

TEXTE

50/2022

Abschlussbericht

Handlungsoptionen für eine ökologische Gestaltung der Transportmittelwahl im Güterfernverkehr

von:

Jan Blechschmidt, Jan Reher, Carina Thaller,
Gernot Liedtke

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. (DLR),
Institut für Verkehrsforschung,
Abteilung Wirtschaftsverkehr, Berlin

Stefanos Kotzagiorgis

TTS TRIMODE Transport Solutions GmbH, Freiburg

Christian Jödden, Andreas Sauer, Martina Führer

Kantar GmbH, München

Herausgeber:

Umweltbundesamt

TEXTE 50/2022

Ressortforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt,
Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz

Forschungskennzahl 3717 58 102 0

FB000673

Abschlussbericht

Handlungsoptionen für eine ökologische Gestaltung der Transportmittelwahl im Güterfernverkehr

von

Jan Blechschmidt, Jan Reher, Carina Thaller,
Gernot Liedtke

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. (DLR),
Institut für Verkehrsforschung,
Abteilung Wirtschaftsverkehr, Berlin

Stefanos Kotzagiorgis

TTS TRIMODE Transport Solutions GmbH, Freiburg

Christian Jödden, Andreas Sauer, Martina Führer
Kantar GmbH, München

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Impressum

Herausgeber

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

[f/umweltbundesamt.de](https://www.facebook.com/umweltbundesamt.de)

[t/umweltbundesamt](https://twitter.com/umweltbundesamt)

Durchführung der Studie:

Kantar GmbH
Landsberger Straße 284
80687 München

Abschlussdatum:

Februar 2021

Redaktion:

Fachgebiet I 2.1 „Umwelt und Verkehr“
Martyn Douglas

Publikationen als pdf:

<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen>

ISSN 1862-4804

Dessau-Roßlau, Mai 2022

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren.

Kurzbeschreibung: Handlungsoptionen für eine ökologische Gestaltung der Transportmittelwahl im Güterfernverkehr

Ziel der Studie ist es, die Eigenschaften und Beziehungen zwischen den einzelnen Verkehrsträgern im Güterfernverkehr im Detail zu beschreiben und zu erklären, um hierauf basierend Vorschläge darüber zu erarbeiten, wie und mit welchem Erfolg dem Güterverkehr eine nachhaltige Richtung gegeben werden kann.

Aufbauend auf einer systematischen Literaturrecherche und Synthese wird zunächst dargestellt, welche unterschiedlichen Verkehrsträgeraffinitäten nach Güter- und Ladungsarten sowie Sendungsdistanzen vorliegen und wie diese mit den verkehrsträgerspezifischen Unterschieden bei den Transportkosten in Verbindung stehen.

Mit einer Unternehmensbefragung werden die Aussagen der Sekundärdatenanalyse validiert und die relevanten Entscheidungsprozesse für die Verkehrsmittelwahl transparent gemacht. Die Unternehmensbefragung zeigt deutlich, dass eine umfangreichere Verlagerung von Güterfernverkehren der Straße auf alternative Verkehrsträger auf mehrere Hemmnisse stößt und nur dann realisierbar ist, wenn die Infrastruktur der Schiene und der Wasserstraße kontinuierlich weiter ausgebaut und infrastrukturelle Engpässe abgebaut werden, wenn die Kosten der alternativen Verkehrsträger im Vergleich zum Lkw wettbewerbsgerecht gestaltet, die Zuverlässigkeit im Schienengüterverkehr verbessert, die Gesamttransportzeiten reduziert, sowie die Abfahrtsfrequenzen im kombinierten Verkehr bei Schiene und Wasserstraße erhöht werden können. Zu allen Hemmnissen werden Empfehlungen für Maßnahmen entwickelt und diskutiert, wie diese abgebaut werden können und welche Verlagerungswirkungen erwartet werden können.

Abstract: Options for action for an ecological design of the transport mode choice in long-distance freight traffic

The aim of the research project is to describe and explain the relationships between the individual modes of freight transport in detail to be able to assess how and to what extent the competition can be intervened.

Based on a systematic literature research and synthesis, it is first shown which different transport mode affinities by the type of goods and cargo as well as delivery distances exist and how these are related to the mode-specific differences in transport costs.

With a subsequent company survey, the statements of the secondary data analysis are validated and the relevant decision-making processes for the transport mode choice are made transparent. The survey clearly shows that a more extensive shift of long-distance freight traffic on roads to alternative transport modes encounters several obstacles and is only feasible if the rail and waterway infrastructure is continuously expanded and infrastructural bottlenecks are reduced, if the costs for alternative transport modes are designed to be competitive compared to heavy cargo traffic, the reliability of freight train transport is improved, the total transport time can be reduced and the departure frequencies in combined transport by rail and waterway can be increased. For all obstacles, recommendations for the implementation of measures are developed and discussed, how these can be reduced and to what extent traffic shifts can be expected.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	9
Tabellenverzeichnis.....	11
Abkürzungsverzeichnis.....	17
Zusammenfassung.....	18
Summary.....	29
1 Fragestellungen im Bereich Güterverkehr.....	38
1.1 Systematische Literaturrecherche und Synthese.....	39
1.1.1 Thematischer Fokus der Literaturrecherche und -analyse.....	40
1.1.2 Methodisches Vorgehen bei der Literaturanalyse.....	40
1.1.3 Erkenntnisse aus der Literaturanalyse.....	42
1.1.3.1 Akteure der VM-Wahl.....	42
1.1.3.2 Segmentierung.....	44
1.1.3.3 Servicemerkmale.....	50
1.1.3.4 Qualitätsmerkmale der Transportdienstleistung hinsichtlich Zeit (Value of Time) und Zuverlässigkeit (Value of Reliability).....	56
1.1.3.5 Elastizitäten.....	62
1.1.3.6 Weitere Einflussfaktoren für die Verkehrsmittelwahl.....	68
1.1.3.7 Hemmnisse und Gründe der Verhinderung der Verlagerungspotentiale.....	73
1.1.3.8 Maßnahmen und Handlungsempfehlungen zur Attraktivitätssteigerung des Schienengüterverkehrs.....	79
1.1.4 Synthese.....	86
1.2 Empirische Bestandsaufnahme des Güterverkehrs.....	97
1.2.1 Ziel des Arbeitspaketes.....	97
1.2.2 Datengrundlagen für den Güterverkehr.....	97
1.2.3 Hohe Heterogenität der unterschiedlichen Güter im Güterverkehr.....	99
1.2.4 Modal Split nach Verkehrsträger und Gütergruppen.....	101
1.2.5 Modal Split nach Verkehrsträger und Entfernungsklassen.....	105
1.2.6 Überwiegender Anteil der Verkehrsrelationen ist nicht intermodal besetzt.....	107
1.2.7 Verkehrsrelationen mit intermodaler Verkehrsträgerkonkurrenz nach Distanzklassen.....	113
1.2.8 Verkehrsträgerspezifische Transportkosten.....	115
1.2.8.1 Kostenstrukturen im Straßengüterverkehr.....	115
1.2.8.2 Kostenstrukturen im Schienengüterverkehr.....	119

1.2.8.3	Kostenstrukturen im Binnenschiffsgüterverkehr	125
1.2.8.4	Kostenvergleich zwischen den Verkehrsträgern	133
1.2.8.5	Kostenvergleich bei multimodalen Verkehren	136
1.2.9	Schlussfolgerungen	144
1.3	Befragung der Verlader und Transporteure	146
1.3.1	Befragungsdesign.....	146
1.3.2	Stichprobenziehung	146
1.3.3	Vorscreening der Teilnehmer	147
1.3.4	Fragebogenkonzept	149
1.3.5	Durchführung der Feldphase	161
1.3.6	Datenanalyse – Ergebnisse	163
1.3.6.1	Allgemeine Angaben zu den Interviewpartnern und der Verkehrsanbindung	164
1.3.6.2	Güterverkehr und eingesetzte Verkehrsmittel.....	171
1.3.6.3	Eigenschaften der eingesetzten Verkehrsmittel.....	197
1.3.6.4	Verlagerungsbarrieren.....	205
1.3.6.5	Bedeutung von ökologischer Nachhaltigkeit für die Unternehmen.....	219
1.3.6.6	Gestaltung des Transportangebots der Schiene.....	239
2	Ableitung von Handlungsempfehlungen.....	243
2.1	Ordnungspolitische sowie übergreifende Maßnahmen zur Angebotsverbesserung alternativer Verkehrsträger	244
2.1.1	Vordringlicher Ausbau der Infrastruktur der alternativen Verkehrsträger	244
2.1.2	Beschleunigte Umsetzung der Maßnahmen im BVWP.....	245
2.1.3	Stärkung von Maßnahmen zur pro-allokativen Reduzierung der Konflikte zwischen der interessierten Öffentlichkeit und den Bauträgern der Infrastrukturprojekte.....	247
2.1.4	Weitere Stärkung des kombinierten Verkehrs	248
2.1.5	Regional konsolidierte Gewerbeflächenentwicklung - Konzentration und Bereitstellung von Logistik- und Gewerbeflächen an verkehrszentralen Standorten zur Förderung kombinierter Verkehre.....	249
2.1.6	Fortsetzung der Gleisanschlussförderung	251
2.1.7	Verbesserung bzw. Erhöhung der Interoperabilität im europäischen Schienengüterverkehr und Harmonisierung der Zugangsbedingungen.....	252
2.2	Maßnahmen zur Verbesserung des relativen Kostenvorteils der Schiene und des Binnenschiffs.....	253
2.2.1	Volle Berücksichtigung der externen Kosten des Lkw in die Lkw-Maut	253
2.2.2	Senkung der Kosten für den Infrastrukturzugang der Schiene - Fortsetzung der Trassenpreisförderung.....	254

2.2.3	Gewährung von Betriebskostenzuschüssen zur Stärkung intermodaler Verkehre	255
2.2.4	Fortsetzung der Elektrifizierung des Schienennetzes auf den wichtigsten Güterverkehrsrouten	256
2.2.5	Förderung von Last-Mile und Dual-Mode-Lokomotiven	258
2.2.6	Umsetzung betrieblicher Maßnahmen zur Umschlagsautomatisierung bei Schiene und Wasserstraße	259
2.2.7	Ausbau von 740 m-Zuglangen Gleisen in den Güterverkehrs(Rangier)anlagen und Ausbau der Kapazitäten in den Verkehrsanlagen	260
2.2.8	Beseitigung weiterer Stör- und Kostentreiber im Schienennetz	261
2.2.8.1	Bekannte Steilrampen	261
2.2.8.2	Beseitigungen von Strecken mit geringen Achslasten.....	262
2.2.9	Standardisierung der Transportbehältnisse im kombinierten Verkehr.....	266
2.2.10	Verpackungsoptimierung bei Verladern.....	267
2.3	Zeitsenkende und zuverlässigkeitserhöhende Maßnahmen	267
2.3.1	Verstärkung der Automatisierung und Digitalisierung der Betriebsabläufe	268
2.3.2	Automatisierung der Verkehrsmittelüberprüfung und Sendungsverfolgung	269
2.3.3	Verbesserung der Zeiteffizienz von Wagen- und Zugbildung	270
2.3.4	Erweiterung der Abfertigung- und Beladungszeiten	271
2.3.5	Gewährleistung der Trassenverfügbarkeit für Güterschnellzüge und des Vorrangrechts des Güterverkehrs auf Güterstrecken	272
2.3.6	Aufbau eines Kennzahlensystems zur besseren Berücksichtigung von Pufferzeiten zur Vermeidung von Verspätungen im Betriebsablauf der Züge.....	275
2.3.7	Priorisierung des Güterverkehrs auf güterverkehrsrelevanten Strecken und stärkere Trennung von SPV und SGV	276
2.3.8	Erhöhung und Erweiterung der Abfahrtsfrequenzen	277
3	Anhang	280
3.1	Transporteigenschaften der einzelnen Güter	280
3.2	Eignung der Verkehrsmittel nach Gütergruppen.....	293
4	Quellenverzeichnis	298

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Hafenstandorte in Deutschland	108
Abbildung 2:	Binnenschiffsverkehre im Jahr 2010 nach Regionen.....	109
Abbildung 3:	Verladebahnhöfe im Schienengüterverkehr	110
Abbildung 4:	Schienengüterverkehr nach Regionen im Jahr 2010.....	111
Abbildung 5:	Schienenanbindung von Gewerbegebieten und Unternehmen im Raum Worms	112
Abbildung 6:	Aufteilung der Kostenkomponenten bei repräsentativen Lkw- Fahrzeugen	116
Abbildung 7:	Leerfahrtanteil nach Entfernungskilometern	117
Abbildung 8:	Lkw-Kosten in €/t bzw. in €/km nach Transportdistanzen.....	118
Abbildung 9:	Vergleich der Energiekosten nach Bruttozuggewicht bei Elektro- und Dieseltraktion.....	120
Abbildung 10:	Bedeutung der einzelnen Kostenkomponenten im Schienengüterverkehr differenziert nach E- und D-Traktion (ohne Umschlagkosten) (unter der Annahme eines Ganzzugstransports mit 1.500 t über 500 km)	124
Abbildung 11:	Kosten eines Ganzzuges mit 1.270 Ladungstonnen in €/t bzw. in €/km nach Transportdistanzen und Traktionsart.....	125
Abbildung 12:	Transportkosten unterschiedlicher Binnenschiffe in €/t bzw. in €/km nach Transportdistanzen für eine beladene Bergfahrt (inkl. leerer Rückfahrt).....	132
Abbildung 13:	Transportkostenvergleich für einen Massenguttransport im direkten Lkw-Verkehr und einem Transport per Schiene inkl. einem Vor- und Nachlauftransport von bis zu 30 km (Kostenangaben in €/t).....	137
Abbildung 14:	Deutschlandweite Verteilung der Vor- und Nachlaufverkehre im KV nach Entfernungsstufen (2010).....	139
Abbildung 15:	KV Terminalstandorte in Deutschland.....	140
Abbildung 16:	KV-Terminals in Deutschland und ihr 50-km Einzugsgebiet...141	
Abbildung 17:	Transportkostenvergleich für einen Wechselbehälter im direkten Lkw-Transport und einem Transport per Schiene inkl. einem Vor- und Nachlauftransport von bis zu 30 km (Kosten in €/40-Fuß Ladeinheit)	142
Abbildung 18:	Aufbau des telefonischen Vorscreenings	148
Abbildung 19:	Aufbau des Fragebogens	149
Abbildung 20:	Allgemeines zum Betrieb und zur Infrastruktur	150
Abbildung 21:	Details zum Versand und Empfang.....	152
Abbildung 22:	Verkehrsmittel.....	154
Abbildung 23:	Barrieren, Schwellen und Zuverlässigkeit.....	156
Abbildung 24:	Bewertung der ökologischen Nachhaltigkeit des Unternehmens	158

Abbildung 25:	Gestaltung des Transportangebots der Schiene	159
Abbildung 26:	Detaillierte Struktur des Fragebogens.....	160
Abbildung 27:	Verteilung der Unternehmensgröße in der Nettostichprobe	163
Abbildung 28:	Beispiel einer intermodalen Transportkette Lkw/Bahn	205
Abbildung 29:	Generelle umweltbezogene Einschätzung der Verkehrsmittel [Anzahl der Nennungen].....	220
Abbildung 30:	Ökologische Nachhaltigkeit – Bedeutung für Tätigkeit	223
Abbildung 31:	Anzahl der Maßnahmen bzgl. sozialer Verantwortung und ökologischer Nachhaltigkeit im Unternehmen.....	227
Abbildung 32:	Ökologische Nachhaltigkeit differenziert nach Wirtschaftszweig	230
Abbildung 33:	Anzahl der Maßnahmen im Betrieb differenziert nach Wirtschaftszweig	231
Abbildung 34:	Ökologische Nachhaltigkeit differenziert nach Anzahl der Beschäftigten im Betrieb	232
Abbildung 35:	Anzahl der Maßnahmen im Betrieb differenziert nach Anzahl der Beschäftigten im Betrieb.....	233
Abbildung 36:	Ökologische Nachhaltigkeit differenziert nach Verkehrsmittelnutzung – Nur Lkw.....	234
Abbildung 37:	Ökologische Nachhaltigkeit differenziert nach Verkehrsmittelnutzung – Bahn.....	235
Abbildung 38:	Ökologische Nachhaltigkeit differenziert nach Verkehrsmittelnutzung – Binnenschiff.....	236
Abbildung 39:	Ökologische Nachhaltigkeit differenziert nach Verkehrsmittelnutzung – Kontinentaler KV	237
Abbildung 40:	Ökologische Nachhaltigkeit differenziert nach Verkehrsmittelnutzung – Maritimer KV	238
Abbildung 41:	Kundenbindung bzw. Nutzungsintensivierung der Schiene ...	240
Abbildung 42:	Nichtnutzung Schiene – Verbesserungsvorschläge zur Weiterentwicklung des Angebots	241
Abbildung 43:	Design einer attraktiveren Schienennutzung	242
Abbildung 44:	Bundesdeutsches Schienennetz in 2030 nach Streckenklassen	265
Abbildung 45:	Mit Streckenstandard G 120 (Güterverkehrsstrecken) ausgewiesene Strecken im Bundesschienennetz.....	274

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Übersicht zur Literaturanalyse	42
Tabelle 2:	Segmente nach Arunotayanun und Polak (2011).....	46
Tabelle 3:	Cluster der Lkw-Spediteure hinsichtlich hemmender und fördernder Faktoren für Multimodalität (Schiene)	49
Tabelle 4:	Cluster der Verlader hinsichtlich hemmender und fördernder Faktoren für Multimodalität (Schiene).....	49
Tabelle 5:	Überblick über die in der Modellierung berücksichtigten Einflussfaktoren der Verkehrsmittelwahl.....	52
Tabelle 6:	Rangzuteilungen von Servicemerkmalen nach Wichtigkeit	56
Tabelle 7:	Relevanz der Zuverlässigkeitskriterien auf die Verkehrsmittelwahl	57
Tabelle 8:	Value of Time.....	57
Tabelle 9:	Übersicht zu Value of Time differenziert nach Land und Transportmodus	58
Tabelle 10:	Value of Punctuality und Value of Delay	60
Tabelle 11:	Value of Reliability und Value of Time differenziert nach Entscheider und Land	61
Tabelle 12:	Preiselastizitäten der Verkehrsmittel differenziert nach Marktsegmenten	64
Tabelle 13:	Zeitelastizitäten der Verkehrsmittel differenziert nach Marktsegmenten	64
Tabelle 14:	Pünktlichkeitselastizitäten der Verkehrsmittel differenziert nach Marktsegmenten	65
Tabelle 15:	Verspätungselastizitäten der Verkehrsmittel differenziert nach Marktsegmenten	65
Tabelle 16:	Elastizität differenziert nach Land, Betrachtungsperiode und abhängiger Variable.....	67
Tabelle 17:	Übersicht zu den Einflussfaktoren.....	70
Tabelle 18:	Hemmnisse bei der Güterverkehrsverlagerung aus Sicht der Verlader und LDL bzw. Spediteure sowie der operativen Akteure	74
Tabelle 19:	Hemmnisse der Verlagerung und deren Ausprägungen	78
Tabelle 20:	Hemmnisse nach Höft (2016)	78
Tabelle 21:	Geplante VDV-Projekte zur Erhöhung der Produktivität des Schienengüterverkehrs.....	82
Tabelle 22:	Handlungsempfehlungen und konkrete Maßnahmen für das Land Niedersachsen.....	84
Tabelle 23:	Handlungsempfehlungen und konkrete Maßnahmen nach Höft (2016).....	85
Tabelle 24:	Verkehrsverteilung nach Gütergruppen (Ladungsangaben in Mio. t)	103

Tabelle 25:	Lkw-Anteil nach Gütergruppen und Ladungskategorien.....	104
Tabelle 26:	Verkehrsverteilung nach Entfernungsklassen in 2010 (Mengen in Mio. t)	106
Tabelle 27:	Verkehrsverteilung nach Entfernungsklassen für ausgewählte Güter in 2010.....	107
Tabelle 28:	Relationen mit intermodaler Verkehrsträgerkonkurrenz im Jahr 2010.....	113
Tabelle 29:	Verkehrsrelationen mit intermodaler Verkehrsträgerkonkurrenz nach Distanzklassen im Jahr 2010	114
Tabelle 30:	Binnenschiffsflottenstrukturen für unterschiedliche Wasserstraßenabschnitte im Jahr 2010	127
Tabelle 31:	Leistungsbedarf nach Wasserstraßen in KW/h (für ein Schiff mit einer Tragfähigkeit zwischen 2.000 und 2.500 t und einer Abladetiefe von 2,5 m)	129
Tabelle 32:	Bedeutung der einzelnen Kostenkomponenten im Binnenschiffsgüterverkehr differenziert nach Berg- und Talfahrt für unterschiedliche Schiffsgrößen (für einen Transport über 300 km auf dem Niederrhein, ohne Rückfahrt)	130
Tabelle 33:	Transportkosten für beladene Berg- und Talfahrten für unterschiedliche Schiffsgrößen (für einen Transport über 300 km auf dem Niederrhein) inkl. Rückfahrt	131
Tabelle 34:	Transportkosten betrachteter Verkehrsmittel nach Transportweiten in €/t (ohne Umschlagkosten)	133
Tabelle 35:	Aufkommen von Verkehrsrelationen mit einem Marktanteil von Bahn und Binnenschiff von größer oder gleich 30%	135
Tabelle 36:	Erforderliche Mindestverkehrsaufkommen in Tonnen pro Jahr für den Einsatz multimodaler Verkehre nach Verkehrsfrequenz	138
Tabelle 37:	Schichtung der Unternehmensstichprobe	147
Tabelle 38:	Erzielte Schichtung der Unternehmensstichprobe	162
Tabelle 39:	Branchenzugehörigkeit der befragten Unternehmen (Anzahl)	164
Tabelle 40:	Gesamtbeschäftigtenzahl der befragten Unternehmen (Anzahl)	165
Tabelle 41:	Beschäftigtenzahl am Standort der befragten Unternehmen (Anzahl).....	165
Tabelle 42:	Reguläre Arbeitstage in den befragten Unternehmen (Anzahl)	166
Tabelle 43:	Reguläre Arbeitszeiten in den befragten Unternehmen (Anzahl)	166
Tabelle 44:	Entfernung des nächsten Autobahnanschlusses (Anzahl).....	168

Tabelle 45:	Vorhandener Schienenanschluss der befragten Unternehmen (Anzahl).....	169
Tabelle 46:	Vorhandener Wasserstraßenanschluss der befragten Unternehmen (Anzahl).....	170
Tabelle 47:	Nähe zum nächsten KV-Terminal (Anzahl).....	170
Tabelle 48:	Gütergruppenstruktur aller befragten Unternehmen (Anzahl) nach Verkehrsrichtungen	174
Tabelle 49:	Transporteigenschaften der von den befragten Unternehmen transportierten Güter.....	175
Tabelle 50:	Versand – Ladungskategorien der Gütergruppen (Anzahl Nennungen).....	177
Tabelle 51:	Versand – Verkehrsmittel nach Ladungskategorien	179
Tabelle 52:	Versand – Differenzierung des kombinierten Verkehrs	180
Tabelle 53:	Versand – Produktionssysteme im Schienengüterverkehr nach Ladungskategorien	181
Tabelle 54:	Versand – Bereitschaft zur Verlagerung von Lkw-Verkehren nach Ladungskategorien.....	182
Tabelle 55:	Versand – Partiegrößen nach Ladungskategorien	183
Tabelle 56:	Versand – Aufkommen nach Ladungskategorien und Distanzklassen (in Tonnen).....	184
Tabelle 57:	Versand – Aufkommen nach Distanzklassen und Verkehrsträgern (in Tonnen).....	186
Tabelle 58:	Empfang – Ort der versendeten Güter.....	187
Tabelle 59:	Empfang – Ladungskategorien der Gütergruppen (Anzahl Nennungen).....	188
Tabelle 60:	Empfang – Gütergruppenstruktur der befragten Unternehmen	189
Tabelle 61:	Empfang – Verkehrsmittel nach Ladungskategorien	190
Tabelle 62:	Empfang – Differenzierung des kombinierten Verkehrs	191
Tabelle 63:	Empfang – Produktionssysteme im Schienengüterverkehr nach Ladungskategorien	192
Tabelle 64:	Empfang - Bereitschaft zur Verlagerung von Lkw-Verkehren nach Ladungskategorien.....	193
Tabelle 65:	Empfang – Partiegrößen nach Ladungskategorie.....	194
Tabelle 66:	Empfang – Aufkommen nach Ladungskategorie und Distanzklassen (in Tonnen).....	195
Tabelle 67:	Empfang – Aufkommen nach Distanzklassen und Verkehrsträgern (in Tonnen).....	196
Tabelle 68:	Versand – Ort der empfangenen Güter.....	197
Tabelle 69:	Gute und sehr gute Eignung der Verkehrsmittel nach Gütergruppen	197
Tabelle 70:	Grundsatzentscheidung zur Wahl des Verkehrsmittels	198

Tabelle 71:	Grundsatzentscheidung zur Wahl des Verkehrsmittels in den befragten Unternehmen198
Tabelle 72:	Gründe für die Wahl des Verkehrsmittels200
Tabelle 73:	Gründe gegen die Wahl des Verkehrsmittels201
Tabelle 74:	Wesentliche die Verkehrsmittelwahl beeinflussende Transporteigenschaften der Verkehrsmittel Binnenschiff, Lkw und Schiene202
Tabelle 75:	Erforderliche Verbindungsdichte im kombinierten Verkehr..204
Tabelle 76:	Gewählte Verkehrsmittel im Vor- und Nachlauf im kombinierten Verkehr205
Tabelle 77:	Versand – KV-Affinität der konventionell transportierten Güter nach Ladungskategorien.....206
Tabelle 78:	Empfang – KV-Affinität der konventionell transportierten Güter nach Ladungskategorien.....206
Tabelle 79:	Gründe gegen eine Beförderung im kombinierten Verkehr je Ladungskategorie207
Tabelle 80:	Pünktlichkeit der Verkehre je Verkehrsmittel208
Tabelle 81:	Pünktlichkeitsmessung in den Unternehmen209
Tabelle 82:	Unpünktlichkeit nach Verkehrsmitteln - Höhe der Verspätung in Minuten, ab der Verkehre als unpünktlich wahrgenommen werden.....209
Tabelle 83:	Unpünktlichkeitsschwelle– erforderliche Verspätungsanteile an der Gesamttransportzeit in %, damit Verkehre als unpünktlich wahrgenommen werden210
Tabelle 84:	Tatsächlicher Verspätungsumfang als prozentualer Anteil an der Gesamttransportzeit bei unpünktlichen Verkehren210
Tabelle 85:	Auswirkung von Verspätungen beim Transport.....211
Tabelle 86:	Berücksichtigung von Pufferzeiten und Sicherheitszuschlägen bei der Transportplanung.....211
Tabelle 87:	Höhe der Pufferzeiten bei der Transportplanung und deren Anteil an der gesamten Transportzeit.....212
Tabelle 88:	Zeitspanne zwischen der Auftragserteilung und der Abholung des Transportes212
Tabelle 89:	Bereitschaft zur Verlagerung eines Lkw Transportes auf Bahn und Binnenschiff bei gleichen Kosten214
Tabelle 90:	Gründe zur Verlagerung eines Lkw Transportes auf Bahn und Binnenschiff bei gleichen Kosten.....216
Tabelle 91:	Verlagerung von Lkw Transporten auf Bahn und Binnenschiff bei niedrigeren Kosten216
Tabelle 92:	Gründe zur Verlagerung eines Lkw Transportes auf Bahn und Binnenschiff bei niedrigeren Kosten217
Tabelle 93:	Verlagerung von Lkw Transport bei niedrigeren Kosten218

Tabelle 94:	Wie kann grundsätzlich eine Verlagerung vom Lkw auf die Schiene erreicht werden	219
Tabelle 95:	Generelle umweltbezogene Einschätzung der Verkehrsmittel [Anzahl und Prozent]	221
Tabelle 96:	Nachhaltigkeit und soziale Verantwortung im Unternehmen	223
Tabelle 97:	Verschiedene Formen der Thematisierung von Nachhaltigkeit	224
Tabelle 98:	Unternehmenscharakteristika	228
Tabelle 99:	Ergebnisse der Poisson-Regression auf die Anzahl der implementierten Maßnahmen	239
Tabelle 100:	Streckenklassen	263
Tabelle 101:	Transporteigenschaften bei Landwirtschaft, Forst, Jagd	280
Tabelle 102:	Transporteigenschaften bei Kohle, Erdöl, -gas	281
Tabelle 103:	Transporteigenschaften bei Erzen, Steine, Bergbau	282
Tabelle 104:	Transporteigenschaften bei Nahrungs- und Genussmitteln ..	283
Tabelle 105:	Transporteigenschaften bei Textilien, Leder	284
Tabelle 106:	Transporteigenschaften bei Holz, Papier	285
Tabelle 107:	Transporteigenschaften bei Glas, Zement, Gips, Kunststoff, Gummi	286
Tabelle 108:	Transporteigenschaften bei Metallen	287
Tabelle 109:	Transporteigenschaften bei Maschinen, Geräte	288
Tabelle 110:	Transporteigenschaften bei Fahrzeugen	289
Tabelle 111:	Transporteigenschaften bei Möbel, Schmuck, Sport-, Spielwaren, Musikinstrumenten	290
Tabelle 112:	Transporteigenschaften bei Sekundärrohstoffen, Abfällen ...	291
Tabelle 113:	Transporteigenschaften bei Geräten, Materialien der Güterbeförderung	292
Tabelle 114:	Eignung der Verkehrsmittel nach Landwirtschaft, Forst, Jagd	293
Tabelle 115:	Eignung der Verkehrsmittel nach Kohle, Erdöl, -gas	293
Tabelle 116:	Eignung der Verkehrsmittel nach Erzen, Steine, Bergbau	293
Tabelle 117:	Eignung der Verkehrsmittel nach Nahrungs- und Genussmitteln	294
Tabelle 118:	Eignung der Verkehrsmittel nach Textilien, Leder	294
Tabelle 119:	Eignung der Verkehrsmittel nach Holz, Papier	294
Tabelle 120:	Eignung der Verkehrsmittel nach Glas, Zement, Gips, Kunststoff, Gummi	295
Tabelle 121:	Eignung der Verkehrsmittel nach Metallen	295
Tabelle 122:	Eignung der Verkehrsmittel nach Maschinen, Geräte	295
Tabelle 123:	Eignung der Verkehrsmittel nach Fahrzeugen	296
Tabelle 124:	Eignung der Verkehrsmittel nach Möbel, Schmuck, Sport-, Spielwaren, Musikinstrumenten	296

Tabelle 125:	Eignung der Verkehrsmittel nach Sekundärrohstoffen, Abfällen	296
Tabelle 126:	Eignung der Verkehrsmittel nach Geräten, Materialien der Güterbeförderung	297

Abkürzungsverzeichnis

APV	LAGA-Ausschuss für Produktverantwortung; FV
BGBI	Bundesgesetzblatt
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BMUB	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
BV Glas	Bundesverband Glasindustrie e.V., Düsseldorf
CO₂	Kohlenstoffdioxid
CO₂-äq	Kohlenstoffdioxid-Äquivalent
CT	Combined Transport, in dt. Kombiniertes Verkehr
Destatis	Statistisches Bundesamt, Wiesbaden
DiätV	Diätverordnung
DLMB	Deutsches Lebensmittelbuch
EIU	Eisenbahninfrastrukturunternehmen
EVU	Eisenbahnverkehrsunternehmen
FrSaftErfrischGetrV	Verordnung über Fruchtsaft, einige ähnliche Erzeugnisse, Fruchtnektar und koffeinhaltige Erfrischungsgetränke (Fruchtsaft- und Erfrischungsgetränkeverordnung)
GDB	Genossenschaft Deutscher Brunnen e.G., Bonn
GfK	GfK SE, Nürnberg
ggü.	gegenüber
GVM	GVM Gesellschaft für Verpackungsmarktforschung mbH, Mainz
KV	Kombiniertes Verkehr
LAGA	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall
LE	Ladeeinheiten
Möve	Mehrweg- und ökologisch vorteilhafte Einweggetränke
öve	ökologisch vorteilhafte Einweggetränke
RoLa	Rollende Landstraße
tkm	Tonnenkilometer
UBA	Umweltbundesamt, Dessau
VdF	Verband der deutschen Fruchtsaft-Industrie e.V., Bonn
VerpackV	Verpackungsverordnung
VDM	Verband Deutscher Mineralbrunnen e.V., Bonn
v. H.	Von Hundert
wafg	Wirtschaftsvereinigung Alkoholfreie Getränke e.V., Berlin

Zusammenfassung

Ziel des Moduls zum Güterverkehr ist es, die Beziehungen zwischen den einzelnen Verkehrsträgern im Detail zu beschreiben und zu erklären, um basierend darauf beurteilen zu können, wie und mit welchem Erfolg in den Wettbewerb eingegriffen werden kann. Dabei sollen Handlungsoptionen zur ökologischen Gestaltung des Fernverkehrs im Güterverkehr und insbesondere zur Attraktivitätssteigerung der Schiene und des kombinierten Verkehrs erarbeitet werden.

Das Projekt für den Bereich Güterverkehr verfolgt folgende Aufgaben.

- ▶ Bestimmung des Umfangs des Güterfernverkehrs in Abgrenzung zum regionalen Güterverkehr
- ▶ Abschätzung der Entwicklungen, Trends und geänderten Paradigmen in Produktion und Logistik hinsichtlich ihrer Wirkung auf die Nachfrage und die modale Struktur im Güterfernverkehr
- ▶ Erreichen eines besseren Verständnisses über die Einflussgrößen auf die Verkehrsmittelwahl im Güterverkehr und deren kontextabhängige Gewichtung
- ▶ Verstehen der Rolle von Logistik und Firmenkultur auf die Verkehrsmittelwahlentscheidungen
- ▶ Entwicklung von Maßnahmen und Handlungskonzepten zur nachhaltigeren Gestaltung des Güterfernverkehrs

Um diese Ziele zu erreichen, wird zunächst eine systematische Literaturrecherche und Synthese erstellt. Danach wird eine Analyse von Sekundärdaten in diesem Bereich durchgeführt. Ferner werden bestehende Daten- bzw. Wissenslücken mit einer eigenen Primärdatenerhebung, Befragung von Verladern und Transporteuren, geschlossen. Abschließend werden Handlungsempfehlungen für die Verkehrspolitik auf Basis der Erkenntnisse aus den vorangegangenen theoretischen und empirischen Analysen abgeleitet.

Zunächst wurde eine **systematische Literaturrecherche und -auswertung** durchgeführt, die darauf abzielte, den aktuellen Stand der Forschung zu erheben und aufzubereiten, um einerseits die Verkehrsmittelwahl im Güterverkehr umfassend beschreiben und andererseits Handlungsempfehlungen für einen Modal Shift ableiten zu können. Sofern Wissenslücken identifiziert werden, sollen entsprechende konkrete Hinweise für die geplante Befragung von Entscheidern der Verkehrsmittelwahl gegeben werden.

Im Rahmen der systematischen Literaturrecherche und -analyse liegen die Schwerpunkte auf den folgenden Themen. Dabei werden jeweils die wesentlichen Erkenntnisse dazu zusammengefasst aufgezeigt.

Hierbei werden Arbeiten im Stand der Forschung betrachtet, die sich mit der Rolle und den Interdependenzen der verschiedenen **Entscheidungsträger der Verkehrsmittelwahl** auseinandersetzen. Obwohl Entscheidungen zur Verkehrsmittelwahl und zu damit verbundenen Entscheidungen in der Produktionsplanung und Lagerlogistik von einer Vielzahl von Akteuren getroffen werden, muss davon ausgegangen werden, dass zum Schluss doch eine gewisse Koordination stattfindet und langfristige Entscheidungen auf einer integrierten Systemebene stattfinden – die Ebene der Versender-Empfänger-Relation. Die jüngsten Evidenzen zeigen, dass Verkehrsmittelwahl und Losgrößenwahl interdependente Entscheidungen darstellen. In einem Modell zur Verkehrsmittelwahl ist es daher notwendig, Logistik-Variablen wie die Losgröße explizit zu berücksichtigen und beides geeignet zu modellieren. Informationen zur Sender-Empfänger-

Beziehung (vor allem die Jahresnachfrage, d.h. der jährliche Güterfluss zwischen Sender und Empfänger) sollten in Befragungen erhoben und bei der Analyse des Verhaltens berücksichtigt werden.

Im Abschnitt **Segmentierung** werden Arbeiten analysiert, die eine Segmentierung heterogener Entscheider der Verkehrsmittelwahl nach verschiedenen Markt- und Verhaltensgruppen vornehmen. Eine Segmentierung von Güterverkehrsentscheidern zum Zweck der strategischen Politikanalyse muss vor allem eine Eigenschaft besitzen: Sie muss über messbare Attribute operationalisierbar sein. Damit fallen sämtliche Segmentierungen heraus, die auf Einstellungen beruhen. Die alleinige Nutzung der NST/R-Klassifikation erscheint hier nicht sinnvoll, da sich innerhalb jeder Klasse eine große Heterogenität bezüglich der Losgrößen, Güterflüsse und Verpackungseigenschaften verbirgt.

Ferner werden die **Merkmale mit Fokus auf die Transportdienstleistung** untersucht. Obwohl eine große Anzahl von relevanten Servicemerkmalen existiert, so sind doch die Merkmale „Preis“, „Zuverlässigkeit“ (in diversen Maßen), „Zeit“ und „Systemzugänglichkeit“ von entscheidender Bedeutung. Des Weiteren spielt aus Sicht des Versenders die Variable Güterfluss eine wichtige Rolle und interagiert mit den Servicemerkmalen. Bei anderen Variablen ist die Situation divers.

Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf den **Qualitätsmerkmalen Zeit (Value of Time) und Zuverlässigkeit (Value of Reliability)**, die durch Maßzahlen in quantitativer Form aufbereitet werden. Es gibt eine große Übereinstimmung des Wissens zum Value of Time. Dieser beträgt ca. 0,5-3 € pro transportierter Tonne und ist damit überraschend homogen im Vergleich zur sonst feststellbaren Heterogenität. Die Values of Reliability schwanken extrem. Dies ist zum Teil verschiedenen Maßen und Studiendesigns geschuldet. Es gibt jedoch Anzeichen dafür, dass eine Reduktion der durchschnittlichen Verspätung einen ähnlichen Nutzen hervorruft, wie eine Reduktion der durchschnittlichen Transportzeit. Zudem gibt es einige Gütergruppen, die fast schon eine Null-Toleranz gegenüber Verspätungen aufweisen.

Im Abschnitt **Elastizitäten** werden Sensitivitäten in der Verkehrsmittelwahl unterschiedlicher Einflussfaktoren (Elastizitäten für Preis, Zeit, Pünktlichkeit und Verspätung) auf Basis der Erkenntnisse der bestehenden Literatur aufgezeigt. Zudem wurden Sensitivitäten in der Verkehrsmittelwahl unterschiedlicher Einflussfaktoren (Elastizitäten) aufgezeigt. Hierbei werden berechnete Preiselastizitäten sowie Elastizitäten für Zeit, Pünktlichkeit und Verspätung auf Basis einer Marktsegmentierung für die Verkehrsträger Straße, Schiene und Wasserstraße im Überblick dargestellt (BVU 2016). Zudem wird ein Überblick über eine Vielzahl von Preiselastizitäten, die entweder von den Tonnenkilometern, den Fahrzeugkilometern oder vom Kraftstoffbedarf für die Straße abhängig sind, gegeben (De Jong et al. 2010). Die Heterogenität der Werte resultiert aus den Unterschieden in den Definitionen der Märkte, den Ländern, Distanzkategorien und Gütergruppen.

Zusätzlich werden Forschungsansätze analysiert, die sich mit **weiteren Einflussfaktoren auf die Verkehrsmittelwahl** auseinandersetzen. Neben den Einflussfaktoren zur Qualität der Transportdienstleistung (u. a. Zeit, Zuverlässigkeit) wird der Analysefokus auf weitere Einflussfaktoren (u. a. Eigenschaften der Verkehrsmittel, Merkmale zur Sendung, Einstellung/Wahrnehmung der Entscheider, etc.) erweitert. Es konnten verschiedene Einflussfaktoren auf die Verkehrsmittelwahl aufgezeigt werden. Unter anderem wurden Studien identifiziert, die Einflüsse von Eigenschaften und Überzeugungen der Betriebe auf Logistik- und Verkehrsmittelwahlentscheidungen betrachten. Es konnten dabei keine Arbeiten identifiziert werden, die sich explizit mit den indirekten Einflüssen von raumordnerischen Aspekten oder multimodaler Netzgestaltung auf die Verkehrsmittelwahl auseinandersetzen. Zwar gehen viele Arbeiten auf die Relevanz

von indirekten (impliziten) Einflüssen der Transportdienstleistungen sowie deren Qualität ein, explizite Konzepte für ein Service Design zur Attraktivitätssteigerung des Schienengüterverkehrs sind aber noch nicht ausgestaltet.

Aus den Erkenntnissen des Stands der Forschung werden die **bestehenden Hemmnisse**, die eine Verlagerung auf die Schiene verhindern, vorgestellt. Diese Hemmnisse liegen vornehmlich in den folgenden Bereichen: (i) Servicequalität, (ii) Ressourcen (u. a. unausgelasteter eigener Fuhrpark), (iii) Infrastruktur, (iv) Technik (u. a. unterschiedliche Sicherungstechnik, eingeschränkte Lichtraumprofile und unterschiedliche Stromversorgung in Europa), (v) Umschlag (u. a. Überlastung der Umschlagterminals und Häfen, kein geeignetes Equipment, geringe Verfügbarkeit von Rollmaterial) sowie (vi) Mangel an qualifizierten Arbeitskräften. Ferner sind zusätzlich noch (vii) ökonomische und betriebliche Hemmnisse zu erwähnen (u. a. Güterstruktureffekt, fehlende Öffnung von Märkten im europäischen Ausland, Preis und Leistung) sowie (viii) politische Hemmnisse (u. a. administrativer Aufwand).

Abschließend werden Arbeiten beleuchtet, die konkrete **Handlungsempfehlungen und Maßnahmen** zur Attraktivitätssteigerung des Schienengüterverkehrs und zur Förderung der Verlagerung auf die Schiene geben. Es ist zu beobachten, dass die meisten Maßnahmen in der Literatur auf inkrementelle Verbesserungen der Infrastruktur und der Transportangebote abzielen. Nur wenige Studien befassen sich mit drastischen Änderungen der Rahmenbedingungen, der Preise und innovativen Transportangeboten.

Sekundärdatenaufbereitung und -analyse: In der vorangegangenen Literaturanalyse wurden Transportkosten und Transportzeiten unter anderem als wesentliche Entscheidungsparameter bei der Verkehrsmittelwahlentscheidung identifiziert. Aufbauend auf Daten und Informationen des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur für das Jahr 2010 wird mit Hilfe empirischer Daten dargestellt, ob im Markt unterschiedliche Verkehrsträgeraffinitäten nach Güter- und Ladungsarten sowie Sendungsdistanzen vorliegen und ob diese mit verkehrsträgerspezifischen Unterschieden bei den Transportkosten je Güterart und Sendungsdistanz in Verbindung stehen. Außerdem werden infrastrukturelle Restriktionen bezüglich der Verfügbarkeit der einzelnen Verkehrsträger untersucht. Der Marktanteil der umweltverträglicheren Verkehrsträger Schiene und Wasserstraße liegt im Jahr 2010 aufkommensmäßig bei rd. 16%. Durch die empirische Bestandsaufnahme lassen sich u.a. folgende Befunde ableiten:

- ▶ Zwar gibt es eine Tendenz, dass Schiene und Wasserstraße eher auf längeren Entfernungen mit Transportweiten von über 200 km verstärkt vorkommen, aber auch auf diesen langlaufenden Relationen ist der Lkw stärker vertreten als die beiden umweltverträglicheren Verkehrsträger.
- ▶ Dies gilt auch für Gütergruppen, in denen Massengüter dominieren.
- ▶ Einer der wesentlichen Gründe hierfür ist, dass nicht alle Relationen verkehrsträgerübergreifend (intermodal) besetzt sind. Dies bedeutet, dass der überwiegende Teil der Verkehrsrelationen ausschließlich von einem Verkehrsträger, und zwar per Straße bedient werden; hier handelt es sich um 2,9 Mrd. t im Jahr 2010 bzw. um rd. 73% des gesamten Verkehrsaufkommens in Deutschland.
- ▶ Auf den Verkehrsrelationen mit intermodaler Verkehrsträgerkonkurrenz nehmen Schiene und Wasserstraße auf Relationen mit Transportentfernungen von über 200 km Marktanteile zwischen 70% und 85% ein. Dies bedeutet, dass dort wo entsprechende Voraussetzungen für die Bahn und das Binnenschiff vorliegen, auch hohe Marktanteile realisiert werden.

- ▶ Wesentliche Voraussetzung ist neben der Existenz entsprechender Verkehrsanschlüsse auch das Vorliegen von hohen Transport- und Sendungsaufkommen, damit die Transportkostenvorteile der alternativen Verkehrsträger zur Geltung kommen können.
- ▶ Prinzipiell sind Schiene und Wasserstraße bei fast allen Transportweiten günstiger als der Lkw-Verkehr (dies gilt für Direktverkehre und bei Vernachlässigung unterschiedlicher Umschlagkosten), wenn sie vollausgelastet fahren können. Diese setzt bei der Schiene Ganzzüge voraus und bei der Binnenschifffahrt voll abgeladene Binnenschiffe. Während ein Lkw jedoch maximal um die 27 t transportieren kann, sind es bei einem Ganzzug mindestens 1.250 t und bei einem Motorschiff zwischen 2.800 und 3.500 t. Bereits kleinere Schiffseinheiten können ein Ladungsaufkommen um die 1.000 t bewegen. Damit Schiene und Wasserstraße kostengünstiger abschneiden können als der Lkw-Verkehr mit 27 t Ladung, wird ein Mindestaufkommen von rd. 300 bis 400 t pro Fahrt im Schienenverkehr und von 600 bis 1.000 t je Schiffseinheit im Binnenschiffsverkehr benötigt. Diese großen Sendungsaufkommen sind i. d. R., neben den auch damit verbundenen betrieblichen Problemen, das entscheidende Hindernis für die Realisierung höherer Marktanteile von Bahn und Binnenschiff.
- ▶ Die umgesetzte empirische Analyse zeigt, dass auf rd. 70% der Verkehrsrelationen mit Verkehrsträgerkonkurrenz Schiene und Wasserstraße Marktanteile von über 30% realisieren; im Durchschnitt dieser Relationen realisieren die beiden umweltverträglicheren Verkehrsträger einen Marktanteil von rd. 92%. Dies zeigt, dass auf diesen Relationen die entsprechenden Voraussetzungen bereits vorliegen, damit Schiene und Wasserstraße ihre Vorteile ausspielen können. Wäre es möglich den gesamten aktuell vorhandenen Verkehr der intermodal besetzten Verkehrsrelationen auf Bahn und Binnenschiff zu verlagern, dann könnte sich der Marktanteil der beiden alternativen Verkehrsträger von aktuell 18% auf dann insgesamt 27% erhöhen.
- ▶ Dort wo diese Vorteile, also entsprechend hohe Verkehrsaufkommen oder Sendungsgrößen pro Fahrt, nicht vorliegen, dominiert der Lkw-Verkehr, da er bei geringen Sendungsgrößen die Ladung kostengünstiger befördern kann.
- ▶ Eine Lösung zur stärkeren Beteiligung von Schiene und Wasserstraße ist die Bündelung von Verkehren durch multimodale Verkehre, bei denen der Vor- und Nachlauf per Lkw und der Hauptlauf per Bahn oder Binnenschiff umgesetzt wird. Hierfür sind jedoch kontinuierliche Dienste erforderlich, die nur beim Vorliegen von Mindestverkehrsmengen in einem Einzugsbereich betrieben werden können.
- ▶ Für die Umsetzung von multimodalen Verkehrskonzepten im konventionellen Verkehr sind Mindesttransportweiten zwischen 320 und 500 km sowie Mindestverkehrsmengen um rd. 60.000 t p.a. erforderlich. Im kombinierten Verkehr liegt die erforderliche Mindesttransportweite, ab der ein Verkehr günstiger ist als ein direkter Lkw-Verkehr, bei rd. 350 t. Damit ein Dienst erfolgreich umgesetzt werden kann, ist dann ein Mindestaufkommen von rd. 100.000 t p.a. bzw. rd. 6.700 Ladungseinheiten (LE) erforderlich.
- ▶ Solch hohe Transportmengen sind sowohl im konventionellen Verkehr als auch im kombinierten Verkehr nur auf wenigen Relationen vorhanden. Im konventionellen Verkehr handelt es sich um Relationen mit einem gesamten Verkehrsaufkommen von rd. 8 Mio. t und im kombinierten Verkehr um Relationen mit einem Gesamtverkehrsaufkommen von rd. 6 Mio. t (Stand 2010). Könnten diese Verkehrsaufkommen insgesamt für die Schiene und die Wasserstraße gewonnen werden, ist angesichts eines Gesamtverkehrsaufkommen von rd. 3,7 Mrd. t nicht mit einem merkbaren Anstieg des Modal-Split-Anteils zu rechnen; eine stärkere

Frequentierung der Bahn und des Binnenschiffes auf den bereits intermodal besetzten Fernverkehrsrelationen könnte jedoch den Marktanteil beider Verkehrsträger insgesamt auf bis zu 27% erhöhen.

Konzeption, Durchführung und Analyse der Primärdatenerhebung Ziel dieses Arbeitspaktes war es, mit Hilfe einer Primärerhebung einerseits die in den vorangegangenen Arbeitsschritten identifizierten Wissens- und Forschungslücken zu schließen und andererseits die bisher identifizierten Einflussvariablen und Hemmnisse in Bezug auf den Verkehrsträgerwechsel zu bestätigen oder zu widerlegen.

Die Befragung von Unternehmen mit bedeutenden Ladungsaufkommen und der Nutzung mehrerer Verkehrsträger hatte das Ziel, die Entscheidungsprozesse für die Wahl zwischen den einzelnen Verkehrsträgern hinsichtlich wesentlicher Entscheidungsparameter transparent zu machen und die Aussagen der empirischen Analyse zu validieren. Im Rahmen der Befragung wurden die Unternehmen neben den Transporteigenschaften, der Höhe der Ladungsvolumen sowie Detailinformationen zu den Verkehrsrelationen, auch danach befragt,

- ▶ ob die Verkehrsmittelwahl bei bestimmten Kunden/Lieferanten oder bei bestimmten Gütergruppen/Ladungskategorien im Rahmen einer Grundsatzentscheidung getroffen wird,
- ▶ welche Gründe für die Wahl der genutzten Verkehrsmittel sprechen,
- ▶ welche Gründe gegen die Wahl der nicht genutzten Verkehrsmittel sprechen und
- ▶ welche verkehrsmittelrelevanten Transporteigenschaften die Verkehrsmittelwahl beeinflussen.

Darüber hinaus wurden die Unternehmen nach ihrer Bereitschaft zu Verlagerungen von Lkw-Verkehren auf Bahn und Binnenschiff, sowie den dafür erforderlichen Verbesserungsmöglichkeiten befragt. Leider konnte im Rahmen der Umsetzung die vorgesehene Zahl von 200 Interviews nicht erreicht werden, am Ende standen nur 140 Fragebögen zur Auswertung zur Verfügung.

Die Erhebung der Primärdaten erfolgte in Form von computergestützten persönlich-mündlichen Interviews (CAPI). Die Dauer der Einzelinterviews war mit rund 45 Minuten angesetzt. Zunächst war vorgesehen, insgesamt n=200 Interviews mit Entscheidungsträgern hinsichtlich Logistikdetails durchzuführen. Die Stichprobe der Unternehmen wurde als Quotenstichprobe angelegt, bei der primär eine Schichtung entlang von verschiedenen Wirtschaftszweigen (WZ 2008) vorgenommen wurde. Der Fokus lag dabei auf Wirtschaftszweigen, bei denen erfahrungsgemäß ein hoher Anteil an Güterverkehr im Fernverkehr zu erwarten ist. Es wurden insgesamt fünf entsprechende Wirtschaftszweige definiert und in der Stichprobe berücksichtigt: (i) Verarbeitendes Gewerbe (n=90), (ii) Großhandel (n=35), (iii) Speditionen (n=35), (iv) Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden (n=25) sowie (v) Einzelhandel (n=15). Neben der Schichtung nach Unternehmenszweigen erfolgte eine weitere Schichtung der Stichprobe. Diese Schichtung berücksichtigte die Anzahl der Beschäftigten. Die Schichtung der Unternehmensgröße erfolgte entlang von drei Klassen: 5 bis 99 Beschäftigte (n=35), 100 bis 249 Beschäftigte (n=75) und Unternehmen mit 250 oder mehr Beschäftigten (n=90). Entsprechend der beschriebenen Schichtungskriterien wurde innerhalb eines erworbenen Adresspools mit Unternehmensdaten von Kantar eine Brutto-Stichprobe gezogen. Die Ziehung erfolgte hierbei auf Basis eines Zufallsverfahrens. Darüber hinaus wurde aber sichergestellt, dass Unternehmen, die aufgrund ihrer Ladungskategorien und anderer Parameter mutmaßlich eine hohe Relevanz für den Forschungsgegenstand ha-

ben, in der Brutto-Stichprobe enthalten sind. Die Brutto-Stichprobe wurde in Form von regionalen Clustern den Interviewern zur Kontaktaufnahme und späteren Durchführung der Interviews zur Verfügung gestellt. In einem telefonischen Vorinterview ermitteln die Interviewer die relevanten Entscheidungsträger für Logistik- und Transportvorgänge. Mit dieser Zielperson wird eruiert, ob prinzipiell Transportvorgänge entsprechend der oben genannten Kriterien vorliegen. Das eigentliche CAPI-Interview wurde nur dann durchgeführt, wenn im Unternehmen in nennenswertem Umfang Güterverkehr im Bereich ab 100 km mit Partiegrößen ab 2 Tonnen stattfinden. Da es in der Studie im Kern um Verkehrsmittelwahlentscheidungen geht, wird nur dann ein CAPI-Interview durchgeführt, wenn das Unternehmen diese Entscheidungen selber trifft und ein Wechsel des Verkehrsmittels prinzipiell möglich ist. Qualifiziert sich das Unternehmen für das Hauptinterview, so wird die Teilnahmebereitschaft dafür ermittelt und im positiven Fall ein Termin für das persönlich-mündliche Interview vereinbart. Der entwickelte Fragebogen für das Hauptinterview unterteilt sich in insgesamt sechs Abschnitte: (1) Allgemeine Informationen zum Betrieb und zur Infrastruktur, (2) Details zum Warenversand und -empfang, (3) Verkehrsmittelwahl, (4) Barrieren und Entscheidungsschwellen im Hinblick auf Verlagerungsmöglichkeiten auf die Schiene (u. a. Qualitätskomponenten der Zuverlässigkeit), (5) Bewertung der ökologischen Nachhaltigkeit im Unternehmen sowie (6) Bewertung des bisherigen Transportangebots der Schiene und Verbesserungshinweise zur Attraktivitätssteigerung der Schiene.

Ergebnisse der Primärdatenauswertung Die Befragung, die im Wesentlichen die empirischen Ergebnisse bestätigen konnte, führte zu folgenden Ergebnissen:

- ▶ Die Verkehrsmittelwahl der Unternehmen ist in Abhängigkeit der jeweiligen Gütergruppe und Ladungskategorie sowie der Sendungsgröße und Transportdistanz eines Transports unterschiedlich.
- ▶ Der Lkw ist sowohl im Versand (70%) als auch im Empfang (46%) das dominierende Verkehrsmittel. Bahn und Binnenschiff werden insbesondere für flüssige bzw. trockene Massengüter und bei Transportdistanzen über 300 km genutzt. Kombinierten Verkehre werden überwiegend beim Transport von Stückgütern auf Distanzen von über 500 km eingesetzt; nur rd. 30% der befragten Unternehmen sind dabei weniger als 30 km vom nächsten KV-Terminal entfernt.
- ▶ Bei 42% der Unternehmen werden prinzipielle Grundsatzentscheidungen für ein bestimmtes Verkehrsmittel vorab getroffen, weitere 32% haben Grundsatzentscheidungen bei bestimmten Kunden bzw. Gütergruppen. In der Regel fällt diese Grundsatzentscheidung zu Gunsten des Lkw aus.
- ▶ Die Höhe der Transportkosten ist zwar eine von mehreren, aber eine elementare Entscheidungsgröße für die Wahl des Verkehrsmittels.
- ▶ Die wesentlichen Gründe für die Wahl des Lkw liegen insbesondere in seiner hohen Zuverlässigkeit bei gleichzeitig niedrigen Transportzeiten und einer hohen Pünktlichkeit von über 85%. Der Lkw weist die flexibelste Einsatzfähigkeit aller Verkehrsmittel mit den geringsten Planungsvorläufen und der schnellsten Anpassung an die Marktanforderungen hinsichtlich Sendungsgröße, Transportdistanz und Transportkosten auf.
- ▶ Bahn und Binnenschiff weisen zwar i. d. R. niedrigere Transportkosten (bei entsprechender Sendungsgröße) auf, sind für hohe Sendungsgrößen und Transportdistanzen sowie sperrige Güter geeignet, bringen jedoch hohe Transportzeiten mit sich. Eine geringe Zuverlässigkeit

und eine Pünktlichkeit von lediglich 65% ist bei der Bahn eine weitere bedeutende Schwäche.

- ▶ Die Verfügbarkeit eines Gleis- und Wasserstraßenanschluss als infrastrukturelle Voraussetzung ist ein Hemmnis bei der Nutzung von Bahn und Binnenschiff ggü. dem flexibel einsetzbaren Lkw.
- ▶ Die alternativen Verkehrsmittel sind aufgrund langer Planungsvorläufe nicht für Just-in-Time-Verkehre geeignet, darüber hinaus nutzen befragte Unternehmen sie tlw. aufgrund zu naher Transportdistanzen bzw. nicht-befriedigender Sendungsgrößen nicht.
- ▶ Kombiniertes Verkehr wird von den Unternehmen bereits für einen großen Teil der Verkehre genutzt; lediglich 10% des nicht im KV beförderten Versand- und 21% des Empfangsaufkommens wäre potentiell für den Transport im kombinierten Verkehr geeignet.
- ▶ Kombiniertes Verkehr findet überwiegend auf langlaufenden Relationen über 500 km statt, beim Maritimen KV sogar hauptsächlich auf Fernrelationen im Versand nach Übersee.
- ▶ Kurze Distanzen der von den Unternehmen durchgeführten Transportfälle sowie Mehrkosten ggü. dem konventionellen Verkehr sprechen bei den Befragten gegen eine stärkere KV-Nutzung. Durch tlw. große Entfernungen zu KV-Terminals mit geeigneten Verbindungen und optimaler Abfahrtshäufigkeit entstehen zu hohe Kosten im Vor- und Nachlauf.
- ▶ 58% der Unternehmen sehen die Notwendigkeit einer Verbindungsdichte von 2 Abfahrten pro Woche für die Umsetzung erfolgreicher KV-Verkehre.
- ▶ Selbst bei gleichbleibenden Transportkosten ist eine Verlagerung zur Bahn und Binnenschiff für 46% der Befragten aufgrund der Vorteile des Lkw keine Option; weitere 13% der Befragten machten hierzu keine Angabe, sodass bei insgesamt 59% der Befragten davon ausgegangen werden kann, dass dies keine Alternative ist.
- ▶ Eine Verlagerungsbereitschaft besteht bei 19% der Befragten, wenn neben den Transportkosten auch die Transportzeit gleichbleibe; nur 13% der Befragten würden bei gleichen Kosten, insbesondere aufgrund der positiven Nachhaltigkeits- und Umweltaspekte, ungeachtet der sonstigen Nachteile, eine Verlagerung zu den alternativen Verkehrsträgern umsetzen.
- ▶ Die Verlagerungsbereitschaft der Unternehmen sinkt in Abhängigkeit eines steigenden Mehrbedarfs an Transportzeit, trotz identischer Kosten.
- ▶ Eine weitere Verlagerungsbereitschaft der Unternehmen ist nur bei einer weiteren Senkung der Transportkosten von Bahn und Binnenschiff gegeben. Hierfür müssten die alternativen Verkehrsmittel um durchschnittlich 26% günstiger als Lkw sein. Für 39% dieser Unternehmen müsste neben dem niedrigeren Transportpreis auch die Transportzeit gleichbleiben; weitere 28% würden ungeachtet der Zeit eine Verlagerung vornehmen.
- ▶ 14% der befragten Unternehmen sehen überhaupt keine Möglichkeiten zur Verlagerung auf die Schiene, selbst wenn diese in ihren Angebotseigenschaften verbessert wird.
- ▶ Die Befragten sehen die Notwendigkeit folgender Veränderungen, damit die Umsetzung eines höheren Bahnanteils gelingen kann: (1) Verbesserung der Angebotssituation: Erweiterung der Infrastruktur, Verbesserung der Gleisanschlussituation der Unternehmen bzw. Ausbau der KV-Terminals (mehr Terminals, mehr Flächen in der Nähe bestehender Terminals) als Hauptargument zu stärkerer Verlagerung auf die Schiene (30%), (2) Senkung der

Transportkosten alternativer Verkehrsträger ggü. dem Lkw (22%), (3) Verbesserung der Zuverlässigkeit im Schienengüterverkehr (13%), auch im Zusammenhang mit der Beseitigung von Kapazitätsengpässen, (4) höhere Abfahrtsfrequenzen im KV (5%) sowie kürzere Transportzeiten (4%).

- Umweltaspekte wurden nur 1x als Verlagerungsgrund genannt, spielen somit als Treiber der Verkehrsverlagerung keine Rolle. Ebenfalls interessant: nur 38% der Unternehmen berücksichtigen bei Ihrer Lieferantenauswahl ökologische Gesichtspunkte und nur 33% belohnen ressourcenschonende Lösungen bei der Verkehrsabwicklung positiv.

Bedeutung von ökologischer Nachhaltigkeit für die Unternehmen In diesem Kontext wird der Frage nachgegangen, ob Firmen bereits Konzepte zur ökologischen Nachhaltigkeit in ihre Arbeitsprozesse integrieren oder in welcher Weise diese in der Operative umgesetzt werden. Bei der generellen umweltseitigen Wirkungseinschätzung zu Verkehrsmitteln wird die Bahn als am umweltverträglichsten wahrgenommen, wohingegen der Lkw als am wenigsten umweltverträglich eingeschätzt wird. 70 % der Befragten gaben an, dass ökologische Nachhaltigkeit in ihrem Unternehmen auf strategischer Ebene oder im direkten Arbeitsumfeld thematisiert wird. Jeweils ungefähr ein Drittel der Befragten sind in einem Unternehmen tätig, das ein Corporate Social Responsibility Programm hat oder die ISO 26000 anwendet. Neben einem unkonkreten allgemeinen „Achten auf ökologische Nachhaltigkeit“ werden in erster Linie Touren optimiert, so dass Leerfahrten eingespart und Fahrzeuge möglichst voll ausgelastet werden. Außerdem wird auf moderne, umweltverträgliche Fahrzeugtechnik Wert gelegt, die aktuellen Abgasnormen entspricht. Darüber hinaus geben einige Befragte an, im Bereich der Transportmittelwahl, Energieversorgung und Verpackung ökologische Nachhaltigkeit zu berücksichtigen sowie durch Zertifikate oder ein Umweltmanagementsystem an gewisse Vorgaben gebunden zu sein. Auf die Frage, wie ökologische Nachhaltigkeit im Unternehmen definiert bzw. gelebt wird, wurden am häufigsten folgende Aspekte genannt: Teil der Unternehmenskultur bzw. auf Führungsebene thematisiert, Umweltzertifikate sowie Umwelt-/Energiemanagement.

37% der Unternehmen gaben an, dass in ihrem Unternehmen eine Nachhaltigkeitszertifizierung existiert. Der größte Teil davon liegt laut offenen Angaben als ISO-Norm (ISO 14000, ISO 5001, o.ä.) vor. 9% der Befragten nehmen an Wettbewerben in Bezug auf ökologische Nachhaltigkeit teil. Genannte Wettbewerbsarten waren hier u. a. Ökoprofit, Deutscher Nachhaltigkeitspreis oder der CSR-Preis der Bundesregierung. Eine Nachhaltigkeitsberichterstattung führen 26% der Unternehmen durch. Angaben zur Form der Berichterstattung beinhalten u. a. Zertifikate, Jahres-/Nachhaltigkeitsbericht sowie schriftliche Berichterstattung. Die Angaben zu Adressaten der Nachhaltigkeitsberichterstattung sind hierbei u. a. Geschäftsführung/Vorstand, Öffentlichkeit, Intern/Mitarbeiter, Fördergeber/Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle. Die Umsetzung ressourcenschonender Lösungen wird in 23% der Unternehmen belohnt. Vornehmlich geschieht dies durch Preise oder das Ideenmanagement. 26% der Unternehmen gaben an, dass Lieferanten oder Transportdienstleister unter ökologischen Nachhaltigkeitskriterien ausgesucht und überprüft werden. 19% der Befragten ermitteln darüber hinaus einen CO₂-Fußabdruck (Carbon Footprint).

Zusammenfassend scheint die Größe der Unternehmen gemessen an der Anzahl der Beschäftigten der signifikante Faktor für die Nachhaltigkeit eines Unternehmens zu sein, wobei Speditionen unabhängig von der Größe weniger Maßnahmen bezüglich ökologischer Nachhaltigkeit und sozialer Verantwortung implementieren.

Gestaltung des Transportangebots der Schiene basierend auf den Qualitätsansprüchen und Anforderungen sowohl der Kunden als auch der Nicht-Nutzer der Schiene. In diesem

Kontext haben die befragten Unternehmen Hinweise gegeben, welche notwendigen Transportangebote bzw. Transportdienstleistungen sie dazu bewegen, die Bahn und/oder multimodale Angebote zu nutzen. Hierbei spielen zusätzlich die Informationsbedürfnisse von Kunden über Angebote eine wesentliche Rolle, die im Folgenden aufgezeigt werden. Befragte, die das Angebot der Schiene bereits nutzen, geben an, dass die Kriterien Pünktlichkeit, bessere Anbindung sowie Zuverlässigkeit und Flexibilität zu einer erhöhten bzw. fortbestehenden Schienennutzung führen würden. Auch Befragte, die das Angebot der Schiene nicht nutzen, geben die Verbesserungspunkte bessere Anbindung, Flexibilität, geringere Kosten, Pünktlichkeit und bessere Infrastruktur an, die dazu führen würden, dass eine Schienennutzung in Erwägung gezogen würde. Die Befragten konnten auch Ideen miteinbringen, wie aus ihrer Sicht das Design eines attraktiven Schienenangebots aussehen sollte. Dazu haben sie konkrete Hinweise gegeben (u. a. bessere Anbindung, Zuverlässigkeit, kürzere Lieferzeiten, Flexibilität, höhere Frequenz, Tracking & Tracing, Pünktlichkeit, Netzausbau, geringe Kosten). Folgende Informationen sind laut den Unternehmen, die die Schiene nicht nutzen, notwendig, um eine Schienennutzung zu erlauben (nach absteigender Häufigkeit): Preis, Laufzeiten, Frequenz der Abfahrten bzw. Fahrplan, Anbindung, spezielle Transportanforderungen sowie Ansprechpartner/Anbieter. Rund ein Viertel der Befragten gaben jedoch an, keine weiteren Informationen zu benötigen, da eine Schienennutzung für ihr Unternehmen ausgeschlossen sei.

Ausgehend von den Ergebnissen der Befragung zu den identifizierten Hemmnissen und den Vorstellungen der Befragten zu potentiellen Verbesserungsmöglichkeiten, wurden **Empfehlungen für die Umsetzung von Maßnahmen** entwickelt, die zu einem Abbau dieser Hemmnisse und somit zu einer Erhöhung des umweltverträglicheren Verkehrsträgeranteils führen können.

Folgende prioritäre Handlungsempfehlungen, differenziert nach vier Kategorien, wurden im Rahmen der vorliegenden Studie abgeleitet:

- ▶ Ordnungspolitische und übergreifende Maßnahmen zur Angebotsverbesserung:
 - die Infrastruktur der umweltverträglichen Verkehrsträger sollte vordringlich ausgebaut
 - die im BVWP als vordringlich definierten Maßnahmen sollten beschleunigt umgesetzt werden
 - Maßnahmen zur pro-allokativen Reduzierung der Konflikte zwischen der interessierten Öffentlichkeit und den Bauträgern von Infrastrukturprojekten sind zu stärken
 - der kombinierte Verkehr ist weiter zu stärken
 - durch die Bereitstellung ausreichender Umschlagsflächen (insb. Leercontainer- und Abstellflächen) und Suprastruktur
 - und durch die Erweiterung der KV-Anlagen
 - Logistik und Gewerbeflächen (Raum- und Städteordnung) zur Ansiedlung von Unternehmen und Konzentration von Verkehren an intermodalen Umschlagstellen sind ausreichend bereitzustellen; an verkehrszentralen (verkehrsentensiven) Punkte, sind entsprechende Flächen zur Förderung und der Konzentration des kombinierten Verkehrs anzubieten, damit lange Vor- und Nachläufe sowie unnötige Verkehre verhindert werden,
 - die Gleisanschlussförderung ist zu erhalten und weiter auszubauen

- die Interoperabilität im europäischen Schienengüterverkehr und die Harmonisierung der Zugangsbedingungen (z. B. ETCS-Ausbau) zum Schienengüterverkehr ist zu fördern und auszubauen.
- ▶ Maßnahmen zur Kostensenkung:
 - die externen Kosten des Lkws sind in voller Höhe in die Lkw-Maut zu berücksichtigen
 - die Kosten für den Infrastrukturzugang (Trassenkosten) der Schiene sind zu senken – die Trassenpreisförderung ist fortzusetzen
 - zur Stärkung intermodaler Verkehre sind Betriebskostenzuschüsse zu gewähren
 - fortzusetzen ist auch die Elektrifizierungsoffensive auf den wichtigsten Güterverkehrsrouten
 - Last-Mile und Dual-Mode-Lokomotiven sind in den Förderprogrammen zur Förderung aufzunehmen
 - betriebliche Maßnahmen zur Umschlagautomatisierung bei Schiene und Wasserstraße sind umzusetzen und zu unterstützen
 - in den Güterverkehrs-/Rangieranlagen ist der Ausbau der Kapazitäten und der Ausbau von 740 m-Zuglangen Gleisen vorzunehmen
 - weitere Stör- und Kostentreiber im Schienennetz (z. B. Schiebevorgänge, Strecken mit zu geringen Achslasten etc.) sind zu beseitigen
 - die Standardisierung und Normierung der Transportbehältnisse im SGV ist fortzusetzen
 - Verlader müssen ihre Verpackungen unter Berücksichtigung logistischer Aspekte zur Verkehrsträgerverlagerung weiter optimieren.
- ▶ Maßnahmen zur Verminderung der Transportzeiten und zur Erhöhung der Zuverlässigkeit, wie z. B.
 - die Automatisierung und die Digitalisierung der Betriebsabläufe (insb. zur Stärkung des Einzelwagenverkehrs) ist verstärkt und beschleunigt umzusetzen; automatisches Kuppeln - automatisierte Wagen und Zugbildung - automatisierte Zugprüfung (z. B. Wiegen, Prüfen aller Schaltungen und Kontakte etc.) - automatisierte Umschlags- und Verladevorgänge
 - die Automatisierung der Verkehrsmittelüberprüfung und Sendungsverfolgung ist ebenfalls verstärkt umzusetzen
 - die Zeiteffizienz von Wagen- und Zugbildung ist von den Operateuren zu optimieren
 - Abfertigungs- und Beladungszeiten sind zu erweitern (24/7)
 - für Güterschnellzüge sind ausreichende Trassen bereitzustellen
 - der Aufbau eines Kennzahlensystems zur besseren Berücksichtigung von Pufferzeiten und zur Vermeidung von Verspätungen im Betriebsablauf der Züge ist vorzunehmen

- bei der Trassenbestellung ist die Priorisierung des Güterverkehrs auf güterverkehrsrelevanten Strecken und die stärkere Trennung von Personen- und Güterverkehr intensiver als bisher zu beachten.
- ▶ Umzusetzen sind auch Maßnahmen zur Erhöhung und Erweiterung der Abfahrtsfrequenzen im kombinierten Verkehr und Wagenladungsverkehr der Schiene.

Summary

The aim of the module on freight transport is to describe and explain the relationships between the individual modes of transport in detail in order to be able to assess how and to what extent the competition can be intervened. Options for action are to be developed for the ecological design of long-distance freight transport and, in particular, for increasing the attractiveness of rail and combined transport.

In this context, the module focussing on freight transport pursues the following tasks.

- ▶ Determining the scope of long-distance freight transport in contrast to regional freight transport
- ▶ Assessing developments, trends and changed paradigms in production and logistics with regard to their effect on demand and the modal structure in long-distance freight transport
- ▶ Achieving a better understanding of the factors influencing the mode choice in freight transport and their context-dependent weighting
- ▶ Understanding the role of logistics and corporate culture on transport mode choices
- ▶ Developing measures and recommendations for action to make long-distance freight transport more sustainable

In order to achieve these goals, a systematic literature research and synthesis is conducted first. Then an analysis of secondary data in this area is carried out. In addition, existing data and knowledge gaps are closed with our own primary data collection, survey of shippers and transporters. Finally, recommendations for action for transport policy are derived based on the findings from the previous theoretical and empirical analysis. First, a **systematic literature research and evaluation** was carried out, which aimed at collecting and preparing the current state of the art, on the one hand to comprehensively describe the mode choice in freight transport and, on the other hand, to derive recommendations for a modal shift. If knowledge gaps are identified, corresponding concrete information are given for the planned survey of decision-makers about the choice of transport mode.

In the framework of the systematic literature research and analysis, the focus is on the following topics. Thereby, the essential findings are summarized in each case.

Hereby, research is considered in the State of the Art, which deals with the role and interdependencies of the various **decision-makers in the mode choice** in freight transport sector. Although decisions on the mode choice and related decisions in production planning and warehouse logistics are made by a large number of actors, it must be assumed that in the end a certain coordination will take place and long-term decisions will take place on an integrated system level – the level of the sender-recipient-relation. The latest evidence shows that the choice of mode and the choice of lot size represent interdependent decisions. In a model for choosing a mode, it is therefore necessary to explicitly take into account logistics variables such as the lot size and to model both appropriately. Information on the sender-recipient relationship (especially the annual demand, i.e. the annual flow of goods between sender and recipient) should be collected in surveys and taken into account when analyzing behaviour.

In the **segmentation** section, research work is analyzed that segment heterogeneous decision-makers in mode choice according to different market and behavioural groups. A segmentation of freight transport decision-makers for the purpose of strategic policy analysis must have one property above all: it must be operationalizable using measurable attributes. This means that all

segmentations based on settings are omitted. The sole use of the NST / R classification is not useful in this case, since within each class there is great heterogeneity in terms of lot sizes, goods flows and packaging properties.

Furthermore, the **characteristics** are examined **with a focus on the transport service**. Although there are a large number of relevant service features, the features “price”, “reliability” (in various dimensions), “time” and “system accessibility” are of decisive importance. In addition, from the sender's point of view, the variable flow of goods plays an important role and interacts with the service features. The situation is diverse for other variables.

Another focus is on the **quality features of time (Value of Time) and reliability (Value of Reliability)**, which are processed in quantitative form using metrics. There is a great consensus in knowledge about the value of time. This is around 0.5-3 euros per ton transported and is surprisingly homogeneous compared to the otherwise ascertainable heterogeneity. The value of reliability fluctuates extremely. This is partly due to different dimensions and research designs. However, there is evidence that reducing the average delay produces benefits similar to reducing the average transit time. There are also some groups of goods that have almost zero tolerance for delays.

In the **elasticities** section, sensitivities in the mode choice of different influencing factors (elasticities for price, time, punctuality and delay) are shown based on the findings of the existing literature. Calculated price elasticities as well as elasticities for time, punctuality and delay based on a market segmentation for the transport modes road, rail and inland waterway are presented in an overview (BVU 2016). In addition, an overview is given of a large number of price elasticities that are dependent either on the ton-kilometers, the vehicle-kilometers or the fuel demand for the road (De Jong et al. 2010). The heterogeneity of the values results from the differences in the definitions of the markets, the countries, distance categories and goods groups.

In addition, research approaches are analyzed that deal with **other influencing factors on the mode choice**. In addition to the factors influencing the quality of the transport service (e.g. time, reliability), the focus of the analysis is expanded to include other influencing factors (e.g. properties of the modes, characteristics of the broadcast setting / perception of the decision-makers, etc.). Various influencing factors on the mode choice could be shown. Among other things, studies were identified that consider the influences of properties and convictions of the companies on decisions about logistics and transport modes. Thereby no studies could be identified that explicitly deal with the indirect influences of spatial planning aspects or multimodal network design on the mode choice. Although much of the work deals with the relevance of indirect (implicit) influences of transport services and their quality, explicit concepts for a service design to increase the attractiveness of rail freight transport have not yet been developed.

Based on the findings of the State of the Art, the **existing barriers** that prevent a shift to rail will be presented. These obstacles are primarily in the following areas: (i) service quality, (ii) resources (including unused own vehicle fleet), (iii) infrastructure, (iv) technology (including different security technologies, restricted clearance profiles and different power supply in Europe), (v) handling (including overloading of handling terminals and ports, no suitable equipment, low availability of rolling stock) and (vi) lack of qualified workers. In addition, (vii) economic and operational barriers should be mentioned (including the goods structure effect, lack of opening of markets in other European countries, price and performance) and (viii) political barriers (including administrative effort).

Finally, research works are examined that gives concrete **recommendations for action and measures** to increase the attractiveness of rail freight transport and to promote the shift to rail. It can be observed that most measures in the literature are aimed at incremental improvements

in infrastructure and transport offers. Only a few studies deal with drastic changes in framework conditions, prices and innovative transport offers.

Secondary data analyses Based on data and information provided by the Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure for the year 2010 as well as for the 2030 forecast, empirical statements were made regarding varying transport mode affinities by the type of goods and cargo, delivery distances, infrastructural restrictions for the availability of individual transport modes as well as transport mode specific differences in the delivery costs per type of good and delivery distance. These specific values are essential parameters for the transport mode choice.

- ▶ The market share of the sustainable transport carriers, rail and inland waterway, in 2010 was about 16%.
- ▶ While there is a trend to utilize more rail and waterway for longer distances of over 200 kilometers, road transport is still more prevalent than the two sustainable transport carriers.
- ▶ This is also the case for types of goods that are dominated by bulk commodities.
- ▶ One of the primary causes for this is that not all transport relations are accessible to intermodal transport. This means that only a single transport carrier, namely the road, services the greater share of transport relations. In 2010, this amounted to 2,9 billion t, about 73% of all traffic in Germany.
- ▶ On transport relations for which intermodal competition is possible, rail and waterway attain market shares of 70% and 85% respectively for delivery distances of over 200 km. This means that when conditions for the use of rail and waterway are met, these carriers can realize high market shares.
- ▶ Essential conditions for this are the existence of traffic connections for these carriers, as well as the existence of a sufficiently high traffic volume, so that the transport cost advantages of the rail and inland waterway can come into effect.
- ▶ On principle, rail and waterway are cheaper than road transport for nearly all delivery distances as long as they can work to capacity (this applies for direct services and if differences in handling costs are assumed to be negligible). This requires block trains for rail and fully loaded barges for waterways. While a lorry can transport a maximum of 27 t, a block train can transport at least 1.250 t, while a motor vessel can transport between 2.800 and 3.500 t. Even smaller barges can move cargo of around 1.000 t. In order for rail and waterway to be comparatively cheaper than a 27 t cargo lorry, a minimum transport volume of about 300 to 400 t per train and 600 to 1.000 t per barge respectively is required. ▶ These large transport volumes of shipments, in addition to the associated operational problems with such transport volumes, are usually the decisive obstacle to realizing higher market shares for rail and inland waterways.
- ▶ The conducted empirical analysis shows that on about 70% of transport relations with transport carrier competition, rail and waterway can achieve a market share of more than 30%. The average market share of the two sustainable carriers on these relations is about 92%. This means that on these relations the necessary requirements are already given for rail and waterway to play to their advantages. If it would be possible to shift all traffic on these intermodally accessible transport relations towards train and barge, the market share of the two alternative carriers could increase by 10 percentage points to 27%.

- ▶ On relations wherever the above said conditions, i.e. high transport volume or large shipments sizes per tour, are not given, road traffic dominates, as transport can be realized to lower costs and small shipment sizes.
- ▶ One approach to strengthen the participation of rail and waterway is the concentration of traffic through multimodal transport, where pre- and on-carriages are handled by lorries while the main carriage is done via train or barge. To facilitate this, continuous services are required, which can only be operated when sufficient minimum amounts of traffic exist within a given catchment area.
- ▶ In order to enable multimodal transport concepts in areas of conventional traffic, minimum transport ranges of 320 to 500 km and minimum transport volumes of about 60.000 t annually are required. The minimum transport distance for which combined transport is cheaper than direct transport per lorry is about 350 km. Thus, in order for an intermodal service to be successfully implemented, a minimum volume of about 100.000 t or 6.700 LU annually is required.
- ▶ Transport volumes of this kind of size are only available on few relations for both conventional and combined transport. For conventional transport, this amounts to relations with a traffic volume of about 8 million t, for combined transport to relations with a volume of about 6 million t (state 2010). If these traffic volumes could be shifted towards rail and waterway in their entirety, this would not extend to a significant increase in their modal-split share in light of an overall traffic volume of about 3.7 billion t. However, an increase in frequenting of rail and waterway for the already intermodally accessible transport relations could increase the market share of these carriers to up to 27%.

Conception, implementation and analysis of the primary data collection The aim of this work package was on the one hand to close the knowledge and research gaps identified in the previous work steps and on the other hand to confirm or to falsify the previously identified influencing variables and obstacles with regard to the change of transport mode by means of a primary data collection.

The primary data were collected in the form of computer-assisted face-to-face interviews (CAPI). The duration of the individual interviews is set at around 45 minutes. Initially, it was planned to conduct a total of $n = 200$ interviews with decision-makers regarding logistics details. The sample of companies was set up as a quota sample, in which primarily a stratification along different economic sectors (WZ 2008) was carried out. The focus was on branches of the economy in which experience has shown that a high proportion of long-distance freight transport is to be expected. A total of five corresponding economic sectors were defined and included in the sample: (i) manufacturing ($n = 90$), (ii) wholesale ($n = 35$), (iii) freight forwarding ($n = 35$), (iv) mining and quarrying of stones and earth ($n = 25$) and (v) retail ($n = 15$). In addition to the stratification according to company branches, the sample was also stratified according to the company size considering the number of employees. The company size was broken down into three classes: 5 to 99 employees ($n = 35$), 100 to 249 employees ($n = 75$) and companies with 250 or more employees ($n = 90$). In accordance with the stratification criteria described, a gross sample was drawn from an acquired address pool with company data from Kantar TNS. The sampling procedure was based on a random process. In addition, however, the consortium ensured that companies which, due to their cargo categories and other parameters, presumably have a high relevance for the research subject, are included in the gross sample. The gross sample was made available to the interviewers in the form of regional clusters so that they could contact them and conduct the interviews later. In a preliminary telephone interview, the interviewers determine

the relevant decision-makers for logistics and transport processes. This target person is used to determine whether there are any transport processes in accordance with the criteria mentioned above. The actual CAPI interview is only carried out if the company carries out a significant volume of freight transport of approx. 100 km or more with lot sizes of 2 tons or more. As the main focus of the study is on the mode choice, a CAPI interview is only carried out if the company makes these decisions itself and a change of transport mode is possible in principle. If the company qualifies for the main interview, the willingness to participate is determined and, in the positive case, an appointment is made for the face-to-face interview. The questionnaire developed for the main interview is divided into a total of six sections: (1) general information on the company and infrastructure, (2) details on shipping and delivering the goods, (3) transport mode choice, (4) barriers and decision-making thresholds with regard to options for shifting to rail (including quality components of reliability), (5) evaluation of the ecological sustainability in the company as well as (6) assessing the previous transport offer of the rail and suggestions for improvement to increase the attractiveness of the rail.

Results of the primary data analyses In order to try to make the transport mode choice process transparent regarding decision parameters and to validate the results of the empirical analysis, 140 companies with significant cargo volumes that utilize multiple transport carriers were surveyed. In this survey the companies in question were asked questions regarding the characteristics of their transports, the volume of their cargo, detailed information regarding transport relations, as well as

- ▶ whether or not the transport mode choice for specific customers/suppliers or types of goods/categories of cargo are made as fundamental decisions,
- ▶ which reasons exist for selecting the used carrier,
- ▶ which reasons exist against selecting unused carriers and
- ▶ which transport characteristics influence their transport mode choice.

Beyond that, the companies were also surveyed regarding their willingness to shift traffic from lorries to train and barge, as well as the improvements necessary for such a shift.

The survey, which in essence confirmed the empirical results, led to the following conclusions:

- ▶ The transport mode choice of the companies differs depending on the type of good/category of cargo, as well as the size of the delivery and the distance of the transport.
- ▶ Lorries are the dominant carrier both for dispatch (70%) and reception (46%). Train and barge are used predominantly for transporting liquid and dry bulk commodities and for transport distances of over 300 km. Combined transport is mostly used for the transport of general cargo on journeys of over 500 km. Only about 30% of surveyed companies are situated less than 30 km from the nearest CT (combined traffic/transport-terminal).
- ▶ About 42% of the surveyed companies make fundamental decisions regarding transport carriers in advance, a further 32% make fundamental decisions for specific customers or types of goods. A fundamental decision to exclusively use/prefer lorries was made in 61% of cases.
- ▶ Transport cost is, among others, an essential decision-making factor for transport mode choice.

- ▶ The primary reasons for choosing lorries for transport are their high reliability coupled with short transport times and a high punctuality of over 85%. Lorries are the most flexible carrier in their use, require the least amount of pre-planning and are the quickest to adapt to shifting market requirements regarding size, distance and cost of transport.
- ▶ While trains and barges show lower transport cost and are suitable for long transport distances, shipments of high volume and bulkiness, they also implicate long transport times. Low reliability and a punctuality of only 65% for rail are further shortcomings.
- ▶ The infrastructural requirements of having a rail or waterway connection are another hindrance for the use of train and barge, compared to the more flexibly applicable lorry.
- ▶ The alternate carriers are not suited for Just-in-Time-Transports due to their long planning periods. Furthermore, the surveyed companies do not use them due to transport distances being too short or volumes being too low.
- ▶ Combined transport is already used for a large portion of traffic. Only about 10% of dispatches and 21% of receptions not currently transported via CT are potentially suited for combined transport.
- ▶ Combined transport is primarily utilized for long-distance relations of over 500 km, maritime CT for dispatches or towards overseas destinations.
- ▶ Short distances for the transports made by the surveyed companies, alongside higher costs compared to conventional transport discourage them from utilizing combined transport more. The in part long distances to the nearest CT-terminal offering the desired connection with optimal frequency create high costs for pre- and on-carriage.
- ▶ 58% of surveyed see a frequency of at least two departures per week for a given relation as a necessary requirement for successfully implementing combined transport.
- ▶ A shift towards trains and barges is not an option for 46% of the surveyed, even with constant transport costs, due to the other advantages provided by lorries. A further 13% of companies did not comment on this. As such, it can be assumed that a shift is not an option for a total of 59% of the surveyed.
- ▶ There is a willingness to shift for 19% of the surveyed if both transport costs and transport times remain constant. Only 13% of the surveyed would be willing to shift their transport to sustainable carriers if the costs won't change, disregarding all other disadvantages, due to positive sustainability- and environmental effects.
- ▶ The willingness of companies to shift falls in relation to a rising demand for shorter transport times, despite equal costs.
- ▶ Further willingness of companies to shift is only given for a further reduction in transport cost of train and barge: The alternative transport carriers would have to be, on average, 26% cheaper than transport by lorry. For 39% of companies, transport times would have to remain the same, in addition to lower transport costs. A further 28% would conduct the shift regardless of time.
- ▶ 14% of surveyed companies see absolutely no possibility to shift towards rail, even if the latter improved its offering characteristics.

- ▶ The surveyed suggest the following improvements in order to improve the share of railways: (1) the primary argument for a stronger shift towards rail is improving the offered services: better infrastructure, improved railway connections to companies or expanding CT-terminals (more terminals, more developed areas in proximity to existing terminals), (2) lowering transport costs for alternative carriers compared to lorries (22%), (3) improving the reliability for rail freight transport (13%), (4) higher departure frequency for CT (5%) as well as (5) shorter transport times (4%).
- ▶ Ecological aspects are only mentioned once as a reason for shifting and are therefore irrelevant as drivers of shifting traffic. Also, of interest: only 38% of companies take ecological aspects into account when choosing suppliers and only 33% reward sustainable solutions in traffic handling.

Importance of ecological sustainability for companies In this context, the question is pursued whether companies are already integrating concepts for ecological sustainability into their work processes or how these are implemented in their operations. In the general environmental impact assessment of transport modes, the railway is perceived as the most environmentally friendly, whereas the truck is assessed as the least environmentally friendly. 70% of the respondents stated that ecological sustainability is an issue in their company on a strategic level or in the direct work environment. Around a third of the respondents each work in a company that has a corporate social responsibility program or applies ISO 26000. In addition to an unspecific general “pay attention to ecological sustainability”, tours are primarily optimized so that empty trips are avoided and vehicles are used to the full as possible. In addition, emphasis is placed on modern, environmentally friendly vehicle technology that complies with current emissions standards. Furthermore, some respondents state that they consider ecological sustainability with regard to choosing a transport mode, energy supply and packaging. They are also bound by certain requirements through certificates or an environmental management system. When asked how ecological sustainability is defined or lived in the company, the following aspects were most often mentioned: Part of the corporate culture or addressed at management level, environmental certificates and environmental / energy management.

37% of the companies stated that their company has a sustainability certification. According to open answers, the largest part of it is available as an ISO standard (ISO 14000, ISO 5001, or similar). 9% of the respondents take part in competitions related to ecological sustainability. The types of competition mentioned here included, among others, Ökoprofit, the German Sustainability Award and the Federal Government's CSR Award. 26% of the companies carry out sustainability reporting. Information on the form of reporting includes certificates and annual / sustainability reports. The information on the addressees of the sustainability reporting includes management / board of directors, the public, internal / employees, funding agencies / Federal Office of Economics and Export Control. The implementation of resource-saving solutions is rewarded in 23% of companies. This is mainly done through prizes or idea management. 26% of the companies stated that suppliers or transport service providers are selected and checked according to ecological sustainability criteria. 19% of the respondents also determine a carbon footprint.

In summary, the size of the company, measured by the number of employees, seems to be the significant factor for the sustainability of a company, with freight forwarders implementing fewer measures regarding environmental sustainability and social responsibility regardless of size.

Rail transport service design based on the quality demands and requirements of both customers and non-rail users. In this context, the companies surveyed provided information about the necessary transport offers or transport services that induce them to use rail and / or

multimodal offers. The information needs of customers about offers also play an important role, which are shown in the following. Respondents who already use the rail services indicate that the criteria punctuality, better connections as well as reliability and flexibility would lead to increased or continued use of the rail network. Respondents who do not use the rail services also gave the suggestions for improvement better connections, flexibility, lower costs, punctuality and better infrastructure, which would lead to the use of rail being considered. The test subjects were also able to contribute ideas for designing a transport service of an attractive rail offer from their point of view. They have given specific information on this (including better connections, reliability, shorter delivery times, flexibility, higher frequency, tracking & tracing, punctuality, network expansion, low costs). According to the companies that do not use the rail, the following information is necessary to allow rail use (in descending order of frequency): price, transit times, frequency of departures or timetable, connection, special transport requirements and contact persons / providers. However, around a quarter of those companies stated that they did not need any further information because their company would not be able to use the railways.

Based on the survey results regarding identified hindrances and the suggestions given by the surveyed companies regarding potential improvements, **recommendations for the implementation of measures** were designed, which may help reduce hindrances and increase the sustainable modal share.

The following prioritized recommendations, differentiated by four categories, were derived and thoroughly discussed within the study:

- ▶ Regulatory and overarching measures to improve offerings, e.g.
 - infrastructure of sustainable transport carriers is to be improved urgently
 - measures defined as urgent in the Federal Transport Investment Plan (FTIP) are to be accelerated in their implementation
 - measures for the pro-allocative reduction in conflicts between the interested public and developers of infrastructure projects are to be improved
 - combined transport is to be further strengthened
 - through the provision of sufficient transshipment areas (especially areas for empty containers and storage) and superstructure
 - through expanding of CT-installations
 - logistics and commercial areas (regional and urban planning) are to be sufficiently provided in order to attract companies and concentrate traffic near intermodal transshipment areas. Near central traffic points (traffic intensive), areas suitable to the promotion and concentration of combined transport are to be supplied, in order to prevent long pre- and on-carriage distances, as well as unnecessary traffic
 - subsidies for building rail sidings are to be continued and enhanced
 - interoperability in European rail freight transport and the harmonization of entry conditions (e.g. ETCS-Expansion) for rail freight transport are to be promoted and expanded upon.
- ▶ Measures to reduce costs, e.g.

- the external costs of road transport are to be fully included in the lorry toll
 - the costs of accessing rail infrastructure (train track prices) are to be lowered – the train track price subsidy is to be continued
 - the electrification offensive for the most important train freight routes is also to be continued
 - last-mile and dual-mode locomotives are to be included in funding programs
 - operational measures for transshipment-automatization for rail and waterway are to be implemented and supported
 - in freight train (classification-) yards capacities and tracks suitable for 740 m long trains are to be expanded
 - other drivers of cost and interference within the rail network are to be removed (e.g. pushing processes, routes with insufficient axle load)
 - standardization and normalization of transport containers in rail freight transport are to be continued
 - shippers have to optimize their packaging with regard to the logistical aspects of transport mode shifting.
- ▶ Measures for the reduction of transport times and improvement of reliability, e.g.
- the implementation of automatization and digitization of operational measures (especially promoting wagonload traffic) is to be accelerated and strengthened; automated coupling - automated carriage- and train composition – automated inspections (e.g. weighing, checking circuits and contacts, etc.) – automated transshipping- and loading procedures
 - the automatization of transport carrier inspection and shipment tracking are also to be implemented more strongly
 - operators are to optimize the time efficiency of carriage- and train composition
 - processing- and loading times (24/7) are to be expanded
 - sufficient routes for express freight trains are to be supplied
 - a system of indicators is to be constructed in order to better consider buffer times and to avoid delays during the operation of trains
 - prioritizing freight traffic in route reservations and a stronger separation of passenger- and freight transport are to be more intensely observed.
- ▶ Measures for the increase and expansion of departure frequencies for combined transport and wagonload transport for rail are also to be implemented.

1 Fragestellungen im Bereich Güterverkehr

Die Verkehrsentstehung im Personenverkehr entsteht aufgrund einer Ausübung einer Aktivität außerhalb des Wohnsitzes (Gerike 2016). Aktivitäten können u. a. Arbeiten, Ausbilden, Versorgen und Ausübung von Freizeittätigkeiten sein.

Der Begriff „Aktivität“ – im Sinne der Ausübung einer Tätigkeit eines Entscheidungssubjektes an einem bestimmten Ort über eine gewisse Zeit – ist im Güterverkehr nicht definiert. Im Güterverkehr sind es vor allem Entscheidungen zur Produktion und zum Konsum von Waren, die zu räumlichen Wertschöpfungsketten, und mittels Entscheidungen über Logistik und Transport schließlich zu Güterverkehr führen. Diese Entscheidungen werden von einer Vielzahl an Akteuren entlang der Wertschöpfungskette getroffen und umfassen Gewinnen, Erzeugen, Verarbeiten, Lagern, Verteilen und Entsorgen von Materialien und Produkten. Die Summe aller Ortsveränderungen stellt hierbei die Verkehrsnachfrage dar (Thaller 2018).

Die Entscheidung für den Transport und somit für die Quell- und Zielwahl ist dabei von Verkaufsprozessen und von sonstigen betrieblichen Prozessen abhängig. Die reinen Transportkosten beeinflussen nur im geringen Maße diese Entscheidungsprozesse, da sie nur einen geringen Anteil an den gesamten Produktionskosten inklusive der Kosten für die Intralogistik und Kapitalbindung des Gutes einnehmen.

Der Güterverkehr ist durch eine hohe Heterogenität geprägt: Zunächst gibt es eine Vielzahl von unterschiedlichen Entscheidungssubjekten (Entscheider in Produktion, Logistik und Transport). Daneben sind die transportierten Güter in ihrer Struktur und Sendungsgröße sehr unterschiedlich. Dies führt dazu, dass bestimmte Relationen nur mit/von einem Verkehrsträger bedient werden. Aufgrund der strukturellen Entwicklung hin zu kleineren Sendungsgrößen und der hohen Flexibilität ist es mittlerweile fast ausschließlich der Lkw, der für eine definierte Transportfunktion in Frage kommt. Bei Massengütern – die zunehmend nur noch einen kleinen Teil der Transportnachfrage darstellen – gibt es aufgrund der Größenvorteile von Bahn und Binnenschiff keinen Grund, die Belieferung einer Eisenhütte mit Erz oder Schrott mit dem Lkw durchzuführen. In diesem Segment sind die Versender/Empfänger noch mit Gleisanschlüssen ausgestattet, bzw. sie siedeln sich an den Magistralen des Schienenverkehrs und an ausgewählten Binnenhäfen an.

Die hohe Heterogenität im Güterverkehr, die zu unterschiedlichen Sendungsgrößen und Transportkosten führt, sorgt dafür, dass bei Verkehrsmittelwahlentscheidungen im Güterverkehr mehr Einflussfaktoren eine entscheidende Rolle spielen als im Personenverkehr.

Eine Kenntnis und Beeinflussung der entscheidungsleitenden Faktoren im Güterverkehr ist eine unbedingte Voraussetzung für eine Energiewende im Verkehr: Die CO₂-Emissionen des Güterverkehrs wachsen im Zuge des steigenden Güterverkehrsaufkommens stetig an – ohne eine effektive Wende Richtung Batterieelektromobilität. Angesichts der klimapolitischen Ziele und Erfordernisse wächst dadurch der Druck, auch im Güterverkehr CO₂ einzusparen. Als Lösung werden neben der Intensivierung technischer Möglichkeiten vor allem Verlagerungen auf nachhaltige Verkehrsarten, wie Bahn und Binnenschiff, genannt. Um solche Verlagerungen erfolgreich und zielorientiert umsetzen zu können, ist eine genaue Kenntnis der Faktoren, die das Verkehrsmittelwahlverhalten beeinflussen, notwendig.

Ziel des vorliegenden Moduls zum Güterverkehr ist es daher, die Beziehungen zwischen den einzelnen Verkehrsträgern im Detail zu beschreiben und zu erklären, um basierend darauf beurteilen zu können, wie und mit welchem Erfolg in den Wettbewerb eingegriffen werden kann.

Das Projekt für den Bereich Güterverkehr verfolgt folgende Aufgaben.

- ▶ Bestimmung des Umfangs des Güterfernverkehrs in Abgrenzung zum regionalen Güterverkehr
- ▶ Abschätzung der Entwicklungen, Trends und geänderten Paradigmen in Produktion und Logistik hinsichtlich ihrer Wirkung auf die Nachfrage und die modale Struktur im Güterfernverkehr
- ▶ Erreichen eines besseren Verständnisses über die Einflussgrößen auf die Verkehrsmittelwahl im Güterverkehr und deren kontextabhängige Gewichtung
- ▶ Verstehen der Rolle von Logistik und Firmenkultur auf die Verkehrsmittelwahlentscheidungen
- ▶ Entwicklung von Maßnahmen und Handlungskonzepten zur nachhaltigeren Gestaltung des Güterfernverkehrs

Im Folgenden wird zunächst die systematische Literaturrecherche und Synthese aufgezeigt. Danach wird der Stand der Arbeiten zur empirischen Bestandsaufnahme dargelegt. Ferner werden das Befragungsdesign, die Stichprobenziehung, das Fragebogenkonzept und die Ergebnisse zur Befragung der Verlagerer und Transporteure präsentiert.

1.1 Systematische Literaturrecherche und Synthese

Übergeordnetes Ziel dieses Arbeitspaketes ist die Erhebung des Wissens- und Forschungsstands mittels einer systematischen Literaturrecherche und -auswertung, um einerseits die Verkehrsmittelwahl im Güterverkehr umfassend beschreiben und andererseits Handlungsempfehlungen für einen Modal Shift ableiten zu können. Sofern Wissenslücken identifiziert werden, sollen entsprechende konkrete Hinweise für die Befragung von Entscheidern der Verkehrsmittelwahl gegeben werden.

Durch die Literaturanalyse zur Verkehrsmittelwahl und zu den Handlungsempfehlungen sollen die folgenden Fragen beantwortet werden können.

- ▶ Inwiefern verhalten sich verschiedenartige Verlagerer bei der Verkehrsmittelwahl unterschiedlich?
- ▶ Wie können solche unterschiedlichen Verlagerergruppen abgegrenzt werden?
- ▶ Was sind die entscheidungsbestimmenden Faktoren bei der Verkehrsmittelwahl? Hier sollen speziell die Anforderungen, die Verlagerer bzw. Speditionen haben, herausgearbeitet werden.
- ▶ Welche Hemmnisse und Handlungsempfehlungen für einen Modal Shift gibt es und wie sind diese zu bewerten?

In der Literaturrecherche werden vor allem Arbeiten analysiert, die sich detailliert mit der Verkehrsmittelwahl im Güterverkehr beschäftigen. Hierunter fallen auch Arbeiten, die die Verkehrsmittelwahl als Teil der Wahl einer umfassenden Transportdienstleistung verstehen. Von besonderem Interesse sind Arbeiten, die neue Erkenntnisse zu den Anforderungen der Verlagerer an die zu wählenden Verkehrsmittel aufzeigen. Bei Arbeiten, die eigene Primärdatenerhebungen durchgeführt haben, wird das Forschungsdesign dieser Erhebungen analysiert, um hierdurch Hinweise für die eigene Befragung gewinnen zu können. Neben den physischen bzw. technischen Aspekten der zur Wahl stehenden Verkehrsmittel soll vor allem auch auf die weiteren Bestandteile des Transportangebots eingegangen werden (z. B. Übersichtlichkeit des Markts, Individualisierbarkeit der Leistung, Flexibilität, Spontanität und Unkompliziertheit der Bestellung).

Die thematischen Schwerpunkte der Literaturrecherche und -analyse werden zunächst im Folgenden aufgezeigt. Außerdem wird das methodische Vorgehen der Analyse dargelegt. Im Anschluss werden wesentliche Erkenntnisse der Literaturanalyse detailliert beschrieben. Anschließend werden die Erkenntnisse in einer Synthese zusammengeführt. Basierend darauf werden Hinweise zur Erstellung des Fragebogens für die Primärdatenerhebung gegeben.

1.1.1 Thematischer Fokus der Literaturrecherche und -analyse

Im Rahmen der systematischen Literaturrecherche und -analyse liegen die Schwerpunkte auf den folgenden Themen.

- ▶ **Entscheidungsträger der Verkehrsmittelwahl:** Hierbei werden Arbeiten im Stand der Forschung betrachtet, die sich mit der Rolle und den Interdependenzen der verschiedenen Entscheider der Verkehrsmittelwahl auseinandersetzen.
- ▶ **Segmentierung:** In diesem Abschnitt werden Arbeiten analysiert, die eine Segmentierung heterogener Entscheider der Verkehrsmittelwahl nach verschiedenen Markt- und Verhaltensgruppen vornehmen.
- ▶ **Servicemerkmale:** In diesem Zuge werden die Merkmale mit Fokus auf die Transportdienstleistung untersucht.
- ▶ **Qualitätsmerkmale (u. a. Pünktlichkeit, Zuverlässigkeit):** In diesem Abschnitt liegt der Schwerpunkt auf den Qualitätsmerkmalen Zeit und Zuverlässigkeit, die durch Maßzahlen in quantitativer Form aufbereitet werden.
- ▶ **Elastizitäten:** In diesem Kapitel werden Sensitivitäten in der Verkehrsmittelwahl unterschiedlicher Einflussfaktoren (Elastizitäten für Preis, Zeit, Pünktlichkeit und Verspätung) auf Basis der Erkenntnisse der bestehenden Literatur aufgezeigt.
- ▶ **Weitere Einflussfaktoren auf die Verkehrsmittelwahl:** Dabei werden Forschungsansätze analysiert, die sich mit Einflussfaktoren auf die Verkehrsmittelwahl auseinandersetzen. Neben den Einflussfaktoren zur Qualität der Transportdienstleistung (u. a. Zeit, Zuverlässigkeit) wird der Analysefokus auf weitere Einflussfaktoren (u. a. Eigenschaften der Verkehrsmittel, Merkmale zur Sendung Einstellung/Wahrnehmung der Entscheider, etc.) erweitert.
- ▶ **Hemmnisse der Verlagerung:** Aus den Erkenntnissen des Stands der Forschung werden die bestehenden Hemmnisse, die eine Verlagerung auf die Schiene verhindern, vorgestellt.
- ▶ **Maßnahmen und Handlungsempfehlungen:** In diesem Abschnitt werden Arbeiten beleuchtet, die konkrete Handlungsempfehlungen und Maßnahmen zur Attraktivitätssteigerung des Schienengüterverkehrs und zur Förderung der Verlagerung auf die Schiene geben.

1.1.2 Methodisches Vorgehen bei der Literaturanalyse

Auf Grundlage dessen wird eine systematische Literaturrecherche zu bestehenden Forschungsansätzen durchgeführt. Hierbei soll vornehmlich nach Ansätzen aus dem Zeitraum von 2013 bis 2017 gesucht werden, die sich mit der Verkehrsmittelwahl im Güterverkehr auseinandersetzen. Der Stand des Wissens in diesem Bereich bis 2012 kann bereits aus Vorarbeiten von BVU et al. (2016) herangezogen werden.

In

Tabelle 1 werden die identifizierten Forschungsansätze aufgezeigt und ihren jeweiligen Forschungsschwerpunkten zugewiesen. Danach erfolgt die detaillierte Analyse dieser identifizierten Forschungsansätze. Konkret sollen in der Literaturanalyse folgende Inhalte aus den jeweiligen Arbeiten entnommen werden.

- ▶ Zielsetzung bzw. Fokus der jeweiligen Arbeit zur Differenzierung
- ▶ Methodisches Vorgehen
- ▶ Input-Parameter, betrachtete Merkmale und deren Ausprägungen
- ▶ Relevante Erkenntnisse der Arbeit: Zentrale qualitative und quantitative Befunde

Gerade bei empirischen Arbeiten sollen vornehmlich erhobene Merkmale und deren Ausprägungen erfasst werden. Auch sollen die jeweiligen Forschungsdesigns kritisch analysiert werden.

Bei Modellierungsarbeiten sollen vornehmlich die angewendeten Methoden beschrieben werden. Die Stärken und Schwächen der jeweiligen Methodik sollen hier hervorgehoben werden. Zudem stellt sich die Frage, welche Input-Parameter für das entwickelte Modell notwendig waren.

Bei Arbeiten zu Maßnahmen wird der Frage nachgegangen, welche Maßnahmen betrachtet wurden, welche Stärken und Schwächen die jeweiligen Maßnahmen aufweisen und welche Effekte qualitativ oder quantitativ abgeschätzt wurden.

Basierend darauf können die jeweiligen Arbeiten kritisch nach ihren Stärken und Schwächen bewertet werden. Final wird die Forschungslücke abgeleitet, welche Anforderungen zur Beschreibung der Verkehrsmittelwahlentscheidungen im Güterverkehr noch fehlen bzw. was bisher noch nicht im bisherigen Stand der Forschung abgedeckt wird und demzufolge bei der empirischen Studie in Arbeitspaket 7 berücksichtigt werden müssen.

Tabelle 1: Übersicht zur Literaturanalyse

Akteure	Segmente	Service-merkmale	Pünktlichkeit und Zuverlässigkeit	Elastizitäten	Weitere Einfluss-faktoren	Hemmnisse	Maßnahmen
Abate & De Jong (2014)	Arunotayanun (2009)	Bergantino et al. (2013)	BVU (2016)	BVU (2016)	Arunotayanun & Polak (2011)	Höft (2016)	Cerre (2014)
Bühler (2006)	Arunotayanun & Polak (2011)	Bühler (2006)	De Jong et al. (2014)	De Jong et al. (2010)	Bergantino et al. (2013)	Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg (2017)	Combinet GmbH (2013)
Combes & Tavasszy (2016)	Gopinath (1995)	Duan et al. (2017)	Shams (2017)		Duan et al. (2017)	UBA (2012)	Furtado et al. (2013)
De Jong & Johnson (2009)	Guo et al. (2014)	Grue & Ludvigsen (2006)	Zamparini & Regiani (2007)		Guo (2014)		Höft (2016)
Ewers & Holzey (1998)	Kim et al. (2017)	Voigt (1973)			Kim et al. (2017)		VDV (2016)
Guo et al. (2014)	Liedtke & Schepperle (2004)				Schulz (1996)		
Holguin-Veras (2002)	Westminster University Report (2010)				Voigt (1973)		
Irannezhad et al. (2017)							
Jiang et al. (1999)							
Lloret-Batlle & Combes (2013)							
Pourabdollahi et al. (2013)							
Viera (1992)							
Windisch et al. (2010)							

Quelle: Eigene Darstellung

1.1.3 Erkenntnisse aus der Literaturanalyse

Im Folgenden werden die Erkenntnisse aus der Literaturanalyse, differenziert nach den zuvor festgelegten Schwerpunkten, aufgezeigt.

1.1.3.1 Akteure der VM-Wahl

Anders als im Personenverkehr werden Entscheidungen im Güterverkehr von einer Vielzahl unterschiedlicher Akteure (vornehmlich Unternehmen) entlang der Wertschöpfungskette getroffen. In Anlehnung an Ewers und Holzey (1998) versucht Bühler (2006) die Entscheidungsträger der Verkehrsmittelwahl analytisch zu identifizieren. Nach Bühler ist beispielsweise im kombi-

nierten Verkehr idealtypisch der Verloader für die Produktion und Verladung zuständig, wohingegen der Spediteur, als Handelsvermittler der Verkehrsmärkte, den Transport organisiert, den der Frachtführer dann durchführt. Um die Entscheidungsträger der Verkehrsmittelwahl, und die relevanten Einflussfaktoren, besser bestimmen zu können, analysiert Bühler einen vereinfachten Transportfall für den kombinierten Verkehr. In diesem Transportfall trifft der Spediteur die Entscheidung über die Verkehrsmittelwahl, der Frachtführer ist für die Transportdurchführung verantwortlich und der Verloader kontrolliert die Leistungsbereitstellung beider Akteure. Zudem ist nach Bühler (2006) der Spediteur im kombinierten Verkehr meist verkehrsträgerneutral. Daher ist dort die Wahrscheinlichkeit einer Verkehrsverlagerung von der Straße zur Schiene, oder zur Schifffahrt, auch am Größten.

Eine übersichtliche Entscheidungsstruktur ist im Allgemeinen jedoch nicht die Regel. Zwar wird es immer einzelne Fälle (oder verhaltensähnliche Segmente) geben, in denen besondere Entscheidungsabläufe vorliegen, letztlich sind die meisten Entscheidungen jedoch interdependent. In der Praxis ist ein idealtypisches Bild nicht haltbar, da sich die Kompetenzen der Akteure vermischen bzw. überschneiden. Zudem determiniert die Wahl eines bestimmten Spediteurs – z. B. reiner Bahnspediteur, rein monomodaler Straßenspediteur u. a. – bereits die Wahl des Verkehrsmittels.

In der Modellierung wird die Wahl des Verkehrsträgers daher nicht nur aus einer Perspektive abgebildet. Stattdessen modellieren unterschiedliche Ansätze die Verkehrsmittelwahl aus unterschiedlichen Perspektiven. Eine Möglichkeit ist die Modellierung aus Sicht des Verladers. Dann wird normalerweise davon ausgegangen, dass der Versender seine Auswahl optimiert, indem er denjenigen Frachtführer wählt (falls notwendig), der seine Kosten minimiert (Viera 1992). Unter den Güterverkehrserhebungen sind Erhebungen mit Fokus auf den Verloader jedoch eher selten (vgl. Combes und Tavasszy 2016). Daher gibt es auch Modelle, in der die Verkehrsmittelwahl aus anderer Perspektive getroffen wird. Beispielsweise wird in Bühlers Verkehrsmittelwahlmodell (Bühler 2006) die Entscheidung zwischen Straße und kombiniertem Verkehr aus der Perspektive des Spediteurs abgebildet. Bei Jiang et al. (1999) wird die Wahl unter anderem aus der Empfängerperspektive getroffen.

In neuster Literatur modellieren Irannezhad et al. (2017) die Verkehrsmittelwahl (in Kombination mit der Losgrößenwahl) sowohl aus Sicht des Verladers als auch aus Sicht des Spediteurs auf Basis unterschiedlicher Erhebungen. Ihre Ergebnisse zeigen, dass Unterschiede zwischen den Präferenzen der Akteure bestehen. Dies erklären sie vor dem Hintergrund, dass viele der analysierten Verloader eine eigene Flotte haben, deren Einsatz sie maximieren wollen, wohingegen Spediteure dazu tendieren, ihre direkten Kosten durch die Wahl eines preisgünstigen Frachtführers zu minimieren.

Guo et al. (2014) analysieren mit Hilfe von Korrelationsanalysen, dass es zwischen den Verladern und Lkw-Spediteuren Unterschiede hinsichtlich der Wahrnehmung von multimodalen Schiene-Straße-Transportketten gibt.

Insgesamt kristallisiert sich heraus, dass es besonders vielversprechend ist, die Entscheidung über die Verkehrsmittelwahl auf Ebene der Versender-Empfänger Relation zu analysieren. Dies geht am besten durch Revealed-Preference-Analysen. Einer der wenigen Datensätze, der solche Analysen erlaubt, ist der französische ECHO-Datensatz von 2004-2005. Im ECHO-Datensatz werden einzelne Sendungen innerhalb ihres logistischen Kontextes beobachtet. Der Datensatz enthält wichtige Informationen zur Versender-Empfänger-Beziehung (Guilbault 2008).

Lloret-Batlle und Combes (2013) sowie Combes und Tavasszy (2016) entwickeln mit den ECHO-Daten Verkehrsmittelwahlmodelle aus Sicht der Verloader, die Einflussgrößen der Empfänger-Sender-Beziehung integrieren. Ihre Modelle basieren auf dem sogenannten EOQ-Modell, das zur

Bestimmung von optimalen Losgrößen verwendet wird. Die Losgröße ist in diesen Modellen zwar nicht explizit enthalten, geht aber über die Tatsache ein, dass Losgröße und Verkehrsmittel zwei miteinander verbundene Entscheidungen sind, die von den Transport- und Logistikkosten der Versender abhängen. Häufigere Sendungen bedeuten höhere Fixkosten, die für jede Bestellung anfallen – gehen jedoch mit geringeren Lagerhaltungskosten einher. Die erklärenden Variablen dieser Verkehrsmittelwahlmodelle sind der jährliche Güterfluss zwischen Versender und Empfänger, die zurückgelegte Distanz der Sendung, die Wertdichte des Gutes sowie einige zusätzliche Variablen (u. a. Dummy-Variablen zu Charakteristiken der Güter).

Darüber hinaus gibt es eine Reihe von gemeinsamen Modellen der Verkehrsmittel- und Losgrößenwahl (vgl. de Jong und Johnson 2009, Windisch et al. 2010, Pourabdollahi et al. 2013, Irannezhad et al. 2017). Die Entscheidungen hierüber werden in der Praxis oftmals nicht von den gleichen Akteuren getroffen, obwohl in vielen Modellen angenommen wird, dass sie zusammengehören. Pourabdollahi et al. (2013) modellieren die Wahl von Verkehrsträgern gemeinsam mit der Losgrößenwahl durch Copula-Funktionen. Holguin-Veras (2002) modelliert die Wahl von Fahrzeugtypen des Straßengüterverkehrs und die Losgröße mittels eines sequentiellen Ansatzes auf Basis von Instrumentenvariablen. Relevante Variablen für die Fahrzeugwahl sind dabei die Kosten pro Tonne und die Distanz. Abate und De Jong (2014) verwenden ebenfalls ein Zwei-Stufen-Vorgehen bei der gemeinsamen Modellierung. Als erklärende Variable gehen die Kosten pro Tonne, das Alter der Fahrzeuge, die Flottengröße, das Nachfragevolumen, Kraftstoffkosten und die Distanzen pro Fahrt in das Modell ein.

Die vorgestellten Modelle einer integrierten bzw. gekoppelten Verkehrsmittelwahl und Losgrößenentscheidung betrachten die einzelnen Entscheider häufig nicht individuell oder situationspezifisch. Wenn sie als erklärende Variable beispielsweise den *jährlichen* Güterfluss zwischen den Versendern und den Empfängern enthalten, dann unterscheiden sie sich von der Situation in der Praxis, in der die Kosten für den einzelnen Entscheider *sendungsspezifisch* sind.

In der aktuellen Forschung wird der Frage nachgegangen, wie die Verkehrsmittelwahl mit der Losgrößenentscheidung – als eine Proxyentscheidung für alles, was mit Logistik zu tun hat – zusammenhängt. Jüngste Analysen zeigen, dass die beiden Entscheidungen interdependent sind und die Modelle dies berücksichtigen müssen, wenn sie nicht verzerrte Parameterschätzungen liefern wollen.

1.1.3.2 Segmentierung

Es ist sinnvoll, Entscheidungssubjekte und -objekte in der Logistik in homogene Gruppen einzuteilen. Zum einen wird durch eine Zugehörigkeit zu einer Gruppe Varianz erklärt: Entscheider in einer Gruppe verhalten sich ähnlich, bzw. reagieren ähnlich auf geänderte Transportangebote und Rahmenbedingungen. Zum anderen ist eine Segmentierung eine wichtige Grundlage, effiziente Politikmaßnahmen zur Verkehrsverlagerung zu erarbeiten. Eine Segmentierung kann sowohl marktspezifisch als auch verhaltensspezifisch erfolgen.

Bei der Modellierung werden oft die drei folgenden Aspekte als wichtig erachtet.

- ▶ Transportkosten
- ▶ Präferenzen der Entscheider
- ▶ Eigenschaften der zu transportierenden Güter

Die Präferenzen der Entscheider und die zu transportierenden Güter zeichnen sich durch eine große Heterogenität aus, da die Entscheidungen einerseits über eine Vielzahl von unterschiedlichen Akteuren (vornehmlich Unternehmen) entlang der Wertschöpfungskette verteilt sind und

andererseits die unterschiedlichsten Sendungen transportiert werden müssen. In einer Vielzahl von Studien wird die Relevanz betont, (unbeobachtete) Heterogenität aufgrund dieser Diversität in den Modellen der Verkehrsmittelwahl zu berücksichtigen.

Eine Segmentierung der Entscheider nach Marktsegmenten versucht dieser Heterogenität gerecht zu werden. Eine Arbeit, die im klassischen Feld der Identifizierung von Marktsegmenten angesiedelt ist (exogene Einteilung), ist der Westminster University Report (2010). Die Autoren untersuchen, basierend auf einer Kostenanalyse der Verkehrsträger in Großbritannien (Straße, Schiene, Wasserstraße), welche Märkte von welchem Verkehrsträger bedient werden können. Sie betonen, dass jeder Verkehrsträger dazu neigt, "natürliche" Märkte zu haben, für die er zur Verfügung steht. Es gibt allerdings auch Märkte, die von zwei oder mehr Verkehrsträgern im Wettbewerb bedient werden können. Zudem gewinnt Intermodalität immer dort an Bedeutung, wo die Vorteile von zwei oder mehr Verkehrsträgern optimiert werden können, indem zum Beispiel verschiedene Sendungen kombiniert werden, die dann den Transport auf der Schiene (und vielleicht auf der Wasserstraße) ermöglichen. Für Schienenverkehr und Schifffahrt sind Massengüter natürliche Märkte, obwohl auch Stückgüter, insbesondere für die Schiene, wichtig sind. Die Zahlen für Großbritannien zeigen zudem, dass die Schiene über den größten Teil des Marktes für Kohle, Eisenerz und Stahl, sowie über andere Teilsektoren wie Schotter, Sand, Kies, aber auch Container verfügt. Im Sektor Erdöl und Erdölzeugnisse dominiert der Verkehr auf Wasserstraßen. Zudem werden dort eine Reihe von Rohstoffen mit geringer Wert- und Zeitsensitivität (Abfälle und Zuschlagstoffe), sowie bestimmte Einheitssendungen, die in die Lieferkette passen, transportiert. Die Autoren halten fest, dass die Straße am besten für kurze Strecken und/oder kleine Volumenströme (z. B. Laden- und Hausbelieferungen) geeignet ist, während Schiene und Wasserstraße besser für größere Entfernungen und/oder größere Volumenströme geeignet sind.

Exogene Einteilungen der Gütergruppen zur Identifizierung der Marktsegmente der Verkehrsträger dieser Art (häufig auch auf Basis der NST-2007-Klassifikation) haben den Nachteil, dass sie einen Großteil der für die Verkehrsmittelwahl relevanten Heterogenität des Logistikkontextes nicht erklären können, da sie andere relevante Faktoren nicht berücksichtigen und daher in die gleichen Segmente einordnen (Liedtke und Schepperle 2004). Um dies zu vermeiden sollte die Segmentierung der Gütergruppen datengetrieben (endogen) erfolgen. Ansätze hierzu sind Latent-Class-Modelle.

Zudem ist auch eine Segmentierung der Nachfragepopulation eine Möglichkeit, die Verhaltensgrundlage ökonomischer Modelle zu verbessern. Eine Nachfragesegmentierung für die Verkehrsträgerwahl im Güterverkehr verfolgt Gopinath (1995), der die Versender nach ihren Einstellungen zu verschiedenen Verkehrsträgern klassifiziert, die wiederum aus logistischen Größen, wie beispielsweise der maximal akzeptablen Verspätung, abgeleitet wurden. Arunotayanun (2009) segmentiert die Moduswahl auf Basis von logistischen Eigenschaften der Beziehung zwischen Versender und Empfänger.

Arunotayanun und Polak (2011) untersuchen den Einfluss von beobachteter und unbeobachteter Heterogenität der Verlager auf die Verkehrsmittelwahl auf Basis einer SP-Befragung in Java in Indonesien. Fokus liegt dabei auf der Analyse der Modi kleine Lkw, große Lkw und Schiene. Die Alternativen werden in Bezug auf die Lieferzeit, die Transportkosten und einige Maße der Logistik- und Transportdienstleistungen (Qualität und Flexibilität) charakterisiert. Zudem ist bekannt, welchem Marktsegment jeder Verlager zuzuordnen ist. Zur Analyse der Heterogenität verwenden sie in einem ersten Schritt einen Mixed-Logit-Ansatz, der es ihnen ermöglicht, unbeobachtete Heterogenität in der Nachfragepopulation festzustellen. Im Anschluss versuchen sie einen Teil dieser Heterogenität durch eine exogene Marktsegmentierung zu erklären. Dazu tei-

len sie den Datensatz nach den Marktsegmenten auf und schätzen für jedes Segment eigene Multinomiale-Logit-Modelle und Mixed-Logit-Modelle. Die Marktsegmente sind Nahrung, Leder, Textilien und Elektronik. Diese Aufteilung erlaubt es nicht, sämtliche Heterogenität zu erklären. Deswegen wird im Anschluss eine endogene Marktsegmentierung mittels Latent-Class-Methoden durchgeführt. Auf Basis der Segmentierungsvariablen Warenwert, Verwendung von Containern und Lieferfrequenz bestimmen sie drei Klassen. Diese werden in der folgenden Tabelle 2 beschrieben.

Tabelle 2: Segmente nach Arunotayanun und Polak (2011)

Segment 1	Segment 2	Segment 3
Akteure, die hohe Warenwerte mit hoher Lieferfrequenz versenden	Akteure, die geringe Warenwerte versenden und Container präferieren	Akteure, die mit geringerer Lieferfrequenz und ohne Container versenden

Quelle: Eigene Darstellung nach Arunotayanun und Polak (2011)

Die Ergebnisse der Logit-Modelle zeigen, dass Akteure aus Segment 1 sehr sensitiv gegenüber Qualität und Flexibilität sind. Darüber hinaus sind ihnen die Lieferzeit und die Transportkosten wichtig. Die Akteure in den anderen Gruppen sind weniger sensitiv gegenüber diesen Eigenschaften. Sie unterscheiden sich vor allem mit Bezug auf ihre Einstellungen zu Qualität und Flexibilität. Akteure in Segment 2 sind sensitiver gegenüber der Qualität als gegenüber der Flexibilität. Im Gegensatz dazu sind Akteure in Segment 3 sensitiver gegenüber der Flexibilität als der Qualität. Im Anschluss führen sie eine weitere Segmentierung auf Basis von latenten Klassen durch, bei der sie zusätzlich die Marktsegmente als Segmentierungsvariablen mit aufnehmen. Insgesamt können diese Variablen die Präferenzen der Verlager schlechter erklären, als die Attribute in der Tabelle 2. Eine Segmentierung auf Basis der Gütergruppen ist daher insgesamt nicht ausreichend.

Kim et al. (2017) untersuchen mit ähnlicher Methodik die Verkehrsmittelwahl in Neuseeland auf Basis einer Stated-Preference-Befragung mit 18 Auswahlzenarien. Dabei berücksichtigen sie sowohl die unbeobachtete, individuelle Heterogenität, die sie mit Mixed-Logit-Modellen analysieren, als auch die unbeobachtete Heterogenität aufgrund von Gruppenzugehörigkeiten, die mittels latenter Klassen analysiert werden. Die Zugehörigkeit zu den Klassen wird dabei nicht auf Basis von spezifischen Eigenschaften (Marktsegmenten), sondern nur über eine Konstante ermittelt, was eine genauere Beschreibung der Klassen unmöglich macht. Jenseits der Zuordnung zu den latenten Klassen sind die Akteure der Befragung zusätzlich hinsichtlich ihrer Transportoperationen unterteilt. Unterschieden wird zwischen den Akteuren,

- ▶ die im Fernverkehr große Losgrößen versenden und
- ▶ die kleine Losgrößen im Fernverkehr transportieren.

Die alternativen Verkehrsmodi für die erste Gruppe sind Straße, Schiene und Wasserstraße, die für die zweite nur Straße und Schiene. Als erklärende Variable für die Verkehrsmittelwahl werden die Transportkosten, die Transportzeit, die Zuverlässigkeit, das Risiko der Beschädigung bzw. des Verlusts und die Sendungsfrequenz verwendet. Sie geben an, dass zwischen den latenten Klassen Präferenzunterschiede bestehen. Insgesamt kann daraus die Nützlichkeit der Methode gezeigt werden. Allerdings erlaubt die Methode nicht die Identifizierung geeigneter Segmente.

Guo et al. (2014) analysieren die Möglichkeiten und Hindernisse für Güterverlader in den USA, die mit Spediteuren zusammenzuarbeiten, die multimodale Schienen- resp. Straßentransporte durchführen. Zudem gehen sie auf die Wahrnehmungsunterschiede zwischen Verladern und Lkw-Spediteuren hinsichtlich des multimodalen Transports auf Schiene und Straße ein. Die Datengrundlage stellt eine SP-Befragung aus dem Mittleren Westen dar. Sie analysieren mit Hilfe von Korrelationsmaßen, dass es zwischen den Verladern und Lkw-Spediteuren Unterschiede hinsichtlich der Wahrnehmung von multimodalen Schiene-Straße-Kollaborationen gibt. Darüber hinaus verwenden sie Clusteranalysen, um die Marktsegmente, sowohl der Verlager als auch der Spediteure, zu identifizieren, die die Nutzung der multimodalen Zusammenarbeit zwischen Schiene und Lkw fördern, respektive behindern. Die identifizierten Cluster mit Bezug zu fördernden und hemmenden Eigenschaften der Spediteure und Verlager sind in den folgenden

Tabelle 3 und Tabelle 4 dargestellt.

Tabelle 3: Cluster der Lkw-Spediteure hinsichtlich hemmender und fördernder Faktoren für Multimodalität (Schiene)

Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3
Lkw-Frachtführer, die bei Lkw-Fahrermangel und zunehmender Verkehrsüberlastung multimodal agieren würden.	Lkw-Frachtführer, die bei Lkw-Fahrermangel und zunehmenden Kraftstoffkosten multimodal agieren würden.	Lkw-Frachtführer, die multimodal agieren würden, da sie optimistisch hinsichtlich der Potentiale sind.
Cluster 4	Cluster 5	Cluster 6
Lkw-Frachtführer, die bei Umschlagsverzögerungen oder fehlender Kundenbereitschaft zur Annahme von Umschlagsabfertigungen nicht multimodal agieren würden.	Lkw-Frachtführer, die bei niedrigen Investitionsrenditen, fehlender Kundenbereitschaft zur Annahme von Umschlagsabfertigungen, Umschlagsverzögerungen oder bei der Verringerung der allgemeinen Servicequalität nicht multimodal agieren würden.	Lkw-Frachtführer, die bei einer Verringerung der allgemeinen Servicequalität nicht multimodal agieren würden.

Quelle: Eigene Darstellung nach Guo et al. (2014)

Tabelle 4: Cluster der Verlager hinsichtlich hemmender und fördernder Faktoren für Multimodalität (Schiene)

Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3
Verlager, die den Einsatz multimodaler Spediteure aufgrund steigender Kraftstoffkosten, Lkw-Fahrermangel und Verbesserung der Betriebssicherheit erhöhen werden.	Verlager, die den Einsatz multimodaler Spediteure aufgrund steigender Kraftstoffkosten und Verkehrsstaus erhöhen werden.	Verlager, die den Einsatz multimodaler Spediteure aufgrund zunehmender Verkehrsüberlastung, Lkw-Fahrermangel und zunehmender Umweltprobleme erhöhen werden.
Cluster 4	Cluster 5	Cluster 6
Verlager, die bei Umschlagsverzögerungen keine multimodalen Spediteure beauftragen würden.	Verlager, die bei Umschlagsverzögerungen oder aufgrund des Betriebsumfangs keine multimodalen Spediteure beauftragen würden.	Verlager, die bei einer Reduzierung der allgemeinen Servicequalität oder aufgrund der Inflexibilität des Eisenbahndienstes keine multimodalen Spediteure beauftragen würden.

Quelle: Eigene Darstellung nach Guo et al. (2014)

In einem weiteren Schritt schätzen sie Mixed-Logit-Modelle, um die Wahrscheinlichkeit eines Verlager, zu einem bestimmten Marktsegment zu gehören, basierend auf operativen, fracht- und verhaltensbezogenen Eigenschaften zu bestimmen. Diese Merkmale werden mit den Faktoren verknüpft, die die Nutzung multimodal agierender Spediteure fördern und behindern. Dabei entdecken sie eine starke Korrelation zwischen dem primär genutzten Verkehrsträgertyp eines

Verladers und den Faktoren, die die Nutzung multimodaler Güterverkehrsunternehmen fördern und behindern. Weitere relevante Merkmale auf der operativen Ebene sind die Flottengröße des Logistikdienstleisters, der Grad der Containerisierung und der Einsatz von Technologie. Wichtige Merkmale auf der Verhaltensebene des Logistikdienstleisters sind dagegen das Vertrauen in die Leistungsfähigkeit von Schienengüterverkehrsunternehmen und deren Haltung gegenüber der multimodalen Zusammenarbeit. Daraus folgern sie, dass eine Reihe von Strategien, die sich an verschiedene Verlager und Spediteure richten, von den Entscheidungsträgern in Betracht gezogen werden sollten, um die multimodale Zusammenarbeit zwischen Schiene und Lkw zu fördern. Kritisch ist zu sehen, dass die Stichprobe nur aus 150 vollständigen Fällen besteht.

1.1.3.3 Servicemerkmale

In den bislang vorgestellten Arbeiten wurden bereits einige Merkmale identifiziert, die über die Kosten hinausgehen, dabei aber von Relevanz für die Verkehrsmittelwahl sind (u. a. Zeit, Flexibilität, Qualität, Sicherheit). Merkmale dieser Art, die die Dienstleistungsqualität der Verkehrsträger beschreiben, werden in der vorliegenden Arbeit als Servicemerkmale definiert. Über die Bezeichnung und den Umfang dieser Merkmale gibt es allerdings keine Einigkeit.

In der Grundlagenliteratur der Verkehrswissenschaft (Voigt 1973) werden beispielsweise die folgenden sieben Qualitätsmerkmale genannt, die eine Bewertung der Verkehrsträger ermöglichen sollen.

- ▶ Massenleistungsfähigkeit
- ▶ Schnelligkeit
- ▶ Berechenbarkeit
- ▶ Fähigkeit zur Netzbildung
- ▶ Häufigkeit der Verkehrsbedienung
- ▶ Sicherheit
- ▶ Bequemlichkeit

Bühler (2006) analysiert Studien, die weitere Einflussmerkmale der Verkehrsmittelwahl enthalten. Er betont, dass neben dem Preis vor allem die Unternehmensstruktur und die Serviceleistungen des Spediteurs von Bedeutung sind. Eine Übersicht kann der folgenden

Tabelle 5 entnommen werden.

Tabelle 5: Überblick über die in der Modellierung berücksichtigten Einflussfaktoren der Verkehrsmittelwahl

	Prognos AG	BVU	BDI	Gramer	Goliath, Yannis	Schmidt
Kriterien der VM-Wahl nach Voigt						
Transportkosten/-preis	+	+	+	+	+	+
Massenleistungsfähigkeit/ mengenmäßige Flexibilität	+				+	
Berechenbarkeit/Pünktlichkeit	+	+	+	+	+	
Schnelligkeit/Transportdauer	+	+	+	+	+	+
Häufigkeit der Verkehrsbedienung/zeitliche Flexibilität	+	+			+	+
Fähigkeit zur Netzbildung	+					+
Sicherheit/ Erhalt des Warenwerts der Güter	+	+	+	+	+	
Bequemlichkeit						
Weitere Kriterien						
Unternehmensstruktur des Transportdienstleisters		+			+	
Transportrelation						
• Verladestandort	+	+		+	+	
• Transportentfernung	+	+				
Fragen zum transportierten Gut						
• Güterart	+	+		+		
• Ladungsmenge	+	+		+		
Qualität des Transportdienstleisters				+		+
• Haftungssicherheit im Schadenfall						
• Schadensabwicklung						
• Kundenbetreuung		+		+	+	
• Gewachsenes Vertrauensverhältnis			+	+		
• Datenaustausch/Information		+		+		+
Transportmittelbereitstellung						
• Zeitnahe Bestellung der Transportleistung					+	
• Qualität des Transportmittels			+		+	
• Übersicht über Verkehrsmittelangebot				+		
Sendungsverfolgung	+	+	+	+	+	+
Gesetzliche Interventionen					+	
Umweltverträglichkeit				+		

Quelle: Eigene Darstellung nach Bühler (2006)

Grue und Ludvigsen (2006) identifizieren Prädiktoren der Wahl zwischen Schienen- und Straßenverkehr in Zentral- und Südosteuropa auf Basis von Gütergruppen einerseits, und der Zufriedenheit der Verlagerer mit wichtigen Servicemerkmalen andererseits. Ihre Analyse basiert auf einer Befragung von Firmen und Logistikern hinsichtlich ihrer Zufriedenheit mit tatsächlich durchgeführten Transporten und den Qualitätsstandards auf den Routen. Die 23 identifizierten Dimensionen der Servicemerkmale sind:

1. Zuverlässigkeit des Service
2. Kosten für die Lieferung von Tür zu Tür
3. Grad an Verlust und Beschädigung
4. Serviceverfügbarkeit am Ursprungsort
5. Serviceverfügbarkeit am Bestimmungsort
6. Qualität der Frachtabwicklung
7. Dauer der Transitzeit vom Ursprung bis zum Bestimmungsort
8. Bearbeitung von Verlusten und Schäden
9. Häufigkeit der Zustellung
10. Flexibilität im Umgang mit saisonalen Schwankungen bei der Anzahl der Sendungen
11. Direktheit der Sendung
12. Freie Zeit für das Be- und Entladen der Ausrüstung
13. Informationsschnelligkeit über die beförderte Ladung und nach der Ankunft
14. Eignung der Ladeeinheit für beförderte Güter
15. Eignung der Ladeeinheit für die Transportgröße
16. Zweckmäßigkeit der Bestellung/Charakterisierung von Dienstleistungen
17. Verfügbarkeit von Tracing/Tracking-Diensten
18. Nachlieferungsservice
19. Verfügbarkeit der Ladeeinheiten
20. Freundlichkeit des Servicepersonals
21. Umweltfreundlichkeit
22. Warenverfügbarkeit am Bestimmungsort, für den Rücktransport
23. Effizienz an Umschlagplätzen

Die Servicemerkmale werden hinsichtlich ihrer Wichtigkeit und der Zufriedenheit bezogen auf die Verkehrsträger Straße und Schiene auf Basis von fünfstufigen Likert-Skalen evaluiert. Im Anschluss wird mittels Faktorenanalyse und speziellen Regressionsanalysen die generelle Bedeutung der Servicequalität gegenüber anderen Faktoren herausgestellt. Die Ergebnisse gehen in eine logistische Regression zur Modellierung der Wahl zwischen Schiene und Straße ein.

Studien der vorliegenden Art müssen kritisch hinsichtlich der tatsächlichen Relevanz der identifizierten Einflussmerkmale beurteilt werden. Insbesondere besteht die Gefahr, dass bei derartigen Fragen immer der Großteil aller Einflussmerkmale von den Befragten als wichtig angesehen wird. Zudem kann dabei ein Bestätigungsfehler (confirmation bias) auftreten, da Informationen so ausgewählt werden, dass sie den eigenen Erwartungen entsprechen.

Bergantino et al. (2013) zeigen, dass die individuellen Einstellungen und latenten Präferenzen von Spediteuren gegenüber bestimmten Güterverkehrsattributen eine Rolle bei der Bestimmung ihrer Verkehrsträgerwahl spielen. Die Studie beruht auf RP- und SP-Experimenten für die Region Mezzogiorno in Italien und verwendet dazu unterschiedliche Logit-Modelle. Konkret untersuchen sie die Rolle der „wahrgenommenen Bedeutung“ der wichtigsten Dienstleistungsdimensionen bei der Bestimmung der Attraktivität von zwei Alternativen zum Straßenverkehr, nämlich Logistikterminals und intermodale Dienstleistungen auf See. Sie stellen zunächst fest, dass die Art der beförderten Güter die Wahl der Marktteilnehmer erheblich beeinflusst: Bei der Beförderung von verderblichen Gütern bevorzugen die Spediteure tendenziell die Flexibilität eines

straßenbezogenen Modus. Daneben sind jedoch insbesondere die Einstellungen der Betreiber zu Zeit, Pünktlichkeit und Schadensrisiko von Bedeutung. Spediteure, die dem Verlust/Schäden von Sendungen eine Bedeutung zumessen, bevorzugen die Straße als alleinigen Verkehrsträger. Diejenigen, denen Pünktlichkeit wichtig ist, haben allerdings immer auch andere Optionen im Blick. Zudem stellen sie eine beträchtliche Heterogenität unter den Befragten fest: Größere Unternehmen tendieren dazu, der Zeit einen niedrigeren Wert zuzuordnen, aber eine höhere Bedeutung für das Risiko von Verlusten/Schäden, insbesondere wenn die Transporte nicht häufig stattfinden. Außerdem ist die Relevanz der Servicezuverlässigkeit umso höher, je höher die Beladungsmenge ausfällt.

Duan et al. (2017) analysieren die Präferenzen von Akteuren des Schienengüterverkehrs in China bzgl. verschiedener Servicemerkmale des Schienengüterverkehrs unter Berücksichtigung der Heterogenität der Verloader. Mit einem Discrete-Choice-Experiment werden den Akteuren hypothetische Auswahlmöglichkeiten vorgestellt, die den Merkmalen Kosten, Zeit, Häufigkeit, Zuverlässigkeit und Sicherheit des Schienengüterverkehrs unterschiedliche Bedeutungen beimessen. Sie analysieren die Entscheidungen mit Mixed-Logit Modellen auf Basis von (zwei) latenten Klassen (und eines MNL-Modells, eines Mixed-Logit-Modells und eines Latent-Class-Modells ohne Mixed-Logit-Komponente). Zur Bestimmung der latenten Klassen geht nur eine Konstante ein, was eine Interpretation der Klassen unmöglich macht. Basierend darauf stellen sie fest, dass die Heterogenität zwischen den Akteuren (und latenten Klassen) signifikant ist. Als Ergebnis halten sie fest, dass die Verloader die Qualitätsmerkmale (u. a. Frequenz, Zuverlässigkeit und Sicherheit) der Schiene wichtiger als deren Preismerkmale (u. a. Kosten und Zeit) einschätzen. Die Autoren ziehen das Fazit, dass Eisenbahnunternehmen in China neue multidimensionale Marketingstrategien umsetzen sollten (wie z. B. garantierter pünktlicher Service und verhandelbare Transportkosten für wichtige Kunden, etc.), um den Erwartungen der Eisenbahnverloader insgesamt gerecht zu werden.

Die Einschätzungen bezogen auf die Servicemerkmale sind insgesamt sehr unterschiedlich, Ladungssicherheit wird jedoch häufig als sehr wichtige Variable angesehen, gefolgt von Zuverlässigkeit und Kosten. In

Tabelle 6, erstellt nach Duan et al. (2017), werden die Rangzuteilungen von Servicemerkmalen nach ihrer jeweiligen Bedeutung aufgezeigt. Hierbei wird mit 1 die wichtigste Kategorie, und mit 5 die unwichtigste, ausgezeichnet.

Tabelle 6: Rangzuteilungen von Servicemerkmalen nach Wichtigkeit

Studien	Kosten	Zeit	Häufigkeit	Zuverlässigkeit	Sicherheit
Jovicic (1998)	1	2	5	4	3
Danielis und Rotaris(1999)	-	1	-	2	-
Shinghal und Fowkes (2002)	-	3	2	1	-
Lu (2003)	-	-	-	2	1
Norojono und Young (2003)	3	4	-	2	1
Danielis et al. (2005)	4	3	-	1	2
Danielis und Marucci (2007)	1	3	5	4	2
Bergantino und Bolis (2008)	-	3	1	2	-
Train und Wilson (2008)	3	2	-	1	-
Zamparini et al. (2011)	-	1	3	4	2
Mittelwert der Ränge	2	3	4	2	1

Quelle: Eigene Darstellung nach Duan et al. (2017)

1.1.3.4 Qualitätsmerkmale der Transportdienstleistung hinsichtlich Zeit (Value of Time) und Zuverlässigkeit (Value of Reliability)

Im vorangegangenen Kapitel wurden bereits Merkmale der Transportdienstleistung, die maßgeblichen Einfluss auf die Verkehrsmittelwahl zeigen, aufgezeigt. In dem folgenden Abschnitt wird der Fokus auf die Bedeutung der verschiedenen Dimensionen der Transportdienstleistungsqualität auf die Verkehrsmittelwahl herausgestellt. Hierbei werden explizit die Merkmale Zeit und Zuverlässigkeit (u. a. Pünktlichkeit, Verzögerung), die in quantitativer Form zur Qualitätsabschätzung dienen, im Detail beleuchtet.

Die aus Verkehrsmittelwahlmodellen gewonnenen Gewichtungsfaktoren geben im Allgemeinen an, wie hoch der Anteil der Einflussvariablen an dem Nutzen ist, der aus der Verkehrsmittelwahl entsteht. Die Gewichtungsfaktoren lassen sich zueinander ins Verhältnis setzen. Das Verhältnis des Gewichtungsfaktors für Zeit zum Gewichtungsfaktor für Preis wird als Value of Time (VoT) bezeichnet. Der Value of Time gibt an, wieviel monetäre Einheiten den Entscheidern eine Zeiteinheit wert ist.

Eine Verladerebefragung der BVU (2016) zeigt, dass neben dem Transportpreis und den -kosten alle weiteren Faktoren (wie z. B. Pünktlichkeit, Verfügbarkeit, etc.) ebenfalls als sehr wichtige Kriterien für die Verkehrsmittelwahl von den Verladern eingeschätzt werden (siehe Tabelle 7).

Tabelle 7: Relevanz der Zuverlässigkeitskriterien auf die Verkehrsmittelwahl

Position	Sehr wichtig	Wichtig	Weniger wichtig	Unbedeutend
Transportpreis/-kosten	67,5%	31,1%	1,3%	
Transportdauer	47,7%	45,7%	5,3%	1,3%
Pünktlichkeit	72,2%	26,5%	1,3%	
Verspätung	52,3%	43,7%	4,0%	
Schadenshäufigkeit	48,3%	33,8%	13,9%	4,0%
Verfügbarkeit	62,3%	36,4%	0,7%	0,7%

Quelle: Eigene Darstellung nach BVU (2016)

Außerdem stellt BVU (2016) Werte zum Value of Time, untergliedert nach Marktsegmenten, zur Verfügung (siehe Tabelle 8). Für jedes Modellsegment wurde hierbei ein eigenes Verkehrsmittelwahlmodell geschätzt.

Tabelle 8: Value of Time

Marktsegmente	VoT in EUR/h/Frachtantrag
Maritimer KV	4
Kontinentaler KV	18
100 Tonnen und mehr	15
Nahrung	20
Steine, Erden	9
Mineralölerzeugnisse	19
Chemie, Düngemittel	11
Metalle	14
Fahrzeuge/ Maschinen	12
Sonstige Produkte	2

Quelle: Eigene Darstellung nach BVU (2016)

Zamparini und Regiani (2007) diskutieren unterschiedliche Studien, die seit den 1980ern die Maßzahl VoT berechnet haben und führen eine Metaanalyse basierend auf 46 Werten durch (siehe Tabelle 9), die der Erklärung der Variabilität der Werte dient. Um vergleichbare Ergebnisse zu erhalten, wurden nur Studien analysiert, die den Value of Time in Bezug auf Sendungen pro Stunde im Straßenverkehr und in Bezug auf Waggons pro Stunde im Schienenverkehr bestimmen. Im Mittel liegen die Werte bei 20,25 US-2002\$ pro Stunde, die Abweichung von diesem Wert ist jedoch recht hoch (Standardabweichung 13,27). Unterteilt man die Analyse bezüglich der Modi, so erhält man einen mittleren VoT von 21,44 US-2002\$ für die Straße und 10,45 US-2002\$ für die Schiene. Die Metaanalyse wird mittels einer linearen Regressionsanalyse durchgeführt, bei der die VOT-Werte die abhängige Variable darstellt. Die erklärenden Variablen sind das Bruttoinlandsprodukt des Landes (BIP), die mittlere, jährliche Transportleistung eines Fahrzeugs sowie Dummy-Variablen für die Region und das Verkehrsmittel. Sie finden heraus, dass das Bruttoinlandsprodukt (positives Vorzeichen), der Koeffizient für Nordeuropa und für die

Schiene (negatives Vorzeichen) signifikant sind. Man beachte, dass Nordeuropa insgesamt eher ein dürftiges Angebot der Güterbahnen hat. Das positive Vorzeichen beim BIP lässt sich dadurch erklären, dass sich in Ländern mit hohem BIP die Firmen wahrscheinlich durch eine große Aktivität auszeichnen. Dies liegt daran, dass das BIP-Wachstum in den Bereich des Güterstruktureffektes fällt und die Marktentwicklung der Massengüter stagniert. Damit haben sie aber auch hohe VoT, da es wünschenswert für sie ist, Waren frühzeitig geliefert zu bekommen. Das negative Vorzeichen für die Schiene ist vor dem Hintergrund plausibel, dass Firmen eher dem Straßengüterverkehr als dem Schienengüterverkehr einen hohen Value of Time beimessen. Sie schließen darauf, dass die Variabilität einerseits durch die verschiedenen Methoden zur Berechnung und Erfassung der Werte, und andererseits durch den Einfluss kontextabhängiger Faktoren (wie die geographische Region, in der die Studie durchgeführt wird), das Verkehrsmittel und das BIP pro Kopf erklärt werden kann.

Tabelle 9: Übersicht zu Value of Time differenziert nach Land und Transportmodus

Studien	Land	Transportmodus	VoT (2002 US\$/Stunde/Sendung (Straße) resp. Waggon (Schiene))
Transek (1990)	Schweden	Schiene	0,80
Transek (1990)	Schweden	Straße	2,69
Bergkvist (2000)	Schweden	Straße	1,72
Transek (1992)	Schweden	Straße	3,60
Bergkvist und Johansson (1997)	Schweden	Straße	5,40
Kurri et al. (2000)	Finnland	Straße	8,15
Kurri et al. (2000)	Finnland	Schiene	2,67
Bickel et al. (2005)	Finnland	Straße	17,95
De Jong et al. (2009)	Dänemark	Straße	37,27
Bickel et al. (2005)	Dänemark	Straße	21,43
Waters et al. (1995)	Norwegen/Schweden	Straße	14,22
Fowkes et al. (1995)	UK	Schiene	6,33
De Jong et al. (1995)	UK	Straße	45,36
Bickel et al. (2005)	UK	Straße	11,19
Bickel et al. (2005)	Irland	Straße	17,11
NEA (1991)	Niederlande	Straße	28,08
De Jong et al. (1992)	Niederlande	Straße	41,79
De Jong et al. (1992)	Niederlande	Schiene	36,14
De Jong et al. (1992)	Niederlande	Straße	28,92
De Jong et al. (1992)	Niederlande	Straße	46,87
Gwilliam (1997)	Niederlande	Straße	47,21

Studien	Land	Transportmodus	VoT (2002 US\$/Stunde/Sendung (Straße) resp. Waggon (Schiene))
De Jong (2000)	Niederlande	Straße	20,13
Bickel et al. (2005)	Niederlande	Straße	26,41
De Jong et al. (1995)	Frankreich	Straße	38,39
Massiani (2003)	Frankreich	Straße	27,63
Bickel et al. (2005)	Frankreich	Straße	26,04
Bickel et al. (2005)	Österreich	Straße	23,97
Bickel et al. (2005)	Belgien	Straße	29,33
Bickel et al. (2005)	Deutschland	Straße	21,43
Fehmarn Belt Traffic Consortium (1999)	Dänemark/Deutschland	Straße	23,71
Bickel et al. (2005)	Schweiz	Straße	43,43
Bickel et al. (2005)	Malta	Straße	7,14
Bickel et al. (2005)	Portugal	Straße	7,99
Bickel et al. (2005)	Spanien	Straße	27,54
Bolis und Maggi (2001)	Schweiz/Italien	Straße	16,3
Bickel et al. (2005)	Tschechien	Straße	6,39
Bickel et al. (2005)	Ungarn	Straße	15,89
Bickel et al. (2005)	Litauen	Straße	10,43
Bickel et al. (2005)	Slowakei	Straße	9,02
Vieira (1992)	USA	Schiene	6,33
Waters et al. (1995)	USA	Straße	14,1
Waters et al. (1995)	USA	Straße	9,05
Haning und McFarland (1963)	USA	Straße	22,07
Kawamura (2000)	USA	Straße	28,35
Wilbur Smith Associates (2000)	USA/Kanada	Straße	27,72
Waters et al. (1995)	Kanada	Straße	17,82

Quelle: Eigene Darstellung nach Zamparini und Regiani (2007)

De Jong et al. (2014) legen ihren Fokus auf die Fortschreibung des Value of Time (VoT) und Value of Reliability (VoR) im Güterverkehr in den Niederlanden auf Basis von SP-Daten für Verladere und Spediteure, die durch Computer-gestützten, persönlichen Interviews erhoben wurden. Die wichtigste Innovation bei den SP-Umfragemethoden für den Güterverkehr, die in dieser Studie eingeführt wurde, sind spezifischen Anweisungen im Zusammenhang mit den versendeten Waren für die befragten Verladere und Anweisungen im Zusammenhang mit den Transportdienstleistungen für die Spediteure. Konkret wurden die Spediteure in der Befragung gebeten,

Kosten zu berücksichtigen, die mit den Verkehrsdienstleistungen zusammenhängen, wie z. B. Kosten zu Transportpersonal und Fahrzeugen. Die Verlagerer wurden hingegen gebeten, Kosten zu berücksichtigen, die mit den versendeten Waren zu tun haben (z. B. Kapitalkosten für Transitbestände). Auf Basis dessen berechnen die Autoren VoTs und VoRs, die zwei Kostenkomponenten, nämlich Transportkosten und Kosten mit Bezug zur Fracht, beinhalten. Der VoR bezieht sich in diesem Kontext auf den Geldwert, den die Akteure zahlen würden, um die Varianz der Transportzeit zu reduzieren. Die Ermittlung der Werte erfolgt auf Basis verschiedener Modelle. Ihre Ergebnisse vergleichen die Autoren mit dem bestehenden Stand der Literatur. Bei den VoTs ist festzustellen, dass die Transportkosten für die VoTs wichtiger sind als die Kosten mit Bezug zur versendeten Ware. Für die VoR sind die Transportkosten für die meisten Segmente insignifikant, wohingegen die Kosten mit Bezug zur Ware durchaus relevant sind.

Allgemein wird der Value of Reliability (VoR), analog zum VoT, über das Verhältnis der Gewichtungsfaktoren für Zuverlässigkeit und Preis definiert. Der VoR gibt an, wie viele Geldeinheiten den Entscheidern eine zusätzliche Einheit an Zuverlässigkeit wert ist. Im Güterverkehr wird Zuverlässigkeit entweder als Standardabweichung der Reise- bzw. Transportzeit definiert, oder über die Attribute Pünktlichkeit und Verspätungsumfang beschrieben (BVU 2016, S. 19ff.). Als Pünktlichkeitsmaß wird die Höhe der außerplanmäßigen Wartezeiten betrachtet. Hierbei wird der prozentuale Anteil der Schienenankünfte mit einer Verspätung von < 31 Minuten im Vergleich zur veranschlagten Fahrtzeit herangezogen. Wartezeiten von über 20% werden nach BVU (2016) als unpünktlich definiert. Da eine Verspätung von wenigen Minuten über der veranschlagten Sicherheitszeit anders als eine Verspätung von mehreren Stunden zu bewerten ist, wird die Zuverlässigkeit nicht allein über das Pünktlichkeitsmaß definiert, sondern auch über die Höhe der Verspätung nach einer gewissen Sicherheitszeit. Über die Maßzahlen Value of Punctuality (VoP) und Value of Delay (VoD) können diese Merkmale quantifiziert dargestellt werden. Die Werte für die Zuverlässigkeit VoP und VoD drücken die Kosten aus, die durch einen unpünktlichen Transport bzw. durch eine bestimmte Verspätung entstehen. BVU (2016) stellt Werte zum Value of Punctuality und Value of Delay differenziert nach Marktsegmenten zur Verfügung (siehe Tabelle 10). Für jedes Marktsegment wurde dabei ein eigenes Verkehrsmittelwahlmodell geschätzt.

Tabelle 10: Value of Punctuality und Value of Delay

Marktsegmente	VoP in €/h	VoD in €/h
Maritimer KV	5	27
Kontinentaler KV	5	40
100 Tonnen und mehr	87	69
Nahrung	8	48
Steine, Erden	4	22
Mineralölerzeugnisse	19	99
Chemie, Düngemittel	12	5
Metalle	8	36
Fahrzeuge/ Maschinen	11	429
Sonstige Produkte	9	36

Quelle: Eigene Darstellung nach BVU (2016)

Shams et al. (2017) führen eine umfangreiche Analyse zum Stand der Forschung hinsichtlich der Value of Reliability (VoR) im Güterverkehr durch, die je nach Studie stark variieren. Dabei untersuchen sie die Spannweite der VoR (siehe Tabelle 11) für den Verkehrsträger Straße durch Betrachtung des verwendeten Zuverlässigkeitsmaßes, der für die Schätzung verwendeten Einheit, des Modellierungsansatzes und der Designtechniken der Umfragen. Die Transportmodi Schiene und Wasserstraße werden nicht berücksichtigt. Da viele Studien die einzelne Sendung als Einheit für die VOR-Schätzung verwenden, diese allerdings stark nach Gewicht und Wert variiert, verwenden Shams et al. (2017) zum Vergleich der Werte das sogenannte Zuverlässigkeitsverhältnis (RR), definiert als Verhältnis von VOR zu VOT, anstelle des absoluten VOR-Wertes. Zur Erklärung der Unterschiede im Zuverlässigkeitsverhältnis (RR) regressieren sie den errechneten RR-Wert für die ersten 13 in der Tabelle aufgelisteten Studien (gleiches Zuverlässigkeitsmaß). Dabei stellen sie fest, dass Unterschiede im Modellierungsansatz und den Designtechniken einen Teil der Heterogenität der Werte erklären können ($R^2=0,8$). Ein Vergleich von VoR-Werten ist damit ohne die Berücksichtigung der (uneinheitlichen) Methodik, die zur Errechnung der Werte geführt haben, problematisch.

Tabelle 11: Value of Reliability und Value of Time differenziert nach Entscheider und Land

Studie	Entscheider	Land	VOR (2010 US\$/Stunde /Einheit)	VOT (2010US\$/Stunde/Einheit)	Einheit
Fridstrom und Madslie (1995)	Versender	Norwegen	0,05-0,13	0,06	Tonne
Jovicic (1998)	Versender	Dänemark	85,7	15,7	Sendung
Wigan et al. (2000)	Versender	Australien	1,19-2,43	0,63-0,96	Tonne
Berkvist (2001)	Versender	Schweden	27,0-53,4	4,2	Sendung
Shingal und Fowkes (2002)	Versender	Indien	0,016-3,6	0,08-0,14	Spezifisches Verhältnis
Bolis und Maggi (2003)	Versender	Italien, Schweiz	28-51	13-24	Sendung
Zotti und Danielis (2004)	Versender	Italien	0,22	0,04	Tonne
Patterson et al. (2007)	Versender	Kanada	4,3	nicht signifikant	Sendung
Puckett und Hensher (2008)	Versender	Australien	10	-	Sendung
Masiero und Hensher (2010)	Versender	Schweiz	58,2	15,4	Sendung
Fries et al. (2010)	Versender	Schweiz	21,1	5,28	Sendung
Zamparini et al. (2011)	Versender	Tansania	0,0014	0,04	Tonnen-kilometer
Brooks et al. (2012)	Versender	Australien	241	nicht signifikant	Sendung
Puckett und Hensher (2008)	Spediteur	Australien	2,8	39,75	Sendung
Beuthe und Bouffieux (2008)	Spediteur	Belgien	4,81	2,44	Tonnen-kilometer

Studie	Entscheider	Land	VOR (2010 US\$/Stunde /Einheit)	VOT (2010US\$/ Stunde/Einheit)	Einheit
Zamparini et al. (2011)	Spediteur	Tansania	0,004	0,12	Tonnen-kilo- meter
Kurri et al. (2000)	Versender	Finnland	460	14,44	Sendung
Danielis et al. (2005)	Versender	Italien	13,7	9,88	Sendung
Halse et al. (2010)	Versender	Norwegen	67,57	9,85-17,15	Sendung
Gong et al. (2012)	Versender	USA	21,15	55	Sendung
Small (1999)	Spediteur	USA	488	220	Sendung
Halse et al. (2010)	Spediteur	Norwegen	171,8-230,9	56,19-75,38	Sendung
Fowkes et al. (2004)	Versender und Spedi- teur	UK	52,85	85,92	Sendung
Halse et al. (2010)	Versender	Norwegen	11,71	9,85-17,15	Sendung
De Jong et al. (2014)	Versender	Niederlande	0,06-0,09	0,2-0,1	Spezifisches Verhältnis
De Jong et al. (2014)	Spediteur	Niederlande	29,62	18,49	Sendung

Quelle: Eigene Darstellung nach Shams (2017)

1.1.3.5 Elastizitäten

Ein zentrales Konzept zur effektiven Beeinflussung der Verkehrsmittelwahl stellt das Konzept der Elastizität dar. Die Elastizität drückt aus, wie stark sich die Benutzung eines Verkehrsmittels prozentual ändert, sofern ein Serviceparameter (wie Preis, Zeit, Pünktlichkeit, Verlässlichkeit, usw.) um einen Prozentpunkt variiert. Die direkte Preiselastizität ist das bekannteste Elastizitätsmaß. Allgemein ist die Elastizität der Nachfrage in Bezug auf einen Angebotsparameter a wie folgt definiert:

$$\varepsilon_a = \frac{\frac{dn}{n}}{\frac{da}{a}} = \frac{dn}{da} \frac{a}{n}$$

wobei

n = Marktanteil oder Anzahl aktueller Nutzer

a = Serviceattribut

Im Folgenden werden die Sensitivitäten in der Verkehrsmittelwahl unterschiedlicher Einflussfaktoren (Elastizitäten) basierend aus den Erkenntnissen der bestehenden Literatur näher betrachtet.

Da die Elastizität zum einen von der Änderungsrate der Nachfrage bezüglich einer Änderung des Serviceparameters abhängt und zudem die aktuelle Höhe der Nachfrage und des Serviceparameters selbst eingeht, ist die Elastizität immer nur für einen bestimmten Arbeitspunkt definiert. Ist der Marktanteil eines Verkehrsmittels schon sehr hoch, so sind die Elastizitäten sehr klein. Bei kleinen Marktanteilen sind Elastizitäten dagegen vergleichsweise hoch. Es kann gezeigt werden,

dass – sofern ein Verkehrsträger von einem monopolistischen Betreiber bedient wird – die Preiselastizität stärker als -1 sein muss.

BVU (2016) berechnet Elastizitäten für Preis, Zeit, Pünktlichkeit und Verspätung auf Basis einer Marktsegmentierung für die Verkehrsträger Straße, Schiene und Binnenschiff. Die Elastizitäten können den Tabelle 12, Tabelle 13,

Tabelle 14 und Tabelle 15 entnommen werden.

Tabelle 12: Preiselastizitäten der Verkehrsmittel differenziert nach Marktsegmenten

Marktsegmente	Straße	Schiene	Binnenschiff
Maritimer KV	-0,80	-1,40	-1,62
Kontinentaler KV	-0,49	-1,30	-1,68
100 Tonnen und mehr	-2,90	-4,25	-4,02
Nahrung	-0,02	-2,40	-2,32
Steine, Erden	-0,15	-2,78	-2,92
Mineralölerzeugnisse	-0,28	-1,90	-2,18
Chemie, Düngemittel	-0,19	-2,48	-2,66
Metalle	-0,10	-1,60	-1,66
Fahrzeuge/ Maschinen	-0,03	-1,51	-1,51
Sonstige Produkte	-0,05	-1,55	-1,60

Quelle: Eigene Darstellung nach BVU (2016)

Tabelle 13: Zeitelastizitäten der Verkehrsmittel differenziert nach Marktsegmenten

Marktsegmente	Straße	Schiene	Binnenschiff
Maritimer KV	-0,12	-0,20	-0,24
Kontinentaler KV	-0,15	-0,39	-0,51
100 Tonnen und mehr	-0,19	-0,28	-0,26
Nahrung	-0,01	-0,60	-0,60
Steine, Erden	-0,02	-0,28	-0,30
Mineralölerzeugnisse	-0,05	-0,32	-0,37
Chemie, Düngemittel	-0,03	-0,40	-0,42
Metalle	-0,02	-0,34	-0,35
Fahrzeuge/ Maschinen	-0,01	-0,60	-0,61
Sonstige Produkte	-0,001	-0,04	-0,04

Quelle: Eigene Darstellung nach BVU (2016)

Tabelle 14: Pünktlichkeitselastizitäten der Verkehrsmittel differenziert nach Marktsegmenten

Marktsegmente	Straße	Schiene	Binnenschiff
Maritimer KV	0,55	0,95	1,10
Kontinentaler KV	0,36	0,96	1,24
100 Tonnen und mehr	2,18	3,19	3,02
Nahrung	0,04	3,49	3,46
Steine, Erden	0,12	2,23	2,35
Mineralölerzeugnisse	0,57	3,83	4,40
Chemie, Düngemittel	0,29	3,85	4,14
Metalle	0,14	2,14	2,23
Fahrzeuge/ Maschinen	0,05	2,69	2,70
Sonstige Produkte	0,07	2,33	2,40

Quelle: Eigene Darstellung nach BVU (2016)

Tabelle 15: Verspätungselastizitäten der Verkehrsmittel differenziert nach Marktsegmenten

Marktsegmente	Straße	Schiene	Binnenschiff
Maritimer KV	-0,092	-0,160	-0,187
Kontinentaler KV	-0,060	-0,160	-0,206
100 Tonnen und mehr	-0,092	-0,134	-0,127
Nahrung	-0,002	-0,207	-0,205
Steine, Erden	-0,014	-0,270	-0,284
Mineralölerzeugnisse	-0,064	-0,425	-0,489
Chemie, Düngemittel	-0,004	-0,050	-0,054
Metalle	-0,012	-0,189	-0,197
Fahrzeuge/ Maschinen	-0,044	-2,163	-2,163
Sonstige Produkte	-0,006	-0,188	-0,194

Quelle: Eigene Darstellung nach BVU (2016)

De Jong et al. (2010) vergleichen eine Vielzahl von Preiselastizitäten von Tonnenkilometern, Fahrzeug-Kilometern und Kraftstoffbedarf für die Straße. Ein Teil der Heterogenität der Werte kann auf Basis von Unterschieden in den Definitionen der Variablen, den Ländern, Distanzkategorien und Gütergruppen erklärt werden. Ein beachtlicher Teil bleibt allerdings ungeklärt.

Tabelle 16 zeigt die Preiselastizitäten bezogen auf die Tonnenkilometer und Tonnen auf.

Tabelle 16: Elastizität differenziert nach Land, Betrachtungsperiode und abhängiger Variable

Studie	Land	Periode	Abhängige Variable	Elastizität
Effekt auf Straße (tkm)				
Beuthe et al. (2001)	Belgien	1995	Tkm	-1.1 to -1.3
Bjørner & Jensen (1997)	Dänemark	1967-1990	Tkm	-0.5 to -2.4
				-0.2 to -0.9
				-0.4 to -1.5
Friedlaender & Spadey (1980)	USA	1972	Tkm	-0.96 to -1.58
Friedlaender & Spadey (1981)	USA	1968-1972	Tkm	-0.59 to -1.81
Inabe & Wallace (1989)	USA	1984	Tkm	-0.3 to -0.9
De Jong (2003)	EU	90er	Tkm	-0.62
	Belgien	90er	Tkm	-0.95
	Norwegen	90er	Tkm	-1.01
	Schweden	90er	Tkm	-0.4
NEI & CE Delft (1999)	Niederlande	1999	Tkm	-0.43 to -0.63
Oum (1989)	Kanada	1979	Tkm	-0.69
				-0.65
Yin et al. (2005)	UK	2001	Tkm	-0.2
Effekt auf Straße (Tonnen)				
Abdelwahab (1998)	USA	1977	Tonnen	-0.75 to -2.53
Beuthe et al. (2001)	Belgien	1995	Tonnen	-0.6
Chiang, Roberts & Ben-Akiva (1981)	USA	70er	Tonnen	-0.00 to -9.86
De Jong (2003)	EU	90er	Tonnen	-0.13
	Belgien	90er	Tonnen	-0.4
	Italien	90er	Tonnen	-0.01
Jovicic (1998)	Dänemark	1993-1997	Tonnen	-0.03 to -0.07
Marzano & Papola (2004)	Italien	90er	Tonnen	-0.15
NEA (2007)	Europe (Transtools)	Um 2001	Tonnen	-0.16 to -1.10; Ø: -0.42
Windisch (2009)	Schweden	2003-2004	Tonnen	0 to -1.4
Winston (1981)	USA	1975-1977	Tonnen	-0.14 to -2.96

Quelle: Eigene Darstellung nach de Jong et al. (2010)

1.1.3.6 Weitere Einflussfaktoren für die Verkehrsmittelwahl

Im Folgenden werden Arbeiten analysiert, die sich mit Einflussfaktoren auf die Verkehrsmittelwahl auseinandersetzen. Teilweise werden Ergebnisse aus Arbeiten, die bereits vorgestellt wurden, nochmals pointiert vor dem Hintergrund von weiteren Einflussfaktoren dargestellt. Bislang wurden in den Kapiteln 2.1.3.3, 2.1.3.4 und 2.1.3.5 vornehmlich Einflussfaktoren zur Qualität der Transportdienstleistung betrachtet (u. a. Zeit, Zuverlässigkeit). In diesem Abschnitt erweitert sich der Analysefokus auf weitere Einflussfaktoren. Demzufolge wird der Frage nachgegangen, welche Parameter (u. a. Eigenschaften der Verkehrsmittel, Merkmale zur Sendung Einstellung/Wahrnehmung der Entscheider, etc.) bei der Verkehrsmittelwahl noch eine Rolle spielen. Nach der Zielsetzung sollen hierbei vornehmlich

- ▶ die Einflüsse von Eigenschaften und Überzeugungen von Betrieben auf Logistik- und Verkehrsmittelwahlentscheidungen sowie
- ▶ indirekte Einflüsse auf die Verkehrsmittelwahl, z. B. raumordnerische Aspekte und multimodale Netzgestaltung

identifiziert und aufgezeigt werden.

Kim et al. (2017) erbringen in ihrer Analyse einen Nachweis für vier latenten Gruppen von Verladern in Neuseeland. In diesen Gruppen unterscheidet sich die Einstellung zur Seeschifffahrt und Schiene als Verkehrsträger (positiv vs. negativ). Zudem sind in den Gruppen die Einflussfaktoren Zeit und Zuverlässigkeit unterschiedlich wichtig. Es gibt Verloader, für die bessere Transportdienstleistungen (d. h. höhere Zuverlässigkeit, höhere Lieferfrequenz und geringeres Beschädigungsrisiko) wichtig wären. Diese haben eine positive Wahrnehmung gegenüber der Straße als Verkehrsträger, und, im Gegensatz dazu, eine negative Wahrnehmung gegenüber der Schiene.

Duan et al. (2017) kommen zu dem Schluss, dass Versender Qualitätsmerkmale (z. B. Belieferungsfrequenz, Zuverlässigkeit und Sicherheit) den Preismerkmalen (u. a. Kosten und Zeit) vorziehen. Zeit kann in diesem Kontext ein Kostenfaktor von VOT sein. Insgesamt lässt sich feststellen, dass das Attribut Sicherheit in der Stichprobe das am meisten bevorzugte darstellt, gefolgt von Zuverlässigkeit und Belieferungsfrequenz. Zeit und Kosten sind die zwei negativen Faktoren im Rahmen der Entscheidungsfindung des Versenders.

Arunotayanun und Polak (2011) erkennen ein konsistentes Muster bei ihrer explorativen Studie. Sie stellen heraus, dass den Parametern, die mit den Merkmalen der Kosten und Transportzeit assoziiert sind, eine schwache Bedeutung beigemessen wird. Im Gegensatz dazu haben die Parameter, die mit Qualität und Flexibilität in Verbindung stehen, eine sehr hohe Bedeutung für die Verkehrsmittelwahlentscheidung.

Bergantino (2013) heben hervor, dass kleinere Unternehmen dazu neigen, der Zeit einen höheren Wert zuzuweisen. Dagegen stufen größere Unternehmen Verluste bzw. Schäden als relevanter ein, insbesondere wenn Sendungen nicht häufig getätigt werden. Die Relevanz der Dienstleistungszuverlässigkeit ist dabei abhängig von der Beladungsmenge. Hier gilt, je höher die Relevanz der Zuverlässigkeit ausfällt, desto größer ist die Ladegröße. Beispielsweise bevorzugen die Spediteure die Flexibilität der Straße beim Transport verderblicher Güter.

Guo (2014) stellen heraus, dass relevante Merkmale auf der operativen Seite u. a. die Flottengröße des Logistikdienstleisters, den Grad der Containerisierung und der Nutzungsgrad von Technologie sind. Ferner sind wichtige Merkmale auf der Verhaltensebene das Vertrauen der Logistikdienstleister in die Leistungsfähigkeit der Schienengüterverkehrsunternehmen und deren Haltung gegenüber einer multimodalen Güterverkehrskollaboration.

Voigt (1973) nennt in diesem Kontext sieben Qualitätsmerkmale (u. a. Massenleistungsfähigkeit, Schnelligkeit, Berechenbarkeit, Fähigkeit zur Netzbildung, Häufigkeit der Verkehrsbedienung, Sicherheit, Bequemlichkeit).

Schulz (1996) heben bei der Verkehrsmittelwahl die Transportqualität, den Transportpreis, die Anforderungen der Kunden an die Transportwirtschaft und die Bereitschaft der Kunden zur Optimierung des Modal Splits hervor.

Gilmore (1976) postuliert, dass die Wahrnehmung von Kosten die Verkehrsmittelwahl antreibt.

McGinnis (1990) zeigt in seiner Studie, dass die Einflussfaktoren Frachtraten, einschließlich Kosten und Gebühren, zeitliche Zuverlässigkeit, Laufzeiten, Beschädigungsrate, Berücksichtigung des Verladermarktes sowie des Logistikdienstleisters am wichtigsten bei der Verkehrsmittelwahl sind. Hierbei stellen sie heraus, dass Pünktlichkeit und Verfügbarkeit dabei wichtiger als andere Faktoren sind. Er stellt heraus, dass Transportkosten relativ unwichtig im Vergleich zu den anderen Faktoren für die Entscheidungsfindung sind.

Murphy und Hall (1995) zeigen, dass Verlader dem Service und der Zuverlässigkeit eine höhere Bedeutung als den Kosten oder anderen Faktoren beimessen. Die Bedeutung der Frachtraten hat in den achtziger Jahren zugenommen, jedoch stand die Zuverlässigkeit immer an erster Stelle. Die Laufzeit war in den 70er Jahren der zweitwichtigste Faktor, verlor jedoch stetig an Bedeutung und wurde in den 1990er Jahren an die fünfte Stelle gesetzt. Der Einbezug von Logistikdienstleistern hat einen erheblichen Anstieg gezeigt, von Platz sechs in den achtziger Jahren auf Platz zwei in den neunziger Jahren.

Aus der Studie von Evers et al. (1996) lässt sich schließen, dass die eigene Wahrnehmung der Versender von sechs wesentlichen Faktoren getrieben wird: Pünktlichkeit, Verfügbarkeit, Eigenschaft, Firmenkontakt, Rückerstattung von Verlust und Beschädigung sowie Kosten. Pünktlichkeit und Verfügbarkeit sind hierbei wichtiger als anderen Faktoren.

Bolis und Maggi (2003) heben hervor, dass Logistikmerkmale wie Frequenz bzw. Häufigkeit und Flexibilität – bei minimaler Ankündigungszeit für Transportaufträge in Stunden – wichtige Faktoren sind. Insbesondere für Unternehmen, die in einem Just-In-Time (JIT)-Kontext operieren. Jedoch stellen Preis, Zeit und Zuverlässigkeit ebenfalls relevante Entscheidungsfaktoren dar, da die Globalisierung der Wirtschaft den Bedarf an effektiven und effizienten Transport erhöht.

FeoValero et al. (2011) weisen darauf hin, dass die Einflussfaktoren Transportzeit, Kosten, Frequenz/Häufigkeit, Flexibilität und Termintreue bzw. zeitliche Zuverlässigkeit sowie Verlust- und Beschädigungsraten von den Entscheidungsträgern der Verkehrsmittelwahl am häufigsten berücksichtigt werden.

Matear und Gray (1993) beschäftigen sich mit den Merkmalen der Frachtführer, der zeitlichen Koordinierung und der Preisgestaltung. Sie stellen fest, dass die Kriterien die wichtigsten bei der Auswahl der Transportdienstleistung darstellen.

Cullinane und Toy (2000) gehen auf die Faktoren der Routen- und Verkehrsmittelwahl ein. Hierbei stellen sie die Relevanz der Einflussfaktoren Kosten/Preis/Tarif, Geschwindigkeit, Zuverlässigkeit der Laufzeit, Gütermerkmale und nicht näher spezifizierte Dienstleistungen heraus.

Mittels einer Con-Joint-Analyse leiten Danielis et al. (2005) eine starke Präferenz für Qualitätsmerkmale im Vergleich zu den Kosten ab.

Gopinath (1995) kommt zu dem Schluss, dass Versender mit akzeptableren Verzögerungen kostensensitiver sind.

Fowkes et al. (1991), Harper und Evers (1993), Evers et al. (1996) und Ludvigsen (1999) stellen im Rahmen einer SP-Befragung fest, dass die Einstellung der Verlader im Hinblick auf die Transport- bzw. Versendungsqualität von intermodalen Güterverkehren (Straße/Schiene) negativer als die von Straßengüterverkehren, jedoch positiver als von Schienengüterverkehren ausfällt.

Tsamboulas und Kapros (2000) heben hervor, dass intensive Nutzer des intermodalen Güterverkehrs (Schiene/Straße) das Verkehrsmittel fast ausschließlich auf der Grundlage der Transportkosten auswählen. Hingegen nutzen Verlader, die sowohl die Transportkosten als auch die Qualität berücksichtigen, den intermodalen Güterverkehr, in geringerem Maße.

Patterson et al. (2008) untersuchen die Einstellungen der Verlader für den Transport von intercity Warensendungen mittels des Eisenbahnverkehrs im Quebec City-Windsor-Korridor. Die Verlader zeigen hierbei Misstrauen gegenüber der Nutzung der Schiene zur Beförderung ihrer Sendungen und sind gegenüber der Eisenbahn voreingenommen. Sie stellten fest, dass trotz der gleichen Pünktlichkeitsleistung Frachtführer des intermodalen Güterverkehrs (Straße/Schiene) nur mit geringerer Wahrscheinlichkeit als die Lkw-Frachtführer ausgewählt wurden.

Fries et al. (2010) stellen fest, dass trotz des zunehmenden Bewusstseins für die potentiellen Umweltvorteile des intermodalen Güterverkehrs (Schiene/Straße) Verlader weniger modale Änderungen vornehmen, die nur auf der Basis der Umweltleistung der Frachtführer beruhen.

Bontekoning et al. (2004) fokussieren sich in ihrer Literaturanalyse auf das Management der Wertschöpfungskette intermodaler Güterverkehre (Schiene/Straße). Hierbei stellen sie die wesentlichen Herausforderungen für diese intermodale Zusammenarbeit heraus. Konkret kommt es häufig zu Problemen im Hinblick auf den Informationsaustausch, die Kommunikation und die Haftungsteilung.

Van Schijndel und Dinwoodie (2000) analysieren die Bereitschaft niederländischer Lkw-Frachtführer zur Zusammenarbeit mit Frachtführern des Schienengüterverkehrs unter Berücksichtigung der Verkehrsstaubbelastung. Sie fanden dabei heraus, dass obwohl die Lkw-Frachtführer die Möglichkeit zur Kollaboration mit den Frachtführern des Schienengüterverkehrs hatten, bevorzugten die meisten Lkw-Frachtführer Alternativen, wie zusätzliche Nachtschichten und Sonder Spuren für Lkw.

In Tabelle 17 wird eine Übersicht über die oben genannten Einflussfaktoren gegeben. In diesem Kontext werden die betrachteten Einflussfaktoren nach acht Oberkategorien differenziert (u. a. Eigenschaften der Verkehrsmittel, Merkmale zur Sendung, Kosten, Transportdienstleistung und dessen Merkmale, Qualitätsmerkmale der Transportdienstleistung hinsichtlich Zeit und Zuverlässigkeit, Einstellungen und Wahrnehmungen, Voraussetzung für eine multimodale Güterverkehrskollaboration, sonstige unternehmensspezifische Einflussfaktoren).

Tabelle 17: Übersicht zu den Einflussfaktoren

Einflussfaktoren	Nennungen	Quelle
Eigenschaften der Verkehrsmittel		
Beschädigungsrisiko bzw. Sicherheit	6	Kim et al. 2017, Duan et al. 2017, Bergantino 2013, Voigt 1973, Kim 2014, Rockpoint 2009
Verfügbarkeit	3	Kim 2014, McGinnis 1990, Evers et al. 1996
Flexibilität	3	Arunotayanun und Polak 2011, FeoValero et al. 2011, Bolis und Maggi 2003
Verlust-/Beschädigungsrate	2	McGinnis 1990, FeoValero et al. 2011

Einflussfaktoren	Nennungen	Quelle
Zweckdienlichkeit	2	Kim 2014, Rockpoint 2009
Eignung	1	Evers et al. 1996
Erreichbarkeit	1	Kim 2014
Merkmale zur Sendung		
Frachtrate	2	Murphy und Hall 1995, McGinnis 1990
Sendungsaufkommen pro Woche	1	Bergantino 2013
Anzahl der Ladeeinheiten	1	Bergantino 2013
Gütermerkmale	1	Cullinane und Toy 2000
Gütergruppen	1	Gou et al. 2014
Frachtwert	1	Arunotayanun und Polak 2011
Fahrtenaufkommen differenziert nach Distanzklassen	1	Gou et al. 2014
Quell-Ziel-Relationen differenziert nach Gütergruppen	1	Gou et al. 2014
Quell-Ziel-Entfernung (km) differenziert nach Modus	1	Bergantino 2013
Nutzungsgrad von Technologie	1	Gou et al. 2014
Grad der Containerisierung	1	Guo 2014
Kosten		
Kosten, Gebühren, Preis, Tarif	16	Kim et al. 2017, Duan et al. 2017, Arunotayanun und Polak 2011, Bergantino 2013, Kim 2014, Schulz 1996, Murphy und Hall 1995, McGinnis 1990, Evers et al. 1996, FeoValero et al. 2011, Danielis et al. 2005, Gopinath 1995, Tsamboulas und Kapros 2000, Bolis und Maggi 2003, Cullinane und Toy 2000, Matear und Gray 1993
Rückerstattung von Verlust und Beschädigung	1	Evers et al. 1996
Transportdienstleistung und dessen Merkmale		
Qualität, Transportqualität, Kundenservice, Produktpflege	10	Arunotayanun und Polak 2011, Kim 2014, Rockpoint 2009, Danielis et al. 2005, Tsamboulas und Kapros 2000, Fowkes et al. 1991, Harper und Evers 1993, Evers et al. 1996, Ludvigsen 1999, Schulz 1996
Transportdienstleistung	2	Cullinane und Toy 2000, Murphy und Hall 1995
Arten von angebotenen Dienstleistungen	1	Gou et al. 2014
Massenleistungsfähigkeit	1	Voigt 1973

Einflussfaktoren	Nennungen	Quelle
Berechenbarkeit	1	Voigt 1973
Fähigkeit zur Netzbildung	1	Voigt 1973
Bequemlichkeit	1	Voigt 1973
Qualitätsmerkmale der Transportdienstleistung hinsichtlich Zeit und Zuverlässigkeit		
Zuverlässigkeit hinsichtlich Pünktlichkeit (Termintreue)	12	Kim et al. 2017, Duan et al. 2017, Bergantino 2013, Kim 2014, Rockpoint 2009, Murphy und Hall 1995, McGinnis 1990, Evers et al. 1996, FeoValero et al. 2011, Patterson et al. 2008, Bolis und Maggi 2003, Cullinane und Toy 2000
Zeit	9	Kim et al. 2017, Duan et al. 2017, Arunotayanun und Polak 2011, Bergantino 2013, Murphy und Hall 1995, McGinnis 1990, FeoValero et al. 2011, Bolis und Maggi 2003, Cullinane und Toy 2000
Belieferungsfrequenz/-häufigkeit	7	Kim et al. 2017, Duan et al. 2017, Arunotayanun und Polak 2011, Bergantino 2013, FeoValero et al. 2011, Bolis und Maggi 2003, Voigt 1973
Geschwindigkeit/Schnelligkeit	2	Cullinane und Toy 2000, Voigt 1973
Verzögerungen	1	Gopinath 1995
Merkmale der zeitlichen Koordinierung	1	Matear und Gray 1993
Einstellungen/Wahrnehmungen		
Einstellung/Wahrnehmung zur Schiene/Straße	8	Kim et al. 2017, Evers et al. 1996, Patterson et al. 2008, Fowkes et al. 1991, Harper und Evers 1993, Evers et al. 1996, Ludvigsen 1999, Murphy und Hall 1995
Haltung gegenüber multimodaler Güterverkehrskollaborationen	2	Gou et al. 2014, Van Schijndel und Dinwoodie 2000
Berücksichtigung des Verladermarktes sowie des Logistikdienstleisters	1	McGinnis (1990)
Berücksichtigung des Logistikdienstleisters	1	McGinnis (1990)
Vertrauen in Leistungsfähigkeit der Schiene	1	Gou et al. 2014
Bewusstseins für die potentiellen Umweltvorteile	1	Fries et al. 2010
Wahrnehmung von Kosten	1	Gilmour 1976
Bereitschaft der Kunden zur Optimierung des Modal Splits	1	Schulz 1996
Anforderungen der Kunden an die Transportwirtschaft	1	Schulz 1996

Einflussfaktoren	Nennungen	Quelle
Voraussetzungen für eine multimodale Güterverkehrskollaboration		
Informationsaustausch	1	Bontekoning et al. 2004
Kommunikation	1	Bontekoning et al. 2004
Haftungsteilung	1	Bontekoning et al. 2004
Firmenkontakt	1	Evers et al. 1996
Unternehmensspezifische Einflussfaktoren		
Flottengröße	2	Bergantino 2013, Gou et al. 2014
Jährlicher Umsatz	1	Gou et al. 2014
Merkmale der Frachtführer	1	Matear und Gray 1993

Quelle: Eigene Darstellung

Es kann festgestellt werden, dass sich die meisten der Studien mit den Einflussfaktoren

- ▶ Kosten,
- ▶ Transportdienstleistung und dessen Merkmale sowie
- ▶ Qualitätsmerkmale der Transportleistung hinsichtlich Zeit und Zuverlässigkeit

auseinandersetzen. Hierbei stellen die Autoren in ihren Studien meist fest, dass Qualitätsmerkmale hinsichtlich Zeit und Zuverlässigkeit einen gleichwertigen Stellenwert bei der Verkehrsmittelwahl einnehmen wie die Kosten. Auch ist die Art der Transportdienstleistung wesentlich für die Entscheidungsfindung.

Zudem widmen sich einige Studien den Eigenschaften der Verkehrsmittel sowie den Merkmalen zu Sendungen, und untermauern, dass dieser Einfluss auf die Verkehrsmittelwahl haben. Ferner beschäftigen sich ausgewählte Studien mit der Einstellung zum, und der Wahrnehmung des Schienengüterverkehrs bei den Verladern und Logistikunternehmen. Sie heben dabei hervor, dass diese Kriterien auf die Verkehrsmittelwahl wirken. Vereinzelt analysieren Studien Potentiale und Voraussetzungen für eine multimodale Güterverkehrskollaboration. Wenige Studien berücksichtigen bei ihrer Untersuchung unternehmensspezifische Einflussfaktoren.

1.1.3.7 Hemmnisse und Gründe der Verhinderung der Verlagerungspotentiale

Aus den Erkenntnissen des Stands der Forschung werden im Folgenden die bestehenden Hemmnisse, die eine Verlagerung auf die Schiene verhindern, vorgestellt. Dabei handelt es sich vornehmlich um eine Vielzahl an Merkmalen bzw. Eigenschaften der Transportdienstleistungen. Schlechte Eigenschaften können in diesem Kontext dazu führen, dass Verlagerungen nicht erreicht werden. Neben den Servicemerkmalen spielen jedoch auch zusätzliche Faktoren, wie z. B. mangelhafte Ressourcen, ökonomische und betriebliche sowie politische Hemmnisse, eine Rolle, die im folgenden Abschnitt aufgezeigt werden.

Im Rahmen der Studie von Geiger et al. (2012) und Schmied et al. (2012) zur Verlagerung von Straße auf Schiene oder Binnenschiff und Verlagerung von Flugzeug auf Seeschiff werden Hemmnisse zur Verlagerung aufgezeigt (siehe Tabelle 18). Auf Basis von Experteninterviews und Online-Befragungen sind die folgenden Hemmnisse zentral.

- ▶ Lange Transportzeit

- ▶ Hohe Kosten für Gütertransporte
- ▶ Niedrige Transportzuverlässigkeit
- ▶ Niedriger Informationsstand zu existierenden Förderprogrammen
- ▶ Mangelnde Flexibilität
- ▶ Ungeeignete Transportzeitfenster

Geiger et al. (2012) und Schmied et al. (2012) befragten neben Verladern und LDL bzw. Spediteuren auch die operativen Akteure des Güterverkehrs. Hierbei sind sie den Fragen nachgegangen, ob diese operativen Akteure den Hemmnissen der Verladern und LDL bzw. Spediteure entgegenwirken und damit den Modal Shift unterstützen können. Ergebnis dazu war, dass sie nicht im Stande sind, allen Hemmnissen der Verladern und LDL bzw. Spediteuren entgegenzuwirken.

Im Folgenden werden die wirksamsten Maßnahmen aus Sicht der Befragten aufgezeigt.

- ▶ Intensivierung der Aus- und Weiterbildung hinsichtlich alternativer Verkehrsmittel
- ▶ Implementierung von Ortungstechniken auf internationalen Transporten
- ▶ Aufbau regionaler Umschlagmöglichkeiten
- ▶ Einrichtung eines Finanzierungsmodells für den Infrastrukturausbau und -betrieb, welches für sämtliche Verkehrsträger identisch ist.

Tabelle 18: Hemmnisse bei der Güterverkehrsverlagerung aus Sicht der Verladern und LDL bzw. Spediteure sowie der operativen Akteure nach Geiger et al. (2012) und Schmied et al. (2012)

Akteur	Themenfeld	Kritische Faktoren
Verlader	Kundenservice	<ul style="list-style-type: none"> • Lange Transportzeiten • Kurzfristiger Bedarf nach Transportkapazitäten • Niedrige Transportzuverlässigkeit • Geringes Transportaufkommen • Unpaariges Transportaufkommen • Schwankendes Transportaufkommen • Mangelhaftes Transportangebot auf einer Relation • Ungeeignete Transportzeitfenster • Unzureichende Aktualität und Genauigkeit des Transportstatus • Schwierige Kontaktaufnahme mit LDL/Spediteur und Transportanbietern
	Kosten	<ul style="list-style-type: none"> • Hohe Preise für Gütertransporte
	Informationsstand	<p>Geringer Informationsstand im Hinblick auf</p> <ul style="list-style-type: none"> • den grundsätzlichen Einsatz (Betriebliche Abwicklung, Kostenstrukturen) des Verkehrsmittels • potentiell beauftragbare LDL/Spediteure und Anbieter • angebotene Dienstleistungsportfolios (z. B. Relationen und Frequenzen) • mögliche Zugänge zur Schienen-/ Schiffsinfrastruktur • existierende Förderprogramme
	Ressourcen	<ul style="list-style-type: none"> • Schwieriger Bau bzw. Reaktivierung eines Gleisanschlusses

Akteur	Themenfeld	Kritische Faktoren
LDL/Spediteure	Kundenservice	<ul style="list-style-type: none"> • Lange Transportzeiten • Kurzfristiger Bedarf nach Transportkapazitäten • Niedrige Transportzuverlässigkeit • Geringes Transportaufkommen • Unpaariges Transportaufkommen • Schwankendes Transportaufkommen • Mangelhaftes Transportangebot auf einer Relation • Ungeeignete Transportzeitfenster • Schwierige eigenständige Einrichtung einer neuen Relation bzw. neuen Abfahrtszeit • Unzureichende Aktualität und Genauigkeit des Transportstatus • Schwierige Kontaktaufnahme mit Transportanbietern
	Kosten	<ul style="list-style-type: none"> • Hohe Preise für Gütertransporte
	Informationsstand	<p>Geringer Informationsstand im Hinblick auf</p> <ul style="list-style-type: none"> • den grundsätzlichen Einsatz (Betriebliche Abwicklung, Kostenstrukturen) des Verkehrsmittels • potentiell beauftragbare Anbieter • angebotene Dienstleistungsportfolios (z. B. Relationen und Frequenzen) • mögliche Zugänge zur Schienen-/ Schiffsinfrastruktur • existierende Förderprogramme
	Ressourcen	<ul style="list-style-type: none"> • Unausgelasteter eigener Fuhrpark • Kein geeignetes Equipment
Eisenbahnverkehrsunternehmen	Kundenservice	<ul style="list-style-type: none"> • Keine Beeinflussung von terminlichen Verzögerungen möglich • Keine Abdeckung kurzfristiger Kapazitätsbedarfe möglich • Keine Anpassung der Transportzeitfenster möglich • Keine Anpassung an schwankende Mengenbedarfe möglich • Schwierige Einrichtung einer neuen Relation bzw. neuen Abfahrtszeit
	Kosten	<ul style="list-style-type: none"> • Keine selbstständige Steuerung aller anfallenden Kosten möglich • Hohe Kosten zur Bedienung der Letzten Meile • Benachteiligung der Preisbildung gegenüber dem Straßengüterverkehr
	Informationsstand	<ul style="list-style-type: none"> • Geringer Informationsstand im Hinblick auf Verloader und LDL/Spediteure mit Interesse am Schienengüterverkehr
	Ressourcen	<ul style="list-style-type: none"> • Geringe Verfügbarkeit der Eisenbahninfrastruktur (Gleisanlagen) • Geringe Verfügbarkeit von Rollmaterial • Eingeschränkte Zugänglichkeit und Nutzbarkeit der Schieneninfrastruktur • National verschiedene Standards bzgl. der Infrastruktur und der Personalausbildung
	Politik	<ul style="list-style-type: none"> • Protektionistische Politik in einigen EU-Ländern • Behinderung des internationalen Transports durch gesetzliche Bestimmungen

Akteur	Themenfeld	Kritische Faktoren
		<ul style="list-style-type: none"> • Kompliziertes und langwieriges Einholen von Genehmigungen zum Bau und zur Reaktivierung von Gleisanlagen
Reedereien	Kundenservice	<ul style="list-style-type: none"> • Keine Beeinflussung von terminlichen Verzögerungen im Linienverkehr möglich (Linienverkehr) • Keine Beeinflussung von terminlichen Verzögerungen bei Schiffsauslieferungen möglich (Charterverkehr) • Keine Abdeckung kurzfristiger Kapazitätsbedarfe im Linienverkehr möglich (Linienverkehr) • Keine Abdeckung kurzfristiger Schiffsbedarfe möglich (Charterverkehr) • Keine Anpassung der Transportzeitfenster möglich (Linienverkehr) • Keine Anpassung an schwankende Mengenbedarfe möglich (Linienverkehr) • Schwierige Einrichtung einer neuen Relation bzw. neuen Abfahrtszeit
	Kosten	<ul style="list-style-type: none"> • Benachteiligung der Preisbildung gegenüber dem Straßengüterverkehr
	Informationsstand	<ul style="list-style-type: none"> • Geringer Informationsstand im Hinblick auf Verlader und LDL/Spediteure mit Interesse am Schiffsgüterverkehr
	Ressourcen	<ul style="list-style-type: none"> • Eingeschränkte Nutzbarkeit der Schiffsinfrastruktur (Binnenschiffsverkehr)
Eisenbahn-infrastruktur-unternehmen	Kosten	<ul style="list-style-type: none"> • Hohe Kosten für den Bau und den Betrieb der Letzten Meile
	Ressourcen	<ul style="list-style-type: none"> • Überlastung der Schieneninfrastruktur
Terminalbetreiber	Kundenservice	<ul style="list-style-type: none"> • Keine Abdeckung kurzfristiger Bedarfe nach Umschlagkapazitäten möglich • Schwierige Einrichtung einer neuen Relation bzw. neuen Abfahrtszeit • Geringe Kooperation mit Terminalbetrieben im Ausland
	Informationsstand	<p>Geringer Informationsstand im Hinblick auf</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verlader und LDL/Spediteure mit Interesse am kombinierten Verkehr • andere Terminalbetriebe mit Interesse an einer Kooperation
	Ressourcen	<ul style="list-style-type: none"> • Überlastung der Umschlagterminals

Quelle: Eigene Darstellung nach Geiger et al. (2012), Schmied et al. (2012)

Das Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg (2017) diskutiert bekannte Hemmnisse der Verlagerung (siehe

Tabelle 19).

Tabelle 19: Hemmnisse der Verlagerung und deren Ausprägungen

Hemmnisse	Ausprägungen
Angebot	Relation, Abfahrtsfrequenz, Stellplätze/Lärm
Transportanforderungen	Abrufverhalten, Flexibilität, Entfernung
Dauer der Leistung	Transportzeit, Trassenverfügbarkeit, Proaktive Verspätungsmeldungen, Hafenerfüllung
Ordnungspolitische Rahmenbedingungen	Sozialvorschriften
Preis und Leistung	Vor- und Nachläufe, Paarigkeit der Ströme, Intermodale Konkurrenz
Transportgut	Temperaturgeführt, Gutmaße, Beschaffenheit
Hafen/Terminal	Entfernung, Slotverfügbarkeit
Equipmentverfügbarkeit	(Container, kranbarer Trailer, Greifzangengeschirr, Laderaum)
Ideologie/Image	Transportverzögerung, Schienenlärm, Zuverlässigkeit (Kleinwasser, Wetter), Personalmangel
Infrastruktur	Qualität der Infrastruktur, Schleusen- Längenbeschränkung, Baumaßnahmen

Quelle: Eigene Darstellung nach Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg (2017)

Höft (2016) setzt sich mit den Hemmnissen der Verlagerung von der Straße auf die Schiene sowie deren Folgen für den Eisenbahnverkehr auseinander (siehe Tabelle 20). Der Autor versteht die Hemmnisse dabei als generelle Herausforderungen

Tabelle 20: Hemmnisse nach Höft (2016)

Hemmnisse	Folgen, weitere Erläuterung, Ergänzung
Zunehmende Akzeptanzprobleme in der Bevölkerung	<ul style="list-style-type: none"> (u. a. Lärm, Bau neuer Trassen, etc.)
Länge der Ausweichgleise	<ul style="list-style-type: none"> im DV-Gebiet in Deutschland häufig nur 600 m-Züge möglich notwendig ist mindestens eine Zuglänge von 740 m d. h. eine Wagenzuglänge von 700 m auf dem europäischen Streckennetz
Achslasten	<ul style="list-style-type: none"> Streckenklasse D4 nicht überall gegeben Einschränkungen durch Infrastrukturmängel Achslasten von mindestens 22,5 t auf dem gesamten europäischen Streckennetz für Güterverkehr notwendig
Langsamfahrstellen, Infrastrukturmängel und Geschwindigkeitsbrüche	<ul style="list-style-type: none"> Beeinträchtigung der Betriebsqualität
Rückbau der Infrastruktur seit der Bahnreform	<ul style="list-style-type: none"> Kapazitätseinschränkungen durch fehlende Überholgleise, Kreuzungsmöglichkeiten, Abstellung, etc.
Fehlende Ladegleise	<ul style="list-style-type: none"> insbesondere für die Behandlung von Ganzzügen
Kündigung von Gleisanschlüssen	<ul style="list-style-type: none"> Rückgang im Segment des Einzelwagenverkehrs
Belastung durch das EEG in Deutschland	<ul style="list-style-type: none"> Einseitige Benachteiligung des umweltfreundlichen Verkehrsträgers Bahn

Hemmnisse	Folgen, weitere Erläuterung, Ergänzung
Belastung durch Stromsteuer	
Zunehmende Bürokratie und administrativer Aufwand	<ul style="list-style-type: none"> • z. B. Sicherheitsmanagement • Wachsender administrativer Aufwand der Güterbahnen zur Erfüllung öffentlicher Auflagen und Normen • Kostenanstieg
Steigende Infrastrukturentgelte an die DB Netz AG	
Zunehmender Kostendruck und politisch induzierte Kostenbelastungen durch das EEG	<ul style="list-style-type: none"> • Zunehmende Einschränkung der Wettbewerbsfähigkeit der Eisenbahn
Unfaire intermodale Wettbewerbsbedingungen	<ul style="list-style-type: none"> • Lkw zahlt nur Maut auf Autobahnen • Bahn zahlt überall und immer für die Nutzung von Infrastruktur, d.h. auch für Abstellung
Güterstruktureffekt	<ul style="list-style-type: none"> • Stagnation der Transportleistung bzw. zu einem (leichten) Rückgang der Transportmenge auf der Schiene
Eingeschränkter Zugang zu Zugbildungseinrichtungen	<ul style="list-style-type: none"> • z.T. keine Zugbildungseinrichtungen mehr vorhanden
Überlastung von Strecken	<ul style="list-style-type: none"> • (keine Verfügbarkeit von Trassen)
Streckenruhe und eingeschränkte Betriebszeiten	
Mangel an qualifizierten Arbeitskräften	<ul style="list-style-type: none"> • vor allem Lokführer, Wagenmeister und Disponenten
Bedrohung des Schienengüterverkehrs durch Lang-Lkw	<ul style="list-style-type: none"> • Erhöhung der Wirtschaftlichkeit des Straßengüterverkehrs • Folge: Rückgang des Güterverkehrs auf der Schiene
Aufgabe bzw. drastischer Rückgang von Einzelwagen-/Wagenladungsverkehren	<ul style="list-style-type: none"> • Folge von Schließungen von Güterverkehrsstellen und Rückzug von nationalen Bahnen in diesem Segment
Bürokratische und technische Hindernisse bei grenzüberschreitenden Verkehren in Europa	
Fehlende Öffnung von Märkten im europäischen Ausland	
Unterschiedliche Bahnstromsysteme in Europa	<ul style="list-style-type: none"> • Einsatz teurer "Korridor"-Lokomotiven notwendig
Unterschiedliche Sicherungstechnik in Europa	<ul style="list-style-type: none"> • Erhebliche Kostenbelastung der Fahrzeughalter und -betreiber durch den Einbau von ETCS
Eingeschränkte Lichtraumprofile in Europa	<ul style="list-style-type: none"> • Beeinträchtigung in kombinierten Verkehren

Quelle: Eigene Darstellung nach Höft (2016)

1.1.3.8 Maßnahmen und Handlungsempfehlungen zur Attraktivitätssteigerung des Schienengüterverkehrs

Im Folgenden werden Handlungsempfehlungen und Maßnahmen zur Attraktivitätssteigerung des Schienengüterverkehrs und zur Förderung der Verlagerung auf die Schiene aufgezeigt.

Corre (2014) behandelt die Frage, wie der Schienengüterverkehr unter dem Gesichtspunkt der Regulierung entwickelt werden kann. Die Analyse von Regulierungen ermöglicht sowohl eine Bewertung der Ziele der EU (Entwicklung des Schienengüterverkehrs) als auch der Mittel zur Erreichung (Marktöffnung). Anhand von nationalen Fallstudien aus Belgien, Frankreich,

Deutschland, Italien und dem Vereinigten Königreich zeigen sie, dass Maßnahmen zur Etablierung des Wettbewerbs den Schienengüterverkehr langsam, aber stetig verändern. Der Schienengüterverkehr steht dabei einem unbefriedigenden Wettbewerb gegenüber.

1. Intermodale Wettbewerb zwischen Straße und Schiene
2. Intramodale Wettbewerb zwischen den Eisenbahnunternehmen

Der intramodale Wettbewerb ist hierbei unvollkommen, da die Betreiber nicht alle gleich sind und große Unternehmen eine andere Marktmacht haben als kleine. Der Intermodale Wettbewerb wird durch die Tatsache gespeist, dass Deregulierung im Straßengüterverkehr weitaus umfangreicher als im Schienengüterverkehr ist.

- ▶ Sozialen Regeln sind geringer (Arbeitszeiten höher).
- ▶ Löhne sind geringer (Fahrer mit geringerem Lohnniveau bei Kabotage).
- ▶ Investitionen in Straßen sind hoch.

Insgesamt schließen sie daraus, dass Wettbewerb wichtig ist und Regulierungen diesen gewährleisten müssen. Beispielsweise hätten Akteure des Schienengüterverkehrs ein Interesse an gleichen Regeln, etwa bei den sozialen Kosten. Dies würde in vielen Ländern zu einer höheren Preisung des Straßengüterverkehrs führen. Außerdem ist Wettbewerb innerhalb des Schienemarktes wichtig, beispielsweise bzgl. des Zugangs zu Terminals. Darüber hinaus wird die Qualität der Schienekorridore als relevant erachtet.

Furtado et al. (2013) erklären den Unterschied zwischen dem US-amerikanischen und dem europäischen Schienengüterverkehrsmarkt. Sie führen die geringeren Anteile am Modal-Split in Europa auf strukturelle Unterschiede zurück, wie den Wettbewerb von Schifffahrt, die geographischen Distanzen und den transportierten Gütermix. Um die gleiche Menge an Gütern in Europa wie in den USA auf der Schiene zu befördern, würden in Europa sieben Mal mehr Züge benötigt. Als Empfehlung geben sie, die operationalen Kosten in Europa durch Einführung längerer Züge zu senken.

Die im Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV) organisierten Güterbahnen haben im Jahr 2016 eine Initiative gestartet, um die Produktivität des Schienengüterverkehrs zu erhöhen. In diesem Rahmen werden die folgenden acht Projekte empfohlen, die umgesetzt werden sollen (siehe

Tabelle 21)

Tabelle 21: Geplante VDV-Projekte zur Erhöhung der Produktivität des Schienengüterverkehrs

Projekte	Zielsetzung
1. Längere Züge	<ul style="list-style-type: none"> • später bis 1.500 Meter langen Güterzügen Durchgängige Fahrbarkeit von zunächst 740 Meter langen und
2. Anforderungen an Infrastrukturbetreiber	<ul style="list-style-type: none"> • Bessere Trassenverfügbarkeit und betriebsnahe Infrastruktur (u. a. Abstellgleise, Räume für Mitarbeiter, etc.)
3. Wirtschaftlichkeit der Fahrzeuge	<ul style="list-style-type: none"> • Mehr Standardisierung beim Fahrzeugbau zur Reduzierung der Kapitalkosten • Weiterentwicklung des Leichtbaus • Einsatzorientierte Instandhaltung durch moderne Diagnosesysteme
4. Automatisiertes Fahren	<ul style="list-style-type: none"> • Automatisierung des Rangierbetriebs und bei Verteilverkehren auf der Letzten Meile
5. Höhere Auslastung	<ul style="list-style-type: none"> • Besserer Informationsaustausch zur Bündelung von Transporten • Einsatz von gemischten Güterzügen (kombinierte Ladung und Wagenladungen) vor allem im Fernverkehr
6. Elektrifizierung	<ul style="list-style-type: none"> • Möglichst durchgängige Elektrifizierung von der Quelle bis zum Ziel zur Einsparung aufwendiger Umspannvorgängen und zur weiteren Klimaentlastung durch Einsparung von Diesellokomotiven
7. Multimodalität	<ul style="list-style-type: none"> • Besserer (regionaler) Informationsaustausch zu Umschlagstellen und deren Betreibern • Zusammenführung von kombinierten Verkehren und Wagenladungsverkehren auf der Ersten und Letzten Meile
8. Vereinfachung der Prüf- und Zulassungsverfahren	<ul style="list-style-type: none"> • Beschleunigung und Vereinfachung von Zulassungsverfahren • Abschaffung von unnötigen Doppelprüfungen durch Vertrauensabkommen der nationalen Sicherheitsbehörden

Quelle: Eigene Darstellung nach VDV (2016)

Combinet GmbH (2013) erstellt für das Land Niedersachsen eine Studie zu Anforderungen der Logistik an das System Schiene. Insgesamt werden zehn Handlungsfelder formuliert und diese mit konkreten Maßnahmenempfehlungen für das Land Niedersachsen hinterlegt (siehe

Tabelle 22).

Tabelle 22: Handlungsempfehlungen und konkrete Maßnahmen für das Land Niedersachsen

Handlungsfeld	Maßnahmen für das Land Niedersachsen
Entwicklung von Systemzugangsstellen	<ul style="list-style-type: none"> • Beratungsdienstleistung für die verladende Wirtschaft • Förderung des Zugangs zur Schieneninfrastruktur • Überprüfung/Neubewertung der derzeitigen Pflichten der zu fördernden Unternehmen
Entwicklung regionaler Schieneninfrastruktur	<ul style="list-style-type: none"> • Kofinanzierung von Schieneninfrastruktur aus Landesmitteln • Prüfung der Entwicklung einer landesweiten Gesellschaft für Schieneninfrastruktur
Sicherstellung eines qualitativ hochwertigen Verkehrsnetzes	<ul style="list-style-type: none"> • Integrierter Planungsansatz im Rahmen der Bundesverkehrswegeplanung • Berücksichtigung von infrastrukturellen Schwachstellen
Integrierte Betrachtung von Regionen durch Transparenzsteigerung	<ul style="list-style-type: none"> • Initiierung eines langfristig agierenden Kommunikationsnetzwerkes für den Schienengüterverkehr
Regionaler „Kümmerer“	<ul style="list-style-type: none"> • Beschreibung des Anforderungs- bzw. Qualifikationsprofils von „Kümmerern“ zusammen mit regionalen Logistikinitiativen • Maßnahmenpaket
Erfahrungsaustausch Gleisanschließer	<ul style="list-style-type: none"> • Förderung eines Vorhabens zum Erfahrungsaustausch von Gleisanschließern analog zum Bundesland Bayern
Qualifikation für das System Eisenbahn	<ul style="list-style-type: none"> • Beratung von Wirtschaftsförderern analog zum Bundesland Hessen • Weiterbildung von Berufsschullehrern • Fortbildungsmodule für Logistiker
Informationsquellen und -systeme für den Schienengüterverkehr	<ul style="list-style-type: none"> • Initiativübernahme für die Zusammenstellung von Daten über die für den Schienenverkehr geeigneten Infrastruktureinrichtungen
Wettbewerb durch regionale Bahndienstleister	<ul style="list-style-type: none"> • Prüfung, in welchen Regionen eine hinreichende Verfügbarkeit von Bahndienstleistungen nicht gegeben ist
Stärkung kleiner EVU	<ul style="list-style-type: none"> • Prüfung, in welchem Rahmen Hilfestellungen für die Erfüllung formal-rechtlicher Anforderungen nötig sind, mit Schwerpunkt Sicherheitsmanagementsystem und Regulierungsrahmen • Einbeziehung relevanter Ansprechpartner

Quelle: Eigene Darstellung nach Combinet GmbH (2013)

Höft (2016) zeigt Ansätze und gibt Vorschläge zur Attraktivitätssteigerung des Schienengüterverkehrs in Deutschland und Europa. Hierbei geht er konkret auf sechs Handlungsfelder ein, für die er Maßnahmen identifiziert. Diese Maßnahmen zielen darauf ab, den Marktanteil des Schienengüterverkehrs signifikant zu erhöhen. Für jedes Handlungsfeld wird zunächst der Ist-Zustand analysiert. Basierend darauf werden Maßnahmen und Handlungsempfehlungen abgeleitet. Diese werden in Tabelle 23 aufgezeigt.

Tabelle 23: Handlungsempfehlungen und konkrete Maßnahmen nach Höft (2016)

Handlungsfeld	Maßnahmen
1. Zugang zum System Bahn	<ul style="list-style-type: none"> • Langfristiger Erhalt und Sicherung von Flächen/Grundstücken für den Schienengüterverkehr • Stärkere Berücksichtigung des Verkehrsträgers Schiene bei der Ausweisung von Gewerbeflächen und in der Landes- und Regionalplanung • Senkung der (bürokratischen) Hürden für die Errichtung neuer Gleisanschlüsse • Entwicklung innovativer Konzepte für die Nutzung von Güterbahnhöfen (Güterbahnhof 2.0) • Ausweitung der Förderlogik beim Zugang zum System Bahn • Mehr Transparenz im Bereich der Infrastruktur für die Letzte Meile (nationales bzw. europäisches Ladestellenportal)
2. Schaffung einer leistungs- und wettbewerbsfähigen Schieneninfrastruktur für den Güterverkehr	<ul style="list-style-type: none"> • Beseitigung von Infrastrukturmängeln und damit Erhöhung der Betriebsqualität • Netzausbau für den (europäischen) Schienengüterverkehr, d.h. Schaffung von mehr Trassen und Kapazitäten • Erhöhung der Wirtschaftlichkeit des Schienengüterverkehrs durch höhere Achslasten, längere Gleise für längere Züge und Beseitigung der Profileinschränkungen für den kombinierten Verkehr (als europäische Mindeststandards) • Verbesserung der Situation auf eingleisigen Haupt- und Nebenbahnen durch Aufhebung von Betriebseinschränkungen (Streckenruhe) und mehr Ausweich-, Kreuzungs- und Überholmöglichkeiten für lange Güterzüge • Ausbau und verstärkte Nutzung der Infrastruktur von nichtbundeseigenen Eisenbahnen und Nebenstrecken als Ausweichrouten zur Umfahrung von Knoten und als Backup bei Störungen oder Bauzuständen • Schaffung ausreichender Kapazitäten für Zugbildung (Erhalt von Rangierbahnhöfen/-knoten; diskriminierungsfreier Zugang) sowie Bereitstellung einer ausreichenden Anzahl von sogenannten Nebengleisen zur Abstellung von Lokomotiven, (Schad-)Wagen oder temporär nicht benötigten Güterzügen • Ausbau von leistungsfähigen europäischen Güterverkehrskorridoren; dabei schrittweise Abbau von technischen und betrieblichen Hemmnissen; Vereinfachung der Trassenbestellungen
3. Produktionsverfahren im Schienengüterverkehr	<ul style="list-style-type: none"> • Verstärkte Zusammenarbeit der/aller Eisenbahnverkehrsunternehmen und gemeinsame Nutzung von Ressourcen insbesondere im Bereich der Letzten Meile • Mehr intramodale Kooperation und Optimierung von Betriebsabläufen • Erhöhung der Wirtschaftlichkeit durch bessere Auslastung von Zügen und Erhöhung der Laufleistungen • Senkung der Produktionskosten durch moderne und neue Produktionskonzepte (hybride Produktionskonzepte) • Besserer Informationsaustausch und Einsatz moderner IT-Systeme im Schienengüterverkehr • Förderung der Letzten Meile und von Feeder-Verkehren (Zuschuss- oder Konzessionsmodell)
4. Produktionsmittel/Innovation	<ul style="list-style-type: none"> • Innovative, umweltfreundliche und energieeffiziente Triebfahrzeuge und Lokomotiven (z. B. neue Hybrid-Antriebskonzepte) • Innovativer Güterzug und -wagen (u. a. automatische Mittelpufferkupplung, lärmoptimierte Laufwerke, Einsatz moderner Bremssysteme, automatische Bremsprobe, Digitalisierung/Intelligenter Güterwagen, Leichtbaukonzepte etc.) • Innovationen im Bereich kombinierter Verkehr und Umschlag • Systematische Ausweitung der KV-Fähigkeit des Straßengüterverkehrs (u. a. Umrüstung der Lkw)

Handlungsfeld	Maßnahmen
5. Aus- und Weiterbildung/ Bahnwissen/Forschung	<ul style="list-style-type: none"> • Schaffung einer Förderkulisse für Innovationen im Schienengüterverkehr (u. a. Forschungsförderung, Anschubfinanzierung, Innovationsprämie) • Integration des Eisenbahn-Know-hows und Bahnwissens in berufliche bzw. akademische Ausbildung und Lehre, aktuelle und moderne Curricula • Stärkung der Eisenbahnforschung und Ausbildung an den Hochschulen (u. a. Schaffung und Sicherung entsprechender Professuren in technischen und verkehrswissenschaftlichen Disziplinen, Initiierung von nationalen und europäischen Forschungsinitiativen) • Öffentlichkeitsarbeit und Veranstaltungen mit Fokus auf verladende Wirtschaft • Initiieren von kompetenten Ansprechpartnern in der Region (Lotsen, Coaches zur Unterstützung der verladenden Wirtschaft und der Logistikunternehmen) • Aufbau internetbasierter und anwenderfreundlicher Informationsplattformen für den Schienengüterverkehr (Systemüberblick, Wissens-, Kommunikationsplattform)
6. Rahmenbedingungen/Politik	<p>Im Bereich der Verbesserung der Rahmenbedingungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bürokratieabbau im Bereich der Eisenbahn • Eisenbahnfreundliches Planungsrecht • Sicherung von Bahnflächen für zukünftige Generationen • Faire intermodale Wettbewerbsbedingungen <p>Im Bereich der Finanzierung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Schaffung einer leistungsfähigen und wirtschaftlichen Infrastruktur; Ausweitung der Finanzierung auch für Eisenbahnen, die nicht im Eigentum des Bundes sind • Neue Förderlogik bei den Zugangspunkten für den Güterverkehr im Sinne einer Daseinsvorsorge • Schaffung eines Förderinstrumentariums zur Absicherung der Verkehre der Letzten Meile (u. a. Wagenladungsverkehre, Anschlussverkehre) • Förderung von systemischen Innovationen im Schienengüterverkehr zur nachhaltigen Steigerung der Wirtschaftlichkeit (Innovationsförderung/-prämie) • Ausbau der Forschungsförderung für den Sektor <p>Die Rolle als Eigentümer:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Neues Organisationsmodell für den Eisenbahnsektor durch Trennung von "Netz" und "Betrieb"

Quelle: Eigene Darstellung nach Höft (2016)

1.1.4 Synthese

Im Folgenden wird zunächst eine Zusammenfassung der wesentlichen Erkenntnisse aus der systematischen Literaturrecherche und -analyse gegeben. Danach erfolgt die Ableitung konkreter Hinweise zur Konzeption des Fragebogens, der in AP 7 erarbeitet werden soll.

Bedeutung der Akteure der Verkehrsmittelwahl Zunächst wurde der Frage nachgegangen, welche Entscheidungsträger die Verkehrsmittelwahl beeinflussen und welche Bedeutung diese darauf haben. Dabei wurde hervorgehoben, dass die Entscheidungen im Güterverkehr von einer Vielzahl unterschiedlicher Akteure (vornehmlich Unternehmen) entlang der Wertschöpfungskette getroffen werden. Die wesentlichen Entscheidungsträger der Verkehrsmittelwahl Verladender, Spediteure und Frachtführer wurden in diesem Zusammenhang von Bühler (2006) identifiziert. Zudem werden die konkreten Aufgaben bzw. Rollen dieser Entscheidungsträger aufgezeigt und stark voneinander abgegrenzt. In der Praxis vermischen und überschneiden sich jedoch die Kompetenzen der Akteure.

Bühler (2016) entwickelt ein Verkehrsmittelwahlmodell, das die Entscheidung zwischen Straße und kombiniertem Verkehr aus der Perspektive des Spediteurs abbildet. Dies ist in Verkehrsmittelwahlmodellen allerdings nicht die Regel. Es ist möglicherweise sinnvoll, da sich die Arbeit auf die Disposition von Containerverkehren bezieht. Andere Arbeiten – z. B. Jiang et al. (1999) – modellieren deshalb die Entscheidungen aus Sicht der Empfänger.

Im Fall eines Modells aus der Perspektive eines Verladers wird normalerweise davon ausgegangen, dass der Versender seine Auswahl optimiert, indem er denjenigen Frachtführer wählt, der seine Kosten minimiert (Viera 1992). Irannezhad et al. (2017) modellieren die Verkehrsmittelwahl sowohl aus Sicht des Verladers als auch aus Sicht des Spediteurs. Ihre Ergebnisse zeigen, dass Unterschiede zwischen den Präferenzen der Akteure bestehen. Dies erklären sie vor dem Hintergrund, dass viele der analysierten Verladern eine eigene, effiziente Flotte haben, wohingegen Spediteure maximalen Nutzen durch die Minimierung ihrer direkten Kosten erzielen wollen. Auch Guo et al. (2014) berücksichtigen bei ihrer Modellierung die Perspektiven des Verladers und des Spediteurs. Hierbei stellen sie fest, dass Unterschiede hinsichtlich der Wahrnehmung von multimodalen Schiene-Straße-Kollaborationen zwischen den Verladern und Lkw-Spediteuren bestehen.

Ob es Sinn ergibt, zwischen unterschiedlichen Entscheidern zu differenzieren und ob diese ein unterschiedliches Verhalten an den Tag legen, muss auch vor dem Kontext verfügbarer Daten und ihrer Aussagekraft beurteilt werden. Bei Güterverkehrserhebungen sind Erhebungen mit Fokus auf den Verladern eher selten. Es gibt jedoch ab und zu Erhebungen, die auch die Versender-Empfänger-Beziehungen im Blick haben (Combes und Tavasszy 2016). Einer der wenigen Datensätze, der diese Beziehung abfragt, ist der französische ECHO-Datensatz, in dem einzelne Sendungen innerhalb ihres logistischen Kontextes beobachtet werden (Guilbault 2008). Die auf diesem Datensatz aufbauenden Modelle betrachten die Entscheider nicht auf individueller Ebene, sondern gehen stattdessen davon aus, dass eine Segmentierung der Entscheider nach Gütergruppen oder anderen makroskopischen Kriterien ausreichend ist.

Entscheidungsebene der Verkehrsmittelwahl

Obwohl Entscheidungen zur Verkehrsmittelwahl und zu damit verbundenen Entscheidungen in der Produktionsplanung und Lagerlogistik von einer Vielzahl von Akteuren getroffen werden, muss davon ausgegangen werden, dass zum Schluss doch eine gewisse Koordination stattfindet und langfristige Entscheidungen auf einer integrierten Systemebene stattfinden – die Ebene der Versender-Empfänger-Relation.

Im Anschluss wurden **Verkehrsmittelwahlmodelle** vorgestellt, die theoriegeleitet die **Verkehrsmittelwahl vor dem Hintergrund der Minimierung der Gesamtkosten** abbilden. Diese Modelle stehen in direktem Zusammenhang zur optimalen Losgröße. In der Losgrößenoptimierungstheorie werden für die verschiedenen Verkehrsmittel die theoretisch optimalen Losgrößen auf Basis von generalisierten Kosten bestimmt. Häufigere Sendungen bedeuten auch hier höhere Transportkosten – gehen jedoch mit geringeren Lagerhaltungskosten einher. Die vorgestellten Modelle (Lloret-Batlle und Combes 2013, de Jong und Johnson 2009, Abate und De Jong 2014, Windisch et al. 2010, Holguin-Veras 2002) betrachten die einzelnen Entscheider nicht individuell oder situationsspezifisch. Da sie als erklärende Variable beispielsweise den jährlichen Güterfluss zwischen den Versendern und den Empfängern enthalten, unterscheiden sie sich von der Situation in der Praxis, in der die Kosten für den einzelnen Entscheider sendungsspezifisch sind. Damit werden weitere Faktoren relevant, um zu bestimmen, ob ein bestimmter Verkehrsträger in einer bestimmten Situation eine mögliche Option darstellt oder nicht. Die Vielzahl an Einfluss-

faktoren macht die Verkehrsmittelwahl im Güterverkehr insgesamt zu einer komplexen Aufgabe. Vor allem die Losgröße ist entscheidend. Aufgrund ihrer Interdependenzen mit der Verkehrsmittelwahl kann die Losgröße jedoch nicht als erklärende Variable mitaufgenommen werden. Stattdessen werden beide Variablen am besten in Kombination betrachtet.

Interdependenz von Verkehrsmittelwahl und Logistik

Die jüngsten Befunde zeigen, dass Verkehrsmittelwahl und Losgrößenwahl interdependente Entscheidungen darstellen. In einem Modell zur Verkehrsmittelwahl ist es daher notwendig, Logistik-Variablen wie die Losgröße explizit zu berücksichtigen und beides geeignet zu modellieren. Informationen zur Sender-Empfänger-Beziehung (vor allem die Jahresnachfrage, d.h. der jährliche Güterfluss zwischen Sender und Empfänger) sollten in Befragungen erhoben und bei der Analyse des Verhaltens berücksichtigt werden.

Segmentierung der Entscheidungsträger Danach erfolgte die Analyse von Ansätzen, die sich mit der Segmentierung der Entscheidungsträger **differenziert nach verschiedenen Verhaltens- und Marktgruppen** auseinandersetzen. Hierbei konnte festgestellt werden, dass bei der Modellierung häufig die drei Aspekte Transportkosten, Präferenzen der Entscheider und Eigenschaften der zu transportierenden Güter als wichtig erachtet werden. Die Präferenzen der Entscheider und die zu transportierenden Güter zeichnen sich durch eine große Heterogenität aus, da die Entscheidungen einerseits über eine Vielzahl von unterschiedlichen Akteuren (vornehmlich Unternehmen) entlang der Wertschöpfungskette verteilt sind und andererseits die unterschiedlichsten Sendungen transportiert werden müssen. In einer Vielzahl von Studien wird die Relevanz betont, (unbeobachtete) Heterogenität aufgrund dieser Diversität in den Modellen der Verkehrsmittelwahl zu berücksichtigen.

Eine Segmentierung der Entscheider nach Marktsegmenten versucht dieser Heterogenität gerecht zu werden (Westminster University Report 2010). Basierend auf einer Kostenanalyse der Verkehrsträger wird dabei untersucht, welche Märkte von welchem Verkehrsträger bedient werden können.

Exogene Einteilungen der Gütergruppen zur Identifizierung der Marktsegmente der Verkehrsträger dieser Art (häufig auch auf Basis der NST-2007-Klassifikation) haben den Nachteil, dass sie einen Großteil der für die Verkehrsmittelwahl relevanten Heterogenität des Logistikkontextes nicht erklären können, da sie andere relevante Faktoren nicht berücksichtigen und daher in die gleichen Segmente einordnen (Liedtke und Schepperle 2004). Um dies zu vermeiden, sollte die Segmentierung der Gütergruppen datengetrieben (d.h. endogen) erfolgen. Ansätze hierzu sind Latent-Class-Modelle.

Zudem ist auch eine Segmentierung der Nachfragepopulation eine Möglichkeit, die Verhaltensgrundlage ökonometrischer Modelle zu verbessern. Eine Nachfragesegmentierung für die Verkehrsträgerwahl im Güterverkehr verfolgt Gopinath (1995), der die Versender nach ihren Einstellungen zu verschiedenen Verkehrsträgern klassifiziert, die wiederum aus logistischen Größen, wie beispielsweise der maximal akzeptablen Verspätung, abgeleitet wurden. Arunotayanun (2009) segmentiert die Moduswahl auf Basis von logistischen Eigenschaften der Beziehung zwischen Versender und Empfänger.

Segmentierung von Güterverkehrsentscheidern

Eine Segmentierung von Güterverkehrsentscheidern zum Zweck der strategischen Politikanalyse sollte vor allem eine Eigenschaft besitzen: Sie sollte mittels messbarer Attribute operationalisierbar sein. Damit fallen sämtliche Segmentierungen heraus, die auf Einstellungen beruhen. Des Weiteren ist die alleinige Nutzung der NST/R-Klassifikation zu verneinen, da sich innerhalb jeder Klasse

eine große Heterogenität bezüglich der Losgrößen, Güterflüsse und Verpackungseigenschaften verbirgt.

Servicemerkmale Zudem wurden Arbeiten im Detail analysiert, die sich vornehmlich den **Dienstleistungsmerkmalen** widmen. Dabei werden zunächst sieben Servicemerkmale bzw. -eigenschaften (u. a. Massenleistungsfähigkeit, Schnelligkeit, Berechenbarkeit, Fähigkeit zur Netzbildung, Häufigkeit der Verkehrsbedienung, Sicherheit, Bequemlichkeit), die eine Bewertung der Verkehrsträger ermöglichen, von Voigt (1973) genannt. Weitere Studien führen noch mehr Einflussmerkmale der Verkehrsmittelwahl an. Hierbei wird betont, dass neben dem Preis vor allem die Unternehmensstruktur und die Serviceleistungen des Spediteurs von Bedeutung sind (Bühler 2006). Grue und Ludvigsen (2006) identifizieren 23 Dimensionen der Servicemerkmale – Prädiktoren der Wahl zwischen Schienen- und Straßenverkehr. Dabei liegt der Fokus auf der Zufriedenheit mit tatsächlich durchgeführten Transporten und den Qualitätsstandards auf den Routen. Diese Servicemerkmale werden hinsichtlich ihrer Wichtigkeit und der Zufriedenheit bezogen auf die Verkehrsträger Straße und Schiene evaluiert. Bergantino et al. (2013) zeigen, dass die individuellen Einstellungen und latenten Präferenzen von Spediteuren gegenüber bestimmten Güterverkehrsattributen eine Rolle bei der Bestimmung ihrer Verkehrsträgerwahl spielen. Duan et al. (2017) analysieren die Präferenzen von Akteuren des Schienengüterverkehrs bzgl. verschiedener Servicemerkmale des Schienengüterverkehrs unter Berücksichtigung der Heterogenität der Verloader. Wird dieses Ergebnis mit den Resultaten anderer Studien verglichen, so ist die Situation insgesamt divers. Sicherheit wird jedoch als sehr wichtige Variable angesehen, gefolgt von Zuverlässigkeit und Kosten. Cerre (2014) behandelt die Frage, wie der Schienengüterverkehr unter dem Gesichtspunkt der Regulierung entwickelt werden kann. Die Analyse von Regulierungen ermöglicht sowohl eine Bewertung der Ziele der EU (Entwicklung des Schienengüterverkehrs) als auch der Mittel zur Erreichung (Marktöffnung).

Mittels der Literaturanalyse wurden zudem die wesentlichen Einflussfaktoren von Eigenschaften und Überzeugungen von Betrieben auf Logistik- und Verkehrsmittelwahlentscheidungen dargestellt. Weiterführend wurde die Bedeutung der verschiedenen Dimensionen der Transportdienstleistungsqualität auf die Verkehrsmittelwahl genauer beleuchtet. In diesem Kontext wurde das Augenmerk auf konkrete Servicemerkmale gelegt. Im Rahmen dieser Arbeiten wurden häufig SP-Befragungen durchgeführt. Hierbei ist kritisch zu sehen, dass bei diesen Fragestellungen häufig alle Einflussfaktoren von den Befragten als wichtig erachtet werden und keine tatsächliche Auswahl der relevanten Faktoren getroffen wird. Zudem kann es leicht zu einem Bestätigungsfehler (Confirmation bias) kommen.

Relevante Servicemerkmale

Obwohl eine große Anzahl von relevanten Servicemerkmalen existiert, so sind doch die Merkmale „Preis“, „Zuverlässigkeit“ (in diversen Maßen), „Zeit“ und „Systemzugänglichkeit“ von entscheidender Bedeutung.

Bedeutung der Qualitätsmerkmale der Transportdienstleistung (Wert der Zeit und Zuverlässigkeit) Es wurden neue Erkenntnisse zu den **Qualitätsmerkmalen der Transportdienstleistung** und zur **Bedeutung der verschiedenen Dimensionen** dieser auf die Verkehrsmittelwahl vorgestellt. Fokus liegt auf dem **Wert der Zeit, Pünktlichkeit, Zuverlässigkeit und Flexibilität**. Hierbei wurde einerseits die Bedeutung von Zuverlässigkeitskriterien (u. a. Transportkosten, Transportdauer, Pünktlichkeit, etc.) präsentiert. Es konnte festgestellt werden, dass Pünktlichkeit am wichtigsten ist, gefolgt von Transportkosten und Verfügbarkeit. Zudem wurde der deutschlandspezifische Value of Time differenziert nach Marktsegmenten (BVU 2016) aufgezeigt. Eine internationale Übersicht dazu bietet Zamparini und Regiani (2007). Im Mittel liegen

die Werte bei 20,25 US-Dollar pro Stunde, die Abweichung von diesem Wert ist jedoch recht hoch (Standardabweichung: 13,27). Sie schließen darauf, dass die Variabilität einerseits durch die verschiedenen Methoden zur Berechnung und Erfassung der Werte und andererseits durch den Einfluss kontextabhängiger Faktoren (wie die geographische Region, in der die Studie durchgeführt wird) erklärt werden kann. De Jong et al. (2014) legen ihren Fokus auf die Fortschreibung des Value of Time (VOT) und Value of Reliability (VOR) im Güterverkehr in den Niederlanden. Der Value of Reliability (VoR) wird im Güterverkehr durch die Attribute Pünktlichkeit und Verspätungsumfang beschrieben (BVU 2016). BVU (2016) stellt Werte zum Value of Punctuality und Value of Delay differenziert nach Marktsegmenten zur Verfügung. Shams (2017) führt eine umfangreiche Analyse zum Stand der Forschung hinsichtlich der Value of Reliability (VoR) im Güterverkehr durch. Zudem zeigt er die Spannweite des VoR in verschiedenen Studien für den Verkehrsträger Straße auf. Basierend auf der Literaturanalyse kann festgestellt werden, dass je nach Studie der geschätzte VOR stark variiert. Dies liegt daran, dass unterschiedliche Einheiten, Maße und Erhebungsdesigns verwendet wurden.

Wert der Zeit und Zuverlässigkeit

Es gibt eine große Übereinstimmung in den Analysen zum Value of Time. Dieser beträgt ca. 0,5-3 € pro Tonne und ist damit überraschend homogen im Vergleich zur sonst feststellbaren Heterogenität. Die Values of Reliability schwanken extrem. Dies ist zum Teil verschiedenen Maßen und Studiendesigns geschuldet. Es gibt Anzeichen dafür, dass eine Reduktion der durchschnittlichen Verspätung einen ähnlichen Nutzen hervorruft, wie eine Reduktion der durchschnittlichen Transportzeit. Zudem gibt es einige Gütergruppen, die fast schon eine Null-Toleranz gegenüber Verspätungen aufweisen.

Elastizitäten Zudem wurden **Sensitivitäten in der Verkehrsmittelwahl unterschiedlicher Einflussfaktoren (Elastizitäten)** aufgezeigt. Hierbei wurden berechnete Preiselastizitäten sowie Elastizitäten für Zeit, Pünktlichkeit und Verspätung auf Basis einer Marktsegmentierung für die Verkehrsträger Straße, Schiene und Binnenschiff im Überblick dargestellt (BVU 2016). Zudem wird ein Überblick über eine Vielzahl von Preiselastizitäten, die entweder von den Tonnenkilometern, den Fahrzeugkilometern oder vom Kraftstoffbedarf für die Straße abhängig sind, gegeben (De Jong et al. 2010). Die Heterogenität der Werte resultiert aus den Unterschieden in den Definitionen der Variablen, den Ländern, Distanzkategorien und Gütergruppen.

Direkte und indirekte Einflussfaktoren Außerdem war ein weiteres Ziel des vorliegenden Arbeitspaketes, Arbeiten zu untersuchen, die **direkte und indirekte Einflüsse auf die Verkehrsmittelwahl** diskutieren.

Hierbei ist festzustellen, dass sich die meisten der Studien mit den Einflussfaktoren

- ▶ **Kosten** (Kim et al. 2017, Duan et al. 2017, Arunotayanun und Polak 2011, Bergantino 2013, Kim 2014, Schulz 1996, Murphy und Hall 1995, McGinnis 1990, Evers et al. 1996, FeoValero et al. 2011, Danielis et al. 2005, Gopinath 1995, Tsamboulas und Kapros 2000, Bolis und Maggi 2003, Cullinane und Toy 2000, Matear und Gray 1993),
- ▶ **Transportdienstleistung und dessen Merkmale** (Arunotayanun und Polak 2011, Kim 2014, Rockpoint 2009, Danielis et al. 2005, Tsamboulas und Kapros 2000, Fowkes et al. 1991, Harper und Evers 1993, Evers et al. 1996, Ludvigsen 1999, Schulz 1996, Cullinane und Toy 2000, Murphy und Hall 1995, Gou et al. 2014, Voigt 1973) sowie
- ▶ **Qualitätsmerkmale der Transportleistung hinsichtlich Zeit und Zuverlässigkeit** (Kim et al. 2017, Duan et al. 2017, Bergantino 2013, Kim 2014, Rockpoint 2009, Murphy und Hall

1995, McGinnis 1990, Evers et al. 1996, FeoValero et al. 2011, Patterson et al. 2008, Bolis und Maggi 2003, Cullinane und Toy 2000, Arunotayanun und Polak 2011, Gopinath 1995, Voigt 1973, Matear und Gray 1993)

auseinandersetzen. Dabei stellen sie im Rahmen ihrer Studien meist fest, dass Qualitätsmerkmale hinsichtlich Zeit und Zuverlässigkeit einen höheren Stellenwert bei der Verkehrsmittelwahl als die Kosten einnehmen. Auch ist die Art der Transportdienstleistung wesentlich für die Entscheidungsfindung. Schwerpunkt der Analyse hinsichtlich der Transportdienstleistung liegen auf den Merkmalen Transportqualität, Kundenservice und Produktpflege. Bei den Qualitätsmerkmalen der Transportdienstleistung hinsichtlich Zeit und Zuverlässigkeit wird vornehmlich das Augenmerk auf die Pünktlichkeit bzw. Termintreue und die Belieferungsfrequenz bzw. -häufigkeit gelegt.

Auch widmen sich einige Studien den **Eigenschaften der Verkehrsmittel** (Kim et al. 2017, Duan et al. 2017, Bergantino 2013, Voigt 1973, Kim 2014, Rockpoint 2009, McGinnis 1990, Evers et al. 1996, Arunotayanun und Polak 2011, FeoValero et al. 2011, Bolis und Maggi 2003) sowie den **Merkmalen zu Sendungen** (Murphy und Hall 1995, McGinnis 1990, Bergantino 2013, Cullinane und Toy 2000, Gou et al. 2014, Arunotayanun und Polak 2011) und untermauern, dass diese Einfluss auf die Verkehrsmittelwahl haben. In Bezug auf die Eigenschaften der Verkehrsmittel legen sie ihren Fokus hauptsächlich auf Beschädigungsrisiko bzw. Sicherheit, Verfügbarkeit und Flexibilität. Bei den Merkmalen zur Sendung konzentrieren sich die Studien vornehmlich auf das Sendungsaufkommen bzw. die Frachtrate.

Ferner beschäftigen sich ausgewählte Studien mit der **Einstellung zum und Wahrnehmung vom Schienengüterverkehr** der Verlagerer und Logistikunternehmen (Kim et al. 2017, Evers et al. 1996, Patterson et al. 2008, Fowkes et al. 1991, Harper und Evers 1993, Evers et al. 1996, Ludvigsen 1999, Murphy und Hall 1995, Gou et al. 2014, Van Schijndel und Dinwoodie 2000, McGinnis 1990, Fries et al. 2010, Gilmour 1976, Schulz 1996). Sie heben dabei hervor, dass diese Kriterien auf die Verkehrsmittelwahl wirken. Vereinzelt analysieren Studien Potentiale und **Voraussetzungen für eine multimodale Güterverkehrskollaboration** (Bontekoning et al. 2004, Evers et al. 1996). Als grundlegende Voraussetzung für eine erfolgreiche Zusammenarbeit werden dabei die Kriterien Informationsaustausch, Kommunikation, Firmenkontakt und Haftungsteilung genannt. Wenige Studien berücksichtigen bei ihrer Untersuchung **unternehmensspezifische Einflussfaktoren** (Bergantino 2013, Gou et al. 2014, Matear und Gray 1993). Dabei handelt es sich um die Einflussfaktoren Umsatz, Merkmale der Frachtführer und Flottengröße.

Es konnten verschiedene Einflussfaktoren auf die Verkehrsmittelwahl aufgezeigt werden. Unter anderem wurden Studien identifiziert, die Einflüsse von Eigenschaften und Überzeugungen der Betriebe auf Logistik- und Verkehrsmittelwahlentscheidungen betrachten. Es konnten keine Arbeiten identifiziert werden, die sich explizit mit den indirekten Einflüssen von raumordnerischen Aspekten oder multimodaler Netzgestaltung auf die Verkehrsmittelwahl auseinandersetzen.

Indirekte Einflussfaktoren der Verkehrsmittelwahl

Es besteht eine Wissenslücke hinsichtlich indirekter Einflüsse, die im Rahmen der vorliegenden Studie geschlossen werden muss. Zwar gehen viele Arbeiten auf die Relevanz von indirekten Einflüssen der Transportdienstleistungen sowie deren Qualität ein, explizite Konzepte für ein Service Design zur Attraktivitätssteigerung des Schienengüterverkehrs sind aber noch nicht ausgestaltet. Daher wird in dieser Studie ein attraktives Service Design auf konzeptioneller Ebene entwickelt, das dazu beiträgt, die Transportqualität des Schienengüterverkehrs zu verbessern.

Hemmnisse Darüber hinaus wurden **Hemmnisse und Gründe der Verhinderung der Verlagerungspotentiale** aufgezeigt, die bereits in bestehenden Ansätzen herausgestellt wurden (Geiger et al. 2012, Schmied et al. 2012, Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg 2017, Höft 2016).

- ▶ **Servicequalität** (u. a. lange Transportzeiten, niedrige Transportzuverlässigkeit, mangelnde Flexibilität, kurzfristiger Bedarf nach Transportkapazitäten, geringes/unpaariges/schwankendes Transportaufkommen, mangelhaftes Transportangebot auf einer Relation, ungeeignete Transportzeitfenster, unzureichende Aktualität und Genauigkeit des Transportstatus, schwierige Kontaktaufnahme mit LDL/Spediteur und Transportanbietern, schwierige eigenständige Einrichtung einer neuen Relation bzw. neuen Abfahrtszeit, keine Beeinflussung von terminlichen Verzögerungen möglich, keine Abdeckung kurzfristiger Kapazitätsbedarfe möglich, keine Anpassung der Transportzeitfenster möglich, keine Anpassung an schwankende Mengenbedarfe möglich, geringe Kooperation mit Terminalbetrieben im Ausland)
- ▶ **Ressourcen** (u. a. unausgelasteter eigener Fuhrpark)
 - **Infrastruktur** (Qualität der Infrastruktur, fehlende Gleisanlagen, fehlende Trassen, Überlastung von Strecken, Länge der Ausweichgleise, eingeschränkte Zugänglichkeit und Nutzbarkeit der Schieneninfrastruktur, eingeschränkte Nutzbarkeit der Schiffsinfrastruktur, Achslast, Schleusen- Längenbeschränkung, fehlende Überholgleise, fehlende Ladegleise, Kreuzungsmöglichkeiten, Abstellung, Kündigung von Gleisanschlüssen, Baumaßnahmen, eingeschränkter Zugang zu Zugsbildungseinrichtungen, schwieriger Bau bzw. Reaktivierung eines Gleisanschlusses)
 - **Technik** (u. a. unterschiedliche Sicherungstechnik, eingeschränkte Lichtraumprofile und unterschiedliche Stromversorgung in Europa)
 - **Umschlag** (u. a. Überlastung der Umschlagterminals und Häfen, kein geeignetes Equipment, geringe Verfügbarkeit von Rollmaterial)
 - **Bedarf an qualifizierten Arbeitskräften** (u. a. national verschiedene Standards bzgl. der Personalausbildung)
- ▶ **Ökonomische und betriebliche Hemmnisse** (u. a. Güterstruktureffekt, fehlende Öffnung von Märkten im europäischen Ausland, Preis und Leistung, bürokratische und technische Hindernisse bei grenzüberschreitenden Verkehren in Europa, Belastung durch das EEG in Deutschland, unfaire intermodale Wettbewerbsbedingungen, Aufgabe bzw. drastischer Rückgang von Einzelwagen-/Wagenladungsverkehren, Streckenruhe und eingeschränkte Betriebszeiten)
 - **Kosten** (u. a. hohe Preise für Gütertransporte, Bau und Betrieb der Letzten Meile, keine selbstständige Steuerung aller anfallenden Kosten möglich, Benachteiligung der Preisbildung gegenüber dem Straßengüterverkehr, Belastung durch Stromsteuer, steigende Infrastrukturentgelte an die DB Netz AG)
- ▶ **Politische Hemmnisse** (u. a. zunehmende Bürokratie und administrativer Aufwand, ordnungspolitische Rahmenbedingungen [Sozialvorschriften], protektionistische Politik in eini-

gen EU-Ländern, Behinderung des internationalen Transports durch gesetzliche Bestimmungen, kompliziertes und langwieriges Einholen von Genehmigungen zum Bau und zur Reaktivierung von Gleisanlagen)

- ▶ **Informationsstand** (u. a. Betriebliche Abwicklung, Kostenstrukturen des Verkehrsmittels, potentiell beauftragbare LDL/Spediteure und Anbieter, angebotene Relationen und Frequenzen, mögliche Zugänge zur Schienen-/ Schiffsinfrastruktur, niedriger Informationsstand zu existierenden Förderprogrammen)
- ▶ **Transportgut** (u. a. Temperaturgeführt, Gutmaße, Beschaffenheit)
- ▶ **Ideologie/Image** (u. a. Transportverzögerung, Schienenlärm, Bau neuer Trassen, Zuverlässigkeit, Personalmangel)

Maßnahmen und Handlungsempfehlungen Final wurden Forschungsansätze evaluiert, die **konkrete Maßnahmen und Handlungsempfehlungen zur Attraktivitätssteigerung des Schienengüterverkehrs** geben (VDV 2016, Combinet GmbH 2013, Höft 2016).

▶ **Infrastrukturelle und technische Maßnahmen**

- **Infrastrukturelle Verbesserungen** (u. a. Trassen, Abstellgleise, Umschlaganlagen, Förderung des Zugangs zur Schieneninfrastruktur, durchgängige Elektrifizierung, integrierter Planungsansatz)
- **Einsatz von neuen Schienenfahrzeugen und Umschlagtechnologien** (u. a. längere Züge, neue Fahrzeugtechnik, hybride Antriebskonzepte, Automatisierung, neue Übergabefahrzeuge im Einzelwagenverkehr)

▶ **Organisatorische und betriebliche Maßnahmen**

- **Betriebliche Strategien** zur Erhöhung der Auslastung bzw. Bündelung von Transporten (u. a. besserer Informationsaustausch, bessere Auslastung von Zügen und Erhöhung der Laufleistungen, Einsatz moderner und neuer [hybrider] Produktionskonzepte, Einsatz moderner IT-Systeme, Förderung der Letzten Meile und von Feeder-Verkehren)
- **Förderung der Multimodalität** (u. a. Informationsaustausch zu Umschlagstellen und deren Betreibern, Förderung der Zusammenarbeit der KV- und der Wagenladungsverkehre, Förderung der Zusammenarbeit der EVU und gemeinsamen Nutzung von Ressourcen, intramodale Kooperation und Optimierung von Betriebsabläufen, Stärkung kleiner EVU, Wettbewerb durch regionale Bahndienstleister)

▶ **Regulatorische Maßnahmen**

- **Rechtliche Rahmenbedingungen/Politik** (u. a. Vereinfachung der Prüf- und Zulassungsverfahren, Bürokratieabbau, eisenbahnfreundliches Planungsrecht, Sicherung von Bahnflächen, faire intermodale Wettbewerbsbedingungen)

▶ **Informatorische Maßnahmen**

- **Aus- und Weiterbildung/Forschung** (u. a. Weiterbildung von Berufsschullehrern, Fortbildung für Logistiker)

- **Öffentlichkeitsarbeit** (u. a. Aufbau internetbasierter, anwenderfreundlicher Informationsplattformen/-quellen)
- **Aufbau eines Kommunikationsnetzwerkes** (u. a. kompetenter regionaler Ansprechpartner als Lotse/Coach zur Unterstützung der verladenden Wirtschaft und der Logistikunternehmen, Beratungsdienstleistung, Entwicklung von Systemzugangsstellen)

Veränderung der Rahmenbedingungen

Es ist zu beobachten, dass die meisten Maßnahmen in der Literatur auf inkrementelle Verbesserungen der Infrastruktur und der Transportangebote abzielen. Nur wenige Studien befassen sich mit drastischen Änderungen der Rahmenbedingungen, der Preise und innovativen Transportangeboten.

Hinweise für die Befragung

Für die Erstellung des Fragebogens können, basierend auf den Erkenntnissen aus der Literaturanalyse, folgende Hinweise gegeben werden.

Grundsätzlich besteht ein Wissen über die harten Einflussgrößen (u. a. Kosten, Zeit, Zuverlässigkeit) auf die Verkehrsmittelwahl im Güterverkehr. Bei der Zuverlässigkeit und der Flexibilität sind die Operationalisierungen jedoch teilweise noch uneinheitlich.

Aus dem Stand der Forschung wurden prinzipiell homogene Gruppen in Bezug auf die Verkehrsmittelwahl aufgezeigt. Jedoch müssen diese noch genauer spezifiziert werden, um verhaltensähnliche Gruppen identifizieren zu können, die Verlagerungspotentiale zeigen.

Im Hinblick auf die Befragung wird explizit darauf hingewiesen, dass gerade bei der Formulierung der Frage nach der Relevanz von Einflussfaktoren auf die Verkehrsmittelwahl darauf zu achten ist, dass die Befragten dazu aufgefordert werden sollen, die relevanten Faktoren bei ihrer Wahlentscheidung zu benennen. Dies kann erzielt werden, indem entweder nur der wichtigste Faktor oder die zwei bis drei relevantesten Faktoren nach Rangfolge erfragt werden. Hintergrund dieser Anmerkung ist der, dass beim Stand der Analysen auffiel, dass gerade bei SP-Befragungen häufig alle Einflussfaktoren von den Befragten als wichtig erachtet wurden und keine tatsächliche Auswahl der relevantesten Faktoren erzielt wurde. Daher ist die Aussagekraft dieser Ergebnisse als eher gering einzustufen.

Es gibt zwar bereits bestehende Studien mit Fokus auf Einflüssen von Eigenschaften und Überzeugungen von Betrieben hinsichtlich Logistik- und Verkehrsmittelwahlentscheidungen. Jedoch sind nur wenige Ansätze im Stand der Forschung vorhanden, die sich explizit mit diesem Thema auseinandersetzen.

Indirekte Einflüsse, raumordnerische Aspekte und multimodale Netzgestaltung auf die Verkehrsmittelwahl wurden bisher im Stand der Forschung nicht betrachtet. Dementsprechend besteht eine Wissenslücke hinsichtlich dieser indirekten Einflüsse, die im Rahmen dieser vorliegenden Studie geschlossen werden muss. Zwar gehen viele Arbeiten auf die Relevanz des indirekten Einflusses der Transportdienstleistung und deren Qualität ein. Hierzu wird jedoch kein explizites Konzept erarbeitet, wie ein Service Design zur Attraktivitätssteigerung des Schienengüterverkehrs ausgestaltet werden soll. Daher muss in dieser Studie ein attraktives Service Design konzeptuell entwickelt werden, dass maßgeblich dazu beiträgt, die Transportqualität des Schienengüterverkehrs zu verbessern.

Basierend darauf bestehen Wissenslücken im bisherigen Stand der Forschung im Hinblick auf die folgenden Themenschwerpunkte.

- ▶ Entscheidungskalküle von Unternehmen
- ▶ Flexibilität und Zuverlässigkeit
- ▶ Indirekte Einflüsse, raumordnerische Aspekte und multimodale Netzgestaltung, Servicedesign
- ▶ Welche Angebote würden benötigt, damit Firmen die Bahn und/oder multimodale Angebote nutzen?
- ▶ Informationsbedürfnisse über Angebote
- ▶ Hemmnisse bzw. technische und betriebliche Probleme eines Verkehrsträgerwechsels
- ▶ Lösungsansätze zur stärkeren Kooperation bzw. Verknüpfung der Verkehrsträger

► Aus Verladersicht erforderliche Rahmenbedingungen

Hinsichtlich der Angebotsgestaltung stellt sich darüber hinaus die Frage, welche Potentiale hier noch ausgeschöpft werden können. In diesem Kontext kann über neue Konzepte für die Gestaltung der Transportsysteme nachgedacht werden, die die Verlagerung für die Entscheider attraktiver gestalten. Zwar sind auch die Überzeugungen und Einstellungen der entscheidungsrelevanten Akteure (Unternehmen) nicht zu ignorieren. Jedoch können die Unternehmen, die bisher negativ gegenüber der Schiene eingestellt sind, nur überzeugt werden, wenn informatorische Maßnahmen gefördert und angeboten werden.

Daher ist ein Ziel der Befragung, zu erheben, wie Firmen auf neue Angebote und Maßnahmen reagieren würden. Auch ist von höchster Relevanz, welche Hemmnisse Verlagerer und Transporteure sehen.

1.2 Empirische Bestandsaufnahme des Güterverkehrs

1.2.1 Ziel des Arbeitspaketes

Im Rahmen der empirischen Bestandsaufnahme gilt es, ein allgemeines Verständnis für den Güterverkehr, seine Heterogenität, den Verkehrsträgerwettbewerb nach Güterarten und Sendungsdistanzen sowie über die generelle Möglichkeit von Verlagerungen zwischen den Verkehrsträgern zu schaffen. Die empirische Analyse soll durch die Entwicklungen von „Kennwerten“ verdeutlichen, wie sich prinzipielle Entscheidungsparameter für die Verkehrsmittelwahlentscheidung im Güterverkehr, wie z. B.

- ▶ unterschiedliche Verkehrsträgeraffinitäten nach Güter- und Ladungsarten,
- ▶ unterschiedliche Sendungsdistanzen,
- ▶ unterschiedliche Transportkosten sowie Transportzeiten je Güterart und Sendungsdistanz sowie
- ▶ die unterschiedlich infrastrukturelle Verfügbarkeit der einzelnen Verkehrsträger

darstellen und wirken. Hierbei wird in erster Linie auf statistische und öffentlich zugängliche Zahlen von Destatis sowie den aus den Arbeiten des Bundesverkehrsministeriums zum Bundesverkehrswegeplan zurückgegriffen¹.

1.2.2 Datengrundlagen für den Güterverkehr

Die Situation im Güterverkehr kann in Deutschland weitgehend durch Daten des Statistischen Bundesamtes in Wiesbaden dargestellt werden. In den dort ausgewiesenen Fachserien für die Güterverkehrsstatistik wird die Situation im Güterverkehr mit der Schiene und in der Binnen- und Seeschifffahrt erfasst und jährlich ausgewiesen. Folgende öffentlich zugängliche Fachserien beschreiben die Situation im Güterverkehr:

- ▶ Eisenbahnverkehr – Fachserie 8 Reihe 2
- ▶ Binnenschifffahrt – Fachserie 8 Reihe 4
- ▶ Seeschifffahrt – Fachserie 8 Reihe 5

Die Daten des Statistischen Bundesamtes enthalten Informationen über die Höhe des Güterverkehrs nach Tonnen und über die territoriale (im Inland absolvierte) Verkehrsleistung in Tonnenkilometer. Die Verkehrsdaten können nach Gütergruppen in der NST 2007 Systematik (i. d. R. nach 20 Abteilungen) und regional nach 38 NUTS 2 Regionen dargestellt werden. In Deutschland entspricht die regionale Aufteilung in etwa der Ebene der Regierungsbezirke². Die meisten Bundesländer werden in dieser regionalen Untergliederung nicht weiter differenziert. Hierbei handelt es sich nicht nur um die Stadtstaaten Hamburg, Berlin und Bremen, sondern auch um die Flächenländer Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Schleswig-Holstein, Sachsen-Anhalt, Saarland und Thüringen.

¹ Die folgenden Ausführungen basieren zu einem großen Teil auf vorangegangenen Arbeiten des Gutachters zur Verkehrsverflechtungsprognose 2030, zum Aufbau eines Verkehrsmittelwahlmodells für die Bundesverkehrswegeplanung, sowie weiteren Auftragsarbeiten, wie z.B. der Entwicklung eines Klimaschutz-Szenarios für das Land Baden-Württemberg.

² Die Regierungsbezirke wurden in Rheinland-Pfalz 2000, in Niedersachsen 2005 und in Sachsen 2012 aufgelöst.

Der Straßengüterverkehr wird nicht über das Statistische Bundesamt, sondern über Daten des Kraftfahrt-Bundesamtes in Flensburg beschrieben. Hier werden jährlich Angaben über den Straßengütertransport und über die Fahrleistungen inländischer und ausländischer Lkw veröffentlicht. Die Daten werden nach Bundesländern und nach den 20 Abteilungen der NST 2007-Gütergruppensystematik veröffentlicht.

Während es sich bei den Daten der Schifffahrt und des Eisenbahnverkehrs um vollständige Erhebungen in Häfen, bei Frachtführern und bei Eisenbahnverkehrsunternehmen handelt, werden die Daten für den Straßengüterverkehr im Rahmen einer Unternehmensbefragung aus einer Stichprobe in einem Umfang von 5-Promille der in Deutschland zugelassenen Fahrzeuge erhoben und hochgerechnet. Weitere Daten stehen öffentlich nicht zur Verfügung. Auch Eurostat Daten basieren auf Angaben der verantwortlichen statistischen Ämter in Deutschland und enthalten somit keine weiteren Informationen.

Aus dieser kurzen Darstellung wird nicht nur deutlich, dass die öffentlich verfügbaren Güterverkehrsdaten nicht einheitlich erhoben werden, sondern dass sie insbesondere auch in einer unterschiedlichen regionalen Differenzierung vorliegen. Zudem ist die Differenzierung nach Regierungsbezirken oder gar Bundesländern für Analysezwecke häufig sehr unbefriedigend, da insbesondere in den Flächenländern keine differenzierten regionalen Verflechtungsaussagen möglich sind.

Intern werden Daten des Güterverkehrs jedoch auf Kreisbasis (NUTS 3) nach (aktuell) 401 Regionen, bzw. bei der Schifffahrt nach Häfen und bei der Schiene nach Bahnhöfen geführt. Diese Informationen stehen jedoch aus Datenschutzgründen nicht zur Verfügung.

Da die öffentliche Datenlage sehr unbefriedigend ist, wird für die Zwecke der Bundesverkehrswegeplanung im Auftrag des Bundesverkehrsministeriums in unregelmäßigen Abständen eine Verkehrsverflechtungsmatrix³ erarbeitet, in der alle öffentlichen Daten des Statistischen Bundesamtes und Kraftfahrtbundesamtes integriert und in eine einheitliche Datenbank verarbeitet werden. Für diese „synthetische“ Matrix wird nicht nur auf öffentliche Daten zurückgegriffen, sondern auch auf von den statistischen Ämtern hierfür über Sonderauswertungen unveröffentlichte und bereitgestellte Daten auf NUTS-3 Ebene (in Deutschland handelt es sich um Kreise) in einer regionalen und gütergruppenspezifischen Verflechtung. Die Daten der öffentlichen Ämter werden in der Verflechtungsmatrix des Bundesverkehrsministeriums mit weiteren verfügbaren und teilweise auch neu erhobenen Daten verknüpft, sodass darüberhinausgehende Informationen über den Güterverkehr gewonnen werden können, die sonst nicht verfügbar wären. Hierzu gehören sowohl Daten des Seeverkehrs als auch Erhebungen zum kombinierten Verkehr.

Über diese vorhandene synthetische Datenbasis steht das Güterverkehrsaufkommen, zuletzt für das Berichtsjahr 2010,

- ▶ modal nach den Verkehrsträgern Straße, Schiene und Wasserstraße
- ▶ relationsspezifisch auf Kreisbasis im Inland sowie nach höher aggregierten NUTS-Zonen im Ausland und
- ▶ gütergruppenspezifisch nach 25 detaillierten NST 2007 Gütergruppen

zur Verfügung.

³ BVU (entspr. Abteilung umbenannt in TTS TRIMODE Transport Solutions GmbH) + ITP: Verkehrsverflechtungsprognose 2030, Freiburg-München 2014.

Seehäfen sind in der vorliegenden Verflechtungsmatrix der BVWP als eigene Verkehrszellen abgespalten, um den sog. Seehafenhinterlandverkehr⁴ separat ausweisen zu können. Darüber hinaus stehen relationsspezifische Informationen über den kombinierten Verkehr (KV) in der Differenzierung zwischen Ladung im Seehafenhinterlandcontainerverkehr (häufig auch als maritimer KV bezeichnet) oder im sonstigen kontinentalen KV zur Verfügung. Für die kombinierten Verkehre liegen sogar intermodale Transportketteninformationen zwischen den tatsächlichen Quell- und Zielregionen vor.

Diese Verflechtungsmatrix aus der BVWP hat eine Informationstiefe, die durch die öffentlich bereitgestellten Daten allein nicht erreicht wird. Aufgrund der hohen Informationsgüte beruhen die hier dargestellten Analysen im Wesentlichen auf eine Auswertung dieser Daten. Leider ist der Aufbau dieser Matrix sehr aufwendig, sodass auf eine jährliche Aufbereitung verzichtet wird und der Informationsstand lediglich für das Jahr 2010⁵ zur Verfügung steht.

Auch wenn die aus der Bundesverkehrswegeplanung vorliegende Analysematrix deutlich mehr Informationen bereitstellt als die öffentlich verfügbaren Daten, so ist zu berücksichtigen, dass auch diese hinsichtlich ihrer regionalen Differenzierung nicht überall befriedigend sein kann. Insbesondere bei größeren Flächenkreisen, verbunden mit hohem Verkehrsaufkommen, wäre eine weitere flächen- und standortbezogene Verteilung des Verkehrsaufkommens wünschenswert.

1.2.3 Hohe Heterogenität der unterschiedlichen Güter im Güterverkehr

Im Personenverkehr können die handelnden Individuen nach dem Sinn ihrer Reise, dem Fahrtzweck, differenziert werden. Hierbei sind das Verhalten der Menschen und ihre Reaktion auf Transportpreis- oder Zeitänderungen innerhalb der Fahrtzwecke relativ ähnlich. So ist z. B. bei Transportpreisveränderungen eines Verkehrsträgers aufgrund des engen Zusammenhangs zwischen dem Transportkostenbudget der Individuen und den verkehrsträgerspezifischen Transportkosten eine Veränderung hinsichtlich anderer Verkehrsträger (Substitutionseffekt) sowie eine Veränderung der Fahrtrelationen aufgrund des Einkommenseffektes (Budgeteffekt), zumindest im Freizeit-, Einkaufs- und Urlaubsverkehr, zu erwarten (vgl. ITP et al. 2017).

Im Güterverkehr gilt dieser Zusammenhang nicht in dieser Homogenität, da es sich hier um eine abgeleitete Nachfrage handelt. Die Basis für eine Verkehrsentscheidung geht auf einen vorhergehenden Akt zwischen einem Produzenten und Konsumenten zurück. Da die Transportkosten i. d. R. nur einen (sehr) geringen Teil der Gesamtkosten des Gutes ausmachen, hängt die Entscheidung für den Transport und somit für die Quell- und Zielwahl vom Erfolg des Verkaufsprozesses oder sonstigen betrieblichen Prozessen ab und in vielen Fällen weniger von der Höhe der Transportkosten oder Transportzeiten (vgl. ITP et al. 2017). So liegt z. B. der Handelswert von einer Tonne Textilien bei rd. 6.000 €⁶. Eine durchschnittliche Lkw-Ladung hat somit einen Gesamtwert von rd. 54.000 €. Wird diese Lkw-Ladung mit Textilien von Würzburg nach Düsseldorf gebracht, fallen Gesamtkosten von 54.520 € an, davon knapp 520 € für den Lkw-Transport. Der Transport von Warschau nach Düsseldorf wäre aufgrund der längeren Entfernung für einen polnischen Exporteur teurer, die gleiche Lieferung würde hier 55.330 € kosten, bei Transportkosten von knapp 1.330 €. Die Lieferung ab Würzburg wäre somit um rd. 800 € bzw. um knapp

⁴ Hierbei handelt es sich ausschließlich um das Aufkommen, welches seeseitig über die Kaikanten umgeschlagen wird. Hiervon zu unterscheiden sind Verkehre, die zwar in die Hafengebiete gehen aber nicht auf der Seeseite ein- bzw. über die Seeseite ausgehen. Solche Verkehre sind keine Seehafenhinterlandverkehre.

⁵ Für die Zwecke der Bundesverkehrswegeplanung (BVWP) stehen auch Zahlen für das Prognosejahr 2030 zur Verfügung.

⁶ BVU Beratergruppe Verkehr + Umwelt GmbH (entspr. Abt. in TTS TRIMODE Transport Solutions GmbH umbenannt): Raumwirkungsanalyse – Anwendung der Richtlinie für die integrierte Netzgestaltung (RIN) im Schienennetzverkehr, Freiburg 2014 (SWD-10.06.03-12.102).

1,5% gegenüber einer aus Warschau günstiger. Der Anteil der Transportkosten am Gesamtwert der Ladung macht knapp 1% (ab Würzburg) bzw. 2,5% (ab Warschau) aus. Gelingt es dem polnischen Exporteur aufgrund von regionalen Kostenvorteilen die Textilien statt für 6.000 € für 5.900 € (Reduktion um -1,7%) anzubieten, dann kann die Lieferung ab Warschau um 90 € günstiger abgewickelt werden als ab Würzburg, obwohl Warschau 3x weiter von Düsseldorf entfernt ist als der fränkische Standort.

Somit haben regionale (und i. d. R. transportkostenunabhängige) Betriebsentscheidungen, wie Betriebsschließungen oder Gründungen (zumal von Werken mit Schiene- und Wasserstraßenanschluss) eine weitaus höhere Wirkung auf die Höhe des Aufkommens und der Transportleistung als eine deutliche Veränderung der Transportkosten. Die Gründe für diese Unternehmensentscheidungen können nicht erfasst und auch in Verkehrsmodellen nur unzureichend berücksichtigt werden.

Darüber hinaus sind Güter – auch wenn sie in gleichen Güterklassifikationen auftreten – weitaus heterogener als Personen. Für die Beschreibung der Güterproduktion, des Außenhandels und des Verkehrs gibt es unterschiedliche Güterklassifizierungen. So unterscheidet die deutsche Produktionsstatistik 5.250 einzelne Güter; im Außenhandel werden nach dem Harmonisierten Warenbezeichnungs- und Codierungssystem (HS 2017) 5.388 unterschiedliche Waren differenziert. Die Gütergruppenklassifizierungen im Bereich der Verkehrsstatistik sind deutlich aggregierter. Die aktuelle NST 2007 Systematik unterscheidet 81 Gütergruppen in 20 Abteilungen, wohingegen die in 2010 ersetzte NST/R Systematik noch zwischen 175 Güter (in der dreistelligen Nomenklatur) unterschieden⁷ hatte. Die im BVWP aufgebaute Verflechtungsmatrix⁸ unterscheidet nur 25 Gütergruppen. Sie basiert im Wesentlichen auf den 20 Abteilungen der NST 2007 Systematik und wird in einigen verkehrsrelevanten Massengutsegmenten durch einzelne Gütergruppen, wie z. B. Stein- und Braunkohle, Erdöl u. Erdgas, Erze, Düngemittel, sonst. Steine, Erden, Bergbauerzeugnisse sowie Koks und Mineralölerzeugnisse weiter differenziert. Die genutzte Differenzierung ist angesichts der über 5.000 unterschiedlichen Waren sehr aggregiert und stark heterogen.

So verstecken sich z. B. in der NST 2007 Gütergruppe 4 (Nahrungs- und Genussmittel) mehrere stark unterschiedliche Einzelgüter, wie z. B. Obst, Gemüse, Fleisch, Getränke, Tabak, aber auch Ölsaaten und Futtermittel. Nahrungs- und Genussmittel werden in der Regel in kleineren Sendungsgrößen zwischen den Produktionsstätten und den Verteil- und Logistiklagern sowie den Konsumzentren per Lkw transportiert. Hier führen (auch) drastische Erhöhungen der Transportkosten mangels einer Anbindung der entsprechenden Quell- und Zielorte per Schiene oder Binnenschiff sowie den sendungsgrößenspezifischen Transportkosten nicht oder nur zu geringen Verkehrsträgerwechseln. Anders ist es jedoch beim Transport von Futtermitteln und Ölsaaten. Hier ist die Transportkostensensibilität aufgrund der großen Sendungsgrößen und dem Vorhandensein von Bahn- und Binnenschiffsanschlüssen in den Quell- und Zielorten viel höher. Sie ist allerdings bei diesen beiden Güterarten so hoch, dass die Waren heute schon weitestgehend mit den beiden umweltverträglicheren Verkehrsträgern transportiert werden und Transportkostenveränderungen nicht zu einer deutlichen Veränderung der Verkehrsmengen führen.

Für eine differenzierte Betrachtung wäre eine feinere Unterteilung der Gütergruppendifferenzierung erforderlich. Diese ist jedoch statistisch aus Aufwands- und Datenschutzgründen nicht möglich.

⁷ Vereinzelt waren Informationen auf 5-Steller Basis verfügbar. Da eine detaillierte Schlüsseliste nicht mehr fortgeführt wurde, kann die genaue Anzahl der Güterarten nicht genannt werden.

⁸ BVU (entspr. Abteilung umbenannt in TTS TRIMODE Transport Solutions GmbH) + ITP: Verkehrsverflechtungsprognose 2030, Freiburg-München 2014, S. 101.

Diese starke Heterogenität, sowohl an Güterarten als auch an Sendungsgrößen, führt im Güterverkehr dazu, dass Relationen teilweise nur mit/von einem Verkehrsträger bedient werden. Dies zeigt, dass aus unterschiedlichen Gründen, sei es an der direkten Verfügbarkeit eines Schienen- und Wasserstraßenanschlusses, an dem Vorhandensein ausreichender Güter, aus Kostenstrukturen oder Zeiterfordernissen usw., andere Verkehrsmittel nicht oder nur eingeschränkt einsetzbar sind. Aufgrund der strukturellen Entwicklung, hin zu kleineren Sendungsgrößen und der hohen Flexibilität, ist es mittlerweile fast ausschließlich der Lkw, der diese Anforderung übernehmen kann. Andererseits gibt es aufgrund der Größenvorteile von Bahn und Binnenschiff keinen Grund, die Belieferung einer Eisenhütte mit Erz oder Schrott mit dem Lkw durchzuführen. Verkehre zwischen Tanklagern und Raffinerien werden in der Regel per Bahn und/oder Binnenschiff umgesetzt. Die ortsnahe Belieferung der Tankstellen von den Tanklagern aus erfolgt dann ausschließlich per Lkw. Eine Konkurrenzbeziehung zwischen dem Lkw und den anderen Verkehrsträgern gibt es nur in begründeten Fällen, dies ist jedoch nicht der Regelfall.

1.2.4 Modal Split nach Verkehrsträger und Gütergruppen

Tabelle 24 zeigt den Modal-Split im Jahr 2010 nach Verkehrsträgern. Dominierender Verkehrsträger ist der Lkw. Rd. 85% der in Deutschland statistisch erfassten Güter werden auf der Straße befördert. Die Schiene nimmt einen Anteil von rd. 10% am Verkehrsaufkommen auf, die Binnenschifffahrt einen Anteil von 6%. Bei 18 der 25 statistisch dargestellten Gütergruppen werden die meisten Güter auf der Straße befördert. Lediglich beim Transport von Rohöl und Erdgas, Koks, Stein- und Braunkohle, Erzen und dem Transport unbekannter Güter dominieren die Verkehre per Schiene und Binnenschiff. Erze werden fast vollständig per Binnenschiff und Schiene transportiert, hier liegt der Lkw-Anteil bei unbedeutenden 1,5%. Auch bei der Steinkohle erreicht die Straße mit knapp 6% einen nur sehr niedrigen Anteil. Der mit 25% deutlich höhere Anteil bei der Braunkohle liegt im Wesentlichen an den in dieser Gütergruppe miterfassten Torfverkehren zwischen den Abbaustätten und den Seehäfen oder weiterverarbeitenden Gartenbaubetrieben.

Tabelle 24: Verkehrsverteilung nach Gütergruppen (Ladungsangaben in Mio. t)

Gütergruppen	Gesamt	dv. Straße	dv. Schiene	dv. Bi-Schi	Ant. Straße in %	Ant. Schiene in %	Ant. Bi-Schi in %
Post, Pakete	35,2	35,2	0,0	0,0	100,0%	0,0%	0,0%
Umzugsgut, sonst. nicht-marktb. Güter	39,2	39,1	0,1	0,0	99,9%	0,1%	0,0%
Textilien, Bekleidung, Leder	21,1	21,1	0,0	0,1	99,6%	0,1%	0,3%
Möbel, Schmuck, Musikinstrumente etc.	21,1	20,9	0,1	0,2	99,0%	0,3%	0,7%
Sammelgut	116,6	114,8	1,8	0,0	98,5%	1,5%	0,0%
Maschinen und Ausrüstungen etc.	77,5	76,0	0,8	0,7	98,1%	1,1%	0,9%
Nahrungs- und Genussmittel	355,3	341,7	2,1	11,5	96,2%	0,6%	3,2%
Sonstige Mineralerzeugnisse	337,8	322,1	11,1	4,6	95,3%	3,3%	1,4%
Geräte und Material für Güterbeförderung	92,4	87,1	3,6	1,8	94,2%	3,9%	1,9%
Steine und Erden	921,2	862,3	27,3	31,6	93,6%	3,0%	3,4%
Holzwaren, Papier, Druckerei	179,9	166,4	9,8	3,7	92,5%	5,4%	2,1%
Sekundärrohstoffe, Abfälle	282,5	254,0	15,2	13,3	89,9%	5,4%	4,7%
Fahrzeuge	101,8	91,4	9,5	0,9	89,8%	9,4%	0,8%
Land- und forstwirtsch. Erzeugnisse	208,1	184,6	7,6	15,9	88,7%	3,6%	7,6%
Chemische Erzeugnisse etc.	218,8	167,5	29,9	21,4	76,6%	13,7%	9,8%
Metalle und Metallerzeugnisse	247,5	174,0	61,9	11,6	70,3%	25,0%	4,7%
Düngemittel	6,7	4,1	1,9	0,7	61,1%	28,9%	10,0%
Mineralölerzeugnisse	162,0	90,6	38,0	33,5	55,9%	23,4%	20,7%
Erdöl und Erdgas	2,5	1,2	0,5	0,8	48,0%	21,7%	30,3%
Koks	15,9	7,1	6,5	2,4	44,3%	40,9%	14,9%
Gutart unbekannt	131,9	46,8	71,2	13,9	35,5%	54,0%	10,5%
Braunkohle	14,1	3,6	9,1	1,5	25,5%	64,2%	10,3%
Steinkohle	66,4	3,8	30,4	32,2	5,8%	45,8%	48,4%
Erze	49,0	0,8	20,4	27,8	1,5%	41,7%	56,8%
SUMME	3.704,6	3.116,1	358,9	229,6	84,1%	9,7%	6,2%

Quelle: TTS TRIMODE Transport Solutions GmbH

Tabelle 25: Lkw-Anteil nach Gütergruppen und Ladungskategorien

NST 2007	Gütergruppe	Ladungs- kategorie	Aufkommen in Mio. t	Verkehrs- anteil in % ⁹	Anteil Lkw in %
21	Steinkohle	TrM	66,4	1,8%	6%
71	Koks	TrM	15,9	0,4%	44%
22	Braunkohle	TrM	14,1	0,4%	26%
31	Erze	TrM	49,0	1,3%	2%
32	Düngemittel	TrM	6,7	0,2%	61%
33	Steine, Erden	TrM	921,2	24,9%	94%
90	sonst. Mineralerzeugnisse	TrM	337,8	9,1%	95%
140	Recyclinggüter	TrM	282,5	7,6%	90%
80	Chemische Erzeugnisse	TrM, FIM	218,8	5,9%	77%
23	Rohöl und Erdgas	FIM	2,5	0,1%	48%
72	Mineralölerzeugnisse	FIM	162,0	4,4%	56%
10	Land- und forstwirtschaftl. Erzgn.	Saug, TrM	208,1	5,6%	89%
40	Nahrungs- und Genussmittel, Ölsaaten	Saug, Stückgut	355,3	9,6%	96%
50	Textilien	Stückgut	21,1	0,6%	100%
60	Forstprodukte, Papier	Stückgut	179,9	4,9%	93%
100	Eisen und Stahl	Stückgut	247,5	6,7%	70%
110	Maschinen u. Ausrüstungen	Stückgut	77,5	2,1%	98%
120	Fahrzeuge	Stückgut	101,8	2,7%	90%
130	Möbel, sonstige Halb- und Fertigwaren	Stückgut	21,1	0,6%	99%
150- 200	Post, Sammelgüter	Stückgut	415,2	11,2%	78%
TrM (trockenes Massengut)			1.693,6	45,7%	86%
FIM (flüssiges Massengut)			164,5	4,4%	56%
TrM, FIM (trockenes und flüssiges Massengut)			218,8	5,9%	77%
Saug, TrM			208,1	5,6%	89%
Saug, Stückgut			355,3	9,6%	96%
Stückgut			1.064,3	28,7%	82%

Quelle: TTS TRIMODE Transport Solutions GmbH

⁹ Verkehrsanteil am Gesamtverkehr in %.

Bei all diesen zuletzt genannten Gütern handelt es sich überwiegend um Massengüter, sodass der Eindruck entstehen kann, dass überwiegend Massengüter mit den beiden umweltverträglicheren Verkehrsträgern befördert werden. Auffällig ist jedoch der hohe Anteil der Schiene und des Binnenschiffes bei den sog. unbekanntem Gütern. Hierbei handelt es sich um verpackte Transportgüter, dessen Inhalt nicht genau bekannt ist. Der hohe Anteil der Schiene und des Binnenschiffes erklärt sich dadurch, dass unter dieser Gütergruppe der überwiegende Teil des kombinierten Verkehrs erfasst wird.

In Tabelle 25 ist der Lkw-Anteil nach Ladungskategorien dargestellt. Hierbei wird versucht die Gütergruppen danach zu kategorisieren, ob es sich um massenhaft beförderte Güter, die im Wesentlichen mit Greifkränen, Umschlagbändern oder mit Saugrohren umgeschlagen werden, oder um Stückgüter, die auf Paletten, in Fässern oder als Stückladung transportiert werden. Diese Kategorisierung ist auf der hohen Aggregationsstufe nicht einfach, da bei fast allen Gütergruppen nicht ausgeschlossen werden kann, dass es Produkte gibt, die als Stückgutladung transportiert werden. So besteht ein hoher Anteil der Chemischen Erzeugnisse aus Ladung, die in großen Mengen in trockener (Pulver) oder flüssiger Form transportiert werden. Waschpulver kann jedoch massenhaft als Schüttgut (Massengut) oder in Einheiten verpackt auf Paletten als Stückgut transportiert werden. Pharmazeutika gehören auch zu den Chemischen Erzeugnissen, werden jedoch in kleinen Verpackungseinheiten verpackt und transportiert und sind eindeutig Stückgut. Deswegen erfolgte die Zuordnung ausschließlich aus der Erfahrung heraus, wie die mengenmäßig bestimmenden Güter befördert und umgeschlagen werden.

Es wird deutlich, dass der Anteil der Straße nicht nur bei den Stück- und Sauggütern (Getreide, Ölsaaten, Futtermittel) sehr hoch ist, sondern auch in den massenhaft vorkommenden Stückgütern. Selbst in Gütergruppen, in denen flüssige Massengüter (Rohöl, Gas, Mineralölprodukte) dominieren, liegt der Lkw-Anteil bei über 50%. Selbst trockene Massengüter, wie Baustoffe und sonstige Mineralerzeugnisse, werden überwiegend im Lkw-Verkehr befördert. Der Eindruck, dass Massengüter überwiegend per Bahn und Binnenschiff transportiert werden, ist somit nicht richtig.

1.2.5 Modal Split nach Verkehrsträger und Entfernungsklassen

Die Verknüpfung der BVWP-Verflechtungsmatrix für das Jahr 2010 mit den vorliegenden Verkehrsinfrastrukturnetzen des Jahres 2010 zeigt, dass der überwiegende Teil des Verkehrsaufkommens in Deutschland sich auf Entfernungen unter 200 km beschränkt (70%). Hier ist der Anteil des Binnenschiffes und der Schiene mit knapp 8% sehr niedrig (vgl. Tabelle 26).

Lediglich 30% des Gesamtverkehrsaufkommens wird auf Relationen mit Entfernungen über 200 km realisiert. Dies sind ca. 1.120 Mio. t im Jahr 2010, wovon 740 Mio. t per Lkw bzw. rd. 34% per Bahn und Binnenschiff abgewickelt werden. Tabelle 26 zeigt, dass selbst auf den langen Distanzen der Lkw-Verkehr dominiert. Der Anteil der Bahn an diesen Verkehren liegt bei 22% und ist damit 2 Mal höher als der des Binnenschiffes. Das liegt im Wesentlichen daran, dass das Hauptverkehrsaufkommen des Binnenschiffes im Verkehr auf dem Niederrhein zwischen den Westhäfen und NRW liegt; auf diesen Relationen liegen die Transportentfernungen zwischen 200 und 300 km.

Tabelle 26 macht jedoch auch deutlich, dass mit zunehmender Entfernung, der Anteil der Schiene und des Binnenschiffes zunehmen. Trotz höherer Anteile von Bahn und Binnenschiff werden auch bei Transportentfernungen von über 300 km zwischen 60% und 70% des Verkehrs per Lkw transportiert. Allerdings finden rd. 50% der Bahn- und 40% der Binnenschiffsverkehre auf Relationen mit Transportentfernungen von über 300 km statt, beim Lkw-Verkehr

liegt der Anteil bei rd. 15%. Somit kann gefolgert werden, dass Bahn- und Binnenschiffsverkehre eher langlaufende Verkehre sind, auch wenn der Anteil der Straße dominiert.

Tabelle 26: Verkehrsverteilung nach Entfernungsklassen in 2010 (Mengen in Mio. t)

Distanzklasse	Gesamt	Anteil in %	dv. Lkw	dv. Schiene	dv. Bi-Schi	Anteil Schiene in %	Anteil Bi-Schi in %
Alle Verkehre	3.704,6	100%	3.116,1	358,9	229,6	9,7%	6,2%
bis 100 km	2.065,0	56%	1.931,8	107,6	26,2	5,2%	1,3%
101 - 200 km	516,5	14%	445,0	42,3	29,2	8,2%	5,7%
201 - 300 km	318,8	9%	197,6	35,7	85,4	11,2%	26,8%
301 - 400 km	177,3	5%	125,8	33,5	18,1	18,9%	10,2%
401 - 500 km	149,0	4%	91,2	30,5	27,3	20,5%	18,3%
501 - 600 km	118,6	3%	70,1	25,6	22,9	21,6%	19,3%
> 600 km	359,2	10%	254,8	83,8	20,6	23,3%	5,7%
Verkehre auf Distanzen über 300 km	804,1	22%	542,0	173,4	88,7	21,6%	11,0%
Anteil Verkehre über 300 km	22%		17%	48%	39%		

Quelle: TTS TRIMODE Transport Solutions GmbH

Geht man gütergruppenspezifisch vor, dann verfestigt sich insbesondere bei den Massengütern der Eindruck, dass die Schiene und das Binnenschiff verstärkt auf den längeren Verkehrsrelationen eingesetzt werden. Dies wird vor allem bei den Mineralölprodukten deutlich. Hier weist der Lkw auf Verkehrsrelationen bis 200 km einen Anteil von 77% auf, während der Anteil bei Verkehren über 200 km Entfernung auf 14% zurückgeht (vgl. Tabelle 27). Hier ist eine klare Arbeitsteilung zu erkennen. Großvolumige Transporte zwischen den Seehäfen bzw. Raffinerien und den Tanklagern werden mit der Schiene oder dem Binnenschiff befördert. Die Regional- und Nahversorgung zwischen den Tanklagern und den Tankstellen erfolgt per Lkw. Veränderungen der Verkehrsmittelwahl (für den Fall, dass entsprechende Anlagen bereitgestellt werden) sind hier nur in Einzelfällen möglich, so z. B. bei der Versorgung der Berliner Flughäfen, die überwiegend per Lkw von Schwedt aus erfolgt.

Eine ähnliche Tendenz ist auch in der Gütergruppe Steine, Erden, Baustoffe oder bei Chemischen Erzeugnissen zu beobachten. Hier findet die Nah- und Regionalversorgung fast ausschließlich per Lkw statt; der Einsatz alternativer Verkehrsträger erfolgt hier fast ausschließlich bei massenhaft auftretenden Verkehren, wie z. B. bei der Versorgung von Produktionsunternehmen mit Rohstoffen aus nah gelegenen Bergbaustandorten (z. B. in der Zementindustrie) oder in die Seehäfen (z. B. die Schwefelverkehre zwischen Brake und Großenkneten). Bei langlaufenden Verkehren und bei gleichzeitig vorliegenden hohen Transportvolumina werden Schiene und Binnenschiff jedoch stärker eingesetzt.

Tabelle 27: Verkehrsverteilung nach Entfernungsklassen für ausgewählte Güter in 2010

Gütergruppe/ Distanzklasse	Menge Lkw in 1.000 t	Menge Schiene in 1.000 t	Menge BiSchi in 1.000 t	Ant. Lkw in %	Anteil in % nach Entfer- nung
Mineralölprodukte					
bis 200 km	83.336	16.560	8.992	77%	67%
200 bis 400 km	4.351	14.267	13.397	14%	20%
> 400 km	2.867	7.134	11.077	14%	13%
Summe	90.554	37.961	33.465	56%	
Steine, Erden					
bis 200 km	829.242	14.764	16.881	96%	93%
200 bis 400 km	13.945	6.945	9.658	46%	3%
> 400 km	17.399	6.774	5.589	58%	3%
Summe	860.586	28.483	32.128	93%	
Chemische Erzeugnisse					
bis 200 km	101.702	10.037	4.551	87%	53%
200 bis 400 km	28.977	8.808	7.769	64%	21%
> 400 km	36.840	11.065	9.039	65%	26%
Summe	167.519	29.910	21.359	77%	
Eisen, Stahl					
bis 200 km	98.525	37.941	2.113	71%	56%
200 bis 400 km	31.268	8.724	4.608	70%	18%
> 400 km	44.222	15.257	4.860	69%	26%
Summe	174.015	61.922	11.580	70%	

Quelle: TTS TRIMODE Transport Solutions GmbH

Im Stahlbereich scheint jedoch die Transportdistanz keine größere Rolle zu spielen. Hier ist nach Transportweiten keine signifikante Veränderung des Modal-Split-Anteils der Straße festzustellen.

1.2.6 Überwiegender Anteil der Verkehrsrelationen ist nicht intermodal besetzt

Nicht auf allen Verkehrsrelationen gibt es eine mittelbare Verkehrsträgerkonkurrenz. Im Falle der Wasserstraße scheint dies zunächst schlüssig zu sein, da Häfen und schiffbare Wasserstraßen nicht überall verfügbar sind. Obwohl in Deutschland fast 500 Häfen und Verladestellen existieren, zeigt Abbildung 1 (hier werden im Übrigen nur die Hafenstandorte abgebildet) deutlich, dass weite Teile Mittel- und Süddeutschlands, sowie Mecklenburg-Vorpommern nicht per Wasserstraße angeschlossen sind. Hier sind Verkehre über die Wasserstraße mit Binnenschiffen nicht möglich, was auch statistisch festgestellt werden kann (vgl. Abbildung 2).

Abbildung 1: Hafenstandorte in Deutschland



Hafenstandorte in Deutschland

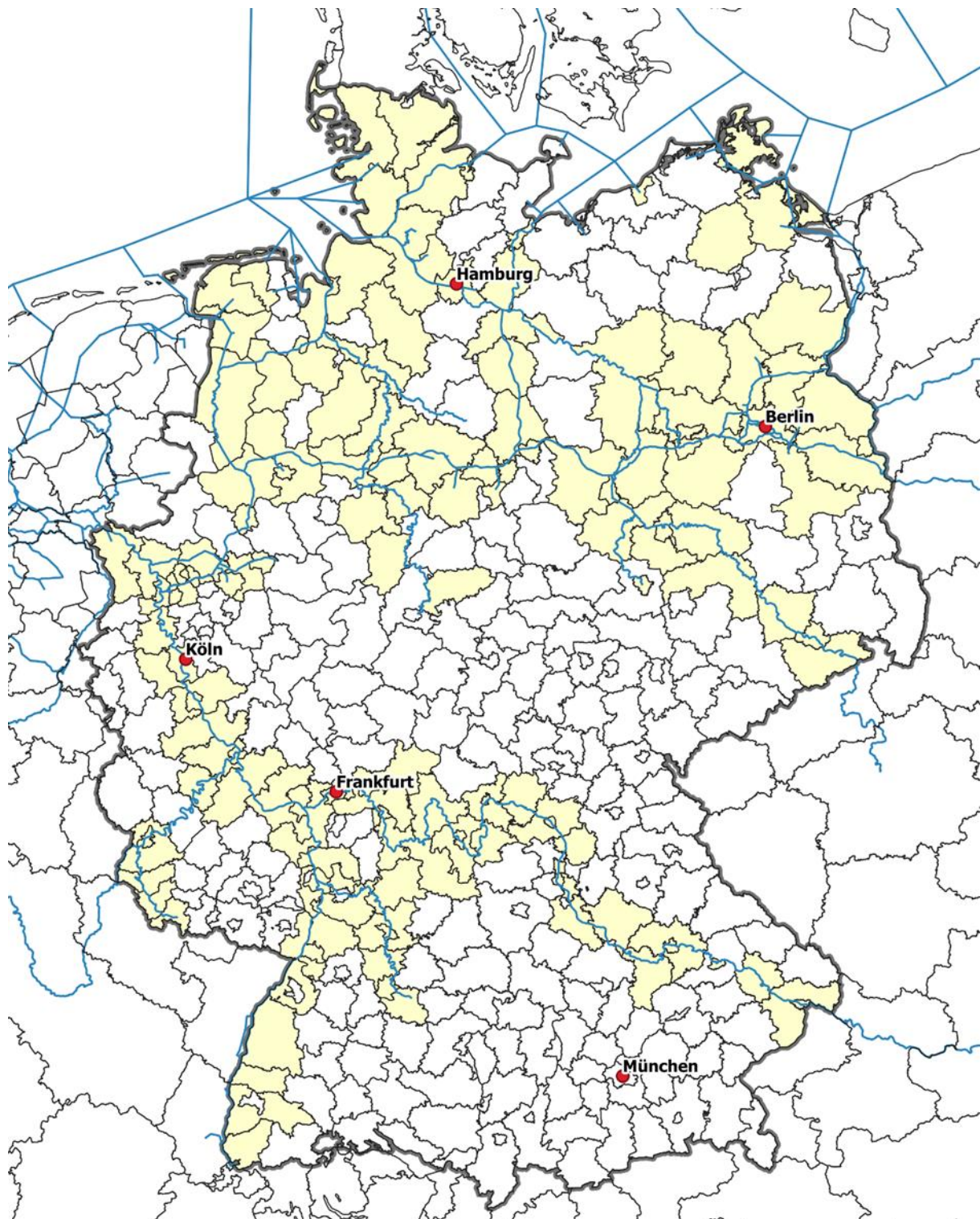
- ◆ Hafen
- Kreisgrenze
- Wasserwege
- ▭ Bundesland

© 2019 TRIMODE
Transport Solutions GmbH

Kreisgrenzen und Bundesländer © GeoBasis-DE / BKG 2010
Häfen: BMVI, Verkehrsverflechtungsprognose 2030,
Los 6, 2014
Ländergrenzen / Wasserwege © EuroGeographics 2016

Quelle: TTS TRIMODE Transport Solutions GmbH

Abbildung 2: Binnenschiffsverkehre im Jahr 2010 nach Regionen



Binnenschiffsgüterverkehr in 2010 nach Regionen

- EU Schifffahrtsnetz
- ▭ Landesgrenze
- ▭ Kreise ohne Binnenschifffahrtsverkehr
- ▭ Kreise mit Binnenschifffahrtsverkehr

© 2019 TRIMODE
Transport Solutions GmbH

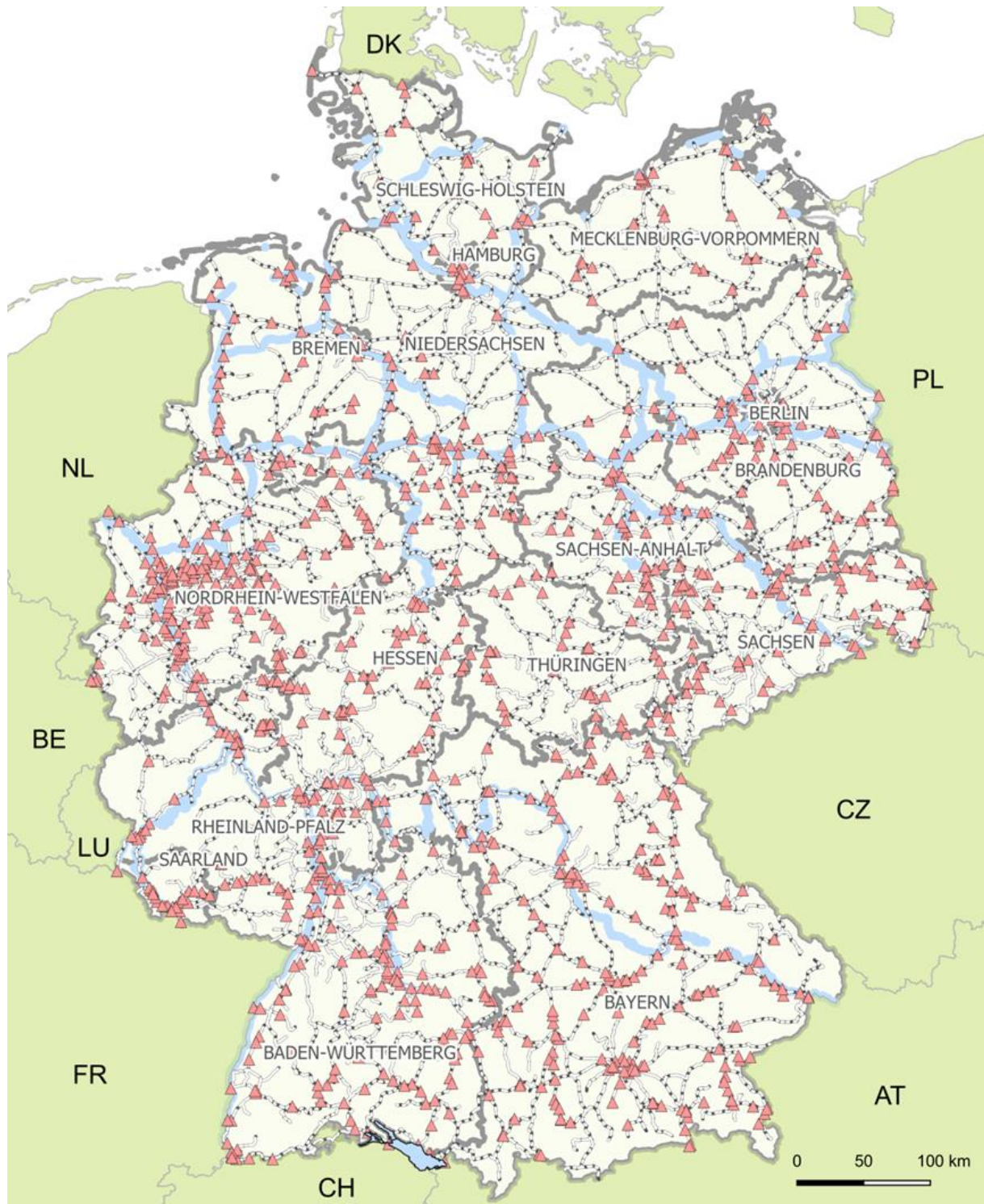
0 50 100 km



Kreisgrenzen D © GeoBasis-DE / BKG 31.12.2015
Staatsgrenzen/Wasserwege/Seen © EuroGeographics 2016
Basisinformationen: EuroGlobalMap (EGM) 2016

Quelle: TTS TRIMODE Transport Solutions GmbH

Abbildung 3: Verladebahnhöfe im Schienengüterverkehr



Verladebahnhöfe im Schienengüterverkehr

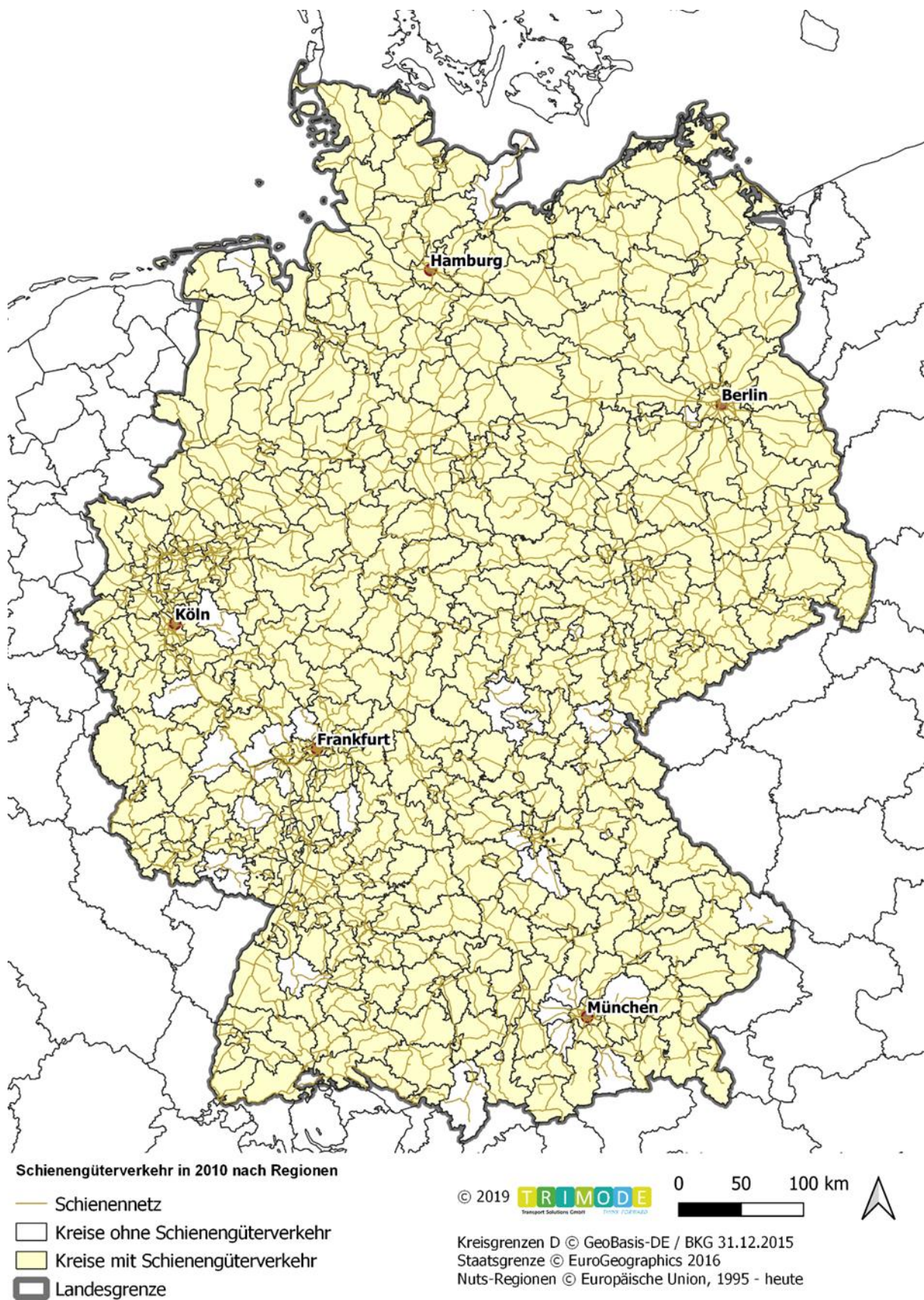
- ▲ Verladebahnhöfe
- Wasserwege
- Bahnnetz
- Bundesland

© 2019 **TRIMODE**
Transport Solutions GmbH

Kreisgrenzen und Bundesländer © GeoBasis-DE / BKG 2010
Verladebahnhöfe: Attribution 4.0 International (CC BY 4.0),
DB Netz AG
Ländergrenzen / Wasserwege © EuroGeographics 2016

Quelle: TTS TRIMODE Transport Solutions GmbH

Abbildung 4: Schienengüterverkehr nach Regionen im Jahr 2010

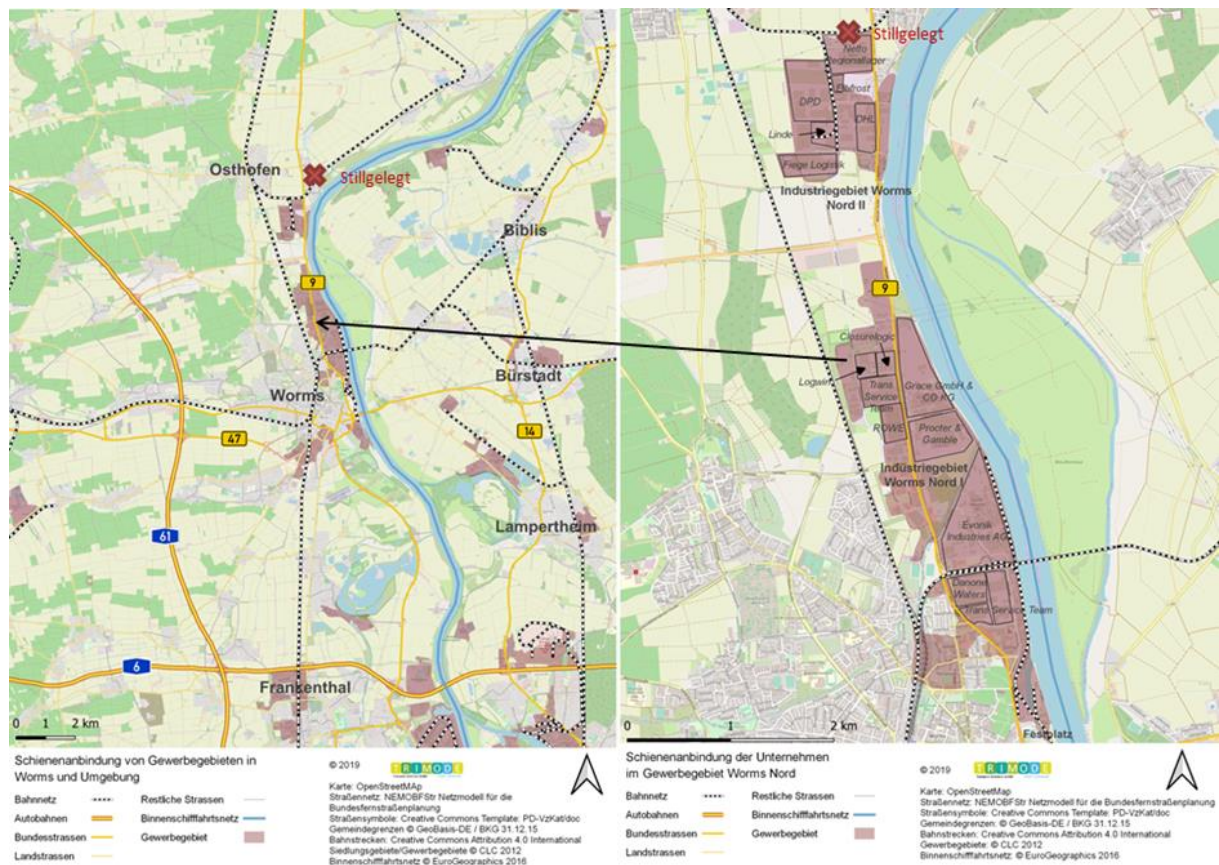


Quelle: TTS TRIMODE Transport Solutions GmbH

Anders stellt sich jedoch die Situation im Schienenverkehr dar. Abbildung 3 zeigt deutlich, dass schienenseitig fast alle Teile Deutschlands (auf Basis der Stadt- und Landkreise) erschlossen sind. Allein bei DB Cargo werden zwischen 1.500 und 2.000 unterschiedliche Verladepunkte deutschlandweit differenziert. Trotz der deutschlandweiten Schienenanbindung gibt es jedoch Kreise, in denen überhaupt kein Schienengüterverkehr stattfindet (vgl. Abbildung 4).

Die hohe Dichte von Verladebahnhöfen ist kein Zeichen dafür, dass jedes Unternehmen und jedes Gewerbegebiet über einen Schienenanschluss verfügt. Auch bei Anbindung von Gewerbegebieten ist es so, dass der Schienenanschluss nur von bestimmten Unternehmen bedient wird, benachbarte Unternehmen diesen jedoch nicht nutzen, wie in der Abbildung 5 beispielhaft für den Raum Worms dargestellt wird. Hier verfügen Procter & Gamble sowie die Grace GmbH, zwei bedeutende Unternehmen aus der Konsumgüter- und Chemiebranche, trotz direkter Rheinlage und genereller Schienenanbindung des Gewerbegebietes, weder über einen Schienen- noch einen Wasserstraßenanschluss.

Abbildung 5: Schienenanbindung von Gewerbegebieten und Unternehmen im Raum Worms



Quelle: TTS TRIMODE Transport Solutions GmbH

Wie Tabelle 28 entnommen werden kann, besteht rd. 73% (2,7 Mrd. t) des in der Verkehrsverflechtungsprognose abgebildeten Verkehrsaufkommens aus Relationen, die ausschließlich per Lkw bedient werden und somit keine intermodale Konkurrenz vorliegt. Weitere rd. 7% werden ausschließlich per Bahn und Binnenschiff bedient. Hierbei handelt es sich in der Regel um reine Massengüter mit hohen direkten Transportgrößen auf einer Relation. Lediglich auf rd. 20% aller Verkehrsrelationen (742 kt) gibt es eine Konkurrenzbeziehung zwischen dem Lkw und einem der anderen beiden Verkehrsträger. Häufige Gründe für die Bedienung des Großteils des Verkehrsaufkommens ausschließlich mit Lkw, sind in der Regel fehlende werksseitige Anbindungen an Bahn und Binnenschiff, unzureichende Verkehrsaufkommen bzw. branchenspezifisch kleine

Sendungsgrößen, die einen massenhaften Einsatz von Bahn und Binnenschiff nicht rechtfertigen sowie teilweise kurze Verkehrsdistanzen. Auf diesen intermodalen Verkehrsrelationen werden bereits 43% der Verkehre bzw. rd. 320 kt per Bahn und Binnenschiff transportiert.

Könnte man auf den aktuell intermodal konkurrenzten Relationen auch die Lkw-Anteile von rd. 420 kt für die Bahn und das Binnenschiff gewinnen, dann würde sich der Marktanteil der beiden Verkehrsträger um knapp 11% auf 27% erhöhen.

Tabelle 28: Relationen mit intermodaler Verkehrsträgerkonkurrenz im Jahr 2010

Gesamtverkehrsmenge in Mio. t	3.705
reine Relationen Lkw in Mio. t (ohne intermodale Konkurrenz)	2.694
Anteil reiner Lkw-Relationen in %	72,7%
Reine Relationen per Bahn und Binnenschiff in Mio. t	269
Anteil reine Relationen per Bahn und Binnenschiff in Mio. t	7,3%
Relationen mit intermodaler Konkurrenz in 1.000 t	742,1
Anteil intermodaler Konkurrenzrelationen in %	20,0%
hiervon Anteil Bahn und Binnenschiff in %	43,0%
max. möglicher Anteil Bahn und Binnenschiff bei 100% Verlagerung aller intermodaler Verkehre	27,3%

Quelle: TTS TRIMODE Transport Solutions GmbH

1.2.7 Verkehrsrelationen mit intermodaler Verkehrsträgerkonkurrenz nach Distanzklassen

Betrachtet man allein das intermodale Verkehrspotenzial von 0,75 Mrd. t, dann liegen rd. 70% (rd. 525 kt) davon in der Entfernungsklasse bis 200 km (siehe Tabelle 29). Davon werden rd. 28% bereits per Bahn und Binnenschiff transportiert.

Bei den per Bahn und Binnenschiff transportierten Gütern handelt es sich i. d. R. um Werksverkehre oder massenhafte Verkehre zwischen Produktions- bzw. Abbaustätte und Verbrauchsstätte, wie z. B. in der Zement-, Baustoff- und Energieindustrie (Braun- und Steinkohletransporte) oder um Zulieferverkehre benachbarter Unternehmen, wie in der Stahlindustrie. Würde man das Gesamtverkehrsaufkommen in diesen Entfernungsklassen (und nicht nur die Relationen, in denen eine intermodale Konkurrenz vorhanden ist) betrachten, dann liegt der Marktanteil der beiden umwelt effizienten Verkehrsträger sogar nur bei knapp 5%¹⁰. Allein über 2 Mrd. t werden auf Relationen unter 200 km ohne intermodale Verkehrsträgerkonkurrenz per Lkw transportiert.

Bei Entfernungen von über 200 km weisen jedoch Bahn und Binnenschiff Marktanteile zwischen 70% und 85% an den relevanten intermodal besetzten Verkehrsrelationen aus. Dies bedeutet, dass auf den langen Verkehrsentfernungen mit intermodaler Verkehrsträgerkonkurrenz die Bahn und das Binnenschiff bereits sehr stark vertreten sind.

Hierdurch ergibt sich an den intermodal besetzten Verkehrsrelationen mit einer Transportweite von über 200 km nur noch ein geringes Marktpotenzial für Bahn und Binnenschiff, welches im Jahr 2010 bei rd. 44 Mio. t¹¹ lag und vom Lkw-Verkehr transportiert wurde. Würde man diese Menge zu 100% als Verlagerung zur Bahn und Binnenschiff ausschöpfen können, dann läge der

¹⁰ Hierzu wird das reine Lkw-Verkehrsaufkommen mitbetrachtet.

¹¹ Summe der nicht per Bahn und Binnenschiff transportierten intermodale Verkehre bei Entfernungen über 200 km.

Anteil der Bahn und des Binnenschiffes im Jahr 2010 auf Aufkommensbasis lediglich um knapp 1% höher, als er tatsächlich realisiert wurde.

Tabelle 29: Verkehrsrelationen mit intermodaler Verkehrsträgerkonkurrenz nach Distanzklassen im Jahr 2010

Alle Relationen mit intermodaler Konkurrenz		davon Verkehrsrelationen bis 100 km	
Verkehrsaufkommen gesamt in 1.000 t	742,1	Verkehrsaufkommen gesamt in 1.000 t	466,1
dav. Bahn und Binnenschiff in 1.000 t	319,3	dav. Bahn und Binnenschiff in 1.000 t	111,0
Marktanteil Bahn und Binnenschiff in %	43%	Marktanteil Bahn und Binnenschiff in %	24%
+ reines Lkw-Aufkommen in 1.000 t	2.693,6	+ reines Lkw-Aufkommen in 1.000 t	1.576,7
davon Verkehrsrelationen 101 bis 200 km		davon Verkehrsrelationen 201 bis 300 km	
Verkehrsaufkommen gesamt in 1.000 t	58,4	Verkehrsaufkommen gesamt in 1.000 t	60,3
dav. Bahn und Binnenschiff in 1.000 t	34,7	dav. Bahn und Binnenschiff in 1.000 t	47,4
Marktanteil Bahn und Binnenschiff in %	59%	Marktanteil Bahn und Binnenschiff in %	79%
+ reines Lkw-Aufkommen in 1.000 t	421,3	+ reines Lkw-Aufkommen in 1.000 t	184,7
davon Verkehrsrelationen 301 bis 400 km		davon Verkehrsrelationen 401 bis 500 km	
Verkehrsaufkommen gesamt in 1.000 t	27,8	Verkehrsaufkommen gesamt in 1.000 t	33,7
dav. Bahn und Binnenschiff in 1.000 t	19,8	dav. Bahn und Binnenschiff in 1.000 t	27,6
Marktanteil Bahn und Binnenschiff in %	71%	Marktanteil Bahn und Binnenschiff in %	82%
+ reines Lkw-Aufkommen in 1.000 t	117,8	+ reines Lkw-Aufkommen in 1.000 t	85,1
davon Verkehrsrelationen 501 bis 600 km		davon Verkehrsrelationen größer 600 km	
Verkehrsaufkommen gesamt in 1.000 t	27,2	Verkehrsaufkommen gesamt in 1.000 t	68,5
dav. Bahn und Binnenschiff in 1.000 t	22,7	dav. Bahn und Binnenschiff in 1.000 t	56,0
Marktanteil Bahn und Binnenschiff in %	84%	Marktanteil Bahn und Binnenschiff in %	82%
+ reines Lkw-Aufkommen in 1.000 t	65,7	+ reines Lkw-Aufkommen in 1.000 t	242,4

Quelle: TTS TRIMODE Transport Solutions GmbH

Betrachtet man allein die intermodal konkurrierenden Verkehre, sind größere zusätzliche Verlagerungseffekte somit kaum vorstellbar. Anders stellt sich jedoch die Situation dar, wenn auch die reinen Lkw-Verkehre als Verlagerungspotenzial für Schiene und Binnenschiff gewonnen werden können. Hier liegt das Verkehrsaufkommen über alle Relationen mit einer Entfernung von über 200 km bei einer Höhe von rd. 700 Mio. t; bei allen Relationen über 300 km bei rd. 510 Mio. t. Könnte dieses Verkehrsaufkommen vollständig auf Bahn und Binnenschiff verlagert werden, dann könnte der Marktanteil beider Verkehrsträger um 19% (>200 km) bzw. um 14% (>300 km) erhöht werden. Für eine qualifizierte Abschätzung der Möglichkeiten für Verlagerungen, ist eine Auseinandersetzung mit der kostenmäßigen Wettbewerbssituation zwischen den Verkehrsträgern erforderlich.

1.2.8 Verkehrsträgerspezifische Transportkosten

Verkehrsmittelwahlentscheidungen beruhen zu einem hohen Anteil auf der Höhe der Transportpreise, durch welche die gesamte Transportkette abgebildet wird. Diese basieren im Wesentlichen auf den Kostenstrukturen der einzelnen Verkehrsträger, die durch Gewinnzuschläge ergänzt werden. In Märkten mit starken und relativ stabilen Konkurrenzbeziehungen sind die Gewinnzuschläge niedrig und kommen relativ nah an den Vollkostenrechnungen an. Kostenschätzungen, in vorhergehenden Projekten zeigten, dass auch bei Nichtberücksichtigung von Gewinnzuschlägen eine gute Annäherung an das Frachtratenniveau der unterschiedlichen Verkehrsträger erzielt werden kann und durch Vergleiche auf reiner Kostenbasis keine größeren Verzerrungen eintreten. Deswegen wird auch hier auf Basis von Kostenwerten der unterschiedlichen Verkehrsträger gearbeitet.

Die nachfolgend dargestellten Kostenanalysen basieren auf Werte, die im Rahmen der Bundesverkehrswegeplanung für den Aufbau des Verkehrsmittelwahlmodells¹² für alle drei Verkehrsträger zum Preisstand 2010¹³ entwickelt wurden. Dies betrifft jedoch weitgehend die einzelnen Fahrzeugkosten; die dargestellten Infrastrukturkosten, wie z. B. Mautkosten und Trassenpreise, werden zu den aktuellen Preisständen dargestellt.

1.2.8.1 Kostenstrukturen im Straßengüterverkehr

Aus diesen oben genannten Vorarbeiten stehen Lkw-Kosten für Tanksattelzüge, sowie Sattelzüge im kombinierten und konventionellen Verkehr zur Verfügung. Im Wesentlichen können die bestimmenden Lkw-Kosten in vier Hauptgruppen unterschieden werden. Hierbei handelt es sich um Personal- und Kraftstoffkosten sowie weitere variable und fixe Kosten.

Die im Rahmen des Verkehrsmittelwahlmodells ermittelten Kostensätze wurden weitestgehend auf Grundlage der Daten und der Kalkulationsannahmen aus dem Lastauto Omnibus Katalog 2011¹⁴ entwickelt. Hier stehen umfangreiche Kostenschätzungen der DEKRA für repräsentative Fahrzeuge für das Jahr 2010 zur Verfügung. Zur Verfeinerung und Ergänzung des Kostenrahmens wurden zudem Daten des Statistischen Bundesamtes, des Bundesverbandes für Güterkraftverkehr, Logistik und Entsorgung (BGL) sowie aus der einschlägigen Fachliteratur herangezogen. Außerdem wurden stichprobenartig Speditionen und Transportunternehmen nach Erfahrungswerten aus der Praxis befragt.

Die vier o.g. Hauptgruppen lassen sich in variablen bzw. kilometerabhängigen Kosten, die von der Einsatzintensität abhängen, und den fixen Kosten, die weitgehend zeitabhängig sind, unterscheiden. Die Personalkosten gehören zu den fixen Kosten¹⁵, die Kraftstoffkosten gehören zu den variablen Kostenbestandteilen. Weitere variable Kosten sind: Schmierstoffkosten, Reifenkosten sowie Kosten für Reparaturen, Wartung und Pflege. Zu den fixen Kosten gehören: Personalkosten, Abschreibungen, Kosten der Fremdkapitalfinanzierung, Steuern und Versicherungen, Kosten für die Unterstellung und Reinigung der Fahrzeuge, sowie Kosten für die Verwaltung.

Für die Kapitalverzinsung wird ein privater Kalkulationszinssatz von 6% unterstellt. Die Abschreibungsdauer wird mit sechs Jahren kalkuliert; die jährliche Fahrleistung der Sattelzüge

12 BVU (entspr. Abteilung umbenannt in TTS TRIMODE Transport Solutions GmbH) + TNS + KIT: Entwicklung eines Modells zur Berechnung von modalen Verlagerungen im Güterverkehr für die Ableitung konsistenter Bewertungsansätze für die Bundesverkehrswegeplanung, Freiburg-München-Karlsruhe 2016.

13 Für dieses Jahr liegen aus der BVWP einheitliche Kostensätze für alle Verkehrsträger vor. Eine Aktualisierung der Kosten wäre insbesondere bei Schiene und Wasserstraße mit einem hohen Aufwand verbunden und war im Rahmen dieser Studie nicht möglich.

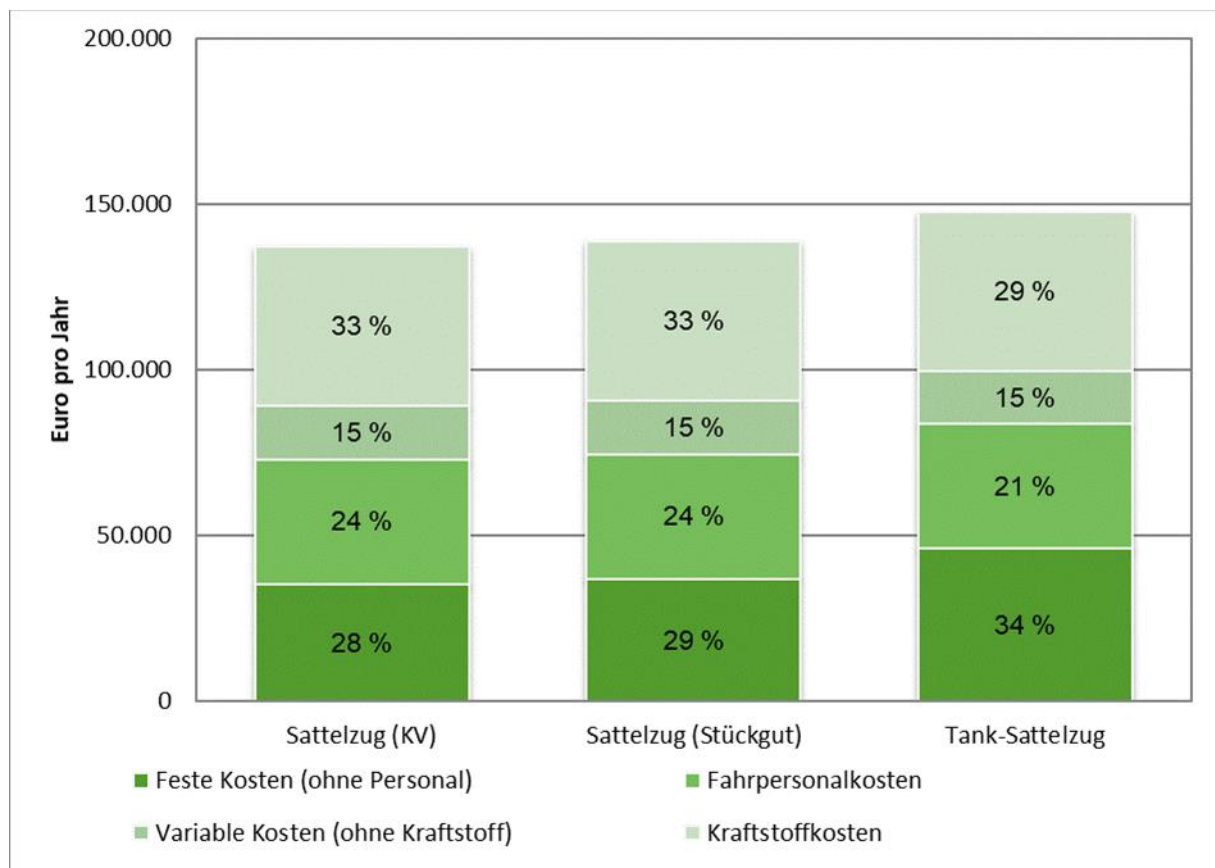
14 EuroTransportMedia Verlags- und Veranstaltungs GmbH (2010): Lastauto Omnibus Katalog 2011, Stuttgart.

15 Hierbei wird davon ausgegangen, dass unabhängig von der Beschäftigungsauslastung Personal vorhanden ist.

über die sechs Jahre wird mit 135.000 km p.a. angenommen und der durchschnittliche Kraftstoffverbrauch wird mit 33 l je 100 km angenommen. Der Brutto-Lohn des Lkw-Fahrers wird nach Auswertungen von verdi mit 26.500 € p.a. festgesetzt.

Die Kraftstoffkosten machen übers gesamte Jahr bis zu einem Drittel der Gesamtkosten von Fernverkehrsspeditionen aus und sind der bedeutendste Kostenfaktor. Es folgen mit relativ ähnlich großer Bedeutung die fixen Kosten und die Personalkosten. Ausnahme ist der Tank-Sattelzug, dessen kapitalintensiver Sattelaufleger zu einem höheren Fixkostenanteil führt.

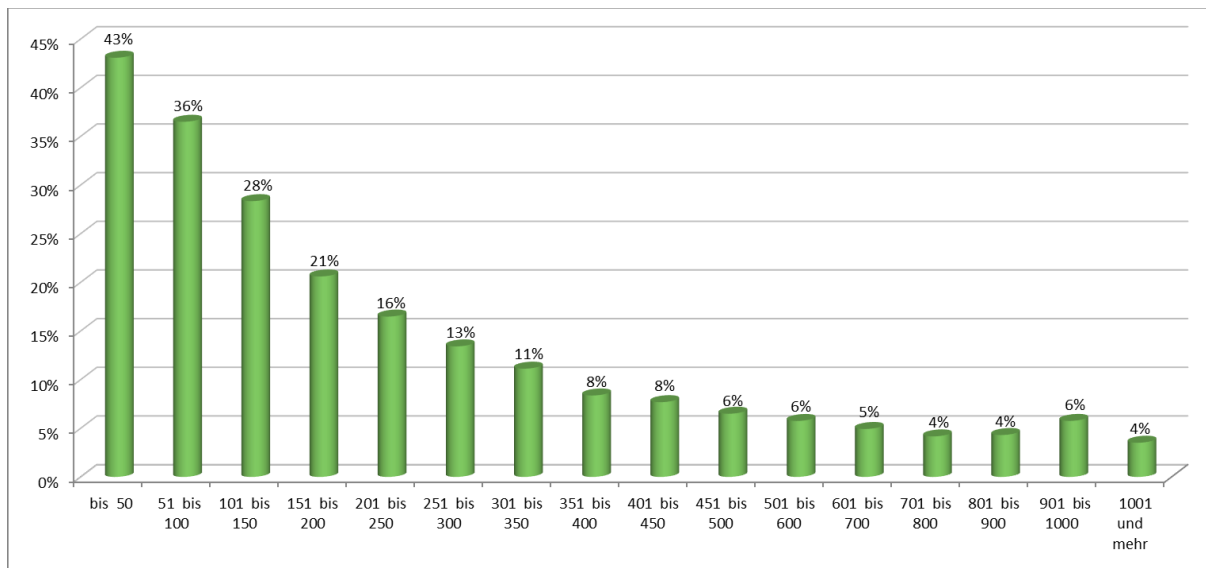
Abbildung 6: Aufteilung der Kostenkomponenten bei repräsentativen Lkw-Fahrzeugen



Quelle: TTS TRIMODE Transport Solutions GmbH

Neben diesen betriebsbezogenen Transportkosten sind Lkw-Mautkosten zu berücksichtigen. Diese sind abhängig von der Schadstoffklasse, sowie der Achs- und Gewichtsklasse. Für Lkw größer 18 t und vier Achsen liegen die Mautsätze aktuell zwischen 18,7 ct/km (€ 6) und 26,1 ct/km (€ 1). Leichtere Lkw und mit weniger Achsen zahlen um bis zu 50% niedrigere Mautgebühren. Waren im Jahr 2010, auf das sich die Datenanalyse bezieht, nur die Autobahnen bemaute, ist die Maut zwischenzeitlich auch auf alle Bundesstraßen ausgeweitet worden.

Abbildung 7: Leerfahrtanteil nach Entfernungskilometern



Quelle: Kraftfahrt-Bundesamt, Verkehr deutscher Lastkraftfahrzeuge (VD), 2017

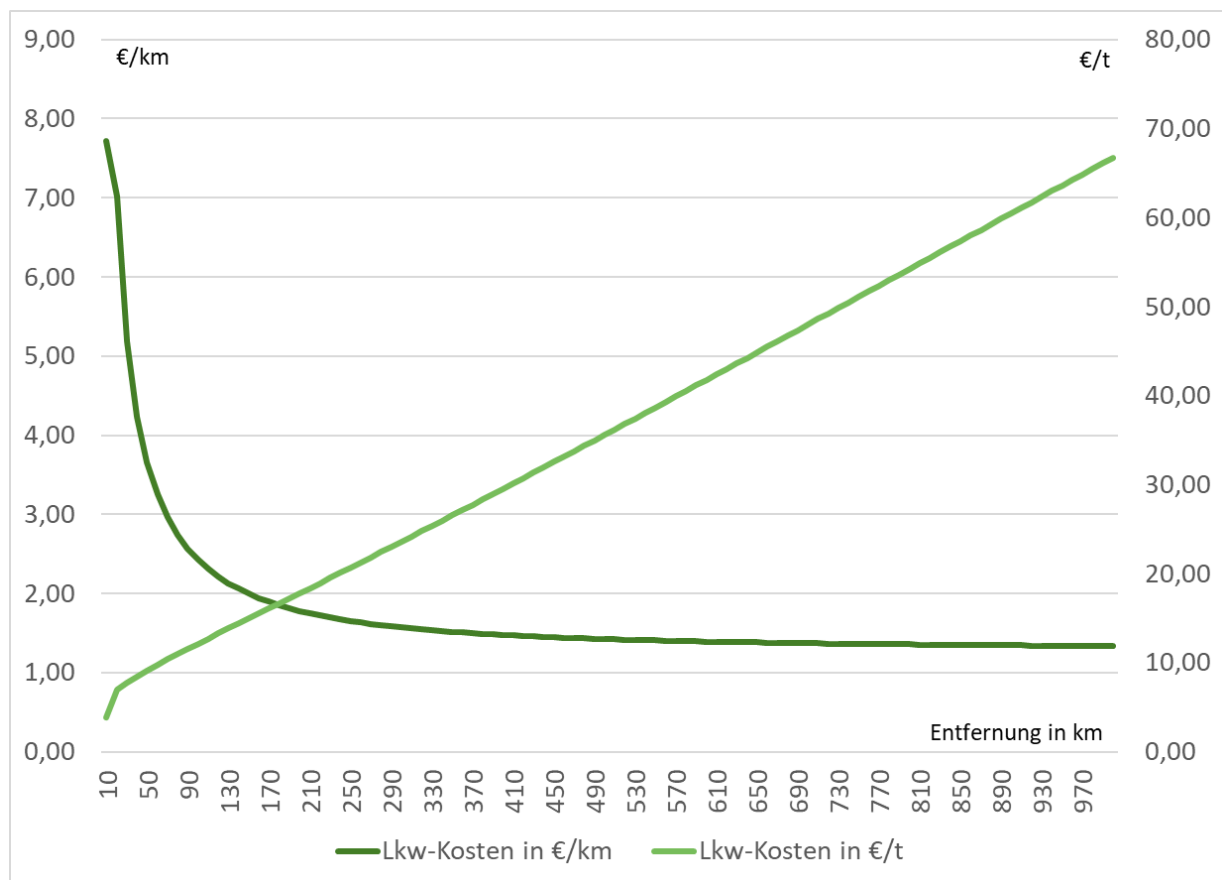
Viel bedeutender als die Mautkosten wirken sich jedoch betriebsbedingte Leerfahrten nach einer Ladungsfahrt aus, für die der Transporteur nicht bezahlt wird. Hierbei handelt es sich entweder um die Rückfahrt nach einer Ladungsfahrt zum Ausgangspunkt oder um die leere Weiterfahrt zur nächsten Ladungsstelle. Kosten solcher Leerfahrten sind bei den beladenen Transporten zu berücksichtigen. Transporte werden in solchen Fällen mit weiteren (im Extremfall doppelt so hohen) Kosten belastet, sodass die Rentabilität dieser Verkehre sinkt. Deswegen bemühen sich Spediteure durch Akquisition von Rückladung diese Leerfahrten zu minimieren, um die Transportkosten gering zu halten (vgl. BVU, TNS 2016).

Den Daten des KBA kann die Anzahl der vollen und der leeren Lkw-Fahrten nach Transportentfernstufen entnommen werden. In

Abbildung 7 wird deutlich, dass der Anteil der leeren Fahrten im Nahverkehr bis zu 50 km mit 43% sehr hoch ist, danach kontinuierlich sinkt und bei Fahrten mit über 1.000 km mit 4% am niedrigsten ist. Bereits bei Fahrten ab 500 km werden nur noch Leerfahrtanteile von ca. 5% realisiert. Dies ist jedoch kein Zeichen dafür, dass es den Speditionen insbesondere auf fernen Relationen gelingt, eine Rückladung zu organisieren, sondern eher, dass auf fernen Relationen dann gefahren wird, wenn entweder am Zielort oder an einer auf dem Rückweg günstig gelegenen Ladestelle auch eine Rückladung gefunden werden kann, da sonst die Transportkosten überdurchschnittlich ansteigen (vgl. BVU, TNS 2016).

Abbildung 8 zeigt für Lkw-Transporte mit einer Beladung von 20 t die Kostenentwicklung¹⁶ nach unterschiedlichen Transportdistanzen. Bei Nahverkehren bis zu 50 km müssen Kosten um die 180 € je Fahrt einkalkuliert werden. Hier schlagen sich insbesondere die hohen Fixkostenbelastungen im Lkw-Verkehr durch, insbesondere auch durch Berücksichtigung der Zeiten für Lade- und Löschvorgänge. Diese gehen in ihrer Bedeutung mit zunehmender Transportweite zurück, so dass zu doppelt so hohen Transportkosten Transportweiten zwischen 200 und 220 km (also das Vierfache an Entfernung) realisiert werden können. Ein Ladungstransport auf einer Distanz von 600 km kostet rd. 800 €. Während im Nahverkehr bis zu einer Entfernung von 50 km die km-bezogenen Kosten von 8 € auf 3,7 € zurückgehen, liegen die distanzabhängigen Kosten auf einer Distanz von 200 km bei rd. 1,80 €/km und bei 600 km bei rd. 1,40 € je km (inkl. Maut). Danach sinken die km-abhängigen Kosten nur noch unwesentlich.

Abbildung 8: Lkw-Kosten in €/t bzw. in €/km nach Transportdistanzen



¹⁶ Die Lkw-Kosten wurden zum Preisstand 2010 berechnet; allerdings wurde für die Bemaßung von den Mautgebühren des Jahres 2019 ausgegangen.

Quelle: TTS TRIMODE Transport Solutions GmbH

1.2.8.2 Kostenstrukturen im Schienengüterverkehr

Im Schienengüterverkehr sind i. d. R. folgende Kostenbestandteile zu berücksichtigen:

- ▶ Vorhaltekosten der Triebfahrzeuge
- ▶ Vorhaltekosten der Güterwagen
- ▶ Zugförderkosten, bestehend aus Personal- und Traktionskosten, sowie
- ▶ Infrastrukturnutzungskosten.

Hinzu kommen Kosten für die Verwaltung (z. B. Vertrieb, Disposition, Buchhaltung etc.) des Eisenbahnverkehrsunternehmens (EVU).¹⁷¹⁸

Die Vorhaltekosten der Lokomotiven variieren nicht nur in Abhängigkeit der eingesetzten Bauweisen, sondern auch durch die Fähigkeit Infrastrukturnetze mit unterschiedlichen Stromsystemen (hier wird zwischen Ein-, Zwei- und Mehrsystemlokomotiven unterschieden) sowie unterschiedliche Zugleitsysteme zu erkennen. Im Normalfall fallen für eine Lokomotive um die 3 Mio. € an Anschaffungskosten an; Mehrsystem-Lokomotiven sind um rd. 15% teurer, die Zusatzausrüstung mit ETCS schlägt mit rd. 0,3 Mio. € je Fahrzeug zu Buche. Größere Unterschiede bei den Anschaffungskosten zwischen Diesel- und E-Triebfahrzeugen sind im Langstreckenbetrieb nicht zu beobachten. Die Lebensdauer der Triebfahrzeuge liegt bei rd. 30 Jahren¹⁹.

Neben den Kosten der Vorhaltung der Triebfahrzeuge sind im Schienengüterverkehr auch die Vorhaltekosten für die Güterwaggons zu berücksichtigen. Da die Güterwagen je nach Bauart und Einsatzbereich unterschiedliche Kosten in der Anschaffung und Instandhaltung verursachen, sind die hier auftretenden Kosten sehr unterschiedlich. Die Vorhaltekosten schwanken je nach Wagentyp zwischen 0,8 und 1,8 € pro Einsatz-h, wobei die Kosten für Kesselwagen und für andere Spezialwagen, wie z. B. im Stahl- und Automobilverkehr, höher liegen. Die Kosten für die eingesetzten Güterwagen fallen i. d. R. auf den kompletten Zeitraum an, in dem der Güterwagen für weitere Transporte nicht zur Verfügung steht. Diese Zeitspanne umschließt nicht nur die eigentliche Transportzeit, sondern auch die Zeit, die für die Be- oder Entladung der Güterwagen benötigt wird bzw. bis es zu einem weiteren Transport kommt.

In Deutschland können mit Ausnahme der Strecke zwischen Padborg und Maschen lediglich Züge mit einer maximalen Länge von 740 m gebildet werden. Bei Wagenlängen zwischen 15 m und 18 m würden diese Züge im Durchschnitt Bruttozuggewichte (inkl. Eigengewichte der Lokomotiven und Wagen) zwischen 2.500 m und 3.400 m erreichen. Im Eisenerzverkehr erreichen Züge Gewichte bis zu 5.000 t und sind deutlich schwerer.

Solch hohe Zuggewichte können nicht von einer Lokomotive (sog. Einfachtraktion) gezogen werden. Je nach Streckenneigung können mit einer Lokomotive in der Regel zwischen 1.500 t (bei einer Streckenneigung von ungefähr 10‰) und 2.000 t gezogen werden. Darüber hinaus gehende Transportgrößen oder Strecken mit größeren Streckenneigungen erfordern den Einsatz von mehreren (i. d. R. zwei) Lokomotiven. Der Einsatz mehrerer Lokomotiven ist nicht nur mit höheren Vorhaltekosten verbunden, sondern auch mit einem höheren Energiekosteneinsatz. Züge in

17 Vgl. Hagenlocher, S.; Wittenbrink, P. (2012): Kalkulation von Schienengüterverkehrsleistungen, Artikel im Privatbahn-Magazin Ausgabe 03/2012, S. 30f.

18 Unberücksichtigt bleiben insbesondere im kombinierten Verkehrs Vertriebskosten für die Akquisition der Ladung, sowie Kosten für Sonderpositionen, die ausschließlich an infrastrukturellen Engpassstellen, wie z. B. Steilrampen, anfallen.

19 Im aktuellen Bestand sind nur 18% der Lokomotiven älter als 30 Jahre alt.

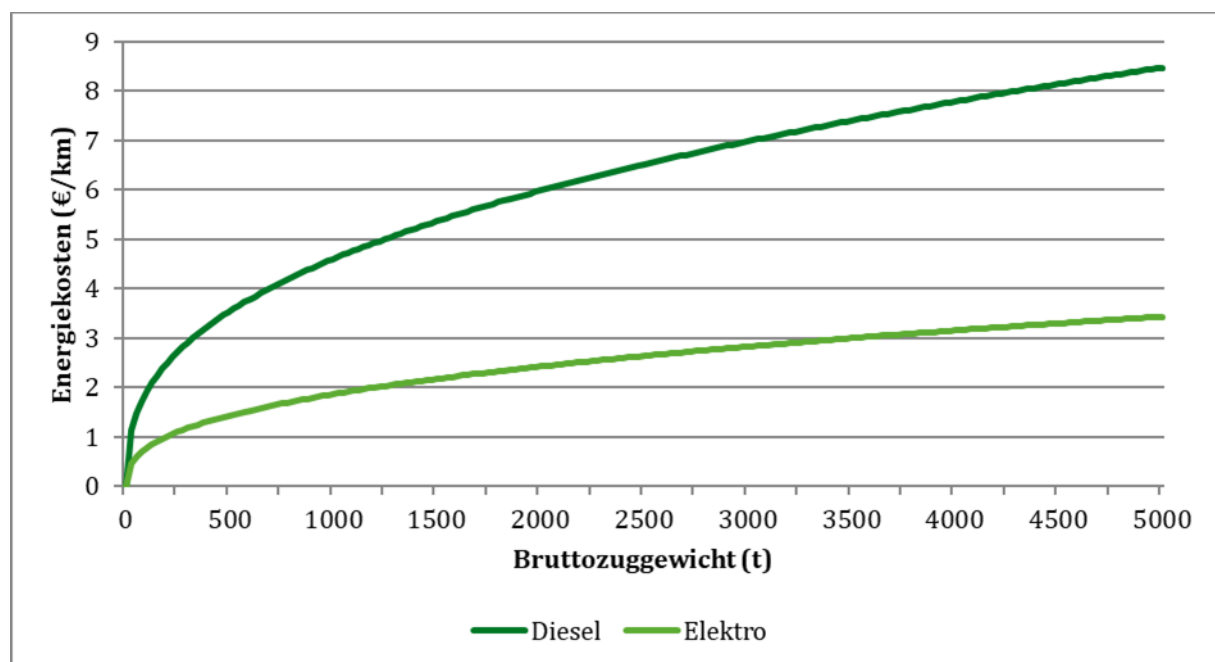
dieser sog. Doppeltraktion sind die Regel in der Eisenerz- und Kohlebeförderung, sowie vereinzelt beim Transport von Baustoffen. In den restlichen Bereichen wird überwiegend mit Einfachtraktion und Zügen mit kleineren Längen unter 740 m gefahren.

Bei den Traktions(energie)kosten wird im Schienengüterverkehr zwischen E- und D-Traktion differenziert²⁰. Hier gilt zunächst, dass je höher das Bruttogewicht der Züge ist, desto höher fallen die damit verbundenen Energiekosten an. Im Ergebnis ergeben sich für unterschiedliche Bruttogewichte die in Abbildung 9 dargestellten Energiekosten nach Traktionsart. Es wird deutlich, dass die Fahrt mit Elektro-Lokomotiven deutlich kostengünstiger ist als mit Diesel-Lokomotiven. Die Betriebskosten pro km liegen bei D-Traktion zwischen 1 und 6 €/km und zwischen 0,5 und 2,5 € bei E-Traktion. Mit steigendem Bruttogewicht erhöht sich die, auch bei leichten Zügen, bereits ausgeprägte Differenz zwischen E- und D-Traktion. Da Diesel-Lokomotiven neben den höheren Traktionskosten auch höhere Vorhaltekosten aufweisen, können relationsspezifisch Transportkostennachteile gegenüber Elektro-Lokomotiven zwischen 20% und 30% resultieren.

Neben dem Bruttogewicht ist allerdings auch das Streckenprofil (flache, hügelige, bergige Strecke) und der streckenbedingte Betriebsfluss (bestimmt durch die Anzahl erforderlicher Betriebshalte z. B. aufgrund von Überholungen durch den Schienenpersonenverkehr) von entscheidender Bedeutung. Solche Einflüsse können den Energieverbrauch um bis zu 25% erhöhen.

Neben den Traktionskosten gehören zu den Zugförderkosten auch Kosten für das eingesetzte Personal (Lokomotivführer), die Kosten für erforderliche Traktionswechsel (bei erforderlichen Wechseln von Lokomotiven mit unterschiedlicher Traktion) und sonstige Zugförderkosten, z. B. für Lokomotivführerwechsel, sowie Beseitigung von Schäden während der Fahrt.

Abbildung 9: Vergleich der Energiekosten nach Bruttogewicht bei Elektro- und Dieseltraktion²¹



20 Die Berechnungen basieren auf Kranke; Schmied; Schön: CO₂-Berechnung in der Logistik, Öko-Institut, München 2011.

21 Berechnet für eine flache Strecke.

Quelle: eigene Berechnung der TTS TRIMODE Transport Solutions GmbH, nach Kranke, Schmied, Schön, CO₂-Berechnung in der Logistik, Öko-Institut, München 2011.

Besondere Bedeutung nehmen bei der Schiene die Zugbildungskosten und die Kosten für die sog. erste und letzte Meile an. Meistens liegen die Umschlagspunkte im Schienengüterverkehr in größeren Gewerbegebieten, in Häfen oder sonstigen Industriestandorten (vgl. BVU, TNS 2016). Die dort angesiedelten Unternehmen bzw. die Kommunen haben die dort aufgebaute Infrastruktur an hierauf spezialisierte Infrastrukturunternehmen vermietet, die den Betrieb auf ihrem eigenen Netz selbst organisieren und ausführen. An diesen Standorten, die über eigene Eisenbahnverkehrsunternehmen verfügen, ist es den meisten Eisenbahnverkehrsunternehmen, die den Transport auf der Strecke durchgeführt haben, nicht gestattet, in diesen Punkten bis zum endgültigen Be- oder Verladeort reinzufahren. Hier muss dann die an dem Triebfahrzeug angehängte Wagengruppe an das verwaltende EV-Unternehmen übergeben werden, die den Transport auf der sogenannten letzten Meile selbst ausführen. Dies gilt i. d. R. sowohl für den Be- oder auch für den Entladeort. Für die Nutzung des lokalen Netzes werden Nutzungsentgelte verlangt. In solchen Fällen spricht man von den Kosten der ersten und der letzten Meile, die sich in ihrer Höhe sehr stark unterscheiden. An großen Seehäfen sind die Nutzungsentgelte am höchsten. Mit sinkender Bedeutung des Wirtschaftsstandorts sinken diese Entgelte i. d. R. ab. Auch die Tarifierung ist sehr heterogen. Ladungstarife, wechseln sich mit Entfernungs-, Wagen- und Zugtarifen ab. Mal wird nach Einheiten (z. B. pro Zug, je Wagen etc.), nach der Anzahl der Achsen oder aber nach den transportierten Gütern tarifiert (vgl. BVU, TNS 2016).

Die Zugbildungskosten umfassen die Kosten für das Rangierpersonal und für die zum Rangieren und Bereitstellen der Wagen erforderliche Energie. Diese Kosten fallen sowohl bei der Zugbildung an als auch bei der Umstellung der Wagen in den Rangierknoten (vgl. BVU, TNS 2016).

Im Schienengüterverkehr werden vier Produktionssysteme unterschieden. Neben dem Verkehr mit Ganzzügen, mit kombinierten und RoLa-Zügen wird der sog. Einzelwagenverkehr unterschieden. Bei den erstgenannten Zugsystemen werden i. d. R. aufkommenshomogene Züge zwischen einer Quelle und einem Ziel befördert. Hier werden die Züge für den Transport aufbereitet und häufig wieder zurückgefahren, ohne dass bei der Rückfahrt der Zug zusammengesetzt wird. Im KV- und RoLa-Verkehr verkehren Züge i. d. R. nach Linienfahrplänen, so dass Züge auch hier nicht auseinandergenommen und neu gebildet werden müssen; Zugbildungskosten sind hier, insbesondere bei regelmäßigen Verkehren, nicht von so hoher Bedeutung.

Anders stellt sich jedoch die Situation im Einzelwagenverkehr da. Hier werden einzelne Wagen aus mehreren Bedienpunkten einer Region in zentralen Rangierzentren(-bahnhöfen) zu Zugeinheiten zusammengesetzt und zu einem zentralen Zielbahnhof transportiert, von dem sie zu den Zielbahnhöfen weiter verteilt werden. Dabei kann es durchaus vorkommen, dass zwischen dem Ausgangsbahnhof und dem Endbahnhof zu Bündelungszwecken weitere Stationen angefahren werden müssen, an denen der einzelne Wagen aus dem Zugverband getrennt und in einen neuen Zug überführt wird. Hier entstehen mehrere Rangiervorgänge, die natürlich zu einer überdurchschnittlichen Zugbildungskostenbelastung führen können. Insbesondere im Einzelwagenverkehr ist die Bedeutung der Zugbildungskosten deutlich höher als in den anderen Produktionssystemen.

Bedeutend wichtiger als die mit der Zugbildung und der Behandlung in den Rangieranlagen verbundenen Kosten sind die hierfür erforderlichen Zeiten. In der Regel wird eine Wagengruppe, die dem Versender zum Beladen oder zum Entladen übergeben wird, nach jeweils 8 Stunden wieder abgeholt. Auf einer einzelnen Relation fallen somit insgesamt bis zu 16 h an Zeiten für Zugbildung, Umschlag, Standzeiten etc. an. Bei durchschnittlichen Verkehrsdistanzen von rd.

350 km und einer reinen Transportzeit von rd. 6 h, nehmen die für die sonstigen Vorgänge anfallenden Zeiten einen Anteil von über 70% an der Gesamttransportzeit an. Natürlich sinkt dieser Anteil mit zunehmender Transportentfernung.

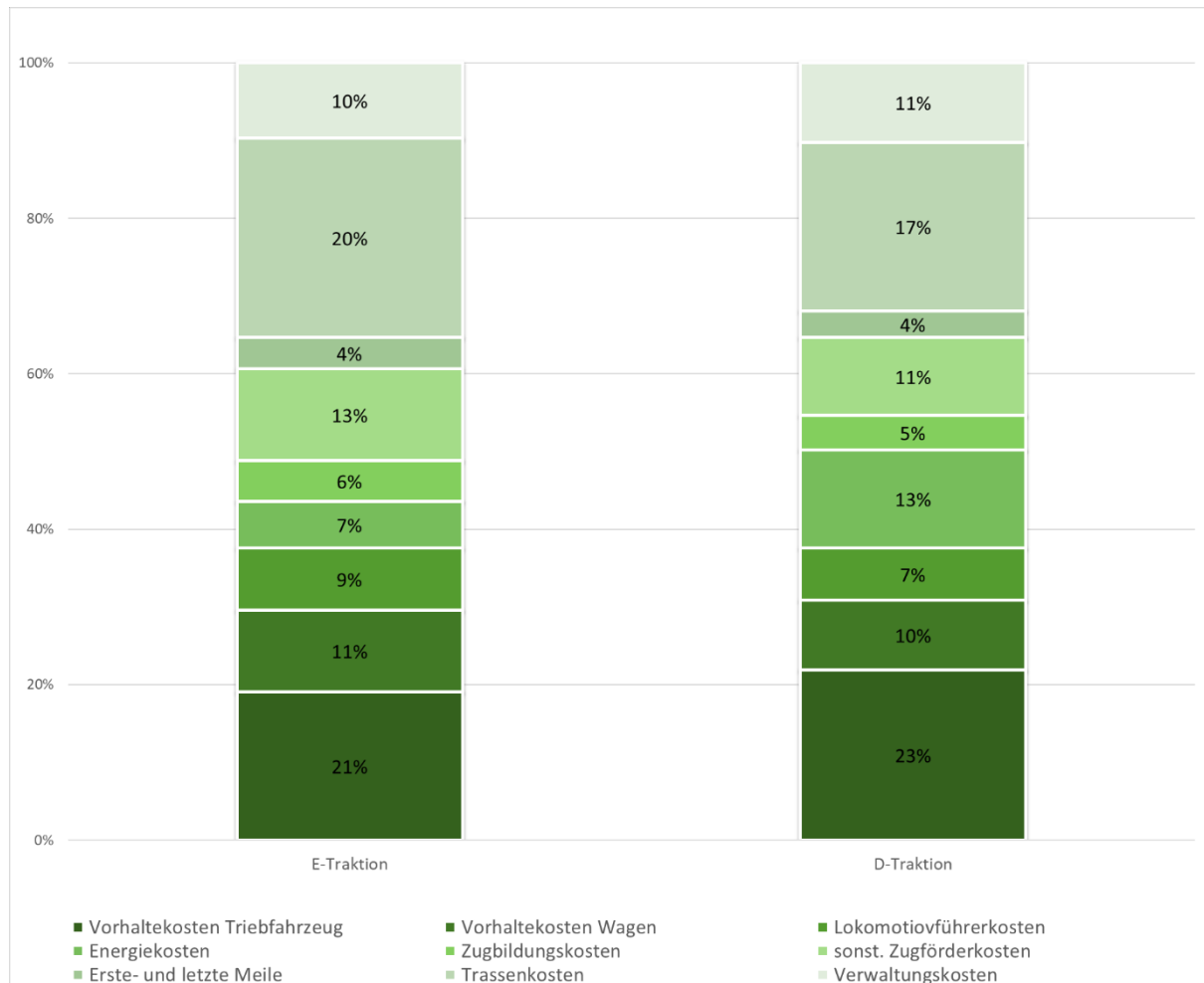
Letztendlich werden auch für die Nutzung der Schieneninfrastruktur seitens der DB Netz AG Trassenpreise erhoben. Im aktuellen Trassenpreissystem wird zwischen Nahverkehrszügen, Standard und schweren Zügen differenziert. Für die Fahrt mit einem Standardzug fallen Kosten in Höhe von 2,91 €/km an, für schwere Züge 4,16 €/km und für Nahverkehrszüge 1,73 €/km an. Auch bei Gefahrgutzügen wird mit 3,56 €/km höher abgerechnet als bei Standardzügen.

Abbildung 10 zeigt die Bedeutung der einzelnen Kostenkomponenten für eine Ganzzugfahrt mit einem Bruttozuggewicht von 1.500 t über eine Entfernung von 500 km (inkl. leerer Rückfahrt), differenziert nach Traktionsart. Bei der Kostenberechnung sind Zeiten und damit verbundene Kosten für den Umschlag der Güter und der Dauer der Abholung der Wagengruppen berücksichtigt²².

In den Berechnungen wird insbesondere die Bedeutung der Höhe der Trassenkosten im Schienengüterverkehr deutlich. Sie nehmen je nach Traktionsart einen Anteil von rd. 17% bis 20% ein und sind damit eine der bedeutendsten Kostenpositionen. Die höchste Bedeutung haben jedoch die Vorhaltekosten der Lokomotiven mit Anteilen zwischen 23% und 21%. Trotz relativ ähnlicher Anschaffungskosten ist die Bedeutung der Vorhaltekosten der Lokomotive bei D-Traktion höher, da die Auslastung über das gesamte Jahr niedriger ist als bei E-Lokomotiven. Weitere Zugförderkosten und die Vorhaltekosten für die Wagen haben eine ähnlich hohe Bedeutung von rd. 10%-13% an der Kostenstruktur eines Schienengüterverkehrs. Wesentlicher Unterschied zwischen den Traktionsarten sind die Energiekosten; sie liegen bei der D-Traktion mit einem Anteil von 13% mehr als doppelt so hoch wie bei einer Fahrt mit einer E-Lokomotive. Erst danach folgen Personal- und Zugbildungskosten. Die Kosten für die Erste- und Letzte-Meile haben in der Beispielrechnung eine niedrige Bedeutung, können jedoch auf Einzelrelationen, aufgrund starker Abweichungen an den einzelnen Standorten, auch eine höhere Bedeutung haben.

²² Umschlagkosten sind in der Kalkulation nicht berücksichtigt. Um Verschiebungen zwischen den Kostenpositionen zu vermeiden sind für diesen Vergleich auch die Trassenpreise des Jahres 2010 angesetzt worden.

Abbildung 10: Bedeutung der einzelnen Kostenkomponenten im Schienengüterverkehr differenziert nach E- und D-Traktion (ohne Umschlagkosten) (unter der Annahme eines Ganzzugstransports mit 1.500 t über 500 km)

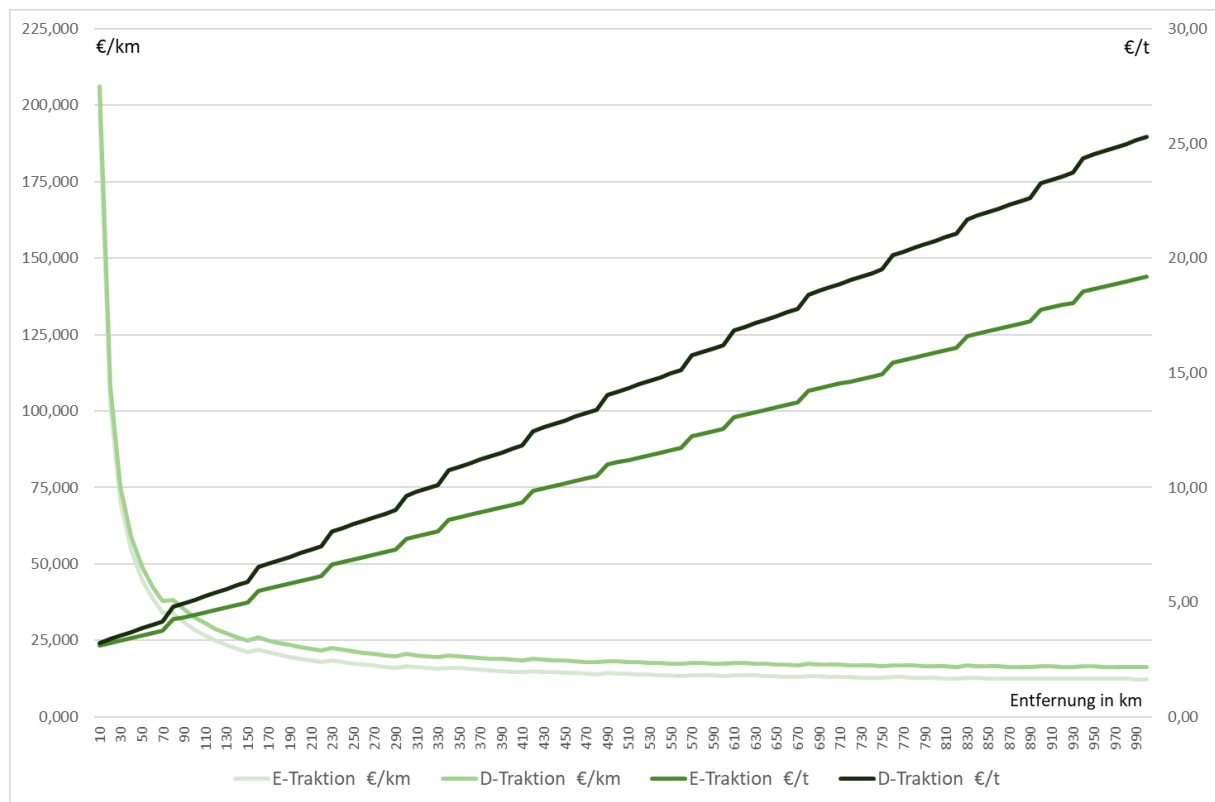


Quelle: TTS TRIMODE Transport Solutions GmbH

Abbildung 11 zeigt die Kostenentwicklung für Ganzzugtransporte mit 1.270 Ladungstonnen (max. mögliche Ladung) nach unterschiedlichen Transportdistanzen und Traktionsarten. Es wird deutlich, dass selbst bei niedrigen Distanzen Verkehre per Schiene günstig sein können. Auf einer Entfernung von 10 km kosten Transporte um die 2.000 € pro Zug (rd. 200 €/km) bzw. um die 3 €/t. Im Nahverkehr bis zu 50 km müssen Kosten um die 2.500 € je Fahrt einkalkuliert werden, bei Kosten von rd. 3,8 €/t. Allerdings drückt sich hier schon die Kostendegression aus, da die Kosten pro km von rd. 200 € auf rd. 50 € deutlich zurückgehen. Diese starke Kostendegression zieht sich bis zu Transportweiten von rd. 250 km. Bei dieser Transportweite entstehen Kosten zwischen 4.400 und 5.400 € (je nach Traktionsart) bzw. Kosten von 6,9 €/t oder 8,4 €/t. Die Kosten pro zurückgelegtem km liegen jedoch bereits zwischen 17 € und 21 €. Ein Ladungstransport auf einer Distanz von 600 km kostet zwischen 8.000 und 10.500 €, sodass die distanzabhängigen Kosten nur noch zwischen 13 und 17 €/km liegen. Bei einer weiteren Verdoppelung der Transportweite entstehen zwar weitere Kostendegressionseffekte, sie liegen jedoch nur noch um 10% der bereits erreichten Werte. Deutlich wird allerdings auch, dass durchgehende Transporte mit Dieseltraktion zwischen rd. 25% und rd. 30% teurer sind als Transporte per E-Traktion.

Diese Werte gelten jedoch bei der obigen Beladung von 1.270 t pro Zug. Kann der obige Beladungswert nicht erreicht werden und ist er zum Beispiel in etwa nur halb so hoch (rd. 635 t), dann ist der Transport aufgrund der geringen Anzahl erforderlicher Wagen nur unwesentlich billiger, aber die Kosten pro Tonne erhöhen sich überproportional (auf einer Transportweite von rd. 500 km um die 70%).

Abbildung 11: Kosten eines Ganzzuges mit 1.270 Ladungstonnen in €/t bzw. in €/km nach Transportdistanzen und Traktionsart



Quelle: TTS TRIMODE Transport Solutions GmbH

1.2.8.3 Kostenstrukturen im Binnenschiffgüterverkehr

Ähnlich wie im Schienen- und Straßengüterverkehr bilden auch bei der Binnenschifffahrt die Positionen Fahrzeugvorhaltung, Personal sowie die Energiekosten die wesentlichen Kostenkompositionen. Auch hier wird auf die Erkenntnisse des Verkehrsmittelwahlmodells der BVWP zurückgegriffen²³.

Binnenschiffsverkehre können mit unterschiedlichen Schiffstypen umgesetzt werden. Der Regelfall ist der Transport mit einem normalen Motorgüterschiff, dem sog. Einzelfahrer. Motorgüterschiffe können bis zu 135 m lang sein und bei einem Abladetiefgang von 3,5 m bis zu 5.000 t transportieren.

Auf Relationen mit besonders stark konzentrierten Transportmengen werden jedoch auch Schubverbände eingesetzt. Hier werden an einem Schubboot, je nach Wasserstraße, bis zu sechs

23 BVU (entspr. Abteilung umbenannt in TTS TRIMODE Transport Solutions GmbH) + TNS + KIT: Entwicklung eines Modells zur Berechnung von modalen Verlagerungen im Güterverkehr für die Ableitung konsistenter Bewertungsansätze für die Bundesverkehrswegeplanung, Freiburg-München-Karlsruhe 2016.

Schubleichter (lose Kähne mit eingeschränkter eigener Antriebskraft) angehängt und transportiert. Der Vorteil der Schubschifffahrt gegenüber der Motorschifffahrt ist, dass die einzelnen Leichter zum Löschen und Laden vom Schubboot abgekoppelt werden können, sodass die Einheit mit den kostentreibenden Personal- und Kraftstoffkosten von der reinen Fracht getrennt werden können. Die Ladung wird von der Schubeinheit getrennt, während des Umschlagsvorgangs kann das Schubboot weitere Transportaufträge erledigen. Auf dem Rhein (zwischen Rotterdam und St. Goar) werden Schubverbände mit bis zu sechs Leichtern in unterschiedlichen Kombinationen (bis zu 3 Reihen á zwei Leichter bzw. bis zu 2 Reihen á drei Leichter) eingesetzt. Sie erreichen dann eine Länge bis 270 m und können bei sechs Leichtern bis zu 16.000 t transportieren. Im Kanal und in stauregulierten Flüssen können Schubverbände mit maximal bis zu 180 m Länge eingesetzt werden. Aufgrund der Fahrbreitenbeschränkung werden die Leichter hintereinander gereiht.

In den letzten 30 Jahren haben sich mit den Koppelverbänden (an ein Motorschiff werden bis zu drei weitere Schubleichter angehängt) weitere Verbundsysteme gebildet. Hierdurch können bis zu 10.000 t in einer Fahrt transportiert werden. Die Regel sind jedoch zweigliedrige Koppelverbände mit bis zu 6.000 t und 180 m Länge.

Tabelle 30 zeigt in der BVWP aus Schleusendaten entwickelte Flottenstrukturen für unterschiedliche Wasserstraßenabschnitte im Jahr 2010. An allen dargestellten Wasserstraßenabschnitten dominieren Motorschiffe, die als Einzelfahrer eingesetzt werden. Selbst auf dem Niederrheinabschnitt an der deutsch-niederländischen Grenze, welches über die besten infrastrukturellen Voraussetzungen im Binnenschifffahrtsnetz verfügt, wird ein Schubleichteranteil von rd. 20% realisiert; dieser Schubleichteranteil ist ein Indiz für den Einsatz von Schub- und Koppelverbänden. Ähnlich hoch ist der Schubleichteranteil auch in der Moselschifffahrt. Diese hohen Schubleichteranteile hängen im Wesentlichen mit dem Vorhandensein großvolumiger Verkehre an Eisenerz, Kohle und Mineralölprodukten zusammen. Dort wo diese großvolumigen Verkehre in dem Ausmaß fehlen, wie am Mittellandkanal oder am Rhein-Herne-Kanal, haben Verkehre mit Schubleichtern eine niedrigere Bedeutung. Am Neckar fehlen aufgrund geringer Schleusenmaße auch die entsprechenden infrastrukturellen Bedingungen für einen stärkeren Einsatz von Schub- und Koppelverbänden.

Deutlich wird allerdings auch, dass auf den einzelnen Wasserstraßenabschnitten unterschiedliche Schiffsgrößen verkehren. Auf dem Mittellandkanal und auch auf dem Rhein-Herne-Kanal dominieren Schiffsgrößen bis 1.500 t. Hierbei handelt es sich überwiegend um Europa-Schiffe, sog. Johann-Welker-Schiffe, mit einer maximalen Ladung bis 1.500 t und mit Schiffslängen bis zu 85 m, einer Breite bis zu 9,5 m und einem Abladetiefgang bis zu 2,5 m. Zwar ist der Mittelland- und auch der Rhein-Herne-Kanal auch für deutlich größere Schiffseinheiten ausgebaut, jedoch wirken sich hier die Restriktionen im sonstigen nordwestdeutschen-Wasserstraßennetz (ESK, ELK, Mittel- und Oberweser, KüKa, DEK, Elbe, etc.) aus, die einen Verkehr mit größeren Schiffseinheiten nicht ermöglichen.

Auf dem Neckar dominieren Schiffsgrößen zwischen 1.500 t und bis zu 2.500 t. Hierbei handelt es sich um sog. Großmotorgüterschiffe (GMS) mit Schiffslängen zwischen 100 und 110 m, einer Breite von 11,4 m und Abladetiefgängen bis zu 2,80 m. Das GMS hat sich im Einzelfahrerbereich zum Regelschiff in der Binnenschifffahrt entwickelt.

Auf dem Rhein und auf der Mosel dominieren jedoch, aufgrund der im Vergleich zum sonstigen Wasserstraßennetz guten infrastrukturellen Voraussetzungen, größere Schiffseinheiten mit

über 2.500 t. Hierbei handelt sowohl um einzelne Schiffseinheiten mit bis zu 135 m Länge und Tiefgängen bis zu 3,5 m, aber auch um Koppel- und Schubverbände²⁴.

Tabelle 30: Binnenschiffsflottenstrukturen für unterschiedliche Wasserstraßenabschnitte im Jahr 2010

Tragfähigkeit in Tonnen	Rhein (deutsch - niederl. Grenze)	Mittellandkanal (Hannover-Nordhafen)	Mosel (Mertert)	Rhein-Herne-Kanal (Bottrop)	Neckar (Heilbronn)
Motorschiffe (MS)					
bis 400	1,1%	0,8%	1,2%	0,5%	0,0%
401 bis 650	4,5%	9,0%	0,1%	0,2%	3,0%
651 bis 900	5,1%	21,4%	1,9%	6,9%	4,6%
901 bis 1.000	1,7%	8,0%	0,4%	2,7%	1,2%
1.001 bis 1.500	14,4%	46,5%	3,1%	45,8%	27,5%
1.501 bis 2.000	14,3%	5,7%	14,4%	29,7%	35,5%
2.001 bis 2.500	10,1%	0,7%	23,0%	8,2%	18,6%
2.501 bis 3.000	11,9%	0,4%	26,4%	3,0%	9,4%
über 3.000	18,5%	0,0%	13,2%	0,1%	0,0%
Summe MS	81,7%	92,6%	83,7%	97,2%	99,8%
Schubleichter (SL)					
bis 1.500	1,6%	7,4%	1,4%	2,8%	0,2%
1.501 bis 2.000	0,7%	0,0%	2,8%	0,0%	0,0%
über 2.000	16,0%	0,0%	12,1%	0,0%	0,0%
Summe SL	18,3%	7,4%	16,3%	2,8%	0,2%
Summe gesamt	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Quelle: PLANCO Consulting GmbH, Verkehrsverflechtungsprognose 2030 sowie Netzumlegungen auf die Verkehrsträger, Los 6: Netzumlegung Wasserstraße, Essen 2014.

Aufgrund der oben aufgeführten maximalen Transportmengen wird deutlich, dass die Binnenschifffahrt in der Lage ist, besonders hohe Aufkommen und Sendungsgrößen zu transportieren. Die Kostenstruktur wird dabei natürlich stark von den einzelnen Schiffsgrößen der Schiffe und den Infrastrukturverhältnissen beeinflusst. Je größer die Schiffe sind, umso stärker fällt die Kostendegression bei einer Vollauslastung der eingesetzten Schiffseinheiten aus. Schränken Wasserstandverhältnisse (z. B. Niedrigwasser) oder infrastrukturelle Restriktionen (z. B. Fahrrinntiefe) diese Vollauslastung jedoch ein, dann können auch kleinere Schiffe (bei denen es sich i. d. R. um ältere Einheiten handelt) effizient eingesetzt werden.

²⁴ In der Tabelle 30 wird die Anzahl der beladenen Schubleichter nach Tragfähigkeitsgröße ausgewiesen. Diese werden entweder im Koppelverband oder zumindest in Zweierverbänden gefahren, so dass Schiffseinheiten mit deutlich über 2.500 t resultieren.

Darüber hinaus hat auch die tägliche Einsatzzeit der Schiffe (die Betriebsform) einen bedeutenden Einfluss auf die Kostenstruktur. Hier wird nach den Bestimmungen der Rheinschiffs-Untersuchungsordnung zwischen der Tagesfahrt (tägliche Einsatzzeit bis 14 h), der halbständigen Fahrt (bis zu 18 Betriebseinsatzstunden pro Tag) und der ständigen Fahrt (tgl. Betriebseinsatzzeit bis zu 24 h) unterschieden. Die Bestimmungen differenzieren die Anforderungen an die Besatzung bei den Motorschiffen nach drei Längensklassen 'bis 70 m', 'zwischen 70 m und 86 m' sowie 'über 86 m', sowie nach der Anzahl der mitgeführten Leichter in der Schub- und Koppelschiffahrt. Von der Betriebsform hängt die Höhe des eingesetzten Personals und der Personalkosten ab. Diese kann hierbei zwischen zwei und acht Personen pro eingesetzte Einheit schwanken. Je nach Schiffsgröße und Betriebsform schwanken die Personalkosten je Einheit zwischen 180.000 € und 850.000 € pro Jahr.

Motorgüterschiffe haben je nach Schiffsgröße in der Anschaffung zwischen 700.000 € und 5 Mio. € Anschaffungskosten. Für die Schubboote liegen die Kosten je nach Schubleistung zwischen 1,2 Mio. € und 5 Mio. €, während die Kosten für die Schubleichter lediglich bei Beträgen zwischen 0,2 Mio. € und 1,0 Mio. € liegen. Für die Ermittlung der Vorhaltekosten wurde nach Angaben des Bundesverbandes der deutschen Binnenschifffahrt (BdB) von einer Abschreibungsdauer von 25 Jahren beim Kasko und von 10 Jahren beim Motor ausgegangen. Im Rahmen der genannten Studie wurden größenabhängig jährliche Vorhaltekosten von 90.000 € bis 800.000 € für die Gütermotorschiffe ermittelt, bis zu 1 Mio. € für die Schubboote und Vorhaltekosten zwischen 25.000 € und 100.000 € pro Jahr für einen einzelnen Schubleichter.

Vorhalte- und Personalkosten sind zeitabhängige Kostenansätze. Neben diesen zeitabhängigen Kosten machen die fahrleistungsabhängigen Kosten, insbesondere die Kraftstoffkosten, einen bedeutenden Teil der Betriebskosten in der Binnenschifffahrt ein. Diese hängen aus einem komplexen Verhältnis zwischen der Antriebsleistung, der Fahrgeschwindigkeit und der Abladetiefe des Schiffes, sowie des befahrenen Wasserstraßenabschnittes ab (vgl. BVU, TNS 2016).

Neben der Geschwindigkeit des Schiffes wirkt sich die infrastrukturelle Qualität der einzelnen Wasserstraßen entscheidend auf den Kraftstoffverbrauch aus. Entscheidend hierbei ist, dass sich im beschränkten Fahrwasser der Fahrwiderstand stärker von der Schiffsgeschwindigkeit abhängt als im unbegrenzten Wasser. Schiffe, die in Gewässern mit hohen Wassertiefen verkehren, haben einen geringeren Kraftstoffverbrauch als Schiffe, die in flachen Gewässern operieren. Um diesem Zusammenhang Rechnung zu tragen, wurden im Rahmen der BVWP²⁵ Leistungsgeschwindigkeitsprofile für verschiedene Schiffstypen auf den relevanten deutschen Wasserstraßen definiert. Über diese Leistungsgeschwindigkeitsprofile kann für jeden Schiffstyp der erforderliche Leistungsbedarf in KW für jeden Wasserstraßenabschnitt und der schiffsgrößenbezogenen Abladetiefe ermittelt werden (vgl. BVU, TNS 2016). Hierbei spielt es eine große Rolle, ob ein Transport mit (Fahrt zu Tal) oder gegen die Wasserströmung (Fahrt zu Berg) durchgeführt wird. Beim Niederrhein kann dies aufgrund der großen Strömung zu dreimal höheren Leistungsverbräuchen führen, auf den stauregulierten Flüssen, wie dem Main, dem Neckar oder der Mosel ist der Leistungsverbrauch in der Bergfahrt zwischen 20% und 60% höher. In den Kanälen treten aufgrund der fehlenden Strömungsgeschwindigkeit keine richtungsspezifischen Verbrauchsunterschiede (vgl. Tabelle 31) auf.

Bis 2018 wurden auf dem NOK, Neckar, dem Main (inkl. Main-Donau-Kanal), der Mosel (deutscher Teil), der Weser und im westdeutschen Kanalnetz Befahrungsabgaben erhoben. Seit dem

25 ITP + PLANCO + TUBS GmbH + Grundsätzliche Überprüfung und Weiterentwicklung der Nutzen-Kosten-Analyse im Bewertungsverfahren der Bundesverkehrswegeplanung, 2014.

1.1.2019 entfällt die Erhebung der Schifffahrtsabgaben auf den abgabepflichtigen Wasserstraßen, mit Ausnahme beim NOK und an der Mosel. Für die Mosel wird der Entfall der Abgaben mit den Nachbarstaaten Luxemburg und Frankreich zurzeit²⁶ diskutiert.

Tabelle 31: Leistungsbedarf nach Wasserstraßen in KW/h (für ein Schiff mit einer Tragfähigkeit zwischen 2.000 und 2.500 t und einer Abladetiefe von 2,5 m)

Wasserstraße	zu Berg	zu Tal
Rhein (Duisburg - Niederlande)	280	94
Unter- und Außenweser	124	79
Elbe (Lauenburg - Cuxhaven)	124	79
Mosel	256	213
Main	566	366
Neckar	697	436
Kanäle (mit Abladetiefe von 2,5 m)	316	316

Quelle: ITP + PLANCO + TUBS GmbH: Grundsätzliche Überprüfung und Weiterentwicklung der Nutzen-Kosten-Analyse im Bewertungsverfahren der Bundesverkehrswegeplanung, 2014.

Auch wenn in Zukunft nicht mehr von der Erhebung von Kanal- und Schifffahrtsabgaben im Wasserstraßennetz ausgegangen werden muss, ist weiterhin zu berücksichtigen, dass für die Benutzung der uferseitigen Infrastruktur in den Häfen Ufergeld zu entrichten ist. Dieses wird auf Basis der Umschlagmengen erhoben und differiert nach Häfen und Gütergruppen zwischen 0,2 €/t und 0,6 €/t.

In Tabelle 32 werden die Kosten für ein Europa-Schiff, ein Großmotorgüterschiff, einen Koppelverband und einen 2-er Schubverband für eine Fahrt auf dem Niederrhein über eine Transportweite von 300 km dargestellt²⁷. In den Berechnungen sind anfallende Kosten für den Hafenaufenthalt mitberücksichtigt. Umschlagkosten wurden wie bei Straße und Schiene nicht berücksichtigt.

Je nach Schiffsgröße werden in der Talfahrt Gesamttransportkosten zwischen rd. 6.300 € und rd. 19.000 € realisiert. In der Bergfahrt liegen die Transportkosten für die Fahrt mit Beträgen zwischen rd. 10.400 € und 28.700 € zwischen 50% und rd. 70% höher. Im Wesentlichen liegt dies an den deutlich höheren Energiekosten, verbunden auch mit den aufgrund der niedrigeren Schiffsgeschwindigkeit längeren Reisezeiten. In der Talfahrt ist für den Transport über 300 km eine Reisedauer von 25 h erforderlich, die in der Bergfahrt doppelt so lang ist. Liegt der Anteil der Kraftstoffkosten in der Talfahrt je nach Schiffsgröße lediglich bei Werten zwischen 6% und 8%, so machen die Kraftstoffkosten in der Bergfahrt 15% bis 23% der Gesamttransportkosten aus. Allerdings nehmen Vorhalte- und Personalkosten mit Anteilswerten um die 90% in der Talfahrt und Anteilswerten zwischen 70% und 80% in der Bergfahrt ein deutlich größeres Gewicht ein. Dies entsteht durch die langen Aufenthaltsdauern in den Häfen für den Umschlag der großen Ladung. Beim Koppelverband sind für die angesetzten Ladungsmengen ungefähr 52 h an Umschlagzeiten erforderlich; bei Europa-Schiffen immerhin 13 h.

²⁶ Für ein mit 2.000 t beladenes Binnenschiff machen die Schifffahrtsabgaben hier nur rd. 850 € bzw. nur 0,4 €/t aus.

²⁷ Um die Kostenunterschiede zwischen Berg- und Talfahrt darzustellen, werden nur die Kosten einer beladenen Fahrt ohne Rückfahrt dargestellt.

Die kostengünstigsten Transporte werden mit Koppel- und zweier-Schubverbänden realisiert. Hier fallen je Tonne Kosten um rd. 3,6 € in der Talfahrt bzw. 5,7 € in der Bergfahrt an. Die Kosten für eine Fahrt mit dem Großmotorgüterschiff liegen um rd. 15% höher, für ein Europa-Schiff sogar um rd. 40%. Allerdings müssen für diese günstigen Kosten auch Aufkommen von über 4.500 t transportiert werden. Je tkm entstehen schiffsgrößen-spezifische Kosten zwischen 1,2 ct und 1,6 ct in der Talfahrt bzw. zwischen 1,9 ct und 2,7 ct in der Bergfahrt.

Tabelle 32: Bedeutung der einzelnen Kostenkomponenten im Binnenschiffgüterverkehr differenziert nach Berg- und Talfahrt für unterschiedliche Schiffsgrößen (für einen Transport über 300 km auf dem Niederrhein, ohne Rückfahrt)

	Europa-Schiff (85 m L x 9,5 m B x 2,5 m Tfg.)	GMS (110 m L x 11,4 m B x 3,5 m Tfg.)	Koppelverb. (185 m L x 11,4 m B x 3,5 m Tfg.)	2-er SV (185 m L x 11,4 m B x 3,5 m Tfg.)
Lademenge in t	1.283	2.850	5.130	4.560
Talfahrt – Schiffskosten in € und %-uale Aufteilung der Kosten nach einzelnen Kostenkomponenten				
Vorhaltekosten	51%	57%	53%	50%
Personalkosten	38%	32%	36%	40%
Kraftstoffkosten	5%	4%	3%	2%
Ufergelder	6%	7%	8%	8%
Kosten Talfahrt in €	6.266	11.468	19.066	16.310
Kosten in €/km	20,9	38,2	63,6	54,4
Kosten in €/t	4,9	4,0	3,7	3,6
Kosten in ct/tkm	1,63	1,34	1,24	1,19
Bergfahrt – Schiffskosten in € und %-uale Aufteilung der Kosten nach einzelnen Kostenkomponenten				
Vorhaltekosten	46%	48%	45%	40%
Personalkosten	35%	28%	31%	32%
Kraftstoffkosten	15%	20%	18%	23%
Ufergelder	4%	5%	5%	5%
Kosten Bergfahrt in €	10.453	18.681	28.718	26.520
Kosten in €/km	34,8	62,3	95,7	88,4
Kosten in €/t	8,2	6,6	5,6	5,8
Kosten in ct/tkm	2,72	2,18	1,87	1,94
Mehrkosten Berg- fahrt ggü. Talfahrt in %	67%	63%	51%	63%

Quelle: TTS TRIMODE Transport Solutions GmbH

In den oben genannten Kostensätzen sind nur die Kosten einer beladenen Fahrt in der jeweiligen Richtung berücksichtigt. Zur Ladungssuche müssen jedoch auch Kosten von leeren Teilfahrten oder leeren Rückfahrten auf stark frequentierten Relationen in die Kostenkalkulation berücksichtigt werden. Um die hierdurch entstehenden Kosten mit zu berücksichtigen, wird angenommen, dass die Rückfahrt leer (ohne Fracht) absolviert wird. Wird die Leerfahrt in der Rückrichtung mitberücksichtigt, dann erhöhen sich die Kosten der beladenen Talfahrt zwischen 10% und 20% und die Kosten der beladenen Bergfahrt lediglich um 1% bis 2%, sodass der Unterschied zwischen einer beladenen Berg- und Talfahrt nur noch zwischen rd. 30% und 45% liegt (vgl. Tabelle 33).

Tabelle 33: Transportkosten für beladene Berg- und Talfahrten für unterschiedliche Schiffsgrößen (für einen Transport über 300 km auf dem Niederrhein) inkl. Rückfahrt

	Europa-Schiff (85 m L x 9,5 m B x 2,5 m Tfg.)	GMS (110 m L x 11,4 m B x 3,5 m Tfg.)	Koppelverb. (185 m L x 11,4 m B x 3,5 m Tfg.)	2-er SV (185 m L x 11,4 m B x 3,5 m Tfg.)
Kosten mit belad. Talfahrt in €	7.669	13.710	22.615	21.061
Kosten mit belad. Bergfahrt in €	11.069	19.804	30.592	28.186
Kosten mit belad. Talfahrt in ct/tkm	1,99	1,60	1,47	1,54
Kosten mit belad. Bergfahrt in ct/tkm	2,88	2,32	1,99	2,06

Quelle: TTS TRIMODE Transport Solutions GmbH

Abbildung 12 zeigt die Spannweite der Transportkosten in € pro t für unterschiedliche Binnenschiffe²⁸ für die beladene Bergfahrt im Rheingebiet²⁹. Aufgrund der hohen Fixkosten für Umschlagszeiten und Hafenaufenthaltszeiten fallen im Nahverkehr bis 50 km Kosten von über 120 € für ein Europa-Schiff bzw. von über 440 € für einen Koppelverband an. Bereits bei einer Distanz von 200 km sinken die km-abhängigen Kosten bereits auf 50 € bei einem Europa-Schiff bzw. auf 148 € für einen Koppelverband. Bei Distanzen von an die 1.000 km sinken die distanz-abhängigen Kosten auf 30 € (Europa-Schiff) bzw. 70 € (für einen Koppelverband).

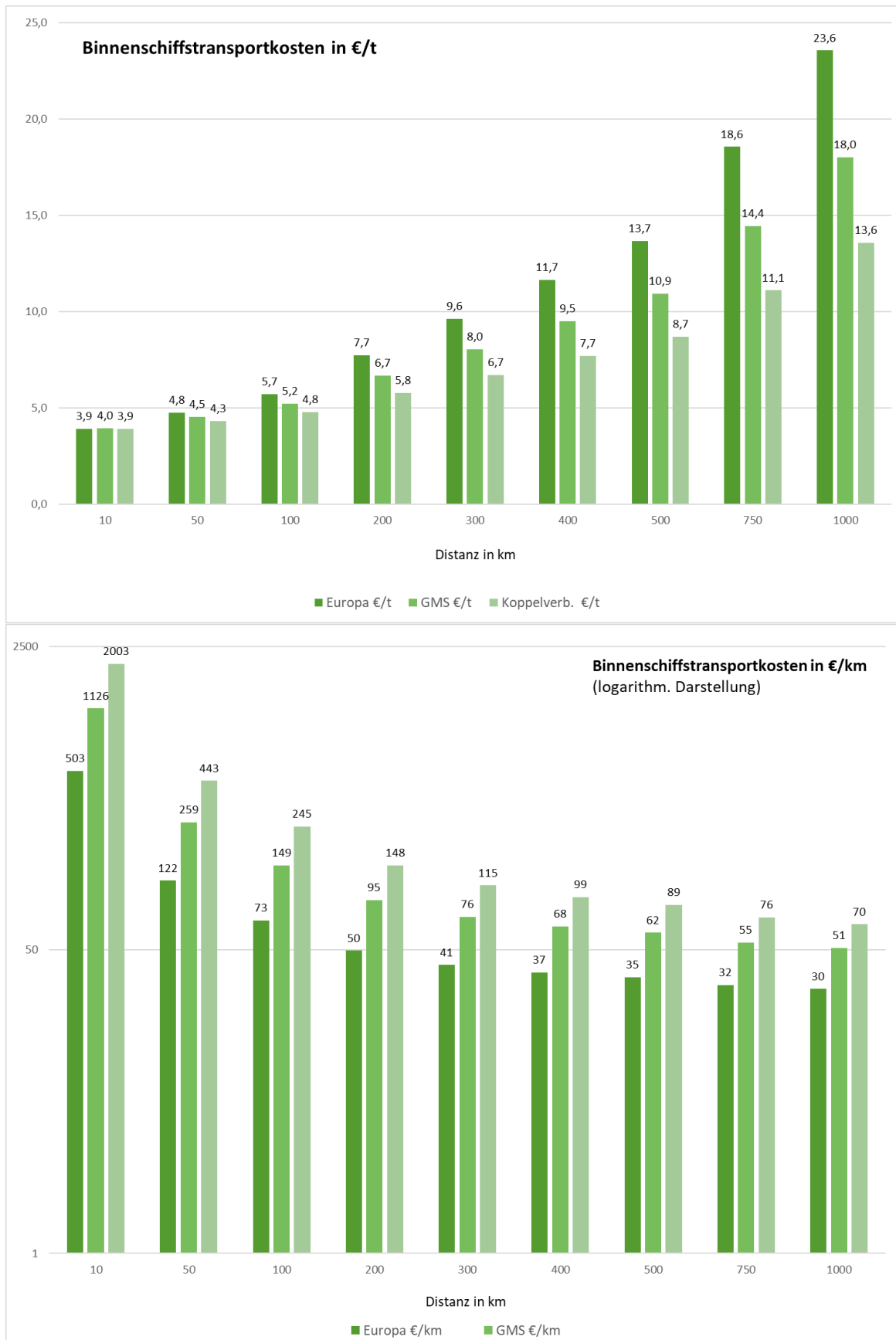
Bei Koppelverbänden fallen die höchsten km-abhängigen Kosten an. Berücksichtigt man jedoch auch das unterschiedliche Ladungsgewicht je Schiffstyp, dann zeigt sich, dass Koppelverbände aufgrund ihrer Größe die günstigste Transportform sind. Auf Transportweiten von rd. 1.000 km liegen die Transportkosten eines Koppelverbanden bei rd. 14 €/t, gegenüber 18 €/t bei einem Großmotorgüterschiff und 24 € bei einem Europa-Schiff. Diese Kostengünstigkeit des Koppelverbandes zeigt sich bereits ab Transportweiten von 50 km; bei Kurzstrecken von 10 km liegen die Transportkosten aller Schiffsgrößen bei rd. 4 € auf einem ähnlichen Niveau (vgl. Abbildung 12).

Diese Werte gelten jedoch bei Vollabladung der Schiffe. Niedrigere Beladungen (wie im Fall von Niedrigwassersituationen) und unterschiedliche Beladungsgrößen können auch dazu führen, dass die kleineren Europa-Schiffe günstigere Transportkosten aufweisen als Koppelverbände oder Großmotorgüterschiffe.

²⁸ Hier wurde auf den 2er-Schubverband verzichtet, da die Transportkosten mit dem eines Koppelverbandes sehr ähnlich sind.

²⁹ Das meiste Ladungsaufkommen in der Binnenschifffahrt wird zwischen den Westhäfen in der Rheinmündung und den deutschen Niederrheinhäfen transportiert.

Abbildung 12: Transportkosten unterschiedlicher Binnenschiffe in €/t bzw. in €/km nach Transportdistanzen für eine beladene Bergfahrt (inkl. leerer Rückfahrt)



Quelle: TTS TRIMODE Transport Solutions GmbH

1.2.8.4 Kostenvergleich zwischen den Verkehrsträgern

Die angestellten Transportkostenvergleiche zeigen, dass die umweltverträglicheren Verkehrsträger auch bei kleinen Transportdistanzen mit dem Lkw konkurrenzfähig sein können. Dies zeigt der Vergleich in Tabelle 34 zwischen Lkw-Transporten mit Ladungsgrößen von 20 und 27 t, einem Ganzzug mit einem Bruttogewicht von rd. 1.800 t an Massengütern und den in Kapitel 1.2.8.3 betrachteten Schiffseinheiten. Lediglich im Nahbereich (10 bis 20 km) kann der Lkw i. d. R. günstiger sein als Schienen- und Binnenschiffsgüterverkehre (bei vergleichbaren Ladungsgütern). Bis zu Transportweiten von 400 km können Ganzzüge günstiger als Europa- und Großmotorgüterschiffe operieren bzw. mit diesen in Konkurrenz treten. Allerdings können Koppelverbände bereits ab Transportweiten von 200 km günstiger als die Schiene operieren; allerdings benötigen sie dazu auch das Vierfache an Transportmenge.

Bei Transportweiten von über 500 km wirken sich jedoch die massenhaften Transportkostenvorteile des Binnenschiffes aus. Allerdings ist der Kostennachteil von Ganzzügen gegenüber dem Großmotorgüterschiff mit unter 10% niedrig und es bedarf beim Großmotorgüterschiff einer doppelt so hohen Transportmenge. Ist diese jedoch nicht da, so kann die Schiene wieder günstiger verkehren. Das mit einem Ganzzug (Verkehr mit Einfachtraktion) hinsichtlich der Tonnage vergleichbare Europa-Schiff ist in allen Situationen um rd. 25% teurer als der angenommene Ganzzug. Generell drückt die enge Kostendifferenz zwischen Schiene und den beiden Motorschiffen aus, dass die Kostengünstigkeit des jeweiligen Verkehrsmittels stark von der Einzelsituation (Transportmenge, Gutart, Traktionsbedingungen, Netzinfrastruktur) abhängt.

Tabelle 34: Transportkosten betrachteter Verkehrsmittel nach Transportweiten in €/t (ohne Umschlagkosten)

Transportweite in km	Lkw (20 t Ladung)	Lkw (27 t Ladung)	E-Traktion Schiene (Ganzzug)	Binnenschiff			Günstigstes Verkehrsmittel
				Europa-Schiff	GMS	Koppelverband	
10	3,9	2,9	3,1	3,9	4,0	3,9	Lkw/Zug
50	9,1	6,8	3,5	4,8	4,5	4,3	Zug
100	12,1	9,0	4,5	5,7	5,2	4,8	Zug
200	17,8	13,2	5,9	7,7	6,7	5,8	Zug/Koppelverband
300	23,6	17,5	7,8	9,6	8,0	6,7	Koppelverband
400	29,5	21,9	9,2	11,7	9,5	7,7	Koppelverband
500	35,6	26,4	11,1	13,7	10,9	8,7	Koppelverband
750	51,1	37,9	15,0	18,6	14,4	11,1	Koppelverband
1.000	66,7	49,4	19,2	23,6	18,0	13,6	Koppelverband

Quelle: TTS TRIMODE Transport Solutions GmbH

Die obigen Rechnungen zeigen, dass direkte Lkw-Transporte prinzipiell mit vollbeladenen Zügen oder Binnenschiffen nicht konkurrieren können. Die Transportkosten per Lkw liegen überwiegend um 150% bis 200% höher als die von Schienengüterverkehren. Jedoch basiert diese Aussage ausschließlich auf der Annahme, dass auch ein Nettoladungsaufkommen von rd. 1.270 t vorhanden ist.

Ist dieses unter Umständen nicht vorhanden, dann kann der Lkw auch im Direktverkehr günstiger sein. So liegt die Schwelle ab der ein Ganzzugstransport mit E-Traktion, gegenüber Lkw-Fahrten mit 20 Ladungstonnen günstiger ist bei rd. 300 t pro Sendung, gegenüber Lkw-Fahrten mit 27 Ladungstonnen liegt diese Rentabilitätsschwelle bei rd. 400 t pro Sendung, und dies ab Transportweiten von rd. 20 km. Gegenüber einem Großmotorgüterschiff liegt diese Schwelle bei rd. 1.000 t und bei Koppelverbänden bei rd. 1.250 t. Ein Europa-Schiff benötigt allerdings ein Aufkommen von rd. 600 t um kostengünstiger zu sein als ein Lkw-Transport.

Damit Züge und Binnenschiffe auf einer Relation einem Lkw vorgezogen werden, sind diese entsprechenden Mindestverkehrsmengen pro Fahrt und Richtung zu erzielen. Selbst die o.g. Größe von 300 t entspricht rd. 15 Lkw Fahrten pro Tag in einer Richtung. Solche Größenordnungen pro Tag sind nicht auf allen Verkehrsrelationen erzielbar. Leider ist es aus der vorliegenden Statistik nicht möglich die Zahl der täglich vorkommenden Verkehre mit über 300 oder 400 t heraus zu separieren.

Jedoch ist auch aus der vorliegenden Statistik ersichtlich, dass auch bei kleinen Verkehrsmengen von unter 1.000 t auf einer bestimmten Relation Bahn und Binnenschiff verstärkt eingesetzt werden.

Tabelle 35 zeigt, dass bei rd. 70% der Verkehrsrelationen mit intermodaler Verkehrsträgerkonkurrenz (rd. 742 Mio. t) der Marktanteil der beiden umweltverträglicheren Verkehrsträger bei mindestens 30% liegt. Hierbei handelt es sich insgesamt um Verkehrsrelationen mit einem Aufkommen von rd. 518 Mio. t. Auf diesen ausgewählten Verkehrsrelationen liegt der tatsächliche Marktanteil von Bahn und Binnenschiff bei insgesamt 92%. Das heißt, dass dort wo Bahn und Binnenschiff verstärkt eingesetzt werden, nur noch wenig per Lkw befördert wird. Bei ca. 6,5 Mio. t der betrachteten Gesamtmenge von 518 Mio. t handelt es sich um Verkehrsrelationen mit einem Aufkommen von unter 1.000 t. Selbst bei diesen Relationen mit geringen Aufkommen liegt der Marktanteil von Bahn und Binnenschiff bei 78%. Aus den zahlreichen Auswertungen der Verkehrsstatistik des Jahres 2010 entsteht der Eindruck, dass bereits überall dort (auch bei kleinen Verkehrsmengen), wo der Einsatz von Bahn und Binnenschiff aus Gründen der verkehrlichen Anbindung, der Transportkostenstruktur und der Sendungsgröße möglich ist auch zu einem hohen Anteil eingesetzt werden.

Tabelle 35: Aufkommen von Verkehrsrelationen mit einem Marktanteil von Bahn und Binnenschiff von größer oder gleich 30%

Gütergruppe	Gesamtverkehr in 1.000 t	Verkehrsrelationen mit einem Modal-Split von Bahn und Binnenschiff von >=30%				
		Gesamtaufkommen von Relationen mit MS >=30% in 1.000 t	Anteil der Relationen mit MS (>30%) in %	Modal-Split dieser Relationen in %	Relationen mit Aufkommen < 1.000 t	Modal-Split der Relationen < 1.000 t in %
Land- und forstw. Erzeug.	208.137	24.444	11,7%	94%	968	83%
Steinkohle	66.391	63.045	95,0%	99%	48	91%
Braunkohle	14.112	10.574	74,9%	99%	15	98%
Erdöl und Erdgas	2.524	1.320	52,3%	99%	45	96%
Erze	48.983	48.250	98,5%	100%	31	92%
Düngemittel	6.736	2.631	39,1%	99%	76	99%
Steine und Erden	921.198	61.125	6,6%	88%	463	85%
Nahrungs- und Genussmittel	355.305	14.918	4,2%	85%	364	74%
Textilien, Bekleidung	21.136	29	0,1%	90%	15	81%
Holzwaren, Papier, Druck	179.901	12.736	7,1%	94%	355	75%
Koks	15.931	8.875	55,7%	99%	55	94%
Mineralölerzeugnisse	161.980	75.016	46,3%	93%	384	91%
Chemische Erzeugnisse	218.787	54.791	25,0%	83%	856	72%
sonst. Mineralerzeugnisse	337.828	15.944	4,7%	88%	258	68%
Metalle und Metallerzeugnisse	247.518	77.364	31,3%	90%	1.086	70%
Maschinen und Ausrüstungen etc.	77.544	971	1,3%	89%	155	71%
Fahrzeuge	101.801	9.926	9,7%	87%	519	75%
Möbel, Schmuck, Musikinstrumente etc.	21.119	132	0,6%	57%	70	25%
Sekundärrohstoffe, Abfälle	282.469	29.780	10,5%	89%	646	83%
Post, Pakete	35.167	0	0,0%	0%	0	0%
Geräte und Material für Güterbeförd.	92.417	293	0,3%	85%	29	77%
Umzugsgut, sonst. nicht-marktb. Güter	39.159	53	0,1%	91%	32	89%
Sammelgut	116.581	2.049	1,8%	87%	21	66%
Gutart unbekannt	131.924	4.193	3,2%	98%	141	80%
Alle Güter	3.704.648	518.460	14,0%	92%	6.480	78%

Quelle: TTS TRIMODE Transport Solutions GmbH

1.2.8.5 Kostenvergleich bei multimodalen Verkehren

1.2.8.5.1 Situation bei konventionellen Verkehren

Des Weiteren ist zu berücksichtigen, dass alle oben genannten Grenzen gelten, wenn keine bzw. keine unterschiedlichen Umschlagkosten zwischen den Verkehrsmitteln berücksichtigt werden. Dies ist i. d. R. immer dann der Fall, wenn die Be- und Entladung durch die betroffenen Unternehmen stattfinden kann, diese Unternehmen über eigene Anlagen verfügen und unterschiedliche Umschlagkosten zwischen den Verkehrsmitteln nicht weitergegeben werden. Nicht jedes Unternehmen verfügt jedoch über einen eigenen Schienen- und Wasserstraßenanschluss.

In solchen Fällen müssen Verkehre, sollen sie per Schiene oder per Binnenschiff transportiert werden, multimodal über Häfen und Verladepunkte verbunden werden. Für solche multimodalen Transporte sind jedoch weitere Kosten für den Vor- und Nachlauf in der Regel per Lkw zwischen den betroffenen Quell- und Zielunternehmen und den Verladepunkten und zusätzliche Kosten für den Umschlag zu berücksichtigen.

Sowohl in den Binnenhäfen als auch in den Schienengüterverladestellen liegen die Umschlagskosten für Mineralölprodukte und Chemische Erzeugnisse zwischen 2,80 € und 3,30 € pro Tonne, bei den restlichen Gütern werden zwischen 2,0 € und 2,5 € pro Tonne vergütet. Für den Umschlag von Container und Wechselbehälter werden Kosten zwischen 20 und 25 € pro Ladeinheit fällig, der Umschlag von Paletten ist mit Kosten von rd. 8 € pro Tonne verbunden.

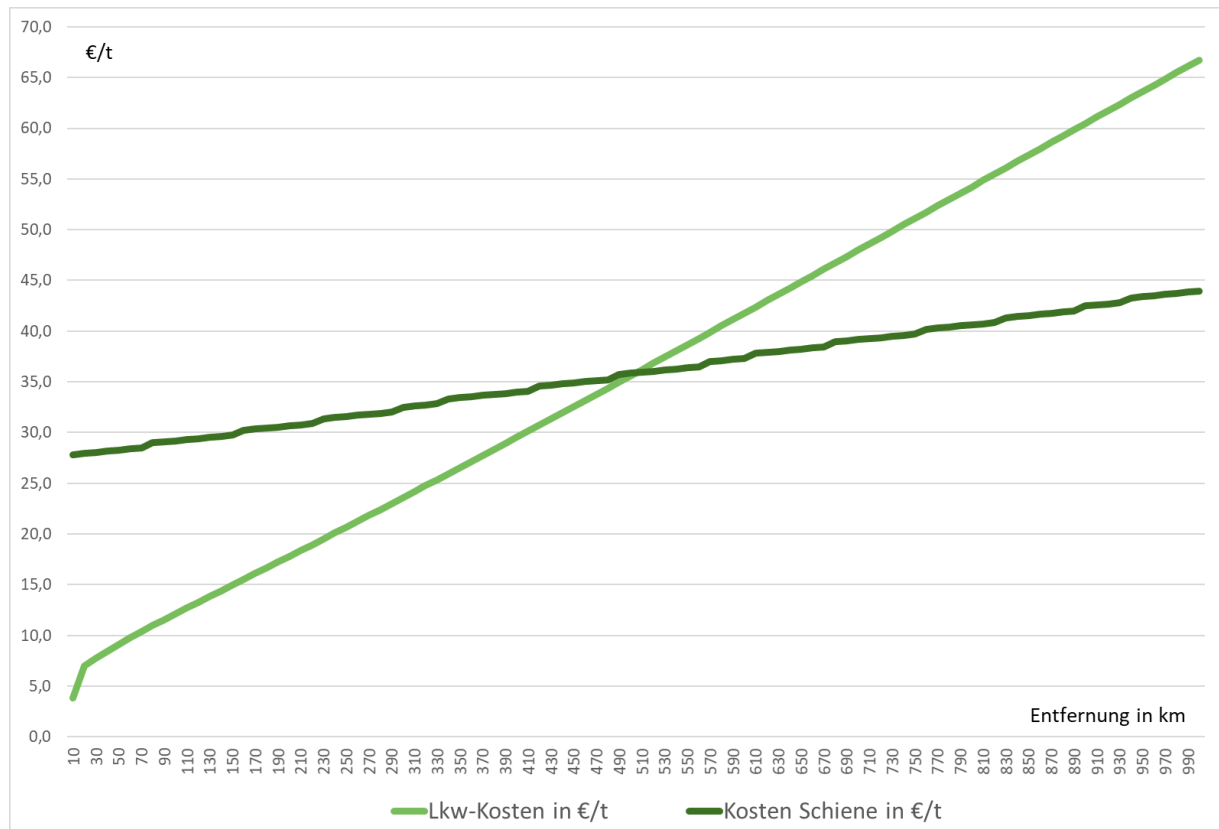
Wenn vom Lkw direkt auf das Hauptverkehrsmittel (Zug oder Binnenschiff) und umgekehrt verladen werden kann, dann sind Kosten für zwei Umschläge zu berücksichtigen, also je nach Ladungsart Zusatzkosten zwischen 4 €/t und 16 €/t. Wenn dies nicht möglich ist, und über ein (Zwischen)Lager umgeschlagen werden muss, dann fallen vier Umschlagvorgänge an, die zu einer Verdoppelung der obigen Umschlagkosten führen. Allein durch die zusätzlichen Umschlagkosten können sich die Kostenvorteile der umweltverträglicheren Verkehrsträger erheblich relativieren. Die zusätzlich anfallenden Vor- und Nachlaufkosten per Lkw verschlechtern die Kostensituation multimodaler Verkehre weiterhin.

Abbildung 13 zeigt den Kostenvergleich für einen Massenguttransport im direkten Lkw-Verkehr und einem multimodalen Transport per Schiene, inkl. einem Vor- und Nachlauftransport per Straße von bis zu 30 km. Aufgrund der entstehenden Zusatzkosten ist der direkte Lkw-Verkehr bis zu einer Transportweite von rd. 500 km günstiger. Niedrigere Vor- und Nachlaufkosten (inkl. der damit verbundenen Umschlagkosten) können die oben abgeleitete Mindestentfernung für die Wirtschaftlichkeit multimodaler Verkehre deutlich senken. Bei einer Vor- und Nachlaufentfernung von 10 km sinkt die Mindestentfernung für die Wirtschaftlichkeitsschwelle auf rd. 320 km.

Des Weiteren ist jedoch zu berücksichtigen, dass für diesen multimodalen Transport im Hauptlauf 1.270 t an Massengütern gebunden werden³⁰; dies erfordert mindestens 47 Lkw-Ladungen (bei 27 t Ladung pro Lkw) zur Verladestelle, damit der Zug zusammengestellt werden kann. Bei allen anderen Gütern liegt die erforderliche Mindestentfernung aufgrund höherer Umschlagkosten höher. Können im Hauptlauf die erforderlichen Mengen nicht in der Größenordnung generiert werden, dann erhöht sich ebenfalls die Mindestentfernung, ab der ein multimodaler Transport mit konventionellen Ladungsgütern wirtschaftlich wird.

³⁰ Ein Kostenvergleich mit einem Großmotorgüterschiff würde zu ähnlichen Ergebnissen führen. Allerdings sind für diesen Transport 2.850 t bzw. 106 Lkw-Ladungen im Vor- und Nachlauf erforderlich.

Abbildung 13: Transportkostenvergleich für einen Massenguttransport im direkten Lkw-Verkehr und einem Transport per Schiene inkl. einem Vor- und Nachlauftransport von bis zu 30 km (Kostenangaben in €/t)



Quelle: TTS TRIMODE Transport Solutions GmbH

In der Regel wird auf einer einzelnen Verkehrsrelation zwischen zwei Unternehmen solch ein hohes Verkehrsaufkommen nicht überall verfügbar sein. Auch kann angenommen werden, dass wenn dieses Aufkommen verfügbar ist, dass dieses auch per Bahn oder Binnenschiff bereits transportiert wird, wie im letzten Abschnitt vermutet wurde. Somit muss sich das Verkehrsaufkommen für einen multimodalen Verkehr aus den Einzelverkehren mehrerer Verloader mit gleichen oder ähnlichen relationalen Verkehrsbeziehungen in der gleichen Güterart sammeln.

Damit solche multimodalen Verkehre entstehen können, sind zur Orientierung jedoch feste regelmäßige Zeiten erforderlich, in denen ein Zug oder ein Binnenschiff verkehrt, damit die Verloader sich daran orientieren können. Von Vorteil wäre es hierbei, wenn der Hauptlauf jeden Tag erfolgen könnte; findet dieser Dienst nicht täglich statt, dann ist aufgrund der niedrigeren Verkehrsdichte mit einer geringeren Akzeptanz zu rechnen. Eine regelmäßige Bedienung im Hauptlauf setzt jedoch bestimmte Mindestverkehrsaufkommen auf einer Hauptlaufrelation voraus (vgl. Tabelle 36), um einen wirtschaftlichen Einsatz zu garantieren. Für einen täglich eingesetzten Schienengüterverkehr wäre auf der Hauptlaufrelation ein Mindestverkehrsaufkommen von rd. 350.000 t pro Jahr erforderlich. Bei niedrigerer Verkehrsfrequenz sinkt das erforderliche Mindestverkehrsaufkommen im konventionellen Verkehr auf rd. 64.000 t ab.

Tabelle 36: Erforderliche Mindestverkehrsaufkommen in Tonnen pro Jahr für den Einsatz multimodaler Verkehre nach Verkehrsfrequenz

Verkehrsfrequenz	Betriebstage	Erforderliches Verkehrsaufkommen in t p.a.
täglich	275	349.250
4 x wöchentlich	200	254.000
3x wöchentlich	150	190.500
2 x wöchentlich	100	127.000
1 x wöchentlich	50	63.500

Quelle: TTS TRIMODE Transport Solutions GmbH

In den vorhergehenden Kapiteln ist deutlich geworden, dass Verkehrsrelationen, in denen bereits eine intermodale Verkehrsträgerkonkurrenz vorliegt bereits überwiegend (zumindest bei Transportentfernungen von über 200 km) per Bahn und Binnenschiff transportiert werden. Selbst das Abschöpfen der noch per Lkw transportierten Verkehre für Relationen mit einer Transportweite über 100 km würde nicht zu nennenswerten Marktanteilsveränderungen führen.

Entscheidende Marktanteilsveränderungen können nur durch Verlagerungen von Verkehren, die ausschließlich per Lkw abgewickelt werden, erzielt werden. Von den betroffenen rd. 2,7 Mrd. Tonnen werden ungefähr rd. 510 Mio. auf Relationen mit Transportweiten über 300 km befördert.

Durch einen Ausbau von multimodalen Verkehrskonzepten im konventionellen Güterverkehr könnten hier zusätzliche Verlagerungspotentiale generiert werden. Berücksichtigt man jedoch, dass wirtschaftliche Konzepte Mindest-Transportweiten von über 320 km und Mindestverkehrsmengen von knapp 63.000 t erfordern, dann beläuft sich das hierdurch erschließbare Verlagerungspotential auf rd. 8 Mio. t. Dadurch würde sich der Marktanteil der beiden umweltverträglicheren Verkehrsträger um knapp 2% verbessern. Zwei Drittel dieser Verkehre stehen mit grenzüberschreitenden Verkehren in Verbindung.

Es wird deutlich, dass die erfolgreiche Umsetzung von multimodalen Transportketten vom Vorhandensein ausreichender Mindestverkehre anhängig ist.³¹

1.2.8.5.2 Situation im kombinierten Verkehr

Eine besondere Rolle im multimodalen Verkehr nimmt der intermodale Verkehr ein. Intermodaler Verkehr umfasst nach der von der Europäischen Verkehrsministerkonferenz eingeführten Definition den Transport von Gütern in ein und derselben Ladeinheit oder demselben Straßenfahrzeug mit zwei oder mehreren Verkehrsträgern, wobei ein Wechsel der Ladeinheit, aber kein Umschlag der transportierten Güter selbst erfolgt³². Hierbei handelt es sich um Verkehre in Containern und Wechselbehältern, die im Hauptlauf per Bahn oder Binnenschiff, im Vor- und Nachlauf auf der Straße zu bestimmten Verladestellen, den sog. KV-Terminals befördert werden.

Die Abbildung 15 zeigt alle KV-Terminals in Deutschland. Es wird deutlich, dass in Deutschland bereits heute schon eine hohe Abdeckung mit Terminals des kombinierten Verkehrs vorliegt.

³¹ Diese Frage wird u. a. in einem Forschungsprojekt des UBA behandelt: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/regional-konsolidierte-gewerbeflaechenentwicklung>.

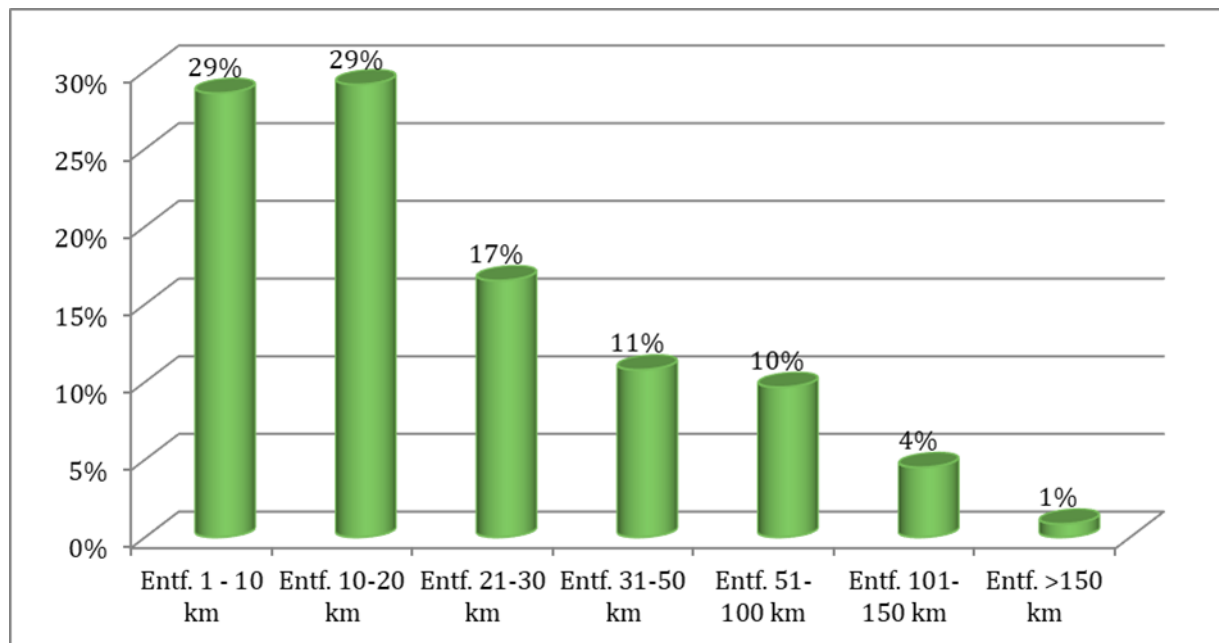
³² UN/ECE, Terminologie des Kombinierten Verkehrs, New York und Genf 2001

Diese hohe Dichte an KV-Terminals hat in den letzten zwei Jahrzehnten bereits zu hohen Verkehrsverlagerungen von der Straße auf die Schiene und das Binnenschiff geführt.

Die Verkehrsverflechtungsprognose der BVWP für 2030 berücksichtigt diese hohe Abdeckung und berücksichtigt bereits auch weitere Verlagerungen, verbunden mit einer stärkeren Außenhandelsorientierung in diesem Verkehrsegment, was auch der Grund für das überproportional starke Wachstum des kombinierten Verkehrs von 73% zwischen 2010 und 2030 ist. Meldungen des Statistischen Bundesamtes zeigen, dass die Entwicklung des kombinierten Verkehrs seit 2010 in den von der Prognose aufgezeigten Entwicklungsbahnen verläuft.

Diese seit Anfang der 80er Jahre einsetzende große Verlagerungswelle ist deswegen gelungen, da über die normierte Verpackungseinheit die teilweise stark unterschiedlichen (Stück)Güter zu homogenen Einheiten werden und somit wie Massengut behandelt werden können. Diese Tendenz der Homogenisierung von Stückgütern ist auch durch die zunehmende Verdrängung von Massen- durch Stückgüter in den Produktionsprozessen gefördert worden.

Abbildung 14: Deutschlandweite Verteilung der Vor- und Nachlaufverkehre im KV nach Entfernungsstufen (2010)



Quelle: TTS TRIMODE Transport Solutions GmbH

Wie bei allen multimodalen Verkehren wird auch bei den kombinierten Verkehren zwischen einem Hauptlauf und einem Vor- und/oder Nachlauf unterschieden. Hierbei spielt die zurückzulegende Entfernung zwischen den tatsächlichen Quell- und Zielorten und den KV-Terminals eine bedeutende Rolle. Betrachtet man die in der Verkehrsverflechtungsprognose 2030 für das Jahr 2010 enthaltene durchschnittliche Verteilung der Vor- und Nachlaufverkehre im kombinierten Verkehr³³ nach Entfernungsstufen (siehe Abbildung 14), so lässt sich erkennen, dass knapp 60% der KV-Verkehre ihre Quell-/Zielorte bereits in einem Umkreis von maximal 20 km um den jeweiligen Terminal-Standort haben. Mit steigender Entfernung sinkt der Anteil am Gesamtaufkommen im KV schnell deutlich ab. So sind weitere knapp 30% im Umkreis zwischen 20 und 50

³³ BVU (entspr. Abteilung umbenannt in TTS TRIMODE Transport Solutions GmbH), Intraplan, IVV, Planco (2014): Verkehrsverflechtungsprognose 2030. Schlussbericht – Los 3, im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur, Freiburg-München 2014.

km um das Terminal. Auf engere Einzugsbereiche bis zu 50 km entfallen rd. 86% aller KV-Verkehre.

Abbildung 15: KV Terminalstandorte in Deutschland



KV-Terminalstandorte in Deutschland

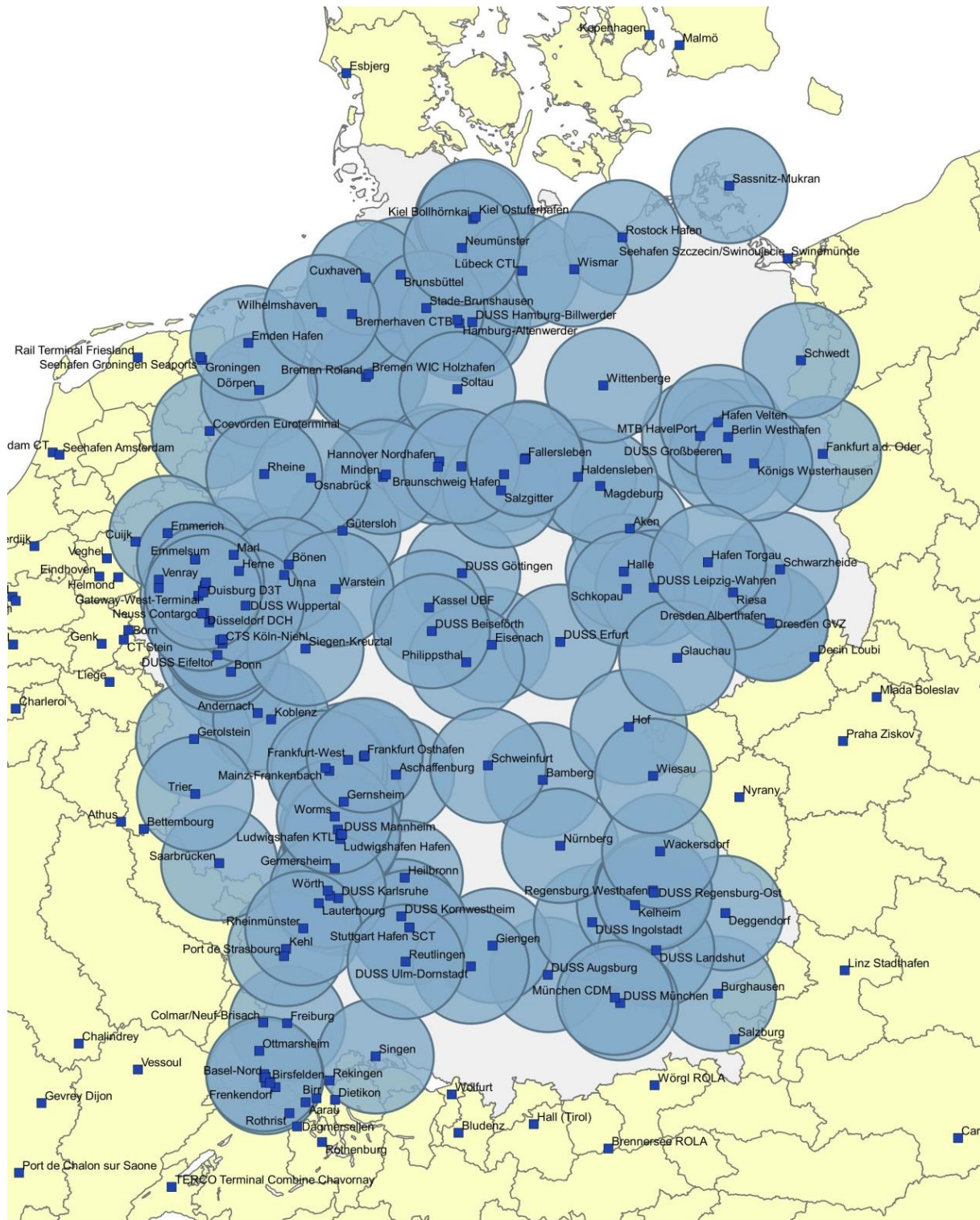
- ◆ Straße/Schiene
- ◆ Straße/Schiene/Wasserstraße
- ◆ Straße/Wasserstraße
- Wasserwege
- Schienennetz
- ▭ Bundesland

© 2019 **TRIMODE**
Transport Solutions GmbH

Kreisgrenzen und Bundesländer © GeoBasis-DE / BKG 2010
KV-Terminals ?
Ländergrenzen / Wasserwege © EuroGeographics 2016

Quelle: TTS TRIMODE Transport Solutions GmbH

Abbildung 16: KV-Terminals in Deutschland und ihr 50-km Einzugsgebiet



Deutsche KV-Terminals und 50 km Radien

- KV-Terminal
- 50 km Radien

0 75 150 km

© 2017 TRIMODE

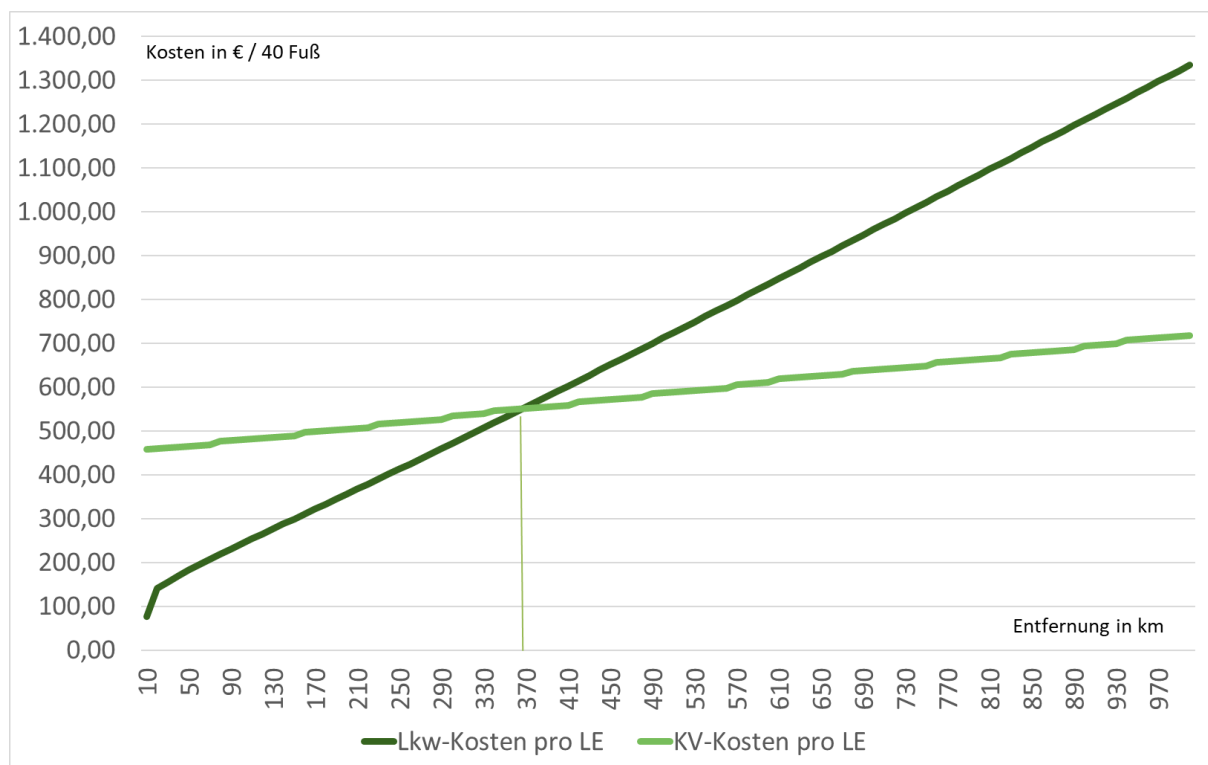
Quelle: TTS TRIMODE Transport Solutions GmbH

Begründen lässt sich diese eindeutige kleinräumige Verteilung dadurch, dass KV-Terminals in der Regel an denjenigen Standorten errichtet werden, an denen durch die vorhandenen Unternehmen ein hohes lokales Aufkommen (sog. Loco-Menge) vorhanden ist. Entsprechend übernimmt das KV-Terminal eine Industrie- und Logistikversorgungsfunktion für die Region. Es ergeben sich dann verhältnismäßig kurze Vor- und Nachlaufwege.

Gleichzeitig herrscht im gesamten Bundesgebiet zwischenzeitlich eine Vollabdeckung mit KV-Terminals. Wie in Abbildung 16 dargestellt, gibt es nahezu keine Region in Deutschland, die nicht im 50 km-Einzugsbereich eines oder mehrerer deutscher bzw. ausländischer Terminals gelegen ist.

Die oben bereits in Kapitel 1.2.8.1 diskutierte Problematik zusätzlich entstehender Vor- und Nachlauf- sowie Umschlagkosten sind auch im kombinierten Verkehr zu beachten. Zusätzlich zu den Vor- und Nachlaufkosten auf der Straße sind im kombinierten Verkehr vier zusätzliche Umschläge mit Kosten von jeweils 20 € pro Ladeinheit zu berücksichtigen. Trotzdem liegt die Rentabilitätsschwelle im kombinierten Verkehr, aufgrund der relativ günstigeren Umschlagkosten, bei rd. 350 km gegenüber einem direkten Transport per Lkw und damit deutlich niedriger (vgl. Abbildung 17) als im konventionellen Verkehr. Der Anteil der Vor- und Nachlaufkosten liegt an der Schwellgrenze bei rd. 70% an den Gesamtkosten und sinkt mit zunehmender Entfernung auf unter 50% ab. Veränderungen der wesentlichen Einflussgrößen können auch hier die dargestellte Rentabilitätsschwelle oder Mindesttransportentfernung wesentlich berühren.

Abbildung 17: Transportkostenvergleich für einen Wechselbehälter im direkten Lkw-Transport und einem Transport per Schiene inkl. einem Vor- und Nachlauftransport von bis zu 30 km (Kosten in €/40-Fuß Ladeinheit)



Quelle: TTS TRIMODE Transport Solutions GmbH

Erfolgreiche Linien bieten im kombinierten Verkehr quasi-tägliche Abfahrten, was in etwa 5 Abfahrten pro Woche entspricht. Bei einem täglich verkehrenden Liniendienst ist ein Jahresaufkommen zwischen rd. 16.000 bis 20.000 LE³⁴ erforderlich, damit dieser wirtschaftlich betrieben werden kann. Dieses Aufkommen ist jedoch nicht immer und auf allen Relationen realisierbar. Damit ein Dienst wirtschaftlich betrieben und sich im Wettbewerb zum Lkw bzw. den alternativen KV-Angeboten durchsetzen kann, sind i. d. R. zwei Abfahrten pro Woche und Richtung erforderlich. Bei einer Abfahrt zweimal pro Woche ist ein durchschnittliches Aufkommen von rd. 6.700 LE pro Jahr, bzw. zwischen 5.000 und 8.500 LE, notwendig. Linienangebote mit nur einer Abfahrt pro Woche werden nur in der Anfangsphase und ausschließlich bei im Zeitverlauf positiven Wachstumsentwicklungen angeboten. Dieses Aufkommen von 6.700 LE pro Jahr ist mit einem Mengenaufkommen von rd. 100.000 t verbunden.

Bei dem per Lkw transportierten Verkehrsaufkommen in einer Höhe von 2,9 Mrd. t bzw. 1,1 Mrd. t (über 200 km) ist mit Sicherheit ein Teil dabei, der eine hohe KV-Affinität besitzt und eventuell im kombinierten Verkehr transportiert werden kann. Nach den vorhergehenden Ausführungen sind konventionelle multimodale Verkehre nur unter besonderen Umständen vorstellbar, aber durchaus im kombinierten Verkehr. Auch angesichts des Tatbestandes, dass es sich bei 70% der Lkw-Verkehre auf Distanzen über 200 km um Stückgüter handelt, würde eine höhere Frequentierung im KV bzw. gegebenenfalls die Bildung neuer Transportrelationen Sinn ergeben.

Wir gehen davon aus, dass von allen Lkw-Verkehren ein Potenzial von 0,8 Mrd. t KV-affin ist, davon verkehren rd. 215 Mio. t auf Relationen von über 350 km, was prinzipiell eine beachtliche Größenordnung ist. Konzentriert man sich allerdings auf die Relationen mit größeren Einzelmengen, dann fällt auf, dass sie auf solchen Relationen bereits realisiert werden, wo bereits regelmäßig KV-Dienste verkehren. Für die Identifizierung etwaiger neuer KV-Relationen kommen nur solche Relationen in Frage, in denen – aufgrund der obigen Mindestbeschränkung – größere Jahresmengen befördert werden und sie auf Relationen erfolgen, wo noch keine KV-Dienste angeboten werden. Setzt man die zu betrachtende Mindestmenge auf ca. 40.000 t fest (dies entspricht der Menge eines einmal wöchentlich verkehrenden Dienstes), die relationspezifisch vorliegen muss und sich ausschließlich auf solche Relationen beschränkt, die nicht von einem aktuellen oder zukünftig erwarteten Dienst bedient werden und geht sehr optimistisch davon aus, dass ca. 50% des auf der Straße verkehrenden Aufkommens auf die Schiene verlagert werden kann, dann erhält man ein potentielles Verlagerungsaufkommen von rd. 6 Mio. t.

Der Marktanteil der Schiene würde durch dieses Potential jedoch nur unwesentlich ansteigen. Um deutlich höhere Marktanteile zu realisieren, müssten die entscheidenden kostenseitigen Hindernisse, entweder über Betriebskostenzuschüsse oder gezielte Ansiedlungen von Logistikleistungen in der Nähe von intermodalen Standorten, gemindert werden

³⁴ Hierbei wird von einer Stellplatzauslastung von 60% ausgegangen und einem Behältermix von 50% an 20“ und 50% an 40“-Einheiten ausgegangen.

1.2.9 Schlussfolgerungen

- ▶ Der Marktanteil der umweltverträglicheren Verkehrsträger Schiene und Wasserstraße liegt im Jahr 2010 aufkommensmäßig bei rd. 16%.
- ▶ Zwar gibt es eine Tendenz, dass Schiene und Wasserstraße eher auf längeren Entfernungen mit Transportweiten von über 200 km stärker vertreten sind, aber auch auf diesen fernen Relationen ist der Lkw stärker vertreten als die beiden umweltverträglicheren Verkehrsträger.
- ▶ Dies gilt auch für Gütergruppen, in denen überwiegend Massengüter vertreten sind.
- ▶ Einer der wesentlichen Gründe hierfür ist, dass nicht alle Relationen verkehrsträgerübergreifend (intermodal) besetzt sind. Dies bedeutet, dass der überwiegende Teil der Verkehrsrelationen ausschließlich von einem Verkehrsträger, und zwar per Straße bedient wird; hier handelt es sich um 2,9 Mrd. t in 2010 bzw. um rd. 73% des gesamten Verkehrsaufkommens.
- ▶ Auf den Verkehrsrelationen mit intermodaler Verkehrsträgerkonkurrenz nehmen Schiene und Wasserstraße auf Relationen mit Transportentfernungen von über 200 km Marktanteile zwischen 70% und 85% ein. Dies bedeutet, dass dort wo entsprechende Voraussetzungen für die Bahn und das Binnenschiff vorliegen, auch hohe Marktanteile realisiert werden.
- ▶ Wesentliche Voraussetzung hierfür ist neben der Existenz entsprechender Verkehrsanschlüsse auch das Vorliegen von hohen Transportaufkommen.
- ▶ Prinzipiell sind Schiene und Wasserstraße bei fast allen Transportweiten günstiger als der Lkw-Verkehr (dies gilt für Direktverkehre und bei Vernachlässigung unterschiedlicher Umschlagkosten), wenn sie vollausgelastet fahren können. Diese setzt bei der Schiene Ganzzüge voraus und bei der Binnenschifffahrt voll abgeladene Binnenschiffe. Während ein Lkw jedoch maximal 27 t transportieren kann, sind es bei einem Ganzzug rd. 1.250 t und bei einem Motorschiff zwischen 2.800 und 3.500 t. Kleinere Schiffseinheiten benötigen ein Ladungsaufkommen um die 1.000 t. Damit Schiene und Wasserstraße kostenmäßig günstiger abschneiden können als ein Lkw-Verkehr mit 27 t Ladung, wird ein Mindestaufkommen von rd. 300 bis 400 t pro Fahrt im Schienenverkehr und von 600 bis 1.000 t im Binnenschiffsverkehr benötigt.
- ▶ Die Analyse zeigt, dass auf rd. 70% der Verkehrsrelationen mit Verkehrsträgerkonkurrenz Schiene und Wasserstraße Marktanteile von über 30% realisieren; im Durchschnitt dieser Relationen realisieren die beiden umweltverträglicheren Verkehrsträger einen Marktanteil von 92%. Dies zeigt, dass auf diesen Relationen die entsprechenden Voraussetzungen vorliegen, damit Schiene und Wasserstraße ihre Vorteile ausspielen können.
- ▶ Dort wo diese Vorteile, sprich entsprechend hohe Verkehrsaufkommen oder Sendungsgrößen pro Fahrt, nicht vorliegen, dominiert der Lkw-Verkehr.
- ▶ Eine Lösung ist die Bündelung von Verkehren durch multimodale Verkehre, bei denen der Vor- und Nachlauf per Lkw und der Hauptlauf per Bahn oder Binnenschiff umgesetzt wird. Hierfür sind jedoch kontinuierliche Dienste erforderlich, die nur bei Vorliegen von Mindestverkehrsmengen in einem Einzugsbereich betrieben werden können.
- ▶ Für die Umsetzung von multimodalen Verkehrskonzepten im konventionellen Verkehr sind Mindesttransportweiten zwischen 320 und 500 km sowie Mindestverkehrsmengen um rd.

60.000 t p.a. erforderlich. Im kombinierten Verkehr liegt die erforderliche Mindesttransportweite, ab der ein Verkehr günstiger ist als ein direkter Lkw-Verkehr bei rd. 350 km. Damit ein Dienst erfolgreich umgesetzt werden kann, ist ein Mindestaufkommen von rd. 100.000 t p.a. erforderlich bzw. rd. 6.700 LE.

- ▶ Solch hohe Transportmengen sind sowohl im konventionellen Verkehr als auch im kombinierten Verkehr nur zu einem geringen Anteil vorhanden. Im konventionellen Verkehr handelt es sich um Relationen mit einem Verkehrsaufkommen von rd. 8 Mio. t und im kombinierten Verkehr um Relationen mit einem Gesamtverkehrsaufkommen von rd. 6 Mio. t. Könnten diese Verkehrsaufkommen für die Schiene und die Wasserstraße gewonnen werden, ist nicht mit einem merkbaren Anstieg des Modal-Split-Anteils zu rechnen.

1.3 Befragung der Verlagerer und Transporteure

Dieses Arbeitspaket 7 zielt darauf ab, mit Hilfe einer Primärerhebung einerseits die in AP 5 und AP 6 identifizierten Wissens- und Forschungslücken zu schließen und andererseits die in AP 5 und AP 6 identifizierten Einflussvariablen und Hemmnisse in Bezug auf den Verkehrsträgerwechsel zu bestätigen oder zu widerlegen.

Im Folgenden wird zunächst das vorgesehene Befragungsdesign im Detail aufgezeigt und die Vorgehensweise bei der Stichprobenziehung erläutert. Des Weiteren wird auf den strukturellen Aufbau und auf die Inhalte des entwickelten Fragebogens eingegangen. Anschließend wird über den aktuellen Stand der Feldphase berichtet. In diesem Zuge wird auf die bereits identifizierten Probleme bei der Befragung hingewiesen. Final wird ein Ausblick darauf gegeben, auf welche Aspekte die anschließende Datenanalyse fokussieren wird.

1.3.1 Befragungsdesign

Die Erhebung der Primärdaten erfolgte in Form von computergestützten persönlich-mündlichen Interviews (CAPI). Diese Erhebungsform wurde gewählt, da dies den forschungsökonomisch ertragreichsten Ansatz für Erhebungen innerhalb der vorgesehenen Zielgruppe der Logistik-Entscheider darstellt. Die Dauer der Einzelinterviews war mit rund 45 Minuten angesetzt. Bei Befragungen dieser Dauer liegt der Vorteil von persönlichen Interviews darin, dass die Interviewer unterstützend eingreifen können und zudem darauf achten, dass die Zielperson sich genügend Zeit nimmt, um alle Fragen sorgfältig zu beantworten. Es war vorgesehen, insgesamt n=200 Interviews mit Entscheidungsträgern hinsichtlich der Parameter für die Wahl der Transportmittel durchzuführen.

1.3.2 Stichprobenziehung

Die Stichprobe der Unternehmen wurde als Quotenstichprobe angelegt, bei der primär eine Schichtung entlang von verschiedenen Wirtschaftszweigen (WZ 2008) vorgenommen wurde. Der Fokus lag dabei auf Wirtschaftszweige, bei denen erfahrungsgemäß ein hoher Anteil an Güterverkehr im Fernverkehr zu erwarten ist. Es wurden insgesamt fünf entsprechende Wirtschaftszweige definiert und in der Stichprobe berücksichtigt. Den größten Anteil stellen dabei Unternehmen aus dem verarbeitenden Gewerbe mit n=90 vorgesehenen Fällen dar. Weitere berücksichtigte Wirtschaftszweige sind der Großhandel und Speditionen mit jeweils n=35 geplanten Interviews. Zudem sind die Wirtschaftszweige „Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden“ (n=25) und der Einzelhandel (n=15) in der Stichprobe berücksichtigt worden. Im Einzelhandel wurden nur Unternehmen mit mindestens 250 Mitarbeitern berücksichtigt. Dies sollte verhindern, dass kleinere Unternehmen oder Filialen in die Stichprobe gelangen, in denen keine eigenständigen Logistikentscheidungen gefällt werden, respektive bei denen keine realistische Verkehrsmittelalternativen vorliegen. Die Details zu weiteren Abgrenzungen innerhalb der Wirtschaftszweige können Tabelle 37 entnommen werden.

Tabelle 37: Schichtung der Unternehmensstichprobe

Wirtschaftszweig (WZ 2008)	Vorgesehener Anteil in der Netto-Stichprobe
Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden (Abschnitt B): WZ 05 – 08, aber nicht WZ 09 (Erbringung von Dienstleistungen für den Bergbau...), Rückgewinnung (WZ 38.3)	n=25
Verarbeitendes Gewerbe (Abschnitt C): Hier würden alle WZ einbezogen außer: WZ 30.1 – 30.8 (Schiffsbau, Schienenfahrzeugbau, Luft- und Raumfahrtbau, Herstellung militärischer Kampf- fahrzeuge) sowie WZ 32.1 (Herstellung von Münzen und Schmuck)	n=90
Großhandel (Abschnitt G): WZ 45.31 (Großhandel mit Kraftwagenteilen und-zubehör) und 46.2 – 46.9. Nicht berücksichtigt würden Handelsvermittlung (46.1) und Einzelhandel (47)	n=35
Speditionen (WZ 52.29.1)	n=35
Einzelhandel (WZ 47), nur Unternehmen ab 250 Mitarbeiter	n=15
Gesamt	n=200

Quelle: Eigene Darstellung

Neben der Schichtung nach Unternehmenszweigen erfolgte eine weitere Schichtung der Stichprobe. Diese Schichtung berücksichtigte die Anzahl der Mitarbeitenden. Dadurch sollte sichergestellt werden, dass in der Datenerhebung Unternehmen unterschiedlicher Größe und Struktur abgebildet werden. Die Schichtung der Unternehmensgröße erfolgte entlang von drei Klassen: 5 bis 99 Beschäftigte (n=35), 100 bis 249 Beschäftigte (n=75) und Unternehmen mit 250 oder mehr Beschäftigten (n=90).

Entsprechend der beschriebenen Schichtungskriterien wurde innerhalb eines erworbenen Adresspools mit Unternehmensdaten der Kantar GmbH eine Brutto-Stichprobe gezogen. In dieser Brutto-Stichprobe sind Unternehmen, welche den geforderten Wirtschaftszweigen und Unternehmensgrößenklassen entsprechen in größerer Anzahl enthalten. Die Ziehung der einzelnen Unternehmen erfolgte auf Basis eines Zufallsverfahrens. Darüber hinaus wurde aber sichergestellt, dass Unternehmen, die aufgrund ihrer Ladungskategorien und anderer Parameter mutmaßlich eine hohe Relevanz für den Forschungsgegenstand haben, in der Brutto-Stichprobe enthalten sind. Alle Unternehmen in der Nettostichprobe wurden anschließend in der ersten Erhebungsphase einem Vorscreening durch die Interviewenden unterzogen.

1.3.3 Vorscreening der Teilnehmer

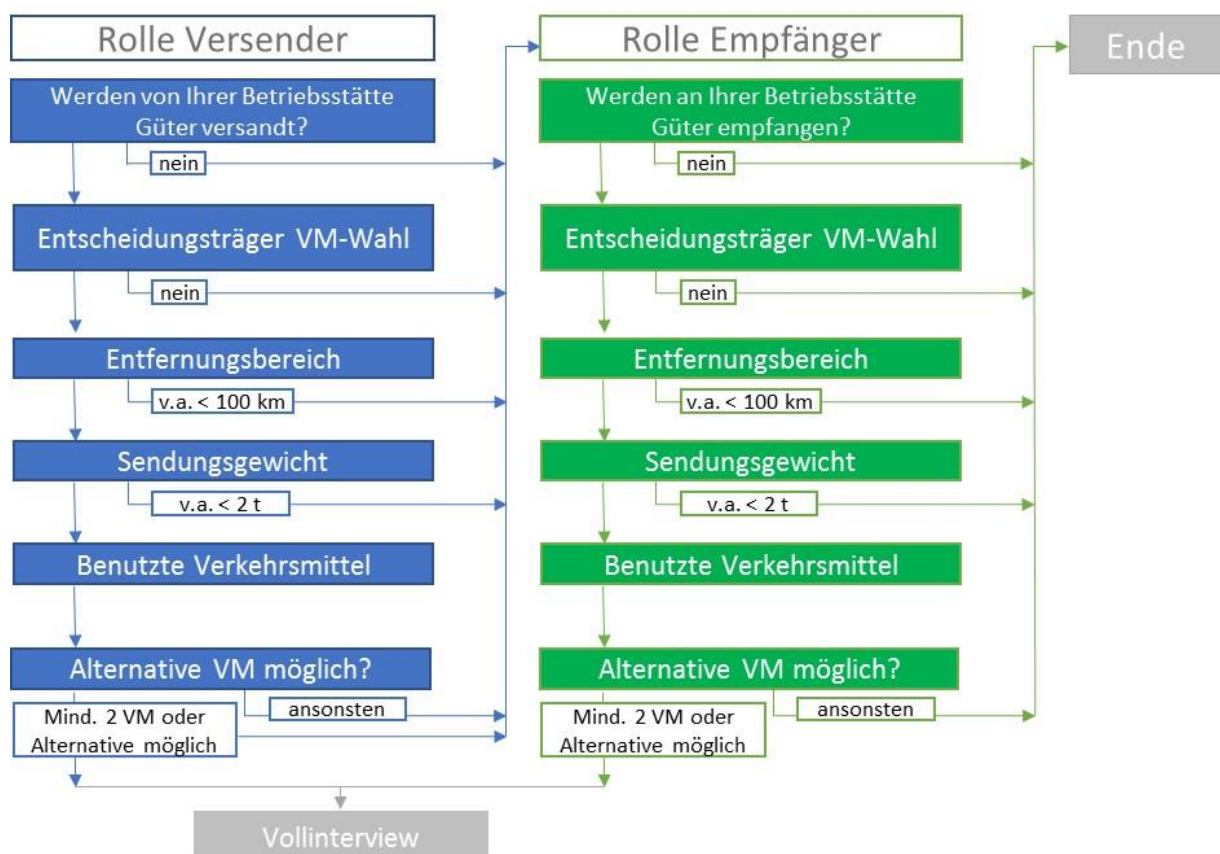
Für das Erkenntnisinteresse dieser Studie sind vor allem Logistikkentscheidungen von Unternehmen relevant, bei denen ein nennenswerter Waren Ein- oder Ausgang im Entfernungsbereich ab 100 km vorliegt. Zudem ist es relevant, dass die Sendungsgewichte des Warenverkehrs ein Min-

destaufkommen nicht unterschreiten, um prinzipiell für den Schienenverkehr oder den Transport über Wasserstraßen in Betracht zu kommen. Des Weiteren sind nur Unternehmen für die eingangs des Kapitels beschriebene Fragestellung relevant, bei denen für die Warentransporte unterschiedliche Verkehrsmittel zum Einsatz kommen oder bei denen prinzipiell unterschiedliche Verkehrsmittel in Frage kommen.

In einem telefonischen Vorinterview ermitteln die Interviewer die relevanten Entscheidungsträger für Logistik- und Transportvorgänge. Mit dieser Zielperson wird eruiert, ob prinzipiell Transportvorgänge entsprechend der oben genannten Kriterien vorliegen. Das eigentliche CAPI-Interview wird nur dann durchgeführt, wenn im Unternehmen in nennenswertem Umfang Güterverkehr im Bereich ab 100 km mit Partiegrößen ab 2 Tonnen stattfinden. Da es in der Studie im Kern um Verkehrsmittelwahlentscheidungen geht, wird nur dann ein CAPI-Interview durchgeführt, wenn das Unternehmen diese Entscheidungen selber trifft und ein Wechsel des Verkehrsmittels prinzipiell möglich ist. Qualifiziert sich das Unternehmen für das Hauptinterview, so wird die Teilnahmebereitschaft dafür ermittelt und im positiven Fall ein Termin für das persönlich-mündliche Interview vereinbart.

Der schematische Aufbau des telefonischen Vorscreenings kann der Abbildung 18 entnommen werden.

Abbildung 18: Aufbau des telefonischen Vorscreenings

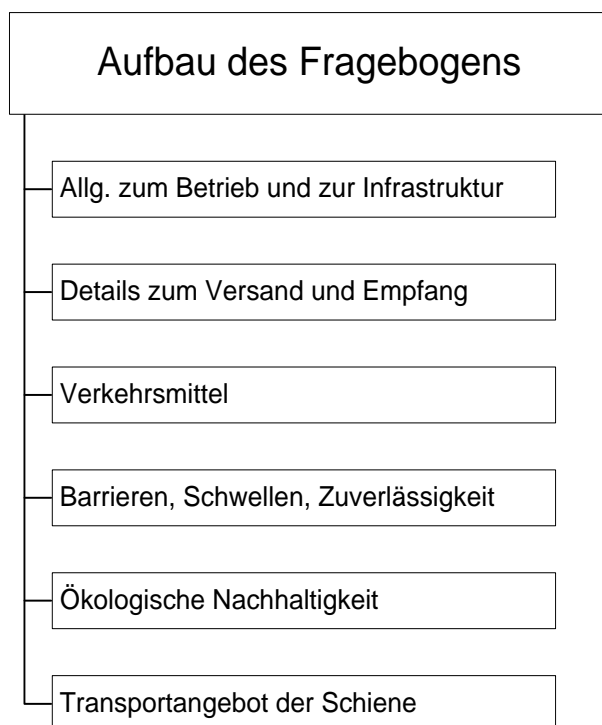


Quelle: Eigene Darstellung

1.3.4 Fragebogenkonzept

Im Folgenden wird näher auf den Aufbau des Fragebogens des Hauptinterviews eingegangen. Der entwickelte Fragebogen unterteilt sich in insgesamt sechs Abschnitte (vgl. Abbildung 19): Zunächst war es von Relevanz, allgemeine Informationen zum Betrieb und zur Infrastruktur abzufragen. Im zweiten Abschnitt werden Details zum Warenversand und -empfang bei den befragten Unternehmen eingeholt. Im dritten Abschnitt liegt der Fokus auf der Verkehrsmittelwahl. Im vierten Abschnitt wird auf Barrieren und Entscheidungsschwellen im Hinblick auf Verlagerungsmöglichkeiten auf die Schiene im Detail eingegangen. Vertiefend wird dabei die Qualitätskomponente der Zuverlässigkeit betrachtet, da diese bei bisherigen quantitativen Befragungen kaum im Fokus stand. Danach werden die Unternehmen im fünften Abschnitt über ihre Bewertung der ökologischen Nachhaltigkeit im Allgemeinen und zu deren Berücksichtigung im Unternehmensalltag in der Logistik befragt. Abschließend sollen die Unternehmen frei dazu Stellung nehmen, wie sie sich ein attraktives Transportangebot der Schiene vorstellen, damit sie einerseits weiterhin die Schiene nutzen oder andererseits die Schiene als Alternativverkehrsträger überhaupt zur Nutzung in Betracht ziehen.

Abbildung 19: Aufbau des Fragebogens



Quelle: Eigene Darstellung

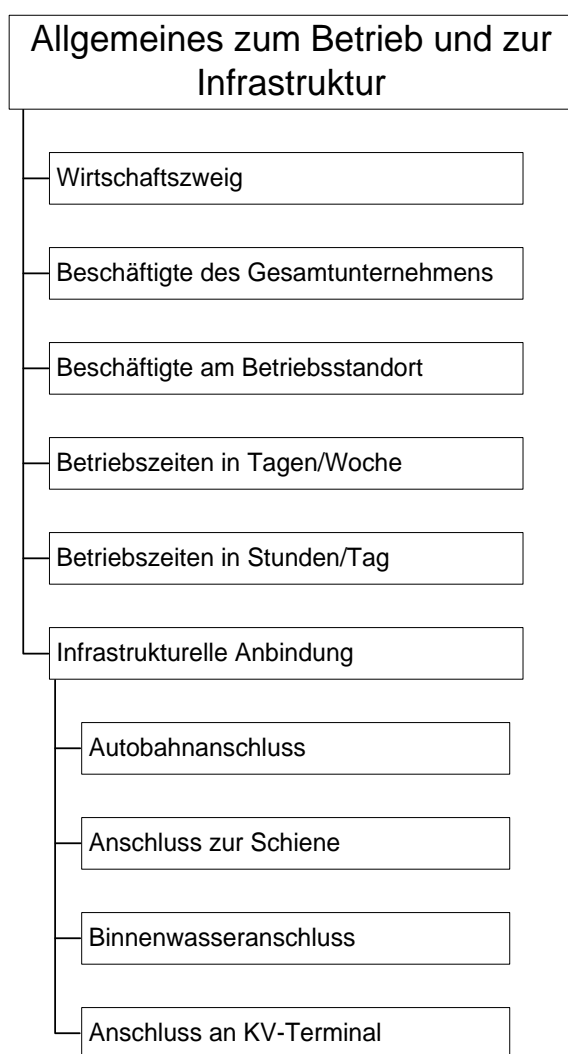
Im Folgenden wird im Detail auf die sechs Teilkomplexe des Fragebogens eingegangen.

Allgemeines zum Betrieb und zur Infrastruktur In diesem Teilkomplex wird darauf geachtet, dass Fragen integriert werden, die bereits Teil von anderen Erhebungen waren. Somit wird gewährleistet, dass die Ergebnisse dieser Befragung mit anderen Befragungen verglichen werden können (siehe Kantar TNS et al. 2014, Thaller et al. 2013a, b). Zudem werden relevante Eckdaten zum Betrieb der befragten Unternehmen abgefragt, um diese Unternehmen möglichst gut beschreiben zu können. Abbildung 20 zeigt den detaillierten, strukturellen Aufbau dieses Teilabschnitts.

Zunächst ist es jedoch von Relevanz zu erfahren, welchem Wirtschaftszweig der befragte Betrieb zugeordnet werden kann. Hierbei liegt der Fokus auf den definierten Untersuchungsgruppen der Verlager (u. a. Bergbau, Verarbeitendes Gewerbe, Großhandel, Einzelhandel) sowie der Speditionen und Transportunternehmen. Um das Unternehmen zu charakterisieren, wird die Beschäftigtenzahl erhoben. Auch sind die Betriebszeiten der befragten Unternehmen von Relevanz.

In Bezug auf den Fragekomplex zur infrastrukturellen Anbindung hat sich das Projektteam an der Vorlage von Thaller et al. (2013) orientiert, die bereits eine Erhebung von Speditionen und Transportunternehmen sowie von Betreibern von Logistikstandorten 2012/13 durchgeführt haben. Hierbei liegt der Fokus auf den infrastrukturellen Anschlüssen Autobahn, Schiene, Binnenwasserstraße und KV-Terminal. Allerdings werden für das vorliegende Projekt die Entfernungsklassen vom Betriebsstandort zu den Zugangspunkten der jeweils betrachteten Verkehrsträger leicht modifiziert.

Abbildung 20: Allgemeines zum Betrieb und zur Infrastruktur



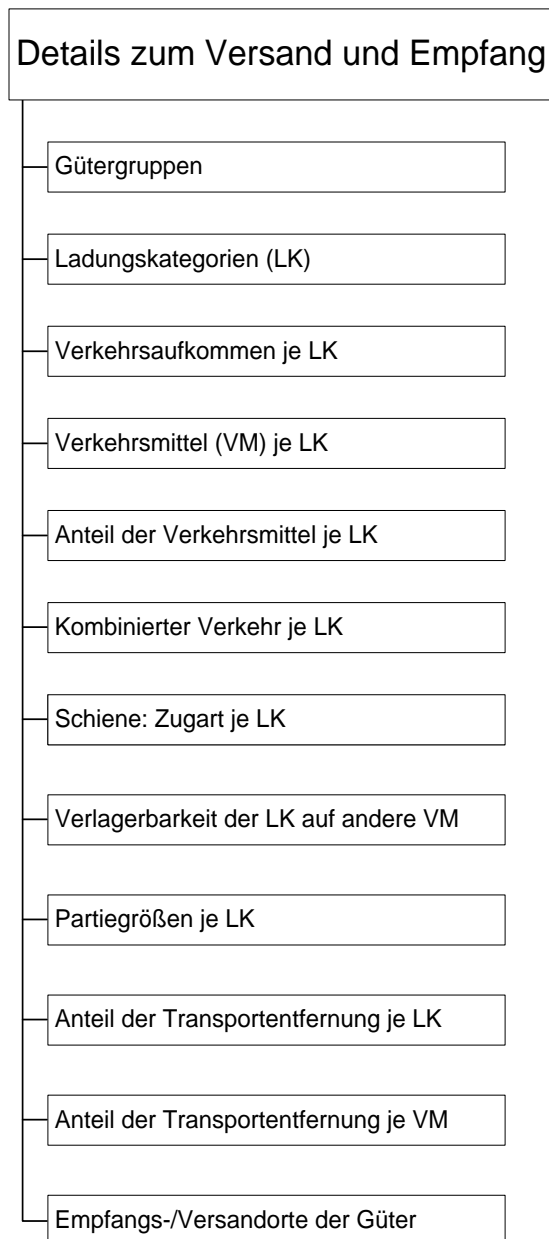
Quelle: Eigene Darstellung

Details zum Versand und zum Empfang In diesem Abschnitt werden Details zum Wareneingang und zum Warenausgang separat erfasst. Die jeweiligen Fragen werden sowohl für Empfang als auch Versand in der gleichen Weise gestellt. Hierbei wird der Fokus auf die Charakteristika der Sendungen (u. a. Gütergruppen, Ladungskategorien, Verkehrsaufkommen, Verkehrsmittel), die die Unternehmen in der Regel versenden oder empfangen, gelegt (siehe Abbildung 21).

In der ersten Frage dieses Abschnitts wird nach den Güterarten, die vom Betriebsstandort des Unternehmens versendet (oder am Betriebsstandort empfangen) werden, gefragt. Die zur Auswahl stehenden 15 Güterarten sind angelehnt an die Einteilung des Güterverzeichnis für die Verkehrsstatistik (NST-2007, Statistisches Bundesamt 2008). Allerdings wurden für dieses Projekt die 20 Güterarten der NST-2007 zu 15 Güterarten zusammengefasst. Die Kategorien 07 (Kokereierzeugnisse und Mineralölerzeugnisse), 08 (Chemische Erzeugnisse) und 09 (Sonstige Mineralerzeugnisse) wurden zur Kategorie 7 zusammengefasst. Die Kategorien 15 (Post, Pakete) und 17 (Beförderte private und gewerbliche Umzugsgüter) der NST-2007 wurden von der Befragung ausgeschlossen, da davon auszugehen ist, dass keines der befragten Unternehmen diese Güter befördert. Ferner wurden die Kategorien 18 (Sammelgut) und 19 (Nicht identifizierte Güter) zusammengefasst, da davon auszugehen ist, dass beide Güterarten in der Realität Güter beschreiben, die zusammen transportiert werden.

In der zweiten Frage dieses Teilabschnitts liegt der Fokus auf den beförderten Ladungskategorien in der jeweils beförderten Güterart. Hierbei werden sieben Kategorien unterschieden (Trockenes Massengut; Schütt-, Riesel- und Greifergut; Flüssiges Massengut; Palette; Ballen, Rollen, Boxen; Coils; Stückgut). Als nächstes wird nach dem Verkehrsaufkommen [t/Jahr] je Ladungskategorie gefragt. Darauf aufbauend ist von Interesse, welche Verkehrsmittel je Ladungskategorie eingesetzt werden. Hierbei wird nach Lkw, Bahn, Binnenschiff, kontinentalem, kombiniertem Verkehr und maritimem, kombiniertem Verkehr unterschieden. Falls bei dieser Frage kontinentaler KV angegeben wird, wird die Frage zugewiesen, welche Arten von KV je Ladungskategorie genutzt werden. Hierbei wird nach unbegleitetem und begleitetem KV mit der Bahn sowie nach unbegleitetem KV mit dem Binnenschiff unterschieden. Wird zuvor bei den verwendeten Verkehrsmitteln die Schiene angegeben, wird danach gefragt, welche Züge (*Ganzzug, Einzelwagen, sowohl als auch*) für den Transport je Ladungskategorie eingesetzt werden. In der nächsten Frage wird darauf eingegangen, welche der zuvor angegebenen Ladungskategorien, die ausschließlich mit dem Lkw transportiert werden, prinzipiell auf andere Verkehrsmittel verlagert werden können. Als nächstes werden die Partiegrößen je Ladungskategorie erfragt. Weiterführend ist dabei von Relevanz, wie hoch einerseits der Anteil der Transportentfernungen je Ladungskategorie und andererseits je genutztes Verkehrsmittel ist. Hierbei werden die Transportentfernungen in Distanzklassen eingeteilt. Abschließend werden die Unternehmen danach gefragt, wo die Empfangs- bzw. Versandorte ihrer empfangenen bzw. versendeten Güter liegen. Hierbei können sie zwischen *Innerhalb Deutschlands, Innerhalb Europas, In Zentralasien* und *In Übersee* auswählen.

Abbildung 21: Details zum Versand und Empfang



Quelle: Eigene Darstellung

Verkehrsmittel Dieser Teilabschnitt beschäftigt sich mit den Einflussfaktoren, Entscheidungskalkülen und den Beweggründen der Unternehmen bei der Verkehrsmittelwahl. Im Detail wird die Struktur dieses Themenkomplexes in Abbildung 22 aufgezeigt.

Zunächst werden in diesem Teilabschnitt die Transporteigenschaften je transportierter Gütergruppe abgefragt. Die Transporteigenschaften werden in geschlossenen Antwortkategorien vorgegeben und können vom Probanden ausgewählt werden. Diese Frage wurde aus dem bestehenden Fragebogen der Studie von Kantar TNS et al. (2014) übernommen. Danach wird nach der Eignung der Verkehrsmittel für den Transport der jeweils transportierten Güter gefragt. Hierbei wird nicht explizit nach Versand und Empfang unterschieden. Die jeweils zuvor angegebenen Gütergruppen im Empfang und Versand werden angezeigt und deren Eignung abgefragt. Zudem ist von Relevanz, ob die Unternehmen eine Grundsatzentscheidung bezüglich der Wahl des Ver-

kehrsmittels treffen. Falls dies generell für alle Transporte gilt, wurden die Unternehmen gebeten anzugeben, welche Grundsatzentscheidung zur Wahl der Verkehrsmittel es in ihrem Unternehmen gibt. Dabei sollten sie beantworten, ob die Verkehrsmittel *immer*, *bevorzugt* oder *nie* genutzt werden. Bei der Antwort *immer* und *bevorzugt* wird gefragt, aus welchen Gründen diese Grundsatzentscheidungen getroffen wurden. Diese Frage wurde offen von den Probanden beantwortet.

Falls bei der Frage, ob eine Grundsatzentscheidung getroffen wird, angegeben wird, dass sie nur *bei bestimmten Kunden/Lieferanten* oder *bei bestimmten Gütergruppen/Ladungskategorien* gilt, wird danach gefragt, welche Verkehrsmittel bei diesen Transporten genutzt werden. Auch in diesem Fall wird im Nachgang nach den Gründen der Grundsatzentscheidung für das jeweilige Verkehrsmittel in offener Form gefragt.

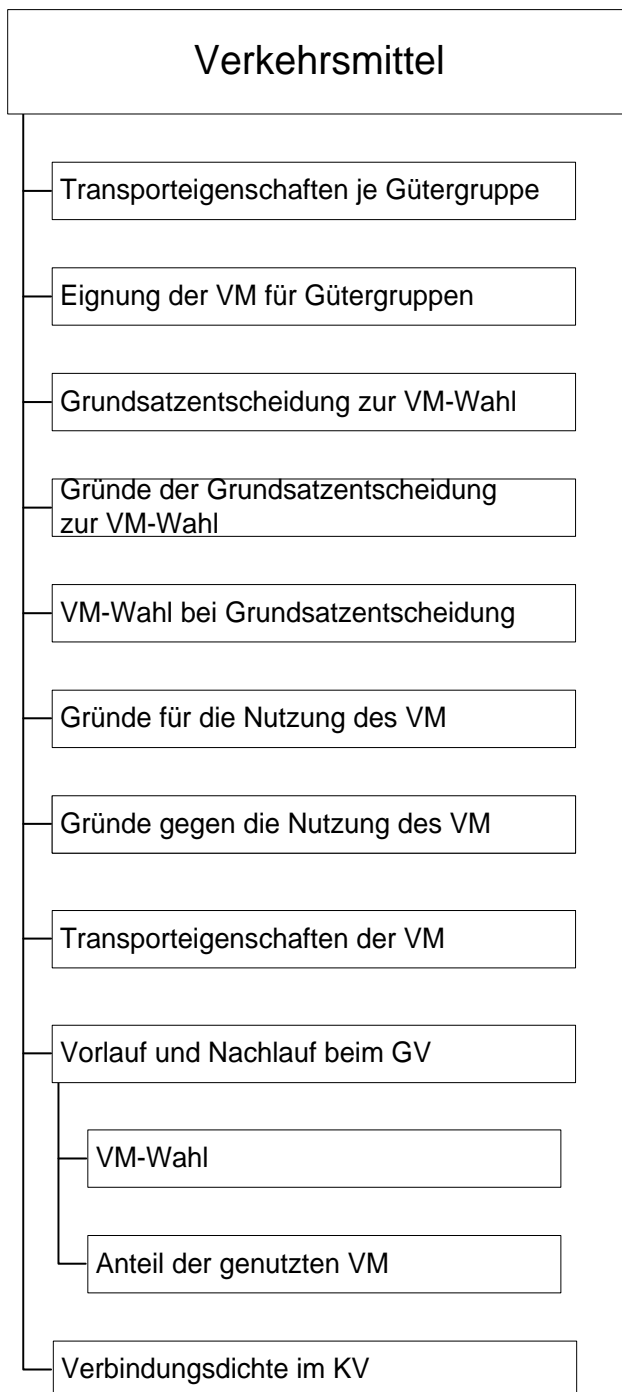
Ferner wird nach den Gründen für die Wahl der genutzten Verkehrsmittel gefragt. Hierbei sollen die wichtigsten drei Gründe in der Rangfolge nach ihrer Wichtigkeit benannt werden. Es wird nicht nach Versand und Empfang differenziert. Im Anschluss werden auf die Gründe eingegangen, die gegen die Nutzung von Verkehrsmitteln sprechen. Hierbei wird auf die Verkehrsmittel eingegangen, die von den Probanden nicht genutzt werden.

Weiterführend werden die Transporteigenschaften, die für die Probanden bei einer Nutzung des Binnenschiffs, der Schiene und des Lkw am relevantesten sind, erhoben. Dabei sollen von den Probanden die drei wichtigsten Transporteigenschaften, in der Rangfolge nach ihrer Wichtigkeit, genannt werden.

Die an der Befragung teilnehmenden Speditionen und Transportdienstleister bekommen außerdem explizit Fragen zum Vor- und Nachlauf ihrer Gütertransporte gestellt. Es wird danach gefragt, ob sie jeweils einen Vor- oder Nachlauf durchführen, welche Verkehrsmittel dafür eingesetzt werden – differenziert nach Lkw, Bahn und Binnenschiff, und wie hoch der Anteil der jeweils genutzten Verkehrsmittel für den Vor- oder Nachlauf ist.

Abschließend zu diesem Themenkomplex wird der Frage nach der notwendigen Verbindungsdichte im kombinierten Verkehr nachgegangen. Hierbei wird die erforderliche Häufigkeit für die Fahrt im KV abgefragt.

Abbildung 22: Verkehrsmittel



Quelle: Eigene Darstellung

Barrieren, Schwellen und Zuverlässigkeit In diesem Themenkomplex werden konkrete Schwellenwerte zur Zuverlässigkeit und Flexibilität sowie zur Verlagerung erhoben. Zudem wird der Fokus auf die Beweggründe für die jeweilige Verkehrsmittewahlentscheidung der Unternehmen gelegt. In Abbildung 23 wird der strukturelle Aufbau des Teilkomplexes des Fragebogens aufgezeigt.

Zunächst werden die Unternehmen gefragt, welche der transportierten Ladungskategorien, differenziert nach Versand und Empfang, mit welchem prozentualen Anteil prinzipiell im kombi-

nierten Verkehr befördert werden könnten. Dabei werden nur die Ladungskategorien berücksichtigt, die bislang noch nicht im kombinierten Verkehr transportiert werden. Weiterführend werden die Gründe erfragt, wieso die jeweiligen Ladungskategorien nicht im kombinierten Verkehr befördert werden. Die Frage wird offen gestellt. Dabei sollen die Probanden die wichtigsten drei Gründe in der Reihenfolge nach ihrer Wichtigkeit benennen.

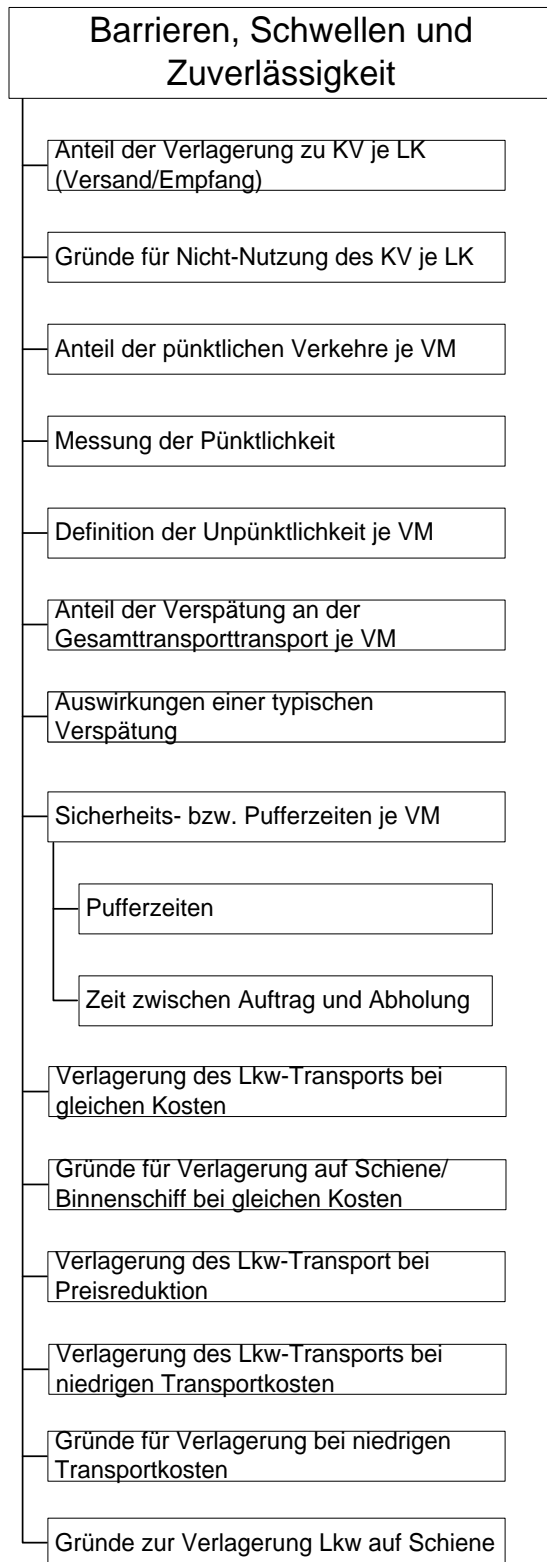
Als nächstes wird näher auf die Pünktlichkeit eingegangen. Hierbei wird zunächst der Anteil der pünktlichen Verkehre am Gesamtverkehrsaufkommen der von den Unternehmen genutzten Verkehrsmittel über alle Verkehre hinweg (d. h. der gesamten empfangenen und versendeten Ware) erfragt. In diesem Kontext ist relevant, wie die einzelnen Unternehmen Pünktlichkeit messen. Im Zuge dessen können sie zwischen der absoluten Abweichung der tatsächlichen Ankunftszeit von der geplanten Ankunftszeit (in Stunden) und der relativen Abweichung von der geplanten Ankunftszeit (in Prozent der Gesamttransportzeit) auswählen. Falls sie Pünktlichkeit in absoluter Abweichung messen, können sie in der nächsten Frage angeben, ab wie vielen Minuten bzw. Stunden nach der vereinbarten Ankunftszeit der Transport ihrer jeweils genutzten Verkehrsmittel als unpünktlich wahrgenommen wird. Falls sie hingegen Pünktlichkeit mit der relativen Abweichung bemessen, wird nach dem Anteil der Verspätung an der geplanten Gesamttransportzeit gefragt. Zudem stellt sich in diesem Kontext die Frage nach dem Anteil der Verspätung an der Gesamttransportzeit bei den unpünktlichen Verkehren differenziert nach den genutzten Verkehrsmitteln.

Danach werden die Auswirkungen einer typischen Verspätung für das Unternehmen thematisiert. Diese sollen die Unternehmen in Form einer offenen Antwort erläutern. Im Nachgang werden die Unternehmen danach gefragt, ob sie bei ihrer Transportplanung Sicherheits- und Pufferzeiten einbauen, um pünktliche Transporte zu gewährleisten. Hierbei können sie zwischen Ja, Je nach Verkehrsmittel unterschiedlich, Je nach Zielort/Versandort unterschiedlich und Nein auswählen. Falls die Unternehmen eine von den ersten drei Kategorien angegeben haben, wird nachgehakt, wie hoch die Pufferzeiten bei Transporten mit den jeweils genutzten Verkehrsmitteln in der Regel sind. Ihre Angaben können sie entweder in Tagen, Stunden oder Minuten vornehmen. Ferner ist in diesem Kontext von Interesse, wie viel Zeit in der Regel zwischen der Erteilung des Frachtauftrags und der frühestmöglichen Abholung ihrer Transporte mit den jeweils genutzten Verkehrsmitteln liegt. Hierbei können sie den zutreffenden Zeitraum wählen (weniger als ein Arbeitstag, mehr als ein Arbeitstag, mehr als zwei Arbeitstage) und diesen in Stunden oder Tagen spezifizieren.

Nun wird danach gefragt, unter welchen Transportzeitbedingungen sie bereit wären, einen Lkw-Transport bei gleichen Transportkosten auf die Schiene oder das Binnenschiff zu verlagern. Hierbei können sie Antwortkategorien auswählen, die in Abhängigkeit der Transportzeit stehen. Im Nachgang wird nach den Beweggründen zur Verlagerung der Lkw-Transporte auf die Schiene oder das Binnenschiff bei gleichen Transportkosten gefragt. Dabei können die Probanden in offener Form antworten und die Beweggründe benennen, die ihnen am wichtigsten sind. Bei der nächsten Frage wird angenommen, dass der Transport eines vollbeladenen Lkw 1.000 € kostet. Die Unternehmen müssen entscheiden, um wieviel Prozent die Transportkosten der Bahn bzw. des Binnenschiffs mindestens niedriger als der Lkw-Preis sein müssen, damit sie verlagern. Hierbei können sie jedoch auch antworten, dass ein Wechsel zur Bahn oder zum Binnenschiff für sie generell nicht in Frage kommt. Falls sie jedoch eine Angabe zur Preisreduktion vornehmen, wird in der nächsten Frage darauf eingegangen, ob sie einen Lkw-Transport auf die Schiene oder das Binnenschiff verlagern würden, wenn die Transportkosten um mindestens – den angegebenen Betrag – niedriger wären. Die Antwortkategorien sind hier differenziert in Abhängigkeit des Mehrbedarfs an Transportzeit. Danach werden die wichtigsten Beweggründe erhoben, einen Lkw-Transport auf die Schiene und das Binnenschiff zu verlagern, wenn deren Transportkosten

um mindestens – den angegebenen Betrag – niedriger wären. Auch hier können die Beweggründe offen beantwortet werden. Abschließend wird erfragt, unter welchen Umständen sich die Unternehmen vorstellen könnten, die Schiene anstatt der Straße zu nutzen. Hierbei können die Unternehmen wiederum eine offene Antwort geben.

Abbildung 23: Barrieren, Schwellen und Zuverlässigkeit

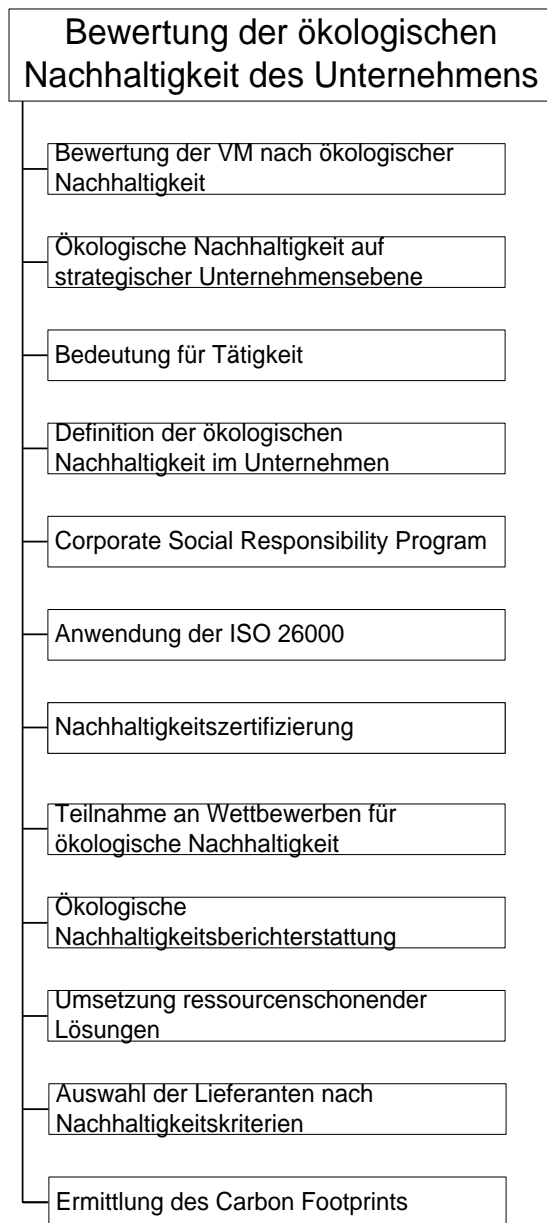


Quelle: Eigene Darstellung

Bewertung der ökologischen Nachhaltigkeit des Unternehmens Dieser Themenkomplex beschäftigt sich mit der Einstellung des Unternehmens zur ökologischen Nachhaltigkeit und der Bedeutung dieser Einstellung im logistischen Alltagsbetrieb (siehe Abbildung 24).

Zunächst ist hierbei von Interesse, wie die Unternehmen die jeweiligen Verkehrsmittel hinsichtlich der ökologischen Nachhaltigkeit bewerten. In diesem Zuge wird den Befragten eine vierstufige Antwortskala von sehr umweltfreundlich bis überhaupt nicht umweltfreundlich angeboten. Weiterführend wird danach gefragt, ob die Unternehmen ökologische Nachhaltigkeit auf strategischer Ebene des Unternehmens, bzw. in ihrem direkten Arbeitsumfeld, thematisieren. Falls dies zutrifft, können die Befragten, offen beantworten, welche Bedeutung dies für den Befragten bzw. deren Tätigkeit hat. Zusätzlich wird danach gefragt, wie das Unternehmen ökologische Nachhaltigkeit definiert. Auch in diesem Fall kann eine offene Antwort gegeben werden. Zudem ist von Interesse, ob es ein Corporate Social Responsibility Program auf Unternehmensebene gibt. In diesem Kontext ist auch von Relevanz, ob die Unternehmen die ISO 26000 für sich anwenden. Dabei handelt es sich um einen Leitfaden, der Orientierung und eine Empfehlung gibt, wie sich Organisationen verhalten sollten, damit sie als gesellschaftlich verantwortlich angesehen werden können. Zudem wird danach gefragt, ob und in welcher Form es eine Nachhaltigkeitszertifizierung in den Unternehmen gibt. Ferner wird erhoben, ob die Unternehmen an Wettbewerben hinsichtlich ökologischer Nachhaltigkeit teilnehmen. Falls sie daran teilnehmen, können sie ausführen, an welchen konkreten Wettbewerben sie bereits teilgenommen haben. Der befragte Vertreter des Unternehmens wird zudem gefragt, ob es eine ökologische Berichterstattung im Unternehmen gibt und falls ja, in welcher Form und an wen diese gerichtet werden muss. Außerdem wird danach gefragt, ob die Umsetzung ressourcenschonender Lösungen in der Logistik im Unternehmen durch u. a. Prämien, Preise, Auszeichnungen oder Anerkennung belohnt wird und falls ja, in welcher Form. Zudem ist von Relevanz, ob die Unternehmen ihre Lieferanten bzw. Transportdienstleister unter ökologischen Nachhaltigkeitskriterien auswählen und falls ja, welche konkreten Kriterien bei der Auswahl eine wesentliche Rolle spielen. Abschließend wird in diesem Themenkomplex der Frage nachgegangen, ob in dem jeweiligen Unternehmen der Carbon Footprint ermittelt wird. Falls dies der Fall ist, wird danach gefragt, wie dieser bemessen bzw. ermittelt wird.

Abbildung 24: Bewertung der ökologischen Nachhaltigkeit des Unternehmens



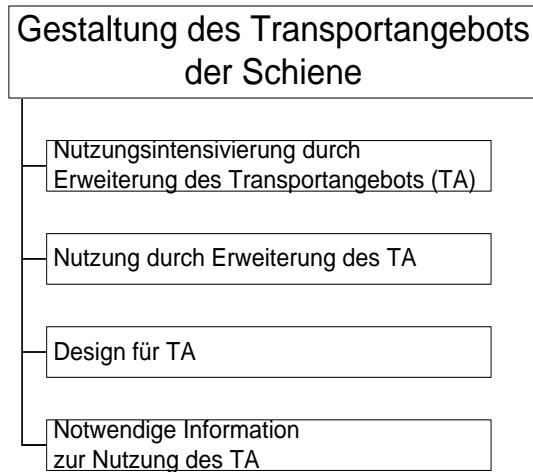
Quelle: Eigene Darstellung

Gestaltung des Transportangebots der Schiene Dieser letzte Abschnitt zielt darauf ab, Informationen über neuartige Logistikdienstleistungen auf der Schiene zu bekommen, die derzeit nicht angeboten werden (siehe Abbildung 25). Der Hintergrund hierfür ist, dass viele potenzielle Kunden der Schiene andere Parameter im Transportangebot wünschen als dies heute der Fall ist, und dass selbst eine massive Preissenkung allein sie nicht von der Schiene überzeugen würde.

Bei bestehenden Kunden der Schiene wird danach gefragt, wie das Transportangebot bzw. die Transportdienstleistung weiterentwickelt werden müsste, damit diese Kunden bleiben und ggf. die Nutzung intensivieren würden. Diese Frage ist offen von den Befragten zu beantworten, und es werden dabei ausdrücklich keine Antwortkategorien vorgegeben. In derselben Weise werden Nicht-Nutzer der Schiene befragt. Hier geht es darum zu erfahren, wie das Transportangebot aussehen müsste, damit diese in Erwägung ziehen, die Schiene zukünftig zu nutzen und sie als Kunden zu gewinnen. In der dritten Frage sollen die Befragten darüber reflektieren, wie ein

Service-Design für eine transportlogische Dienstleistung aus ihrer Sicht aussehen müsste, um die Schiene als Alternative zur Straße in Betracht zu ziehen. Abschließend wird erhoben, welche Informationen die Befragten über Transportangebote benötigen, um die Schiene zu nutzen.

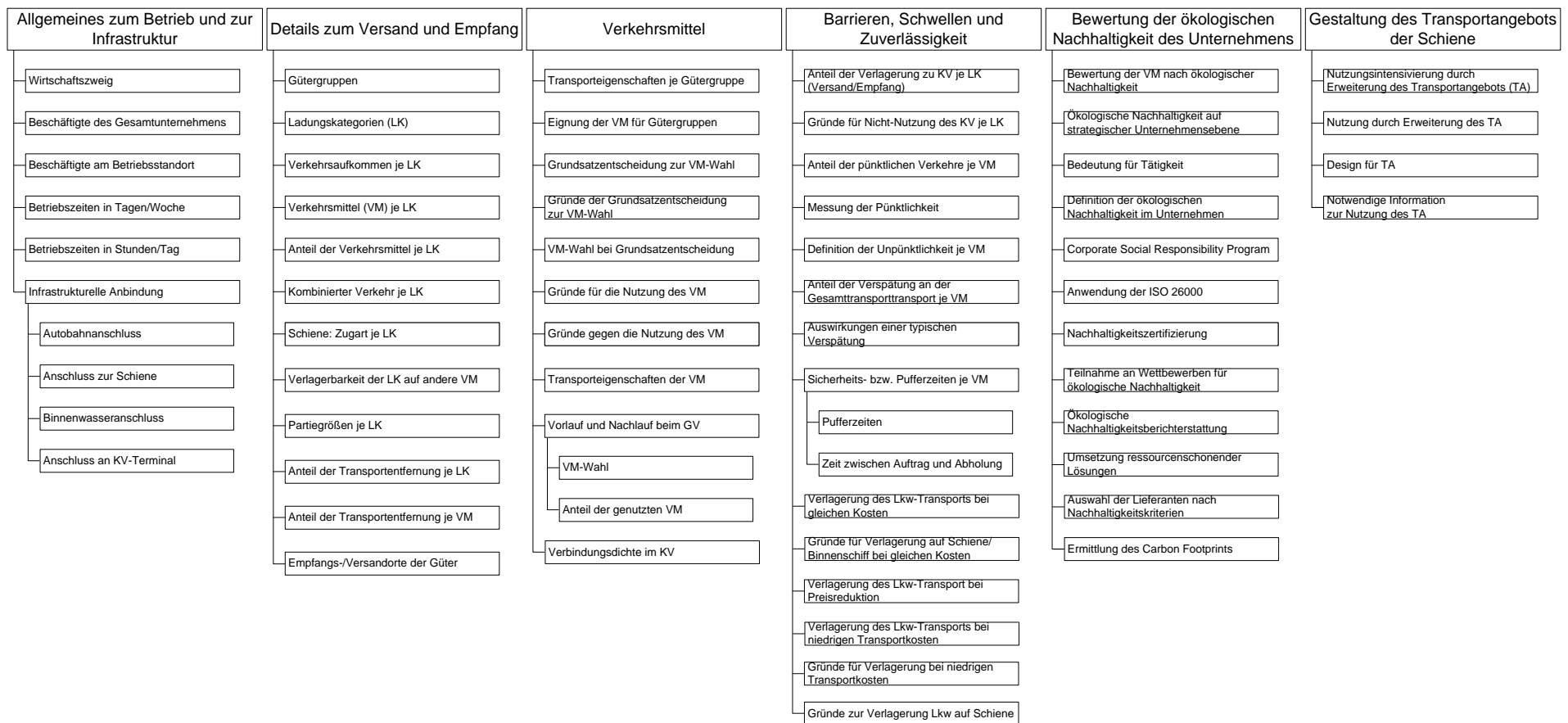
Abbildung 25: Gestaltung des Transportangebots der Schiene



Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 26 zeigt den Gesamtüberblick über den strukturellen und inhaltlichen Aufbau des Fragebogens.

Abbildung 26: Detaillierte Struktur des Fragebogens



Quelle: Eigene Darstellung

1.3.5 Durchführung der Feldphase

Die Feldphase für die Erhebung der CAPI-Interviews fand im Zeitraum vom 1. August 2019 bis zum 31. März 2020 statt. In dieser Zeit wurden insgesamt n=140 Vollinterviews bestehend aus Screening-Interview und dazugehörigem Hauptinterview durchgeführt. Insgesamt sind die Interviewer auf eine sehr geringe Teilnahmebereitschaft innerhalb der Zielgruppe von Logistikentscheidern der Unternehmen getroffen. Das oben beschriebene Screening-Interview definierte das Mindestaufkommen an Ware, das versendet und/oder empfangen wurde, damit sich ein Unternehmen als relevantes Unternehmen für die vorliegende Forschungsfrage qualifizierte. Die Inzidenz der Unternehmen, die diese Mindestanforderungen erfüllten, lag innerhalb der befragungsbereiten Unternehmen bei 6 Prozent. Die Kombination aus Befragungsbereitschaft und Inzidenz lag deutlich unterhalb der Annahmen, die aufgrund ähnlich gelagerter Studien im Vorfeld getroffen wurden. Um dennoch eine hinreichende Anzahl an Interviews zu erzielen, wurden seitens Kantar zusätzliche Anstrengungen unternommen. Zum einen erfolgte eine Aufstockung der Brutto-Stichprobe, um die Anzahl an Netto-Interviews zu ermöglichen. Zum anderen wurden ergänzend zu den CAPI-Interviewern für die Screening-Interviews auch Interviewer aus dem Stab für telefonische Interviews (CATI) eingesetzt. Dadurch war es möglich, den deutlich erhöhten Screening-Aufwand effektiv zu bewältigen. Zum Einsatz kamen Interviewer aus dem CATI-Stab, die besonders auf die Durchführung von Unternehmensbefragungen spezialisiert sind. Durch diese Methoden- und Ressourcenanpassung konnten in der Zeit von Anfang Februar bis Anfang März 124 erfolgreiche Screening-Interviews inkl. Termin für die Hauptbefragung erzielt werden. In Kombination mit den zu diesem Zeitpunkt bereits vorliegenden 107 Vollinterviews war davon auszugehen, die ursprünglich angestrebte Anzahl an Interviews erreichen zu können.

Zu diesem Zeitpunkt erschwerte allerdings das Auftreten der ersten COVID-19-Infektionswelle in Deutschland die Durchführung der Interviews. Ab Anfang März 2020 lag in Teilen von Europa bereits eine Situation vor, in der es zu stark anwachsenden Infektionszahlen kam. In der Folge wurden bereits vereinbarte Interviewtermine abgesagt oder auf unbestimmte Zeit verschoben. Dadurch war es faktisch nicht mehr möglich, weitere persönlich-mündliche Interviews durchzuführen. Zur Kompensation hat Kantar das Erhebungsverfahren umgestellt und den Unternehmen eine telefonische Durchführung der Studie angeboten. Dadurch konnten bis Ende März zumindest noch n=33 weitere Interviews realisiert werden. Im Rahmen der Umsetzung der verordneten sogenannten „Lock-Down“-Regeln, also der Verringerung sozialer Kontakte und in vielen Betrieben der sehr kurzfristigen Organisation von Heimarbeit und Einführung von Kurzarbeit, lag verständlicherweise nur noch eine sehr geringe Bereitschaft bei den Zielpersonen vor, sich mit der Befragung auseinander zu setzen. Nach einer ersten Analyse der bereits vorliegenden Daten zeigte sich, dass aus diesem Datenbestand heraus eine hinreichende Grundlage für die weitere Projektbearbeitung vorlag. In Absprache mit dem Auftraggeber wurde die Erhebung daher nach Abwägung der Gesamtlage am 31. März beim Stand von n=140 Vollinterviews beendet. Zu diesem Zeitpunkt lagen insgesamt noch n=91 erfolgreiche Screening-Interviews vor, für die aus den oben genannten Gründen leider kein Vollinterview mehr durchgeführt werden konnte.

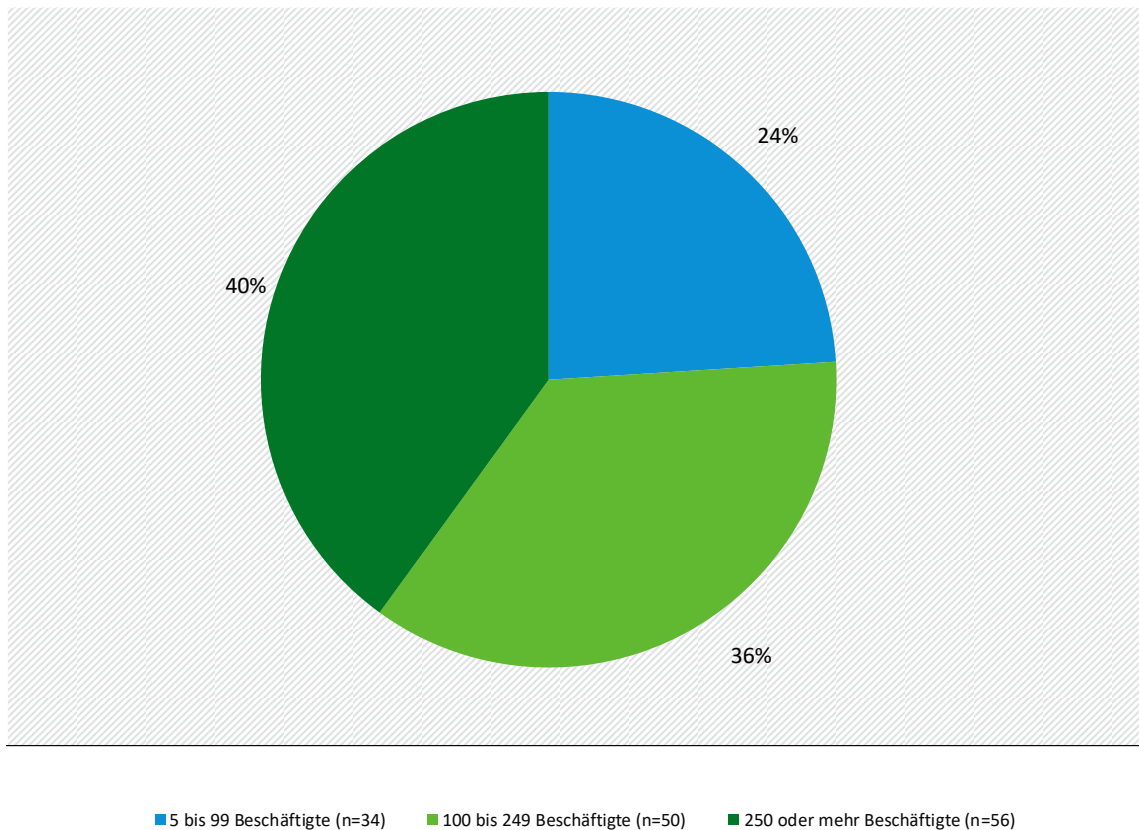
Tabelle 38: Erzielte Schichtung der Unternehmensstichprobe

Wirtschaftszweig (WZ 2008)	Anzahl in der Netto-Stichprobe
Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden (Abschnitt B): WZ 05 – 08, aber nicht WZ 09 (Erbringung von Dienstleistungen für den Bergbau...), Rückgewinnung (WZ 38.3)	n=4
Verarbeitendes Gewerbe (Abschnitt C): Hier wurden alle WZ einbezogen außer: WZ 30.1 – 30.8 (Schiffsbau, Schienenfahrzeugbau, Luft- und Raumfahrtbau, Herstellung militärischer Kampffahrzeuge) sowie WZ 32.1 (Herstellung von Münzen und Schmuck)	n=84
Großhandel (Abschnitt G): WZ 45.31 (Großhandel mit Kraftwagenteilen und-zubehör) und 46.2 – 46.9. Nicht berücksichtigt wurden Handelsvermittlung (46.1)	n=25
Speditionen (WZ 52.29.1)	n=24
Einzelhandel (WZ 47), nur Unternehmen ab 250 Mitarbeiter	n=2
Unternehmen ohne eindeutige Zuordnung	n=1
Gesamt	n=140

Quelle: Eigene Darstellung

Die Unternehmensgröße der Unternehmen in der Nettostichprobe verteilt sich folgendermaßen auf die im Vorfeld definierten drei Klassen: 5 bis 99 Beschäftigte (n=34), 100 bis 249 Beschäftigte (n=50) und Unternehmen mit 250 oder mehr Beschäftigten (n=56). Die Aufteilung der Stichprobe ist grafisch in der nachfolgenden Abbildung dargestellt.

Abbildung 27: Verteilung der Unternehmensgröße in der Nettostichprobe



Quelle: Eigene Darstellung

1.3.6 Datenanalyse – Ergebnisse

Nach Abschluss der Feldphase wurden die Daten zunächst bereinigt und für die Analyse aufbereitet.

Die Daten wurden von Kantar in der Weise aufbereitet, dass sie zum Einsatz für MS Excel und SPSS zur weiteren Analyse zur Verfügung standen.

Im Überblick wird im Folgenden gezeigt, welche Schwerpunkte bei der Datenanalyse gesetzt werden.

- ▶ Entscheidungskalkül von Unternehmen bei der Verkehrsmittelwahl
- ▶ Operationalisierung von Barrieren, Schwellen sowie Flexibilität und Zuverlässigkeit: Pünktlichkeit, Verspätung, Sicherheits- und Pufferzeiten, Schwellenwerte zur Verlagerung
- ▶ Spezifizierung homogener Gruppen in Bezug auf die Verkehrsmittelwahl
- ▶ Identifizierung relevanter Einflussfaktoren auf die Verkehrsmittelwahl
- ▶ Einflüsse der Eigenschaften und Überzeugungen von Betrieben auf die Logistik- und Verkehrsmittelwahlentscheidungen
- ▶ Einstellung zur und Bedeutung der ökologischen Nachhaltigkeit für Unternehmen

- ▶ Notwendiges Transportangebot bzw. notwendige Transportdienstleistung, damit Firmen die Bahn und/oder multimodale Angebote nutzen
- ▶ Informationsbedürfnisse über Angebote

1.3.6.1 Allgemeine Angaben zu den Interviewpartnern und der Verkehrsanbindung

Insgesamt konnten bis Mai 2020 statt der beabsichtigten 200 nur 140 Interviews bzw. 70% der angestrebten Zahl umgesetzt werden. 60% der antwortenden Unternehmen sind dem Verarbeitenden Gewerbe zuzuordnen, 18% der Großhandel und 17% den Verkehrsunternehmen (vgl. Tabelle 39). Unternehmen aus dem Bergbaubereich sowie aus dem Einzelhandel sind mit 3% bzw. 1% am Rücklauf unterrepräsentiert. Während im Verarbeitenden Gewerbe (93% = 84 Interviews von 90 geplanten), dem Großhandel (71% = 25 von 35) und den Speditionen (69% = 24 von 35) der gewünschte Rücklauf fast vollständig bzw. zu einem hohen Grad erreicht wurden, konnten die gewünschten Erfassungsquoten in den anderen Bereichen nicht umgesetzt werden: Bergbau = 16% (4 von 25) und Einzelhandel 13% (2 von 15).

Tabelle 39: Branchenzugehörigkeit der befragten Unternehmen (Anzahl)

Gütergruppe	Gütertransport nur Versand	Gütertransport nur Empfang	Gütertransport beide Richtungen	Summe	Anteil in %
Bergbau	0	1	3	4	3%
Verarb. Gewerbe	26	31	27	84	60%
Großhandel	4	6	15	25	18%
Einzelhandel	0	1	1	2	1%
Speditionen, Verkehr	6	3	15	24	17%
keine Angabe	0	0	1	1	1%
Summe	36	42	62	140	100%
Anteil in %	26%	30%	44%	100%	

Quelle: Eigene Darstellung

44% aller befragten Unternehmen haben angegeben, dass sie Verkehre sowohl nach Quell- als auch nach Zielorten umsetzen (Empfang bzw. Versand), 30% der antwortenden Unternehmen haben Verkehre nur auf der Empfangs- und 26% auf der Versandseite. 70% der antwortenden Unternehmen weisen für das Gesamtunternehmen eine Mitarbeiterzahl von über 200 Beschäftigten aus und gehören somit eher zur Gruppe der größeren Unternehmen (vgl. Tabelle 40). Ein Viertel der befragten Unternehmen gibt eine Mitarbeiterzahl von 200 bis 500 Beschäftigten an, Unternehmen mit 50 bis 200 Beschäftigten, 500 bis 1.000 Beschäftigte und 1.000 bis 10.000 weisen mit Werten zwischen 18% und 20% ähnliche hohe Anteile am Rücklauf aus. Ein Unternehmen gab sogar an, insgesamt mehr als 50.000 Mitarbeiter zu beschäftigen.

Tabelle 40: Gesamtbeschäftigtenzahl der befragten Unternehmen (Anzahl)

Mitarbeiterzahl	Gütertransport nur Versand	Gütertransport nur Empfang	Gütertransport beide Richtungen	Summe	Anteil in %
0 - 49	5	3	9	17	12%
50 - 99	8	9	8	25	18%
200 - 499	5	14	15	34	24%
500 - 999	4	8	14	26	19%
1.000 - 9.999	11	7	10	28	20%
10.000 - 49.999	3	0	5	8	6%
50.000	0	1	1	2	1%
Summe	36	42	62	140	100%
Anteil in %	26%	30%	44%	100%	

Quelle: Eigene Darstellung

Zwar sind sehr viele große Unternehmen befragt worden, jedoch ist die Beschäftigtenzahl der Betriebsstandorte, an denen die Interviews stattgefunden haben, deutlich kleiner. 80% dieser Betriebsstandorte beschäftigten bis zu 500 Mitarbeiter, zwei Drittel zwischen 50 und 500 Mitarbeiter (vgl. Tabelle 41). Betriebsstandorte mit über 10.000 Beschäftigte sind in der Befragung nicht vorgekommen.

Tabelle 41: Beschäftigtenzahl am Standort der befragten Unternehmen (Anzahl)

Mitarbeiterzahl	Gütertransport nur Versand	Gütertransport nur Empfang	Gütertransport beide Richtungen	Summe	Anteil in %
0 - 49	5	4	11	20	14%
50 - 99	12	15	18	45	32%
200 - 499	10	17	20	47	34%
500 - 999	5	4	9	18	13%
1.000 - 9.999	4	2	4	10	7%
10.000 - 49.999	0	0	0	0	0%
50.000	0	0	0	0	0%
Summe	36	42	62	140	100%
Anteil in %	26%	30%	44%	100%	

Quelle: Eigene Darstellung

Nur 47% der befragten Unternehmen arbeiten in einer 5-Tage-Woche. Für 53% ist auch eine Versorgung an den Wochenenden erforderlich, 29% aller kontaktierten Unternehmen arbeiten die ganze Woche über, sodass auch eine kalendertägliche Versorgung sichergestellt sein muss (vgl. Tabelle 42).

Tabelle 42: Reguläre Arbeitstage in den befragten Unternehmen (Anzahl)

Arbeitstage	Gütertransport nur Versand	Gütertransport nur Empfang	Gütertransport beide Richtungen	Summe	Anteil in %
Mo - Fr	18	19	29	66	47%
Mo - Sa	9	12	13	34	24%
Mo - So	9	11	20	40	29%
keine Angabe	0	0	0	0	0%
Summe	36	42	62	140	100%
Anteil in %	26%	30%	44%	100%	

Quelle: Eigene Darstellung

Rd. 60% der Unternehmen haben werktägliche Produktionszeiten von über 16 h; 49% arbeiten ganztätig. Unternehmen mit Werkszeiten von 8 h sind nicht üblich (vgl. Tabelle 43).

Tabelle 43: Reguläre Arbeitszeiten in den befragten Unternehmen (Anzahl)

Arbeitszeiten	Gütertransport nur Versand	Gütertransport nur Empfang	Gütertransport beide Richtungen	Summe	Anteil in %
bis 8 h	1	0	0	1	1%
8 bis 12 h	6	10	25	41	29%
12 bis 16 h	3	5	6	14	10%
16 bis 23 h	6	6	2	14	10%
24 h-Betrieb	20	19	29	68	49%
keine Angabe	0	2	0	2	1%
Summe	36	42	62	140	100%
Anteil in %	26%	30%	44%	100%	

Quelle: Eigene Darstellung

Der Autobahnanschluss liegt für die meisten der befragten Unternehmen in der Nähe (vgl.

Tabelle 44). Für 34% der kontaktierten Unternehmen ist der nächste Autobahnanschluss maximal 3 km entfernt, für 57% der Unternehmen maximal 5 km entfernt. Nur für ein Viertel der kontaktierten Unternehmen liegt der nächste Autobahnanschluss mehr als 10 km entfernt.

Tabelle 44: Entfernung des nächsten Autobahnanschlusses (Anzahl)

Distanzklasse	Gütertransport nur Versand	Gütertransport nur Empfang	Gütertransport beide Richtungen	Summe	Anteil in %
bis 3 km	15	11	22	48	34%
3 - 5 km	6	11	15	32	23%
5 - 10 km	6	12	9	27	19%
> 10 km	9	7	16	32	23%
keine Angabe	0	1	0	1	1%
Summe	36	42	62	140	100%
Anteil in %	26%	30%	44%	100%	

Quelle: Eigene Darstellung

Die Anschlusssituation mit Schienen- und Wasserstraßeninfrastruktur ist nicht so günstig, wie bei der Autobahn. Zwar verfügen 23% der Unternehmen über einen eigenen Schienen- und 7% über einen eigenen Wasserstraßenanschluss, jedoch liegt der nächste Schienen- und Wasserstraßenanschluss für jeweils 23% bzw. 43% der Unternehmen mehr als 30 km entfernt. Einen nächsten Schienenanschluss im engeren Einzugsbereich bis zu 15 km haben 49% der befragten Unternehmen, einen Wasserstraßenanschluss bis 15 km nur 26% (vgl. Tabelle 45 und

Tabelle 46). Hierbei handelt es sich um hohe Werte, was auch dadurch erreicht wurde, dass bevorzugt Unternehmen mit einer Affinität zu Schienen- und Wasserstraßenverkehren in die Befragung aufgenommen wurden.

Tabelle 45: Vorhandener Schienenanschluss der befragten Unternehmen (Anzahl)

Distanzklasse	Gütertransport nur Versand	Gütertransport nur Empfang	Gütertransport beide Richtungen	Summe	Anteil in %
Werksanschluss	7	7	18	32	23%
bis 15 km	9	12	16	37	26%
15 - 30 km	3	7	8	18	13%
30 - 50 km	5	4	5	14	10%
> 50 km	5	5	8	18	13%
keine Angabe	7	7	7	21	15%
Summe	36	42	62	140	100%
Anteil in %	26%	30%	44%	100%	

Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 46: Vorhandener Wasserstraßenanschluss der befragten Unternehmen (Anzahl)

Distanzklasse	Gütertransport nur Versand	Gütertransport nur Empfang	Gütertransport beide Richtungen	Summe	Anteil in %
Werksanschluss	3	4	3	10	7%
bis 15 km	5	6	15	26	19%
15 - 30 km	1	8	12	21	15%
30 - 50 km	4	3	3	10	7%
> 50 km	17	14	20	51	36%
keine Angabe	6	7	9	22	16%
Summe	36	42	62	140	100%
Anteil in %	26%	30%	44%	100%	

Quelle: Eigene Darstellung

Bei der Anbindung mit einem KV-Terminal fällt auf, dass rd. 30% der befragten Unternehmen keine Angabe hierzu machen. Aufgrund der hohen Terminaldichte und KV-Abdeckung in Deutschland, lässt dies darauf schließen, dass die Unternehmen sich hierzu aufgrund ihrer Güter- und Kundenstruktur mit der Frage nicht beschäftigt haben. Rd. 30% der befragten Unternehmen geben an, innerhalb einer 30-km Entfernung vom nächsten KV-Terminal entfernt zu sein. 10% liegen zwischen 30 und 50 km und 26% sind sogar über 50 km vom nächsten KV-Terminal entfernt (vgl. Tabelle 47).

Tabelle 47: Nähe zum nächsten KV-Terminal (Anzahl)

Distanzklasse	Gütertransport nur Versand	Gütertransport nur Empfang	Gütertransport beide Richtungen	Summe	Anteil in %
dir. Anschluss	2	3	8	13	9%
bis 15 km	3	2	11	16	11%
15 - 30 km	3	6	7	16	11%
30 - 50 km	3	4	7	14	10%
> 50 km	12	9	16	37	26%
keine Angabe	13	18	13	44	31%
Summe	36	42	62	140	100%
Anteil in %	26%	30%	44%	100%	

Quelle: Eigene Darstellung

1.3.6.2 Güterverkehr und eingesetzte Verkehrsmittel

Mit Ausnahme von Kohle, Erdöl, Mineralölprodukte und Gas werden alle anderen Güter von den befragten Unternehmen abgedeckt. 27% der befragten Unternehmen versenden Stahlteile, Metalle und Maschinen, 11% versenden Nahrungs- und Genussmittel. Unternehmen, die Kunststoffe, Glas, Zement, Forstprodukte, landw. Erzeugnisse und Sammel- oder sonstige Güter versenden, machen jeweils einen Anteil von 7% bis 8% aller befragten Unternehmen aus. 75% aller befragten Unternehmen konzentrieren sich im Versand auf diese Gütergruppen (vgl.

Tabelle 48).

Die einzelnen in

Tabelle 48 genannten Gütergruppen sind jedoch als Güteraggregate zu verstehen, die sich aus unterschiedlichen und stark heterogenen Gütern zusammensetzen. Alleine aus diesen stark unterschiedlichen Gütereigenschaften ergeben sich unterschiedliche Anforderungen an Verladung und Transport; unterschiedliche Verpackungsmöglichkeiten der Güter wirken sich auf diese unterschiedlichen Ladeigenschaften aus. Im Transportbereich werden unterschiedliche Ladekategorien differenziert:

- ▶ Greifergüter (Güter werden i. d. R. lose transportiert und mit Greifkränen umgeschlagen, wie z. B. Kohle und Eisenerze)
- ▶ sonst. trockenes Massengut, wie z. B. Sauggüter (lose beförderte Getreide und Futtermittel)
- ▶ Flüssige Massengüter (z. B. lose befördertes Erdöl, Mineralölprodukte)
- ▶ Paletten (Güter die verpackt und auf Paletten befördert werden, i. d. R. handelt es sich um Stückgüter)
- ▶ Coils, aufgewickelte Metallbänder und -drähte
- ▶ Ballen und Fässer (z. B. Transport von Heu, Baumwolle, Zellulose, Textilien, Getränke)
- ▶ Stückgut (z. B. einzeln verpackte Maschinen und Geräte oder Festholz).

Tabelle 48: Gütergruppenstruktur aller befragten Unternehmen (Anzahl) nach Verkehrsrichtungen

Gütergruppe	Gütertransport nur im Versand	Gütertransport nur im Empfang	Gütertransport in beiden Richtungen	Summe	Anteil in %
Landwirtschaft, Forst, Jagd	4	0	8	12	7%
Kohle, Erdöl, -gas	0	0	0	0	0%
Erze, Steine, Bergbau	1	0	6	7	4%
Nahrungs- und Genussmittel	7	0	13	20	11%
Textilien, Leder	4	0	2	6	3%
Holz, Papier	7	0	8	15	8%
Glas, Zement, Gips, Kunststoff, Gummi	5	0	11	16	9%
Metalle	16	0	11	27	15%
Maschinen, Geräte	12	0	10	22	12%
Fahrzeuge	5	0	3	8	4%
Möbel, Schmuck, Sport-, Spielwaren	3	0	6	9	5%
Sekundärrohstoffe, Abfälle	5	0	6	11	6%
Geräte, Material der Güterbeförderung	3	0	1	4	2%
Sammelgut	5	0	8	13	7%
Sonstige Güter	4	0	10	14	8%
keine Angabe	0	0	0	0	0%
Summe	81	0	103	184	100%
Anteil in %	44%	0%	56%	100%	

Quelle: Eigene Darstellung

Die hohe Heterogenität der von den befragten Unternehmen transportierten Güter wird deutlich, wenn man diese nach ihren Transporteigenschaften darstellt. In Tabelle 49 wird die Transporteigenschaft des durchschnittlichen Transportgutes der befragten Unternehmen dargestellt; eine detaillierte Darstellung nach den abgefragten Güterabteilungen kann dem Anhang A. 1. 1 (Tabelle 101 – Tabelle 113) entnommen werden.

Häufig handelt es sich um Ladung, die entweder von Lagern mit hohem Lagerbestand oder aus Ausgangslagern mit hohen Lagerbeständen kommen. Nur selten werden die Waren umgeschlagen und nicht gelagert, oder noch am selben Tage weiterverarbeitet. Am häufigsten werden die Waren am Zielort weiterverarbeitet oder zum Verkauf bereitgehalten.

Tabelle 49: Transporteigenschaften der von den befragten Unternehmen transportierten Güter

Transporteigenschaft	Trifft zu	Trifft nicht zu	k. A.
Ist zerbrechlich	4	19	0
Ist besonders hochwertig	12	11	2
Ist sperrig	12	11	1
Ist bei einer bestimmten Temperatur zu handhaben (temperaturgeführt)	5	19	0
Ist ein Lebensmittel	3	21	0
Ist brennbar, explosiv, giftig, ätzend und/oder gewässerschädigend	5	18	1
Ist unverpacktes Greifer- oder Schüttgut	5	19	1
Ist unverpacktes Flüssiggut	2	21	0
Ist auf Standardladungseinheiten transportiert worden (z. B. Europaletten, Colli, Gitterbox, etc.)	17	6	1
Ist eine Einzelanfertigung	5	18	1
Ist eine Zusammenfassung mehrerer verschiedener Artikel	13	10	1
Kommt vom Hersteller	14	2	1
Kommt vom Großhändler/Distributionslager	9	8	1
Kommt von einem Umschlagpunkt, an dem nichts zwischengelagert wird	3	12	2
Ist zur Weiterverarbeitung bzw. Verteilung noch am selben Arbeitstag vorgesehen	3	13	1
Geht in ein Eingangslager mit mehrtägiger Sicherheitsreichweite	8	8	1
Wird nur umgeschlagen und nicht gelagert	6	21	1
Wird unmittelbar nach der Herstellung versendet	6	5	1
Wird aus einem Ausgangslager mit mehrtägigem Zeitpuffer versendet	6	5	1
Wird am Zielort weiterverarbeitet	7	4	1
Wird am Zielort zum Verkauf oder zur Weiterverteilung bereit gehalten	7	4	1
Wird am Zielort nur umgeschlagen und nicht zwischengelagert	3	8	2

Quelle: Eigene Darstellung

In der Befragung fällt auf, dass besonders viele Transportladungen erfasst worden sind, die auf Standardladungseinheiten als Stückgüter transportiert werden, die direkt vom Hersteller oder von Distributionslagern kommen und häufig auch aus mehreren verschiedenen Artikeln zusammengeführt wurden. Die Güter werden häufig als hochwertig und sperrig angegeben. In Einzelfällen sind sie temperaturanfällig, zerbrechlich, brennbar und explosiv oder es handelt sich um Einzelanfertigungen.

Im Folgenden werden wesentliche Eigenschaften der Transporte nach Versand und Empfang dargestellt.

Tabelle 50: Versand – Ladungskategorien der Gütergruppen (Anzahl Nennungen)

Gütergruppe	Tr. Mas-sengut	Greifergut	Fl. Mas-sengut	Palette	Ballen, etc.	Coils	Stückgut	k. A.	Summe	Anteil in %
Landwirtschaft, Forst, Jagd	4	3	2	8	2	1	4	0	24	9%
Kohle, Erdöl, -gas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
Erze, Steine, Bergbau	2	6	1	3	0	0	4	0	16	6%
Nahrungs- und Genussmittel	4	1	6	20	2	0	3	0	36	13%
Textilien, Leder	0	0	0	5	2	0	0	0	7	3%
Holz, Papier	3	0	0	14	4	0	2	0	23	8%
Glas, Zement, Gips, Kunststoff, Gummi	7	3	8	9	1	0	5	0	33	12%
Metalle	5	2	0	18	7	6	12	1	51	18%
Maschinen, Geräte	4	1	0	16	1	1	15	0	38	14%
Fahrzeuge	0	0	1	1	0	0	7	0	9	3%
Möbel, Schmuck, Sport-, Spielwaren	3	0	0	3	0	0	4	1	11	4%
Sekundärroh-stoffe, Abfälle	3	6	1	6	4	1	3	0	24	9%
Geräte, Material der Güterbeförderung	0	0	0	2	0	1	3	0	6	2%
Sammelgut	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
Sonstige Güter	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
keine Angabe	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
Summe	35	22	19	105	23	10	62	2	278	100%
Anteil in %	13%	8%	7%	38%	8%	4%	22%	1%	100%	
Tonnen	967.176	551.794	701.222	2.219.961	554.645	44.038	521.551	0	5.560.423	
Anteil Tonnen in %	17%	10%	13%	40%	10%	1%	9%	0%	100%	

Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 50 zeigt, dass von den insgesamt 5,6 Mio. t an erfassten Gütern im Versand, 40% der Güter in Form von Palettenladung transportiert werden, 17% als trockene Massengüter und 13% als flüssige Massengüter. Jeweils 10% werden als Greifgüter, als einzelne Stückgutladung oder in Ballen bzw. Fässer transportiert. Nur 1% der erfassten Güter wird in Form von losen Coils befördert; diese Transportart wird insbesondere bei Stahl und Metallprodukten eingesetzt. Die Befragung zeigt auch, dass Metall (Stahl)produkte nicht nur in Form von Metallrollen, sondern auch als einzelne Stückgutladung oder auf Paletten transportiert werden, wie u. a. auch Fahrzeuge, Halb- und Fertigprodukte, Chemie- und Mineralerzeugnisse, aber auch landw. Erzeugnisse und Baustoffe. Ballen und Fässertransporte konzentrieren sich überwiegend auf Metall- und Recyclinggüter sowie Forstprodukte. Allerdings werden auch Textilien, landw. Erzeugnissen sowie Nahrungs- und Genussmittel auf diese Art befördert.

Flüssige Massengüter konzentrieren sich wiederum auf Chemische Erzeugnisse und Mineralölprodukte, Greifergüter auf Baustoffe, landwirt. Erzeugnisse (Holz), Metalle und Mineralprodukte (Zement, Glas, Gips, etc.) und sonstige trockene Massengüter auf landwirtschaftliche Erzeugnisse (Getreide) und Nahrungsmittel (z. B. Ölsaaten, Futtermittel), Forstprodukte, Chemische Erzeugnisse (z. B. Waschmittel), Maschinen und Recyclingstoffe. Paletten dominieren bei landw. Erzeugnissen (hier handelt es sich i. d. R. um Sackware), Nahrungsmittel, Textilien, Forstprodukten (Papier), Chemischen Erzeugnissen, Metallen, Maschinen und Halb- und Fertigprodukten. Diese Übersicht gibt einen kleinen Eindruck, wie stark die Heterogenität der einzelnen Güteraggregate ist.

Tabelle 51: Versand – Verkehrsmittel nach Ladungskategorien

Ladungskategorie	Lkw	Bahn	Binnensch.	Kont. KV	Marit. KV	Summe	k. A.
Aufkommen nach Verkehrsträgern in t							
Tr. Massengut	638.420	199.499	400	6.260	122.600	967.179	0
Greifergut	285.016	175.399	40.000	16.160	35.220	551.794	0
Fl. Massengut	314.140	43.089	46.800	30.000	42.200	476.229	224.999
Palette	1.666.190	52.008	8.199	280.872	212.716	2.219.985	0
Ballen, etc.	371.239	85.000	8.199	10.500	79.710	554.648	0
Coils	20.788	600	0	22.650	0	44.038	0
Stückgut	429.507	163	2.513	70.906	18.463	521.551	0
Summe	3.725.300	555.757	106.111	437.348	510.909	5.335.424	
Verteilung nach Verkehrsträgern in %							
Tr. Massengut	66%	21%	0%	1%	13%	100%	
Greifergut	52%	32%	7%	3%	6%	100%	
Fl. Massengut	66%	9%	10%	6%	9%	100%	
Palette	75%	2%	0%	13%	10%	100%	
Ballen, etc.	67%	15%	1%	2%	14%	100%	
Coils	47%	1%	0%	51%	0%	100%	
Stückgut	82%	0%	0%	14%	4%	100%	
Summe	70%	10%	2%	8%	10%	100%	

Quelle: Eigene Darstellung

Der Lkw ist mit einem Anteil von 70% das dominierende Fahrzeug bei den befragten Unternehmen. 18% der erfassten Versandgüter werden im kombinierten Verkehr erfasst und 10% im konventionellen Schienengüterverkehr. Der Anteil der Güter, die im Versand konventionellen Binnenschiffsverkehr transportiert werden, ist mit 2% niedrig. Per Binnenschiff und per Bahn werden überwiegend flüssige und trockene Massengüter transportiert (rd. 82% bei der Binnenschifffahrt und 75% bei der Bahn). Beim Lkw ist der Anteil der Massengüter am gesamten transportierten Verkehrsaufkommen mit 33% deutlich niedriger, allerdings werden 62% aller Massengüter mit dem Lkw transportiert. Auch diese Erkenntnis, dass im Massengüterverkehr der Lkw dominiert, stimmt mit den statistischen Auswertungen überein. Besonders hoch ist der Lkw-Anteil mit 82% bzw. 75% bei Stückgütern und Paletten. Die erfassten Coils werden fast zu gleichen Teilen im (kontinentalen) kombinierten Verkehr und per Lkw transportiert (vgl.

Tabelle 51).

Auch im kombinierten Verkehr werden zu über 70% Stückgüter befördert. Allerdings werden, insbesondere im maritimen komb. Verkehr, auch typische Massengüter (wie z. B. Saatgut oder Baustoffe) in nennenswerter Zahl befördert. Tabelle 52 zeigt, dass rd. 3/4 des kombinierten Verkehrs per Schiene abgewickelt wird, davon rd. 1/6 per RoLa, der Anteil der Binnenschifffahrt liegt bei 12%.

Tabelle 52: Versand – Differenzierung des kombinierten Verkehrs

Ladungskategorie	unb. KV Schiene	RoLa	unb. KV Binnenschiff	keine Angabe	Summe
Tr. Massengut	2	1	0	1	4
Greifergut	3	1	0	0	4
Fl. Massengut	1	0	1	0	2
Palette	11	1	3	2	17
Ballen, etc.	2	0	0	0	2
Coils	2	0	0	0	2
Stückgut	6	2	1	2	11
Summe	27	5	5	5	42

nach KV-Formen in %

Tr. Massengut	50%	25%	0%	25%	100%
Greifergut	75%	25%	0%	0%	100%
Fl. Massengut	50%	0%	50%	0%	100%
Palette	65%	6%	18%	12%	100%
Ballen, etc.	100%	0%	0%	0%	100%
Coils	100%	0%	0%	0%	100%
Stückgut	55%	18%	9%	18%	100%
Summe	64%	12%	12%	12%	100%

Quelle: Eigene Darstellung

Im Schienenverkehr überwiegen die Transporte im Einzelwagenverkehr (65% der antwortenden Unternehmen), lediglich 30% der umgesetzten Versandtransporte, insbesondere in bei Massengütern, werden im Ganzzugsverkehr gefahren (vgl. Tabelle 53).

Tabelle 53: Versand – Produktionssysteme im Schienengüterverkehr nach Ladungskategorien

Ladungskategorie	Ganzzug	Einzelwagen	Beides	Keine Angabe	Summe
Tr. Massengut	1	2	1	2	6
Greifergut	3	3	0	1	7
Fl. Massengut	2	4	0	0	6
Palette	3	10	0	3	16
Ballen, etc.	2	2	0	0	4
Coils	1	2	0	0	3
Stückgut	1	5	1	0	7
Summe	13	28	2	6	49
nach Produktionssystemen in %					
Tr. Massengut	17%	33%	17%	33%	100%
Greifergut	43%	43%	0%	14%	100%
Fl. Massengut	33%	67%	0%	0%	100%
Palette	19%	63%	0%	19%	100%
Ballen, etc.	50%	50%	0%	0%	100%
Coils	33%	67%	0%	0%	100%
Stückgut	14%	71%	14%	0%	100%
Summe	27%	57%	4%	12%	100%

Quelle: Eigene Darstellung

Auf die Frage, ob eine Verlagerung der im Versand transportierten Güter vom Lkw auf andere Verkehrsmittel möglich ist, haben nur knapp ein Viertel der Betroffenen eine eindeutige Antwort gegeben. 7% der Partner geben an, dass überhaupt keine Verlagerungsmöglichkeit besteht. Nur 23% der Versandtransporte umsetzenden Unternehmen können sich vorstellen Lkw-Verkehre auf Schiene oder Binnenschiff zu verlagern. Die überwiegende Anzahl kann sich dies bei Paletten (8%) und Stückgutverkehren (7%) vorstellen. Immerhin 50% der Coils befördernden Unternehmen können sich eine Verlagerung vom Lkw auf die Schiene vorstellen, bei Greifergütern sind es ebenfalls 36%. Bei allen anderen Ladungskategorien liegt der Anteil der Unternehmen bei ca. 20% (vgl. Tabelle 54).

Tabelle 54: Versand – Bereitschaft zur Verlagerung von Lkw-Verkehren nach Ladungskategorien

Ladungskategorie	Nennungen	Anteil der Nennungen nach Gütergruppen in %	Anteil der Verlagerungswilligen Unternehmen an allen Unternehmen je Ladungskategorie
Tr. Massengut	7	3%	20%
Greifergut	8	3%	36%
Fl. Massengut	4	1%	21%
Palette	22	8%	21%
Ballen, etc.	4	1%	17%
Coils	5	2%	50%
Stückgut	13	5%	21%
keine	20	7%	
keine Angabe	195	70%	
Summe	278	100%	

Quelle: Eigene Darstellung

Aufgrund der starken Konzentration auf den Lkw-Verkehr dominieren Partiegrößen bis 30t (vgl. Tabelle 55). Sie machen 84% aller Versandtransporte aus. Partiegrößen zwischen 20 und 30 t machen mit rd. 26% den größten Anteil aller Transporte aus, kleinere Partiegrößen (bis 3t, zwischen 3 und 10 t sowie zwischen 10 und 20 t) nehmen Anteile von jeweils rd. 20% ein. Darüberhinausgehende Losgrößen bis zu 1.000 t machen nur einen Anteil von 5% an allen Transporten ein, größere Losgrößen von über 1.000 t, die sowohl per Binnenschiff als auch per Schiene, verkehren können, ebenfalls 5%. Größere Partiegrößen über 100 t kommen natürlich bei Massengütern (bei Greifergütern sind es immerhin 16% aller Transporte) und Coils (hier rd. 14% aller Transporte) vor, aber auch bei Ballen (und Fässern; hier sind 20% aller Transporte) sowie bei Paletten und Stückgütern vor (jeweils 2% aller Transporte).

Tabelle 55: Versand – Partiegrößen nach Ladungskategorien

Ladungskategorie	bis 3 t	3 - 10 t	10 - 20 t	20 - 30 t	30 - 50 t	50 - 100 t	100-500 t	500 - 1.000 t	1.000 - 2.250 t	> 2.500 t	k. A.	Summe
Tr. Massengut	5	4	9	10	0	1	1	0	1	1	1	33
Greifergut	1	1	4	11	2	2	0	0	2	2	0	25
Fl. Massengut	3	3	4	10	0	2	0	0	1	0	1	24
Palette	20	21	17	21	2	1	0	0	0	2	2	86
Ballen, etc.	2	4	4	7	2	1	1	1	1	2	1	26
Coils	1	4	2	3	1	1	1	0	0	1	1	15
Stückgut	20	17	13	9	4	0	0	0	0	1	2	66
Summe	52	54	53	71	11	8	3	1	5	9	8	275

nach Ladungskategorien in %

Tr. Massengut	15%	12%	27%	30%	0%	3%	3%	0%	3%	3%	3%	100%
Greifergut	4%	4%	16%	44%	8%	8%	0%	0%	8%	8%	0%	100%
Fl. Massengut	13%	13%	17%	42%	0%	8%	0%	0%	4%	0%	4%	100%
Palette	23%	24%	20%	24%	2%	1%	0%	0%	0%	2%	2%	100%
Ballen, etc.	8%	15%	15%	27%	8%	4%	4%	4%	4%	8%	4%	100%
Coils	7%	27%	13%	20%	7%	7%	7%	0%	0%	7%	7%	100%
Stückgut	30%	26%	20%	14%	6%	0%	0%	0%	0%	2%	3%	100%
Summe	19%	20%	19%	26%	4%	3%	1%	0%	2%	3%	3%	100%

Quelle: Eigene Darstellung

81% der im innerdeutschen Verkehr durchgeführten Lkw-Fahrten fanden 2018 auf Relationen mit Entfernungen bis zu 150 km statt, 57% sogar auf Distanzen von nur bis zu 50 km. Da im Rahmen dieser Studie eine Konzentration auf die Langstreckenverkehre erfolgen soll, liegt der Anteil der Verkehre der kontaktierten Unternehmen im Nahbereich (bis 50 km) mit 11% und im Regionalbereich (zwischen 50 und 150 km) mit 16% unter dem gesamtdeutschen Durchschnitt. Die kontaktierten Unternehmen sind zu über 70% im Fernverkehr engagiert, zu fast 60% auf Transportdistanzen zwischen 150 und 1.000 km. 53% der Verkehre finden auf Distanzen über 300 km statt, sodass die Befragung auch Verkehre erfasst, die prinzipiell verlagerbar sind. Dies gilt im Großen und Ganzen bei fast allen Ladungskategorien (vgl. Tabelle 56).

Tabelle 56: Versand – Aufkommen nach Ladungskategorien und Distanzklassen (in Tonnen)

Ladungs-kategorie	bis 50 km	50 – 150 km	150 – 300 km	300 – 500 km	500 – 1.000 km	> 1.000 km	Summe	k.A.
Tr. Massengut	83.105	129.013	131.859	189.923	245.825	187.454	967.179	0
Greifergut	37.914	83.039	110.620	117.019	103.963	99.239	551.794	0
Fl. Massengut	136.603	67.609	109.862	86.452	216.502	84.200	701.228	0
Palette	286.654	393.798	492.510	378.592	400.127	266.304	2.217.985	2.000
Ballen, etc.	25.785	107.535	122.575	111.954	123.319	63.481	554.648	0
Coils	7.790	3.500	4.000	9.999	10.099	8.650	44.038	0
Stückgut	36.696	105.438	116.514	101.110	87.485	74.298	521.541	10
Summe	614.546	889.933	1.087.939	995.050	1.187.320	783.626	5.558.413	

nach Ladungskategorien in %

Tr. Massengut	9%	13%	14%	20%	25%	19%	100%	
Greifergut	7%	15%	20%	21%	19%	18%	100%	
Fl. Massengut	19%	10%	16%	12%	31%	12%	100%	
Palette	13%	18%	22%	17%	18%	12%	100%	
Ballen, etc.	5%	19%	22%	20%	22%	11%	100%	
Coils	18%	8%	9%	23%	23%	20%	100%	
Stückgut	7%	20%	22%	19%	17%	14%	100%	
Summe	11%	16%	20%	18%	21%	14%	100%	

Quelle: Eigene Darstellung

Auf Transportdistanzen bis 300 km dominiert mit Anteilen von über 90% der Lkw-Verkehr, erst ab Transportdistanzen von über 300 km werden Bahn und Binnenschifffahrt bzw. kombinierte Verkehre stärker eingesetzt. 93% der Bahn- 84% der Binnenschiffsverkehre finden auf Transportdistanzen von über 300 km statt. 16% der Binnenschiffsverkehre sind auch auf Transportdistanzen zwischen 150 und 300 km zu beobachten. Maritimer komb. Verkehr ist Verkehr auf

Fernrelationen; wenn 97% der Verkehre auf Distanzen von über 1.000 km stattfinden, dann handelt es sich um Überseeverkehre. Aber auch rd. 70% des kontinentalen komb. Verkehrs findet auf Transportrelationen von über 300 km statt (vgl. Tabelle 57). Diese aus der Befragung gewonnenen Schwerpunkte stimmen auch mit der öffentlichen Statistik überein.

Tabelle 57: Versand – Aufkommen nach Distanzklassen und Verkehrsträgern (in Tonnen)

Distanz-klasse	Lkw	Bahn	Binnenschiff	Kont. KV	Marit. KV	Summe
bis 50 km	436.878	2.950	0	41.805	0	481.633
50 - 150 km	678.094	16.200	0	41.745	0	736.039
150 - 300 km	887.328	18.500	16.523	41.745	0	964.096
300 - 500 km	763.707	268.928	250	63.035	200	1.096.120
500 - 1.000 km	566.770	211.032	88.175	88.815	16.908	971.700
> 1.000 km	328.621	38.148	1.162	160.203	493.801	1.021.935
Summe	3.661.400	555.757	106.111	437.348	510.909	5.271.524
Anteil der Verkehrsmittel nach Distanzklassen in %						
bis 50 km	91%	1%	0%	9%	0%	100%
50 - 150 km	92%	2%	0%	6%	0%	100%
150 - 300 km	92%	2%	2%	4%	0%	100%
300 - 500 km	70%	25%	0%	6%	0%	100%
500 - 1.000 km	58%	22%	9%	9%	2%	100%
> 1.000 km	32%	4%	0%	16%	48%	100%
Summe	69%	11%	2%	8%	10%	100%
Anteil des Aufkommens nach Distanzklassen je Verkehrsmittel in %						
bis 50 km	12%	1%	0%	10%	0%	9%
50 - 150 km	19%	3%	0%	10%	0%	14%
150 - 300 km	24%	3%	16%	10%	0%	18%
300 - 500 km	21%	48%	0%	14%	0%	21%
500 - 1.000 km	15%	38%	83%	20%	3%	18%
> 1.000 km	9%	7%	1%	37%	97%	19%
Summe	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Quelle: Eigene Darstellung

Nach Angaben der antwortenden Versender liegen 21% der Empfangsorte in Übersee und 14% in Zentralasien. Nur 35% haben ihr Ziel innerhalb Deutschlands (vgl. Tabelle 58).

Tabelle 58: Empfang – Ort der versendeten Güter

	Anzahl Nennungen	Anteil in %
Innerhalb Deutschlands	81	35%
Innerhalb Europas	68	29%
In Zentralasien	33	14%
In Übersee	49	21%
keine Angabe	0	0%

Quelle: Eigene Darstellung

Im Empfang ist der Anteil der transportierten Massengüter mit 63% deutlich höher als im Versand mit 40%. Rd. 40% der befragten Unternehmen geben an, trockene und flüssige Massengüter zu transportieren. Zwar überwiegen von der absoluten Anzahl her die Stückgut transportierenden Unternehmen, aber sie nehmen einen niedrigeren Anteil an den transportierten Ladungsmengen ein. Coils sowie Ballen und Fässer werden von den befragten Unternehmen nur in geringer Menge im Empfang befördert, obwohl rd. 15% der Unternehmen eine Umsetzung solcher Transporte angeben. Im Stückgutbereich dominieren Paletten (22% der Ladung) und einzelne Stückgutladung (13%) (vgl. Tabelle 59).

Tabelle 59: Empfang – Ladungskategorien der Gütergruppen (Anzahl Nennungen)

Gütergruppe	Tr. Massengut	Greifergut	Fl. Massengut	Palette	Ballen, etc.	Coils	Stückgut	k. A.	Summe	Anteil in %
Landwirtschaft, Forst, Jagd	7	8	5	13	1	1	5	0	40	9%
Kohle, Erdöl, -gas	2	1	5	1	0	0	0	0	9	0%
Erze, Steine, Bergbau	3	7	0	3	0	0	2	0	15	6%
Nahrungs- und Genussmittel	7	2	7	13	1	1	2	0	33	13%
Textilien, Leder	1	0	0	3	0	0	2	0	6	3%
Holz, Papier	2	2	0	21	1	1	6	0	33	8%
Glas, Zement, Gips, Kunststoff, Gummi	5	3	14	13	1	0	4	0	40	12%
Metalle	5	3	1	26	9	6	17	1	68	18%
Maschinen, Geräte	1	1	29	2	1	29	0	0	63	14%
Fahrzeuge	0	0	0	0	0	0	8	1	9	3%
Möbel, Schmuck, Sport-, Spielwaren	3	0	0	2	0	0	6	1	12	4%
Sekundärrohstoffe, Abfälle	3	3	1	3	1	0	1	0	12	9%
Geräte, Material der Güterbeförderung	0	0	0	2	0	0	5	0	7	2%
Sammelgut	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
Sonstige Güter	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
keine Angabe	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
Summe	39	30	62	102	15	38	58	3	347	100%
Anteil in %	11%	9%	18%	29%	4%	11%	17%	1%	100%	
Tonnen	974.815	162.698	915.078	713.209	27.869	11.251	431.460	0	3.236.380	
Anteil Tonnen in %	30%	5%	28%	22%	1%	0%	13%	0%	100%	

Quelle: Eigene Darstellung

Trotzdem weicht die Güterstruktur insgesamt nur unwesentlich von der im Versand ab. Es fällt jedoch auf, dass der Anteil der Sammel- und sonstigen Güter (hierunter werden häufiger Güter im kombinierten Verkehr, die in Container und Wechselbehälter transportiert werden, verstanden) aufgrund des höheren Anteils der Massengüter um rd. 1/3 niedriger ausfällt als im Versand (vgl. Tabelle 60).

Tabelle 60: Empfang – Gütergruppenstruktur der befragten Unternehmen

Gütergruppe	Gütertransport nur im Versand	Gütertransport nur im Empfang	Gütertransport in beiden Richtungen	Summe	Anteil in %
Landwirtschaft, Forst, Jagd	0	9	12	21	8%
Kohle, Erdöl, --gas	0	3	4	7	3%
Erze, Steine, Bergbau	0	6	4	10	4%
Nahrungsmittel	0	4	13	17	7%
Textilien, Leder	0	2	4	6	2%
Holz, Papier	0	11	14	25	10%
Glas, Zement, Gips, Kunststoff, Gummi	0	10	14	24	10%
Metalle	0	27	15	42	17%
Maschinen, Geräte	0	21	21	42	17%
Fahrzeuge	0	5	4	9	4%
Möbel, Schmuck, Sport-, Spielwaren, Musikinstrumente	0	5	5	10	4%
Sekundärrohstoffe, Abfälle	0	2	3	5	2%
Geräte, Material der Güterbeförderung	0	4	2	6	2%
Sammelgut	0	5	9	14	6%
Sonstige Güter	0	4	7	11	4%
keine Angabe	0	0	0	0	0%
Summe	0	118	131	249	100%
Anteil in %	0%	47%	53%	100%	

Quelle: Eigene Darstellung

Insgesamt fällt die Ladung der befragten Unternehmen mit 3,2 Mio. t um rd. 40% niedriger aus als im Versand (vgl. Tabelle 61). Der hohe Anteil der im Empfang transportierten Massengüter ist mitverantwortlich dafür, dass der Anteil der Lkw-Verkehre hier mit 46% niedriger ist als im Versand mit 70%. Bahn und Binnenschiff machen 41% der Verkehre aus, gegenüber 12% im Versand. Dies liegt insbesondere daran, dass die flüssigen Massengüter, die rd. 30% des Aufkommens ausmachen, zu 75% per Bahn und Binnenschiff befördert und auch die trockenen Massengüter zu 60% per Bahn transportiert werden. Lkw-Verkehre dominieren jedoch weiterhin im

Stückgutbereich, insbesondere bei Paletten. Der Anteil der kombinierten Ladungsverkehre fällt mit 14% leicht niedriger aus als im Versand (18%). Insbesondere die Stückgutverkehre werden im kombinierten Verkehr abgefahren, sodass auch hier der Lkw-Anteil mit 36% sehr niedrig ausfällt.

Tabelle 61: Empfang – Verkehrsmittel nach Ladungskategorien

Ladungskategorie	Lkw	Bahn	Binnensch.	Kont. KV	Marit. KV	k. A.	Summe
Aufkommen nach Verkehrsträgern in t							
Tr. Massengut	310.036	578.739	17.500	15.000	53.540		974.815
Greifergut	148.598	4.240	9.660	50	150		162.698
Fl. Massengut	225.170	338.049	350.959	0	900		915.078
Palette	598.467	0	1.800	109.052	3.890		713.209
Ballen, etc.	27.869	0	0	0	0		27.869
Coils	11.151	0	0	100	0		11.251
Stückgut	148.540	10.133	0	27.788	230.000	15.000	431.460
Summe	1.469.831	931.161	379.919	151.990	288.480	15.000	3.236.380
Verteilung nach Verkehrsträgern in %							
Tr. Massengut	32%	59%	2%	2%	5%		100%
Greifergut	91%	3%	6%	0%	0%		100%
Fl. Massengut	25%	37%	38%	0%	0%		100%
Palette	84%	0%	0%	15%	1%		100%
Ballen, etc.	100%	0%	0%	0%	0%		100%
Coils	99%	0%	0%	1%	0%		100%
Stückgut	35%	2%	0%	6%	54%	3%	100%
Summe	46%	29%	12%	5%	9%	0%	100%

Quelle: Eigene Darstellung

Auch im Empfang dominiert im kombinierten Verkehr die Schiene, der Anteil der Binnenschiffs-transporte ist jedoch mit 26% doppelt so hoch wie im Versand. Rd. 70% der kombinierten Verkehre werden per Schiene befördert, wobei der Anteil der RoLa mit 21% fast doppelt so hoch ausfällt wie im Versand (vgl. Tabelle 62).

Tabelle 62: Empfang – Differenzierung des kombinierten Verkehrs

Gütergruppe	unb. KV Schiene	RoLa	unb. KV Bischi	keine Angabe	Summe
Tr. Massengut	3	0	1	0	4
Greifergut	1	0	1	0	2
Fl. Massengut	0	1	0	0	1
Palette	2	1	1	0	4
Ballen, etc.	0	0	0	0	0
Coils	1	0	0	0	1
Stückgut	2	2	2	1	7
Summe	9	4	5	1	19

Nach KV-Formen in %

Tr. Massengut	75%	0%	25%	0%	100%
Greifergut	50%	0%	50%	0%	100%
Fl. Massengut	0%	100%	0%	0%	100%
Palette	50%	25%	25%	0%	100%
Ballen, etc.	0%	0%	0%	0%	100%
Coils	100%	0%	0%	0%	100%
Stückgut	29%	29%	29%	14%	100%
Summe	47%	21%	26%	5%	100%

Quelle: Eigene Darstellung

Auch eine Folge des hohen Massengutanteils ist der hohe Anteil der Ganzzugsverkehre mit 39%. Trotzdem überwiegen auch hier die Einzelwagentransporte (48%) (vgl. Tabelle 63).

Tabelle 63: Empfang – Produktionssysteme im Schienengüterverkehr nach Ladungskategorien

Ladungskategorie	Ganzzug	Einzelwagen	Beides	Keine Angabe	Summe
Tr. Massengut	5	2	0	0	7
Greifergut	1	2	0	1	4
Fl. Massengut	3	5	1	0	9
Palette	1	1	0	1	3
Ballen, etc.	0	0	0	0	0
Coils	1	0	0	0	1
Stückgut	1	5	1	0	7
Summe	12	15	2	2	31

nach Produktionssystemen in %

Tr. Massengut	71%	29%	0%	0%	100%
Greifergut	25%	50%	0%	25%	100%
Fl. Massengut	33%	56%	11%	0%	100%
Palette	33%	33%	0%	33%	100%
Ballen, etc.	0%	0%	0%	0%	100%
Coils	100%	0%	0%	0%	100%
Stückgut	14%	71%	14%	0%	100%
Summe	39%	48%	6%	6%	100%

Quelle: Eigene Darstellung

Auch im Empfang haben auf die Frage der Verlagerbarkeit der Lkw-Verkehre nur ein Drittel der Unternehmen (33%) eine Antwort gegeben. 10% der Unternehmen geben an, überhaupt nicht verlagern zu können. Nur 22% der Unternehmen können sich vorstellen, überhaupt in einer der wesentlichen behandelten Ladungskategorien eine Verlagerungsoption zu haben. Dies entspricht in etwa der gleichen Größenordnung wie im Versand. Die überwiegende Anzahl kann sich das in Paletten und Stückgutverkehr vorstellen (5% bzw. 6%). Immerhin rd. 40% der Coils, Fässer und sonstige Stückgutverkehre abwickelnden Unternehmen können sich eine Verlagerung ihrer Lkw-Verkehre auf Bahn und Binnenschiff vorstellen. Der Anteil der Paletten befördernden Unternehmen ist mit 17% sehr niedrig. Im trockenen Massengutverkehr können sich dies immerhin ungefähr 30% der Unternehmen vorstellen. Bei flüssigen Massengütern sehen die wenigsten Unternehmen eine Verlagerungsoption (10%), was allerdings auch eine Folge des bereits hohen Anteils des Verkehrs bei den alternativen Verkehrsträgern ist (vgl. Tabelle 64).

Tabelle 64: Empfang - Bereitschaft zur Verlagerung von Lkw-Verkehren nach Ladungskategorien

Ladungskategorie	Nennungen	Anteil der Nennungen nach Gütergruppen in %	Anteil der Verlagerungswilligen Unternehmen an allen Unternehmen je Ladungskategorie
Tr. Massengut	11	4%	28%
Greifergut	8	3%	27%
Fl. Massengut	6	2%	10%
Palette	17	26%	17%
Ballen, etc.	6	2%	40%
Coils	8	3%	21%
Stückgut	22	8%	38%
keine	35	13%	
keine Angabe	234	84%	
Summe	347	100%	

Quelle: Eigene Darstellung

Auch im Empfang bestehen 82% der Transporte aus Partiegrößen unter 30 t, selbst bei flüssigen Massengütern liegen 72% der Transporte in dieser Größenordnung. Der Anteil von Partiegrößen zwischen 30 und 1.000 t liegt bei rd. 10%, größere Partiegrößen machen nur 5% aller Empfangsverkehre aus (vgl. Tabelle 65).

Tabelle 65: Empfang – Partiegrößen nach Ladungskategorie

Ladungskategorie	bis 3 t	3 - 10 t	10 - 20 t	20 - 30 t	30 - 50 t	50 - 100 t	100-500 t	500 - 1.000 t	1.000 - 2.2500 t	> 2.500 t	k. A.	Summe
Tr. Massengut	9	11	8	10	1	1	1	4	1	3	0	49
Greifergut	2	3	6	15	0	0	0	1	0	2	1	30
Fl. Massengut	7	4	5	12	4	1	2	3	5	2	0	45
Palette	24	18	16	19	2	1	1	1	1	3	3	89
Ballen, etc.	4	3	4	5	0	0	0	0	0	0	0	16
Coils	2	3	3	3	1	1	1	1	0	1	0	16
Stückgut	25	17	16	12	6	1	0	0	0	0	3	80
Summe	73	59	58	76	14	5	5	10	7	11	7	325

nach Ladungskategorien in %

Tr. Massengut	18%	22%	16%	20%	2%	2%	2%	8%	2%	6%	0%	100%
Greifergut	7%	10%	20%	50%	0%	0%	0%	3%	0%	7%	3%	100%
Fl. Massengut	16%	9%	11%	27%	9%	2%	4%	7%	11%	4%	0%	100%
Palette	27%	20%	18%	21%	2%	1%	1%	1%	1%	3%	3%	100%
Ballen, etc.	25%	19%	25%	31%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%
Coils	13%	19%	19%	19%	6%	6%	6%	6%	0%	6%	0%	100%
Stückgut	31%	21%	20%	15%	8%	1%	0%	0%	0%	0%	4%	100%
Summe	22%	18%	18%	23%	4%	2%	2%	3%	2%	3%	2%	100%

Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 66: Empfang – Aufkommen nach Ladungskategorie und Distanzklassen (in Tonnen)

Ladungskategorie	bis 50 km	50 - 150 km	150 - 300 km	300 - 500 km	500 - 1.000 km	> 1.000 km	Summe	k. A.
Tr. Massengut	56.450	311.077	87.500	376.061	24.907	118.820	974.815	0
Greifergut	20.690	45.159	28.060	32.590	23.450	6.750	156.698	6.000
Fl. Massengut	53.858	139.619	263.136	48.658	77.918	331.890	915.078	0
Palette	66.820	118.230	115.923	237.391	109.691	64.155	712.209	1.000
Ballen, etc.	12.230	2.686	2.383	5.724	2.335	2.511	27.869	0
Coils	990	2.753	3.288	30	3.170	1.020	11.251	0
Stückgut	55.803	58.618	55.625	95.043	119.370	46.653	431.110	350
Summe	266.840	678.142	555.913	795.497	360.840	571.798	3.229.030	

nach Ladungskategorien in %

Tr. Massengut	6%	32%	9%	39%	3%	12%	100%
Greifergut	13%	29%	18%	21%	15%	4%	100%
Fl. Massengut	6%	15%	29%	5%	9%	36%	100%
Palette	9%	17%	16%	33%	15%	9%	100%
Ballen, etc.	44%	10%	9%	21%	8%	9%	100%
Coils	9%	24%	29%	0%	28%	9%	100%
Stückgut	13%	14%	13%	22%	28%	11%	100%
Summe	8%	21%	17%	25%	11%	18%	100%

Quelle: Eigene Darstellung

Auch im Empfang überwiegen länger laufende Verkehre. 54% der Transporte finden auf Distanzen über 300 km statt. 18% sogar auf Relationen über 1.000 km (vgl. Tabelle 66). Ganz besonders hoch ist dies bei flüssigen Massengütern mit 36%. 63% der Lkw-Verkehre finden auf Relationen unter 300 km statt, 91% der Bahnverkehre auf Relationen über 300 km Entfernung. In der Binnenschifffahrt dominieren, wahrscheinlich aufgrund der bedeutungsvollen Niederrheinverkehre, Destinationen zwischen 150 und 300 km (wie auch in der Statistik). Allerdings werden keine Verkehre unter 150 km ausgewiesen. Auch im kombinierten Verkehr überwiegen Relationen auf Distanzen über 300 km; der Anteil von Relationen kleiner 300 km liegt im kontinentalen Verkehr jedoch bei immerhin fast 50% (vgl. Tabelle 67).

Tabelle 67: Empfang – Aufkommen nach Distanzklassen und Verkehrsträgern (in Tonnen)

Distanzklasse	Lkw	Bahn	Binnenschiff	Kont. KV	Marit. KV	Summe
bis 50 km	236.131	0	0	28.941	25.000	290.072
50 - 150 km	422.788	72.320	0	29.055	25.500	549.663
150 - 300 km	263.006	11.408	195.060	16.892	750	487.116
300 - 500 km	320.207	522.828	35.776	16.676	55.020	950.507
500 - 1.000 km	148.858	86.792	42.284	30.104	90.270	398.309
> 1.000 km	65.841	237.805	106.799	30.314	91.940	532.698
Summe	1.456.831	931.153	379.919	151.982	288.480	3.208.365
keine Angabe	13.000	8	0	8	0	13.015

Anteil der Verkehrsmittel nach Distanzklassen in %

bis 50 km	81%	0%	0%	10%	9%	100%
50 - 150 km	77%	13%	0%	5%	5%	100%
150 - 300 km	54%	2%	40%	3%	0%	100%
300 - 500 km	34%	55%	4%	2%	6%	100%
500 - 1.000 km	37%	22%	11%	8%	23%	100%
> 1.000 km	12%	45%	20%	6%	17%	100%
Summe	45%	29%	12%	5%	9%	100%

Anteil des Aufkommens nach Distanzklassen je Verkehrsmittel in %

bis 50 km	16%	0%	0%	19%	9%	9%
50 - 150 km	29%	8%	0%	19%	9%	17%
150 - 300 km	18%	1%	51%	11%	0%	15%
300 - 500 km	22%	56%	9%	11%	19%	30%
500 - 1.000 km	10%	9%	11%	20%	31%	12%
> 1.000 km	5%	26%	28%	20%	32%	17%
Summe	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Quelle: Eigene Darstellung

Nur 24% der Versandorte liegen im Empfang außerhalb Europas. 42% der Versandorte liegen innerhalb Deutschlands und 33% innerhalb Europas (vgl. Tabelle 68).

Tabelle 68: Versand – Ort der empfangenen Güter

	Summe	Anteil in %
Innerhalb Deutschlands	82	42%
Innerhalb Europas	63	33%
In Zentralasien	22	11%
In Übersee	26	13%
keine Angabe	0	0%

Quelle: Eigene Darstellung

1.3.6.3 Eigenschaften der eingesetzten Verkehrsmittel

Sowohl im Versand als auch im Empfang ist der Lkw das dominierende Verkehrsmittel. Allerdings sehen es unabhängig von der transportierten Gütergruppe nur 20% der befragten Unternehmen (mit Ausnahme bei Kohle und Erdölprodukten) als das Verkehrsmittel an, welches für den Transport des entsprechenden Gutes gut bzw. sehr gut geeignet ist (vgl. Tabelle 69). Bahn und Binnenschiff erreichen gemeinsam, mit Ausnahme beim Transport von Nahrungsmitteln sowie Halb- und Fertigprodukten (Möbel, etc.), ähnlich gute bzw. hohe Werte. Teilweise werden in bestimmten Gütergruppen die alternativen Verkehrsmittel für den Transport als besser geeignet beurteilt. Die Eignung des kombinierten Verkehrs wird in einigen Gütergruppen so gut eingeschätzt wie die des Lkw-Verkehrs (z. B. Textilien, Forstprodukte, Glas, Zement, Kunststoffe, Metalle, aber auch bei Gastransporten).

Tabelle 69: Gute und sehr gute Eignung der Verkehrsmittel nach Gütergruppen

Gütergruppe	Lkw	Bahn und Binnenschiff	kombinierter Verkehr
Landwirtschaft, Forst, Jagd	20%	18%	15%
Kohle, Erdöl, -gas	14%	29%	17%
Erze, Steine, Bergbau	20%	23%	14%
Nahrungsmittel	20%	11%	15%
Textilien, Leder	20%	16%	22%
Holz, Papier	19%	19%	20%
Glas, Zement, Gips, Kunststoff, Gummi	19%	28%	18%
Metalle	19%	17%	19%
Maschinen, Geräte	20%	14%	17%
Fahrzeuge	20%	15%	15%
Möbel, Schmuck, Sport-, Spielwaren, Musikinstrumente	19%	7%	11%
Sekundärrohstoffe, Abfälle	20%	14%	13%
Geräte, Material der Güterbeförderung	20%	18%	14%

Quelle: Eigene Darstellung

Die Gründe wieso die alternativen Verkehrsmittel i. d. R. weniger eingesetzt werden als der Lkw liegen also nicht in ihrer prinzipiellen Eignungsfähigkeit, sondern in anderen Gründen. Tabelle 70 zeigt, dass bereits bei 42% aller Transporte eine prinzipielle Grundsatzentscheidung für ein bestimmtes Verkehrsmittel vorliegt. Bei weiteren 32% der Transporte gibt es solch eine Grundsatzentscheidung bei bestimmten Kunden bzw. Gütergruppen. Lediglich bei einem Viertel der Transporte oder Unternehmen liegt solch eine Grundsatzentscheidung nicht vor.

Tabelle 70: Grundsatzentscheidung zur Wahl des Verkehrsmittels

	Summe
Ja, generell für alle Transporte	62
Ja, bei bestimmten Kunden/Lieferanten	31
Ja, bei bestimmten Gütergruppen/Ladungskategorieen	17
Nein	37
keine Angabe	2

Quelle: Eigene Darstellung

Von den 140 Unternehmen haben sich 62 auch dazu geäußert, welches Verkehrsmittel bei dieser Grundsatzentscheidung begünstigt wird. In 44 % der Fälle wird der Lkw entweder immer vorgezogen oder bevorzugt. Bahn und Binnenschiff werden kaum stets vorgezogen, aber mit jeweils 8% bis 9% bevorzugt ausgewählt. Zu rd. 40% wird der kombinierte Verkehr, statt einem direkten Transport per einen der Verkehrsträger bevorzugt (vgl. Tabelle 71).

Tabelle 71: Grundsatzentscheidung zur Wahl des Verkehrsmittels in den befragten Unternehmen

Bewertungsskala	Lkw	Bahn	Binnenschiff	Kontinentaler KV	Maritimer KV
Immer	43	2	0	1	2
Bevorzugt	18	11	11	24	26
Nie	1	44	47	32	31
keine Angabe	0	5	4	5	3
Summe	62	62	62	62	62
Anteil in %	44%	9%	8%	18%	20%
Bevorzugtes Verkehrsmittel (Entscheidung immer oder bevorzugt)	61	13	11	25	28

Quelle: Eigene Darstellung

Überwiegende Gründe für die Wahl des Lkws sind die Transportzeit, die Zuverlässigkeit des gesamten Transportes, die Transportkosten, die Transportsicherheit und das Vorhandensein eigener Lkw. Bei der Wahl für den kombinierten Verkehr sind die bedeutendsten Entscheidungs-

gründe die (i. d. R. lange) Transportdistanz und die Transportkosten. Es folgen mit weitem Abstand die Sendungsgröße und die Transportzeit als weitere Gründe. Bei Bahn und Binnenschiff sind es die Sendungsgröße und die Transportkosten, gefolgt in einigem Abstand von der Transportdistanz. Darüber hinaus ist insbesondere das Vorliegen eines direkten Wasser- oder Gleisanschlusses relevant, sowie beim Binnenschiff die hohe Transportsicherheit. Die Transportzeit wird bei Bahn und Binnenschiff zwar auch häufig genannt, aber deutlich niedriger als im kombinierten Verkehr und bei der Straße (vgl. Tabelle 72).

Bei allen Verkehrsmitteln wird die Höhe der Transportkosten unter den drei bedeutendsten Entscheidungsgründen aufgeführt. Dies bedeutet, wie auch in Kapitel 1.2 deutlich herausgearbeitet wurde, dass es immer Situationen gibt, in denen jedes der aufgeführten Verkehrsmittel einen Kostenvorteil erreichen kann. Dieser hängt jedoch von den in Kapitel 1.2 dargestellten Faktoren ab.

Tabelle 72: Gründe für die Wahl des Verkehrsmittels

	Lkw	Bahn	Bischi	Kont. KV	Marit. KV	Summe
Sendungsgröße in Tonnen	35	17	12	8	12	84
Distanz	28	10	6	15	29	88
Transportkosten	52	15	10	12	27	116
Transportzeit	68	5	2	8	10	93
Zuverlässigkeit/Pünktlichkeit	65	3	1	5	5	79
Sperrigkeit	6	1	3	2	1	13
Transportsicherheit	20	2	5	5	1	33
Erfüllung von Nebenleistungen	3	0	0	1	1	5
Gleis-/Wasseranschluss bei Versen- der	1	7	2	2	2	14
Schadenshäufigkeit	0	1	0	0	0	1
Zerbrechlichkeit	1	0	0	1	0	2
Übermaß	2	0	0	0	0	2
Abfahrtsdichte	11	1	1	1	5	19
Lagerflächen	0	0	0	0	0	0
Eignung des Transportraumes	6	4	1	0	5	16
Eigener Fuhrpark/Laderaum	24	0	0	0	0	24
Sonstiger Grund	14	5	2	6	3	30
keine Angabe	0	1	0	2	1	4
Summe	336	72	45	68	102	623
Anteil in %						
Sendungsgröße in Tonnen	10%	24%	27%	12%	12%	13%
Distanz	8%	14%	13%	22%	28%	14%
Transportkosten	15%	21%	22%	18%	26%	19%
Transportzeit	20%	7%	4%	12%	10%	15%
Zuverlässigkeit/Pünktlichkeit	19%	4%	2%	7%	5%	13%
Sperrigkeit	2%	1%	7%	3%	1%	2%
Transportsicherheit	6%	3%	11%	7%	1%	5%
Erfüllung von Nebenleistungen	1%	0%	0%	1%	1%	1%
Gleis-/Wasseranschluss bei Versen- der	0%	10%	4%	3%	2%	2%
Schadenshäufigkeit	0%	1%	0%	0%	0%	0%
Zerbrechlichkeit	0%	0%	0%	1%	0%	0%
Übermaß	1%	0%	0%	0%	0%	0%
Abfahrtsdichte	3%	1%	2%	1%	5%	3%
Lagerflächen	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Eignung des Transportraumes	2%	6%	2%	0%	5%	3%
Eigener Fuhrpark/Laderaum	7%	0%	0%	0%	0%	4%
Sonstiger Grund	4%	7%	4%	9%	3%	5%
keine Angabe	0%	1%	0%	3%	1%	1%
Summe	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Quelle: Eigene Darstellung

Da von den Befragten der Lkw i. d. R. als Hauptverkehrsmittel gewählt wird, gibt es nur wenige Gründe für dessen Ablehnung. Kommt eine Nichtberücksichtigung des Lkw in den seltenen Fällen vor, werden als Hauptgründe die Transportkosten und die Zuverlässigkeit als wesentliche Ursache genannt (vgl. Tabelle 73). Bedeutendste Hinderungsgründe bei der Bahn sind die fehlende Zuverlässigkeit (betriebliche Unzuverlässigkeit, Material zu spät bereitgestellt, Züge verspätet vom Lkw abgeholt oder abgefertigt etc.) und die hohen Transportzeiten. Danach folgen mit etwas weiterem Abstand die Transportkosten, das Fehlen von Gleisinfrasturktur beim Empfänger oder Versender, die Abfahrtsdichte, sowie die Transportdistanzen (zu nah / zu weit) und die nicht befriedigenden Sendungsgrößen. Bedeutendster Hinderungsgrund beim Binnenschiff ist die hohe Transportzeit, gefolgt von den auch bei der Bahn bekannten Gründen der Nichtberücksichtigung. Auch im kombinierten Verkehr ist die lange Transportzeit einer der wesentlichen Hinderungsgründe, gefolgt mit einigem Abstand von der Zuverlässigkeit, den Transportkosten und der Sendungsdistanz. Weitere Hinderungsgründe sind zu kleine Sendungsgrößen, geringe Abfahrtsdichten und auch die Verfügbarkeit von eigenen Lkw.

Tabelle 73: Gründe gegen die Wahl des Verkehrsmittels

	Lkw	Bahn	Bischi	Kont. KV	Marit. KV	Summe
Sendungsgröße in Tonnen	1	14	19	14	9	57
Distanz	1	16	27	15	17	76
Transportkosten	2	21	15	20	13	71
Transportzeit	1	48	43	34	28	154
Zuverlässigkeit/Pünktlichkeit	2	45	13	27	15	102
Sperrigkeit	1	9	6	7	4	27
Transportsicherheit	0	4	1	4	3	12
Erfüllung von Nebenleistungen	0	4	4	4	4	16
Gleis-/Wasseranschluss bei Versender	0	20	16	7	7	50
Schadenshäufigkeit	0	0	1	4	2	7
Zerbrechlichkeit	1	4	2	2	3	12
Übermaß	0	2	1	1	0	4
Abfahrtsdichte	0	17	13	12	9	51
Lagerflächen	0	1	2	0	1	4
Eignung des Transportraumes	0	7	7	3	1	18
Eigener Fuhrpark/Laderaum	1	11	9	9	9	39
Sonstiger Grund	2	23	29	20	16	90
keine Angabe	8	7	21	21	25	82
Summe	20	253	229	204	166	872
Anteil in %						
Sendungsgröße in Tonnen	5%	6%	8%	7%	5%	7%

	Lkw	Bahn	Bischi	Kont. KV	Marit. KV	Summe
Distanz	5%	6%	12%	7%	10%	9%
Transportkosten	10%	8%	7%	10%	8%	8%
Transportzeit	5%	19%	19%	17%	17%	18%
Zuverlässigkeit/Pünktlichkeit	10%	18%	6%	13%	9%	12%
Sperrigkeit	5%	4%	3%	3%	2%	3%
Transportsicherheit	0%	2%	0%	2%	2%	1%
Erfüllung von Nebenleistungen	0%	2%	2%	2%	2%	2%
Gleis-/Wasseranschluss bei Versen- der	0%	8%	7%	3%	4%	6%
Schadenshäufigkeit	0%	0%	0%	2%	1%	1%
Zerbrechlichkeit	5%	2%	1%	1%	2%	1%
Übermaß	0%	1%	0%	0%	0%	0%
Abfahrtsdichte	0%	7%	6%	6%	5%	6%
Lagerflächen	0%	0%	1%	0%	1%	0%
Eignung des Transportraumes	0%	3%	3%	1%	1%	2%
Eigener Fuhrpark/Laderaum	5%	4%	4%	4%	5%	4%
Sonstiger Grund	10%	9%	13%	10%	10%	10%
keine Angabe	40%	3%	9%	10%	15%	9%
Summe	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 74: Wesentliche die Verkehrsmittelwahl beeinflussende Transporteigenschaften der Verkehrsmittel Binnenschiff, Lkw und Schiene

	Lkw	Bahn	Bischi
Niedrige Transportkosten	39	20	46
Niedrige Transportzeit	70	4	6
Hohe Sendungsgröße	7	31	45
Hohe Transportsicherheit	20	12	8
Weitere Nebenleistungen	6	0	2
Hohe Zuverlässigkeit	67	5	3
Hohe Pünktlichkeit	50	1	2
Vor- und Nachlaufkosten zum nächsten Anschluss niedrig	3	6	6
Verkehrsmittel kann große Lademasse bedienen	6	18	29

	Lkw	Bahn	Bischi
Verkehrsmittel ist für Just-in-Time-Verkehre geeignet	23	0	1
Verfügbarkeit des Transportraumes ist sehr hoch	18	9	10
An den Umschlagplätzen sind ausreichend Lagerkapazitäten verfügbar	2	1	5
Ich kann das Verkehrsmittel bei mir am Betriebsstandort nutzen	29	9	5
Sonstige Transporteigenschaft	16	9	13
keine Angabe	1	30	45
Summe	356	125	181
Anteil in %			
Niedrige Transportkosten	11%	16%	25%
Niedrige Transportzeit	20%	3%	3%
Hohe Sendungsgröße	2%	25%	25%
Hohe Transportsicherheit	6%	10%	4%
Weitere Nebenleistungen	2%	0%	1%
Hohe Zuverlässigkeit	19%	4%	2%
Hohe Pünktlichkeit	14%	1%	1%
Vor- und Nachlaufkosten zum nächsten Anschluss niedrig	1%	5%	3%
Verkehrsmittel kann große Landmasse bedienen	2%	14%	16%
Verkehrsmittel ist für Just-in-Time-Verkehre geeignet	6%	0%	1%
Verfügbarkeit des Transportraumes ist sehr hoch	5%	7%	6%
An den Umschlagplätzen sind ausreichend Lagerkapazitäten verfügbar	1%	1%	3%
Ich kann das Verkehrsmittel bei mir am Betriebsstandort nutzen	8%	7%	3%
Sonstige Transporteigenschaft	4%	7%	7%
keine Angabe	0%	24%	25%
Summe	100%	100%	100%

Quelle: Eigene Darstellung

Der Lkw wird von den befragten Unternehmen als das Verkehrsmittel angesehen, welches zuverlässig ist, niedrige Transportzeiten garantiert und eine hohe Pünktlichkeit aufweist. Dies zeigt die hohe Anzahl der Nennung in Tabelle 74. Erst danach folgen andere Eigenschaften, wie niedrige Transportkosten, just-in-time Eignung, hohe Verfügbarkeit oder die Nutzbarkeit am Standort. Die Zahl der niedrigen Nennungen zeigt jedoch auch, dass der Lkw kein Verkehrsmittel

für große Sendungsgrößen, für Güter mit besonders hohen Ansprüchen an die Lagerkapazität sowie für sperrige Güter ist (vgl. Tabelle 74).

Bahn und Binnenschiff werden von den Unternehmen als die Verkehrsmittel angesehen, die i. d. R. niedrige Transportkosten aufweisen und hohe Sendungsgrößen sowie sperrige Güter bedienen können. Nachteile sind die hohen Transportzeiten, die geringe Zuverlässigkeit und Pünktlichkeit sowie die niedrige just-in-time Eignung. Aufgrund der niedrigen Nennungen fällt bei der Bahn auf, dass ausreichende Lagerkapazitäten an den Umschlagplätzen fehlen.

Wie auch in Kapitel 1.2 ausführlich dargestellt wurde, ist für die erfolgreiche Umsetzung von Verlagerungen von Lkw-Verkehren auf Bahn oder Binnenschiff ein zufriedenstellendes Angebot im kombinierten Verkehr notwendig. Rd. 70% der antwortenden Unternehmen geben an, dass sie im kombinierten Verkehr eine mehr als wöchentliche Verbindung für erforderlich halten, 58% erachten mindestens eine zweitägige Verbindungsdichte pro Woche für erfolgreiche KV-Verkehre als notwendig (vgl. Tabelle 75).

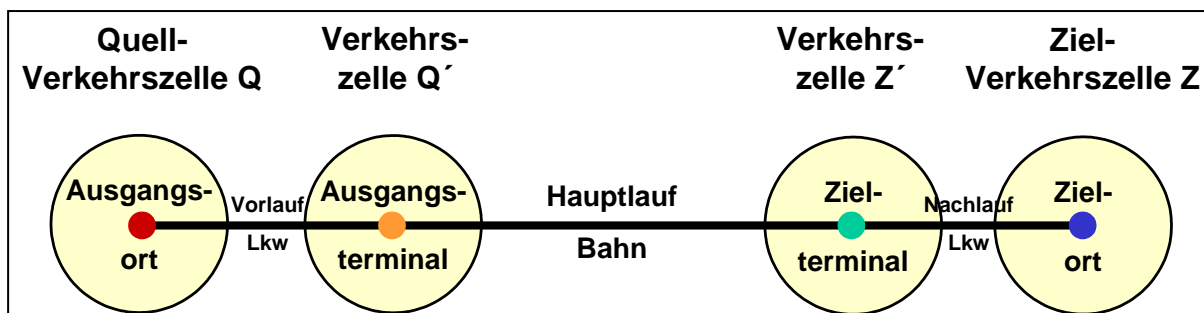
Tabelle 75: Erforderliche Verbindungsdichte im kombinierten Verkehr

Verbindungsdichte pro Woche	Summe
1 x pro Woche	15
2 x pro Woche	10
3 x pro Woche	15
4 x pro Woche	35
Täglich	14
Unregelmäßig	6
keine Angabe	45
Summe	140

Quelle: Eigene Darstellung

Kombinierte Verkehre sind Verkehre mit verschiedenen Verkehrsmitteln, wobei nicht die Güter selbst, sondern die Ladungsträger (Container, Wechselbehälter, Lkw und Lkw-Anhänger oder gar der ganze Lkw (Rollende Landstraße; RoLa)) in KV-Terminals umgeschlagen und im Hauptlauf i. d. R. per Bahn oder Binnenschiff transportiert werden (vgl. BVU et al. 2014). Diese Verkehre beginnen bzw. enden i. d. R. nicht an den KV-Terminals, sondern haben einen Quell- und Zielort, der in der Nähe der KV-Terminals liegt. Der Weg von und zu den KV-Terminals wird i. d. R. per Lkw zurückgelegt. Die folgende Abbildung 28 stellt solch ein Beispiel für eine intermodale Transportkette Lkw-Bahn-Lkw dar.

Abbildung 28: Beispiel einer intermodalen Transportkette Lkw/Bahn



Quelle: Eigene Darstellung aus BVU et al. 2014

Die Befragung bestätigt diesen Zusammenhang. Rd. 80% der befragten Unternehmen (hier nur die Speditionen) geben an, im Vor- und Nachlauf überwiegend den Lkw einzusetzen. Lediglich in Einzelfällen werden jedoch auch Bahn- und Binnenschiff eingesetzt (vgl. Tabelle 76).

Tabelle 76: Gewählte Verkehrsmittel im Vor- und Nachlauf im kombinierten Verkehr

Verkehrsmittel	Vorlauf im komb. Verkehr	Nachlauf im komb. Verkehr
Lkw	18	15
Bahn	3	3
Bischi	2	2
Alle drei	2	2
keine Angabe	0	0
Summe	25	22

Quelle: Eigene Darstellung

1.3.6.4 Verlagerungsbarrieren

Häufig scheitern Verlagerungen zum kombinierten Verkehr daran, dass die Ladung aufgrund ihrer Struktur nicht im kombinierten Verkehr befördert werden kann, bzw. KV-affin ist. Dies scheint durch die Befragung generell bestätigt zu werden. Ungefähr nur 10% des aktuell nicht im kombinierten Verkehr beförderten Versandaufkommens bzw. rd. 21% des Empfangsaufkommens könnten, nach Ansicht der befragten Unternehmen, prinzipiell auch im kombinierten Verkehr transportiert werden (vgl. Tabelle 77 und Tabelle 78), also insgesamt nur kleine Anteile des Verkehrsaufkommens. Insgesamt wird die theoretische Beförderungsmöglichkeit im Empfang höher eingeschätzt als im Versand. Im Versand liegen die KV-affinen Anteile je Ladungskategorie zwischen 5% und 9%; die Transportfähigkeit von Coils und flüssigen Massengütern im kombinierten Verkehr wird mit 1% am niedrigsten eingeschätzt, dafür ist die Transportfähigkeit von Paletten mit 18% deutlich höher.

Tabelle 77: Versand – KV-Affinität der konventionell transportierten Güter nach Ladungskategorien

Ladungskategorie	KV affiner Ladungsanteil in t	Ladung gesamt (ohne KV, alle Unternehmen) in t	Anteil KV-affine Ladung	Ladungsaufkommen (ohne KV, nur antwortende Unternehmen) in t	Anteil KV-affine Ladung (antwortende Unternehmen)
Tr. Massengut	76.915	838.319	9%	207.550	37%
Greifergut	28.950	500.414	6%	86.400	34%
Fl. Massengut	2.300	404.029	1%	39.000	6%
Palette	304.292	1.726.397	18%	720.947	42%
Ballen, etc.	3.525	464.438	1%	23.498	15%
Coils	1.025	21.388	5%	10.099	10%
Stückgut	22.976	432.182	5%	118.029	19%
Summe	439.982	4.387.167	10%	1.205.523	36%

Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 78: Empfang – KV-Affinität der konventionell transportierten Güter nach Ladungskategorien

Ladungskategorie	KV affiner Ladungsanteil in t	Ladung gesamt (ohne KV, alle Unternehmen) in t	Anteil KV-affine Ladung	Ladungsaufkommen (ohne KV, nur antwortende Unternehmen) in t	Anteil KV-affine Ladung (antwortende Unternehmen)
Tr. Massengut	16.154	906.275	2%	37.748	43%
Greifergut	20.370	162.498	13%	43.199	47%
Fl. Massengut	359.149	914.178	39%	514.999	70%
Palette	154.729	600.267	26%	241.539	64%
Ballen, etc.	5.114	27.869	18%	15.519	33%
Coils	100	11.151	1%	1.000	10%
Stückgut	28.390	158.673	18%	83.200	34%
Summe	584.004	2.780.911	21%	937.204	62%

Quelle: Eigene Darstellung

Bei den Empfangsgütern wird im Stückgutbereich (Paletten, Stückgut und Ballen) eine höhere KV-Affinität des Verkehrsaufkommens gesehen; 18% bzw. 26% der konventionell beförderten Güter werden als KV-affin eingeschätzt. Selbst bei den Greifergütern wird von den befragten Unternehmen ein KV-fähiger Transportanteil von 13% angegeben. Allerdings wird auch im Empfang die Transportfähigkeit von Coils und trockenem Massengut mit Anteilswerten von 1% bzw. 2% sehr niedrig eingeschätzt. Dies mag auch damit zusammenhängen, dass die Verkehre bereits überwiegend konventionell per Bahn und Binnenschiff transportiert werden. Überraschend ist

jedoch hier im Empfang mit 39% der sehr hohe Anteil der KV-Eignungsfähigkeit von flüssigen Massengütern.

Tabelle 79: Gründe gegen eine Beförderung im kombinierten Verkehr je Ladungskategorie

Faktoren	Tr. Mas-sengut	Greifer-gut	Fl. Mas-sengut	Palette	Bal-len	Coils	Stück-gut	Sum-me
Distanz zu kurz	17	17	11	28	8	7	24	112
Transportkosten konventionell günstiger	15	8	10	28	6	5	20	92
KV-Terminal vom Ziel-/Quellort zu weit entfernt	10	9	4	18	7	2	14	64
Keine KV-Verbindung im Hauptlauf vorhanden	6	7	4	16	7	2	10	52
Verbindung unregelmäßig	6	5	4	16	6	5	15	57
Zu hohe Transportzeit im KV	9	6	6	24	5	3	15	68
Pünktlichkeit im KV nicht gewährleistet	7	3	2	14	5	3	5	39
Transportsicherheit im KV nicht gewährleistet	4	2	1	5	2	1	5	20
KV-Terminals haben zu geringe Lager- und Stauflächen	3	4	4	2	1	0	1	15
Sonstiger Grund	2	6	2	8	0	1	3	22
keine Angabe	6	2	4	9	4	2	9	36
Summe	85	69	52	168	51	31	121	577

Anteil in %

Distanz zu kurz	20%	25%	21%	17%	16%	23%	20%	19%
Transportkosten konventionell günstiger	18%	12%	19%	17%	12%	16%	17%	16%
KV-Terminal vom Ziel-/Quellort zu weit entfernt	12%	13%	8%	11%	14%	6%	12%	11%
Keine KV-Verbindung im Hauptlauf vorhanden	7%	10%	8%	10%	14%	6%	8%	9%
Verbindung unregelmäßig	7%	7%	8%	10%	12%	16%	12%	10%
zu hohe Transportzeit im KV	11%	9%	12%	14%	10%	10%	12%	12%

Faktoren	Tr. Mas- sengut	Greif- er- gut	Fl. Mas- sengut	Palette	Bal- len	Coils	Stück - gut	Sum me
Pünktlichkeit im KV nicht gewährleistet	8%	4%	4%	8%	10%	10%	4%	7%
Transportsicherheit im KV nicht gewährleistet	5%	3%	2%	3%	4%	3%	4%	3%
KV-Terminals haben zu geringe Lager- und Stauflächen	4%	6%	8%	1%	2%	0%	1%	3%
Sonstiger Grund	2%	9%	4%	5%	0%	3%	2%	4%
keine Angabe	7%	3%	8%	5%	8%	6%	7%	6%
Summe	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Quelle: Eigene Darstellung

Betrachtet man allerdings ausschließlich das Verkehrsaufkommen der Unternehmen, welche sich zur Verlagerbarkeit ihres Aufkommens in der Befragung geäußert haben, dann wären prinzipiell weitere 36% der Verkehre im Versand bzw. 62% im Empfang im kombinierten Verkehr transportierbar. Die hohe KV-affinität der Ladung würde prinzipiell sowohl bei Massen- als auch bei Stückgütern (mit der Ausnahme von Coils) gelten. Da man jedoch aus Vorsichtsgründen immer davon ausgehen muss, dass die Unternehmen, welche die Frage nicht beantwortet haben, wahrscheinlich auch keine Möglichkeit einer Beförderung ihrer Ladung im KV sehen, sollte man immer von den niedrigeren Werten ausgehen.

Wesentliche Gründe, die gegen einen Transport im kombinierten Verkehr sprechen sind über fast alle Ladungskategorien kurze Transportdistanzen, hohe Transportkosten gegenüber konventionellen Verkehren, aber auch entfernt liegende KV-Terminals. Weitere Gründe sind unregelmäßige oder keine Verbindungen, zu hohe Transportzeiten und die fehlende Pünktlichkeit des Verkehrs (vgl. Tabelle 79).

Tabelle 80: Pünktlichkeit der Verkehre je Verkehrsmittel

Verkehrsmittel	pünktl. Ladung in t	Ladung Gesamt in t	Anteil Pünktlich- keit
Lkw	4.397.785	5.195.131	85%
Bahn	960.634	1.486.917	65%
Binnenschiff	358.237	486.029	74%
Kontinentaler KV	438.307	589.338	74%
Maritimer KV	466.661	799.389	58%
Summe	6.621.624	8.556.804	77%

Quelle: Eigene Darstellung

Die Pünktlichkeit der Transporte der befragten Unternehmen ist mit 77% prinzipiell sehr hoch. Die höchste Pünktlichkeit weisen dabei mit einem Anteil von 85% die Lkw-Transporte auf (vgl. Tabelle 80). Dieses Ergebnis, dass Lkw-Verkehre, trotz Staus und anderer Verzögerungen, eine

höhe Pünktlichkeit aufweisen, ist bereits in anderen Befragungen festgestellt worden. Die niedrigsten Pünktlichkeitsanteile weisen Bahnverkehre (65%) und Verkehre im maritimen kombinierten Verkehr (58%) aus.

Tabelle 81: Pünktlichkeitsmessung in den Unternehmen

Abweichung	Anzahl	Anteil in %
abs. Abweichung von der gepl. Ankunftszeit in h	79	56%
rel. Abweichung von der gepl. Ankunftszeit in %	39	28%
keine Angabe	22	16%
Summe	140	

Quelle: Eigene Darstellung

Pünktlichkeit wird in jedem Unternehmen anders erfasst. 56% der befragten Unternehmen geben an, Pünktlichkeit als eine absolute Abweichung von der geplanten Ankunftszeit in h zu erfassen, bei 28% ist es eine relative Abweichung in % (vgl. Tabelle 81).

Tabelle 82: Unpünktlichkeit nach Verkehrsmitteln - Höhe der Verspätung in Minuten, ab der Verkehre als unpünktlich wahrgenommen werden

Verkehrsmittel	Anzahl. Antworten	durchschnittliche Verspätung in Minuten
Lkw	70	318
Bahn	16	664
Binnenschiff	15	1.174
Kontinentaler KV	20	621
Maritimer KV	28	1.581

Quelle: Eigene Darstellung

Ein Verkehr ist nicht sofort verspätet, nur weil er zur geplanten Ankunftszeit nicht angekommen ist. Bei der Frage, ab wie vielen Minuten nach der vereinbarten Ankunftszeit ein Transport erst als unpünktlich wahrgenommen wird, antworten die Unternehmen mit durchschnittlichen Angaben zwischen 300 und rd. 1.600 Minuten. Hierbei handelt es sich um Verspätungen von rd. 5 h im Lkw-Verkehr und bis zu 26 h im maritimen kombinierten Verkehr. Bei der Bahn ist ein Verkehr erst ab einer durchschnittlichen Verspätung von rd. 11 h unpünktlich und beim Binnenschiff von rd. 20 h (vgl. Tabelle 82).

Diese Zahl von durchschnittlich mindestens 5 Stunden Verspätung erscheint auf dem ersten Blick sehr hoch, ist allerdings ohne einen Bezug zur geplanten Gesamttransportzeit nicht bewertbar. Tabelle 83 zeigt, dass die Höhe der Verspätungen insgesamt zwischen 15% (Lkw) und 24% (Bahn) der Gesamttransportzeit liegen muss, damit Verkehre von den Unternehmen als verspätet wahrgenommen werden. Diese, als Unpünktlichkeitsschwelle genannten Werte, entsprechen den Erfahrungen aus anderen Befragungen, die diese Unpünktlichkeitsschwelle im Durchschnitt aller Verkehre bei rd. 20% der geplanten Gesamttransportzeit sehen. Berücksichtigt man diese Unpünktlichkeitsschwelle, dann können Gesamttransportzeiten von ca. 34 h bei

der Straße, 47 h bei der Bahn und bis zu 284 h (rd. 12 Tage) im maritimen kombinierten Verkehr abgeleitet werden. Damit ist klar, dass es sich bei der geplanten Gesamttransportzeit nicht nur um die Fahrzeit auf dem jeweiligen Verkehrsmittel, sondern um die gesamten Durchlaufzeiten des Transports, inkl. Erholungszeiten, Lager- und Dispositionszeiten, handelt. In Einzelfällen werden Verspätungen bis fast zur doppelten (90%) geplanten Gesamttransportzeit akzeptiert, ohne dass der Transport als unpünktlich betrachtet wird.

Tabelle 83: Unpünktlichkeitsschwelle– erforderliche Verspätungsanteile an der Gesamttransportzeit in %, damit Verkehre als unpünktlich wahrgenommen werden

Verkehrsmittel	Anzahl. Antworten	Anteil an der gepl. Gesamttransportzeit in %	Minimum des Anteils an der gepl. Gesamttransportzeit in %	Maximum des Anteils an der gepl. Gesamttransportzeit in %
Lkw	31	15	1	80
Bahn	12	24	5	90
Binnenschiff	3	23	30	40
Kontinentaler KV	7	14	10	25
Maritimer KV	11	9	1	30

Quelle: Eigene Darstellung

Die von den Unternehmen als Unpünktlichkeitsschwellen angegebenen Verspätungsanteile entsprechen weitgehend den tatsächlich realisierten Verspätungsanteilen bei allen als unpünktlich eingestuften Verkehren. Dies gilt zumindest weitgehend für die Bahn und den Lkw. Im kombinierten Verkehr ist die tatsächliche Verspätung der unpünktlichen Verkehre doppelt so hoch, wie die akzeptierte Unpünktlichkeitsschwelle (vgl. Tabelle 84), was auf eine sehr hohe Verspätungsanfälligkeit des kombinierten Verkehrs hindeutet.

Tabelle 84: Tatsächlicher Verspätungsumfang als prozentualer Anteil an der Gesamttransportzeit bei unpünktlichen Verkehren

Verkehrsmittel	Anzahl. Antworten	Anteil an der Gesamttransportzeit in %	Minimumwert des Verspätungsanteils in %	Maximumwert des Verspätungsanteils in %
Lkw	107	13	1	100
Bahn	25	25	4	90
Binnenschiff	18	14	3	40
Kontinentaler KV	24	23	2	100
Maritimer KV	34	19	1	100

Quelle: Eigene Darstellung

Verspätungen führen fast immer zu Konsequenzen. Nur in 2% der Fälle haben Verspätungen keine Folgen für den Transporteur (vgl. Tabelle 85). In den häufigsten Fällen handelt es sich um erhöhte Dispositions- und Planungsaufwendungen und um Störungen bei der Warenannahme, die im günstigsten Fall zu einer wiederholten Anlieferung führen. Bei 28% aller Verspätungen kommt es jedoch zum Produktionsausfall bzw. zu keinem Warenverkauf. In 9% der Fälle wird

eine Strafzahlung fällig und bei 4% der Verspätungen erhält der Transporteur keinen Folgeauftrag.

Tabelle 85: Auswirkung von Verspätungen beim Transport

Verspätungswirkung	Anzahl	Anteil in %
Es gibt eine Strafzahlung	20	9%
Störungen der Warenannahmen (Rampenzeit verpasst)	54	24%
Erhöhter Planungs-/Dispositionsaufwand	61	27%
Produktionsausfall	52	23%
Kein Warenverkauf	12	5%
Kein Folgeauftrag für den Transporteur	8	4%
Sonstige Auswirkung	9	4%
Keine Auswirkungen	4	2%
keine Angabe	2	1%
Summe	222	100%

Quelle: Eigene Darstellung

Um Folgewirkungen durch Verspätungen zu vermeiden, berücksichtigen ca. 80% der befragten Unternehmen Sicherheits- und Pufferzeiten in der Transportplanung (vgl. Tabelle 86). Bei jeweils 14% der bejahenden Unternehmen werden diese Pufferzeiten in Abhängigkeit des Verkehrsmittels bzw. der Ziel- und Versandorte bestimmt.

Tabelle 86: Berücksichtigung von Pufferzeiten und Sicherheitszuschlägen bei der Transportplanung

Berücksichtigung von Pufferzeiten	Anzahl	Anteil in %
Ja	74	53%
nach VM unterschiedlich	20	14%
nach Ziel-, Versandort unterschiedlich	19	14%
Nein	27	19%
keine Angabe	0	0%
Summe	140	100%

Quelle: Eigene Darstellung

Dabei planen die befragten Unternehmen mit Pufferzeiten die zwischen 1.200 Minuten (Lkw) und 5.000 Minuten (mar. kombinierter Verkehr) liegen (vgl. Tabelle 87). Diese Werte liegen zwischen rd. 21 h und 3,5 Tagen. Die Höhe dieser Angaben lässt darauf schließen, dass die Frage missverstanden worden ist und die Werte nicht die tatsächlichen Verhältnisse widerspiegeln. Die Pufferzeiten würden gemäß den Angaben zwischen 30% (mar. kombinierter Verkehr) und 120% der angegebenen Transportzeiten liegen. Beim Lkw wären 60% der Transportzeit durch die Pufferzeit gedeckt. Ohne weitere Informationen lassen sich zur absoluten Höhe der Puffer-

zeit keine sicheren Aussagen treffen. Was allerdings auch hier wieder deutlich wird, ist die Tatsache, dass bei Lkw-Verkehren die niedrigsten Pufferzeiten angesetzt werden und bei der Bahn die höchsten, was in etwa mit den Angaben zur Unpünktlichkeitssituation der Verkehrsmittel übereinstimmt.

Tabelle 87: Höhe der Pufferzeiten bei der Transportplanung und deren Anteil an der gesamten Transportzeit

Pufferzeit	Lkw	Bahn	Bischi	kont. KV	maritim. KV
Durch. Pufferzeit in Minuten	1.242	3.391	1.720	2.187	4.957
Anteil der Pufferzeit an der Gesamttransportzeit in %	60%	121%	34%	48%	29%

Quelle: Eigene Darstellung

Für Verkehrsverlagerungen ist auch die Flexibilität des Verkehrsmittels hinsichtlich seiner Einsatzfähigkeit wichtig. Verlagerer müssen häufig auf verschiedene Marktbedingungen schnell reagieren können. So ist die Zeit zwischen der Auftragsvergabe und seiner Abholung bzw. Umsetzung des Transportes ein entscheidendes Kriterium. Tabelle 88 ist zu entnehmen, dass der Lkw das Verkehrsmittel mit den geringsten Planungsvorläufen ist. 60%³⁵ der antwortenden Unternehmen geben an, dass weniger als ein Tag zwischen der Auftragsvergabe und der Abholung des Gutes (ca. 11 Stunden) erforderlich ist. Bei weiteren 29% dauert die Abholung zwischen einem und zwei Tagen und bei 10% der Unternehmen dauert die Abholung länger als zwei Tage. Im Durchschnitt vergehen zwischen Auftragsvergabe und Abholung rd. 38 h. Bei allen anderen Verkehrsmitteln vergehen in der Regel mehr als zwei Tage zwischen Auftragsvergabe und Abholung des Gutes.

Tabelle 88: Zeitspanne zwischen der Auftragserteilung und der Abholung des Transportes

Verkehrsmittel	Weniger als ein Tag	Mehr als ein Tag	Mehr als zwei Tage	Unterschiedlich	keine Angabe	Summe
Anzahl Antworten je Verkehrsmittel						
Lkw	47	22	8	45	18	140
Bahn	2	7	9	6	116	140
Bischi	1	3	7	4	125	140
kont. KV	3	6	5	11	115	140
maritim. KV	1	5	17	19	98	140
Verteilung der Nennungen in %						
Lkw	34%	16%	6%	32%	13%	100%
Bahn	1%	5%	6%	4%	83%	100%
Bischi	1%	2%	5%	3%	89%	100%
kont. KV	2%	4%	4%	8%	82%	100%

³⁵ Ohne die Unternehmen, die generell keine Angabe bzw. die Angabe „unterschiedlich“ gemacht haben. Die Unternehmen, die diese Frage mit „unterschiedlich“ beantwortet haben, haben alle keine zeitlichen Angaben gemacht.

Verkehrsmittel	Weniger als ein Tag	Mehr als ein Tag	Mehr als zwei Tage	Unterschiedlich	keine Angabe	Summe
maritim. KV	1%	4%	12%	14%	70%	100%

Zeitspanne zwischen Auftrag und Abholung in h

Lkw	11	37	204	0	0	38
Bahn	4	40	229	0	0	117
Bischi	20	35	154	0	0	95
kont. KV	15	31	187	0	0	57
maritim. KV	20	36	357	0	0	257

Quelle: Eigene Darstellung

Die Befragung zeigt, dass der Lkw hinsichtlich seiner flexiblen Einsatzfähigkeit, der Anpassung an Marktanforderungen (Sendungsgrößen, Transportdistanzen, Kosten), der Pünktlichkeit und Zuverlässigkeit sowie der Transportdauer zahlreiche Vorteile gegenüber anderen Verkehrsmitteln aufweist. Deswegen wären auch 46% der Unternehmen nicht bereit, auf Bahn und Binnenschiff (oder dem kombinierten Verkehr) zu wechseln, selbst wenn diese zu gleichen Transportkosten angeboten würden. Nur 13% würden solch eine Verlagerung unabhängig von Nachteilen bei anderen Faktoren (z. B. Zeit, Zuverlässigkeit etc.) sofort realisieren. Weitere 19% würden sich zu einer Verlagerung bereit erklären, wenn die Transportzeit gleich wäre. Je höher die Transportzeitnachteile werden, umso weniger sind die Unternehmen zu einer Verlagerung auf die beiden alternativen Verkehrsträger bereit (vgl. Tabelle 89).

Tabelle 89: Bereitschaft zur Verlagerung eines Lkw Transportes auf Bahn und Binnenschiff bei gleichen Kosten

Verlagerungsbereitschaft	Anzahl	Anteil in %
Ja, in jedem Fall	18	13%
Nur wenn Bahn oder Binnenschiff auch genauso viel Zeit benötigen	26	19%
Nur wenn der Mehrbedarf an Transportzeit 10% nicht überschreitet	7	5%
Nur wenn der Mehrbedarf an Transportzeit 20% nicht überschreitet	5	4%
Nur wenn der Mehrbedarf an Transportzeit 30% nicht überschreitet	1	1%
Nur wenn der Mehrbedarf an Transportzeit 40% nicht überschreitet	0	0%
Nur wenn der Mehrbedarf an Transportzeit 50% nicht überschreitet	0	0%
Nein	65	46%
keine Angabe	18	13%
Summe	140	100%

Quelle: Eigene Darstellung

Unternehmen, die ohne Einschränkung bzw. bei gleichem Zeitaufwand auf alternative Verkehrsmittel verlagern würden, geben Nachhaltigkeits- und Umweltaspekte als ihre bedeutendsten Beweggründe an (vgl.

Tabelle 90); 61% dieser Unternehmen weist den Umweltaspekt als Triebfeder für die Verlagerungsentscheidung aus. Weitere 11% geben an, per Bahn und Binnenschiff besser größere Sendungsgrößen transportieren zu können und 9% geben die höhere Zuverlässigkeit der alternativen Verkehrsträger an.

Tabelle 90: Gründe zur Verlagerung eines Lkw Transportes auf Bahn und Binnenschiff bei gleichen Kosten

Beweggrund für die Verlagerungsentscheidung	Anzahl	Anteil in %
eigene Infrastruktur	1	2%
Flexibilität	1	2%
Höhere Sendungsgröße	5	11%
Umwelt	27	61%
Wirtschaftlich	1	2%
Zeit	1	2%
Zuverlässigkeit	4	9%
keine Angabe	1	2%
Kundenpräferenzen	1	2%
Straßenentlastung	2	5%
Summe	44	100%

Quelle: Eigene Darstellung

Würden die Transportkosten von Bahn und Binnenschiff gesenkt, dann könnten sich weitere 18 der 65 Unternehmen, die bei einer Kostengleichheit der Verkehrsalternativen nicht verlagern würden, eine Verlagerung auf das Binnenschiff vorstellen (vgl. Tabelle 91). Im Durchschnitt müssten hierfür die Transportkosten des alternativen Verkehrsmittels um rd. 26% niedriger als die des Lkw sein. Allerdings schwanken die Angaben zur erforderlichen Transportkostengünstigkeit des altern. Verkehrsmittels je Unternehmen zwischen 5% und 70%.

Tabelle 91: Verlagerung von Lkw Transporten auf Bahn und Binnenschiff bei niedrigeren Kosten

Verlagerungsbereitschaft bei niedrigeren Kosten	Anzahl von Antworten
um x %	18
Nein	39
keine Angabe	8
Summe	65
erforderliche durchschnittl. Transportkostengünstigkeit des altern. Verkehrsmittels in %	26%

Quelle: Eigene Darstellung

Wesentlicher Beweggrund für diese Entscheidung dieser Unternehmen ist die erwartete Wirtschaftlichkeit, daneben werden auch Umweltaspekte in einem nennenswerten Umfang genannt (vgl. Tabelle 92).

Tabelle 92: Gründe zur Verlagerung eines Lkw Transportes auf Bahn und Binnenschiff bei niedrigeren Kosten

Beweggrund für die Verlagerungsentscheidung	Anzahl	Anteil in %
Effektivität	1	5%
Flexibilität	1	5%
Umwelt	5	24%
Wirtschaftlich	10	48%
Zeit	2	10%
Zuverlässigkeit	1	5%
keine Angabe	0	0%
Kundenpräferenzen	0	0%
Straßenentlastung	1	5%
Summe	21	100%

Quelle: Eigene Darstellung

Allerdings gilt die Entscheidung der obigen Unternehmen unter der Annahme, dass alle weiteren Einflussfaktoren gegenüber dem aktuellen Verkehrsmittel weitestgehend konstant bleiben. Ist eine Veränderung dieser Einflussfaktoren zu erwarten, wie z. B. der Transportzeit, dann kann die positive Verlagerungsentscheidung wieder zurückgenommen werden. Im Rahmen der Befragung sind die obigen 18 Unternehmen, die bei einer Kostenreduzierung der alternativen Verkehrsmittel Lkw-Verkehr verlagern würden, nach der Veränderung ihrer Entscheidung in Abhängigkeit der Veränderung der Transportzeit gefragt worden (vgl. Tabelle 91). Nur rd. 30% dieser Unternehmen würden ihre Entscheidung unabhängig von einer Zeitveränderung aufrechterhalten. 40% würden ihre Entscheidung nur dann aufrechterhalten, wenn sich die Transportzeiten nicht ändern; längere Transportzeiten um maximal bis zu 50% der Lkw-Transportzeit würden nur 23% der Unternehmen akzeptieren; 17% würden sogar nur eine Erhöhung der Transportzeit um 20% akzeptieren.

Tabelle 93: Verlagerung von Lkw Transport bei niedrigeren Kosten

Verlagerungsbereitschaft bei niedrigeren Kosten	Anzahl	Anteil in %
Ja, in jedem Fall	5	28%
Nur wenn Bahn oder Binnenschiff auch genauso viel Zeit benötigen	7	39%
Nur wenn der Mehrbedarf an Transportzeit 10% nicht überschreitet	1	6%
Nur wenn der Mehrbedarf an Transportzeit 20% nicht überschreitet	2	11%
Nur wenn der Mehrbedarf an Transportzeit 30% nicht überschreitet	0	0%
Nur wenn der Mehrbedarf an Transportzeit 40% nicht überschreitet	0	0%
Nur wenn der Mehrbedarf an Transportzeit 50% nicht überschreitet	1	6%
keine Angabe	2	12%
Summe	18	100%

Quelle: Eigene Darstellung

Auch wenn eine Verlagerung vom Lkw auf die alternativen Verkehrsträger nicht immer möglich erscheint, glauben nur 14% der Unternehmen oder Befragten, dass eine Verlagerung vom Lkw auf die Schiene generell nicht möglich ist. 30% der Befragten glauben, dass eine Verbesserung der Anbindungssituation der Unternehmen (stärkere Anbindung der Unternehmen mit Gleisanschlüssen) und der KV-Terminals (mehr Terminals, mehr Flächen in der Nähe der bestehenden KV-Terminals) Verlagerungstendenzen zur Schiene begünstigen können. Weitere 22% sehen die Möglichkeiten auf weiteren Verlagerungen nur dann, wenn sich die Kostenstruktur der alternativen Verkehrsträger (hier insbesondere der Schiene) gegenüber dem Lkw verbessert. Verbesserung der Zuverlässigkeit im Schienengüterverkehr, sowie verbesserte Abfahrtsfrequenzen im intermodalen Verkehr, sowie kürzere Transportzeiten sind weitere Aspekte, deren Verbesserung die Verlagerungswahrscheinlichkeit erheblich berühren kann (vgl. Tabelle 94).

Tabelle 94: Wie kann grundsätzlich eine Verlagerung vom Lkw auf die Schiene erreicht werden

Verbesserungsmöglichkeiten zur Verlagerung	Anzahl Nennungen	Anteil in %
gar nicht	20	14%
bessere Infrastruktur und verbesserte Anbindung (Gleisanschlüsse, KV-Terminals)	43	30%
niedrigere Transportkosten	31	22%
verbesserte Zuverlässigkeit	18	13%
höhere Frequenz im intermodalen Verkehr	7	5%
Verkürzung der Transportzeiten	6	4%
höhere Flexibilität	5	3%
höhere Mengen	3	2%
veränderte Kundenpräferenzen	3	2%
bessere Containergestellung im KV	1	1%
veränderte Rahmenbedingungen	2	1%
schnellere Bereitstellung von Waren	1	1%
höhere Sendungsgrößen	2	1%
aus Umweltaspekten	1	1%
Summe	143	100%

Quelle: Eigene Darstellung

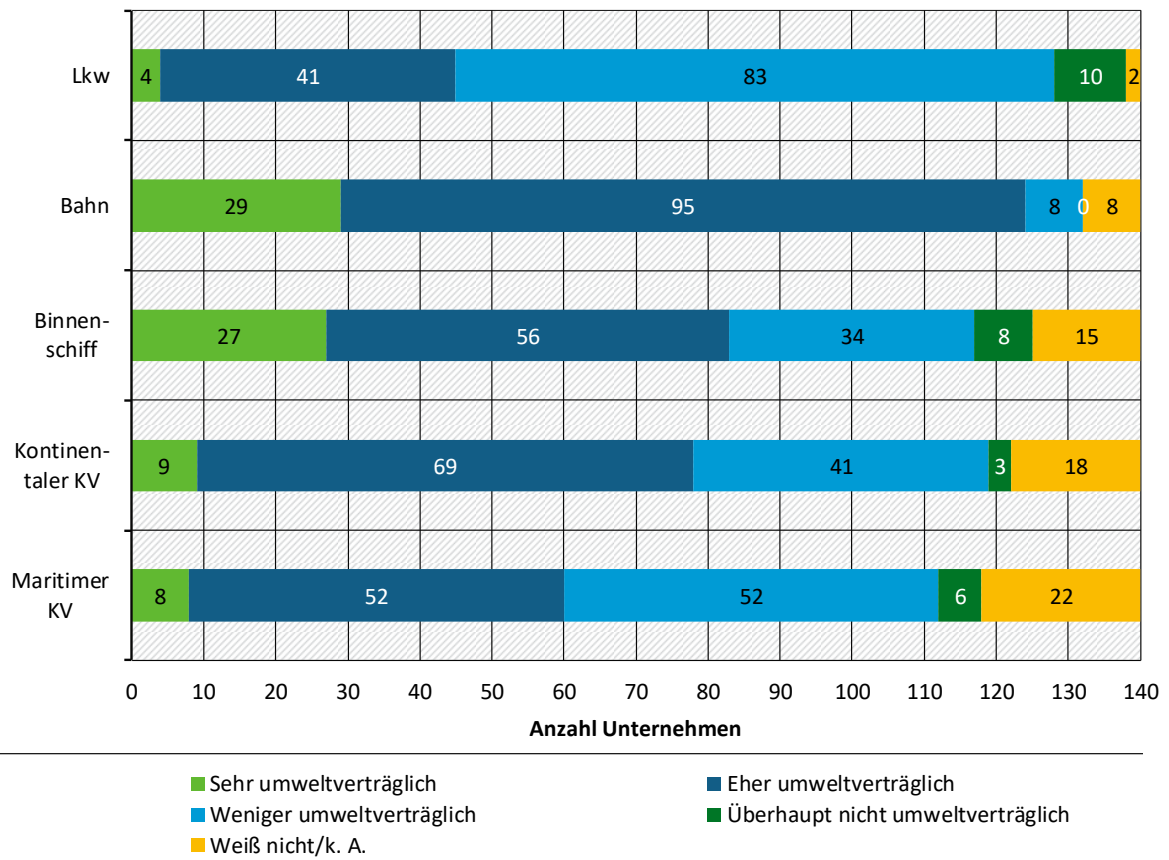
1.3.6.5 Bedeutung von ökologischer Nachhaltigkeit für die Unternehmen

Fokus der Datenanalyse seitens DLR-VF-WIV liegt zunächst darauf, die **Bedeutung von ökologischer Nachhaltigkeit für die Unternehmen** zu untersuchen. Im Hinblick darauf wird erarbeitet, ob Firmen bereits Konzepte zur ökologischen Nachhaltigkeit in ihre Arbeitsprozesse integrieren oder in welcher Weise diese in der Operative umgesetzt werden.

Bei der generellen ökologischen Einschätzung von Verkehrsmitteln wird die Bahn als am umweltverträglichsten wahrgenommen, wohingegen der Lkw als am wenigsten umweltverträglich eingeschätzt wird (siehe Abbildung 29,

Tabelle 95).

Abbildung 29: Generelle umweltbezogene Einschätzung der Verkehrsmittel [Anzahl der Nennungen]



Quelle: Eigene Darstellung, DLR

Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 95: Generelle umweltbezogene Einschätzung der Verkehrsmittel [Anzahl und Prozent]

Verkehrsmittel	Umweltverträglichkeit					Summe
	Sehr umweltverträglich	Eher umweltverträglich	Weniger umweltverträglich	Überhaupt nicht umweltverträglich	Weiß nicht/k. A.	

Anzahl Antworten je Verkehrsmittel

Lkw	4	41	83	10	2	140
Bahn	29	95	8	0	8	140
Binnenschiff	27	56	34	8	15	140
Kontinentaler KV	9	69	41	3	18	140
Maritimer KV	8	52	52	6	22	140

Verteilung der Nennungen in %

Lkw	3%	29%	59%	7%	1%	100%
Bahn	21%	68%	6%	0%	6%	100%
Binnenschiff	19%	40%	24%	6%	11%	100%
Kontinentaler KV	6%	49%	29%	2%	13%	100%
Maritimer KV	6%	37%	37%	4%	16%	100%

Quelle: Eigene Darstellung

70 % der Befragten gaben an, dass ökologische Nachhaltigkeit in ihrem Unternehmen auf strategischer Ebene oder im direkten Arbeitsumfeld thematisiert wird. Jeweils ungefähr ein Drittel der Befragten sind in einem Unternehmen tätig, das ein Corporate Social Responsibility Programm hat bzw. die ISO 26000 (2010), einen Leitfaden zu sozialer Verantwortung von Organisationen, anwendet (siehe

Tabelle 96).

Tabelle 96: Nachhaltigkeit und soziale Verantwortung im Unternehmen

Frage	Antwort			Summe
	Ja	Nein	Weiß nicht/ k. A.	
Wird ökologische Nachhaltigkeit im Unternehmen thematisiert?	98 70%	38 27%	4 3%	140 100%
Gibt es ein Corporate Social Responsibility Programm?	47 34%	67 48%	26 19%	140 100%
Wird die ISO 26000 von Ihrem Unternehmen angewendet?	44 31%	67 48%	29 21%	140 100%

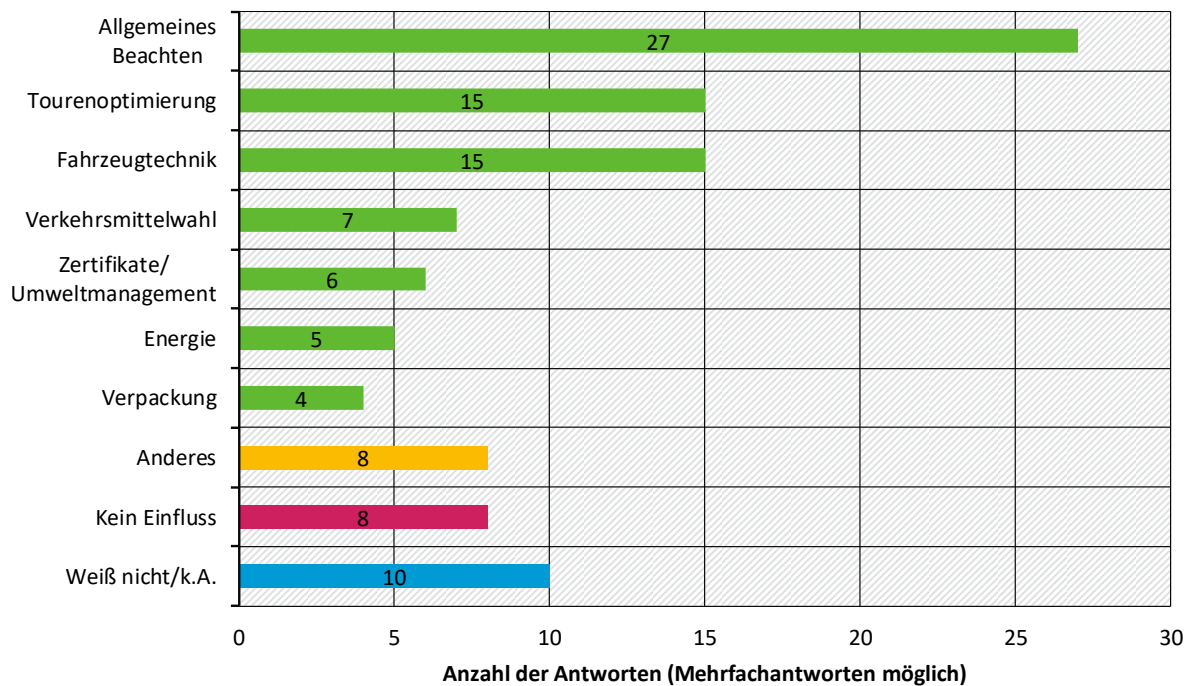
Quelle: Eigene Darstellung

Die Thematisierung von Nachhaltigkeit hat für die Tätigkeit der Befragten folgende Bedeutung (siehe Abbildung 30).

Abbildung 30: Ökologische Nachhaltigkeit – Bedeutung für Tätigkeit

Thematisierung von ökologischer Nachhaltigkeit auf strategischer Ebene des Unternehmens bzw. im direkten Arbeitsumfeld

n = 105 Antworten



Quelle: Eigene Darstellung, DLR

Quelle: Eigene Darstellung

Neben einem unkonkreten allgemeinen „Achten auf ökologische Nachhaltigkeit“ werden in erster Linie Touren optimiert, so dass Leerfahrten eingespart und Fahrzeuge möglichst voll ausgelastet werden. Außerdem wird auf moderne, umweltverträgliche Fahrzeugtechnik Wert gelegt, die aktuellen Abgasnormen entspricht. Darüber hinaus gaben einige Befragte an, im Bereich der Verkehrsmittelwahl, Energie und Verpackung ökologische Nachhaltigkeit zu berücksichtigen sowie durch Zertifikate oder ein Umweltmanagementsystem an Vorgaben gebunden zu sein.

Auf die Frage, wie ökologische Nachhaltigkeit im Unternehmen definiert bzw. gelebt wird, wurden von den Befragten am häufigsten folgende Aspekte (absteigend nach Häufigkeit) genannt.

- ▶ Teil der Unternehmenskultur bzw. auf Führungsebene thematisiert
- ▶ Umweltzertifikate
- ▶ Umwelt-/Energiemanagement
- ▶ Optimierung des Transports unter ökologischen Gesichtspunkten
- ▶ Umweltfreundliche Fahrzeugtechnik
- ▶ Abfallvermeidung/-wiederverwertung
- ▶ Durchführung von Schulungen
- ▶ Einsatz einer oder eines Umweltbeauftragten im Unternehmen

Tabelle 97: Verschiedene Formen der Thematisierung von Nachhaltigkeit

Frage	Antwort			Summe
	Ja	Nein	Weiß nicht/ k. A.	
Gibt es eine Nachhaltigkeitszertifizierung von Ihrem Unternehmen?	52 37%	69 49%	19 14%	140 100%
Nimmt Ihr Unternehmen an Wettbewerben bzgl. ökologischer Nachhaltigkeit teil?	13 9%	107 76%	20 14%	140 100 %
Gibt es eine ökologische Nachhaltigkeitsberichtserstattung?	36 26%	90 64%	14 10%	140 100%
Wird die Umsetzung ressourcenschonender Lösungen belohnt?	32 23%	100 71%	8 6%	140 100%
Werden Lieferanten unter ökologischen Nachhaltigkeitskriterien ausgesucht?	37 26%	88 63%	15 11%	140 100%
Wird von Ihrem Unternehmen der Carbon Footprint ermittelt?	26 19%	90 64%	24 17%	140 100%

Quelle: Eigene Darstellung

52 Befragte (37%) gaben an, dass in ihrem Unternehmen eine Nachhaltigkeitszertifizierung existiert (siehe Tabelle 97). Der größte Teil davon liegt laut offenen Angaben als ISO-Norm (ISO 14000, ISO 5001, o.ä.) vor.

13 der 140 Unternehmen (9%) nehmen an Wettbewerben in Bezug auf ökologische Nachhaltigkeit teil (siehe Tabelle 97). Genannte Wettbewerbsarten waren hier u. a. Ökoprofit, Deutscher Nachhaltigkeitspreis, CSR-Preis der Bundesregierung oder das Green Peace Projekt.

Eine Nachhaltigkeitsberichterstattung führen 36 der 140 Unternehmen (26%) durch. Angaben zur Form der Berichterstattung beinhalten u. a.:

- ▶ Zertifikate,
- ▶ Jahres-/Nachhaltigkeitsbericht sowie
- ▶ schriftliche Berichterstattung.

Die Angaben zu Adressaten der Nachhaltigkeitsberichterstattung sind hierbei u. a.:

- ▶ Geschäftsführung/Vorstand
- ▶ Öffentlichkeit
- ▶ Intern/Mitarbeiter
- ▶ Fördergeber/Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
- ▶ Beauftragte/zentrale Stelle sowie
- ▶ Kunden.

Die Umsetzung ressourcenschonender Lösungen wird in 32 von 140 Unternehmen (23%) belohnt (siehe Tabelle 97). Vornehmlich geschieht dies durch Preise oder Anerkennung.

37 Befragte (26%) gaben an, dass Lieferanten oder Transportdienstleister unter ökologischen Nachhaltigkeitskriterien ausgesucht und überprüft werden (siehe Tabelle 97). Die genannten Auswahlkriterien sind hierbei Zertifizierungen, Abgas- oder ISO-Normen sowie moderne und klimaschonende Fahrzeuge.

26 der 140 Unternehmen (19%) ermitteln darüber hinaus einen Carbon Footprint (CO₂-Fußabdruck) (siehe Tabelle 97).

Wenn nun die allgemeine Thematisierung von Nachhaltigkeit ausgeklammert wird, geben die in Tabellen

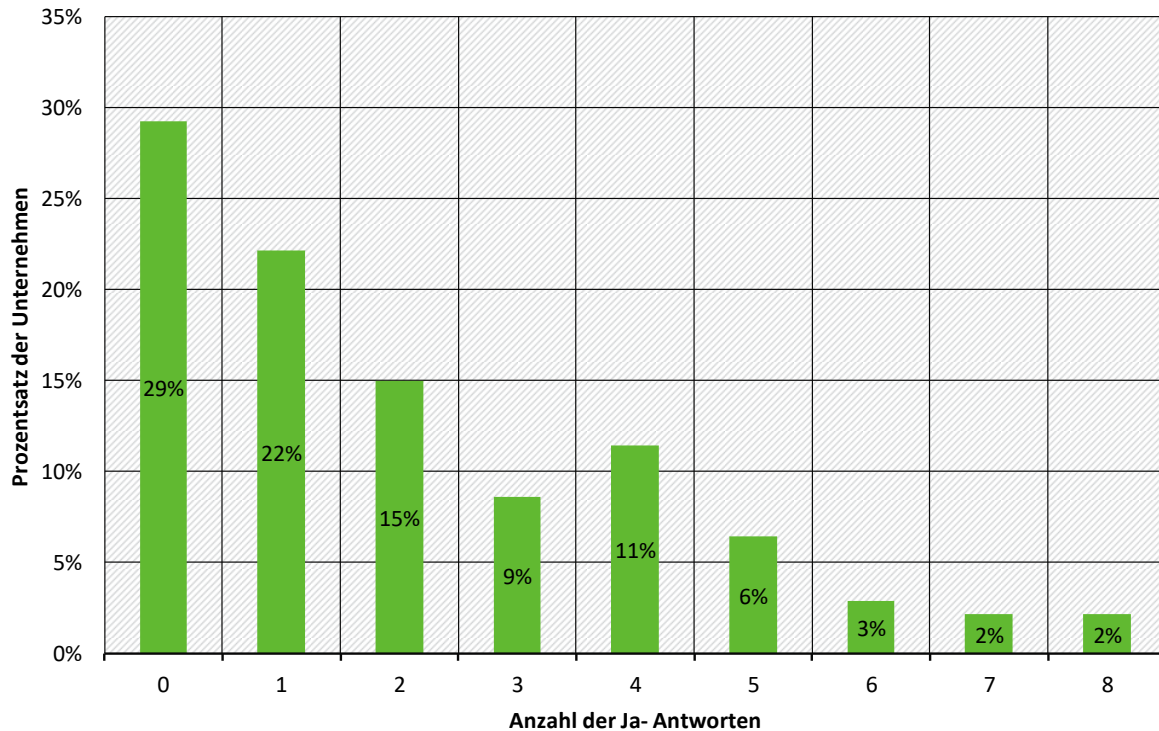
Tabelle 96 und Tabelle 97 dargestellten restlichen 8 Fragen Aufschluss über verschiedene im Unternehmen implementierten, konkreten Maßnahmen bezüglich sozialer Verantwortung und ökologischer Nachhaltigkeit. Dies umfasst,

- ▶ ob ein Corporate Social Responsibility Programm geführt wird,
- ▶ die ISO 26000 angewendet wird,
- ▶ ressourcenschonende Lösungen belohnt werden,
- ▶ eine Nachhaltigkeitszertifizierung oder eine Nachhaltigkeitsberichterstattung existieren sowie
- ▶ die Ermittlung des Carbon Footprints,
- ▶ die Auswahl von Lieferanten nach ökologischen Kriterien oder
- ▶ die Teilnahme an Nachhaltigkeitswettbewerben.

Um zu sehen, wie viele dieser Punkte je Unternehmen umgesetzt werden, wurde die Anzahl der Ja-Antworten auf diese Fragen für jedes Unternehmen aufaddiert. Abbildung 31 zeigt, wie viele Unternehmen mehrere der 8 Fragen positiv beantwortet haben. Nur 3 befragte Unternehmen (2%) haben alle Fragen zu Nachhaltigkeit bejaht, während 41 Unternehmen (29%) alle 8 Fragen negierten. Im Durchschnitt haben die Unternehmen 2,1 Maßnahmen (im Median eine Maßnahme) implementiert.

Abbildung 31: Anzahl der Maßnahmen bzgl. sozialer Verantwortung und ökologischer Nachhaltigkeit im Unternehmen

Anzahl der Ja- Antworten zu Fragen der Nachhaltigkeit und sozialer Verantwortung je Unternehmen



Quelle: Eigene Darstellung, DLR

Im nächsten Schritt wurden bivariate Analysen zur **Bedeutung der ökologischen Nachhaltigkeit für die Unternehmen** durchgeführt, die im Folgenden vorgestellt werden.

Um einen Überblick zu bekommen, wie unterschiedliche Unternehmen auf ökologische Nachhaltigkeit achten, sollen die neun Ja-Nein-Fragen aus den Tabellen

Tabelle 96 und Tabelle 97 die verschiedene Aspekte der ökologischen Nachhaltigkeit thematisieren, differenziert nach Unternehmenscharakteristika dargestellt werden. Die betrachteten Unternehmenseigenschaften hierfür werden in Tabelle 98 aufgezeigt. Diese umfassen den Wirtschaftszweig, die Anzahl der Beschäftigten des gesamten Betriebs sowie die Verkehrsmittelnutzung des Unternehmens. Letzteres schließt sowohl den Versand als auch den Empfang ein. Aufgrund der kleinen Anzahl der befragten Personen, wurden einige Klassen für die Merkmale Wirtschaftszweig und Beschäftigtenanzahl zusammengefasst.

Tabelle 98: Unternehmenscharakteristika

Merkmale	Anzahl Nennungen	Anteil in %
Wirtschaftszweig		
Verarbeitendes Gewerbe	84	60%
Großhandel	25	18%
Spedition	24	17%
Anderes	7	5%
Beschäftigte (Betrieb)		
1-199	42	30%
200-499	34	24%
>500	64	46%
Verkehrsmittelnutzung – Lkw		
Nutzt nur Lkw	63	45%
Nutzt auch andere Verkehrsmittel	64	46%
Weiß nicht/k.A.	13	9%
Verkehrsmittelnutzung – Bahn		
Nutzt Bahn	29	21%
Nutzt Bahn nicht	98	70%
Weiß nicht/k.A.	13	9%
Verkehrsmittelnutzung – Binnenschiff		
Nutzt Binnenschiff	18	13%
Nutzt Binnenschiff nicht	109	78%
Weiß nicht/k.A.	13	9%
Verkehrsmittelnutzung - KV kontinental		
Nutzt kontinentalen KV	31	22%
Nutzt kontinentalen KV nicht	96	69%
Weiß nicht/k.A.	13	9%
Verkehrsmittelnutzung - KV maritim		
Nutzt maritimen KV	45	32%
Nutzt maritimen KV nicht	82	59%
Weiß nicht/k.A.	13	9%

Quelle: Eigene Darstellung

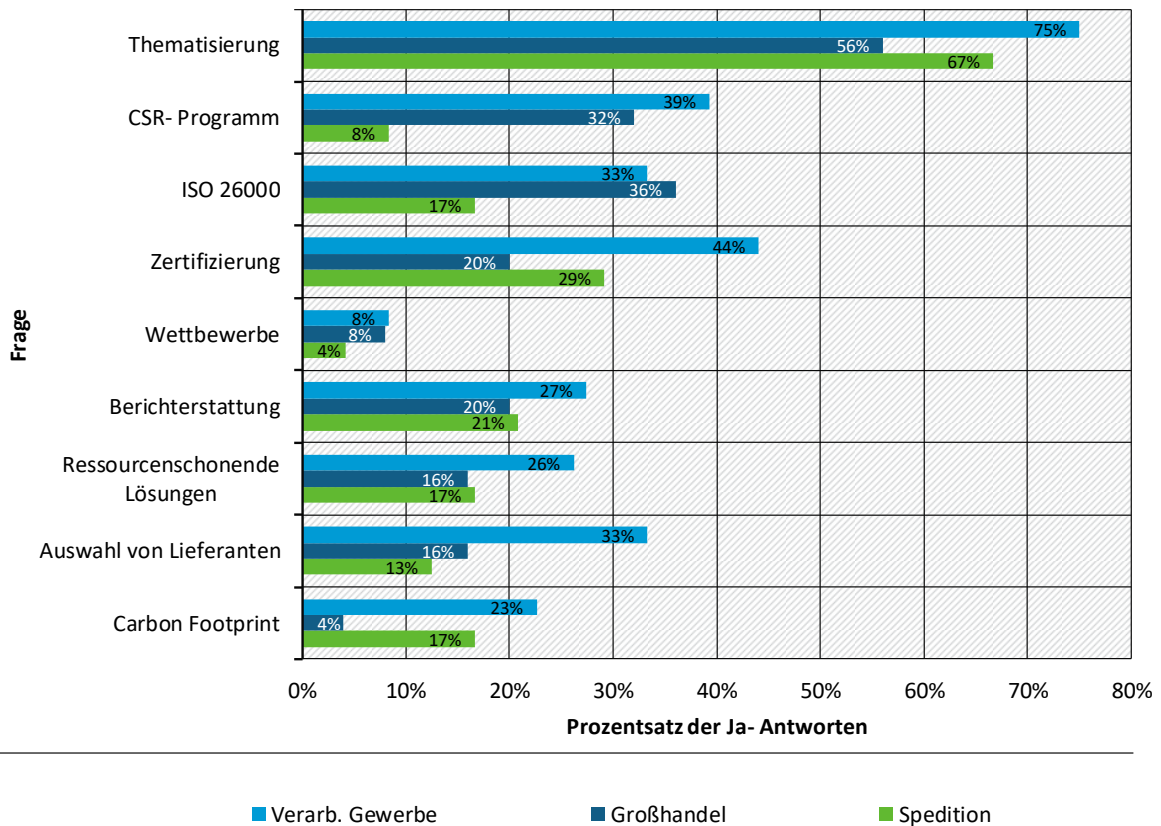
Die Fragen bezüglich ökologischer Nachhaltigkeit oder sozialer Verantwortung differenziert nach Wirtschaftszweig sind in Abbildung 32 dargestellt. Da nur sieben Unternehmen zu anderen Wirtschaftszweigen gehören, wird die Unterscheidung auf das verarbeitende Gewerbe, den Großhandel und Speditionen beschränkt. Abgetragen ist der jeweilige Prozentsatz der Ja-Antworten von Unternehmen innerhalb eines Wirtschaftszweigs auf die neun in Tabelle 97 und 98 dargelegten Fragen. So thematisieren zum Beispiel 75% der Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes die ökologische Nachhaltigkeit, wohingegen nur 56% der Probanden im Großhandel angaben, dass in ihrem Unternehmen ökologische Nachhaltigkeit ein Thema ist. Hierbei wird ersichtlich, dass Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes in fast allen Aspekten mehr auf ökologische Nachhaltigkeit achten. Besonders auffällig ist, dass nur 8% der Speditionen ein CSR-Programm führen, während dies bei über 30% der Unternehmen im Großhandel oder verarbeitenden Gewerbe der Fall ist. Außerdem ermittelt nur eins der 25 Unternehmen (4%) im Großhandel einen Carbon Footprint im Vergleich zu 17% der Speditionen bzw. 23% der Betriebe des verarbeitenden Gewerbes.

Um die statistische Signifikanz dieser Unterschiede zu ermitteln, wurde zu jeder Frage eine Kreuztabelle in Abhängigkeit des Wirtschaftszweiges erstellt, und ein exakter Test auf Gruppen-gleichheit durchgeführt (Boschloo's Test). Um dabei Probleme des multiplen Testens zu umgehen, wurden die P-Werte mit Hilfe der Bonferroni-Holm Methode korrigiert. Aufgrund der geringen Stichprobengröße stellen sich hierbei oft auch auf den ersten Blick große Unterschiede als statistisch insignifikant heraus. Als einziges auf einem 5%-Niveau signifikantes Ergebnis kann hier genannt werden, dass Speditionen signifikant weniger CSR-Programme als Betriebe anderer Wirtschaftszweige haben.

Abbildung 32: Ökologische Nachhaltigkeit differenziert nach Wirtschaftszweig

Verschiedene Fragen zu ökologischer Nachhaltigkeit und sozialer Verantwortung

Differenziert nach Wirtschaftszweig



Quelle: Eigene Darstellung, DLR

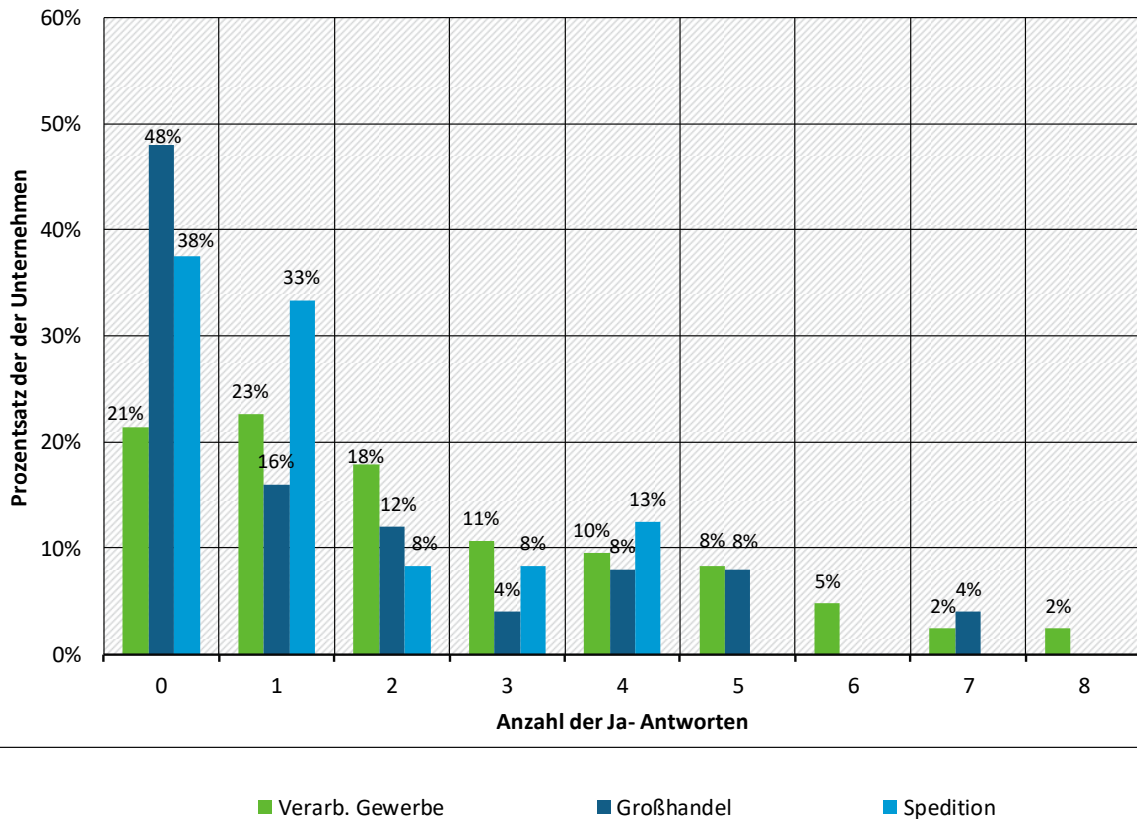
In Abbildung 33 wird ersichtlich, dass Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes im Durchschnitt mehr Maßnahmen implementiert haben als Betriebe anderer Wirtschaftszweige. 15 Unternehmen (18%) in diesem Bereich haben 5 oder mehr Fragen bejaht, während dies bei Speditionen bei keinem und im Großhandel bei 12% der Unternehmen der Fall ist. Nur 21% der befragten Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes haben keine Maßnahme implementiert, wohingegen 48% der Unternehmen im Großhandel und 38% der Speditionen alle Fragen zu konkreten Maßnahmen verneint haben. Das Verarbeitende Gewerbe setzt im Median 2 Maßnahmen, der Großhandel und Speditionen jeweils nur eine Maßnahme um.

Die statistische Signifikanz dieser Unterschiede wird mit einem Wilcoxon-Mann-Whitney-Test, einer nichtparametrischen, robusten Alternative zum klassischen t-Test überprüft. Hierbei wird getestet, ob ein zufälliges Unternehmen aus einem Wirtschaftsbereich eine höhere Wahrscheinlichkeit hat, mehr Maßnahmen zu implementieren als ein Betrieb aus einem der anderen Wirtschaftszweige. Auf Basis des multiplen Testens für jede Ausprägung des Wirtschaftszweigs werden auch hier die P-Werte mit Hilfe der Bonferroni-Holm Methode korrigiert. Das Ergebnis des Tests ist, dass Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes statistisch signifikant (auf dem 5%-Niveau) mehr Maßnahmen implementiert haben als die Betriebe der anderen Wirtschaftszweige.

Abbildung 33: Anzahl der Maßnahmen im Betrieb differenziert nach Wirtschaftszweig

Anzahl der Ja- Antworten je Unternehmen auf Fragen zu ökologischer Nachhaltigkeit

Wirtschaftszweig



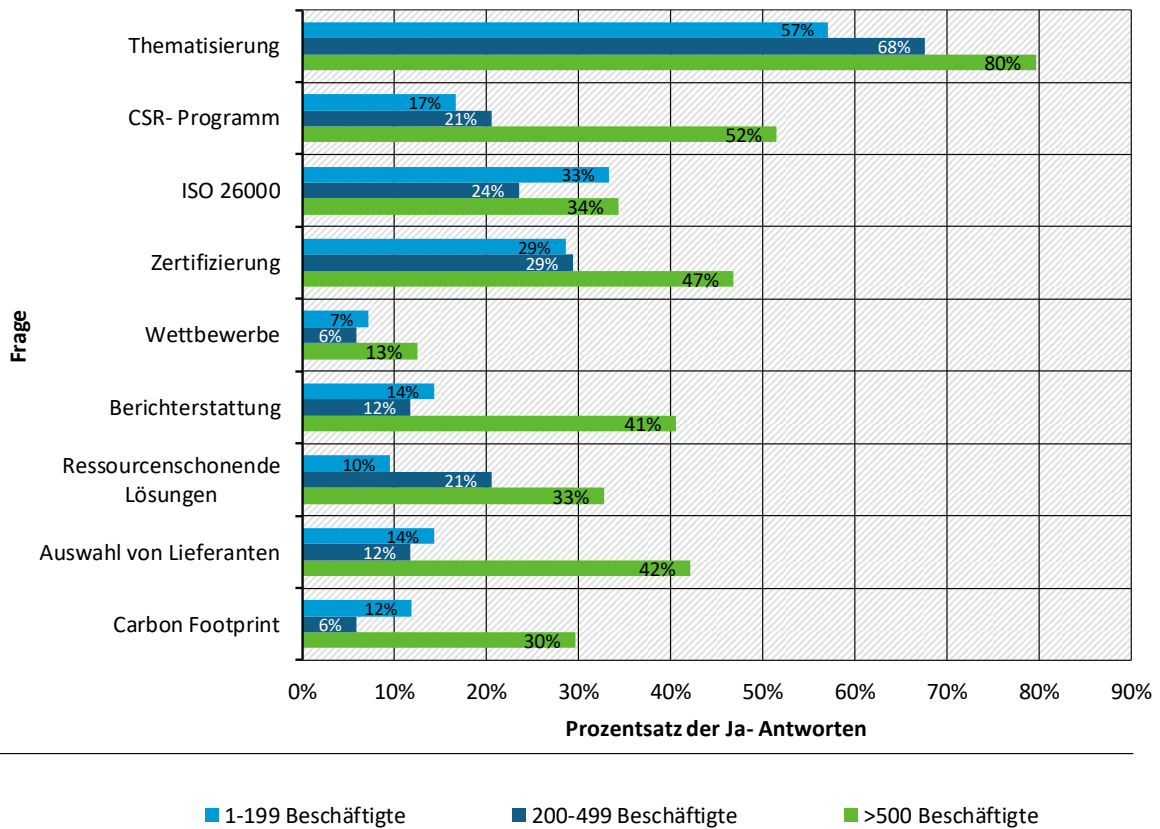
Quelle: Eigene Darstellung, DLR

Abbildung 34 stellt die Antworten zu Fragen der ökologischen Nachhaltigkeit für verschiedene Betriebsgrößen, gemessen an der Anzahl der Beschäftigten, gegenüber. Hier zeigt sich, dass Unternehmen mit mehr als 500 Beschäftigten zu einem erheblich höheren – teilweise mehr als doppelt so großen – Anteil Aspekte der ökologischen Nachhaltigkeit befolgen, als kleinere Unternehmen. Besonders starke Unterschiede zeigen sich bei den Fragen zu einem CSR-Programm, der Nachhaltigkeitsberichterstattung, der Auswahl von Lieferanten und der Ermittlung eines Carbon Footprints. Bei all diesen Fragen haben Unternehmen mit mehr als 500 Mitarbeitern laut des oben beschriebenen Testverfahrens einen (auf dem 5%-Niveau) statistisch signifikant höheren Anteil von Ja-Antworten.

Abbildung 34: Ökologische Nachhaltigkeit differenziert nach Anzahl der Beschäftigten im Betrieb

Verschiedene Fragen zu ökologischer Nachhaltigkeit und sozialer Verantwortung

Beschäftigte (Betrieb)



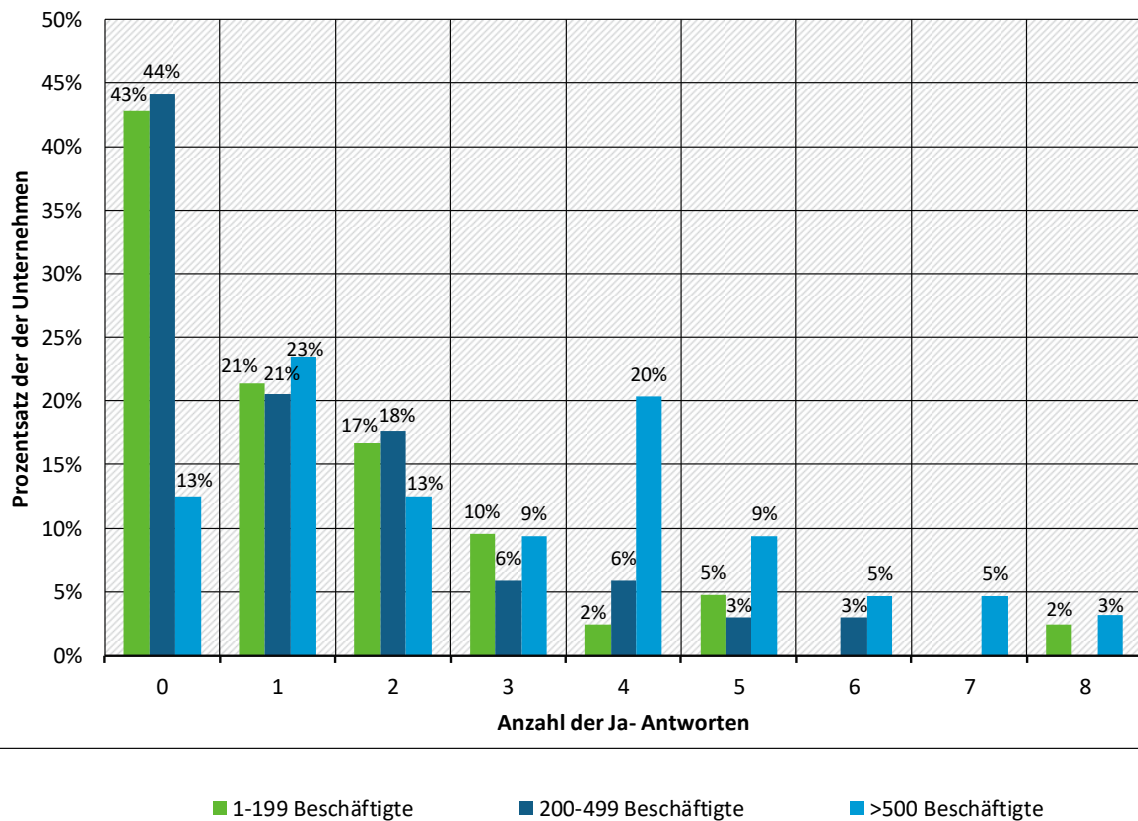
Quelle: Eigene Darstellung, DLR

Abbildung 35 bestätigt das Bild, dass größere Unternehmen mehr auf ökologische Nachhaltigkeit achten können. Während nur 13% der Betriebe mit mehr als 500 Beschäftigten in keinem konkreten Punkt auf Nachhaltigkeit Wert legen, liegt der Anteil der kleinen und mittleren Unternehmen in dieser Kategorie bei über 40%. 42% der großen, 12% der mittleren und 9% der kleinen Betriebe haben 4 oder mehr Fragen bejaht. Im Mittelwert implementieren Unternehmen mit mehr als 500 Beschäftigten 2,9 Maßnahmen, Unternehmen mit weniger als 200 Beschäftigten 1,4 Maßnahmen und die dazwischenliegenden Betriebe 1,3 Maßnahmen. Alle Unterschiede sind hier auf dem 5%-Niveau statistisch signifikant.

Abbildung 35: Anzahl der Maßnahmen im Betrieb differenziert nach Anzahl der Beschäftigten im Betrieb

Anzahl der Ja- Antworten je Unternehmen auf Fragen zu ökologischer Nachhaltigkeit

Beschäftigte (Betrieb)



Quelle: Eigene Darstellung, DLR

Die Differenzierung nach Verkehrsmittelwahl ist in den Abbildungen Abbildung 36 bis Abbildung 40 zu sehen. Da nur ein Unternehmen angegeben hat, gar nicht auf den Lkw zurückzugreifen, erfolgt die erste Unterscheidung danach, ob nur der Lkw oder auch andere Verkehrsmittel genutzt werden. In Abbildung 36 wird gezeigt, dass Unternehmen, die auch andere Verkehrsmittel nutzen, sich in Bezug auf Fragen der Nachhaltigkeit nicht maßgeblich von Betrieben unterscheiden, die nur den Lkw nutzen. Einzig die Antwort auf die Frage, ob es im Unternehmen ein CSR-Programm gibt, weist einen leicht signifikanten Unterschied (auf dem 10%-Niveau) auf.

Unternehmen, die neben dem Lkw zusätzlich die Bahn (Abbildung 37) oder das Binnenschiff (Abbildung 38) nutzen, geben generell öfter an, verschiedene Nachhaltigkeitskriterien zu erfüllen. In beiden Gruppen gibt es einen (auf dem 5%-Niveau) signifikant höheren Anteil von Betrieben, die ein CSR-Programm führen. Darüber hinaus ermitteln Unternehmen, die auch die Bahn nutzen, in einem leicht signifikant (auf dem 10%-Niveau) höheren Maße ihren Carbon Footprint.

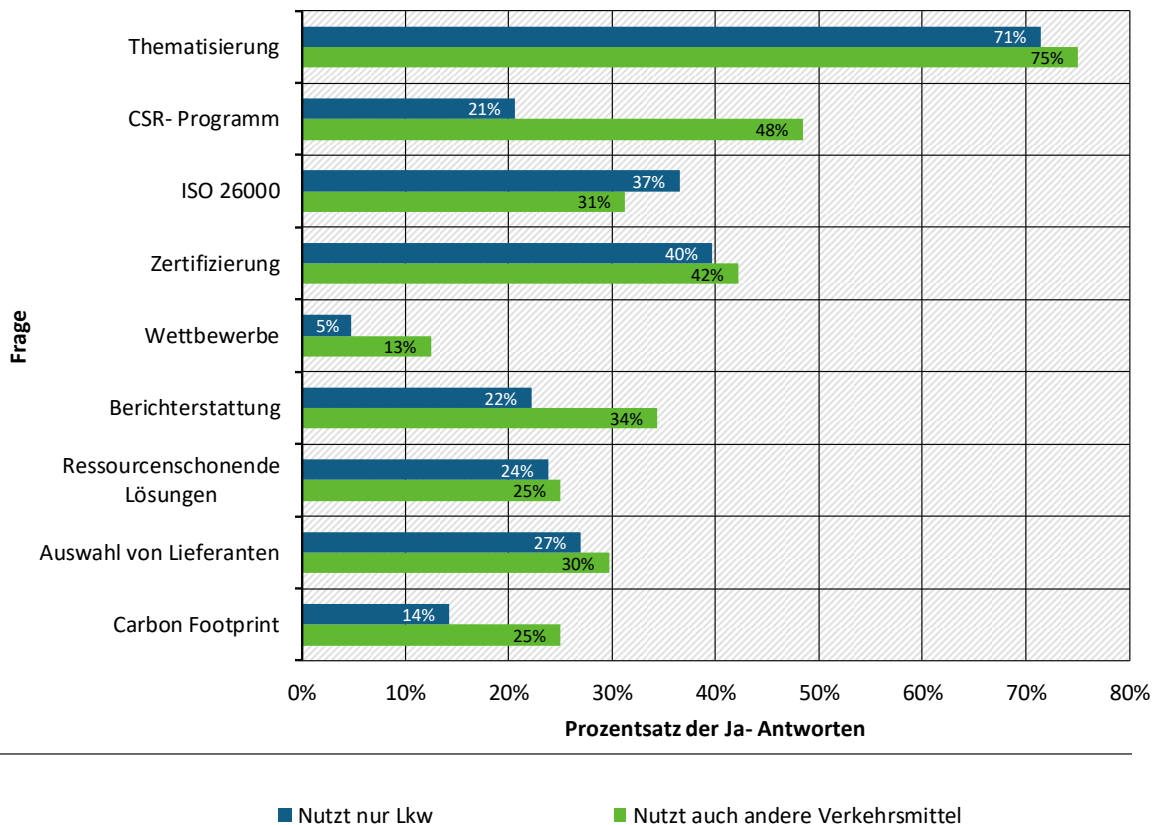
Die Nutzung von kontinentalem oder maritimem KV in Abbildung 39 und Abbildung 41 wiederum zeigt keine starke Differenzierung bezüglich ökologischer Nachhaltigkeit. Dass ein größerer Anteil von Unternehmen, die den kontinentalen KV nutzen, nachhaltigkeitszertifiziert ist, ist nur leicht signifikant (auf dem 10%-Niveau). Die höhere Rate an CSR-Programmen in Unternehmen mit maritimen KV ist hingegen nicht statistisch signifikant.

Zusätzlich zu den in Tabelle 98 dargelegten Merkmalen wurde auch untersucht, ob der Empfang oder Versand bestimmter Gütergruppen oder Lagekategorien einen Unterschied zwischen den Unternehmen bezüglich Nachhaltigkeit erkennen lässt. In der bivariaten Analyse ergeben sich hier jedoch keine signifikanten Unterschiede.

Abbildung 36: Ökologische Nachhaltigkeit differenziert nach Verkehrsmittelnutzung – Nur Lkw

Verschiedene Fragen zu ökologischer Nachhaltigkeit und sozialer Verantwortung

Verkehrsmittelnutzung- Nur Lkw



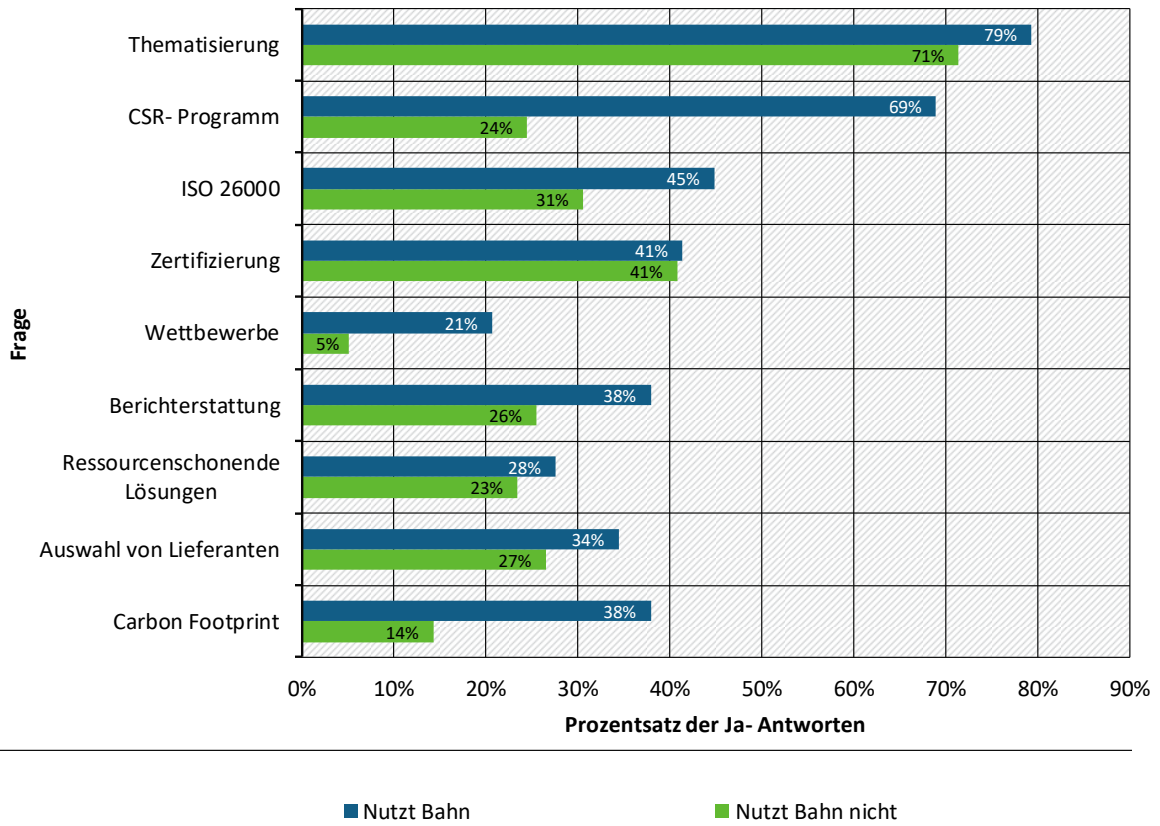
Quelle: Eigene Darstellung, DLR

Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 37: Ökologische Nachhaltigkeit differenziert nach Verkehrsmittelnutzung – Bahn

Verschiedene Fragen zu ökologischer Nachhaltigkeit und sozialer Verantwortung

Verkehrsmittelnutzung- Bahn



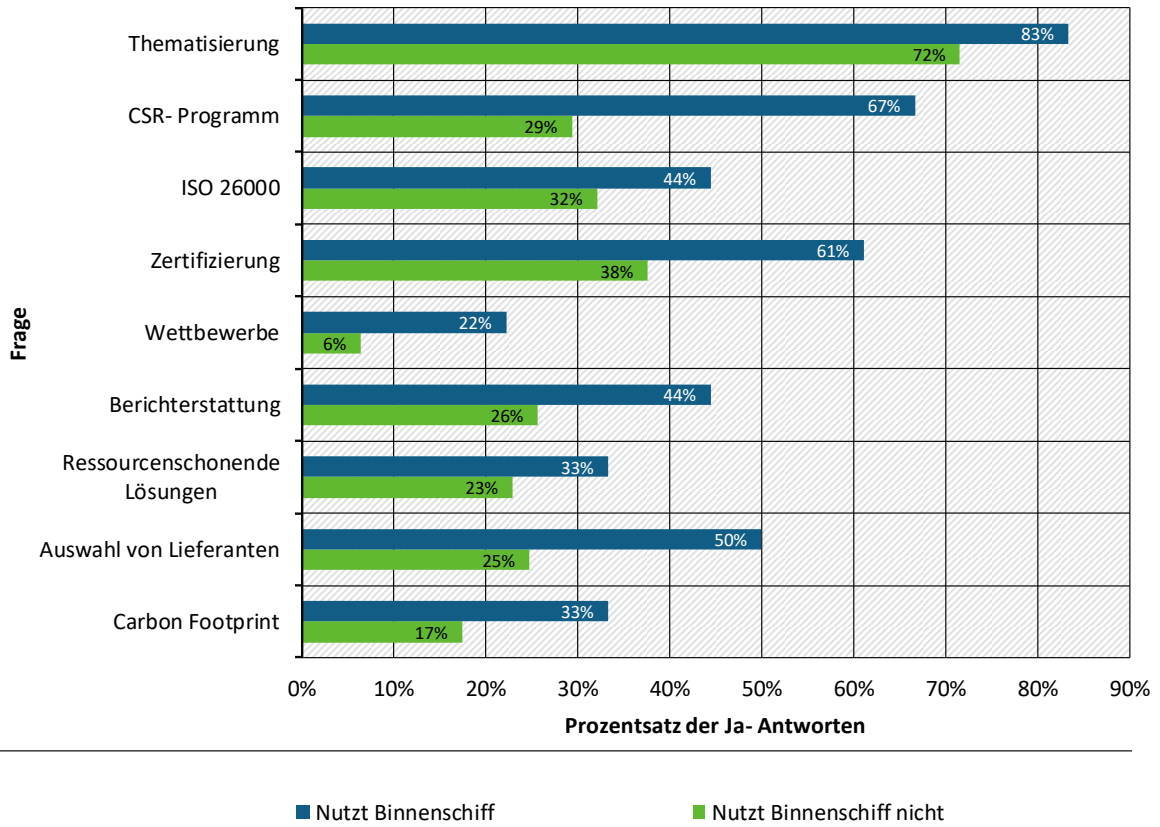
Quelle: Eigene Darstellung, DLR

Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 38: Ökologische Nachhaltigkeit differenziert nach Verkehrsmittelnutzung – Binnenschiff

Verschiedene Fragen zu ökologischer Nachhaltigkeit und sozialer Verantwortung

Verkehrsmittelnutzung- Binnenschiff



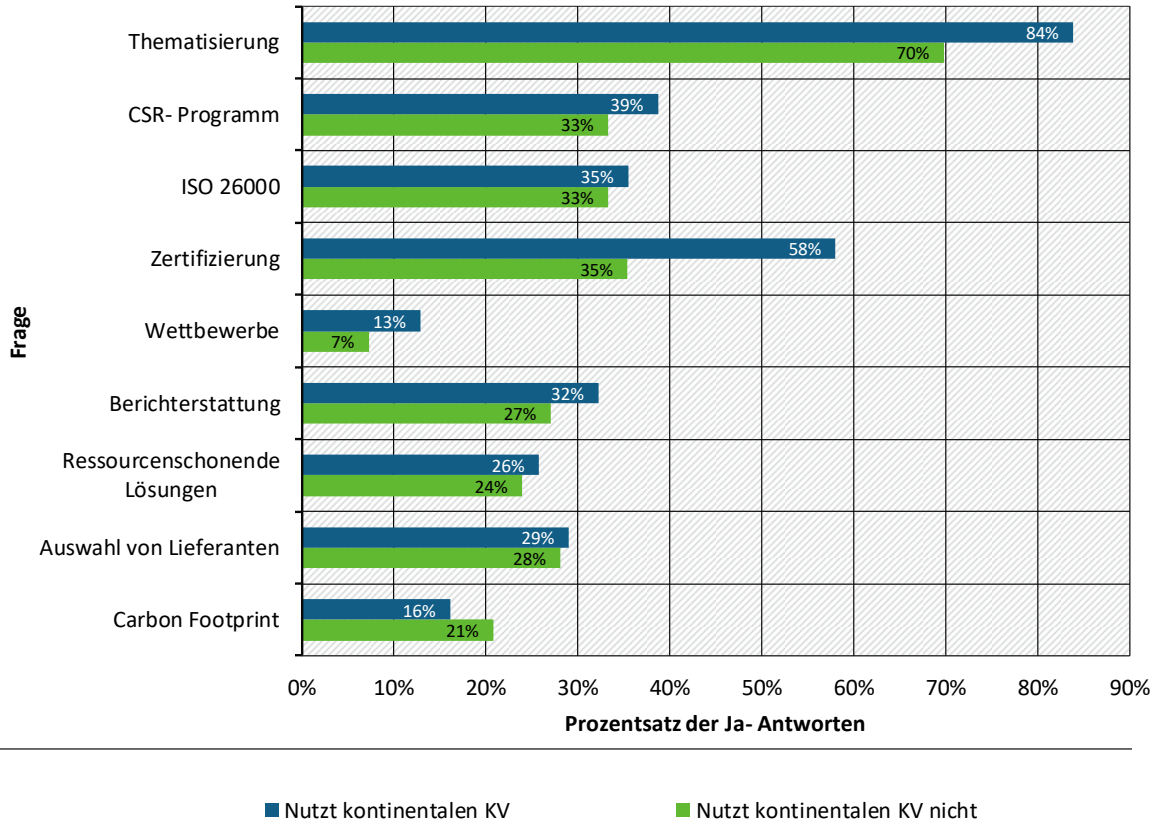
Quelle: Eigene Darstellung, DLR

Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 39: Ökologische Nachhaltigkeit differenziert nach Verkehrsmittelnutzung – Kontinentaler KV

Verschiedene Fragen zu ökologischer Nachhaltigkeit und sozialer Verantwortung

Verkehrsmittelnutzung- Kontinentaler KV



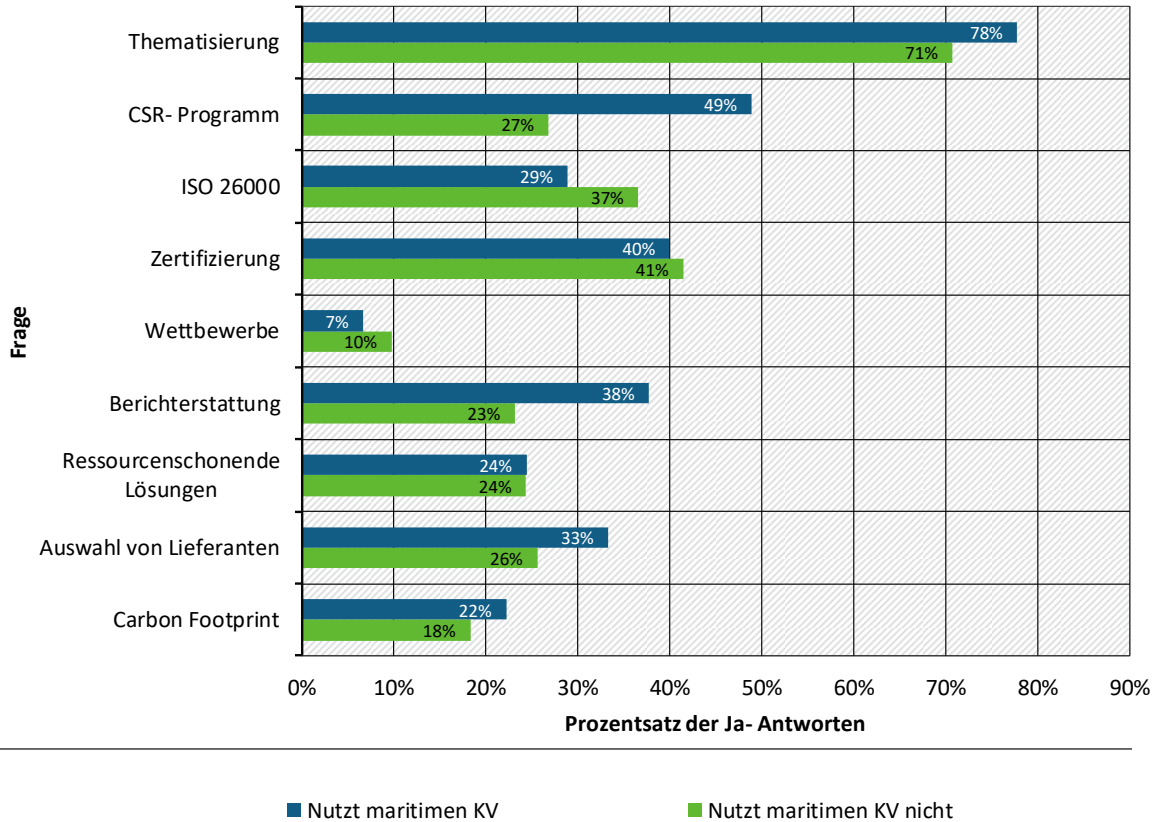
Quelle: Eigene Darstellung, DLR

Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 40: Ökologische Nachhaltigkeit differenziert nach Verkehrsmittelnutzung – Maritimer KV

Verschiedene Fragen zu ökologischer Nachhaltigkeit und sozialer Verantwortung

Verkehrsmittelnutzung- Maritimer KV



Quelle: Eigene Darstellung, DLR

Quelle: Eigene Darstellung

In einem weiteren Schritt wird eine multivariate Analyse durchgeführt, die es erlaubt, einen Index zur ökologischen Nachhaltigkeit von Unternehmen abzuleiten. Hierbei sollen Zusammenhänge zwischen beobachtetem Verhalten (Versand, Empfang, Verkehrsmittelnutzung, etc.) und der ökologischen Nachhaltigkeit der Unternehmen ergründet werden.

Zu diesem Zweck wird eine Poisson-Regression durchgeführt, bei der verschiedene Einflussfaktoren auf die Anzahl der implementierten Maßnahmen bezüglich Nachhaltigkeit regressiert wird. Als Regressoren fließen die statistisch signifikanten Merkmale der bivariaten Analyse aus dem vorherigen Abschnitt, Anzahl der Beschäftigten und Wirtschaftszweig, ein. Darüber hinaus wurde der Versand und Empfang verschiedener Gütergruppen als Einflussfaktoren untersucht, von denen sich nur die Gütergruppe der Nahrungs- und Genussmittel als signifikant erwies.

Da z. B. die Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes in der Stichprobe im Schnitt mehr Beschäftigte haben, überlagern sich in der bivariaten Analyse verschiedene Einflussfaktoren auf die Nachhaltigkeit, die nun in der multivariaten Regression kontrolliert werden können. Die Ergebnisse der Regression sind in Tabelle 99 dargestellt. Der Parameter zur logarithmierten Anzahl der Beschäftigten ist höchst signifikant und positiv. Das bedeutet, dass bei steigender Größe des Unternehmens unabhängig vom Wirtschaftszweig im Schnitt mehr Maßnahmen bezüglich Nachhaltigkeit implementiert werden.

Im Hinblick auf den Wirtschaftszweig der befragten Betriebe zeigen sich einige Unterschiede. Speditionen haben einen auf dem 1% Niveau signifikanten negativen Parameter. Das heißt, Speditionen implementieren signifikant weniger Maßnahmen bezüglich Nachhaltigkeit als Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes, die als Referenzkategorie in den Parameter der Konstante absorbiert sind. Dieser Unterschied ergibt sich zusätzlich zum Effekt der Betriebsgröße, der über den Parameter für die Anzahl der Beschäftigten abgebildet wird. Wenn der ganze Effekt, den die Größe eines Betriebes auf die Anzahl der implementierten Maßnahmen hat, über den Parameter für $\log(\text{Beschäftigte})$ abgedeckt wird, kann der signifikante Einfluss des Wirtschaftszweigs hier als unabhängig von der Betriebsgröße angesehen werden. Es könnte daran liegen, dass die Auftraggeber von Speditionen nicht genau bewerten können, wie nachhaltig diese sind. Daher ist zu vermuten, dass seitens der Speditionen kein Anreiz besteht oder keine Ressourcen zur Verfügung stehen, ökologisch nachhaltige Maßnahmen zu implementieren. Das gleiche gilt für Unternehmen des Großhandels, deren Parameter negativ aber nur auf dem 10%-Niveau signifikant ist.

Tabelle 99: Ergebnisse der Poisson-Regression auf die Anzahl der implementierten Maßnahmen

	Schätzung	Standardfehler	P-Wert	Signifikanz
Konstante	-0,18	0,23	0,4378	
Log(Beschäftigte)	0,14	0,03	0,0000	***
Wirtschaftszweig – Anderes	0,21	0,23	0,3584	
Wirtschaftszweig – Großhandel	-0,36	0,19	0,0510	+
Wirtschaftszweig – Spedition	-0,62	0,22	0,0045	**
Versendet / empfängt Nahrungs- oder Genussmittel	0,50	0,16	0,0019	**

Signifikanzniveau: *** 0,001; ** 0,01; * 0,05; + 0,1

Quelle: Eigene Darstellung, DLR

Darüber hinaus zeigt sich, dass befragte Unternehmen, die Nahrungs- oder Genussmittel versenden, signifikant häufiger auf Nachhaltigkeit achten.

Zusammenfassend scheint die Größe der Unternehmen, gemessen an der Anzahl der Beschäftigten, der signifikanteste Faktor für die Nachhaltigkeit eines Unternehmens zu sein, wobei Speditionen unabhängig von der Größe weniger Maßnahmen bezüglich ökologischer Nachhaltigkeit und sozialer Verantwortung implementieren.

1.3.6.6 Gestaltung des Transportangebots der Schiene

Ferner analysiert DLR-VF-WIV den **Einfluss der Transportdienstleistung und der Qualitätsansprüche sowohl der Kunden als auch der Nicht-Nutzer der Schiene**. Dabei werden notwendige Transportangebote bzw. notwendige Transportdienstleistungen aufgezeigt, die Firmen dazu bewegen, die Bahn und/oder multimodale Angebote zu nutzen. In diesem Kontext spielen zusätzlich die Informationsbedarfe von Kunden über Angebote eine wesentliche Rolle, die im Folgenden aufgezeigt werden.

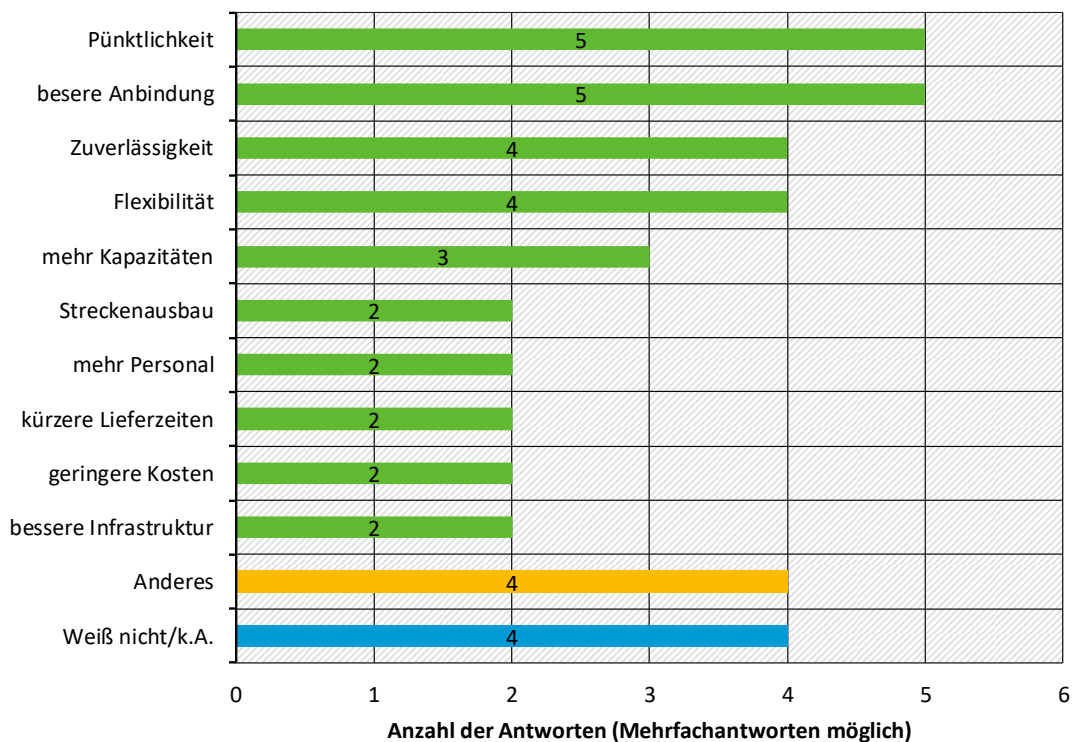
Auch hierzu wurde zunächst eine deskriptive, univariate Analyse zu den erhobenen Daten durchgeführt. Dafür war es zunächst notwendig, die Antworten zu den offen gestellten Fragen auszulesen und nach zu kodieren. Zu diesem Zweck wurden die offenen Antworten der Probanden kategorisiert. Da mehrere Aspekte in einer Antwort genannt werden können, ergeben sich hier teilweise Mehrfachantworten pro Befragten. Falls die Nachkodierung in einigen Fällen nicht möglich war, erfolgte eine qualitative Textanalyse. Dazu wurden die Antworten der Probanden in strukturierter Form aufbereitet und zusammengefasst.

Von 29 Befragten, die das Angebot der Schiene bereits nutzen, wurden folgende Aspekte genannt, die zu einer erhöhten bzw. fortbestehenden Schienennutzung führen würden (siehe Abbildung 41).

Abbildung 41: Kundenbindung bzw. Nutzungsintensivierung der Schiene

Unternehmen nutzt Schiene: Wie müsste die Schiene ihr Transportangebot weiterentwickeln?

n = 39 Antworten



Quelle: Eigene Darstellung, DLR

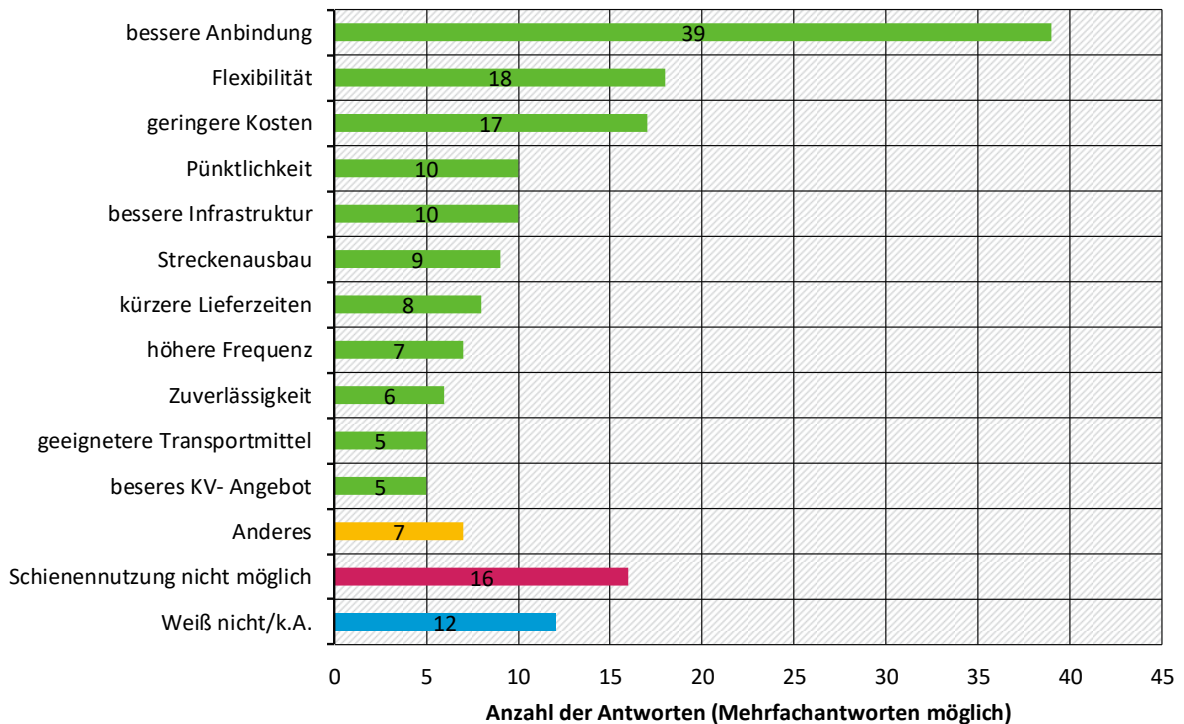
Quelle: Eigene Darstellung

Von 111 Befragten, die das Angebot der Schiene nicht nutzen, wurden folgende Verbesserungspunkte angegeben, die dazu führen würden, dass eine Schienennutzung in Erwägung gezogen würde (siehe Abbildung 42).

Abbildung 42: Nichtnutzung Schiene – Verbesserungsvorschläge zur Weiterentwicklung des Angebots

Wie müsste die Schiene ihr Transportangebot bzw. ihre Transportdienstleistung weiterentwickeln, damit Sie in Erwägung ziehen, die Schiene zukünftig zu nutzen?

n = 169 Antworten



Quelle: Eigene Darstellung, DLR

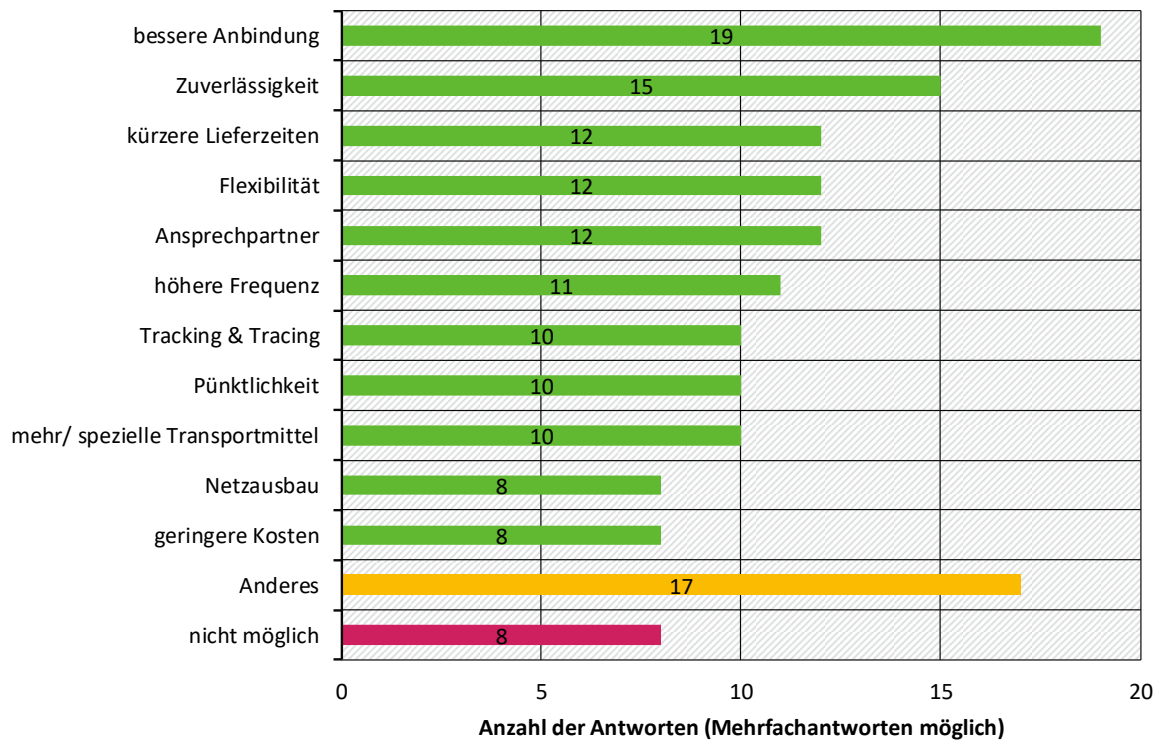
Quelle: Eigene Darstellung

Die Befragten konnten auch Ideen miteinbringen, wie aus ihrer Sicht das Design eines attraktiven Schienenangebots aussehen sollte. Dazu haben sie konkrete Hinweise gegeben, die in Abbildung 43 aufgezeigt werden.

Abbildung 43: Design einer attraktiveren Schienennutzung

Design einer attraktiveren Schienennutzung

n = 152 Antworten



Quelle: Eigene Darstellung, DLR

Quelle: Eigene Darstellung

Folgende Informationen sind laut den 111 Unternehmen, die die Schiene nicht nutzen, notwendig, um eine Schienennutzung zu erlauben (nach absteigender Häufigkeit).

- ▶ Preis
- ▶ Laufzeiten
- ▶ Frequenz der Abfahrten bzw. Fahrplan
- ▶ Anbindung
- ▶ Spezielle Transportanforderungen
- ▶ Ansprechpartner/Anbieter

Rund ein Viertel der Befragten gaben jedoch an, keine weiteren Informationen zu benötigen, da eine Schienennutzung für ihr Unternehmen ausgeschlossen sei.

2 Ableitung von Handlungsempfehlungen

Die Unternehmensbefragung zeigt deutlich, dass die Verlagerung von Güterverkehren auf mehrere Hemmnisse stößt und nicht einfach umsetzbar ist. Trotzdem geben nur wenige der befragten Unternehmen (14%) an, dass generelle Verlagerungen von Straßenverkehren nicht realisierbar sind (vgl. Tabelle 94). Die große Mehrheit der Unternehmen (86%) ist davon überzeugt, dass durch die Beseitigung wesentlicher Hemmnisse weitere Verkehre von der Straße auf die alternativen Verkehrsträger verlagert werden können. Die Unternehmen geben auch an, an welchen Stellen Handlungsschwerpunkte gesetzt werden können, um Verlagerungen vom Lkw auf Schiene oder Wasserstraße zu erzielen:

- ▶ 30% der befragten Unternehmen urteilen, dass eine **Verbesserung der Anbindungssituation der Unternehmen und der KV-Terminals**, sowie der Ausbau der Infrastruktur die Wettbewerbssituation von Schiene oder Wasserstraße begünstigen kann. Hierunter verstehen die Unternehmen einerseits den Ausbau der Infrastruktur, sowohl auf der Strecke als auch bezüglich der eigenen Anbindung, andererseits aber auch den Aufbau von neuen intermodalen Terminals bzw. die Erhöhung der Flächen und Kapazitäten in bestehenden KV-Terminals.
- ▶ Weitere 22% sehen die Möglichkeiten weiterer Verlagerungen dann gegeben, wenn sich die Kostenstruktur der alternativen Verkehrsträger (hier wird insbesondere die Schiene häufig erwähnt) gegenüber dem Lkw deutlich **verbessert**. Hierbei werden im Rahmen der Befragung teilweise Kostensenkungen von über 25% gegenüber heute gefordert.
- ▶ Eine **Verbesserung der Zuverlässigkeit**, insbesondere im Schienengüterverkehr, fordern 13% der Befragten. Hierdurch können pünktlichere Verkehre realisiert werden. Dieser Effekt wirkt sich mittelbar positiv auf Transportzeiten und -kosten aus.
- ▶ Weitere 5% der Befragten benötigen **höhere Abfahrtsfrequenzen im KV** und
- ▶ 4% fordern **kürzere Transportzeiten** der alternativen Verkehrsträger.

Rd. 86% aller Befragten, die eine Verlagerung vom Lkw auf die alternativen Verkehrsträger für möglich halten, sehen in diesen fünf Faktoren die wesentlichen Entscheidungsgrößen, deren zukünftige Verbesserung zu höheren Marktanteilen von Schiene und Wasserstraße führen können.

Umweltaspekte werden von den Befragten nur einmal als Verlagerungsgrund genannt, spielen somit **als Treiber** der Verkehrsverlagerung nach den Befragten **keine dominierende und entscheidende Rolle**. Ebenfalls interessant ist in diesem Zusammenhang, dass nur 38% der Unternehmen bei ihrer Lieferantenauswahl ökologische Gesichtspunkte berücksichtigen und nur 33% ressourcenschonende Lösungen bei der Verkehrsabwicklung positiv belohnen. Trotz der insgesamt sehr **dominanten** und **beherrschenden** Diskussion um Umwelt- und Klimafragen, spielt das Thema der Nachhaltigkeit bei der Transportmittelwahl eine untergeordnete Rolle.

Ausgehend von den Ergebnissen der Befragung zu den identifizierten Hemmnissen und den Vorstellungen der Befragten zu potentiellen Verbesserungsmöglichkeiten, werden, unter Berücksichtigung der in den vorhergehenden Kapiteln angestellten Überlegungen, Empfehlungen für die Umsetzung von Maßnahmen entwickelt und diskutiert, die zu einem Abbau dieser Hemmnisse und zu einer Erhöhung des umweltverträglicheren Verkehrsträgeranteils führen können.

Die Handlungsempfehlungen werden daher in die vier folgenden Kategorien unterteilt.

- ▶ Ordnungspolitische und übergreifende Maßnahmen zur Angebotsverbesserung

- ▶ Maßnahmen zur Kostensenkung
- ▶ Maßnahmen zur Verminderung der Transportzeiten und zur Erhöhung der Zuverlässigkeit
- ▶ Maßnahmen zur Verbesserung der Abfahrtsfrequenzen

Die Handlungsempfehlungen werden auch hinsichtlich ihrer Wirksamkeit und ihrer Auswirkung im Transportprozess diskutiert. Soweit möglich, werden auch alle mit der Maßnahme verbundenen Vor- bzw. auch Nachteile dargestellt. Die Maßnahmen sind entsprechend ihrer Wichtigkeit und der Erwartung hinsichtlich der Wirkung auf zusätzliche Verlagerung von Verkehren gereiht worden.

2.1 Ordnungspolitische sowie übergreifende Maßnahmen zur Angebotsverbesserung alternativer Verkehrsträger

Diese übergeordneten Maßnahmen bzw. Handlungsempfehlungen richten sich überwiegend an den Bund und andere staatliche Institutionen und haben grundlegenden Charakter.

2.1.1 Vordringlicher Ausbau der Infrastruktur der alternativen Verkehrsträger

In der Befragung thematisieren die meisten Nicht-Nutzer der Bahn deren fehlende Erreichbarkeit sowie die mangelhafte Pünktlichkeit. Beide Barrieren lassen sich durch einen vordringlichen Ausbau der Infrastruktur der Wasserstraße und insbesondere der Schienenwege abbauen, da dadurch das System besser erreichbar ist und einen zuverlässigeren Betrieb ermöglicht. Der Wunsch der befragten Unternehmen mit bestehender Nutzung der Schiene beruht mit hoher Wahrscheinlichkeit auch darauf, dass Anfragen nach Trassen nicht positiv oder nur mit unattraktiven Trassenvorschlägen beantwortet wurden (vgl. die Wünsche nach Flexibilität, Pünktlichkeit und Preis).

Für den Ausbau der Infrastruktur der Schiene und der Wasserstraße ist der Bund, im Speziellen das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, zuständig. Zur Vermeidung von kapazitiven und qualitativen Engpässen erstellt der Bund in regelmäßigen Zeitabständen verkehrsträgerübergreifende Gesamtverkehrskonzepte (z. B. Verflechtungsprognose).

In diesen Verkehrskonzepten wird sowohl die Entwicklung der verkehrsträgerspezifischen Verkehrsnachfrage als auch die Veränderung von transportspezifischen Entwicklungstrends (wie z. B. Entwicklung von Schiffsgrößen, Entwicklung von Lade- und Partiegrößen, aus der Ladung hervorgehende Produktionsprozesse wie die Containerisierung, etc.), sowie die Auslastungssituation der vorhandenen Infrastruktur erfasst und in ihrer zeitlichen Entwicklung beschrieben (Netzumlegung). Aus den regelmäßig erstellten Verkehrskonzepten werden anschließend Aus- und Neubauprojekte an zusätzlicher Infrastruktur bestimmt, die ihren Niederschlag in den Ausbaugesetzen des Bundes finden. Der Prozess der Bundesverkehrswegeplanung ist die Grundlage für die Ausbaugesetze der Bundesfernstraßen, der Bundesschienenwege und der Bundeswasserstraßen. Der aktuelle, in 2016 vom Bundeskabinett beschlossene Bundesverkehrswegeplan hat ein Investitionsvolumen von rd. 270 Mrd. €³⁶; davon rd. 112 Mrd. € für die Bundesschienenwege und rd. 25 Mrd. € für die Bundeswasserstraßen.

36 <https://www.baulinks.de/webplugin/2016/0340.php4> vom 21.3.2016, Bundesverkehrswegeplan 2030 plant mit 269,6 Mrd. €, (überarbeitet am 3.8.2016)

Mit einem Anteil von insgesamt über 50% an den vorgesehenen Investitionsmitteln partizipieren die alternativen Verkehrsträger im Vergleich zu ihrer verkehrlichen Bedeutung³⁷ somit überdurchschnittlich an den vorgesehenen Ausbauplanungen.

Während der Ausbau der Wasserstraßen mit deutlichen Kostensenkungen, aufgrund der Verbesserung von Ablade- und Schiffsgrößenbedingungen, verbunden ist, ist der weitere Ausbau der Schiene insbesondere aus kapazitiver Sicht erforderlich. Ohne die Ausbaumaßnahmen wäre das für 2030 prognostizierte Güterverkehrsaufkommen der Schiene nicht umsetzbar. Rd. 16,5 Mio. t bzw. rd. 4% des prognostizierten Schienengüterverkehrs müssten ohne die avisierten Infrastrukturmaßnahmen per Lkw auf der Straße transportiert werden. Erst die Ausbaumaßnahmen schaffen die erforderlichen Trassenkapazitäten, damit das zukünftige Transportnachfragepotential der Schiene umgesetzt werden kann.

In den aktuellen Ausbaugesetzen ist das Bemühen der politisch Handelnden erkennbar, die alternativen Verkehrsträger bevorzugt auszubauen, um auch Verlagerungen von der Straße auf die Schiene und Wasserstraße herbeizuführen³⁸ und sie durch Kapazitätsengpässe nicht zu gefährden.

Um eine Verbesserung der Wettbewerbssituation gegenüber der Straße herzustellen, sind zumindest die im BVWP enthaltenen Projekte, die ein Ausbauziel bis 2030 haben, schnellstmöglich vom Bund umzusetzen und mit den Planungen frühzeitig zu beginnen. Zur Sicherstellung eines nachfragegerechten Ausbaus sollte der Bund im Rahmen der Bedarfsplanüberprüfungen nicht nur die im BVWP enthaltenen Maßnahmen hinsichtlich der Gültigkeit der Ausbauentcheidung prüfen, sondern auch die Aufnahme weiterer Infrastrukturprojekte in den Bedarfsplan, soweit diese aus der Verkehrsnachfrageentwicklung ableitbar sind, erwägen. Dies garantiert eine laufende nachfragegerechte Ausbauentwicklung.

2.1.2 Beschleunigte Umsetzung der Maßnahmen im BVWP

Diese Empfehlung ist zwar von den Befragten nicht explizit genannt worden, ergibt sich jedoch direkt aus der Forderung der Befragten nach der Bereitstellung weiterer Infrastruktur im letzten Unterabschnitt. Schließlich ist es mit der Aufnahme von Infrastrukturmaßnahmen in die Ausbaugesetze und der Absicht der Umsetzung allein nicht getan. Erforderlich ist auch eine schnelle Umsetzung der Maßnahmen, um bestehende sowie erwartete Kapazitätsengpässe auf bestimmten Strecken und Knoten zu vermeiden.

Bundesweite Erhebungen zur durchschnittlichen Verfahrensdauer bei der Planung von Verkehrswegen liegen bislang nicht vor. Aus vergangenen Studien und Praxiserfahrungen wird die durchschnittliche Planungsdauer von Bundesfernstraßenprojekten mit rd. 20 Jahren angegeben³⁹. Für den Neubau von Schienenfernstraßenprojekten sind aus der Praxis deutlich längere Planungszeiten bekannt.

- So wird z. B. unter dem Begriff der Y-Trasse seit dem BVWP 1992 eine Lösungsmöglichkeit für die Bereitstellung zusätzlicher Kapazitäten zwischen den deutschen Nordseehäfen Hamburg und Bremen sowie Hannover diskutiert. Auch aktuell, nach fast 40 Planungsjahren, ist eine endgültige Lösung nicht ersichtlich.

³⁷ Gemessen an der Verkehrsleistung in tkm.

³⁸ Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU, SPD, Ein neuer Aufbruch für Europa, Eine neue Dynamik für Deutschland, Ein neuer Zusammenhalt für unser Land, Berlin 2018, S. 77.

³⁹ Schneller, Chr., Objektbezogene Legalplanung, Zur Zulässigkeit von Investitionsmaßnahmengesetzen, Berlin 1999.

- ▶ Mit den Planungen zur Neubaustrecke Rhein-Main/Rhein-Neckar zwischen Frankfurt am Main und Mannheim wurde bereits 1993 begonnen. Anders als bei der sog. Y-Trasse ist hier mit einem Ende der Planungen in den nächsten fünf bis sieben Jahren zu rechnen.
- ▶ Die Fehmarnbelt-Querung wurde bereits 1994 im Weißbuch der Europäischen Union zu den vordringlichsten europäischen Verkehrsprojekten gezählt. Gebaut wird erst mit Beginn des Jahres 2021 nach 27 Jahren. Die dazugehörige Hinterlandanbindung zwischen Lübeck und Puttgarden befindet sich noch in der Planungsphase.
- ▶ Auch an dem deutschen Anschluss an die Betuweroute wurde zwischen 1992 und 2020 knapp 28 Jahre geplant.

Das sind nur einige, aber aus verkehrlicher Sicht sehr bedeutende Beispiele, die zeigen, dass die Planungszeiträume für die Umsetzung von Infrastrukturvorhaben sich immer länger hinziehen. Bei der Wasserstraße liegen die Planungszeiten aus der Erfahrung i. d. R. zwischen sieben und zehn Jahren niedriger, aber auch hier können Projektplanungen sehr lange dauern. Beispielsweise fand die Planung für die Unterelbevertiefung (Baubeginn 2019) zwischen 2002 und 2019 statt. Die ebenfalls 2002 gestarteten Planungen zur Außen- und Unterweservertiefung dauern noch immer an.

Lange Planungszeiten führen zu einer verspäteten Bereitstellung von erforderlicher Infrastruktur. Dies kann zu zwischenzeitlich hohen Transportkostenbelastungen aufgrund von überlastungsbedingten Umroutungen und Laufzeitverlängerungen führen. Jegliche durch Engpässe in der Schieneninfrastruktur verursachte Transportkostenerhöhung in Höhe von 1% führt im Durchschnitt über alle Verkehre zu durchschnittlichen Mengenabwanderungen von Schienengüterverkehren von 0,4% auf die Straße, im besonders stark konkurrierenden System des kombinierten Verkehrs sogar zu Mengenverlagerungen von 0,8%.

Zur Verkürzung der immer länger werdenden Planungszeiten und der langwierigen Planfeststellungsverfahren ist 2018 das Gesetz zur Beschleunigung von Planungs- und Genehmigungsverfahren in Kraft getreten. Es soll zu einem Abbau von Bürokratiehürden, schnelleren Genehmigungsverfahren sowie zügigeren Realisierung der Projekte führen. Hierzu sollen u. a. zur Vermeidung von überflüssigen Doppelprüfungen sowohl die Planfeststellung als auch das vorgelagerte Anhörungsverfahren von einer Behörde, bei Schienenprojekten vom Eisenbahn-Bundesamt, umgesetzt werden. Das Gesetz enthält Regelungen, welche die Verfahren für Ersatzneubauten bei Straße und Schiene vereinfachen. Insbesondere führt es Duldungspflichten bei Instandhaltung und Erneuerung von baulichen Anlagen ein. Unterhaltungsmaßnahmen bedürfen dabei nicht der vorherigen Planfeststellung oder -genehmigung. Durch eine Entlastung der Kommunen von Finanzierungsbeiträgen nach dem Eisenbahnkreuzungsgesetz sollen zudem Investitionen in das Schienennetz beschleunigt werden.

Auch die Festlegung der Trassenführung kann durch das Bundesgesetz erfolgen, wobei erklärter Wille des Verkehrsministeriums ist, dringliche Projekte über Maßnahmengesetze direkt durch den Gesetzgeber zuzulassen. Auch sieht das Gesetz eine Beschränkung des Rechtsschutzes nach Fristablauf vor.

Mit dem Anfang 2020 beschlossenen Maßnahmengesetzvorbereitungsgesetz wird es für zunächst dreizehn Verkehrsinfrastrukturprojekte möglich, die Genehmigung per Gesetz statt über einen Verwaltungsakt zu erteilen. Betroffen davon sind acht Schienen- und fünf Wasserstraßenbauprojekte. Inwiefern der Planungsprozess tatsächlich durch dieses Vorgehen beschleunigt werden kann, muss sich zuerst noch in der praktischen Umsetzung beweisen.

Von Bund und Ländern ist deswegen weiterhin zu prüfen, inwiefern weitere Planungs- und Verwaltungsprozesse vereinfacht und beschleunigt werden können, wie z. B.

- ▶ die Einführung von „Bagatellgrenzen“ in den Verfahren.
- ▶ mit einem Verzicht auf wiederholte Umweltverträglichkeitsprüfungen im Raumordnungs- und Planfeststellungsverfahren in solchen Fällen,
- ▶ eine deutlichere Abgrenzung zwischen den beiden Verfahren; so könnte eine Vielzahl von raumordnerischen Feststellungen auch in einem Planfeststellungsverfahren getroffen werden.

Auch ist zu prüfen, inwiefern weitere Infrastrukturmaßnahmen, wie z. B. Brückenersatzneubauten, mit dem Mittel der Plangenehmigung ohne Planfeststellungsverfahren umgesetzt werden können. Eine erfolgreiche Beschleunigung der Ausbauverfahren kann frühzeitig auftretende Engpässe und damit verbundene Verlagerungen von den alternativen Verkehrsträgern auf den Lkw vermeiden.

2.1.3 Stärkung von Maßnahmen zur pro-allokativen Reduzierung der Konflikte zwischen der interessierten Öffentlichkeit und den Bauträgern der Infrastrukturprojekte

Auch diese Empfehlung ist wie die vorhergehende von den Befragten nicht explizit genannt worden und ergibt sich direkt aus der Forderung der Befragten nach der Bereitstellung weiterer Infrastruktur.

Mittlerweile hat die gesellschaftliche Akzeptanz von Infrastrukturmaßnahmen einen wesentlichen Einfluss sowohl auf die Kosten der Projekte als auch auf deren Bauzeit. Bürgerproteste und Verwaltungsgerichtsverfahren können die Fertigstellung verzögern und die Projektkosten in die Höhe treiben.

Insbesondere Infrastrukturmaßnahmen, die zu einer Förderung des Schienengüterverkehrs beitragen, sind wegen der Furcht vor einer höheren Lärmbelastung einem großen Widerstand in der Bevölkerung ausgesetzt. Hierdurch steht die Forderung der Politik nach einer Verlagerung von Transporten auf die Schiene im Widerspruch zu den Befürchtungen der Bürger, von dem zunehmenden Güterverkehr negativ betroffen zu werden. Gegen fast alle im BVWP enthaltenen Schieneninfrastrukturprojekte gibt es massive Widerstände in der Bevölkerung, die einen schnellen Ausbau der Schiene erschweren.

Um solche Konflikte zu reduzieren, hat die Bundesregierung bereits mehrere Maßnahmen eingeleitet und auch finanziell unterstützt. Hierzu gehören z. B. die Umstellung des Güterwagenparks von Graugussbremsen auf Flüsterbremsen aus Verbundbremssohlen. Seit 2020 ist der Einsatz dieser Flüsterbremsen verpflichtend. Bereits über 85% der verkehrenden Güterwagen sind mit finanzieller Unterstützung des Bundes umgerüstet worden. Darüber hinaus wird verstärkt versucht, die Lärmbelastung entlang der Strecke im Rahmen von Ausbaumaßnahmen durch Schallschutzwände, Schienenstegdämpfer, Schienenschmiereinrichtungen sowie Maßnahmen zur Brückenentdröhnung deutlich zu senken.

Ein Hauptgrund, der für den großen Widerstand gegenüber Infrastrukturprojekten ausgemacht worden ist, ist der, dass Bürger sich unzureichend informiert und zu spät in Prozesse eingebunden fühlen. Die Bedeutung einzelner Projekte wird dem Einzelnen dabei nicht deutlich, weil die politische Gesamtstrategie nicht ausreichend vermittelt wird. Gerade die lokale Zustimmung von Projekten ist dadurch bedroht, da die Anwohner von überregional bedeutsamen Verkehrspro-

jekten mit erheblichen Belastungen rechnen müssen, ohne von den Projekten direkt zu profitieren. Da allgemein anerkannt ist, dass eine Zustimmung zu den Projekten nur dann gegeben ist, wenn man von der Sinnhaftigkeit einer Investition, inkl. der sich hieraus ergebenden gesamtwirtschaftlichen Verantwortung, überzeugt ist, wird von den Ausbauträgern des Bundes in den letzten zehn Jahren eine stärkere Bürgerbeteiligung in Form von Bürger- und Dialogforen sowie runden Tischen mit teilweise unabhängiger Moderation und die frühzeitige Bereitstellung von Informationen in den Medien betrieben.

Diese zum Konfliktabbau bereits eingeleiteten Bürgerbeteiligungsprozesse sind weiter auszubauen und zu optimieren. Folgende Verbesserungen sind in diesem Bereich noch möglich.

- ▶ Deutliche Abgrenzung und Festlegung der Diskussionsinhalte im Rahmen der Bürgerbeteiligung, die unter Berücksichtigung gesetzlicher und verwaltungstechnischer Vorgaben erfolgen sollte
- ▶ Stärkere und strukturiertere Ausarbeitung des Projektbedarfs
- ▶ Aktivierung der sog. schweigenden Mehrheit
- ▶ Erhöhung der Transparenz von Projektverläufen
- ▶ Erhöhung der Kostentransparenz von Infrastrukturprojekten
- ▶ Sensibilisierung der Bevölkerung über die mit den Einzelprozessen verbundenen Kosten

Darüber hinaus sollte der Bund seine Verfahren und Methoden bei der Bestimmung von Schallschutzprüfungen, die sich an die aktuellsten Prognosen, ohne eine Betrachtung von Spitzenwerten oder langfristigen Erwartungen, orientieren, oder anderen Betroffenheiten überprüfen und ggf. verbessern.

2.1.4 Weitere Stärkung des kombinierten Verkehrs

Wachstumstreiber der zukünftigen Entwicklung im Güterverkehr der Schiene und der Wasserstraße ist der kombinierte Verkehr. Der kombinierte Verkehr kommt gleich mehreren Wünschen der aktuellen Nichtnutzer der Schiene zugute: Einer Anbindung in der Fläche, eine hohe Flexibilität und – bei Etablierung von Gateway-Terminals – eine hohe Netzbildungsfähigkeit. Im Falle regelmäßiger Abfahrten, eines stabilen Verkehrsablaufes auf der Schiene unter Berücksichtigung ausreichender Puffermöglichkeiten kann der kombinierte Verkehr zudem eine hohe Zuverlässigkeit bieten. In der Summe ist er ein perfektes Substitut für Straßentransporte und bei entsprechender preislicher Konkurrenzfähigkeit lassen sich hohe Verlagerungen vom Straßen-güterfernverkehr umsetzen.

In der Verkehrsverflechtungsprognose der BVWP für 2030 wird ein überproportional starkes Wachstum des kombinierten Verkehrs von 73 % zwischen 2010 und 2030 prognostiziert. Da das erwartete Gesamtverkehrswachstum in Tonnen lediglich bei ungefähr 18% liegt, bedeutet dies, dass das Wachstum des kombinierten Verkehrs im Wesentlichen aus Verlagerungen von Lkw-Verkehren auf Schiene und Wasserstraße gespeist wird. 90% des erwarteten KV-Wachstums stehen mit der Schiene und 10% mit der Wasserstraße im Zusammenhang. Die sonstigen Verkehre der Wasserstraße wachsen mit +15% bzw. der Schiene mit knapp 8% unterproportional. Größere Verlagerungen vom Lkw werden hier nicht erwartet.

Das Wachstum und die erwarteten intermodalen Verlagerungen sind jedoch nur dann zu realisieren, wenn für dessen Umsetzung entsprechende Kapazitäten an Terminalflächen, Umschlaggeräten und infrastrukturellen Trassenkapazitäten gegeben sind. In Kapitel 2.2.8.5.2 wurde die

hohe Dichte an KV-Terminals in Deutschland deutlich. Zur flächenseitigen Abdeckung sind prinzipiell fast keine weiteren Terminalstandorte erforderlich. Allerdings ist es zur Realisierung der erwarteten Verkehrsverlagerungen bis 2030 notwendig, dass die bestehenden Standorte mit der Nachfrageentwicklung mitwachsen. Hierzu müssen immer ausreichende Verkehrs-, Depot- und Lagerflächen sowie Liegeplätze, Umschlaggleise und Kräne bereitgestellt werden. Können diese Flächen und Produktionskapazitäten an den vorhandenen Terminals nicht mehr bereitgestellt werden, müssen in den entsprechenden Verkehrsräumen auch alternative Standorte von den Gemeinden zur Umsetzung der Verkehrsnachfrage zur Verfügung gestellt werden.

Aufgrund der steigenden Verkehrsnachfrage wird die DB Netz AG mit einem Investitionsaufwand von rd. 600 Mio. € zusätzliche Kapazitäten für 1,2 Mio. LE an 15 KV-Standorträumen aufbauen. In Regensburg und Augsburg werden sogar vollständig neue Terminalstandorte errichtet, da eine Erweiterung der bestehenden Terminals nicht mehr möglich ist. Durch diese vom Bund finanzierten Maßnahmen werden rd. 300 Mio. Lkw-km p.a. vermieden.

Neben diesen vom Bund direkt finanzierten Ausbauplanungen finden weitere Ausbauten in privater Trägerschaft statt, wie z. B. der Ausbau der Terminalkapazitäten an den Standorten in Köln-Nord, Regensburg-Hafen, Nürnberg, Duisburg etc. In der Regel werden auch diese privaten Ausbaumaßnahmen über die KV-Förderrichtlinie mit bis zu 80% bezuschusst, sofern der Wettbewerb zwischen den Standorten nicht durch die Förderung verzerrt wird.

Die erreichte hohe Abdeckung des Bundesgebietes mit KV-Terminals und die überdurchschnittliche Nachfrageentwicklung im KV ist unter anderem auch ein Ergebnis der seit 1998 aufgelegten Förderung der Umschlaganlagen im KV. Dieses Förderinstrument ist für die erfolgreiche Realisierung weiterer Verlagerungen im Güterverkehr unbedingt fortzusetzen. Zu prüfen ist jedoch durch das BMVI, ob nicht auch eine Bezuschussung des Vor- und Nachlaufes im kombinierten Verkehr in die Förderung miteinbezogen werden kann, oder nicht gar infrastrukturelle Maßnahmen entlang einer gesamten Transportkette gefördert werden können.

Allerdings reicht die finanzielle Förderung durch den Bund zur Zielerreichung nicht aus. Genauso wichtig ist das Bereitstellen entsprechender Verkehrsflächen für den Aus- und den Neubau in den entsprechenden aufkommensstarken Gemeinden. Deswegen müssen Gemeinden die jeweiligen Terminals bei der Erweiterung ihrer Kapazitäten und Aufrechterhaltung ihrer Wettbewerbsfähigkeit auch mit der Bereitstellung entsprechender Freiflächen oder der Umwidmung von Flächen unterstützen. Genauso wichtig ist es, Flächenkonkurrenzen mit anderen Funktionen im Rahmen der Stadtplanung ausreichend zu berücksichtigen, und Verkehrsflächen nicht frühzeitig für andere Nutzung umzuwidmen.

2.1.5 Regional konsolidierte Gewerbeflächenentwicklung - Konzentration und Bereitstellung von Logistik- und Gewerbeflächen an verkehrszentralen Standorten zur Förderung kombinierter Verkehre

Kombinierte Verkehre bestehen aus einem Hauptlauf per Schiene bzw. Wasserstraße und einem Vor- und Nachlauf (inkl. Umschlag) per Straße. Hierbei machen die Vor- und Nachlauftransporte einen beträchtlichen Anteil an den Gesamtkosten eines Transportes aus. So nehmen im Schnitt bei einem Transport über 350 km die Vor-, Nachlauf- und Umschlagkosten einen Anteil von rd. 70% ein (siehe Kapitel 2.2.8.5.2). Im Fall eines Vor- und Nachlaufs von 30 km haben die Lkw-kosten einen Anteil von 60%. Erhöht sich der Vor- und Nachlauf von 30 km auf 50 km, dann steigt der Anteil der Vor- und Nachlaufkosten per Lkw auf rd. 70% der Gesamtkosten. Aus Sicht der Unternehmen steigt zudem die für den KV erforderliche Mindestdistanz von rd. 350 auf rd. 430 km, da ansonsten der KV teurer als der Lkw-Direkttransport wäre. In diesem Kontext hatten

die Unternehmen in der Befragung angegeben, dass schienenbasierte Transporte in keinem Fall teurer als konventionelle Lkw-Transporte sein dürften. Dadurch wird deutlich, dass die Höhe der Vor- und Nachlaufkosten per Lkw einen entscheidenden Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit und die Erfolgsaussichten (Verlagerungschancen) des KV haben. Je näher die Quell- und Zielstandorte an den Terminalstandorten liegen, desto niedriger fallen die Vor- und Nachlaufkosten aus und desto höher sind die Erfolgchancen von kombinierten Verkehren, und damit auch die Verlagerungschancen von Lkw-Verkehren auf Schiene und Wasserstraße.

In der wissenschaftlichen Literatur wird schon seit Jahren darüber diskutiert, Gewerbeflächen an Standorten zu entwickeln, die transportlogistisch vorteilhaft (kurze Wege zum Fernstraßennetz, konfliktarme Ver- und Entsorgung) sind und über ein geringes Umweltkonfliktpotenzial verfügen. Geeignete Standorte hierzu sind bereits vorhandene Standorte mit einem hohen lokalen Grundaufkommen im Güterverkehr und einem breiten logistischen Angebot, inklusive der Möglichkeit, intermodale Verkehre durchzuführen. Hierfür geeignete Standorte sind Häfen, Güterverkehrszentren, große Industriestandorte und KV-Terminals. Die Diskussion wird in der Literatur unter dem Begriff einer „regional konsolidierten Gewerbeflächenentwicklung“ geführt. Eine Konzentration von Logistik- und Gewerbeflächen um solche natürlichen Verkehrszentren würde das lokale Verkehrspotential der Standorte erhöhen und die Wahrscheinlichkeit für Verkehrsverlagerungen vom Lkw auf die anderen Verkehrsträger erhöhen, weil Vor- und Nachlaufkosten niedrig gehalten werden können und kritische Aufkommensmassen für Zugverbindungen leichter übersprungen werden können.

Voraussetzung einer regional konsolidierten Entwicklung ist jedoch eine gemeindeübergreifende Gewerbeflächenentwicklung, die die Belange einer vorher abgegrenzten Region (auch länder- und kreisübergreifend) in den Vordergrund stellt und berücksichtigt. Vorteile von konsolidierten Flächenerschließungen können nicht nur ökologischer und verkehrlicher Natur sein, sondern auch fiskalischer, wie z. B. niedrigere Kosten der Flächenerschließung (Kanalisation, Telekommunikation, Verkehrsinfrastruktur, Aufbau von ÖPV-Angeboten etc.) und administrativer Natur, wie z. B. kürzere Entwicklungsdauern von Flächenangeboten.

Aktuell bestehen wenig fiskalische Anreize, gemeindeübergreifende Entscheidungen herbeizuführen und auf den Wettbewerb bei der Gewerbeflächenerschließung zu verzichten. So können gemeindeübergreifende Entscheidungen für eine einzelne Gemeinden auch nachteilig sein, wenn z. B. große Flächen verfügbar sind und durch den Verzicht auf eine Gewerbeflächenausweisung und den häufig damit verbundenen multiplikativen Effekt von Wohnansiedlungen auf höhere Einnahmen an Gewerbe- und Einkommensteuer verzichtet wird. Sehr häufig werden in der Hoffnung auf höhere fiskalische Einnahmen die o. g. Kosten für die Gewerbeflächenerschließung in Kauf genommen. Somit führt der kommunale Wettbewerb aus gesamtwirtschaftlicher Sicht zu Ineffizienzen, da die angebotenen Gewerbeflächen gegenüber der aktuellen Nachfrage überhöht sind und dadurch häufig zu niedrigen Preisen (Pacht- oder Kaufpreise) angeboten werden. Auch trägt die diese Situation zur Flächenzersiedlung bei.

Deswegen gilt es zukünftig, Instrumente und Anreize zu entwickeln, die eine konsolidierte Flächenentwicklung an zentralen logistisch geeigneten und umweltverträglichen Standorten um die Häfen, KV-Terminals und Güterverkehrszentren zu erleichtern. Hierdurch sollen verkehrssensitive und für die städtebauliche Nutzungsmischung ungeeignete Unternehmen räumlich konzentriert angesiedelt und von ökologisch sensiblen Gebieten ferngehalten werden.

Das UBA hat im Rahmen eines Forschungsprojektes die Umsetzung von konsolidierten Flächenentwicklungen untersucht und Eckpunkte für die nachhaltige Entwicklung von Logistikregionen- und -zentren ausgearbeitet. Hierzu gehören u. a.

- ▶ die Erarbeitung regionaler Infrastrukturkonzepte, inkl. der Berücksichtigung von Flächen-, Umschlag- und Verkehrsaspekten,
- ▶ die Förderung ausgewählter Standorte, die planerischen und ökologischen Aspekten besonders genügen, sowie die Förderung ressourcenschonender Erschließungsmaßnahmen sowie
- ▶ die Förderung flächeneffizienter Ansiedlungen von Logistikbetrieben

an Standorten mit hoher logistischer Relevanz und Verkehrsbedeutung.

Wünschenswert wäre die Entwicklung eines Förderprogrammes auf Bundesebene, welches private und gemeinschaftliche Initiativen, wie sie oben aufgeführt sind, finanziell unterstützt.

Hierzu ist es sinnvoll in einem ersten Schritt einen Rahmenplan zu erstellen, welche Standorte aus Sicht des Güterverkehrs besonders relevant sind.

2.1.6 Fortsetzung der Gleisanschlussförderung

Obwohl der kombinierte Verkehr als der goldene Weg gilt, kurzfristig Lkw Transporte auf die Schiene zu verlagern, so gibt es weiterhin viele Firmen, deren regelmäßige Versandmenge die Einheit eines Lkw bei weitem übersteigt. Diese Firmen nutzen zwar den Lkw mangels Alternative, dennoch könnte auch ein Wagengruppen- oder Ganzzugverkehr auf der Schiene eine Alternative sein. Aus der empirischen Untersuchung wird deutlich, dass eine Vielzahl der Befragten Unterstützungen beim Aufbau eigener Gleisanschlüsse fordert, um eine direkte Versorgung per Schiene zu ermöglichen. 23% von ihnen verfügen bereits über einen eigenen Werksanschluss. Bundesweit ist die Zahl der Werksanschlüsse jedoch deutlich zurückgegangen. Lag die Zahl der Gleisanschlüsse in Deutschland bei der Bahnreform 1994 noch bei 11.742, so waren es 2018 nur noch 2.351 Anschlüsse.

Der Aufbau eigener Gleisanschlüsse zur Förderung des Schienengüterverkehrs wird bereits seit 2004 vom Bund mit Zuschüssen über die Gleisanschlussförderung gefördert. Hierüber gewährt der Bund privaten Unternehmen eine Zuwendung in maximaler Höhe von 50% für den Neubau und die Reaktivierung von Gleisanschlüssen. Mit Hilfe der Förderung wurden zwischen 2004 und 2010 rd. 10,5 Mio. t an Gütern (bzw. 3,1 Mrd. tkm) zusätzlich auf die Schiene gebracht⁴⁰. Dies entspricht rd. 30 % des Wachstums im Schienengüterverkehr in Tonnen bzw. rd. 20 % der zusätzlichen Transportleistung im gleichen Zeitraum. Je gefördertem Antrag konnten rd. 120 kt (bzw. rd. 35,7 Mio. tkm) auf die Schiene verlagert werden. Die erzielten Ergebnisse deuten trotz der geringen Fallzahlen (rd. 15 Anträge pro Jahr) darauf hin, wie wichtig dieses Förderinstrument für den Schienengüterverkehr ist.

Die Förderrichtlinie wurde aktuell überarbeitet und berücksichtigt ab März 2021 auch die Förderung von Ersatzinvestitionen, multifunktionalen Anlagen für den Umschlag von Gütern zwischen Straße und Schiene sowie Zuführungs- und Industriestammgleisen. Insbesondere der Umschlag mittels Multifunktionsanlagen kommt dem in der Befragung von manchen Unternehmen geäußerten Wunsch nach auf neuen bzw. anderen Transportmitteln auf der Schiene entgegen und ergänzt die bestehenden Angebote im KV.

Aufgrund des Erfolges des Förderprogrammes, ist dieses auch langfristig fortzusetzen und kontinuierlich hinsichtlich der Förderbedingungen weiterzuentwickeln. Dies gilt auch für die weitere Vereinfachung des Antragstellungsprozesses. Im Rahmen der regelmäßigen Evaluierungen der

⁴⁰ Zwischen 2005 und Mitte 2011 wurden insgesamt 96 Förderanträge gefördert (Deutscher Bundestag, Drucksache 17/7163 vom 27.9.2011).

Förderrichtlinie ist sicherzustellen, dass die Förderzuschüsse den Förderzweck sicherstellen können und nicht zu niedrig ausfallen. Auch ist zu gewährleisten, dass dieses Programm einem breiteren Kreis von Logistikern bekannt wird.

2.1.7 Verbesserung bzw. Erhöhung der Interoperabilität im europäischen Schienengüterverkehr und Harmonisierung der Zugangsbedingungen

Durch die Einführung von ETCS wird die europaweite Interoperabilität, worunter das grenzüberschreitende Fahren auf benachbarten Schieneninfrastrukturnetzen mit gleichen Zugbeeinflussungssystemen verstanden wird, unterstützt. Mit der ETCS-Einführung ist die Hoffnung auf eine Vereinheitlichung unterschiedlicher Eisenbahntechnik in Europa und die Abkehr von nationalen Bahnsystemen verbunden. Dies betrifft nicht nur die Harmonisierung technischer Standards, sondern auch die mit der Fahrt über ein fremdes Schieneninfrastruktturnetz erforderlichen Sprachkenntnisse. Aufgrund der nationalen Systeme ist in der Regel ein Lokwechsel im Grenzbahnhof erforderlich, der mehrere Stunden dauern kann. In bestimmten Fällen ist es sogar günstiger oder erforderlich, Güter umzuladen. Darüber hinaus ist der Einsatz von Mehrsystemlokomotiven erforderlich, die gegenüber Einsystemlokomotiven bis zu 15% höhere Betriebskosten aufweisen. Um die hiermit verbundenen Nachteile aufzufangen fördern die EU und andere Organisationen die Einführung international normierter Systeme (ERTMS), die insbesondere auf eine Harmonisierung der Zugbeeinflussungssysteme abzielen. Dies ist auch deswegen erforderlich, da 40% des Schienengüterverkehrs auf grenzüberschreitenden Relationen stattfindet.

Durch die Vereinheitlichung der Zugbeeinflussungssysteme soll die Wettbewerbsfähigkeit des Systems Schiene erhöht werden, um Verlagerungen von anderen Verkehrsträgern herbeizuführen. Darüber hinaus erhöht sie die Sicherheit der Fahrzeuge. Eine ETCS-Einführung ist insgesamt mit folgenden Effekten verbunden:

- ▶ Vereinfachung des grenzüberschreitenden Schienenverkehrs,
- ▶ Verzicht auf Mehrfachausrüstung der Lokomotiven mit mehreren Zugbeeinflussungssystemen,
- ▶ Einheitliche Ausbildung der Lokomotivführer an einem Zugbeeinflussungssystem.

Das ETCS-System⁴¹ kann in drei grundlegenden Varianten ausgebaut werden. Neben dem Netz sind auch die Triebfahrzeuge auf das neue ETCS-System umzustellen. Häufig ist mit dem Einbau des ETCS auch eine Anpassung der Blockabschnitte verbunden, wodurch Leistungsfähigkeitserhöhung der Strecken um bis zu 10% realisiert und Erweiterungsinvestitionen eingespart werden können.

In Deutschland ist aktuell neben kurzen Grenzbetriebs- und Durchgangsstrecken zwischen der Schweiz und Deutschland nur die Strecke Leipzig-Erfurt-Nürnberg mit ETCS ausgerüstet worden. Der deutsche Teil des Rhine-Alpine-Korridors soll folgen. Darüber hinaus werden weitere Grenzübergänge und einige Ausbaustrecken, wie Berlin-Dresden und Berlin-Frankfurt/Oder ausgebaut. Mit dem Programm „Digitale Schiene Deutschland“ plant das BMVI die flächendeckende Einführung neuer Leit- und Sicherungstechnik, sowie den Ausbau digitaler Stellwerke im gesamten Netz bis 2040. Der hiermit verbundene Investitionsaufwand wird auf bis zu 35 Mrd. €

⁴¹ Christoph Lackhove, Methode zur Optimierung der Migration von ETCS, Berichte aus dem DLR-Institut für Verkehrssystemtechnik, Band 25, Braunschweig 2014

geschätzt. Damit wird eine Steigerung der Leistungsfähigkeit des Netzes, die Senkung von Betriebskosten und eine Erhöhung der Energieeffizienz erwartet.

Leider zeichnet sich jetzt schon ab, dass das ETCS in nationalen Eisenbahnsystemen eingesetzt wird, die sich hinsichtlich der Betriebsverfahren bei der Abfertigung von Zügen voneinander unterscheiden. Dies kann eine Differenzierung des ETCS-Systems in nicht miteinander harmonisierende nationale Systeme zur Folge haben, womit das eigentliche Ziel der Harmonisierung trotz erhöhter Kosten in weite Ferne rücken würde.

Deswegen sollte sich das BMVI weiterhin für eine stärkere Harmonisierung der europaweiten Betriebsverfahren einsetzen.

2.2 Maßnahmen zur Verbesserung des relativen Kostenvorteils der Schiene und des Binnenschiffs

Wie die Befragung der Verlagerer und zum Teil auch der Transportunternehmen ergeben hat, besteht prinzipiell ein großes Interesse, die Schiene bzw. die Wasserstraßen zu nutzen, sofern deren Angebote nicht teurer sind als reine Straßentransporte. Insofern stellt die Steigerung der reinen preislichen Wettbewerbsfähigkeit von Straße und Binnenschiff im Vergleich zur Straße nicht nur einen wichtigen Hebel für eine Änderung des Modalsplit dar, sondern diese ist schlicht eine notwendige Voraussetzung hierfür. Dies bedeutet, dass viele infrastrukturellen Maßnahmen insbesondere für die Schienenwege und für den kombinierten Verkehr ins Leere laufen werden, sofern die rein preisliche Konkurrenzfähigkeit nicht sichergestellt ist.

Die hier abgleitenden Handlungsempfehlungen stammen im Detail nicht direkt aus der Befragung, sondern leiten sich aus den vorangegangenen Ausführungen in den Kapiteln 2.1 und 2.2 sowie aus den Praxiserfahrungen der an der Studie beteiligten Gutachter ab, dass insbesondere mit diesen Maßnahmen absolute und relative Kostensenkungen der alternativen Verkehrsträger realisiert werden können.

2.2.1 Volle Berücksichtigung der externen Kosten des Lkw in die Lkw-Maut

Zur Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit der Schiene und Wasserstraße können nicht nur verkehrsträgerendogene Maßnahmen getroffen werden. Die Wettbewerbsfähigkeit von Schiene und Wasserstraße kann auch durch die Beseitigung der Subventionierung der gesellschaftlichen Kosten der Straße verbessert werden. Dies kann durch eine Voll- oder Teilanlastung der externen Kosten des Lkw-Verkehrs über die Maut sowie eine Erweiterung der Lkw-Maut auf alle Straßenabschnitte bzw. der Außerortsstraßen erfolgen.

Die aktuelle, seit 2019 geltende, Mauttarifierung berücksichtigt aktuell auch externe Kosten für Luftverschmutzung und Lärmbelästigung. Diese liegen differenziert nach fünf Schadstoffklassen zwischen 1,3 ct/Lkw-km und 8,7 ct/Lkw-km. Die Mautsatzanteile für die Infrastruktur werden nach vier Achsklassen differenziert und liegen zwischen 8,0 ct/Lkw-km und 17,4 ct/Lkw-km. In Verbindung mit den fünf Schadstoffklassen entsteht eine Gesamtmautbelastung je nach Schadstoff- und Achsklasse zwischen 9,3 ct/Lkw-km und 26,1 ct/Lkw-km.

Infras schätzt in seiner aktuellsten Studie die externen Kosten des Lkw-Verkehrs auf durchschnittlich 4,46 ct/tkm⁴². Damit liegen die externen Kosten des Lkw mehr als doppelt so hoch wie die der Schiene (2,04 ct/tkm) bzw. die des Binnenschiffes (2,19 ct/tkm).

Geht man von einem durchschnittlichen Lkw-Ladegewicht von 8 t aus, dann liegen die durchschnittlichen externen Kosten je gefahrenem Lkw-km bei ca. 35,7 ct. Über die Maut werden aktuell nur maximal 8,7 ct je gefahrenem km abgedeckt, bei neueren Lkw sind es sogar nur 1,3 ct. Berücksichtigt man jedoch, dass auch die alternativen Verkehrsträger erhebliche externe Kosten verursachen, und berücksichtigt man darüber hinaus, dass die externen Kosten des Lkw-Verkehrs zweieinhalbmal höher liegen als bei Schiene und Binnenschiff, dann entstehen pro Lkw-km ungefähr 20 ct/Lkw-km mehr externe Kosten als bei den alternativen Verkehrsträgern, von denen nur die o.g. Beträge bis zu 8,7 ct/Lkw-km über die Maut bereits abgeschöpft werden.

Würde man den Lkw-Verkehr mit seinen vollen externen Kosten über die Maut belasten, dann wäre dies gleichbedeutend mit einer zusätzlichen Belastung zwischen 20% und 30% der Lkw-Kosten. Würde man nur die absolute Differenz zu den externen Kosten der alternativen Verkehrsträger berücksichtigen, dann würde immer noch eine zusätzliche Belastung zwischen 8% und 16% resultieren.

Insbesondere im kombinierten Verkehr könnte die Berücksichtigung der vollen externen Kosten des Lkw-Verkehrs zu deutlichen Wettbewerbsverbesserungen bei Bahn und Binnenschiff führen. Im Rahmen eines Gutachtens für das Land Baden-Württemberg⁴³ errechnete die TRIMODE aufgrund einer Erhöhung der Lkw-Kosten um ca. 37%, eine Verkehrserhöhung im Schienengüterverkehr um rd. 15% und bei der Wasserstraße um rd. 5%. Eine bis zu 30% gehende Kosten-erhöhung des Lkw-Verkehrs aufgrund der vollen Anrechnung der anfallenden externen Kosten könnte somit das Verkehrsaufkommen beider alternativer Verkehrsträger in besonderem Maße positiv beeinflussen.

Zur Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit von Schiene und Wasserstraße ist vom Bund somit die Einbeziehung der vollen Kosten bzw. zumindest der Differenz zu den alternativen Verkehrsträgern im Rahmen der Maut zu prüfen und umzusetzen. Auch sollte die Lkw-Maut, die bisher nur auf Autobahnen und Bundesstraßen gültig ist, in Abstimmung mit den Ländern zumindest auf alle fernverkehrsrelevanten Außerortsstraßen erweitert werden.

2.2.2 Senkung der Kosten für den Infrastrukturzugang der Schiene - Fortsetzung der Trassenpreisförderung

42 Geschätzt für das Jahr 2017; Infras, Externe Kosten des Verkehrs in Deutschland, Zürich 2019.

43 ITP, IVV, TRIMODE, PLANCO, Klimaschutz-Szenario Baden-Württemberg 2030, 2017.

Abbildung 10 in Kapitel 2.2.8.2 ist zu entnehmen, dass die Trassenkosten mit Anteilen zwischen 15% und 20% nach den Betriebskosten die mitbedeutendste Kostenkomponente im Schienengüterverkehr sind. Minderungen der Trassenkosten können somit einen bedeutenden Einfluss auf die Wettbewerbssituation haben.

Um den klimafreundlichen Schienengüterverkehr zu fördern, und weitere Verlagerungen vom Lkw auf die Schiene zu erleichtern, beteiligt sich das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur über das Trassenpreisfördergesetz an den Trassenpreiskosten der Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVUs). Die Förderung ist so ausgerichtet, dass der Bund sich anteilig an den Trassenpreiskosten beteiligt. Dies bedeutet, dass die Trassenpreise unverändert bleiben, der Bund die Kosten jedoch im Rahmen der Förderung anteilig ersetzt. Als Förderrahmen werden hier jährlich bis zu 350 Mio. € bereitgestellt. Die Fördersätze sind so berechnet, dass bei gegebenen Trassenentgelten und der jährlich prognostizierten Betriebsleistung die zur Verfügung stehenden Fördermittel vollständig ausgeschöpft werden. Dadurch ergibt sich jährlich eine unterschiedliche Förderung der Trassenpreise. Während die Förderquote in 2019 bei 47% der Trassenpreiskosten lag, liegt sie aktuell bei rd. 48%.

Der Bund strebt mit dieser Förderung eine indirekte Entlastung der Verlagerer an, weil er annimmt, dass die durch die Förderung reduzierten Kosten des Schienentransportes von den EVUs an diese weitergegeben werden. Dies ist jedoch in der Förderung nicht sichergestellt. Berechnungen der TRIMODE im Rahmen anderer Studien zeigen, dass bei einer Halbierung der Trassenpreiskosten in Deutschland Verkehrsverlagerungen von bis zu 3% des prognostizierten Gesamtschienentransports möglich sind. Die mit der Wettbewerbsverbesserung der Schiene zu erwartenden Verkehrsverlagerungen kommen zu rd. 90% vom Lkw, sodass das erwartete Verlagerungswünsche mit der Maßnahme erzielt werden können.

Diese Fördermaßnahme, die bis 2021 befristet ist, wird gegenwärtig aktualisiert. Zur Wettbewerbsverbesserung der Schiene ist die Fortsetzung der Maßnahme zu empfehlen, da sie geeignet ist, entsprechende Verlagerungswirkungen zu erzeugen. Aktuell fördert der Bund nur die von Bundesschienewegen entstehenden Trassenkosten. Zur höheren Durchschlagskraft der Maßnahme sind jedoch auch die Kosten der NE-Strecken (nichtbundeseigene Strecken) mit einzubeziehen, die in Teilbereichen durchfahren werden bzw. im Rahmen der Ersten- und Letzten-Meile anfallen. Auch ist darüber nachzudenken, ob die Trassenpreise nicht einfach zu einem bestimmten %-Satz gesenkt werden und Prüfkriterien in die Förderung eingebaut werden, die eine Weitergabe an die Verlagerer gewährleisten.

2.2.3 Gewährung von Betriebskostenzuschüssen zur Stärkung intermodaler Verkehre

In der empirischen Bestandsaufnahme wurde u. a. deutlich herausgearbeitet, dass es zwei wesentliche Gründe gibt, die eine stärkere Berücksichtigung von Bahn und Binnenschiff und somit die Realisierung eines höheren Marktanteils einschränken:

- Kleine Sendungs- und Partigrößen (Kapitel 1.2.8.5.1 und 1.2.8.5.2) lassen die Massenvorteile der beiden Verkehrsträger nicht zur Geltung kommen, sodass der Lkw-Transport kostengünstiger ausfällt als bei den alternativen Verkehrsträgern.
- Rd. 75% des gesamten Güterverkehrsaufkommens wird auf Quell-Ziel-Relationen umgesetzt, die bis zu 200 km voneinander entfernt sind. Der Anteil der Bahn und des Binnenschiffes auf diesen Relationen ist mit knapp 6% sehr niedrig und beschränkt sich i. d. R. auf interne Werksverkehre. Die Umsetzung von intermodalen Transporten mit den beiden alternativen Verkehrsmitteln scheitert im Wesentlichen an der Höhe der Vor- und Nachlaufkosten und / oder an einer verfügbaren Anbindung (Kapitel 1.2.7).

Insbesondere vor dem Hintergrund der aktuellen Klimadiskussion hat die Politik bereits offen den Wunsch geäußert, dass insbesondere die Schiene sich in Zukunft zu einer tragenden Säule im Güterverkehr entwickeln und einen Marktanteil von bis zu 25% an der Verkehrsleistung erreichen soll. Dies würde bedeuten, dass die Verkehrsleistung der Schiene gegenüber heute um über 60%, gegenüber dem im Jahr 2030 erwarteten Wachstum um weitere 35% ansteigen muss.

Mit den bisher diskutierten Handlungsempfehlungen ist zwar eine Verbesserung der Situation der Schiene (und auch des Binnenschiffes) zu erwarten, allerdings können mit diesen Maßnahmen weitestgehend nur die bereits erwarteten Verkehrspotentiale gesichert werden. Um die im 25%-Ziel ausgedrückten Marktanteile und Aufkommen zu realisieren, müssten die entscheidenden kostenseitigen Hindernisse weitergehend, entweder über Betriebskostenzuschüsse oder gezielte Ansiedlungen von Logistikleistungen in der Nähe von intermodalen Standorten, gemindert werden. Letzteres wurde bereits in Kapitel 2.1.5 diskutiert.

In Kapitel 1.2.8.4 wurde bereits dargestellt, dass die Schwelle, ab der ein direkter Ganzzugs-transport mit E-Traktion gegenüber einem Lkw-Transport mit 27 Ladungstonnen günstiger ausfällt, bei rd. 400 t pro Sendung und bereits ab einer Transportentfernung von rd. 20 km liegt.

Die umgesetzte Befragung zeigt aber auch, dass Partiegrößen bis 30 t das Verkehrsgeschehen (zu fast 85%) dominieren. Um solch eine Partie auf dem Schienenweg zu transportieren, entstehen je nach Transportentfernung zwischen 7 bis 12-mal höhere Kosten als per Lkw. Absolut liegen die Kosten der Schiene zwischen rd. 30 €/t (bei einer Entfernung von 20 km) und rd. 500 €/t (bei einer Entfernung von 1.000 km) höher als beim Lkw, auf bis zu 200 km entfernten Relationen um die 100 €/t.

Eine Verlagerung solcher Kleinpartien auf Schienendirekttransporte anzustreben, ist weder aus wirtschaftlicher noch aus kapazitativer Sicht vernünftig. Jedoch angesichts der obigen Erkenntnis, dass Schienentransporte bereits ab einer Beladungsgrenze von 400 t wirtschaftlich mit einem direkten Lkw-Transport konkurrieren können, muss es politisches Ziel sein, aktuell per Lkw transportierte Ladungsaufkommen an zentralen Verladestellen zu bündeln, sodass Züge mit einer Beladung von über 400 t gebildet werden können und der Hauptlauftransport wirtschaftlich per Schiene erfolgen kann; der Vor- und Nachlauf würde in diesem Fall per Lkw erfolgen.

Damit dies allerdings wirtschaftlich gegenüber einem Direkttransport per Lkw dargestellt werden kann, müssen die Vor- und Nachlaufkosten (inklusive der damit verbundenen Umschlagkosten) staatlich bezuschusst werden. Nur dann kann diese Verlagerung, ohne weitere verkehrliche Verbote, gelingen. Diese Subventionierung müsste bei konventionell transportierten Gütern zumindest auf Relationen mit einer Entfernung von bis zu 500 km und im kombinierten Verkehr auf Relationen von unter 300 bis 350 km erfolgen. Die damit verbundenen Zuschüsse würden im konventionellen Bereich bei rd. 25 €/t liegen, im kombinierten Verkehr bei rd. 450 € pro Ladeinheit.

2.2.4 Fortsetzung der Elektrifizierung des Schienennetzes auf den wichtigsten Güterverkehrsrouten

Aus Kapitel 2.2.8.2 ist ebenfalls zu entnehmen, dass Diesel-Lokomotiven gegenüber Elektro-Lokomotiven 25% höhere Vorhalte- und 150% höhere Betriebskosten aufweisen. Hieraus resultieren Transportkostennachteile, die relationsspezifisch insgesamt zwischen 20% und 30% liegen

können. Um diese Nachteile zu vermeiden, werden Diesel-Lokomotiven auf langlaufenden Verkehren nur soweit erforderlich eingesetzt, i. d. R. findet am nächstmöglichen Rangierbahnhof ein Traktionswechsel statt.

Eine Vollelektrifizierung des Infrastrukturnetzes würde somit den Betrieb von teuren Diesel-Lokomotiven nur noch auf die Rangierbahnhöfe konzentrieren. Darüber hinaus könnten Strecken in Störungssituationen flexibel genutzt werden, was die Wettbewerbsfähigkeit der Schiene aufgrund der damit verbundenen Erhöhung der Transportzuverlässigkeit weiter erhöhen würde. Im Bedarfsplan der Schiene sind bereits zahlreiche Elektrifizierungsmaßnahmen enthalten, die den Elektrifizierungsgrad des Bundesschienennetzes von aktuell rd. 61% auf rd. 67% erhöhen werden. Im aktuellen Koalitionsvertrag wird zur weiteren Reduzierung des Einsatzes von Lokomotiven mit fossilen Betriebsstoffen eine Elektrifizierungsquote von 70% des Netzes angestrebt.

Um dies zu erreichen, hat der Bund 2019 das Förderprogramm „Elektrische Güterbahn“ aufgelegt, welches auf Strecken abzielt, die bisher nicht im Bedarfsplan oder anderen Finanzierungsinstrumenten (z. B. GVFG) finanzierungsfähig waren. Das sind insbesondere:

- ▶ Elektrifizierungen potentieller Ausweichstrecken für stark befahrene Schienengüterverkehrskorridore,
- ▶ Elektrifizierung von Lückenschlüssen zur Ermöglichung durchgehender Elektrotraktion im Güterverkehr,
- ▶ elektrifizierte Aufladestrecken für alternativangetriebene Schienengüterfahrzeuge.

Die geplanten Elektrifizierungen im Rahmen dieses Ausbauprogramms sollen einem flexiblen, robusten und umweltfreundlichen Schienengüterverkehr dienen. Für den Bereich des Güterverkehrs prüft der Bund aktuell rd. 340 von den Ländern und den Verbänden eingereichte Vorschläge zur weiteren Streckenelektrifizierung.

Die Ergebnisse dieses Förderprogrammes sind noch nicht veröffentlicht. Allerdings ist zu erwarten, dass man durch die den Bedarfsplan Schiene ergänzenden Maßnahmen eine maximale Elektrifizierungsquote von 70% des Netzes erreichen wird, wie es auch im Koalitionsvertrag beschlossen wurde. Der Bund sollte langfristig jedoch allein aus Resilienzgründen die Vollelektrifizierung des Netzes als Ziel verfolgen. Für den Güterverkehr besonders wirksame Maßnahmen sind z. B.

- ▶ Bremerhaven – Bremervörde – Buxtehude
- ▶ Bremerhaven – Bremervörde – Rotenburg
- ▶ Soltau – Celle
- ▶ Löhne – Hameln
- ▶ Oebisfelde – Glindenberg
- ▶ Oldenburg – Osnabrück
- ▶ Schwerte – Warburg
- ▶ Erfurt – Bad Langensalza

- ▶ Weißenfels – Zeitz
- ▶ Cottbus – Horka
- ▶ Wetzlar – Niederlahnstein
- ▶ Gießen – Fulda
- ▶ Gießen – Gelnhausen
- ▶ Mühlendorf – Simbach.

Darüber hinaus gibt es zahlreiche Werks- und Industrieanschlüsse (Lückenschlüsse) mit bedeutenden Güterverkehren, die durch eine Elektrifizierung in ihrer Wettbewerbsfähigkeit gestärkt werden können. Hierbei handelt es sich insbesondere um:

- ▶ Neuburxdorf – Mühlberg
- ▶ Duisburg Hochfeld – Duisburg Mannesmann
- ▶ Gerstungen – Unterbreizbach
- ▶ Tiefenbroich – Rohdenhaus
- ▶ Borstel – Niedergörne
- ▶ Wilhelmshaven Ölweiche – Wilhelmshaven Nord
- ▶ Braunschweig Hafen – Braunschweig Rbf
- ▶ Aschaffenburg Hbf – Aschaffenburg Hafen
- ▶ Brandenburg Hbf – Brandenburg Altstadt.

Diese Maßnahmen sind unabhängig von einer Wirtschaftlichkeit auf Umsetzung im Rahmen der Elektrifizierungsoffensive zu prüfen.

2.2.5 Förderung von Last-Mile und Dual-Mode-Lokomotiven

Die Kostennachteile, die im Schienengüterverkehr bei Befahrung nicht elektrifizierter Strecken entstehen können, lassen sich nicht nur durch die Elektrifizierung der Infrastruktur beseitigen, sondern auch durch den Einsatz von Lokomotiven mit innovativen und neuen Antrieben, die auf diesen Strecken ohne größere Nachteile verkehren können. Hierzu gehören Hybrid-, Dual-Mode und Last-Mile Lokomotiven. Die Anschaffung solcher Lokomotiven mit neuen innovativen Antrieben sind vom Staat zu fördern und verstärkt zu unterstützen.

Hybrid-Lokomotiven verfügen neben einem Elektromotor über einen Stromgenerator und eine Batterie als Energiespeicher. Bei Teillast fährt die Lok mit dem Strom aus der Batterie. Wird mehr Leistung benötigt, hilft ein Dieselmotor mit. Der Motor dient auch als Stromgenerator zum Nachladen der Batterie. Hybridloks eignen sich besonders für den Rangierbetrieb mit häufigem Anfahren und Anhalten.⁴⁴

Last-Mile-Lokomotiven verfügen über zwei Antriebe. Sie verbindet einen vollwertigen Elektroantrieb mit einem Diesel-Hilfsmotor. Die Stromversorgung erfolgt über die Oberleitung. Auf

⁴⁴ vgl. Allianz pro Schiene: <https://www.allianz-pro-schiene.de/glossar/hybrid-lokomotive/>

Streckenabschnitten ohne Oberleitung schaltet die Last-Mile-Lokomotive einfach auf den Hilfsantrieb um. Last-Mile-Lokomotiven haben den Nachteil, dass sie im Dieselbetrieb noch über eine zu geringe Zugkraft verfügen⁴⁵. Deswegen sind sie zur Überbrückung kurzer Strecken ohne Oberleitung, insbesondere am Anfang und Ende einer Strecke ohne Oberleitung, geeignet.⁴⁶

Eine Dual-Mode-Lokomotive vereint zwei vollwertige Lokomotiven in einem Fahrzeug. Zum einen ist die Dual-Mode-Lokomotive eine echte E-Lok, die mit Strom aus der Oberleitung fährt, zum anderen hat die Dual-Mode-Lokomotive auch einen emissionsarmen Dieselmotor (mit einem 2.600 l fassenden Tank) an Bord, welcher auf Strecken ohne Oberleitung Strom für den Antrieb erzeugt, sodass Elektrifizierungslücken im Netz gut ausgefüllt werden können. Dual-Mode-Lokomotiven sind aufgrund ihrer Leistung, unabhängig von der Betriebsart, mit 2.000 kW am Rad und einer Geschwindigkeit von 160 km/h besonders leistungsstark.⁴⁷

Insbesondere in den letzten Jahren sind verstärkt Bestellungen solcher Lokomotiven mit innovativen Antrieben zu beobachten. So hat die Bahn im September 2020 über 400 neue Dual-Mode-Lokomotiven bestellt, um bis zum Jahr 2030 70% der Diesellokomotiven mit innovativen Antrieben auszustatten⁴⁸. Die Zahl der bestellten Lokomotiven entspricht rd. 10% aller in Deutschland gemeldeten Triebfahrzeuge. Last-Mile-Lokomotiven werden seit Anfang des letzten Jahrzehnts zunehmend bestellt. BOMBARDIER hatte 2015 nach der Zulassung seiner TRAXX AC3 Last-Mile Lokomotive bereits über 240 Bestellungen erhalten. Diese Beispiele zeigen die starke Nachfrage nach brancheninternen Lösungen zur Vermeidung von langandauernden und teuren Traktionswechseln.

Der Bund unterstützt den verstärkten Einsatz von alternativen Antrieben zur Reduzierung von fossilen Kraftstoffen im Rahmen des seit 2007 aufgelegten Nationalen Innovationsprogramms für Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP). Hierüber können bis 2026 Investitionen in Schienenelektromobilität mit Batterie sowie Wasserstoff und Brennstoffzelle unterstützt werden. Seit 2019 wurde zudem im Haushalt ein gesonderter Titel „Zuschüsse zur Förderung alternativer Antriebe im Schienenverkehr“ verankert, um die Beschaffung von Batterie-, Brennstoffzellen- und Hybridzügen zu fördern. Der Entwurf für ein entsprechendes Förderprogramm wird derzeit abgestimmt.

Die hier zur Förderung vorgesehenen Möglichkeiten finden insbesondere im Personenverkehr ihren Einsatz, im Güterverkehr dominieren Dual-Mode und Last-Mile Lokomotiven, da sie sich im Streckenbereich als leistungsfähiger und flexibler als Batterie- oder Hybrid-Lokomotiven erweisen. Daher sind in dem aufzulegenden Förderprogramm auch diese Antriebsformen zu berücksichtigen, damit ein schnellerer Ersatz der Diesel-Lokomotiven erfolgen kann. Ähnliche Anschubhilfen gibt es mit der Mautbefreiung für Elektro-Lkw bereits für die Straße.

2.2.6 Umsetzung betrieblicher Maßnahmen zur Umschlagsautomatisierung bei Schiene und Wasserstraße

Wie auch in Kapitel 2.2.8.5 deutlich geworden ist, machen Umschlagkosten einen bedeutenden Teil der Gesamttransportkosten, sowohl bei konventionellen als auch bei kombinierten Verkehren, aus. Eine stärkere Automatisierung und Optimierung der Umschlag- und Handlungsvorgänge an den Umschlaganlagen und Terminals kann die Vorgänge optimieren und die Wettbewerbsfähigkeit beider Verkehrsträger deutlich verbessern.

⁴⁵ Bundeskartellamt, Aktenzeichen B4-115/19.

⁴⁶ vgl. Allianz pro Schiene: <https://www.allianz-pro-schiene.de/glossar/last-mile-lokomotive/>

⁴⁷ vgl. Allianz pro Schiene: <https://www.allianz-pro-schiene.de/glossar/dual-mode-lokomotive/>

⁴⁸ https://www.deutschebahn.com/de/presse/pressestart/zentrales_uebersicht/Lokflotte-von-DB-Cargo-wird-mit-neuen-Zweikraftloks-gruener-5578952 (aufgesucht am 3.2.2021).

Die Transportkosten für den Umschlag im kombinierten Verkehr belaufen sich sowohl bei der Wasserstraße als auch bei der Schiene auf zwischen 20 und 25 € pro Ladeeinheit. Bei der Schiene nehmen die Umschlagkosten je Relation einen Anteil von 12% bis 15% an den Gesamttransportkosten ein, bei der Binnenschifffahrt sind es 14% bis 19%.

Im konventionellen Bereich werden, ebenfalls bei beiden Verkehrsträgern, ähnlich hohe Umschlagkosten zwischen 2 €/t und 3 €/t, verlangt. Bei reinen Transportkosten der Schiene von rd. 12 €/t auf einer 500 km Relation, können die Umschlagkosten zu einer weiteren Belastung von 30% bis 50% führen. Bei der Wasserstraße können die Umschlagkosten je nach eingesetztem Schiff zu einer weiteren Belastung zwischen 30% und 70% der Schiffstransportkosten führen. Umso günstiger der reine Schiffstransport aufgrund der Schiffsgröße ausfällt, je größer fällt der Anteil der Umschlagkosten aus.

Durch die weitere Automatisierung und Digitalisierung von Terminal- (wie z. B. die Automatisierung des Lkw-Check-ins, oder der OCR-Erkennung für den bahnseitigen Ein- und Ausgang, automatische Bremsproben oder eine teilautomatisierte wagentechnische Untersuchung) und Umschlagprozessen können Vorgänge beschleunigt und effizienter gestaltet werden. Auch können durch die neuen Möglichkeiten der Digitalisierung Betriebsprozesse in Häfen und Güterverkehrsanlagen der Schiene deutlich beschleunigt werden; viele Schritte der Abfertigung und Verladung werden heute noch in Papierform dokumentiert. Wichtige Informationen werden dadurch weder systematisch erfasst noch ausgewertet oder den beteiligten Stakeholdern in geeigneter Form zur Verfügung gestellt. Digitale Verladelisten mit entsprechenden Schnittstellen für Eisenbahn- und Schifffahrtsunternehmen, Versender, Disponenten etc. können alle relevanten Informationen bündeln und den Beteiligten gezielt zur Verfügung stellen.

Fachexperten schätzen, dass durch eine stärkere Automatisierung und Digitalisierung von Prozessen bis zu 50% der Umschlagkosten eingespart werden können. Könnte dies gelingen, dann könnten im konventionellen Verkehr der Schiene zwischen 12% und 15% und bei der Wasserstraße zwischen 11% und 20% der Gesamttransportkosten⁴⁹ eingespart werden. Im konventionellen Verkehr sind die Einsparungen mit 5% bis 8% der Gesamttransportkosten niedriger.

Alleine aus den zu erwartenden Kostenreduktionen wird ersichtlich, dass die Maßnahmen erheblich zu einer Wettbewerbsverbesserung gegenüber dem Lkw beitragen können. Deswegen sollten Verloader die Automatisierung ihrer Prozesse stärker vorantreiben und dafür Fördermittel des Bundes im Rahmen des IHATEC-Programmes verstärkt in Anspruch nehmen.

2.2.7 Ausbau von 740 m-Zuglängen Gleisen in den Güterverkehrs(Rangier)anlagen und Ausbau der Kapazitäten in den Verkehrsanlagen

Im Bedarfsplan ist der Ausbau des Schienennetzes auf Güterzuglängen von 740 m vorgesehen. Um dies sicherzustellen, müssen jedoch auch die Zugbildungs- und Rangieranlagen entsprechend ausgebaut werden.

Bis 2030 ist der bundesweite Ausbau des Infrastrukturnetzes für Güterzüge mit 740 Zuglänge geplant. In der BVWP 2030 war dies eine der Maßnahmen mit der höchsten Wirtschaftlichkeit. In Kapitel 2.2.8.4 wurde dargestellt, dass sich die Wirtschaftlichkeit des Schienengüterverkehrs (und auch der Binnenschifffahrt) gegenüber dem Lkw-Verkehr mit zunehmender Beladung verbessert. Ein Zug im kombinierten Verkehr mit ca. 735 m ist rd. 5%-7% günstiger als ein Zug mit rd. 670 m. Allein aus der Erweiterung der Zuglängen werden Verlagerungen von rd. 2,6 Mio. t vom Lkw auf die Schiene erwartet.

⁴⁹ Bestehend aus den Transport- und Umschlagkosten des jeweiligen Verkehrsträgers.

Diese Verlagerungseffekte können nur dann erfolgreich umgesetzt werden, wenn nicht nur auf der Strecke, sondern auch in den Zugbildungsanlagen der Schiene Kapazitäten bzw. ausreichende 740 m lange Gleise für die Zugbildung bereitstehen. Bei einer Vielzahl der heute verfügbaren Anlagen der Schiene ist es aus Erfahrungsberichten von KV- und Fahrzeugverladern fraglich, dass ausreichende Kapazitäten für die Bildung langer Züge zur Verfügung stehen. Teilweise sind die Zuglängen in den Anlagen auf bis zu 690 m begrenzt, was die Bildung von größeren Zügen einschränkt.

Im Bedarfsplan ist deswegen der weitere Ausbau der GV-Anlagen der Schiene aufgenommen, jedoch planerisch nicht weiter spezifiziert worden. Da bereits teilweise mit der Umsetzung des 740 m-Netzausbaus gestartet worden ist, ist zu befürchten, dass die erfolgreiche Umsetzung durch mangelnde Kapazitäten in den Güterverkehrsanlagen gehemmt wird. Der Bund ist deswegen gefordert, den Ausbau der Güterverkehrsanlagen der Schiene mit entsprechenden 740 m-Gleisen im Einklang mit dem Streckennetz voranzutreiben, um die Bildung solcher Züge sicherzustellen. Zur Realisierung weiterer Kostensenkungen im Schienengüterverkehr ist der Einsatz längerer Züge unbedingt erforderlich.

Darüber hinaus ist sowohl aufgrund des erwarteten überdurchschnittlichen Wachstums der Schiene als auch des kombinierten Verkehrs bei Schiene und Wasserstraße der generelle Ausbau der Güterverkehrsanlagen der Schiene, sowie der entsprechenden Verkehrs- und Umschlaganlagen in den Häfen zu prüfen und umzusetzen. Insbesondere an stark wachsenden Industrie- und Verkehrsstandorten, wie z. B. an den Werkterminals der Chemie-, der Automobil- und der Stahlindustrie besteht eine zunehmende Flächenkonkurrenz mit dem Ausbau der Produktionsanlagen, die zu einer Verdrängung von internen Verkehrsflächen führen können. Hier sind rechtzeitig entsprechende vom Bund und den verantwortlichen Betreibern durchzuführende Ausbauplanungen einzuleiten, damit ausreichende Güterverkehrsanlagekapazitäten außerhalb der Werksgrenzen bereitgestellt werden können. Die Bereitstellung zusätzlicher Kapazitäten sichert nicht nur zukünftige Verlagerungspotenziale, sondern auch das Fortbestehen von Güterverkehren mit alternativen Verkehrsmitteln.

2.2.8 Beseitigung weiterer Stör- und Kostentreiber im Schienennetz

Im Infrastrukturnetz der Schiene gibt es auch nach Umsetzung der Bedarfsplanmaßnahmen mehrere Störstellen, die sich kostentreibend auswirken oder die Nutzung und Flexibilität der Schiene deutlich einschränken können. Im Wesentlichen handelt es sich um Stellen in denen Züge an bekannten Steilrampen nachgeschoben werden müssen, sowie um Streckenabschnitte mit niedrigen Achslasten.

2.2.8.1 Bekannte Steilrampen

Im bundeseigenen Schienennetz sind folgende Steilrampen vorhanden, die ein aktives Nachschieben von Güterzügen aufgrund hoher Bruttozuggewichte und niedriger Zughakengrenzlasten erfordern.

- ▶ Frankenwaldrampe (Pressig-Rothenkirchen – Probstzella)
- ▶ Geislinger Steige (Geislingen West – Amstetten)
- ▶ Ruhr-Sieg-Strecke (Altenhundem – Welschen Ennest)
- ▶ Aachen West - Gemmenich (- Montzen)
- ▶ Rudersdorfer Tunnel (Strecke Siegen – Haiger)

- ▶ Cornberger Rampe (Strecke Bebra – Eschwege)
- ▶ Spessarttrampe (Laufach – Heigenbrücken)
- ▶ Mühlendorf – Burghausen
- ▶ Herzogenrath – Kohlscheid
- ▶ Dresden – Dresden-Klotzsche – Arnsdorf
- ▶ Singen – Hattingen
- ▶ Hausach – Villingen.

Ein nachgeschobener Zug ist eine Zugfahrt, bei der sich mindestens ein arbeitendes Triebfahrzeug an der Spitze des Zuges befindet oder von der Zugspitze aus gesteuert wird. Zudem befinden sich bei einem nachgeschobenen Zug noch bis zu zwei weitere arbeitende Triebfahrzeuge im Zugverband, die nicht von der Spitze aus gesteuert werden und somit mit einem eigenen Triebfahrzeugführer besetzt sind. Ursächlich für das Nachschieben sind i. d. R. Steigungsbereiche, die den Einsatz von mehreren Lokomotiven erfordern. Dieses ist je nach Länge der Steilrampe und der erforderlichen Anzahl von Schiebelokomotiven mit mehreren Hundert € pro Fahrt bis hin zu vierstelligen Beträgen verbunden.

Im Rahmen der Ausbauplanungen sollte der Bund die Beseitigung solcher Engpässe durch Tunnelbauten, Begradigungen oder die Anlage von Alternativstrecken prüfen und umsetzen.

2.2.8.2 Beseitigungen von Strecken mit geringen Achslasten

Das Schieneninfrastrukturnetz ist u. a. nach Streckenklassen kategorisiert. Innerhalb des von der DB Netz geführten Infrastrukturregisters wird die Streckenklasse nach der maximal zulässigen Achslast und der Meterlast (Last je Längeneinheit einer Strecke) festgelegt. Die Achslast zeigt an, welches auf einer Fahrzeugachse liegende Gewicht während einer Zugfahrt vom Unterbau getragen werden kann. Die Meterlast zeigt die Belastbarkeit von Brücken an

Fast alle wichtigen Hauptstrecken in Europa weisen einen Streckenstandard der Klasse D4, was mit einer Achslast von größer 21 t verbunden ist, auf; auch alle Streckenneubauten orientieren sich an diese Streckenklasse. Nebenstrecken verfügen meist über eine der zahlreichen C-Klassen. Darunter liegende Streckenklassen haben im deutschen Raum kaum noch eine Bedeutung.

Tabelle 100: Streckenklassen

Streckenklasse	Radsatzlast	Meterlast
A	16,0 t	5,0 t/m
B1	18,0 t	5,0 t/m
B2	18,0 t	6,4 t/m
C2	20,0 t	6,4 t/m
C3	20,0 t	7,2 t/m
C4	20,0 t	8,0 t/m
CE	20,0 t	8,0 t/m
CM 2	21,0 t	6,4 t/m
CM 3	21,0 t	7,2 t/m
CM 4	21,0 t	8,0 t/m
D2	22,5 t	6,4 t/m
D3	22,5 t	7,2 t/m
D4	22,5 t	8,0 t/m
E4 ⁵⁰	25,0 t	8,0 t/m
E5	25,0 t	8,8 t/m

Quelle: eigene Darstellung auf Basis des STREDA X Infrastrukturregisters

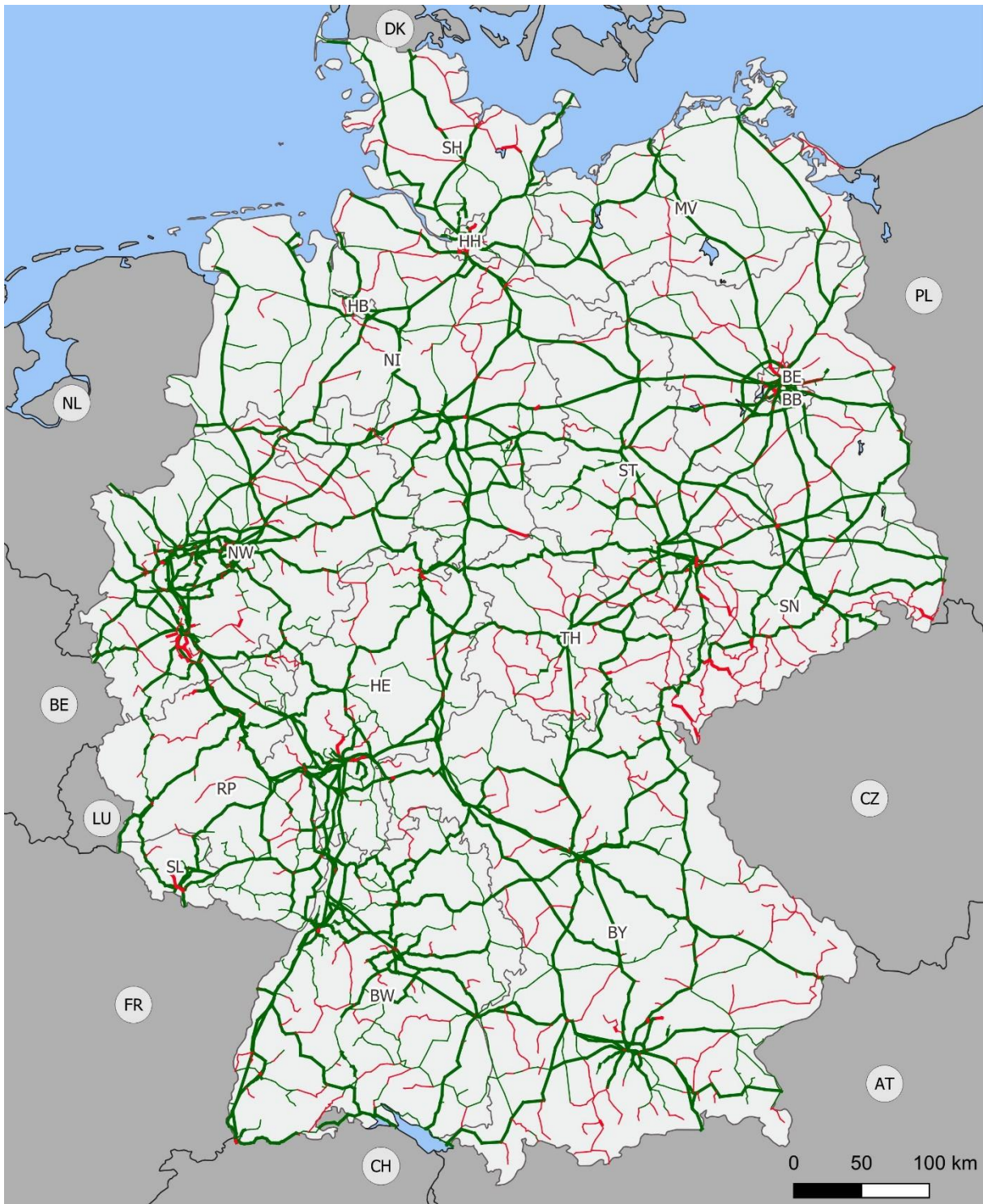
Bei Triebfahrzeugen wird für eine optimale Traktion eine größtmögliche Achslast angestrebt. In der zeitlichen Entwicklung ist festzustellen, dass immer mehr Lokomotiven mit höheren Achslasten bestellt werden. Zwar haben nur 48% aller in Deutschland zugelassenen Lokomotiven eine Achslast von über 21 t, jedoch sind es bei den nach 2004 zugelassenen Lokomotiven 61% und immerhin 75% bei den nach 2010 zugelassenen Lokomotiven. Drei von vier neu zugelassenen Lokomotiven kann somit auf rd. 25% des zukünftigen deutschen Netzes nicht verkehren (vgl. auch Abbildung 44). Hierbei handelt es sich i. d. R. um eingleisige und vom Güterverkehr wenig frequentierte Streckenabschnitte, allerdings sind es solche Abschnitte, die insbesondere bei Störungen im Hauptnetz aufgrund der Achslast nicht mehr für Umleitungszwecke genutzt werden können. Durch den zunehmenden Einsatz von Lokomotiven mit höheren Achslasten sinkt die Zuverlässigkeit und Resilienzfähigkeit der Schienennetzinfrastruktur erheblich.

Insbesondere zur Resilienz- und Zuverlässigkeitserhöhung des Schienennetzes ist eine weitere qualitative Verbesserung des Schienennetzes unabhängig von den im Bedarfsplan vorgesehenen Ausbauplanungen erforderlich. Die Achslastentwicklung bei den Neubestellten Lokomotiven erfordert einen stärkeren Ausbau von Ausweichstrecken, um auch auf geplante und ungeplante Störungen flexibel reagieren zu können. Hierzu muss der Bund im Rahmen eines Konzeptpapiers die Strecken identifizieren, die einen besonders hohen Beitrag zur Streckenresilienz leisten können. Diese Strecken sind anschließend auszubauen; zur wirtschaftlichen Begründung der

⁵⁰ Die E-Streckenklassen sind für Strecken in Gebieten mit Schwerindustrie ausgelegt. Sie kommen in Schweden vor; in Deutschland wird die Strecke Rostock-Berlin auf diesen Streckenstandard ausgebaut.

Ausbaumaßnahmen ist die Aufnahme der Nutzenvorteile aus der Erhöhung der Netzresilienz in die BVWP-Bewertungsmethodik unbedingt aufzunehmen.

Abbildung 44: Bundesdeutsches Schienennetz in 2030 nach Streckenklassen



Deutsches Schienennetz nach Streckenklassen (Zielnetz 2030)

- Streckenklassen A - C, 1-gleisig
- Streckenklasse D, 1-gleisig
- Streckenklassen A - C, 2-gleisig
- Streckenklasse D, 2-gleisig



Schienennetz:
 © eigene Darstellung auf Basis der STREDA.X-Daten der DB Netz AG
 TTS TRIMODE Transport Solutions GmbH
 Karte:
 Made with Natural Earth

2.2.9 Standardisierung der Transportbehältnisse im kombinierten Verkehr

Die Erfolgsgeschichte des kombinierten Verkehrs basiert darauf, dass man mit standardisierten Ladeeinheiten die stark heterogenen Ladungseigenschaften, die unterschiedliche Anforderungen an Transport, Umschlag und Lagerung stellen, homogenisieren und somit kostengünstig transportieren kann. Zu dieser Standardisierung gehört auch die Konzentration auf wenige typisierte Behälter, die hinsichtlich Längen-, Breiten- und Höhenmaßen kompatibel sind und im Baukastensystem kombiniert werden können. Die Konzentration auf möglichst wenige Ladebehälter ist auch zukünftig zu verfolgen und die Zahl von Sonderbehältern einzuschränken.

Im kombinierten Verkehr wird zwischen dem maritimen und dem kontinentalen Verkehr unterschieden. Im maritimen Verkehr werden überwiegend Container in den Größen 20-, 30-, 40- und 45-Fuß unterscheiden. Ein normaler 20-Fuß Container hat die Maße von 6,09 m Länge x 2,44 m Breite und 2,59 m Höhe, 40-Fuß Container sind fast doppelt so lang, nämlich 12,19 m. Diese Container gibt es auch als High-Cubes mit einer Höhe von 2,90 m. Auf dem nordamerikanischen und nordeuropäischen Markt werden zunehmend 45-Fuß Container mit den Maßen 13,72 m Länge x 2,44 m Breite und 2,90 m Höhe eingesetzt. Ein Sonderfall sind 30-Fuß Container mit einer Länge von 9,12 m und einer Höhe von 2,74 m, den es ebenfalls in der High Cube Variante gibt.

Im kontinentalen kombinierten Verkehr werden überwiegend Wechselbehälter und Sattelaufleger eingesetzt. Übliche Außenlänge der Wechselbehälter sind 7,15 m, 7,45 m, 7,65 m, 7,82 m und 13,6 m mit einer Breite von 2,55 m. Die Höhe der Wechselbehälter ist im Normalfall 2,75 m und kann bis zu 3,2 m betragen. Sattelaufleger haben Außenmaße von 13,68 m Länge x 2,55 m Breite x 4,00 m Höhe. Wechselbehälter und Sattelaufleger sind nicht stapelbar, was ihren Einsatz per Binnenschiff einschränkt, da somit nur einlagige Transporte möglich sind.

Es wird deutlich, dass die Ladeeinheiten sich untereinander unterscheiden, was im Falle eines gemeinsamen Transportes in einem Zug (bzw. auch in einem Schiff) problematisch sein kann. Prinzipiell können mit einem Eisenbahnwagon zwei kleine Wechselbehälter oder 20-Fuß-Container bzw. ein Sattelzug, Trailer oder 40- bzw. 45-Fuß-Container transportiert werden. Auf die unterschiedlichen Behälter zwischen 6 m und 8 m, sowie zwischen 13 m und 14 m Länge hat die Güterwagenindustrie sich eingestellt und stellt unterschiedliche Größen bereit, die gemeinsame Transporte ermöglichen. Natürlich sind die KV-Transporteure bestrebt den sich aus der maximalen Ladelänge von 740 m ergebenden Laderaum bestmöglich auszulasten und ungenutzte Ladeflächen zu minimieren. Deswegen werden häufig Wagen mit einer Ladelänge von rd. 16 m bzw. 32,5 m bereitgestellt. Problematisch wird es jedoch, wenn insbesondere 30-Fuß-Container eingesetzt werden, die mit den anderen Einheiten nicht kombiniert werden können. Hier entstehen bei einem Transport häufig leere, ungenutzte Transportflächen, die nicht gefüllt werden können. Natürlich können solche Leerflächen auch bei anderen Kombinationen entstehen, so z. B. wenn ein KV-Operateur sich im Containerverkehr ausschließlich auf den Transport von 20- und 40-Fuß Container eingerichtet hat und Wagen mit einer Ladelänge von 12,80 m bestellt hat und einen 45-Fuß Container transportieren soll.

Ungenutzte Ladeflächen schränken die Auslastung und die Wirtschaftlichkeit der Verkehre ein. Auch wenn die unterschiedlichen Ladeeinheiten entwickelt wurden, um die unterschiedlichen Anforderungen der Verloader an den Transport abzudecken, ist es aus Wettbewerbssicht geboten eine weitere Differenzierung zu vermeiden. Insbesondere der Einsatz von 30-Fuß-Containern, der rd. 10% aller Einheiten ausmacht, sollte vom Gewerbe hinterfragt und überprüft werden. Ähnlich ist es auch mit den unterschiedlichen Längen der Wechselbehälter, auch hier kann eine Optimierung erfolgen.

2.2.10 Verpackungsoptimierung bei Verladern

Alle an der Transportkette beteiligten Verlader und Transporteure sollten sich frühzeitig darum bemühen, den Nutzungsgrad der zur Verfügung stehenden Ladeeinheiten und des Laderaums zu optimieren.

Untersuchungen des Fraunhofer Institutes für Verfahrenstechnik und Verpackung (Fraunhofer IVV) zeigen, dass Verpackungsprozesse häufig zu wenig betrachtet und analysiert werden. Verpackungen werden eher nach Verkaufs- und Marketinggesichtspunkten konzipiert als nach Transportgesichtspunkten, wie z. B. die Optimierung des Volumennutzungsgrades von Ladeeinheiten und Laderaum. Nicht selten weisen Bestellungen einen Volumennutzungsgrad von weniger als 20% auf, die durchschnittliche Beladung von Paletten, die auch im kombinierten Verkehr transportiert werden, liegt bei ca. 20-30% der möglichen Gesamtkapazität. Da zu viel Luft transportiert wird, führt dies unweigerlich zu höheren Transportkosten, es finden zu viele Fahrten für den Transport der erforderlichen Ladungsmenge statt.

Erforderlich wäre eine optimierte Abstimmung von Produkten, Verpackungen und Ladeeinheiten unter Berücksichtigung der optimalen Flächen- und Volumenausnutzung der Transport- und Ladeeinheiten. Maßgebend für diese Ineffizienz ist häufig die fehlende Kostentransparenz bei den Verladern, die dieses Problem unterschätzen, sowie der Tatbestand, dass Sendungen mehrstufig an unterschiedlichen Orten und Zuständigkeiten verpackt werden: Waren erhalten zunächst eine Produktverpackung und werden danach in einer Transportverpackung auf einem Ladungsträger zur Ladeeinheit gebündelt und verladen. Da ein Transporteur jedoch die vom Kunden gebildeten Ladeeinheiten nicht direkt beeinflussen kann, kann er meist nur für seine Stufe den Nutzungsgrad berechnen und verbessern. Können jedoch Prozesse bereits frühzeitig ganzheitlich geplant und optimiert werden, dann lässt sich durch eine Verbesserung der Verpackungsoptimierung die Auslastung der verwendeten Ladeeinheiten erhöhen. Erfahrungen zeigen, dass sich hierdurch Transporte und damit verbundene Transportkosten um bis zu 25 Prozent reduzieren lassen.

Insbesondere Verlader und Transporteure im kombinierten Verkehr sind deswegen gefordert, sich bereits frühzeitig abzustimmen und nach Optimierungsmöglichkeiten zu suchen. Dazu sollten Verlader und Unternehmen ihre Verpackungsprozesse und -kosten laufend überprüfen.

2.3 Zeitsenkende und zuverlässigkeitserhöhende Maßnahmen

Auch diese hier zur Senkung der Transportzeiten und zur Erhöhung der Zuverlässigkeit abgleitenden Handlungsempfehlungen werden weitgehend aus den vorangegangenen Ausführungen in den Kapiteln 2.1 und 2.2. sowie aus den Praxiserfahrungen der an der Studie beteiligten Gutachter abgeleitet. Die Empfehlungen zielen darauf ab, Schwächen der Schiene in der zeitlichen Dimensionierung der Transporte abzumildern. Da die Zeitkomponente jedoch auch immer eine Kostenkomponente ist, wirken sich die Empfehlungen natürlich auch auf die Kostenseite aus. Des Weiteren ist eine gewisse Zuverlässigkeit des Infrastrukturnetzes eine Grundvoraussetzung dafür, attraktive Nabe-Speiche Transportnetze aufzubauen, bei denen Waggons oder Großladungsträger an Rangierbahnhöfen bzw. Terminals/Gateways innerhalb des Bahnsystems ihre Züge wechseln.

2.3.1 Verstärkung der Automatisierung und Digitalisierung der Betriebsabläufe

Die im Rahmen der Befragung der Verloader und Transporteure gewonnenen Erkenntnisse zeigen klar auf, dass die hohen Transportzeiten bei gleichzeitig geringer Zuverlässigkeit entscheidende Hemmnisse für die Wahl der Bahn als Verkehrsmittel darstellen. Dies liegt im Wesentlichen daran, dass die Prozesse im Schienengüterverkehr, hierbei insbesondere im Einzelwagenverkehr, durch einen sehr hohen Personal- und Zeitaufwand gekennzeichnet sind. Es wird zu großen Teilen auf diejenigen starren Abläufe zurückgegriffen, die seit der Anfangszeit der Eisenbahn etabliert sind. Größere Innovationsschritte im Hinblick auf eine zunehmende Automatisierung der Abläufe sind hingegen weitestgehend ausgeblieben. Dies ist unbedingt nachzuholen.

Der hohe Zeitaufwand äußert sich aktuell in sehr hohen Aufenthaltszeiten in den Rangieranlagen sowie einem großen Zeitbedarf für die Bildung eines Güterzugs. In der Regel liegen die Zugbildungszeiten bei rund 8 Stunden, wobei 4 Stunden auf das eigentliche Be- oder Entladen sowie jeweils 2 Stunden für die Vor- und Nachbehandlung entfallen; in den großen Rangier- und Knotenpunktbahnhöfen können hierbei andere Zeitbedarfe anfallen. Werden darüber hinaus entsprechende Umschlagszeiten sowie Standzeiten mitberücksichtigt, so ergeben sich sogar Zugbildungszeiten von jeweils 12 bis 16 Stunden, die in den Quell- und Zielknoten anfallen.

Setzt man diese Zugbildungszeiten in Relation zur gesamten Transportzeit, so wird erkennbar, dass diese einen erheblichen Anteil an der Gesamttransportzeit haben. Exemplarisch sei hier die Relation zwischen den Umschlagbahnhöfen Hamburg-Billwerder und München-Riem genannt. Für diese ca. 800 km lange Relation kann gemäß vorliegenden Unterlagen der DB Cargo von einer bahnseitigen Fahrzeit von rd. 10 Stunden ausgegangen werden. Es zeigt sich, dass der Anteil der Zugbildungszeiten von in Summe bis zu 16 Stunden entsprechend ca. 60% der gesamten Transportzeit ausmacht, während die Beförderung selbst nur auf einen Anteil von maximal ca. 40% kommt. Verbunden mit dem Zeitaufwand fallen auch teilweise erhebliche Kosten an; diese liegen im Einzelwagenverkehr mit bis zu 30% an den gesamten Zuglaufkosten sehr hoch, im kombinierten Verkehr und im Ganzzugsbereich liegen sie jedoch mit rd. 10% bis 15% niedriger.

Ein signifikanter Hebel für eine deutliche Kostenreduktion beim Schienengüterverkehr besteht in Form einer deutlich verstärkten Automatisierung und Digitalisierung der Betriebsabläufe. Hier ist insbesondere die Entwicklung der Digitalen Automatischen Kupplung (DAK) zu nennen, die eine nennenswerte Schlüsselrolle bei der erwarteten Automatisierung von Prozessen im Zugbildungsprozess spielt. Heute werden Güterzüge überwiegend manuell mittels Schraubenkupplungen gekuppelt, wobei der Rangierbegleiter jeden Wagen einzeln ab- bzw. anhängen und im Anschluss die Bremsleitungen eigenhändig verbinden muss. Mit Hilfe der DAK kann dieser Schritt beschleunigt werden, da die einzelnen Güterwagen automatisiert miteinander verbunden werden können. Durch die zusätzliche Digitalisierung der einzelnen Güterwaggons („Güterwagen 4.0“) können perspektivisch nicht nur die für die Bremsvorgänge benötigten Druckluftleitungen, sondern zusätzlich auch Datenleitungen vollautomatisiert beim Kupplungsvorgang verbunden werden.

Auch die Zugprüfung kann durch die DAK deutlich beschleunigt werden, da sie eine automatische Bremsprobe ermöglicht. Wohingegen bei den heute üblichen Zugbildungsprozessen ein Wagenmeister den Zug zur Bremsprobe auf ganzer Länge ablaufen und an jedem Rad die Bremse auf ordnungsgemäße Funktion und entsprechenden Verschleiß hin untersuchen muss, so kann dies durch Automatisierung und Digitalisierung stark verkürzt werden. Entsprechende Pilotprojekte befinden sich derzeit in Umsetzung und sollen nun sukzessive im Markt eingeführt werden.

Ergänzt werden sollten diese Maßnahmen durch eine gesteigerte Automatisierung der Umschlags- und Verladevorgänge. Dies umfasst sowohl autonom fahrende Rangierloks wie im Pilotprojekt „Vollautomatische Abdrücklok“ (Kooperation DB Cargo / DB Systemtechnik / TH Nürnberg / AAIT), vollautomatische Förderfahrzeuge (Automated Guided Vehicle der BASF am Standort Ludwigshafen) aber auch die neuartige Schnellumschlaganlage am Containerbahnhof in Lehrte („MegaHub Lehrte“), bei der künftig Ladeeinheiten im Schiene-Schiene-Umschlag direkt zwischen verschiedenen Zügen umgeladen werden sollen.

Die Einführung der elektropneumatischen Bremse (ep-Bremse) ergänzt die Wirkungen der automatischen Mittelpufferkupplung auch im Fahrbetrieb. Durch die Möglichkeit, die Bremse elektrisch und nicht mehr pneumatisch anzusteuern, tritt die Bremskraft an allen Wagen gleichzeitig ein und nicht verzögert Wagen für Wagen. Neben höheren Zuggewichten und Reisegeschwindigkeiten können beschleunigte Brems- und Anfahrvorgänge erzielt werden.

Befragungen zeigen, dass eine 1%-ige Verbesserung der Transportzeit der Schiene im kombinierten Verkehr zu Verkehrsverlagerungen in Höhe von 0,2% bis 0,4% führen kann, in den konventionellen Verkehren sind die Wirkungen niedriger. Auch wenn die direkten Zeiteffekte niedrig sind, zeigen Untersuchungen der TRIMODE in unveröffentlichten Projekten, dass eine Halbierung der Wagen- und Zugbildungszeiten aufgrund von Digitalisierungs- und Automatisierungsmaßnahmen – was durch die obigen Maßnahmen durchaus im Rahmen des Möglichen liegt – auch die Kosten im Schienengüterverkehr insgesamt um rd. 4% – 5% senken würde. Inklusive der damit verbundenen Zeiteffekte würde dies zu einem zusätzlichen Aufkommenszuwachs von rd. 4% der für das Jahr 2030 erwarteten Schienengüterverkehrsmenge führen.

EVU sind daher zu ermutigen, die oben beschriebenen Digitalisierungs- und Automatisierungsmaßnahmen schnellstmöglich umzusetzen, da damit deutliche Chancen für eine gesteigerte Bahnnutzung verbunden sind. Durch die erhöhte Bereitschaft zur Automatisierung und Digitalisierung kann die SGV-Flotte grundlegend erfolgreich modernisiert werden, sodass sich hierdurch Möglichkeiten zu weiteren automatisierten Prozessen (wie z. B. den nachfolgend diskutierten Vorteilen bei der Buchung, Verkehrsmittel- und Sendungsprüfung, sowie der Störbeseitigung etc.) eröffnen werden, die sich hinsichtlich der Verbesserung der Zeitvorteile insgesamt kumulierend auswirken können.

2.3.2 Automatisierung der Verkehrsmittelüberprüfung und Sendungsverfolgung

Beim Schienenpersonenverkehr bestehen für Bahnreisende zahlreiche ausführliche Möglichkeiten, Zugfahrten hinsichtlich ihres aktuellen Pünktlichkeitsniveaus zu überprüfen (Beispiele u. a.: DB Navigator, Zugfinder). Dies ist insbesondere dienlich, um kurzfristig auf Fahrplanabweichungen und Verspätungen zu reagieren und entsprechende Anpassungen der Reiseplanung zu veranlassen.

Ein großes Manko beim Schienengüterverkehr stellt die nur unzureichende Möglichkeit der Echtzeitverfolgung von Zügen in Gänze, gebündelt verkehrenden Wagengruppen bis hin zu einzelnen Sendungseinheiten dar. Für Verloader und Güterverkehrskunden stellt der bahnseitige Warentransport überwiegend eine Blackbox dar, bei welcher dem Interessenten keine bzw. nur unzureichende Anhaltspunkte über den aktuellen Aufenthaltsort der zu befördernden Einheiten geliefert werden können. Ein analog zum Personenverkehr funktionierendes transparentes, netzweit agierendes und einfach zugängliches Monitoring-System für Güterzüge besteht in dieser Form nicht.

Durch die oben erwähnte Digitalisierung des im Güterverkehr genutzten Rollmaterials im Zuge des Güterwagens 4.0 besteht künftig die Möglichkeit, eine durchgängige Echtzeitverfolgung aller im Netz verkehrender Güterzüge umzusetzen. Hiermit wird auch die Planungssicherheit für die

Verlader erhöht, da sie sich bereits während des Bahntransports auf eventuelle Verspätungen einstellen können. Ebenso verbessert sich die Möglichkeit, Anschlussbeziehungen voneinander abhängiger Züge im Einzelwagenverkehr oder bei Hubs des kombinierten Verkehrs sicherzustellen. Solche Prozesse sind insbesondere bei intermodalen und kombinierten Verkehren wünschenswert, da hier neben der Hauptfahrt auch Vor- und Nachlauftransporte organisiert werden müssen. Verspätungen im Hauptlauf können nicht nur zu Mehrkosten aus Verspätung beim Vor- und Nachlauf führen, sondern auch dazu, dass generell eine ganz neue Fahrt organisiert werden muss, da der Vor- und Nachlaufträger nicht so lange warten kann.

2.3.3 Verbesserung der Zeiteffizienz von Wagen- und Zugbildung

Charakteristisch für den Verkehrsträger Schiene und die Struktur eines Güterzuges ist der gekuppelte Verbund aus Lokomotive(n) und einer Menge von Güterwagen. Ein Güterzug kann in Deutschland dabei eine maximale Gesamtlänge von 740 m erreichen. Ein Zug in voller Länge besteht daher aus rd. 30 bis 40 Wagen. Während ein Ganzzug (Blockzug / Company Train) auf seinem gesamten Laufweg als verbundene Einheit zwischen Quell- und Zielbahnhof verkehrt, ist es ein zentrales Element des Einzelwagenverkehrs, dass ein Güterwagen zwischen Versand- und Empfangsort mehrere Zugbildungsanlagen (ZBA) durchläuft und mit mehr als nur einem Güterzug abgefahren wird. Dieser Sammelprozess in den Knoten- und Rangierbahnhöfen ist bereits an sich ein sehr zeitaufwändiges Prozedere, da jeweils mehrstündige Rangier- und Wartezeiten anfallen, bis die Zugfahrt zur nächsten ZBA ansteht. So gibt der im Internet abrufbare Güterfahrplan der DB Cargo für eine Relation aus dem Raum München in den Raum Bremen eine Transportzeit von über 64 Stunden an, wobei jeweils Zwischenaufenthalte in den Rangierbahnhöfen in München, Nürnberg, Seelze und Bremen unterstellt werden.

Gleichzeitig erhöht sich durch die hohe Anzahl der einzelnen Verbindungen zwischen Versand-/Empfangsorten, Knotenpunktbahnhöfen und Rangierbahnhöfen die Komplexität des Einzelwagennetzes deutlich, da diese für einen reibungslosen Versand der Güterwagen voneinander abhängig sind. Kann bspw. die Relation zwischen Knotenpunktbahnhof und Rangierbahnhof nicht pünktlich abgewickelt werden, verzögert sich der Weitertransport der bereits zuvor vom Versandort zum Knotenpunktbahnhof beförderten Güterwagen. Dies kann sich kaskadieren, sofern die verspätet am Rangierbahnhof ankommenden Güterwagen nicht mehr mit dem ursprünglich vorgesehenen Zug weiterbefördert werden und sich die Zustellung am Empfangsort letztlich deutlich verspätet. Es ist daher zwingend erforderlich, dass sowohl die zu befördernden Güterwagen selbst, als auch die für die Traktion der Züge erforderlichen Lokomotiven rechtzeitig am jeweiligen Bestimmungsort vorhanden sind, so dass dadurch keine Verzögerungen im Betriebsaufbau hervorgerufen werden. Dies impliziert auch die Notwendigkeit einer effizienten Personal- und Dienstplanung, durch die eine vorzeitige ungeplante Lok-Abstellung an einem Unterwegsbahnhof verhindert wird, die durch eine drohende Überschreitung der Fahr-/Lenkzeiten der Lok- und Triebfahrzeugführer entstehen kann. Durch eine kontinuierliche automatische Verkehrsüberwachung sind aufeinander aufbauende Verkehre besser abzustimmen.

Darüber hinaus sind in den Anlagen, wie bereits in Kapitel 3.2.6 gefordert wurde, entsprechende Kapazitäten für die Zugbildung und die Disposition von Zügen, für Personal- und Traktionswechsel vorzuhalten. Aufgrund des Wachstums im Schienengüterverkehr sind in allen Anlagen entsprechende Suprastrukturkapazitäten zu gewährleisten. Sowohl die verfügbaren Flächen-, als auch die Umschlags- und Gleiskapazitäten müssen in ausreichender Form verfügbar sein, um sich nicht als kapazitätsbeschränkender Flaschenhals negativ auf den Produktionsprozess auszuwirken. Die Rangier- und Zugbildungsanlagen, die in der Regel der DB Netz AG gehören, sind somit unbedingt weiterzuentwickeln. Hierzu gehört es auch, ausreichende Gleiskapazitäten für Personalwechsel, Lokomotiv- und Waggonpufferungen sowie für Reparaturen vorzuhalten.

2.3.4 Erweiterung der Abfertigung- und Beladungszeiten

Eingeschränkte Abfertigung und Beladzeiten der Verladeterminals schränken insbesondere die Flexibilität des kombinierten Verkehrs ein. Eine Erweiterung kann diese Restriktionen aufheben und auch zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit des Schienennetzes beitragen.

Ein nennenswerter Anteil von KV-Terminals in Deutschland operiert derzeit noch nicht im durchgängigen 24/7-Betrieb. Auswertungen der TRIMODE in vergangenen Studien zeigen, dass mit einem Anteil von rd. 93% der überwiegende Teil der Terminals Betriebszeiten von lediglich maximal 16 Stunden pro Tag aufweist. Des Weiteren kann nur bei einem geringen Anteil der Terminalstandorte ein Betrieb an allen 7 Tagen der Woche verzeichnet werden. Häufig findet der Betrieb nur tagsüber bis zum frühen Abend sowie werktags zwischen Montag und Freitag statt. Zusätzlich auch in den Nachtstunden sowie am Wochenende operieren in der Regel nur wenige KV-Terminals. Insgesamt konnte für gerade einmal 7% der Terminals bereits heute ein durchgängiger 24-Stunden-Betrieb über alle 7 Tage einer Woche ermittelt werden.

Durch die Umsetzung eines ganztägigen Betriebs im Dreischichtbetrieb an allen Tagen der Woche und eine Ausweitung der Abfertigungs- und Beladungszeiten können mehrere positive Wirkungen erzielt werden:

- ▶ Für Verloader würden durchgängige Betriebszeiten zu einer weiteren Flexibilisierung der Transporte und der Anlieferungsmöglichkeiten im Vor- und Nachlauf zu bzw. von den Terminals führen, da sich die Zeitfenster für den Annahmeschluss entzerren und eine termingereauere Anlieferung bzw. Abholung ermöglicht wird.
- ▶ Auch können Spitzenauslastungen von Lager- und Depotkapazitäten besser verteilt werden.
- ▶ Die Verlängerung der Betriebszeiten kann zu einer Erhöhung der Nachfrage führen, da sich die Angebotsbedingungen für weitere und auch neue Verkehre verbessern. Die mit dem verlängerten Terminalbetrieb verbundenen Mehrkosten können durch die Erweiterung von Liniendiensten und Angeboten auf nachfragestarken Relationen kompensiert werden.
- ▶ Durch die Verlängerungen der Betriebszeiten könnten die Verladezeiten entzerrt und betriebliche Ineffizienzen, insbesondere bei der gebündelten Anlieferung und Abholung der Ladeinheiten in den Gates entzerrt werden.
- ▶ Die Entzerrung der An- und Abfahrten auf längere Zeiträume kann auch zu netzweiten Kapazitätserhöhungen führen, da aktuell schwach genutzte Zeiträume am Samstag, Sonntag und Montag stärker frequentiert würden. Güterverkehre könnten dann häufiger den Personenverkehren ausweichen. In der BVWP-Prognose wurde für das Jahr 2030 eine zukünftige durchschnittliche Betriebsdauer der KV-Terminals von 285 Tagen unterstellt, was in etwa einem 6-Tage-Betrieb entspricht, und von 275 Betriebstagen in den Rangieranlagen. Diese zukunftsorientierte Annahme führte aufgrund der Verteilung der Züge auf längere Betriebszeiten, gegenüber Annahmen in der Vergangenheit, bei denen im Durchschnitt von rd. 260 Betriebstagen ausgegangen wurde, zu einer gleichbedeutenden Erhöhung der Leistungsfähigkeit des Netzes zwischen 10% und 15%.

KV-Terminalbetreiber sollten überall dort, wo es aus Nachfragegründen gerechtfertigt ist, eine Erweiterung der Betriebszeiten prüfen. Dadurch können auch betriebliche Ineffizienzen vermieden werden.

2.3.5 Gewährleistung der Trassenverfügbarkeit für Güterschnellzüge und des Vorrangrechts des Güterverkehrs auf Güterstrecken

Trassenbestellungen der EVU im Güterverkehr orientieren sich bei langlaufenden Relationen an durchschnittlichen Transportgeschwindigkeiten zwischen 80 km/h und 90 km/h, obwohl die eingesetzten Lokomotiven häufig für eine Höchstgeschwindigkeit von 120 km/h ausgelegt sind. Dieser Wert von 120 km/h stellt gemäß § 40 (2) EBO die zulässige Höchstgeschwindigkeit für Güterzüge dar.

In der Realität werden jedoch deutlich langsamere Geschwindigkeiten realisiert. Insbesondere auf eingleisigen Strecken mit intensivem Personenverkehr und geringen Kreuzungsmöglichkeiten werden auf manchen Streckenabschnitten, aufgrund zahlreicher Überholungen, sogar nur Transportgeschwindigkeiten von 50 bis 60 km/h realisiert. Nachts hingegen sind beim Schienengüterverkehr höhere realisierte Geschwindigkeiten von bis zu 100 km/h im Durchschnitt zu beobachten, die somit über den Durchschnittswerten einer Tagesfahrt liegen. Umso höher die Beschränkungen durch den Personenverkehr ausfallen, umso niedriger sind die Geschwindigkeiten im Güterzugverkehr.

Die durch den Personenverkehr hervorgerufenen Einschränkungen auf den Güterverkehr haben in der Vergangenheit dazu geführt, dass kaum noch schnelle Güterwagen mit Einsatzgeschwindigkeiten von 120 km/h eingesetzt werden. Trotzdem ist das Interesse des Gewerbes vorhanden, auch schnell fahren zu können, sofern dies möglich ist, zumal Lokomotiven mit entsprechenden Geschwindigkeiten vorhanden sind und ausgeliefert werden. Obwohl der sog. Value of Time im Güterverkehr im Vergleich zum Personenverkehr gering ist, bieten schnelle Güterzüge einige Vorteile:

- ▶ Sie ermöglichen das Einhalten von kritischen Transportzeiten, z. B. Nachtsprüngen.
- ▶ Sie ermöglichen das „Mitschwimmen“ im Personenverkehr und damit das Vermeiden des Aufsuchens von Überholgleisen
- ▶ Das gebundene Kapitel und Personal kann besser eingesetzt werden.
- ▶ Für bestimmte Gutarten gibt es zudem einen erhöhten Value of Time, z. B. Paketverkehre, Transporte der Automobilindustrie

So verkehren mit einer Sondergenehmigung des Eisenbahnbundesamtes seit Anfang der 2000er-Jahre besondere Güterzüge unter der Bezeichnung Parcel InterCity (PIC) mit Geschwindigkeiten bis zu 160 km/h im Nachtsprung zwischen den Paketzentren von DHL, so unter anderem zwischen Unna und Berlin sowie zwischen Hamburg und München. Dies lässt erkennen, dass es bei bestimmten zeitkritischen Transportgütern eine erhöhte Affinität zu größeren Transportgeschwindigkeiten gibt. Wie auch beim PIC ist dies in besonderem Maße beim kombinierten Verkehr der Fall. Auch hier verkehren die Züge oftmals im Nachtsprung zwischen weit voneinander entfernt liegenden Terminal-Standorten, darüber hinaus existieren beim kombinierten Verkehr analog dem Personenverkehr starre Linienbeziehungen, die eine erhöhte Fahrplantreue benötigen.

Der Wunsch nach durchgehend konstant höheren Geschwindigkeiten ohne größere Einschränkungen durch den Personenverkehr wird auch dadurch deutlich, dass seit Mitte der letzten Dekade auf den europäischen Schienengüterverkehrskorridoren grenzüberschreitende Katalogtrassen angeboten werden. Diese Trassen werden dem Güterverkehr 11 Monate vor dem Fahrplanwechsel angeboten, was i. d. R. nur für Anbieter mit konstanten massenhaften Strömen im

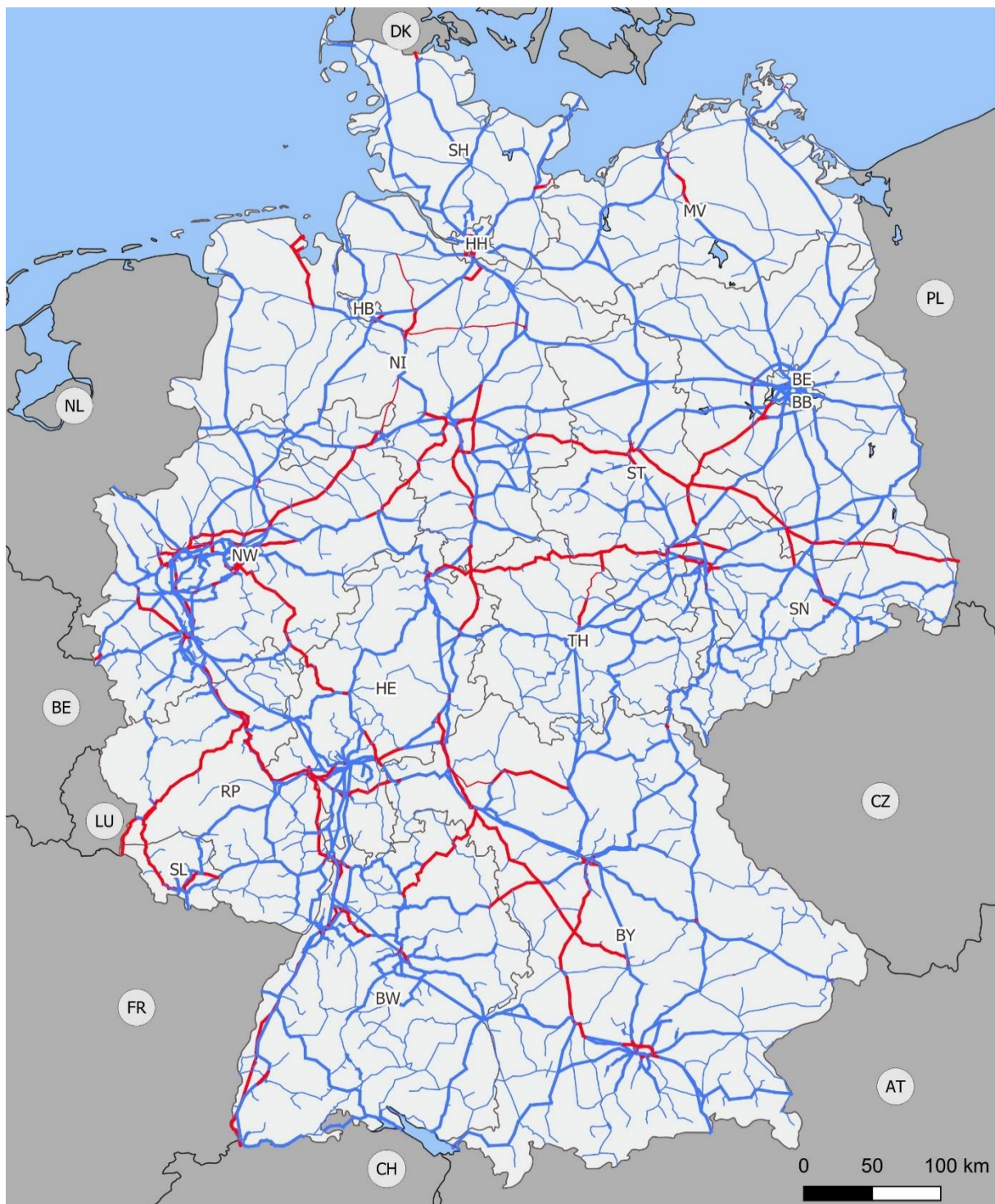
Linienverkehr, wie z. B. im kombinierten Verkehr und im massenhaften Werksverkehr, in Frage kommt.

Durch eine höhere Transportgeschwindigkeit können im gleichen Zeitfenster entferntere Destinationen abgewickelt und somit potentiell auch neue Relationen erschlossen werden, bei denen der kombinierte Verkehr gegenüber dem Straßengüterverkehr Vorteile aufweist. Wie oben bereits dargestellt, zeigen Befragungen, dass eine 1%-ige Verbesserung der Transportzeit der Schiene im kombinierten Verkehr zu Verkehrsverlagerungen von der Straße in Höhe von 0,2% bis 0,4% führen können, in den konventionellen Verkehren sind die Wirkungen niedriger.

Deswegen ist bei der Trassenkonstruktion und Trassenvergabe auch im Tagesbereich darauf zu achten, dass Güterzügen mit erhöhten Anforderungen an die Beförderungszeit entsprechende Trassen mit beschleunigten Geschwindigkeitsprofilen und niedrigen Beförderungszeitquotienten zugewiesen werden, und diese nicht durch das Betriebsprogramm des Personenverkehrs eine Trasse mit einer deutlich schlechteren Qualität erhalten. Daher sind Angebote wie die Katalogtrassen im grenzüberschreitenden Verkehr auch auf den nationalen Streckenbereichen auszuweiten und verstärkt anzubieten. Da Güterverkehre i. d. R. nicht mit so langen Vorlaufzeiten planbar sind, sind Katalog- und Vorrangtrassen, trotz der negativen Auswirkungen auf die Auslastung, kontinuierlich vorzuhalten.

Dies ist nicht nur bei den aktuellen Planungen zum Deutschlandtakt zu berücksichtigen, in der die geplante Erweiterung des schnellen Personenfernverkehrs nicht zu größeren Einschränkungen des Schienengüterverkehrs im Tagesbereich führen darf.

Abbildung 45: Mit Streckenstandard G 120 (Güterverkehrsstrecken) ausgewiesene Strecken im Bundesschiennetz



Deutsches Schienennetz nach Streckenstandards (Zielnetz 2030)

- Standard G 120, 1-gleisig
- Standard G 120, 2-gleisig
- restliche Standards, 1-gleisig
- restliche Standards, 2-gleisig



Schiennetz:
 © eigene Darstellung auf Basis der STREDA.X-Daten der DB Netz AG
 TTS TRIMODE Transport Solutions GmbH
 Karte:
 Made with Natural Earth

Insbesondere gilt es auch für eine Vielzahl der Strecken, die als Güterverkehrsstrecken deklariert und im deutschen Netz mit dem Streckenstandard G 120 ausgewiesen sind. Hierbei handelt es sich um Güterverkehrsstrecken mit einer Leitgeschwindigkeit von 120 km/h; rd. 5.000 km des Bundesschienennetzes weisen diesen Streckenstandard aus. Wie der

Abbildung 45 zu entnehmen ist, handelt es sich hierbei teilweise um sehr bedeutende Hauptlaufstrecken, die vom Güterverkehr stark benutzt werden, wie u. a. die rechtsrheinische Strecke Duisburg – Köln – Koblenz – Wiesbaden, die linksrheinische Fortsetzung Mainz – Worms – Mannheim, die Moselstrecke zwischen dem Saarland und Koblenz, die Ruhr-Sieg-Strecke von Hagen bis Wetzlar, die Strecke von Celle über Lehrte (Hannover) bis Göttingen, die Strecke von Gemünden über Würzburg – Ansbach – Treuchtlingen nach Ingolstadt bzw. Augsburg, sowie die Strecke von Braunschweig (Salzgitter) über Magdeburg und Falkenberg zur deutsch-polnischen Grenze nach Horka.

Auch wenn diese Strecken als Güterverkehrsstrecken ausgewiesen sind, verkehren hier auch Züge des Personenfern- und -nahverkehrs in wesentlicher Anzahl und üben auch auf diesen Strecken die für den Personenverkehr üblichen Vorfahrtsrechte mit den entsprechend resultierenden Nachteilen aus. Da diese Streckenbereiche jedoch zu den Hauptmagistralen des Güterverkehrs zählen, ist vom Bund und seinen Institutionen zu prüfen, ob das Vorrangrecht auf diesen Strecken nicht dem Güterverkehr zu gewähren ist. Nur dann könnte der Güterverkehr planbarer und auch mit höheren Geschwindigkeiten umgesetzt werden, sodass in Folge auch der Einsatz von schnelleren Wagen wirtschaftlich gestaltet werden kann.

2.3.6 Aufbau eines Kennzahlensystems zur besseren Berücksichtigung von Pufferzeiten zur Vermeidung von Verspätungen im Betriebsablauf der Züge

Generell ist die verlässliche zuverlässige Planbarkeit von Verkehrssystemen von besonderer Bedeutung für die verladende und transportierende Wirtschaft und eine hohe Zuverlässigkeit von planbaren Transportzeiten ist somit ein entscheidender Wirtschaftsfaktor. Das zeigt nicht nur die aktuelle Befragung, sondern auch mehrere Befragungen in der Vergangenheit (vgl. BVU, TNS 2016).

Zuverlässigkeit wird von allen befragten Unternehmen als Funktionssicherheit einer vorher geplanten und garantierten Leistung verstanden. Die Unternehmen verstehen diese als Wahrscheinlichkeit, dass eine vereinbarte Leistung störungsfrei und korrekt ausgeführt wird. Diese Funktionssicherheit wird von den Unternehmen so interpretiert, dass vereinbarte Abhol- und Ankunftszeitfenster eingehalten werden, dass die Ware somit pünktlich angeliefert wird. Die geplanten und zu erreichenden Ankunftszeitfenster differieren hierbei je nach transportierter Gütergruppe und logistischen Anforderungen sehr stark. Sie erstrecken sich von einer Viertelstunde und können sich bei Massengütern bis zu einem ganzen Tag belaufen (vgl. BVU, TNS 2016).

Im Optimalfall sollte diese Funktionssicherheit zu 100% bestehen. Leider zeigt die Erfahrung, dass dieses Optimum aus unterschiedlichen Gründen nicht erreicht werden kann. Deswegen wird ein Transport von Verladern bereits dann als zuverlässig interpretiert, wenn diese Funktionssicherheit bereits bei Werten zwischen 90% und 98% erreicht werden kann. Zuverlässigkeit kann somit als ein Zustand definiert werden, in dem gewisse Zeitfenster bzw. vereinbarte Abhol- und Lieferzeitpunkte mit einer hohen Pünktlichkeitsrate erreicht werden. Neben dem Maß der Pünktlichkeit ist jedoch auch der Verspätungsumfang entscheidend, da er einen hohen Einfluss auf die Empfängerreaktion hat. Eine Verspätung von einer oder fünf Minuten über der veranschlagten Sicherheitszeit ist anders zu bewerten als eine Verspätung von zwei oder sogar sechs Stunden. Somit wird Zuverlässigkeit nicht allein über das Pünktlichkeitsmaß definiert, sondern

auch über die Höhe des Verspätungsumfangs nach einer bestimmten Sicherheitszeit (vgl. BVU, TNS 2016).

Die Befragungen zeigen, dass planbare Verspätungen, wie z. B. bei Sperrung von Schleusen, angekündigten Baustellenumleitungen, etc. deutlicher günstiger bewertet werden als außerplanmäßige Verspätungen. Eingeplante Verspätungen sind somit internalisiert und stellen aus Sicht der Zuverlässigkeit auch bei den Verladern kein Problem dar. Daher werden bei allen Verkehrsträgern von Seiten der Spediteure bereits Sicherheitspuffer in der Transportabwicklung eingeplant, damit die vorgegebenen Zeitfenster eines Transportes auch im Falle unvorhergesehener Abweichungen und sonstiger Störungen garantiert werden können. Aus Befragungen und Verladerberichten machen diese Pufferzeiten bis zu 20% der eigentlichen für den Transport benötigten Fahrzeiten aus (vgl. BVU, TNS 2016).

Aufgrund der ständigen Berichte über Unzuverlässigkeiten scheinen die einkalkulierten Pufferzeiten häufig nicht auszureichen. Dies kann an generell zu niedrigen Pufferzeiten im Rahmen der Transportplanung liegen, oder auch an fehlerhaften Einschätzungen der für einen Transportvorgang erforderlichen Pufferzeit, da die Pufferzeit einer Nachtfahrt auf einer Distanz von 300 km anders einzuschätzen ist, als ein Transport über 800 km im Tagesbereich.

Um Unzuverlässigkeiten besser planbar zu machen, sind generell zunächst alle Verloader gefordert ihre Sicherheits- und Pufferzeiten zu prüfen und ggfs. zu erweitern. Um die Planbarkeit von Pufferzeiten auch zu verbessern, sollten insbesondere bei der Straße als auch bei der Schiene, strecken- und zeitlich bezogene Verspätungsprognosen oder Kennwerte in Abhängigkeit der Verkehrsbelastung, der Witterungsbedingungen und streckenbezogenen Sonderhandlungen erstellt und tagesspezifisch veröffentlicht werden. Dies würde den Aufbau eines Kennzahlen-Controllings zur Streckenzuverlässigkeit erfordern, welches von den entsprechenden Institutionen, wie z. B. der DB Netz AG bei der Schiene, sowie der BAST, der Autobahnverwaltung, und den Straßenbauverwaltungen der Länder aufgebaut und veröffentlicht werden könnte. Viele private Verloader erstellen bereits zur Planbarkeit ihrer Verkehre Niedrig- und Hochwasserprognosen für die unregulierten Flussabschnitte auf Basis der täglich veröffentlichten Pegelmeldungen. Der Aufbau solch eines Kennwertsystems kann Verloader zur besseren Abschätzung der transportabhängigen Pufferzeiten unterstützen.

2.3.7 Priorisierung des Güterverkehrs auf güterverkehrsrelevanten Strecken und stärkere Trennung von SPV und SGV

Derzeit werden Güterzüge dispositiv in der Regel nachrangig zu Personenzügen des Fern- und Regionalverkehrs behandelt. Dies äußert sich u. a. dahingehend, dass einem verspäteten Fernverkehrszug zu Ungunsten vorausfahrender Güterzüge das Recht zur Überholung eingeräumt wird. Entsprechend ergeben sich für die Güterzüge außerplanmäßige Wartezeiten, die ihre Fahrzeiten verlängern. Das Taktraster des Personenverkehrs kann dabei zur Folge haben, dass ein Güterzug nicht nur von einem, sondern gleich von mehreren Personenzügen in Folge überholt wird und somit deutliche Fahrplanabweichungen erleidet. Entsprechend ergibt sich hier häufig eine unbefriedigende Fahrplanpünktlichkeit.

Aus empirischen Untersuchungen (u. a. BVU et al. 2014) ist bekannt, dass die mittlere Verspätung der verspäteten Transporte das zentrale Zuverlässigkeitskriterium von Verladern darstellt: Je größer die – manchmal durchaus seltene – Verspätung ausfällt, umso höhere Puffer muss die Produktionslogistik einplanen, um eventuelle Verspätungen aufzufangen. Insofern muss es die zentrale Aufgabe der Streckendisposition sein, Verspätungen und Folgeverspätungen zu verhindern. Je homogener die Zuggeschwindigkeiten sind, umso einfacher ist es, verspätete Güterzüge auf die Strecke zu schicken. Hierzu kann auch die sog. Entmischung beitragen.

Der Bundesverkehrswegeplan 2030 sieht eine Reihe von Maßnahmen vor, die das Ziel einer verbesserten Entmischung der schnellen und der langsamen Verkehre verfolgen. Aufgrund der unterschiedlichen Geschwindigkeitsbänder der Fernverkehrszüge auf der einen und der Regional- und Güterverkehrszüge auf der anderen Seite sind solche im Mischverkehr genutzten Strecken anfällig für das oben skizzierte Szenario von außerplanmäßigen Überholunghalten. Durch den Bau von neuen Schnellfahrstrecken für den Hochgeschwindigkeitsverkehr erreicht man sowohl deutliche Fahrzeitreduktionen für die Reisenden im Personenverkehr, gleichzeitig aber auch deutliche Kapazitätswachse auf den bestehenden Strecken, von denen der Fernverkehr auf die Neubaustrecke abgezogen wird. Regionalverkehre mit einigen Zwischenhalten und Güterverkehre ohne planmäßige Zwischenhalte erreichen aufgrund der unterschiedlichen Fahrdynamiken recht ähnliche Durchschnittsgeschwindigkeiten und somit ein harmonisiertes Geschwindigkeitsband.

Im Vorortverkehr von Großstädten werden hingegen häufig zusätzliche Gleise für den artreinen S-Bahn-Verkehr errichtet. S-Bahnen erzielen aufgrund ihrer geringen Haltestellenabstände bei gleichzeitig hoher Taktfrequenz häufig Durchschnittsgeschwindigkeiten, welche unter dem Niveau von Güterzügen liegen. Auch hier führt die Entmischung zu einer Steigerung der Zuverlässigkeit des Güterverkehrs und einer gesteigerten Pünktlichkeit.

Die im Zuge des BVWP sowie des darüber hinaus gehenden Deutschlandtaktes geplanten Neubaustrecken unterstellen darüber hinaus eine grundsätzlich güterzugtaugliche Trassierung. Eine nächtliche Nutzung dieser sehr direkt verlaufenden Streckenabschnitte durch Züge des Güterverkehrs ermöglicht nicht nur eine Lärmreduktion entlang der Bestandsstrecke, sondern führt auch für diese Züge zu verkürzten Laufweglängen und in Folge dessen zu Transportkostensenkungen.

2.3.8 Erhöhung und Erweiterung der Abfahrtsfrequenzen

Der Güterverkehr wird heute noch zu einem großen Teil in den Nachstunden abgewickelt, während tagsüber auch auf zentralen Achsen oftmals lediglich 2-3 Güterzüge pro Stunde und Richtung abgewickelt werden. Dabei ist zu beachten, dass langlaufende Züge, wie bspw. zwischen Rotterdam und Genua, aufgrund ihrer Gesamtfahrzeit verschiedene hochausgelastete Netzbereiche und Großknoten auch in den morgendlichen bzw. abendlichen Hauptverkehrszeiten durchqueren müssen. Daher ist unabhängig vom Ziel der Entmischung von Verkehren durch den Neubau von Streckeninfrastruktur auf besonders güterverkehrsrelevanten Strecken eine mindestens gleichrangige Behandlung des Güterverkehrs mit Zügen des Personenverkehrs anzustreben. Auf Achsen mit internationaler Güterverkehrsrelevanz kann eine, zumindest für gewisse Zeitscheiben eines Tages, Priorisierung von Güterzügen vor Personenzügen mit klar definierten Trassenzuweisungen notwendig sein. Die von den befragten Unternehmen geforderte Erhöhung und Erweiterung der Abfahrtsfrequenzen, insbesondere im kombinierten Verkehr, ist zunächst eine privatwirtschaftliche Aufgabe. Dabei resultiert eine Steigerung der Frequenz unmittelbar aus dem Anstieg der Transportmengen, was sich gleichzeitig positiv auf die Durchschnittskosten auswirkt.

Bei einem täglich verkehrenden Liniendienst per Schiene ist ein Jahresaufkommen zwischen rd. 16.000 bis 20.000 LE⁵¹ erforderlich, damit dieser wirtschaftlich dargestellt werden kann. Dieses Aufkommen ist jedoch nicht immer und auf allen Relationen realisierbar. Damit ein Dienst wirtschaftlich betrieben und sich im Wettbewerb zum Lkw durchsetzen kann, sind i. d. R. 2 Abfahr-

51 Hierbei wird von einer Stellplatzauslastung von 60% und einem Behältermix von 50% an 20“ und 50% an 40“-Einheiten ausgegangen.

ten pro Woche und Richtung erforderlich. Bei einer Abfahrt zweimal pro Woche ist ein durchschnittliches Aufkommen von rd. 6.700 LE pro Jahr, bzw. zwischen 5.000 und 8.500 LE, notwendig. Linienangebote mit nur einer Abfahrt pro Woche werden nur in der Anfangsphase und ausschließlich bei im Zeitverlauf positiven Wachstumsentwicklungen angeboten. Ähnlich ist dies auch im Binnenschiffsverkehr, wenn man von einem zweilagigen Transport per Großmotorgüterschiff als Mindestvoraussetzung ausgeht.

Eine Erhöhung der Abfahrtsdichte ist nur durch eine Aufkommensstärkung der Terminals möglich. Da im Umkreis der KV-Terminals nicht überall mit ladungsstarken Neuansiedlungen von Unternehmen zu rechnen ist, ist folgendes anzustreben:

- ▶ KV-Terminals sind flächen- und angebotsseitig konzentriert zu Lager- und Distributionszentren weiterzuentwickeln, in denen insbesondere Unternehmen mit Verkehrs- und Logistikaktivitäten konzentriert angesiedelt werden. Dies betrifft nicht nur die Flächen der KV-Terminals selbst, die für diese Tätigkeiten i. d. R. nicht ausreichend sind, sondern die im Umfeld der KV-Terminals vorhandenen Flächen, wie auch in Kapitel 3.1.5 ausführlich erläutert wird.
- ▶ Das sich in der Seeschifffahrt zwischen europäischen Seehäfen verstärkt entwickelnde 45"-Containernetz sollte auch für den kontinentalen KV-Verkehr verstärkt und von den KV-Operateuren im Hinterland zusätzlich angeboten werden. Aktuell laufen Güterverkehre in die Ostseestaaten entweder im kombinierten Verkehr per Schiene oder im Lkw-Fährverkehr über die Ostseehäfen. Der kombinierte Verkehr läuft aktuell entweder direkt über die Jütlandroute zwischen Hamburg und Flensburg nach Dänemark, Schweden und Norwegen, oder direkt über die Fährhäfen an der Ostsee. Bei Fahrten über die Fährhäfen laufen mit Sattelaufliegern beladene KV-Züge die KV-Terminals in Lübeck, Kiel und Rostock an und werden dann als unbegleitete Einheiten mit den Fährschiffen in allen Relationen weiterbefördert. Für die Transporte per Fährschiff fallen teilweise sehr hohe Kosten an; für einen Transport zwischen den deutschen Häfen und Schweden (Fährhäfen an der Westküste) liegen die Kosten nach offiziellen Angaben um die 400 € pro Trailer, zu norwegischen um die 700 € und zu finnischen Häfen können Kosten bis zu 1.700 € pro Trailer entstehen. Frachtraten von Containerfeederschiffen liegen häufig zwischen 40% und 50% niedriger. Die Vorteile eines Einsatzes von 45"-Containern gegenüber Sattelbehältern liegen darin, dass diese stapelbar sind und per Feederschiff kostengünstiger befördert werden. Insbesondere auf den langen Ostseerelationen ins Baltikum, nach Russland und nach Finnland können hier erhebliche Kostenvorteile umgesetzt werden, die sich nachfragesteigernd auswirken können.
- ▶ Zwischen der Fahrzeugindustrie und den Verladern sind gemeinsame Anstrengungen zu unternehmen, die dazu führen, dass nur noch kranbare Sattelaufleger produziert werden. Der Staat kann diese Anstrengungen durch eine Bezuschussung bei der Anschaffung von krankbaren Anhängen oder auch durch ein Verbot der nicht kranbaren Anhänger unterstützen. Man schätzt, dass rund 80% bis 85% der in Deutschland genutzten Sattelaufleger nicht kranbar sind und somit für den kombinierten Verkehr per Schiene als Marktpotential nicht genutzt werden können. Es ist in der Literatur viel über das für den kombinierten Verkehr zu erschließende Marktpotential, welches mit nicht kranbaren Sattelaufliegern transportiert wird, diskutiert worden. Bei Kostenunterschieden zwischen 1.500 € und 3.000 € zwischen kranbaren und nicht kranbaren Sattelaufliegern dürfte das tatsächliche Potential in der Regel nicht groß sein, da der Verzicht auf die Nutzungsmöglichkeit durch den Preisunterschied nicht gerechtfertigt werden kann. Bei einer Lebensdauer der Auflieger von 15 Jahren und einer jährlichen Laufleistung von mindestens 70.000 km p.a. resultiert eine Mehrbelastung von 0,3 ct pro gefahrenen km bzw. von 1 € auf einer 350 km Distanz. Hier wird es andere gewichtigere Gründe, wie z. B. ungeeignetes Marktpotential oder fehlende Kooperation mit

Spediteuren an der anderen Seite der Transportkette geben, die zu einer Nicht-Nutzung des kombinierten Verkehrs führen, und nicht die fehlende Kranbarkeit. Trotzdem kann es, auch bei geringer Nachfrage, über den Lebenszyklus des Aufliegers zu Nachfragen kommen, die dessen Einsatz im kombinierten Verkehr erfordern, die dann jedoch nicht umsetzbar sind. Um diese, wenn auch geringen Nachfragemöglichkeiten, nicht zu verhindern, erscheint es aufgrund des geringen Preisunterschiedes auch für die Industrieseite gerechtfertigt, auf dieses Marktsegment zu verzichten.

Vorstellbar wäre z. B. eine Vereinbarung zwischen Industrie und Verladern auf die Herstellung nicht-kranbarer Sattelaufleger zu verzichten, um die Chancen des Einsatzes im kombinierten Verkehr zu erhöhen.

Der Bund könnte hierbei eine Vermittlerrolle spielen, indem er die Vorteile von kranbaren Sattelauflegern im Zuge der weiter steigenden Bedeutung des kombinierten Verkehrs stärker herausstellt, sowie auf dessen Rolle und Bedeutung bei der Erreichung der verkehrs- und klimapolitischen Ziele hinweist. Zur Erreichung dieser Ziele hat der Bund in der Vergangenheit bereits zahlreiche Studien⁵² und Initiativen zum Umschlag von nicht kranbaren Sattelauflegern mitfinanziert und somit seine grundsätzliche Unterstützung in dieser Thematik signalisiert. Da diese Initiativen noch nicht zu größeren positiven Ergebnissen geführt haben, ist es vorstellbar, dass der Staat, neben den bereits umgesetzten Aktivitäten, die Anschaffung von kranbaren Anhängern bezuschusst (vorstellbar sind Zuschüsse zwischen 30% und 50% der Differenz der Anschaffungskosten) oder die Anschaffung bzw. die Produktion nicht kranbarer Sattelaufleger aus verkehrspolitischen Gründen verbietet.

⁵² u. a. RailTug- Tugmastersystem zur rollenden Beladung von Trailern auf Eisenbahngüterwagen, Förderkennzeichen 19G8006A.

3 Anhang

3.1 Transporteigenschaften der einzelnen Güter

Tabelle 101: Transporteigenschaften bei Landwirtschaft, Forst, Jagd

Angabe Transporteigenschaft	Trifft zu	Trifft nicht zu	Keine Angabe
Ist zerbrechlich	1	24	0
Ist besonders hochwertig	8	15	2
Ist sperrig	10	15	0
Ist bei einer bestimmten Temperatur zu handhaben (temperaturgeführt)	11	14	0
Ist ein Lebensmittel	14	11	0
Ist brennbar, explosiv, giftig, ätzend und/oder gewässerschädigend	5	20	0
Ist unverpacktes Greifer- oder Schüttgut	11	14	0
Ist unverpacktes Flüssiggut	5	20	0
Ist auf Standardladungseinheiten transportiert worden (z. B. Europaletten, Colli, Gitterbox, etc.)	12	13	0
Ist eine Einzelanfertigung	2	22	1
Ist eine Zusammenfassung mehrerer verschiedener Artikel	11	14	0
Kommt vom Hersteller	16	4	1
Kommt vom Großhändler/Distributionslager	12	8	1
Kommt von einem Umschlagspunkt, an dem nichts zwischengelagert wird	7	12	2
Ist zur Weiterverarbeitung bzw. Verteilung noch am selben Arbeitstag vorgesehen	9	11	1
Geht in ein Eingangslager mit mehrtägiger Sicherheitsreichweite	11	10	0
Wird nur umgeschlagen und nicht gelagert	5	16	0
Wird unmittelbar nach der Herstellung versendet	7	4	1
Wird aus einem Ausgangslager mit mehrtägigem Zeitpuffer versendet	5	7	0
Wird nur umgeschlagen und nicht gelagert	5	7	0
Wird am Zielort weiterverarbeitet	9	2	1
Wird am Zielort zum Verkauf oder zur Weiterverteilung bereit gehalten	7	4	1
Wird am Zielort nur umgeschlagen und nicht zwischengelagert	5	5	2

Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 102: Transporteigenschaften bei Kohle, Erdöl, -gas

Angabe Transporteigenschaft	Trifft zu	Trifft nicht zu	Keine Angabe
Ist zerbrechlich	0	7	0
Ist besonders hochwertig	3	4	0
Ist sperrig	0	7	0
Ist bei einer bestimmten Temperatur zu handhaben (temperaturgeführt)	3	4	0
Ist ein Lebensmittel	0	7	0
Ist brennbar, explosiv, giftig, ätzend und/oder gewässerschädigend	6	1	0
Ist unverpacktes Greifer- oder Schüttgut	2	5	0
Ist unverpacktes Flüssiggut	5	2	0
Ist auf Standardladungseinheiten transportiert worden (z. B. Europaletten, Colli, Gitterbox, etc.)	3	4	0
Ist eine Einzelanfertigung	0	7	0
Ist eine Zusammenfassung mehrerer verschiedener Artikel	0	7	0
Kommt vom Hersteller	4	3	0
Kommt vom Großhändler/Distributionslager	5	2	0
Kommt von einem Umschlagpunkt, an dem nichts zwischengelagert wird	1	5	1
Ist zur Weiterverarbeitung bzw. Verteilung noch am selben Arbeitstag vorgesehen	2	5	0
Geht in ein Eingangslager mit mehrtägiger Sicherheitsreichweite	4	3	0
Wird nur umgeschlagen und nicht gelagert	1	6	0
Wird unmittelbar nach der Herstellung versendet	0	0	0
Wird aus einem Ausgangslager mit mehrtägigem Zeitpuffer versendet	0	0	0
Wird nur umgeschlagen und nicht gelagert	0	0	0
Wird am Zielort weiterverarbeitet	0	0	0
Wird am Zielort zum Verkauf oder zur Weiterverteilung bereit gehalten	0	0	0
Wird am Zielort nur umgeschlagen und nicht zwischengelagert	0	0	0

Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 103: Transporteigenschaften bei Erzen, Steine, Bergbau

Angabe Transporteigenschaft	Trifft zu	Trifft nicht zu	Keine Angabe
Ist zerbrechlich	0	14	0
Ist besonders hochwertig	5	9	0
Ist sperrig	7	7	0
Ist bei einer bestimmten Temperatur zu handhaben (temperaturgeführt)	0	14	0
Ist ein Lebensmittel	0	14	0
Ist brennbar, explosiv, giftig, ätzend und/oder gewässerschädigend	0	14	0
Ist unverpacktes Greifer- oder Schüttgut	10	4	0
Ist unverpacktes Flüssiggut	0	14	0
Ist auf Standardladungseinheiten transportiert worden (z. B. Europaletten, Colli, Gitterbox, etc.)	7	7	0
Ist eine Einzelanfertigung	1	13	0
Ist eine Zusammenfassung mehrerer verschiedener Artikel	6	8	0
Kommt vom Hersteller	7	1	2
Kommt vom Großhändler/Distributionslager	5	5	0
Kommt von einem Umschlagspunkt, an dem nichts zwischengelagert wird	0	10	0
Ist zur Weiterverarbeitung bzw. Verteilung noch am selben Arbeitstag vorgesehen	0	10	0
Geht in ein Eingangslager mit mehrtägiger Sicherheitsreichweite	7	3	0
Wird nur umgeschlagen und nicht gelagert	1	9	0
Wird unmittelbar nach der Herstellung versendet	2	5	0
Wird aus einem Ausgangslager mit mehrtägigem Zeitpuffer versendet	3	4	0
Wird nur umgeschlagen und nicht gelagert	1	6	0
Wird am Zielort weiterverarbeitet	6	0	1
Wird am Zielort zum Verkauf oder zur Weiterverteilung bereit gehalten	3	3	1
Wird am Zielort nur umgeschlagen und nicht zwischengelagert	0	6	1

Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 104: Transporteigenschaften bei Nahrungs- und Genussmitteln

Angabe Transporteigenschaft	Trifft zu	Trifft nicht zu	Keine Angabe
Ist zerbrechlich	10	15	0
Ist besonders hochwertig	12	12	1
Ist sperrig	5	20	0
Ist bei einer bestimmten Temperatur zu handhaben (temperaturgeführt)	20	5	0
Ist ein Lebensmittel	24	0	1
Ist brennbar, explosiv, giftig, ätzend und/oder gewässerschädigend	4	21	0
Ist unverpacktes Greifer- oder Schüttgut	4	21	0
Ist unverpacktes Flüssiggut	5	20	0
Ist auf Standardladungseinheiten transportiert worden (z. B. Europaletten, Colli, Gitterbox, etc.)	24	1	0
Ist eine Einzelanfertigung	3	22	0
Ist eine Zusammenfassung mehrerer verschiedener Artikel	19	6	0
Kommt vom Hersteller	13	4	0
Kommt vom Großhändler/Distributionslager	14	3	0
Kommt von einem Umschlagspunkt, an dem nichts zwischengelagert wird	4	12	1
Ist zur Weiterverarbeitung bzw. Verteilung noch am selben Arbeitstag vorgesehen	7	10	0
Geht in ein Eingangslager mit mehrtägiger Sicherheitsreichweite	8	9	0
Wird nur umgeschlagen und nicht gelagert	6	11	0
Wird unmittelbar nach der Herstellung versendet	15	3	2
Wird aus einem Ausgangslager mit mehrtägigem Zeitpuffer versendet	14	5	1
Wird nur umgeschlagen und nicht gelagert	7	12	1
Wird am Zielort weiterverarbeitet	8	10	2
Wird am Zielort zum Verkauf oder zur Weiterverteilung bereit gehalten	15	4	1
Wird am Zielort nur umgeschlagen und nicht zwischengelagert	5	11	4

Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 105: Transporteigenschaften bei Textilien, Leder

Angabe Transporteigenschaft	Trifft zu	Trifft nicht zu	Keine Angabe
Ist zerbrechlich	0	10	0
Ist besonders hochwertig	4	5	1
Ist sperrig	3	7	0
Ist bei einer bestimmten Temperatur zu handhaben (temperaturgeführt)	0	10	0
Ist ein Lebensmittel	0	10	0
Ist brennbar, explosiv, giftig, ätzend und/oder gewässerschädigend	0	10	0
Ist unverpacktes Greifer- oder Schüttgut	0	10	0
Ist unverpacktes Flüssiggut	0	10	0
Ist auf Standardladungseinheiten transportiert worden (z. B. Europaletten, Colli, Gitterbox, etc.)	10	0	0
Ist eine Einzelanfertigung	2	7	1
Ist eine Zusammenfassung mehrerer verschiedener Artikel	7	3	0
Kommt vom Hersteller	6	0	0
Kommt vom Großhändler/Distributionslager	5	1	0
Kommt von einem Umschlagspunkt, an dem nichts zwischengelagert wird	0	6	0
Ist zur Weiterverarbeitung bzw. Verteilung noch am selben Arbeitstag vorgesehen	1	5	0
Geht in ein Eingangslager mit mehrtägiger Sicherheitsreichweite	2	4	0
Wird nur umgeschlagen und nicht gelagert	2	4	0
Wird unmittelbar nach der Herstellung versendet	1	2	3
Wird aus einem Ausgangslager mit mehrtägigem Zeitpuffer versendet	5	1	0
Wird nur umgeschlagen und nicht gelagert	4	1	1
Wird am Zielort weiterverarbeitet	3	2	1
Wird am Zielort zum Verkauf oder zur Weiterverteilung bereit gehalten	4	1	1
Wird am Zielort nur umgeschlagen und nicht zwischengelagert	3	1	2

Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 106: Transporteigenschaften bei Holz, Papier

Angabe Transporteigenschaft	Trifft zu	Trifft nicht zu	Keine Angabe
Ist zerbrechlich	4	28	1
Ist besonders hochwertig	2	27	4
Ist sperrig	20	12	1
Ist bei einer bestimmten Temperatur zu handhaben (temperaturgeführt)	1	30	2
Ist ein Lebensmittel	0	32	1
Ist brennbar, explosiv, giftig, ätzend und/oder gewässerschädigend	16	15	2
Ist unverpacktes Greifer- oder Schüttgut	4	28	1
Ist unverpacktes Flüssiggut	0	32	1
Ist auf Standardladungseinheiten transportiert worden (z. B. Europaletten, Colli, Gitterbox, etc.)	28	5	0
Ist eine Einzelanfertigung	3	28	2
Ist eine Zusammenfassung mehrerer verschiedener Artikel	16	16	1
Kommt vom Hersteller	24	1	0
Kommt vom Großhändler/Distributionslager	12	12	1
Kommt von einem Umschlagpunkt, an dem nichts zwischengelagert wird	3	17	5
Ist zur Weiterverarbeitung bzw. Verteilung noch am selben Arbeitstag vorgesehen	5	20	0
Geht in ein Eingangslager mit mehrtägiger Sicherheitsreichweite	16	8	1
Wird nur umgeschlagen und nicht gelagert	3	21	1
Wird unmittelbar nach der Herstellung versendet	10	4	1
Wird aus einem Ausgangslager mit mehrtägigem Zeitpuffer versendet	8	6	1
Wird nur umgeschlagen und nicht gelagert	9	6	0
Wird am Zielort weiterverarbeitet	10	4	1
Wird am Zielort zum Verkauf oder zur Weiterverteilung bereit gehalten	10	4	1
Wird am Zielort nur umgeschlagen und nicht zwischengelagert	4	10	1

Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 107: Transporteigenschaften bei Glas, Zement, Gips, Kunststoff, Gummi

Angabe Transporteigenschaft	Trifft zu	Trifft nicht zu	Keine Angabe
Ist zerbrechlich	5	25	0
Ist besonders hochwertig	14	14	2
Ist sperrig	3	27	0
Ist bei einer bestimmten Temperatur zu handhaben (temperaturgeführt)	14	15	1
Ist ein Lebensmittel	1	29	0
Ist brennbar, explosiv, giftig, ätzend und/oder gewässerschädigend	22	7	1
Ist unverpacktes Greifer- oder Schüttgut	5	24	1
Ist unverpacktes Flüssiggut	11	17	2
Ist auf Standardladungseinheiten transportiert worden (z. B. Europaletten, Colli, Gitterbox, etc.)	23	6	1
Ist eine Einzelanfertigung	2	28	0
Ist eine Zusammenfassung mehrerer verschiedener Artikel	16	14	0
Kommt vom Hersteller	19	4	1
Kommt vom Großhändler/Distributionslager	16	7	1
Kommt von einem Umschlagspunkt, an dem nichts zwischengelagert wird	3	17	4
Ist zur Weiterverarbeitung bzw. Verteilung noch am selben Arbeitstag vorgesehen	5	19	0
Geht in ein Eingangslager mit mehrtägiger Sicherheitsreichweite	14	9	1
Wird nur umgeschlagen und nicht gelagert	1	23	0
Wird unmittelbar nach der Herstellung versendet	5	9	2
Wird aus einem Ausgangslager mit mehrtägigem Zeitpuffer versendet	5	7	4
Wird nur umgeschlagen und nicht gelagert	3	11	2
Wird am Zielort weiterverarbeitet	11	3	2
Wird am Zielort zum Verkauf oder zur Weiterverteilung bereit gehalten	10	4	2
Wird am Zielort nur umgeschlagen und nicht zwischengelagert	3	10	3

Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 108: Transporteigenschaften bei Metallen

Angabe Transporteigenschaft	Trifft zu	Trifft nicht zu	Keine Angabe
Ist zerbrechlich	6	52	1
Ist besonders hochwertig	32	23	4
Ist sperrig	35	23	1
Ist bei einer bestimmten Temperatur zu handhaben (temperaturgeführt)	5	54	0
Ist ein Lebensmittel	0	59	0
Ist brennbar, explosiv, giftig, ätzend und/oder gewässerschädigend	1	57	1
Ist unverpacktes Greifer- oder Schüttgut	10	48	1
Ist unverpacktes Flüssiggut	0	59	0
Ist auf Standardladungseinheiten transportiert worden (z. B. Europaletten, Colli, Gitterbox, etc.)	47	12	0
Ist eine Einzelanfertigung	16	41	2
Ist eine Zusammenfassung mehrerer verschiedener Artikel	29	27	3
Kommt vom Hersteller	35	5	2
Kommt vom Großhändler/Distributionslager	16	23	3
Kommt von einem Umschlagpunkt, an dem nichts zwischengelagert wird	8	27	7
Ist zur Weiterverarbeitung bzw. Verteilung noch am selben Arbeitstag vorgesehen	6	34	2
Geht in ein Eingangslager mit mehrtägiger Sicherheitsreichweite	20	19	3
Wird nur umgeschlagen und nicht gelagert	4	37	1
Wird unmittelbar nach der Herstellung versendet	14	12	1
Wird aus einem Ausgangslager mit mehrtägigem Zeitpuffer versendet	14	12	1
Wird nur umgeschlagen und nicht gelagert	8	19	0
Wird am Zielort weiterverarbeitet	19	6	2
Wird am Zielort zum Verkauf oder zur Weiterverteilung bereit gehalten	15	10	2
Wird am Zielort nur umgeschlagen und nicht zwischengelagert	7	18	2

Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 109: Transporteigenschaften bei Maschinen, Geräte

Angabe Transporteigenschaft	Trifft zu	Trifft nicht zu	Keine Angabe
Ist zerbrechlich	17	35	2
Ist besonders hochwertig	41	9	4
Ist sperrig	41	9	4
Ist bei einer bestimmten Temperatur zu handhaben (temperaturgeführt)	3	50	1
Ist ein Lebensmittel	0	54	0
Ist brennbar, explosiv, giftig, ätzend und/oder gewässerschädigend	6	47	1
Ist unverpacktes Greifer- oder Schüttgut	6	46	2
Ist unverpacktes Flüssiggut	1	53	0
Ist auf Standardladungseinheiten transportiert worden (z. B. Europaletten, Colli, Gitterbox, etc.)	38	11	5
Ist eine Einzelanfertigung	20	31	3
Ist eine Zusammenfassung mehrerer verschiedener Artikel	36	13	5
Kommt vom Hersteller	38	2	2
Kommt vom Großhändler/Distributionslager	16	23	3
Kommt von einem Umschlagspunkt, an dem nichts zwischengelagert wird	11	26	5
Ist zur Weiterverarbeitung bzw. Verteilung noch am selben Arbeitstag vorgesehen	5	35	2
Geht in ein Eingangslager mit mehrtägiger Sicherheitsreichweite	15	22	5
Wird nur umgeschlagen und nicht gelagert	5	35	2
Wird unmittelbar nach der Herstellung versendet	10	11	1
Wird aus einem Ausgangslager mit mehrtägigem Zeitpuffer versendet	10	12	0
Wird nur umgeschlagen und nicht gelagert	4	16	2
Wird am Zielort weiterverarbeitet	7	13	2
Wird am Zielort zum Verkauf oder zur Weiterverteilung bereit gehalten	12	7	3
Wird am Zielort nur umgeschlagen und nicht zwischengelagert	3	17	2

Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 110: Transporteigenschaften bei Fahrzeugen

Angabe Transporteigenschaft	Trifft zu	Trifft nicht zu	Keine Angabe
Ist zerbrechlich	4	10	1
Ist besonders hochwertig	13	1	1
Ist sperrig	13	1	1
Ist bei einer bestimmten Temperatur zu handhaben (temperaturgeführt)	1	14	0
Ist ein Lebensmittel	1	14	0
Ist brennbar, explosiv, giftig, ätzend und/oder gewässerschädigend	2	12	1
Ist unverpacktes Greifer- oder Schüttgut	1	13	1
Ist unverpacktes Flüssiggut	1	14	0
Ist auf Standardladungseinheiten transportiert worden (z. B. Europaletten, Colli, Gitterbox, etc.)	5	9	1
Ist eine Einzelanfertigung	5	9	1
Ist eine Zusammenfassung mehrerer verschiedener Artikel	7	7	1
Kommt vom Hersteller	8	0	1
Kommt vom Großhändler/Distributionslager	3	5	1
Kommt von einem Umschlagspunkt, an dem nichts zwischengelagert wird	2	6	1
Ist zur Weiterverarbeitung bzw. Verteilung noch am selben Arbeitstag vorgesehen	0	8	1
Geht in ein Eingangslager mit mehrtägiger Sicherheitsreichweite	2	6	1
Wird nur umgeschlagen und nicht gelagert	0	8	1
Wird unmittelbar nach der Herstellung versendet	2	6	0
Wird aus einem Ausgangslager mit mehrtägigem Zeitpuffer versendet	5	3	0
Wird nur umgeschlagen und nicht gelagert	1	5	2
Wird am Zielort weiterverarbeitet	3	5	0
Wird am Zielort zum Verkauf oder zur Weiterverteilung bereit gehalten	7	1	0
Wird am Zielort nur umgeschlagen und nicht zwischengelagert	2	5	1

Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 111: Transporteigenschaften bei Möbel, Schmuck, Sport-, Spielwaren, Musikinstrumenten

Angabe Transporteigenschaft	Trifft zu	Trifft nicht zu	Keine Angabe
Ist zerbrechlich	6	8	0
Ist besonders hochwertig	9	4	1
Ist sperrig	8	6	0
Ist bei einer bestimmten Temperatur zu handhaben (temperaturgeführt)	1	13	0
Ist ein Lebensmittel	0	14	0
Ist brennbar, explosiv, giftig, ätzend und/oder gewässerschädigend	2	12	0
Ist unverpacktes Greifer- oder Schüttgut	0	14	0
Ist unverpacktes Flüssiggut	0	14	0
Ist auf Standardladungseinheiten transportiert worden (z. B. Europaletten, Colli, Gitterbox, etc.)	8	6	0
Ist eine Einzelanfertigung	4	9	1
Ist eine Zusammenfassung mehrerer verschiedener Artikel	10	4	0
Kommt vom Hersteller	6	4	0
Kommt vom Großhändler/Distributionslager	3	7	0
Kommt von einem Umschlagpunkt, an dem nichts zwischengelagert wird	1	8	1
Ist zur Weiterverarbeitung bzw. Verteilung noch am selben Arbeitstag vorgesehen	0	10	0
Geht in ein Eingangslager mit mehrtägiger Sicherheitsreichweite	5	5	0
Wird nur umgeschlagen und nicht gelagert	3	7	0
Wird unmittelbar nach der Herstellung versendet	4	5	0
Wird aus einem Ausgangslager mit mehrtägigem Zeitpuffer versendet	4	5	0
Wird nur umgeschlagen und nicht gelagert	3	5	1
Wird am Zielort weiterverarbeitet	3	5	1
Wird am Zielort zum Verkauf oder zur Weiterverteilung bereit gehalten	4	4	1
Wird am Zielort nur umgeschlagen und nicht zwischengelagert	1	6	2

Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 112: Transporteigenschaften bei Sekundärrohstoffen, Abfällen

Angabe Transporteigenschaft	Trifft zu	Trifft nicht zu	Keine Angabe
Ist zerbrechlich	1	13	0
Ist besonders hochwertig	1	13	0
Ist sperrig	6	7	1
Ist bei einer bestimmten Temperatur zu handhaben (temperaturgeführt)	0	14	0
Ist ein Lebensmittel	0	14	0
Ist brennbar, explosiv, giftig, ätzend und/oder gewässerschädigend	6	7	1
Ist unverpacktes Greifer- oder Schüttgut	9	4	1
Ist unverpacktes Flüssiggut	1	13	0
Ist auf Standardladungseinheiten transportiert worden (z. B. Europaletten, Colli, Gitterbox, etc.)	12	1	1
Ist eine Einzelanfertigung	0	14	0
Ist eine Zusammenfassung mehrerer verschiedener Artikel	7	6	1
Kommt vom Hersteller	3	2	0
Kommt vom Großhändler/Distributionslager	3	2	0
Kommt von einem Umschlagspunkt, an dem nichts zwischengelagert wird	1	4	0
Ist zur Weiterverarbeitung bzw. Verteilung noch am selben Arbeitstag vorgesehen	1	4	0
Geht in ein Eingangslager mit mehrtägiger Sicherheitsreichweite	1	4	0
Wird nur umgeschlagen und nicht gelagert	1	4	0
Wird unmittelbar nach der Herstellung versendet	4	6	1
Wird aus einem Ausgangslager mit mehrtägigem Zeitpuffer versendet	5	5	1
Wird nur umgeschlagen und nicht gelagert	5	5	1
Wird am Zielort weiterverarbeitet	8	1	2
Wird am Zielort zum Verkauf oder zur Weiterverteilung bereit gehalten	7	3	1
Wird am Zielort nur umgeschlagen und nicht zwischengelagert	3	6	2

Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 113: Transporteigenschaften bei Geräten, Materialien der Güterbeförderung

Angabe Transporteigenschaft	Trifft zu	Trifft nicht zu	Keine Angabe
Ist zerbrechlich	1	9	0
Ist besonders hochwertig	6	3	1
Ist sperrig	8	1	1
Ist bei einer bestimmten Temperatur zu handhaben (temperaturgeführt)	0	10	0
Ist ein Lebensmittel	0	10	0
Ist brennbar, explosiv, giftig, ätzend und/oder gewässerschädigend	0	10	0
Ist unverpacktes Greifer- oder Schüttgut	0	10	0
Ist unverpacktes Flüssiggut	0	10	0
Ist auf Standardladungseinheiten transportiert worden (z. B. Europaletten, Colli, Gitterbox, etc.)	5	3	2
Ist eine Einzelanfertigung	4	6	0
Ist eine Zusammenfassung mehrerer verschiedener Artikel	7	2	1
Kommt vom Hersteller	4	1	1
Kommt vom Großhändler/Distributionslager	3	2	1
Kommt von einem Umschlagspunkt, an dem nichts zwischengelagert wird	1	3	2
Ist zur Weiterverarbeitung bzw. Verteilung noch am selben Arbeitstag vorgesehen	1	4	1
Geht in ein Eingangslager mit mehrtägiger Sicherheitsreichweite	2	3	1
Wird nur umgeschlagen und nicht gelagert	0	6	0
Wird unmittelbar nach der Herstellung versendet	2	2	0
Wird aus einem Ausgangslager mit mehrtägigem Zeitpuffer versendet	3	1	0
Wird nur umgeschlagen und nicht gelagert	1	3	0
Wird am Zielort weiterverarbeitet	3	1	0
Wird am Zielort zum Verkauf oder zur Weiterverteilung bereit gehalten	3	1	0
Wird am Zielort nur umgeschlagen und nicht zwischengelagert	1	3	0

Quelle: Eigene Darstellung

3.2 Eignung der Verkehrsmittel nach Gütergruppen

Tabelle 114: Eignung der Verkehrsmittel nach Landwirtschaft, Forst, Jagd

Eignung	Lkw	Bahn	Binnenschiff	Kontinentaler KV	Maritimer KV
sehr gut	21	5	4	2	4
gut	4	8	5	6	7
weniger	0	4	6	4	3
überhaupt nicht	0	7	8	10	9
keine Angabe	0	1	2	3	2

Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 115: Eignung der Verkehrsmittel nach Kohle, Erdöl, -gas

Eignung	Lkw	Bahn	Binnenschiff	Kontinentaler KV	Maritimer KV
sehr gut	2	2	2	0	0
gut	3	3	3	3	3
weniger	1	0	0	1	1
überhaupt nicht	1	2	2	3	3
keine Angabe	0	0	0	0	0

Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 116: Eignung der Verkehrsmittel nach Erzen, Steine, Bergbau

Eignung	Lkw	Bahn	Binnenschiff	Kontinentaler KV	Maritimer KV
sehr gut	10	5	5	1	1
gut	4	3	3	4	4
weniger	0	3	1	7	3
überhaupt nicht	0	3	5	2	6
keine Angabe	0	0	0	0	0

Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 117: Eignung der Verkehrsmittel nach Nahrungs- und Genussmitteln

Eignung	Lkw	Bahn	Binnenschiff	Kontinentaler KV	Maritimer KV
sehr gut	21	4	4	4	6
gut	4	4	2	6	3
weniger	0	11	9	6	4
überhaupt nicht	0	4	8	6	8
keine Angabe	0	2	2	3	4

Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 118: Eignung der Verkehrsmittel nach Textilien, Leder

Eignung	Lkw	Bahn	Binnenschiff	Kontinentaler KV	Maritimer KV
sehr gut	8	3	2	3	3
gut	2	2	1	3	2
weniger	0	2	3	1	1
überhaupt nicht	0	1	1	0	0
keine Angabe	0	2	3	3	4

Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 119: Eignung der Verkehrsmittel nach Holz, Papier

Eignung	Lkw	Bahn	Binnenschiff	Kontinentaler KV	Maritimer KV
sehr gut	26	10	6	7	9
gut	6	10	6	10	7
weniger	0	8	8	4	5
überhaupt nicht	1	2	9	7	6
keine Angabe	0	3	4	5	6

Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 120: Eignung der Verkehrsmittel nach Glas, Zement, Gips, Kunststoff, Gummi

Eignung	Lkw	Bahn	Binnenschiff	Kontinentaler KV	Maritimer KV
sehr gut	20	11	10	4	6
gut	9	12	9	11	6
weniger	1	4	5	5	8
überhaupt nicht	0	2	4	6	4
keine Angabe	0	1	2	4	6

Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 121: Eignung der Verkehrsmittel nach Metallen

Eignung	Lkw	Bahn	Binnenschiff	Kontinentaler KV	Maritimer KV
sehr gut	46	13	10	12	14
gut	11	15	13	17	13
weniger	2	18	14	16	11
überhaupt nicht	0	10	18	9	13
keine Angabe	0	3	4	5	8

Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 122: Eignung der Verkehrsmittel nach Maschinen, Geräte

Eignung	Lkw	Bahn	Binnenschiff	Kontinentaler KV	Maritimer KV
sehr gut	42	13	10	13	11
gut	11	10	5	10	13
weniger	1	18	16	15	11
überhaupt nicht	0	11	21	14	15
keine Angabe	0	2	2	2	4

Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 123: Eignung der Verkehrsmittel nach Fahrzeugen

Eignung	Lkw	Bahn	Binnenschiff	Kontinentaler KV	Maritimer KV
sehr gut	7	2	2	2	3
gut	8	5	2	3	3
weniger	0	2	5	4	4
überhaupt nicht	0	5	5	5	4
keine Angabe	0	1	1	1	1

Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 124: Eignung der Verkehrsmittel nach Möbel, Schmuck, Sport-, Spielwaren, Musikinstrumenten

Eignung	Lkw	Bahn	Binnenschiff	Kontinentaler KV	Maritimer KV
sehr gut	10	2	1	2	1
gut	3	2	0	2	3
weniger	0	3	4	1	1
überhaupt nicht	1	5	7	6	6
keine Angabe	0	2	2	3	3

Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 125: Eignung der Verkehrsmittel nach Sekundärrohstoffen, Abfällen

Eignung	Lkw	Bahn	Binnenschiff	Kontinentaler KV	Maritimer KV
sehr gut	11	3	3	1	2
gut	3	3	1	3	3
weniger	0	6	4	4	3
überhaupt nicht	0	2	6	6	6
keine Angabe	0	0	0	0	0

Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 126: Eignung der Verkehrsmittel nach Geräten, Materialien der Güterbeförderung

Eignung	Lkw	Bahn	Binnenschiff	Kontinentaler KV	Maritimer KV
sehr gut	8	3	2	3	4
gut	2	2	2	0	0
weniger	0	3	3	3	3
überhaupt nicht	0	1	2	2	2
keine Angabe	0	1	1	2	1

Quelle: Eigene Darstellung

4 Quellenverzeichnis

- Abate, M.; de Jong, G. (2014): The optimal shipment size and truck choice – the allocation of trucks across hauls. In: *Transportation Research Part A*, 2014, 59, S. 262-277.
- ADV (2015): *Airport Travel Survey 2015 – Zahlen, Fakten, Trends*. Flughafenverband ADV (Arbeitsgemeinschaft Deutscher Verkehrsflughäfen), Berlin.
- ADV (2018): *Airport Travel Survey 2018 – Zahlen, Fakten, Trends*. Flughafenverband ADV (Arbeitsgemeinschaft Deutscher Verkehrsflughäfen), Berlin.
- Allianz pro Schiene, <https://www.allianz-pro-schiene.de/glossar/dual-mode-lokomotive/>
- Allianz pro Schiene, <https://www.allianz-pro-schiene.de/glossar/hybrid-lokomotive/>
- Allianz pro Schiene, <https://www.allianz-pro-schiene.de/glossar/last-mile-lokomotive/>
- Altvater, E. und A. Brunnengräber (Hrsg.) (2006): *Ablasshandel gegen Klimawandel? Marktbasierte Instrumente in der globalen Klimapolitik und ihre Alternativen*, VSA-Verlag.
- ARKTIK REPORT 2008: Eine repräsentative Studie zum Klimaneutralen Handeln von Autofahrern in Deutschland. Studie für ARKTIK durchgeführt von MWRResearch, Hamburg 2008.
- ARL (2016): *Multilokale Lebensführung und räumliche Entwicklungen*. Akademie für Raumforschung und Landesplanung. Leibniz-Forum für Raumwissenschaften. Positionspapier, 104, Hannover.
- Arunotayanun, K. (2009): *Modelling Freight Supplier Behavior and Response*. PhD thesis. Centre for Transport Studies, Imperial College London.
- Arunotayanun, K.; Polak, J.W. (2011): Taste heterogeneity and market segmentation in freight shippers' mode choice behavior. In: *Transportation Research Part E*, 2011, 47, S. 138-148.
- Axhausen, K. W. (2007) *Activity spaces, biographies, social networks and their welfare gains and externalities: Some hypotheses and empirical results*, *Mobilities*, 2, S. 15–36.
- Baulinks: <https://www.baulinks.de/webplugin/2016/0340.php4> vom 21.3.2016.
- Bäumer, M.; Hautzinger, H.; Pfeiffer, M.; Stock, W.; Lenz, B.; Kuhnimhof, T.; Köhler, K. (2017a): *Fahrleistungserhebung 2014 "Inlandsfahrleistung und Unfallrisiko"*. Heft V291. Bericht zum Forschungsprojekt FE 82.0584/2013: *Fahrleistungserhebung 2014: Begleitung und Auswertung*.
- Bäumer, M.; Hautzinger, H.; Pfeiffer, M.; Stock, W.; Lenz, B.; Kuhnimhof, T.; Köhler, K. (2017b): *Fahrleistungserhebung 2014 – „Inländerfahrleistung"*. Heft V290. Bericht zum Forschungsprojekt FE 82.0584/2013: *Fahrleistungserhebung 2014: Begleitung und Auswertung*.
- Baumol, W.J.; Vinod, H.D. (1970): An inventory theoretic model of freight transport demand. In: *Management Science*, 1970, 16(7), S. 413-421.
- Bergantino, A.S.; Bierlaire, M.; Catalano, M.; Migliore, M.; Amoroso, S. (2013): Taste heterogeneity and latent preferences in the choice behavior of freight transport operators. In: *Transport Policy*, 2013, 30, S. 77-91.
- BMVI (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur) [Hrsg.] (2018): *Verkehr in Zahlen 2018/2019*. 47. Jahrgang. Bearbeitung: Sabine Radtke, Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW), in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)/ Institut für Verkehrsforschung und dem Kraftfahrt-Bundesamt (KBA). https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/G/verkehr-in-zahlen_2018-pdf (13.08.2019).
- Bolis, S.; Maggi, R. (2003): Logistics Strategy and Transport Service Choices an Adaptive Stated Preference Experiment, *Growth and Change, A Journal of Urban and Regional Policy*, Special Issue STELLA FG 1, Vol 34, S. 4.

Bontekoning, Y. M.; C. Macharis; Trip, J. J. (2004): Is a new applied transportation research field emerging? – A review of intermodal rail-truck freight transport literature. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Vol. 38, No. 1, 2004, S. 1-34.

Bundeskartellamt: Aktenzeichen B4-115/19.

Bühler, G. (2006): *Verkehrsmittelwahl im Güterverkehr. Eine Analyse ordnungs- und preispolitischer Maßnahmen.* Physica-Verlag, Heidelberg.

BVU (entspr. Abteilung umbenannt in TTS TRIMODE Transport Solutions GmbH) + ITP + IVV + Planco (2014): *Verkehrsverflechtungsprognose 2030. Schlussbericht – Los 3, im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur, Freiburg-München 2014.*

BVU Beratergruppe Verkehr + Umwelt GmbH (entspr. Abt. in TTS TRIMODE Transport Solutions GmbH umbenannt): *Raumwirksamkeitsanalyse – Anwendung der Richtlinie für die integrierte Netzgestaltung (RIN) im Schienennetzverkehr, Freiburg 2014 (SWD-10.06.03-12.102).*

BVU – Beratergruppe Verkehr + Umwelt and TNS Infratest (2016): *Entwicklung eines Modells zur Berechnung von modalen Verlagerungen im Güterverkehr für die Ableitung konsistenter Bewertungsansätze für die Bundesverkehrswegeplanung, FE-Projekt 96.1002/2012. Endbericht.*

BVU (entspr. Abteilung umbenannt in TTS TRIMODE Transport Solutions GmbH) + TNS + KIT: *Entwicklung eines Modells zur Berechnung von modalen Verlagerungen im Güterverkehr für die Ableitung konsistenter Bewertungsansätze für die Bundesverkehrswegeplanung, Freiburg-München-Karlsruhe 2016.*

Cerre (2014): *Development of rail freight in Europe: What regulation can and cannot do. Germany Case Study.* Bearbeitung: Haucap, J.; Pagel, B. (University of Düsseldorf).

CLIA (2018): *Hochsee-Kreuzfahrtmarkt Deutschland 2017. Vorstellung der Studie der Cruise Lines International Association (CLIA) Deutschland und des Deutschen Reiseverbands e.V. (DRV), Berlin.*

Combes, F.; Tavasszy, L.A. (2016): *Inventory theory, mode choice and network structure in freight transport.* In: *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 2016, 16(1), S. 38-52.

Combinet GmbH (2013): *Logistikland Niedersachsen - erforderlicher Zugang zur Schieneninfrastruktur für die Logistik, Schlussbericht für Niedersächsisches Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr, 2013. Autor: Dr. Bernd Seidel.*

Cullinane, K.P.B.; Toy, N.R. (2000): *Identifying Influential Attributes in Freight Route/Mode Choice Decisions: A Content Analysis,* *Transportation Research E: Logistics and Transportation Review*, 36(1), S. 41-53.

Danielis, R.; Marcucci, E.; Rotaris, L. (2005): *Logistics managers' stated preferences for freight service attributes.* *Transportation Research, Part E, Vol. 41, S. 201-215.*

Dargay, J.; Clark, S. (2012): *The determinants of long distance travel in Great Britain.* In: *Transportation Research Part A*, 2012, 46, S. 576-587.

DB (2018): *Deutsche Bahn – Daten & Fakten 2017.* Deutsche Bahn AG, Investor Relations.

De Jong, G.; Johnson, D. (2009): *Discrete Mode and Discrete or Continuous Shipment Size Model in Freight Transport in Sweden,* *European Transport Conference 2009, Leeuwenhorst Conference Centre, The Netherlands.*

De Jong, G.; Kouwenhoven, M.; Bates, J.; Koster, P.; Verhoef, E.; Tavasszy, L.; Warffemius, P. (2014): *New SP-values of time and reliability for freight transport in the Netherlands.* In: *Transportation Research Part E*, 2014, 64, S. 71-87.

De Jong, G.; Schrotten, A.; Van Essen, H.; Otten, M.; Bucci, P. (2010): The price sensitivity of road freight transport – a review of elasticities. In: E. van de Voorde & T. Vanelander [Hrsg.], Applied transport economics, a management and policy perspective. De Boeck, Antwerpen.

DESTATIS (2018): Transport & Verkehr – GENESIS-Online Datenbank. Statistisches Bundesamt. https://www-genesis.destatis.de/genesis/online/data;sid=779FC26BC1178129BB39E2114175E36D.GO_1_4?operation=statistikenVerzeichnisNextStep&levelindex=0&levelid=1542806692603&index=21&structurelevel=2 (21.11.2018).

Destatis (2019a): Verkehr – Luftverkehr. Statistisches Bundesamt (Destatis), Fachserie 8 Reihe 6.

Destatis (2019b): Personenverkehr mit Bussen und Bahnen 2017. Statistische Bundesamt (Destatis). Fachserie 8 Reihe 3.1.

Deutsche Bahn: https://www.deutschebahn.com/de/presse/pressestart_zentrales_uebersicht/Lokflotte-von-DB-Cargo-wird-mit-neuen-Zweikraftloks-gruener-5578952 (aufgesucht am 3.2.2021).

Deutscher Bundestag: Drucksache 17/7163 vom 27.9.2011.

Dittrich-Wesbuer, A.; Kramer, C.; Duchêne-Lacroix, C.; Rumpolt, P. (2015): Multi-local Living Arrangements: Approaches to Quantification in German Language Official Statistics and Surveys. In: Tijdschrift voor economische en sociale geografie, 106, S. 409-424.

DLR 2018: Low-Cost-Monitor, Herbst 2018.

Duan, L.; Peng, Q.; Tang, Y. (2017): Railway shippers' heterogeneous preferences with random parameters latent class model. In: Transportation Research Procedia, 2011, 25, S. 416-424.

Eisenmann, C.; Chlond, B.; Bergk, F.; Kämper, C.; Knörr, W.; Kräck, J. (2018b): Analyse und Klassifizierung der Nutzung der Deutschen Pkw-Flotte zur Ermittlung von Verlagerungs- und Substitutionspotenzialen auf umweltverträgliche Verkehrsträger – Abschlussbericht. Projekt gefördert durch das Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg.

Eisenmann, C.; Chlond, B.; Hilgert, T.; von Behren, S.; Vortisch, P. (2018a): Deutsches Mobilitätspanel (MOP) – Wissenschaftliche Begleitung und Auswertungen, Bericht 2016/2017: Alltagsmobilität und Fahrleistung. Projekt im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und Digitale Infrastruktur (BMVI).

EuroTransportMedia Verlags- und Veranstaltungs GmbH (2010): Lastauto Omnibus Katalog 2011, Stuttgart.

Evers, P.T.; Harper, D.V.; Needham, P.M. (1996): The Determinants of Shipper Perception of Modes, Transportation Journal, Vol. 36, No. 2, S. 13-25.

Feo-Valero, M.; García-Menéndez, L.; Sáez-Carramolino, L.; Furió-Pruñonosa, S. (2011): The importance of the inland leg of containerized maritime shipments: An analysis of modal choice determinants in Spain. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 47(4), S. 446-460.

FIS Forschungsinformationssystem des BMVI: <https://www.forschungsinformationssystem.de/servlet/is/38303/?lang=de> (zuletzt besucht 20.11.2018).

Flash Eurobarometer 432 (2016): Preferences of Europeans towards tourism. DG Communication COMM A1 'Strategy, Corporate Communication Actions and Eurobarometer' Unit [Hrsg.], European Commission, Brussels.

Forno, F.; Garibaldi, R. (2015): Sharing Economy in Travel and Tourism: The Case of Home-Swapping in Italy. In: Journal of Quality Assurance in Hospitality & Tourism, 2015, 16, S. 202-220.

Fowkes, A.S.; Nash, C.A.; Tweddle, G. (1991): Investigating the market for inter-modal freight technologies. Transportation Research A, 25A-4, S. 161-172.

Freyer, W. (2009): Tourismus: Einführung in die Fremdenverkehrsökonomie. Oldenbourg Verlag 2009 (9. Auflage).

Frick, R.; Belart, B.; Schmied, M.; Grimm, B.; Schmücker, D. (2014): Langstreckenmobilität – Aktuelle Trends und Perspektiven. Studie im Auftrag des ifmo (Institut für Mobilitätsforschung).

Fries, N.; Patterson, Z.; Weidmann, U. (2009): Shippers' Willingness-to-Pay for Sustainable Freight Transport and Its Implications on European Freight Transport Policy. Proc., European Transport Conference 2009, Noordwijkerhout, Holland.

F.U.R. (2018): Erste ausgewählte Ergebnisse der 48. Reiseanalyse zur ITB 2018. Forschungsgemeinschaft Urlaub und Reisen e.V. (F.U.R.), Kiel.

Furtado, F. (2013): U.S. and European Freight Railways: The Differences That Matter. In: Journal of the Transportation Research Forum, 2013, 52(2), S. 65-84.

Gerike, R. (2016): Verkehrsplanung: Einführung und Grundbegriffe. Online. https://tu-dresden.de/bu/verkehr/ivs/ressourcen/dateien/vip/lehre/ws/Verkehrspl_ws1516/BIW2_07_Grundlagen.pdf?lang=de. Version: 2016. – Abgerufen am 21.06.2017.

Gilmour, P. (1976): Some Policy Implications of Subjective Factors in the Modal Choice for Freight, *The Logistics and Transportation Review*, 12(1), 39-57.

Golde, M. (2016): Rebound-Effekte – Empirische Ergebnisse und Handlungsstrategien. Hintergrund // Juni 2016. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.

Gopinath, D.A. (1995): Modeling Heterogeneity in Discrete Choice Processes: Application to Travel Demand, Ph.D. thesis, Massachusetts Institute of Technology.

Green, A. E.; Hogarth, T.; Shackleton, R. E. (1999): Longer distance commuting as a substitute for migration in Britain: A review of trends, issues and implications. In: *International Journal of population geography*, 5, S. 49-67.

Grue, B., Ludvigsen J. (2006): Decision factors underlying transport mode choice in international European freight transport. Paper presented at European Transport Conference 2006.

Guilbault, M.; Soppé, M. (2008): Enquête ECHO. Envois-Chargeurs-Opérations de transport". Résultats de référence. Paris: Lavoisier, coll. "Inrets", (56), S. 205.

Guo, Y.; Peeta, S.; Zheng, H.; Cox, B. (2014): Exploring the Opportunities and Barriers to Intermodal Rail Freight. USDOT Region V Regional University Transportation Center Final Report. NEXTRANS Project No. 078PY04.

Haan, P. de; Peters, A.; Semmling, E.; Marth, H.; Kahlenborn, W. (2015): Rebound Effekte: Ihre Bedeutung für die Umweltpolitik. Texte 31/ 2015. Bericht zum Forschungsprojekt FKZ 3711 14 104. Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.

Hagenlocher, S.; Wittenbrink, P. (2012): Kalkulation von Schienengüterverkehrsleistungen, Artikel im Privatbahn-Magazin Ausgabe 03/2012, S. 30f.

Harper, D.; Evers, P. (1993): Competitive issues in intermodal railroad-truck service. *Transportation Journal*, Vol. 32, No. 3, S. 31-45.

Harris, N. G.; McIntosh, D. (2003): The economics of rail transport. *Planning Freight Railways*, A&N Harris, London.

Hautzinger, H.; Mayer, K.; Helms, M.; Kern, C.; Haag, G.; Binder, J. (2004): Analyse von Änderungen des Mobilitätsverhaltens - insbesondere der Pkw-Fahrleistung - als Reaktion auf geänderte Kraftstoffpreise. Schlussbericht zum Forschungsprojekt Nr. 96.0756/2002 des BMVBS.

Heinze, G.W. (1979): Verkehr schafft Verkehr: Ansätze zu einer Theorie des Verkehrswachstums als Selbstinduktion. In: *Berichte zur Raumforschung und Raumplanung* (Wien), Jg. 23 (1979), Heft 4/5, S. 9-32.

- Heinze, G.W. (1985): Zur Evolution von Verkehrssystemen – Perspektiven der Telekommunikation. In: Perspektiven verkehrswissenschaftlicher Forschung – Festschrift für Fritz Voigt zum 75. Geburtstag. Herausgegeben von Sigurd Klatt. Duncker & Humblot (1985).
- Heinze, G.W.; Kill, H. (1989): Evolution des Verkehrs – Der Systemansatz und sein Beitrag zur künftigen Verkehrsgestaltung. In: Zukünftige Verkehrstechnologien für den Menschen, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Köln, S. 163-175.
- Höft, U. (2016): Mehr Güter auf die Schiene! Aber wie? Ansätze und Vorschläge zur Attraktivitätssteigerung des Schienengüterverkehrs in Deutschland und in Europa. Gutachten für die Fraktion Bündnis 90/Die Grünen im Deutschen Bundestag. Berlin.
- Holden, E.; Linnerud, K. (2011): Troublesome leisure travel: The contradictions of three sustainable transport policies. In: Urban Studies, 2011, 48, S. 3087-3106.
- Holden, E.; Norland, I. T. (2005): Three challenges for the compact city as a sustainable urban form: household consumption of energy and transport in eight residential areas in the Greater Oslo region. In: Urban Studies, 2005, 42, S. 2145-2166.
- Holguín-Veras, J. (2002): Revealed Preference Analysis of the Commercial Vehicle Choice Process, Journal of Transportation Engineering, American Society of Civil Engineers 128(4), S. 336-346.
- Holz-Rau, C.; Sicks, K. (2013): Stadt der kurzen Wege und der weiten Reisen. In: Raumforschung und Raumordnung, 2013, 71, S. 15-31.
- INFRAS & NIT (2014): Langstreckenmobilität – Aktuelle Trends und Perspektiven. Grundlagenstudie. Bearbeitung: Frick, R.; Belart, B.; Schmied, M. (alle INFRAS), Grimm B.; Schmücker D. (NIT - Institut für Tourismus und Bäderforschung in Nordeuropa. Studie im Auftrag des ifmo (Institut für Mobilitätsforschung).
- INFRAS: Externe Kosten des Verkehrs in Deutschland, Zürich 2019.
- Irannezhad, E.; Prato, C.G.; Hickman, M.; Mohaymany, A.S. (2017) A copula-based joint discrete-continuous model of road vehicle type and shipment size. In: Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 1:1, 2017.
- ISO 26000 (2010): International Standard ISO 26000 (First edition 2010-11-01). Guidance on social responsibility, Lignes directrices à la responsabilité sociétale, ISO 26000:2010 (E)
- Jiang, F.; Johnson, P.; Calzada, C. (1999): Freight Demand Characteristics and Mode Choice: An Analysis of the Results of Modeling with Disaggregate Revealed Preference Data, Journal of Transportation and Statistics, 1999, S. 149-158.
- ITP + PLANCO + TUBS GmbH: Grundsätzliche Überprüfung und Weiterentwicklung der Nutzen-Kosten-Analyse im Bewertungsverfahren der Bundesverkehrswegeplanung, 2014.
- ITP et.al (2017): ITP + IVV + TRIMODE + PLANCO, Klimaschutz-Szenario Baden-Württemberg 2030, 2017.
- Kill, J. (2015): Economic Valuation and Payment for Environmental Services. Recognizing Nature's Value of Pricing Nature's Destruction? Heinrich-Böll-Stiftung E-Paper. Zuletzt besucht 20.11.2017.
- Kim, H. C. (2014): Developing a Mode Choice Model for New Zealand Freight Transportation. Doctoral Thesis, Department of Civil and Natural Resources Engineering, University of Canterbury, Christchurch, New Zealand.
- Kim, H.-C.; Nicholson, A.; Kusumastuti, D. (2017): Analyzing freight shippers' mode choice preference heterogeneity using latent class modelling. In: Transportation Research Procedia, 2017, 25, S. 1109-1125.
- Koalitionsvertrag CDU, CSU und SPD: Ein neuer Aufbruch für Europa, Eine neue Dynamik für Deutschland. Ein neuer Zusammenhalt für unser Land, Berlin 2018.
- Kraftfahrt-Bundesamt: Verkehr deutscher Lastkraftfahrzeuge (VD), 2017.

Kranke; Schmied; Schön: CO₂-Berechnung in der Logistik, Öko-Institut, München 2011.

LaMondia, J.; Snell, T.; Bhat, C.R. (2010): Traveler Behavior and Values Analysis in the Context of Vacation Destination and Travel Mode Choices. In: Transportation research Record, Journal of the Transportation Research Board, 2010, S. 140-149.

Liedtke, G.; Schepperle, H. (2004): Segmentation of the transport market with regard to activity-based freight transport modelling. In: International Journal of Logistics Research and Applications, 2004, 7(3), S. 199-218.

Lloret-Battle, R.; Combes, F. (2013): Estimation of an inventory-theoretic model of mode choice in freight transport. In: Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, (in press).

Lackhoven, Christoph: Methode zur Optimierung der Migration von ETCS, Berichte aus dem DLR-Institut für Verkehrssystemtechnik, Band 25, Braunschweig 2014. (https://de.wikipedia.org/wiki/European_Train_Control_System_-_cite_note-3)

Ludvigsen, J. (1999): Freight transport supply and demand conditions in the Nordic Countries: Recent evidence. Transportation Journal, Vol. 39, No. 2, S. 31-54.

Matear, S.; Gray, R. (1993): Factors influencing freight service choice for shippers and freight suppliers. International journal of physical distribution & logistics management, 23(2), S. 25-35.

McGinnis, M.A. (1990): The Relative Importance of Cost and Service in Freight Transportation Choice: before and after Deregulation. Transportation Journal, Vol.30, No1, S. 12-19.

Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg (2017): Vernetzung zur Vorbereitung des Güterverkehrskonzeptes, Workshop, Baden-Württemberg.

Murphy, P.; Hall, P. (1995): The relative importance of cost and service in freight transportation choice before and after deregulation: an update. Transportation Journal, Vol. 35, No. 1, S. 30-38.

Nobis, C.; Kuhnimhof, T. (2018): Mobilität in Deutschland – MiD Ergebnisbericht. Studie von infas, DLR, IVT und infas360 im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (FE-Nr. 70.904/15). Bonn, Berlin.

Nobis, C. (2014): Multimodale Vielfalt: Quantitative Analyse multimodalen Verkehrshandelns. Dissertation, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät II, Humboldt-Universität zu Berlin.

Patterson, Z.; Ewing, G.; Haider, M. (2008): Shipper preferences suggest strong mistrust of rail: results from stated preference carrier choice survey for Quebec City-Windsor Corridor in Canada. Transportation Research Record: Journal of Transportation Research Board, No. 2008, pp. 67-74.

Pourabdollahi, Z.; Karimi, B.; Mohammadian, A. (2013): Joint model of freight mode and shipment size choice. In: Transport Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 2013, 2378, S. 84-91.

PLANCO Consulting GmbH, Verkehrsverflechtungsprognose 2030 sowie Netzumlegungen auf die Verkehrsträger, Los 6: Netzumlegung Wasserstraße, Essen 2014.

RailTug: Tugmastersystem zur rollenden Beladung von Trailern auf Eisenbahngüterwagen, Förderkennzeichen 19G8006A.

Reichert, A.; Holz-Rau, C. (2014): Verkehrsmittelnutzung im Fernverkehr. In: Proff, H. [Hrsg.]: Radikale Innovationen in der Mobilität – Technische und betriebswirtschaftliche Aspekte. Springer Gabler Fachmedien, Wiesbaden, S. 429-444.

Richards, G. (1999): Vacations and the Quality of Life: Patterns and Structures. In: Journal of Business Research, 1999, 44, Elsevier Science Inc., New York.

Richards, G. (2011): Creativity and Tourism – The State of the Art. In: Annals of Tourism Research, 2011, 38, S. 1225-1253.

Scheelhase, J.; Maertens, S.; Grimme, W. (2018): Wie funktioniert das neue Klimakompensationssystem CORSIA?: In: DVWG aktuell: Ausgabe 45 – März 2018.

Schneller, Chr.: Objektbezogene Legalplanung. Zur Zulässigkeit von Investitionsmaßnahmengesetzen, Berlin 1999.

Schulz, A.; Kuhnimhof, T.; Nobis, C.; Chlond, B.; Magdolen, M.; Bergk, F.; Kämper, C.; Knörr, W.; Kräck, J.; Jödden, C.; Sauer, A.; Führer, M.; Frick, R. (2020): Klimawirksame Emissionen des deutschen Reiseverkehrs. Texte 141/ 2020. Abschlussbericht zum Forschungsprojekt FKZ 3717 16 108 0 des Umweltbundesamtes, Dessau-Roßlau.

Shams, K.; Asgari, H.; Jin, X. (2017): Valuation of travel time reliability in freight transportation: A review and meta-analysis of stated preference studies. In: Transportation Research Part A, 2017, 102, S. 228-243.

Thaller, C. (2018): Strategische Verkehrsprognose – Rückkopplung einer Makroskopischen Extrapolation mit einer Mikroskopischen Verkehrssimulation. Dissertation, Fakultät Maschinenbau, Technische Universität Dortmund, DOI: 10.17877/DE290R-19348.

Thaller, C.; Klauenberg, J.; Clausen, U.; Lenz, B. (2013a): Charakterisierung logistischer Knoten mittels logistik-, verkehrs- und betriebsspezifischer empirischer Daten. In: Wirtschaftsverkehr 2013. Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg, S. 49-73.

Thaller, C.; Klauenberg, J.; Clausen, U.; Lenz, B. (2013b): Correlation analyses between logistics, business and transport data to characterize logistics hubs. In: Proceedings of the World Conference on Transport Research 2013, Rio de Janeiro, Brazil.

Tsamboulas, D.; Kapros, S. (2000): Decision-making process in intermodal transportation. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, Vol. 1707, No. 1, S. 86-93.

UBA – Umweltbundesamt (2012): Verkehrsmittelwahl im Güterverkehr. Eine Analyse ordnungs- und preispolitischer Maßnahmen. Bearbeitet von: Geiger, C. (TU Dortmund), Schmied, M. (Öko-Institut e.V., Berlin) in Kooperation mit dem Deutschen Speditions- und Logistikverband (DSLVL).

UBA – Umweltbundesamt (2019): Regional konsolidierte Gewerbeflächenentwicklung (RekonGent). Bearbeitet von: Uwe Veres-Homm (Frauenhofer SCS), Annemarie Wojtech (Frauenhofer SCS), Dr. Falk Richter (TU Dresden), Dr. Thilo Becker (TU Dresden), Sven Lißner (TU Dresden), Wolfram Schmidt (TU Dresden), Dr. Alexander Nehm (Logivest Concept GmbH), Carsten Grashoff (Logivest Concept GmbH).

UN/ECE (2001): UN/ECE, Terminologie des Kombinierten Verkehrs, New York und Genf 2001

UN (2010): International recommendations for tourism statistics 2008. In: United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Statistics Division: Studies in methods. Series M No. 83/Rev. 1, United Nations Publication, New York.

University of Westminster (2010): Freight Modal Choice Study: Addressable Markets. Report prepared by: Transport Studies Department, University of Westminster.

Urry, J.; Larsen, J. (2011): The Tourist Gaze 3.0. 3. Auflage, Theory, Culture & Society, SAGE Publications, Thousand Oaks, CA.

Van Schijndel, W. J.; Dinwoodie, J. (2000): Congestion and multimodal transport: a survey of cargo transport operators in the Netherlands. Transport Policy, Vol. 7, No. 4, S. 231-241.

VDR (2012): VDR-Geschäftsreiseanalyse 2012. Verband Deutsches Reisemanagement e.V.

VDR (2018): VDR-Geschäftsreiseanalyse 2018. Verband Deutsches Reisemanagement e.V., 16. Ausgabe.

VDV – Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (2016): Schienengüterverkehr will produktiver werden, Presseinformation Nr. 3 / 2016 vom 27.01.2016; im Internet unter: <https://www.vdv.de/pressemitteilungen.aspx?id=cc5aec7f-4c1e-49ae-99e7-5e1e5420edcd&mode=detail>.

Viera, L. (1992): The value of Service in Freight Transportation. Doctoral-thesis, Massachusetts Institute of Technology.

Voigt, F. (1973): Verkehr, 2 Bände. Berlin: Duncker & Humblot.

Windisch, E.; De Jong, G. C.; Van Nes, R.; Hoogendoorn, S. P. (2010): A disaggregate freight transport model of transport chain and shipment size choice. In Proceedings of the European Transport Conference.

Zahavi, Y. (1979): The 'UMOT' Project. US Department of Transportation, Washington, DC.

Zahavi, Y.; Golob, T.; Beckmann, M. (1981): A Utility Theory Travel Demand Model Incorporating Travel Budgets. In: Transportation Research Part B Methodological 15(6), S. 375-389.

Zamparini, L.; Reggiani, A. (2007): Freight Transport and the Value of Travel Time Savings: A Meta-analysis of Empirical Studies. In: Transport Reviews, 2007, 27(5), S. 621-636.

Zumkeller, D.; Manz, W.; Last, J.; Chlond, B. (2005): Die intermodale Vernetzung von Personenverkehrsmitteln unter Berücksichtigung der Nutzerbedürfnisse (INVERMO) – Schlussbericht. Projekt im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF).

Zumkeller, D.; Poeck, M.; Zahavi, Y. (1978): VUSI – Verkehr und Stadt als Interaktionsmechanismus. Forschungsbericht im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, FE 16.39.101178, Bonn.