordergrund. Die im Zielszenario definierten Maßnahmen fokussieren auf diese drei letzteren Stufen des Wirkungsmodells (s.a. nachfolgender Exkurs). Die letzte (vierte) Stufe des Modells zur Ermittlung der Fahrleistung (Fzkm) steht im vorliegenden Vorhaben nicht im Vordergrund. Primäre Zielgröße der verkehrlichen Modellierung ist die Verkehrsleistung (tkm); die Fahrleistung wird lediglich als Inputgröße für die Berechnung der Umweltwirkungen benötigt.

Abbildung 14: Wirkungsmodell Güterverkehr



Eigene Darstellung

Gesamtmodale Nachfragewirkungen (Stufe 1 des Wirkungsmodells)

Unter dem Stichwort des „Vermeidens“ sind theoretisch auch Veränderungen der (gesamtmodalen) Nachfragemenge denkbar. Praktisch bedeutet dies jedoch, dass sich Verbraucherverhalten oder Produktstrukturen verändern müssen. Die Wirkungsabschätzung entsprechender Maßnahmen übersteigt jedoch die Möglichkeiten des hier behandelten Vorhabens bei Weitem. Daher fokussieren die Maßnahmen wie oben beschrieben auf die Bereiche Modalsplit sowie Verkehrs- und Fahrleistungen. Die vielfach ebenfalls unter

²⁴ Verbraucher im Sinne des Endverbrauchs oder zur Weiterverarbeitung. Inkludiert sind aber auch sekundäre Nachfragemengen, die im Rahmen der Produktion entstehen, ohne eigentlicher Bestandteil des Produkts zu sein (bspw. Abfälle).

dem Begriff der „Vermeidung“ subsummierte Zielwahl, d.h. die Vermeidung von „unnötigen“ Transportvorgängen innerhalb der Wertschöpfungskette wird im Wirkungsmodell mit der Stufe der Verkehrsleistung und der darin diskutierten modalen Transportweite unter dem Stichwort der „Optimierung“ erfasst.

Modalsplit (Stufe 2 des Wirkungsmodells)

Zur Ableitung der Entwicklungen hinsichtlich der Aufteilung der gesamtmodalen Nachfragemenge auf die drei Verkehrsmittel Bahn, Lkw und Binnenschiff kommen quantitativ und qualitativ orientierte Verfahren zur Anwendung. Zentraler Punkt ist jedoch immer der Vergleich der Prognoseentwicklung mit der Entwicklung in der Vergangenheit und mit der des Trendpfades. Schlussendlich mündet die Diskussion aller zur Anwendung gelangenden Verfahren in eine von Experten vorgenommene Einschätzung.

Zur quantitativ gestützten Orientierung kommen folgende Verfahren zur Anwendung:

- ▶ Nachfrageelastizität infolge Kostenveränderungen
Jede Modalsplit-relevante Maßnahme (bzw. jedes Instrument) wird hinsichtlich ihrer Folgen auf die modalen Transportkosten²⁵ eingeschätzt. Die relative Veränderung der Kosten wird mit einer (modal- und ggf. segmentspezifischen) Elastizität²⁶ verrechnet, welche die Implikationen auf die modale Nachfrage wiedergeben. Die Höhe der Maßnahmen-spezifischen Kostenveränderung wird über das Produktivitätspotenzial der jeweiligen Maßnahme abgeschätzt, d.h. es wird diskutiert, wie sich die Kostenstrukturen des jeweils betroffenen Verkehrsmittels bezogen auf einen typischen Transportvorgang verändern (in Euro je Tonnenkilometer mit der Differenzierung nach Personal-, Betriebs-, Energie- und Infrastrukturbenutzungskosten).
- ▶ Zusammenhang zwischen modaler und gesamtmodaler Nachfrageentwicklung
Die retrospektive modale Nachfrageentwicklung wird in jedem Segment auf einen Zusammenhang zur jeweils gesamtmodalen Nachfrageentwicklung getestet. In der Regel zeigen sich hier gut abgestützte Zusammenhänge, so dass die teilmodalen Nachfragemengen aus den gesamtmodalen Prognoseentwicklungen funktional abgestützt abgeleitet werden können. Die daraus resultierenden Modalsplit-pfade nehmen in der Regel den (langfristigen) Trend des in die Funktion eingehenden Retrospektivzeitraums auf. Mit Blick auf die Maßnahmen ist dann abzuschätzen, ob diese bereits Bestandteil der Vergangenheitsentwicklungen waren oder erst künftig wirken werden, so dass daraus Hinweise auf mögliche, über den Trend hinausgehende Verschiebungen gewonnen werden können.

Zur qualitativ gestützten Diskussion sind folgende Punkte relevant:

- ▶ Diskussion der Vergangenheitsentwicklung
Der Verlauf der modalen Anteilspfade in der Vergangenheit wird genauestens analysiert. Ziel ist es, mögliche Trendbrüche resp. Wendepunkte oder Verlaufsmuster zu erkennen (bspw. Anteilsanstieg in

²⁵ Die Transportkosten stehen stellvertretend für die eigentlich zur Modalwahl relevanten Transportpreise. Informationen zu Transportpreisen – erst recht modal- und segmentspezifisch – sind jedoch nur sehr spärlich, auf jeden Fall nicht durchgehend verfügbar. Daher werden – wie in klassischen Verkehrsmodellen auch – die Kosten als Annäherung an die Preise verwendet. Da die Nachfrageelastizitäten auf Veränderungen der Kosten abstellen, ist die Annäherung vertretbar, da Kostenveränderungen i.d.R. auch entsprechende Preisveränderungen mit sich bringen.

²⁶ Die Elastizitäten sind der Literatur entnommen. Hauptquelle ist dabei die VVP 2030, in welcher die Modalsplitmodelle ebenfalls mit entsprechenden Nachfrageelastizitäten auf Kostenveränderungen operieren. Bestimmt werden solche Elastizitäten mit so genannten stated preference-Befragungen, indem die entscheidenden Personen auf eine fiktive Entscheidungssituation hinsichtlich ihrer Präferenzen abgefragt werden.

Phasen der Hochkonjunktur und Einbrüche in wirtschaftlich schwierigen Jahren). Daraus lässt sich im Modell ein Spektrum an möglichen künftigen Entwicklungen ableiten. Die infrage kommenden Maßnahmen sind dann darauf zu prüfen, inwiefern sie diese jeweiligen Pfade stützen oder gar akzentuieren – dies immer im Vergleich zum Trendpfad und den darin implizierten Maßnahmenwirkungen. Das Ergebnis ist in Prozentpunkte einer möglichen (zusätzlichen) Verlagerung festzuhalten.

► **Diskussion der Entfernungsbereiche**

Für jedes Segment wurden die modalspezifischen Entfernungsverteilungen ermittelt (Anteile der Tonnagen nach Entfernungsbereichen). Wurden bei der Maßnahmendiskussion Wirkungen identifiziert, welche Veränderungen in den Entfernungsverteilungen beinhalten, so wurde abgeschätzt, welche Anteile der in diesen Bereichen bislang tätigen Verkehrsmittel eventuell verlagert werden können. Hintergrund dieser Diskussion ist u.a. die Annahme im Weißbuch Verkehr, dass die Bahn auch auf kürzeren Distanzen, d.h. ab ca. 300 km, bei entsprechenden Mindestmengen und gegebenenfalls flankierenden Maßnahmen wirtschaftlich produzieren kann; diese Entfernungsgrenze kann branchenspezifisch unterschiedlich hoch ausfallen.

Hintergrund der Verwendung von verschiedenen Verfahren zur Ableitung des Modalsplits ist die Tatsache, dass es nicht einen allein entscheidenden Faktor zur Modalwahl gibt. Stattdessen kommen erfahrungsgemäß unterschiedlichste Determinanten ins Spiel, welche eine mathematisch einwandfrei abbildbare Modalwahl nicht zulassen.

Im Gegensatz zum Referenzszenario aus der VVP 2030 (BVU et al. 2014) kommen beim Zielszenario keine kapazitiven (Infrastruktur-bedingten) Beschränkungen zur Anwendung. Das heißt, die Wirkungen der nichttechnischen Maßnahmen werden aus einer rein Nachfrage-bezogenen Sichtweise betrachtet. Damit zeigt das Zielszenario das Potenzial möglicher Maßnahmen auf, ohne von vornherein durch infrastrukturelle Engpässe beeinflusst zu werden, deren Beseitigung erst eine Folge der hier quantifizierten Entwicklungen darstellen kann.

Verkehrsleistung (Stufe 3 des Wirkungsmodells)

Die Veränderung der Verkehrsleistung wird im Anschluss an die Ableitung der modalen Nachfragemengen ermittelt. Zur Operationalisierung werden die segmentspezifischen modalen mittleren Transportweite diskutiert. Für die Retrospektive lässt sich die Entwicklung dieser Transportweiten ermitteln und in entsprechenden Diagrammen darstellen. Die Fortführung dieser Transportweiten (in km) ergibt in Verbindung mit den oben ermittelten Nachfragemengen (in t) die jeweilige Verkehrsleistung (in tkm). Auch hier wird aus methodischen Gründen ein quantitatives Verfahren mit qualitativen Diskussionen verknüpft:

► **Quantitativ: Zusammenhang Verkehrsleistung und Aufkommensentwicklung**

Die retrospektive modale Verkehrsleistungsentwicklung wird in jedem Segment auf einen Zusammenhang zur jeweils modalen Nachfrageentwicklung getestet. Dabei zeigen sich auch hier i.d.R. gut abgestützte Zusammenhänge zwischen Aufkommen in Tonnen (unabhängige Variable) und Verkehrsleistung in tkm (abhängige Variable). Die daraus mit der Nachfrageprognose ableitbare Leistungsentwicklung gibt dann zumindest einen statistisch abgestützten Ausblick auf die weitere Entwicklung der mittleren Transportweite. Damit gilt es dann abzuschätzen, inwieweit die Implikationen auf die Transportweite aus den Maßnahmen darin bereits berücksichtigt sind oder nicht. Dabei hilft dann auch die qualitative Diskussion.

► **Qualitativ: Diskussion der Vergangenheitsentwicklung**

Der Verlauf der Transportweitenentwicklungen in der Vergangenheit wird analog der Modalsplit-Diskussion genauestens analysiert. Ziel ist es, mögliche Trendbrüche resp. Wendepunkte oder Ver-

laufmuster zu erkennen und mögliche Zusammenhänge zu dahinter stehenden Veränderungen in den Logistikprozessen herzustellen. Die infrage kommenden Maßnahmen sind darauf zu prüfen, inwiefern sie diese jeweiligen Veränderungen stützen oder gar akzentuieren – dies immer im Vergleich zum Trendpfad und den darin implizierten Maßnahmenwirkungen. Das Ergebnis ist in Zu- oder Abnahmen von Kilometern festzuhalten.

- ▶ Diskussion der Entfernungsbereiche
Die Argumentation zur Modalsplittediskussion mit Blick auf die modalspezifischen Entfernungsverteilungen ist hier aufzunehmen. Wurden bei der Maßnahmendiskussion Wirkungen identifiziert, welche Veränderungen in den Entfernungsverteilungen beinhalten, so ist die entsprechende Wirkung in Form von Zu- oder Abnahmen in Kilometern abzuschätzen.

Fahrleistung (Stufe 4 des Wirkungsmodells)

Zur nachgelagerten Quantifizierung der Umweltwirkungen benötigen die entsprechenden Modelle im Bereich des Straßengüterverkehrs die Fahrleistungsentwicklungen (in Fahrzeugkilometer). Dazu wurde im Wirkungsmodell der Zusammenhang zwischen Verkehrs- und Fahrleistung mit der Transmissionsgröße der mittleren Beladung in Tonnen je Fahrzeug betrachtet. Aus Gründen der Datenverfügbarkeit ist es nicht möglich, diese Beladungsdiskussion in den 40 Teilsegmenten zu führen. Stattdessen wird die gesamte Fahrleistung des Straßengüterverkehrs nach Fahrzeugklassen differenziert. Entsprechend wird auch die Verkehrsleistung aufgeteilt. Dabei werden die Fahrzeugklassen den für sie wichtigsten Teilsegmenten zugeordnet, so dass die fahrzeugklassenspezifischen Verkehrsleistungen von den jeweiligen Verkehrsleistungsentwicklungen der einzelnen Segmente abgeleitet werden können.

Die Diskussion der Beladung der einzelnen Fahrzeugklassen erfolgt entlang der Analyse der retrospektiven Entwicklungen. Diese Entwicklungen werden wie bei der Modalsplit- und der Transportweitendiskussion genauestens analysiert und auf mögliche Implikationen der einzelnen Maßnahmen diskutiert. Eventuelle Veränderungen der mittleren Beladungen werden als Zu- oder Abnahmen in Tonnen je Fahrzeug hinterlegt und mit der Verkehrsleistungsprognose verrechnet.

Umsetzung des Wirkungsmodells

Umgesetzt wurde das Wirkungsmodell in einem eigens für das Vorhaben aufgebauten Anwendungstool (basierend auf dem Tabellenkalkulationsprogramm Excel der Firma Microsoft). Darin sind alle notwendigen verkehrlichen und sozioökonomischen sowie angebotsbeschreibenden Inputdaten erfasst – inklusive des VVP 2030-Mengengerüsts resp. des Referenzszenarios bis 2030.

Die quantitativ gestützten Verfahren werden mit entsprechenden Funktionen ausgeführt, während für die qualitative Diskussion entsprechende Eingabemöglichkeiten vorgesehen sind. Die Analyse und Prognose wird im Tool mit vielfältigen Abbildungen unterstützt. Im Gegensatz zu klassischen Verkehrsmodellen gestattet dieses einfache Handling eine rasche Analyse und Anwendung des makroökonomischen Wirkungsmodells, so dass bei Bedarf auch weitere Sensitivitäten oder Szenarien mit vergleichbar geringem Aufwand diskutiert und quantifiziert werden können.

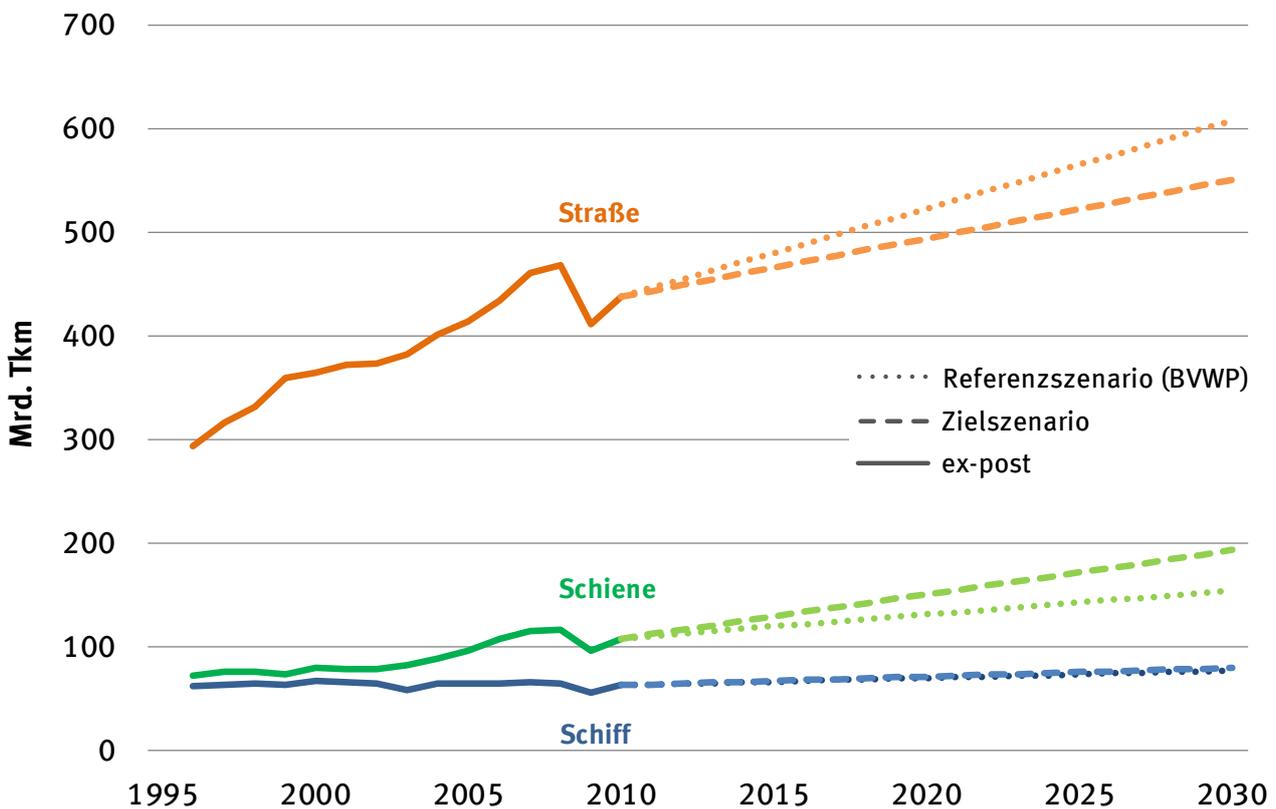
5.2.2 Ergebnisse

Die folgenden Abbildungen und Tabellen zeigen das Ergebnis der verkehrlichen Wirkungsmodellierung, die für das Zielszenario durchgeführt wurde. Die Modellierung des Zielszenarios wurde für den Zeitpunkt 2030 durchgeführt, der somit mit dem Endpunkt der VVP 2030 (= Referenzszenario) vergleichbar ist. In

den Grafiken und Abbildungen werden deshalb primär die beiden Szenarien Referenz vs. Ziel für den Zeitpunkt 2030 miteinander verglichen. Teilweise ist zur Einordnung der Ergebnisse auch die vergangene Entwicklung (ex-post) dargestellt.

Die folgende Abbildung 15 zeigt die vergangene Entwicklung der Transportleistung (tkm) im Güterverkehr seit 1996 sowie die prognostizierte Entwicklung von 2010 bis 2030 für das Referenzszenario (VVP 2030) und das Zielszenario. Gemäß Referenzszenario wächst die Transportleistung im Straßengüterverkehr zwischen 2010 und 2030 um +170 Mrd. tkm bzw. +39% (vgl. Tabelle 27). Im Zielszenario ist das Verkehrswachstum gedämpft und beträgt zwischen 2010 und 2030 noch +113 Mrd. tkm (+26%). Somit liegt die gesamte Transportleistung im Jahr 2030 im Zielszenario um 57 Mrd. tkm bzw. 9% unter dem Referenzszenario. Die verringerte Zunahme der Transportleistung auf der Straße ist primär eine Folge der Verlagerung, in geringem Maße auch des verminderten Zunahme der mittleren Transportdistanz. Umgekehrt ist die Situation beim Schienengüterverkehr. Dort steigt die Verkehrsleistung (tkm) im Referenzszenario bis 2030 um +46 Mrd. tkm (+43%) im Vergleich zu 2010. Im Zielszenario ist das Wachstum im gleichen Zeitraum sogar +85 Mrd. tkm (+79%).

Abbildung 15: Transportleistung Referenz- vs. Zielszenario



Eigene Darstellung.

Quellen: ex-post: Statistisches Bundesamt 2014; Referenz: BVU et al. 2014; Ziel: eigene Berechnungen.

Wenig Veränderung ergibt sich bei der Binnenschifffahrt, die im vorliegenden Vorhaben nicht im Zentrum steht: Im Zielszenario ist die Zunahme der Transportleistung bei der Schifffahrt bis 2030 mit +17 Mrd. tkm (+27%) leicht höher als beim Referenzszenario (+14 Mrd. tkm bzw. +23%). Die gesamte Transportleistung (tkm) über alle drei Verkehrsmodi steigt im Zielszenario zwischen 2010 und 2030 etwas we-

niger stark an (+35%) als in der Referenz (+38%). Dieses leicht verringerte Wachstum der Verkehrsleistung ist eine Folge der ökonomischen Maßnahmen, die zur Verteuerung der Transportkosten führen und sich dämpfend auf die gesamte Verkehrsleistung auswirken. Dieser Effekt kann auch durch die Zunahme infolge des ausgebauten Infrastrukturangebots auf der Schiene nicht kompensiert werden.

Etwas weniger stark ausgeprägt sind die Unterschiede zwischen Referenz- und Zielszenario beim Aufkommen (Tonnen), weil dort erst ein Teil der Wirkung der Maßnahmen sichtbar wird (nämlich die modale Verlagerung). Die Transportleistung beinhaltet zusätzlich auch die dämpfende Wirkung z.B. von steuerlichen Maßnahmen (Erhöhung der Lkw-Maut) auf die Transportdistanz, z.B. mittel- und langfristig als Folge von Standortentscheidungen, weshalb die Unterschiede zwischen Referenz und Ziel dort ausgeprägter sind (vgl. Tabelle 28).²⁷ Dämpfend auf die mittlere Transportdistanz können sich mittel- und langfristig beispielsweise Standortentscheidungen von Unternehmen oder Veränderungen in den Zulieferketten auswirken. Die folgende Tabelle zeigt die Ergebnisse für Transportaufkommen (Tonnen) und Transportleistung (Tonnen-km) für das Referenz- und Zielszenario sowie für den Zustand 2010. Das gesamte Transportaufkommen über alle Verkehrsmodi ist beim Referenz- und Zielszenario 2030 identisch. In der Modellierung wurde angenommen, dass die Maßnahmen keinen Einfluss auf das gesamtmodale Aufkommen haben.

Tabelle 27: Transportaufkommen und -leistung Referenz- vs. Zielszenario

	Straße	Schiene	Binnenschiff	Total
Transportaufkommen (in Mio. Tonnen)				
2010	3.120	360	230	3.710
Referenz 2030	3.640	440	280	4.360
Ziel 2030	3.520	560	290	4.360
Transportleistung (in Mrd. Tonnen-km)				
2010	437	108	62	607
Referenz 2030	607	154	76	838
Ziel 2030	550	193	79	822

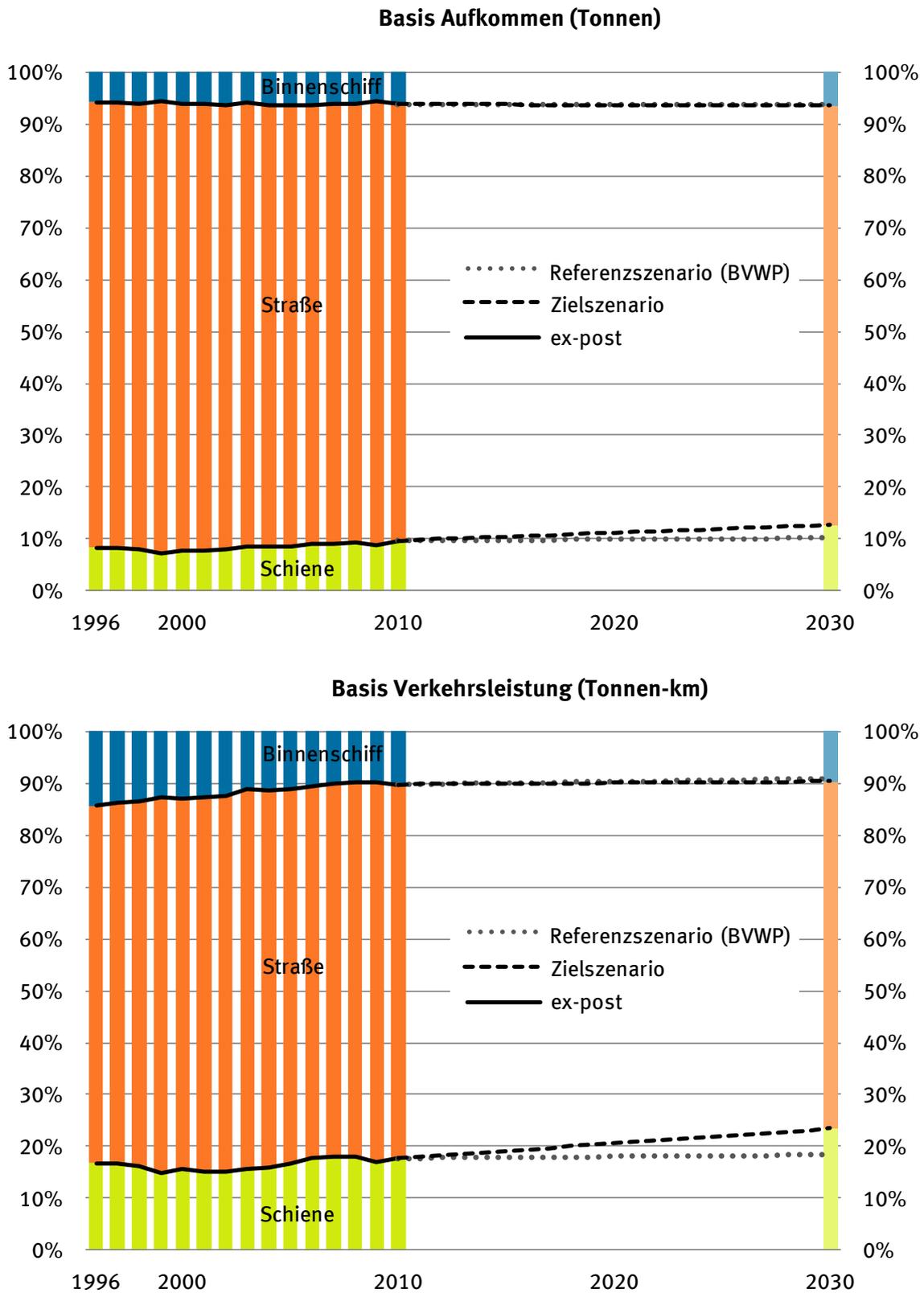
Quellen: Referenzszenario: BVU et al. 2014; Zielszenario: eigene Berechnungen.

Tabelle 28: Unterschied der beiden Szenarien im Jahr 2030 (Transportaufkommen & -leistung)

	Straße	Schiene	Binnenschiff	Total
Unterschied Ziel- vs. Referenzszenario 2030 (in %)				
Transportaufkommen (t)	-3%	+25%	+3%	0%
Transportleistung (tkm)	-9%	+25%	+4%	-2%

²⁷ Gemäß Literatur zu Preiselastizitäten im Verkehr bewirken Preiserhöhungen im Güterverkehr i) eine modale Verlagerung (der Tonnage, Wirkung auf t), ii) einen Rückgang der Transportdistanz (Wirkung auf tkm) und iii) zu einer Steigerung der Auslastung bzw. Effizienz (d.h. am Ende Wirkung auf die Fzkm). Eine Veränderung der tkm als Folge von Preiserhöhungen wird in etwa gleichen Teilen durch eine modale Verlagerung sowie eine Verringerung der Transportdistanz verursacht.

Abbildung 16: Veränderung Modalsplit Referenz- vs. Zielszenario



Eigene Darstellung.

Quellen: ex-post: Statistisches Bundesamt 2014; Referenz: BVU et al. 2014; Ziel: eigene Berechnungen.

Die Veränderung des Modalsplits zwischen 2010 und 2030 in den beiden Szenarien Referenz (VVP 2030) und Ziel ist in Abbildung 16 grafisch und in Tabelle 29 in absoluten Zahlen dargestellt. Die Hauptwirkung der im Zielszenario definierten Maßnahmen liegt bei einer modalen Verlagerung von der Straße auf die Schiene. Während im Referenzszenario der Schienenanteil beim Transportaufkommen (Tonnen) von 2010 bis 2030 nur leicht zunimmt (+0.5 Prozentpunkte), steigt der Schienenanteil im Zielszenario von aktuell 9,7% auf 12,7% im Jahr 2030 (+3 %-Punkte). Der Anteil des Straßengüterverkehrs am Aufkommen sinkt dagegen im Zielszenario von heute 84% auf knapp 81% im Jahr 2030. Die Abbildung 16 illustriert, wie das Zielszenario den Trend der letzten rund zehn Jahre fortschreibt, der v.a. beim Aufkommen eine Zunahme des Schienenanteils zeigt (+2%-Punkte zwischen 2000 und 2010). Das VVP 2030-Referenzszenario dagegen geht von einem Trendbruch aus, sodass der Schienenanteil beim Aufkommen stagniert.

Beim leistungsorientierten Modalsplit verstärkt sich der Verlagerungseffekt von der Straße zur Schiene. Der Anteil der Schiene nimmt im Zielszenario von heute 17,7% auf 23,4% im Jahr 2030 zu. Im Referenzszenario dagegen steigt der Schienenanteil bis 2030 nur marginal auf 18,4%. Der Anteil der Straße wächst im Referenzszenario auf Kosten der Binnenschifffahrt sogar ebenfalls leicht, während der Straßenanteil im Zielszenario von 72% im Jahr 2010 auf knapp 67% im Jahr 2030 sinkt. Auch beim leistungsorientierten Modalsplit zeigt die ex-post-Entwicklung eine Zunahme des Schienenanteils (ca. +2.5 %-Punkte in den letzten zehn Jahren), die im Zielszenario dank des umfassenden Maßnahmenpakets fortgeschrieben wird. Mit einem Schienenanteil von gut 23% im Jahr 2030 liegt auch das Zielszenario noch leicht unter dem Modalsplit-Ziel der Nachhaltigkeitsstrategie Deutschlands (25%), das bis 2015 hätte erreicht werden sollen.

Tabelle 29: Modalsplit Referenz- vs. Zielszenario

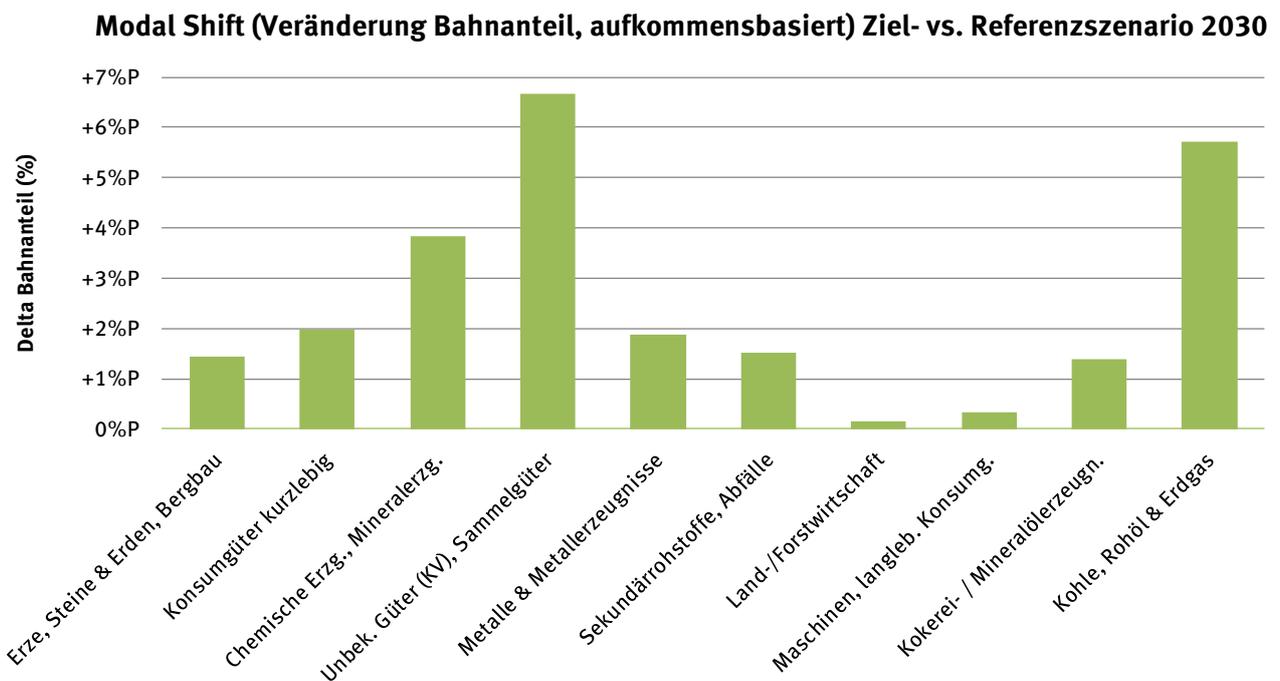
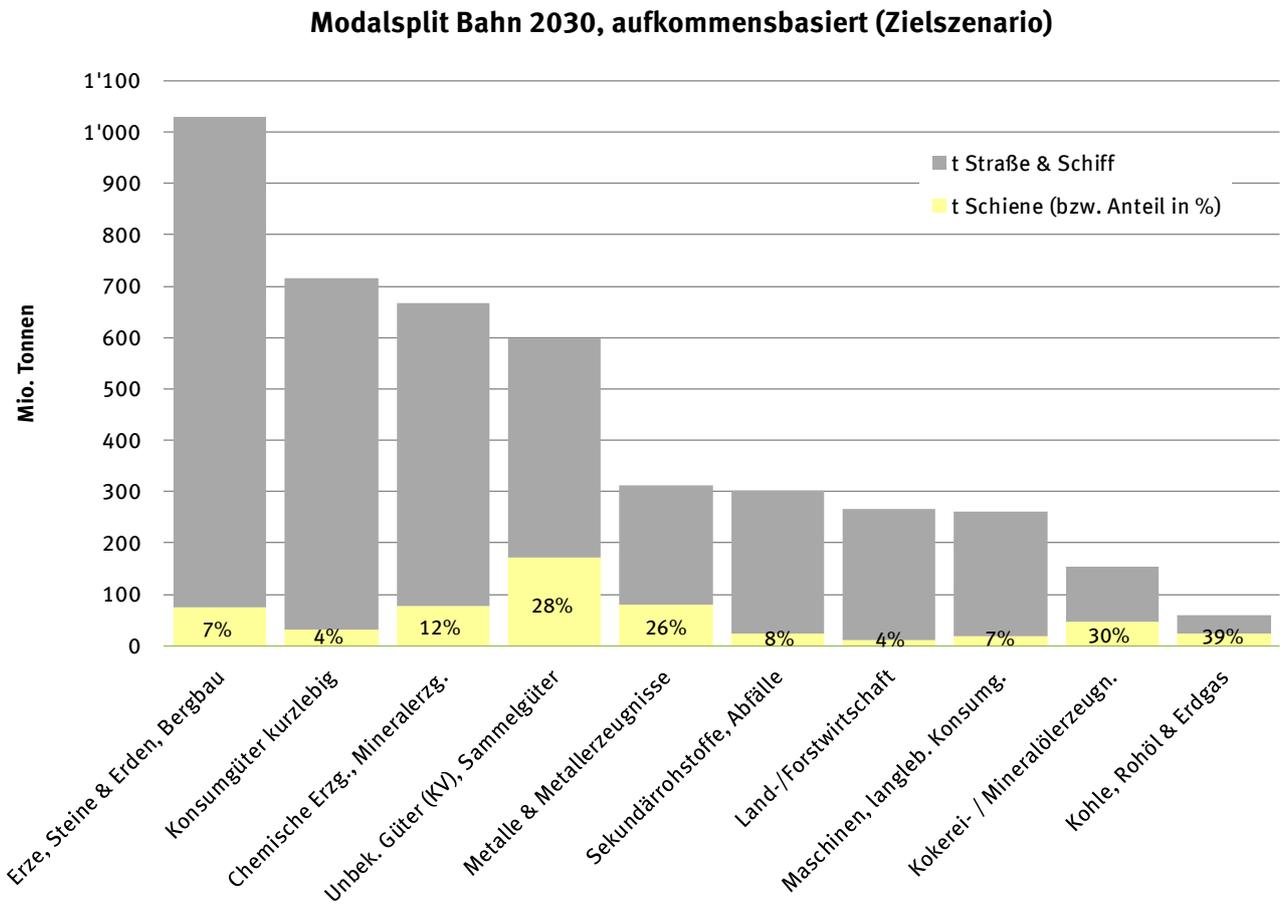
	Straße	Schiene	Binnenschiff
Modalsplit aufkommensbasiert (Tonnen)			
2010	84,1%	9,7%	6,2%
Referenz 2030	83,5%	10,2%	6,3%
Ziel 2030	80,7%	12,7%	6,5%
Modalsplit leistungsorientiert (Tonnen-km)			
2010	72,0%	17,7%	10,3%
Referenz 2030	72,5%	18,4%	9,1%
Ziel 2030	66,9%	23,4%	9,6%

Referenzszenario: BVU et al. 2014; Zielszenario: eigene Berechnungen.

Die verkehrliche Wirkung unterscheidet sich je nach Warengruppe zum Teil deutlich. Im Rahmen der Modellierung der Verkehrswirkung wurden 10 Warengruppen differenziert und die mögliche Wirkung der Maßnahmen des Zielszenarios einzeln analysiert und prognostiziert. Die Abbildung 17 zeigt die Zunahme des Bahnanteils im Zielszenario im Vergleich zum Referenzszenario für die einzelnen Warengruppen (grüne Balken). Zudem ist die absolute Relevanz der einzelnen Branchengruppen in Bezug auf das Aufkommen (Tonnage) dargestellt. Der größte Unterschied zwischen Ziel- und Referenzszenario ergibt sich bei der Warengruppe „Unbekannte/sonstige Güter (v.a. KV in Containern & Wechselbehältern), Sammelgüter, Post & Pakete“. Diese Warengruppe ist sehr affin für den kombinierten Verkehr, sodass der Bahnanteil (in Bezug auf das Aufkommen in t) im Zielszenario von zurzeit 18% auf gut 28% im Jahr 2030

steigen wird. Im Referenzszenario steigt der Anteil nur auf 22%, d.h. um 6,5%-Punkte weniger. Groß ist die Differenz zwischen Ziel- und Referenzszenario auch bei der Warengruppe Kohle, Rohöl und Erdgas. Hier geht das Zielszenario allerdings nicht von einer Zunahme des Bahnanteils aus, sondern lediglich von einem weniger starken Rückgang als in der Referenz: Der heutige Bahnanteil von 48% sinkt im Referenzszenario auf 33%, im Zielszenario dagegen ,nur‘ auf 39%. Allerdings ist diese Branche insgesamt von geringer Bedeutung.

Abbildung 17: Modale Verlagerung („Modal Shift“) zur Bahn im Zielszenario, nach Warengruppe



Eigene Darstellung

Von den aufkommensstarken Branchen ergibt die verkehrliche Modellierung bei den chemischen Erzeugnissen und Mineralerzeugnissen einen erheblichen Modal Shift zur Bahn (+4%-Pt.). Das VVP 2030-Referenzszenario geht von einem in etwa konstanten Bahnanteil (heute 7,4%, 2030 7,8%) aus, während im Zielszenario eine Zunahme auf 11,7% prognostiziert wird. Diese Zunahme ist zwar nicht unerheblich, entspricht aber eigentlich einer Trendfortschreibung der letzten 10-15 Jahre, während gemäß VVP 2030-Szenario dieser Trend gebrochen wird (vgl. Abbildung 18). Ähnliches gilt für die Branche ‚Erze, Steine und Erden, Bergbau‘, wo im Zielszenario ebenfalls der in der Vergangenheit eingesetzte Verlagerungstrend zur Bahn fortgeschrieben wird (vgl. Abbildung 24 im Annex). Bei anderen Branchen wie z.B. bei den Kokerei- und Mineralölerzeugnissen dagegen liegen Ziel- und Referenzszenario nahe beisammen, weil bereits die VVP 2030-Referenzentwicklung einen erheblichen Zuwachs des Bahnanteils prognostiziert (auch hier eine Fortschreibung der vergangenen Entwicklung).

Die folgende Tabelle zeigt die Unterschiede des Modalsplits im Zielszenario im Vergleich zum Referenzszenario. Im Unterschied zur obigen Abbildung 17 ist der leistungsbezogene Modalsplit (tkm) dargestellt.

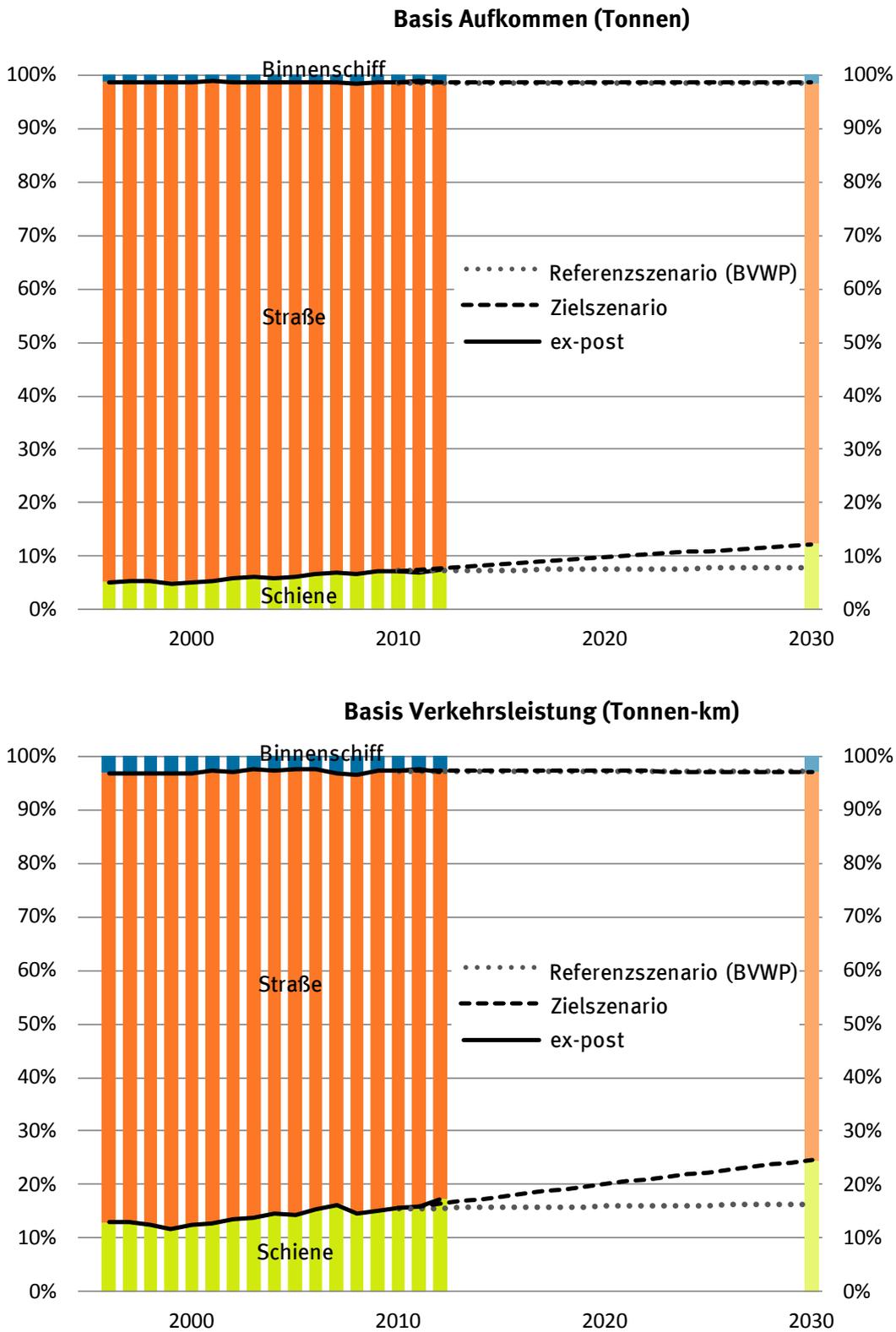
Tabelle 30: Modalsplit (tkm) nach Warengruppen: Ziel- vs. Referenzszenario

Warengruppe	Veränderung Ziel vs. Referenz (2030) in %-Punkten		
	Straße	Schiene	Binnenschiff
Erzeugnisse Land- & Forstwirtschaft	-3,0%	0,4%	2,5%
Kohle, rohes Erdöl und Erdgas	-0,7%	4,6%	-3,9%
Erze, Steine & Erden, Bergbauerzeugnisse	-2,6%	4,4%	-1,8%
Konsumgüter (kurzfristiger Verbrauch), Holzwaren	-5,0%	4,6%	0,4%
Kokerei- und Mineralölerzeugnisse	-1,0%	0,9%	0,1%
Chem. Erzeugnisse & Mineralerzeugnisse	-6,9%	5,7%	1,2%
Metalle und Metallerzeugnisse	-2,8%	1,1%	1,7%
Maschinen & Ausrüstungen, langlebige Konsumgüter	-0,7%	0,7%	0,1%
Sekundärrohstoffe, Abfälle	-4,0%	1,9%	2,2%
Unbekannte Güter (KV), Sammelgüter, Post & Pakete	-10,4%	10,5%	-0,1%
<i>Total</i>	<i>-5,6%</i>	<i>5,1%</i>	<i>0,5%</i>

Die folgende Abbildung zeigt für den Binnenverkehr der Warengruppe ‚chemische Erzeugnisse und Mineralölerzeugnisse‘ beispielhaft die Veränderung der modalen Anteile im Ziel- sowie im Referenzszenario, sowohl für das Aufkommen (t) als auch die Leistung (tkm).

Im Annex sind für die drei weiteren, in Bezug auf t und tkm wichtigsten Warengruppen die Veränderungen des Modalsplits im Ziel- und Referenzszenario dargestellt. Die Abbildungen zeigen jeweils nur den Binnenverkehr, der aber bei weitem die wichtigste Hauptverkehrsrelation ist (bei allen dargestellten Warengruppen mind. 50% der Transportleistung). Ebenfalls im Annex (Tabelle 52) dargestellt sind die Ergebnisse der verkehrlichen Analyse nach Hauptverkehrsrelationen (Binnen, Import, Export, Transit).

Abbildung 18: Entwicklung Modalsplit Ziel- vs. Referenzszenario:
Warengruppe chemische Erzeugnisse und Mineralölzeugnisse (Binnenverkehr)



Eigene Darstellung.

Quellen: ex-post: Statistisches Bundesamt 2014; Referenz: BVU et al. 2014; Ziel: eigene Berechnungen.

5.3 Ökonomische Wirkungen

Mit Hilfe eines Input-Output-Modells werden die ökonomischen Wirkungen der beiden Szenarien miteinander verglichen. Alle Analysen und Ergebnisse fokussieren auf die Veränderung zwischen Ziel- und Referenzszenario.

Insgesamt verändert das im Zielszenario definierte Maßnahmenbündel die gesamtwirtschaftlichen Kenngrößen Wertschöpfung und Beschäftigung im Vergleich zur Referenzentwicklung nur geringfügig. Sowohl Beschäftigung als auch Wertschöpfung steigen im Zielszenario im Vergleich zum Referenzszenario leicht an ($< 0.1\%$). Innerhalb des Verkehrsbereichs kommt es allerdings zu beträchtlichen Verschiebungen: die Entwicklung der Straßengüterverkehrsbranche ist im Zielszenario etwas gedämpft, während in der Schienenverkehrsbranche das Wachstum höher ausfällt.

5.3.1 Methodisches Vorgehen

Die ökonomische Wirkung wird anhand eines Input-Output Modells ermittelt. Seine Funktionsweise wird im Folgenden dargestellt.

Die Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung kennt mehrere Wege, die Wirtschaft zu betrachten. Zwei davon sind die Betrachtung der Wirtschaftsleistung von der Entstehungsseite und von der Verwendungsseite:

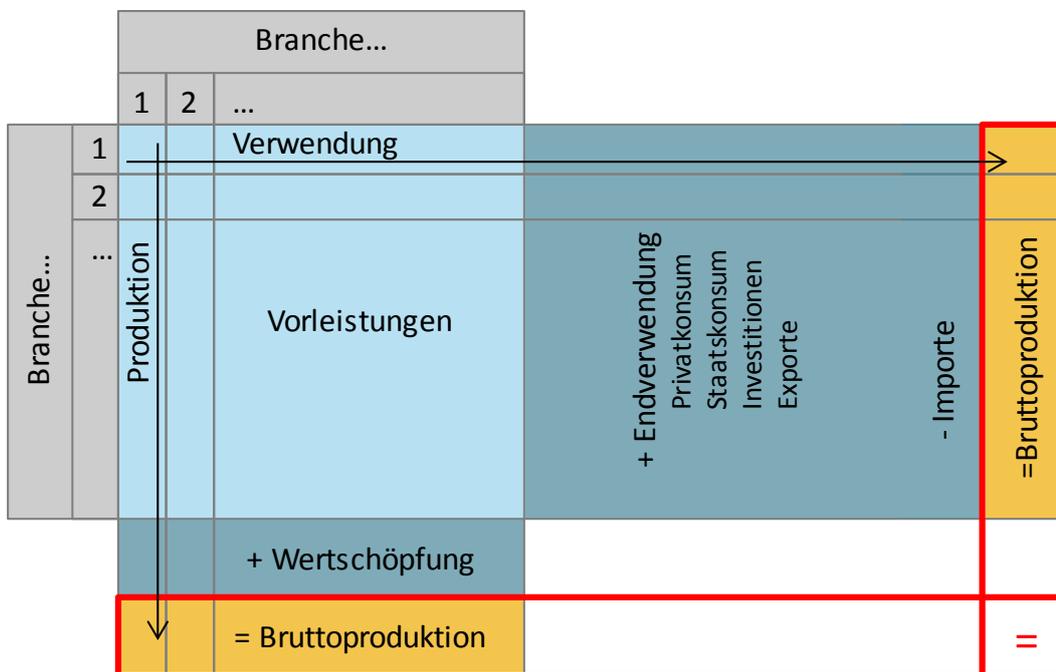
- ▶ Auf der Entstehungsseite (Produktionsseite) wird der Produktionsprozess jeder Branche abgebildet. Im Produktionsprozess werden durch den Einsatz von Vorleistungen (Zukäufe von Dritten) sowie von primären Inputs (Arbeit und Kapital) Güter hergestellt. Die Entstehungsseite zeigt somit, woher die einzelnen Leistungen stammen und gibt Aufschluss über die Kostenstruktur der Branchen.
- ▶ Die Verwendungsseite zeigt, an welche Bereiche die produzierten Güter verkauft werden, sei es als Vorleistungen für die Produktion in anderen Branchen oder als Lieferungen an den privaten Konsum, den Staatskonsum, die Investitionen oder die Exporte. Die Verwendungsseite gibt somit Aufschluss über die Absatzstruktur der Branchen.

Unabhängig von der Betrachtungsweise ist die resultierende Wertschöpfung und das Güteraufkommen stets dasselbe. Durch die Gegenüberstellung der Entstehungs- und Verwendungsseite kann daher ein Gleichungssystem aufgebaut werden. Das Input-Output-Modell macht sich diese Eigenschaft zunutze. Es funktioniert nach der Logik einer doppelten Buchhaltung: Alles was konsumiert bzw. verwendet wird, muss auch produziert werden. Ausgangspunkt für jede Input-Output-Analyse ist eine Input-Output-Tabelle (IOT). Wir verwenden die IOT 2008 von Deutschland mit 73 Branchen, wobei wir drei Verkehrsbranchen (Landverkehr, Schiffsverkehr, Lagerei sowie sonstige Dienstleistungen für den Verkehr) der Basis-IOT in 15 Unterbranchen differenziert haben, um für den Verkehrsbereich detailliertere Analysen vornehmen zu können. Insgesamt werden in der differenzierten IOT somit 85 Branchen dargestellt. Die folgende Abbildung 19 zeigt die Elemente der IOT.

Entstehungs- und Verwendungsseite in der IOT haben einen gemeinsamen Teil: die Vorleistungsverflechtungsmatrix (vgl. Abbildung 19). Diese Matrix zeigt die wirtschaftliche Verflechtung der Branchen untereinander. Die Vorleistungsbezüge (Spalten) der Branchen gibt an, wie stark eine Branche in ihrem Produktionsprozess auf Vorleistungen von anderen Branchen angewiesen ist. Die Vorleistungslieferungen (Zeilen) weisen aus, welcher Teil der Produktion einer Branche in anderen Branchen wieder als Input verwendet wird. Diese Vorleistungsverflechtungsmatrix wird auf der Produktionsseite (Spalten) ergänzt

durch den Bedarf an Kapital und Arbeit (Wertschöpfung) in der jeweiligen Güterproduktion. Auf der Verwendungsseite (Zeilen) werden die Endnachfragekomponenten angefügt, an welche die Branchen ihre Produkte liefern, z. B. an den privaten Konsum, als Investition, in den Export etc. Spaltenweise weist die Matrix also aus, welchen Wert an Gütern die Branchen in einem Jahr produzieren. Zeilenweise wird dargestellt, welchen Wert an Gütern die Branchen in einem Jahr insgesamt verkaufen. Unter der Voraussetzung, dass es keine Lagerveränderung gibt, müssen sich die beiden Seiten genau entsprechen. Die Zeilen ergeben in der Summe (abzüglich der Importe) die Bruttoproduktion. Ebenso ergeben die Spalten in der Summe die Bruttoproduktion. Sie entspricht dem, was eine Branche an Vorleistungen bezieht und mittels Kapital und Arbeit (Wertschöpfung) zu einem Produkt bzw. einer Dienstleistung verarbeitet. Die Wertschöpfung setzt sich zusammen aus Personalkosten, Abschreibungen, Zinsen, Gewinnen, plus Steuern minus Subventionen.

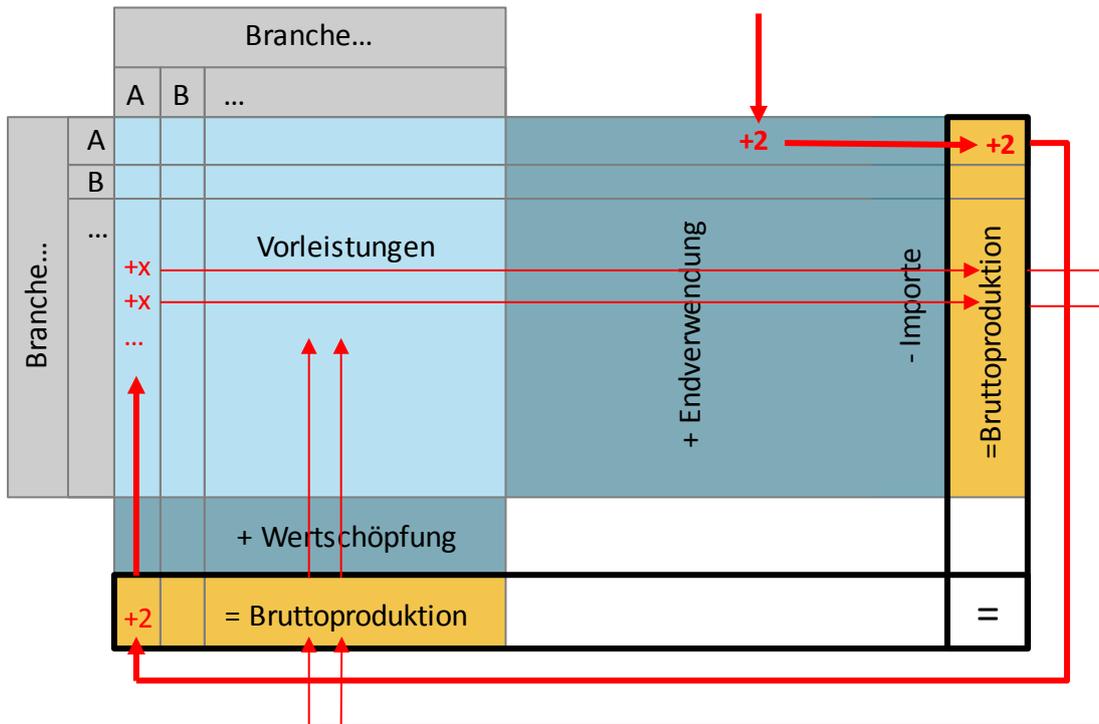
Abbildung 19: Schema Input-Output-Tabelle



Eigene Darstellung

Die folgende Abbildung zeigt, was passiert, wenn im Rahmen einer Input-Output-Analyse eine Veränderung der Nachfrage nach Gut A simuliert wird. Werden auf der Verwendungsseite 2 Einheiten mehr von Gut A nachgefragt, müssen diese auf der Produktionsseite bereitgestellt werden. Dadurch steigt auf der Verwendungsseite die Vorleistungsnachfrage, was dazu führt, dass diese auf der Produktionsseite zusätzlich hergestellt werden müssen. Dies erfordert aber wiederum Vorleistungen, was wiederum eine entsprechende Erhöhung der Bruttoproduktion erfordert usw. Dieser Vorgang wiederholt sich, bis die erforderliche Veränderung der Bruttoproduktion gegen Null strebt.

Abbildung 20: Schema Input-Output Simulation



Eigene Darstellung

Input-Output Modelle haben den Vorteil, dass simultan alle Branchen betrachtet werden. Damit kann die gesamtwirtschaftliche Wirkung einer Maßnahme analysiert werden. Dabei werden die Produktionsfunktionen der einzelnen Branchen in der IOT festgelegt. Nur durch exogene Eingriffe können sie verändert werden. Das Modell nimmt endogen keine Anpassungen vor.

Die Abschätzung der verkehrlichen Wirkung erfolgt in der vorliegenden Arbeit für das Zieljahr 2030. In der ökonomischen Analyse gehen wir der Frage nach, wie sich diese verkehrliche Wirkung auswirken würde, wenn sie in der heutigen Wirtschaftsstruktur stattfinden würde. Die Analyse beantwortet also die Frage „was passiert, wenn in der heutigen Wirtschaftsstruktur die Maßnahmen umgesetzt werden?“. Dieses Vorgehen begründet sich darin, dass für eine Analyse der Wirkung im Jahr 2030 die Branchenstruktur sowie die Produktionsfunktionen und damit die wirtschaftliche Verflechtung der verschiedenen Branchen für das Jahres 2030 prognostiziert werden müsste. Insbesondere die Prognose der Produktionsfunktionen wäre nur ungenau und unter einer Vielzahl von Annahmen möglich. Als „Best Guess“ dient daher die heutige Wirtschaftsstruktur als Grundlage.

Die Modellierung erfolgt jeweils für das gesamte Maßnahmenbündel und nicht für jede Maßnahme einzeln. Damit können Interdependenzen zwischen einzelnen Maßnahmen berücksichtigt werden.

5.3.2 Modellierung

Eine Input-Output-Modellierung erfolgt jeweils in mehreren Schritten:

1. Wirkungszusammenhänge festlegen: Darstellung der ökonomischen Wirkungsweise der zu modellierenden Maßnahmen.

2. Primärimpuls: Herleitung des wirtschaftlichen Impulses der direkt durch die Maßnahme ausgelöst wird. Dieser Impuls wird Primärimpuls genannt. Der Primärimpuls wird in das Modell eingegeben und ergibt ein erstes Resultat.
3. Einkommensausgleichseffekt: Die Wirtschaft unterliegt einer Budgetrestriktion. Steigen durch eine Maßnahme die Ausgaben der Volkswirtschaft, müssen entsprechende Mittel in anderen Bereichen eingespart werden. Sinken durch eine Maßnahme die Ausgaben der Volkswirtschaft, können in anderen Bereichen Mehrausgaben getätigt werden. Dieser sekundäre Impuls bringt das Budget der Volkswirtschaft wieder ins Gleichgewicht. In der Regel erfolgt dies über die Erhöhung oder Minderung des privaten Konsums.
4. Effizienzsteigerung: In den oberen Schritten wird jeweils unterstellt, dass die Produktionsweise – also die Produktionsfunktionen – konstant sind. Die Empirie zeigt jedoch, dass Preiserhöhungen im Straßenverkehr die Auslastung der Lkw und damit die Effizienz des Straßengüterverkehrs anheben. Ökonomisch gesehen entspricht dies einer Veränderung der Produktionsfunktion. Der gleiche Output wird nun mit weniger Inputs produziert. Diesen Effekt betrachten wir semiquantitativ.

Im Folgenden werden die ökonomischen Wirkungszusammenhänge der im Zielszenario definierten Maßnahmen dargestellt, der Primärimpuls und der Einkommensausgleichseffekt hergeleitet sowie die Wirkungsweise der Effizienzsteigerung dargestellt.

Ökonomische Wirkungszusammenhänge der Maßnahmen und Instrumente

In einem ersten Schritt muss definiert werden, welche Maßnahmen wie auf die Wirtschaft einwirken. Dabei wird jeweils analysiert, in wie weit die Maßnahme von der unterstellten Referenzentwicklung abweicht, die zu Grunde gelegt wurde. Modellseitig werden die ökonomischen Wirkungen des Zielszenarios relativ zum Referenzszenario berechnet. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick wie die verschiedenen Maßnahmen in der Modellierung berücksichtigt werden.

Tabelle 31: Ökonomische Wirkung der Instrumente und Maßnahmen

Instrument	Ökonomische Wirkung
Lkw-Maut: <ul style="list-style-type: none"> • Ausweitung auf weitere Straßen • Ausweitung auf leichte Nutzfahrzeuge • Erhöhung Abgabesatz 	Erhöht Kosten für Straßentransporte. Zusätzliche Einnahmen ermöglichen Entlastung des allgemeinen Staatshaushalts bei der Straßenfinanzierung.
Energiesteuer: Erhöhung Abgabe	Erhöht Kosten für Straßentransporte. Ist jedoch im Referenzszenario der VVP 2030 bereits berücksichtigt und wird daher nicht modelliert.
Zweckbindung eines Teils der Mautzuschläge zur Förderung des kombinierten Verkehrs	Gewährleistet langfristige Finanzierung und erhöht dadurch die Planungssicherheit, was sich in geringeren Transaktionskosten manifestiert. Transaktionskosten sind nur schwer fassbar und werden in den gängigen ökonomischen Modellierungen nicht berücksichtigt. Berücksichtigt werden allerdings die zusätzlichen Investitionen im kombinierten Verkehr (s. unten) sowie die Finanzierung dieser Investitionen durch Mautzuschläge (d.h. nicht über allgemeines Budget).

Instrument	Ökonomische Wirkung
Trassenpreissystem: Differenzierung, Zweckbindung, Erhöhung	Erhöhen die Kosten von Schienentransporten
Leistungs- & Finanzierungsvereinbarung (LuFV) Bahnen: Erhöhg. Finanzmittel	Ermöglicht den Erhalt der bisherigen Infrastruktur. Es wird angenommen, dass bereits im Referenzszenario zusätzliche Investitionen in den Erhalt getätigt werden. Wird daher nicht berücksichtigt.
Fonds zur Infrastrukturfinanzierung Schiene (,Bahninfrastrukturfonds‘)	Gewährleistet langfristige Finanzierung und erhöht dadurch die Planungssicherheit, was sich in geringeren Transaktionskosten manifestiert. Transaktionskosten sind nur schwer fassbar und werden in den gängigen ökonomischen Modellierungen nicht berücksichtigt.
Finanzielle Förderinstrumente kombinierter Verkehr und finanzielle Förderinstrumente Schienenverkehr in der Fläche	Setzt Anreize für Infrastrukturinvestitionen in den kombinierten Verkehr und den Schienenverkehr in der Fläche. Realisierung wird in Infrastrukturangebotsmaßnahmen (s. unten) erzielt und dort modelliert.
Ausbau des Straßennetzes	Erfolgt analog wie in der VVP 2030 (,Referenzszenario‘), daher keine Abweichung von der Referenz und daher keine Modellierung erforderlich.
Ausbau der Schieneninfrastruktur	Erfolgt stärker als in VVP 2030 vorgesehen. Gegenüber Referenzszenario ergeben sich zusätzliche Infrastrukturinvestitionen.
Ausbau Umschlaganlagen KV Schiene-Straße und Gleisanschlüsse	Zusätzliche Infrastrukturinvestitionen

Bei den Steuerungs- und Regulierungsinstrumenten wird angenommen, dass sie primär umweltseitig wirken und somit bei der Modellierung der Umweltwirkungen relevant sind. Es wird dagegen keine ökonomische Wirkung dieser regulativen Maßnahmen modelliert.

Herleitung Primärimpuls

Das gesamte Maßnahmenbündel hat einerseits eine verkehrliche Wirkung (berechnet in vorgängigem Kapitel 5.2) und andererseits eine Investitionswirkung. Diese beiden Elemente bilden gemeinsam den Primärimpuls.

Die folgende Tabelle zeigt die verkehrliche Wirkung und die daraus resultierenden Effekte auf den Umsatz der Transportunternehmen, die Fahrzeuginvestitionen und den Infrastrukturverschleiß, der zu entsprechenden Ersatzinvestitionen führt. Zudem sind die zusätzlichen Investitionen im Zielszenario in den Ausbau der Verkehrsinfrastruktur ausgewiesen.

Tabelle 32: Wirkung der Maßnahmen auf Umsatz und Investitionen: Ziel- vs. Referenzszenario

Veränderung...		Straße	Schiene	Binnen-schiff	Total
...tkm im Jahr 2030 (Ziel vs. Referenz)	%	-9,4%	25,3%	3,7%	-1,9%
...tkm absolut, skaliert auf 2010 ²⁸	Mio. tkm	-41.265	27.187	2.322	-11.756
...Umsatz inländische und ausländische Transportunternehmen	Mio. €	-4.300	• Transport: 2.135 • Umschlag: 389	• Transport: 205 • Umschlag: 33	-1.538
...Umsatz inländische Transportunternehmen	Mio. €	-2.694	• Transport: 1.708 • Umschlag: 389	• Transport: 71 • Umschlag: 33	-492
...Fahrzeuginvestitionen	Mio. €	-276	41	2	-233
...Nachfrage nach deutschen Fahrzeugen	Mio. €	-229	34	1	-193
...Infrastrukturabnutzung	Mio. €	-340	0 ²⁹	7	-333
...Infrastrukturinvestitionen ³⁰	Mio. €	0	• Schiene: 880 • KV: 200		1.080

Die Veränderung im verkehrlichen Bereich führt erst einmal dazu, dass der Umsatz der Schienen- und Binnenschifftransportunternehmen sowie der Güterumschlagsfirmen steigt und jener des Straßentransportunternehmens sinkt. Da die Verkehrsleistung insgesamt spürbar abnimmt, können die Zunahmen im Schienen- und Schiffsbereich die Verluste im Straßenverkehr nicht kompensieren. Es resultiert ein negativer Umsatzsaldo von rund 1,5 Mrd. €. Diese Umsatzveränderungen fallen nicht nur bei deutschen Unternehmen sondern teilweise auch bei ausländischen Unternehmen an. Im profitierenden Schienenverkehr ist der Anteil ausländischer Unternehmen deutlich geringer als im Straßenverkehr. Damit entfallen die Umsatzgewinne im Schienenverkehr zu höheren Anteilen auf inländische Unternehmen als die Um-

- ²⁸ Aus modelltechnischen Gründen werden die tkm im Jahr 2030 auf jene des Jahres 2010 skaliert (Annahme: tkm 2010 = 100%). D.h. dass als Impulsgröße die -9.4% Straßengüterverkehr auf die tkm im Jahr 2010 umgelegt werden, wodurch -41.265 Mio. tkm resultieren. Die absolute Reduktion im Jahr 2030 wäre um das Wachstum des Straßenverkehrs zwischen 2010 und 2030 höher. Eine Skalierung auf das Jahr 2010 ist notwendig, weil das Input-Output Modell die Wirtschaftsstruktur des Jahres 2010 abbildet.
- ²⁹ Die zusätzliche Infrastrukturabnutzung bei der Schiene beträgt 163 Mio. €, ist jedoch bereits als Trassenpreise in den Unternehmensumsätzen enthalten.
- ³⁰ Berücksichtigt werden die Investitionen, die nicht bereits im VVP 2030 implizit berücksichtigt sind und daher über das Referenzszenario hinausgehen. D.h. insbesondere der aufgelaufene Substanzerhalt und die Ausbaurvorhaben des „dringlichen Bedarf 2003“ sind nicht berücksichtigt.

satzrückgänge im Straßenverkehr. Insgesamt beträgt daher der für die deutsche Volkswirtschaft relevante Differenz der Umsätze ca. 0.5 Mrd. € pro Jahr. Allerdings entspricht dies keinem Umsatzrückgang gegenüber heute, sondern lediglich einem verminderten Wachstumspotenzial bis 2030. Gegebenenfalls ergibt sich aber dadurch trotzdem ein Nachsteuerbedarf des Staates zur (teilweisen) Kompensation dieser Wirkungen.

Neben der Veränderung der Umsätze der Transportunternehmen verändert sich auch die Nachfrage nach Fahrzeugen für den Gütertransport. Auch hier muss wiederum abgegrenzt werden, welcher Anteil davon aus dem Inland bezogen wird. Die Nachfrage nach deutschen Fahrzeugen sinkt insgesamt um rund 200 Mio. €. Zudem müssen aufgrund des geringeren Verschleißes jährlich 333 Mio. weniger in den Substanzerhalt der Verkehrsinfrastruktur (Straße) investiert werden.

Damit diese Verkehrsverlagerung auf die Schiene möglich wird, werden vom Staat und Privaten jährlich zusätzlich 1,08 Mrd. € in den Ausbau der Schieneninfrastruktur und der Infrastruktur für den kombinierten Verkehr investiert.

Herleitung Einkommensausgleichseffekt

Die Volkswirtschaft insgesamt unterliegt einer Budgetrestriktion: Führt eine Maßnahme zu höheren Ausgaben, müssen diese durch die Reduktion von anderen Ausgaben wieder kompensiert werden. Entstehen jedoch Minderausgaben, können diese in anderen Bereichen neu ausgegeben werden. Mehr- und Mindereinnahmen können schließlich auf drei Ebenen anfallen:

- ▶ öffentliche Hand
- ▶ private Haushalte
- ▶ Investitionen

Die Veränderungen der Unternehmenseinnahmen sind hier nicht relevant, da Unternehmen nie Endverwender von Gütern sind. Im Folgenden betrachten wir die drei Elemente einzeln.

Öffentliche Hand:

Bei der öffentlichen Hand verändern sich die Ausgaben im Zielszenario wie folgt:

Tabelle 33: Veränderung Ausgaben öffentliche Hand

Mehrausgaben (+) bzw. Einsparungen (-) in Mio. EUR/a	Straße	Schiene	KV	Binnen- schiff	Total
Investitionen Substanzerhalt (Veränderung Nutzung)	-340	0 ²⁹	0	10	-330
Investitionen Ausbau	0	880	115 ³¹	0	995
Total	-340	880	115	7	665

³¹ Enthält nur Anteil der öffentlichen Hand. Zusätzlich werden 85 Mio. €/a von Privaten investiert.

Aufgrund der veränderten Transportmittelwahl muss der Staat jährlich 340 Mio. € weniger in den Straßenunterhalt dafür 7 Mio. mehr in die Wasserstraßen investieren. Gleichzeitig investiert er jährlich zusätzlich 995 Mio. in den Ausbau der Schieneninfrastruktur. Es resultieren jährliche Mehrausgaben von 662 Mio. €.

Gleichzeitig verändern sich die Einnahmen der öffentlichen Hand folgendermaßen:

Tabelle 34: Veränderung Einnahmen öffentliche Hand

Mehreinnahmen (+) bzw. Mindereinnahmen (-) in Mio. EUR/a	Straße	Schiene	Binnen- schiff	Total
Infrastrukturabgabe: Delta aufgrund Erhöhung/Ausweitung der Abgabepflicht ³²	4.600	70	0	4.670
Infrastrukturabgabe: Delta aufgrund Veränderung der Verkehrsleistung	-400	0	0	-400
Energiesteuern	-350	10	0	-340
Kfz-Steuern	-25	0	0	-25
MWSt ³³	-800	400	40	-360
Total Veränderung Einnahmen	3.025	480	40	3.545
- Veränderung Ausgaben				-665
Total Veränderung Staatshaushalt				+2.880

Durch die Erhöhung der Maut und der Trassenpreise³⁴ wird der Staatshaushalt jährlich um 4,7 Mrd. € entlastet. Die Verminderung der Transporte auf der Straße reduziert die Mauterträge jedoch wieder um 0,4 Mrd. €. Gleichzeitig sinken die Einnahmen der Energiesteuer, Kfz-Steuer und MWSt um rund 740 Mio. €. Netto steigen die Staatseinnahmen um 3,5 Mrd. €/a.

Unter Berücksichtigung der leichten Zunahme der Ausgaben wird der Staatshaushalt um rund 2,9 Mrd. € entlastet. Es wird angenommen, dass die öffentliche Hand den privaten Haushalten in entsprechendem Umfang Steuererleichterungen gewährleistet.

³² Im Jahr 2030 betragen die Mehreinnahmen der Maut 6,4 Mrd. €/a und jene der Trassenpreise 100 Mio. €/a. Die ausgewiesenen Werte sind die auf das Verkehrsniveau im Jahr 2010 skalierten Werte.

³³ Eine Veränderung der Umsätze (z.B. Verringerung der Umsätze im Straßenverkehr, Erhöhung im Schienenverkehr) führt zu einer Veränderung der MWSt-Einnahmen des Staates.

³⁴ Die Trassenentgelte fließen zwar an den Infrastrukturbetreiber, es wird jedoch angenommen, dass sie den Staat durch geringere Beiträge via LuFV entlasten.

Private Haushalte:

In der Analyse wird angenommen, dass die Unternehmen die Veränderung der Transportkosten an die Endverwender weitergeben. Da sowohl Inländer wie auch Ausländer Transportleistungen auf deutschem Gebiet nachfragen, wirken sich die veränderten Transportkosten nur teilweise auf das frei verfügbare Einkommen der Haushalte aus. Wir gehen davon aus, dass hinter dem Binnenverkehr zu 100% und hinter dem Import- und Exportverkehr zu 50% inländische Endnachfrager stehen. Der Transitverkehr wird zu 100% dem Ausland zugeordnet. Damit werden 68% der Veränderung der gesamten Transportkosten den Inländern weitergegeben.

Tabelle 35: Veränderung frei verfügbares Einkommen der Haushalte

Kostenreduktion (+) ; Kostenzunahme (-) in Mio. €/a	Ausländer und Inländer	Inländer
Veränderung der Transportkosten	1.550	1.050
Veränderung der Infrastrukturabgaben	-4.250	-2.900
Veränderung der Steuern	2.880	2.880
Total Veränderung frei verfügbares Einkommen	180	1.030

Die Umsatzrückgänge des Transportgewerbes (Straße, Schiene und Binnenschiff) durch einen Rückgang der Transportleistung entlasten die inländischen Haushalte um 1,0 Mrd. €/a. Andererseits müssen sie über die Mauterhöhung 2,9 Mrd. € mehr an die Infrastrukturfinanzierung beitragen. Gleichzeitig kann der Staat jedoch die Steuern um 2,9 Mrd. € senken, so dass die Haushalte jährlich rund 1 Mrd. € mehr zur Verfügung haben. Dieses Geld nutzen sie für zusätzlichen Konsum.

Der positive Gesamteffekt auf die privaten Haushalte resultiert v.a. dadurch, dass ausländische Nachfrager über die Lkw-Maut jährlich rund 1,4 Mrd. € zusätzlich an die Infrastrukturfinanzierung beisteuern und die Haushalte dadurch von Steuererleichterungen (oder vermiedenen Steuererhöhungen) profitieren können.

Private Investitionen:

Im Zielszenario wird von einem erheblichen Ausbau der Schieneninfrastruktur sowie der Infrastrukturen des kombinierten Verkehrs ausgegangen. Während der Ausbau des Schienennetzes primär von der öffentlichen Hand finanziert wird, wird im kombinierten Verkehr ein Teil der Investitionen von Privaten getragen. Die steigende Nachfrage im Schienenverkehr erhöht zudem den Bedarf nach Rollmaterial, finanziert von den Transportunternehmen. Die privaten Investitionen ändern sich im Zielszenario wie folgt:

Tabelle 36: Veränderung private Investitionen

Mehrinvestitionen (+); verminderte Investitionen (-) in Mio. €/a	Veränderung der Investitionen
Private Investitionen in Infrastrukturen des kombinierten Verkehrs	85
Fahrzeuginvestitionen von deutschen Transportunternehmen	-139
Total Veränderung private Investitionen	-54

Wirkung der Effizienzsteigerung

Die Empirie zeigt, dass bei einem Anstieg der Straßenabgaben in der Regel eine Erhöhung der durchschnittlichen Auslastung der Lastwagen (Tonnen pro Fahrzeug) beobachtbar ist. Da die Tonnen und Transportdistanzen gleich bleiben, schlägt sich das in einer Veränderung der Fahrzeug-km, jedoch nicht in den tkm nieder. Die bisherige Wirkungsanalyse bezieht diesen Effekt noch nicht mit ein. Die verkehrliche Modellierung geht davon aus, dass die durchschnittliche Auslastung der Lastwagen aufgrund der Ausweitung der Lkw-Maut um ca. 3% steigt (vgl. Fußnote 27).

Eine Effizienzsteigerung bedeutet, dass sich die Produktionsfunktion des Güterverkehrs verändern. Der gleiche Output wird mit weniger Inputs produziert. Wir gehen davon aus, dass im Zuge der Effizienzsteigerung alle Inputs (Arbeit, Kapital, Vorleistungen) zu gleichen Teilen reduziert werden. Zuerst wirkt dieser Effekt negativ auf die Wirtschaft, weil weniger Arbeitskräfte im Transportgewerbe eine Beschäftigung haben und das Transportgewerbe weniger Vorleistungen von anderen Branchen nachfragt, was wiederum deren Wertschöpfung und Beschäftigung mindert.

Gleichzeitig bedeutet jedoch eine Effizienzsteigerung im Transportgewerbe, dass bei den Endnachfragern weniger Kosten für dieselbe Leistung anfallen (inkl. Berücksichtigung der höheren Mautkosten). Ihr reales Einkommen steigt also und sie können mehr andere Güter konsumieren. Dieser Effekt wirkt sich positiv auf die Wertschöpfung der Gesamtwirtschaft aus.

Der Nettoeffekt der beiden Aspekte kann sowohl positiv wie auch negativ ausfallen. Dies bedeutet jedoch nicht, dass Effizienzgewinne sich langfristig auch negativ auf die Wirtschaft auswirken können. Viel mehr geht damit eine Steigerung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit einher, was sich negativ auf die Importe und positiv auf die Exporte der jeweiligen Branche auswirkt. Zudem erhöht sich damit der Potenzialoutput der Wirtschaft, da ein Arbeitskräfte- und Kapitalpotenzial freigesetzt wird, das sich wiederum weiteren Tätigkeiten zuwenden und es damit der Volkswirtschaft ermöglicht bei gleicher Faktorausstattung (Arbeit, Kapital) real mehr Wertschöpfung zu generieren. Insbesondere in Zeiten angespannter Arbeitsmärkte (Stichwort Fachkräftebedarf resp. aktuelle Schwierigkeiten genügend Fahrer zu rekrutieren) kann dieses Element zentral sein. Diese Effekte sind dynamisch und in ökonomischen Modellen nur schwer nachbildbar. Dieser Aspekt wird deshalb nicht modelltechnisch nachgebildet.

In die Modellierung gehen folgende Impulse ein:

Tabelle 37: Wirkung der Effizienzsteigerung

Art der Impulse	Höhe Impuls in Mio. €/a
Umsatzminderung Straßengüterverkehr durch günstigere Kosten pro tkm infolge höherer Auslastung der Lkw	-1.223
Erhöhung des real verfügbaren Einkommens der Haushalte (Konsumzunahme)	+1.329
dynamische Effekte	nicht modelliert

5.3.3 Ergebnisse

Die Ergebnisse der Analyse des Maßnahmenbündels im Güterverkehr werden dreistufig dargestellt: Wir zeigen nacheinander die Wirkung des Primärimpulses, des Einkommensausgleichseffekts und schließlich des Totals beider Impulse. Die Wirkung der Effizienzsteigerung im Straßengüterverkehr (Erhöhung der

Auslastung der Lkw) kann nicht vollständig modelliert werden. In der Box „Wirkung der Effizienzsteigerung“ am Ende dieses Kapitels wird deren Wirkung quantitativ diskutiert. Die Wirkung der Effizienzsteigerung kann zu den beiden anderen Effekten addiert werden.

Wir zeigen jeweils die Wirkung auf die Beschäftigten und die Wertschöpfung. Zu bedenken ist, dass die Analyse untersucht, wie das Maßnahmenbündel in der Wirtschaftsstruktur im Jahr 2010 wirken würde („Was wäre wenn heute?“). D.h., dass die absoluten Zahlen (Anzahl Beschäftigung, Mio. € Wertschöpfung) auf das Verkehrs- und Wirtschaftsaktivitätsniveau im Jahr 2010 skaliert sind. Im Jahr 2030 würden die absoluten Zahlen (Anzahl Beschäftigte und Wertschöpfung) analog zum Verkehrs- und Wirtschaftswachstum zwischen 2010 und 2030 höher ausfallen. Die relativen Größenordnungen (prozentuale Veränderung Wertschöpfung und Beschäftigung) bleiben jedoch – ohne größere Strukturverschiebungen in der Wirtschaftsstruktur – in etwa konstant.

Wirkung des Primärimpulses

Um die verschiedenen Wirkungskanäle der Maßnahmen unterscheiden zu können, werden im Folgenden die Wirkung des Primärimpulses und des Einkommensausgleichseffekts getrennt dargestellt. Primärimpuls und Einkommensausgleichseffekt sind jedoch untrennbar miteinander verbunden. Für die volkswirtschaftliche Beurteilung ist die Summe aus Primärimpuls und Einkommensausgleichseffekt relevant. Separate Teilergebnisse werden nicht bewertet.

Der durch das Zielszenario ausgelöste Primärimpuls hat folgende Wirkung:

Tabelle 38: Wirkung Primärimpuls auf Beschäftigte und Wertschöpfung

Branche	Beschäftigte Anzahl Personen	Wertschöpfung in Mio. EUR / a	Beschäftigte in %	Wertschöpfung in %
Straßengüterverkehr ³⁵	-25.900	-1.000	-5%	-5%
Schienengüterverkehr	+11.600	+850	+33%	+33%
Schieneinfrastruktur und Frachtumschlag / Lagerei / sonst. Logistik	+4.500	+500	+1%	+2%
Hoch- und Tiefbau	+6.600	+300	+1%	+1%
Restliche Branchen	+1.600	+200	+0,004%	+0,008%
Total (alle Branchen)	-1.600	+850	-0,004%	+0,039%

Für die volkswirtschaftliche Beurteilung ist die Summe aus Primärimpuls und Einkommensausgleichseffekt relevant. Teilergebnisse aus dem Primärimpuls und dem Einkommensausgleichseffekt sind nicht zu werten.

Der Primärimpuls führt aufgrund der deutlichen Verlagerung der Verkehrsleistung von der Straße auf die Schiene und dem generellen Rückgang der Transportleistung zu einem Rückgang der Beschäftigung im Straßenverkehr um ca. 26.000 Personen und bei der Wertschöpfung um knapp 1 Mrd. €. Dies entspricht einem Rückgang des Umsatzes in diesem Sektor um 5%. Der Rückgang der Beschäftigung und Wert-

³⁵ Berücksichtigt sind der gewerbliche Verkehr und der Werkverkehr.

schöpfung deutscher Unternehmen ist dabei unterproportional zum Rückgang der Transportleistung auf deutschen Straßen, die ca. 9% beträgt. Dies hat mehrere Gründe: Einerseits entfällt nur ein Teil des Verkehrsrückgangs auf deutsche Unternehmen. Andererseits werden vor allem schwere Lkw-Verkehre mit langen Distanzen auf die Schiene verlagert. Diese Verkehre weisen etwas günstigere Kosten (bzw. Umsätze) pro tkm auf als der Durchschnitt.

Im Schienenverkehr steigt die Beschäftigung um 12.000 Personen und die Wertschöpfung um knapp 0.9 Mrd. € pro Jahr. Das entspricht einem Wachstum des Sektors um 33%. Hier gilt das Umgekehrte wie im Straßenverkehr: Die Zunahme von Beschäftigung und Wertschöpfung fällt im Vergleich zur Zunahme der Verkehrsleistung überproportional aus. Dies begründet sich insb. dadurch, dass die neu verlagerten Verkehre pro Verkehrsleistung etwas höhere Kosten (und damit Umsätze und direkte sowie indirekte Wertschöpfung) verursachen, als der Durchschnittstransport auf der Schiene. Bei der Verlagerung auf die Schiene kommt es zu 4.500 zusätzlichen Beschäftigten und 0.5 Mrd. € mehr Wertschöpfung in den Branchen Schieneninfrastruktur und Frachtumschlag / Lagerei / sonstige Logistik. Insgesamt steigt die Beschäftigung in den Bahnsektoren um 16.100 Personen und die Wertschöpfung nimmt um 1.4 Mrd. € zu. Vergleicht man dies mit der Reduktion im Straßengüterverkehr, nimmt die Beschäftigung im Verkehrsbereich insgesamt ab. Prozentual gesehen, ist die Abnahme der Beschäftigung stärker als jene der Verkehrsleistung. Gleichzeitig steigt die Wertschöpfung trotz insgesamt abnehmender Verkehrsleistung. Dies begründet sich in einer geringeren Beschäftigungsintensität resp. höheren Wertschöpfungsintensität des Schienenverkehrs gegenüber jener des Straßengüterverkehrs.

Die zusätzlichen Bauinvestitionen führen überdies zu einem Wachstum von Beschäftigung und Wertschöpfung in der Baubranche um je 1%. Zudem entstehen in Deutschland in den übrigen Branchen wegen der veränderten Vorleistungsnachfrage 1.600 zusätzliche Stellen und 200 Mio. € Wertschöpfung.

Insgesamt gehen durch den Primärimpuls 1.600 Arbeitsstellen verloren, während die Wertschöpfung um 0.9 Mrd. € zunimmt.

Wirkung des Einkommensausgleichseffekts

Der Primärimpuls führt dazu, dass das frei verfügbare Einkommen der Haushalte um 1.0 Mrd. € steigt und zudem 54 Mio. € an privaten Investitionsmittel frei werden (vgl. Kap. 5.3.1). Das frei verfügbare Haushaltseinkommen führt dazu, dass der Konsum steigt. Wir unterstellen in der Modellierung, dass alle Konsumarten proportional zu den bisherigen Gewohnheiten erhöht und die frei verfügbaren Investitionsmittel gemäß den bisherigen privaten Investitionsmustern neu investiert werden. Insgesamt erhöhen sich durch den Einkommensausgleichseffekt der Umsatz und die Beschäftigung in allen Branchen etwas. Die folgende Tabelle zeigt die Gesamtwirkung des Einkommensausgleichseffekts im Zielszenario auf alle Branchen:

Tabelle 39: Wirkung des Einkommensausgleichseffekts auf Beschäftigte und Wertschöpfung

Branche	Beschäftigte Anzahl Personen	Wertschöpfung in Mio. EUR / a	Beschäftigte in %	Wertschöpfung in %
Total (alle Branchen)	12.473	693	+0,03%	+0,03%

Der Einkommensausgleichseffekt führt zu 12.500 zusätzlichen Beschäftigten und 0.7 Mrd. € zusätzlicher Wertschöpfung resp. je einer Zunahme um 0.03%.

Gesamtwirkung von Primäreffekt und Einkommensausgleichseffekt

Insgesamt wirkt das im Zielszenario definierte Maßnahmenbündel wie folgt auf Beschäftigung und Wertschöpfung:

Tabelle 40: Wirkung von Primärimpuls und Einkommensausgleichseffekt auf Beschäftigte und Wertschöpfung³⁶

Branche	Beschäftigte Anzahl Personen	Wertschöpfung in Mio. EUR / a	Beschäftigte in %	Wertschöpfung in %
Straßengüterverkehr ³⁷	-25.700	-950	-5%	-5%
Schienengüterverkehr	+11.650	+850	+33%	+33%
Schieneinfrastruktur und Frachturnschlag / Lagerei / sonst. Logistik	+4.600	+500	+1%	+2%
Hoch- und Tiefbau	+6.650	+300	+1%	+1%
Restliche Branchen	+13.700	+850	+0,04%	+0,04%
Total (alle Branchen)	+10.900	+1.550	+0,03%	+0,07%

Die Beschäftigung und Wertschöpfung der Gesamtwirtschaft sind im Zielszenario um ca. 11.000 Beschäftigte (+0,03%) resp. gut 1,5 Mrd. € (+0,07%) höher als im Referenzszenario. Innerhalb des Verkehrsbereichs kommt es zu beträchtlichen Verschiebungen. Der Straßenverkehr weist im Zielszenario eine um 5% geringere Beschäftigung und Wertschöpfung auf, beim Schienenverkehr sind Beschäftigung und Wertschöpfung dagegen um einen Drittel höher als im Referenzszenario. Auch in der Schieneinfrastrukturbranche sowie der Branche Frachturnschlag / Lagerei / sonstige Logistik ergeben sich im Zielszenario eine höhere Wertschöpfungen und Beschäftigung. Insgesamt ist im Zielszenario die Beschäftigung in der gesamten Güterverkehrsbranche um 9.500 Arbeitsstellen geringer als im Referenzfall, die Wertschöpfung dagegen um 400 Mio. € höher (jeweils Summe aus den obersten drei Zeilen). Diese Wirkung ergibt sich einerseits, weil die Beschäftigungsintensität des Schienengüterverkehrs geringer und die Wertschöpfungsintensität höher ist als im Straßenverkehr, andererseits weil die Transportleistung im Zielszenario geringer ist als im Referenzfall und somit der Umsatz im Güterverkehr im Zielszenario bis 2030 etwas weniger stark zunimmt als im Referenzszenario.

Eine Gewinnerin des Maßnahmenpakets ist die Baubranche, die von den höheren Investitionen in die Schieneinfrastruktur profitiert. In dieser Branche erhöhen sich Beschäftigung und Wertschöpfung im Zielszenario um je 1%.

Zu den Gewinnern gehörten auch die Bevölkerung und der Staat. Der Staat erzielt deutliche Mehreinnahme insb. durch die Mauterweiterung und -erhöhung. Dies entlastet die Steuerzahler. Da ein beträchtlicher

³⁶ Die Resultate beziehen sich auf die Annahme, dass die Maßnahmen heute umgesetzt würden. Aufgrund des Wirtschafts- und Verkehrswachstums, ist der absolute Effekt im Jahr 2030 grösser. Der relative Effekt dürfte jedoch in etwa konstant bleiben.

³⁷ Berücksichtigt sind der gewerbliche Verkehr und der Werkverkehr.

Anteil der Maut von ausländischen Akteuren getragen wird, steigen die Mautkosten, die direkt und indirekt von der deutschen Bevölkerung getragen werden deutlich weniger, als die Steuern sinken, was eine Erhöhung des Konsumniveaus ermöglicht. Zudem ist die Verkehrsleistung im Zielszenario etwas geringer als im Referenzszenario, was ebenfalls die direkten und indirekten Verkehrsausgaben der Inländer reduziert und anderen Mehrkonsum ermöglicht. Es wird angenommen, dass vom erhöhten Konsum praktisch alle Branchen profitieren.

Nicht berücksichtigt ist in der Modellierung die dynamische Wirkung von Effizienzsteigerungen (Erhöhung der Lkw-Auslastung) im Straßengüterverkehr (vgl. Box unten). Die Effizienzsteigerung führt zu einer besseren Wettbewerbsfähigkeit des Straßengüterverkehrs und erhöht den Potentialoutput der Wirtschaft. Damit unterschätzen die ausgewiesenen Resultate die positive Wirkung des Maßnahmenpakets auf die Wirtschaft tendenziell.

Wirkung der Effizienzsteigerung

Die Effizienzsteigerung führt zu einer Abnahme des Umsatzes des Straßengüterverkehrs um 1,2 Mrd. €. Gleichzeitig steigt das Realeinkommen der Haushalte und damit der private Konsum um 1,3 Mrd. € (vgl. Kap. 5.3.2). Dies führt zu folgende wirtschaftlichen Wirkungen:

Tabelle 41: Wirkung des Einkommensausgleichseffekts auf Beschäftigte und Wertschöpfung

	Beschäftigte Anz. Personen	Wertschöpfung in Mio. EUR / a	Beschäftigte in %	Wertschöpfung in %
Umsatzrückgang im Straßengüterverkehr	-14.900	-550	-3%	-3%
Rückgang Vorleistungsnachfrage Straßengüterverkehr (alle Branchen)	-4.800	-300	-0,01%	-0,01%
Mehrkonsum (alle Branchen)	+15.700	+900	+0,04%	+0,04%
<i>Summe statische Effekte</i>	<i>-4.000</i>	<i>+50</i>	<i>-0,01%</i>	<i>+0,00%</i>
Dynamische Effekte (alle Branchen)	positive Wirkung	positive Wirkung	positive Wirkung	positive Wirkung
Total	positive Wirkung wahrscheinlich	positive Wirkung	positive Wirkung wahrscheinlich	positive Wirkung

In einer statischen Betrachtung sinkt die Beschäftigung in Deutschland durch die Effizienzsteigerung um ca. 0,01% bei etwa konstanter Wertschöpfung. Differenziert nach Branchen sinkt die Beschäftigung und Wertschöpfung im Straßengüterverkehr um 3% und steigt in den übrigen Branchen um 0,03%.

Der Beschäftigungsrückgang muss in diesem Kontext nicht negativ gewertet werden. Vielmehr steigt durch die gestiegene Effizienz des Straßengüterverkehrs seine internationale Wettbewerbs-

fähigkeit. Zudem steigt bei steigender Arbeitsproduktivität der Potenzialoutput eine Volkswirtschaft. Dynamisch gesehen führen beide Effekte wiederum zu einer steigenden Beschäftigungsnachfrage und einem Wachstum der Wertschöpfung. *Diese positiven Effekte sind in der statischen Modellierung nicht abgebildet.* Die obere Darstellung unterschätzt daher die positive Wirkung der Effizienzsteigerung.

Kritisch angemerkt werden könnte, dass Beschäftigte des Straßenverkehrsbereich allenfalls keine Stelle in Branchen mit Beschäftigungswachstum finden würden, weil sie nicht die entsprechenden Qualifikationen mitbringen und daher eine Summierung der Beschäftigungswirkung das Bild verfälsche. Dabei ist jedoch zu bedenken, dass die Verkehrsverlagerung nicht von einem Moment auf den anderen geschehen wird, sondern stellt eine Entwicklung über die Zeit dar. Es ist davon auszugehen, dass sich über diesen Zeitraum die Wirtschaft adaptieren kann. Dies umso mehr, als dass zwischen 2010 und 2030 die tkm auf der Straße auch im Zielszenario nicht abnehmen, sondern nach wie vor deutlich zunehmen, einfach weniger stark als im Referenzszenario. Über die Zeit gesehen kommt es nicht zu einer Abnahme der absoluten Anzahl LKW-Fahrer sondern nur zu einer schwächeren Zunahme der LKW-Fahrer. Zudem verteilt sich der Mehrkonsum über alle Branchen. Darin gibt es sowohl niedrig wie auch höher qualifizierte Berufe. Selbst im Falle einer absoluten Abnahme der LKW Fahrer über die Zeit stiege damit die Wahrscheinlichkeit, dass freiwerdende LKW Fahrer vom Arbeitsmarkt aufgenommen werden.

Fazit

Die Wirkung des im Zielszenario definierten Maßnahmenpakets ist aus volkswirtschaftlicher Sicht gegenüber dem Referenzszenario leicht positiv. Sowohl die Wertschöpfung wie auch die Beschäftigung der deutschen Wirtschaft nehmen geringfügig zu, zudem erhöht sich die Effizienz des Verkehrssektors, was mittelfristig die Wettbewerbsfähigkeit von Deutschland begünstigt (qualitatives Ergebnis). Dabei ist zu beachten, dass aufgrund des Verkehrswachstums sowohl die Beschäftigung als auch die Wertschöpfung im Verkehr gegenüber heute stark zunehmen. Sektoral wächst im Zielszenario die Beschäftigung und Wertschöpfung im Straßengüterverkehr weniger stark als im Referenzszenario. Diese wird jedoch kompensiert durch Zunahmen im Schienengüterverkehr, der Bauwirtschaft und weiteren Branchen. Für das gesamtwirtschaftlich positive Resultat gibt es zwei Haupttreiber:

- ▶ Die Kostenerhöhung im Straßenverkehr führt zu einer Abnahme der Verkehrsleistung. Die Transportwege werden effizienter gestaltet wodurch die Verkehrskosten für die Wirtschaft sinken.
- ▶ Die Nutzerfinanzierung wird gestärkt, insbesondere durch die Ausweitung der Lkw-Maut. Die Nachfrage nach Güterverkehr auf deutschen Straßen stammt auch zu beträchtlichen Teilen von ausländischen Lkw. Durch die stärkere Nutzerfinanzierung werden die ausländischen Nachfrager stärker an der Straßenfinanzierung beteiligt, was zu einer Entlastung der deutschen Steuerzahler und damit zu einer Stärkung des inländischen Konsums führt.

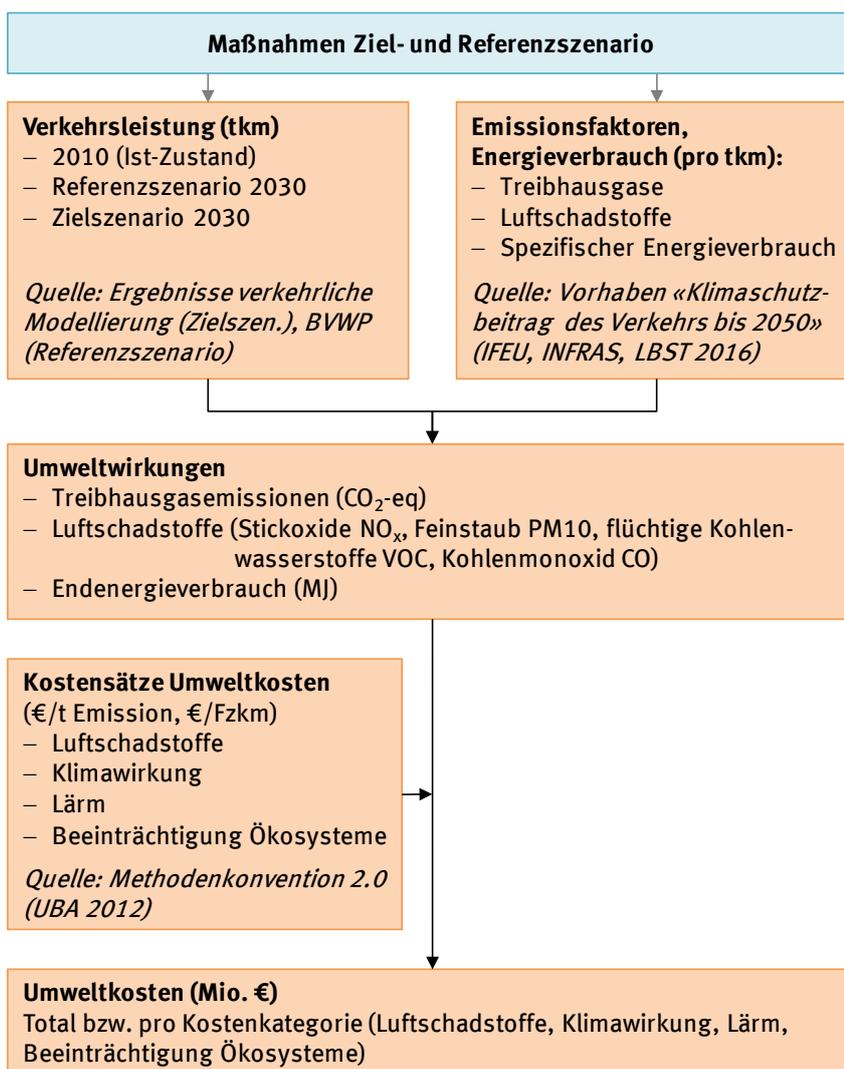
5.4 Umweltwirkungen

Für die zwei Szenarien werden die Treibhausgas- und Luftschadstoffemissionen, der Energieverbrauch und die gesamten Umweltkosten ermittelt. Das Zielszenario wirkt sich bei allen Umweltparametern klar positiv aus: Die CO₂-Emissionen liegen im Zielszenario 18% unter dem Referenzszenario; der Endenergieverbrauch ist rund 10% und die Umweltkosten 13% niedriger.

5.4.1 Methodisches Vorgehen

Die Berechnung der Umweltwirkungen erfolgt in zwei Stufen (vgl. Abbildung 21). Zuerst werden auf Basis der Ergebnisse der verkehrlichen Modellierung (vgl. Kap. 5.2) die physischen Umweltwirkungen ermittelt. Dazu gehören die Treibhausgasemissionen, die Luftschadstoffemissionen sowie der Endenergieverbrauch. Im zweiten Schritt werden, basierend auf den physischen Umweltwirkungen sowie der Verkehrsleistung (tkm) und Fahrleistung (Fzkm), die Umweltkosten berechnet. Alle Berechnungen werden für das Referenz- und das Zielszenario für die beiden Zeitpunkte 2010 und 2030 vorgenommen.

Abbildung 21: Vorgehen und Datenquellen zur Berechnung der Umweltwirkungen



Für die Berechnung der physischen Umweltwirkungen wird auf Emissionsfaktoren aus dem parallel durchgeführten UFOPLAN-Vorhaben „Klimaschutzbeitrag des Verkehrs bis 2050“ (IFEU, INFRAS, LBST 2016) zurückgegriffen. In jenem Vorhaben werden für den Güterverkehr im Zielszenario mit einem gleichen Set an Maßnahmen die Umweltwirkungen im Detail berechnet. Ebenso wird das gleiche Referenzszenario, basierend auf der VVP 2030, verwendet. In Vorhaben „Klimaschutzbeitrag des Verkehrs bis 2050“ liegt der Hauptfokus auf der Ermittlung der Umweltwirkungen, während im vorliegenden Vorhaben ein Schwerpunkt auf der Analyse der ökonomischen Wirkungen gelegt wird. Um im Bereich der Umweltwirkungen eine möglichst hohe Kohärenz der beiden Vorhaben sicherzustellen und um im vorliegenden Vorhaben eine möglichst gute Qualität der Ergebnisse im Umweltbereich zu erreichen, ist gemeinsam mit dem Auftraggeber entschieden worden, die Emissionsfaktoren aus IFEU et al. (2016) zu verwenden. Zwar liegt im Vorhaben „Klimaschutzbeitrag des Verkehrs bis 2050“ der Schwerpunkt der zeitlichen Analyse auf 2050. Es werden aber auch Daten für 2030 ermittelt, die als Grundlage in das vorliegende Vorhaben einfließen. Die Ergebnisse zu den Luftschadstoff- und Treibhausgasemissionen beinhalten sowohl die direkten Emissionen im Betrieb (tank-to-wheel), als auch die indirekten Emissionen aus Vorprozessen wie beispielsweise der Kraftstoffherstellung (well-to-tank). Somit ist die Betrachtung der Emissionen sehr umfassend und deckt den gesamten Lebenszyklus ab (well-to-wheel). Die verwendeten Emissionsfaktoren wurden in IFEU et al. (2016) differenziert für die beiden Jahre 2010 und 2030 ausgewiesen. Dabei sind auch Anpassungen des Flottenmix und des Strommix berücksichtigt worden.

Die Berechnung der Umweltkosten erfolgt vollständig konsistent mit den Empfehlungen der UBA „Methodenkonvention 2.0 zur Schätzung von Umweltkosten“ (UBA 2012b, UBA 2014). Aus der Methodenkonvention werden Kostensätze für das Jahr 2010 für die vier Kostenbereiche Luftschadstoffe (Gesundheitsschäden, Materialschäden, Biodiversitätsverluste, Ernteauffälle), Klimawirkung, Lärm sowie Beeinträchtigung von Ökosystemen (in der Methodenkonvention „Natur und Landschaft“ genannt) abgeleitet und mit Hilfe der physischen Umweltwirkungen (Emissionen in Tonnen) sowie der verkehrlichen Wirkung (Fzkm, tkm) gesamte Umweltkosten für die beiden Szenarien berechnet. Wie bei den Emissionen beinhalten auch die Umweltkosten die indirekten Wirkungen durch Treibhausgas- und Luftschadstoffemissionen aus Vorprozessen. Die Umweltkosten beinhalten auch die Kosten durch Gesundheitsschäden infolge Luftschadstoff- und Lärmbelastung.

Die Berechnung der Umweltwirkung fokussiert auf die direkten und indirekten Umweltfolgen durch die veränderte verkehrliche Nachfrage und Flottenzusammensetzung. Nicht berücksichtigt sind weitere Umweltwirkungen durch weitere, indirekte Veränderungen des Konsums in anderen Branchen.

5.4.2 Ergebnisse

Die folgenden Tabellen und Abbildungen zeigen die Ergebnisse der Modellierung der Umweltwirkungen für die beiden untersuchten Szenarien (Referenz- und Zielszenario). Im Detail berechnet wurden die Treibhausgasemissionen, die wichtigsten Luftschadstoffemissionen sowie der Energieverbrauch. Ergänzend zu den im obigen Kapitel 5.3 dargestellten ökonomischen Wirkungen auf Wertschöpfung und Beschäftigung werden zudem die aus volkswirtschaftlicher Sicht relevanten Umweltkosten für die beiden Szenarien ausgewiesen.

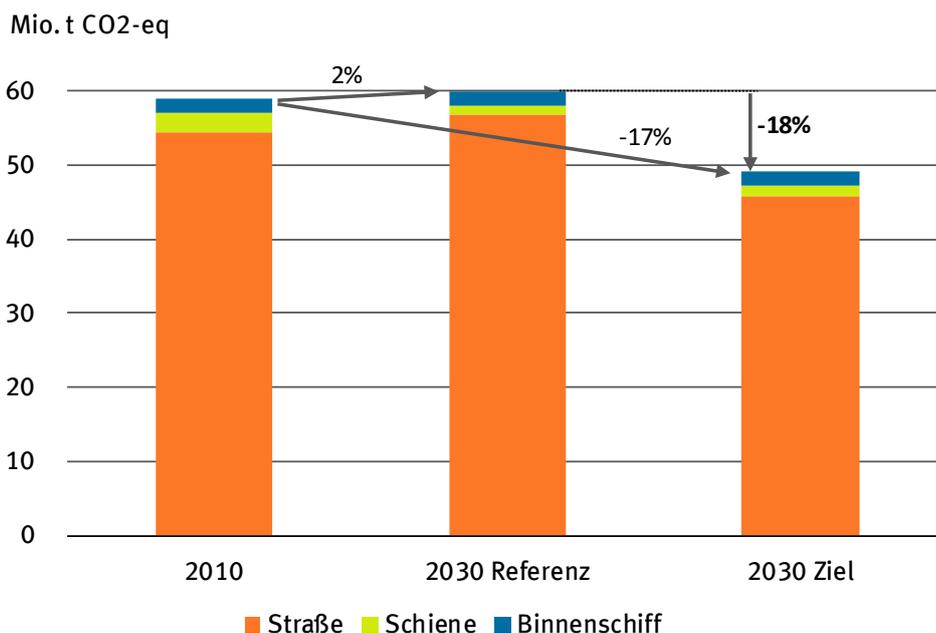
Treibhausgasemissionen

Im Referenzszenario steigen die Treibhausgasemissionen im Güterverkehr zwischen 2010 und 2030 insgesamt leicht an (+2%, vgl. Abbildung 22). Auf der Straße und bei der Binnenschifffahrt zeigt sich ein moderates Wachstum von je +4%. Auf der Schiene gibt es im Referenzszenario eine starke Minderung der

Treibhausgasemissionen um -55% bis 2030. Bei der Schiene ist diese Minderung auf den höheren Anteil strombetriebener Güterzüge sowie die geringeren indirekten Emissionen bei der Stromproduktion (veränderter Strommix mit höherem Anteil erneuerbarer Strom) zurückzuführen. Auf der Straße führt die steigende Effizienz der Motoren sowie die bessere Auslastung der Fahrzeuge immerhin dazu, dass die Zunahme der Treibhausgasemissionen deutlich geringer ausfällt als die Verkehrsnachfrage (+39%).

Im Zielszenario sinken die Treibhausgasemissionen des Güterverkehrs bis 2030 um 17% gegenüber 2010 bzw. sind um 18% geringer als im Referenzszenario 2030. Dies entspricht einer Minderung um fast 11 Mio. t CO₂-eq im Ziel- gegenüber dem Referenzszenario. Dieser Rückgang ist primär eine Folge der Verkehrsverlagerung von der Straße auf die Schiene, was beim Straßengüterverkehr zu einer deutlichen Verringerung der Treibhausgasemissionen führt. Zwar sind die Emissionen beim Schienenverkehr im Zielszenario um 26% bzw. gut 0,3 Mio. Tonnen CO₂-eq höher als im Referenzszenario. Die Minderung der CO₂-Emissionen auf der Straße ist allerdings deutlich höher, nämlich -10,9 Mio.t CO₂-eq, weil der Schienenverkehr klimaverträglicher ist, das heißt geringere spezifische Treibhausgasemissionen als der Straßenverkehr verursacht. Nebst der Verkehrsverlagerung führen zudem die im Zielszenario hinterlegte forcierte technologische Entwicklung im Straßengüterverkehr (Beginn Elektrifizierung, höhere Motoreffizienz etc.) zum Rückgang der Treibhausgasemissionen (vgl. Tabelle 42).

Abbildung 22: Entwicklung der Treibhausgasemissionen 2010 -2030: Referenz- vs. Zielszenario



Bemerkung: Daten beinhalten Gesamtemissionen aus dem Betrieb (direkt) sowie den Vorprozessen (indirekt).

Die folgende Tabelle zeigt die Treibhausgasemissionen der beiden Szenarien differenziert nach Verkehrsträgern in Detail.

Tabelle 42: Treibhausgasemissionen (total): Referenz- vs. Zielszenario

in Mio. t CO ₂ -eq	Straße	Schiene	Binnenschiff	Total
2010	54,4	2,67	1,96	59,0
Referenz 2030 (Veränderung 2010-2030 in %)	56,7 (+4%)	1,20 (-55%)	2,04 (+4%)	60,0 (+2%)
Ziel 2030 (Veränderung 2010-2030 in %)	45,8 (-16%)	1,52 (-43%)	1,89 (-4%)	49,2 (-17%)
Unterschied Ziel vs. Referenz 2030 (in %)	-19%	+26%	-7%	-18%

Bemerkung: Daten beinhalten Gesamtemissionen aus dem Betrieb (direkt) sowie den Vorprozessen (indirekt).

Luftschadstoffemissionen

Aufgrund der großen technologischen Entwicklung werden die Luftschadstoffemissionen bis ins Jahr 2030 sehr stark sinken (Tabelle 43). Bereits im Referenzszenario werden sowohl Stickoxid- als auch Feinstaubemissionen um rund drei Viertel zurückgehen. Im Zielszenario wird dieser Rückgang noch etwas höher sein, insbesondere aufgrund der Verlagerung von Güterverkehrsnachfrage von der Straße auf die Schiene. Im Zielszenario sind somit die Stickoxidemissionen im Jahr 2030 um 10% geringer als im Referenzszenario. Bei den Feinstaubemissionen liegen die Emissionen 2030 im Zielszenario um 6% geringer als im Referenzszenario.

Generell kann man sagen, dass die zu erwartende technologische Entwicklung im Bereich der Antriebstechnologien die Problematik der Luftschadstoffemissionen bis 2030 deutlich entschärfen wird. Die im Zielszenario hinterlegten Maßnahmen werden diesen Effekt noch etwas verstärken, sind aber insgesamt weniger bedeutsam als die bereits im Referenzszenario erwarteten Emissionsminderungen.

Auch bei weiteren Luftschadstoffen sind im Zielszenario deutlich geringere Emissionen zu erwarten als im Referenzszenario: die Emissionen der flüchtigen Kohlenwasserstoffe (VOC, ohne Methan) liegen im Zielszenario um 22% unter der Referenzentwicklung, die Kohlenmonoxid-Emissionen (CO) sind um 9% geringer.

Tabelle 43: Luftschadstoffemissionen (total): Referenz- vs. Zielszenario

	Straße	Schiene	Binnenschiff	Total
Stickoxidemissionen (in 1.000 t NO_x)				
2010	268,5	8,3	28,0	304,8
Referenz 2030 (Veränderung 2010-2030 in %)	61,7 (-77%)	2,2 (-73%)	12,1 (-57%)	76,0 (-75%)
Ziel 2030 (Veränderung 2010-2030 in %)	53,1 (-80%)	2,9 (-65%)	12,4 (-56%)	68,5 (-78%)
Unterschied Ziel vs. Referenz 2030 (in %)	-14%	30%	3%	-10%

	Straße	Schiene	Binnenschiff	Total
Feinstaub-/Partikelemissionen (in 1.000 t PM10)				
2010	7,74	0,75	0,70	9,19
Referenz 2030 (Veränderung 2010-2030 in %)	2,01 (-74%)	0,16 (-78%)	0,28 (-60%)	2,46 (-73%)
Ziel 2030 (Veränderung 2010-2030 in %)	1,75 (-77%)	0,26 (-65%)	0,29 (-58%)	2,31 (-75%)
Unterschied Ziel vs. Referenz 2030 (in %)	-13%	60%	4%	-6%

Bemerkung: Daten beinhalten Gesamtemissionen aus dem Betrieb (direkt) sowie den Vorprozessen (indirekt).

Energieverbrauch

Ähnlich wie bei den Treibhausgasemissionen steigt der Endenergieverbrauch im Referenzszenario von 2010 bis 2030 leicht an (+5%), während er im Zielszenario leicht zurückgeht (-5%). Somit ist der Energieverbrauch im Jahr 2030 im Zielszenario um rund 10% geringer als im Referenzszenario (vgl. Tabelle 44). Die im Zielszenario vorgeschlagenen Maßnahmen wirken damit auch auf den Energieverbrauch. Der Rückgang des Energieverbrauchs widerspiegelt in erster Linie die Entwicklung der Transportleistung (tkm). Vor allem beim Straßengüterverkehr wird dieser Effekt durch weitere Effizienzsteigerungen der Antriebstechnologien und eine Erhöhung der Auslastung verstärkt.

Tabelle 44: Endenergieverbrauch: Referenz- vs. Zielszenario

in PJ (= 10¹⁵ J = Mrd. MJ)	Straße	Schiene	Binnenschiff	Total
2010	627,5	17,7	22,3	667,5
Referenz 2030 (Veränderung 2010-2030 in %)	660,5 (+5%)	17,0 (-4%)	23,2 (+4%)	700,7 (+5%)
Ziel 2030 (Veränderung 2010-2030 in %)	587,4 (-6%)	21,0 (+19%)	24,1 (+8%)	632,5 (-5%)
Unterschied Ziel vs. Referenz 2030 (in %)	-11%	+24%	+4%	-10%

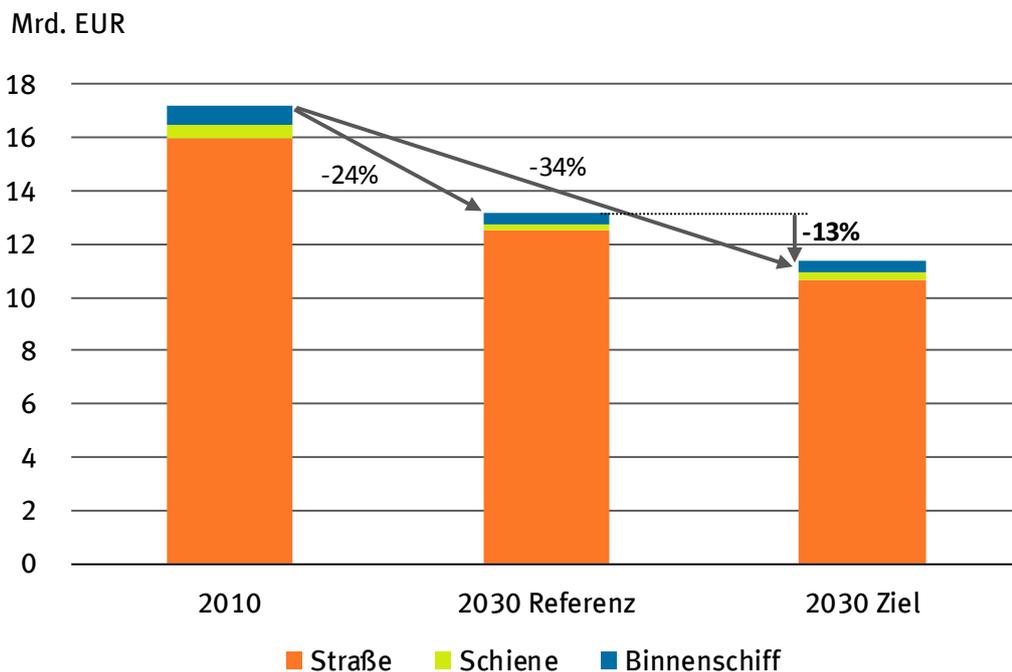
Endenergieverbrauch während des Betriebs (ohne Energieverbrauch in Vorprozessen)

Umweltkosten (externe Kosten)

Auf Basis der berechneten Veränderung der Treibhausgas- und Luftschadstoffemissionen sowie der Fahr- und Verkehrsleistung können die Umweltkosten der beiden Szenarien berechnet werden. Die Umweltkosten beinhalten auch die Gesundheitskosten infolge Luftschadstoff- und Lärmbelastung. Für die Berech-

nung der Kosten werden Kostensätze für 2010 verwendet.³⁸ Die gesamten Umweltkosten des Güterverkehrs – infolge Luftschadstoff-, Treibhausgasemissionen, Lärm sowie Beeinträchtigung von Ökosystemen – betragen gemäß Modellrechnung im Jahr 2010 bei gut 17 Mrd. EUR (vgl. Abbildung 23 und Tabelle 45). Bis 2030 werden diese Umweltkosten gemäß Referenzszenario um gut 4 Mrd. EUR pro Jahr oder 24% sinken. Im Zielszenario beträgt die Reduktion sogar 5,8 Mrd. EUR bzw. 34%. Somit führen die im Zielszenario vorgeschlagenen Maßnahmen bis 2030 zu einer Minderung der Umweltkosten des Güterverkehrs von 13% bzw. 1,75 Mrd. EUR pro Jahr. Wiederum trägt vor allem die Verlagerung der Nachfrage von der Straße auf die Schiene am meisten zu diesem Ergebnis bei. Zusätzlich verstärkt wird diese Wirkung durch Verbesserungen der Antriebstechnologien.

Abbildung 23: Entwicklung der Umweltkosten 2010 -2030: Referenz- vs. Zielszenario



³⁸ Eine Abschätzung von Kostensätzen für das Jahr 2030 wäre mit großen Unsicherheiten verbunden und würde – mit Ausnahme der Klimakosten – vor allem die Teuerungsentwicklung beinhalten, die aber nicht im Fokus der Analyse ist (reale Betrachtung).

Tabelle 45: Umweltkosten: Referenz- vs. Zielszenario

in Mrd. EUR	Straße	Schiene	Binnenschiff	Total
2010	16,0	0,47	0,74	17,2
Referenz 2030 (Veränderung 2010-2030 in %)	12,5 (-22%)	0,23 (-52%)	0,42 (-43%)	13,1 (-24%)
Ziel 2030 (Veränderung 2010-2030 in %)	10,7 (-33%)	0,29 (-38%)	0,42 (-44%)	11,4 (-34%)
Unterschied Ziel vs. Referenz 2030 (in %)	-15%	+28%	-1%	-13%

Bemerkung: Umweltkosten beinhalten die gesamten Klima- und Luftschadstoffemissionen (direkt & indirekt).

Wie die folgende Tabelle 46 zeigt, verursachen heute (2010) die Luftschadstoffemissionen den größten Anteil der Umweltkosten (39%), gefolgt von den Kosten infolge Treibhausgasemissionen (31%) und Lärm (28%). Bis 2030 werden die durch Luftschadstoffe verursachten Kosten sehr stark zurückgehen und sowohl im Referenz- als auch im Zielszenario nur noch rund 13% der gesamten Umweltkosten verursachen. Relativ gesehen werden 2030 in beiden Szenarien die Klima- und Lärmkosten dominieren (je rund 40-45%). Die Kosten infolge Beeinträchtigung von Ökosystemen werden – sowie sie mit den heutigen Methoden berechnet werden können – auch 2030 nur einen geringen Anteil der Gesamtkosten verursachen (rund 4%).

Tabelle 46: Umweltkosten nach Kostenkategorien für alle Verkehrsträger im Güterverkehr

Kostenkategorie	Umweltkosten in Mrd. EUR		
	2010	2030 Referenz	2030 Ziel
Luftschadstoffe	6.8	1.6	1.5
Klimawirkung	5.3	5.4	4.5
Lärm	4.7	5.6	5.0
Beeinträchtigung Ökosysteme	0.4	0.5	0.5
Total	17.2	13.1	11.4

6 Gesamtschätzung und Fazit

Die beiden Szenarien werden in Bezug auf die Zielerreichung (Umwelt und Verkehr) sowie weitere ökologische und ökonomische Kriterien beurteilt. Das Zielszenario weist im Gegensatz zur Referenz einen hohen Zielerreichungsgrad auf, die ökonomische Effizienz ist ebenfalls leicht positiv.

6.1 Wirkungen der beiden Szenarien

Die folgenden drei Tabellen fassen die Ergebnisse der verkehrlichen, ökonomischen und ökologischen Wirkungsanalyse zusammen und zeigen die Unterschiede der beiden untersuchten Szenarien auf.

Verkehrliche Wirkungen

Beim gesamten Transportaufkommen und der Transportleistung unterscheiden sich Referenz- und Zielszenario nur leicht: die gesamte Gütertransportleistung (tkm) ist im Zielszenario aufgrund der höheren Transportabgaben 2% niedriger als im Referenzszenario, das Transportaufkommen (t) bleibt gleich hoch (Tabelle 47). Die Gütertransportintensität (tkm pro EUR BIP_{real}) ist zwar im Zielszenario etwas geringer (-2%) als im Referenzszenario, aber immer noch 8% höher als heute. Eine Entkoppelung zwischen Verkehrs- und Wirtschaftswachstum findet somit nicht statt. Große Verschiebungen gibt es allerdings zwischen den Verkehrsträgern: Die Transportleistung auf der Schiene ist im Zielszenario einen Viertel höher als im Referenzfall, auf der Straße dagegen 9% geringer. Dies führt zu einer deutlichen Verschiebung des Modalsplits von der Straße auf die Schiene (sowie leicht auf die Binnenschifffahrt): Der Schienenanteil liegt im Zielszenario 2030 bei 23,4% bzw. gut 5 Prozentpunkte über dem Wert im Referenzszenario. Das Zielszenario führt also zu einer deutlichen Verlagerung des Güterverkehrs von der Straße auf die Schiene.

Tabelle 47: Zusammenfassung der verkehrlichen Wirkungen

	2010	2030 Referenz	2030 Ziel	Unterschied Ziel vs. Referenz 2030
Transportaufkommen (Mio. t)				
Total Güterverkehr	3.710	4.360	4.360	+/-0%
Transportleistung (Mrd. tkm)				
Straße	437	607	550	-9%
Schiene	108	154	193	+25%
Binnenschiff	62	76	79	+4%
Total Güterverkehr	607	838	822	-2%
Modalsplit (Basis tkm, in %)				
Anteil Straße	72,0%	72,5%	66,9%	-5.6 %-Punkte
Anteil Schiene	17,7%	18,4%	23,4%	+5.0 %-Punkte
Gütertransportintensität (in tkm / € BIP_{real})				
Total Güterverkehr	0,279	0,307	0,301	-2%

Ökonomische Wirkungen

Insgesamt verändert das im Zielszenario definierte Maßnahmenbündel die gesamtwirtschaftlichen Größen Wertschöpfung und Beschäftigung im Vergleich zur Referenzentwicklung nur geringfügig. Die Beschäftigung steigt im Zielszenario um ca. +0,03% im Vergleich zum Referenzszenario (vgl. Tabelle 48). Basierend auf der Beschäftigung im Jahr 2010 entspricht dies einer Zunahme von knapp 11.000 Beschäftigten. Die Wertschöpfung ist im Zielszenario um 0,07% höher als im Referenzszenario (basierend auf der Wertschöpfung im Jahr 2010 entspricht dies knapp 1,6 Mrd. €). Innerhalb des Verkehrsbereichs kommt es allerdings zu beträchtlichen Verschiebungen. Beschäftigung und Wertschöpfung des Straßengüterverkehrs liegen im Zielszenario 5% unter dem Referenzszenario. Es ist allerdings zu betonen, dass es sich dabei gegenüber heute nicht um einen Verlust von Arbeitsplätzen und Wertschöpfung handelt, sondern um ein geringeres Wachstum als in der Referenzentwicklung. Aufgrund des prognostizierten Güterverkehrswachstums dürften bis 2030 sowohl die Beschäftigung als auch die Wertschöpfung gegenüber heute ansteigen. Auf der anderen Seite verzeichnet der Schienenverkehr im Zielszenario eine um einen Drittel höhere Beschäftigung und Wertschöpfung auf als im Referenzfall. Auch in der Schieneninfrastrukturbranche, der Branche Frachtumschlag / Lagerei / sonstige Logistik sowie in der Baubranche (infolge Infrastrukturausbau Schiene und KV) werden im Zielszenario eine etwas höhere Wertschöpfung und Beschäftigung erreicht. Schließlich erhöht sich im Zielszenario auch die Wertschöpfung und Beschäftigung der restlichen Branchen, dank frei werdenden allgemeinen Haushaltsmitteln als Folge der höheren Nutzerfinanzierung im Verkehr.

Betrachtet man alle Güterverkehrssektoren in der Summe, ist die Beschäftigung im Zielszenario um 0,9% geringer als im Referenzszenario (was 2010 rund 9.500 Vollzeitäquivalenten entsprochen hätte). Die Wertschöpfung aller Güterverkehrsbranchen dagegen ist im Zielszenario um 0,8% höher als im Referenzszenario (2010 wären das +400 Mio. € gewesen). Diese unterschiedlichen Wirkungen ergeben sich einerseits, weil die Beschäftigungsintensität des Schienengüterverkehrs geringer und die Wertschöpfungsintensität höher ist als im Straßenverkehr, andererseits weil die Verkehrsnachfrage im Zielszenario 2030 geringer ist und somit der Umsatz im Güterverkehr insgesamt etwas unter dem Referenzszenario liegt. Eine Gewinnerin des Maßnahmenpakets gemäß Zielszenario ist – neben Staat und Bevölkerung – die Baubranche, die von den höheren Investitionen in die Schieneninfrastruktur profitiert. In dieser Branche liegen Beschäftigung und Wertschöpfung im Zielszenario um je 1% höher als im Referenzszenario.

Tabelle 48: Überblick der ökonomischen Wirkungen (Gesamtwirkung Primärimpuls und Einkommensausgleichseffekt)

Branche	Veränderung Ziel- vs. Referenzszenario (2030) in %	
	Beschäftigte	Wertschöpfung
Straßengüterverkehr (gewerbl. Verkehr und Werkverkehr)	-5%	-5%
Schienengüterverkehr	+33%	+33%
Schieneninfrastruktur und Frachtumschlag / Lagerei / sonst. Logistik	+1%	+2%
Hoch- und Tiefbau	+1%	+1%
Restliche Branchen	+0,04%	+0,04%
Total (alle Branchen)	+0,03%	+0,07%

Umweltwirkungen

Wie die Tabelle 49 zeigt, wirkt sich das Zielszenario bei allen Umweltparametern klar positiv aus. Bei den Treibhausgasemissionen führen die im Zielszenario hinterlegten Maßnahmen zu einer Trendumkehr: Statt einer weiteren Zunahme der CO₂-Emissionen zwischen 2010 und 2030 wird eine deutliche Emissionsminderung erreicht. Die Treibhausgasemissionen liegen im Zielszenario 18% niedriger als im Referenzszenario und 17% unter dem Wert von 2010. Zu dieser Minderung führen nebst den direkten verkehrlichen Wirkungen (Verlagerung auf die Schiene und leichter Rückgang der Transportleistung) auch die skizzierten technologischen und regulatorischen Maßnahmen, welche zu einem verstärkten Einsatz umweltfreundlicher Antriebstechnologien bzw. einem Rückgang der spezifischen Treibhausgasemissionen (je Fzkm) führen.

Auch bei den Luftschadstoffen (Stickoxid, Feinstaub) sind die Emissionen im Zielszenario etwas geringer als im Referenzszenario (-10% bzw. -6%). Allerdings führt die technologische Entwicklung in diesem Bereich dazu, dass bereits im Referenzszenario diese Luftschadstoffemissionen zwischen 2010 und 2030 um rund drei Viertel zurückgehen.

Ähnlich wie bei den Treibhausgasemissionen führt das Zielszenario auch beim Endenergieverbrauch des Güterverkehrs zu einer Trendumkehr, das heißt zu einem Rückgang von 5% gegenüber heute (2010). Im Vergleich zum Referenzszenario wird der Endenergieverbrauch im Zielszenario 2030 10% geringer sein.

Die gesamten Umweltkosten des Güterverkehrs sinken zwar auch im Referenzszenario bis 2030 um knapp einen Viertel im Vergleich zu 2010. Mit dem Maßnahmenpaket des Zielszenarios liegen die jährlichen Umweltkosten bis 2030 aber nochmals fast 1,8 Mrd. EUR (bzw. 13%) unter dem Referenzszenario.

Tabelle 49: Zusammenfassung der Umweltwirkungen (gesamter Güterverkehr)

	2010	2030 Referenz	2030 Ziel	Unterschied Ziel vs. Referenz 2030
Treibhausgasemissionen (Mio. t CO ₂ -eq)	59,0	60,0	49,2	-18%
Stickoxidemissionen (1.000 t NO _x)	304,8	76,0	68,5	-10%
Feinstaubemissionen (1.000 t PM ₁₀)	9,19	2,46	2,31	-6%
Endenergieverbrauch (in PJ = Mrd. MJ)	668	701	632	-10%
Umweltkosten (Mrd. EUR)	17,2	13,1	11,4	-13%

Alle Angaben für den gesamten Güterverkehr (Straße, Schiene und Binnenschiff).

Vergleich der Wirkungen mit den Zielvorgaben

Die folgende Tabelle vergleicht die Wirkungen der beiden untersuchten Szenarien mit den zu Beginn definierten Zielen (vgl. Kap. 2.1). Im Vordergrund stehen dabei die quantitativen Ziele, die verschiedenen Strategien entnommen sind und sich direkt auf den (Güter-)Verkehr beziehen.

Eine besonders wichtige Rolle in der aktuellen Umweltpolitik spielt aufgrund des großen Handlungsbedarfs das Klimaziel. Gemäß Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung (2002) sollen die Treibhausgasemissionen in Deutschland bis 2020 um 40% gegenüber 1990 gemindert werden. Für den Verkehrsbereich bestehen keine expliziten Ziele. Im Aktionsprogramm Klimaschutz 2020 des BMUB (2014) wird das Minderungspotenzial im Verkehr bis 2020 auf 7-10 Mio. Tonnen CO₂-eq geschätzt. Diese Emissionsminderungen sollen durch verschiedene politische Maßnahmen erreicht werden. Ein explizites Klimaziel für den Güterverkehr wurde in der UBA-Strategie für einen nachhaltigen Güterverkehr (UBA 2009) formuliert: Demnach sollen die Treibhausgasemissionen des Güterverkehrs bis 2020 auf das Niveau von 2005 gemindert werden. Im Referenzszenario werden diese Minderungsziele im Bereich Klimaschutz verfehlt: Bis 2030 werden die Treibhausgasemissionen um weitere 2% verglichen mit 2010 steigen. Dank technologischer Entwicklungen ist das Wachstum immerhin deutlich weniger stark als die Zunahme der Transportleistung. Im Zielszenario kann dagegen eine Trendwende erreicht werden: Bis 2030 sinken die Treibhausgasemissionen des Güterverkehrs dank der ergriffenen Maßnahmen um rund 17% (bzw. -9,8 Mio. t CO₂-eq) verglichen mit 2010. Die definierten Ziele dürften damit gut erreicht werden.

Auch beim Endenergieverbrauch bestehen quantitative Ziele, allerdings nur für den Gesamtverkehr. Gemäß Energiekonzept der Bundesregierung (2010) soll der Endenergieverbrauch bis 2020 um 10% sinken verglichen mit 2005. Während im Referenzszenario der Endenergieverbrauch bis 2030 weiter ansteigt (+5%), gibt es beim Zielszenario einen deutlichen Rückgang (-5%). Somit dürfte das gesteckte Ziel zwar nicht ganz erreicht werden, kommt diesem jedoch deutlich näher als im Referenzfall.

Tabelle 50: Vergleich der Wirkungen mit Zielsystem

Zielgröße	Zielvorgabe	Referenzszenario 2030	Zielszenario 2030
Quantifizierbare Ziele			
Treibhausgasemissionen senken/stabilisieren (Mengenziel Klima)	Bis 2020: Niveau von 2005 erreichen (±0%)	+2% vgl. mit 2010	-17% vgl. mit 2010
Endenergieverbrauch verringern (Mengenziel Energie)	Bis 2020: -10% vgl. mit 2005	+5% vgl. mit 2010	-5% vgl. mit 2010
Modalsplit (tkm): Anteil Schiene erhöhen (Verlagerungsziel)	Anteil Schiene: 25% (bis 2015)	18-19%	23-24%
Gütertransportintensität verringern (Effizienzziel)	Bis 2020: -5% vgl. mit 1999	+10% vgl. mit 2010 ³⁹	+8% vgl. mit 2010 ³⁹
Weitere Ziele (qualitative Schätzung)			
Verkehrslärm verringern	Minderung Lärmemissionen (Schielenlärm: -50%, 2020)	weitere Zunahme	Stabilisierung oder leichte Zunahme
Flächenverbrauch vermindern	Verbrauch Neuflächen Verkehr verringern (-75%)	Neuinanspruchnahme wohl etwa wie bisher	Neuverbrauch nur leicht verringert

Für den Modalsplit im Güterverkehr ist in der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung (2002) das Ziel eines Schienenanteils von 25% bis 2015 festgelegt worden. Die Entwicklung läuft allerdings nicht auf Zielkurs: der Schienenanteil lag 2010 lediglich bei 17.7%. Im Referenzszenario kann dieser Anteil nur geringfügig auf 18,4% gesteigert werden. Im Zielszenario dagegen findet eine spürbare Verlagerung – vor allem des zusätzlichen Verkehrs – statt, sodass der Schienenanteil bis 2030 auf 23,4% steigt. Das Ziel der Nachhaltigkeitsstrategie wird somit nahezu erreicht, allerdings mit einiger zeitlicher Verzögerung.

Klar verfehlt wird in beiden Szenarien das Ziel aus der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung, die Gütertransportintensität bis 2020 um 5% zu verringern. Auch im Zielszenario nimmt die Gütertransportintensität bis 2030 um 8% verglichen mit 2010 zu, das heißt das Verkehrswachstum ist insgesamt noch deutlich stärker als die Zunahme des BIP. Eine wichtige Ursache dafür ist das prognostizierte, enorm starke Wachstum im Außenhandel (Import, Export).

Bei den in diesem Vorhaben nicht quantifizierbaren Wirkungen Lärm und Flächenverbrauch dürfte zwar das Zielszenario deutlich besser abschneiden als das Referenzszenario. Allerdings werden Verkehrslärm und Flächenverbrauch bis 2030 auch mit den im Zielszenario definierten Maßnahmen nur teilweise ver-

³⁹ Zwischen 1999 und 2010 hat die Güterverkehrsintensität bereits um gut 10% zugenommen (Statistisches Bundesamt 2014), d.h. im Referenzszenario beträgt die Zunahme gegenüber 1999 rund +20%, im Zielszenario immer noch +18%.

ringert. Um die Ziele zu erreichen sind hierzu weitere Maßnahmen notwendig, die aber im vorliegenden Vorhaben nicht im Vordergrund standen.

Insgesamt lässt sich folgern, dass die berechenbaren Wirkungen des Zielszenarios den Zielvorgaben relativ nahe kommen. Dabei zeigt sich, dass die verkehrlichen Zielvorgaben sehr ambitioniert sind. Die Zielerreichung ist im Umweltbereich deshalb etwas wahrscheinlicher als im Verkehrsbereich.

6.2 Beurteilung der Szenarien

Nach Vorliegen der quantitativen Ergebnisse der Wirkungsmodellierung wird eine umfassende Gesamtbeurteilung der beiden Szenarien vorgenommen. Die Beurteilung der Szenarien basiert auf folgenden Kriterien:

- ▶ **Zielerreichungsgrad Umwelt (quantitativ):** Treibhausgasemissionen, Endenergieverbrauch
- ▶ **Zielerreichungsgrad Verkehr:** Modalsplit, Gütertransportintensität
- ▶ **Ökologische Verträglichkeit:** Beitrag zur Minderung negativer Umweltauswirkungen
- ▶ **Ökonomische Effizienz:**
 - **Volkswirtschaftliche Gesamtwirkung:** Einfluss auf Beschäftigung und Wertschöpfung der Gesamtwirtschaft
 - **Finanzielle Nachhaltigkeit:** Sicherstellung des notwendigen Finanzierungsbedarfs zur Finanzierung der Verkehrsinfrastruktur
 - **Logistik- und Transportbranchen:** Chancen und Risiken für den Logistikstandort Deutschland sowie die Transportbranchen
 - **Effizienzanreize:** Förderung von Anreizen zur Steigerung der Transporteffizienz und Innovation
- ▶ **Verursacherprinzip:** Beitrag zu einer verbesserten Umsetzung des Verursacherprinzips
- ▶ **Realisierbarkeit, Akzeptanz:** Chancen und Hemmnisse in Bezug auf die Umsetzung der Maßnahmen

Die Beurteilung erfolgt primär qualitativ. Die Beurteilung wird aber zur Visualisierung zusätzlich unterstützt durch eine einfache dreistufige Skala (–, 0, +), mit der dargestellt ist, ob ein Szenario beim entsprechenden Kriterium positiv, neutral oder negativ zu beurteilen ist. Als Vergleichsmaßstab gilt der heutige Zustand (2010) bzw. bei den quantitativen Zielen der Vergleich mit den Zielvorgaben. Die Ergebnisse der Beurteilung von Referenz- und Zielszenario sind in der Tabelle 51 dargestellt.

Bei den *ökologischen Kriterien* schneidet das Zielszenario besser ab als das Referenzszenario. Die Unterschiede zwischen den beiden Szenarien sind umweltseitig teils gravierend und der Zielerreichungsgrad des Zielszenarios insgesamt hoch. Einzig beim Thema Entkoppelung von Wirtschaftswachstum und Transportleistung (Güterverkehrsintensität) schneidet auch das Zielszenario schlecht ab.

Bei der *ökonomischen Effizienz* ist das Bild etwas weniger homogen. Insgesamt ist aber auch hier das Zielszenario tendenziell positiver zu beurteilen. Ein großes Plus des Zielszenarios gegenüber dem Referenzfall ist die Sicherstellung des Finanzierungsbedarfs für die Verkehrsinfrastruktur. Die Wirkung auf die Gesamtwirtschaft (Wertschöpfung, Beschäftigung) ist bei beiden Szenarien in etwa ähnlich, das heißt gegenüber heute geringfügig positiv. Die umfassende ökonomische Wirkungsmodellierung hat gezeigt, dass das Zielszenario aus gesamtwirtschaftlicher Sicht zu einer leicht höheren Wertschöpfung und Beschäftigung führt als das Referenzszenario. Vieles ist dabei davon abhängig, wie sich die verbesserte Kostendeckung im Verkehrsbereich auf die Finanzmittel in den übrigen Branchen auswirkt. Rein ökonomisch betrachtet, haben verursachergerechte Preise immer eine Steigerung der Effizienz zur Folge. Somit wer-

den in anderen Sektoren Finanzmittel frei, die gezielter eingesetzt werden können. Unter Berücksichtigung der Unsicherheiten von Modell und Inputdaten liegen aber die beiden Szenarien bezüglich Beschäftigungs- und Wertschöpfungswirkungen relativ nahe beieinander.

Allerdings führt das Zielszenario zu klaren Verschiebungen der Wachstumsbranchen: Wertschöpfung und Beschäftigung des Straßengüterverkehrs sind geringer als im Referenzszenario, dafür ist der Schienengüterverkehr deutlich stärker.

Im Zielszenario wird ein erheblicher Schritt zu einer besseren Umsetzung des Verursacherprinzips gemacht. Einerseits wird die Nutzerfinanzierung generell gestärkt (höhere leistungsabhängige Abgaben auf der Straße, Erhöhung Trassenpreissysteme, geringere Steuerfinanzierung), andererseits werden die externen Kosten umfassender in die Lkw-Maut integriert. In Bezug auf die Realisierbarkeit und Akzeptanz gibt es beim Zielsystem gewisse Vorbehalte. Zwar sind die vorgesehenen Finanzierungsinstrumente insgesamt durchaus moderat und entsprechen über weite Strecken den Vorschlägen der Daehre-Kommission. Eine Hürde könnte allerdings die Ausweitung der Lkw-Maut durch einen umfassenderen Einbezug der externen Kosten sein. Hierzu ist eine Anpassung der aktuellen Wegekosten-Richtlinie auf EU-Ebene notwendig. Allerdings gibt es auch im Referenzszenario Hindernisse für die Realisierung. Insbesondere die weiterhin bestehende Unterfinanzierung der Verkehrsinfrastruktur dürfte die im Szenario implizit hinterlegten Ausbauten gefährden.

Tabelle 51: Beurteilung von Referenz- und Zielszenario (jeweils im Vergleich zu heute / 2010)

Kriterien		Referenzszenario	Zielszenario
Zielerreichungsgrad Umwelt und Verkehr	Treibhausgasemissionen Ziel: bis 2020 Niveau von 2005 erreichen (±0%)	(-) Ziel bis 2030 nicht erreicht. Emissionszunahme (+2%).	+ Ziel erreicht. Klare Minderung der CO ₂ -Emissionen (-17%).
	Endenergieverbrauch Ziel: bis 2020 -10% vgl. mit 2005	- Ziel klar verfehlt. Weitere Zunahme des Verbrauchs (+5%).	(+) Ziel knapp verfehlt. Kl. Rückgang des Verbrauch (-5%).
	Modalsplit Ziel: Anteil Schiene 25% (bis 2015)	- Ziel klar verfehlt. Modalsplit Schiene nur leicht zunehmend auf gut 18%.	(+) Ziel knapp verfehlt. Modalsplit Schiene mit über 23% aber klar höher als 2010.
	Güterverkehrsintensität Ziel: bis 2020 -5% vgl. mit 1999	- Ziel verfehlt. Klare Zunahme (+10%), keine Entkoppelung.	- Ziel verfehlt. Klare Zunahme (+8%), keine Entkoppelung.
Ökologische Verträglichkeit insgesamt		(-) Klima- und Energieziele klar verfehlt. Luftschadstoffe und Umweltkosten immerhin klar sinkend.	+ Positiv. Erhebliche Minderung von CO ₂ - und Luftschadstoffemissionen, Energieverbrauch sowie Umweltkosten.
Ökonomische Effizienz	Volkswirtschaftliche Gesamtwirkung	(+) Eher positiv (BIP-Wachstum von 1,1% p.a. gemäß VVP 2030), auch in GV-Branche.	+ Positiv, noch marginal stärkeres Wachstum als im Referenzfall gem. Modellierung.
	Finanzielle Nachhaltigkeit (Sicherung Finanzierungsbedarf)	(-) Finanzierungsbedarf kurz- und mittelfristig nicht gesichert	+ Langfristig gesicherte, nachhaltige Verkehrsfinanzierung
	Chancen Logistikstandort & Transportbranche	+ Starkes Wachstum der Gütertransportbranche.	(+) Wachstum Straße vermindert, Schiene/KV klare Zunahme.
	Effizianzanreize (Transporteffizienz, Innovation)	o keine speziellen Anreizelemente (außer Energiesteuer)	+ technolog. Anreize Straße (diff. Tarife, Umweltvorgaben)
Umsetzung Verursacherprinzip		o keine Stärkung gegenüber heute.	+ Zusätzl. Nutzerfinanzierung, z.B. Einbezug externe Kosten
Realisierbarkeit, Akzeptanz		o Keine neuen Instrumente, aber Ausbau Straße unsicher und ungelöste Finanzierung.	(-) Neue finanz. Instrumente eher moderat; externe Kosten evtl. kritisch (EU-Wegekosten-RL).

Skala für Beurteilung der Kriterien: + : positiv, o : neutral, - : negativ im Vergleich zu heute (Zustand 2010).

6.3 Gesamtschätzung und Empfehlungen

Die Analyse der ausländischen Erfahrungen sowie die vergleichende Wirkungsanalyse für das Referenz- sowie das erarbeitete Zielszenario zeigen ein erhebliches Potenzial an Maßnahmen, die den Güterverkehr in Deutschland und dessen Infrastruktur nachhaltiger machen. Im Vordergrund der Analyse stehen insbesondere Maßnahmen zur Anpassung des Finanzierungssystems sowie des Infrastrukturangebots. Im Bereich Finanzierung und Bepreisung haben sich folgende Maßnahmen als zentrale Pfeiler eines nachhaltigen Güterverkehrs herausgestellt:

- ▶ Ausweitung und Differenzierung Lkw-Maut: Ausweitung auf alle Straßen, Ausweitung auf leichte Nutzfahrzeuge ab 3,5 Tonnen, umfassendere Berücksichtigung der externen Umweltkosten (v.a. inkl. Klimakosten). Ein Teil dieser Maßnahmen ist im Jahr 2015 bereits umgesetzt worden.
- ▶ Zweckbindung eines Teils der Mauterhöhung (durch Einbezug der Umweltkosten) zur Förderung des kombinierten Verkehrs.
- ▶ Stärkere Förderung von KV-Infrastruktur und Anschlussgleisen durch deutliche Erhöhung der Infrastrukturzuschüsse (für Umschlaganlagen/Terminals des kombinierten Verkehrs und Gleisanschlüsse).
- ▶ Erhöhung Finanzmittel für Bahninfrastrukturfinanzierung (z.B. via LuFV).

Eine ergänzende Maßnahme ist die Erstellung eines Bahninfrastrukturfonds zur Finanzierung aller Ausgaben für die Schieneninfrastruktur. Mittel- bis langfristig ist die Bildung eines Gesamtverkehrsfonds mit zweckgebundenen Einnahmen zur Finanzierung der Schienen- und Straßeninfrastruktur (und evtl. Binnenschifffahrt) zu prüfen. Mit dem Fonds könnten sämtliche Ausgaben für die Schienen- und Straßeninfrastruktur finanziert werden. Ein Gesamtverkehrsfonds macht eine abgestimmte Infrastrukturplanung für den Gesamtverkehr nötig und erhöht die Planungssicherheit und Flexibilität bei der Infrastrukturfinanzierung.

Parallel zu den Finanzierungsmaßnahmen – und zum Teil gekoppelt damit – sind Maßnahmen im Bereich des Infrastrukturangebots notwendig. Im skizzierten Szenario sind dies primär folgende Maßnahmen:

- ▶ Verstärkter Ausbau der Schienengüterverkehrsachsen (v.a. Transit) zur deutlichen Steigerung der Kapazität.
- ▶ Priorität des Substanzerhalts vor Ausbau und Neubau bei der Straßeninfrastruktur.
- ▶ Starker Ausbau der Verlagerungsinfrastruktur des kombinierten Verkehrs sowie Umschlagzentren im konventionellen Verkehr zur Erhöhung der Umschlagkapazität.

Werden diese und weitere ergänzende Maßnahmen rasch umgesetzt, kann in den nächsten 15-20 Jahren eine deutliche Verringerung der negativen **Umweltwirkungen des Güterverkehrs** in Deutschland erreicht werden, primär als Folge einer Verlagerung von der Straße auf die Schiene. Als mögliches klimapolitisches Ziel für den Güterverkehr scheint eine Minderung der gesamten Treibhausgasemissionen um 10-20% bis 2030 im Vergleich zu 2010 realistisch. Das im EU Weißbuch Verkehr festgehaltene Klimaziel für den gesamten Verkehr in der EU (-20% bis 2030 gegenüber 2008) könnte also durchaus auch für den Güterverkehr in Deutschland zur (ehrgeizigen) Zielgröße erhoben werden. Mit Blick auf die energiepolitischen Ziele ist festzuhalten, dass die im Energiekonzept der Bundesregierung angestrebten Ziele (Reduktion Endenergieverbrauch des Verkehrs bis 2020 um 10% gegenüber 2005) auch mit dem in der vorliegenden Studie vorgeschlagenen Maßnahmenpaket (Zielszenario) im Güterverkehr allein knapp nicht erreicht werden. Für die Zielerreichung müsste deshalb die Minderung im Personenverkehr stärker sein. Immerhin kann aber im Zielszenario eine Verringerung des Energieverbrauchs im Güterverkehr erzielt

werden, im Gegensatz zum weiterhin steigenden Energieverbrauch im Referenzszenario gemäß VVP 2030. Auch bei den energetischen Zielen gilt deshalb: Die Vorgaben des Energiekonzepts der Bundesregierung sollten beibehalten werden. Allerdings sind dazu auch bei einer zeitlichen Ausweitung des Zieltermins bis 2030 erhebliche Anstrengungen notwendig.

In Bezug auf die **ökonomischen Wirkungen** sind die untersuchten Maßnahmen insgesamt positiv zu beurteilen. Insbesondere führen die Maßnahmen des Zielszenarios zu einer stabileren Finanzierung der Verkehrsinfrastruktur und erhöhen zudem den Anteil der Nutzerfinanzierung und somit die Verursachergerechtigkeit. Ein Grund dafür ist, dass die ausgebauten Nutzerfinanzierung im Sinne der Verursachergerechtigkeit zu spürbaren Teilen von ausländischen Akteuren (ausländische Verlagerer, Empfänger und Transportunternehmen) bezahlt wird, die damit erzielte Entlastung des allgemeinen Haushaltes jedoch vollständig zu Gunsten der inländischen Bevölkerung anfällt. Die Verschiebung vom Straßengüter- zum Schienengüterverkehr ist nicht mit einem Rückgang von Beschäftigung oder Wertschöpfung der Straßengüterverkehrsbranche verbunden, führt allerdings zu einem etwas verringerten Wachstum der Straße bis 2030.

Aus **Nachhaltigkeitssicht** – insbesondere aus Sicht der Umwelt, aber durchaus auch aus ökonomischer Sicht – ist es deshalb wünschenswert, dass die im Zielszenario dargestellten Maßnahmen hin zu einer nachhaltigeren Güterverkehrsinfrastruktur möglichst zeitnah umgesetzt würden. Die Maßnahmen helfen einerseits, die Umweltbelastung des Güterverkehrs und dessen Infrastruktur zu verringern und andererseits die Finanzierung der Infrastruktur langfristig zu sichern, ohne dabei volkswirtschaftlich negative Effekte wie Verlust an Arbeitsplätzen zur Folge zu haben. Der Strukturwandel im Güterverkehr ist auch eine Chance für den Wirtschaftsstandort Deutschland, da die Wirtschaft mit spürbaren Effizienzsteigerungen im Verkehrsbereich rechnen kann.

Um die umweltpolitischen Ziele zu erreichen, ist eine **Verlagerung** eines Teils des Güterverkehrs von der Straße auf die Schiene notwendig. Eine Erhöhung des Modalsplits des Schienengüterverkehrs ist allerdings kein Selbstzweck, kann aber einen wichtigen Beitrag zur Minderung der Umweltbelastung des Güterverkehrs leisten. Wie die vorliegende Analyse zeigt, ist das in der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung gesetzte Ziel von 25% Schienenanteil am Güterverkehr (in Bezug auf die Leistung, tkm) zwar ehrgeizig, aber durchaus realistisch zu erreichen, wenn die notwendigen Maßnahmen umgesetzt werden. Es gilt jedoch festzuhalten, dass die Verlagerung von Gütern von der Straße auf die Schiene bei gewissen Gütern und insbesondere bei kürzeren Distanzen (Feinverteilung) wenig Sinn macht bzw. teilweise unmöglich ist. Mit Blick auf die bahnaffinen Güter liegt in Deutschland noch erhebliches, auch ökonomisch sinnvolles Verlagerungspotenzial vor. Die Entwicklung der letzten Jahre hat dies für einige Gütersegmente bereits gezeigt, bei denen die Bahn deutlich zugelegt hat. Am Ziel der Nachhaltigkeitsstrategie, in Deutschland einen Bahnanteil von 25% beim Güterverkehr zu erreichen, sollte deshalb festgehalten werden, auch wenn der Zieltermin von 2015 nach hinten verschoben werden muss. Modalsplit-Ziele sollten allerdings nie das primäre Ziel sein, sondern lediglich eine Hilfsgröße für die Erreichung von Mengenzielen im Umweltbereich. Im Falle eines sehr starken Wachstums des Verkehrs auf Straße und Schiene können nämlich selbst bei einer Erreichung der Verlagerungsziels die Umweltziele verfehlt werden, weil die reine Mengenzunahme den positiven Effekt der Verlagerung wettmacht. Der Fokus der Umweltpolitik sollte deshalb auf Mengenzielen (z.B. in den Bereichen Klima und Energie) liegen. Modalsplit-Ziele können aber ein wichtiges Steuerungsinstrument auf dem Weg zur Erreichung der langfristigen Umweltziele sein.

Nicht vertieft untersucht worden sind in dieser Studie mögliche Potenziale von Lang-Lkw: dies unter der Annahme, dass die Wirkungen auf die Zielgrößen Umwelt und Modalsplit tendenziell kritisch zu beurteilen sind. Sollten die aktuellen Feldversuche langfristige Potenziale und Einsatzfelder sichtbar machen, so

sind diese für eine nachhaltige Güterverkehrsentwicklung (z.B. räumlich) klar zu begrenzen und die entstehenden Produktivitätseffekte (als Beitrag zur Finanzierung) mit der Lkw-Maut weitgehend abzuschöpfen.

Mit Blick auf den verkehrspolitischen Umsetzungspfad hin zu einer nachhaltigeren Güterverkehrsinfrastruktur lassen sich folgende **Empfehlungen** ableiten:

- ▶ Die in der vorliegenden Studie vertieft untersuchten Maßnahmen in den Bereichen Finanzierungssystem und Infrastrukturangebot haben vor allem kurz- und mittelfristig ein erhebliches Potenzial. Sie führen einerseits zu einer sichereren Finanzierung der Infrastruktur und können andererseits einen erheblichen Beitrag zur Erreichung der gesetzten umweltpolitischen Ziele (v.a. in den Bereichen Klima und Energie) leisten.
- ▶ Die Förderung des Schienenverkehrs führt allerdings zu zusätzlichen Herausforderungen im Bereich Schienenlärm und macht deshalb auch eine Förderung von Lärminderungsmaßnahmen im Bereich des Schienenverkehrs erforderlich.
- ▶ Mit Blick auf die notwendige massive Treibhausgasreduzierung zur Erreichung der langfristigen Klimaziele ab 2050 reichen die skizzierten Maßnahmen allerdings nicht aus. Spätestens ab 2025 bis 2030 sind deshalb weitergehende, vor allem technische Maßnahmen und Rahmenbedingungen notwendig. Nur mit umfassenden Veränderungen im Bereich der Antriebstechnologie beim Straßengüterverkehr können die gesetzten Klimaziele für 2050 und darüber erreicht werden. Solche Maßnahmen sind in einem parallel durchgeführten UFOPLAN-Vorhaben „Klimaschutzbeitrag des Verkehrs bis 2050“ (IFEU, INFRAS, LBST 2016) untersucht.
- ▶ Weil es bis zu einer breiten Umsetzung der erwähnten technologischen Maßnahmen noch einige Zeit dauern wird und die rein technischen Maßnahmen allein insbesondere im Klimaschutz nicht ausreichen werden, ist es wichtig, die nicht-technischen Maßnahmen im Bereich Finanzierungssystem und Infrastrukturangebot rasch umzusetzen. Ein Teil der im vorliegenden Vorhaben untersuchten Maßnahmen wurde in der Zwischenzeit immerhin teilweise umgesetzt (z.B. 2015 die Ausweitung der Maut auf weitere Bundesstraßen und auf Fahrzeuge ab 7,5 Tonnen, Berücksichtigung der Umweltkosten für Luftschadstoffe in der Maut). Das Zielszenario beinhaltet deshalb auch die Wirkungen dieser bereits umgesetzten Maßnahmen. Allerdings sind im Bereich der Lkw-Maut weitere Schritte notwendig, um die in der vorliegenden Studie ermittelten Wirkungen zu erreichen. Besonders wichtig sind die erwähnten Maßnahmen zur weiteren Ausweitung der Maut (gesamtes Straßennetz bzw. mindestens alle Bundesstraßen, Einbezug aller Lkw bzw. der leichten Nutzfahrzeuge ab 3,5 t; umfassender Einbezug der externen Umweltkosten).
- ▶ Eine wichtige Voraussetzung für den umfassenden Einbezug der Umweltkosten des Güterverkehrs in der Lkw-Maut ist die Novellierung der Wegekosten-Richtlinie der EU (auch Eurovignetten-Richtlinie genannt, 1999/62/EG). Diese definiert den Rahmen der Umweltkosten, die in Mautsysteme einfließen dürfen. Dazu gehören allerdings bisher nur Luftschadstoff- und Lärmkosten (sowie Staukosten), nicht aber die Klimakosten. Zudem liegen die maximalen Kostensätze für Luft und Lärm gemäß Wegekosten-Richtlinie zum Teil erheblich unter den geschätzten tatsächlichen Umweltkosten des Verkehrs in Deutschland (gemäß UBA Methodenkonvention zur Schätzung von Umweltkosten (UBA 2014)). Eine vollständige Internalisierung der Umweltkosten des Straßengüterverkehrs gibt es beispielsweise in der Schweiz mit der leistungsabhängigen Schwerverkehrsabgabe (LSVA). Die Höhe der LSVA ist so festgelegt, dass die Lkw in der Schweiz mit der LSVA sowie den weiteren Steuern (v.a. Mineralölsteuer) sämtliche von ihnen verursachten Infrastruktur-, Umwelt- und Unfallkosten decken.
- ▶ Nebst den Förder- und Finanzierungsmaßnahmen sind auch Maßnahmen zum Ausbau der Infrastruktur des Schienengüterverkehrs, insbesondere Umschlaganlagen für den kombinierten Ver-

kehr ein notwendiger Schritt zur Erreichung der Ziele eines nachhaltigeren Güterverkehrs. Finanzielle Förderinstrumente sollten ausgebaut werden, wobei auch hier ausländische Beispiele eine Orientierungshilfe geben können. Äußerst wichtig für die Erreichung der Ziele sind schließlich auch regulatorische Rahmenbedingungen im Güterverkehr. Im Straßen- aber auch im Schienengüterverkehr werden auch zukünftig ambitionierte Umweltgrenzwerte einen wichtigen Beitrag zur Verringerung der Umweltbelastung leisten. Für den Schienengüterverkehr erhöhen zudem verschiedene Rahmenbedingungen in den Bereichen Netzzugang, Interoperabilität oder Zulassung die Konkurrenzfähigkeit gegenüber der Straße.

Insgesamt hat die umfangreiche Analyse gezeigt, dass mit einem zukunftsorientierten Finanzierungsmodell für den Straßen- und Schienenverkehr ein Schritt hin zu einem nachhaltigeren Güterverkehr gemacht werden kann. Mit dem skizzierten Zielszenario können die bestehenden Umwelt- und Verkehrsziele zu einem großen Teil erreicht werden, ohne dass dies zu einer negativen volkswirtschaftlichen Gesamtwirkung führt. Der verkehrspolitische Weg zur Umsetzung dieser Maßnahmen bleibt allerdings eine Herausforderung.

7 Quellenverzeichnis

- AEA et al. (2012):** EU Transport GHG: Routes to 2050 II. Developing a better understanding of the secondary impacts and key sensitivities for the decarbonisation of the EU's transport sector by 2050. AEA, CE Delft, TNO, TEPR im Auftrag von EU DG Climate Action, Harwell (UK) und Brüssel.
- ASTAG (2014):** Lkw-Steuer (vormals Ecotaxe) in Frankreich: Start am 1. Januar 2015 angekündigt. Schweizerischer Nutzfahrzeugverband ASTAG. 25. August 2014. <http://www.astag.ch/?rub=220&id=9410>
- BAV (2013):** Bundesamt für Verkehr (BAV) der Schweiz. Bahninfrastrukturfonds (BIF): Illustrationsgrafik. online: <http://www.bav.admin.ch/fabi/04048/index.html?lang=de> . Aufgerufen am 27. 7. 2015.
- Bernecker und Fichert (2013):** Optionen zur Finanzierung der Bundesfernstraßen. T. Bernecker (Hochschule Heilbronn) und F. Fichert (Fachhochschule Worms). Bericht im Auftrag des Baden-Württembergischen Industrie- und Handelskammertages. Stuttgart.
- Bertilsson, Olsson (2009):** The Road to Intermodal Transport -A study of the economic, environmental and societal effects from the usage of 2x40 feet vehicles for pre and post haulage. A. Bertilsson, C. Olsson. Universität Göteborg.
- BMUB (2014):** Aktionsprogramm Klimaschutz 2020. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit. Berlin.
- BMVBS (2010):** Aktionsplan Güterverkehr und Logistik, Logistikinitiative für Deutschland. Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS). Berlin.
- BMVBS (2013):** Verkehr in Zahlen 2013/2014. Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) (Herausgeber). Verlage DVV Media Group. Hamburg.
- Bundesregierung (2002):** Perspektiven für Deutschland – Unsere Strategie für eine nachhaltige Entwicklung. Bundesregierung. Berlin.
- Bundesregierung (2008):** Masterplan Güterverkehr und Logistik. Bundesregierung vertreten durch das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS). Berlin.
- Bundesregierung (2010):** Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung. Bundesregierung. Berlin.
- Bundesregierung (2012):** Nationale Nachhaltigkeitsstrategie, Fortschrittsbericht 2012. Bundesregierung. Berlin.
- BVU et al. (2014):** Prognose der deutschlandweiten Verkehrsverflechtungen 2030 (Schlussbericht). BVU Beratergruppe Verkehr + Umwelt, Intraplan Consult, Ingenieurgruppe IVV, Planco Consulting. im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur. FE-Nr. 96.0981/2011. Freiburg, München, Aachen, Essen.
- Daehre et al. (2012):** Zukunft der Verkehrsfinanzierung. Bericht der Kommission unter Vorsitz von Karl-Heinz Daehre. Kommission im Auftrag der Verkehrsminister des Bundes und der Länder.
- DG TREN (2008):** EU research project IMPACT: Internalisation Measures and Policies for All external Cost of Transport. Deliverable 1: Handbook on estimation of external costs in the transport sector. Infrac, CE Delft, Fraunhofer Gesellschaft ISI, University of Gdansk.
- DSLVL (2013):** Berechnung von Treibhausgasemissionen in Spedition und Logistik gemäß DIN EN 16258. Martin Schmied (INFRAS) und Wolfram Knörr (IFEU-Institut) im Auftrag des Deutschen Speditions- und Logistikverband e.V. (DSLVL) sowie des BMU/UBA. Bonn.
- EC (2011):** Briefing: Transport Fuels and the Energy Tax Directive (ETD). Europäische Kommission. Brüssel. Mai 2011.
- EU-Kommission (2011):** Weißbuch: Fahrplan zu einem einheitlichen europäischen Verkehrsraum – Hin zu einem wettbewerbsorientierten und ressourcenschonenden Verkehrssystem. Europäische Kommission. Brüssel.

Faq-Logistique (2014): Le Feuillet Environment Aids Transports Combiné. Zugriff: 29.9.2014. URL: <http://www.faq-logistique.com/TL&A-Focus-Feuillet-Environnement-Aides-Transport-Combine.htm> . aufgerufen am 26.11.2014.

HaCon, KombiConsult (2012): Erstellung eines Entwicklungskonzeptes KV 2025 in Deutschland als Entscheidungshilfe für die Bewilligungsbehörden. HaCon Ingenieursgesellschaft und KombiConsult im Auftrag des BMVI. Hannover & Frankfurt am Main.

Heinrich-Böll-Stiftung (2012): Der Güterverkehr von morgen – Lkws zwischen Transporteffizienz und Sicherheit. G. Prokop und A. Stoller im Auftrag der Heinrich-Böll-Stiftung. Berlin.

Hupac (2014): Leistungsstarkes Netzwerk aus einer Hand. <http://www.hupac.ch/index.php?node=290&lng=3&rif=805ad181a8> . aufgerufen am 12.8.2014.

Hylén, Kauppila, Chong (2013): Road Haulage Charges and Taxes. Summary analysis and data tables 1998-2012 – Discussion Paper 2013-8. B. Hylén, J. Kauppila, E. Chong. International Transport Forum (ITF).

IBM (2011): Liberalisierungsindex Bahn 2011, Kurzfassung. Marktöffnung: Eisenbahnmärkte der Mitgliedstaaten der Europäischen Union, der Schweiz und Norwegens im Vergleich. IBM Global Business Services: Brüssel. 20. April 2011.

ifo, HSU (2012): Verkehrsverflechtungsprognose 2030 sowie Netzumlegung auf die Verkehrsträger – Erstellung einer regionalisierten Strukturdatenprognose (Los 1), Prognose der wirtschaftlichen Entwicklung 2010 bis 2030. ifo Institut für Wirtschaftsforschung und Helmut-Schmidt-Universität (HSU) Hamburg. im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung. Hamburg / Dresden.

IFEU, INFRAS, LBST (2016): Klimaschutzbeitrag des Verkehrs bis 2050. IFEU-Institut, INFRAS und LBST-Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH im Auftrag des Umweltbundesamtes UBA. Karlsruhe, Bern, München.

INFRAS (2012): Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA). INFRAS im Auftrag des Umweltbundesamtes UBA, des Bundesamtes für Umwelt BAFU Schweiz sowie des Umweltbundesamtes Österreich. Bern.

Intraplan (2011): Projekt „Langstreckenverkehre optimieren“. Intraplan im Auftrag des Bundesamtes für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS). München.

ITF (2013): Permissible maximum weights of trucks in Europe (in tonnes). International Transport Forum (ITF). URL: <http://www.internationaltransportforum.org/IntOrg/road/dimensions.html> . aufgerufen am 24.11.2014.

Koalitionsvertrag (2013): Deutschlands Zukunft gestalten – Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD. 18. Legislaturperiode.

Lkw-Auskunft (2014): Übersicht: Lkw-Fahrverbote in Europa. URL: http://www.lkw-auskunft.com/info/fahrverbote_eu.html aufgerufen am 19.11.2014.

MEDDE (2014): Péage de transit poids lourds – Expérimentation du péage de transit poids lourds. Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie (MEDDE). 26. 9. 2014. <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Experimentation-du-peage-de.html> . aufgerufen am 27.7.2015.

Multi-Service Tolls (2014): Webseite der Multi Service Technology Solutions Inc. <http://www.multitollbox.com/index.php/was-ist-ecotax/?lang=de> . aufgerufen am 25.11.2014.

Öko-Institut (2009): Renewbility I – Stoffstromanalyse nachhaltige Mobilität im Kontext erneuerbarer Energien bis 2030. Öko-Institut und DLR-IVF im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit BMU. Berlin.

Öko-Institut (2012): Renewbility II – Szenario für einen anspruchsvollen Klimaschutzbeitrag des Verkehrs. Öko-Institut, DLR-IVF und Fraunhofer-ISI im Auftrag von Umweltbundesamt UBA und Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit BMU. Berlin.

Seidelman (2010): 40 Years Combined Transport Road-Rail in Europe - From Piggy-Back Transport to an Intermodal Transport System. C. Seidelman. Frankfurt am Main

Sjögren (1994): Kombinerade Transporter mellan Sverige och Västeuropa (Kombinierter Verkehr zwischen Schweden und Westeuropa). S. Sjögren. paper presented at the 5th NOFOMA congress at the Turku School of Economics and Business Administration (Finland). 10-11 June 1994.

SPD (2012): Mehr Verkehr auf die Schiene – Eine neue Netzstrategie für die Eisenbahn. Konzept der SPD-Bundestagsfraktion. Berlin.

SRU (2012): Umweltgutachten 2012 – Verantwortung in einer begrenzten Welt. Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU). Berlin.

Statistisches Bundesamt (2014): Nachhaltige Entwicklung in Deutschland – Indikatorenbericht 2014, Indikatoren zur Nachhaltigkeitsstrategie für Deutschland. Statistisches Bundesamt. Wiesbaden.

UBA (2007): Ökonomische Bewertung von Umweltschäden – Methodenkonvention zur Schätzung externer Umweltkosten. Umweltbundesamt Deutschland. Dessau-Roßlau.

UBA (2009): Strategie für einen nachhaltigen Güterverkehr. Umweltbundesamt UBA. Dessau-Roßlau.

UBA (2010): Schienennetz 2025/2030. Michael Holzhey (KCW Berlin) im Auftrag des Umweltbundesamtes UBA. Dessau-Roßlau.

UBA (2012a): Carbon Footprint – Teilgutachten ‚Monitoring für den CO₂-Ausstoß in der Logistikkette‘. Martin Schmied (Öko-Institut) und Wolfram Knörr (IFEU-Institut) im Auftrag des Umweltbundesamtes UBA. Dessau-Roßlau.

UBA (2012b): Carbon Footprint – Teilgutachten ‚Abbau von Hemmnissen zur Emissionsminderung‘. Christiane Geiger (TU Dortmund) und Martin Schmied (Öko-Institut) im Auftrag des Umweltbundesamtes UBA. Dessau-Roßlau.

UBA (2012c): Grundkonzeption einer nachhaltigen Bundesverkehrswegeplanung. Prof. Dr. Klaus J. Beckmann, Anne Klein-Hitpaß, Prof. Dr. Werner Rothengatter (Deutsches Institut für Urbanistik, Berlin) im Auftrag des Umweltbundesamtes UBA. Dessau-Roßlau.

UBA (2012d): Ökonomische Bewertung von Umweltschäden: Methodenkonvention 2.0 zur Schätzung von Umweltkosten. Umweltbundesamt unter Mitarbeit des IER Universität Stuttgart und INFRAS. Dessau-Roßlau.

UBA (2013): Wirtschaftliche Aspekte nichttechnischer Maßnahmen zur Emissionsminderung im Verkehr. Fraunhofer-ISI, INFRAS, IFEU im Auftrag des Umweltbundesamtes UBA. Dessau-Roßlau.

UBA (2014): Best-Practice-Kostensätze für Luftschadstoffe, Verkehr, Strom- und Wärmeerzeugung. Anhang B der Methodenkonvention 2.0 zur Schätzung von Umweltkosten. Umweltbundesamt unter Mitarbeit des IER Universität Stuttgart und INFRAS. Dessau-Roßlau.

UBA (2015): Leitfaden zur Nutzen-Kosten-Abschätzung umweltrelevanter Effekte in der Gesetzesfolgenabschätzung. Ecologic, INFRAS, IER Universität Stuttgart im Auftrag des Umweltbundesamtes UBA. UBA-Texte 01/2015. Dessau-Roßlau.

UIC (2012): Combined Transport in Europe, Report 2012. Internationaler Eisenbahnverband (UIC). Paris.

WK Transport Logistique (2014): Transport combiné : les aides au coup de pince vont enfin être débloquées. 20.6.2014. URL: <http://www.wk-transport-logistique.fr/actualites/detail/76354/transport-combine-les-aides-au-coup-de-pince-vont-enfin-etre-debloquees.html#&panel1-1> . aufgerufen am 25.11.2014.

WWF (2009): Modell Deutschland – Klimaschutz bis 2050: Vom Ziel her denken. Prognos und Öko-Institut im Auftrag des WWF Deutschland. Basel/Berlin.

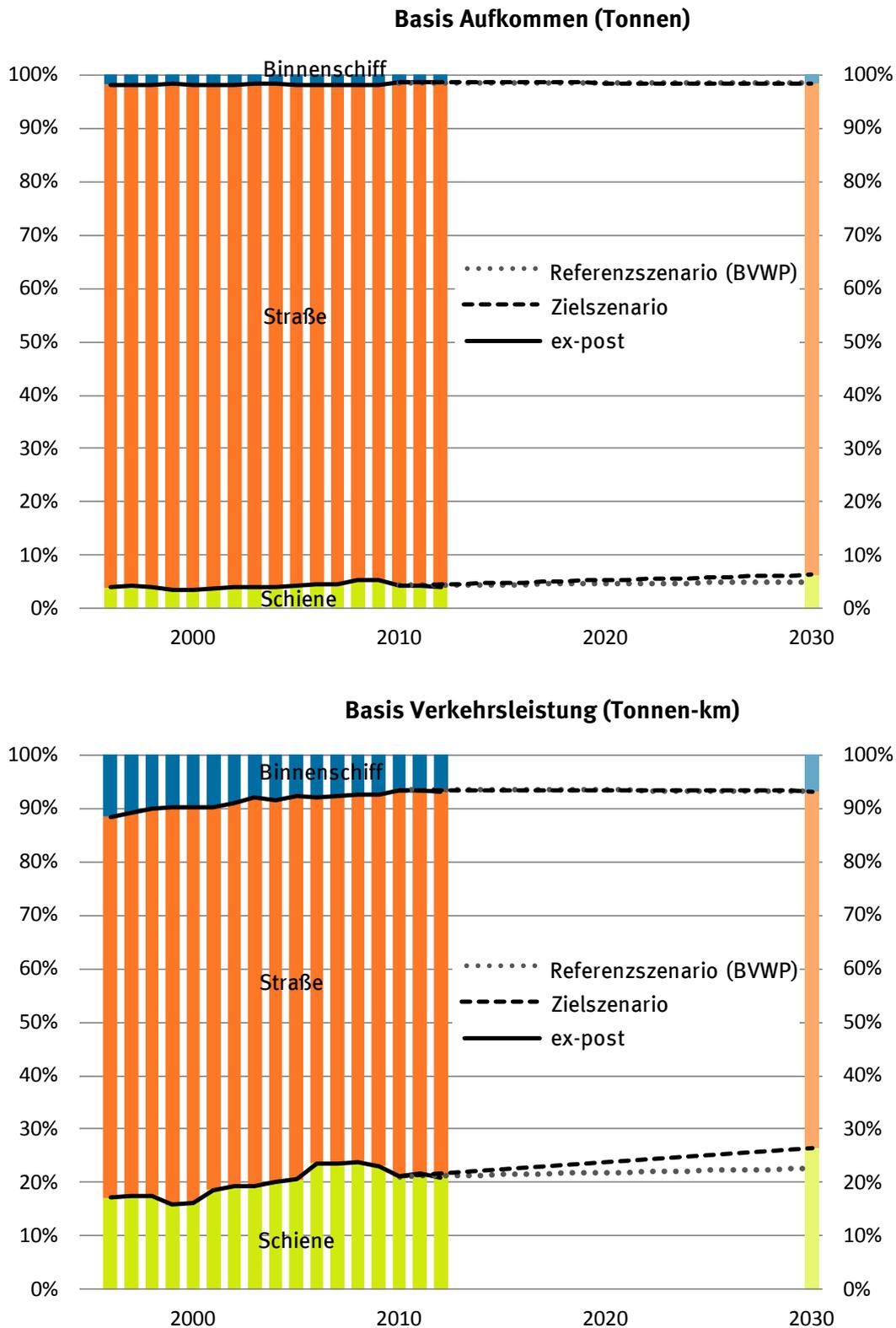
Anhang

Verkehrliche Modellierung: Detailergebnisse

Teilergebnisse ausgewählter Warengruppen

Die folgenden Abbildungen zeigen für die drei in Bezug auf die t und tkm wichtigsten Warengruppen – nebst der im Kap. 5.2.2 dargestellten Warengruppe ‚Chemische Erzeugnisse und Mineralölerzeugnisse‘ (vgl. Abbildung 18) – die Veränderungen des Modalsplits im Ziel- und Referenzszenario. Die Abbildungen zeigen jeweils nur den Binnenverkehr, der aber bei weitem die wichtigste Hauptverkehrsrelation ist (bei allen dargestellten Warengruppen mind. 50% der Transportleistung).

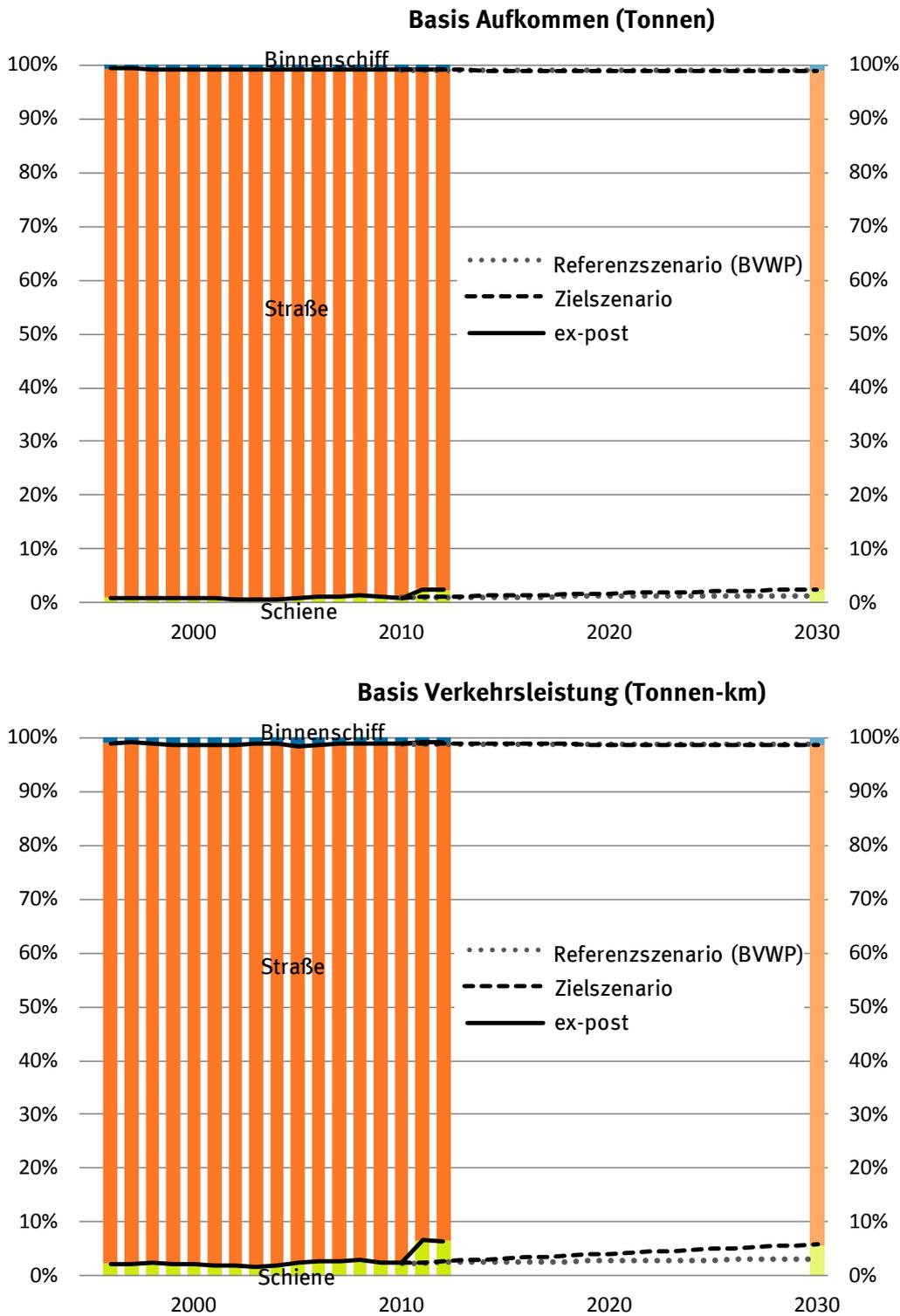
Abbildung 24: Entwicklung Modalsplit Ziel- vs. Referenzscenario: Warengruppe Erze, Steine und Erden, Bergbauerzeugnisse (Binnenverkehr)



Eigene Darstellung.

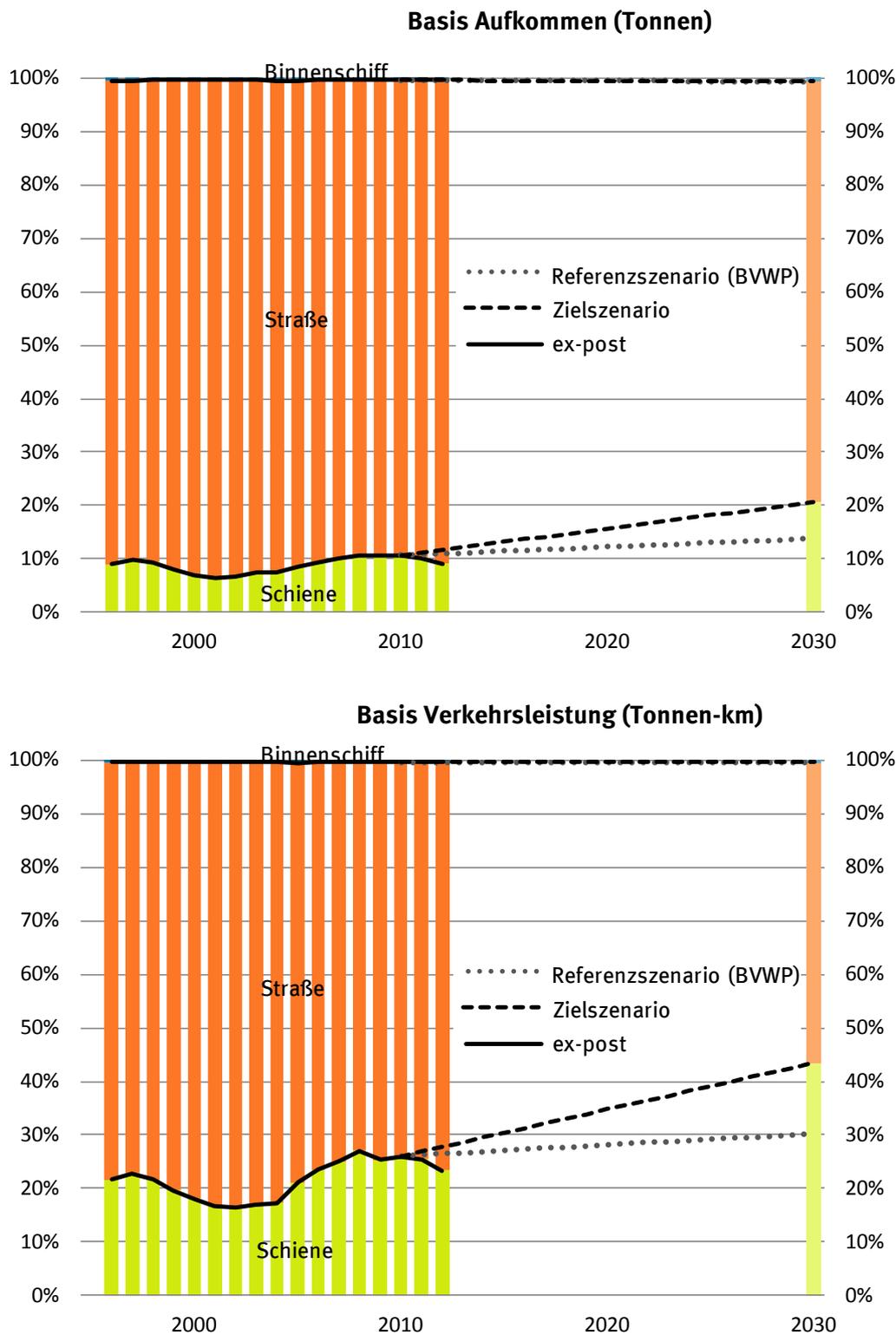
Quellen: ex-post: Statistisches Bundesamt 2014; Referenz: BVU et al. 2014; Ziel: eigene Berechnungen.

Abbildung 25: Entwicklung Modalsplit Ziel- vs. Referenzszenario: Warengruppe Konsumgüter zum kurzfristigen Verbrauch & Holzwaren (Binnenverkehr)



Eigene Darstellung. Bem.: Der Sprung der statist. ex-post Daten 2010-2012 ist für uns nicht nachvollziehbar. Wir gehen von einem statistischen Grund aus, wohl eine Verlagerung zwischen Gütergruppen (vgl. Gegeneffekt unten).
 Quellen: ex-post: Statistisches Bundesamt 2014; Referenz: BVU et al. 2014; Ziel: eigene Berechnungen.

Abbildung 26: Entwicklung Modalsplit Ziel- vs. Referenzszenario:
Warengruppe Unbekannte Güter (KV), Sammelgüter, Post & Pakete (Binnenverkehr)



Eigene Darstellung. Bem.: Der Sprung der statist. ex-post Daten 2010-2012 ist für uns nicht nachvollziehbar. Wir gehen von einem statistischen Grund aus, wohl eine Verlagerung zwischen Gütergruppen (vgl. Gegeneffekt oben).
Quellen: ex-post: Statistisches Bundesamt 2014; Referenz: BVU et al. 2014; Ziel: eigene Berechnungen.

Ergebnisse nach Hauptverkehrsrelationen (Binnen, Import, Export, Transit)

Tabelle 52: Verkehrsleistung (Mrd. tkm) 2010, 2030 Referenzszenario, 2030 Zielszenario

in Mrd. tkm	Straße	Schiene	Binnenschiff	Total
2010				
Binnenverkehr	258	54	11	323
Import (Empfang)	52	21	24	97
Export (Versand)	54	21	13	88
Transitverkehr	74	11	15	100
<i>Total</i>	<i>437</i>	<i>108</i>	<i>62</i>	<i>607</i>
2030 Referenzszenario (VVP 2030)				
Binnenverkehr	334	76	14	423
Import (Empfang)	80	30	26	136
Export (Versand)	78	32	16	126
Transitverkehr	115	16	21	152
<i>Total</i>	<i>607</i>	<i>154</i>	<i>76</i>	<i>838</i>
2030 Zielszenario				
Binnenverkehr	294	94	13	401
Import (Empfang)	75	37	26	138
Export (Versand)	75	38	17	130
Transitverkehr	107	23	23	152
<i>Total</i>	<i>550</i>	<i>193</i>	<i>79</i>	<i>822</i>

Quellen: Referenzszenario: BVU et al. 2014; Zielszenario: eigene Berechnungen.

