
Verkehrsverflechtungsprognose 2030

Schlussbericht

11. Juni 2014

Auftraggeber: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur

Forschungsbericht FE-Nr.: 96.0981/2011

Thema: Verkehrsverflechtungsprognose 2030
Los 3: Erstellung der Prognose der deutschlandweiten Verkehrsverflechtungen unter Berücksichtigung des Luftverkehrs

Federführend verantwortlich: Dr.-Ing. Markus Schubert
Intraplan Consult GmbH

Bearbeitung: Intraplan Consult GmbH:

Dr.-Ing. Markus Schubert
Dipl.-Math. oec. Tobias Kluth
Dipl.-Geogr. Gregor Nebauer
Dipl.-Kfm. Ralf Ratzenberger

BVU Beratergruppe Verkehr+Umwelt
GmbH:

Dipl.-Vw. Stefanos Kotzagiorgis
Dipl.-Math. Bernd Butz
Dipl.-Math. Walter Schneider
Technischer Dipl.-Vw. Markus Leible

Datum: 11. Juni 2014

Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS	I
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	IV
TABELLENVERZEICHNIS	VIII
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	XIII
GLOSSAR	XVI
LITERATURVERZEICHNIS	XXXI
0 ZUSAMMENFASSUNG	1
1 EINLEITUNG	13
1.1 Aufgabenstellung	13
1.2 Struktur des Gesamtprojektes und Aufgabenstellung zwischen den Instituten	16
1.3 Möglichkeiten und Grenzen der Aussagekraft der Analyse und Prognose	18
2 METHODIK	21
2.1 Allgemeine Festlegungen (Güter- und Personenverkehr)	21
2.1.1 Betrachtete Verkehre	21
2.1.2 Räumliche Differenzierung der Prognose (Verkehrszelleneinteilung)	23
2.1.3 Quelle-Ziel-Matrizen für den Istzustand auf empirischer Basis	30
2.1.4 In den Prognosen berücksichtigte Einflussgrößen	31
2.1.5 Behandlung des "induzierten Verkehrs"	32
2.1.6 Marginalmodell versus Direktmodell	34
2.1.7 Rückkoppelung zwischen Makro- und Mikroprognose	37
2.1.8 Intermodale Transport- bzw. Wegeketten	38
2.1.9 Rückkoppelung mit den Verkehrsumlegungen	40
2.2 Personenverkehr	41
2.2.1 Gegenstand und sachliche Abgrenzung	41
2.2.2 Verkehrsmodell (für die Analyse und Prognose)	45
2.2.3 Ermittlung der Nachfragematrix 2010	73
2.2.4 Methodik der Prognose	92
2.3 Güterverkehr	98
2.3.1 Gegenstand und sachliche Abgrenzung	98
2.3.2 Güterabteilungen	100
2.3.3 Erstellung der Analysematrix 2010	102
2.3.4 Abspaltung des Seehafenhinterlandverkehrs in der Analysematrix 2010	111
2.3.5 Aufbereitung der intermodalen Transportketten des Jahres 2010	112
2.3.6 Methodik der Prognose	121
2.3.7 Luftfrachtverkehr	147

3	RAHMENBEDINGUNGEN	151
3.1	Vorbemerkungen	151
3.2	Sozio-ökonomische Strukturdaten	152
3.2.1	Demographische Entwicklung	152
3.2.2	Gesamtwirtschaftliche Entwicklung	157
3.2.3	Branchenwirtschaftliche Entwicklung	164
3.2.4	Energiewirtschaftliche Entwicklung	165
3.3	Entwicklung der Verkehrsinfrastruktur und des Verkehrsangebotes	171
3.3.1	Grundsätzliche Annahmen	171
3.3.2	Straßenverkehr	172
3.3.3	Schienenverkehr	175
3.3.4	Binnenwasserstraßen	177
3.3.5	Luftverkehr und Fernlinienbusnetz	177
3.4	Entwicklung der verkehrspolitischen Rahmenbedingungen sowie der Nutzer- bzw. Transportkosten	181
3.4.1	Allgemeine Vorbemerkungen	182
3.4.2	Leitlinien für die Annahmen zu den verkehrspolitischen Rahmenbedingungen	183
3.4.3	Straßenverkehr	185
3.4.4	Schienenverkehr	193
3.4.5	Luftverkehr	195
3.4.6	Binnenschifffahrt	198
3.4.7	Zusammenfassung zu der in der Verkehrsprognose 2030 angenommenen Entwicklung der Nutzerkosten	199
3.5	Entwicklung des Pkw-Bestands	200
3.5.1	Vorbemerkungen	200
3.5.2	Pkw-Bestand in den alten Bundesländern	202
3.5.3	Pkw-Bestand in den neuen Bundesländern und in Deutschland	206
4	PERSONENVERKEHR	213
4.1	Personenverkehr im Basisjahr 2010	213
4.1.1	Verkehrsaufkommen und -leistung im Jahr 2010	213
4.1.2	Regionale Verkehrsaufkommen	218
4.1.3	Regionaler Modal-Split	223
4.2	Ergebnisse der Prognose	231
4.2.1	Gesamtergebnis	231
4.2.2	Detaillergebnisse nach Fahrtzwecken	235
4.2.3	Fahrtzweckstruktur insgesamt und Entfernungsverteilung	255
4.2.4	Regionale Struktur der Verkehrsentwicklung	258
5	GÜTERVERKEHR	268
5.1	Güterverkehr im Analysejahr 2010	268
5.1.1	Grundauswertungen	268
5.1.2	Seehafenhinterlandverkehr im Jahr 2010	283
5.2	Prognose 2030 des Güterverkehrs	286

5.2.1	Gesamtergebnisse Verkehrsaufkommen und Verkehrsleistung je Verkehrsmittel	286
5.2.2	Entwicklung des Güterverkehrs nach Gütergruppen	291
5.2.3	Entwicklung des Güterverkehrs nach Hauptverkehrsbeziehungen	295
5.2.4	Detaillergebnisse zur regionalen und sektoralen Struktur	304
5.2.5	Entwicklung des Seehafenhinterlandverkehrs	317
5.2.6	Luftfrachtverkehr	323
6	TREIBHAUSGASEMISSIONEN DES VERKEHRS	324
6.1	Vorbemerkungen	324
6.1.1	Gegenstand, Definition und methodischer Ansatz	324
6.1.2	CO ₂ -Emissionsfaktoren	326
6.2	Straßenverkehr	329
6.2.1	Pkw-Bestand nach Antriebsarten	329
6.2.2	Fahrleistungen	331
6.2.3	CO ₂ -Emissionen	341
6.3	Schienenverkehr	344
6.3.1	Konzeption und Datenbasis	344
6.3.2	Schienengebundener ÖSPV	345
6.3.3	Eisenbahnpersonennahverkehr	347
6.3.4	Eisenbahnpersonenfernverkehr	348
6.3.5	Eisenbahngüterverkehr	350
6.3.6	Gesamtergebnis	351
6.4	Luftverkehr	353
6.4.1	Definitionen	353
6.4.2	Ergebnisse	354
6.5	Binnenschifffahrt	357
6.6	Gesamtergebnis	359
7	ALTERNATIVSZENARIEN	364
7.1	Rahmenbedingungen	364
7.2	Personenverkehr	365
7.3	Güterverkehr	369
7.4	CO₂-Emissionen	373

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1-1:	Struktur der Verkehrsprognose	16
Abb. 2-1:	Verkehrszelleneinteilung in Deutschland	24
Abb. 2-2:	Auslandsverkehrszellen	26
Abb. 2-3:	Auslandsverkehrszellen im grenznahen Bereich	27
Abb. 2-4:	Modellinterne Verfeinerung der Verkehrszellen in Deutschland	49
Abb. 2-5:	Verteilung von Raumtypen in der Ebene 1 in Deutschland 2010	51
Abb. 2-6:	Verteilung und Untergliederung der Raumtypen in der Ebene 1 (Großtypen) und Ebene 2 (Verkehrstypen) in Deutschland 2010	52
Abb. 2-7:	Verteilung von Raumtypen der Ebene 3 (touristische Bedeutung als Indikator für Freizeit- und Ausflugsverkehr) in Deutschland 2010	53
Abb. 2-8:	Pendlerstatistik: Entfernungsverteilung Wohnort - Arbeitsort	79
Abb. 2-9:	Kurzstreckenbereich (rot) bei der Abbildung des Luftverkehrs: Flugreisen, die innerhalb des roten Bereiches stattfinden, sind als Quelle-Ziel-Matrizen erfasst	90
Abb. 2-10:	Anpassungsgüte der Prognosefunktion für die Verkehrsleistung des Individualverkehrs	95
Abb. 2-11:	Zusammenhang zwischen dem Luftverkehr und dem BIP Deutschlands	96
Abb. 2-12:	Beispiel einer intermodalen Transportkette Lkw/Bahn	112
Abb. 2-13:	KV-Terminalstandorte	114
Abb. 2-14:	Struktur der Güterverkehrsprognose	123
Abb. 2-15:	Standorte der Stahlindustrie	133
Abb. 2-16:	Simulation der Verkehrsmittelwahl (Stated Preferences)	141
Abb. 2-17:	Hierarchische Struktur des Verkehrsmittelwahlmodells	143
Abb. 2-18:	Zusammenhang zwischen der Entwicklung des Luftfrachtverkehrs und des Außenhandels in Deutschland zwischen 1995 und 2012	149
Abb. 3-1:	Einwohnerentwicklung 2010 - 2030 nach Landkreisen und kreisfreien Städten	155
Abb. 3-2:	Einwohnerentwicklung 2010 - 2030 bei den 0 bis 24 Jährigen	156
Abb. 3-3:	Entwicklung der Bruttowertschöpfung 2010 - 2030 nach Stadt- und Landkreisen	159
Abb. 3-4:	Entwicklung der Bruttowertschöpfung pro Einwohner 2010 - 2030 nach Stadt- und Landkreisen	160
Abb. 3-5:	Entwicklung der Anzahl der Erwerbstätigen am Wohnort 2010 - 2030 nach Stadt- und Landkreisen	162
Abb. 3-6:	Entwicklung der Anzahl der Erwerbstätigen am Arbeitsort 2010 - 2030 nach Stadt- und Landkreisen	163

Abb. 3-7:	Entwicklung der Bruttowertschöpfung nach Wirtschaftsbereichen	164
Abb. 3-8:	In der Prognose 2030 unterstellte Maßnahmen im Straßenverkehr	174
Abb. 3-9:	In der Prognose 2030 unterstellte Maßnahmen im Schienenverkehr	176
Abb. 3-10:	Nominaler Kraftstoffpreis und Pkw-Fahrleistung	182
Abb. 3-11:	Nominaler und realer Kraftstoffpreis	185
Abb. 3-12:	Komponenten des Kraftstoffpreises (Eurosuper, incl. anteiliger MWSt)	186
Abb. 3-13:	Komponenten des realen Kraftstoffpreises bei verschiedenen Szenarien des Rohölpreises (Eurosuper)	187
Abb. 3-14:	Pkw-Bestand im Jahr 2010 je 1000 Einwohner nach Stadt- und Landkreisen	211
Abb. 3-15:	Entwicklung des Pkw-Bestands 2030 gegenüber 2010 nach Stadt- und Landkreisen	212
Abb. 4-1:	Struktur des Personenverkehrs 2010 nach Fahrtzwecken	215
Abb. 4-2:	Struktur des Personenverkehrs 2010 nach Verkehrszweigen	216
Abb. 4-3:	Personenverkehrsaufkommen: Quell- und Binnenverkehr der Stadt- und Landkreise (einschl. nicht-motorisierter Verkehr, in Mio. Personenfahrten/Jahr)	219
Abb. 4-4:	Personenverkehrsaufkommen: Quellverkehr (nur Hinfahrten) je Einwohner in den Stadt- und Landkreisen in Deutschland - Gesamtverkehr (einschl. nichtmotorisierter Verkehr)	220
Abb. 4-5:	Personenverkehrsaufkommen: Zielverkehr (der Hinfahrten) je Einwohner in den Stadt- und Landkreisen in Deutschland - Gesamtverkehr (einschl. nichtmotorisierter Verkehr)	221
Abb. 4-6:	ÖV-Anteil je Stadt- und Landkreis 2010 (Anteil Bahn + ÖSPV, in % vom Gesamtverkehr, einschl. nichtmotorisierter Verkehr)	226
Abb. 4-7:	MIV-Anteil je Stadt- und Landkreis 2010 (Anteil MIV, in % vom Gesamtverkehr, einschl. nichtmotorisierter Verkehr)	227
Abb. 4-8:	Anteil des Fahrradverkehrs (in Prozent) am Gesamtverkehrsaufkommen je Stadt- und Landkreis 2010	229
Abb. 4-9:	Flugreisende pro Einwohner (Quell- und Zielverkehr, d.h. einschl. Besucher aus dem Ausland)	230
Abb. 4-10:	Entwicklung des gesamten Personenverkehrs nach Verkehrszweigen	234
Abb. 4-11:	Entwicklung des Berufsverkehrs nach Verkehrszweigen	237
Abb. 4-12:	Entwicklung des Ausbildungsverkehrs nach Verkehrszweigen	240
Abb. 4-13:	Entwicklung des Einkaufsverkehrs nach Verkehrszweigen	243
Abb. 4-14:	Entwicklung des Geschäftsverkehrs nach Verkehrszweigen	246
Abb. 4-15:	Entwicklung des Urlaubsverkehrs nach Verkehrszweigen	250
Abb. 4-16:	Entwicklung des Privatverkehrs nach Verkehrszweigen	254

Abb. 4-17:	Entwicklung des Gesamtverkehrs nach Fahrtzwecken	256
Abb. 4-18:	Veränderung der regionalen Quell- und Binnenverkehrsaufkommen 2030 gegenüber 2010 - Gesamtverkehr	259
Abb. 4-19:	Veränderung der regionalen Quell- und Binnenverkehrsaufkommen 2030 gegenüber 2010 - Motorisierter Verkehr	261
Abb. 4-20:	Veränderung der regionalen Quell- und Binnenverkehrsaufkommen 2030 gegenüber 2010 - Nichtmotorisierter Verkehr	262
Abb. 4-21:	Veränderung der regionalen Quell- und Binnenverkehrsaufkommen 2030 gegenüber 2010 - ÖV (Bahn und ÖSPV)	264
Abb. 4-22:	Veränderung der regionalen Quell- und Binnenverkehrsaufkommen 2030 gegenüber 2010 - Summe Beruf-, Ausbildungs- und Geschäftsverkehr	266
Abb. 4-23:	Veränderung der regionalen Quell- und Binnenverkehrsaufkommen 2030 gegenüber 2010 - Summe Fahrtzwecke Einkauf, Urlaub und Privat	267
Abb. 5-1:	Straßengüterverkehrsaufkommen nach Versandregionen (Ausschnitt)	274
Abb. 5-2:	Straßengüterverkehrsaufkommen nach Empfangsregionen (Ausschnitt)	275
Abb. 5-3:	Schienengüterverkehrsaufkommen nach Versandregionen (Ausschnitt)	276
Abb. 5-4:	Schienengüterverkehrsaufkommen nach Empfangsregionen Ausschnitt)	277
Abb. 5-5:	Binnenschiffsaufkommen nach Versandregionen (Ausschnitt	278
Abb. 5-6:	Binnenschiffsaufkommen nach Empfangsregionen (Ausschnitt)	279
Abb. 5-7:	Entwicklung der Transportleistung je 1.000€ Bruttoinlandsprodukt	288
Abb. 5-8:	Modal-Split-Anteile im Güterverkehr 2010-2030	291
Abb. 5-9:	Wachstumsraten des Verkehrsaufkommens nach Hauptverkehrsbeziehungen und Verkehrsträgern (2010-2030) in % p.a.	298
Abb. 5-10:	Wachstumsraten der Verkehrsleistung nach Hauptverkehrsbeziehungen und Verkehrsträgern (2010-2030) in % p.a.	298
Abb. 5-11:	Entwicklung der Marktanteile der Verkehrsträger am Transportaufkommen nach Hauptverkehrsbeziehungen	300
Abb. 5-12:	Entwicklung der Marktanteile der Verkehrsträger an der Verkehrsleistung nach Hauptverkehrsbeziehungen	300
Abb. 5-13:	Regionale Entwicklung der Transportaufkommensveränderung in % zwischen 2010 und 2030	306
Abb. 5-14:	Regionale Entwicklung der Transportaufkommensveränderung im Schienengüterverkehr zwischen 2010 und 2030 in %	308
Abb. 5-15:	Regionale Entwicklung der Transportaufkommensveränderung im Straßen-güterverkehr zwischen 2010 und 2030 in %	310
Abb. 5-16:	Regionale Entwicklung der Transportaufkommensveränderung im Binnenschiffsgüterverkehr zwischen 2010 und 2030 in %	311
Abb. 5-17:	Modal-Split-Entwicklung des Gesamtverkehrsaufkommens im Seehafenhinterlandverkehr	322

Abb. 5-18: Modal-Split-Entwicklung des Gesamtverkehrsaufkommens im Seehafen- hinterlandcontainerverkehr	322
Abb. 7-1: Ergebnisse der Szenarien nach Verkehrsmitteln (Verkehrsleistung)	367
Abb. 7-2: Ergebnisse der Szenarien nach Fahrtzwecken (Verkehrsleistung)	369

Tabellenverzeichnis

Tab. 0-1:	Zentrale Leitdaten der Verkehrsprognose	2
Tab. 0-2:	Entwicklung des gesamten Personenverkehrs nach Verkehrszweigen	5
Tab. 0-3:	Entwicklung des Güterverkehrs nach Verkehrsträgern	8
Tab. 0-4:	Entwicklung der CO ₂ -Emissionen aller Verkehrsträger	12
Tab. 2-1:	Anzahl der Auslandsverkehrszellen je Land	28
Tab. 2-2:	Im Modell als "Verkehrszellen" berücksichtigte Seehäfen	29
Tab. 2-3:	Im Modell als "Verkehrszellen" berücksichtigte Flughäfen	30
Tab. 2-4:	Zuordnung von Verkehrsmittelkombinationen auf das Hauptverkehrsmittel	43
Tab. 2-5:	MiD 2008, Anzahl der Befragungssätze, Unterschied zu Vorgängeruntersuchungen	46
Tab. 2-6:	Strukturdaten für die Verkehrserzeugung	54
Tab. 2-7:	Vergleich der Codierung der Hauptzwecke nach MiD 2008 (Zeilen) und nach Definition wie in Verkehr in Zahlen (Spalten) - hochgerechnete Wege (entnommen aus DIW: Methodenbericht VIZ 2010/2011)	56
Tab. 2-8:	Mobilitätswerte je Fahrtzweck und Altersgruppe differenziert nach sozialem Status und Pkw-Verfügbarkeit (eigene Auswertungen aus MiD)	58
Tab. 2-9:	Verkehrsanziehende Strukturdaten für das Verteilungsmodell	59
Tab. 2-10:	Mobilitätswerte je Fahrtzweck und Altersgruppe differenziert nach sozialem Status und Pkw-Verfügbarkeit (eigene Auswertungen aus MiD)	61
Tab. 2-11:	ÖV-Anteile in % (über alle Wege einschließlich nichtmotorisierter Verkehr) nach Fahrtzwecken und Altersgruppen abhängig vom sozialem Status und Pkw-Verfügbarkeit (eigene Auswertungen aus MiD)	63
Tab. 2-12:	ÖV-Anteile in % (über alle Wege, nur motorisierter Verkehr) nach Fahrtzwecken und Altersgruppen abhängig vom sozialem Status und Pkw-Verfügbarkeit (eigene Auswertungen aus MiD)	64
Tab. 2-13:	Übersicht über die verwendeten empirischen Matricelemente	75
Tab. 2-14:	Eckwerte 2010 der Verflechtungsdaten im Luftverkehr innerhalb Deutschlands und mit dem Ausland nach Statistischem Bundesamt, Fachserie 8, Reihe 6.2	86
Tab. 2-15:	Überblick über die zur Verfügung gestellten Fluggastbefragungen	88
Tab. 2-16:	Gütergruppendifferenzierung nach NST2007 und Zusammenhang zu den Güterabteilungen der NST2007	101
Tab. 2-17:	Aufkommensverteilung der KV-Umschlagsmengen nach km-Entfernung im Vor- und Nachlauf zu den befragten KV-Terminals	116
Tab. 2-18:	Kapazitäten der Raffineriestandorte in Deutschland in 2010 (in 1.000 t)	131
Tab. 2-19:	Standorte der Pkw- und Fahrzeugteileproduktion	134

Tab. 2-20:	Identifizierte Erklärungsfaktoren des Güterverkehrsaufkommens	137
Tab. 2-21:	Verkehrsträgerbezogene Pünktlichkeitswerte in Prozent	146
Tab. 2-22:	Elastizität (% Verkehrswachstum : % Außenhandelswachstum)	150
Tab. 3-1:	Entwicklung der demographischen Leitdaten	153
Tab. 3-2:	Entwicklung der zentralen gesamtwirtschaftlichen Leitdaten	157
Tab. 3-3:	Entwicklung des Primärenergieverbrauchs nach Energieträgern in PJ und t SKE (1990-2030)	166
Tab. 3-4:	Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern in PJ und t SKE (1990-2030)	167
Tab. 3-5:	Entwicklung der Bruttostromerzeugung nach Energieträgern in Deutschland in TWh (2010-2030)*	168
Tab. 3-6:	Entwicklung der installierten Kraftwerkleistung bis 2030, gemäß der Anlagenlebensdauer	169
Tab. 3-7:	Prognose des Kohleverbrauchs in Deutschland in 1.000 t (2008-2030)	170
Tab. 3-8:	Im Luftnetzmodell 2010 berücksichtigte Flüge von/nach deutschen und ausgewählten ausländischen Flughäfen (deutsche Flughäfen)	178
Tab. 3-9:	Im Luftnetzmodell 2010 berücksichtigte Flüge von/nach deutschen und ausgewählten ausländischen Flughäfen (ausländische Flughäfen)	179
Tab. 3-10:	Annahmen zum Pkw-Verkehr	188
Tab. 3-11:	Annahmen zum Lkw-Verkehr	190
Tab. 3-12:	Annahmen zum ÖSPV	192
Tab. 3-13:	Annahmen zum Schienenverkehr	194
Tab. 3-14:	Annahmen zum Luftverkehr	196
Tab. 3-15:	Zusammenfassende Darstellung der Annahmen zu den Nutzerkosten aller Verkehrsarten	199
Tab. 3-16:	Entwicklung des Pkw-Bestands und der Pkw-Dichte in den alten Bundesländern	204
Tab. 3-17:	Entwicklung des Pkw-Bestands und der Pkw-Dichte in den neuen Bundesländern	209
Tab. 3-18:	Entwicklung des Pkw-Bestands und der Pkw-Dichte in Deutschland	210
Tab. 4-1:	Struktur des Personenverkehrs im Jahr 2010 nach Verkehrszweigen und Fahrtzwecken	214
Tab. 4-2:	Personenverkehrsaufkommen 2010 je Bundesland nach Fahrtzwecken (Quell- und Binnenverkehr)	222
Tab. 4-3:	Personenverkehrsaufkommen je Bundesland nach Verkehrsmitteln (Quell- und Binnenverkehr)	223
Tab. 4-4:	Verkehrsaufkommen in Deutschland 2010 nach Verkehrsmitteln und Entfernungsklassen (in Mio. Personenfahrten/Jahr)	224

Tab. 4-5:	Entwicklung des gesamten Personenverkehrs nach Verkehrszweigen	232
Tab. 4-6:	Entwicklung des Berufsverkehrs nach Verkehrszweigen	236
Tab. 4-7:	Entwicklung des Ausbildungsverkehrs nach Verkehrszweigen	239
Tab. 4-8:	Entwicklung des Einkaufsverkehrs nach Verkehrszweigen	242
Tab. 4-9:	Entwicklung des Geschäftsverkehrs nach Verkehrszweigen	245
Tab. 4-10:	Entwicklung des Urlaubsverkehrs nach Verkehrszweigen	248
Tab. 4-11:	Entwicklung des Privatverkehrs nach Verkehrszweigen	253
Tab. 4-12:	Entwicklung des gesamten Personenverkehrs nach Fahrtzwecken	255
Tab. 4-13:	Entfernungsverteilung im Quell-Ziel-Verkehr Deutschland 2030 und Veränderung gegenüber 2010 nach Fahrtzwecken in Mio. Personen	257
Tab. 5-1:	Erfasster Güterverkehr nach Verkehrsträgern und NST2007 Gütergruppen in 2010	269
Tab. 5-2:	Erfasster KV-Verkehr nach Verkehrsträgern und NST2007 Gütergruppen in 2010	270
Tab. 5-3:	Güterverkehr im Jahr 2010 nach Regionen und Verkehrsträgerverteilung	272
Tab. 5-4:	Verkehrsleistung und Verkehrsweite im Güterverkehr im Jahr 2010 nach Regionen und Verkehrsträger	280
Tab. 5-5:	Aufteilung des Gesamtverkehrs nach Hauptverkehrsbeziehungen)	281
Tab. 5-6:	Aufteilung des Schienengüterverkehrs nach Produktionssystemen (in 1.000 t)	283
Tab. 5-7:	Aufteilung des Gesamtverkehrsaufkommens in Seehafenhinterlandverkehr und Nicht-Seehafenhinterlandverkehr in 1.000 t	284
Tab. 5-8:	Seehafenhinterlandverkehr nach Verkehrsträgern und Ladungskategorien in 1.000 t	285
Tab. 5-9:	Entwicklung des Güterverkehrsaufkommens nach Verkehrsträgern	286
Tab. 5-10:	Entwicklung der Güterverkehrs nach Transportleistung nach Verkehrsträgern	287
Tab. 5-11:	Entwicklung des Güterverkehrsaufkommens nach NST2007 Gütergruppen und Verkehrsträgern in Mio. t	292
Tab. 5-12:	Entwicklung der Güterverkehrsleistung nach NST2007 Gütergruppen und Verkehrsträgern (in Mrd. tkm)	294
Tab. 5-13:	Entwicklung des Transportaufkommens nach Hauptverkehrsbeziehungen (in Mio. t)	295
Tab. 5-14:	Entwicklung der Transportleistung nach Hauptverkehrsbeziehungen (in Mrd. tkm)	297
Tab. 5-15:	Entwicklung des Güterverkehrs nach Bundesländern und Verkehrsträgern (Summe Versand und Empfang, in Mio. t)	305

Tab. 5-16:	Entwicklung des grenzüberschreitenden Güterverkehrsaufkommens nach Länderaggregaten (Summe Versand und Empfang, in Mio. t)	312
Tab. 5-17:	Entwicklung des grenzüberschreitenden Güterverkehrs Deutschlands nach Ländern und Verkehrsträgern (Summe Versand und Empfang, in Mio. t)	314
Tab. 5-18:	Entwicklung des Transitverkehrs Deutschlands nach Relationen und Verkehrsträgern (Summe Versand und Empfang, in 1.000 t)	315
Tab. 5-19:	Entwicklung des Seehafenhinterlandverkehrs nach NST2007 Gütergruppen und Vergleich zur Gesamtverkehrsprognose in Mio. t	318
Tab. 5-20:	Modal-Split-Anteile und Wachstum des Seehafenhinterlandverkehrs nach Ladungskategorien	320
Tab. 5-21:	Entwicklung des Seehafenhinterlandverkehrs nach NST2007 Gütergruppen und Verkehrsträgern in Mio. t	321
Tab. 5-22:	Prognose des Luftfrachtaufkommens in Deutschland t	323
Tab. 6-1:	Emissionsfaktoren für Kraftstoffe	327
Tab. 6-2:	Pkw-Bestand nach Antriebsarten	331
Tab. 6-3:	Entwicklung der Kfz-Fahrleistungen ¹⁾ nach Fahrzeugarten	334
Tab. 6-4:	Entwicklung der CO ₂ -Emissionen des Straßenverkehrs	343
Tab. 6-5:	Entwicklung der CO ₂ -Emissionen des schienengebundenen ÖSPV	346
Tab. 6-6:	Entwicklung der CO ₂ -Emissionen des Eisenbahnpersonennahverkehrs	347
Tab. 6-7:	Entwicklung der CO ₂ -Emissionen des Eisenbahnpersonenfernverkehrs	349
Tab. 6-8:	Entwicklung der CO ₂ -Emissionen des Eisenbahngüterverkehrs	350
Tab. 6-9:	Entwicklung der CO ₂ -Emissionen des gesamten Schienenverkehrs	352
Tab. 6-10:	Entwicklung der CO ₂ -Emissionen des Luftverkehrs	355
Tab. 6-11:	Entwicklung der CO ₂ -Emissionen der Binnenschifffahrt	358
Tab. 6-12:	Entwicklung des Endenergieverbrauchs aller Verkehrsträger	360
Tab. 6-13:	Entwicklung der CO ₂ -Emissionen aller Verkehrsträger	361
Tab. 6-14:	Entwicklung der direkten Treibhausgasemissionen aller Verkehrsträger	363
Tab. 7-1:	Eckwerte der Szenarien nach Verkehrsmitteln	366
Tab. 7-2:	Entwicklung des gesamten Personenverkehrs nach Fahrtzwecken in den beiden Szenarien	368
Tab. 7-3:	Prognoseergebnisse nach dem Verkehrsaufkommen (in Mio. t) in den beiden Szenarien im Vergleich zum Kernszenario	370
Tab. 7-4:	Prognoseergebnisse nach der Verkehrsleistung (in Mrd. tkm) in den beiden Szenarien im Vergleich zum Kernszenario	371
Tab. 7-5:	Modal-Split-Prognoseergebnisse (in %) in den beiden Szenarien im Vergleich zum Kernszenario	372

Tab. 7-6:	Prognoseergebnisse (in %) in den beiden Szenarien nach Hauptverkehrsbeziehungen im Vergleich zum Kernszenario	372
Tab. 7-7:	Entwicklung der CO ₂ -Emissionen in den Szenarien	374

Abkürzungsverzeichnis

€	Euro
Abb.	Abbildung
ADV	Arbeitsgemeinschaft Deutscher Verkehrsflughäfen
AEA	Association of European Airlines
b	Barrel
BAA	Bundesagentur für Arbeit
BAG	Bundesamt für Güterverkehr
BAST	Bundesanstalt für Straßenwesen
BBSR	Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung
BER	neuer Flughafen Berlin am Standort Schönefeld
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BiSchiff	Binnenschifffahrt
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
BVWP	Bundesverkehrswegeplan
bzw.	beziehungsweise
CO ₂	Kohlendioxyd
Ct	Cent
d.h.	das heißt
DB AG	Deutsche Bahn AG
e.V.	eingetragener Verein
einschl.	einschließlich
etc.	et cetera
EU	Europäische Union
EW	Einzelwagen
FRA	Flughafen Frankfurt Main
FYROM	Former Yugoslav Republic of Macedonia
fzkm	Fahrzeugkilometer
ggf.	gegebenenfalls
GVZ	Güterverteilzentrum
GW	Gigawatt
GZ	Ganzzug

h	Stunde(n)
HGV	Hochgeschwindigkeitsverkehr
i.d.R.	in der Regel
IATA	International Air Transport Association
inkl.	inklusive
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
Kap.	Kapitel
KBA	Kraftfahrt-Bundesamt
KEP-Verkehr	Kurier-, Paket- und Expressverkehr
Kfz	Kraftfahrzeug
kg	Kilogramm
km/h	Kilometer/Stunde
KMK	Kultusministerkonferenz
konv.	konventionell
KV	Kombinierter Verkehr
LH	Deutsche Lufthansa AG
Lkw	Lastkraftwagen
LVS	Luftverkehrssteuer
MiD	Mobilität in Deutschland
Mio.	Million(en)
MIV	Motorisierter Individualverkehr
Mrd.	Milliarde(n)
MUC	Flughafen München
MW	Megawatt
MWSt	Mehrwertsteuer
MWV	Mineralölwirtschaftsverband e.V.
NST	Nomenclature Uniforme de Marchandises pour les Statistiques de Transport
NUTS	Nomenclature des Unités Territoriales Statistiques
o.a.	oben angegebene(n)
o.ä.	oder ähnlich
o.g.	oben genannte
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
ÖSPV	Öffentlicher Straßenpersonenverkehr
ÖV	Öffentlicher Verkehr
p.a.	per annum

PBefG	Personenbeförderungsgesetz
PdVV	Prognose der Verkehrsverflechtungen
PJ	Petajoule
Pkm	Personenkilometer
Pkw	Personenkraftwagen
rd.	rund
RES	Reisendenerfassungssystem
RoLa	Rollende Landstraße
RPK	Revenue Passenger Kilometer
s.o.	siehe oben
SKE	Steinkohleeinheit
SPFV	Schienenpersonenfernverkehr
SPNV	Schienenpersonennahverkehr
SPV	Schienenpersonenverkehr
StaBu	Statistisches Bundesamt
SVZ	Straßenverkehrszählung
t	Tonne(n)
Tab.	Tabelle
TEU	Twenty-foot Equivalent Unit
tkm	Tonnenkilometer
TWh	Terawattstunden
u.a.	unter anderem
u.U.	unter Umständen
u.v.m.	und vieles mehr
UIC	Union International des Chemins de Fer
UKV	Unbegleiteter Kombinierte Verkehr
USD	US Dollar
VDV	Verband Deutscher Verkehrsunternehmen
Veränd.	Veränderung
vgl.	vergleiche
WEA	Windenergieanlage
WZ	Wagenzug
z.B.	zum Beispiel
z.T.	zum Teil

Glossar

Ausbildungsverkehr, Fahrtzweck	Fahrten zwischen Wohnung und Ausbildungsstätte, bei denen Hin- und Rückfahrt innerhalb von 24 Stunden stattfinden. Fahrten von Wochenpendlern werden dem -> <i>Privatverkehr</i> zugeordnet.
Berufsverkehr, Fahrtzweck (Synonym Fahrtzweck Arbeit)	Fahrten zwischen Wohnung und Arbeitsplatz, bei denen Hin- und Rückfahrt innerhalb von 24 Stunden liegen. Die vom Arbeitsplatz ausgehenden beruflich bedingten Fahrten werden dem Geschäftsverkehr und die Fahrten von Wochenpendlern dem sonstigen Privatverkehr zugeordnet.
Binnenverkehr	Verkehr, bei dem Quelle und Ziel innerhalb eines Gebietes liegen.
Bottom Up Ansatz	Die Verkehrsprognose für ein größeres Aggregat (z.B. Deutschland gesamt) ergibt sich durch die Aggregation einer Vielzahl von Einzeldaten, hier Quelle-Ziel-Verkehrsströme, die einzeln ermittelt bzw. hochgerechnet werden (Gegensatz: -> <i>Top Down Ansatz</i>)
Bruttoinlandsprodukt (BIP)	Das Bruttoinlandsprodukt ist ein Produktionsindikator, der in zusammengefasster Form ein Bild der wirtschaftlichen Leistung einer Volkswirtschaft in einer Periode gibt. Es misst die Produktion von Waren und Dienstleistungen im Inland nach Abzug der Vorleistungen. Bei regionaler Betrachtung wird in der Regel die Bruttowertschöpfung und nicht das Bruttoinlandsprodukt als Indikator für die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit herangezogen.
Bruttowertschöpfung (BWS)	wird in der Regel durch Abzug der Vorleistungen von den Produktionswerten für die einzelnen Wirtschaftsbereiche ermittelt; sie umfasst also nur den im Produktionsprozess geschaffenen Mehrwert.
Einkaufsverkehr, Fahrtzweck	Fahrten zum Zweck des Einkaufs von Gütern oder des Besuchs von Dienstleistungsbetrieben, Behörden, Ärzten etc. Er wird deshalb auch – zutreffender – als Besorgungs- oder

	Serviceverkehr bezeichnet. Hier wird dennoch der eingeführte Begriff "Einkaufsverkehr" verwendet.
Elastizität	<p>Unter Elastizität versteht man das Verhältnis zwischen der relativen Änderung von unabhängigen (erklärenden) Variablen und der relativen Änderung einer abhängigen (erklärten) Variablen unter sonst gleich bleibenden Bedingungen.</p> <p>Wenn sich beispielsweise die Einkommen um 10 % erhöhen und sich danach der Konsum von Verkehrsleistungen um 6 % erhöht (unter sonst gleichen Bedingungen), so ergibt dies eine Einkommenselastizität der Verkehrsleistungen von 0,6 (Rechnung: $6 \% / 10 \% = 0,6$).</p>
Emissionen	hier: Treibhausgasemissionen; Unterscheidung nach -> <i>direkten Emissionen</i> und -> <i>indirekten Emissionen</i>
Emissionen, direkte	Emissionen, die beim Verbrauch der Endenergie, d.h. bei der Verbrennung von Kraftstoffen im Motor bzw. im Triebwerk von Straßenfahrzeugen, dieselbetriebenen Schienenfahrzeugen, Flugzeugen und Binnenschiffen entstehen
Emissionen, indirekte	Emissionen, die in der Vorkette vor dem Verbrauch der Endenergie, d.h. im Wesentlichen bei der Umwandlung von Primärenergie in Endenergie, d.h. von Rohöl in Kraftstoffe in den Raffinerien sowie der verschiedenen Primärenergieträger (Kohle, Gas, Öl etc.) in Strom in den Kraftwerken entstehen.
Fahrleistung	Kfz-Aufkommen mal zurückgelegte Kilometer (= Kfz-Leistung)
Fahrtzweck	<p>(auch Reisezweck, Wegezweck, hier wird vereinheitlicht der Begriff "Fahrtzweck" gewählt) Zweckbestimmung der Personenfahrt. Hier sind berücksichtigt:</p> <p>-> <i>Berufsverkehr</i>, -> <i>Ausbildungsverkehr</i>, -> <i>Einkaufsverkehr</i>, -> <i>Geschäftsverkehr</i>, -> <i>Urlaubsverkehr</i>, -> <i>Privatverkehr</i></p>
Fährverkehr	hier als Teilweg von Landverkehrsmitteln (Straße, Schiene) und nicht als eigenes Verkehrsmittel betrachtet.

Fernlinienbusverkehr	Seit der Liberalisierung des Personenverkehrsgesetzes in großer Zahl eingeführte (sowie im internationalen Verkehr ausgeweitete) Linienbusverbindungen vor allem zwischen Großstädten. In der vorliegenden Untersuchung ist auch dieser Verkehr prognostiziert worden, wurde aber gemäß der Systematik der Verkehrsstatistik mit dem Reisebusverkehr und dem regionalem Busverkehr und den städtischen Verkehrsmitteln (Straßenbahn, U-Bahn, Stadtbahn, Stadtbus) zusammengefasst zum -> ÖSPV
Fußgängerverkehr	Fußwege, die außerhalb von Grundstücken zurückgelegt werden. In den vorliegenden Quelle-Ziel-Matrizen zur Vereinfachung nur innerhalb der Verkehrszellen ausgewiesen
Generalisierte Kosten	Zusammenfassung der Variablen der -> "Widerstände", also Entfernung, Fahrzeit, Beförderungskomfort u.a. zu einer einheitlichen monetarisierten Größe. Diese variieren durch unterschiedliche -> <i>Zeitwerte</i> stark zwischen den Fahrtzwecken
Geschäftsverkehr, Fahrtzweck	alle beruflich bedingten Fahrten außerhalb des Berufsverkehrs und der Wochenpendlerfahrten. Bei Kombinationsreisen Geschäft/Privat wird der Geschäftsreisegrund als der maßgebliche Grund der Reise angesehen.
grenzüberschreitender Verkehr	Personenfahrten oder Transporte, bei denen nur entweder Quelle oder Ziel in Deutschland und die korrespondierenden Ziele oder Quellen im Ausland liegen
Gütergruppe	Verkehrsstatistische Zusammenfassung von Güterarten (System -> NST2007)
Güterverkehrsaufkommen	Gewicht der transportierten Güter, die in der Einheit Tonnen(t) ausgewiesen sind. Dabei werden bei allen Verkehrsmitteln neben dem Nettogewicht der transportierten Güter auch das Gewicht der Verpackungen und die Eigengewichte der Behälter im Kombinierten Verkehr in das Aufkommen mit einbezogen (sog. "Brutto-Brutto-Prinzip"). Behälter im Kombinierten Verkehr sind Container, Wechselbehälter und bei der Rollenden Landstraße der gesamte Lkw. Bei der

	Rollenden Landstraße ist somit das komplette Eigengewicht der Lkw im Transportaufkommen mit enthalten.
Güterverkehrsleistung	Produkt aus Gewicht und zurückgelegter Entfernung; wird in der Einheit -> <i>Tonnenkilometer</i> (tkm) ausgewiesen (= Transportleistung)
Hub-Flughafen	Wichtiges Drehkreuz im internationalen Verkehr
Induzierter Verkehr	Verkehr, der durch Attraktivitätssteigerung aufgrund verbesserter Infrastruktur bzw. neuer/verbesserter Verkehrsangebote neu entsteht (auch als "generierte Nachfrage" bezeichnet). Gegenteil: negativ induzierter Verkehr
Interkontinentalverkehr	hier: Verkehr mit Gebieten außerhalb Europas und der Mittelmeerranrainer
Intermodale Transportketten	Transportketten, bei denen mehrere Verkehrsmittel, z.B. Lkw und Eisenbahn in Anspruch genommen werden
Intermodales Gesamtnetz	Zusammenfügung der Teilnetzmodelle Straße, Schiene, Binnenschifffahrt, Häfen, Flughäfen zu einem Gesamtnetz
Kabotage	Transportdienstleistungen innerhalb eines Landes durch ein ausländisches Verkehrsunternehmen
Kalibrierung	Anpassung (meist iterativ) der Modellergebnisse an die beobachteten Verkehrszahlen (Zählungen, Verkehrsstatistiken) durch Anpassung der Modellparameter oder Einführung zusätzlicher Parameter
KEP-Verkehr	Kurier-, Paket- und Expressverkehr
Kfz-Aufkommen	Im Gegensatz zum -> <i>Verkehrs-</i> bzw. <i>Transportaufkommen</i> , die sich auf die Einheit -> <i>der Personenfahrten</i> bzw. -> <i>Gütertransporte</i> beziehen, bezeichnet das Kfz-Aufkommen die aus dem Verkehrs- bzw. Transportaufkommen resultierenden Fahrzeug-Aufkommen
Kfz-Leistung	Kfz-Aufkommen mal zurückgelegte Entfernung (= Fahrleistung)

Kohorteneffekt	hier: das Reiseverhalten einer "verhaltenshomogenen Gruppe" ist nicht statisch (Rentner haben ein bestimmtes Verhaltensmuster, Erwerbstätige ein anderes), sondern dynamisch, indem "gelernte" Verhaltensweisen in die nächsten Lebenszyklen ganz oder teilweise übernommen werden (sind Rentner mit dem Flugzeug verreist, als sie noch nicht Rentner waren, so tun sie das auch im Rentenalter in höherem Maße als vorausgehende Generationen)
Kombinierter Verkehr (KV), Kombinierter Ladungsverkehr (KLV)	Transport von Wechselbehältnissen (meist Container, z.T. Sattelaufleger oder ganze Lastzüge -> Rollende Landstraße), der in einer Transportkette mit mehreren Verkehrsmitteln erfolgt, meist Straße - Bahn - Straße, Straße - Bahn - Schiff, u.a.
Kontinentalverkehr	hier: Verkehr mit Gebieten Europas sowie Mittelmeerrainer
Konventioneller Ladungsverkehr	Im Schienengüterverkehr der Einzelwagenverkehr und Ganzzugverkehr, aber nicht der -> <i>kombinierte Verkehr</i>
KV-Terminal	Umladebahnhöfe für den -> <i>Kombinierten Verkehr</i>
Lkw-Verkehr	Verkehr mit Lastkraftfahrzeugen. Hier: Lastkraftfahrzeuge mit einem zulässigen Gesamtgewicht ab 6 t bzw. 3,5 t Nutzlast. Der Güterverkehr mit Last- bzw. Nutzfahrzeugen unterhalb dieser Grenzen (meist als Güter-Wirtschaftsverkehr bezeichnet) ist wie in der Verkehrsstatistik hier nicht erfasst (jedoch bei den Straßenverkehrsumlegungen gemäß -> Los 4)
Los 1	hier: Strukturdatenprognosen (Demographie, Wirtschaft) als externer Input für die Verkehrsprognosen Bearbeiter: ifo, HSU, BBSR
Los 2	hier: Seehafen-Prognosen Bearbeiter: MWP GmbH, IHS, Uniconsult, Fraunhofer CML
Los 3	hier: Prognose der deutschlandweiten Verkehrsverflechtungen (= vorliegende Untersuchung)

	Bearbeiter: BVU Berater + Umwelt GmbH, Intraplan Consult GmbH
Los 4	<p>hier: Straßenverkehrsumlegungen</p> <p>Bearbeiter: Ingenieurgruppe IVV GmbH</p>
Los 5	<p>hier: Umlegungen Eisenbahnverkehr</p> <p>Bearbeiter: BVU Berater + Umwelt GmbH, Intraplan Consult GmbH</p>
Los 6	<p>hier: Umlegungen Binnenschifffahrt</p> <p>Bearbeiter: Planco Consulting GmbH</p>
Luftfracht-Ersatzverkehr	Zubringerverkehr von den Hauptsammelpunkten der Luftfracht, in der Regel kleinere und mittlere Flughäfen, an denen die Fracht angeliefert und verteilt, verzollt sowie für den Luftfracht-Transport verpackt wird, zu den großen Frachtflughäfen per Lkw
Luftfrachtverkehr	Hier: Luftfracht und Luftpost (engl. Cargo). Die Luftpost wird seit einiger Zeit nicht mehr gesondert erfasst, weil häufig gemeinsam befördert. Der -> <i>Luftfracht-Ersatzverkehr</i> auf der Straße ist dem Straßengüterverkehr zugerechnet.
Luftverkehr	Flugverkehr im Linien- und Charterverkehr; hier ausgewiesen im Kurzstreckenverkehr als Quelle-Ziel-Matrix, im mittel- und Langstreckenverkehr als "Hinterlandverkehr" der Flughäfen
Makroprognose	hier: Verkehrsprognose für das Gesamtterritorium Deutschlands ohne räumliche Differenzierung. Wird zu Kontrollzwecken der räumlich disaggregierten -> <i>Mikroprognose</i> verwendet. Vorteil ist hier die empirische Fundierung durch lange Zeitreihen (Längsschnittanalysen)
Marginalmodell	(auch Pivot-Point-Modell, Inkrementelles Modell); das Verkehrsaufkommen für den Prognosezustand wird errechnet aus dem Verkehrsaufkommen für das Basisjahr und einer (absoluten oder relativen) Veränderung. im Gegensatz dazu werden in -> <i>Direktmodellen</i> die Verkehrsströme direkt aus

	dem Modell unter Einsatz der Prognosevariablen bestimmt.
MiD (= Mobilität in Deutschland)	Großangelegte Mobilitätsbefragung der deutschen Wohnbevölkerung von 2008 (Vorgänger MiD 2002)
Mikroprognose	hier: Verflechtungsprognose auf der Basis von Quelle-Ziel-Matrizen (Stadt- und Landkreise sowie Auslandsverkehrszellen), die Hauptarbeit der vorliegenden Studie. Vorteil ist die genaue Abbildung regionaler Faktoren und vor allem die Möglichkeit, aus den Quelle-Ziel-Matrizen durch -> <i>Verkehrsumlegung</i> die Belastungen im Verkehrsnetz darzustellen, was für die Bewertung von Infrastrukturprojekten unerlässlich ist. Da konsistente Quelle-Ziel-Matrizen normalerweise nur für Einzeljahre vorliegen, ist es sinnvoll, wie hier geschehen, die Mikroprognose durch -> <i>Makroprognosen</i> zu ergänzen, die zwar wesentlich gröber sind, dafür aber über lange Zeitreihen abgesichert sind, woraus sich zum Beispiel auch strukturellen Veränderungen (z.B. Sättigungstendenzen, etc.) ableiten lassen
Modal-Split	Verkehrsmittelwahl, wird als Anteil eines Verkehrsmittels in Prozent am Gesamtverkehr angegeben
Motorisierter Individualverkehr (MIV)	Personenverkehr mit Pkw (einschließlich Taxi, Mietwagen) sowie mit motorisierten Zweirädern
Netzmodelle	In den Netzmodellen ist die Verkehrsinfrastruktur mit den relevanten Netzattributen (Ausbauzustand Kapazitäten, Entfernungen, Geschwindigkeiten) und das Verkehrsangebot (Verkehrslinien im Öffentlichen Verkehr mit Bedienungshäufigkeiten) sowie anderen Angebotseigenschaften (Zugangsmodalitäten usw.) abgelegt. Aus ihnen werden die -> <i>Widerstände</i> zwischen Quelle und Ziel errechnet, im vorliegenden Falle sind die Netze zu einem -> <i>intermodalen Gesamtnetz</i> verknüpft.
NST2007	International einheitliches Güterverzeichnis für die Verkehrsstatistik (seit 2007)
NUTS 3 Regionen	NUTS ist die räumlich statistische Gliederung der europäi-

	<p>schen Statistik (Eurostat). Die Ebene NUTS 3 entspricht in Deutschland den Stadt- und Landkreisen (hier zum Gebietsstand 31.12.2010)</p>
Nutzerkosten	<p>Bei den Nutzern von Verkehrsmitteln (Reisende, Verloader) entstehende Beförderungskosten, also Transportpreise, Beförderungsentgelte einschl. Steuern und Nebenkosten. Beim Pkw-Verkehr werden nur die -> <i>variablen Kosten</i> (Kraftstoffe, Maut, Parken) berücksichtigt</p>
ÖSPV	<p>Personenbeförderung mit Linienbus, Reisebus und städtischen Bahnen, d.h. U-Bahnen, Stadtbahnen, Straßenbahnen, aber nicht S-Bahnen, die dem Schienenverkehr (-> <i>SPNV</i>) zugerechnet werden</p>
Personenfahrt	<p>Fahrt zwischen Quelle und Ziel. Hin- und Rückfahrt sind jedoch getrennte Personenfahrten. Bei Etappenreisen zählt je Etappe als neue Personenfahrt. Taktische Fahrtunterbrechungen (z.B. zum Tanken, Rasten oder Umsteigen) verursachen keine neue Personenfahrt. Unter Personenfahrten werden hier auch die (Fuß-) Wege subsumiert. Zur Verflüssigung der sprachlichen Darstellung wird auf die (präzise) Formulierung "Fahrten bzw. Wege" verzichtet.</p>
Personenkilometer (Pkm)	<p>Personenfahrt mal zurückgelegte Entfernung in km (= Personenkilometer, Abkürzung Pkm); hier dargestellt als -> <i>Territorialeistung</i> (nur Streckenanteile in Deutschland berücksichtigt)</p>
Personenverkehrsaufkommen	<p>Zahl der zurückgelegten Personenfahrten bzw. -wege. Dabei werden Hin- und Rückfahrt/-weg jeweils als eine Fahrt/ein Weg gezählt. Technisch bedingte Fahrtunterbrechungen, z.B. Pausen im Pkw-Verkehr, und Umsteigevorgänge innerhalb einer Verkehrsart, z.B. im Eisenbahn- oder im Luftverkehr, bleiben unberücksichtigt und erhöhen die Fahrtenzahl nicht.</p>
Personenverkehrsleistung	<p>Personenaufkommen mal zurückgelegte Entfernung (Einheit -> <i>Personenkilometer</i>)</p>

Pkw-Dichte	hier: Pkw je 1000 Einwohner ab 18 Jahre
Privatverkehr, Fahrtzweck	<p>Sonstiger Privatverkehr, vereinfachend als "Privatverkehr" bezeichnet, enthält alle sonstigen Fahrten zu privaten Zwecken, nämlich</p> <ul style="list-style-type: none">- Freizeit-/Ausflugsfahrten, bei denen Hin- und Rückfahrt innerhalb von 24 Stunden erfolgen (Tagesausflüge, Kinobesuche etc.)- Erholungs- und Freizeitreisen mit einer Dauer von zwei bis vier Tagen (z.B. Wochenendurlaub),- Fahrten, bei denen der Besuch von Verwandten oder Bekannten im Mittelpunkt steht, unabhängig von der Ausbleibedauer,- Fahrten zwischen Wohnort und Arbeits-, Ausbildungs- oder Stationierungsplatz (Militär), wenn zwischen Hin- und Rückfahrt mehr als 24 Stunden liegen, also im wesentlichen Wochenpendlerfahrten, sowie- sonstige Fahrten zwischen mehreren Wohnsitzen (z.B. zwischen Freizeitwohnsitz und Hauptwohnsitz).- Fahrten zum Bringen und Holen ("Begleitung") <p>Dieser Fahrtzweck wird auch als "Freizeitverkehr" bezeichnet. Da aber nicht alle diese Fahrten zu Freizeit Zwecken im engeren Sinn erfolgen, z.B. die von Wochenpendlern, wird der umfassendere Begriff "Privatverkehr" verwendet.</p>
Quelle-Ziel-Matrix	<p>Datei, die die Verkehrsströme bzw. Fahrten zwischen allen Quellen (Verkehrszellen, hier Stadt- und Landkreise im Inland, Auslandsregionen sowie einzelne -> "<i>singuläre Verkehrserzeuger</i>" (Häfen, Flughäfen)) und korrespondierenden Zielen umfasst. Quellen und Ziele sind die tatsächlichen Ausgangspunkte bzw. Endziele der Fahrten und Transporte und nicht z.B. die Bahnhöfe, Flughäfen oder andere Umschlagpunkte. Die Quelle-Ziel-Matrix umfasst den gesamten relevanten Personen- und Güterverkehr, zunächst unabhängig von den gewählten Routen und unabhängig davon, ob z.B. bei einer Bahnreise umgestiegen wird. Die -> <i>Routenwahl</i> wird durch einen eigenen Verfahrensschritt bestimmt (siehe auch -> <i>Verkehrsumlegung</i>). Die in der Studie</p>

	verwendete bzw. ermittelten Quelle-Ziel-Matrizen für das Basisjahr 2010 sind durch Kombination von Modellrechnungen unter Berücksichtigung -> <i>empirischer Matrixelemente</i> entstanden
Quellverkehr	Aggregation von Verkehrsströmen an deren Ausgangspunkten (hier: Verkehrszelle)
Reise	besteht in der Regel aus Hin- und Rückfahrt und umfasst somit zwei oder mehr -> <i>Personenfahrten</i>
Reisebusverkehr	Busverkehr im Pauschalreiseverkehr sowie Verkehr mit Mietomnibussen
Reisender	-> <i>Personenfahrt</i>
Reisezeit	Gesamtzeit der Fahrt von Quelle bis Ziel einschließlich Vorlauf und Nachlauf, Wartezeit, Umsteigezeit u.a. (im Güterverkehr -> <i>Transportzeit</i>)
Rollende Landstraße (RoLa)	Transport von Lkw auf der Schiene in speziellen Eisenbahnwaggons bzw. Zügen, die meist regelmäßig verkehren. Teil des -> <i>kombinierten Verkehrs</i>
Routenwahl	Berechnung der auf einer Quelle-Ziel-Relation zur Verfügung stehenden relevanten alternativen Routen je Verkehrsmittel
Schienenpersonenfernverkehr (SPFV)	hier: Eisenbahnverkehr mit Fernverkehrszügen (ICE, IC, EC, Nachtzüge)
Schienenpersonennahverkehr (SPNV)	hier: Eisenbahnverkehr mit Nahverkehrszügen (RE, RB, S-Bahn und ähnlichem)
Schienenpersonenverkehr (SPV)	Personenbeförderung im Eisenbahnverkehr einschließlich S-Bahn, aber ohne U-Bahnen, Stadtbahnen, Straßenbahnen, die dem -> <i>ÖSPV</i> zugeordnet sind
Seehafen-Hinterlandverkehr	Zu- und Abbringerverkehr zu/von den Seehäfen
Singuläre Verkehrserzeuger	insbesondere: Seehäfen, Flughäfen, große Binnenhäfen, KV-Terminals (auch in Güterverteilzentren), Kraftwerke und große Industrieunternehmen; bei den Kraftwerken hier nur

	Stein- und Braunkohlekraftwerke betrachtet
Stadt- und Landkreise	Stadtkreise (in einigen Bundesländern als "kreisfreie Städte" bezeichnet, Landkreise (z.T. als Kreise" bezeichnet) werden hier einheitlich als "Stadt- und Landkreise" bezeichnet
Streckenherkunft/ Streckenziel	Aus Sicht eines Flughafens Startflughafen der letzten Flugstrecke und Zielflughafen der nächsten Flugstrecke, die der Passagier zurücklegt, unabhängig davon, ob die Reise dort begonnen wurde bzw. beendet wird.
Strukturdaten	hier: Bevölkerungs- und Wirtschaftsbezogene Daten je Region bzw. Verkehrszelle. Diese Daten wurden für die vorliegende Studie extern zur Verfügung gestellt (-> Los 1)
Territorialleistung	hier: -> <i>Verkehrsleistung</i> auf dem Territorium Deutschlands. Die Streckenanteile im Ausland werden hier nicht mitgezählt
Territorialprinzip	hier: Verkehr, der auf dem Territorium der Bundesrepublik Deutschland stattfindet, unabhängig, ob es sich um Binnenverkehr, grenzüberschreitenden Verkehr oder Transitverkehr handelt, und unabhängig davon, ob er von der in Deutschland ansässigen oder ausländischen Wohnbevölkerung bzw. deutschen oder ausländischen Unternehmen durchgeführt wird. Der Verkehr im vorliegenden Gutachten bezieht sich immer auf das Territorialprinzip (im Unterschied zum -> <i>Wohnortprinzip</i>)
Tonnenkilometer (tkm)	Beförderte Fracht in Tonnen mal zurückgelegte Entfernung in km (= Tonnenkilometer, Abkürzung tkm)
Top Down Ansatz	Die Verkehrsprognose wird für ein größeres Aggregat, z.B. Deutschland insgesamt, ermittelt und auf einzelne Regionen bzw. Verkehrsströme disaggregiert (Gegensatz -> <i>Bottom Up Ansatz</i>)
Transitverkehr	Personenfahrten oder Transporte, die Quelle und Ziel im Ausland haben, aber deutsches Territorium berühren.

Transportaufkommen	Gesamtzahl der Gütertransporte (siehe auch -> <i>Verkehrsaufkommen</i>) insgesamt oder in einer Aggregation (Region, Güterart etc.). Das Verkehrsaufkommen bezieht sich auf beförderte Güter und nicht auf Fahrzeugbewegungen (siehe -> <i>Kfz-Aufkommen</i>)
Transportelastizität	Verhältnis zwischen dem Wachstum der Transportleistung und dem Wirtschaftswachstum
Transportintensität	Verhältnis zwischen Transportleistung (in tkm) und Wirtschaftsleistung (in 1000 € BIP)
Transportleistung	-> <i>Verkehrsleistung</i> im Güterverkehr (und Güterverkehrsleistung), ausgedrückt in Tonnenkilometer; In der vorliegenden Studie ist nur die -> <i>Territorialeistung</i> dargestellt, d.h. nur die auf dem Gebiet der Bundesrepublik Deutschland erbrachten Transportleistungen ohne Streckenanteile im Ausland. Die -> Gesamtleistung, d.h. inklusive Streckenanteilen im Ausland, ist jedoch durch die Verkehrsumlegungen bestimmbar.
Transportzeit	Gesamtzeit der Fahrt von Quelle bis Ziel einschließlich Vorlauf und Nachlauf, Wartezeit, Umschlagzeit des Transportes u.a. (im Personenverkehr -> <i>Reisezeit</i>)
Urlaubsreishäufigkeit	durchschnittliche Anzahl an Urlaubsreisen im Verhältnis zu den Urlaubsreisenden. Eine Urlaubsreishäufigkeit von 1,2 gibt z.B. an, dass diejenigen Personen, die Urlaubsreisen unternehmen, dies durchschnittlich 1,2 mal im Jahr tun (-> <i>Urlaubsreiseintensität</i>)
Urlaubsreiseintensität	Anteil der Urlaubsreisenden einer Bevölkerungsgruppe an der Gesamtzahl dieser Gruppe. Eine Urlaubsintensität von 0,8 gibt an, dass 80 % der Mitglieder dieser Bevölkerungsgruppe mindestens eine Urlaubsreise unternimmt.
Urlaubsverkehr, Fahrtzweck	Private Reisen zu touristischen Zwecken, wie er von der internationalen Tourismusindustrie betrachtet wird: <ul style="list-style-type: none">- Reisen zu "Warmwasserzielen", z.B. Mittelmeer, Kanari-

	<p>sche Inseln (in internationalen Touristikstudien als "Sun and Beach" bezeichnet)</p> <ul style="list-style-type: none"> - "Reisen aufs Land", z.B. Gebirge, Mittelgebirge, Wandern ("Country Side") - "Bildungsrundreisen" ("Touring") - "Städte und Veranstaltungen", z.B. Fußball-WM ("City/Event") - Sportreisen, z.B. Skiurlaub ("Fitness") <p>Solche Reisen werden dem Fahrtzweck Urlaub zugeordnet, sofern die Reisedauer mindestens 5 Tage beträgt. Bei Rundreisen, bei denen kein eindeutiges Reiseziel besteht, werden die Reise-Etappen einzeln Personenfahrten in der Matrix erfasst.</p>
Variable Kosten	<p>Beim Pkw-Verkehr nur die unmittelbar durch die Fahrt entstehenden Kosten (Kraftstoffe, Maut, Parken). In der Regel werden vom Nutzer nur diese, nicht die Fixkosten (Anschaffung, Unterhalt) bei der Verkehrsmittelwahl berücksichtigt.</p>
Verkehr in Zahlen (ViZ)	<p>Umfassende Zusammenfassung und Ergänzung der amtlichen Verkehrsstatistik und sonstiger öffentlicher und nichtöffentlicher Datenquellen zum Güter- und Personenverkehr in Deutschland. ViZ ist die "offizielle Verkehrsstatistik" des BMVI und bildet auch die maßgebliche Eckwerte des Verkehrs für die vorliegende Studie für das Basisjahr 2010</p>
Verkehrsaufkommen , Verkehrsmenge	<p>Gesamtzahl der Personenfahrten bzw. der Gütertransporte (siehe auch -> <i>Transportaufkommen</i>) insgesamt oder in einer Aggregation (Region, Reisezweck, Güterart etc.). Das Verkehrsaufkommen bezieht sich auf beförderte Personen und Güter und nicht auf Fahrzeugbewegungen (siehe -> <i>Kfz-Aufkommen</i>)</p>
Verkehrserzeugung	<p>Modellierung von Verkehrsaufkommen einer Region anhand von -> <i>Strukturdaten</i> (z.B. Einwohner nach Altersklassen)</p>
Verkehrsleistung	<p>Verkehrsaufkommen mal zurückgelegter Entfernung. Wird in "Personenkilometer" oder "Tonnenkilometer" (-> Transportleistung) ausgedrückt. Die hier ausgewiesene Verkehrsleistung</p>

	tung bezieht sich auf das Territorium Deutschlands (-> <i>Territorialeistung</i>).
Verkehrsmittel	<p>Im Unterschied zu den -> Verkehrsträgern, die für die Verkehrsnetzmodelle maßgebend sind, sind die Verkehrsverflechtungen in der vorliegenden Studie nach Verkehrsmitteln differenziert</p> <p>Personenverkehr: -> <i>motorisierter Individualverkehr</i>, -> <i>Eisenbahn-/Schienenpersonenverkehr</i>, -> <i>ÖSPV</i>, -> <i>Luftverkehr</i>, <i>Fahrradverkehr</i>, -> <i>Fußgängerverkehr</i></p> <p>Güterverkehr: <i>Straßengüterverkehr</i>, <i>Schienengüterverkehr</i>, darunter <i>Kombinierter Verkehr</i>, <i>Verkehr mit Binnenschiffen</i> und <i>Seeverkehr</i> (hier nur als <i>Hinterlandverkehr</i> zu den vorerwähnten Verkehrsmitteln zugerechnet)</p>
Verkehrsmittelwahl	Modellierung der Aufteilung des Verkehrs je Quelle-Ziel-Relation auf die in Frage kommenden -> <i>Verkehrsmittel</i>
Verkehrsträger	Arten der Verkehrsinfrastruktur (Straße, Schiene, Binnenwasserstraßen, Seeverkehr, Luftverkehr) im Gegensatz zu den -> <i>Verkehrsmitteln</i> , die zum Teil die gleichen Verkehrsträger nutzen z.B. Pkw und Bus die Straße
Verkehrsumlegung	Durch die Verkehrsumlegung wird die -> <i>Quelle-Ziel-Matrix</i> mit einem mathematischen Verfahren dem Verkehrsnetz zugeordnet. Voraussetzung ist die -> <i>Routenwahl</i> . Durch die Verkehrsumlegung wird z.B. die Nutzung eines bestimmten Streckenabschnittes im Straßen- und Schienenverkehr durch die Reisenden bestimmt.
Verkehrsverteilung	Modellierung der Verteilung des Verkehrs einer Region auf die in Frage kommenden Ziele
Verkehrszellen	Räumliche Einheiten (hier Stadt- und Landkreise sowie Auslandsregionen) im Verkehrsmodell. Die Ausgangs- und Endpunkte der Verkehrsverflechtungen wurden nach diesen Regionen zusammengefasst
Verteilungsmodell	Berechnet die -> <i>Zielwahl</i> der Reisenden abhängig von ->

	<i>Widerstand</i> zwischen Quelle und Ziel und der Strukturdaten der potentiellen Ziele
Widerstände, Widerstandsmatrizen	hier: Kenngrößen, die das Verkehrsangebot zwischen Quelle und Ziel beschreiben, also Entfernung, Fahrzeit, Fahrkosten sowie im öffentlichen Verkehr Umsteigenotwendigkeiten, Bedienungshäufigkeiten usw. ("Raumwiderstand"). Sie werden aus den -> <i>Netzmodellen</i> abgeleitet.
Wohnortprinzip	Der Verkehr nach dem Wohnortprinzip umfasst das Verkehrsaufkommen der in Deutschland ansässigen Wohnbevölkerung insgesamt einschließlich Personenfahrten und Streckenanteile im Ausland. Dagegen ist im sogenannten -> <i>Territorialprinzip</i> der gesamte Verkehr auf dem Territorium von Deutschland erfasst. In der vorliegenden Studie wird der Verkehr immer nach dem -> <i>Territorialprinzip</i> und nicht nach dem Wohnortprinzip ausgewiesen.
Zeitwert (engl. Value of Time VoT)	Bewertung der Zeit (hier: Reisezeit) durch den Nutzer. Am höchsten im Geschäftsreiseverkehr (bis zu 75 €/Stunde im Modell) und am niedrigsten im Ausbildungsverkehr (etwa 3 €/Stunde im Modell). Der Zeitwert spielt bei der Modellierung eine große Rolle. Er ändert sich zwischen Prognose und Istzustand durch höhere Wirtschaftsleistung pro Einwohner bzw. Einkommen pro Kopf
Zielverkehr	Aggregation von Verkehrsströmen an deren Zielpunkt (hier: Verkehrszelle)
Zielwahl	Verteilung der Reisen einer Region auf die möglichen Ziele

Literaturverzeichnis

Amt für Statistik Berlin -Brandenburg, Statistischer Bericht: Gäste, Übernachtungen und Beherbergungskapazität im Land Brandenburg Dezember 2010

Amt für Statistik Berlin -Brandenburg, Statistischer Bericht: Gäste, Übernachtungen und Beherbergungskapazität im Land Berlin Dezember 2010

Arbeitsgemeinschaft Deutscher Verkehrsflughäfen: ADV-Monatsstatistik

Association of European Airlines (AEA): Summary of Traffic and Airline Results (S.T.A.R.), jährlich

Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung: Statistische Berichte Tourismus in Bayern im Dezember und im Jahr 2010

BMWi, Zweiter Monitoring-Bericht "Energie der Zukunft", Berlin 2014

Bundesamt für Statistik, Schweiz: Beherbergungsstatistik, monatlich und jährlich

Bundesanstalt für Straßenwesen, Fahrleistung auf Bundesfernstraßen

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (Hrsg.) / DIW Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (Bearb.): Verkehr in Zahlen, jährlich

Bundesverband Güterkraftverkehr Logistik und Entsorgung (BGL), Kostenentwicklung im Güterkraftverkehr,

http://www.bgl-ev.de/images/downloads/initiativen/kostenentw_fern_01.pdf

BVU Beratergruppe Verkehr + Umwelt GmbH, ifo Institut für Wirtschaftsforschung, Intraplan Consult GmbH und Planco Consulting GmbH: Verkehrsprognose 2015 für die Bundesverkehrswegeplanung, FE-Nr. 96.578/1999, im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, April 2001

BVU Beratergruppe Verkehr + Umwelt GmbH, TNS Infratest GmbH, IWW Karlsruhe, Entwicklung eines Modells zur Berechnung von modalen Verlagerungen im Güterverkehr für die Ableitung konsistenter Bewertungsansätze für die Bundesverkehrswegeplanung, laufendes Forschungsvorhaben im Auftrag des BMVI, Vorläufiger Endbericht, Freiburg-München 2014

BVU Beratergruppe Verkehr + Umwelt und Intraplan Consult GmbH: Überprüfung des Bedarfsplans für die Bundesschienenwege, im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Freiburg/München, 2010

BVU, ifo, Gemeinsame Stellungnahme zu den Annahmen des BMWi-Berichtes "Energieszenarien 2011" Projekt-Nr. 12/10, Freiburg –München, 2012

Cerwenka: Langfristige Pkw-Motorisierungsprognosen, gezeigt am Beispiel der Bundesrepublik Deutschland, Darmstadt 1974

Deutsche Bahn AG: Geschäftsbericht , jährlich

Deutsche Shell AG (Hrsg.), Motorisierung in Deutschland: Mehr Senioren fahren länger Auto, Shell Szenarien des Pkw-Bestands und der Neuzulassungen bis zum Jahr 2010 mit einem Ausblick auf 2020, Hamburg 1993

Deutsche Zentrale für Tourismus e.V. (DZT): Geschäftsreisemarkt Deutschland 2010/2011

Direction générale de la Compétitivité de l'industrie et des services: Hébergements statistiques, jährlich

DIW: Methodenbericht zu Verkehr in Zahlen (ViZ), Ausgabe 2010/2011

DLR / Fraunhofer IWES / IFNE, Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global, Stuttgart/Kassel/Teltow 2012

European Civil Aviation Conference (ECAC): Average Delays on European Airports, 2011

ewi, gws, prognos: Energieszenarien 2011, Projekt Nr. 12/10, Juli 2011

Forschungsgemeinschaft Urlaub und Reisen (F.U.R) Reiseanalyse, jährlich

Hacon, KombiConsult GmbH, Erstellung eines Entwicklungskonzeptes KV 2025 in Deutschland als Entscheidungshilfe für die Bewilligungsbehörden, Hannover, Frankfurt/M. 2012

Hessisches Statistisches Landesamt: Statistische Berichte Gäste und Übernachtungen im hessischen Tourismus im Dezember 2010

IFEU, Aktualisierung "Daten- und Rechenmodell: Energieverbrauch und Schadstoffemissionen des motorisierten Verkehrs in Deutschland 1960-2030" (TREMOT, Version 5.3) für die Emissionsberichterstattung 2013 (Berichtsperiode 1990-2011), Endbericht, Heidelberg 2012

ifo Institut für Wirtschaftsforschung und Helmut-Schmidt-Universität Hamburg: Erstellung einer regionalisierten Strukturdatenprognose (Los 1), im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur, 2012

infas Institut für angewandte Sozialwissenschaft GmbH und DIW Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung: Mobilität in Deutschland 2002, im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung

infas Institut für angewandte Sozialwissenschaft GmbH und Institut für Verkehrsforschung am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR): Mobilität in Deutschland

-
- 2008, im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
Information und Technik Nordrhein-Westfalen, Geschäftsbereich Statistik: Gäste und Übernachtungen im Reiseverkehr Nordrhein-Westfalens, Dezember 2010
- Intraplan Consult GmbH und BVU Beratergruppe Verkehr + Umwelt GmbH: Prognose der deutschlandweiten Verkehrsverflechtungen 2025, im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
- Intraplan Consult GmbH und Ralf Ratzenberger: Gleitende Mittelfristprognose für den Güter- und Personenverkehr, halbjährlich seit 2009
- Intraplan Consult GmbH, Planco Consulting GmbH, TUBS GmbH: Grundsätzliche Überprüfung und Weiterentwicklung der Nutzen-Kosten-Analyse im Bewertungsverfahren der Bundesverkehrswegeplanung, FE-Nr. 96097/2011 im Auftrag des Bundesministers für Verkehr und digitale Infrastruktur, 2014
- Intraplan Consult GmbH: Bahnmatrix 2010, im Auftrag der DB AG, DB Fernverkehr AG, 2012
- Intraplan, Planco, TU Berlin, Grundsätzliche Überprüfung und Weiterentwicklung der Nutzen-Kosten-Analyse im Bewertungsverfahren der Bundesverkehrswegeplanung, Entwurf des Endberichts, Essen/Berlin/München 2014
- IPK International Consulting, World Travel Monitor, European Travel Monitor
- Kalinowska, D. Kloas, J., Kuhfeld, H., Kunert, U., Aktualisierung und Weiterentwicklung der Berechnungsmodelle für die Fahrleistungen von Kraftfahrzeugen und für das Aufkommen und für die Verkehrsleistung im Personenverkehr (MIV), Berlin 2005
- Karlsruher Institut für Technologie: Das deutsche Mobilitätspanel
- Kraftfahrtbundesamt (KBA): Statistiken zum Güterkraftverkehr mit deutscher Fahrzeugen, jährlich
- Kraftfahrtbundesamt (KBA): Statistiken zum internationalen Güterkraftverkehr mit Daten zu ausländischen Fahrzeugen (aus dem EU-Datenpool) und deutschen Fahrzeugen (aus der nationalen Erhebung zum Güterkraftverkehr mit deutschen Fahrzeugen), jährlich
- Kunert, U., Radke S., Nachfrageentwicklung und Kraftstoffeinsatz im Straßenverkehr: Alternative Antriebe kommen nur schwer in Fahrt, in: DIW-Wochenbericht 50/2013
- Landesbetrieb für Statistik und Kommunikationstechnologie Niedersachsen: Datenbank K360001: Beherbergung im Reiseverkehr in Niedersachsen:
<http://www1.nls.niedersachsen.de/statistik/html/mustertabelle.asp>
- MWP GmbH, IHS, Uniconsult, Fraunhofer CML: Seeverkehrsprognose (Los 2), im Auftrag des

-
- Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur, Mai 2014
- OAG: World Airways Guide, wird monatlich aktualisiert
- Öko-Institut / Institut für sozial-ökologische Forschung, OPTUM: Optimierung der Umweltentlastungspotenziale von Elektrofahrzeugen, Berlin 2011
- Prognos / EWI / GWS, Energieszenarien für ein Energiekonzept der Bundesregierung, Basel/Köln/Osnabrück 2010
- Ratzenberger, R., Hild, R., Langmantel, E., Vorausschätzung der Verkehrsentwicklung in Deutschland bis zum Jahr 2010, München 1995
- Shell Deutschland Oil (Hrsg.), Flexibilität bestimmt Motorisierung – Shell Pkw-Szenarien bis 2030, Hamburg 2004
- Socialdata Institut für Verkehrs- und Infrastrukturforschung et al.: Dateline
- Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein: Statistische Berichte: Der Fremdenverkehr in den Gemeinden Schleswig-Holsteins 2010
- Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein: Statistische Berichte: Der Fremdenverkehr in Hamburg im Dezember 2010
- Statistisches Amt Mecklenburg-Vorpommern, Statistische Berichte Tourismus in Mecklenburg-Vorpommern Dezember 201
- Statistisches Amt Saarland: Statistische Berichte Fremdenverkehr im Dezember 2010 und Jahr 2010
- Statistisches Bundesamt, Fachserie 8, Reihe 6.2
- Statistisches Bundesamt, Kombinierte Verkehr 2003, Bereitstellung von Angaben zum kombinierten Verkehr in Deutschland unter Berücksichtigung der Abbildung von Transportketten, FE-Nr. 96.0789/2003, Wiesbaden 2005
- Statistisches Bundesamt, Kristina Walter, Transportketten im intermodalen Verkehr, Methodik und Ergebnisse eines Forschungsprojektes, in Wirtschaft und Statistik, 09/2005
- Statistisches Bundesamt, NST-2007, Einheitliches Güterverzeichnis für die Verkehrsstatistik – 2007, Wiesbaden 2008
- Statistisches Bundesamt, Preise und Preisindizes für Verkehr, Fachserie 17, Reihe 9.2
- Statistisches Bundesamt, Statistisches Jahrbuch 2011 für die Bundesrepublik Deutschland
- Statistisches Bundesamt:, Fachserie 8, Reihe 2
- Statistisches Bundesamt:, Fachserie 8, Reihe 4
- Statistisches Jahrbuch der Stahlindustrie 2010/2011
- Statistisches Landesamt Baden-Württemberg: Beherbergung im Reiseverkehr Baden-

Württembergs im Kalenderjahr 2010

Statistisches Landesamt Bremen: Statistische Berichte: Der Reiseverkehr im Lande Bremen, Übernachtungen in Beherbergungsbetrieben Dezember 2010

Statistisches Landesamt Freistaat Sachsen, Statistischer Bericht: Beherbergungsgewerbe im Freistaat Sachsen, Dezember 2010

Statistisches Landesamt Rheinland Pfalz, Statistische Berichte 2011: Gäste und Übernachtungen im Tourismus 2010

Statistisches Landesamt Sachsen-Anhalt, Statistische Berichte: Tourismus - Gäste und Übernachtungen im Reiseverkehr, Beherbergungskapazität Dezember 2010

Technische Universität Berlin, TCI Röhling, Analyse der verkehrsprognostischen Instrumente der Bundesverkehrswegeplanung, im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Juni 2010

Thüringer Landesamt für Statistik, Statistischer Bericht Gäste und Übernachtungen in Thüringen, Dezember 2010

Umweltbundesamt (Hrsg.), Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2014 – Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 – 2012, Dessau 2013

Umweltbundesamt, Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen des deutschen Strommix in den Jahren 1990 bis 2012, Dessau-Roßlau 2013

Umweltbundesamt: Texte 26/04: Determinanten der Verkehrsentscheidung, Dez. 2005

Verband deutscher Verkehrsunternehmen (VDV): Jahresstatistik, erscheint jährlich

World Tourism Organization (UNWTO) Yearbook of Tourism Statistics Data 2005 - 2009, 2011 Edition

0 ZUSAMMENFASSUNG

Aufgabenstellung

Für den geplanten Bundesverkehrswegeplan (BVWP) 2015 ist eine aktuelle und belastbare langfristige Prognose des **Personen- und des Güterverkehrs** erstellt worden, die die Verkehrsverflechtungen **innerhalb Deutschlands** auf Kreisebene sowie **mit dem Ausland** für alle **Verkehrsträger** zum Gegenstand hat. Darauf aufbauend wurden auch die durch den Verkehr erzeugten Treibhausgasemissionen, insbesondere die CO₂-Emissionen, prognostiziert.

Zweck der Prognose mit dem **Basisjahr 2010** und dem **Prognosejahr 2030** ist es,

- einen allgemeinen **Orientierungsrahmen** für die langfristige Verkehrspolitik in Deutschland zu geben,
- die Ausgangsbasis für die **volkswirtschaftliche und raumordnerische Bewertung** von Einzelprojekten im Rahmen des BVWP zu erstellen sowie
- die Entwicklung des **Endenergieverbrauchs** und der **CO₂-Emissionen** im Verkehrssektor darzustellen.

Einbezogen wurden alle **Verkehrsarten** mit Ausnahme der Rohrfernleitungen, nämlich

- der Straßenverkehr (Personen- und Güterverkehr), im Personenverkehr weiter unterschieden in Öffentlichen Straßenpersonenverkehr (ÖSPV) und in Individualverkehr,
- der Eisenbahnverkehr (Personen- und Güterverkehr),
- die Binnenschifffahrt (nur Güterverkehr) und
- der Luftverkehr (Personen- und Güterverkehr).

Die **räumliche Differenzierung** erfolgte innerhalb Deutschlands nach den 412 Kreisen (Stadt- und Landkreisen, NUTS 3, Stand 31.12.2010). Außerhalb Deutschlands wurde im Grenzgebiet zu Deutschland ebenfalls nach NUTS 3-Regionen differenziert, mit zunehmender Entfernung wird höher aggregiert (NUTS 2-, NUTS 1- bzw. NUTS 0-Regionen). Singuläre Aufkommensschwerpunkte, insbesondere Seehäfen und Flughäfen, wurden dabei als "eigene Zellen" berücksichtigt.

Rahmenbedingungen

Die **demographischen** Leitdaten der Prognose wurden vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) prognostiziert. Demnach wird die gesamte **Einwohnerzahl** Deutschlands von 80,2 Mio. (2010) bis 2030 auf 78,2 Mio., d.h. um gut 2 %, abnehmen (vgl. Tab. 0-1). Darunter wird die Anzahl der Kinder im Alter von unter 10 Jahren nur mehr relativ schwach sin-

ken (-4 %), die derjenigen im Alter von 10 bis unter 18 Jahren dagegen noch kräftig (-14 %). Die Anzahl der Einwohner im Alter von über 18 Jahren, die sog. "fahrfähige" Bevölkerung, wird insgesamt nur relativ schwach (-1 %) zurückgehen. Innerhalb der Erwachsenen wird die Anzahl der Einwohner im Erwerbsalter (18 bis 64 Jahren) um 12 % ab-, die der älteren Personen (65 und mehr) dagegen weit überdurchschnittlich zunehmen (+31 %). Die Anzahl der **Schüler**, die vor allem für den Öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) eine hohe Bedeutung besitzt, wird auf Grund der Entwicklung der entsprechenden Jahrgänge um 14 % sinken. Der Rückgang der Anzahl der Einwohner im erwerbsfähigen Alter wird erstens durch steigende Erwerbsquoten vor allem in den höheren Altersgruppen und zweitens durch die Erhöhung des Renteneintrittsalters spürbar abgeschwächt, so dass die Zahl der **Erwerbspersonen** mit gut 4 % wesentlich schwächer abnimmt.

Tab. 0-1: Zentrale Leitdaten der Verkehrsprognose

	Absolute Werte		2030/10 (%)	
	2010	2030	Insg.	p.a.
Einwohner (Mio. Personen) ¹⁾	80,210	78,249	-2,4	-0,1
darunter im Alter von				
- 0 – 9	6,898	6,637	-3,8	-0,2
- 10 – 17	6,324	5,419	-14,3	-0,8
- 18 – 44	27,292	23,570	-13,6	-0,7
- 45 – 64	23,199	20,973	-9,6	-0,5
- 65 +	16,496	21,651	31,2	1,4
Schüler (Mio. Personen) ²⁾	11,078	9,496	-14,3	-0,8
Erwerbspersonen (Mio. Personen) ³⁾	41,549	39,734	-4,4	-0,2
BIP (Mrd. Euro) ⁴⁾	2178	2732	25,4	1,1
Exporte (Mrd. Euro) ⁴⁾	658	1342	103,9	3,6
Importe (Mrd. Euro) ⁴⁾	548	1198	118,7	4,0
Erwerbstätige (Mio. Personen)	39,8	39,0	-2,0	-0,1
Pkw-Bestand (Mio.) ⁵⁾	42,302	45,909	8,5	0,4
Pkw-Dichte (Pkw pro 1000 Einw. 18+)	631	694	9,8	0,5
1) Auf Basis des Zensus 2011 2) An allgemeinbildenden Schulen gemäß BBSR, an berufsbildenden gemäß KMK (2011) 3) 2030 unter Berücksichtigung der Anhebung des Renteneintrittsalters 4) Reale Werte, in Preisen von 2000 5) Zum 1. Januar des Folgejahrs, ohne vorübergehend stillgelegte Fahrzeuge				

Die **gesamtwirtschaftlichen** Strukturdaten wurden vom ifo Institut, Niederlassung Dresden, in Kooperation mit der Helmut-Schmidt-Universität (Hamburg) prognostiziert. Für das **BIP** Deutschlands wird demnach ein Wachstum um 1,14 % p.a. erwartet (vgl. Tab. 0-1). Der moderate Anstieg ist auf den Rückgang der Zahl der Erwerbspersonen zurückzuführen, weshalb auch die Zahl der **Erwerbstätigen** (-0,1 % p.a.) begrenzt wird. Für den **Außenhandel** Deutschlands wurden Zuwächse in Höhe von 3,6 % bzw. 4,0 % p.a. prognostiziert.

Ausgangspunkt für die Annahmen zur Entwicklung der **Verkehrsinfrastruktur** Deutschlands des Jahres 2030 ist der gültige **Bundesverkehrswegeplan 2003**. Zwar ist es nach der derzeitigen Finanzierungslage eher wahrscheinlich, dass nur ein Teil der dort geplanten Maßnahmen tatsächlich fertiggestellt werden kann. Da aber nicht abgeschätzt werden kann, für welche Maßnahmen dies zutrifft und zudem dies teilweise quasi dem nun anstehenden Bundesverkehrswegeplan 2015 vorgreifen würde, wurde die Realisierung **aller** im "Vordringlichen Bedarf" festgelegten Maßnahmen unterstellt, und zwar für alle Verkehrszweige. Im Ergebnis wurden vor allem für das Angebot im **Schienenverkehr** spürbare Verbesserungen zu Grunde gelegt. Für die neuerliche Bewertung der noch nicht realisierten Projekte des BVWP 2003 ist es daher erforderlich, eine separate Bezugsfallprognose zu bilden.

Hinsichtlich der **Verkehrsmittelnutzerkosten** wurde im **Personenverkehr** für alle Verkehrsarten mit Ausnahme des Luftverkehrs, für den eine Konstanz unterstellt wird, ein realer Anstieg um 0,5 % (Individual- und Eisenbahnverkehr) bzw. 1 % (ÖSPV) pro Jahr angenommen. Im **Güterverkehr** wurde für den Lkw-Verkehr und für den Einzelwagen- und den Ganzzugverkehr der Eisenbahnen von einer Preisstabilität sowie für den Kombinierten Verkehr (-0,5 % p.a.) und für die Binnenschifffahrt (-0,6 % p.a.) von einem Rückgang der realen Transportkosten ausgegangen.

Der **Pkw-Bestand** stellt eine zentrale Einflussgröße des Individual- und damit auch des gesamten Personenverkehrs dar. Die auf die fahrfähige Bevölkerung bezogene **Pkw-Dichte** erhöht sich im Prognosezeitraum von 631 auf 694 Pkw pro 1000 Einwohner, d.h. um rund 10 % (vgl. Tab. 0-1). Infolge der leicht sinkenden Zahl der Erwachsenen wächst der **Pkw-Bestand** etwas schwächer, nämlich von 42,3 Mio. auf 45,9 Mio. oder um 8,5 %. Inhaltlich ist die Bestandsausweitung zum einen auf die Personengruppen zurückzuführen, deren Motorisierungsgrad derzeit noch unterdurchschnittlich ausgeprägt ist, d.h. die älteren Personen, die Frauen und die Zuwanderer. Zum anderen gehen von der zunehmenden Zweitwagenausstattung bestandserweiternde Effekte aus.

Personenverkehr

Gesamtergebnis nach Verkehrsarten

Im **gesamten Personenverkehr** (einschließlich der nichtmotorisierten Fahrten) wächst das **Verkehrsaufkommen** zwischen 2010 und 2030 von 101,8 Mrd. auf 103,0 Mrd. Fahrten oder um 1,2 % (vgl. Tab. 0-2). Der motorisierte Verkehr nimmt dabei um 3,8 % zu. Die **Verkehrsleistung**, die wichtigste Kenngröße zur Bestimmung der Verkehrsentwicklung, erhöht sich aufgrund des überproportional wachsenden Fernverkehrs und steigender Fahrtweiten deutlich stärker, nämlich insgesamt von 1.184 Mrd. Pkm in 2010 auf 1.329 Mrd. oder um 12,2 %. Bei Betrachtung allein des motorisierten Verkehrs liegt der Zuwachs bei 12,9 %, was einem durchschnittlich jährlichen Wachstum von 0,6 % p.a. entspricht.

Die **Hauptgründe** für die Zunahme der Mobilität liegen auch künftig im **Wirtschaftswachstum** und in der Individualmotorisierung. Bei ersterem ist mit jahresdurchschnittlich 1,14 % im Prognosezeitraum ein moderateres Wachstum unterstellt worden als bei der vergangenen Bundesprognose (1,7 % zwischen 2004 und 2025). Die Veränderung der **Altersstruktur** wirkt zwar dämpfend auf das Verkehrswachstum, wird aber deutlich überkompensiert durch das Mobilitätswachstum innerhalb der Alters- bzw. Lebenszyklusgruppen, das wiederum von der Einkommensentwicklung abhängt.

Im motorisierten **Individualverkehr** wächst die **Fahrtenzahl** von 56,5 auf 59,1 Mrd., d.h. um 4,6 %. Dessen Dominanz wird sich damit nochmals geringfügig erhöhen, indem sein Anteil am motorisierten Verkehr von 82,7 % auf 83,3 % wächst. Verantwortlich für die anhaltende Expansion ist neben der Erweiterung des Pkw-Bestands die zunehmende Freizeitmobilität, wobei der Pkw-Verkehr eine überragende Rolle einnimmt. Die **Verkehrsleistung** steigt aufgrund des überproportionalen Wachstums der längeren Fahrten mit rund 10 % stärker als das Aufkommen, und zwar von 902 Mrd. (2010) auf 992 Mrd. Pkm. Da der expandierende Luftverkehr und der ebenfalls zunehmende Bahnverkehr an der Leistung einen weit größeren Anteil besitzen als am Aufkommen, nimmt der Anteil des Individualverkehrs hier – im Gegensatz zur Fahrtenzahl – etwas ab, nämlich von 80,8 % auf 78,6%.

Im **Eisenbahnverkehr** ist für das **Verkehrsaufkommen** mit einer **Steigerung** um 6,9 % auf das Niveau von ca. 2,6 Mrd. Fahrten zu rechnen. Damit steigt dessen Marktanteil am gesamten motorisierten Personenverkehr von 3,6 auf 3,7 %. Bezogen auf die **Verkehrsleistung** steigt der Bahnverkehr um 19,2 % und damit deutlich stärker als die anderen landgebundenen Verkehrszweige. Dies ist insbesondere auf die **erheblichen Angebotsverbesserungen** aufgrund des

hier unterstellten Ausbaus des Schienennetzes vor allem im Fernverkehr, aber auch aufgrund des deutlich erhöhten Angebots im Nahverkehr zurückzuführen. Wenn diese Maßnahmen realisiert werden, kann die Eisenbahn ihren Marktanteil an der motorisierten Verkehrsleistung von 7,5 % auf 7,9 % ausweiten.

Tab. 0-2: Entwicklung des gesamten Personenverkehrs nach Verkehrszweigen

	Absolute Werte		Modal-Split (%)		Veränderung 2030 : 2010	
	2010	2030	2010	2030	insgesamt in %	in % p.a.
Verkehrsaufkommen (Mio. Personen)						
			des motorisierten Verkehrs			
Motor. Individualverkehr	56.503	59.080	82,7	83,3	4,6	0,2
Eisenbahnverkehr	2.435	2.603	3,6	3,7	6,9	0,3
ÖSPV	9.280	9.068	13,6	12,8	-2,3	-0,1
Luftverkehr	132	209	0,2	0,3	58,3	2,3
Summe Motoris. Verkehr	68.350	70.960	100	100,0	3,8	0,2
			des gesamten Verkehrs			
Summe Motoris. Verkehr	68.350	70.960	67,1	68,9	3,8	0,2
Fahrradverkehr	9.479	9.913	9,3	9,6	4,6	0,2
Fußwegverkehr	24.011	22.140	23,6	21,5	-7,8	-0,4
Insgesamt	101.840	103.013	100	100,0	1,2	0,1
Verkehrsleistung (Mrd. Pkm)						
			des motorisierten Verkehrs			
Motor. Individualverkehr	902,4	991,8	80,8	78,6	9,9	0,5
Eisenbahnverkehr	84,0	100,1	7,5	7,9	19,2	0,8
ÖSPV	78,1	82,8	7,0	6,6	6,0	0,3
Luftverkehr	52,8	87,0	4,7	6,9	64,8	2,5
Summe Motoris. Verkehr	1.117,3	1.261,7	100,0	100,0	12,9	0,6
			des gesamten Verkehrs			
Summe Motoris. Verkehr	1.117,3	1.261,7	94,3	95,0	12,9	0,6
Fahrradverkehr	32,4	35,0	2,7	2,6	8,0	0,4
Fußwegverkehr	34,6	32,0	2,9	2,4	-7,5	-0,4
Insgesamt	1.184,3	1.328,7	100,0	100,0	12,2	0,5

Der Anstieg wäre noch stärker, würde nicht der **Fernlinienbus** einen Teil des Fernverkehrsmarktes erobern, wie das ja schon derzeit sichtbar ist. Ohne dessen Expansion würde der **Öffentliche Straßenpersonenverkehr (ÖSPV)** nicht nur beim Verkehrsaufkommen (- 2,3 %) von 9,28 auf 9,07 Mrd. Personenfahrten, sondern auch bei der Verkehrsleistung abnehmen. So aber steigt die Verkehrsleistung des ÖSPV insgesamt um 6 % von 78,1 auf 82,8 Mrd. Pkm an. Davon entfallen auf den Fernlinienbusverkehr 8,8 Mrd. Pkm bei 25 Mio. Personenfahrten (in 2010: 1,2 Mrd. Pkm bei ca. 3 Mio. Personenfahrten, hauptsächlich im Berlin-Verkehr und auf einigen 2010 schon bestehenden internationalen Linien). Dabei gewinnt der Fernlinienbus **nicht nur Marktanteile auf Kosten der Eisenbahn**, sondern auch vom Motorisierten Individualverkehr (MIV), und zudem ist „Neuverkehr“ aufgrund der günstigen Angebote festzustellen.

Im **Luftverkehr** findet das mit Abstand **stärkste Wachstum** statt. Er profitiert neben dem anhaltenden Trend zu Fernreisen im Urlaubsverkehr und der international zunehmenden Verflechtung der Wirtschaft vor allem auch vom Wachstum des sonstigen Privatverkehrs (Kurzreisen, Verwandten-/Bekanntenbesuche, vor allem auch von Personen mit Migrationshintergrund, sowie vom zunehmenden Reiseverkehr zwischen Freizeit- und Heimatwohnsitz). Das Wachstum ist mit durchschnittlich 2,3 % p.a. beim Aufkommen und 2,5 % bei der Leistung deutlich geringer als in der Vergangenheit (zwischen 1995 und 2013 Wachstum von durchschnittlich 3,6 % p.a.). Dies liegt an dem schwächer angenommenen Wirtschaftswachstum, das auf den Luftverkehr einen besonders starken Einfluss hat.

Beim **nichtmotorisierten Verkehr** nehmen die **Fußwege** deutlich ab (- 7,8 %), was zum Teil auf die zurückgehenden Schülerzahlen zurückzuführen ist, aber auch auf siedlungsstrukturelle Faktoren (z.B. Konzentration des Einzelhandels). Dagegen wächst der **Fahrradverkehr** um 4,6 % beim Aufkommen und um 8 % bei der Leistung, weil dieses Verkehrsmittel im innerstädtischen Verkehr gegenüber dem MIV (Parkraum, Parkkosten, niedrige Geschwindigkeiten), z.T. auch gegenüber dem Busverkehr Vorteile hat und gegenüber dem Fußgänger eine höhere Mobilität gewährleisten kann. Hinzu kommt die hohe Attraktivität als Freizeit-Verkehrsmittel.

Entwicklung nach Fahrtzwecken

Differenziert nach **Fahrtzwecken** weist innerhalb des gesamten, d.h. über die Verkehrszweige aggregierten, Personenverkehrs der **Privatverkehr** mit 39,3 % am Aufkommen und sogar 40,6 % an der Leistung im Jahr 2010 den größten Anteil aller Fahrtzwecke auf. In diesem Fahrtzweck ist auch der absolute Anstieg der Nachfrage am stärksten. So entfallen von der Gesamtzunahme (über alle Fahrtzwecke) der Verkehrsleistung in Höhe von 144 Mrd. Pkm allein 82,5 Mrd. oder 52,7 % auf den Privatverkehr. Somit erhöht sich dessen Anteil am Gesamtver-

kehr weiter, auf 42,4 %. Der Fahrtzweck mit der zweitstärksten absoluten Zunahme der Verkehrsleistung ist der **Geschäftsverkehr** mit einem Plus von 32 Mrd. Pkm. Die **Urlaubsreisen** fallen bei der Fahrtenzahl angesichts des Anteils von 0,2 % nicht ins Gewicht, bei der Leistung dagegen schon (+10 Mrd. Pkm). In allen **anderen** Fahrtzwecken wächst die Nachfrage schwächer bzw. geht sogar zurück, nämlich im Ausbildungsverkehr und aufkommensbezogen auch im Berufsverkehr.

Regionale Struktur der Verkehrsentwicklung

Die regional unterschiedlichen Verkehrsentwicklungen hängen vor allem mit den jeweiligen Strukturdaten (Demographie, Wirtschaft), daneben auch mit den räumlichen Verflechtungen und dem Verkehrsangebot zusammen. Im Ergebnis ist in großen Teilen Süd- und Südwestdeutschlands, etwa entlang des Rheins von Köln bis Basel und in der Linie Frankfurt/Main - Stuttgart - München, sowie in Norddeutschland, etwa in der Linie Münster - Hamburg, mit einem Wachstum des **Verkehrsaufkommens** zu rechnen. Dagegen geht der Verkehr in den östlichen Bundesländern und den daran angrenzenden Gebieten zurück, mit einer deutlichen Ausnahme: dem Raum Berlin. Dort ist sogar von einem beträchtlichen Wachstum auszugehen, das in der Höhe nur von demjenigen im Raum München/Oberbayern übertroffen wird.

Diese Aussagen beziehen sich auf die Fahrtenzahl im Quell-/Ziel- und Binnenverkehr der Verkehrszellen. Rückschlüsse auf den gesamten Verkehr, d.h. die **Belastung der Verkehrsinfrastruktur**, in den einzelnen Regionen können daraus **nicht unmittelbar gezogen** werden. Denn zum einen fehlt der jeweilige **Durchgangsverkehr**, der in vielen Gebieten sehr bedeutend ist und von Region zu Region lage- und netzbedingt stark schwankt. Außerdem können auch die durchschnittlichen **Fahrtweiten** zunehmen, so dass auch bei einer Stagnation des Verkehrsaufkommens häufig Steigerungen der Verkehrsleistungen und damit der Auslastung der Infrastruktur möglich sind. Über derartige, aus der Prognose resultierende Belastungen geben die verkehrsträgerspezifischen Umlegungen Auskunft, die im weiteren Fortgang des Prognoseprozesses erstellt werden.

Güterverkehr

Gesamtergebnis nach Verkehrsträgern

Insgesamt, d.h. in der **Summe der Verkehrsträger**, steigt das Transportaufkommen um 18 % und die Transportleistung auf dem Gebiet der Bundesrepublik Deutschland um 38 %. Sowohl im Schienen- als auch im Straßengüterverkehr wachsen die Transportleistungen deutlich stärker als das Transportaufkommen, da sich die Tendenz zu länger laufenden Transporten weiter fortsetzen wird. Im gesamten Güterverkehr wachsen die mittleren **Transportweiten** um 17 % von 164 Kilometer im Jahr 2010 auf 192 Kilometer im Jahr 2030.

Tab. 0-3: Entwicklung des Güterverkehrs nach Verkehrsträgern

	2010		2030		Veränderung 2010-2030 in %			
	Mio. t	Anteil in %	Mio. t	Anteil in %				
Transportaufkommen								
Schiene	358,9	9,7%	443,7	10,2%	23,6%			
Straße	3.116,1	84,1%	3.639,1	83,5%	16,8%			
Binnenschiff	229,6	6,2%	275,6	6,3%	20,0%			
Summe	3.704,7	100,0%	4.358,4	100,0%	17,6%			
	2010		2030		Veränderung 2010-2030 in %	Transportweite in km		
	Mrd. tkm	Anteil in %	Mrd. tkm	Anteil in %		2010	2030	Veränd. 2010- 2030 in %
Transportleistung								
Schiene	107,6	17,7%	153,7	18,4%	42,9%	300	347	15,6%
Straße	437,3	72,0%	607,4	72,5%	38,9%	140	167	18,9%
Binnen- schiff	62,3	10,3%	76,5	9,1%	22,8%	271	277	2,3%
Summe	607,1	100,0%	837,6	100,0%	38,0%	164	192	17,3%

Die **Transportintensität**, d.h. die auf das BIP bezogenen Transportleistung ausgedrückt in tkm pro Euro, steigt zwischen 2010 und 2030 um 13 % an. Die gleichzeitig sinkende Transportelastizität signalisiert andererseits, dass sich diese Entwicklung einer Sättigungsgrenze nähert, da sich die Wachstumsraten von tkm und BIP annähern.

Der **Straßengüterverkehr** wächst beim Transportaufkommen von 3,1 Mrd. t im Jahr 2010 auf 3,6 Mrd. t im Jahr 2030, d.h. um 17 %. Die Verkehrsleistung steigt um 39 % von 437 Mrd. tkm auf 607 Mrd. tkm. Von dem gesamten absoluten Wachstum des Güterverkehrs aller Verkehrsträger um 654 Mio. t bzw. 230 Mrd. tkm entfallen damit 80 % (523 Mio. t) bzw. 74 % (170 Mrd.

tkm) auf den Straßengüterverkehr. Allerdings realisieren sowohl die Schiene als auch das Binnenschiff zukünftig ein deutlich stärkeres Aufkommenswachstum als der Straßenverkehr, so dass der Marktanteil der Straße beim Aufkommen im Prognosezeitraum von 84,1 % auf 83,5 % sinkt. Bei der Verkehrsleistung ist zwar ein deutlich stärkeres Wachstum gegenüber der Binnenschifffahrt zu erkennen, dafür jedoch ein leicht niedrigeres als im Schienengüterverkehr, so dass der Marktanteil an der Verkehrsleistung leicht von 72,0 % auf 72,5 % ansteigt.

Das Transportaufkommen der **Schiene** wächst bis 2030 gegenüber 2010 mit 24 % deutlich weniger als die Transportleistung, für die aufgrund der wachsenden Transportentfernungen eine erhebliche Steigerung um insgesamt 43 % prognostiziert wird. Der Marktanteil der Eisenbahn steigt beim Aufkommen aufgrund dieses dynamischen Wachstums von 9,7 % im Jahr 2010 auf 10,2 % im Jahr 2030 und bei den Leistungen von knapp 17,7 % auf 18,4 %.

Die gegenüber der Straße leicht günstigere Entwicklung bei der Eisenbahn (aber auch beim Binnenschiff) ist auf die Entwicklung des **kombinierten Verkehrs** zurückzuführen. Der gesamte kombinierte Verkehr (KV) per Bahn und Binnenschiff wird um rd. 79 % auf Aufkommensbasis und 73 % auf Verkehrsleistungsbasis ansteigen und damit deutlich stärker entwickeln als die nicht im KV abgewickelten Transportgüter (+8 %). Insbesondere der mit dem Seehafenhinterlandverkehr in Verbindung stehende KV wird mit 86 % (Aufkommen) deutlich stärker ansteigen als der restliche KV. Innerhalb des kombinierten Verkehrs wird sich die Schiene mit einem Aufkommenswachstum von 82 % deutlich günstiger entwickeln als das Binnenschiff (72 %). Damit erhöht sich der Anteil des KV beim Aufkommen von 21 % auf 31 % und bei der Leistung von 35 % auf 43 %, so dass im Jahre 2030 ein Drittel des Transportaufkommens und fast die Hälfte der Transportleistung der Bahn im kombinierten Verkehr erbracht werden.

Das Aufkommen der **Binnenschifffahrt** steigt von 230 Mio. t auf 276 Mio. t, d.h. um 20 % und somit stärker als der Straßenverkehr und überproportional zum relevanten Gesamtmarkt. Zum einen ist dies auf Rückholeffekte durch eingetretene singuläre Ereignisse in der Vergangenheit (Rheinspernung durch Verkehrsunfälle bzw. Niedrigwasser) zurückzuführen, aber insbesondere durch das Wachstum im Containerverkehr, welches durch den überdurchschnittlichen Seehafenhinterlandverkehr getrieben wird. Während im Containerverkehr per Binnenschiff (kombinierter Verkehr) ein Zuwachs von 72 % erwartet wird, liegt das Wachstum der konventionellen Güter bei der Binnenschifffahrt bei 15 %. Dadurch steigt der Anteil des Containerverkehrs am Binnenschifffahrtsaufkommen von 9,5 % auf 13,6 % bzw. von 9,8 % auf 13,1 % an der Verkehrsleistung. Die Verkehrsleistung per Binnenschiff steigt leicht stärker als das Aufkommen (+23 %;

bzw. von 62,3 Mrd. tkm auf 76,5 Mrd. tkm), aber deutlich niedriger als der Gesamtmarkt, so dass die durchschnittliche Transportweite nur leicht zunimmt und der Marktanteil zurückgeht.

Entwicklung nach Hauptverkehrsbeziehungen

Das Aufkommen des **Binnenverkehrs** wächst im Vergleich zu den anderen Verkehrsbeziehungen deutlich unterproportional um 11 % von 2,9 Mrd. t im Jahr 2010 auf 3,2 Mrd. t im Jahr 2030 und die Leistung um 31 % von 324 auf 425 Mrd. tkm. Wie schon in den letzten Jahren wird das Verkehrswachstum weiterhin überwiegend im **grenzüberschreitenden Verkehr** stattfinden, der mit 4 % beim Aufkommen (von 0,8 auf 1,1 Mrd. t) und 46 % bei der Leistung (von 283 auf 412 Mrd. tkm) deutlich stärker zunimmt. Damit entfallen knapp 53 % des gesamten Aufkommens- und 56 % des gesamten Leistungszuwachses im Güterverkehr auf dieses Verkehrssegment. Der Anteil des grenzüberschreitenden Verkehrs am Transportaufkommen wird sich bis zum Jahr 2030 von 21 % auf 26 % erhöhen, der Anteil an der Transportleistung von 47 % auf 49 %. Innerhalb des grenzüberschreitenden Verkehrs wächst der **Transitverkehr** am stärksten, und zwar sowohl Aufkommen (+53 %) als auch Leistung (+52 %). Dessen Anteil am gesamten Güterverkehr steigt somit von 4 % auf 6 % bezogen auf das Aufkommen und von 16 % auf 18 % bezogen auf die Leistung. Beide Größen nehmen im grenzüberschreitenden **Versand** (43 % bzw. 44 %) etwas stärker zu als im grenzüberschreitenden **Empfang** (40,5 % bzw. 41 %).

Regionale Struktur der Verkehrsentwicklung

Von allen **Bundesländern** wächst der Güterverkehr bedingt durch den Seehafenumschlag am stärksten in den Hafenstädten Hamburg und Bremen. Aufgrund der im Ausgangszustand großen Bedeutung von Massengütern, die sich nur unterproportional entwickeln bzw. sogar regional teilweise zurückgehen können, sinken die Güterverkehre der Länder Sachsen-Anhalts und des Saarlandes. Auch nimmt bedingt durch die schwächere Wirtschaftsentwicklung der Güterverkehr in den ostdeutschen Bundesländern (mit Ausnahme von Berlin) nur verhalten zu, in Thüringen gar nicht.

Der Wachstumsvorsprung der Hafenstädte zeigt sich bei Bahn und Straße noch ausgeprägter als im Gesamtdurchschnitt. Die große Bedeutung Nordrhein-Westfalens für Bahn und Binnenschiff wird deutlich. Die Bahn wickelt ein gutes Viertel ihres Aufkommens in Deutschland in Nordrhein-Westfalen ab, das Binnenschiff sogar knapp die Hälfte, bei der Straße kommt etwa ein Fünftel des Aufkommens aus Nordrhein-Westfalen. Das Bahnaufkommen in den von Mineralöl- und Montangütern geprägten Ländern Saarland, Nordrhein-Westfalen und Sachsen-Anhalt stagniert bzw. geht zurück.

CO₂-Emissionen

Die Entwicklung der CO₂-Emissionen des Verkehrs wurde zum einen in der für das **Kyoto-Monitoring** maßgeblichen Definition prognostiziert. Danach sind erstens nur die direkten Emissionen ohne Vorkette enthalten und somit nicht die der Stromerzeugung. Zweitens ist auch der Biokraftstoffverbrauch nicht enthalten. Drittens geht der Luftverkehr nur mit dem innerdeutschen Anteil ein. Zum anderen wurden die CO₂-Emissionen gemäß der **TREMOD-Definition**, d.h. der gesamte Ausstoß einschließlich der Emissionen aus der Vorkette, sowie einschließlich der Biokraftstoffe und des gesamten Luftverkehrs vorausgeschätzt.

Die CO₂-Emissionen des **Straßenverkehrs**, auf den in allen Definitionen der weitaus größte Teil des Gesamtausstoßes aller Verkehrsträger entfällt, nehmen in der **Kyoto-Definition** zwischen 2010 und 2030 um 23 % ab (vgl. Tab. 0-4). Der Ausstoß des (dominierenden) Pkw-Verkehrs geht zwar stärker zurück. Dies wird jedoch von dem Anstieg der Emissionen der Güterverkehrsfahrzeuge gedämpft. Verantwortlich für den Gesamtrückgang sind sowohl Reduktionen der spezifischen Verbräuche als auch Verlagerungen zu energieeffizienteren Antriebsarten. Die **gesamten** Emissionen einschließlich der (steigenden) aus der Stromerzeugung und aus Biokraftstoffen gehen mit 21 % etwas schwächer zurück.

Der **direkte** CO₂-Ausstoß des **Schienenverkehrs**, der nur die Emissionen von dieselbetriebenen Fahrzeugen umfasst, sinkt vor allem auf Grund des rückläufigen Anteils dieser Traktionsart stark (17 %). Die **gesamten** Emissionen verzeichnen ebenfalls ein starkes Minus um 23 %. Bei den hier dominierenden Emissionen aus der Stromerzeugung (Anteil 2010: 89 %) schlägt der Rückgang des Emissionsfaktors in Höhe von 29 % zu Buche, der durch die geänderte Struktur der Stromproduktion in Richtung CO₂-freier Energieträger zustande kommt.

Die CO₂-Emissionen des **Luftverkehrs** werden sich in allen Definitionen **erheblich schwächer** entwickeln als die – nach wie vor kräftig steigende – Verkehrsleistung, weil der spezifische Verbrauch, wie seit geraumer Zeit, spürbar sinkt. Hier geht sowohl von Steigerungen der Auslastung als auch von technologischen Effizienzverbesserungen ein spürbarer Effekt aus. Gemäß der für das **Kyoto-Monitoring** verwendeten Definition, nach der nur der innerdeutsche Luftverkehr betrachtet wird, werden die Emissionen sogar um 15 % sinken. Bei den Emissionen des **gesamten** Verkehrs, die um den Faktor 13 höher sind, überwiegt dagegen das Nachfragewachstum den Rückgang des spezifischen Verbrauchs immer noch deutlich, so dass diese Größen um 19 % zunehmen.

Tab. 0-4: Entwicklung der CO₂-Emissionen aller Verkehrsträger

Verkehrsträger	Mio. t			2030/10 (%)		30/90 (%)
	1990	2010	2030	Insg.	p.a.	Insg.
Direkte Emissionen, Kyoto-Mon.¹⁾						
Straßenverkehr ²⁾	150,4	145,5	112,3	-22,8	-1,3	-25,3
Schienenverkehr	2,9	1,1	0,9	-17,4	-1,0	-69,0
Luftverkehr ³⁾	2,3	2,1	1,8	-15,0	-0,8	-23,6
Binnenschifffahrt ²⁾	2,1	0,8	0,8	-1,2	-0,1	-60,3
Übriger Verkehr	4,8	4,0	4,0	0,0	0,0	-15,2
Insgesamt	162,4	153,5	119,8	-22,0	-1,2	-26,2
Gesamte Emissionen, TREMOD⁴⁾						
Straßenverkehr ⁵⁾		182,8	144,0	-21,2	-1,2	
Schienenverkehr		10,4	8,0	-22,5	-1,3	
Luftverkehr ⁶⁾		30,3	36,1	19,3	0,9	
Binnenschifffahrt ⁵⁾		2,1	2,1	1,8	0,1	
Insgesamt		225,5	190,2	-15,6	-0,8	
1) Ohne Biokraftstoffe 2) Basis Kraftstoffabsatz 3) Nur innerdeutscher Verkehr 4) Einschl. Vorkette und Biokraftstoffe 5) Basis effektiver Verbrauch 6) Standortprinzip						

Bei der **Binnenschifffahrt** gleicht bereits der Rückgang des spezifischen Kraftstoffverbrauchs das Wachstum der Transportleistung nahezu aus. Hinzu kommt der steigende Anteil der Biokraftstoffe. In der **Kyoto-Definition** werden die Emissionen sogar leicht sinken (-1 %) und insgesamt leicht steigen (2 %).

Insgesamt, d.h. für die Emissionen aller Verkehrsträger, wird in der **Kyoto-Definition** ein Rückgang um 22 % prognostiziert. Dies gleicht der Entwicklung des – mit Abstand dominierenden – Straßenverkehrs (23 %) und ist auf die oben genannten Gründe zurückzuführen. Gegenüber dem Jahr 1990, dem Bezugsjahr der Minderungsverpflichtungen nach dem Kyoto-Protokoll beläuft sich die Abnahme auf 26 %. Die **gesamten** Emissionen einschließlich der Vorketten unterscheiden sich davon vor allem durch den Einbezug des Stromverbrauchs im Schienenverkehr sowie des Ausstoßes des gesamten Luftverkehrs. Da diese beiden Größen spürbar wachsen, ist der Rückgang der gesamten Emissionen mit 16 % schwächer als nach der Kyoto-Definition.

1 EINLEITUNG

1.1 Aufgabenstellung

Für den geplanten Bundesverkehrswegeplan (BVWP) 2015 ist eine aktuelle und belastbare langfristige Verkehrsprognose erforderlich, und zwar für den **Personen-** und den **Güterverkehr**, welche im Detail

- die Verkehrsverflechtungen **innerhalb Deutschlands** auf Kreisebene sowie **mit dem Ausland** und
- die Nutzung der verschiedenen **Verkehrsträger**

zum Gegenstand hat.

Zweck der Prognose mit dem Basisjahr 2010 und dem Prognosejahr 2030 ist es,

- einen allgemeinen **Orientierungsrahmen** für die langfristige Verkehrspolitik in Deutschland zu geben,
- die Ausgangsbasis für die **volkswirtschaftliche und raumordnerische Bewertung** von Einzelprojekten im Rahmen des BVWP zu erstellen sowie
- die Entwicklung des **Endenergieverbrauchs** und der **CO₂-Emissionen** im Verkehrssektor darzustellen.

Daraus ergeben sich folgende Anforderungen an die Prognose:

- **Alle Verkehrsarten und Verkehrsmittel**, vom Nah- bis Fernverkehr, sind einzubeziehen.
- Die Verkehrsverflechtungen sind detailliert nach **Fahrtzwecken und Güterarten** und nach **Verkehrsmitteln** auf der Basis empirischer Grundlagen für den Istzustand und die Prognose darzustellen. **Schwerpunkt** ist dabei, dem Zweck des BVWP entsprechend, der **Fernverkehr**. Doch auch der **Nahverkehr** ist ausreichend detailliert zu beschreiben.
- Die Verteilung der prognostizierten Verkehrsmengen auf die Verkehrsinfrastruktur (**Umliegung**) ist in **aufbauenden Berechnungen** zu ermitteln und die **Wechselwirkungen zwischen der Auslastung der Verkehrsinfrastruktur und der Verkehrsnachfrage** zu berücksichtigen.
- Es sind die Verkehrsleistungen je Verkehrsträger, der Energieverbrauch und die CO₂-Emissionen unter Berücksichtigung des **technischen Fortschritts** zu ermitteln.

-
- Ausgehend von einem Kernszenario sind **Szenarien** zur Eingrenzung von Unsicherheiten zu rechnen.

Eine besondere Bedeutung bei den Daten der Verkehrsprognose kommt den sogenannten **Quelle-Ziel-Matrizen** zu. Dabei handelt es sich um Personen- und Güterverkehrsverflechtungen zwischen Ausgangs- und Endpunkt der Personenfahrten (im Personenverkehr) bzw. Gütertransporte (im Güterverkehr), die in der räumlichen Einheit der **Kreise und kreisfreien Städte** in Deutschland sowie, bei grenzüberschreitenden Verflechtungen und Transitverkehren, einem abgestuften System an **Auslandsverkehrszellen** erfasst sind.

Einbezogen werden alle Verkehrsströme, die das **Territorium** Deutschlands berühren, d.h. zum einen Ströme mit Quelle und/oder Ziel in Deutschland und zum anderen die Transitverkehre, soweit sie die deutschen Landverkehrswege beanspruchen.

Bei der Erstellung der Verflechtungsmatrizen wurden – mit Ausnahme der Rohrfernleitungen – **alle Verkehrsarten** einbezogen, nämlich

- der Straßenverkehr (Personen- und Güterverkehr), im Personenverkehr weiter unterschieden in Öffentlichen Straßenpersonenverkehr (ÖSPV) und in Individualverkehr,
- der Eisenbahnverkehr (Personen- und Güterverkehr),
- die Binnenschifffahrt (nur Güterverkehr) und
- der Luftverkehr (Personen- und Güterverkehr).

Im Personennahverkehr wurde zusätzlich der **nichtmotorisierte Verkehr** (Fahrradverkehr, Fußwege) prognostiziert. Der **See-** und der **Seehafen-Hinterlandverkehr** wurden durch die Bearbeiter von Los 2 ermittelt¹ und hier eingearbeitet (vgl. Kapitel 1.2).

Die Ermittlung der Quelle-Ziel-Matrizen im Istzustand 2010 erfolgte durch die Einbeziehung einer Vielzahl von Daten auf **weitgehend empirischer Grundlage**.

Bei der Prognose 2030 wurden alle, als relevant ermittelten **prognosebestimmenden Einflussfaktoren** berücksichtigt. Dies sind die Bereiche

¹ MWP GmbH, IHS, Uniconsult, Fraunhofer CML: Seeverkehrsprognose (Los 2), im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur, Mai 2014

- **Wirtschaft**, nämlich das regionale Bruttoinlandsprodukt, im Personenverkehr insbesondere ein Indikator für die Entwicklung der verfügbaren Einkommen, und die Entwicklung des Außenhandels und der Branchenstruktur als wichtigste Einflussgröße des Güterverkehrs.
- **Bevölkerung**, und zwar die **regionale** Gesamtbevölkerung und der **demographische Wandel** bzw. die Altersstruktur. Demographische **und** wirtschaftliche Faktoren bestimmen auch die Bereiche **Erwerbstätigkeit** und **Pkw-Bestand** bzw. Pkw-Dichte.
- **Mobilitätskosten**, das heißt, die Nutzerkostenentwicklung unter Berücksichtigung von Energiepreisen und den Effizienzentwicklungen in den Verkehrsarten sowie der steuer- und **verkehrspolitischen Rahmenbedingungen**.
- **Verkehrsangebot**, nämlich Verkehrsinfrastruktur und bei Bahn, ÖSPV und Luftverkehr das Betriebsangebot.
- **Umweltaspekte**, unter anderen die **Antriebsartenstruktur**, die Energieträgerstruktur der Stromerzeugung und die Verringerung der spezifischen Verbräuche/Emissionen.

Dabei beeinflussen Wirtschaft und Bevölkerung die Verkehrsentwicklung am stärksten. Die hierfür benötigten Prognosen der demographischen und wirtschaftlichen **Strukturdaten** der Verkehrszellen sowie der **Außenhandelsströme** Deutschlands und der für die Abbildung des grenzüberschreitenden Verkehrs relevanten Nachbarländer wurden **extern** aus Los 1 vorgegeben (vgl. Kapitel 1.2 und 3.2).

Dies betrifft auch die **grundlegenden Festlegungen zur künftigen Verkehrsinfrastruktur**, die sich aus vorangegangenen Bedarfsplanungen (BVWP 2003, Bedarfsplanüberprüfungen) ableiten. Die Annahmen zu den **Mobilitätskosten** unter Berücksichtigung von Verkehrs- und Umweltpolitik sowie technischer Entwicklungen wurden dagegen im Rahmen der vorliegenden Prognose erarbeitet, sowie in einem umfangreichen **Szenarioprozess** unter Beteiligung externer Experten abgestimmt und mit relevanten Verbänden konsultiert.

Aufgrund der hohen Bedeutung der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen für die Prognose sowie der dort bestehenden Unsicherheiten wurde neben einem **Kernszenario** noch ein **"höheres"** und ein **"niedrigeres"** **Szenario** mit jeweils höheren bzw. niedrigeren Annahmen zum Wirtschaftswachstum in Deutschland durchgerechnet. Die anderen Rahmenbedingungen wurden dagegen gegenüber dem Kernszenario nicht variiert.

Ausgehend von den Erfahrungen mit Prognoseverfahren aus früheren Bundesverkehrswegeplanungen wurde die **Methodik der Verkehrsprognose** weiterentwickelt. So wurde verstärkt auf

eine bessere Verzahnung der einzelnen Prognoseschritte untereinander und ihrer Parameter im Hinblick auf aufbauende Arbeiten insbesondere im Bereich der **Projektbewertungen** geachtet.

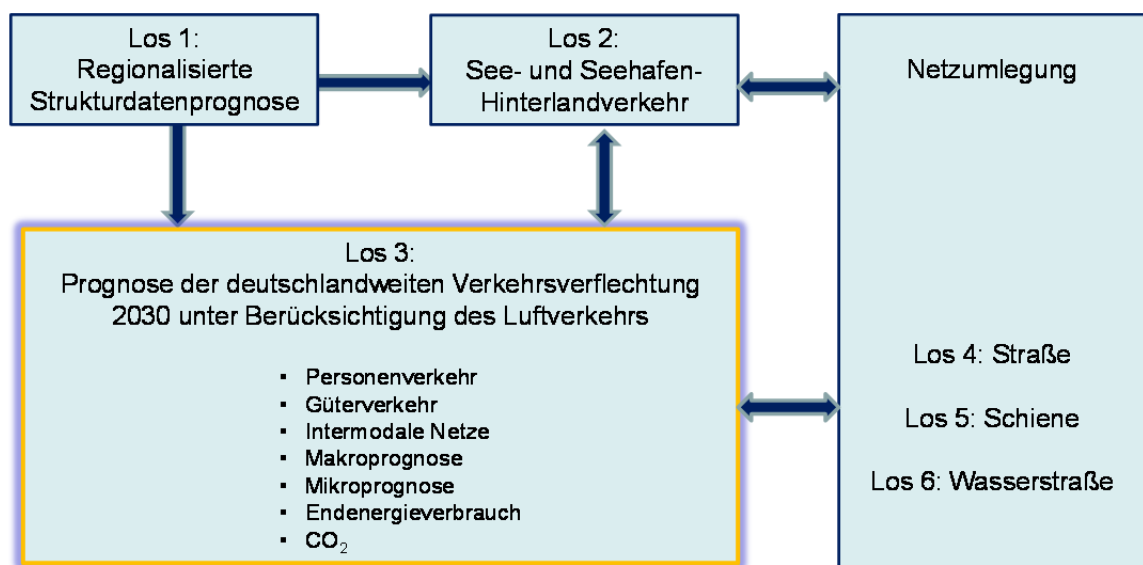
Insbesondere fand ein **Rückkoppelungsprozess zwischen der Verflechtungsprognose und der Auslastung der Verkehrsinfrastruktur** statt, da die Qualität der Verkehrsabwicklung ein weiteres Kriterium für die Verkehrsnachfrage, darunter insbesondere für die Verkehrsmittelwahl, darstellt.

Weiterhin wurden **intermodale Wegeketten** abgebildet, insbesondere durch Verknüpfung der Verkehrsnetze (intermodales Netz). Die einzelnen Prognoseschritte wurden durch eine umfangreiche **interne und externe Qualitätssicherung** begleitet.

1.2 Struktur des Gesamtprojektes und Aufgabenstellung zwischen den Instituten

Der vorliegende Bericht bezieht sich auf die "**Prognose der deutschlandweiten Verkehrsverflechtungen** unter Berücksichtigung des Luftverkehrs" (Los 3), der Kern einer weiter gefassten Gruppe von Forschungsprojekten im Rahmen des BVWP-Prozesses ist, welche aus sechs Losen besteht (siehe Abb. 1-1, in der der Gegenstand des vorliegenden Berichts, Los 3, hervorgehoben ist).

Abb. 1-1: Struktur der Verkehrsprognose



Die Verflechtungsprognose basiert zunächst auf einer extern vorgegebenen **"regionalisierten Strukturdatenprognose"** (Los 1, Bearbeiter: ifo, HSU)², womit eine nach Regionen und Altersgruppen differenzierte **Bevölkerungsprognose** und eine ebenfalls regionalisierte und nach Sektoren differenzierte Prognose der **Bruttowertschöpfung** und, aus beiden abgeleitet, eine Prognose der **Erwerbstätigen** gemeint ist.

Durch Los 2 erfolgte auch eine **Prognose des Seehafen- und Seehafen-Hinterlandverkehrs** (Los 2, Bearbeiter: MWP GmbH, IHS, Uniconsult, Fraunhofer CML)³. Die Prognose basiert hinsichtlich der Wirtschaftsdaten ebenfalls auf Los 1, wobei hier aufbauend auf den internationalen Wirtschaftsdaten auch eine **Außenhandelsprognose** erfolgte. Die Seehafenprognose liefert den Input für die **Verkehrsströme im Seehafen-Hinterlandverkehr**, die im Rahmen von Los 3 mit den nicht hafenbezogenen Verkehren überlagert und auf die Verkehrsmittel verteilt wurden. Dort wurden die Verkehre nicht mehr zwischen Herkunfts- und Zielland, sondern zwischen Verkehrszellen im Inland und den Seehäfen im In- und Ausland erfasst. Hier fand ein intensiver Austauschprozess (siehe "Doppelpfeil" in Abb. 1-1) statt.

Ein ähnliches Verfahren wie bezüglich des Seeverkehrs wurde auch für den **Luftverkehr** eingesetzt, nur erfolgte hier die Ermittlung vollständig **im Rahmen der vorliegenden Studie**: Es wurden die internationalen Luftverkehrsströme wie beim Seehafen-Hinterlandverkehr als Verkehrsströme zwischen Verkehrszellen im Inland und den betreffenden Flughäfen dargestellt.

Im Gegensatz zum Seehafen-Hinterlandverkehr gibt es im Luftverkehr eine gewichtige Ausnahme: Verkehrsströme, die in tatsächlicher und potentieller Konkurrenz zu Landverkehrsmitteln stehen, also **Kurzstrecken-Luftverkehr** innerhalb Deutschlands, zwischen Deutschland und den Nachbarländern sowie zwischen deutschen Nachbarländern, wurden als **Quelle-Ziel-Verkehrsströme zwischen den jeweiligen Regionen** dargestellt. Somit können bei den folgenden projektspezifischen Untersuchungen auch mögliche Verkehrsmittelwechsel zwischen Luft- und Landverkehrsmitteln abgebildet werden, während für den **Mittel- und Langstrecken-Luftverkehr** die Frage der **Anbindung der internationalen Flughäfen** im Vordergrund steht.

Zwischen dem vorliegenden "Los 3" und den Losen 4 (Straße, Bearbeiter: IVV Aachen, Teil des Projektkonsortiums), 5 (Schiene, Bearbeiter: BVU und Intraplan, Teil des Projektkonsortiums) und 6 (Binnenwasserstraßen, Bearbeiter: Planco, Teil des Projektkonsortiums) besteht eine

² ifo Institut für Wirtschaftsforschung und Helmut-Schmidt-Universität Hamburg: Erstellung einer regionalisierten Strukturdatenprognose (Los 1), im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Wohnungswesen, 2011

³ MWP GmbH, IHS, Uniconsult, Fraunhofer CML: Seeverkehrsprognose (Los 2), im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur, Mai 2014

große Abhängigkeit. Die Lose 4 bis 6 lieferten die **Inputdaten**, was das **Verkehrsangebot** betrifft, das heißt die Netzmodelle bzw. "**Widerstandsmatrizen**" (z.B. Fahrzeiten für alle Quelle-Ziel-Relationen). Umgekehrt sind die **Quelle-Ziel-Matrizen Basis für die verkehrsträgerspezifischen "Verkehrsumlegungen"** der genannten Lose, die in gesonderten Untersuchungsberichten veröffentlicht werden. Zwischen der Verkehrsbelastung bzw. der Auslastung der Infrastruktur und der Verkehrsnachfrage besteht ein wechselseitiger Zusammenhang, wenn z.B. eine hohe Auslastung zu Qualitätseinbußen der Verkehrsentwicklung und deshalb zu einer verminderten Nachfrage führt. Deshalb fand hier ein **Rückkoppelungsprozess** zwischen den Losen 4, 5 und 6 einerseits und dem Los 3 andererseits statt, der mehrere Rechenläufe umfasste.

Die Arbeiten der Lose 3, 4, 5 und 6 wurden von einem Konsortium durchgeführt, was sich aufgrund der eng verzahnten Arbeitsabläufe als vorteilhaft erwies. Dabei waren zuständig

- im Konsortium federführend **Intraplan Consult GmbH**, München für das Los 5 (Teil Angebot und Umlegungen Schienenpersonenverkehr) und für das Los 3 (Nachfrageprognosen Personenverkehr einschließlich Luftverkehr, Szenariofestlegungen und Makroprognose für den Güter- und Personenverkehr sowie Emissionsberechnungen)
- **BVU Beratergruppe Verkehr + Umwelt GmbH**, Freiburg für das Los 5 (Teil Schienenverkehrsnetze und Güterverkehrsumlegungen) und im Rahmen des vorliegenden Projektes (Los 3) für die **Nachfrageprognosen im Güterverkehr** sowie für die Zusammenfassung der intermodalen Netze.
- **Ingenieurgruppe IVV GmbH & Co. KG**, Aachen für das Los 4 (Straßenverkehrsnetze, Straßenverkehrsumlegungen) und
- **Planco Consulting GmbH**, Essen für das Los 6 (Netze und Umlegungen Binnenschifffahrt)

1.3 Möglichkeiten und Grenzen der Aussagekraft der Analyse und Prognose

Die Verflechtungsprognose 2030 ist hinsichtlich

- der durchgeführten Analysen zu den Verkehrsverflechtungen im Istzustand (Jahr 2010) aufgrund der **Einbeziehung aller verfügbarer Daten** zur sektoralen und vor allem zur regionalen Struktur des Verkehrs
- der Grundlagen und Analysen hinsichtlich der **wirtschaftlichen, demographischen und verkehrlichen Rahmenbedingungen**,

- der entwickelten und eingesetzten Methoden einschließlich einer konsistenten Abfolge von **übergreifenden Prognoseschritten** und **Rückkoppelungsprozessen**,
- einer aufwendigen externen und internen **Qualitätssicherung**

wissenschaftlich fundiert und belastbar.

Es sind jedoch folgende Einschränkungen zu machen:

- (1) Die Verkehrsprognose basiert auf einer Reihe von **Annahmen zur Wirtschaftsentwicklung, zur Bevölkerungsentwicklung, zur Entwicklung von Nutzerkosten** und anderen Rahmenbedingungen. Diese Annahmen wurden nach bestem Wissen und Gewissen festgelegt, stammen, wie die beiden erstgenannten Bereiche, größtenteils aber aus **externen Quellen**, die nicht im Aufgabenbereich der vorliegenden Untersuchung liegen. Wenn sich diese Rahmenbedingungen ändern, hat dies Einfluss auf die prognostizierten Verkehrszahlen.
- (2) Im Vorfeld der Szenariendiskussion ist von einzelnen Verbänden teilweise kritisiert worden, dass die Prognosen nicht von vornherein **übergreifende politische Ziele**, z.B. CO₂-Minderungsziele, Energiewende o.ä., a priori einbeziehen, sondern nur **absehbare "sichere" Veränderungen im Bereich Nutzerkosten und ordnungspolitischer Rahmenbedingungen**. Dieses Vorgehen ist richtig. Nur durch das hier gewählte Vorgehen kann **überprüft** werden, ob bei der voraussichtlichen Entwicklung des Verkehrs übergeordnete politische oder verkehrspolitische Zielsetzungen eingehalten werden oder nicht.
- (3) Die Prognose des deutschlandweiten Verkehrsaufkommens umfasst berechnete, aber **soweit möglich, empirisch abgeleitete Quelle-Ziel-Matrizen für den Istzustand und modellgestützte Berechnungen für die Prognosematrizen**. Sie umfassen Fern- und Nahverkehr in detaillierter Weise und bilden die Verflechtungsstrukturen insgesamt und regional zutreffend ab. **Sie können aber nicht Detailuntersuchungen z.B. in einzelnen Regionen oder Städten ersetzen**, die auf wesentlich detaillierteren Grundlagen erfolgen und meist mit regionalen Erhebungs- und Strukturdaten abgestimmt sind. In diesem Bezug können die vorliegenden Prognosen häufig nur in pauschalierter Form, z.B. für Regionstypen, als maßgeblich angesehen werden. Auch **projektspezifische Untersuchungen** können nicht ersetzt werden, wenn diese wichtige zusätzliche Aspekte einbeziehen, die in einer deutschlandweiten Untersuchung nur pauschal erfasst werden können. Dies betrifft z.B. die Auswirkungen des sich schnell entwickelnden **Fernlinienbusverkehrs**, der

hier umfassend berücksichtigt ist, aber der nicht auf jeder Einzelstrecke exakt beschrieben werden kann. Ähnliches gilt zum Beispiel für die Auswirkung von Angebotserweiterungen für einzelne Fluggesellschaften auf das **Aufkommen einzelner Flughäfen** oder die **Besonderheiten des Fährverkehrs** in Nord- und Ostsee. Hier können die vorliegenden Prognosen wichtige Grundlagen liefern, aber nicht spezifische Untersuchungen ersetzen bzw. es wären dazu gegebenenfalls zusätzliche Betrachtungen und Untersuchungen erforderlich.

- (4) Das **Verkehrsangebot** im **städtischen Verkehr** mit Bussen, städtischen Bahnen usw. sowie im nichtmotorisierten Verkehr mit Radwegen und auch im Stadtstraßennetz (Gemeindestraßennetz) konnte im Rahmen der Verkehrsprognose 2030 nicht im Einzelnen berücksichtigt werden, weil entsprechend detaillierte Netzmodelle flächendeckend nicht zur Verfügung standen und die Nachfragematrizen hierfür zu grob sind. Vergleiche mit Detailuntersuchungen zur Wirkung von Nahverkehrsprojekten oder generell mit feinräumig differenzierten städtischen oder regionalen Verkehrsanalysen und -prognosen sind daher unzulässig.
- (5) Die vorliegenden Analysen und damit indirekt die Prognosen sind weitestgehend **abgestimmt mit der amtlichen oder "offiziellen" Statistik**, am umfassendsten dargestellt in **"Verkehr in Zahlen"**.⁴ Es ist darauf hinzuweisen und wird unten weiter erläutert, dass diese Statistiken von Erfassungsmodalitäten und Definitionen abhängen, die nicht immer "exakt" oder widerspruchsfrei sind. So werden z.B. **Personenbeförderungen im Schienenverkehr z.T. doppelt gezählt**, andere Verkehre sind nicht oder unzureichend erfasst (z.B. Busverkehre in Deutschland durch ausländische Busunternehmen). Andere Erfassungssstatistiken und damit Statistiken wurden im Zeitverlauf geändert, wie ganz aktuell die **Verkehrsleistungsstatistik im Luftverkehr**.⁵ Dennoch bildet die "offizielle Statistik" des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI), "Verkehr in Zahlen", ein weitgehend zutreffendes und allgemein verwendetes und anerkanntes Zahlenwerk, so dass bis auf wenige Ausnahmen, worauf an entsprechender Stelle des Berichts noch hingewiesen wird, diese Statistiken **maßgeblich für die Eckwerte der vorliegenden Analysen** sind.

⁴ Hrsg.: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur: Verkehr in Zahlen, erscheint jährlich

⁵ Statistisches Bundesamt, Fachserie 8, Reihe 6.2, ab 2011

2 METHODIK

2.1 Allgemeine Festlegungen (Güter- und Personenverkehr)

2.1.1 Betrachtete Verkehre

Die Verkehrsprognose 2030 umfasst jeweils für das Basisjahr 2010 und das Prognosejahr 2030 den gesamten auf Deutschland bezogenen **Personen- und Güterverkehr aller Verkehrszweige**, das heißt

- im Straßenverkehr,
- im Schienenverkehr,
- im Luftverkehr,
- im Binnenschiffsverkehr (Güterverkehr) und
- im nichtmotorisierten Personenverkehr (zu Fuß, Fahrrad).

Dabei sind die **Verkehrsaufkommen** in der Einheit der **Personenfahrten** bzw. transportierte Massen (**Tonnen**) erfasst. Die Umrechnung in Fahrzeuge (Kfz-Aufkommen, Zugfahrten, Schifffahrten) erfolgt im Rahmen der Verkehrsumlegungen, d.h. in den Losen 4 (Straßenverkehr), 5 (Schienenverkehr) und 6 (Binnenschifffahrt). Die **Verkehrsleistung**, also die Personenfahrten nach Fahrtentfernung bzw. das Transportaufkommen nach Transportentfernung, wird anhand der in Matrizen erfassten **Verkehrsströme zwischen Quelle und Ziel** nach der Entfernung zwischen letzteren berechnet.

In allen Verkehrszweigen ist das Verkehrsaufkommen nach dem **Territorialprinzip** definiert. Das heißt, im **Personenverkehrsaufkommen** sind die Fahrten sowohl der Wohnbevölkerung Deutschlands als auch der Ausländer enthalten, soweit sie im Verkehr zwischen Deutschland und dem Ausland oder im Durchgangsverkehr **das Territorium der Bundesrepublik Deutschland berühren**. Analog sind im **Güterverkehr** die Transporte sowohl ausländischer, als auch deutscher Versender und Empfänger erfasst, soweit sie das deutsche Territorium berühren, also im Binnenverkehr, grenzüberschreitendem Verkehr und im Transitverkehr.

Bezüglich der personen- bzw. tonnenkilometrischen **Verkehrsleistung** erstrecken sich die Prognosen sowohl auf die Territorialeistung, d.h. die innerhalb des Gebiets der Bundesrepublik Deutschland erbrachten Strecken der deutschen Wohnbevölkerung bzw. Versender wie auch

der Ausländer, als auch auf die Leistung einschließlich der im Ausland zurückgelegten Streckenanteile. Hier **dargestellt** wird jedoch nur die **Territorialeistung**.

Folgende **Ausnahmen bei der Erfassung des Verkehrs** sind zu beachten:

- Beim Güterverkehr sind die Transporte in **Rohrfernleistungen** nicht berücksichtigt.
- Ferner wurden im Güterverkehr wie in der amtlichen Statistik die **Transporte von Lastkraftwagen** bzw. Kombinationskraftwagen mit **unter 3,5 t Nutzlast**, was annähernd einem zulässigen Gesamtgewicht von 6 t entspricht, nicht erfasst (Güter-Wirtschaftsverkehr). Die sich aus diesen Transporten ergebenden Kfz-Fahrten sind aber im Rahmen der Straßenverkehrsumlegung gemäß Los 4 berücksichtigt.
- Beim **Seehafen-Verkehr** sind die Transporte zwischen Häfen und Hinterland vollständig erfasst, auch wenn Häfen und/oder das Hinterland im Ausland liegen, sofern deutsches Territorium berührt wird. Der **Transitverkehr in den Häfen**, z.B. Seetransporte von Skandinavien nach Hamburg Hafen, die in Hamburg auf andere Schiffe nach Übersee umgeladen werden, ist hier nicht erfasst (wohl aber in den hafenspezifischen Umschlagswerten, die in Los 2 ausgewiesen sind). Generell sind in den **Quelle-Ziel-Matrizen die Verkehre zwischen Hafen und Hinterlandregion** dargestellt, die eigentliche Herkunfts-/Endbestimmung der Transporte, z.B. Mitteleuropa, Fernost, ist in den Matrizen nicht abgelegt.
- Ähnliches gilt für den **Luftverkehr**. Hier sind zunächst der **Umsteiger-** sowie der **"Transitverkehr"** (in der Luftverkehrsstatistik: Passagiere, die nur zwischenlanden, aber nicht umsteigen) in den Quelle-Ziel-Matrizen nicht erfasst. Wie bei den Häfen werden bei **Fernrelationen**, z.B. Interkontinentalverkehr von Deutschland nach Nordamerika, die Verkehrsströme zwischen Quelle und Flughafen ausgewiesen, nicht aber die Endbestimmung. Ausnahme hierzu sind hier die Kurzstreckenverkehre (innerdeutscher Verkehr, Verkehr mit den Nachbarländern sowie zwischen den Nachbarländern untereinander), weil sie in **Konkurrenz zu Landverkehrsmitteln** stehen.
- Der **Personen-Schiffsverkehr** ist nicht berücksichtigt. Abgesehen vom generell nicht erfassten **Ausflugsverkehr** auf Seen, Flüssen oder im Küstenbereich tritt dieser vor allem als **Fährverkehr** in Erscheinung. Dort wird er **als Bestandteil von Transportketten** unter Einbeziehung von Fährverbindungen betrachtet, also dem jeweiligen Landverkehrsmittel (MIV, Bus, Bahn) zugeordnet. Dies gilt auch für den **Fährverkehr mit Lkw und Eisenbahnen**.

2.1.2 Räumliche Differenzierung der Prognose (Verkehrszelleneinteilung)

Die räumliche Differenzierung der Prognose erfolgte sowohl im Personen-, als auch im Güterverkehr in Form von **Quelle-Ziel-Verflechtungsmatrizen** zwischen Verkehrszellen.

Abgrenzung und Nomenklatura der Verkehrszellen sind für **Personen- und Güterverkehr** sowie für die anderen Lose **einheitlich**. So wurden die Strukturdatenprognose (Demographie, Wirtschaft, siehe Los 1) auf dieser Ebene vorgenommen. In den Losen 4, 5 und 6 wurden die Daten zum Zweck der Verkehrsumlegungen weiter räumlich disaggregiert, wobei hierzu zum Teil Zwischenschritte in der vorliegenden Prognose (z.B. zur Verkehrsleistungsberechnung) erfolgten.

Ausgewiesen bzw. in den **an das BMVI übergebenen Quelle-Ziel-Matrizen** enthalten sind die Verkehrsströme in der im Folgenden dargestellten Gliederung.

2.1.2.1 Inland

Die räumliche Gliederung der Quelle-Ziel-Matrix in Deutschland entspricht den **412 Landkreisen und kreisfreien Städten⁶** nach dem Gebietsstand zum 31.12.2010⁷ (siehe Abb. 2-1, in der Gebietseinteilung von Eurostat als **NUTS 3-Regionen** bezeichnet).

⁶ Stadtkreise (z.T. als "Kreisfreie Städte" bezeichnet) und Landkreise (z.T. als "Kreise" bezeichnet) werden im Folgenden vereinfachend als "Stadt- und Landkreise" bezeichnet

⁷ Entspricht auch dem Stand zum 1.1.2010

Abb. 2-1: Verkehrszelleneinteilung in Deutschland



2.1.2.2 Ausland

Im Ausland wird im Grenzgebiet zu Deutschland ebenfalls nach **NUTS 3-Regionen** gemäß Gliederung von Eurostat differenziert. Mit zunehmender Entfernung wurde höher aggregiert (NUTS 2-, NUTS 1- bzw. NUTS 0-Regionen).

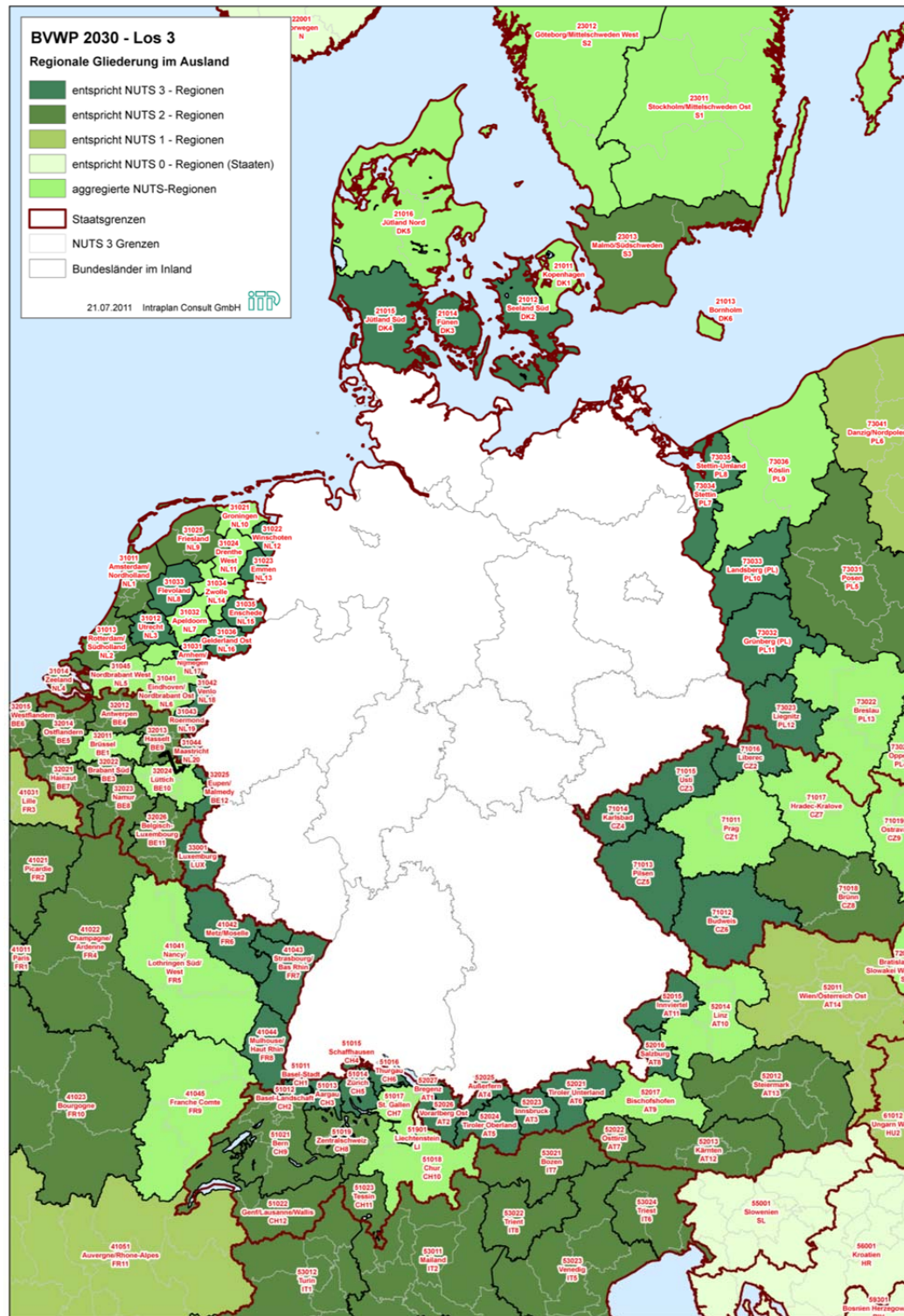
Dies wird in den folgenden Abb. 2-2 und Abb. 2-3 deutlich, in denen nicht nur die Verkehrszellen dargestellt sind, sondern auch der Zusammenhang mit der NUTS-Gliederung der Eurostat farblich gekennzeichnet ist.

BVWP 2030 - Los 3
Regionale Gliederung im Ausland

entspricht NUTS 3 - Regionen
entspricht NUTS 2 - Regionen
entspricht NUTS 1 - Regionen
entspricht NUTS 0 - Regionen (Staaten)
aggregierte NUTS-Regionen
Staatsgrenzen
NUTS 3 Grenzen
Bundesländer im Inland

21.07.2011 Intraplan Consult GmbH

Abb. 2-3: Auslandsverkehrszellen im grenznahen Bereich



Die folgende Tab. 2-1 zeigt die Anzahl der Auslandsverkehrszellen nach Ländern auf.

Tab. 2-1: Anzahl der Auslandsverkehrszellen je Land

Land	Anzahl Ver- kehrszellen	Land	Anzahl Ver- kehrszellen
Albanien	1	Moldawien	1
Andorra	1	Montenegro	1
Armenien	1	Niederlande	20
Aserbaidshan	1	Norwegen	1
Belgien	11	Österreich	14
Bosnien-Herzegowina	1	Polen	13
Bulgarien	1	Portugal	1
Dänemark	6	Rumänien	1
Estland	1	Russland	2
Finnland	1	Schweden	4
Frankreich	15	Schweiz	12
Georgien	1	Serbien	1
Griechenland	1	Slowakei	2
Irland	1	Slowenien	1
Island	1	Spanien	1
Italien	10	Tschechische Republik	9
Kosovo	1	Türkei	1
Kroatien	1	Ukraine	1
Lettland	1	Ungarn	3
Liechtenstein	1	Vereinigtes Königreich	2
Litauen	1	Weißrussland	1
Luxemburg	1	Zypern	1
Malta	1	Summe	155
Mazedonien	1		

2.1.2.3 Häfen und Flughäfen

Häfen und Flughäfen sind als eigene "Verkehrszellen" verschlüsselt. Sie stellen einerseits intermodale Verknüpfungspunkte, andererseits virtuelle "singuläre Verkehrserzeuger" dar. Überseeverkehr bzw. Mittel- und Langstreckenverkehr im Luftverkehr werden hier "eingespeist".

Als für den deutschen Überseeverkehr relevante **Seehäfen** wurden in Abstimmung mit Los 2 folgende 36 Häfen, davon 19 in Deutschland und 17 im Ausland, definiert (siehe Tab. 2-2).

Tab. 2-2: Im Modell als "Verkehrszellen" berücksichtigte Seehäfen

Kennziffer	Name	Kennziffer	Name
Deutschland		Ausland	
1118	Seehafen Brunsbüttel	31991	Seehafen Amsterdam
1128	Seehafen Flensburg	31992	Seehafen Rotterdam
1138	Seehafen Kiel	31993	Seehafen Groningen Seaports
1148	Seehafen Puttgarden	32991	Seehafen Antwerpen
1158	Seehafen Lübeck-Travemünde	32992	Seehafen Zeebrugge
2118	Seehafen Hamburg	41991	Seehafen Le Havre
3518	Seehafen Papenburg	53991	Seehafen Genua
3528	Seehafen Emden	53992	Seehafen Livorno
3538	Seehafen Wilhelmshaven	53993	Seehafen Gioia Tauro
3548	Seehafen Nordenham	53994	Seehafen Venedig
3558	Seehafen Brake	53995	Seehafen Trieste
3568	Seehafen Cuxhaven	55991	Seehafen Koper
3578	Seehafen Stade	56991	Seehafen Rijeka
4118	Seehafen Bremen	73991	Seehafen Szczecin
4128	Seehafen Bremerhaven	73992	Seehafen Gdynia
13118	Seehafen Wismar	73993	Seehafen Gdansk
13128	Seehafen Rostock	73994	Seehafen Swinoujscie
13138	Seehafen Stralsund		
13148	Seehafen Sassnitz-Mukran		

Bei den **Flughäfen** wurden die von der ADV (Arbeitsgemeinschaft deutscher Verkehrsflughäfen) vertretenen 22 Flughäfen erfasst sowie 14 Auslandsflughäfen, die für Reisende von/nach Deutschland als Ein- bzw. Ausstiegsflughafen relevant sind (siehe Tab. 2-3).

Tab. 2-3: Im Modell als "Verkehrszellen" berücksichtigte Flughäfen

Kennziffer	Name	3Letter Code	Kennziffer	Name	3Letter Code
Deutschland					
2109	Flughafen Hamburg	HAM	14109	Flughafen Leipzig-Halle	LEJ
3509	Flughafen Hannover	HAJ	14119	Flughafen Dresden	DRS
4109	Flughafen Bremen	BRE	16109	Flughafen Erfurt	ERF
5209	Flughafen Münster-Osnabrück	FMO	Ausland		
5219	Flughafen Paderborn	PAD	21020	Flughafen Kopenhagen	CPH
5229	Flughafen Weeze	NRN	21040	Flughafen Billund	BLL
5239	Flughafen Düsseldorf	DUS	31020	Flughafen Amsterdam	AMS
5249	Flughafen Dortmund	DTM	31040	Flughafen Eindhoven	EIN
5269	Flughafen Köln-Bonn	CGN	31060	Flughafen Maastricht	MST
6119	Flughafen Frankfurt Main	FRA	32020	Flughafen Brüssel	BRU
7009	Flughafen Hahn	HHN	33020	Flughafen Luxembourg	LUX
8019	Flughafen Karlsruhe/Baden-Baden	FKB	41020	Flughafen Paris CDG	CDG
8029	Flughafen Stuttgart	STR	41050	Flughafen Strasbourg	SXB
8049	Flughafen Friedrichshafen	FDH	51020	Flughafen Zürich	ZRH
9019	Flughafen Nürnberg	NUE	51030	Flughafen Basel-Mulhouse	EAP
9049	Flughafen München	MUC	52030	Flughafen Salzburg	SZG
10109	Flughafen Saarbrücken	SCN	52050	Flughafen Innsbruck	INN
11019	Flughafen Berlin Schönefeld ¹⁾	SXF	71020	Flughafen Prag	PRG
11039	Flughafen Berlin Tegel ²⁾	TXL			

1) künftig Berlin Brandenburg International (BER)

2) entfällt zukünftig

2.1.3 Quelle-Ziel-Matrizen für den Istzustand auf empirischer Basis

Die Quelle-Ziel-Matrix für den Personen- und Güterverkehr basiert soweit möglich **auf empirischen Daten** und **nicht nur** auf **Modellrechnungen**. Dies gilt vor allem für den **Güterverkehr**, wo die amtliche Statistik nationale und europäische Transportströme mit Quelle und Ziel stichprobenbasiert erfasst, hochrechnet und aggregiert zur Verfügung stellt und hier sogar feinkörnigere Daten als Sonderauswertung bereitgestellt hat.

Anders als im Güterverkehr besteht im **Personenverkehr** keine umfassende, veröffentlichte oder unveröffentlichte Datengrundlage zu den Quelle-Ziel-Verkehrsströmen auf empirischer Grundlage. Daher wurde die Verflechtungsmatrix großenteils auf der Basis von in Kapitel 2.2 beschriebenen Modellrechnungen bestimmt. Gleichwohl gibt es eine **Reihe von empirischen**

Datengrundlagen, die **Verkehrsverflechtungen für Teilbereiche oder auf aggregiertem Niveau** enthalten oder aus denen sich Verkehrsverflechtungen ermitteln lassen. Diese Daten wurden bei der Ermittlung der Personenverkehrsverflechtungen **direkt berücksichtigt**, das heißt, **nicht nur zur Kalibrierung des Modells** verwendet.

Dies ist aus zweierlei Gründen erforderlich:

- (1) um die Güte der Matrix bzw. deren **empirische Absicherung** zu erhöhen sowie
- (2) um die **Defizite der Modellrechnungen auszugleichen** oder zu vermindern, die bei der Aufgabe, eine deutschlandweite, den Fußgängerverkehr bis zum internationalen Luftverkehr umfassenden Verflechtungsmatrix per Modell zu erstellen, unweigerlich auftreten müssen.

2.1.4 In den Prognosen berücksichtigte Einflussgrößen

Sowohl im Personen- als auch im Güterverkehr wurden in den vorliegenden Prognosen die Wirkungen

- (1) der **sozio-demographischen und sozio-ökonomischen Entwicklung** (exogene Faktoren)
- (2) der Entwicklung der Verkehrsmittel-**Nutzerkosten** und der **ordnungspolitischen Rahmenbedingungen** des Verkehrs
- (3) der Entwicklung der **Verkehrsnetze** und der auch belastungsabhängigen **Servicequalität**

auf **Verkehrsaufkommen, räumliche Verkehrsverteilung** und die **Verkehrsmittelwahl** ermittelt.

Bei den hierzu verwendenden Methoden (Verkehrsmodell), Datengrundlagen und empirischen Auswertungen wurde der **wissenschaftliche Kenntnisstand** berücksichtigt, der sich seit der letzten Bundesverkehrswegeplanung weiterentwickelt hat (siehe hierzu das Forschungsprojekt "Analyse der verkehrsprognostischen Instrumente der Bundesverkehrswegeplanung"⁸).

⁸ Technische Universität Berlin, TCI Röhling, Analyse der verkehrsprognostischen Instrumente der Bundesverkehrswegeplanung, im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Juni 2010

Dabei wurden u.a.

- der Zusammenhang zwischen Wirtschaftsentwicklung und Nachfrage nach Personen- und Güterverkehr
- der Einfluss sozio-ökonomischer und politischer Rahmenbedingungen auf die Struktur der nationalen und internationalen Verkehrsnachfrage
- das Verkehrsverhalten der Akteure (z.B. Mobilitätsraten, Zeitbudgets, Preiselastizitäten, Produktions- und Distributionsstrukturen)
- der Zusammenhang zwischen Verkehrsangebot und Verkehrsabläufen
- die Auswirkungen der Verkehrsnachfrage und deren Rahmenbedingungen auf die Emissionen von Treibhausgasen

anhand neuester Erkenntnisse analysiert und in die in diesem Forschungsprojekt anzuwendenden Modellbausteine umgesetzt.

Die Methodik wurde so aufbereitet, dass neben dem Kernszenario **weitere Szenarien** mit variablen Rahmenbedingungen (hier zur Wirtschaftsentwicklung in Deutschland) berechnet werden konnten.

2.1.5 Behandlung des "induzierten Verkehrs"

Allgemein ist von "induziertem Verkehr" dann zu sprechen, wenn durch den **Bau oder Ausbau der Verkehrsinfrastruktur** oder durch Veränderung des Verkehrsangebotes einschließlich der Nutzerkosten **ein Verkehrszuwachs** stattfindet, **der ohne diese Maßnahme nicht stattgefunden hätte**⁹. Umgekehrt spricht man bei Verkehrsabnahmen durch Verschlechterung der Verkehrsangebote von **"negativ induziertem Verkehr"**. "Induzierter Verkehr" kann folgende Effekte umfassen:

Primäre Effekte:

- a) zusätzliche Fahrten zu neuen Zielen
- b) häufigere Fahrten zu bestehenden Zielen
- c) näher gelegene Ziele werden durch ferner gelegene Ziele ersetzt

⁹ Umweltbundesamt: Texte 26/04: Determinanten der Verkehrsentstehung, Dez. 2005

Sekundäre Effekte

- d) Standorte (z.B. Arbeitsplätze, Produktionsstätten, Freizeiteinrichtungen) werden an besser erreichbare Plätze verlagert oder es werden an gut erreichbaren Orten neue Standorte geschaffen.

a) und b) bezeichnen den **induziertem Verkehr im engeren Sinne**: Es entstehen mehr bzw. neue Fahrten. Bei c) entstehen keine neuen Fahrten, aber die Fahrtweite verändert sich aufgrund **veränderter Zielwahl**. Bei d) ändern sich die räumlichen Nutzungsstrukturen mit der Folge veränderter Verkehrsstrukturen. Entsteht bei letzterem mehr Verkehr bzw. mehr Verkehrsleistung, spricht man von "**sekundär induziertem Verkehr**". Ursache für den induzierten Verkehr sind in der verkehrswissenschaftlichen Theorie sinkende Raumwiderstände, so dass die Überwindung des Raumes erleichtert wird.

Relevant für die Verkehrsmodellierung sind a) bis c). Die Berücksichtigung des sekundär induzierten Verkehrs (d)) **ist in den Verkehrsprognosen nicht vorgesehen**. Eine **Rückkopplung zwischen Infrastruktur- bzw. Angebotsveränderungen und Strukturdaten** (z.B. regionale Wirtschaft, Einwohnerentwicklung) **findet in der Verkehrsprognose 2030 also nicht statt**.

Im **Güterverkehr** wird **kein induzierter Verkehr** in der hier verwendeten Definition (primär induzierter Verkehr) betrachtet. Dass Standortentscheidungen und die Arbeitsteilung der Wirtschaft auch von der verkehrlichen Erreichbarkeit der Standorte abhängen und insofern durch Änderungen der Verkehrsverhältnisse beeinflusst werden, ist unstrittig. Doch handelt es sich hier um "sekundär induzierte" Effekte, die sich folglich in den Strukturdaten, also außerhalb der in Los 3 modellierbaren Effekte, widerspiegeln müssten. Das heißt, der **induzierte Verkehr ist in der Prognose 2030 allein ein Problem des Personenverkehrs**.

Bezieht man den **nichtmotorisierten Verkehr** mit ein, ist fraglich, ob es einen nennenswerten induzierten Verkehr im engeren Sinne, also im Sinne von zusätzlichen Personenfahrten bzw. Wegen, überhaupt gibt oder ob es sich nicht eher um Zielwahlveränderungen **in Verbindung mit Verkehrsmittelwechsel** handelt. Zum Beispiel kann ein Fußweg (z.B. zum Tante-Emma-Laden um die Ecke) angebotsbedingt durch eine motorisierte Fahrt (z.B. zum Verbrauchermarkt am Stadtrand) ersetzt werden. Dann ist es im engeren Sinn kein neuer Verkehr, sondern eine **Zielwahlveränderung in Verbindung mit einem Verkehrsmittelwechsel**. So wird der induzierte Verkehr auch im vorliegenden Verkehrsmodell behandelt.

Es werden Angebotsveränderungen zwischen der Analyse 2010 und der Prognose 2030 in den Netzmodellen abgebildet und führen zu veränderten Verkehrswiderständen. Diese führen unter anderem zu einer **veränderten Zielwahl**, einschließlich ggf. Verlagerungen von Zellbinnenverkehr auf Zellgrenzen überschreitenden Verkehr. In Verbindung mit dem **Modal-Split, der im Nachfragemodell auch den nichtmotorisierten Verkehr umfasst**, führt dies ggf. unter anderem zu einer **Verlagerung vom nichtmotorisierten Verkehr auf den motorisierten Verkehr oder umgekehrt**.¹⁰

Aufgrund der **Länge des Prognosezeitraums** wird angenommen, dass die Effekte voll zum Tragen kommen. Ein **Trägheitseffekt bzw. eine "Disponibilitätsquote" der Fahrten ist hier nicht zu berücksichtigen**. Es wird also angenommen, dass langfristig die bessere Erreichbarkeit von Fahrzielen auch genutzt wird, und zwar in dem Maße, wie heute bestehende Ziele in Abhängigkeit von den Verkehrswiderständen genutzt werden.

2.1.6 Marginalmodell versus Direktmodell

Für beide Verkehrsarten, Güterverkehr und Personenverkehr, wurden für die Modellierung der künftigen Verkehrsverflechtungen sogenannte **Marginalmodelle**¹¹ verwendet. Das heißt, das künftige Verkehrsaufkommen (F_p) in einer Quelle-Ziel-Relation (qz) ist die Funktion (f) aus dem Verkehrsaufkommen des Istzustandes bzw. der Analyse (F_a) und einer prognostizierten Veränderung der Nachfrage in dieser Relation (Δ_{qz})

$$F_{pqz} = f(F_{aqz}, \Delta_{qz})$$

Im Vergleich dazu werden im sog. **Direktmodell** die Verkehrsaufkommen der Prognose F_{pqz} ohne direkten Bezug zum Verkehrsaufkommen der Analyse F'_{aqz} auf der Basis der erklärenden Variablen ($v_1 \dots v_n$) und dem Gewicht g ermittelt, die für die Analyse als zutreffend ermittelt wurden.

$$F_{pqz}, F_{aqz} = f(g_1 v_1, \dots, g_n v_n)$$

¹⁰ Anders stellt sich die Frage bei Maßnahmenbewertungen im Rahmen von Straßen- und Eisenbahnprojekten dar. Aus Praktikabilitätsgründen ist hier der "induzierte Verkehr" (einschließlich maßnahmeninduzierte Zielwahlveränderungen) projektspezifisch als Zusatzverkehr zu ermitteln, siehe Forschungsprojekt: "Grundsätzliche Überprüfung und Weiterentwicklung der Nutzen-Kosten-Analyse im Bewertungsverfahren der Bundesverkehrswegeplanung"

¹¹ Z.T. auch als inkrementelle Modelle oder Pivot-Point-Modelle bezeichnet.

Der Unterschied zwischen F_{pqz} und F_{aqz} liegt hier in der unterschiedlichen Ausprägung der Variablen, z.B. höheres Wirtschaftswachstum, höherer Pkw-Bestand, rückläufige Einwohnerzahlen usw.

Dieselben Variablen gehen auch in das Marginalmodell ein, aber nur **indirekt**, wobei F' jeweils einen modellinternen Wert für die Analyse a bzw. Prognose p darstellen und insofern dem F_{pqz} bzw. F_{aqz} aus dem Direktmodell entsprechen.

$$\begin{aligned}\Delta_{qz} &= f(F'_{pqz}, F'_{aqz}) \\ F'_{pqz}, F'_{aqz} &= f(g_1 v_1, \dots, g_n v_n) \\ F'_{aqz} &\approx F_{aqz}\end{aligned}$$

Das Marginalmodell ist also komplizierter, weil es zusätzliche Rechenschritte erfordert und einige mathematische Schwierigkeiten zu überwinden sind (Δ_{qz} darf z.B. nicht kleiner sein als F_{aqz}).

Man kann nun meinen, dass das Direktmodell klarer, einfacher handhabbar und "erklärender" und deshalb für die Aufgabenstellung geeigneter sei als das Marginalmodell, zumal die Modellierung in jedem Falle erforderlich ist. Dazu kommt, dass das Marginalmodell dort Schwächen hat oder Anpassungen bedarf, wo im Analysemodell kein Verkehr stattfindet, wenn z.B. im Analysezustand keine Fernbahnverbindung besteht, aber im Prognosezustand, oder eine Bahnverbindung ganz eingestellt wird usw.

Dennoch ist dem Marginalmodell in den vorliegenden Prognosen **eindeutig der Vorzug** zu geben, und zwar **sowohl im Güter- wie im Personenverkehr**. Dies kann **inhaltlich**, aber auch **technisch** begründet werden:

- Die Analysematrix basiert soweit möglich auf **empirischen Verflechtungsdaten** (siehe oben). Dies gilt vor allem für den Güterverkehr (z.B. auf der Basis einer validen Stichprobenbefragung hochgerechnete Verkehrsverflechtungen), aber auch für einen Teil des Personenverkehrs (z.B. nahezu vollständig erfasste Pendlerdaten der BAA, Verkehrsströme im Luftverkehr anhand der Relationsstatistik und von Fluggastbefragungen, Bahnmatrix auf der Basis von Fahrscheinverkäufen mit Quelle-Ziel-Bezug usw.). Diese Matrizen bzw. Teile hiervon entsprechen der Realität mehr als Modellmatrizen, die zwar mit der Realität abgeglichen (kalibriert) werden, was aber aus praktischen Gründen nur auf einer mehr oder weniger aggregierten Ebene erfolgen kann. F_{aqz} im Marginalmodell ist also in der Regel **valider als F_{aqz} im Direktmodell**, was natürlich auch Auswirkungen auf die Qualität der Prognose F_{pqz} hat. Hier

stellt sich in der Tat die grundsätzliche Frage der Sinnhaftigkeit von Modellierungen des Analysezustandes. Ein **Verkehrsmodell** stellt immer eine **Vereinfachung des tatsächlichen Geschehens** dar. Der Einsatz macht Sinn, wenn der Aufwand zur vollständigen Erfassung des tatsächlichen Geschehens nicht im Verhältnis zum Ziel der Untersuchung steht. Bei Quelle-Ziel-Matrizen mit Hunderttausenden von Verkehrsverbindungen und Segmenten ist deshalb der Einsatz von Modellen fast immer unverzichtbar. Trägt die Modellierung aber dazu bei, das tatsächliche Geschehen vereinfacht abzubilden, **obwohl ein wesentlich genauerer Kenntnisstand empirisch vorhanden ist**, ist an dieser Stelle die Modellierung fragwürdig.

- Im Modell können **gewachsene Strukturen**, die z.T. durch administrative, kulturelle oder sprachliche Grenzen, durch besondere Handelsbeziehungen, konzerninterne Abläufe usw. verursacht sind, nur schwer anhand der gängigen und erfassbaren Variablen erklärt werden. Gerade im Fernverkehr und im internationalen Verkehr führen rein modellbasiert ermittelte Matrizen zum Teil zu grob unplausiblen Ergebnissen.
- Um valide Ergebnisse im Analyseprozess zu erhalten, ist beim Direktmodell ein **hoher Modellierungs- und Kalibrierungsaufwand** zu betreiben. Erfahrungsgemäß ist der Zeitaufwand für Datenbasen, die mit Direktmodellen erstellt werden, extrem hoch. Dies kann in einigen, auf Direktmodellen basierten städtischen Verkehrsmodellen festgestellt werden, die aufgrund des begrenzten räumlichen Umgriffs und des im Nahverkehr bestehenden hohen Grads an regelmäßigen Fahrten im Vergleich zur vorliegenden Bundesprognose (bzw. deren Analyse) der Verkehrsverflechtungen noch relativ einfach sind. Bei nationalen Prognosen einschließlich internationalem und Transitverkehr ist dieses Problem noch größer. Entsprechend haben sich in solchen Fällen die Bearbeitungszeiten, wenn Direktmodelle eingesetzt werden, verlängert.
- Ein durchgängiges Verkehrsmodell ist nur für die **Verkehrsnachfrage der deutschen Wohnbevölkerung** anwendbar. Für den Incoming-Verkehr und den Durchgangsverkehr sind andere Schätzansätze erforderlich, weil die Empirik (z.B. MiD) nur für die deutsche Wohnbevölkerung verfügbar ist (bzw. mit geringem Aufwand verfügbar gemacht werden kann) und die Gesamtheit des Verkehrs der jeweiligen Länder oder der jeweiligen Region gar nicht modelliert werden kann bzw. dies faktisch ein gesamteuropäisches Modell erfordern würde. So interessiert z.B. das französische Verkehrsgeschehen nur, insoweit Deutschland berührt wird, also der Verkehr Frankreich - Deutschland und der Durchgangsverkehr durch Deutschland.
- Der Prozess der Erstellung der Analyse- und Prognosematrix umfasste **Abgleichs- und Rückkoppelungsschritte**. Diese sind mit einem Direktmodell gar nicht oder nur mit hohem

Aufwand durchführbar, weil die Rückkoppelungen Korrekturen verschiedener Matrixelemente in unterschiedlichem Maße betreffen.

Dennoch waren **Direktmodelle** auch im vorliegenden Los 3 unabdingbar, aber nicht vollständig, sondern im gezielt **spezifischen Einsatz**:

- **Zur Ermittlung der Δ_{qz} waren Direktmodelle (siehe oben stehende Formel) erforderlich**, die auch ausreichend zu kalibrieren waren. Das heißt, die Ergebnisse der betreffenden Modellrechnungen wurden soweit als möglich mit empirischen Verflechtungsmatrizen abgeglichen. Der systemimmanente "Fehler" (Residuen) von Modellen wirkte sich hier jedoch deutlich geringer aus als beim direkten Einsatz dieser Modelle im Prognoseprozess. Deshalb müssen diese mit den in den Direktmodellen erzeugten Nachfragematrizen zwar im Aggregat, aber nicht im Detail mit den maßgebenden Nachfragematrizen übereinstimmen.
- Direktmodelle wurden als **Startgröße zur Abbildung und iterativen Validierung** des deutschen Binnenverkehrs im Analysezustand 2010 sowohl für die Fern-, als auch für die Nahverkehrsrelationen eingesetzt. Insbesondere im Personenverkehr war ein Großteil des Verkehrs mangels empirischer Verflechtungsdaten nur mit Direktmodellen zu bestimmen. Dies gilt für einen Großteil des MIV und des ÖSPV.
- Dort, wo empirische Matrixelemente vorhanden sind, stehen sie nicht in den hier verwandten feinräumlichen und sachlichen Gliederungen zur Verfügung. Sie waren deshalb zu disaggregieren, und zwar mit Hilfe der Modellmatrix. Das heißt, hier dienten die Modelle zur Ermittlung von **"Aufteilungsschlüsseln"** gröberer empirischer Matrixelemente wie z.B. die räumlich hoch differenzierten Pendlerstatistiken, die aber nicht nach Verkehrsmitteln differenziert sind oder räumliche Disaggregation der Matrizen des Schienenpersonenverkehrs.

2.1.7 Rückkoppelung zwischen Makro- und Mikroprognose

Die Prognose der deutschlandweiten Verkehrsverflechtungen ist eine **Prognose auf der Basis von Quelle-Ziel-Relationen**, die einzeln für den Istzustand 2010 erfasst und auf 2030 unter Berücksichtigung der feinräumigen Entwicklung der sozio-ökonomischen und soziodemographischen Daten an den Quellen und den Zielen und der Entwicklung der Verkehrsangebote sowie der Nutzerkosten zwischen den Quellen und den Zielen hochgerechnet wurden. Das **Prognoseergebnis ist eine Quelle-Ziel-Matrix**, die auch für weiterführende Arbeiten (Verkehrsumlegungen, Projektbewertungen) zur Verfügung stehen. Durch Aggregation der einzelnen

Quelle-Ziel-Verkehrsströme lassen sich Ergebnisse auch für den deutschen Verkehr insgesamt ableiten.

Zur Absicherung dieser aus einer Vielzahl von Einzeldaten bestehenden "**Mikroprognose**" wurde darüber hinaus eine "**Makroprognose**" erstellt.

Die **Makroprognose** wird in der Aggregation der Bundesrepublik Deutschland ohne räumliche Differenzierung vorgenommen. Ihr Schwerpunkt liegt auf der differenzierten Analyse der maßgeblichen sozio-ökonomischen Einflussgrößen sowie des langjährigen bisherigen Verlaufs dieser Einflussgrößen, der Verkehrsentwicklung und des Zusammenhangs zwischen ihnen.

Die Makro- und die Mikroprognose wurden zunächst **getrennt** voneinander durchgeführt, ihre Ergebnisse erst anschließend in einem iterativen **Abstimmungsprozess** miteinander abgeglichen. Durch dieses Vorgehen können die Stärken beider Ansätze genutzt und ihre Schwächen eliminiert werden. Zum Beispiel lassen sich in den Längsschnittanalysen, die der Makroprognose zugrunde liegen, vermeintliche Strukturbrüche aufgrund z.B. der Weltwirtschaftskrise oder vermeintliche Nachfrageänderungen aufgrund eines gestiegenen Umweltbewusstseins analysieren, was in einer Querschnittsanalyse auf der Basis von Quelle-Ziel-Daten nicht möglich ist. Andererseits lassen sich nur durch letzteres Restriktionen für die künftige Verkehrsentwicklung, die aus **Angebotsänderungen oder aus der Kapazität der Verkehrsinfrastruktur** entstehen, in belastbarer Form ermitteln.

Somit bilden die Ergebnisse der Makroprognose keine hierarchische Vorgabe für die Mikroprognose, wie es einem **Top-down-Ansatz** entspricht, sondern erst die **Ergebnisse des Abstimmungsprozesses** zwischen Makro- und Mikroprognose ergeben das endgültige Prognoseergebnis. Es handelt sich also um eine **Kombination von Top-down- und Bottom-up-Ansätzen**.

2.1.8 Intermodale Transport- bzw. Wegeketten

Die Abbildung der intermodalen Transport- bzw. Wegeketten erfolgte im Prognoseprozess durch das Zusammenwirken zwischen Nachfrageprognose und Verkehrsumlegung.

Hier sind zunächst die **internationalen und interkontinentalen** Transport- bzw. Wegeketten zu betrachten, nämlich

- die Transportkette **Seeverkehr - Hafenhinterlandverkehr**
- die Transportkette **Luftverkehr im Mittel- und Langstreckenverkehr - Flughafen-Zubringerverkehr**

Bei dieser Art von Transport- bzw. Wegeketten wurde der See- bzw. luftseitige Hauptweg nicht mehr erfasst, sondern Hafen bzw. Flughafen sind "**singuläre Verkehrserzeuger**", von denen "Sternmatrizen" ausgehen. Eine Ausnahme stellen im Luftverkehr die **Kurzstreckenflüge** dar. Hier erfolgte die Darstellung der gesamten Quelle-Ziel-Relation.

Bei den übrigen Verkehrsströmen sind neben den **unimodalen Verkehrsströmen**, die den weitaus größten Teil des Verkehrs ausmachen, zur Abbildung und Modellierung von **intermodalen Verkehren Verknüpfungen der Netzmodelle** notwendig.

Die modalen Netze für Straße, Schiene und Wasserwege wurden in den Losen 4 bis 6 aufbereitet. Für das Los 3 wurden auf der Basis dieser Netze **Widerstände auf Quelle-Ziel-Basis** zur Verfügung gestellt. Dabei sind bereits **intermodale Transportketten** berücksichtigt, und zwar in der Kombination Straße/Schiene durch Los 5, in der Kombination Straße/Schiene und Luft sowie in der Kombination Straße und Binnenschiff durch Los 3. Die Aufbereitungen durch Los 5 bezüglich des Bahnnetzes, die im dortigen Bericht beschrieben sind, wurden zwischen den Losen koordiniert.

Generell wurden die intermodalen Verkehrs- bzw. Transportketten in folgender **Hierarchie** definiert und in den **Quelle-Ziel-Matrizen** im Hauptweg **abgelegt**:

Personenverkehr

- MIV - Bahn Hauptverkehrsmittel Bahn. IV-Zubringerweg wurde modelliert mit extrazonalen Anbindungen auf der Basis des Straßennetzes von Los 4 (siehe Bericht zu Los 5)
- ÖSPV - Bahn Hauptverkehrsmittel Bahn, pauschale Berücksichtigung über Raumtypen mit unterschiedlicher ÖSPV-Erschließungsdichte
- Fuß/Rad - Bahn nicht berücksichtigt (Zubringerwege in der Regel innerhalb einer Verkehrszelle)
- MIV/Bahn - Luft Hauptverkehrsmittel Luft. Anbindungen wurden über Landnetze gerechnet, in denen die Flughäfen als eigene Einspeisungspunkte enthalten sind

Güterverkehr

- **Straße - Bahn** Für KV-Verkehre, die im Hauptlauf per Bahn erfolgen, wurde ein Straßenvor- und -nachlauf berücksichtigt. Die Hauptlaufentfernung und Reisezeit per Bahn wurde im Bahn-Netz berechnet. Die entsprechenden Entfernungen und Transportzeiten zwischen dem Bedienungspunkt der Straße und dem KV-Terminal wurden aus dem Straßennetz bestimmt.
- **Straße - Binnenschiff** Für KV-Verkehre, die im Hauptlauf per Binnenschiff erfolgten, wurde ebenfalls, soweit erforderlich, ein Straßenvor- und -nachlauf berücksichtigt. Die Hauptlaufentfernung und Reisezeit per Binnenschiff wurde hier im Binnenschiffverkehrsnetz berechnet. Die entsprechenden Entfernungen und Transportzeiten zwischen dem Bedienungspunkt der Straße und dem Binnenschiffs-KV-Terminal wurden im Straßennetz berechnet.

Die modalen Netze aus den Losen 4 bis 6 wurden schließlich zu einem **intermodalen Netz** zusammengefügt. Es handelt sich hier nur um einen koordinierten bzw. zusammenfassenden Arbeitsschritt. Die eigentliche Netzerfassung und -aufbereitung erfolgte in den Losen 4 bis 6.

2.1.9 Rückkoppelung mit den Verkehrsumlegungen

Die Rückkoppelung zwischen Nachfrageermittlung und Verkehrsumlegung ist ein zentrales Element der vorliegenden Verkehrsprognose. Sie erfolgte im Prognoseprozess an zwei Stellen:

- (1) für den **Istzustand 2010** zur Überprüfung und Kalibrierung der Quelle-Ziel-Matrizen
- (2) für die **Prognose 2030** zur Überprüfung, ob die prognostizierten Verkehrsmengen von der angenommenen Verkehrsinfrastruktur bewältigt werden können bzw. zur Herstellung eines Gleichgewichts zwischen Verkehrsangebot und Verkehrsnachfrage.

Bei **ersterem** wurden die ermittelten Quelle-Ziel-Matrizen für 2010 auf die Verkehrsnetze umgelegt und überprüft, inwieweit die gezählten und die umgelegten Verkehrsmengen übereinstim-

men. Gleichzeitig wurden hier die für die Umlegung erforderlichen Arbeitsschritte (z.B. Matrix-Disaggregation, Umrechnung in Fahrzeuge, Umlegungsalgorithmus¹²) justiert.

Bei **letzterem** wurden zunächst mit Hilfe der Modelle "**initiale Widerstände**" (Fahrzeiten, Fahrtentfernung, Kosten) bei einer pauschal angenommenen bzw. aus vergangenen Prognosen abgeleitete Belastungssituation zur Verfügung gestellt, mit denen die **Prognoseberechnungen im ersten Schritt** durchgeführt wurden. Die unter anderem auf der Basis dieser "initialen Widerstände" getrennt für den Personen- und Güterverkehr ermittelten **vorläufigen Prognosematrizen** wurden gemeinsam auf das bzw. die Prognosenetze umgelegt und dabei die **Verkehrsqualität lastabhängig ermittelt**. Daraus ergaben sich in vielen Fällen, d.h. auf vielen Quelle-Ziel-Relationen, neue Widerstände, die sich von den "initialen Widerständen" unterscheiden. Mit diesen neuen Widerständen wurde ein erneuter Prognoselauf durchgeführt, der eine andere Verkehrsmittelwahl bzw. ein anderes Verkehrsaufkommen auf den betroffenen Quelle-Ziel-Relationen ergab. Durch mehrmaliges Wiederholen dieses Prozesses konnte ein **Gleichgewicht zwischen Nachfrage und Umlegung** hergestellt werden.

2.2 Personenverkehr

2.2.1 Gegenstand und sachliche Abgrenzung

Das **Personenverkehrsaufkommen** ist als die Zahl der zurückgelegten **Personenfahrten** bzw. -wege definiert. Dabei werden Hin- und Rückfahrt jeweils als eine Personenfahrt gezählt. Technisch bedingte Fahrtunterbrechungen, z.B. Pausen im Pkw-Verkehr, oder Umsteigevorgänge innerhalb einer Verkehrsart, z.B. im Eisenbahn- und im Luftverkehr, bleiben unberücksichtigt und erhöhen die Fahrtenzahl **nicht**.

Allerdings sind in der offiziellen Verkehrsstatistik, hier "**Verkehr in Zahlen**"¹³, auf die die **Eckwerte des Personenverkehrsaufkommens der Matrix des Personenverkehrs hochgerechnet** werden, **Doppelerfassungen durch Umsteigevorgänge zwischen den Verkehrsmitteln**¹⁴ enthalten. Diese Ungenauigkeit muss in Kauf genommen werden, wenn die offizielle Verkehrs-

¹² Siehe hierzu die entsprechenden Beschreibungen in den Berichten von Los 4, 5 und 6.

¹³ Hrsg.: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur: Verkehr in Zahlen, erscheint jährlich

¹⁴ Zusätzlich bei der Bahn zwischen SPfV und SPNV

statistik herangezogen wird, was aus Konsistenzgründen sinnvoll bzw. im Hinblick auch auf andere Verkehrsstudien insgesamt erforderlich ist.¹⁵

Wie schon oben in Kap. 2.1.1 erwähnt, ist in allen Verkehrszweigen das Verkehrsaufkommen nach dem **Territorialprinzip** definiert. Das heißt, im **Aufkommen** sind die Fahrten sowohl der Wohnbevölkerung Deutschlands als auch der Ausländer enthalten, soweit sie im Verkehr zwischen Deutschland und dem Ausland oder im Durchgangsverkehr das Territorium der Bundesrepublik Deutschland **berühren**.

Die Quelle-Ziel-Matrizen enthalten bei grenzüberschreitenden Personenfahrten sowie beim Durchgangsverkehr auch **ausländische Quellen und Ziele**. Entsprechend werden in den Prognosen und in den aus den Netzmodellen abgeleiteten "Widerstandsmatrizen" auch die Streckenanteile berücksichtigt, die im Ausland zurückgelegt werden. Im Bericht wird aber nur die **Territorialeistung** (Verkehrsleistung auf dem Territorium Deutschlands) ausgewiesen.

Die Verflechtungsmatrix ist nach folgenden **Verkehrsmitteln** unterschieden:

- den **Motorisierten Individualverkehr MIV** (mit Pkw einschl. Taxi und Mietwagen sowie Motorrädern und Mopeds)
- den **Eisenbahnverkehr** (einschließlich S-Bahn, aber ohne U-Bahnen, Stadtbahnen, Straßenbahnen, die dem ÖSPV zugeordnet sind)
- den **ÖSPV** (Linienbus einschließlich des weitgehend neu eingeführten Fernlinienbusses, Reisebus sowie die vorgenannten städtischen Bahnen)
- den **Luftverkehr** im Linien- und Charterverkehr
- den **Fahrradverkehr** und
- den **Fußgängerverkehr**.

Dabei wird beim **Fußgängerverkehr** aufgrund der geringen durchschnittlichen Entfernung vereinfachend angenommen, dass dieser nur innerhalb der Verkehrszellen stattfindet. Beim **Luftverkehr** sind, wie oben in Kap. 2.1.8 beschrieben, die **Kurzstreckenrelationen** als Quelle-Ziel-Matrix erfasst. Beim **Mittel- und Langstreckenverkehr** wird der Verkehr als **"Sternmatrix" Flughafen - Verkehrszelle** bzw. umgekehrt ausgewiesen. Das heißt, es ist nicht ersichtlich, wo im Ausland das endgültige Flugreiseziel bzw. die Herkunft der Reisenden nach Deutschland liegt.

¹⁵ So basiert z.B. auch die "Gleitende Mittelfristprognose für den Güter- und Personenverkehr" auf der offiziellen Statistik (Verkehr in Zahlen).

Diese Gliederung nach den Verkehrsmitteln gilt für den **Hauptweg** der Verkehrsströme. Bei der Widerstandsermittlung und den Umlegungen in den Losen 4 bis 6 werden dagegen Verkehrsmittelkombinationen und **intermodale Transportketten** gebildet. Für die Verkehrsmittelkombinationen gilt bei der Zuordnung zu den Hauptverkehrsmitteln folgende Hierarchie:

Tab. 2-4: Zuordnung von Verkehrsmittelkombinationen auf das Hauptverkehrsmittel

Verkehrsmittelkombination	zugeordnet zum Hauptverkehrsmittel
MIV/Bahn	Bahn
ÖSPV/Bahn	Bahn
MIV/Luft	Luft
Bahn/Luft	Luft
ÖSPV/Luft	Luft
MIV/ÖSPV	ÖSPV ¹⁾
Fahrrad/andere Verkehrsmittel	jeweils anderes Verkehrsmittel
Fuß/andere Verkehrsmittel	jeweils anderes Verkehrsmittel

1) es erfolgt hier keine Umlegung

Bei Mehrfachkombinationen gilt jeweils das Verkehrsmittel mit dem höchsten Hierarchiewert (z.B. MIV/Bahn/Luft = Luft).

Dabei sind bei den Verkehrsverflechtungen Quellen und Ziele jeweils den Ausgangs- bzw. Endpunkten der Fahrt zugeordnet. Liegen z.B. bei Bahnreisen Ausgangspunkt der Reise und Einstiegsbahnhof in unterschiedlichen Verkehrszellen, so ist die Verkehrszelle des Ausgangspunktes der Reise als Quelle der Personenfahrt verschlüsselt. Das gleiche gilt für die Ziele (= Endziel der Fahrt).

Die Matrizen sind weiterhin nach den **Fahrtzwecken**

- Beruf (Berufspendelverkehr),
 - Ausbildung,
 - Einkauf/Erledigung,
 - Geschäfts- und Dienstreiseverkehr,
 - Urlaubsverkehr,
 - sonstiger Privatverkehr (vereinfacht als "Privat" bezeichnet)
- unterschieden.

Die Fahrtzwecke sind folgendermaßen **definiert**:

- Der **Berufsverkehr** bzw. "**Fahrtzweck Arbeit**" umfasst die Fahrten¹⁶ zwischen Wohnung und Arbeitsplatz, bei denen Hin- und Rückfahrt innerhalb von 24 Stunden liegen. Die vom Arbeitsplatz ausgehenden beruflich bedingten Fahrten werden dem Geschäftsverkehr und die Fahrten von Wochenpendlern dem sonstigen Privatverkehr zugeordnet.
- Der **Ausbildungsverkehr** beinhaltet die Fahrten zwischen Wohnung und Ausbildungsstätte, bei denen Hin- und Rückfahrt innerhalb von 24 Stunden stattfinden. Auch hier werden die Fahrten von Wochenpendlern dem sonstigen Privatverkehr zugeordnet.
- Der **Einkaufsverkehr** enthält die Fahrten zum Zweck des Einkaufs von Gütern oder des **Besuchs von Dienstleistungsbetrieben, Behörden, Ärzten** etc. Er wird deshalb auch – zutreffender – als **Besorgungs- oder Serviceverkehr** bezeichnet. Hier wird dennoch der eingeführte Begriff "Einkaufsverkehr" verwendet.
- Der **Geschäftsverkehr** umfasst alle beruflich bedingten Fahrten außerhalb des Berufsverkehrs und der Wochenpendlerfahrten. Bei Kombinationsreisen Geschäft/Privat wird der Geschäftsreisegrund als der maßgebliche Grund der Reise angesehen.
- Der **Urlaubsverkehr** beinhaltet die privaten Reisen zu touristischen Zwecken, wie er von der internationalen Tourismusindustrie betrachtet wird, und umfasst
 - Reisen zu "Warmwasserzielen", z.B. Mittelmeer, Kanarische Inseln (in internationalen Touristikstudien als "Sun and Beach" bezeichnet)
 - "Reisen aufs Land", z.B. Gebirge, Mittelgebirge, Wandern ("Country Side")
 - "Bildungsrundreisen" ("Touring")
 - "Städte und Veranstaltungen", z.B. Fußball-WM ("City/Event")
 - Sportreisen, z.B. Skiurlaub ("Fitness")Solche Reisen werden dem Fahrtzweck Urlaub zugeordnet, sofern die **Reisedauer mindestens 5 Tage** beträgt. Bei Rundreisen, bei denen kein eindeutiges Reiseziel besteht, werden die Reise-Etappen als Reise in der Matrix erfasst.
- Der sonstige **Privatverkehr**, im Folgenden vereinfachend als "Privatverkehr" bezeichnet, enthält alle sonstigen Fahrten zu privaten Zwecken, nämlich
 - **Freizeit-/Ausflugsfahrten**, bei denen Hin- und Rückfahrt innerhalb von 24 Stunden erfolgen (Tagesausflüge, Kinobesuche etc.), einschließlich der (Tages-) Fahrten an Urlaubsort
 - **Erholungs- und Freizeitreisen** mit einer Dauer von zwei bis vier Tagen (z.B. Wochenendurlaub),

¹⁶ Unter Fahrten werden hier und im Folgenden auch die (Fuß-) Wege subsumiert. Zur Verflüssigung der sprachlichen Darstellung wird auf die (präzise) Formulierung "Fahrten bzw. Wege" verzichtet.

- Fahrten, bei denen der **Besuch von Verwandten oder Bekannten** im Mittelpunkt steht, unabhängig von der Ausbleibedauer,
- Fahrten zwischen Wohnort und Arbeits-, Ausbildungs- oder Stationierungsplatz (Militär), wenn zwischen Hin- und Rückfahrt mehr als 24 Stunden liegen, also im wesentlichen **Wochenpendlerfahrten**, sowie
- sonstige **Fahrten zwischen mehreren Wohnsitzen** (z.B. zwischen Freizeitwohnsitz und Hauptwohnsitz).
- Fahrten zum **Bringen und Holen** ("Begleitung")¹⁷

Dieser Fahrtzweck wird auch als "Freizeitverkehr" bezeichnet. Da aber nicht alle diese Fahrten zu Freizeit Zwecken im eigentlichen Sinn erfolgen, z.B. die von Wochenpendlern, wird der umfassendere Begriff "**Privatverkehr**" verwendet.

2.2.2 Verkehrsmodell (für die Analyse und Prognose)

Zentrales Werkzeug zur Durchführung der Prognose ist ein Verkehrsnachfragemodell. Es besteht aus den Teilen

- a) **Verkehrserzeugung** (Kapitel 2.2.2.3)
- b) **Verkehrsverteilung** (Kapitel 2.2.2.4) und
- c) **Verkehrsmittelwahl** (Kapitel 2.2.2.5).

Der vierte Teil eines "klassischen" Vierstufenmodells, die **Verkehrsumlegung**, ist Aufgabe der verkehrsmittelspezifischen Lose 4 (hier MIV) und 5 (hier Schienenpersonenverkehr) und dort beschrieben. Die dort entwickelten **Netzmodelle** lieferten auch die für das Verkehrsnachfragemodell erforderlichen "**Widerstände**". Diese bzw. die für die Nachfrageprognose notwendigen Ergänzungen sind in Kapitel 2.2.2.6 beschrieben.

2.2.2.1 Datengrundlagen für die Modellbildung

Wichtigste Grundlage zur Abbildung des Verkehrsverhaltens und damit zur Modellbildung ist die Erhebung "**Mobilität in Deutschland**" (**MiD**) **2008**. Diese repräsentative Haushaltsbefragung mit großer Stichprobe (200.000 Fahrten bzw. Wege plus 36.000 Fernreisen, siehe Tab. 2-5)

¹⁷ "Begleitung" ist in "Verkehr in Zahlen" als eigener Fahrtzweck definiert.

spiegelt das **Verkehrsverhalten der deutschen Wohnbevölkerung** wider, und zwar unter anderem

- die tatsächlich durchgeführten Fahrten bzw. Wege und Wegeketten
- nach Fahrtzwecken
- nach Verkehrsmitteln (einschl. nichtmotorisierter Verkehr)
- nach Fahrtdauer bzw. nach der Fahrtweite
- nach dem Zeitpunkt der Fahrt (Jahreszeit, Wochentag).

Die Stichprobe ist so gestaltet, dass sowohl räumliche (Regions- und Gemeindetypen) als auch sozio-demographische Cluster gebildet werden können, so dass **geschichtete Analysen** nach

- Regionstypen (hier Typen von Verkehrszellen)
- Altersgruppen und Pkw-Verfügbarkeit

für die **Mobilitätskennziffern**

- Fahrtenhäufigkeit (pro Tag/Jahr) je Fahrtzweck
- Fahrtweitenverteilung je Fahrtzweck
- Modal-Split je Fahrtzweck

vorgenommen werden konnten. Diese Auswertungen sind eine der Grundlagen für die Modelle zur Verkehrserzeugung, Verkehrsverteilung und den Modal-Split, die unten beschrieben werden.

Die Daten standen in Originärdaten (Erhebungsdatensätze) zur Verfügung. Sie umfassten neben einer Erhebung zum gesamten Verkehrsverhalten eine Unterstichprobe zum Fernverkehr (Reisen ab 100 km). Einen Überblick über den Umfang der Befragung gibt Tab. 2-5.

Tab. 2-5: MiD 2008, Anzahl der Befragungssätze, Unterschied zu Vorgängeruntersuchungen

	MiD 2008	MiD 2008 Fernreisen	zum Vergleich	
			MiD 2002	Dateline 2001/2002
Befragte Personen gesamt	60.700	(Unter- stichprobe)	61.700	19.000
Erhobene Wege / Reisen	193.300	36.200	180.000	60.000

Als **weitere Datengrundlage** zum Verkehrsverhalten standen folgende Quellen zur Verfügung:

- die MiD 2002 (Vorgängeruntersuchung zur MiD 2008, Originärdaten)
- das Mobilitätspanel zur Abbildung der Veränderung des Verkehrsverhaltens im Zeitverlauf (Grundausswertungen)
- die Fernverkehrserhebung Dateline (2001/2002, Originärdaten)
- die Reiseanalyse der Forschungsgemeinschaft Urlaub und Reisen (F.U.R., nur Grundausswertungen)

Was die **Verkehrsangebotsdaten** betrifft, die für die Modellbildung und Modellanwendung erforderlich sind, wurden Widerstandsmatrizen für den Straßenverkehr durch Los 4 und für den Schienenpersonenverkehr durch Los 5 zur Verfügung gestellt und zum Luftverkehr im Rahmen der vorliegenden Studie ergänzt bzw. verknüpft. Die **sozio-ökonomischen Strukturdaten** wurden von Los 1 zur Verfügung gestellt.

2.2.2.2 Modellinterne räumliche Verfeinerungen und Festlegung von Raumstrukturtypen

Sowohl im BVWP 2003 als auch bei der Überprüfung des Bedarfsplans für die Bundesschienenwege hat sich gezeigt, dass in verschiedenen Fällen die Zuordnung der Nachfrageströme zu den relevanten Zugangsstellen des Schienenpersonenverkehrs bei einer Modellierung auf Grundlage von NUTS 3-Regionen (Kreise, kreisfreie Städte) teilweise zu Unschärfen führt, und zwar insbesondere im Bereich des Nah- und Regionalverkehrs. Daher wurde überlegt, zur **Verkehrsumlegung** im Rahmen von Los 5 **eine Verfeinerung der Personenverkehrsmatrizen für den Schienenverkehr** vorzunehmen, ähnlich wie dies beim MIV (siehe bei Los 4) ohnehin, und zwar noch detaillierter, der Fall sein muss, um zutreffendere Umlegungsergebnisse zu erzielen.

Bei der Modellierung des **Personennahverkehrs**, an die bei der vorliegenden Prognose gegenüber den Vorgängeruntersuchungen deutlich höhere Anforderungen gestellt wurden, stellte sich zudem heraus, dass aufgrund der Größe und des Zuschnitts der Landkreise und kreisfreien Städte und deren Lage zu den Verkehrsanbindungen eine valide Abbildung der nähräumlichen Verkehrsverflechtungen nur eingeschränkt möglich ist.

Um ein einheitliches Vorgehen über alle Verkehrsmittel und Entfernungsklassen zu gewährleisten, wurde deshalb, nicht erst bei der Verkehrsumlegung, sondern bereits bei den Nachfragebe-

rechnungen, **modellintern eine Verfeinerung der Verkehrszellen**, das heißt, eine Unterteilung der Kreise/kreisfreien Städte vorgenommen.

Neben der damit genaueren Umlegung des Schienenpersonenverkehrs (in Los 5) war damit auch für die **Umlegung des MIV** (in Los 4) ein geringerer Aufwand bei der Disaggregation verbunden.

Die **Verfeinerung** der 412 Kreise und kreisfreien Städte auf insgesamt 1.572 modellinterne Verkehrszellen (siehe Abb. 2-4) erfolgte in Abstimmung mit den Losen 4 und 5 nach netztopologischen (Zuordnung zu relevanten Bahnhöfen, Verkehrsachsen), statistischen (keine Durchschneidung von Verwaltungsgrenzen oder statistischen Bezirken) und raumstrukturellen (verstädterte, verdichtete, ländliche usw. Gebiete innerhalb der Kreise/kreisfreien Städte) Gesichtspunkten.

Abb. 2-4: Modellinterne Verfeinerung der Verkehrszellen in Deutschland



Auf diese feine modellinterne Raumeinteilung wurden die aus Los 1 nur auf der Ebene der Kreise/kreisfreien Städte vorliegenden sozio-ökonomischen und sozio-demographischen Strukturdaten disaggregiert. Neben den Einwohnerzahlen, die im Unterschied zu den anderen Strukturdaten (z.B. Bruttowertschöpfung, Erwerbstätige, Pkw-Bestand) auf Gemeindebasis vorliegen, kamen dabei zur Gewichtung **Raumstrukturtypen** zum Einsatz. Diese Raumstrukturtypen, die auch für die Verkehrsmodelle sonst eine wichtige Rolle spielen, wurden in **Anlehnung an die BBSR-Kreistypen** folgende Raumstrukturtypen definiert:

- Ebene 1: 3 Großtypen
 - große international bedeutende Ballungsräume (mit Kernstadt über 500.000 Einwohner) mit Umland¹⁸
 - sonstige Oberzentren ab 100.000 Einwohnern mit unmittelbar angrenzendem Umland
 - Ländliche Räume
- Ebene 2: 5 Verkehrstypen
 - City
 - Innenstadtrand
 - Mittelzentrum ab ca. 50.000 Einwohner
 - verdichtete ländliche Gebiete
 - dünn besiedelte ländliche Gebiete
- Ebene 3: Freizeitwert
 - von besonders touristischer Bedeutung (international bedeutende Fremdenverkehrsgebiete)
 - von hoher touristischer Bedeutung (touristische Region)
 - sonstige Räume

Die folgenden Abbildungen (siehe Abb. 2-5 bis Abb. 2-7) zeigen die verwendete Gliederung.

¹⁸ entsprechen etwa den Metropolregionen der Europäischen Raumordnung, allerdings in engerer Abgrenzung

Abb. 2-5: Verteilung von Raumtypen in der Ebene 1 in Deutschland 2010

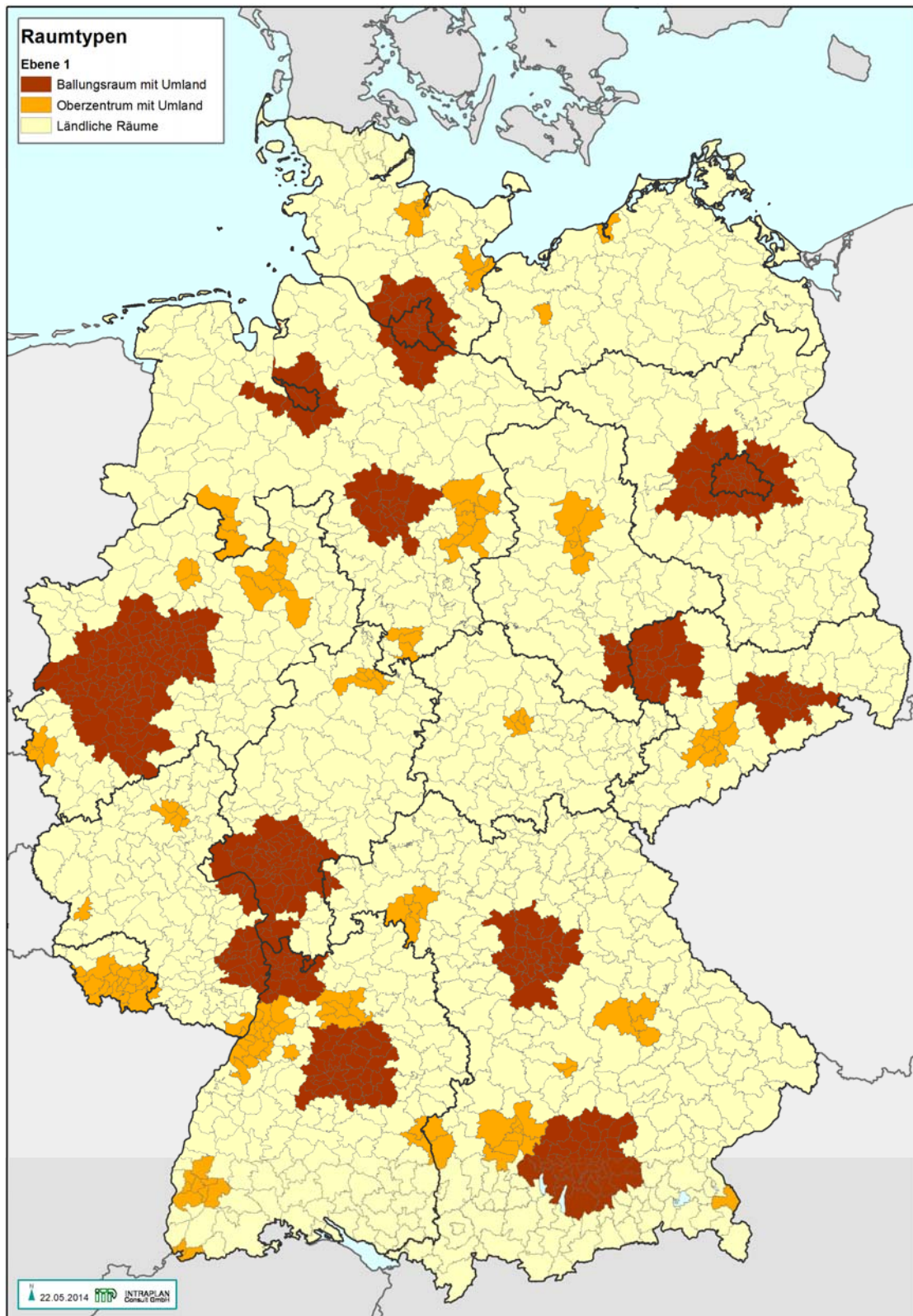


Abb. 2-6: Verteilung und Untergliederung der Raumtypen in der Ebene 1 (Großtypen) und Ebene 2 (Verkehrstypen) in Deutschland 2010

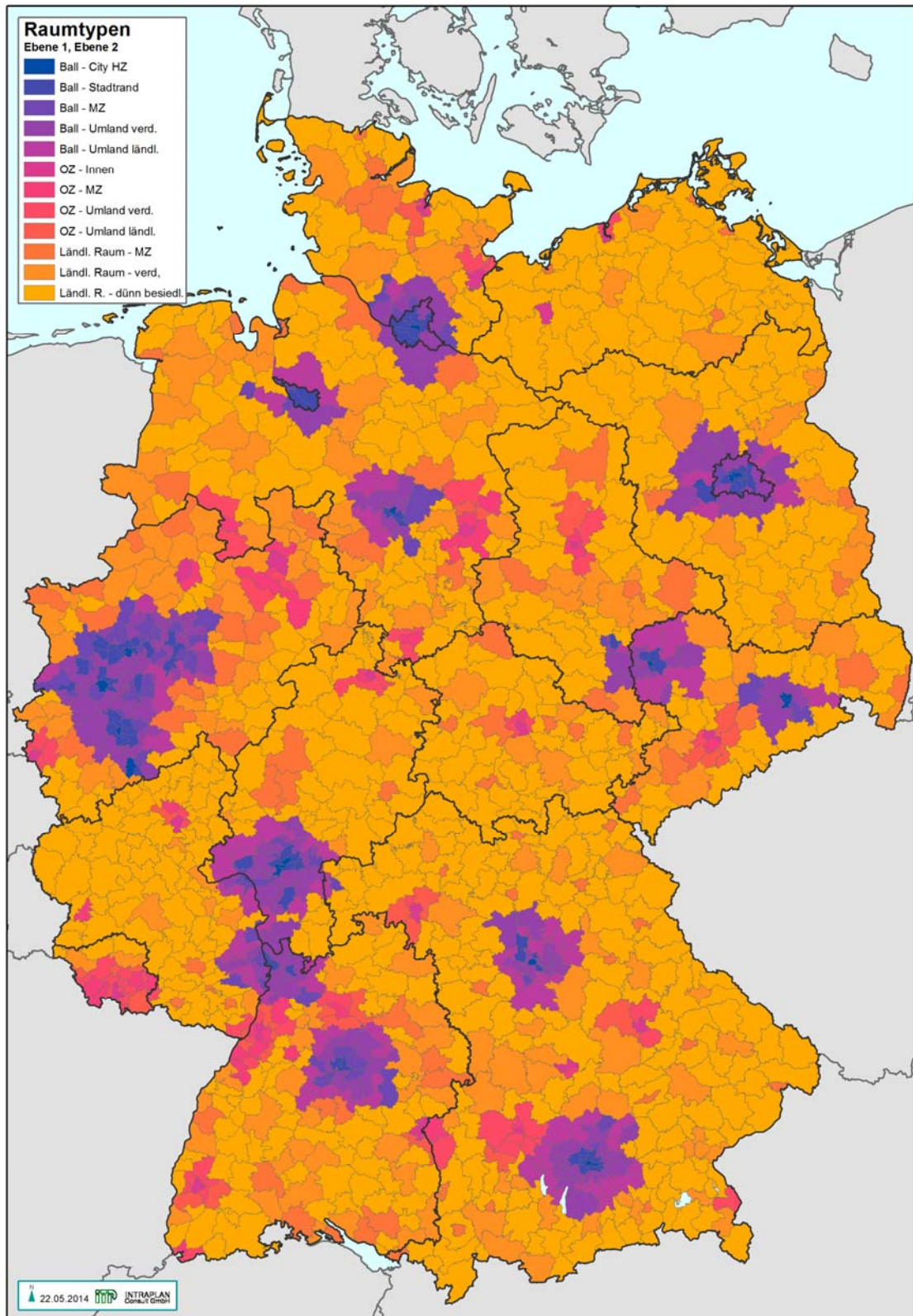
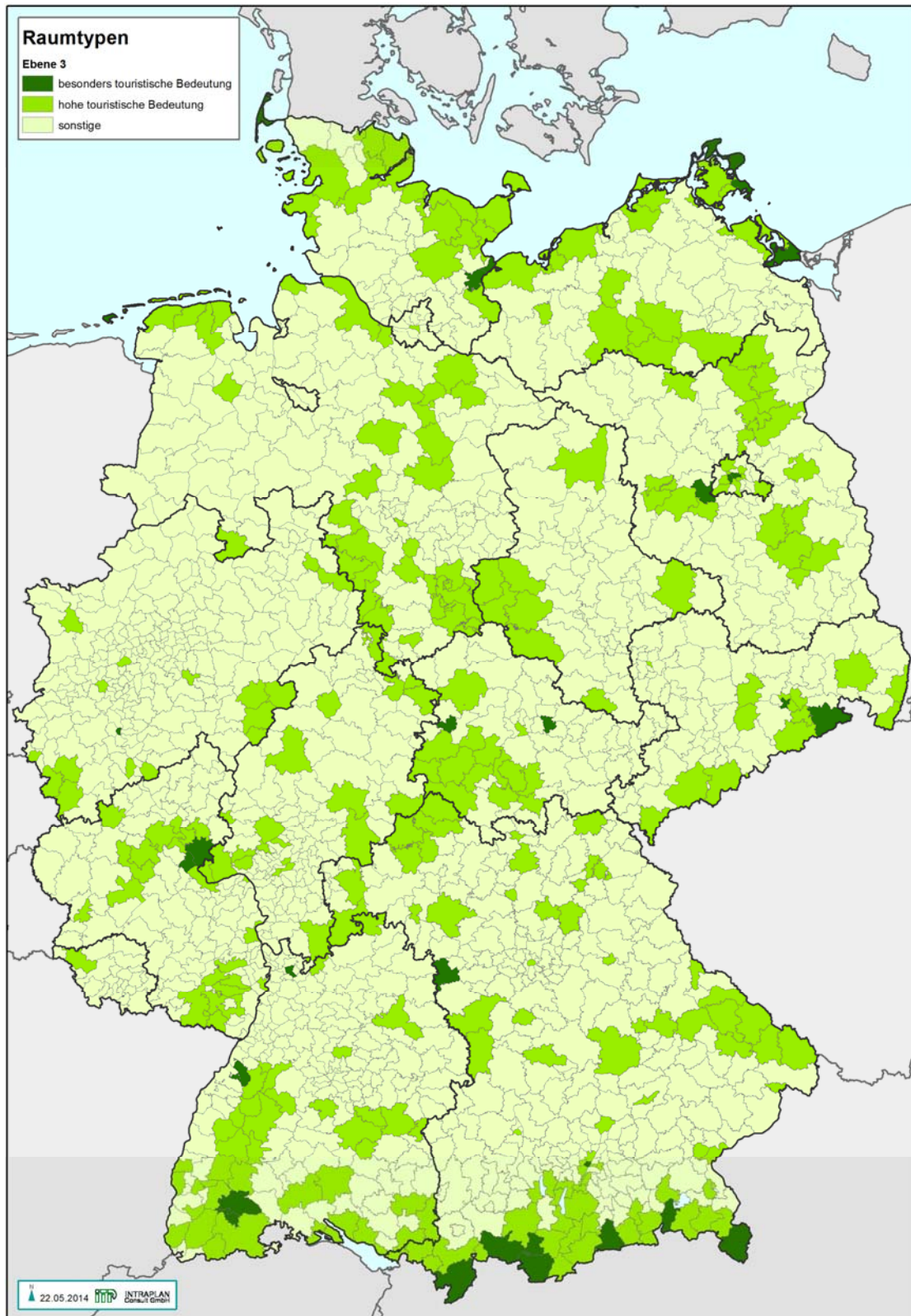


Abb. 2-7: Verteilung von Raumtypen der Ebene 3 (touristische Bedeutung als Indikator für Freizeit- und Ausflugsverkehr) in Deutschland 2010



2.2.2.3 Verkehrserzeugung

Das Verkehrserzeugungsmodell dient dazu, das **verkehrsmittelübergreifende Verkehrsaufkommen je Fahrtzweck und Verkehrszelle** zu ermitteln. Es hat folgende allgemeine Form:

$$(1) \quad V_{qfz,h} = S_{Qfz,h} \cdot e_{fz,h}$$

mit

Verkehrsaufkommen V in der Verkehrszelle Q im Fahrtzweck fz in der Personengruppe h ,
 Strukturdatum S (Anzahl Personen) in der Personengruppe h in der Verkehrszelle Q
 Erzeugungsrate e im Fahrtzweck fz in der Personengruppe h

Für die einzelnen Fahrtzwecke spielen unterschiedliche **Strukturdaten** ($S_{Qfz,h}$ siehe folgende Tabelle) als "Verkehrserzeuger" eine Rolle. Dabei werden auch **altersspezifisch unterschiedliche Mobilitätsraten** in den einzelnen Fahrtzwecken berücksichtigt

Tab. 2-6: Strukturdaten für die Verkehrserzeugung

Fahrtzweck	verkehrserzeugende Strukturdaten
1 Beruf	Erwerbstätige
2 Ausbildung	Kinder unter 10 Jahren; Altersgruppe 10 bis 17 Jahren, Altersgruppe 18 bis 24 Jahre (jeweils mit unterschiedlichen Mobilitätsraten)
3 Einkauf/Erledigung	Kinder unter 10 Jahren, Altersgruppe 10 bis 17 Jahre, 18 bis 24, 25 bis 44, 45 bis 64, 65 bis 74, 75 Jahre und älter (jeweils mit unterschiedlichen Mobilitätsraten)
4 Geschäft	Erwerbstätige
5 Urlaub	Altersgruppen wie Fahrtzweck 3 (jeweils mit unterschiedlichen Mobilitätsraten)
6 Privat	Altersgruppen wie Fahrtzweck 3 (jeweils mit unterschiedlichen Mobilitätsraten)

Zusätzlich wird der **Einfluss des Einkommens und der Pkw-Verfügbarkeit** auf die Mobilität berücksichtigt:

$$(2) \quad V_{qfz,h} = S_{Qfz,h} \cdot e_{fz,h} \cdot g_{fz,h}$$

mit

g = Gewichtung in Abhängigkeit des Durchschnittseinkommens (hier: Verhältnis Durchschnittseinkommen der Region/Durchschnittseinkommen Deutschland gesamt) und der Pkw-Verfügbarkeit (hier: Verhältnis Motorisierung Region/Motorisierung Deutschland gesamt, die Elastizität zwischen dem Mobilitätswachstum und den genannten Verhältniszahlen liegt hier bei 0 (Arbeit) bis 0,1 (Privat, siehe auch Tab. 2-6)
(übrige Parameter siehe oben)

Mit der Verkehrserzeugung wird grundsätzlich der **Hinweg** betrachtet. Der **Rückweg** wird später in der Matrix durch "Spiegeln" der Verkehrsbeziehung ergänzt (eine Fahrt von q nach z wird gedoppelt durch eine Fahrt z nach q). Damit wird verhindert, dass Rückfahrten fälschlicherweise mit den Strukturdaten der Zielzelle "generiert" werden. Vereinfachend wird dabei angenommen, dass **jeder Hinfahrt qz eine Rückfahrt mit spiegelbildlicher Relation zq entspricht**. Dies gilt weitgehend bei Fernreisen und auch für den größten Teil der Nahverkehrsfahrten. Bei Fahrten, die nicht "Hinwege" (z.B. von der Wohnung zum Arbeitsplatz) oder "Rückwege" (z.B. vom Arbeitsplatz zur Wohnung) darstellen wie z.B. Fahrten vom Arbeitsplatz zum Einkauf, gilt der Zweck der Quelle, in dem genannten Beispiel der Berufsverkehr. Dies entspricht der Definition gemäß DIW in "Verkehr in Zahlen".¹⁹⁻²⁰ Erzeugt wird die Fahrt des genannten Beispiels im Erzeugungsmodell jedoch anhand der Einwohnerdaten (siehe Tab. 2-6). Diese Unschärfe wird ausgeglichen, indem die Verkehrserzeugungsraten noch nach den o.g. Raumtypen (Ebene 2) differenziert werden. Zwar lässt sich aus MiD hier keine direkte Verbindung zu Raumtypen herstellen, doch ist der Anteil der gesamten Wege bekannt, der nicht von zuhause ausgeht (siehe Tab. 2-7).

¹⁹ Verkehr in Zahlen 2012/2013, S. 222ff

²⁰ Im Unterschied zur Definition gemäß MiD

Tab. 2-7: Vergleich der Codierung der Hauptzwecke nach MiD 2008 (Zeilen) und nach Definition wie in Verkehr in Zahlen (Spalten) - hochgerechnete Wege (entnommen aus DIW: Methodenbericht VIZ 2010/2011)²¹

	Beruf	Aus- bildung	Ges. dienstl.	Beglei- tung	private Er- ledigung	Einkauf	Freizeit	Total
Wege am Stichtag in 1 000 (ohne rbw*, VIZ-Zweckcodierung)								
Arbeit	38 027		3	1			826	38 857
Dienstlich	397	12	3 512				9	3 930
Ausbildung	30	16 545		4			168	16 749
Einkauf	1 729	204	66	654	1 693	54 153	74	58 573
Erledigung	734	181	19	681	32 829	4	86	34 535
Freizeit	1 278	638	63	1 819	891	948	85 144	90 779
Begleitung	464	167	9	21 385			202	22 227
keine Angabe							47	47
Total	42 659	17 747	3 671	24 544	35 413	55 106	86 557	265 697
VIZ : MiD in %	9,8	6,0	-6,6	10,4	2,5	-5,9	-4,7	
*) Regelmäßige berufliche Wege Quellen: MiD 2008, Berechnungen des DIW Berlin.								

Eine weitere Besonderheit stellen die Fahrten von **Übernachtungsgästen** vor Ort dar, die in den Befragungsdaten in der Regel nicht erfasst sind, weil die diese Fahrten durchführenden Personen aus anderen Regionen oder aus dem Ausland stammen.

Dieser regional durchaus bedeutsame Zusatzverkehr wurde auf der Basis der **Fremdenverkehrsstatistiken** je Region abgeschätzt. Und zwar wurde die Statistik der Gästeankünfte und Gästeübernachtungen der jeweiligen Statistischen Landesämter in Deutschland für alle deutschen Land- und Stadtkreise verwendet. Hier wurde eine "Erzeugungsrate" je Gästeübernachtung²² geschätzt und mit dieser ein Zusatzaufkommen der betroffenen Regionen berechnet sowie dem Privatverkehr zugeordnet.

Ein in diese Kategorie "Fahrten von Übernachtungsgästen" fallendes Phänomen ist auch der vor-Ort-Verkehr von **Wochenpendlern** am Arbeitsort. Die Fernpendler werden am Zielort als "zusätzliche Einwohner" bzw. Erwerbstätige definiert und entsprechende Fahrtenaufkommen

²¹ DIW: Methodenbericht VIZ 2010/2011: „Zur Bildung der Variablen Hauptwegezweck wurde den Rückwegen vom vorherigen Weg und den Wegen nach Hause der Zweck des zuvor genannten Weges zugeordnet“ (infas, dlr 2010c, S.17). Bei der MiD 2002 wurden dagegen die Rückwege nach Hause nach der Hauptaktivität des Ausgangs codiert. Dies ist auch die Definition für Verkehr in Zahlen und entspricht der Empfehlung zu Kernelementen von Haushaltsbefragungen zum Verkehrsverhalten (BMVBW 2003). In dieser Abgrenzung ergeben sich höhere Wegezahlen für den Berufs- und Ausbildungsverkehr sowie mehr Begleitwege (siehe Tabelle).“

²² Realistische Hypothese ist hier, dass bei mehr als einer Übernachtung 2,5 Wege pro Tag und Person vor Ort entstehen.

erzeugt, wobei hier vereinfachend angenommen wird, dass diese Personenfahrten ausschließlich intrazonal stattfinden.

In jedem Falle wird der "erzeugte Verkehr" mit den Eckwerten in "Verkehr in Zahlen"²³ abgeglichen.

Tab. 2-8 fasst die Grundaussagen zur Mobilität bzw. den **Mobilitätsraten** zusammen. Diese beziehen sich zunächst auf Fahrtzwecke und Altersgruppen (wo sinnvoll). Darüber hinaus wird nach dem "**sozio-ökonomischen**" **Status**²⁴ (korreliert mit den Haushaltseinkommen) und der **Pkw-Verfügbarkeit** differenziert.

Folgendes geht daraus eindeutig hervor:

- Die **Mobilität** ist bei den **Rentnern/Pensionären** (Altersgruppe 65 - 74) in den in Frage kommenden Fahrtzwecken, das heißt ohne berufsbedingte Fahrten (Fahrtzweck Beruf, Geschäft) **höher als bei den anderen Altersgruppen**. Erst bei den "Hochbetagten" (ab 75 Jahre) ist sie deutlich niedriger als bei den anderen Altersgruppen.
- Es gibt einen **klaren Zusammenhang zwischen sozialem Status und Mobilität**: je höher der Status, desto höher die Mobilität
- Die **Mobilität steigt auch mit zunehmender Pkw-Verfügbarkeit**

Die gezeigten Gesamtwerte bilden die Erzeugungsrate e in Formel (1). Die Varianz bezüglich sozialem Status und Pkw-Verfügbarkeit wurde in einem Gewichtungsfaktor ($g_{vz,h}$ in Formel (2)) umgerechnet, unter der Hypothese, dass der sozio-ökonomische Status in den Regionen mit dem Bruttoinlandsprodukt pro Kopf und die Pkw-Verfügbarkeit mit dem Pkw-Bestand je 1000 Einwohner korreliert.²⁵

²³ Hier: Abschnitt B5: Personenverkehr nach Zwecken (S. 222f in der Ausgabe von 2013/2014)

²⁴ gemäß Definition von MiD Variablenübersicht Personendatensatz (Status abhängig von der Summe des Haushaltseinkommens sowie Anzahl und Alter der Haushaltsmitglieder)

²⁵ Eine diesbezügliche Regressionsanalyse ergab eine Korrelation von 0,91.

Tab. 2-8: Mobilitätswerte je Fahrtzweck und Altersgruppe differenziert nach sozialem Status und Pkw-Verfügbarkeit (eigene Auswertungen aus MiD)

Mobilitätsraten (Fahrten/Tag)	Fahrtzweck	Sozio-ökonomischer Status ¹⁾						Pkw-Verfügbarkeit			
		sehr niedrig	niedrig	mittel	hoch	sehr hoch	Insgesamt	Ständig	teilweise	gar nicht	Insgesamt
	Beruf										
Insgesamt	0,47	0,29	0,38	0,45	0,54	0,57	0,47	0,58	0,48	0,37	0,47
Altersgruppen	Ausbildung										
0 - 9	0,75	0,69	0,74	0,79	0,75	0,71	0,75	-	-	-	0,75
10 - 17	1,01	0,91	0,99	1,02	1,05	1,05	1,01	-	-	-	1,01
18 - 24	0,47	0,45	0,51	0,48	0,45	0,47	0,47	0,40	0,62	0,66	0,47
Insgesamt	0,21	0,24	0,32	0,19	0,20	0,17	0,21	0,05	0,25	0,15	0,21
Altersgruppen	Einkaufen/Erledigung										
0 - 9	0,35	0,28	0,32	0,34	0,37	0,41	0,35	-	-	-	0,35
10 - 17	0,64	0,57	0,62	0,65	0,67	0,58	0,64	-	-	-	0,64
18 - 24	0,95	1,00	0,98	0,96	0,92	0,85	0,95	1,22	1,18	0,95	0,95
25 - 44	1,52	1,47	1,71	1,50	1,50	1,47	1,52	1,68	1,65	1,49	1,52
45 - 64	1,55	1,52	1,65	1,53	1,59	1,46	1,55	1,70	1,82	1,37	1,55
65 - 74	1,87	1,71	1,65	1,83	2,11	1,91	1,87	2,03	2,02	1,73	1,87
75 und älter	1,45	1,21	1,08	1,36	1,78	1,86	1,45	1,82	1,38	1,36	1,45
Insgesamt	1,41	1,31	1,33	1,41	1,46	1,42	1,41	1,71	1,52	1,38	1,41
	Geschäft										
Insgesamt	0,23	0,16	0,20	0,24	0,23	0,26	0,23	0,38	0,35	0,10	0,23
Altersgruppen	Freizeit/Privat										
0 - 9	1,05	0,84	1,00	1,10	1,08	1,06	1,05	-	-	-	1,05
10 - 17	1,34	1,19	1,25	1,38	1,34	1,54	1,34	-	-	-	1,34
18 - 24	1,21	1,20	1,21	1,14	1,22	1,55	1,21	1,32	1,40	1,16	1,21
25 - 44	1,12	0,99	1,16	1,01	1,18	1,34	1,12	1,19	1,22	1,12	1,12
45 - 64	1,02	0,97	0,91	0,97	1,08	1,13	1,02	1,09	0,99	0,87	1,02
65 - 74	1,25	1,01	1,16	1,22	1,42	1,44	1,25	1,35	1,62	0,95	1,25
75 und älter	0,85	0,78	0,62	0,83	0,94	1,17	0,85	1,05	1,20	0,62	0,85
Insgesamt	1,11	1,00	1,06	1,06	1,16	1,26	1,11	1,18	1,28	0,94	1,11
Insgesamt	3,42	2,99	3,30	3,35	3,59	3,69	3,42	3,90	3,87	2,94	3,42

1) gemäß Definition von MiD Variablenübersicht Personendatensatz (siehe Fußnote auf Seite zuvor)

2.2.2.4 Verkehrsverteilung (Zielwahl)

Die Verkehrsverteilung wird in der folgenden allgemeinen Form beschrieben:

$$(3) \quad R_{QZ} = V_Q \cdot \frac{S_Z \cdot W_{QZ}^\alpha}{\sum_Z S_Z \cdot W_{QZ}^\alpha}$$

mit

R_{QZ} Reisen zwischen Quelle und Ziel;

V_Q : Quellverkehr von Q (Hinfahrten),

S_Z maßgebliches Strukturmerkmal für die Zielwahl

W_{QZ} Widerstand zwischen Quelle und Ziel zur Raumüberwindung

α Widerstandsexponent

Dabei wird nach Fahrtzwecken und den oben genannten Personen- bzw. Altersgruppen unterschieden. Als maßgebliches **Strukturmerkmal für die Zielwahl** wird herangezogen:

Tab. 2-9: Verkehrsanziehende Strukturdaten für das Verteilungsmodell

Fahrtzweck	verkehrsanziehende Strukturdaten
1 Beruf	Erwerbstätige am Arbeitsort
2 Ausbildung	Einwohner und Erwerbstätige am Arbeitsort, Gewichtung mit Raumstrukturtypen ¹⁾
3 Einkauf/Erledigung	Einwohner und Erwerbstätige am Arbeitsort, Gewichtung mit Raumstrukturtypen ¹⁾
4 Geschäft	Erwerbstätige am Arbeitsort, Gewichtung mit Raumstrukturtypen ¹⁾
5 Urlaub	Beherbergungskapazitäten ²⁾
6 Privat	Einwohner gesamt, Beherbergungskapazitäten

1) siehe oben Kap. 2.2.2.2, Erwerbstätige stehen aus Los 1 nur insgesamt und nicht nach Branchen zur Verfügung; durch die gemäß Kap. 2.2.2.2 differenziert festgelegten Raumstrukturtypen wird der Bedeutung der einzelnen Verkehrszellen als zentrale Orte Rechnung getragen, die für die Zielattraktivität dieser Fahrtzwecke von besonderer Bedeutung sind.

2) aus der Fremdenverkehrsstatistik

Die Strukturdaten je Verkehrszelle werden z.T. **gewichtet mit den oben beschriebenen Raumstrukturtypen**. Damit wird dem Umstand Rechnung getragen, dass z.B. Oberzentren eine höhere Attraktivität haben und daher z.B. mehr Geschäftsreisen pro Erwerbstätigen anziehen als ländliche Gebiete. So finden sich auch die höheren Lehranstalten vorwiegend in den Ober- und Mittelzentren. Dort gibt es auch mehr Einkaufs- und Freizeitmöglichkeiten. Daneben spielen die Gebiete mit hohem Freizeitwert vor allem eine große Rolle beim Urlaubs- und Privatverkehr (Wochenendausflugsverkehr).

Bei der Verkehrsverteilung spielen nicht nur sozio-demographische und raumstrukturelle Gründe eine Rolle, sondern auch **"Verkehrswiderstände"** (in der gezeigten Formel die Variable W , siehe unten, Kap. 2.2.2.6). Bei einer **empirischen Herleitung des Modells** bzw. dessen Gewichte (bzw. der ersten Stufe hierzu) bestand allerdings die Schwierigkeit, dass die Datensätze der hauptsächlich empirischen Grundlage zum Verkehrsverhalten, der MiD (Wegedaten und Reisedaten), **nur Quellen, aber keine Ziele enthalten**, so dass sich keine Verknüpfung mit Widerstandsmatrizen herstellen ließen. Die Datensätze der MiD enthalten nur Entfernungsklassen. Deshalb kann hier in der ersten Stufe nur eine grobe Annäherung der Gravitation erfolgen, und zwar wurden die **Widerstandsexponenten α heuristisch ermittelt**. Dabei wird je Fahrtzweck und Personengruppe aus MiD die Entfernungsverteilung ermittelt und die Gravitationsfunktionen so angepasst, dass die Struktur der Entfernungsverteilung gemäß MiD möglichst genau getroffen wird. So kann je Fahrtzweck und Personengruppe aus MiD die mittlere Fahrtweite und damit in Verbindung mit der Erzeugung die Verkehrsleistung ermittelt werden. Diese stellt die maßgebliche **Kontrollgröße für die Zielwahlfunktionen** dar. Die Widerstandsexponenten bewegen sich in einer Größenordnung von - 2 (Urlaub) bis - 5 (Einkauf).²⁶ Bei ersterem ist also der Widerstand zwischen Quelle und Ziel von geringerer Bedeutung als bei letzterem, wo der größte Teil der Fahrten im unmittelbaren Nahumfeld unternommen wird.

Analog zu Tab. 2-8 ist in Tab. 2-10 die mittlere Anzahl von Personenkilometern je Fahrtzweck und Personengruppe pro Tag dargestellt.

Noch deutlicher als bei der aufkommensspezifischen Mobilität (Fahrten bzw. Wege pro Person und Tag) ist bei der **leistungsspezifischen Mobilität** (in Personenkilometern, maßgeblich vor allem für die Verkehrsverteilung) **abhängig vom sozialen Status und von der Pkw-Verfügbarkeit**.

Diese Zahlen (hochgerechnet aufs Jahr) stellen die Zielgröße für die Verkehrsverteilung dar.

²⁶ Ein entsprechender Wert für Privat und Ausbildung liegt bei rund - 4, für Arbeit und Geschäft bei - 3 bis - 3,5

Tab. 2-10: Mobilitätswerte je Fahrtzweck und Altersgruppe differenziert nach sozialem Status und Pkw-Verfügbarkeit (eigene Auswertungen aus MiD)

Personenkilometer/Tag	Fahrtzweck	Sozio-ökonomischer Status (gemäß MiD)						Pkw-Verfügbarkeit			
		sehr niedrig	niedrig	mittel	hoch	sehr hoch	Insgesamt	Ständig	teilweise	gar nicht	Insgesamt
	Beruf										
Insgesamt	7,7	3,1	5,5	7,3	9,2	11,3	7,7	9,8	6,2	3,9	7,7
Altersgruppen	Ausbildung										
0 - 9	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0				
10 - 17	0,1	0,2	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,2	0,3	0,1	0,1
18 - 24	2,0	1,0	1,0	1,7	2,6	6,6	2,0	3,0	1,9	1,9	2,0
Insgesamt	4,3	1,8	2,6	3,9	5,2	7,2	4,3	6,7	4,1	2,8	4,3
Altersgruppen	Einkaufen/Erledigung										
0 - 9	9,1	4,6	8,1	6,9	11,0	16,0	9,1	-	-	-	9,1
10 - 17	4,4	2,4	4,9	4,1	5,1	4,2	4,4	-	-	.	4,4
18 - 24	8,2	5,9	6,9	8,8	10,3	5,1	8,2	10,9	9,1	5,2	8,2
25 - 44	9,0	8,2	9,0	8,5	9,5	9,9	9,0	10,4	6,3	6,1	9,0
45 - 64	9,6	7,4	8,6	9,2	10,3	10,9	9,6	10,9	9,0	3,6	9,6
65 - 74	9,1	8,9	6,0	8,9	10,4	10,0	9,1	10,5	9,0	4,1	9,1
75 und älter	4,8	4,6	3,2	4,8	5,6	4,6	4,8	6,6	3,3	2,7	4,8
Insgesamt	8,4	6,6	7,3	7,9	9,4	10,0	8,4	10,3	7,1	4,3	8,4
	Geschäft										
Insgesamt	3,3	2,3	2,8	3,3	3,8	3,4	3,3	4,5	3,3	1,7	3,3
Altersgruppen	Freizeit/Privat										
0 - 9	11,5	14,0	9,5	12,5	11,3	10,0	11,5	-	-	-	11,5
10 - 17	14,4	12,0	10,6	12,6	14,9	33,7	14,4	-	-	-	14,4
18 - 24	16,9	25,4	14,6	14,6	15,3	22,5	16,9	20,4	17,9	12,4	16,9
25 - 44	16,7	13,4	14,2	12,8	20,0	24,0	16,7	18,4	18,2	6,7	16,7
45 - 64	13,9	11,4	12,1	11,3	15,1	21,2	13,9	14,0	11,1	9,1	13,9
65 - 74	14,5	8,9	10,1	13,7	18,0	23,9	14,5	14,8	15,5	9,5	14,5
75 und älter	8,5	4,2	1,8	8,7	10,9	16,3	8,5	11,1	20,4	3,8	8,5
Insgesamt	14,4	13,0	11,5	12,2	16,3	21,8	14,4	16,0	15,5	7,6	14,4
Insgesamt	39,1	29,0	31,8	35,3	44,3	55,3	39,1	47,0	39,1	22,7	39,1

1) gemäß Definition von MiD Variablenübersicht Personendatensatz

2.2.2.5 Modal-Split

Das Modal-Split-Modell wird als sog. **Box-Cox-Logit-Modell** ausgeführt:

$$(4) \quad P_{vm} = \frac{e^{-\beta \cdot (w_{vm}^\gamma - 1) / \gamma}}{\sum_{vm} e^{-\beta \cdot (w_{vm}^\gamma - 1) / \gamma}}$$

mit

P_{vm} Anteil Verkehrsmittel vm von 1

e Eulersche Zahl

β, γ Splitgewichte je Fahrtzweck

w_{vm} verkehrsmittelspezifischer Widerstand

Eingangsgrößen für den Modellbaustein Modal-Split sind die **relationsbezogenen Widerstände** der konkurrierenden Verkehrsmittel MIV, SPV, ÖSPV, auf längeren Distanzen das Flugzeug, im Nahverkehr auch der Rad- und Fußgängerverkehr, die gemäß den unten in Kap. 2.2.2.6 dargestellten Regeln vereinheitlicht in "**Generalisierten Kosten**" umgerechnet wurden.

Auch für das Modal-Split-Modell lassen sich aus MiD **Kontrollgrößen für die Modellbildung** gewinnen. So zeigt sich zum Beispiel eine Abhängigkeit des ÖV-Anteils von sozio-ökonomischer Struktur und von der Pkw-Verfügbarkeit (siehe Tab. 2-11 und Tab. 2-12).

Tab. 2-11: ÖV-Anteile in % (über alle Wege einschließlich nichtmotorisierter Verkehr) nach Fahrtzwecken und Altersgruppen abhängig vom sozialem Status und Pkw-Verfügbarkeit (eigene Auswertungen aus MiD)

ÖV-Anteil am gesamten Aufkommen in %	Fahrtzweck	Sozio-ökonomischer Status (gemäß MiD)						Pkw-Verfügbarkeit			
		sehr niedrig	niedrig	mittel	hoch	sehr hoch	Insgesamt	Ständig	teilweise	gar nicht	Insgesamt
	Beruf										
Insgesamt	13,0	19,1	14,9	12,4	12,6	11,5	13,0	7,1	26,5	50,0	13,0
Altersgruppen	Ausbildung										
0 - 9	13,1	18,9	12,0	14,4	11,1	12,1	13,1	-	-	-	13,1
10 - 17	49,3	56,6	46,8	50,2	48,7	45,0	49,3	46,0	52,7	57,1	49,3
18 - 24	40,3	52,7	36,0	42,0	38,9	23,9	40,3	23,5	61,9	52,5	40,3
Insgesamt	34,5	46,8	34,6	34,6	32,1	26,8	34,5	28,4	55,1	55,3	34,5
Altersgruppen	Einkaufen/Erledigung										
0 - 9	2,6	3,5	5,6	1,5	2,8	1,5	2,6	-	-	-	2,6
10 - 17	9,2	8,2	10,4	8,8	9,7	6,9	9,2	8,8	10,7	21,7	9,2
18 - 24	8,3	12,3	10,0	7,1	6,8	7,2	8,3	3,2	9,5	22,2	8,3
25 - 44	4,4	12,1	4,4	3,6	3,3	5,4	4,4	1,9	6,4	20,1	4,4
45 - 64	3,9	4,6	3,7	3,9	3,7	3,8	3,9	2,0	5,3	17,2	3,9
65 - 74	6,4	6,4	10,2	6,5	4,8	6,8	6,4	2,7	8,3	25,9	6,4
75 und älter	12,2	14,8	18,4	12,0	11,5	5,0	12,2	4,2	18,1	27,0	12,2
Insgesamt	5,5	8,7	6,9	5,3	4,7	4,6	5,5	2,4	8,1	22,2	5,5
	Geschäft										
Insgesamt	8,0	13,3	10,6	6,8	8,3	7,4	8,0	5,2	12,0	32,6	8,0
Altersgruppen	Freizeit/Privat										
0 - 9	4,7	4,5	5,1	3,9	4,5	7,6	4,7	-	-	-	4,7
10 - 17	10,9	13,6	10,3	11,3	9,6	11,3	10,9	7,1	16,1	22,3	10,9
18 - 24	11,8	16,6	12,0	11,5	9,4	13,0	11,8	5,9	15,3	30,1	11,8
25 - 44	6,9	13,7	10,6	4,7	6,6	6,4	6,9	3,8	9,4	27,4	6,9
45 - 64	5,5	6,2	10,5	4,6	5,0	5,8	5,5	3,6	6,1	22,6	5,5
65 - 74	6,7	4,4	7,6	6,2	7,6	9,3	6,7	3,7	6,8	24,4	6,7
75 und älter	10,7	2,9	6,2	13,4	9,7	14,1	10,7	5,9	16,0	22,4	10,7
Insgesamt	7,4	9,3	9,5	6,7	6,8	7,7	7,4	4,0	10,9	25,1	7,4
Insgesamt	10,3	13,7	12,8	9,7	9,4	9,2	10,3	4,7	16,3	29,9	10,3

Tab. 2-12: ÖV-Anteile in % (über alle Wege, nur motorisierter Verkehr) nach Fahrtzwecken und Altersgruppen abhängig vom sozialem Status und Pkw-Verfügbarkeit (eigene Auswertungen aus MiD)

Pkw-Verfügbarkeit (Eigene Auswertungen des IAD)											
ÖV-Anteil am mot. Aufkommen in %	Fahrtzweck	Sozio-ökonomischer Status (gemäß MiD)						Pkw-Verfügbarkeit			
		sehr niedrig	niedrig	mittel	hoch	sehr hoch	Insgesamt	Ständig	teilweise	gar nicht	Insgesamt
	Beruf										
Insgesamt	15,5	25,3	18,7	15,0	14,9	13,2	15,5	8,1	37,1	84,0	15,5
Altersgruppen	Ausbildung										
0 - 9	23,9	37,6	25,1	25,8	19,7	20,1	23,9	-	-	-	23,9
10 - 17	77,2	85,4	80,2	79,2	73,3	67,1	77,2	65,9	74,3	93,9	77,2
18 - 24	53,1	72,4	54,0	52,1	50,3	30,4	53,1	28,5	79,7	88,2	53,1
Insgesamt	53,8	71,9	59,6	53,6	49,1	39,6	53,8	35,0	75,9	91,6	53,8
Altersgruppen	Einkaufen/Erledigung										
0 - 9	5,1	7,6	10,1	2,9	6,0	2,4	5,1	-	-	-	5,1
10 - 17	17,0	16,6	18,8	16,7	17,8	11,0	17,0	15,4	21,4	69,0	17,0
18 - 24	13,7	27,5	17,4	10,9	9,8	11,1	13,7	4,7	17,7	68,5	13,7
25 - 44	8,2	26,5	9,9	6,5	6,1	7,8	8,2	3,4	13,3	71,2	8,2
45 - 64	6,5	8,3	8,2	6,9	5,7	5,7	6,5	3,2	9,5	78,6	6,5
65 - 74	12,2	12,6	22,9	12,1	9,6	10,8	12,2	4,7	18,0	87,6	12,2
75 und älter	25,1	25,5	45,6	24,3	24,2	13,9	25,1	7,8	34,2	90,8	25,1
Insgesamt	9,9	17,4	14,0	9,6	8,3	7,3	9,9	4,0	15,7	79,7	9,9
	Geschäft										
Insgesamt	9,3	16,2	13,1	7,8	9,6	8,1	9,3	5,9	14,8	49,0	9,3
Altersgruppen	Freizeit/Privat										
0 - 9	9,2	12,3	9,2	8,0	8,6	13,3	9,2	-	-	-	9,2
10 - 17	22,3	29,2	21,4	23,4	20,0	20,2	22,3	-	-	-	22,3
18 - 24	19,3	29,0	24,3	18,2	13,6	18,6	19,3	9,0	26,4	72,5	19,3
25 - 44	12,7	30,3	21,1	9,1	11,6	10,8	12,7	6,6	18,6	77,0	12,7
45 - 64	10,9	13,4	22,8	9,1	10,3	10,2	10,9	7,0	13,8	77,3	10,9
65 - 74	13,8	10,6	20,3	13,3	14,1	15,6	13,8	7,3	12,5	85,4	13,8
75 und älter	22,9	6,7	20,4	26,9	21,9	21,2	22,9	11,4	28,1	82,4	22,9
Insgesamt	14,2	20,8	20,2	13,1	12,6	12,9	14,2	7,5	21,4	77,3	14,2
Insgesamt	39,1	29,0	31,8	35,3	44,3	55,3	39,1	47,0	39,1	22,7	39,1

Leider sind in der MiD, wie erwähnt, aus Datenschutzgründen keine Ziele verschlüsselt, so dass die gezeigten Modal-Split-Werte nicht relationsbezogen ermittelt und den Angebotseigenschaften der Verkehrsmittel gegenübergestellt werden konnten. Damit ließen sich auf der Basis der MiD-Befragung keine Zusammenhangsanalysen zwischen Verkehrsangebot und Modal-Split durchführen.

Zur Bestimmung der Modal-Split-Gewichte in der gezeigten Formel (4) wurde deshalb folgendermaßen vorgegangen:

- (a) Es erfolgte eine "Übersetzung" der Gewichte aus dem Vorgängermodell²⁷, da diese aus den damals vorliegenden Daten MiD 2002 und Dateline 2001/2002 (mit relationsbezogener Verschlüsselung) abgeleitet worden waren.
- (b) Mit dem so angepassten Modell wurden unter Zugrundelegung der Verkehrswiderstände von 2004 die Verkehrsmittelanteile für die Analysematrix 2004 aus der Prognose 2025 der deutschlandweiten Verkehrsverflechtungen (PdVV 2025) ermittelt und mit der damaligen Matrix bzw. den Modal-Split-Zahlen verglichen.
- (c) Die Gewichte wurden dann so verändert, dass die Verkehrsmittelanteile gemäß MiD in Eckwerten (Personenfahrten und Pkm) je Personengruppe auch tatsächlich getroffen wurden.
- (d) Es erfolgte eine Kalibrierung, indem das Modell für die Gesamtmatrix (nach Zielwahl) angewendet und mit den Eckwerten gemäß "Verkehr in Zahlen" je Verkehrsmittel und Fahrzwecke abgeglichen wurde. Dies erfolgte durch Anpassung der Splitgewichte.

Die so gewichteten Splitgewichte liegen je Fahrtzweck in einer Bandbreite von

- 1 bis 2 beim Koeffizienten β (erfahrungsgemäß höchste Werte, d.h. stärkste Reaktion auf Unterschiede bei den Widerständen im Geschäftsreiseverkehr, niedrigste beim Urlaubs- und Ausbildungsverkehr)
- 0,1 bis 0,2 beim Koeffizienten γ (auch hier höchste Werte beim Geschäftsreiseverkehr sowie bei Fernpendlern, niedrigste beim Ausbildungsverkehr).

²⁷ Anwendung für die PdVV 2025 (Intraplan Consult GmbH und BVU Beratergruppe Verkehr + Umwelt GmbH: Prognose der deutschlandweiten Verkehrsverflechtungen 2025, im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung); dieses Modell ist auf der Grundlage der vormaligen Erhebung MiD (Nahverkehr) und Dateline (Fernverkehr) erstellt worden

Dabei reagiert der Koeffizient β auf

- **relative** Unterschiede zwischen den Verkehrsmitteln (Reisezeitverhältnis bzw. hier **Verhältnis** der Generalisierten Kosten) und der Koeffizient γ auf
- **absolute** Unterschiede zwischen den Verkehrsmitteln (z.B. Reisezeitdifferenz bzw. hier **Differenz** bei den Generalisierten Kosten).

Durch die Kombination dieser beiden Koeffizienten, wie die in dem verwendeten Modelltyp geschieht, lässt sich die Realität abbilden. In der Tat berücksichtigen Verkehrsmittelnutzer beide Faktoren (Kostenverhältnis, Kostendifferenz) in ihrer Verkehrsmittelwahl. Das Modell lässt sich damit gut gleichzeitig bzw. konsistent für Nah- und Fernverkehrsrelationen mit ihren unterschiedlichen Wertebereichen einsetzen.

2.2.2.6 Verkehrswiderstände

Bei den Verkehrswiderständen, der Widerstandsmatrix handelt es sich um Kenngrößen, die das Verkehrsangebot zwischen Quelle und Ziel beschreiben, also Entfernung, Fahrzeit, Fahrtkosten, im öffentlichen Verkehr Umsteigenotwendigkeiten, Bedienungshäufigkeiten, usw. ("Raumwiderstände").

Die Widerstände der konkurrierenden Verkehrsmittel MIV und ÖV wurden **je Quelle-Ziel-Relation** aus den Netzmodellen der Lose 4 und 5 bzw. dem intermodalen Gesamtnetz abgeleitet.

Die in unterschiedlichen Dimensionen vorliegenden Einflussgrößen wurden je Quelle-Ziel-Relation qz, Verkehrsmittel vm und Fahrtzweck fz nach der folgenden Formel in "**Generalisierte Kosten**" (**GK**) umgerechnet.

$$(5) \quad GK = (t + DK + ER + ZV) \cdot VT + FP$$

mit

t	Reisezeit
DK	Diskomfort
ER	Erschließung
ZV	Zuverlässigkeit/Pünktlichkeit

VT Zeitwert (value of time)
FP Fahrpreis bzw. Nutzerkosten

Davon setzt sich die **Reisezeit t** wie folgt zusammen:

$$(6) \quad t = (t_i + t_a + t_z)$$

mit

t_i Fahrzeit vom Ersteinstieg bis Letztausstieg im Hauptverkehrsmittel
 t_a Anpassungszeit (Funktion aus der Bedienungshäufigkeit, bei den individuellen Verkehrsmitteln "Null")
 t_z Zugangszeit (Anbindungszeit ggf. intermodal)

Diese "physikalischen" Größen werden direkt aus den drei Netzmodellen Bahn, Luft und Straße ermittelt.

Der **Diskomfort (DK)** beschreibt bzw. bewertet die mehr oder minder bestehenden "Unannehmlichkeiten" der Reisen oder z.B. die Tatsache, ob man während der Fahrt arbeiten oder lesen kann u.a., und setzt sich als Gewichtung der Reisezeit aus folgenden Variablen zusammen:

$$(7) \quad DK = SZ \cdot t + UP + PZ$$

mit

t Reisezeit (siehe oben)
 SZ Systemfaktor (Maßgeblich ist der MIV mit "0", bei der Bahn werden die Systeme A (ICE), B (übriger SPFV), C (Nahverkehr) unterschieden)
 UP Umsteigezuschlag (nicht im MIV)
 PZ Pausenzeitzuschlag in Abhängigkeit von der Reisedauer (bei längeren Relationen im Fernreiseverkehr, insbesondere im MIV ab ca. 4 h), spiegelt auch Übernachtungsnotwendigkeit bei ganz langen internationalen Landverkehrsstrecken wider

$$(8) \quad UP = U \cdot p_y$$

mit

U Anzahl Umsteigevorgänge
 p_y "Penalty" (Zuschlag) zusätzlich zur Zeit, weil Umsteigen mit Unbequemlichkeit verbunden ist

und

$$(9) \quad PZ = (t_i - h) \cdot p$$

mit

t_i Fahrzeit vom Ersteinstieg bis Letztausstieg im Hauptverkehrsmittel

h maximale Zeit in Minuten, bis zu der keine Pause angenommen wird

p Pausenfaktor

Mit dem **Erschließungsgrad ER** wird berücksichtigt, dass die regionale Erschließung durch die einzelnen Verkehrsmittel unterschiedlich ist. Diese Variable berücksichtigt zusätzlich zur "physikalischen" Größe "Anbindungszeit", dass die Nutzung der Verkehrsmittel mit deren **Verfügbarkeit** zusammenhängt. In Regionen fernab eines Fernbahnhofs sinkt z.B. deren Nutzung, unabhängig davon, ob z.B. durch intermodale Transportketten das Reiseziel genauso schnell erreichbar ist wie von einer im Bahnverkehr erschlossenen Region. Auch bei den Flughäfen lässt sich nachweisen, dass die Nutzung des Verkehrsmittels Luftverkehrs in zunehmender Entfernung vom Flughafen auch auf Relationen abnimmt, wo keine Landverkehrsmittel als Alternative zur Verfügung stehen. **Durch die Anbindungszeit allein lässt sich dieser empirische Befund nicht hinreichend abbilden**, so dass die meisten Fernverkehrsmodelle eine zu geringe Varianz des Modal-Splits in regionaler Hinsicht abbilden.

$$(10) \quad ER = E \cdot t$$

mit

t Reisezeit

E Erschließungsquotient je Verkehrsmittel und Verkehrszelle q und z

Die Erschließungsgewichte wurden in Abhängigkeit von der Erreichbarkeit/Erschließung der Region in den Verkehrsmitteln Bahn, ÖSPV, und Flugzeug je Region festgelegt.

Die Berücksichtigung der **Zuverlässigkeit ZV** bei der Berechnung des Kundennutzens ist ein Ziel des Projektes "Grundsätzliche Überprüfung und Weiterentwicklung der Nutzen-Kosten-Analyse im Bewertungsverfahren der Bundesverkehrswegeplanung".²⁸ Da die Ergebnisse bei Bearbeitung noch nicht vorlagen, wurde hier eine pauschale Berücksichtigung angenommen.

²⁸ Intraplan Consult GmbH, Planco Consulting GmbH, TUBS GmbH: Grundsätzliche Überprüfung und Weiterentwicklung der Nutzen-Kosten-Analyse im Bewertungsverfahren der Bundesverkehrswegeplanung, FE-Nr. 96007/2011, im Auftrag des Bundesministers für Verkehr und digitale Infrastruktur, 2014

$$(11) \quad ZV_e = p_{SY} \cdot (1 + 2 \cdot U) \cdot v_{SY}$$

mit

p_{SY}	Verspätungsquote (Bahn, Luft)
U	Umsteigehäufigkeit
v_{SY}	durchschnittliche Verspätung je System

Die Verspätungsquoten wurden von der DB AG für die einzelnen Zugkategorien bzw. der ADV (Luftverkehr) zur Verfügung gestellt.²⁹

Im MIV wurden die **Stauwahrscheinlichkeit** (abgeleitet aus der Differenz zwischen der Fahrzeit im unbelasteten gegenüber der im belasteten Netz) und Zuverlässigkeitsfunktionen berücksichtigt.

Es handelt sich hier nur um eine relativ pauschale, dennoch robuste Berücksichtigung dieses Sachverhalts, um für die Prognose mögliche Steigerungen bei der Zuverlässigkeit/Pünktlichkeit abbilden zu können. Die Ergebnisse des hierzu durchgeführten Forschungsvorhabens³⁰ standen noch nicht zur Verfügung, werden aber voraussichtlich bei den Projektbewertungen berücksichtigt.

Der **Zeitwert VT** ist der Bewertungsmaßstab für die Umrechnung der Zeiteinheiten in Kosteneinheiten und wird nach Fahrtzwecken unterschieden. Abgestimmt mit dem vorerwähnten Forschungsprojekt "Grundsätzliche Überprüfung und Weiterentwicklung der Nutzen-Kosten-Analyse im Bewertungsverfahren der Bundesverkehrswegeplanung" wird von den folgenden Werten, abhängig von der Reisezeit ausgegangen:

- Geschäftsfahrten 20 - 75 €/h (letzterer Wert ab einer Reisezeit von 3 h)
- Privatfahrten 5 - 8 €/h (letzterer Wert ab einer Reisezeit von 1,5 h)
- Arbeitspendler 6 - 8 €/h (letzterer Wert ab einer Reisezeit von 1,5 h)
- Ausbildungspendler 1 - 3 €/h (letzterer Wert ab einer Reisezeit von 1 h)

²⁹ Die Verspätungsquoten für den Istzustand wurden je Zugkategorie von der DB AG zur Verfügung gestellt (SPFV: 28 %, SPNV 10,4 %, S-Bahn 9,1 %). Bei der Luft stammen die Daten von der Pünktlichkeitsstatistik der ECAC (10 %).

³⁰ Erfassung des Indikators "Zuverlässigkeit des Verkehrsablaufs" im Bewertungsverfahren der Bundesverkehrswegeplanung, zur Zeit in Arbeit

Für die **Fahrpreise/Nutzerkosten FP** wurden je Verkehrsmittel und Fahrtzweck entfernungsabhängig und fahrtzweckspezifisch robuste Preismodelle entwickelt, die auf das oben genannte Forschungsprojekt abgestimmt sind. Dabei geht bei Bahn, Fernlinienbus und Luftverkehr auch eine Entfernungsdegression ein (Formel 12).

$$(12) \quad \begin{aligned} FP &= (km^{dg} \cdot kp) \cdot SY + Z + An \\ MM &\leq (km^{dg} \cdot kp) \cdot SY + Z \leq MX \end{aligned}$$

mit:

- km Entfernung in km aus Netzmodell
- dg Degression: Exponent < 1 auf km
- kp Kilometerpreis in €
- Z ggf. Zuschlag (z.B. IC-Zuschlag)
- MX Maximalpreis in € je Verkehrsmittel und System sowie Fahrtzweck
- MM Minimalpreis in € je Verkehrsmittel und System sowie Fahrtzweck
- An Anbindungskosten in €
- SY Systemfaktor je Verkehrsmittel sowie System innerhalb des Verkehrsmodells (SPNV bei Zug und Bus, Netzgesellschaften, Low-Cost, Touristik beim Luftverkehr)

Dieses Tarifmodell ist zunächst anhand ausgewählter Preisbeispiele entwickelt und dann durch Hochrechnung der Gesamtmatrix und **Vergleich** des Gesamtwertes der so errechneten Einnahmen **mit den Geschäftsberichten** der DB AG und ausgewählten Luftverkehrsgesellschaften³¹ geeicht worden.

Für den MIV wurden nur die variablen Kosten berücksichtigt, weil nur diese von den Nutzern als entscheidungsrelevant für die Fahrtentscheidung bzw. die Verkehrsmittelwahl angesehen werden. Die Preisformel lautet hier:

$$(13) \quad FP_p = (km \cdot bp + ap + Mt)/bs_{fz}$$

mit:

- FP Fahrpreise/Nutzerkosten
- km Entfernung in km gemäß Straßennetzmodell

³¹ Association of European Airlines (AEA): Summary of Traffic and Airline Results (S.T.A.R.), jährlich

- bp Kraftstoffkosten /km (0,1 - 0,12 €/Pkw-km, abhängig vom Fahrtzweck³²)
- Mt ggf. Mautkosten z.B. für Auslandsstrecken, Fährlinien aus den Netzmodellen
- ap Parkkosten in Abhängigkeit von Raumstruktur am Ziel (0 - 5 €)
- bs_{fz} Besetzungsgrad abhängig vom Fahrtzweck (abgestimmt mit Los 4)

Während von den genannten Variablen die **Nutzerkosten** und **fahrzeitbezogene Angebotseigenschaften** aus den Verkehrsnetzen und Erlösstatistiken relativ "hart" ermittelt werden können, sind die Größen Diskomfort (DK), Erschließungsgrad (ER) und Zuverlässigkeit (ZV) eher "weiche Variable", die aber notwendig sind, um die tatsächliche Varianz bei den Verkehrsmitteln einzubeziehen. Die Bewertung dieser Variablen erfolgte heuristisch (d.h. aufgrund der Erfahrung der Gutachter)

Für den **Binnenverkehr der Verkehrszellen** wurden unabhängig von den Verkehrsnetzen die Widerstände geschätzt. Dies war erforderlich, weil eine **Modellierung des Gesamtverkehrs nicht ohne den Zellbinnenverkehr** erfolgen kann, in dem sogar, mit Ausnahme von Bahn, Reisebus/Fernlinienbus und Flugzeug, der größte Teil der Personenfahrten, insbesondere im ÖSPV und im nichtmotorisierten Verkehr stattfindet. Hier wurden anhand der Flächengröße der Verkehrszellen (und zwar der modellintern verfeinerten Verkehrszellen) durchschnittliche Entfernungen geschätzt.

$$(14) \quad d_{BV} = (\sqrt{AR/3,14})^{vf}$$

$$\text{mind} \leq d \leq \text{maxd}$$

mit

d_{BV} Entfernung im Binnenverkehr der Zellen

AR Fläche der Zone in km²

vf verkehrsmittel- und fahrtzweckspezifischer Exponent

mind Mindestentfernung je Verkehrsmittel in km

maxd Maximalentfernung je Verkehrsmittel in km

Indem nun für die relevanten Verkehrsmittel Durchschnittsgeschwindigkeiten festgelegt wurden, und zwar nach Raumstrukturtypen differenziert³³, konnten auf diese Weise Fahrzeiten je Verkehrsmittel und Fahrtzweck im Zellbinnenverkehr ermittelt werden, die mit den gleichen Kosten- und Wertansätzen (Fahrpreise, Zeitwerte) wie bei den Netzwiderständen belegt wurden.

³² In der Regel sind Fahrzeuge im Geschäftsreiseverkehr größer und verbrauchen damit mehr Kraftstoff.

³³ So ist die Durchschnittsgeschwindigkeit im MIV in Kernstädten niedriger als im ländlichen Raum. Im ÖSPV ist dies aufgrund von Schnellbahnen meist umgekehrt.

Die so ermittelten Entfernungen für den Zellbinnenverkehr dienen auch zur Ermittlung der Verkehrsleistung, die aus den Netzwiderständen aufgrund des hohen Verkehrsanteils des Zellbinnenverkehrs nicht vollständig ermittelt werden kann. Durch diese Vorgehensweise, insbesondere der Berücksichtigung von Flächengröße und Raumstrukturen der Verkehrszellen, ist die Berechnung genauer als mit pauschalen, einheitlichen Entfernungen für den Zellbinnenverkehr. Es ließen sich damit auch Veränderungen zwischen Analyse und Prognose bestimmen, wenn z.B. flächengroße ländliche Zellen stärkere Einwohnerrückgänge zu verzeichnen haben als kleinere städtische Regionen.

Eine weitere notwendige Ergänzung der Systematik der aus den Netzen ermittelten Widerstände stellte die **Behandlung von Nachbarrelationen** dar. Da die Widerstände zwischen Verkehrszellen anhand zentral gelegener Verkehrsknoten ermittelt werden, führt dies in der Regel zu zu großen durchschnittlichen Fahrtentfernungen bzw. Widerständen bei Nachbarrelationen, bei denen in der Praxis im Detail, das heißt innerhalb des Quelle-Ziel-Paars nähere Ziele stärker nachgefragt werden als entferntere Ziele. Die zu großen Widerstände führen zu einer deutlichen Unterschätzung des modellierten Verkehrs insbesondere beim MIV, beim Bus und beim Fahrradverkehr. Die Überschätzung der Durchschnittsentfernung bei solchen Relationen führt dann umgekehrt aber zu einer Überschätzung der berechneten Verkehrsleistung, wenn die Korrektur nur im Rahmen der Nachfrageberechnungen und nicht bei den Netzwiderständen selbst erfolgt. Daher wurden die Widerstände einschließlich Entfernungen der Nachbarrelationen je Verkehrsmittel pauschal abgemindert. Bei nicht benachbarten Relationen wurde keine Korrektur vorgenommen, denn bei entfernter gelegenen Quelle-Ziel-Paaren ist nicht mehr von einer Überschätzung der Verkehrswiderstände und Unterschätzung der Nachfrage auszugehen, einerseits wegen der dazu geringeren Varianz der Entfernungen bzw. Widerstände innerhalb eines Quelle-Ziel-Paares, andererseits, weil bei entfernteren Quelle-Ziel-Relationen in der Tat eher der zentrale Ort der Verkehrszelle, wo meist auch der Netzknoten liegt, als Ziel gewählt wird.

Für die **nicht direkt in den Netzmodellen erfassten Verkehrsmittel ÖSPV, Fahrrad- und Fußverkehr** (letztere nur im Zellbinnenverkehr betrachtet) wurden die Widerstände aus den Straßennetzmodellen mit den oben beschriebenen Ergänzungen zum Zellbinnenverkehr und für Nachbarrelationen abgeleitet. Für den ÖSPV wurde dabei nach Raumstrukturtypen unterschieden, weil das Angebot im öffentlichen Personennahverkehr naturgemäß in den Städten viel größer ist als in ländlichen Gebieten und zudem in den Großstädten meist leistungsfähige und schnellere Verkehrsmittel (Stadtbahn, U-Bahn) zur Verfügung stehen.

Für den sich im Bearbeitungszeitraum dynamisch entwickelnden **Fernlinienbusverkehr** wurde ein eigenes Netzmodell aufgebaut, indem die bis Mitte 2013 bestehenden Angebote als Städtepaare mit Bedienungshäufigkeiten erfasst und mit den Straßenwiderständen verknüpft wurden. "Angebotslücken", d.h. noch nicht erschlossene Städtepaare wurden analysiert und manuell ergänzt sowie Netzverknüpfungen angenommen, die heute oft noch nicht existieren, weil die Busbetreiber keine preislich und fahrplantechnisch abgestimmten betreiberübergreifende Angebote zur Verfügung stellen. Solche abgestimmten Angebote, das ist zu erwarten, wird es in 2030 stärker als bisher geben, wie die Busnetze in europäischen Ländern mit längerer "Fernbus-Tradition" zeigen (z.B. Vereinigtes Königreich, Schweden).

2.2.3 Ermittlung der Nachfragematrix 2010

2.2.3.1 Generelle Vorgehensweise

Im **Personenverkehr** liegen aus der amtlichen Statistik oder aus sonstigen öffentlich zugänglichen Quellen **keine umfassenden Datengrundlagen** zur regionalen Struktur des Verkehrs vor.

Deshalb war die Verflechtungsmatrix für den Istzustand 2010 größtenteils **auf der Basis von Modellrechnungen** zu bestimmen. Dazu diente das in Kap. 2.2.2 beschriebene Verkehrsmodell. Einziger Verkehrsträger, für den **die Verflechtungsmatrix** mehr oder weniger vollständig **empirisch** ermittelt werden konnte, ist der **Luftverkehr**. Gleichwohl gibt es darüber hinaus eine **Reihe von empirischen Daten, aus denen sich die Verkehrsverflechtungen für Teilbereiche oder auf aggregiertem Niveau direkt ermitteln lassen**. Diese Daten wurden bei der Ermittlung der Personenverkehrsverflechtungen direkt verwendet, das heißt, nicht nur in Auszügen zur Kalibrierung des Modells verwendet.

In der Tat wäre es ohne die Einbeziehung empirischer Matrixelemente ein nahezu unmögliches Vorhaben, die komplexen Verkehrsstrukturen hinsichtlich der deutschlandweiten Verkehrsverflechtungen allein durch ein Verkehrsmodell, auch wenn es noch so differenziert und wissenschaftlich abgesichert ist, valide abzubilden. Selbst im Nahverkehr, der deutlich mehr von regelmäßigen Verkehrsstrukturen und Verkehrsverflechtungsmustern geprägt ist als der Fernverkehr, sind für große Räume, wie z.B. Ballungsräume, Matrizen der Verkehrsverflechtungen, die allein auf Modellrechnungen beruhen, erfahrungsgemäß in der Regel höchst problematisch. Da es im vorliegenden Falle darum geht, konsistente Matrizen

- für **alle Verkehrsmittel**, vom Fußgängerverkehr bis zum ICE bzw. Flugzeug,
- für **alle Entfernungsklassen**, von nahe Null bis tausend Kilometer und mehr,
- für den **Binnen- und internationalen** einschließlich **Durchgangsverkehr**,
- für **alle Fahrtzwecke**, von der täglichen Fahrt zur Schule/Arbeitsstätte bis zur einmaligen Urlaubsfahrt

zu erstellen, ist es zwingend erforderlich, Modellrechnungen mit empirischen Matrixdaten bzw. -elementen zu verknüpfen, um zu einem validen Ergebnis zu kommen.

Im vorliegenden Fall waren dabei folgende **drei Hauptarbeitsschritte** durchzuführen:

- (1) Bildung einer **Modellmatrix**
- (2) Einbeziehung aller verfügbaren **empirischen Matrixelemente** bzw. empirischer Daten zur regionalen Verflechtung des Verkehrs
- (3) **Rückkoppelung** mit den verkehrszweigspezifischen Losen, d.h. Vergleich zwischen umgelegter Matrix und Querschnittszählungen

Dabei hat das im Rahmen der Analysematrix eingesetzte Verkehrsmodell zwei Aufgaben:

- (a) Die vollständige Erstellung der Matrix **für diejenigen Bereiche, für die keine empirischen Matrixelemente zur Verfügung** stehen.
- (b) Die Ermittlung der **Feinstruktur** für diejenigen Bereiche, für die empirische Matrixelemente in größeren regionalen oder sektoralen Aggregaten zur Verfügung stehen.

2.2.3.2 Empirische Matrixelemente

(1) Überblick

Um eine möglichst realistische Abbildung der Verkehrsverflechtungen in Deutschland zu erhalten, wurden die aus der Statistik oder aus Erhebungen vorhandenen Verflechtungsstrukturen ausgewertet und in die Verflechtungsmatrix eingearbeitet. In der Tat stehen aus unterschiedlichen Quellen abgesicherte Daten zu den räumlichen Verflechtungen zur Verfügung. Eine Liste derartiger Daten ist in der folgenden Tab. 2-13 gezeigt.

Diese Daten sind jedoch sehr heterogen und unterscheiden sich hinsichtlich räumlicher Feinheit, Verkehrsmittelbezug, Fahrtzweck und Vollständigkeit erheblich. Entsprechend hoch ist der Aufwand zur Aufbereitung, Umschlüsselung, Zuordnung und Einarbeitung in die Gesamtmatrix.

Tab. 2-13: Übersicht über die verwendeten empirischen Matricelemente

Quelle/Datei (Jahr)	räumliche Struktur	Verkehrsmittel	Fahrtzwecke	Vollständigkeit
1. Pendlerdaten (BAA) (2010)	feinräumig, Quelle-Ziel	nein	ja (Arbeit)	nur sozialversicherungspflichtig Erwerbstätige
2. Amtliche Fremdenverkehrsstatistik(2010)				
2.1 Gästeankünfte nach Regionen	NUTS 3 x Inland/Ausland	nein	eingeschränkt (touristisch + mehrtägig Geschäft)	gewerbliche Unterkünfte
2.2 Gästeankünfte nach Bundesländern	Bundesland x Inland/Länder (Ländergruppen im Ausland)	nein	eingeschränkt (touristisch + mehrtägig Geschäft)	gewerbliche Unterkünfte
2.3 Deutsche Touristen im Ausland (UNWTO-Statistik)	Land x Land	nein	eingeschränkt (touristisch + mehrtägig Geschäft)	gewerbliche Unterkünfte
2.4 Statistiken einzelner Nachbarländer (z.B. Österreich)	Bundesland/Region x Bundesland Deutschland	nein	eingeschränkt (touristisch + mehrtägig Geschäft)	gewerbliche Unterkünfte
2.5 Geschäftsreisemarkt Deutschland (Sonderauswertung Deutschland-Tourismus)	Land x Land	nein	ja (Geschäft) (dadurch überschlägliche Trennung Geschäft/Urlaub bei den o.g. Quellen möglich)	Übernachtungsgäste
3. VDV-Statistik/ Verbundstatistik (2010)				
3.1 VDV-ÖSPV-Statistik	Bedienungsräume, meist kompatibel mit Verkehrszellen	ja (ÖSPV)	nein	größter Teil des ÖSPV-Linienvverkehrs
3.2 Verbundstatistiken	Verkehrsverbünde	ja Bahn/ ÖSPV	nein	großer Teil des deutschen ÖPNV

Tab. 2-13: (Fortsetzung)

Quelle/Datei (Jahr)	räumliche Struktur	Verkehrsmittel	Fahrtzwecke	Vollständigkeit
4. Radverkehr (2008 MiD, ViZ)	Fahrradnutzung je Bundesland	ja (Rad)	nein	ja (Deutschland)
5. Eisenbahn				
5.1 Internationaler Verkehr (amtlich 2010)	Deutschland x Länder im Ausland	ja (Bahn)	nein	Problem "gebrochene Verkehre" an Grenzbahnhöfe (z.B. Basel, Salzburg)
5.2 Bundesländermatrix (Stat. Bundesamt 2010)	Bundesland x Bundesland (+ Ausland insges.)	ja (Bahn)	nein	ja
5.2A NUTS 2-Regionen 2010, interne Daten für 5.2 und 5.1 (Sonderauswertung Stat. Bundesamt)	NUTS 2/Ausland	ja (Bahn)	nein	Aufgrund begrenzter Stichprobe der Erhebung nur eingeschränkte Zuverlässigkeit der Einzelwerte
5.3 Querschnittszählungen	Grenzabschnitte	ja (Bahn)	nein	internationaler Verkehr nach Strecken
5.4 Matrix 2010 der DB AG auf Basis hochgerechneter Fahrscheinvverkäufe	NUTS 3, Ausland nach Regionen	ja (Bahn)	ja (ähnlich wie BVWP)	Geschäftsdaten der DB AG, Nutzung durch spezielle Datenvereinbarung mit DB AG eingeschränkt
6. Luftverkehr				
6.1. Luftrelationsstatistik (Stat. Bundesamt)	Flughafen - Flughafen	ja (Flugzeug)	nein	komplett
6.2 Fluggastbefragungen (Flughäfen)	Flughafen - NUTS 3	ja (Flugzeug)	ja (Geschäft/Privat)	fast alle Flughäfen
7. MiD (Matrixauswertungen 2008)	mindestens Bundesland x Deutschland/Ausland	ja (alle)	ja	Stichprobe (nur deutsche Wohnbevölkerung)

Der Ablauf bei der Berücksichtigung der empirischen Matricelemente ist folgender:

- (a) Die Daten wurden hinsichtlich der Verkehrseinheit (z.B. Personen -> Personenfahrten, Reisen -> Personenfahrten), des zeitlichen Bezugs (z.B. Tag -> Jahr, Jahr 2008 -> Jahr

- 2010), der Fahrtweiten und Verkehrsmitteldefinitionen mit der **Systematik der vorliegenden Prognose** harmonisiert, wozu Umschlüsselungen und zum Teil Hochrechnungen erforderlich sind.
- (b) Es erfolgte eine **Aggregation der Modellmatrix auf die jeweilige Struktur des empirischen Datenbausteins**, und zwar nach **Raumeinheiten** (z.B. Zusammenfassung der Verkehrszellen zu Raumordnungsregionen beim Datenbaustein Schienenpersonenverkehr), **Fahrtzweck** (z.B. ist die VDV-Statistik zum ÖPSV nicht nach Fahrtzwecken unterschieden) und **Verkehrsmitteln** (so ist z.B. die Pendlerstatistik nicht nach Verkehrsmitteln differenziert).
 - (c) Die jeweiligen **Aggregate der Modellmatrix** werden nun auf die **"Sollwerte" des empirischen Matrixbausteins hochgerechnet**. Zum Beispiel sind aus der Fremdenverkehrsstatistik Urlaubsgäste je deutschem Bundesland in den einzelnen österreichischen Bundesländern bekannt. Die entsprechenden Matrixaggregate aus der Modellmatrix für den Fahrtzweck Urlaub wurde infolgedessen auf diese Werte hochgerechnet. **Innerhalb der Aggregate**, hier über alle Quelle-Ziel-Relationen zwischen deutschen Bundesländern und österreichischen Bundesländern und über alle Verkehrsmittel kommt dann der **gleiche Hochrechnungsfaktor zu Geltung**.
 - (d) Da die Matrixelemente sich "überschneiden können", z.B. VDV-Statistik zum Öffentlichen Personenverkehr (keine Fahrtzwecke, aber Verkehrsmittel bekannt), mit der Pendlerstatistik (keine Verkehrsmittel, aber Fahrtzweck bekannt) oder Luftverkehrsstatistik mit der Tourismusstatistik, erfolgte eine **Rückkoppelung**, so dass sichergestellt war, dass durch Überlagerung der Hochrechnungsfaktoren je Matrixbaustein gemäß (c)) die Sollwerte der einzelnen Aggregate der empirischen Matrixelemente weiterhin, soweit möglich, eingehalten werden.

Die einzelnen Datengrundlagen und deren Einbeziehung in die Matrix werden im Folgenden in der in Tab. 2-13 aufgeführten Reihenfolge beschrieben.

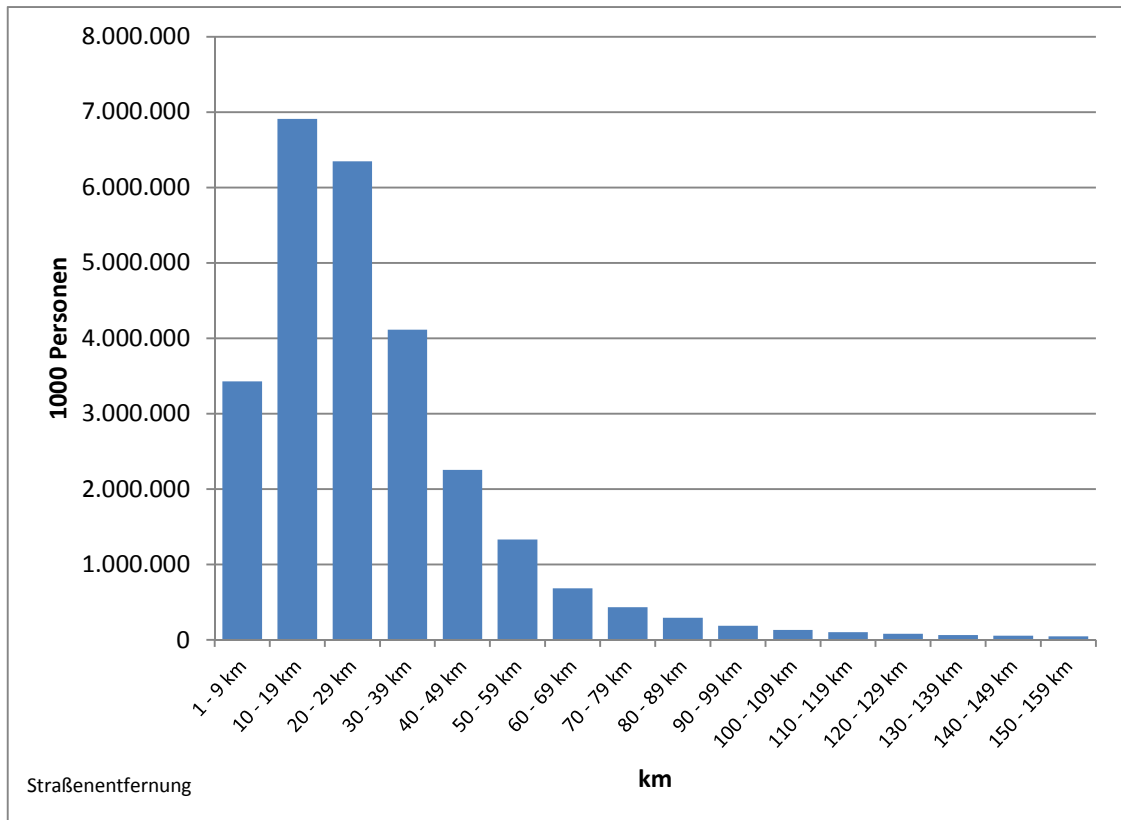
(2) Pendlerstatistik

Die Pendlerstatistik der Bundesagentur für Arbeit gibt für sämtliche sozialversicherungspflichtige Arbeitnehmer Wohnort und Arbeitsort auf aggregiertem Niveau an. Daraus lässt sich ein umfassendes Bild zu den Pendlerverflechtungen in Deutschland ermitteln. Allerdings ist die Auswertung und Hochrechnung dieser Daten zu einer Verflechtungsmatrix durchaus komplex:

- Aus Datenschutzgründen sind hier "**kleine Zahlen**" der detaillierten Verflechtungen (bis Gemeindeebene) unterdrückt, was einer mehrstufigen Hochrechnung bedarf. So sind einzelne Werte nicht mehr auf Gemeindeebene, sondern nur mehr auf Kreisebene angegeben (Kreisumme höher als Summe über die kreisangehörigen Gemeinden). Wenn auch die Zahlen auf Kreisebene zu klein sind, sind nur Länderwerte angegeben (Ländersumme größer als Kreisummen). Die nicht nach Gemeinden/Kreisen differenzierten Daten wurden auf die nicht erfassten Gemeinden/Kreise aufgeteilt. Grundlage hierfür ist die Aufteilung durch die Modellverteilung/Modellmatrix gemäß Kap.2.2.2.
- Ferner sind bei der Hochrechnung die **nicht sozialversicherungspflichtigen Arbeitnehmer** (Beamte, Selbstständige, Landwirte, Geringverdiener) zu berücksichtigen. Dabei ist zu beachten, dass bei einem Großteil dieser Gruppe die Wegelänge durchschnittlich geringer ist als bei den in der Pendlerstatistik erfassten Arbeitnehmer (Geringverdiener) bzw. dass ein größerer Teil der nicht sozialversicherungspflichtig Beschäftigten gar nicht pendelt (vor allem Landwirte, mithelfende Familienmitglieder).
- In der Pendlerstatistik sind im Ausland lebende Arbeitnehmer deutscher Arbeitsstätten berücksichtigt, sofern sie sozialversicherungspflichtig sind, nicht aber **Deutsche, die im Ausland arbeiten**, was in einigen Regionen (insbesondere deutsches Umland von Basel, Salzburg, Maastricht) von erheblicher Bedeutung ist. Die Eckwerte hierzu sind aus der Bundesstatistik bekannt, die mit amtlichen Statistiken (z.B. der Schweiz über Grenzgänger) abgeglichen wurden. Die Feinverteilung erfolgte auch hier auf der Basis der Modellrechnungen gemäß Kap. 2.2.2.
- Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass aufgrund fehlender Berücksichtigung von **Zweitwohnsitzen** die Entfernungen zum Teil zu weit fürs tägliche Pendeln sind und daher ein **Anteil von Wochenendpendlern** abgeschätzt werden muss (der aber dann in den entsprechenden Fahrtzwecken berücksichtigt ist).

Abb. 2-8 zeigt die Entfernungsverteilung der Pendlerströme (vor Hochrechnung), und zwar die Straßenentfernung.

Abb. 2-8: Pendlerstatistik: Entfernungsverteilung Wohnort - Arbeitsort



Die so aufbereitete und ergänzte Pendlerstatistik wurde auf den Eckwert der Berufsverkehrsfahrten gemäß **"Verkehr in Zahlen"** hochgerechnet und mit dem oben beschriebenen Verfahren in die vorliegende Quelle-Ziel-Matrix für 2010 eingerechnet. Damit ist die Quelle-Ziel-Matrix für diesen Fahrtzweck in seiner räumlichen Struktur weitgehend empirischer Natur. Der Modal-Split ist allerdings aus der Pendlerstatistik nicht bekannt.

(3) Fremdenverkehrsstatistik

Eine der umfassendsten Statistiken, die Auskünfte zur regionalen Struktur eines wichtigen Teils des Personenfernverkehrs gibt, ist die Fremdenverkehrsstatistik. Diese Daten sind unseres Wissens für **Zwecke der Bundesverkehrswegeplanung bisher nicht genutzt** worden. Deren Berücksichtigung ist allerdings nicht unkompliziert und kann nur durch Kombination mehrerer Quellen erfolgen.

Dabei ist die erste die Statistik der **Gästeankünfte je Landkreis/kreisfreier Stadt**, die nach In- und Ausländern unterscheidet.³⁴ Daraus lässt sich der **touristische "Zielverkehr"** dieser Regionen ermitteln. Zwei Dinge sind dabei zu beachten.

- Es handelt sich **nicht nur um "Privatreisende"**, sondern auch um **Geschäftsreisende**, sofern sie in Gästeunterkünften übernachten. Es ist also jeweils ein Anteil abzuschätzen, der auf diese beiden Kategorien entfällt. Im Eckwert lässt sich dies aus den einschlägigen Quellen (Reiseanalyse) ableiten. Für die Aufteilung je Verkehrszelle sind hier die Raumstrukturtypen gemäß Kapitel 2.2.1 die Grundlage (hoher Geschäftsreiseanteil in Städten, insbesondere in Städten ohne touristische Bedeutung (vgl. Kap. 2.2.2.2), niedriger in Fremdenverkehrsregionen).
- Es handelt sich nur um **Übernachtungsgäste** im größten Teil der gewerblichen Beherbergungsbetriebe. Tagesreisende (bei Geschäftsreisen durchaus häufig auch bei großen Reisezeiten) und **Übernachtungsgäste in kleinen Betrieben und Privatunterkünften** sind nicht erfasst. Durch letzteres ist die **Anzahl der Übernachtungsgäste unterschätzt**.

Diese Untererfassung wurde korrigiert, und zwar für die **deutsche Wohnbevölkerung** anhand der MiD-Fernverkehrserhebung, aus der sich **Gesamtzahlen** der Inlandtouristen bzw. bei **Geschäftsreisen Übernachtungsreisen** ableiten lassen. Für die **Auslandstouristen**, die nicht in der MiD erfasst sind, erfolgte eine pauschale Hochrechnung anhand der geschätzten Gästeankünfte insgesamt, d.h. einschließlich der Touristen in privaten und kleingewerblichen Unterkünften, anhand der Ergebnisse der Erhebungen von IPK International³⁵.

Aus der Statistik zum Reiseverhalten der Deutschen³⁶ und der der **Gästeankünfte je Bundesland** in Deutschland³⁷ (sowie Österreich und Kantone in der Schweiz und Regionen in Frankreich)³⁸, die nach Bundesländern/Regionen und dem Ausland unterscheiden, ließen sich Quelle-Ziel-Matrizen des Fremdenverkehrs auf der Ebene von Bundesländern bzw. Auslandsregionen³⁹ ableiten. Für die übrigen Länderpaare gibt es **internationale Statistiken der Gästeankünfte**⁴⁰, so dass die Verflechtungsmatrix auf der Ebene der Staaten erzeugt werden konnte. Da auch eine **Statistik zum Geschäftsreiseverkehr auf Länderebene**⁴¹ verfügbar ist, konnten diese

³⁴ Statistische Berichte der einzelnen Bundesländer zu Gäste und Übernachtungen im Tourismus 2010

³⁵ IPK International Consulting, World Travel Monitor, European Travel Monitor

³⁶ Statistisches Bundesamt: Jahrbuch für die Bundesrepublik Deutschland 2011, Kapitel 15.10.3

³⁷ Statistisches Bundesamt: Jahrbuch für die Bundesrepublik Deutschland 2011, Kapitel 15.10.7

³⁸ In diesen Ländern sind regionale Ergebnisse der Fremdenverkehrsstatistik verfügbar.

³⁹ In Deutschland und Österreich nach Bundesländern, in der Schweiz nach Kantonen, in Frankreich nach Regionen

⁴⁰ World Tourism Organization (UNWTO): Yearbook of Tourism Statistics Data 2005 - 2009 - 2011 Edition

⁴¹ Deutsche Zentrale für Tourismus e.V. (DZT): Reiseland Deutschland -Geschäftsreisemarkt Deutschland 2010/2011

Matrizen in Urlaubs- und Übernachtungsgeschäftsverkehr aufgespalten werden. Insgesamt wurde somit eine Reismatrix Urlaub/Geschäfts-Übernachtungsreisen auf der Ebene der Bundesländer (Inland) und Regionen (Österreich, Schweiz, Frankreich) bzw. Staaten (andere Länder) erzeugt.

Die Hochrechnung der Modellmatrix auf die so aufbereitete Fremdenverkehrsstatistik erfolgte dann in drei Schritten:

- a) Hochrechnung der gesamträumigen Verflechtung (in Deutschland: Bundesland - Bundesland mit dem Ausland: Bundesland - Land oder z.T. feiner (Österreich, Schweiz und Frankreich))
- b) Hochrechnung im **Zielverkehr** je Kreis/kreisfreie Stadt, differenziert nach Inland/Ausland, Rückkoppelung mit a)
- c) Korrektur Verkehrsmittelwahl (nur im Eckwert als Urlaubsverkehr) gemäß Reiseanalyse⁴²

Damit ist der Urlaubsverkehr und Übernachtungsgeschäftsreiseverkehr in seiner regionalen Struktur recht gut empirisch abgesichert.

(4) Statistik zum ÖSPV-Nahverkehr sowie zum Verbundverkehr

Die Pendler- und Touristikdaten beziehen sich auf die **regionale Struktur einzelner Fahrtzwecke ohne Verkehrsmittelaufteilung**. Daher wurden weitere Statistiken erschlossen, die zwar keine Fahrtzwecke enthalten, aber **Auskunft über die regionale Struktur des Verkehrs, einzelner Verkehrsmittel** geben. So wird der größte Teil des Öffentlichen Personennahverkehrs in Deutschland in den großen Verkehrsverbünden durchgeführt. Für diese stehen aus der **VDV-Statistik**⁴³ Beförderungszahlen zur Verfügung. Teilweise kann unter Zuziehung anderer Quellen daraus die Aufteilung in **Bahnverkehr** (weitgehend S-Bahn) und **ÖSPV** vorgenommen werden.

Die Modellergebnisse für diese Gebiete bzw. für den Binnenverkehr dieser Gebiete im Bahn- und Busverkehr wurden entsprechend des oben beschriebenen Verfahrens an die genannten Verbundstatistiken angepasst bzw. hochgerechnet.

⁴² Statistisches Bundesamt: Jahrbuch für die Bundesrepublik Deutschland 2011, Kapitel 15.10.2; F.U.R.: Reiseanalyse

⁴³ Verband Deutscher Verkehrsunternehmen: VDV-Statistik 2010

Daneben liefert die **VDV-Statistik für jedes Mitgliedsunternehmen Beförderungszahlen im ÖSPV**. Da es sich hierbei überwiegend um städtische sowie regionale Verkehrsunternehmen handelt, konnten auch hier über eine räumliche Zuordnung **Sollwerte für die Quelle-Ziel-Matrix bzw. der betreffenden Aggregate der Verkehrsströme im ÖSPV** abgeleitet werden. Weil sich der ÖSPV-Nahverkehr hauptsächlich innerhalb der kreisfreien Städte und Landkreise sowie zwischen benachbarten Regionen abspielt, ist er im Einzelnen das adäquate Verfahren und in seiner räumlichen Struktur weitgehend abgesichert.

(5) Fahrradverkehr

Insbesondere aufgrund der räumlichen Struktur (Stadt, darunter "Studentenstädte"; Land) und der **Topographie** differiert die Fahrradnutzung in Deutschland stark. Dies zeigt auch eine Sonderauswertung zur Fahrradnutzung nach Bundesländern in Deutschland auf der Basis der MiD 2008.⁴⁴ Mit diesen Daten wurden die Modellergebnisse zum Radverkehr je Bundesland hochgerechnet, wobei darüber hinaus die **Siedlungsdichte** über die oben beschriebenen Raumstrukturtypen sowie die zusätzlich hier sehr wichtige **Topographie der Regionen** durch gebietsbezogene pauschale Gewichtungsfaktoren berücksichtigt wurde, die aus Detailauswertungen der MiD ermittelt wurden.

(6) Eisenbahnverkehr

Neben dem Luftverkehr (siehe unten) konnten wie schon in der Vergangenheit⁴⁵ auch für den Schienenpersonenverkehr empirische Daten zur Quelle-Ziel-Struktur des Verkehrs erschlossen und aufbereitet werden. Der **Eisenbahnverkehr ist deshalb nach dem Luftverkehr** in der vorliegenden Analysematrix der **in seiner regionalen Struktur am besten abgesicherte Verkehrszweig**.

Die hier wichtigste Grundlage ist die **DB-Matrix 2010**⁴⁶, basierend auf der **Auswertung und Hochrechnung von Fahrscheinverkäufen**, die im SPFV fast generell und im SPNV großenteils (insbes. Zeitkarten) mit Quelle und Ziel (Abgangsbahnhof, Zielbahnhof) elektronisch erfasst sind

⁴⁴ Siehe z.B. "Verkehr in Zahlen", Ausgabe 2013/2014, S. 232

⁴⁵ z.B. BVWP 2003 (BVU Beratergruppe Verkehr + Umwelt GmbH, ifo Institut für Wirtschaftsforschung, Intraplan Consult GmbH und Planco Consulting GmbH: Verkehrsprognose 2015 für die Bundesverkehrswegeplanung, FE-Nr. 96.578/1999, im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, 2001)

⁴⁶ Intraplan Consult GmbH: Bahnmatrix 2010, im Auftrag der DB AG, DB Fernverkehr AG, 2012

(bei anderen Ticketarten z.B. Ländertickets ist zumindest der Verkaufsort bekannt). Diese DB-Matrix enthält allerdings geschäftlich sensible Daten der DB AG und wurde deshalb **nur mit Einschränkungen** für die vorliegende Verflechtungsmatrix zur Verfügung gestellt. Hierzu wurde, wie schon im Falle von Los 5 bei der Nutzung von Netzdaten (STREDA X) sowie Querschnittszählungen (RES) eine **Datennutzungsvereinbarung** geschlossen, die Auflagen zur Nutzung und Weitergabe der Daten enthält. Anstatt die Daten direkt zu verwenden, räumliche und Fahrtzweckstruktur sowie weitere grundlegende Festlegungen sind ähnlich wie für die vorliegende Analysematrix, durften sie nur zum Abgleich, d.h. ggf. zur Korrektur der aus anderen Quellen erfassten Quelle-Ziel-Matrix verwendet werden. Dabei wurde folgendermaßen vorgegangen:

- (a) Ausgangspunkt wie für die Verwendung der anderen empirischen Matricelemente ist die Modellmatrix.
- (b) Die oben beschriebenen verkehrsmittelübergreifenden Datenelemente zum Berufsverkehr (Pendlerdaten) und zum Fremdenverkehr waren wie beschrieben eingerechnet.
- (c) Dann erfolgte eine Hochrechnung der Verbundraumdaten zum zahlenmäßig sehr wichtigen S-Bahn-Verkehr und sonstigem SPNV-Verbundverkehr.⁴⁷
- (d) Es erfolgte eine Hochrechnung des Eisenbahnverkehrs in Aggregaten Bundesland - Bundesland sowie Deutschland - Nachbarländer auf der Basis der amtlichen Statistik.⁴⁸
- (e) Diese Daten standen durch einen besonderen Service des Statistischen Bundesamtes auch auf der Ebene der NUTS 2 (Regierungsbezirke) zur Verfügung, allerdings nach Auskunft des Statistischen Bundesamtes mit geringerer Validität (deshalb nicht zur Veröffentlichung geeignet).⁴⁹ Diese Daten wurden manuell von uns plausibilisiert und dann für die Struktur unterhalb der Ebene der Bundesländer bzw. Deutschland - Nachbarländer zum Abgleich vorbereitet.
- (f) Diese Matrix wurde nun umgelegt (Los 5) und mit den RES-Querschnittszählungen abgeglichen (Korrekturen über Strombündel).
- (g) Zuletzt erfolgte ein **Abgleich mit der empirischen DB-Matrix auf der Ebene der Raumordnungsregionen**, so wie es mit der DB AG vereinbart wurde: Bei Abweichungen zwischen der Matrix gemäß Schritte (a) bis (f) und der DB-Matrix von über 10 % nach oben oder unten im Aggregat Raumordnungsregion - Raumordnungsregion⁵⁰ erfolgte eine Kor-

⁴⁷ Bezogen auf das Verkehrsaufkommen entfallen fast 60 % des Bahnverkehrs in Deutschland auf die S-Bahnen in Berlin, München, Hamburg, Rhein-Ruhr, Rhein-Main, Stuttgart, Rhein-Sieg, Hannover und Nürnberg.

⁴⁸ Statistisches Bundesamt: Fachserie 8, Reihe 2 Eisenbahnverkehr 2011

⁴⁹ Es handelt sich um hochgerechnete Befragungsergebnisse (keine Fahrscheinverkäufe!), so dass insbesondere bei schwächer benutzten Relationen (z.B. Mecklenburg-Vorpommern - Saarland) keine statistisch abgesicherten Ergebnisse zur Verfügung standen.

⁵⁰ im Ausland Länder bzw. Ländergruppen (z.B. Dänemark und Schweden, Norwegen, Finnland)

rektur dergestalt, dass die Abweichung im genannten Aggregat auf einen Wert DB-Matrix x 0,9 (bei zu niedrigem Modellwert) oder 1,1 (bei zu hohem Modellwert) begrenzt wurde.

- (h) Weitere Korrekturen erfolgten durch erneute Umlegung (Los 5) sowie Anpassung an die Eckwerte der amtlichen Statistik, die in "Verkehr in Zahlen" nach Fahrtzwecken aufbereitet sind.⁵¹

Bei der amtlichen Statistik bzw. "Verkehr in Zahlen" ist allerdings zu beachten, dass in erheblichem Maße **Doppelzählungen** vorkommen:

- aufgrund der unterschiedlichen Geschäftsbereiche der DB AG und der rechtlichen/steuerrechtlichen **Trennung von Schienenpersonenfernverkehr (SPFV) und Schienenpersonennahverkehr (SPNV)** werden seit der Bahnreform die **Beförderungszahlen getrennt nach SPFV und SPNV** gemeldet. Weil der Vor- und Nachlauf von SPFV-Fahrten häufig im SPNV erfolgt, ist hier eine Doppelerfassung von mehreren zehn Millionen Personenfahrten ("Beförderungsfälle") die Folge, die in der amtlichen Statistik nicht korrigiert wird.
- Auch **innerhalb des SPNV** gibt es solche Doppelerfassungen in nennenswerter Größenordnung: Personenfahrten über Verbundgrenzen hinweg werden aus preislichen Gründen häufig mit zwei unterschiedlichen Fahrscheinen unternommen, die in den jeweiligen Verbünden gelten. Die Fahrten sind dann zweimal erfasst. Hinzu kommt der Wechselverkehr zwischen DB AG und anderen Eisenbahn-Verkehrsunternehmen, der ebenfalls doppelt gemeldet wird.
- Noch gravierender ist der **Umsteigeverkehr zwischen dem ÖSPV und dem Schienenpersonenverkehr**, der ebenfalls getrennt erfasst ist.

Insgesamt hat dies zur Folge, dass

- das **SPV-Verkehrsaufkommen** (nicht die Verkehrsleistung)⁵² in der entsprechenden Statistik und offiziellen Statistik des Bundes ("Verkehr in Zahlen") **deutlich überschätzt** ist. (Wir gehen von bis zu 300 Mio. Personenfahrten, also 10 bis 15 % des SPV-Aufkommens aus)
- das **ÖV-Aufkommen**, also die **Summe der Verkehrsaufkommen von ÖSPV und SPV** insgesamt in der amtlichen Statistik **überschätzt** ist. Weil solche Doppelzählungen auch innerhalb des ÖSPV auftreten, wenn mehrere Betreiber bzw. Verkehrsverbünde auf einer Perso-

⁵¹ "Verkehr in Zahlen", Ausgabe 2013/2014, S. 222f

⁵² Diese ist korrekt erfasst, weil bei Umsteigern nur der Teilweg auf dem Netz des entsprechenden Betreibers gemessen ist.

nenfahrt genutzt werden,⁵³ ist das ÖV-Aufkommen in der Statistik um geschätzte 5 % zu hoch.⁵⁴

Aus **Konsistenzgründen** zur amtlichen Statistik bzw. der offiziellen Statistik des Bundesverkehrsministeriums wurde dennoch auf eine **Korrektur der Doppelerfassungen verzichtet**. Die **für das Verkehrsgeschehen insgesamt wichtigere Zahl, die Verkehrsleistung in Personenkilometern, bleibt davon unberührt**, entspricht also der offiziellen Statistik

(7) Luftverkehrsdaten

Die Matrix des Luftverkehrs ist weitestgehend aus empirischen Grundlagen abgeleitet, hier einschließlich seiner Struktur nach Fahrtzwecken.

Für die **Analyse des Luftverkehrs** bzw. für die Erfassung der Verflechtungsstrukturen im Luftverkehr sind **zwei externe Datengrundlagen** von besonderer Bedeutung:

- (a) die **Verflechtungsstatistiken des Statistischen Bundesamts**⁵⁵
- (b) **Fluggastbefragungen** an den deutschen Flughäfen

Als Kontrollgrößen für die flughafenbezogenen Verkehre sind darüber hinaus die **ADV-Statistiken zum Passagier- und Cargoaufkommen der Deutschen Flughäfen**⁵⁶ von Bedeutung.

Zu (a) Verflechtungsstatistiken des Statistischen Bundesamtes

Das Statistische Bundesamt erfasst regelmäßig (jährlich, monatlich) die Luftverkehrsströme, das heißt,

- die Passagiere,
- die Luftfracht,
- die Flugbewegungen

⁵³ Innerhalb der Verkehrsverbünde und bei den Verkehrsbetrieben sind die Beförderungszahlen in der Regel um die Doppelzählungen bereinigt. Benutzt ein Fahrgast z.B. U-Bahn und Bus des gleichen Betreibers auf einer Fahrt, wird die auch nur einmal gezählt.

⁵⁴ Die amtliche Statistik spricht hier deshalb auch immer von "Beförderungsfällen" und nicht von "Personenfahrten".

⁵⁵ Statistisches Bundesamt, Fachserie 8, Reihe 6.2

⁵⁶ Flughafenverband ADV: ADV-Monatsstatistik

zwischen den deutschen Verkehrsflughäfen untereinander und mit ausländischen Flugplätzen.

Für den Passagierverkehr wird noch einmal (in verschiedenen Tabellen) unterschieden zwischen Streckenherkunfts-/Streckenzielverflechtungen und Passagieren zum "letztbekannten Ziel".

Es handelt sich um eine **vollständige Erfassung des gewerblichen Luftverkehrs in Deutschland** bzw. von und nach deutschen Flughäfen.

Da die Daten aus den Meldungen der Flughäfen stammen und letztendlich der gleichen Quelle wie die Abrechnungsdaten der Flughäfen mit den Airlines entstammen, sind sie als sehr zuverlässig einzuschätzen. Sie enthalten im Gegensatz zu allen anderen Verkehrsarten Verkehrsverflechtungsdaten, allerdings nur auf der Basis von Flughafen-Flughafen-Verkehrsströmen.

Die Eckwerte dieser Verflechtungstabellen sind in Tab. 2-14 dargestellt.

Tab. 2-14: Eckwerte 2010 der Verflechtungsdaten im Luftverkehr innerhalb Deutschlands und mit dem Ausland nach Statistischem Bundesamt, Fachserie 8, Reihe 6.2

	Inlandsverkehr	Internationaler Verkehr	Summe
Streckenpassagiere (Mio.)	24,2	142,0	166,1
Passagiere nach letztbekanntem Ziel (Mio.)	21,0	148,4	169,4
Luftfracht ¹⁾ (1000 t)	105	3.993	4.098
Flüge (1000)	361	1.410	1.771

1) mit Luftpost, international als "Cargo" bezeichnet

Zu (b) Fluggastbefragungen

Die größeren Flughäfen führen mehr oder weniger regelmäßig Fluggastbefragungen durch, bei denen unter anderem verkehrliche Kennziffern der Passagiere abgefragt werden. 2008 wurde sogar eine **koordinierte Befragung** durchgeführt, an der sich der größte Teil der Flughäfen beteiligt hat. Diese nichtöffentlichen Daten, und zwar die **originären Befragungsdaten**, wurden dem Bearbeiter von den meisten Flughäfen zur Ermittlung der Verkehrsstrukturen zweckgebun-

den für interne Auswertungen zur Verfügung gestellt. Dabei sind folgende, in den Befragungen erfasste Merkmale von Bedeutung:

- Flughafen der Befragung
- **landseitige Herkunft** der Reisenden (Postleitzahlen oder Schlüsselnummern)
- ggf. luftseitige Herkunft der Reisenden (bei Umstieg)
- Ziel der Reise
- **Verkehrsmittel** auf dem Weg zum Flughafen
- **Zweck der Reise**
- "Befinden Sie sich auf der Hin-/Rückreise?"
- Nationalität der Reisenden

Die folgende Tab. 2-15 gibt einen Überblick über die zur Verfügung gestellten Befragungsdaten.

Der Anteil des Passagieraufkommens in Deutschland, für den aktuelle empirische Daten in Originalform für die Hochrechnung der Matrix zur Verfügung standen, liegt bei 97 %. Für die übrigen Flughäfen, nämlich Bremen, Dortmund, Erfurt und Saarbrücken, wurden zwar keine Fluggastbefragungen in Originalform, jedoch detaillierte Auswertungen in Tabellenform zur landseitigen Herkunft, zur Verkehrsmittelwahl und zur Fahrtzweckstruktur der Fluggäste zur Verfügung gestellt. Da zudem für Bremen, Erfurt und Saarbrücken ältere Befragungsdaten (von 2003) vorhanden waren, die anhand der genannten Tabellen hochgerechnet werden konnten, beträgt der **empirische Erfassungsgrad des Passagierverkehrs in Deutschland fast 100 %**.

Tab. 2-15: Überblick über die zur Verfügung gestellten Fluggastbefragungen

Flughafen	Passagierauf- kommen 2010 (in 1000)	Befragungsdaten 2008	Befragungsdaten 2010
		(Anzahl Befragungssätze)	
Berlin Tegel	15.026	14.885	-
Berlin Schönefeld	7.298	7.858	-
Bremen	2.676	*)	-
Dortmund	1.748	*)	-
Dresden	1.843	2.696	-
Düsseldorf	18.988	21.482	27.585
Erfurt	322	*)	-
Frankfurt Main	53.009	24.985	23.963
Hahn	3.493	4.116	-
Hamburg	12.962	10.555	10.445
Hannover	5.060	6.499	-
Karlsruhe	1.177	1.671	-
Köln-Bonn	9.850	11.129	-
Leipzig-Halle	2.349	2.243	-
Lübeck	538	360	-
Memmingen	912	906	-
München	34.722	44.654	49.497
Münster/Osnabrück	1.332	4.246	-
Nürnberg	4.069	-	10.752
Paderborn	1.028	838	-
Saarbrücken	491	*)	-
Stuttgart	9.218	7.872	-
Weeze	2.897	481	-
Summe	191.008	167.476	122.242

*) Für Bremen, Dortmund, Erfurt und Saarbrücken lagen dem Bearbeiter detaillierte Auswertungen in Tabellenform, aber nicht Original-Befragungsdaten vor; zudem standen für Bremen, Erfurt und Saarbrücken ältere Befragungsergebnisse zur Verfügung

Hochrechnung der Quelle-Ziel-Matrix Luftverkehr

Die landseitige Verteilung der Fluggäste ist für jeden deutschen Flughafen durch die Fluggastbefragungen bekannt. Da gleichzeitig die luftseitigen Ziele der befragten Reisenden aus der Befragung hervorgehen, kann **für jeden Befragungssatz eine Quelle-Ziel-Beziehung** hergestellt werden. Werden diese Daten **mit der Relationsstatistik aus der amtlichen Statistik hochgerechnet**, ergeben sich dadurch Quelle-Ziel-Matrizen. Weil die Anzahl der Befragungssätze häu-

fig nicht ausreicht, um für jede der zahlreichen, möglichen Quelle-Ziel-Relationen valide Ergebnisse zu liefern (z.B. hat ein mittlerer Flughafen ca. 50 Flugziele und ein Einzugsgebiet von ca. 50 Kreisregionen, das entspricht ca. 2.500 möglichen Quelle-Ziel-Relationen), werden bei den Grundausswertungen **Aggregationen (bei den Flugzielen)** vorgenommen, die für diese Aggregate entstehende landseitige regionale Struktur aber dann auf alle im Aggregat zusammengefassten luftseitigen Ziele übertragen.

Die Bildung der Gesamtmatrix erfolgt dann durch Überlagerung aller flughafenspezifischen Einzelhochrechnungen. Für die Deutschland benachbarten Flughäfen lagen beim Bearbeiter zum Teil ebenfalls Befragungsergebnisse vor (Zürich, Basel, Salzburg, Wien) oder es wurde die landseitige Verteilung über einen Gravitationsansatz geschätzt und daraus die auf Deutschland bezogenen Verkehrsströme (z.B. Freiburger, die vom französisch/schweizerischen Flughafen Basel-Mulhouse abfliegen) herausgefiltert.

Für die Quelle-Ziel-Matrix relevante Verkehre

Aus der Roh-Hochrechnung der Matrix wurden nun die für die Prognose der deutschlandweiten Verkehrsverflechtungen **relevanten Verkehrsströme** herausgefiltert:

- (1) Auf **Kurzstreckenrelationen** sind die Luftverkehrsströme als Quelle-Ziel-Verkehrsströme dargestellt. Hier steht der Luftverkehr **im Wettbewerb mit Landverkehrsmitteln**. Die Verkehrsströme sind hier in der Quelle-Ziel-Matrix (Ergebnismatrix) dem "Hauptverkehrsmittel" Luftverkehr zugeordnet, obwohl im Zu- und Abgang zu/von den Flughäfen auch Landverkehrsmittel in Anspruch genommen werden.
- (2) Auf **Fernrelationen** wird der Luftverkehr als "Sternmatrix" Quelle- Flughafen bzw. Flughafen - Ziel aufbereitet und in die Matrix eingestellt, so wie dies beim Seehafen-Hinterlandverkehr (Los 2) erfolgte.

In Abb. 2-9 ist derjenige Bereich gezeigt, innerhalb dessen der in der Quelle-Ziel-Matrix relevante Kurzstreckenverkehr stattfindet.

Abb. 2-9: Kurzstreckenbereich (rot) bei der Abbildung des Luftverkehrs: Flugreisen, die innerhalb des roten Bereiches stattfinden, sind als Quelle-Ziel-Matrizen erfasst



Der in Abb. 2-9 gezeigte Bereich deckt auch die Verkehrsströme ab, die zwischen Drittländern stattfanden, z.B. zwischen Ostfrankreich und Polen, weil sie relevant für den Landverkehr sein können. Deshalb ist bei den ausländischen Flughäfen nur der Verkehr berücksichtigt, der

- a) luftseitig mit deutschen Quell-Zielgebieten stattfindet,
 - b) luftseitig mit anderen ausländischen Regionen in dem bezeichneten Kurzstreckenbereich stattfindet
- sowie bei Nachbarflughäfen
- c) der Verkehr, der landseitig von deutschen Regionen ausgeht bzw. dahin führt (z.B. Reisen aus/nach Freiburg i. Br. über den Flughafen Basel-Mulhouse)

(8) MiD-Matrixauswertungen

Leider lassen sich aufgrund der fehlenden Zielcodierung keine (Grob-)Matrizen aus der MiD ableiten. Immerhin kann eine Verflechtung zwischen Bundesland und Deutschland gesamt/Ausland ausgewertet werden. Sie wurde hier genutzt zur **Bestimmung des Anteils des**

grenzüberschreitenden Verkehrs (der deutschen Wohnbevölkerung) **im MIV und im Reisebusverkehr**, also der Verkehrsmittel, für die die wenigsten Informationen zur räumlichen Struktur des Verkehrs vorlagen, bzw. für die Fahrtzwecke, für die keine Informationen zur regionalen Struktur zur Verfügung standen (z.B. Einkaufsverkehr, Tagesausflüge).

2.2.3.3 Verkehrszählungen und Rückkoppelung zwischen den Losen

Streckenspezifische Verkehrsprognosen, d.h. die Umlegung der Quelle-Ziel-Matrizen auf das Verkehrsnetzmodell, sind im Rahmen des Gesamtprojektes Aufgabe der Lose 4, 5 und 6. Entsprechend spielen hier für Vergleichs- und Kalibrierungszwecke **streckenspezifische Verkehrszählungen** eine besondere Rolle.

Bereits für die Matrixerstellung war es jedoch erforderlich, Verkehrszählungsergebnisse zu berücksichtigen. Dies gilt insbesondere für die Verkehre, bei denen eine geringe "Dichte" an empirischen Daten zur Quelle-Ziel-Struktur des Verkehrs gegeben ist, vornehmlich beim MIV und hierbei wiederum im Bereich des Nah- und Regionalverkehrs bzw. der feinräumigen Struktur großräumig bekannter Verflechtungsmatrizen.

Daher wurden auch für die Erstellung der Quelle-Ziel-Matrizen die Zählraten verwendet. Diese wurden durch die Lose 4 und 5 bereitgestellt bzw. im Falle des Luftverkehrs selbst erarbeitet:

- Daten aus der **Straßenverkehrszählung SVZ 2010** (alle Straßenkategorien)
- Daten aus dem **Reisendenerfassungssystem RES** der Bahn (RES, Baustein 1)

sowie für den Luftverkehr

- **Ein- und Aussteiger auf den deutschen Verkehrsflughäfen** (ADV-Statistik).

Damit wurde vor der eigentlichen Rückkoppelung eine erste grobe Anpassung der größtenteils über Modellrechnungen ermittelten Verkehrsströme an die beobachteten Verkehrsmengen vorgenommen, um den Aufwand bei der Rückkoppelung mit den genannten Losen zu verringern.

Dabei erfolgte zunächst keine manuelle bzw. automatische Korrektur einzelner Matrixelemente, sondern eine Anpassung der Modellparameter und/oder Hochrechnungsschritte. Dabei wurde so vorgegangen, dass die Modellmatrix gemäß Kap. 2.2.2 neu berechnet wurde. Die empiri-

schen Matricelemente gemäß Kap. 2.2.3.2 wurden grundsätzlich unverändert eingesetzt, d.h. sie wurden nur dort verändert, wo ein "Spielraum" bestand (z.B. Abgleich mit der DB-Matrix, die von bestimmten Toleranzen ausgeht). Insbesondere im MIV ist die Varianz bei den möglichen Modellanpassungen relativ groß, weil hier nur ein Teil insbesondere des Regional- und Fernverkehrs durch empirische Matricelemente bestimmt wird. Bei der Bahn bestand durch den glücklichen Umstand, dass Los 3 und 5 im gleichen Hause bearbeitet wird, ohnehin ein **verzahntes Vorgehen zwischen Matrixerstellung und Umlegung**.

Das Gesamtergebnis der Matrix, und zwar bislang **vor** Rückkopplung wurde mit den Eckwerten des DIW aus "Verkehr in Zahlen" abgeglichen. Dies stellt somit die Finalkorrektur der Matrix dar.⁵⁷

2.2.4 Methodik der Prognose

2.2.4.1 Makroprognose

Für die Makroprognose des **Personenverkehrs** ist die **fahrtzweckspezifische Disaggregation** des Personenverkehrs ein unerlässliches Hilfsmittel. Dabei wird nach den Fahrtzwecken

- Beruf
- Ausbildung
- Geschäft
- Einkauf
- Privat
- und Urlaub

differenziert. Durch diese Disaggregation nach Fahrtzwecken wird der Personenverkehr in Gruppen zerlegt, die **homogener** sind als der Gesamtverkehr. Dadurch wiederum lassen sich die Einflüsse der demographischen und gesamtwirtschaftlichen **Leitdaten** (Einwohner, Erwerbstätige, Auszubildende) wesentlich **exakter quantifizieren** als bei einer Gesamtbetrachtung. So ist z.B. die Zahl der Erwerbstätigen für die Erklärung des gesamten Personenverkehrs nicht

⁵⁷ Maßgeblich ist dabei die Tabelle 5B Personenverkehr - Verkehrsaufkommen (Beförderte Personen) nach Verkehrsmitteln und Fahrtzwecken. Die Eckwerte je Verkehrsmittel sind unverändert übernommen. Bei den Fahrtzwecken erfolgte, wie schon erwähnt, eine Zuordnung des Zwecks "Begleitung" zum Fahrtzweck Privat. Der Urlaubsverkehr wurde um den Transitverkehr ergänzt, der in "Verkehr in Zahlen" nicht ausreichend berücksichtigt werden kann (Ausgleich durch den ViZ-Fahrtzweck "Freizeit", so dass die Eckwerte insgesamt nicht verändert wurden).

signifikant, wohl aber für die des Berufsverkehrs. Auch die Effekte **anderer Einflussfaktoren** können in der fahrtzweckspezifischen Segmentierung genauer quantifiziert werden. So führt z.B. ein Kraftstoffpreisanstieg im Berufsverkehr lediglich zu modalen Verlagerungen, im Freizeitverkehr dagegen auch zu einem Rückgang des gesamtmöglichen Verkehrs.

Zunächst wird pro Fahrtzweck das **gesamtmögliche Aufkommen** prognostiziert. Dabei gehen **zunächst** die jeweiligen Nachfragepotentiale (Einwohner, Erwerbstätige, Auszubildende) und die gesamtwirtschaftlichen Einflussgrößen (in der Regel die verfügbaren Einkommen bzw. die privaten Konsumausgaben) ein. Konkret werden die Fahrtenhäufigkeiten, d.h. die Zahl der pro Person zurückgelegten Fahrten, zum einen über **Trendanalysen** und zum anderen über Regressionen mit den genannten **Einflussfaktoren** bestimmt. Die gesamtmögliche **Leistung** wird über die Fahrtweiten der einzelnen Fahrtzwecke ermittelt.

Anschließend wird der (aufkommens- und leistungsbezogene) **Modal-Split** prognostiziert. Hier gehen die

- wirtschaftlichen (Einkommen),
- angebotsseitigen (Pkw-Bestand sowie ggfs., d.h. falls in der deutschlandweiten Nachfrage spürbare, Veränderungen der Angebots der anderen Verkehrsarten),
- preislichen (Nutzerkosten)
- und ggfs. administrativen (erneut soweit deutschlandweit spürbar, z.B. (fiktiv) eine Herabsetzung des Mindestalters für den Führerscheinwerb)

Einflussfaktoren ein. Sie alle besitzen in den einzelnen Fahrtzwecken eine weit unterschiedlich große Bedeutung. Insbesondere für den Einfluss der angebotsseitigen und der administrativen Faktoren gilt allerdings, dass sie in der Mikroprognose präziser abgeschätzt werden können als in der Makroprognose. Ferner gehen hier auch die **Trendverläufe** des Modal Splits, d.h. die Ist-Entwicklung in der (jüngeren) Vergangenheit, ein. Aus alledem resultiert das, über die Fahrtzwecke aggregierte, Beförderungsaufkommen der einzelnen Verkehrsarten.

Zwischen ihm und dem gesamtmöglichen Verkehr bestehen erhebliche **höhere Wechselbeziehungen** als im Güterverkehr. Z.B. beeinflusst der Pkw-Bestand nicht nur die Aufteilung zwischen den Verkehrsarten, sondern auch den Gesamtverkehr, denn zahlreiche Fahrten, insbesondere im Freizeit- und im Einkaufsverkehr, werden erst aufgrund der Verfügbarkeit eines Pkw durchgeführt. Umgekehrt führt ein spürbarer Anstieg des Kraftstoffpreises nicht nur zu einem veränderten Modal Split, sondern auch zu einer reduzierten Gesamtnachfrage, da die Fahrten zum größeren Teil nicht

verlagert, sondern unterlassen werden. Deshalb ist (pro Fahrtzweck) nach der Prognose der modalen Teilung ein **Rückkopplungsprozess** zur Prognose des Gesamtverkehrs vorzunehmen.

Die fahrtzweckspezifische Differenzierung ist zwar einerseits ein **unerlässliches Instrument** der Personenverkehrsprognose, aber andererseits **nicht hinreichend**. Denn in einigen Fällen lassen sich Einflussfaktoren der einzelnen Verkehrsarten **ohne** Disaggregation nach Fahrtzwecken prognostisch **besser** nutzen als mit dieser Differenzierung. Aus diesem Grund wird die Entwicklung in den einzelnen **Verkehrsarten** auch insgesamt, also **ohne** Differenzierung nach Fahrtzwecken, prognostiziert.

Dabei gehen folgende **Leitvariablen** ein:

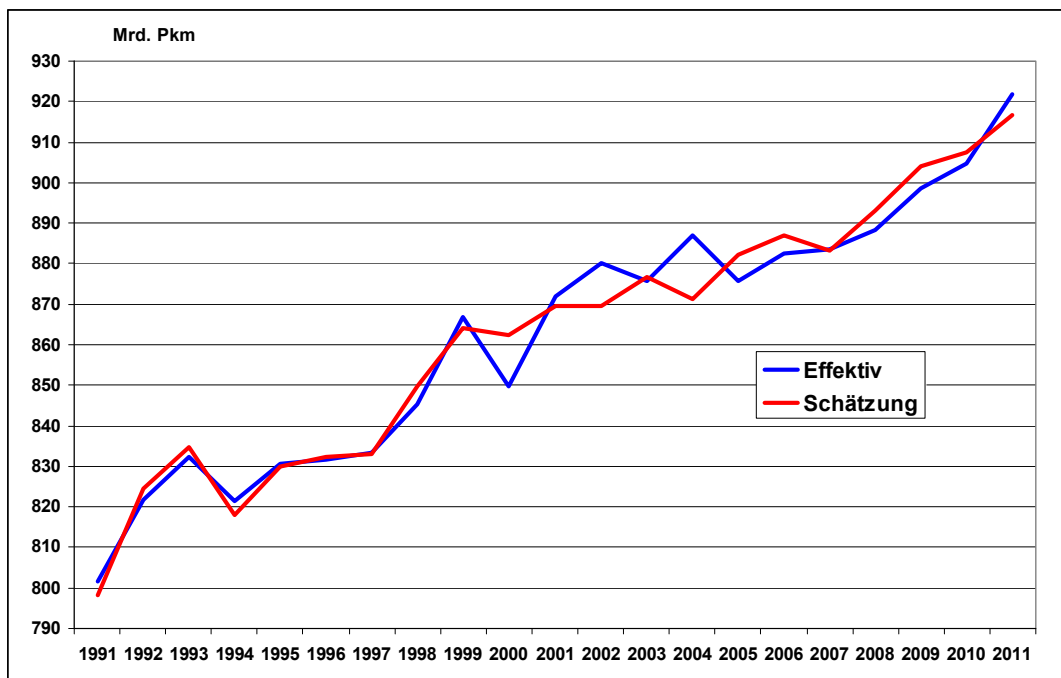
- Individualverkehr: Pkw-Bestand, private Konsumausgaben, Kraftstoffpreis
- ÖSPV: Private Konsumausgaben, Erwerbstätige, Auszubildende
- Eisenbahnverkehr: Private Konsumausgaben bzw. BIP (Geschäftsverkehr, SPFV), Erwerbstätige, Auszubildende (jeweils SPNV)
- Luftverkehr: Private Konsumausgaben, BIP, Außenhandel Deutschlands, Preisvariable

Ein klassisches **Beispiel** für diese Ansätze bildet die **Verkehrsleistung des Individualverkehrs**. Deren wesentliche Bestimmungsgrößen bilden der Pkw-Bestand, die privaten Konsumausgaben und der (reale) Kraftstoffpreisindex. Da zwischen den beiden erstgenannten zwangsläufig eine hohe Interkorrelation vorliegt, erscheint es auf den ersten Blick als sinnvoll, nur eine der beiden zu verwenden. Dennoch hat es sich als in der Regel sinnvoll erwiesen, **beide Größen** heranzuziehen. Die statistische Korrelation wird insbesondere in Jahren mit starken konjunkturellen (Ab- oder Aufschwung-) Bewegungen erhöht, wenn sich die durchschnittliche Fahrleistung (pro Pkw) entsprechend den sinkenden bzw. überdurchschnittlich steigenden Konsumausgaben entwickelt, was allein durch die Entwicklung des Pkw-Bestands nicht abgebildet wird. Die beste Anpassung der so geschätzten mit der tatsächlichen Entwicklung zeigt sich in Abb. 2-10 (R-Quadrat: 0,983).

Die, dort ebenfalls sichtbaren, **Abweichungen** in den Jahren 2000, 2002 und 2004 sind zum Teil durch Sondereffekte, z.B. die Witterungseinflüsse, zu erklären. Zum Teil waren damals auch manche Veränderungen der Einflussfaktoren so stark ausgeprägt, dass ihr Effekt von der Schätzfunktion unterschätzt wurde, z.B. der Kraftstoffpreisanstieg des Jahres 2000 (nominal 19 %, real 17 %). Zu einem weiteren Teil sind die genannten Abweichungen auch als Zufallsfehler zu betrachten. Jedoch wurde in allen drei Fällen der tatsächliche Wert in jeweiligem Folge-

jahr, d.h. in 2001, 2003 und 2005, vom Schätzwert wieder mehr oder minder exakt getroffen. Deshalb und wegen der vorzüglichen Anpassung seit dem Jahr 2006 ist dies nach wie vor ein klassisches Beispiel für die Anwendung der genannten Prognoseansätze.

Abb. 2-10: Anpassungsgüte der Prognosefunktion für die Verkehrsleistung des Individualverkehrs

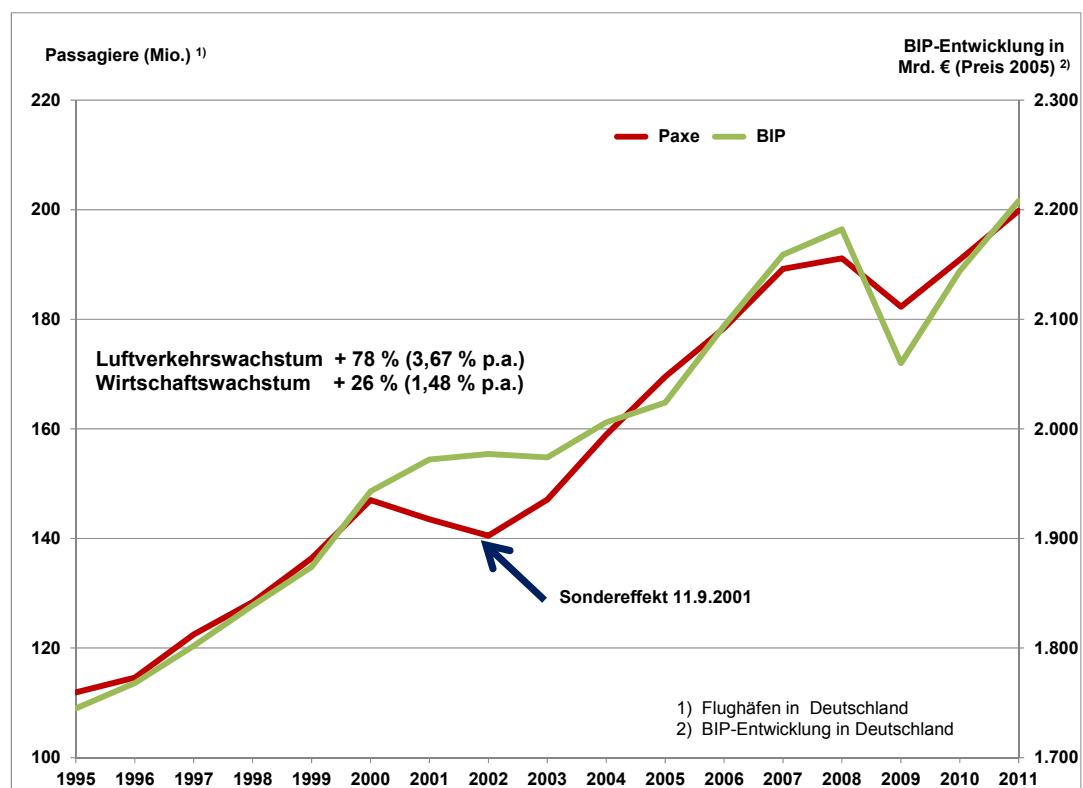


Ein weiteres Beispiel bildet der **Luftverkehr**, der in einem hohen Ausmaß von der wirtschaftlichen Entwicklung abhängt. Die Stärke des Zusammenhangs zwischen dem Fluggastaufkommen und dem BIP zeigt sich in Abb. 2-11 (R-Quadrat: 0,96). Nimmt man noch das Preisniveau hinzu, operationalisiert durch den Yield pro Pkm (RPK), erhöht sich das R-Quadrat sogar auf 0,99.

Derartige Ansätze sind einerseits als außerordentlich **robust** zu bezeichnen und haben sich in vielen Anwendungsfällen bewährt, weshalb die Ergebnisse als "erster Pflock" zu betrachten sind, von dem die später ermittelten exakten Endergebnisse nicht allzu sehr abweichen. Andererseits sind sie nicht hinreichend differenziert bzw. nicht in der Lage, weitere Einflüsse abzubilden. Deshalb werden sie mit weiteren Prognoseansätzen rückgekoppelt, nämlich mit der o.a. fahrtzweckspezifischen Prognose sowie mit weiteren Ansätzen, die hier nicht oder nur teilweise berücksichtigt werden können. So können Angebotseffekte wie z.B. die Inbetriebnahme von

Hochgeschwindigkeitsstrecken oder die Wirkung des Luftverkehrs auf den Flughafenzubringerverkehr auf der Schiene u.v.m. besser über die (kleinräumige) Mikroprognose quantifiziert werden. Einflüsse wie die Altersstrukturverschiebung in der demographischen Entwicklung können abgebildet werden, in dem die Mobilitätsraten des Basisjahrs konstant gehalten und auf die Altersgruppen des Jahres 2030 bezogen werden.

Abb. 2-11: Zusammenhang zwischen dem Luftverkehr und dem BIP Deutschlands



2.2.4.2 Mikroprognose

Zentrales Werkzeug zur Durchführung der Mikroprognose, das heißt der Prognose auf der Basis der Quelle-Ziel-Matrix ist das oben in Kap. 2.2.2 beschriebene **Verkehrsnachfragemodell**.

- Im Modellteil **Erzeugung** wurden die je Raumeinheit vorliegenden, nach Altersgruppen differenzierten **Bevölkerungsprognosen** sowie die Erwerbstätigen berücksichtigt. Da bei erste-

rem je Altersgruppe unterschiedliche Mobilitätsraten je Fahrtzweck vorliegen, wie oben dargestellt wurde, wird hier der **demographische Wandel** in seiner Veränderung auf die Verkehrsnachfrage abgebildet. Auch die **Pkw-Dichte** sowie das **Bruttoinlandsprodukt pro Kopf** haben Einfluss auf die Mobilität, und zwar in den Fahrtzwecken in unterschiedlichem Maße, wodurch sich gegenüber dem Istzustand auch hierdurch das Verkehrsaufkommen ändert.

- Im Modellteil **Zielwahl** sind sowohl Strukturdaten als auch die Annahmen bei den **Nutzerkosten** und Änderungen beim **Verkehrsangebot** von Bedeutung: Bei ersteren führen Veränderungen bei den verkehrsanziehenden Strukturdaten (Erwerbstätige, Einkommen) zu **Änderungen bei der Zielattraktivität der Verkehrszellen**. Die anderen Variablen wirken über die **Verkehrswiderstände** auf die Zielwahl. Und zwar ändern sich aufgrund der unterstellten Ausbaumaßnahmen der Infrastruktur sowie der Verkehrsangebote beim Bahn-, Bus- und Luftverkehr, aber auch durch die Auslastung der Verkehrsnetze kapazitätsbedingt die Reisezeiten und andere Angebotseigenschaften zwischen den Quellen und den Zielen. Auch die Fahrpreise ändern sich aufgrund der Annahmen zur Nutzerkostenentwicklung bei den Verkehrsmitteln. Gleichzeitig steigt bei der Umrechnung der Netzwiderstände in **Generalisierte Kosten** (siehe oben Kap. 2.2.2.6) der **Zeitwert aufgrund der höheren Wirtschaftsleistung** pro Kopf. Durch die Änderung der Verkehrswiderstände ergeben sich Auswirkungen auf die Zielwahl und zwar steigt die mittlere Fahrtweite in den meisten Fahrten und Fahrtzwecken an.
- Die Änderungen bei den Verkehrswiderständen haben nicht nur Auswirkungen auf die Zielwahl, sondern auch auf den **Modal-Split**, und zwar aus zwei Gründen: Auf den gegenüber dem Istzustand durch das Modell veränderten Quelle-Ziel-Relationen bestehen **unterschiedliche Verkehrsangebote** der Verkehrsmittel und bei längeren Fahrtweiten werden häufig andere Verkehrsmittel gewählt als bei kürzeren. Mindestens ebenso wichtig ist im vorliegenden Falle auch die Tatsache, dass sich die **Verkehrsmiteleigenschaften** zwischen Istzustand und Prognosejahr **unterschiedlich** entwickeln. Besonders beim **SPFV** sowie im **Fernlinienbusverkehr** sind Angebotsveränderungen von Bedeutung. Beim **MIV** sind auf vielen Relationen ebenfalls Verbesserungen unterstellt, auf der anderen Seite verschlechtern sich aber **auslastungsbedingt die Widerstände** (siehe Rückkoppelung mit Los 4). Der Luftverkehr profitiert dagegen vor allem durch die Steigerung bei den mittleren Fahrtweiten bzw. von den im stärkeren internationalen Verflechtungen, die ebenfalls durch das Zielwahlmodell abgebildet wird.

Beim **ÖPSV** (ohne Fernlinienbus) und beim **nichtmotorisierten Verkehr** sind keine derartigen Angebotsmaßnahmen berücksichtigt. Es ergeben sich jedoch Änderungen

- durch Änderung bei den Kostenverhältnissen, z.B. zum MIV
- durch Änderungen bei den Reisezeitverhältnissen, z.B. durch die lastabhängigen Geschwindigkeiten im MIV (vor allem in Ballungsgebieten)
- durch die Änderung der **mittleren Fahrtweiten**, dem Anteil von Zellbinnenverkehr am Gesamtverkehr sowie unterschiedliches Verkehrswachstum in den einzelnen Regionen mit unterschiedlichen Verkehrsmittelanteilen im Nahverkehr

Die Berechnungen für das Prognosejahr 2030 erfolgen mit dem Nachfragemodell. Die Ergebnisse wurden in der kleinsten Einheit (Personenfahrten je Quelle-Ziel-Relation, Verkehrsmittel und Fahrtzweck) den entsprechenden Berechnungen für den Istzustand 2010 gegenübergestellt.

Die **Veränderungen** wurden dann in die weitgehend empirische Analysematrix gemäß Kap. 2.2.3 eingerechnet. Bei diesem "**Marginalmodell**" (siehe oben Kap. 2.1.6) ist das künftige Verkehrsaufkommen (F_p) in einer Quelle-Ziel-Relation (qz) die Funktion (f) aus dem Verkehrsaufkommen des Istzustandes bzw. der Analyse (F_a) und einer prognostizierten Veränderung der Nachfrage in dieser Relation (Δ_{qz}), die durch den Vergleich zwischen Modellmatrix Prognose und Modellmatrix Analyse errechnet wird

$$F_{pqz} = f(F_{aqz}, \Delta_{qz})$$

Die Addition von Δ_{qz} zum entsprechenden Verkehrsaufkommen der Analysematrix geschieht dabei in einem **eigenen Algorithmus**, der additive Elemente (einrechnen der **absoluten** Differenz zwischen den Modellmatrizen Prognose und Analyse) und multiplikative Elemente (einrechnen der **Verhältnisse** zwischen den Modellmatrizen Prognose und Analyse) verknüpft (siehe Kap. 2.1.7).

2.3 Güterverkehr

2.3.1 Gegenstand und sachliche Abgrenzung

Im Güterverkehr unterscheiden wir bei der Transportabwicklung des Verkehrsaufkommens nach den folgenden **Verkehrsmitteln**:

- dem **Straßengüterverkehr**
- dem **Schienengüterverkehr**

- darunter dem **kombinierten Verkehr**
- dem Verkehr mit **Binnenschiffen** und
- darunter ebenfalls dem kombinierten Verkehr sowie
- dem **Seeverkehr** (hier jedoch nur als **Seehafenhinterlandverkehr** mit den vorerwähnten Verkehrsmitteln)
- den Luftfrachtverkehr (einschließlich Luftpost)⁵⁸, hier als gesonderte Prognose)

Das **Güterverkehrsaufkommen** ist als das Gewicht der transportierten Güter definiert und wird in der Einheit Tonnen (t) ausgewiesen. Dabei werden bei allen Verkehrsmitteln neben dem Netto-Gewicht der transportierten Güter auch das Gewicht der Verpackungen und die Eigengewichte der Behälter im Kombinierten Verkehr in das Aufkommen mit einbezogen (sog. "Brutto-Brutto-Prinzip"⁵⁹). Behälter im Kombinierten Verkehr sind

- **Container**
- **Wechselbehälter** und
- bei der Rollenden Landstraße der **gesamte Lkw**

Bei der **Rollenden Landstraße** ist somit das komplette Eigengewicht der Lkw im Transportaufkommen mit enthalten.

Das Verkehrsaufkommen ist nach dem **Territorialprinzip** definiert. Im Aufkommen sind somit alle Verkehre mit deutschen und ausländischen Fahrzeugen enthalten, die das Territorium der Bundesrepublik Deutschland berühren, d.h. Binnenverkehre innerhalb Deutschlands, grenzüberschreitende Verkehre im Versand und Empfang sowie Durchgangsverkehre (Transitverkehre).

Die **Güterverkehrsleistung** ist als Produkt aus Gewicht und zurückgelegter Entfernung definiert und wird in der Einheit Tonnenkilometer (tkm) ausgewiesen. In diesem Bericht wird zunächst nur die **Territorialeistung** dargestellt, d.h. nur die auf dem Gebiet der Bundesrepublik Deutschland erbrachten Transportleistungen ohne Streckenanteile im Ausland. Die Gesamtleistung, d.h. inklusive Streckenanteilen im Ausland, ist jedoch durch die Verkehrsumlegungen bestimmbar.

⁵⁸ Eine Unterscheidung zwischen Luftfracht und Luftpost wird in der Statistik seit einigen Jahren nicht mehr vorgenommen

⁵⁹ Das erste "Brutto" steht für die Gewichte der Verpackungen, das zweite "Brutto" für die Eigengewichte der Behälter im Kombinierten Verkehr. Bahneigene Behälter, die nur eine sehr geringe Rolle spielen, werden weiterhin nicht berücksichtigt.

In die Analyse und Prognose der deutschlandweiten Verkehrsverflechtungen werden alle Verkehrsströme mit Landverkehrsmitteln einbezogen, die das Territorium Deutschlands berühren. Dies sind zum einen Ströme, deren **Quelle und/oder Ziel in Deutschland** liegt und zum anderen die **Transitverkehre**, soweit sie die deutsche Verkehrsinfrastruktur im Analysezustand beanspruchen oder bei geänderten Angebotsbedingungen in Prognoseszenarien beanspruchen könnten.

Was den **Hafen-Hinterlandverkehr** betrifft, werden die Verkehrsströme zwischen den relevanten in- und ausländischen Häfen und den landseitigen Quell- und Zielgebieten betrachtet. Das heißt, die seeseitigen Quellen und Ziele werden in Los 3 im Gegensatz zu Los 2 nicht berücksichtigt. Entsprechend werden in Los 3 die rein seeseitigen Transitströme, z.B. Verkehre von Skandinavien per Schiff über Hamburg nach Nordamerika nicht berücksichtigt.

2.3.2 Güterabteilungen

Die Gliederung des Güterverkehrs orientiert sich an den 20 Güterabteilungen der **NST2007**⁶⁰, wurde aber im Massengutbereich für die Prognosezwecke weiter untergliedert. Hieraus ergaben sich 25 Gütergruppen, nach denen der Güterverkehr in dieser Studie gruppiert wird. Zur Unterscheidung wurde jeder Gütergruppe eine 2 bzw. 3-stellige Nummer vergeben. Die verwendete Güterdifferenzierung und der Zusammenhang zu den NST2007 Güterabteilungen ist in der folgenden Tab. 2-16 dargestellt.⁶¹ Die hier für die Prognose gewählten Gütergruppen werden im Folgenden als **NST2007 Gütergruppen** bezeichnet.

⁶⁰ Vgl. hierzu: Statistisches Bundesamt, NST-2007; Einheitliches Güterverzeichnis für die Verkehrsstatistik - 2007, insbesondere Tabelle 5: Umsteigeschlüssel zwischen NST/R und NST-2007, Wiesbaden, August 2008

⁶¹ Die Wirtschaftsstatistik und damit die Strukturdatenprognosen von Los 1 erfolgen nach der WZ 2008. Um diese Daten für die Güterverkehrsprognosen einzusetzen, ist eine Zuordnung sowie eine Wert-Mengen-Relation herzustellen. Dies erfolgt in Los 2.

Tab. 2-16: Gütergruppendifferenzierung nach NST2007 und Zusammenhang zu den Güterabteilungen der NST2007

Gütergruppe	Gütergruppen-Bezeichnung	NST2007 Güterabteilung	Bezeichnung der NST200 Güterabteilung	NST2007 Gütergruppe
10	Erzeugnisse der Landwirtschaft, Jagd und Forstwirtschaft; Fische und Fischereierzeugnisse	01	Erzeugnisse der Landwirtschaft, Jagd und Forstwirtschaft; Fische und Fischereierzeugnisse	01.1 - 01.B
21	Steinkohle	02	Kohle; rohes Erdöl und Erdgas	Teil von 02.1
22	Braunkohle			Teil von 02.1
23	Erdöl und Erdgas			02.2 - 02.3
31	Erze	03	Erze, Steine und Erden, sonstige Bergbauerzeugnisse; Torf; Uran- und Thoriumerze	03.1 - 03.2
32	Düngemittel			03.3 - 03.4
33	Steine und Erden, sonstige Bergbauerzeugnisse			03.5 - 03.6
40	Nahrungs- und Genussmittel	04	Nahrungs- und Genussmittel	04.1 - 04.9
50	Textilien und Bekleidung; Leder und Lederwaren	05	Textilien und Bekleidung; Leder und Lederwaren	05.1 - 05.3
60	Holz sowie Holz-, Kork- und Flechtwaren (ohne Rohholz und Möbel); Papier, Pappe und Waren daraus; Verlags- und Druckerzeugnisse, bespielte Ton-, Bild- und Datenträger	06	Holz sowie Holz-, Kork- und Flechtwaren (ohne Rohholz und Möbel); Papier, Pappe und Waren daraus; Verlags- und Druckerzeugnisse, bespielte Ton-, Bild- und Datenträger	06.1 - 06.3
71	Koks	07	Kokereierzeugnisse und Mineralölerzeugnisse	07.1
72	Mineralölerzeugnisse			07.2 - 07.4
80	Chemische Erzeugnisse und Chemiefasern; Gummi- und Kunststoffwaren; Spalt- und Brutstoffe	08	Chemische Erzeugnisse und Chemiefasern; Gummi- und Kunststoffwaren; Spalt- und Brutstoffe	08.1 - 08.7
90	Sonstige Mineralerzeugnisse	09	Sonstige Mineralerzeugnisse	09.1 - 09.3
100	Metalle und Halbzeug daraus; Metallerzeugnisse, ohne Maschinen und Geräte	10	Metalle und Halbzeug daraus; Metallerzeugnisse, ohne Maschinen und Geräte	10.1 - 10.5
110	Maschinen und Ausrüstungen; Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräte und -einrichtungen; Geräte der Elektrizitätserzeugung und -verteilung u. Ä.; Nachrichtentechnik, Rundfunk- und Fernsehgeräte sowie elektronische Bauelemente; Medizin-, Mess-, steuerungs- und regelungstechnische Erzeugnisse; optische Erzeugnisse; Uhren	11	Maschinen und Ausrüstungen; Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräte und -einrichtungen; Geräte der Elektrizitätserzeugung und -verteilung u. Ä.; Nachrichtentechnik, Rundfunk- und Fernsehgeräte sowie elektronische Bauelemente; Medizin-, Mess-, steuerungs- und regelungstechnische Erzeugnisse; optische Erzeugnisse; Uhren	11.1 - 11.8
120	Fahrzeuge	12	Fahrzeuge	12.1 - 12.2
130	Möbel, Schmuck, Musikinstrumente, Sportgeräte, Spielwaren und sonstige Erzeugnisse	13	Möbel, Schmuck, Musikinstrumente, Sportgeräte, Spielwaren und sonstige Erzeugnisse	13.1 - 13.2
140	Sekundärrohstoffe; kommunale Abfälle und sonstige Abfälle	14	Sekundärrohstoffe; kommunale Abfälle und sonstige Abfälle	14.1 - 14.2
150	Post, Pakete	15	Post, Pakete	15.1 - 15.2
160	Geräte und Material für die Güterbeförderung	16	Geräte und Material für die Güterbeförderung	16.1 - 16.2
170	Im Rahmen von privaten und gewerblichen Umzügen beförderte Güter; von den Fahrgästen getrennt befördertes Gepäck; zum Zwecke der Reparatur bewegte Fahrzeuge; sonstige nichtmarktbestimmte Güter	17	Im Rahmen von privaten und gewerblichen Umzügen beförderte Güter; von den Fahrgästen getrennt befördertes Gepäck; zum Zwecke der Reparatur bewegte Fahrzeuge; sonstige nichtmarktbestimmte Güter	17.1 - 17.5
180	Sammelgut: eine Mischung verschiedener Arten von Gütern, die zusammen befördert werden	18	Sammelgut: eine Mischung verschiedener Arten von Gütern, die zusammen befördert werden	18.0
190	Nicht identifizierbare Güter: Güter, die sich aus irgendeinem Grund nicht genau bestimmen lassen und daher nicht den Gruppen 01-16 zugeordnet werden können	19	Nicht identifizierbare Güter: Güter, die sich aus irgendeinem Grund nicht genau bestimmen lassen und daher nicht den Gruppen 01-16 zugeordnet werden können	19.1 - 19.2
200	Sonstige Güter	20	Sonstige Güter	20.0

2.3.3 Erstellung der Analysematrix 2010

Die Prognose basiert auf eine **relations- und gütergruppenspezifische Verkehrsverflechtungsmatrix des Jahres 2010**. Die Aufbereitung für den Analysezustand 2010 beinhaltet die Erstellung der **Verflechtungsmatrizen**

- **des Straßengüterverkehrs**
- **des Schienengüterverkehrs und**
- **der Binnenschifffahrt**

sowie die **Verknüpfung dieser drei Matrizen zur Abbildung von intermodalen Transportketten**.

Anders als im Personenverkehr, wo detaillierte Ist-Verkehrsmatrizen aus der Empirie nicht zur Verfügung stehen und somit zum Aufbau der Basismatrix ein Verkehrsnachfragemodell eingesetzt wird, basiert die Analysematrix im Güterverkehr weitgehend auf Daten des Statistischen Bundesamtes (destatis) bzw. des Kraftfahrt-Bundesamtes (KBA), die in der übermittelten Detailtiefe weitgehend unveröffentlicht sind. Da die Daten jedoch nicht in der benötigten Verkehrsverflechtungsstruktur von den statistischen Datenämtern geliefert werden konnten, waren Arbeiten erforderlich, die im Folgenden beschrieben werden.

Bei der Erstellung der Verflechtungsmatrizen ist auf eine größtmögliche **Konsistenz zur Güterkraftverkehrsstatistik des KBA** (Publikationen VD und VE zu Verkehren mit deutschen und europäischen Fahrzeugen) sowie zu den **Relationsstatistiken des Statistischen Bundesamtes** (Fachserie 8) geachtet worden. Hierzu wird ein Top-Down-Ansatz⁶² gewählt: Ausgehend von empirischen Daten des KBA und des Statistischen Bundesamtes erfolgt eine schrittweise Disaggregation der Daten. Modellrechnungen werden dabei nur dort eingesetzt, wo es unbedingt notwendig ist.

Die Verflechtungsmatrizen des Straßengüterverkehrs, des Schienengüterverkehrs und der Binnenschifffahrt werden wie folgt gegliedert:

⁶² Die Alternative wäre ein Bottom-Up-Ansatz, bei dem über ein Direktmodell auf Basis der Strukturdaten die Verflechtungsmatrizen modellhaft erzeugt werden und anschließend im Rahmen der Kalibrierung eine Anpassung der Matrizen an empirische Kennwerte erfolgt. Empirisch fundierte kleinräumige Verflechtungsdaten könnten in einem solchen Bottom-Up-Ansatz jedoch nur unzureichend berücksichtigt werden. Dies gilt speziell für den Schienengüterverkehr und die Binnenschifffahrt; hier liegt eine umfangreiche empirische Datengrundlage vor.

- **Versandverkehrszelle** (Mikroebene 1, Seehäfen werden hierbei als eigene Verkehrszellen ausgewiesen)
- **Empfangsverkehrszelle** (Mikroebene 1, Seehäfen werden hierbei als eigene Verkehrszellen ausgewiesen)
- **Gütergruppen (oder –abteilungen) der NST2007** (stellenweise im Bereich der Massengüter verfeinert, die genutzte Gütergruppendifferenzierung kann Kapitel 2.3.2 entnommen werden)
- **Containerisiert** ja/nein (nur für Seehafenhinterlandverkehre)
- sonstiger **kombinierter Verkehr** (nur für Bahn)
- Ausgewiesen wird jeweils das **Transportaufkommen in t** (Tonnen) sowie die auf dem Gebiet der Bundesrepublik Deutschland erbrachte **Territorialeistung in tkm** (Tonnenkilometer).

Der **Straßengüterverkehr** wird zusätzlich nach **Nahverkehr** und **Fernverkehr** differenziert. Dabei verstehen wir unter Nahverkehr innerdeutsche Straßengüterverkehre im Nahbereich bis 50 km. Alle anderen Straßengüterverkehre sowie Verkehre mit Bahn und Binnenschiff sind dem Fernverkehr zugeordnet

Der **Schienengüterverkehr** wird zusätzlich nach **Produktionssystemen** gegliedert.⁶³

- **Konventioneller Wagenladungsverkehr**
- **Ganzzugsverkehr**
- **Kombinierter Verkehr**
- **Rollende Landstraße.**

Diese Aufteilung der Gesamtverkehrsmengen nach den Produktionssystemen in der Analysematrix 2010 erfolgt auf Basis der 2007er Matrix, die im Rahmen der Bedarfsplanüberprüfung aufgestellt wurde und wofür interne unveröffentlichte Daten der DB AG genutzt werden konnten.⁶⁴ Nach Anwendung der relations- und gütergruppenspezifischen Produktionsanteile wurden die so ermittelten Zwischenwerte an den Eckwerten des Statistischen Bundesamtes für das Jahr 2010 angeglichen. Nach Auskunft des Statistischen Bundesamtes sind außer den Eckwerten keine weiteren Daten verfügbar.

⁶³ Modellintern wird der konventionelle Wagenladungsverkehr nach Einzelwagenverkehren (EW) und Ganzzugverkehren (GZ) sowie der kombinierte Verkehr nach unbegleitetem kombinierten Verkehr (UKV) und begleitetem kombinierter Verkehr (Rollende Landstraße, RoLa) unterschieden.

⁶⁴ Hierzu war eine Überführung der Güterstruktur aus der Bedarfsplanmatrix in die aktuelle NST2007 Güterstruktur erforderlich.

Zur **Aufbereitung der Güterverflechtungsmatrix** werden folgende Daten benutzt:

- Sonderauswertung des Statistischen Bundesamtes zur kleinräumigen Verflechtung des Schienengüterverkehrs und der Binnenschifffahrt
- Sonderauswertung des KBA zu Verkehren mit deutschen Lastkraftfahrzeugen (VD) und Verkehren mit europäischen Lastkraftfahrzeugen (VE)
- Eurostat-Daten zu Verkehren mit deutschen und ausländischen Lastkraftfahrzeugen
- UN Comtrade Außenhandelsdaten aller europäischen Staaten zwischen 2007 und 2010
- Verflechtungsmatrix des Seehafenhinterlandverkehrs aus Los 2

Innerhalb der Analysematrix üben die **Seehafenhinterlandverkehre** hinsichtlich ihrer Wachstumsdynamik und der Konzentration auf vereinzelte Knoten eine hohe Bedeutung aus. Keine der öffentlichen Statistiken berücksichtigt den Seehafenhinterlandverkehr. Hier werden Verkehre maximal auf Kreisebene dargestellt. Verkehre von nach Hamburg können jedoch sowohl mit dem Hamburger Hafen als auch mit dem Industrie- und dem Wirtschaftsstandort in Verbindung stehen. Da es sich bei den direkt mit dem Seehafen in Verbindung stehenden Verkehren im Wesentlichen um Außenhandelsverkehre handelt, die im Rahmen der Prognose anderen Wachstumsentwicklungen als die nicht Seehafenhinterlandverkehre unterworfen sind, war es erforderlich diese Verkehre in der Gesamtanalysematrix des Jahres 2010 gesondert auszuweisen und auch hochzurechnen.

Die Vorgehensweise bei der Erstellung der Analysematrix 2010 wird in den folgenden Kapiteln dargestellt.

2.3.3.1 Verflechtungsmatrix der Binnenschifffahrt

Die Datensätze der **Binnenschifffahrt** für die Güterverflechtungsmatrix 2010 wurden vom Statistischen Bundesamt über die PLANCO Consulting GmbH (Los 6) auf Basis einer **Sonderauswertung zur Güterverkehrsverflechtung der Binnenschifffahrt auf Kreisbasis** zur Verfügung gestellt. Die Daten wurden Los 3 wie folgt überstellt:

- von Verkehrszelle
- nach Verkehrszelle
- NST2007 Gütergruppe
- Verkehrsmenge in t

- Verkehrsleistung in tkm
- Ladungsart (0 = konventioneller Verkehr, 1 = Bruttoladungsgewicht beladener Container, 2 = Gewicht leerer Container)
- Anzahl TEU (nur bei Ladungsart 1 und 2)

Die Matrizen wurden von Los 6 in der abgestimmten Verkehrszellenstruktur übermittelt. Hierzu war teilweise eine Disaggregation erforderlich, die von Los 6 umgesetzt wurde. Auswertungen und Querkontrollen der BVU zeigen, dass die Dateninhalte gut mit der Veröffentlichung aus der Fachserie 8, Reihe 4 des Statistischen Bundesamtes übereinstimmen.

2.3.3.2 Verflechtungsmatrix des Schienengüterverkehrs

Für die Aufbereitung des Schienengüterverkehrs stellte das Statistische Bundesamt **drei Sonderauswertungen für den Analysezustand 2010** bereit. Die erste Datenlieferung enthielt den **Gesamtschienengüterverkehr**, die zweite enthielt nur den **kombinierten Schienengüterverkehr** und die dritte enthielt die **Verkehre an Stein- und Braunkohle** nach der alten NSTR-2-steller-Systematik.

Die **Sonderauswertung für den Gesamtverkehr** war wie folgt aufgebaut:

- von NUTS Zelle (im Inland auf Basis NUTS 3, im Ausland je nach Verfügbarkeit auf NUTS 2 oder NUTS 0)
- nach NUTS Zelle (im Inland auf Basis NUTS 3, im Ausland je nach Verfügbarkeit auf NUTS 2 oder NUTS 0)
- NST2007 Gütergruppe
- Verkehrsmenge in t
- Verkehrsleistung in tkm

Die **Sonderauswertung für den kombinierten Verkehr** entsprach derjenigen des Gesamtverkehrs, zusätzlich waren auch die Anzahl der TEU mit ausgewiesen.

Die Angabe zur NST2007 Gütergruppe für den kombinierten Verkehr ist eine reine Schätzung des Statistischen Bundesamtes, die jedoch mit der relations- und gütergruppenspezifischen Gesamtmenge nicht übereinstimmt. Ein **Abgleich der güter- und relationsspezifischen KV-Verkehrsmengen mit den entsprechenden Gesamtverkehrsmengen** führte zu erheblichen

Abweichungen (Negativmengen), weil die KV-Menge höher war als die Gesamtmenge in der entsprechenden güterbezogenen Verkehrsrelation.

Fehlmenen in gleichen Verkehrsrelationen wurden in anderen Gütergruppen gesucht; im Erfolgsfall wurde dann die Gütergruppe bzw. der entsprechende Mengenanteil umkodiert. So war es möglich, die Relationsstruktur und die Höhe der Gesamtmengen im Vergleich zu den Veröffentlichungen konstant zu halten. Bei dieser Differenzsuche erfolgte eine Konzentration auf Gütergruppen mit hohem Aufkommen auf der betroffenen Verkehrsrelation und traditionell hohem KV-Anteil wie z.B. die Gütergruppen 08 (Chemische Produkte), 12 (Fahrzeuge), 10 (Metalle) und 06 (Holz, Papier).

Im Rahmen der Datenlieferung konnte auch nicht zwischen Steinkohle (Gütergruppe 21) und Braunkohle (Gütergruppe 22) getrennt werden. Daher wurde eine dritte **Sonderauswertung über die Höhe der Kohleverkehre per Schiene** für die NSTR-Gütergruppen 21 (Steinkohle) und 22 (Braunkohle) für das Jahr 2010 geliefert.

Da die Summe der Stein- und Braunkohleverkehre nach den beiden o.g. NSTR-2-stellern höher war, als die Summe des uns in der NST2007 Gütergruppe ausgewiesenen Kohleverkehrs, wurden die fehlenden Steinkohleverkehre in der NST2007 Gütergruppe 71 (Koks) gesucht und umkodiert. Hierdurch wurden rd. 7,5 Mio. t an Kohleverkehren von der NST2007 Gütergruppe 71 zur NST2007 Gütergruppe 21 umgeschlüsselt⁶⁵. Der Verzicht auf diesen Vorgang hätte viel zu niedrige Steinkohleverkehre und somit auch eine falsche Darstellung des Steinkohleverbrauchs in den Kraftwerken zur Folge.

Des Weiteren wurden die **Auslandsverkehrszellen**, insbesondere im grenznahen Ausland, **disaggregiert**, da die vom Statistischen Bundesamt gelieferte Verkehrszelleneinteilung hier der offiziellen Verkehrsbezirkseinteilung entsprach. Die feinere Verkehrszellenaufteilung, die im **grenznahen** Bereich eine Darstellung auf **Kreisbasis** fordert, erfolgte auf Basis der Schienenmatrix 2007 aus der Bedarfsplanüberprüfung oder aber auf Basis der von Los 1 gelieferten Daten zur Wirtschaftsleistung 2010.

Die originäre Lieferung des Statistischen Bundesamtes wurde mit der Veröffentlichung der Fachserie 8 Reihe 2 geprüft und abgeglichen. Auch wenn die vom Statistischen Bundesamt

⁶⁵ Hierdurch wird auch die Gesamthöhe der Koksverkehre plausibler.

bereitgestellten Daten mit den amtlichen Veröffentlichungen übereinstimmen, waren immer noch einige kleinere Probleme vorhanden, die in Abstimmung mit dem Auftraggeber und der Qualitätskontrolle behoben werden mussten. Dies führt dazu, dass kleinere Abweichungen zur offiziellen Statistik auftreten. Eine Darstellung dieser Problemfälle erfolgt im Methodenbericht.

Modellintern wurde der **konventionelle Ladungsverkehr** zusätzlich nach den **Produktionsarten**

- **Einzelwagenverkehr (EW)** und
- **Ganzzugverkehr (GZ)**

differenziert. Dies erfolgte durch Übertragung von relations- und gütergruppen-spezifischen Anteilen der Schienengüterverkehrsmatrix 2007 der Bedarfsplanüberprüfung und anschließende Normierung des Einzelwagenverkehrs auf Eckwerte des StaBu (Fachserie 8 Reihe 2.1)⁶⁶.

Nach der Datenaufbereitung stehen für die Eisenbahnverkehre folgende Informationen zur Verfügung:

- Von Verkehrszelle
- Nach Verkehrszelle
- Gütergruppe (NST2007)
- Produktionssystem (Einzelwagen, Ganzzug, Kombierter Verkehr, Rollende Landstraße)
- Verkehrsmenge in t
- Verkehrsleistung in tkm.

2.3.3.3 Verflechtungsmatrix des Straßengüterverkehrs

Grundlage der **Verflechtungsmatrix des Straßengüterverkehrs** ist die **Güterkraftverkehrsstatistik des KBA für Verkehre mit deutschen Fahrzeugen** sowie die bei Eurostat vorhandenen Daten zu **Verkehren mit europäischen Fahrzeugen**. Veröffentlicht werden die Daten vom KBA in den Publikationen „**Verkehr deutscher Lastkraftfahrzeuge (VD)**“ sowie „**Verkehr europäischer Lastkraftfahrzeuge (VE)**“. Grundsätzlich beinhalten die Daten nur Verkehre mit Last-

⁶⁶ Disaggregiertere Daten sind beim Statistischen Bundesamt für das Jahr 2010 nicht verfügbar gewesen.

kraftwagen mit **mehr als 3,5 t Nutzlast und Sattelzugmaschinen** einschließlich der von diesen Fahrzeugen gezogenen Anhänger (VD) bzw. **Güterkraftfahrzeuge mit mehr als 3,5 t zulässige Gesamtmasse oder Nutzlast** (VE).⁶⁷

Beim Bezug der Daten vom KBA ist zu berücksichtigen, dass die Daten auf einer **Stichprobenerhebung** basieren und deshalb mit einem **Stichprobenfehler** behaftet sind. Dieser kann bei starker Aufgliederung der Ergebnisse so erheblich sein, dass die Weitergabe der Daten aus statistischer Sicht bedenklich ist oder gar unterbleiben muss. Bei der Verbreitung und Auswertung der Daten ist daher, neben der Bedingung, dass das **Datenextrakt keine vertraulichen Daten** offenlegen darf, auch die Aussagegenauigkeit zu beachten.⁶⁸

Vom KBA wurden folgende **Datenextrakte für den Verkehr deutscher Lastkraftzeuge (VD) und den Verkehr europäischer Lastkraftwagen (VE)** erworben:

(1) Für den **Verkehr deutscher Lastkraftfahrzeuge (VD)**:

- (a) Auszug VD 2: NUTS 2-Verflechtungen (Regierungsbezirke) und NUTS 1-Verflechtungen (Bundesländer)
- (b) Auszug VD4-A: NUTS 3-Umschlag nach 7 Güterpositionen⁶⁹
 - Eckwerte für Empfang in Deutschland aus dem In- und Ausland
 - Eckwerte für Empfang in Deutschland nur aus dem Inland
 - Versand aus Deutschland in das In- und Ausland
 - Versand aus Deutschland nur ins Inland
- (c) Auszug VD4-D: NUTS 0-Umschlag nach 20 Güterabteilungen sowie einzelnen Gütergruppen und 3 Entfernungsbereichen (sonst wie (b))
- (d) Auszug VD4-E: NUTS 1-Umschlag nach 20 Güterabteilungen sowie einzelnen Gütergruppen (sonst wie (b))

(2) Für den **Verkehr europäischer Lastkraftfahrzeuge (VE)**:

- (a) NUTS-0 Verflechtungen
 - ohne Gütergliederung
 - mit Untergliederung nach 20 Güterabteilungen (NST2007)
 - mit Untergliederung nach 7 zusammengefassten Güterpositionen

⁶⁷ Verkehre mit leichten Lkw werden in der Makroprognose (Los 3) sowie der Netzumlegung (Los 4) behandelt.

⁶⁸ Zur Beurteilung der statistischen Genauigkeit wird die Anzahl der Stichprobenfälle herangezogen. In Anlehnung an die Bestimmungen der Verordnung (EG) Nr. 6/2003 der Kommission gelten dabei Ergebnisse, die auf weniger als zehn Stichprobenfällen beruhen, als unzureichend genau und werden nicht verbreitet. Ergebnisse aus zehn bis 29 Stichprobenfällen sind als in der Genauigkeit eingeschränkt zu bezeichnen. Ergebnisse, die auf mindestens 30 Stichprobenfällen beruhen hingegen sind als ausreichend genau anzusehen.

⁶⁹ 1) Erzeugnisse der Land- und Forstwirtschaft (NST2007 1 bis 3), 2) Konsumgütergüter zum kurzfristigen Verbrauch, Holzwaren (NST2007 4-6), 3) Mineralische, Chemische und Mineralölerzeugnisse (NST2007 7-9), 4) Metalle und Metallerzeugnisse (NST2007 10), 5) Maschinen, Ausrüstungen und langlebige Konsumgüter (NST2007 11-13), 6) Sekundärrohstoffe (NST2007 14), 7) Sonstige Produkte (NST 2007 15-20)

- (b) NUTS 1-Verflechtungen ohne Gütergliederung
- (c) NUTS-Versand im In- und Ausland nach Hauptverkehrsbeziehungen
 - für NUTS 0-Regionen
 - für NUTS 1-Regionen
 - für NUTS 2-Regionen
 - für NUTS 3-Regionen
- (d) NUTS-Empfang im In- und Ausland nach Hauptverkehrsbeziehungen
 - für NUTS 0-Regionen
 - für NUTS 1-Regionen
 - für NUTS 2-Regionen
 - für NUTS 3-Regionen

Die Datenextrakte zu **VD** wurden für das **Berichtsjahr 2010** bezogen. Die Datenextrakte zu **VE** liegen lediglich für das **Berichtsjahr 2008** vor. Auf eine Auswertung der 2009er VE-Zahlen wurde wegen der Finanzkrise verzichtet.

Nach Lieferung der Datenextrakte durch das KBA wurden diese miteinander verknüpft. Dies erfolgte getrennt nach den Hauptverkehrsbeziehungen (Binnenverkehr innerhalb Deutschlands, grenzüberschreitender Versand und Empfang, Durchgangsverkehr).

Aufbereitung des deutschen Binnenverkehrs

Der Binnenverkehr innerhalb Deutschlands wird zu 98 bis 99 % von deutschen Fahrzeugen und zu 1 bis 2 % von ausländischen Fahrzeugen (Kabotage) erbracht. Die Aufbereitung erfolgte deshalb auf Basis der Datenextrakte VD zunächst nur für deutsche Fahrzeuge, Kabotageverkehre wurden erst anschließend ergänzt. Bei den Datenextrakten VD wurden grundsätzlich nur Eckwerte mit mindesten 30 Stichprobenfällen übernommen.

Die **Aufbereitung des Binnenverkehrs** erfolgte in den Schritten:

1. Übernahme der kreisbezogenen Verflechtungsmatrix aus der Bedarfsplanprognose aus dem Jahr 2007 nach der NSTR 2- Gütergruppensystematik.
2. Gütergruppen-Umschlüsselung der 2007er Matrix von NSTR2 nach NST2007 Gütergruppen.
3. Anpassung der Matrix an Datensatz VD4-D und VD4-E (NUTS 0-Umschlag und NUTS 1-Umschlag nach 20 Güterbereichen sowie einzelnen Gütergruppen).

4. Zusammenfassung der Verkehre nach Bundesländern (NUTS 1-Ebene) und Abgleich mit den NUTS 1-Verflechtungen aus Datensatz VD2.
5. Zusammenfassung der Verkehre nach Regierungsbezirken (NUTS 2-Ebene) und Abgleich mit den NUTS 2-Verflechtungen aus Datensatz VD2.
6. Zusammenfassung der Verkehre nach Regierungsbezirken (NUTS 2-Ebene) und Abgleich mit dem NUTS 2-Umschlag nach 7 Güterpositionen und 3 Entfernungsbereichen aus Datensatz VD4-C.
7. Disaggregation der Regierungsbezirke nach NUTS 3-Regionen auf Basis der Datenextrakte VD1 und VD4-A zum NUTS 3-Umschlag.
8. Eckwerte der Kabotage wurden aus der Publikation VE für das Jahr 2008 differenziert nach den Güterabteilungen entnommen und nach 2010 entsprechend dem Wachstum des Binnenverkehrs fortgeschrieben. Abschließend erfolgte eine Normierung der Kabotage auf aktuelle Eckwerte 2010 der Gleitenden Mittelfristprognose.
9. Summation der Binnenverkehre mit deutschen und ausländischen Fahrzeugen.

Aufbereitung des deutschen grenzüberschreitenden Verkehrs

Die Aufbereitung des **grenzüberschreitenden Verkehrs** erfolgt in den Schritten:

- (1) Basis sind die relationsspezifischen Datensätze des grenzüberschreitenden Verkehrsaufkommens nach NSTR2-Gütergruppen für das Jahr 2007 aus der Bedarfsplanüberprüfung, die in die NST2007 Systematik überführt werden.
- (2) Disaggregation der ausländischen Verkehrszellen (soweit notwendig) auf Basis von EUROSTAT-Daten 2010. Diese beinhalten den NUTS 3-Versand und -Empfang nach den 20 Güterabteilungen. Gesondert behandelt wurden Liechtenstein, Kosovo und Montenegro, Russland (ohne Kaliningrad) und Kaliningrad. Die Aufteilung erfolgte gemäß dem BIP bzw. über Außenhandelsdaten.
- (3) Fortschreibung der Mengen gemäß den gelieferten VE-Datensätzen auf das Jahr 2008, wobei die VE-Daten in der oben dargestellten Reihenfolge benutzt wurden.
- (4) Die Hochrechnung von 2008 auf 2010 erfolgte mit Wachstumsraten 2008-2010 aus der Außenhandelsstatistik je Land und Gütergruppe.
- (5) Anschließend erfolgt ein Eckwert-Abgleich je Partnerland und Richtung mit den Daten der Verkehrsstatistik von EUROSTAT (Datensatz road_go_ja_rc). Darüber hinaus werden diese Zahlen auch mit den aktuellen Daten der Gleitenden Mittelfristprognose abgeglichen.

Aufbereitung des Transitverkehrs durch Deutschland

- (1) Die Aufbereitung des **Transitverkehrs durch Deutschland** erfolgte **analog zum grenzüberschreitenden Versand und Empfang**, jedoch **ohne Nutzung der VE-Daten**. Dies liegt daran, dass die vom KBA publizierte Transitstatistik nicht mit derjenigen von Verkehr in Zahlen sowie der Gleitenden Mittelfristprognose übereinstimmt und insbesondere die in Deutschland erbrachten Transportleistungen als zu niedrig eingestuft werden (vgl. Methodenbericht zu Verkehr in Zahlen).
- (2) Die Fortschreibung von 2008 nach 2010 erfolgte mit Wachstumsraten aus der Außenhandelsstatistik je Land-Land-Relation und Gütergruppe.
- (3) Am Ende erfolgte wieder der Abgleich mit den aktuellen Daten aus der Mittelfristprognose.

2.3.4 Abspaltung des Seehafenhinterlandverkehrs in der Analysematrix 2010

Die **Aufbereitung des Seehafenhinterlandverkehrs**, d.h. des landseitigen Verkehrs von und zu den Seehäfen, erfolgte **in Los 2** auf Grundlage der in Los 3 erarbeiteten Verflechtungsmatrizen von Lkw, Bahn und Binnenschiff. Die Auswahl der Seehäfen erfolgte durch Los 2 und umfasste neben den deutschen Seehäfen auch Seehäfen in den Niederlanden, in Belgien, in Polen, Frankreich und Italien. Insgesamt wurden 36 Seehäfen ausgewählt, wobei die Auswahl sich auf die bedeutendsten Seehäfen in den oben genannten Ländern konzentrierte. **Begleitete Fährverkehre**, insbesondere über die deutschen Fährhäfen, wurden zwar von Los 2 als Seehafenhinterlandverkehr ausgewiesen, **konnten jedoch aus der Gesamtverflechtungsmatrix des Jahres 2010 nicht separiert werden**, da Los 2 nur einen Teil der Relation abbilden konnte.⁷⁰

Aufgabe von Los 2 war es, aus dem Gesamtverkehrsaufkommen der Verkehrszellen in denen Seehäfen vorkommen, den **Anteil des mit dem Seehafenumschlag in Verbindung stehenden Verkehrsaufkommens** abzuschätzen. Hierdurch ergibt sich im Ergebnis ein **Restaufkommen** in der entsprechenden Verkehrszelle, welches **nicht mit dem Seehafenumschlag**, sondern mit den sonstigen Wirtschaftstätigkeiten **in Verbindung** steht. Durch diese Trennung wird die Berücksichtigung unterschiedlicher Einflussfaktoren auf die Verkehre der jeweiligen Region (Verkehrszelle) möglich.

⁷⁰ Die begleiteten Verkehre wurden von Los 2 lediglich in der Relation von/zum Hafen (z.B. von Italien nach Rostock) ausgewiesen, nicht jedoch in der Handels- und Transportrelation (Verkehr von Italien über Rostock nach Schweden). Zur Abbildung dieser Verkehre fehlt also immer die seewertige Beziehung. Da die Verkehre in der Gesamtverflechtungsmatrix als Handelsrelation (z.B. zwischen Italien und Schweden) abgebildet sind, konnten die von Los 2 abgebildeten Verkehrsmengen nicht separiert und berücksichtigt werden.

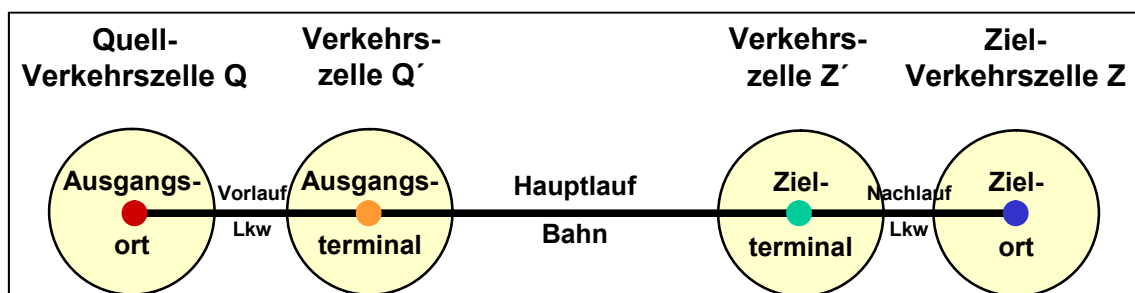
Für die Ermittlung des Seehafenhinterlandverkehrs wurden von Los 3 alle Verkehrsverflechtungen an Los 2 übermittelt, bei denen die Quell- und/oder Zielverkehrszelle einen ausgewählten Seehafen beinhaltet. Zur Differenzierung des Seehafenhinterlandverkehrs nach containerisierten und nicht-containerisierten Verkehren wurden bei Bahn und Binnenschiff zusätzlich zum Transportaufkommen und der Transportleistung die Anzahl der TEU an Los 2 übermittelt.

Die von Los 2 übermittelten Verkehrsmatrizen wurden nach Übergabe relations- und gütergruppenspezifisch in die Analysematrix aufgenommen, sodass der Verkehr in Seehafenhinterlandverkehr bzw. Nicht-Seehafenhinterlandverkehr abgespalten werden konnte. Darüber hinaus konnte der **kombinierte Verkehr zwischen dem maritimen kombinierten Verkehr (Container) und dem nicht maritimen kombinierten Verkehr** (hierbei handelt es sich überwiegend um **Wechselbehälter und Trailer**) unterschieden werden.

2.3.5 Aufbereitung der intermodalen Transportketten des Jahres 2010

Kombinierte oder **intermodale 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 per Bahn oder Binnenschiff transportiert werden. 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/zu den KV-Terminals** wird i.d.R. **per Lkw** zurückgelegt. Die folgende Abb. 2-12 stellt ein Beispiel für eine intermodale Transportkette Lkw-Bahn-Lkw dar.

Abb. 2-12: Beispiel einer intermodalen Transportkette Lkw/Bahn



Der **Hauptlaufverkehr** zwischen den KV-Terminals per Bahn und Binnenschiff ist in den **Relationsstatistiken des Statistischen Bundesamtes** (Fachserie 8 Reihe 2 und Fachserie 8 Reihe 4) als solcher gekennzeichnet und deshalb bekannt. Für den Lkw existiert eine solche Statistik jedoch nicht.

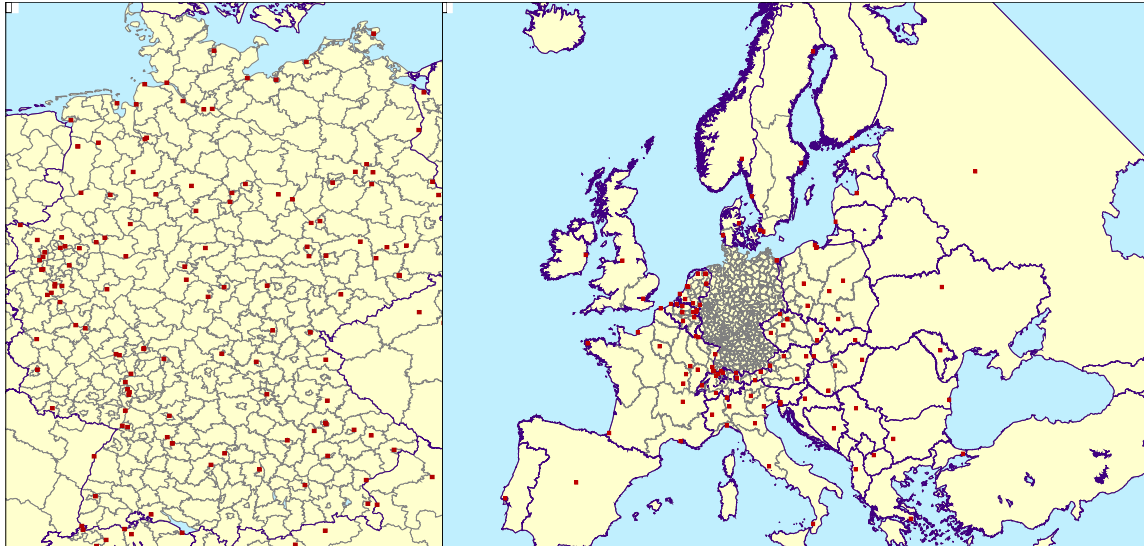
Keine statistisch zugänglichen Informationen stehen für die **Vor- und Nachläufe** zur Verfügung, sodass die gesamte Transportkette bis zum endgültigen Quell- oder Zielort nicht erkennbar ist.

Da durch den Zuwachs des kombinierten Verkehrs diese **Vor- und Nachläufe** auch im **kleinräumigen, regionalen Verkehr** immer bedeutender werden, statistische Daten jedoch nicht vorhanden sind, ist eine **modellhafte Abschätzung der gesamten Transportketten** erforderlich. Hierüber kann das Wachstum des kombinierten Verkehrs aus den Wachstumsentwicklungen der originären Quell- und Zielregionen abgeleitet werden und nicht aus dem Wachstum der Verkehrszellen in denen die KV-Terminals liegen. Zudem kann in Planungen die Infrastrukturbelastung von/nach den KV-Terminals besser berücksichtigt werden.

Für die **Modellierung der intermodalen Transportketten** wurden die Hauptläufe per Bahn und Binnenschiff um die Vor- und Nachläufe des Lkw⁷¹ ergänzt. Dies stellt sicher, dass sich aus den Transportketten die Hauptläufe exakt reproduzieren lassen.

⁷¹ Gemäß Angebot wurden intermodale Transportketten mit dem Lkw modelliert. Vereinzelt treten jedoch auch intermodale Transportketten, wo einem Hauptlauf mit dem Binnenschiff ein weiterer mit der Bahn folgt und dann erst ein Finallauf zum Zielgebiet mit dem Lkw folgt. Solche Transportketten treten auf, auch wenn sie nicht die Regel darstellen. Für die Erfassung solcher Transportketten ist eine umfassende Verladerbefragung erforderlich, die im Rahmen dieser Arbeiten nicht vorgesehen waren.

Abb. 2-13: KV-Terminalstandorte



Die Modellierung selbst erfolgt analog zu den Schätzungen des Statistischen Bundesamtes^{72,73} durch Verknüpfung der in den vorangegangenen Arbeitsschritten aufbereiteten Teilmatrizen des Lkw, der Bahn und des Binnenschiffs. Dabei wird für den maritimen kombinierten Verkehr mit Containern sowie den nicht maritimen mit Wechselbehältern und Trailern anders vorgegangen als für die Rollende Landstraße.

2.3.5.1 Kombinierte Verkehr mit Containern (maritimer KV) und mit Wechselbehältern und Trailern (nicht maritimer KV)

Für die Umsetzung dieser Transportketten für den kombinierten Verkehr mit Containern, Wechselbehältern und Trailern wurde wie folgt vorgegangen.

1. Der Hauptlauf im kombinierten Verkehr von rd. 93 Mio. t kann aus der aufbereiteten Verkehrsmatrix relations- und gütergruppenspezifisch direkt entnommen werden. Er bleibt unverändert. Nach der Eingliederung des Seehafenhinterlandverkehrs liegen die KV-Verkehre in folgender Differenzierung vor:
 - **KV-Verkehre per Binnenschiff** (maritim bzw. nicht maritim)
 - **KV-Verkehr per Schiene** (maritim bzw. nicht maritim)

⁷² Statistisches Bundesamt, Kombinierte Verkehr 2003, Bereitstellung von Angaben zum kombinierten Verkehr in Deutschland unter Berücksichtigung der Abbildung von Transportketten, FE-Nr. 96.0789/2003, Wiesbaden 2005.

⁷³ Statistisches Bundesamt, Kristina Walter, Transportketten im intermodalen Verkehr, Methodik und Ergebnisse eines Forschungsprojektes, in Wirtschaft und Statistik, 09/2005

- **maritime KV-Verkehre** (Seehafenhinterlandcontainer)
 - **nicht maritime KV-Verkehre** (überwiegend KV-Verkehre per Wechselbehälter und Trailer)
2. Aus Daten der Studiengesellschaft für den Kombinierten Verkehr, Forschungsstudien des Bundesverkehrsministeriums und aus umfangreichen Literaturrecherchen⁷⁴ wurden die **KV-Terminalstandorte** in ganz Europa **bestimmt**. Soweit möglich wurde für **jede BVWP-Verkehrszelle ein KV-Terminal** als Ausgangs- bzw. Endpunkt für den KV-Verkehr ausgewählt. Soweit in einigen Verkehrszellen (wie z.B. in Hamburg, Duisburg, Köln, Mannheim, Ludwigshafen etc.) mehrere KV-Terminals vorhanden sind, wurde versucht sich auf ein Terminal zu konzentrieren.

Von dieser Regel wurde jedoch abgewichen, falls ersichtlich war, dass die Terminals unterschiedliche Funktionen ausüben. Dies ist z.B. dann der Fall, wenn in der gleichen Verkehrszelle in einem KV-Terminal fast ausschließlich maritimer KV (Container) stattfindet und in dem anderen überwiegend nicht maritimer KV, wie das z.B. in Hamburg zwischen den Terminals in Waltershof und Hamburger-Billwerder der Fall ist. Ähnliche Situationen liegen dann vor, wenn in einem KV-Terminal überwiegend Binnenschiffscontainer umgeschlagen werden und in dem anderen Bahn-KV stattfindet. In solchen Situationen wurden auch zwei KV-Terminals benutzt. Der Abb. 2-13 können die KV-Terminals in den Inlands- und Auslandsverkehrszellen entnommen werden. Insgesamt wurden im Rahmen des Prozesses **237 KV-Terminals**, hiervon **123 im Inland**, für die Verkehrsverflechtungsprognose ausgewählt. Diese KV-Terminals wurden auch mit den Losen 4 bis 6 ausgetauscht, um in die dort aufzubauenden Verkehrsnetze integriert zu werden.

Bei den KV-Terminals wurde danach unterschieden, ob es sich um Terminals handelt, in denen nur KV-Verkehre per Binnenschiff oder per Schiene stattfinden bzw. ob an den KV-Terminals nur maritime oder nicht maritime KV-Verkehre oder alle Arten von KV-Verkehren umgeschlagen werden.

3. Für die im kombinierten Verkehr per Bahn und Binnenschiff transportierten **Leerbehälter** (diese finden sich in Gütergruppe 160 wieder) wurden **keine intermodalen Transportketten** gebildet. In der Regel handelt es sich hierbei um Umfuhren von leeren Behältern zwischen den Terminals, die an den daran liegenden Leercontainerdepots gelagert werden und erst zu einem späteren Zeitpunkt bedarfsgerecht zu den Kunden transportiert werden. Ein direkter Weitertransport zum Kunden, der durch die intermodale Transportkette abgebildet werden würde, findet in der Regel nicht statt.

⁷⁴ U.a. Rail Cargo, European railway map

4. Da statistische Informationen über die räumliche Verteilung der Quell- und Zielgebiete fehlen, wurde eine Befragung aller in Deutschland vorhandenen KV-Terminals durchgeführt. Im Rahmen dieser Befragung wurden 93 KV-Terminals in Deutschland u.a. danach befragt, wie sich das **KV-Verkehrsaufkommen auf Entfernungsstufen** verteilt. Hierbei wurde abgefragt, wie hoch der Aufkommensanteil ist, der mit Regionen im Radius bis 10 km, 10-20 km, 20-30 km, 30-50 km, 50-100 km und über 100 km stattfindet. Diese Information konnte von 58 KV-Terminals gewonnen werden. Im Durchschnitt ergibt sich folgende räumliche Verteilung des Aufkommens für die 58 KV-Terminals.

Tab. 2-17: Aufkommensverteilung der KV-Umschlagsmengen nach km-Entfernung im Vor- und Nachlauf zu den befragten KV-Terminals

Entfernung des Quell- und Zielgebietes vom KV-Terminal im ...	Vorlauf	Nachlauf
bis 10 km	36,8%	29,5%
10 < km < 20	20,0%	19,2%
20 < km < 30	10,1%	14,0%
30 < km < 50	16,1%	17,9%
50 < km < 100	13,6%	15,0%
> 100 km	3,3%	5,0%

Im Ergebnis stammen rd. **80 % - 85 % des kombinierten Verkehrsaufkommens** aus einem **Einzugsbereich von rd. 50 km** ab; 15 % - 20 % des Verkehrsaufkommen kommt aus weiter entfernt liegenden Regionen. Eine gütergruppenspezifische räumliche Verteilung, dass Chemiegüter z.B. räumlich anders verteilt sind als Nahrungsmittel, liegt nicht vor.

5. Für jeden identifizierten KV-Terminal wurde dessen **spezifischer räumlicher Einzugsbereich** für die Bildung der intermodalen Transportketten zu Grunde gelegt. Wenn mehrere Terminals in einer Verkehrszelle lagen, die jedoch zusammengelegt wurden, dann wurde ein Durchschnitt über die ganze Verkehrszelle gebildet. Lag für eine Verkehrszelle keine räumliche Verteilung im Vor- und Nachlauf vor, dann wurde auf die empirischen Durchschnittswerte zurückgegriffen.
6. Für jeden der ausgewählten KV-Terminals wurde anschließend eine Liste erstellt, welche Verkehrszellen in den oben **definierten Einzugsbereichen** liegen. Für diesen Zweck wurden von jedem KV-Terminal 25.000 zufällig ausgewählte Luftlinienentfernungen zu jeder Verkehrszelle ermittelt. Jede einzelne Verkehrszelle wurde dem räumlichen Einzugsbereich des KV-Terminals zugewiesen, für den die meisten Luftlinienentfernungen berechnet

werden konnten. So entstand für jeden KV-Terminal ein räumlicher Einzugsbereich der Verkehrszellen.

Für die Verkehre mit einem Einzugsbereich von über 100 km wurde eine maximale Verkehrszellenentfernung vom KV-Terminal von 200 km zu Grunde gelegt. Damit wurde ausgeschlossen, dass es Vor- und Nachlaufverkehre von/nach München zum KV-Terminal in Hamburg gibt.

Für die **KV-Terminals im Ausland** sowie in den **deutschen Seehäfen** wurden **keine Vor- und Nachlaufverkehre** bestimmt, da diese auf dem Seeweg erfolgen bzw. im Ausland keine Verkehrsinformationen zur Verfügung stehen. Dies bedeutet, dass KV-Verkehre von/nach dem Skandinavienkai in Lübeck keinen Vor- und Nachlauf per Lkw haben, da dieser immer per Seeschiff stattfindet. Dies bedeutet auch, dass für die grenzüberschreitenden KV-Verkehre nur die Hauptlaufinformation vorhanden ist.

7. In einigen KV-Terminals wie z.B. beim BASF-Terminal in Ludwigshafen oder dem Wacker-Terminal in Ludwigshafen wurden **Loco-Quoten** festgelegt, da diese Verkehre am Terminal bzw. in den angrenzenden Werken verbleiben und nicht weitertransportiert werden. Diese Loco-Quoten wurden entweder von den KV-Terminalbetreibern genannt bzw. wurden im Rahmen des Modellierungsprozesses aus dem Abgleich mit den verfügbaren Lkw-Mengen für den Vor- und Nachlauf gewonnen. Auch die mit einer Loco-Quote versehenen KV-Mengen wurden keine Vor- und Nachlaufverkehre entwickelt.
8. Das Aufkommen der KV-Terminals wurde in einem ersten Schritt gemäß der räumlichen Verteilung auf die einzelnen Verkehrszellen verteilt. Da für den KV-Verkehr auch die Gütergruppe vorliegt, wurden **intermodalen Transportkettenverkehre zuerst beim Lkw-Verkehr in der gleichen Gütergruppe** gesucht.

Wenn z.B. am KV-Terminal in Duisburg 30 t Chemiegüter (Gütergruppe 80) im Empfang umgeschlagen wurden, dann wurde, nachdem die Güter anteilmäßig auf die im festgelegten Einzugsbereich liegenden Verkehrszellen verteilt wurden, untersucht, inwiefern es einen Chemiegüter-Versand per Lkw von Duisburg z.B. nach Wesel oder Essen (je nach Einzugsbereich) gibt. Hierbei kann es durchaus vorkommen, dass es zu mehreren Verkehrszellen Verkehrsmengen gibt, auf die die 30 t verteilt werden könnten. Um Splitterverkehre zu vermeiden, wurde eine Mindestgröße von 10 t für eine Transportkettengröße bestimmt. Die o.g. 30 t wurden dann in 10er-Einheiten auf die entsprechende Anzahl von Verkehrszellen zufällig verteilt. Auf diese Weise werden in der Realität nicht vorkommende zu geringe Aufkommensmengen verhindert. Dies passiert sowohl im Vor- als auch am Nachlaufterminal, sodass durchgehende Transportketten in einer einheitlichen Größe bestimmt werden.

9. Diese Vorgehensweise wurde gütergruppenspezifisch angewendet. Da jedoch ein hoher Teil der KV-Verkehre im Hauptlauf die Gütergruppe 180 (Sammelgut) bzw. 190 (Gutart unbekannt) aufweist, standen für die Transportkettenbildung in den jeweiligen Vor- und Nachlauf Verkehrszellen **nicht ausreichende Lkw-Verkehre**, insbesondere in diesen Gütergruppen, zur Verfügung.
10. In solchen Fällen wurde erlaubt, dass im Vor- und Nachlauf auf der Straße eine **andere Gütergruppe für die intermodale Transportkette** ausgewählt wurde. Da die genaue Gütergruppe in 180 und 190 nicht bekannt ist, wurden **Kombinationen** mit diesen **beiden Gütergruppen** immer zugelassen. Diese beiden Gütergruppen werden quasi als „Joker“-Gütergruppen behandelt, die mit allen anderen Gütergruppen kombinierbar sind. Wo jedoch eine genaue Gütergruppenkenntnis vorhanden ist, wie z.B. in den Gütergruppen 010 bis 170, ist eine Kombination dieser Gütergruppe im Rahmen der Transportkette nur mit den Gütergruppen 180 und 190 möglich.

Die Wahl von Alternativgütergruppen im Vor- und Nachlauf konzentriert sich jedoch ausschließlich auf die Stückgutgütergruppen, ohne die Gütergruppen 010 bis 033, 071-072, sowie 140-170, da es sich hier um Gütergruppen mit einer niedrigen KV-Affinität handelt. Hierdurch wird vermieden, dass regionale Versorgungsverkehre mit Baustoffen und Mineralölprodukten als intermodale Verkehre ausgewiesen werden. Die Gütergruppe des Vor- und Nachlaufs soll entweder gleich sein oder aber mindestens eine der beiden Gütergruppen ist im Gütergruppen-Bereich 180-200 (d.h. Gütergruppen 180-200 ist immer erlaubt)

2.3.5.2 Rollende Landstraße (RoLa)

Für die Umsetzung der Transportketten bei der **Rollenden Landstraße** wurde wie folgt vorgegangen.

1. Die Rollende Landstraße umfasst in 2010 ein Verkehrsaufkommen von rd. 4,2 Mio. t. RoLa-Verkehre sind nur auf wenigen Relationen in der Statistik vorhanden, wobei es sich um folgende Relationen handelt:
 - **Freiburg – Novarra/Turin** 3,1 Mio. t in beiden Richtungen
 - **Singen-Mailand** 0,2 Mio. t in beiden Richtungen
 - **Regensburg- Steiermark** 0,3 Mio. t in beide Richtungen
 - **Regensburg-Trento** 0,6 Mio. t in beide Richtungen

2. Der gesamte RoLa-Verkehr wird bei der Schiene in der **Gütergruppe 190** erfasst. Eine detaillierte Gütergruppenkennung ist somit nicht vorhanden.
3. Auswertungen in den Verkehrszellen Freiburg, Konstanz und Regensburg ergaben, dass nur unzureichende Straßenverkehrsmengen (auch über einen Querschnitt aller KV-affinen Gütergruppen) vorhanden ist, um die in den KV-Terminals abgebildeten RoLa-Verkehre über die Mengen der entsprechenden Verkehrszellen, in denen die RoLa-Terminals liegen, zu erklären.
4. Bei solchen Verkehren kann angenommen werden, dass sie in der **Relationsstatistik des Straßenverkehrs als originäre Quelle-Ziel-Relation** kodiert sind.⁷⁵ Daher wurden die RoLa-Verkehre in den grenzüberschreitenden sowie in den **Transitrelationen per Straße mit Italien bzw. Österreich** gesucht. Hierzu wurden in einem ersten Schritt enthaltene unplausible Relationen, wie z.B. von Frankreich nach Italien bzw. von Österreich nach Italien RoLa-Relationen herausselektiert.
5. Gespräche mit Terminalbetreibern ergaben, dass der **Hauptteil** der RoLa-Transporte nicht aus dem Nahbereich stammt, sondern aus **entfernteren Regionen** kommt. Häufiges Argument für die Wahl der RoLa ist die Ausnutzung der gesetzlichen vorgeschriebenen Ruhe- und Lenkzeiten für diesen Transport.

Hierbei ist zu beachten, dass die Lenkzeit ohne Fahrtunterbrechung 4,5 Stunden nicht überschreiten darf. Spätestens nach 4,5 Stunden Lenkzeit muss der Fahrer deshalb eine Fahrtunterbrechung von mindestens 45 Minuten einhalten. Erledigt der Fahrer allerdings andere Tätigkeiten, bevor er die Fahrt antritt, so ist zusätzlich nach dem Arbeitszeitgesetz zu beachten, dass die erste Pause nach spätestens 6 Stunden Arbeitszeit (nicht Lenkzeit) eingelegt werden muss. Die gesamte Tageslenkzeit darf insgesamt neun Stunden, in Einzelfällen auch 10 Stunden, nicht überschreiten.

6. Ausgehend von diesen Vorgaben wurde um die RoLa-Terminals ein **nördlicher Einzugsbereich von rd. 200 bis 250 km** gezogen für den angenommen wurde, dass innerhalb dieses Einzugsgebietes unter Einhaltung der gesetzlichen Regelungen Direktverkehre nach Italien bzw. Österreich möglich sind⁷⁶.

Des Weiteren wurde angenommen, dass aus bayrischen Relationen nicht über die RoLa-Terminals in Freiburg bzw. Siegen nach Italien gefahren wird, bzw. aus Regionen in Ba-

⁷⁵ Es ist zu beachten, dass die KBA Statistik als Basis der Straßenverkehrsmatrix auf Verladerbefragungen beruht. Es kann angenommen werden, dass die Verlader die RoLa-Verkehre im Rahmen der Befragung als durchgehende Kette per Lkw interpretieren, in denen der RoLa-Transport nur als kleiner Teil des Transportvorganges betrachtet wird. Der Verlader gibt in diesem Fall nicht Freiburg oder einen anderen Terminal als Ziel an, sondern die Endzelle.

⁷⁶ Die Entfernung von Freiburg nach Italien liegt bei rd. 350 km. Ähnlich ist die Entfernung zwischen Regensburg und Italien.

den-Württemberg nicht über den RoLa-Terminal in Regensburg nach Italien oder Österreich.

7. Für weiter nördlich gelegene Regionen wird jedoch eine höhere Wahrscheinlichkeit für die Nutzung der RoLa gesehen. Daher wurden alle Außenhandelsrelationen aus diesen Regionen mit Quelle oder Ziel Italien bzw. Österreich als potentielle RoLa-Relationen betrachtet. Das in den RoLa-Terminals umgeschlagene Aufkommen wurde **richtungsbezogen** auf die **ausgewählten Relationen** verteilt, wobei zur Vermeidung von Splittermengen eine **Mindesttransportgröße von 16 Tonnen** angenommen wurde. Hierbei handelt es sich um ein durchschnittliches Transportladegewicht für Lkw-Fernverkehre, welches auch häufig in den Fährhäfen beobachtet wird.
8. Der aus der entsprechenden Außenhandelsrelation als **RoLa-Verkehr** identifizierte Verkehr, wird jetzt über die RoLa-Terminals in den entsprechenden Ländern geführt.
9. Bei der Abbildung des straßenseitigen RoLa-Aufkommens werden nur 60 % des Gesamtaufkommens der RoLa berücksichtigt, da im Hauptlauf per Bahn der gesamte Lkw mittransportiert wird und das Lkw-Eigengewicht von rd. 12 t berücksichtigt werden muss. Deswegen weicht die Ladung im Vor- und Nachlauf von der schienenbezogenen Ladung bei der RoLa ab.

2.3.5.3 Darstellung der intermodalen Transportketten

Die so entwickelten **Transportketten für den Kombinierten Verkehr** und **der RoLa** stehen in folgender Kodierung zur Verfügung und können wie folgt übergeben werden.

- Quellzone (Vorlaufzone), Quellzone Hauptlauf, Zielzone Hauptlauf, Zielzone (Nachlaufzone)
- Quell- und Zielterminal
- Verkehrsmittel Vorlauf, Hauptlauf, Nachlauf
- Gütergruppe Vorlauf, Hauptlauf, Nachlauf
- Verkehrsart Vorlauf, Hauptlauf, Nachlauf
- (Bahn: EW, GZ, UKV, RoLa) - (Lkw: Nah-/Fernverkehr) - (BiSchiff: Konventionell/KV)
- Seehafenhinterland-Merkmal Vorlauf, Hauptlauf, Nachlauf
- Tonnage Vorlauf, Hauptlauf, Nachlauf
- (bei der RoLa ist die Tonnage des Hauptlaufs aufgrund der Eigengewichte der Lkw höher)
- tkm Vorlauf, Hauptlauf, Nachlauf

2.3.6 Methodik der Prognose

2.3.6.1 Makroprognose

Die Makroprognose des **Güterverkehrs**, dessen Entwicklung in den einzelnen Güterbereichen stark unterschiedlich ausgeprägt ist, erfolgt zunächst auf der Ebene der **Güterabteilungen** und **Hauptverkehrsverbindungen** (Binnenverkehr, grenzüberschreitender Versand und Empfang, Durchgangsverkehr). Dadurch können die Einflüsse der jeweils relevanten gesamt- und branchenwirtschaftlichen Entwicklungen, auf die noch eingegangen wird, exakter quantifiziert werden. Pro Segment wird zunächst das **gesamte Transportaufkommen**, d.h. noch ohne dessen modale Teilung, an Hand einer oder mehrerer **Leitvariablen** prognostiziert. Zu ihnen zählen die **Produktion** der entsprechenden Branche, oft abgeleitet aus der jeweiligen Bruttowertschöpfung, der **Absatz** der entsprechenden Güter (Stein- und Braunkohle, Mineralölprodukte etc.) sowie die jeweiligen **Außenhandelsströme**. Alle diese Größen wurden in der Strukturdatenprognose aus Los 1 vorausgeschätzt und teilweise in der Seeverkehrsprognose präzisiert.

Damit werden in allen Güterabteilungen die drei Hauptverkehrsverbindungen Binnenverkehr, grenzüberschreitender Versand und grenzüberschreitender Empfang vorausgeschätzt. Der **Durchgangsverkehr**, der nicht von den deutschen Produktions- und Außenhandelsmengen abhängt, wird jeweils gesondert prognostiziert. Hierfür werden, soweit möglich, die im Rahmen der Strukturdatenprognose geplanten Vorausschätzungen der wesentlichen Außenhandelsströme zwischen den europäischen Ländern, daneben auch die Trendverläufe verwendet. Zwischen den Hauptverkehrsverbindungen und dem Gesamtverkehr einer Güterabteilung bestehen verschiedene **Zusammenhänge**. Dabei können grundsätzlich sowohl Substitutionsbeziehungen, z.B. wenn deutsche Steinkohle durch Importkohle ersetzt wird, als auch komplementäre Effekte, wenn steigende grenzüberschreitende Transporte in Deutschland umgeschlagen werden und sich deshalb auch der Binnenverkehr erhöht, vorliegen. Sie sind entsprechend zu berücksichtigen.

Daraufhin wird das Aufkommen pro Güterabteilung und Hauptverkehrsverbindung auf die vier – bei Rohöl fünf (incl. Pipelines) – bodengebundenen **Verkehrsarten** aufgeteilt. Hier gehen grundsätzlich – soweit jeweils sinnvoll und möglich – die wirtschaftlichen, angebotsseitigen, preislichen und administrativen **Einflussfaktoren**, die in den einzelnen Güterabteilungen eine unterschiedlich große Bedeutung besitzen, ein. Diese (vollständige) Auflistung ist als **grundsätzlich** anzusehen, d.h. sie kommen selten gleichzeitig zur Geltung. Ein **Beispiel** für einen wirtschaftlichen Einfluss ist die Verschiebung in der Herkunftsstruktur der Kohleimporte. Osteuro-

päische Kohle wird im Wesentlichen auf der Schiene, überseeische Kohle dagegen entweder per Seeschiff (bei direkter Einfuhr nach Deutschland) oder per Binnenschiff (bei Abladung in den ARA-Häfen) transportiert. Beispiele für angebotsseitige oder administrative Einflüsse bestehen in der Attraktivitätssteigerung des Kombinierten Verkehrs bzw. – in früherer Vergangenheit – die Erhöhung von zulässigen Maßen und Gewichten im Lkw-Verkehr. Ferner gehen hier auch die Trendverläufe des Modal Splits, d.h. die Ist-Entwicklung in der (jüngeren) Vergangenheit, ein.

Im nächsten Schritt werden – differenziert nach den Hauptverkehrsverbindungen, in denen die Transporte über unterschiedlich lange Strecken (innerhalb Deutschlands) verlaufen – die **Transportleistungen** der einzelnen Verkehrsarten vorausgeschätzt. Dies geschieht zum einen mit Hilfe der **Trendverläufe** der **mittleren Transportweiten**. Ferner werden, soweit erforderlich, **Sonderfaktoren** berücksichtigt, z.B. die Verschiebungen in der Herkunftsstruktur bei einigen bedeutenden Massengutbereichen (Öl, Kohle).

Mit dem dargestellten Konzept werden Aufkommen und Leistung **aller** Verkehrsträger **mit Ausnahme der Luftfracht** prognostiziert. Letztere wird in der statistischen Ausweisung ohnehin nicht nach Güterabteilungen differenziert. Außerdem sind die mit dem Flugzeug transportierten Mengen zu gering, als dass sie innerhalb des Gesamtverkehrs hinreichend zuverlässig prognostiziert werden können. Deshalb wird die Luftfracht **separat** prognostiziert, und zwar auf der Basis der Entwicklung des deutschen Außenhandels mit den luftfrachtaffinen Zielgebieten, in erster Linie in Asien und Nordamerika. Der **Seeverkehr** wird in Los 2 separat prognostiziert und ist deshalb nicht Gegenstand von Los 3. Die (aggregierten) Ergebnisse der Seeverkehrsprognose werden für die Makroprognose übernommen.

2.3.6.2 Mikroprognose: Vorgehensweise

Wie auch im Personenverkehr berücksichtigt das bei der Güterverkehrsprognose eingesetzte Verkehrsmodell die aus den Einflussbereichen

- **"exogene" Verkehrsentwicklung** (Wirtschaft und Bevölkerung),
- Auswirkungen von Änderungen bei **Nutzerkosten** und **Verkehrspolitik**,
- die durch die **Veränderungen im Verkehrssystem**, also bei den Verkehrsnetzen und Verkehrsangeboten

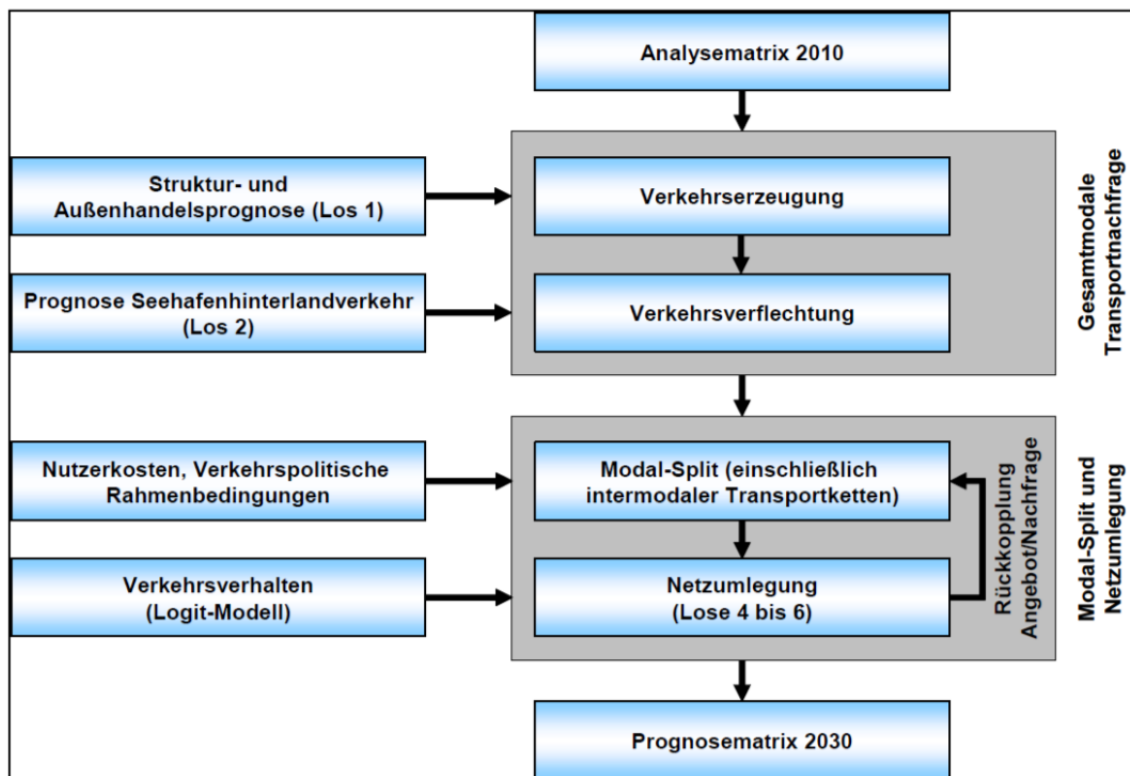
hervorgerufenen Wirkungen.

Ähnlich wie auch beim Personenverkehr wird auch hier zur Durchführung der Prognose ein **Verkehrsnachfragemodell** zu Grund gelegt. Es besteht ebenfalls aus den Teilen

- a) **Verkehrserzeugung**
- b) **Verkehrsverflechtung** und
- c) **Verkehrsmittelwahl.**

Der Gesamtprozess der Mikroprognose des Güterverkehrs ist in Abb. 2-14 dargestellt.

Abb. 2-14: Struktur der Güterverkehrsprognose



Ausgehend von den dargestellten Verkehrsverflechtungen im Analysejahr 2010 erfolgt auf Basis der **Struktur- und Außenhandelsprognose** aus Los 1 die **Prognose des gesamtmodalen Versand- und Empfangsaufkommens der Verkehrszellen** (Verkehrserzeugung) sowie die **Prognose der gesamtmodalen Verkehrsströme zwischen den Verkehrszellen** (Verkehrsverflechtung). Die **gesamtmodale Prognose des Seehafenhinterlandverkehrs** wird aus **Los 2**

übernommen. Entsprechende Daten sind von Los 2 bereitgestellt worden. Lediglich die Aufteilung der Seehafenhinterlandverkehre an Koks und Steinkohle wurden von der BVU umgesetzt. Basis hierfür waren die Annahmen zu den energiewirtschaftlichen Annahmen (siehe Kap. 3.2.4).

Basis der sich anschließenden **Modal-Split-Rechnung** (Transportmittelwahl) und der **Netzumlegung** sind die

- aus den **Annahmen zu den Verkehrsnetzen** sowie
- aus den **Annahmen zu Nutzerkosten** und **Verkehrspolitik**

resultierenden Verkehrsangebote. Dabei werden in der Modal-Split-Rechnung neben unimodalen Verkehren mit Lkw, Bahn und Binnenschiff auch intermodale Transportketten berücksichtigt.

Die **Netzumlegung** selbst findet in den **Losen 4 bis 6** statt.

Da Angebot und Nachfrage voneinander abhängen, ist eine **Rückkoppelungsschleife** von den Losen 4 bis 6 zu Los 3 durchgeführt worden. Hierzu wurden die aus der Netzumlegung resultierenden **Angebotseigenschaften** von den Losen 4 bis 6 übernommen und der Modal-Split auf Basis dieser Angebotseigenschaften nochmals gerechnet. Auf diese Weise erfolgte eine Anpassung der Nachfragemengen an die in den Teilnetzen verfügbaren Kapazitäten derart, dass die prognostizierte Nachfrage ohne gravierende Engpässe abgefahren werden kann.

Analog zum Personenverkehr erfolgte auch im Güterverkehr der **Einsatz eines Marginalmodells**, d.h. eine Prognose auf Basis der im Analysejahr 2010 beobachteten Ströme. Dabei sind **Sonderfälle** zu berücksichtigen, bei denen Verkehre neu entstehen. Dies betrifft z.B. Seehafenhinterlandverkehre, wie z.B. im Fall von/nach Wilhelmshaven bzw. zu den italienischen und polnischen Häfen sowie neue Angebote im unbegleiteten kombinierten Verkehr und der Rollenden Landstraße. Auch sind in diesem Zusammenhang Neuverkehre zu nennen, die im Rahmen einer Befragung der Binnenhäfen und KV-Terminals identifiziert wurden.

2.3.6.3 Verkehrserzeugung

Generelle Vorgehensweise und Daten

Die Prognose der gesamtmöglichen Versand- und Empfangsvolumina der inländischen und ausländischen Verkehrszellen erfolgt auf Basis von **Wirkungszusammenhängen zwischen Versandaufkommen bzw. Empfangsaufkommen** einerseits und **verkehrserzeugenden bzw. verkehrsanziehenden Strukturdaten** andererseits. Funktional können die Wirkungszusammenhänge durch **Regressionsgleichungen** beschrieben werden.

Die Prognose der gesamtmöglichen Transportnachfrage erfolgt in der Differenzierung nach

- Quellzelle,
- Zielzelle,
- Gütergruppe, sowie dem
- Merkmal Seehafenhinterlandverkehr.

Die Aufteilung der Nachfrage auf Verkehrsmittel und Verkehrsarten erfolgt in einem späteren anschließenden Schritt bei der **Transportmittelwahl**.

Die Zusammenhänge zwischen den Strukturmerkmalen von Verkehrszellen und dem gesamtmöglichen Verkehrsaufkommen derjenigen Zellen werden mittels **Regressionsfunktionen** geschätzt. Dies geschieht für das Bezugsjahr 2010; das Verkehrsaufkommen für 2030 wird dann über Wachstumsraten und die ermittelten Regressionsparameter berechnet.

Die Basis für die Schätzung der Regressionsgleichungen bildet die **von Los 1 ermittelten Analysewerte für das Jahr 2010**. Diese enthält für jede NUTS 3-Region im In- und Ausland die folgenden genutzten Daten:

- **Bevölkerung**
- **Erwerbstätige (nur Inland)**
- **Reales BIP (in Preisen von 2000)**
- **Branchenaufgliederung des BIP nach 29 Wirtschaftszweigen (WZ 2008, Inland) bzw. 6 aggregierten Branchen für das Ausland.**

Im **Inland** entsprechen die **NUTS 3**-Regionen den Stadt- und Landkreisen und sind deshalb mit den Verkehrszellen der Verkehrsprognose identisch. Im **Ausland** sind **NUTS 3**-Regionen und **Verkehrszellen nicht deckungsgleich**, da die Systematik der Verkehrszellen mit steigender Entfernung auf NUTS 2-, NUTS 1- bzw. NUTS 0-Regionen wechselt. Hier sind die Angaben aus der Strukturdatenprognose dementsprechend aggregiert worden.

Zu den 29 Wirtschaftszweigen im Inland wurden des Weiteren 6 übergeordnete Klassen gebildet, welche wiederum selbst noch einmal zu einer Unterteilung in die 3 Wirtschaftssektoren aggregiert wurden.

Berücksichtigung von singulären Verkehrserzeugern

Unter singulären Verkehrserzeugern und -verbrauchern werden insbesondere Seehäfen, Flughäfen, große Binnenhäfen, KV-Terminals (auch in GVZ), Kraftwerke und große Industriestandorte verstanden. Bei den Kraftwerken werden nur Stein- und Braunkohlekraftwerke betrachtet. Aufgrund des überproportional hohen Verkehrsaufkommens, welches mit diesen Verkehrspunkten verbunden ist, wurden diese im Rahmen der Prognosearbeiten analysiert und einer gesonderten Behandlung unterzogen.

Seehäfen werden bereits in Los 2 als eigene Verkehrszellen vom sonstigen Verkehrsgeschehen abgespalten und die dort betroffenen Verkehrsvolumina - differenziert nach Containerverkehr und Nicht-Containerverkehr - mit eigenen Ansätzen fortgeschrieben. Die Festlegung der relevanten Seehäfen erfolgte in Los 2, wobei eine Abstimmung mit Los 3 durchgeführt wurde. Die abgestimmten Seehäfen werden in den einzelnen Teilnetzen als externe Einspeisungspunkte sowie intermodale Verknüpfungspunkte aufgenommen.

Obwohl die Seehafenhinterlandverkehre in die Prognose von Los 2 geschätzt und hier exogen eingegangen sind, waren gütergruppenspezifische Interdependenzen zwischen der Entwicklung im Seehafenumschlag und der hier zu prognostizierenden Entwicklung zu berücksichtigen. So werden in Los 2 nicht alle Seehafenumschlagszahlen in das Hinterland weitergeleitet. Ein Teil geht als Transshipment per See weiter und ein Teil der Verkehre verbleibt an den Hafenstandorten, die sog. Loco-Quote. Hierbei handelt es sich z.B. um Teppich- oder Textilimporte in Hamburg oder Bremen bzw. um Papierimporte in Lübeck usw. Hier geht ein Teil des Seehafenumschlags in die hiesigen Logistikzentren und wird von hieraus, teilweise weiterverarbeitet, zu den Empfangsstandorten versendet. An den Seehafenstandorten, wo solche Loco-Verkehre identi-

ziert werden konnten, wurde bei der Entwicklung der Verkehrsströme auf die korrespondierten Wachstumsentwicklungen aus dem Seehafenbereich geachtet.

Flughäfen in Deutschland und im benachbarten Ausland werden analog zu Seehäfen als eigene Verkehrszellen (siehe oben Kap.2.1.2.3) vom sonstigen Verkehrsgeschehen abgespalten. Die dort betroffenen Verkehrsvolumina werden mit eigenen Ansätzen analysiert und prognostiziert. Sie sind sowohl **externe Einspeisungspunkte** (Lang- und Mittelstreckenverkehr ohne relevante Konkurrenz zum bodengebundenen Verkehr) als auch **intermodale Verknüpfungspunkte** (im Kurzstreckenverkehr). Das heißt, der **Lang- und Mittelstreckenverkehr** ist in den Verflechtungsdaten als "Sternmatrizen" (Flughafen - landseitige Verkehrszelle) erfasst. Im **Kurzstreckenverkehr** stellen die Flughäfen intermodale Verknüpfungspunkte dar.

Binnenhäfen werden im Rahmen der Prognose nicht als eigene Verkehrszellen behandelt. Da bei der Abbildung von intermodalen Transportketten eine Konzentration auf den maritimen und nicht maritimen KV-Verkehr erfolgen wird, werden sie - sofern sie nicht Standort eines KV-Terminals sind - auch nicht als separate intermodale Verkehrspunkte abgebildet. Die prognostizierten Verkehrsmengen der Kreise und Auslandszonen, in denen relevante Binnenhäfen liegen, werden jedoch gesondert plausibilisiert und abgeglichen. Die Plausibilisierung erfolgt auf Kreisbasis; eine hafenbezogene Betrachtung erfolgt in Fällen, in denen mehrere Häfen in einem Kreis liegen nicht.

KV-Terminals werden ebenfalls nicht als eigene Verkehrszellen abgebildet, sind aber als intermodale Verknüpfungspunkte in den Netzen definiert und somit Bestandteil der geplanten intermodalen Transportketten. In den intermodalen Verkehrsnetzen sind alle KV-Terminals des Jahres 2010 aufzunehmen. Ein entsprechender Vorschlag ist in Los 3 erstellt worden. Hierbei wird zwischen Terminals unterschieden, die entweder per Binnenschiff oder per Bahn oder aber auch von beiden bedient werden können. Die bis 2030 noch zu erwartenden Terminals werden der KV-Entwicklungskonzeption des Bundesverkehrsministeriums⁷⁷ entnommen. Die prognostizierten Verkehrsmengen der Kreise und Auslandszonen, in denen relevante KV-Terminals liegen, werden gesondert plausibilisiert und abgeglichen.

Kraftwerke sind in der Prognose auch keine eigenen Verkehrszellen, werden aber in den Verkehrsnetzen - soweit relevant - als eigene Verkehrseinspeisungspunkte definiert. Im Rahmen der Prognose sind die bis 2030 zu unterstellenden Kraftwerksstandorte (Stein- und Braunkohle),

⁷⁷ Hacon, KombiConsult GmbH, Erstellung eines Entwicklungskonzeptes KV 2025 in Deutschland als Entscheidungshilfe für die Bewilligungsbehörden, Hannover, Frankfurt/M. 2012

der zu erwartende Steinkohleverbrauch (siehe Kap. 3.2.4) und die Braunkohleabbaustätten festgelegt worden.

Große bedeutende Industriestandorte werden, soweit sie relevant sind, keine eigenen Verkehrszellen darstellen, aber in den Verkehrsnetzen als eigene Verkehrseinspeisungspunkte definiert. Dies gilt insbesondere für die Einspeisung in das feinräumige Straßennetz.

Relevant sind Industrieunternehmen mit bedeutenden Verkehrsmengen im Versand und/oder Empfang. Solche Industrieunternehmen sind z.B. Raffinerien (inkl. Mineralöl- und Chemische Verarbeitung), Eisen- und Stahlunternehmen, sowie Automobilunternehmen.

Die **Identifizierung der relevanten Unternehmen** erfolgt auf folgende Weise:

- Analyse der zuletzt verfügbaren gesamtmöglichen (Lkw, Bahn, Binnenschiff) Datenbasis (2010) bei BVU nach Kreisen, Richtungen und Gütergruppen
- Überlagerung dieser Verkehrsmengen mit Adressdaten der Energieerzeuger, Produktionsstandorten der Automobilindustrie, Adressen des Mineralölwirtschaftsverbandes bezüglich der Raffineriestandorte, der Wirtschaftsvereinigung Stahl und des Verbandes der deutschen Chemieindustrie. Darüber hinaus werden zur Identifizierung vorhandene Vorortinformationen aus vergangenen Projekten herangezogen
- Identifizierung der Unternehmen, die für diese Menge im Wesentlichen verantwortlich sind. Chemieparks (Köln, Marl, Dormagen, Hürth, Schwedt, Ludwigshafen-Mannheim, Ingolstadt, Leuna, etc.) werden als ein singulärer Verkehrsstandort betrachtet.

In der **Kalibrierung des Erzeugungsmodells** können die identifizierten Unternehmen als Eigenschaft der Verkehrszellen in die Regressionsgleichungen mit einfließen und somit die Modellgüte verbessern. Um den Einfluss im Inland abbilden zu können, wurden diese über **Dummy-Variablen** zu den Ausgangsdaten hinzugefügt. Die Dummy-Variablen (0/1) wurden je nach Vorkommen der folgenden Verkehrserzeuger in den entsprechenden Verkehrszellen für die Regressionen gesetzt und genutzt.

Nach erfolgter Verkehrsverteilung wurde für die Kreise in den solche singuläre Verkehrserzeuger identifiziert wurden, die prognostizierte Entwicklung der Verkehrsvolumina auf Sinnhaftigkeit und Plausibilität gemäß den in der Strukturdatenprognose für die Branche dargestellten Entwicklungen sowie entsprechend der im Folgenden dargestellten Ansätze überprüft und ggfls. angepasst.

Binnenhäfen

Binnenhafenstandorte sind wichtige **Umschlags-, Industrie- und Gewerbestandorte**. In über 180 deutschen Kreisen befinden sich zahlreiche Häfen und Umschlagsstellen, die diese Funktionen übernehmen und in denen Transporte mit dem Binnenschiff stattfinden. Der Umschlag per Binnenschiff ist für das Jahr 2010 nicht hafenspezifisch, sondern kreisspezifisch bereitgestellt worden.

In den Binnenhafenstandorten findet auch bedeutender Schienenumschlag statt. Dieser wird jedoch statistisch nicht gesondert ausgewiesen.

Um **regionale** und **lokale Sondereinflüsse** in den Binnenhäfen besser zu **erfassen** und sie in die Prognose berücksichtigen zu können, wurde eine **schriftliche Befragung** von ausgewählten Binnenhafenstandorten durchgeführt.

Ziel diese Befragung war es, die **Wachstumseinschätzungen** der Binnenhafenstandorte und **lokale Sondereinflüsse**, wie z.B. die Schließung bzw. die Erweiterung von Produktionsstandorten, die Neuansiedlung von hafenaffinen Unternehmen oder die Entwicklung bzw. Umstrukturierung von Hafenflächen zu erfassen.

KV-Terminals

Um die Wachstumsaussichten der **KV-Terminals** in Erfahrung zu bringen wurde auch hier ähnlich wie bei den Binnenhäfen eine **schriftliche Befragung** durchgeführt. Darüber hinausgehendes Ziel war es hier auch Informationen über die **Einzugsbereiche der KV-Terminals** im Vor- und Nachlauf zu erhalten, und somit zusätzliche **Informationen über die intermodalen Transportketten** zu erzielen.

Nutzbare Informationen über zukünftige Wachstumsaussichten konnten nur in geringem Maße aus der Befragung gewonnen werden, allerdings wurden wertvolle Informationen über die Entwicklung der einzelnen Standorte in 2011 und 2012 (soweit darstellbar) gewonnen. Hierüber konnten Wachstumsschübe oder Ladungsverluste, die nach dem Analysejahr 2010 eingetreten waren, identifiziert und mit den KV-Betreibern diskutiert werden. Die hierdurch erzielten Erkenntnisse wurden in die Prognose berücksichtigt, sodass **Wachstumsbrüche minimiert** werden konnten.

Für das **Prognosejahr 2030** sind soweit bereits eine **Förderung aus der KV-Richtlinie** genehmigt wurde, weitere KV-Terminals berücksichtigt worden. Hierbei handelt es sich um Heilbronn, Lauenburg, Lüneburg, Bohmte, Ladbergen und Wittenberge.

Kraftwerke

Betrachtet werden hier nur Standorte von **Braun- und Steinkohlekraftwerken**, sowie die **Braunkohleabbaustätten**. Von verkehrlicher Bedeutung sind hier im Wesentlichen die eingehenden Verkehrsmengen. Allerdings fallen auch an diesen Standorten im Versand auch Schlacken und bedeutende Mengen an REA-Gips an. Auch sind die Braunkohleabbaustätten bedeutende Produktionsstandorte für Braunkohle und Steine, Erden-Erzeugnisse.

Braunkohlekraftwerke gibt es in Deutschland nur an wenigen Standorten, und zwar an denen Braunkohle abgebaut wird. Hier sind die Standorte im **Rheinischen Braunkohlerevier** (Düren, Frimmersdorf, Neurath, Niederaußem, Hürth, Weisweiler, Köln-Merkenich), in der **Lausitz** (Lingenberg, Jänschwalde, Spremberg, Boxberg, Chemnitz, Frankfurt/Oder, Senftenberg), im **mitteleutschen Revier** (Schkopau, Lippendorf, Deuben, Mumsdorf) und in **Helmstedt** (Kraftwerk Buschhaus) angesiedelt. Die Standorte sind i.d.R. zugleich auch bedeutende Abbaustandorte.

Die Entwicklung der Braunkohleverkehre, die mit diesen Standorten in Verbindung steht, erfolgt in Abhängigkeit von den generellen Entwicklungseinschätzungen über den Primärenergieverbrauch, der von der BVU und ifo entwickelt und in Kap. 3.2.4 dargestellt ist. In der Regel liegen die Braunkohlekraftwerke in der Nähe von Abbaugebieten; die Beförderung der Kohle in die Kraftwerke zur Verfeuerung erfolgt über Förderbänder bzw. über kurze Entfernungen per Bahn.

Raffineriestandorte

In Deutschland sind folgende **Raffineriestandorte** in der Prognose genauer zu betrachten, die im Jahr 2010 Rohölverarbeitungskapazitäten von rd. 118 Mio. t aufwiesen. Durch die zwischenzeitliche Schließung der Raffinerieanlage in Wilhelmshaven gegen Ende 2010 ist die Raffineriekapazität im Jahr 2011 um rd. 14,0 Mio. t gesunken.

Da die Versorgung der Raffinerien mit Rohöl entweder per Pipeline oder per Seeschiff erfolgt, ist für die Verkehrsverflechtungsprognose der Versand von Mineralölprodukten aus den Raffinerie-

standorten von Bedeutung. Die weitere verkehrliche Entwicklung dieser Standorte muss hängt von der zu erwartenden rückgängigen **Entwicklung im Primärenergieverbrauch** an Mineralölprodukten sowie von der im Rahmen der von Los 2 skizzierten **Export- und Importentwicklung** an Mineralölprodukten ab.

Soweit es aus heutiger Sicht beurteilt werden kann, ist ein weiterer **Rückgang der Rohöldestillationskapazitäten** in Deutschland, aufgrund des zu erwartenden Mineralölnachfragerückgangs sowie der schlechter werdenden Exportchancen in die U.S.A., zu erwarten. Nach dem Verkauf der **Shell-Raffinerie** in **Hamburg** an Nynas werden dort ab 2014 überwiegend Grundöle hergestellt werden, was zumindest den aus Hamburger Produktion stammenden Mineralölversand erheblich reduzieren wird.

Tab. 2-18: Kapazitäten der Raffineriestandorte in Deutschland in 2010 (in 1.000 t)

Raffineriestandort	Rohöldestillationskapazität	Vakuumdestillationskapazität	Konversionskapazität
Wilhelmshaven	13.500	4.800	0
Heide	4.200	2.200	1.680
Rheinland Raffinerie Wesseling	7.000	4.000	3.530
Rheinland Raffinerie Godorf	8.900	5.500	4.700
Elbe Mineralölwerk, Hamburg	5.200	3.300	1.620
OMV, Burghausen	3.480	0	1.560
PETROPLUS Ingolstadt	5.000	1.713	1.290
HOLBORN Hamburg	4.650	1.030	1.150
MIRO Karlsruhe	14.900	7.200	6.400
RUHR OEL, Gelsenkirchen	12.800	5.400	7.480
BAYERNOIL, Ingolstadt	10.300	3.500	5.170
Erdölraffinerie, Lingen	4.500	2.300	2.750
TOTAL, Leuna	12.000	5.400	5.160
PCK, Schwedt	11.200	6.300	5.450
TOTAL Bitumen, Brunsbüttel		950	0
H & R Ölwerke Schindler, Hamburg		840	100
H & R Chemisch-Pharmazeutische Spezialitäten, Salzbergen		350	225
Insgesamt	117.630	54.783	48.265
Quelle: Mineralölwirtschaftsverband e.V., Hamburg			

Der weiter zu erwartende Rückgang des Mineralölverbrauchs wird die Diskussion über die weitere Schließung von Raffineriestandorten in Zukunft wieder verstärken; durch die Schließung der

Wilhelmshavener Raffinerie und der Senkung der Produktionskapazitäten in Hamburg hat sich das mittelfristig erwartete starke Überangebot in Deutschland in die Zukunft verschoben. Allerdings wird es im Rahmen dieser Prognose nicht möglich sein Stilllegungen weiterer einzelner Standorte vorherzusagen, soweit sie nicht in der Strukturdatenprognose bereits berücksichtigt sind. Daher wurde in der Prognose (mit Ausnahme Hamburgs) ein proportionaler Rückgang aller Standorte gewichtet mit der branchenbezogenen Entwicklung⁷⁸ in den einzelnen Regionen angenommen.

Hüttenwerke und Stahlwerke

Ein weiterer bedeutender Verkehrsfaktor sind die **Hütten- und Stahlwerke**. Hier werden im Empfang Schrott, Eisenerze, Kohle und Stahlbrammen zur Weiterverarbeitung eingesetzt. Fertige Stahlprodukte bestimmen den Versand aus den Stahlwerken. Die wichtigsten Stahlstandorte können der folgenden Übersicht (Abb. 2-15) entnommen werden. Es wird deutlich, dass eine starke Konzentration auf Nordrhein-Westfalen, dem Saarland, Brandenburg und Niedersachsen vorliegt. Der überwiegende Teil der Standorte liegt **an Binnenwasserstraßen**.

⁷⁸ Auf der Empfangsseite wurde neben dem Rückgang der Mineralölnachfrage auch die Bevölkerungsentwicklung berücksichtigt. Insbesondere an internationalen Flughafen- und Militärflughafenanlagen kam es jedoch teilweise zu unplausiblen Ergebnissen. In solchen Fällen wurde qualitativ in die Wachstumsentwicklung eingegriffen; Basis waren i.d.R. veröffentlichte Prognosen über die Wachstumsentwicklung im internationalen Flugverkehr sowie bekannte Planungen über die Konzentrationen von NATO-Tanklagerstandorten.

Abb. 2-15: Standorte der Stahlindustrie



Quelle: Statistisches Jahrbuch der Stahlindustrie 2010/2011

Hier wurde darauf geachtet, dass das Wachstum zwischen eingehenden Rohstoffen und den Versandstoffen nicht stark voneinander abweicht. Auch wurden standortspezifische Informationen bezüglich relevanter Produktionsveränderungen (wie z.B. in Krefeld, Düsseldorf und Bochum) in die Prognose einbezogen.

Standorte der Automobilindustrie

Die Standorte der **Automobilindustrie** können der folgenden Tab. 2-19 entnommen werden. Zur Herstellung von Automobilen ist ein hoher Anteil von **Halb- und Fertigteilen**, **Kunststoff-** und **Stahlprodukten** die aus der Verkehrsstatistik nicht sauber separiert und zu den einzelnen Standorten zugewiesen werden können. Allerdings ist der **Versand von Fahrzeugen** aus den

einzelnen Standorten relativ gut identifizierbar, sodass er eng mit den Annahmen der Strukturdatenprognose in Verbindung gebracht werden kann.

Tab. 2-19 Standorte der Pkw- und Fahrzeugteileproduktion

VW-Standorte (inkl. Audi, Porsche)	Opel-Standorte
Augsburg	Rüsselsheim
Berlin	Bochum
Braunschweig	Kaiserslautern
Chemnitz	Eisenach
Deggendorf	Daimler-Standorte
Dresden	Stuttgart
Emden	Bremen
Hamburg	Rastatt
Hannover	Berlin
Ingolstadt	Hamburg
Kassel(Baunatal)	Düsseldorf
München	BMW-Standorte
Neckarsulm	München
Nürnberg	Berlin
Oberhausen	Dingolfing
Osnabrück	Eisenach
Rheine	Landshut
Salzgitter	Leipzig
Wolfsburg	Regensburg
Mosel	Wackersdorf
Stuttgart	Ford-Standorte
Leipzig	Saarlouis
Heilbronn	Köln
Quelle: eigene Erhebungen	

In der anderen Verkehrsrichtung (Empfang der oben genannten Standorte) wurde ähnlich wie bei den Stahlstandorten darauf geachtet, dass die Wachstumsentwicklungen hinsichtlich der Eingangs- und Ausgangsstoffe ähnliche Größenordnungen erreichen.

Da an den Automobilstandorten teilweise auch nennenswerte Mengen an Komponenten gefertigt werden, sind diese Standorte auch **bedeutende KV-Quell- und Zielorte**. Hier wurde darauf geachtet, dass die Entwicklung der KV-Mengen von/nach diesen Standorten mit den Außenhandelsentwicklungen im Fahrzeugbereich übereinstimmt.

Modellschätzung

Die Prognose der **richtungsspezifischen Verkehrserzeugung** (Empfangsmengen und Versandmengen) erfolgt **modellbasiert** mittels **log-linearer Regressionen**. Als **abhängige Variablen** fungieren in den Regressionen die **gesamtmodalen Versand- und Empfangsmengen** der Verkehrszellen (V/E) im Analysejahr. Die in 2010 identifizierten Seehafenhinterlandverkehre werden dabei ausgeschlossen, da die Prognose des gesamtmodalen Seehafenhinterlandverkehrs extern in Los 2 erfolgt.

Über die **Strukturdaten** als **unabhängige Variable** wurde dann versucht, diejenigen Strukturmerkmale zu identifizieren, welche je Gütergruppe verkehrserzeugend (Quellaufkommen) bzw. verkehrsanziehend (Zielaufkommen) wirken.

Funktional können die **Wirkungszusammenhänge** zwischen Versand-/Empfangsaufkommen und Strukturdaten wie folgt beschrieben werden:

$$V_{ig} = \alpha \cdot \prod_k (X_{ik})^{\beta_k} \cdot \exp(\gamma Y_i)$$

$$E_{ig} = \alpha \cdot \prod_k (X_{ik})^{\beta_k} \cdot \exp(\gamma Y_i)$$

mit:

i	Verkehrszelle
g	Gütergruppe
V_{ig}	Versandaufkommen von Verkehrszelle i in der Gütergruppe g
E_{ig}	Empfangsaufkommen von Verkehrszelle i in der Gütergruppe g
X_{ik}	Verkehrserzeugende bzw. verkehrsanziehende Strukturmerkmale von Verkehrszelle i
Y_i	0/1-Variable zur Berücksichtigung von Niveauverschiebungen bei singulären Verkehrserzeugern, da sich bei solchen ein Teil des Transportaufkommens nicht aus der Wirtschaftsaktivität der Region, sondern lediglich aus der Funktion erklärt
α, β_k, γ	Parameter

Die **Kalibrierung** des Modells, d.h. die Bestimmung der signifikanten Strukturmerkmale X_{ik} und die Schätzung der zunächst unbekannten Parameter α, β_k, γ erfolgt anhand der Werte des **Analysejahres 2010** durch log-lineare Regression (für jede Gütergruppe g und Versand sowie Empfang getrennt):

$$\log(V_{ig}^A) = \log(\alpha) + \sum_k \beta_k \log(X_{ig}^A) + \gamma Y_i$$

$$\log(E_{ig}^A) = \log(\alpha) + \sum_k \beta_k \log(X_{ig}^A) + \gamma Y_i$$

Dabei kennzeichnet das hochgestellte A Werte des Analysejahres 2010. Entsprechend kennzeichnet im Folgenden ein hochgestelltes P Werte des Prognosejahres 2030.

In der Tab. 2-20 sind die in den Modellrechnungen als Erklärungsvariablen für das Verkehrsaufkommen definierte Strukturdaten aus Los 1 dargestellt.

Die Anwendung des Prognosemodells erfolgt – wie bereits oben erläutert – durch den Marginalansatz, d.h. durch Fortschreibung der Werte des Analysejahres 2010:

$$V_{ig}^P = V_{ig}^A \cdot \frac{\alpha \cdot \prod_k (X_{ik}^P)^{\beta_k} \cdot \exp(\gamma Y_i)}{\alpha \cdot \prod_k (X_{ik}^A)^{\beta_k} \cdot \exp(\gamma Y_i)} = V_{ig}^A \cdot \prod_k \left(\frac{X_{ik}^P}{X_{ik}^A} \right)^{\beta_k}$$

$$E_{ig}^P = E_{ig}^A \cdot \frac{\alpha \cdot \prod_k (X_{ik}^P)^{\beta_k} \cdot \exp(\gamma Y_i)}{\alpha \cdot \prod_k (X_{ik}^A)^{\beta_k} \cdot \exp(\gamma Y_i)} = E_{ig}^A \cdot \prod_k \left(\frac{X_{ik}^P}{X_{ik}^A} \right)^{\beta_k}$$

Die **Modellabschätzung** erfolgte **nur für den Binnenverkehr**. Die Summation über alle inländischen Verkehrszellen i liefert jeweils den gesamten Binnenverkehr in Gütergruppe g, wobei für den Prognosehorizont 2030 die Summen aus Versand und Empfang nicht notwendigerweise übereinstimmen müssen. Da sich erfahrungsgemäß das Versandaufkommen besser prognostizieren lässt als das Empfangsaufkommen, wird das prognostizierte **Versandaufkommen „festgehalten“**, das Empfangsaufkommen dient dann der Zielwahl im Verflechtungsmodell.

Tab. 2-20: Identifizierte Erklärungsfaktoren des Güterverkehrsaufkommens

Gütergruppe		Quellaufkommen (verkehrserzeugend)	Zielaufkommen (verkehrsanziehend)
010	Land- und forstwirtschaftliche Erzeugnisse	BIP Landwirtschaft	BIP Nahrungs- und Genussmittel, BIP Landwirtschaft
021	Steinkohle	BIP Kohle, Steinkohleabbau	Dummy Steinkohlekraftwerk BIP Energie / Wasserversorgung
022	Braunkohle	Braunkohleabbau, BIP Kohle	Dummy Braunkohlekraftwerk, Bevölkerung
023	Erdöl und Erdgas	BIP Energie / Wasserversorgung, Dummy Raffinerie	Bevölkerung, Dummy Raffinerie
031	Erze	BIP Metalle	Binnenhafen, Dummy Stahlwerk
032	Düngemittel	BIP Landwirtschaft, BIP Erdöl / Erdgas	BIP Landwirtschaft
033	Steine und Erden, sonstige Bergbauerzeugnisse	BIP Bau, BIP Steine / Erden	BIP Bau, BIP Steine / Erden
040	Nahrungs- und Genussmittel	BIP Nahrungs- und Genussmittel	Bevölkerung, BIP Nahrungs- und Genussmittel
050	Textilien, Bekleidung, Leder, Lederwaren	BIP Produzierendes Gewerbe	BIP Gesamt, BIP Textilien
060	Holz und Kork, Papier, Pappe, Druckerzeugnisse	BIP Holzwaren	BIP Holzwaren, Bevölkerung
071	Koks	BIP Kohle	BIP Kohle, BIP Kokerei / Mineralöl
072	Mineralölerzeugnisse	BIP Kokerei / Mineralöl, Dummy Raffinerie	Bevölkerung
080	Chemische Erzeugnisse	BIP Chemie	Bevölkerung, BIP Chemie
090	Sonstige Mineralerzeugnisse	BIP Bau, BIP Glas / Keramik	BIP Bau
100	Metalle und Halbzeug	BIP Metalle	BIP Metalle
110	Maschinen und Geräte, optische Erzeugnisse, Uhren	BIP Produzierendes Gewerbe	BIP Produzierendes Gewerbe
120	Fahrzeuge	BIP Produzierendes Gewerbe Dummy Fahrzeugproduktion	BIP Produzierendes Gewerbe
130	Möbel, Schmuck, Musikindustrie, Sport, Spiel	BIP Produzierendes Gewerbe	BIP Produzierendes Gewerbe
140	Sekundärrohstoffe, Abfälle	Bevölkerung, BIP Recycling	Bevölkerung, BIP Recycling
150	Post, Pakete	BIP Verkehr	BIP Verkehr
160	Geräte und Material für Güterbeförderung	Abhängig vom KV-Aufkommen	Abhängig vom KV-Aufkommen
170	Umzugsgut, sonstige nichtmarktbestimmte Güter	BIP Gesamt	BIP Gesamt
180	Sammelgut	BIP Gesamt	BIP Gesamt
190	Gutart unbekannt	BIP Gesamt	BIP Gesamt
200	Sonstige Güter a. n. g.	kein Modell; da kein Aufkommen	kein Modell; da kein Aufkommen

Die **Prognose des grenzüberschreitenden Versands und Empfangs** sowie des Durchgangs(Transit)verkehrs erfolgt auf Basis von **Wachstumsfaktoren des deutschen Außenhandels**, die von **Los 2** in der Differenzierung nach

- Richtung (Versand/Empfang),

- Gütergruppe,
- Bundesland bzw. Außenhandelsstaat (im Durchgangsverkehr) und
- Partnerland

bereitgestellt wurden. Die Wachstumsfaktoren basieren ihrerseits auf der von Los 1 durchgeführten Außenhandelsprognose, wobei von Los 2 eine Umrechnung der monetären Größen in Transportgewichte durchgeführt wurde. Da in den Arbeiten von Los 2 eine große Anzahl von Regionen sehr **hohe** bzw. sehr **niedrige Faktoren** aufwiesen, wurden diese Extremwerte in Absprache mit dem Auftraggeber und der Qualitätskontrolle durch Rückgriff auf regionale Aggregaten **korrigiert**.

Bei der Modellkalibrierung wurden folgende **Qualitätssicherungsmaßnahmen** durchgeführt:

- Überprüfung der statistischen Gütemasse, insbesondere Modellgüte R^2 und t-Werte
- Inhaltliche Plausibilisierung der als signifikant ermittelten Strukturmerkmale
- Identifikation und ggf. Ausschluss von statistischen Ausreißern
- Plausibilisierung der Elastizitäten (Sensitivitäten) der Einflussgrößen. Die Elastizitäten entsprechen dabei gerade den Parametern β_k

Verkehrsverflechtung

Nach Abschätzung des regionalisierten Versand- und Empfangsaufkommens der inländischen und ausländischen Verkehrszellen sind die **Verkehrsverflechtungen** nach

- Gütergruppen und
- Hauptverkehrsverbindungen

getrennt durch Anwendung eines **Gravitationsmodells** bestimmt worden.

Die Nachfrage auf einer Quelle-Ziel-Relation hängt dabei ab von

- dem Versandaufkommen der Quellverkehrszelle,
- dem Empfangsaufkommen der Zielverkehrszelle,

- der **Verbindungsqualität**⁷⁹ zwischen Quell- und Zielverkehrszelle.

Für den Binnenverkehr, den grenzüberschreitenden Versand und den (potenziellen) Durchgangsverkehr wird jeweils das aus der Verkehrserzeugung prognostizierte Versandaufkommen, beim grenzüberschreitenden Versand das Empfangsaufkommen „festgehalten“. Funktional kann **das Gravitationsmodell** damit wie folgt beschrieben werden:

$$T_{ijg} = V_{ig} \cdot E_{jg} \cdot \exp(\gamma_g N_{ijg}) \cdot \alpha_{ijg} \cdot \beta_{ig}$$

$$T_{ijg} = V_{ig} \cdot E_{jg} \cdot \exp(\gamma_g N_{ijg}) \cdot \alpha_{ijg} \cdot \beta_{jg}$$

mit:

i	Quellverkehrszelle
j	Zielverkehrszelle
g	Gütergruppe
T_{ijg}	Aufkommen von Zelle i nach Zelle j in der Gütergruppe g im Prognosejahr 2030
V_{ig}	Versandaufkommen von Verkehrszelle i in der Gütergruppe g im Prognosejahr 2030 (aus der Verkehrserzeugung)
E_{ig}	Empfangsaufkommen von Verkehrszelle i in der Gütergruppe g im Prognosejahr 2030 (aus der Verkehrserzeugung)
N_{ijg}	Verbindungsqualität zwischen Quell- und Zielverkehrszelle
α_{ijg}	Parameter zur Anpassung des Modells an die Werte des Analysejahres 2010
β_{ig}, β_{jg}	Parameter zur Anpassung der Randsummen an V_{ig} bzw. E_{jg}
γ_g	Gütergruppen-spezifischer Parameter

Im ersten Fall wird das Versandaufkommen V_{ig} , im zweiten Fall das Empfangsaufkommen E_{jg} „festgehalten“. Die Parameter β_{ig} und β_{jg} können wie folgt berechnet werden:

$$\beta_{ig} = \frac{1}{\sum_j E_{jg} \cdot \exp(\gamma_g N_{ijg}) \cdot \alpha_{ijg}}$$

$$\beta_{jg} = \frac{1}{\sum_i V_{ig} \cdot \exp(\gamma_g N_{ijg}) \cdot \alpha_{ijg}}$$

Es gilt dann gerade $\sum_j T_{ijg} = V_{ig}$ bzw. $\sum_i T_{ijg} = E_{jg}$.

⁷⁹ Das Inverse der Verbindungsqualität stellt den (Raum-)Widerstand dar.

N_{ijg} misst die **Verbindungsqualität** zwischen Quell- und Zielverkehrszelle und kann als inverser Widerstand verstanden werden. N_{ijg} ist über die **Nutzen aus der Transportmittelwahl** (Modal-Split) wie folgt definiert:

$$N_{ijg} = \log\left(\sum_t \exp(N_{ijgt})\right)$$

mit:

N_{ijg}	Verallgemeinerte Nutzen, gewichtet über alle Transportalternativen t
N_{ijgt}	Nutzen von Transportalternative t auf der Relation von i nach j in der Gütergruppe g

Die Kalibrierung des Modells erfolgt durch die Bestimmung der Parameter α_{ijg} derart, dass durch Einsetzen der Werte des Analysejahres 2010 (Versand- und Empfangsvolumina sowie verallgemeinerte Nutzen) gerade die Verkehrsverflechtungen des Analysejahres reproduziert werden. Der Gütergruppen-spezifische Parameter γ_g beeinflusst die Sensitivität der Nachfrage auf Änderungen der Verbindungsqualität. Die Bestimmung dieser Parameter erfolgt ebenfalls im Rahmen der Kalibrierung des Modells.

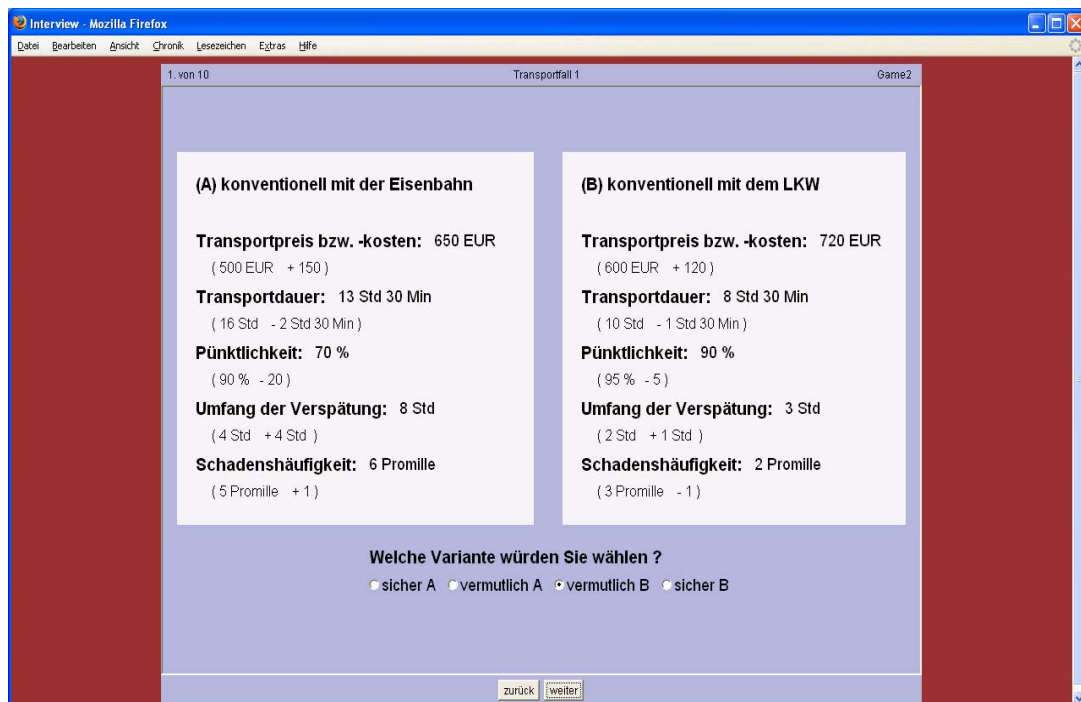
Veränderungen der Verkehrsmittelwahl im Prognosejahr 2030 (Modal-Split-Veränderungen)

Aufgabe der Simulation der **Verkehrsmittelwahl** ist die Abschätzung der modalen Reaktionen der Verlagerer auf sich ändernde Rahmenbedingungen im Verkehrsmarkt, d.h. die Aufteilung der in den vorhergehenden Arbeitsschritten ermittelten relations- und gütergruppenspezifischen gesamtmodalen Transportnachfrage auf die einzelnen Transportalternativen. Neben den unimodalen Verkehren mit Lkw, Bahn und Binnenschiff werden auch die intermodalen Transportketten als Transportalternativen behandelt.

Die Simulation der Verkehrsmittelwahl erfolgt durch Anwendung eines **disaggregierten**, d.h. auf Basis von Einzelentscheidungen kalibrierten **Verhaltensmodells**, das die Verkehrsmittelwahlentscheidungen der Verlagerer als Funktion der Angebotseigenschaften der Transportalternativen abbildet. Die Entwicklung eines solchen disaggregierten Verhaltensmodells (Modal-Split-Modell) wurde von der BVU Anfang der 90er-Jahre begonnen, das Modell wurde seither ständig weiterentwickelt und die empirische Datenbasis aktualisiert. Das Modell basiert auf einer Vielzahl von computergestützten Interviews in Betrieben der Bundesrepublik Deutschland, wobei in jedem

Interview zwei komplette Transportfälle abgefragt wurden (**Revealed Preferences**) und zusätzlich zu jedem tatsächlich durchgeführten Transportfall eine Reihe simulierter Verkehrsmittelwahlentscheidungen (**Stated Preferences**) abgefragt wurden. Abb. 2-16 zeigt das Beispiel einer solchen Simulation, wie sie in der aktuellsten Befragung für ein unveröffentlichtes Projekt angewendet wurde. Die letzte Aktualisierung des Modells erfolgte in 2008/2009.

Abb. 2-16: Simulation der Verkehrsmittelwahl (Stated Preferences)



Interview - Mozilla Firefox

1. von 10 Transportfall 1 Game2

(A) konventionell mit der Eisenbahn	(B) konventionell mit dem LKW
Transportpreis bzw. -kosten: 650 EUR (500 EUR + 150)	Transportpreis bzw. -kosten: 720 EUR (600 EUR + 120)
Transportdauer: 13 Std 30 Min (16 Std - 2 Std 30 Min)	Transportdauer: 8 Std 30 Min (10 Std - 1 Std 30 Min)
Pünktlichkeit: 70 % (90 % - 20)	Pünktlichkeit: 90 % (95 % - 5)
Umfang der Verspätung: 8 Std (4 Std + 4 Std)	Umfang der Verspätung: 3 Std (2 Std + 1 Std)
Schadenshäufigkeit: 6 Promille (5 Promille + 1)	Schadenshäufigkeit: 2 Promille (3 Promille - 1)

Welche Variante würden Sie wählen ?

☐ sicher A ☐ vermutlich A ☐ vermutlich B ☐ sicher B

zurück weiter

Bei dem Verkehrsmittelwahlmodell handelt es sich um ein **hierarchisches Logit-Modell**, das

- nach **zusammengefassten Gütergruppen segmentiert** ist (es werden fünf Segmente unterschieden 1) Landwirtschaftliche Erzeugnisse und Nahrungs- und Futtermittel, 2) Rohöl und Mineralölerzeugnisse, 2) Eisen, Stahl, Steine, Erden, Chemie, Kohle, Erze, 3) Halb- und Fertigprodukte, Investitions- und Verbrauchsgüter, 4) Partiegrößen über 100 t)
- bei der Verkehrsmittelwahl **die Einflussgrößen**
 - **Transportpreis(-kosten),**
 - **Transportzeit,**
 - und **Pünktlichkeiten** berücksichtigt

- **nicht-lineare Transformationen der Einflussgrößen** Preise und Zeiten beinhaltet (Box-Cox-Transformation)⁸⁰.

Grundlage des Logit-Modells ist die Annahme, dass die Entscheider jeder möglichen Alternative einen bestimmten Nutzen beimesen und in der Entscheidungsfindung dann genau diejenige Alternative mit dem größten Nutzen gewählt wird. Für die Nutzen gilt dabei:

$$N_t = \alpha_t + \beta_1 x_{t,1} + \beta_2 x_{t,2} + \dots + \beta_k x_{t,k} + \varepsilon_t$$

mit:

t	Transportalternative
N_t	Nutzen von Alternative t
α_t	Konstante für Alternative t (Alternative Specific Constant)
k	Anzahl der Angebotseigenschaften
β_1, \dots, β_k	Gewichtungparameter
$x_{t,1}, \dots, x_{t,k}$	Angebotseigenschaften von Alternative t
ε_t	Fehlerterm (Zufallsvariable). Dieser misst den Einfluss individueller Besonderheiten und/oder nicht beobachteter bzw. nicht beobachtbarer Eigenschaften.

Der **Nutzen einer Alternative** berechnet sich also als Linearkombination von erklärenden Angebotseigenschaften zuzüglich einer Konstanten sowie einer zufälligen, nicht klar vorhersehbaren bzw. bestimmbar Komponente. Unter der Annahme, dass die Zufallskomponenten ε_t unabhängig und identisch verteilt sind und diese Verteilung der sog. **Weibull-Verteilung** entspricht, ermittelt sich die Auswahlwahrscheinlichkeit p_t von Alternative t dann wie folgt:

$$p_t = \frac{\exp(N_t)}{\sum_s \exp(N_s)}$$

Aus dem Verhaltensmodell (Logit-Modell) können **direkte Elastizitäten** und **Kreuzelastizitäten** abgeleitet werden, welche die Reaktion der Transportnachfrage auf eine Veränderung der Angebotseigenschaften abbilden. Dabei gibt die direkte Elastizität ε_{tt} die zu erwartende prozentuale Änderung der Nachfrage des Transportmittels t an, falls sich - unter Beibehaltung aller übrigen Einflussgrößen - der Wert der Größe x_{tt} um 1 % erhöht. Für das Logit-Modell gilt:

⁸⁰ Transportpreise und Transportzeiten werden wie folgt transformiert: $x \rightarrow (x^\lambda - 1) / \lambda$ ($0 \leq \lambda \leq 1$). Durch die Box-Cox-Transformation kann auf eine Segmentierung des Modells nach Entfernungsklassen verzichtet werden.

$$\varepsilon_{it} = \beta_i \cdot x_{it} \cdot (1 - p_i)$$

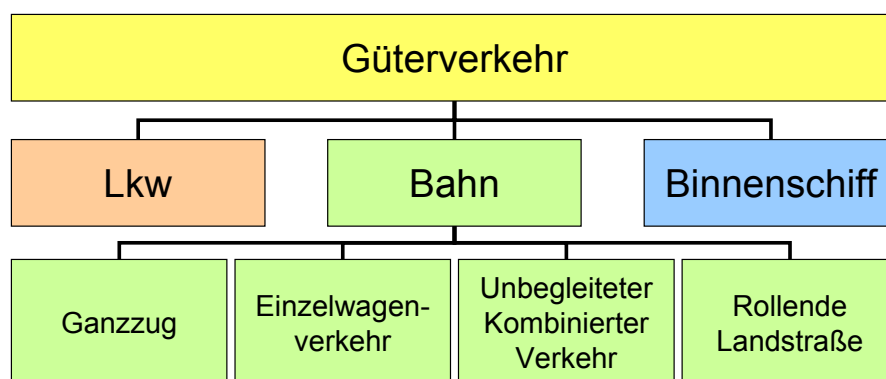
Die direkten Elastizitäten und damit die relativen Nachfragewirkungen sind also proportional zum Gewichtungssparameter β_i , der Höhe x_{it} der Angebotseigenschaft sowie dem Marktanteil $(1-p_i)$ der übrigen Transportalternativen.

Das Logit-Modell hat darüber hinaus die Eigenschaft **konstanter Kreuzelastizitäten**, d.h. Nachfrageänderungen einer Alternative wirken sich stets proportional zu den bestehenden Marktanteilen auf die übrigen Alternativen aus. Diese Eigenschaft lässt sich durch die Formulierung hierarchischer Modelle (**Nested Logit**) vermeiden. Hierbei werden zusammengesetzte Alternativen eingeführt, die einen zusätzlichen Schätzparameter $0 < \theta < 1$ mit Nutzen

$$N = \theta \cdot \log\left(\sum_i \exp(N_i)\right)$$

erhalten. Die Kreuzelastizitäten sind innerhalb einer hierarchischen Gruppe nach wie vor identisch, Kreuzelastizitäten zu Alternativen außerhalb der hierarchischen Gruppe sind jedoch um den Faktor θ verringert. Die hierarchische Struktur des Verkehrsmittelwahlmodells ist in Abb. 2-17 dargestellt.

Abb. 2-17: Hierarchische Struktur des Verkehrsmittelwahlmodells



Die im Modal-Split-Modell ermittelten Nutzen der Transportalternativen spielen insofern auch im Aufkommensmodell eine Rolle, als sie dort in der regionalen Verteilung im Gravitationsmodell in Form verallgemeinerter Nutzen enthalten sind (vgl. Abschnitt (3) dieses Kapitels). Auf diese Wei-

se werden schon in der regionalen Verflechtung der Verkehrsströme Änderungen der Angebotseigenschaften mit berücksichtigt.

Berechnung des Modal-Splits

Die Berechnung des **Modal-Split** erfolgt getrennt für **jede Quelle-Ziel-Relation** und **Gütergruppe** anhand der aus den Nutzen abgeleiteten Auswahlwahrscheinlichkeiten:

$$T_{ijgt} = T_{ijg} \cdot \frac{\exp(N_t)}{\sum_s \exp(N_s)}$$

mit:

i	Quellverkehrszelle
j	Zielverkehrszelle
g	Gütergruppe
t	Transportalternative
T_{ijgt}	Aufkommen von Zelle i nach Zelle j in der Gütergruppe g im Prognosejahr 2030 mit Transportalternative t
T_{ijg}	Gesamtmodales Transportaufkommen von Zelle i nach Zelle j in der Gütergruppe g im Prognosejahr 2030 (aus der Verkehrsverflechtung)
N_t, N_s	Nutzen von Transportalternative t bzw. s

Für die Berechnung des Modal-Splits sind zunächst alle möglichen Transportalternativen zu ermitteln. Dies beinhaltet sowohl **unimodale** als auch **intermodale Alternativen** und schließt im Vergleich zum Analysezustand 2010 auch neue Verkehre, z.B. neue Angebote im kombinierten Verkehr, mit ein.

Anschließend sind für jede Transportalternative die Angebotseigenschaften sowohl für 2010 als auch für 2030 zu berechnen.

Transportpreise (-kosten):

Die Berechnung der Transportkosten erfolgt für die Bahn und für den Lkw auf Basis eines Kostenmodelles, welches in einem parallel laufenden Forschungsvorhaben von der BVU entwickelt wurde⁸¹⁸². Wesentlicher Input sind die aus der Netzumlegung in den Losen 4 und 5 relations-

⁸¹ BVU Beratergruppe Verkehr + Umwelt GmbH, TNS Infratest GmbH, IWW Karlsruhe, Entwicklung eines Modells zur Berechnung von modalen Verlagerungen im Güterverkehr für die Ableitung konsistenter Bewertungsansätze für die Bundesverkehrswegeplanung, laufendes Forschungsvorhaben im Auftrag des BMVI, FE-Nr. 96.1002/2012, Vorläufiger Endbericht, Freiburg-München 2014

⁸² Die Kostenkalkulation erfolgte zwar auf Basis der im o.g. Gutachten aufgestellten Kostenansätze, jedoch wurde auf die dort aufgeführten ausländischen Kostenansätze verzichtet. Im Straßenverkehr wurden vereinfachte Annahmen

spezifisch resultierenden **Transportweiten** und **Transportzeiten** für die Straße und die Schiene. Für die Binnenschifffahrt sind die Kosten in Los 6 auf €/Tonne Basis ermittelt und Los 3 zur Verfügung gestellt worden. In diesen Kosten sind im Fall von intermodalen Verkehren auch entsprechende **Umschlagskosten** einberechnet worden. Die Veränderung der Nutzerkosten zwischen 2010 und 2030 bei der Berechnung der Transportkosten sind für das Jahr 2030 berücksichtigt.

Transportzeiten:

Folgende Zeiten sind bei der Haus-Haus-Transportzeit berücksichtigt worden:

Bei der **Straße** ergibt sich die Transportzeit relationsspezifisch aus folgenden Größen:

- belastungsabhängige Transportzeit auf jeder Relation (kommt aus der belastungsabhängigen Umlegung der Verkehrsmatrix Straße aus Los 4),
- + Zeiten- für Be- und Entladung von 45 Minuten (Ladung im kombinierten und Containerverkehr) zw. 2 Stunden (Ladung im konventionellen Verkehr).
- + Zeiten für die täglichen Ruhezeiten der Lkw-Fahrer
 - alle 4,5 h eine Fahrtunterbrechung von 45 Minuten und
 - alle 9 h Fahrtzeit eine Fahrtunterbrechung von 11 h.

Bei der **Schiene** ergibt sich die Transportzeit ebenfalls relations- und gütergruppenspezifisch aus folgenden Größen:

- Transportzeit auf jeder Relation (kommt aus der Umlegung der Verkehrsmatrix Schiene, inklusive Zeiten für Traktionswechsel und Zeiten für Grenzübergänge),
- + Zeiten für Lokführerwechsel ; alle vier Stunden 20 Minuten
- + Zugbildungszeiten inkl. Umschlag von jeweils 16 h je Relation
- + Zeiten für den Vor- und Nachlauf per Straße im KV- und Containerverkehr.
-

Bei der **Binnenschifffahrt** sind die relationsspezifischen Transportzeiten von Los 6 bereitgestellt worden. Diese wurden um pauschale Umschlagszeiten von 36 h für konventionelle bzw. 24 h für KV-Güter ergänzt.

zu Mautgebühren, entsprechend der in Kapitel 8.2.6 des genannten Vorläufigen Endberichts gewählten Vorgehensweise.

Pünktlichkeit:

Die **Pünktlichkeit** wird als relative Häufigkeit der Verkehre angesehen, die innerhalb der von den Verladern verlangten Zeitfenster inklusive Pufferzeiten ankommen. Die Pünktlichkeit wird in Prozent angegeben.

Für das Verkehrsmittelwahlmodell sind folgende verkehrsträgerspezifische Werte für 2010 und 2030 angesetzt worden. Die Istwerte für das Jahr 2010 stammen aus den Befragungen. Für die Prognose wurde nur für die Bahn eine Pünktlichkeitsverbesserung von 5 % angenommen; die Werte für Straße und Binnenschiff wurden konstant gehalten⁸³.

Tab. 2-21: Verkehrsträgerbezogene Pünktlichkeitswerte in Prozent

Verkehrsträger/Jahr	2010	2030
Bahn konventionell	85%	90%
Bahn KV	90%	95%
Straße	97%	97%
Binnenschiff (konventionell und KV)	95%	95%

Die Schnittstelle zu den Losen 4 bis 6 zur Übernahme der aus der Netzumlegung resultierenden Angebotseigenschaften (sog. **initiale Widerstandsmatrizen**, wobei es sich um relationsspezifische Transportentfernungen und Transportzeiten handelt) wurde zu Beginn der Arbeiten mit den Bearbeitern der Lose 4 bis 6 im Detail abgestimmt. Die vereinbarten Angebotseigenschaften wurden sowohl für 2010 als auch für 2030 durch belastungsabhängigen Netzumlegungen ermittelt und Los 3 übermittelt. Infrastrukturelle Unterschiede zwischen den Netzmodellen 2010 und 2030 sind hier bereits berücksichtigt.

Bei den intermodalen Transportketten sind die Angebotseigenschaften der Hauptläufe mit Bahn und Binnenschiff sowie der Vor- und Nachläufe mit dem Lkw zu kombinieren und um Umschlagszeiten sowie Umschlagskosten zu ergänzen.

⁸³ Straße und Binnenschiffahrt weisen bereits sehr hohe Pünktlichkeitswerte auf.

Kalibrierung des Modal-Split-Modells

Die Kalibrierung des Modal-Split-Modells erfolgt unter Beachtung des Marginalansatzes derart, dass unter Zugrundelegung der Angebotseigenschaften des Analysejahres 2010 exakt die modalen Anteile des Jahres 2010 reproduziert werden. Hierzu werden je Relation und Gütergruppe die Alternativen-Konstanten α_t in einem iterativen Verfahren geeignet bestimmt und für die Prognose 2030 "festgehalten". Bei neuen Verkehren (wie z.B. bei den Verkehren von/nach Wilhelmshaven, neuen Kohlerelationen aus den Häfen etc.) bzw. Transportalternativen sind die Konstanten durch Mittelwerte zu besetzen.

Die Modal-Split-Prognose für das Jahr 2030 wurde in zwei Schritten erstellt, die auch den in Kapitel 2.1.9 beschriebenen **Rückkoppelungsprozess** beinhalten.

Insbesondere bei neuen Relationen sind die aus dem Modell entstandenen Werte durch Modal-Split-Vergleiche mit ähnlichen bzw. benachbarten Relationen plausibilisiert worden. Modal-Split-Änderungen im KV- und Containerverkehr können auch zu regionalen Änderungen führen, wenn Straßen Direktverkehre als intermodale Ketten über KV-Terminals der Bahn und des Binnenschiffs geführt werden.⁸⁴

2.3.7 Luftfrachtverkehr

Der Luftfrachtverkehr ist wertmäßig bedeutend, mengenmäßig stellt er jedoch nur 0,1 % des Transportaufkommens in Deutschland dar (2010: 4,2 Mio. t von insgesamt 3,7 Mrd. t) und wirkt sich nur punktuell verkehrsbelastend für das Straßennetz aus: Nämlich am größten deutschen Flughafen, Frankfurt Main, wo mehr als die Hälfte der deutschen Luftfracht umgeschlagen wird, sowie in Köln-Bonn und Leipzig-Halle, wo jeweils weitere 15 % der Luftfracht in Deutschland hinzukommen. Der Luftfrachtverkehr steht aufgrund der hohen Wert-Mengen-Relation – im Durchschnitt werden in einer Tonne Luftfracht Werte von etwa 100 Tsd. € befördert, in der Seeschifffahrt nur von etwa 1.500 € – und der hohen Eilbedürftigkeit der Güter **nur in Ausnahmefällen in Konkurrenz zu Landverkehrsmitteln und zur Seeschifffahrt.**

⁸⁴ Dies ist insbesondere bei einem Vergleich der regionalen Aufteilung des Seehafenhinterlandverkehrs zu beachten. Los 2 liefert eine regionale Verkehrsverflechtung ohne modale Aufteilung. Dies wird in Los 3 modellmäßig auf Verkehrsträger verteilt, wobei im Containerverkehr auch intermodale Ketten abgebildet werden. Veränderungen des Modal-Splits im Containerverkehr (von einem Straßen-Direktverkehr zu einem Verkehr per Bahn/Binnenschiff im Hauptlauf und einem Vor-/Nachlauf per Straße können die Regionsstruktur im Hauptlauf verändern.

Zwei Segmente sind im Luftfrachtverkehr zu unterscheiden:

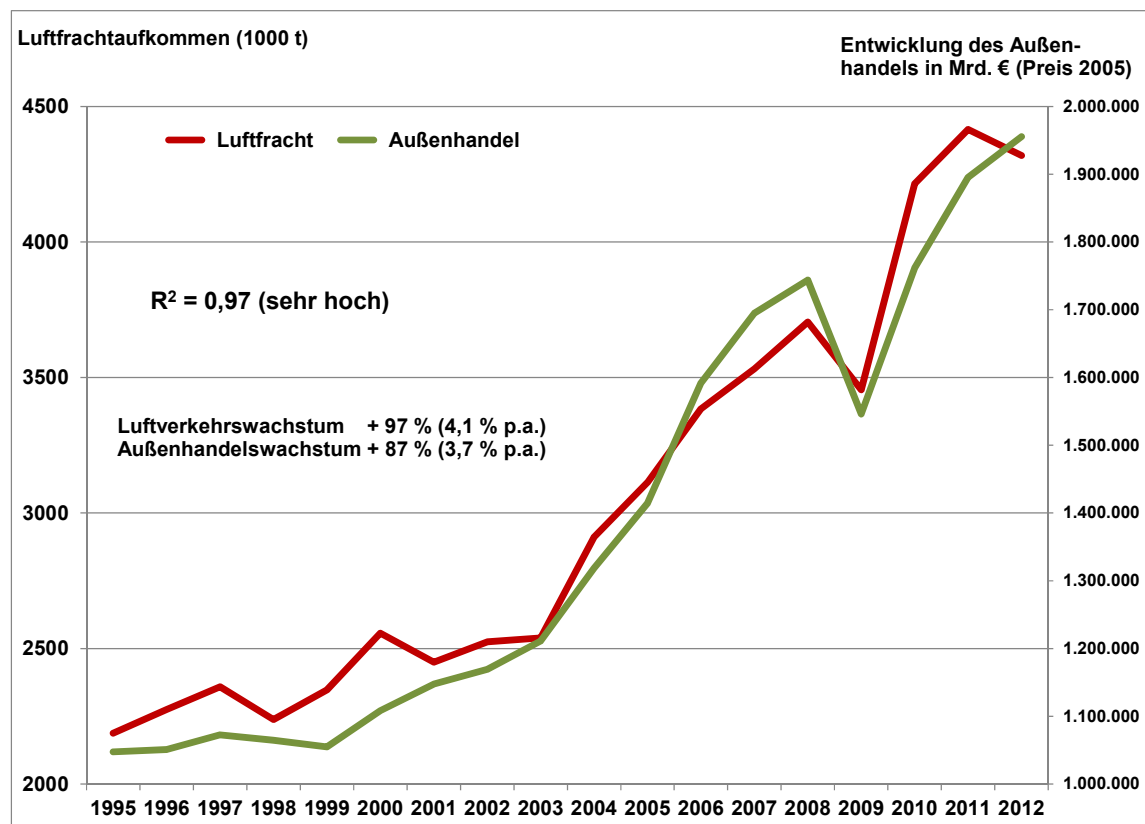
- (1) Etwa drei Viertel des Luftfrachtaufkommens entfallen auf die **konventionelle Luftfracht**, die vor allem von den Linienfluggesellschaften mit eigenen Frachtflugzeugen oder als Beifracht in Passagierflugzeugen befördert wird. Dieser Verkehr ist fast ausschließlich Überseeverkehr, heute vor allem mit Asien und Nordamerika. Landverkehr spielt hier nur als Zubringerverkehr eine Rolle, fast ausschließlich als Straßengüterverkehr, der hier die Rolle des "Flughafen-Hinterlandverkehrs" übernimmt. Der häufig (fälschlicherweise) als **"Luftfracht-Ersatzverkehr"** bezeichnete Luftfrachttransport per Lkw ist in Wirklichkeit ein linienmäßig verkehrender Lkw-Transport (zutreffender im Englischen: "Road Feeder Service") zwischen den Sammelpunkten der Luftfracht, in der Regel kleinere und mittlere Flughäfen (dort erfolgt die Sammlung und Verteilung und die zusammenfassende Verpackung und Verzollung) und den großen Frachtflughäfen. Der "Luftfracht-Ersatzverkehr" stellt also keine "Konkurrenz" zum Luftverkehr dar, zumal auf den betreffenden Strecken normalerweise wegen Mangel an Frachtraum oder aus logistischen Gründen auch keine Luftfracht per Flugzeug befördert werden kann. Luftfracht-Ersatzverkehr sowie das Sammel- und Verteilaufkommen sind im oben beschriebenen Straßengüterverkehr erfasst. Hauptgüter bei der konventionellen Luftfracht sind hochwertige Ersatz- und Bauteile, Maschinen und Erzeugnisse der Elektrotechnik mit hoher Eilbedürftigkeit sowie verderbliche Güter aus Übersee.
- (2) Das verbleibende Viertel der Luftfracht entfällt auf den sogenannten **KEP-Verkehr**, den Kurier-, Paket- und Expressverkehr. Dieser wird vor allem durch spezielle Logistik-Gesellschaften durchgeführt, die den Transportservice aus einer Hand von Tür zu Tür anbieten und über eigene Lkw-Flotten und Flugzeuge verfügen (z.B. DHL, UPS, Fedex). Der Versand von meist klassischer Verkaufsware erfolgt in standardisierten Sendungen bzw. Paketen und zu festgelegten An- und Auslieferungszeiten (im Nachtsprung; im doppelten Nachtsprung, usw.). Hierzu wird die Fracht aus ganz Europa in der ersten Nachthälfte in einem festen Flugplan zu bedeutenden Drehkreuzen (in Deutschland: Leipzig-Halle, Köln-Bonn) geflogen, dort in der Mitte der Nacht verteilt und umgeladen und in der zweiten Nachthälfte an den Bestimmungsort geflogen. Die Lkw-Transporte aus dem Nahbereich sind an diese Drehkreuze angebunden. Auch wenn es sich beim KEP-Verkehr meist um **Kontinentalverkehr** handelt (mit Anbindung an das interkontinentale Verkehrsnetz), ist auch beim KEP-Verkehr sowie bei der Luftpost, die z.T. in den KEP-Verkehr integriert ist, ansonsten ähnliche Logistikkonzepte umfasst, die "Konkurrenz" zu anderen Verkehrsmit-

teln nicht gegeben (bzw. dort, wo Lkw-Transporte bzw. Transporte mit leichten Lkw möglich sind, werden diese aus Kostengründen ohnehin eingesetzt).

Die Daten zur Erfassung dieser Verkehrssegmente stammen aus der offiziellen Statistik. Weil die Unterscheidung nach Einladung (\approx Export) und Ausladung (\approx Import) vorhanden ist, wird hier diejenige der ADV-Statistik⁸⁵ herangezogen, die hier weitgehend deckungsgleich mit derjenigen des Statistischen Bundesamtes (Fachserie 8, Reihe 6.2) ist.

Stellt man die Entwicklung des Luftfrachtverkehrs in Deutschland der Entwicklung des **Außenhandels**, hier: Exporte plus Importe) gegenüber, kann man einen engen Zusammenhang erkennen (siehe Abb. 2-18).

Abb. 2-18: Zusammenhang zwischen der Entwicklung des Luftfrachtverkehrs⁸⁶ und des Außenhandels in Deutschland zwischen 1995 und 2012



⁸⁵ ADV, Monatsstatistik der deutschen Verkehrsflughäfen

⁸⁶ Summe Luftfracht- und Luftpostaufkommen

Auch bei einer Differenzierung nach Einladung auf den deutschen Flughäfen (hier mit dem Exportvolumen Deutschlands verglichen) und Ausladung (wird hier dem Import gegenübergestellt) sind die Zusammenhänge eindeutig:

für die **Einladung**:

$$y = 16,8 + 2,033x_1$$

mit:

y: Einladungen
an den Flughäfen in Deutschland (in 1000 t)

x₁: Exporte (Mrd. €, Preise 2005)

für die **Ausladung**

$$y = - 230,9 + 2,737x_1$$

Ausladungen

Importe (Mrd. €, Preise 2005)

R² = 0,94 (sehr gute Übereinstimmung)

R² = 0,98 (sehr gute Übereinstimmung)

Aus der Gleichung lassen sich folgende **Elastizitäten** ermitteln (siehe Tab. 2-22):

Tab. 2-22: Elastizität (% Verkehrswachstum : % Außenhandelswachstum)

Elastizitäten	
Luftfracht Einladungen zu Export	
2013	0,99
Luftfracht Ausladungen zu Import	
2013	1,11

Die "Elastizität" von 0,99 zu den Exporten heißt, dass bei einem Exportwachstum von 1 % der Luftverkehr um ebenfalls (fast) 1 % wächst. Bei den Importen ist die Elastizität mit 1,11 etwas höher.

Da aus den Prognosestrukturdaten (siehe unten Kapitel 3.2) auch eine **Außenhandelsprognose**, differenziert nach Exporten und Importen, vorlag, ließ sich damit das Luftfrachtaufkommen in Deutschland insgesamt sowie auch für Teilräume (regionale Differenzierung der Bruttowertschöpfung, durch die auf eine regionale Varianz des Außenhandels geschlossen werden kann) prognostizieren.

3 RAHMENBEDINGUNGEN

3.1 Vorbemerkungen

Grundsätzlich bestehen die Rahmenbedingungen einer Verkehrsprognose aus den folgenden Einflussgrößen:

- **Sozio-ökonomische Strukturdaten**, bestehend aus
 - demographischen Leitgrößen
 - und wirtschaftlichen Leitgrößen,
- Qualität des **Verkehrsangebots**, d.h.
 - der Infrastruktur
 - und des Bedienungsangebots,
- **Verkehrspolitische** Einflussfaktoren sowie die teilweise hierdurch beeinflussten Nutzer- bzw. Transportkosten
- **Pkw-Bestand** und Motorisierungsgrad.

Dabei stellen die sozio-ökonomischen Strukturdaten aus Sicht des Verkehrs **exogene Leitgrößen** dar, die ihrerseits nicht oder nur wenig durch das Verkehrssystem beeinflusst sind. Darunter sind erfahrungsgemäß die **wirtschaftlichen Leitgrößen** diejenigen, die die Verkehrsnachfrage am meisten bestimmen, insbesondere im Güterverkehr und im Personenfernverkehr, während die demographische Entwicklung vor allem Auswirkungen auf den Personennahverkehr hat. Die **verkehrspolitischen Rahmenbedingungen** beeinflussen vor allem auch die Entwicklung der **Verkehrsmittelnutzer- und Transportkosten**, z.B. durch Steuern und Gebühren. Andere Kostenbestandteile sind jedoch durch die Politik nicht oder nur in geringem Maße beeinflussbar (z.B. Energiepreisentwicklung, technischer Fortschritt). Der andere Einflussbereich der Politik ist die Entwicklung der **Verkehrsinfrastruktur** und der Rahmenbedingungen für das **Verkehrsangebot**, die allerdings abhängig sind von der Finanzierbarkeit und damit indirekt wieder grundsätzlich von den wirtschaftlichen Rahmenbedingungen. Letztere beeinflussen auch den **Pkw-Bestand**. Daneben spielen gerade hier aber auch gesellschaftliche und siedlungsstrukturelle Entwicklungen eine Rolle. Der **technische Fortschritt** in Verbindung mit verkehrspolitischen Entscheidungen beeinflusst den Pkw-Bestand weniger in seiner absoluten Größe als in dessen Struktur, insbesondere nach **Antriebsarten** und der **Energieeffizienz**, was erhebliche Auswirkungen auf die durch den Verkehr verursachten **Emissionen** hat.

3.2 Sozio-ökonomische Strukturdaten

3.2.1 Demographische Entwicklung

Die demographischen Leitdaten der vorliegenden Verkehrsprognose wurden vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) auf der Ebene der Kreise prognostiziert.⁸⁷ In Anbetracht der Veröffentlichung der vorläufigen Ergebnisse des Zensus 2011 wurden die demographischen Leitdaten in Zusammenarbeit mit dem BBSR nachjustiert. Zum besseren Verständnis der Verkehrsprognosen werden die **zentralen Ergebnisse** auch an dieser Stelle in zusammengefasster Form dargestellt.

Einwohner

Für den bedeutenden Außenwanderungssaldo wurde ein Wert von 200.000 Personen pro Jahr zu Grunde gelegt. Unter dieser und anderen Annahmen wird die gesamte **Einwohnerzahl** Deutschlands auf Basis des Zensus von 80,2 Mio. (2010) bis 2030 auf **78,2 Mio.**, d.h. um gut 2 %, abnehmen (vgl. Tab. 3-1).

In der **Altersstruktur** wird die Anzahl der Kinder im Alter von unter 10 Jahren schwach sinken (-4 %), die derjenigen im Alter von 10 bis unter 18 Jahren dagegen noch kräftig (-14 %). Hier macht sich der Rückgang der Anzahl der Frauen im gebärfähigen Alter – trotz einer annähernd stabilen Geburtenrate – bemerkbar. Die Anzahl der Einwohner im Alter von **über 18 Jahren** besitzt insbesondere für die Prognose des Pkw-Bestands als zentrale Einflussgröße des Individualverkehrs eine große Bedeutung. Diese sog. "fahrfähige" Bevölkerung wird dagegen insgesamt nur relativ schwach (-1 %) zurückgehen. Innerhalb der Erwachsenen wird die Anzahl der Einwohner im **Erwerbsalter** (18 bis 64 Jahre) um 12 % abnehmen. Innerhalb dieser Altersgruppe wiederum wird die Anzahl der 18- bis 44-jährigen überproportional (-14 %), die der 45- bis 64-jährigen dagegen unterproportional (10 %) sinken. Die Anzahl der Einwohner im Alter von **65 und mehr Jahren** wird, wie schon seit geraumer Zeit, **weit überdurchschnittlich zunehmen**, nämlich um 31 %. Dies kommt in erster Linie durch die steigende Lebenserwartung zustande, darüber hinaus gerät die Babyboomer-Generation im Prognosezeitraum allmählich ins Rentenalter.

⁸⁷ Vgl. BBSR, Erstellung einer regionalisierten Strukturdatenprognose, Band II: Prognose der demographischen Entwicklung 2010 bis 2030, Bonn 2012.

Tab. 3-1: Entwicklung der demographischen Leitdaten

	Mio.		2030/10 (%)	
	2010	2030	Insg.	p.a.
Einwohner¹⁾	80,210	78,249	-2,4	-0,1
darunter im Alter von				
- 0 - 9	6,898	6,637	-3,8	-0,2
- 10 - 17	6,324	5,419	-14,3	-0,8
- 18 - 44	27,292	23,570	-13,6	-0,7
- 45 - 64	23,199	20,973	-9,6	-0,5
- 65 +	16,496	21,651	31,2	1,4
Schüler²⁾	11,078	9,496	-14,3	-0,8
- Primar	2,877	2,776	-3,5	-0,2
- Sekundar I	4,421	3,855	-12,8	-0,7
- Sekundar II	3,780	2,865	-24,2	-1,4
Erwerbspersonen³⁾	41,549	39,734	-4,4	-0,2
1) Auf Basis des Zensus 2011				
2) An allgemeinbildenden Schulen gemäß BBSR, an berufsbildenden gemäß KMK (2011)				
3) 2030 unter Berücksichtigung der Anhebung des Renteneintrittsalters				

Quelle: Statistisches Bundesamt, BBSR, KMK

Auszubildende

Die Anzahl der Schüler besitzt für die Entwicklung des Personenverkehrs ebenfalls eine besondere Bedeutung. Insbesondere für den ÖPNV stellt sie ein gewichtiges Nachfragepotenzial dar. Sie wird im Prognosezeitraum nach den Ergebnissen der BBSR-Prognose um **14 % sinken** (vgl. Tab. 3-1). Dies ist auf den Rückgang der entsprechenden Altersjahrgänge zurückzuführen.

Für deren Prognose ist nicht nur die Gesamtentwicklung, sondern auch der Verlauf der Schülerzahl in den einzelnen **Schulstufen** von Bedeutung. Dabei wird unterschieden in den Primarbereich (Klassen 1 bis 4), den Sekundarbereich I (Klassen 5 bis 10) und den Sekundarbereich II (gymnasiale Oberstufe und einige berufsbildende Schulen). Die Schüler des Primarbereichs legen ihre Schulwege nur relativ selten mit motorisierten Verkehrsmitteln zurück, die der beiden Sekundarbereiche, insbesondere die älteren, dagegen wesentlich häufiger. Die Anzahl der Schüler im **Primarbereich** nimmt bis 2030 – entsprechend der o.a. Anzahl der Kinder im entsprechenden Alter – um lediglich 3,5 % ab und damit deutlich unterproportional. Im **Sekundar-**

bereich I und im **Sekundarbereich II** verringert sie sich mit 13 % bzw. 24 % dagegen überdurchschnittlich.

Erwerbspersonen

Die Anzahl der Einwohner im erwerbsfähigen Alter (derzeit 18 bis 64) wird, wie bereits erwähnt, um 12 % sinken. Dieser Rückgang wird jedoch erstens durch steigende Erwerbsquoten vor allem in den höheren Altersgruppen und zweitens durch die Erhöhung des Renteneintrittsalters spürbar abgeschwächt. Im Ergebnis nimmt die Anzahl der Erwerbspersonen mit gut 4 % wesentlich schwächer ab.

Regionale Struktur

Bei der Einwohnerentwicklung nach Landkreisen und kreisfreien Städten (siehe Abb. 3-1) sind deutliche regionale Unterschiede sichtbar. Dabei ist auffällig:

- ein generelles **Süd-Nord-Gefälle**
- **Einwohnerrückgänge** vor allem in den neuen Bundesländern sowie in daran angrenzenden Gebieten von Nordostbayern, in der Mitte der alten Bundesländer, im Saarland und an der Nordseeküste
- **Einwohnerzunahmen** vor allem in Oberbayern, in Südbaden und im Raum Berlin (Umland); daneben noch leichte Zunahmen in den großen Ballungsgebieten Hamburg, Köln, Rhein-Main, Rhein-Neckar, Mittlerer Neckar und Nürnberg.

Für den Bereich des Ausbildungsverkehrs ist die Einwohnerentwicklung in den Altersklassen bis unter 25 Jahre von Bedeutung (siehe Abb. 3-2). Nur im Raum München und im Umland von Berlin sowie einzelnen wenigen Kreisen ist hier von einem Einwohnerzuwachs auszugehen. Sonst ist fast flächendeckend ein Rückgang zu erwarten.

Abb. 3-1: Einwohnerentwicklung 2010 - 2030 nach Landkreisen und kreisfreien Städten

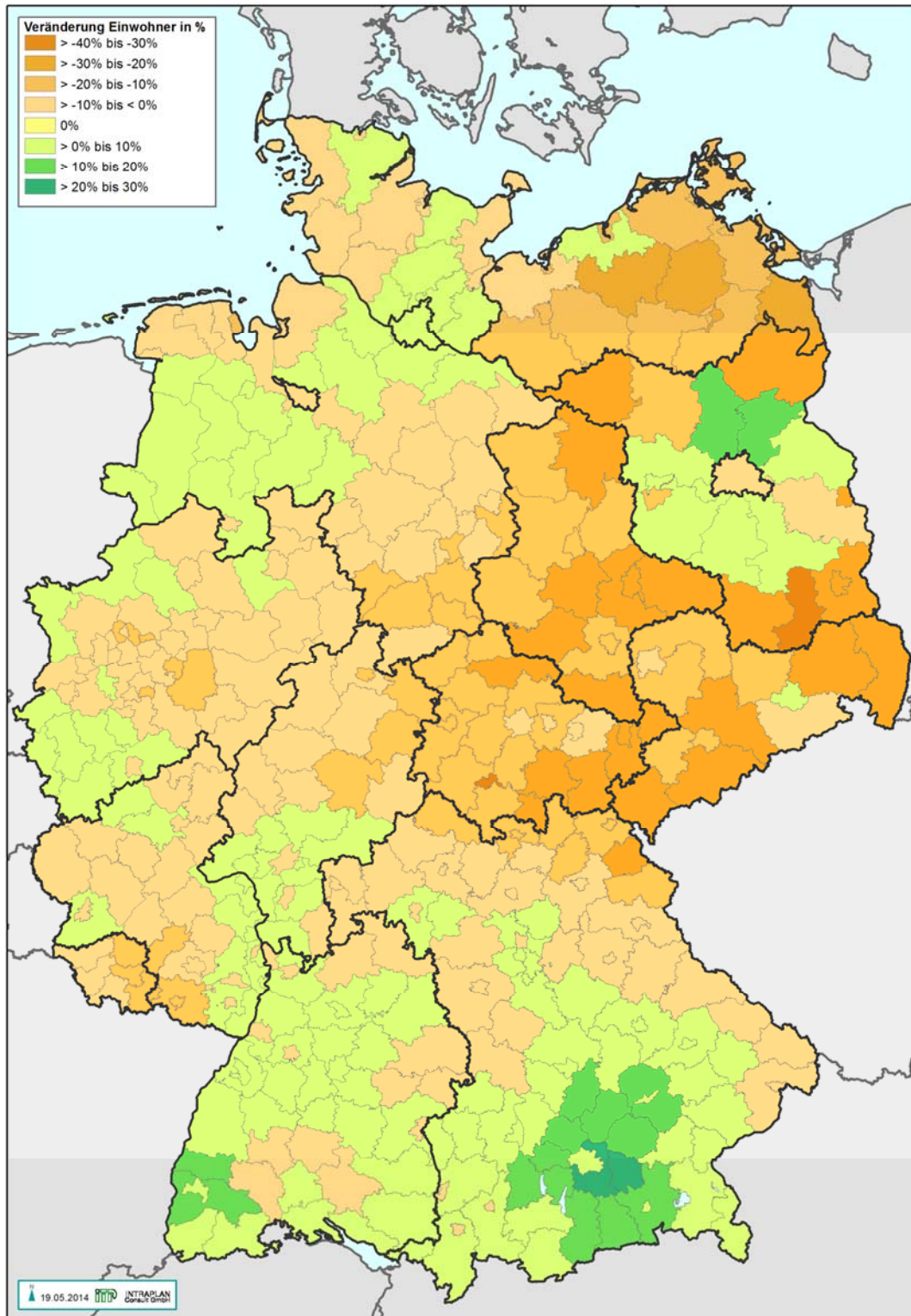
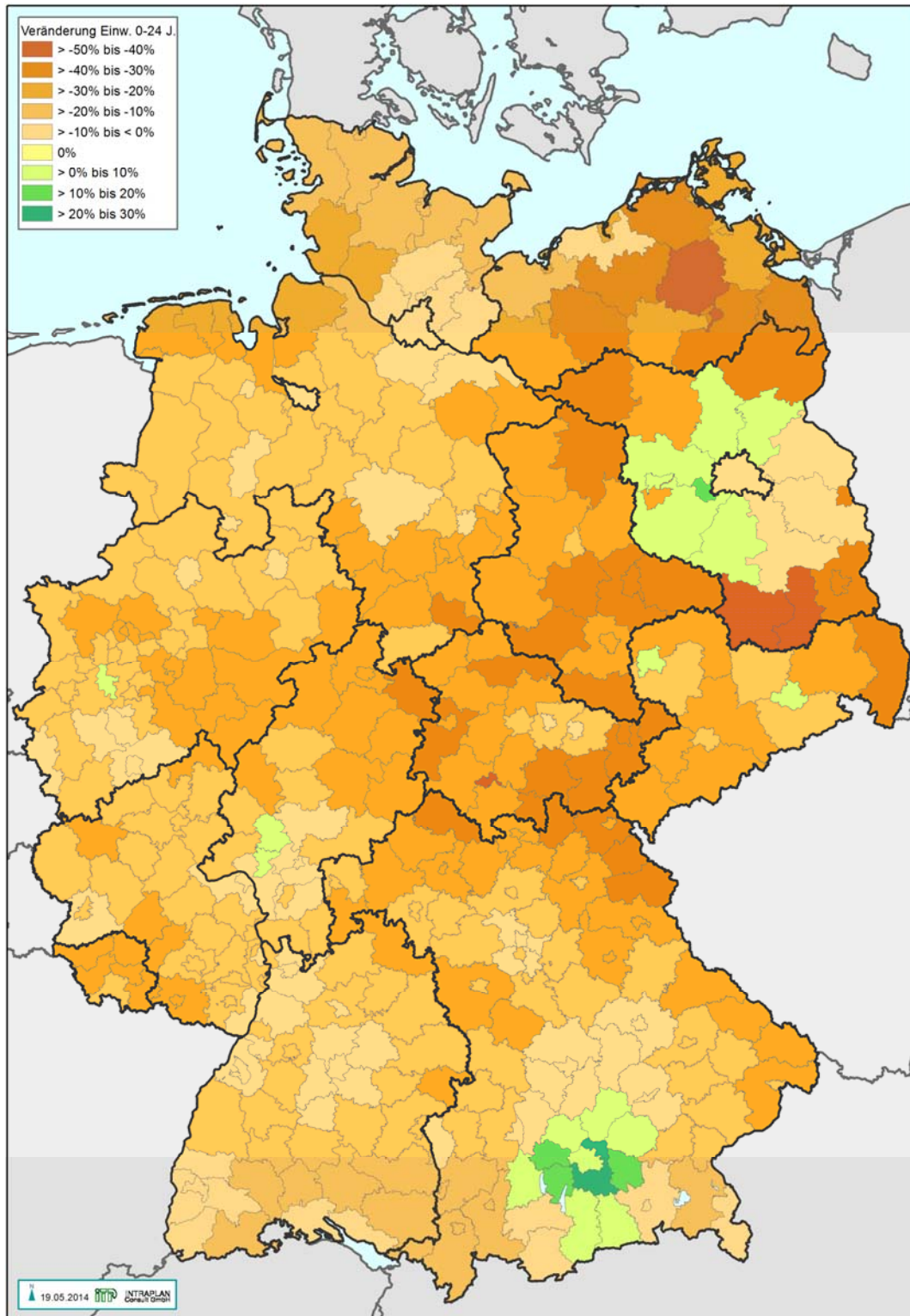


Abb. 3-2: Einwohnerentwicklung 2010 - 2030 bei den 0 bis 24 Jährigen



3.2.2 Gesamtwirtschaftliche Entwicklung

Die erforderlichen gesamtwirtschaftlichen Strukturdaten wurden vom ifo Institut, Niederlassung Dresden, in Kooperation mit der Helmut-Schmidt-Universität (Hamburg) prognostiziert.⁸⁸ Auch hier werden die **zentralen Ergebnisse** in zusammengefasster Form dargestellt.

Für den **Welthandel** wurde ein Anstieg um knapp 5 % p.a. prognostiziert. Für das **BIP** Deutschlands wird ein Wachstum um 1,14 % p.a. erwartet, das spürbar unter dem Verlauf in der jüngeren Vergangenheit und auch unter früheren vergleichbaren Prognosen liegt. Zustande kommt das vor allem durch die demographische Entwicklung, die zu einem Rückgang der Anzahl der Erwerbspersonen und damit wiederum zu einer Limitierung des gesamtwirtschaftlichen Produktionswachstums führt. Pro Kopf errechnet sich ein spürbar höheres Plus um 1,4 % p.a. (vgl. Tab. 3-2). Für den **Außenhandel** Deutschlands wurden mit 3,6 % bzw. 4,0 % p.a. Zuwächse prognostiziert, die nicht wesentlich unter vergleichbaren Prognosen liegen. Die Anzahl der **Erwerbstätigen** wird ebenfalls durch den Rückgang der Erwerbspersonen begrenzt und sinkt deshalb leicht (-0,1 % p.a.).

Tab. 3-2: Entwicklung der zentralen gesamtwirtschaftlichen Leitdaten

	Absolute Werte		2030/10 (%)	
	2010	2030	Insg.	p.a.
Welthandel (Bio. Euro) ¹⁾	5,8	14,7	153,4	4,8
BIP (Mrd. Euro) ¹⁾	2178	2732	25,4	1,1
BIP pro Kopf (Euro) ¹⁾	26557	34728	30,8	1,4
Exporte (Mrd. Euro) ¹⁾	658	1342	103,9	3,6
Importe (Mrd. Euro) ¹⁾	548	1198	118,7	4,0
Erwerbstätige (Mio. Personen)	39,8	39,0	-2,0	-0,1
1) Reale Werte, in Preisen von 2000				

Quelle: ifo Institut / HSU

Die prognostizierte Entwicklung der Bruttowertschöpfung nach **Stadt- und Landkreisen** ist in Abb. 3-3 gezeigt. Danach steigt die Wirtschaftsleistung in den alten Bundesländern generell

⁸⁸ Vgl. ifo / HSU, Erstellung einer regionalisierten Strukturdatenprognose, Band I: Prognose der wirtschaftlichen Entwicklung 2010 bis 2030, Hamburg / Dresden 2012.

deutlich an, in den neuen Bundesländern sticht nur der Raum Berlin, sogar mit recht hohen Zuwachsraten, hervor. Die höchsten Zuwächse sind daneben in den Großräumen München, Hamburg sowie an der Grenze zur Schweiz und zu Luxemburg zu erwarten.

Die regionalen Unterschiede des Wirtschaftswachstums in Deutschland liegen vor allem an der unterschiedlichen Einwohnerentwicklung. Bei der Entwicklung der **Bruttowertschöpfung pro Einwohner** wird nämlich ein deutlich homogeneres Bild von den Wirtschaftsforschern erwartet (siehe Abb. 3-4). Hier sind die höchsten Zuwachsraten in Berlin, im Raum Hamburg, Bremen und an der Grenze zur Schweiz und nach Luxemburg zu verzeichnen. Insgesamt erscheint die Varianz der regionalen Entwicklungen angesichts der derzeit doch recht unterschiedlichen Wirtschaftsstrukturen und der Wachstumsunterschiede in der Vergangenheit aber recht gering zu sein.

Abb. 3-3: Entwicklung der Bruttowertschöpfung 2010 - 2030 nach Stadt- und Landkreisen

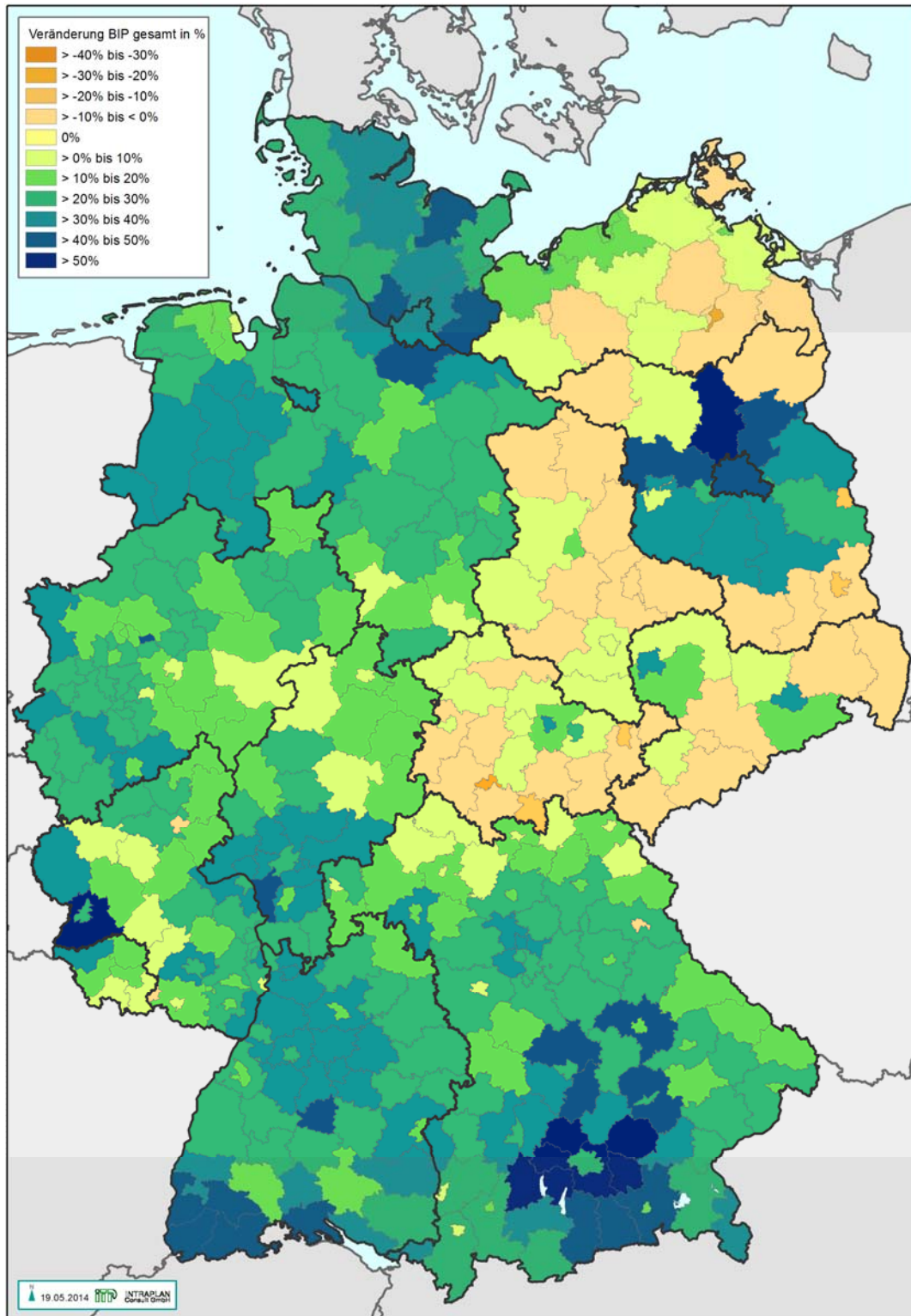
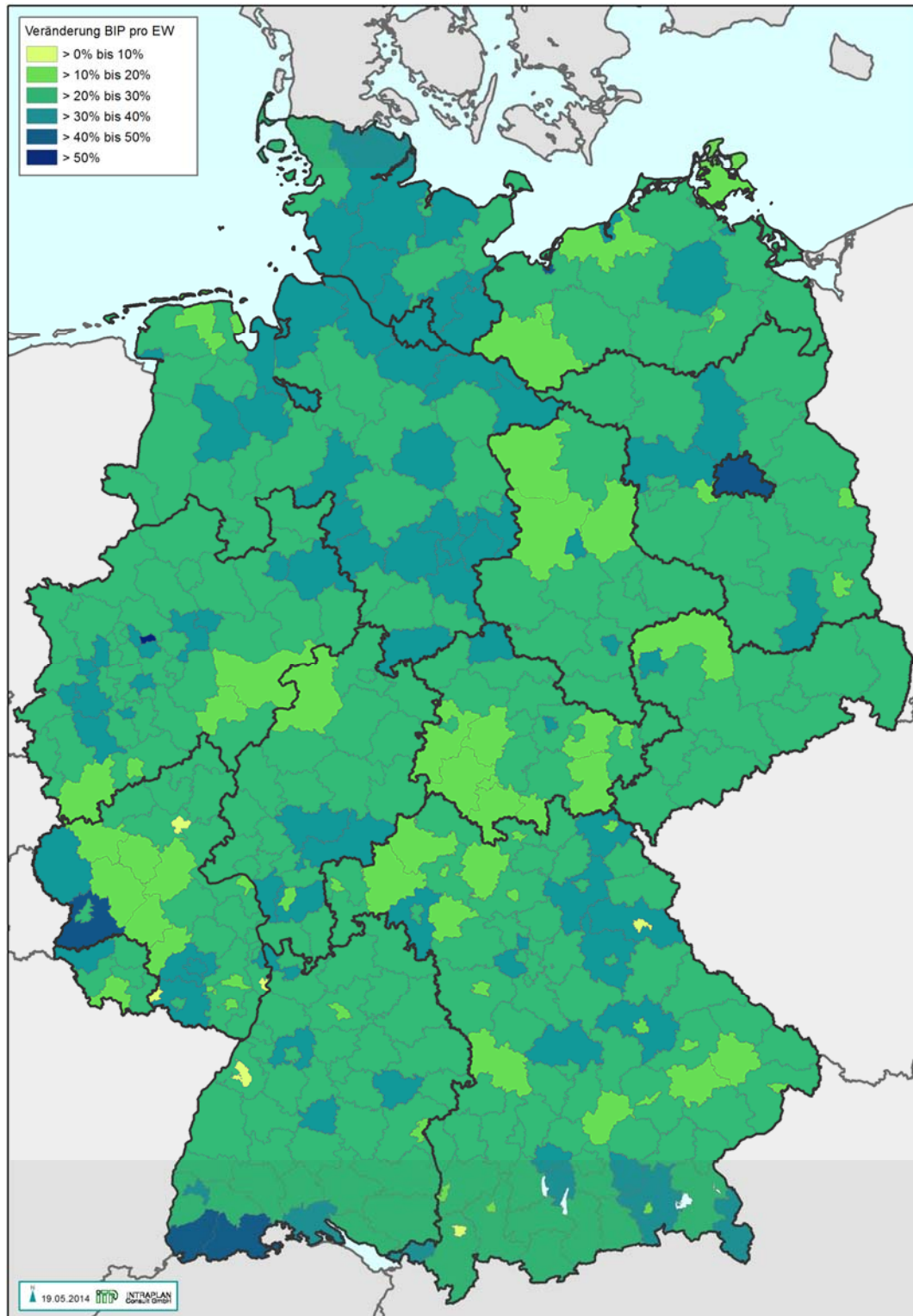


Abb. 3-4: Entwicklung der Bruttowertschöpfung pro Einwohner 2010 - 2030 nach Stadt- und Landkreisen



Die Entwicklung der **Erwerbstätigen am Wohnort** (siehe Abb. 3-5) spiegelt Bevölkerungs- und Wirtschaftsentwicklung wider. Das Süd-Nord-Gefälle, der Rückgang in den neuen Bundesländern (ohne den Raum Berlin) und in den mittleren Teilen der alten Bundesländer ist auch hier erkennbar wie auch der überproportionale Zuwachs im Raum München (sowie dem westlichen Niedersachsen).

Bei den **Erwerbstätigen am Arbeitsort** zeigen sich gegenüber den Erwerbstätigen am Wohnort nur feinräumige Unterschiede (siehe Abb. 3-6).

Abb. 3-5: Entwicklung der Anzahl der Erwerbstätigen am Wohnort 2010 - 2030 nach Stadt- und Landkreisen

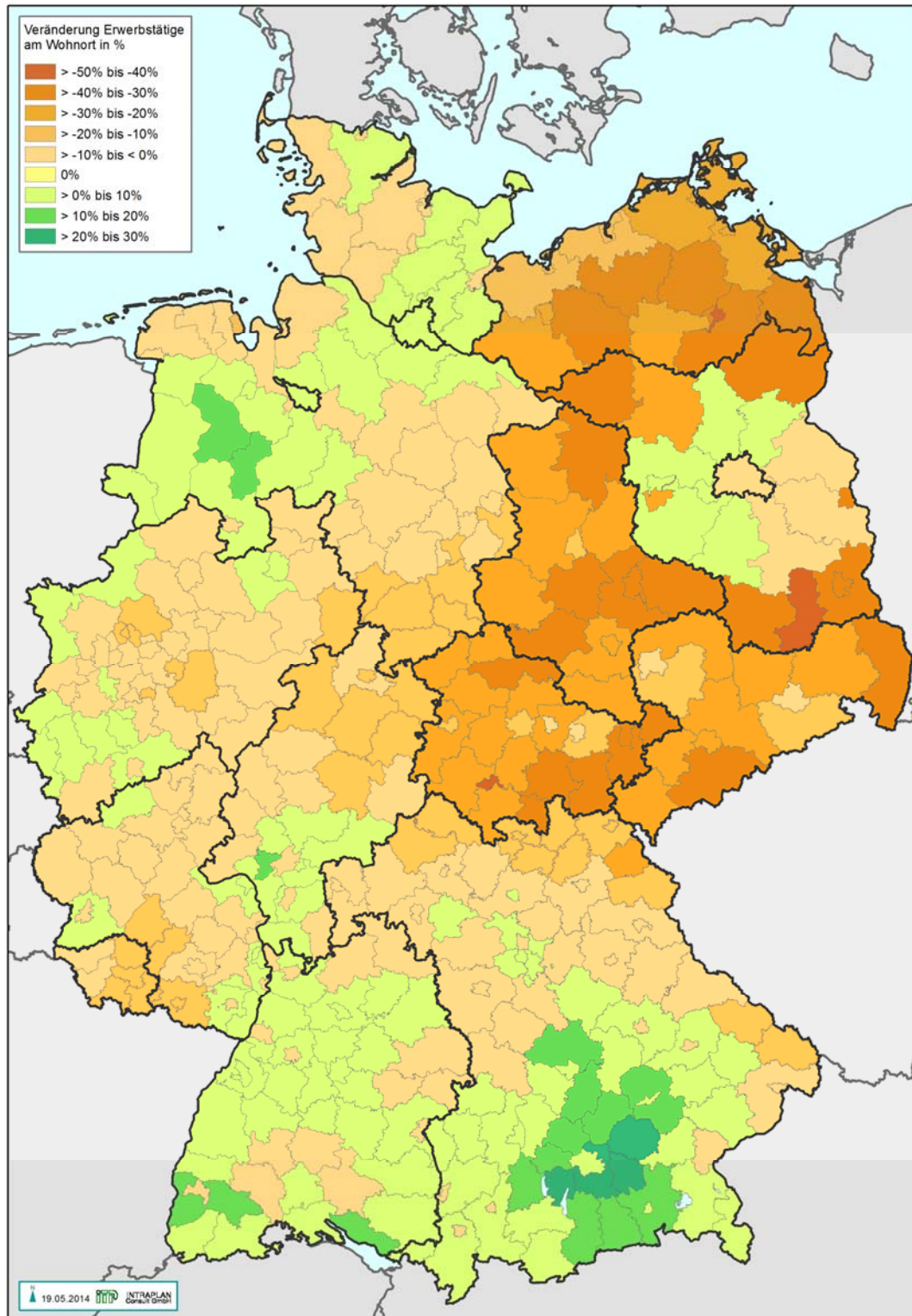
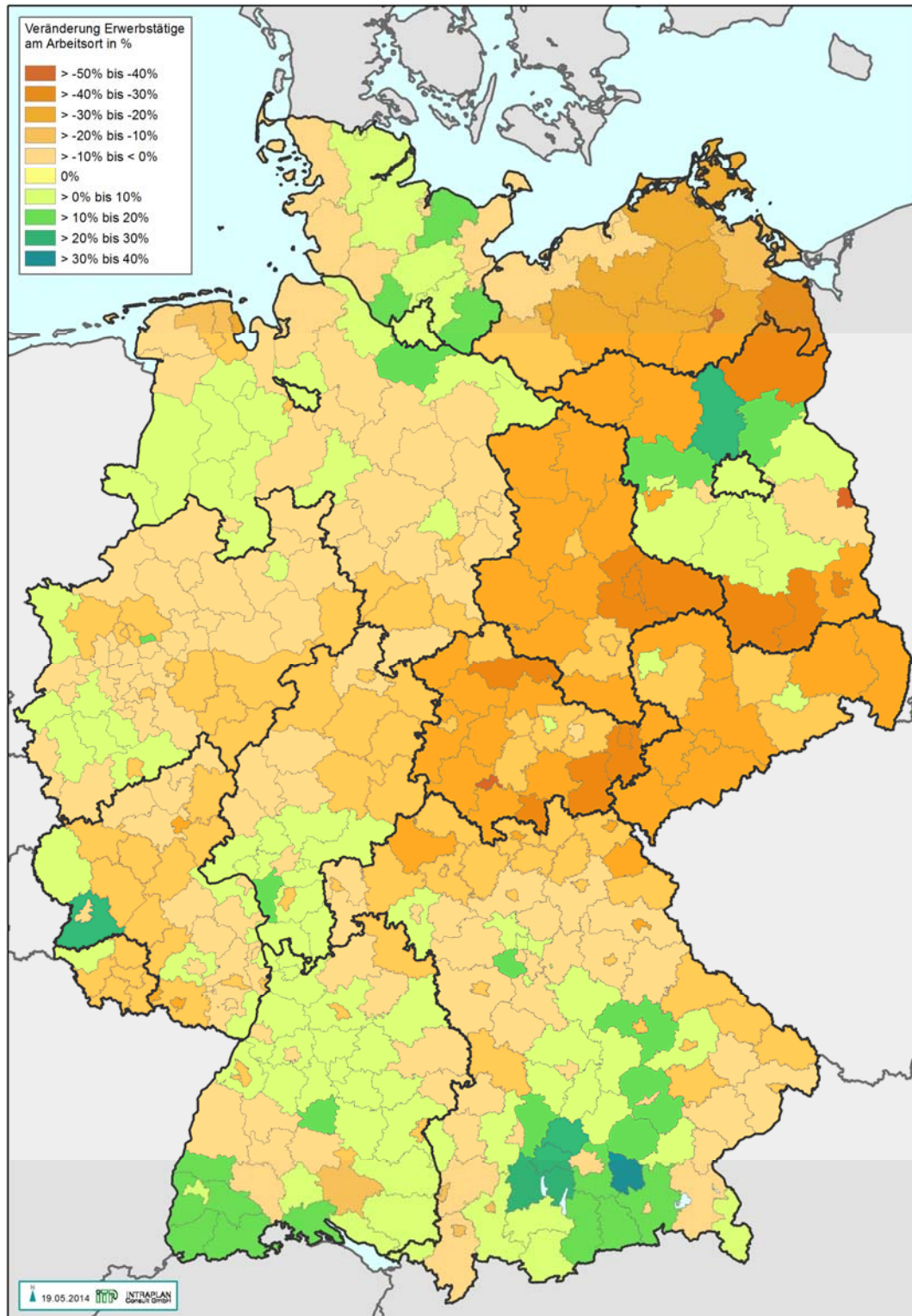


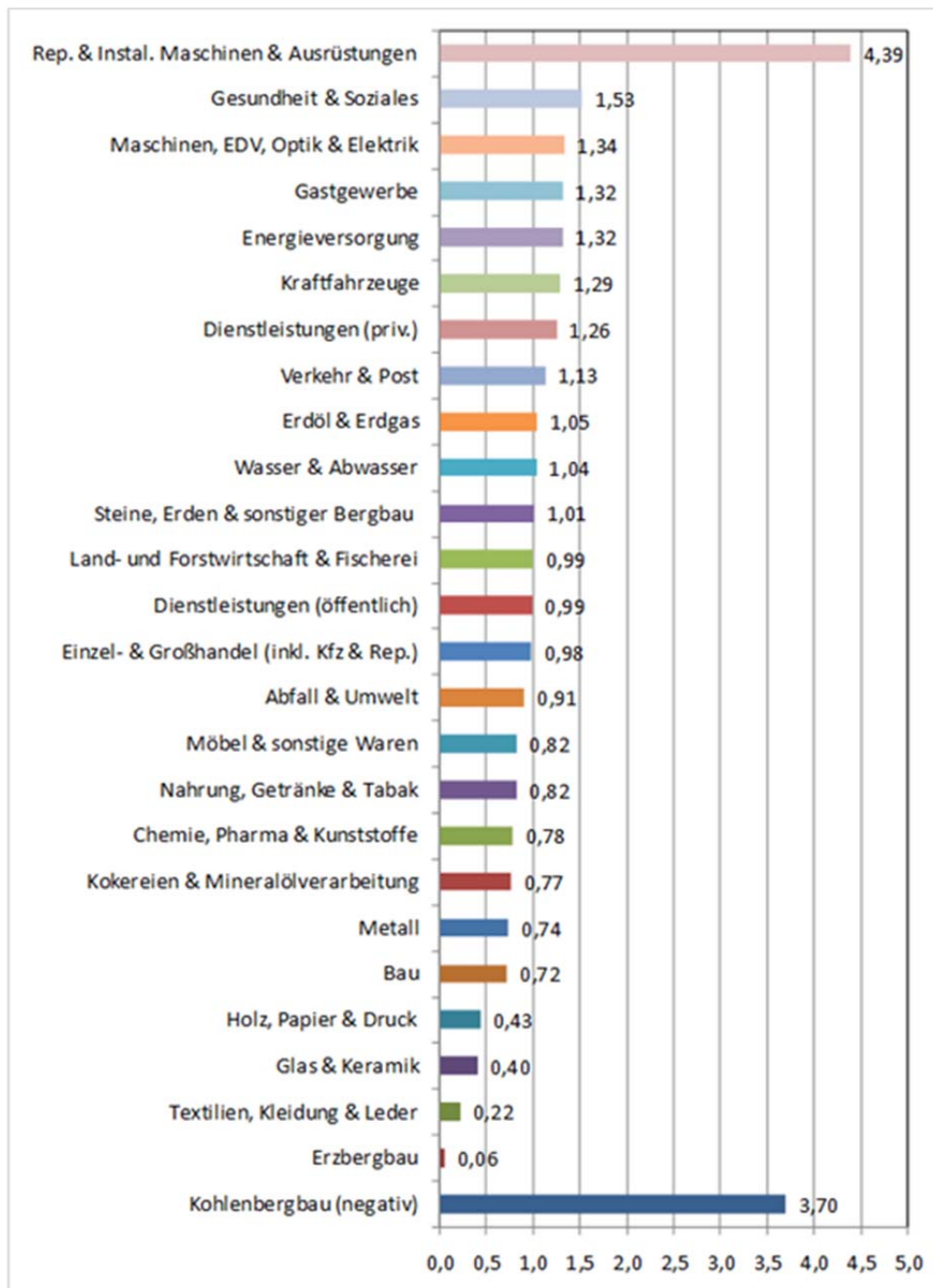
Abb. 3-6: Entwicklung der Anzahl der Erwerbstätigen am Arbeitsort 2010 - 2030 nach Stadt- und Landkreisen



3.2.3 Branchenwirtschaftliche Entwicklung

Die für die Güterverkehrsprognose erforderliche Entwicklung der Bruttowertschöpfung der einzelnen Wirtschaftsbereiche wurde im Rahmen der o.a. gesamtwirtschaftlichen Strukturdatenprognose erstellt. Die zentralen Ergebnisse sind der folgenden Abbildung zu entnehmen.

Abb. 3-7: Entwicklung der Bruttowertschöpfung nach Wirtschaftsbereichen



Quelle: ifo Institut / HSU

3.2.4 Energiewirtschaftliche Entwicklung

Für den Zeitraum bis 2030 wird ein deutlicher **Rückgang des Primärenergieverbrauchs** um 21 % von 14.200 (2010) auf 11.060 (2030) PJoule erwartet (siehe Tab. 3-3). Der Primärenergieverbrauch von **Steinkohle sinkt um 28 %**, der von **Mineralöl um 24 %**, **Braunkohle sogar um 52 %**. **Positiv** entwickelt sich auch der **Anteil der regenerativen Energien**, der sich bis 2030 **fast verdreifacht**. In diesen Verbrauchszahlen sind auch die erforderlichen Rohstoffeinsätze in der Industrie berücksichtigt.

Durch die **Veränderung der Stromerzeugungsstruktur** und aus **Effizienzverbesserungen** bis 2030 resultiert ein um nahezu **11 % geringerer Primärenergieeinsatz**. Unter der Annahme, dass es in den Endverbrauchssektoren, also im Verkehr, bei der Raumheizung sowie in der Industrie, zu weiteren Effizienzverbesserungen kommt, ist ein zusätzlicher Rückgang des End- und des Primärenergieverbrauchs zu erwarten. Beispielsweise werden nur noch rund 30 % der Wohnungen in Deutschland mit Öl beheizt, und dieser Anteil sinkt stetig. Neubauwohnungen werden zukünftig nur mit einem Anteil von 1,6 % mit Öl beheizt. Aufgrund all dieser Effekte wird ein Rückgang des Endenergieverbrauchs zwischen 2010 und 2030 um fast 17 % erwartet.

Insgesamt ergibt sich hierüber ein **Bruttostromverbrauch von 550 TWh** in Deutschland, der jedoch zu 7 % durch Importe gedeckt wird. Die deutsche Bruttostromerzeugung liegt in 2030 bei rd. 510 TWh (siehe Tab. 3-5).

Für die **Stromerzeugung aus Steinkohle** von 86 TWh im Jahr 2030 ist bei einer jährlichen Ausnutzungsdauer von gut 4.000 Stunden eine Kraftwerksleistung zwischen 20 GW und 22 GW erforderlich. Angesichts der aktuell absehbaren Verzögerungen beim Ausbau der Windkraft, insbesondere der offshore geplanten Anlagen, und der erforderlichen Anschluss- und Transportleitungen wurde hier unterstellt, dass zur Sicherstellung der Versorgungssicherheit mindestens **20 GW an Steinkohlenkraftwerken** vorgehalten werden müssen. Es ist also davon auszugehen, dass ein beträchtlicher Teil der heute bestehenden Kohlekraftwerke auch 2030 noch am Netz sein wird. Außer den bis zum Jahr 2014 sich bereits in Planung befindenden Kraftwerken, mit einer Bruttoleistung von rd. 8 GW, werden **keine weiteren Kraftwerksneubauten** gebaut, da aufgrund der politischen Zielvorgaben Investoren das Risiko scheuen werden.

Tab. 3-3: Entwicklung des Primärenergieverbrauchs nach Energieträgern in PJ und t SKE (1990-2030)

Energieträger	1990	2000	2005	2008	2009	2010	2030 Prognose
Primärenergieverbrauch in PJoule							
Steinkohle	2.306	2.021	1.808	1.800	1.496	1.714	1.231
Braunkohle	3.201	1.550	1.596	1.554	1.507	1.512	733
Mineralöl	5.217	5.499	5.166	4.904	4.635	4.684	3.575
Erdgas	2.293	2.985	3.229	3.058	2.937	3.171	2.520
Kernenergie	1.668	1.851	1.779	1.623	1.472	1.533	0
Erneuerbare Energien	196	417	769	1.147	1.201	1.414	2.681
Sonst. Energieträger 2)	25	78	191	130	180	190	322
Insgesamt	14.905	14.401	14.537	14.216	13.428	14.217	11.061
Struktur des Primärenergieverbrauchs in %							
Steinkohle	15,5	14,0	12,4	12,7	11,1	12,1	11,1
Braunkohle	21,5	10,8	11,0	10,9	11,2	10,6	6,6
Mineralöl	35,0	38,2	35,5	34,5	34,5	32,9	32,3
Erdgas	15,4	20,7	22,2	21,5	21,9	22,3	22,8
Kernenergie	11,2	12,9	12,2	11,4	11,0	10,8	0,0
Erneuerbare Energien	1,3	2,9	5,3	8,1	8,9	9,9	24,2
Sonst. Energieträger 2)	0,2	0,5	1,3	0,9	1,3	1,3	2,9
Insgesamt	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Veränderungen des Primärenergieverbrauchs gegenüber dem Vorjahr in %							
Steinkohle		2,8	-5,3	-10,8	-16,9	14,6	-28,2
Braunkohle		5,3	-3,2	-3,6	-3,0	0,3	-51,5
Mineralöl		-1,8	-0,9	6,0	-5,5	1,1	-23,6
Erdgas		-0,8	1,0	-2,0	-4,0	8,0	-18,0
Kernenergie		-0,2	-2,4	5,9	-9,3	4,1	-100,0
Erneuerbare Energien		3,3	18,3	2,7	4,7	17,7	102,8
Sonst. Energieträger 2)		400,8	27,4	28,8	38,5	5,6	54,2
Insgesamt		0,5	-0,4	0,6	-5,5	5,9	-21,2
Primärenergieverbrauch in Mio. t SKE							
Steinkohle	78,7	69,0	61,7	61,4	51,1	58,5	42,0
Braunkohle	109,2	52,9	54,4	53,0	51,4	51,6	25,0
Mineralöl	178,0	187,6	176,3	167,3	158,2	159,8	122,0
Erdgas	78,2	101,9	110,2	104,4	100,2	108,2	86,0
Kernenergie	56,9	63,2	60,7	55,4	50,2	52,3	0,0
Erneuerbare Energien	6,7	14,2	26,3	39,1	41,0	48,2	91,5
Sonst. Energieträger 2)	0,9	2,7	6,5	4,4	6,1	6,5	11,0
Insgesamt	508,6	491,4	496,0	485,1	458,2	485,1	377,5
1) Berechnungen auf der Basis des Wirkungsgradansatzes							
2) Sonstige Energieträger: Grubengas, nichterneuerbare Abfälle, Abwärme, Stromaustauschsaldo							
Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V., sowie eigene Berechnungen des ifo-Institutes							

Tab. 3-4: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern in PJ und t SKE (1990-2030)

Energieträger	1990	2000	2005	2008	2009	2010	2030 Prognose
Endenergieverbrauch in PJoule							
Steinkohle	243	175	155	207	141	196	103
Steinkohlenkoks	314	253	162	149	143	169	117
Steinkohlenbriketts	15	4	1	1	2	11	6
Rohbraunkohle	183	5	4	5	5	6	3
Braunkohlenbriketts	579	31	23	25	26	29	18
Braunkohlenkoks	26	0	0	0	0	0	0
Staub- und Trockenkohle	72	45	50	55	48	53	29
Biomasse und erneuerbare Abfälle ¹⁾	92	192	354	435	443	579	733
Nichtererneuerb. Abfälle, Abwärme u.a.	0	0	107	65	76	74	103
Sonstige erneuerbare Energien ²⁾	0	9	16	31	34	38	44
Übrige feste Brennstoffe ³⁾	77	1	2	2	1	2	0
Kraftstoffe aus Mineralöl	2.526	2.804	2.552	2.481	2.469	2.475	1.992
Heizöl	1.446	1.246	1.092	1.017	876	874	586
darunter: leichtes Heizöl	1.256	1.149	1.025	964	838	844	557
Übrige Mineralölprodukte	8	15	19	20	19	18	6
Gase	1.871	2.410	2.374	2.266	2.181	2.417	1.670
darunter: Naturgase	1.648	2.204	2.198	2.101	2.042	2.247	1.612
Strom ⁴⁾	1.638	1.780	1.864	1.887	1.783	1.899	1.714
Fernwärme ⁵⁾	383	265	465	452	446	472	410
Insgesamt	9.472	9.234	9.239	9.098	8.692	9.310	7.533
Endenergieverbrauch in Mio. t SKE							
Steinkohle	8,3	6,0	5,3	7,1	4,8	6,7	3,5
Steinkohlenkoks	10,7	8,6	5,5	5,1	4,9	5,8	4,0
Steinkohlenbriketts	0,5	0,1	0,0	0,0	0,1	0,4	0,2
Rohbraunkohle	6,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1
Braunkohlenbriketts	19,7	1,0	0,8	0,9	0,9	1,0	0,6
Braunkohlenkoks	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0,0
Staub- und Trockenkohle	2,5	1,5	1,7	1,9	1,6	1,8	1,0
Biomasse und erneuerbare Abfälle ¹⁾	3,1	6,5	12,1	14,9	15,1	19,8	25,0
Nichtererneuerb. Abfälle, Abwärme u.a.	0,0	0,0	3,7	2,2	2,6	2,5	3,5
Sonstige erneuerbare Energien ²⁾	0,0	0,3	0,5	1,0	1,2	1,3	1,5
Übrige feste Brennstoffe ³⁾	2,6	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0
Kraftstoffe aus Mineralöl	86,2	95,7	87,1	84,7	84,2	84,4	68,0
Heizöl	49,3	42,5	37,3	34,7	29,9	29,8	20,0
darunter: leichtes Heizöl	42,8	39,2	35,0	32,9	28,6	28,8	19,0
Übrige Mineralölprodukte	0,3	0,5	0,6	0,7	0,6	0,6	0,2
Gase	63,8	82,2	81,0	77,3	74,4	82,5	57,0
darunter: Naturgase	52,6	75,2	75,0	71,7	69,7	76,7	55,0
Strom ⁴⁾	55,9	60,7	63,6	64,4	60,8	64,8	58,5
Fernwärme ⁵⁾	13,1	9,0	15,9	15,4	15,2	16,1	14,0
Insgesamt	323,2	315,1	315,2	310,4	296,6	317,7	257,1
Quelle: AG Energiebilanzen sowie eigene Berechnungen des ifo-Institutes							
1) In den Jahren 1990-94 wird Brennholz, Brenntorf und Müll u.a. erfasst, in den Jahren 1995-99 Müll und sonstige Biomasse. Ab 2000 wird hier nur noch der regenerative Anteil von Müll (50%) erfasst.							
2) Geothermie, Solarthermie und Wärmepumpen							
3) Verbrauch von fossilen Brennstoffen abzüglich Biomasse und erneuerbare Abfälle, Abwärme u.a. und sonstige erneuerbare Energien							
4) Einschließlich mit erneuerbaren Energien erzeugtem Strom.							
5) Einschließlich mit erneuerbaren Energien erzeugter Fernwärme.							

Tab. 3-5: Entwicklung der Bruttostromerzeugung nach Energieträgern in Deutschland in TWh (2010-2030)*

Energieträger	2010	2015	2020	2025	2030
Kernenergie	140,5	90,0	32,0	0,0	0,0
Steinkohle	117,0	102,0	100,0	94,0	76,0
CCS Steinkohle	0	0,0	0,0	5,0	10,0
Braunkohle	145,9	120,0	104,0	91,0	68,0
CCS Braunkohle	0	0,0	0,0	5,0	10,0
Erdgas	86,8	85,0	97,0	100,0	100,0
Heizöl	8,4	3,5	2,0	0,0	0,0
Übrige Energieträger	26,7	26,0	26,3	26,2	26,0
Erneuerbare Energien	102,8	147,7	187,8	218,5	240,1
Lauf- und Speicherwasser	21,0	22,0	24,0	24,0	24,0
Wind on shore	37,8	53,0	65,0	73,0	76,0
Wind off shore	0	8,0	25,0	40,0	54,0
Biomasse	27,6	34,0	37,0	39,0	40,0
Photovoltaik	11,7	25,0	30,0	35,0	38,0
Geothermie	0	0,4	0,6	1,1	1,6
andere erneuerbare Brennstoffe	4,4	5,3	6,2	6,4	6,5
Insgesamt	628,1	574,2	549,1	529,7	510,1
Verteilung in %					
Kernenergie	22,4	15,7	5,8	0,0	0,0
Steinkohle	18,6	17,8	18,2	17,7	14,9
CCS Steinkohle	0,0	0,0	0,0	0,9	2,0
Braunkohle	23,2	20,9	18,9	17,2	13,3
CCS Braunkohle	0,0	0,0	0,0	0,9	2,0
Erdgas	13,8	14,8	17,7	18,9	19,6
Heizöl	1,3	0,6	0,4	0,0	0,0
Übrige Energieträger	4,3	4,5	4,8	4,9	5,1
Erneuerbare Energien	16,4	25,7	34,2	41,2	47,1
Lauf- und Speicherwasser	3,3	3,8	4,4	4,5	4,7
Wind on shore	6,0	9,2	11,8	13,8	14,9
Wind off shore	0,0	1,4	4,6	7,6	10,6
Biomasse	4,4	5,9	6,7	7,4	7,8
Photovoltaik	1,9	4,4	5,5	6,6	7,5
Geothermie	0,0	0,1	0,1	0,2	0,3
andere erneuerbare Brennstoffe	0,7	0,9	1,1	1,2	1,3
Insgesamt	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Quelle: AG Energiebilanzen sowie eigene Berechnungen des ifo Institutes					
*) Werte nach 2010 sind Prognosewerte					

Tab. 3-6: Entwicklung der installierten Kraftwerkleistung bis 2030, gemäß der Anlagenlebensdauer

Zonen-Nr.	Zonenname	Bruttoleistung [MW] 2011	Bruttoleistung [MW] 2014	Bruttoleistung [MW] 2030 (a)	Bruttoleistung [MW] 2030 (b)	Kraftwerkskohle in 1.000 t in 2010
1001	Flensburg	196	196	0	0	209
1002	Kiel	354	354	0	0	474
1056	Pinneberg	290	290	0	0	608
2000	Hamburg	205	1.725	1.725	1.725	802
3103	Wolfsburg	446	446	446	306	986
3157	Peine	750	750	750	0	1.201
3241	Hannover	300	300	300	300	745
3405	Wilhelmshaven	788	1.519	731	731	1.653
4011	Bremen	987	987	672	130	1.942
5112	Duisburg	806	1.237	1.237	1.237	2.900
5114	Krefeld	116	116	0	0	294
5124	Wuppertal	100	100	100	100	183
5170	Wesel	2.222	2.222	1.522	0	2.858
5316	Leverkusen	108	108	0	0	211
5513	Gelsenkirchen	2.220	1.480	370	0	3.744
5562	Recklinghausen	519	1.055	1.055	1.055	734
5566	Steinfurt	752	752	752	752	1.805
5770	Minden-Lübbecke	1.343	1.243	923	923	1.474
5913	Dortmund	364	364	0	0	970
5915	Hamm	305	1.530	1.530	1.530	472
5916	Herne	1.089	950	500	500	986
5962	Märkischer Kreis	530	530	0	0	592
5978	Unna	1.958	2.708	750	750	2.165
6412	Frankfurt am Main	144	144	144	144	511
6435	Main-Kinzig-Kreis	1.122	859	550	550	1.736
8111	Stuttgart	171	171	0	0	96
8116	Esslingen	904	904	904	428	813
8118	Ludwigsburg	267	267	107	0	58
8121	Heilbronn	1.066	1.066	1.066	250	1.090
8212	Karlsruhe	550	1.424	1.424	1.424	838
8222	Mannheim	1.455	2.300	1.605	1.325	2.621
9178	Freising	474	474	474	474	689
9184	München	363	363	363	363	774
10041	Saarbrücken	1.267	1.267	348	348	1.231
10044	Saarlouis	430	430	430	0	2.568
10045	Saarpfalz	773	773	0	0	348
11000	Stadt Berlin	865	700	600	600	1.570
13003	Rostock	553	553	553	553	1.140
Gesamte Kraftwerksleistung		27.152	32.657	21.931	16.498	44.091
Quelle: BMWi und eigene Berechnungen						
(a) Schätzung der Kraftwerksleistung bei unterstellter Lebensdauer der neugebauten Kraftwerke von 45 Jahren sowie von 30 Jahren bei ertüchtigten Kraftwerken						
(b) Schätzung der Kraftwerksleistung bei unterstellter Lebensdauer der neugebauten Kraftwerke von 45 Jahren sowie von 20 Jahren bei ertüchtigten Kraftwerken						

Die in 2030 bestehenden Kraftwerksleistungen werden einen **Kohleverbrauch von rd. 32 Mio. t** Kohle erfordern, der für die **Produktion von 86 TWh** erforderlich ist. Dies erfordert einen Kohleverbrauch von 1,5 t/MW-Leistung gegenüber einem Verbrauch von 1,6 t/MW in 2010 bzw. 1,9 t/MW in 2008. Der im Prognosezeitraum resultierende niedrigere Kohleverbrauch in t/MW ist nicht ein Ausdruck von höherer Effizienz, sondern entsteht im Wesentlichen aufgrund der niedrigeren Auslastung, die durch das Vorhalten von Kapazitäten, um Netzinstabilitäten auszugleichen, erforderlich ist.

Der **Kohle- und Kokskohleeinsatz** in der **Industrie** wird mit rd. 14,5 Mio. t für das Jahr 2030 angenommen. Hierbei handelt es sich, ausgehend vom Wert des Jahres 2008, um eine 15 %-ige Reduzierung. Diese Menge beruht auf einer Rohstahlproduktionsmenge von 50 Mio. t, welche im Einklang mit der Strukturdatenprognose steht.

Tab. 3-7: Prognose des Kohleverbrauchs in Deutschland in 1.000 t (2008-2030)

Kohleverbrauch	2008	2010	Prognose 2030
Kraftwerksverbrauch in 1.000 t	52.300	44.091	32.000
Industrieverbrauch in 1.000 t	16.842	16.106	14.535
Kohleverbrauch gesamt in 1.000 t	69.142	60.197	46.535
Veränderung des Kohleverbrauchs in % gegenüber 2008			-33%
Veränderung des Kohleverbrauchs in % gegenüber 2010			-23%
Quelle: eigene Berechnungen der BVU			

Demgemäß würde sich für das Jahr 2030 eine **Absenkung des Kohleverbrauchs** auf 46,5 Mio. t ergeben. Gegenüber dem in 2010 realisierten Verbrauch ist es ein Rückgang um 23 % (siehe Tab. 3-7).

3.3 Entwicklung der Verkehrsinfrastruktur und des Verkehrsangebotes

Der voraussichtliche Ausbau der Verkehrsinfrastruktur und die voraussichtliche Entwicklung des Verkehrsangebotes sind **wichtige Bestimmungsgrößen für die Nachfrageentwicklung** im Personen- und Güterverkehr aller Verkehrszweige und wurden im höchstmöglichen Feinheitsgrad berücksichtigt.

Für den Straßenverkehr, den Eisenbahnverkehr, den Luftverkehr und die Binnenschifffahrt wurde die Angebotssituation jeweils für 2010 und den Prognosezustand 2030 in Form von **Verkehrsnetzmodellen** von den Losen 4 (Straße), 5 (Eisenbahn) und 6 (Binnenschifffahrt) operationalisiert. Mit Hilfe dieser Netzmodelle lässt sich das Verkehrsangebot für alle Verkehrszweige und für jede einzelne Quelle-Ziel-Relation in Form von Angebotseigenschaften ("Verkehrswiderstände") beschreiben. Die Entwicklung dieser Netzmodelle wird in den Berichten der genannten Lose 4, 5 und 6 beschrieben. Gegenstand **dieses Abschnitts** ist es, die den Annahmen zur Entwicklung von Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot zugrundeliegende "Philosophie" zu erläutern und die aus Sicht der großräumigen Verkehrsnachfrage wichtigsten Maßnahmen darzustellen. Darüber hinaus sind die Annahmen für diejenigen Bereiche aufgeführt, die nicht unmittelbar mit den Straßen-, Schienen- und Binnenwasserstraßenmaßnahmen zusammenhängen.

3.3.1 Grundsätzliche Annahmen

Ausgangspunkte für die Annahmen zur Entwicklung der **Infrastruktur des Bundes**, also Bundesfernstraßen, Bundesschienenwege und Binnenwasserstraßen, des Jahres 2030 ist der gültige **Bundesverkehrswegeplan 2003**. Dieser wurde durch **Bedarfspläne** überprüft bzw. konkretisiert. Die Grundidee dieser Festlegung ist folgende:

- Gegenüber 2010 werden das Verkehrsnetz und das Verkehrsangebot im Jahr 2030 **signifikante Erweiterungen** erfahren, durch Neubau- und Ausbaumaßnahmen sowie durch Kapazitätserweiterungen oder durch veränderte Verkehrsangebote im Öffentlichen Verkehr und im Luftverkehr.
- Dafür gibt es bezüglich der Bundesinfrastruktur **konkrete Pläne**, die in den genannten Plänen festgehalten sind.
- Es ist allerdings nicht absehbar, **zu welchem Anteil** die fest geplanten Maßnahmen **im Prognosezeitraum erreicht** werden können. Nach derzeitiger Finanzierungslage ist es so-

gar eher wahrscheinlich, dass nur ein Teil der geplanten Maßnahmen tatsächlich bis 2030 fertiggestellt werden kann.

- Allerdings ist es aus derzeitiger Sicht **unmöglich, abzuschätzen, welche Maßnahmen bis 2030 fertiggestellt werden und welche nicht**, zumal dies teilweise quasi dem geplanten Bundesverkehrswegeplan 2015 vorgreifen würde, in dem diese Maßnahmen unter anderem zu untersuchen sind.
- Daher wurde die Realisierung **aller** im "Vordringlichen Bedarf" festgelegten Maßnahmen unterstellt, und zwar für alle Verkehrszweige, auch um hier eine **Gleichbehandlung der Verkehrsträger** zu gewährleisten.

Im Rahmen der Projektbewertungen werden die Maßnahmen, die noch nicht im Bau sind und für die noch kein Finanzierungsvertrag vorliegt, untersucht werden. Dabei ist es daher erforderlich, eine separate Bezugsfallprognose zu bilden.

Im Endresultat können daher Unterschiede zu den hier bei der Prognose 2030 unterstellten Verkehrsnetzen hervortreten, die aber durch die Verkehrsmodelle quantifizierbar sind.

3.3.2 Straßenverkehr

Ein Überblick über die Maßnahmen des Vordringlichen Bedarfs im Bereich des Straßennetzes ist Abb. 3-8 zu entnehmen (dort rot dargestellt). Als **raumwirksame Neubaumaßnahmen** sind dabei hervorzuheben:

- A20 Nordumfahrung Hamburg Elbquerung Bremerhaven - Ostfriesland
- A39 Lüneburg - Wolfsburg
- A14 Schwerin - Magdeburg
- A44 Kassel - Eisenach
- A49 Kassel - Gießen
- Hochmoselüberquerung
- A94 München - Simbach

Neben diesen Neubaumaßnahmen sind vor allem die **Kapazitätserweiterungen** auf großen Teilen der Hauptstrecken **im Autobahnnetz** von vier auf sechs oder mehr Streifen zu sehen.

- A1 Hamburg - Rhein/Ruhr
- A3 Rhein-Main - Nürnberg
- A5 Oberrhein, Frankfurt Main - Gießen
- A6 Heilbronn - Nürnberg
- A7 nördlich Göttingen, südlich und nördlich Hamburg
- A8 Karlsruhe - Stuttgart - (Albaufstieg neu -) Ulm - München

Aus deutscher Sicht wichtige internationaler Verkehrsvorhaben im Straßennetz sind

- die Feste Fehmarnbeltquerung
- die Autobahn Frankfurt/Oder - Posen - Warschau (- Baltikum - Russland)
- die Schnellstraße Stettin - Danzig
- die Schnellstraße Bayreuth - Karlsbad - Prag
- der Lückenschluss Lindau - 2. Röhre Pfändertunnel - St. Margrethen - Schweiz

Abb. 3-8: In der Prognose 2030 unterstellte Maßnahmen im Straßenverkehr



3.3.3 Schienenverkehr

Eine Darstellung der als bis 2030 realisiert angenommenen Maßnahmen im Schienennetz findet sich in Abb. 3-9. Hier hervorzuheben sind die in ihrer verkehrlichen Wirkung markanten Projekte (NBS = Neubaumaßnahme, ABS = Ausbaumaßnahme):

- ABS/NBS (München -) Nürnberg – Erfurt – Leipzig (– Berlin)
- ABS/NBS Hamburg/Bremen - Hannover
- ABS/NBS Lübeck - Fehmarn - Fehmarnbeltquerung - Rødby - Kopenhagen
- ABS Berlin – Dresden, NBS Dresden - Prag
- ABS Nürnberg - Hof - Reichenbad - Dresden/Görlitz und Leipzig
- NBS Spange Mottgers (Hanau - Fulda/Hanau - Würzburg)
- NBS Rhein/Main – Rhein/Neckar
- ABS/NBS Karlsruhe – Basel
- ABS/NBS Ulm - Stuttgart mit Stuttgart 21
- ABS München - Rosenheim - Kiefersfelden (Brenner-Zulauf)
- ABS München - Mühldorf - Salzburg (- Wien)

Die **Angebotskonzepte im Schienenpersonenverkehr**, die ihrerseits Rückwirkungen auf die Streckenbelegung und damit den Güterverkehr haben, wurden mit der DB AG sowie den Ländern abgestimmt.

Abb. 3-9: In der Prognose 2030 unterstellte Maßnahmen im Schienenverkehr



3.3.4 Binnenwasserstraßen

Hier wurde ebenfalls der "Vordringliche Bedarf" unter Berücksichtigung der aktuellen Netzergänzungen unterstellt.

Dabei handelte es sich mehrheitlich um Vorhaben wie Fahrrinnenvertiefungen, Wasserstraßenverbreiterungen oder auch Schleusenverlängerungen sowie die Anhebung von Brücken, so dass diese Verbindungen auch bei Niedrigwasserstand weitgehend restriktionsfrei befahren werden können. Spezifikationen bezüglich der im Netzmodell enthaltenen Informationen finden sich im Bericht zu Los 6. Wesentliche Projekte sind hier z.B.:

- Fertigstellung der Ausbaumaßnahmen des VDE 17 zwischen Magdeburg und Berlin
- Ausbau der Mittelweser für Großmotorgüterschiffe
- Ausbau des Neckars für Schiffe bis zu 135 m Länge auf dem Abschnitt zwischen der Rheinmündung und Heilbronn.

3.3.5 Luftverkehr und Fernlinienbusnetz

Die Abbildung des Verkehrsangebots im Bereich des **Luftverkehrs** und des Fernlinienbusses lag im Aufgabenbereich der Bearbeiter von Los 3.

In dem hier aufgestellten Netzmodell sind die **Flugplandaten** dem OAG World Airways Guide, einem weltweiten Flugplan-Informationssystem bzw. Buchungssystem, entnommen. Darin sind sämtliche Linien- und regelmäßigen Charterflüge enthalten. Basis ist hier die Sommerflugplanperiode 2010, für die eine Durchschnittswoche gebildet wurde. Dabei wurden sämtliche Flüge bzw. Flugpaare berücksichtigt, die mindestens einmal in der Woche verkehren.

Die folgende Tab. 3-8 zeigt das auf diese Weise erfasste Verkehrsangebot von/nach den deutschen Flughäfen. Entsprechende Auswertungen wurden auch für die relevanten ausländischen Flughäfen durchgeführt (siehe Tab. 3-9).

Tab. 3-8: Im Luftnetzmodell 2010 berücksichtigte Flüge von/nach deutschen und ausgewählten ausländischen Flughäfen (deutsche Flughäfen)

Flughafen	Strecken ¹⁾			Flüge ¹⁾		
	Inland	international	Summe	Inland	international	Summe
Hamburg	16	72	88	1.257	1.545	2.803
Hannover	4	56	60	277	821	1.098
Bremen	6	28	34	238	362	600
Münster/Osnabrück	7	12	19	203	114	317
Paderborn	1	10	11	61	91	152
Weeze	1	53	54	26	381	407
Düsseldorf	10	129	139	1.094	3.030	4.124
Dortmund	1	23	24	34	227	261
Köln-Bonn	10	87	97	768	1.214	1.982
Frankfurt Main	14	225	239	1.353	7.398	8.751
Frankfurt-Hahn	1	56	57	38	494	532
Karlsruhe/Baden-Baden	2	11	13	84	112	196
Stuttgart	13	82	95	764	1.373	2.137
Friedrichshafen	6	11	17	182	84	266
Nürnberg	11	33	44	435	386	821
München	19	168	187	2.042	5.469	7.510
Saarbrücken	3	3	6	101	100	201
Berlin-Schönefeld	7	63	70	259	905	1.164
Berlin-Tegel	14	71	85	1.386	1.571	2.957
Leipzig	6	14	20	235	130	365
Dresden	7	12	19	361	125	486
Erfurt	3	2	5	31	13	43
Summe	162	1.221	1.383	11.229	25.945	37.130

1) ab 1 Flugpaar in der Durchschnittswoche Sommerflugplan (Ende März bis Ende Oktober) 2010

Tab. 3-9: Im Luftnetzmodell 2010 berücksichtigte Flüge von/nach deutschen und ausgewählten ausländischen Flughäfen (ausländische Flughäfen)

Flughafen	Strecken ¹⁾			Flüge ¹⁾		
	Inland	international	Summe	Inland	international	Summe
Kopenhagen	6	112	118	770	3.912	4.682
Billund	3	39	42	98	534	633
Amsterdam		223	223		7.372	7.372
Eindhoven	1	29	30	2	312	314
Maastricht		7	7		38	38
Brüssel		154	154		3.726	3.726
Luxemburg		42	42		687	687
Paris CDG	16	218	234	899	8.181	9.080
Strasbourg	11	8	19	352	99	450
Zürich	3	139	142	200	4.359	4.560
Basel	3	60	63	290	952	1.241
Salzburg	2	14	16	74	212	286
Innsbruck	2	7	9	136	82	218
Prag	3	114	117	97	2.578	2.674
Summe	212	2.387	2.599	14.147	58.987	73.134

1) ab 1 Flugpaar in der Durchschnittswoche Sommerflugplan (Ende März bis Ende Oktober) 2010

Die Flüge sind als Netzmodell verschlüsselt und werden an den Flughafen-Knotenpunkten mit dem Netz des Schienenverkehrs und des Straßenverkehrs verknüpft, sodass je Quelle-Ziel-Relation die relevanten Verkehrswiderstände zwischen Quelle und Ziel unter Berücksichtigung von Vor- und Nachlauf ermittelt werden konnten.

Für das **Prognosenetz** wurde dabei im Wesentlichen vom heutigen Verkehrsangebot zusätzlich einer **angenommenen Angebotsveränderung** ausgegangen. Dabei wurden analog zum ersten Prognoselauf vor Rückkoppelung beim SPV und beim MIV die relationsspezifische Nachfrageentwicklung in einem ersten Prognoseschritt errechnet und zusätzliche oder neue Flüge eingeführt, wenn bestimmte Schwellenwerte überschritten wurden (relationsspezifische Nachfrage über 50.000 Fluggäste/Jahr -> neues Flugangebot; bei bestehenden Angeboten: Angebotswachstum = Passagierwachstum x 0,5).⁸⁹ Mit dem zusätzlichen Angebot wurde dann ein weiterer Prognoselauf durchgeführt, ähnlich wie bei den Landverkehrsmitteln, wo lastabhängig neue Widerstände berechnet werden. Daraus ergeben sich wiederum geänderte Nachfrageströme.

⁸⁹ Das übrige Nachfragewachstum wird durch größeres Fluggerät aufgenommen.

Gegenüber dem Analysezustand wurden folgende Infrastrukturausbauten durch zusätzliche Angebotssteigerungen beim Flugangebot berücksichtigt:

- **Ausbau Frankfurt Main** (Landebahn Nordwest seit Ende 2010 tatsächlich in Betrieb => stärkeres Angebotswachstum durch Berücksichtigung einer Elastizität Angebot : Nachfrage 0,8 statt 0,5 für die ersten Jahre)
- **Flughafen Berlin** (Zusammenfassung des Verkehrs von Tegel und Schönefeld an letzterem Standort mit neuem Terminal und geänderter Anbindung an das Schienen- und Straßennetz, => stärkeres Angebotswachstum nach den Regeln wie Frankfurt Main)
- **Flughafen München** (3. Start- und Landebahn, da bestehendes Planungsrecht, Angebotswachstum nach den Regeln wie Frankfurt Main)

Für den **Fernlinienbusverkehr** wurde ebenfalls ein Netzmodell erarbeitet, das hier aber **im Analysejahr 2010** mit Ausnahme von einigen Berlin-Linien und Auslandslinien **noch nicht besteht**. Und zwar wurden alle Linienverbindungen, die bis Mitte 2013 aufgenommen oder angekündigt waren (z.B. ADAC/Postbus) erfasst und als Städtepaare bzw. Linien verschlüsselt. Die bisher noch nicht bedienten Relationen wurden analysiert und, wo sinnvoll, manuell ergänzt. Ferner wurde angenommen, dass die bestehenden Angebote verdichtet werden und vor allem, dass **Umsteigen zwischen den Linien** untereinander möglich ist bzw. gefördert wird, was derzeit allenfalls innerhalb einzelner Angebote der Busgesellschaften möglich ist. Auf diese Weise wurde ein einigermaßen flächendeckendes Fernlinienbusnetz angenommen. Die Fahrzeiten wurden aus dem Straßennetz unter Berücksichtigung von Haltezeiten und Zeiten für das Erreichen der ggf. innerstädtischen Busbahnhöfe abgeleitet.

3.4 Entwicklung der verkehrspolitischen Rahmenbedingungen sowie der Nutzer- bzw. Transportkosten

Von der Entwicklung der verkehrspolitischen Rahmenbedingungen sowie der Nutzer- bzw. der Transportkosten können spürbare Auswirkungen auf die künftige Entwicklung der Verkehrsnachfrage ausgehen. Die Nutzerkosten hängen zum Teil von **politisch beeinflussbaren** Parametern ab, z.B. von Steuern, Gebühren, Subventionen etc., zum Teil sind sie aber auch **unabhängig** davon, z.B. hinsichtlich der Energiekosten oder der Produktivitätsfortschritte. Im Folgenden werden **beide** Arten von Einflussfaktoren dargestellt. Darüber hinaus werden auch diejenigen verkehrspolitischen Aspekte behandelt, die nicht die Nutzerkosten, sondern **andere Parameter** der Verkehrsmittelwahl betreffen, z.B. die Parkraumbewirtschaftung oder die Liberalisierung des Busfernverkehrs. Gesichtspunkte wie Veränderungen des Mobilitätsverhaltens, die unabhängig von der Entwicklung der verkehrspolitischen Rahmenbedingungen bzw. der Nutzerkosten sind, werden nicht hier, sondern bei der Darstellung der Prognosemethodik bzw. der -ergebnisse dargestellt.

Die diesbezüglichen Annahmen wurden von den Gutachtern der Verkehrsprognose 2030 erarbeitet, wobei sowohl die Entwicklung in der jüngeren Vergangenheit als auch, soweit wie möglich, prognostische Überlegungen eingingen. Sie wurden in einem **Expertenworkshop** am 19.07.2011 in Bonn eingehend diskutiert. Danach wurden die Annahmen auch im Rahmen des **Beteiligungsprozesses** zum BVWP 2015 erläutert und diskutiert, etwa auf der zweiten Veranstaltung für Verbände zum BVWP 2015 am 12.09.2012 in Berlin.

Die folgenden Ausführungen gelten für **alle Szenarien** gleichermaßen. Gegenstand der Alternativszenarien sind nicht veränderte verkehrspolitische Rahmenbedingungen, sondern modifizierte gesamtwirtschaftliche Leitdaten. Denn erstens ist deren längerfristige Entwicklung mit größeren Unsicherheiten behaftet als alle anderen Haupteinflussfaktoren. Zweitens bildet sie den größten "Treiber" der Verkehrsentwicklung. Auswirkungen von Modifikationen der Nutzerkosten werden dagegen durch Sensitivitätsanalysen abgeschätzt.

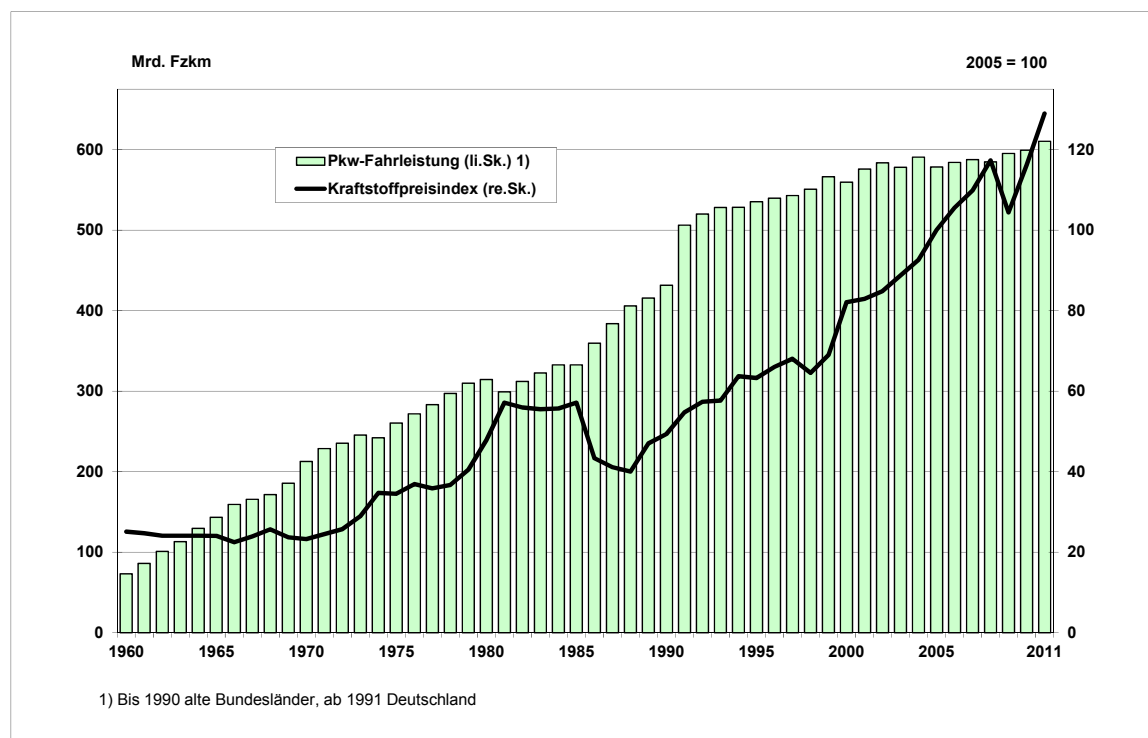
3.4.1 Allgemeine Vorbemerkungen

3.4.1.1 Bedeutung der Nutzerkosten für die Verkehrsentwicklung

Die Entwicklung der Kosten der Verkehrsmittelnutzung kann die Verkehrsnachfrage vor allem im Personenverkehr spürbar **beeinflussen**. Dies wird z.B. bei der empirischen Analyse der **Pkw-Fahrleistung** und des (nominalen) **Kraftstoffpreises** – in der kurzfristigen Betrachtung kann auf die Darstellung der realen Preisentwicklung verzichtet werden – deutlich (vgl. Abb. 3-10). Der Zusammenhang zeigt sich insbesondere in den Jahren mit einem starken Preisanstieg, d.h.

- in den Ölpreiskrisenjahren 1973/74 und 1979-81, als die Fahrleistung zunächst schwächer wuchs und danach sank,
- im Jahr 1994, in dem der Mineralölsteuersatz deutlich erhöht wurde, wobei der Effekt in den Jahren 1989 und 1991, in denen der Steuersatz ebenso kräftig angehoben wurde, in nicht sichtbar ist (1991, wegen der Gebietsänderung) bzw. durch andere Einflüsse überlagert wurde (1989, BIP-Wachstum 3,9 %),

Abb. 3-10: Nominaler Kraftstoffpreis und Pkw-Fahrleistung



- sowie in den Jahren 2000, 2005 und 2008, in denen die Rohölpreisschübe besonders kräftig ausgeprägt waren.

Umgekehrt waren in Jahren mit spürbaren Preiserückgängen (1986 bis 1988 und 2009) überdurchschnittliche hohe Zuwächse der Pkw-Fahrleistung zu beobachten.⁹⁰

Ein aktuelles Beispiel ist die im Jahr 2011 eingeführte **Luftverkehrssteuer** (LVS), die das Wachstum der Fluggastzahl in diesem Jahr um etwa 2 Prozentpunkte dämpfte. Umgekehrt hat im vergangenen Jahrzehnt das Anteilswachstum der Low Cost Carrier zu dem überdurchschnittlich hohen Wachstum des Luftverkehrs in einem spürbaren Ausmaß beigetragen.

Weitere erwähnenswerte Preiseffekte waren auch im **Eisenbahnverkehr** zu beobachten. Hier hatte das im Jahr 2002 eingeführte "Neue Preissystem" desaströse Auswirkungen auf die Nachfrage, während von den Sonderangeboten, d.h. zunächst dem "Schönes-Wochenende-Ticket" und später den "Ländertickets", spürbare expansive Effekte ausgingen.

Im **Güterverkehr** stellt die Einführung der **Lkw-Maut** ein Beispiel für einen Preiseinfluss dar. Am Rande sei darauf hingewiesen, dass die Effekte auf die Transportnachfrage, gemessen an der prozentualen Veränderung, weniger den Lkw- als vielmehr den Eisenbahnverkehr betrafen.

3.4.2 Leitlinien für die Annahmen zu den verkehrspolitischen Rahmenbedingungen

Grundsätzlich orientierten sich die Annahmen zu den verkehrspolitischen Rahmenbedingungen bzw. den Nutzerkosten an **zwei Leitlinien**:

- Zum einen sollten sie sich in einem **realistischen Bereich** befinden. Damit wurden vergleichsweise extreme Annahmen, wie sie z.B. dem "Überforderungsszenario", das im Vorfeld der BVWP-Prognose aus dem Jahr 2001 erarbeitet, in den prognostischen Arbeiten aber nicht weiter verwendet wurde, oder dem "Szenario G" in der vorangegangenen BVWP-

⁹⁰ Die in Abb. 3-10 dargestellten Werte für die Pkw-Fahrleistung sind für die Jahre

- von 1994 bis 2010 die vom DIW auf der Basis der Fahrleistungserhebung 2002 revidierten Werte, die bis 1993 zurückgerechnet wurden (vgl. Verkehr in Zahlen 2011/12, S. 152-153),
- 1991 bis 1993 die damit vergleichbaren Werte, die mit den Veränderungsdaten der (vorher ausgewiesenen) unrevidierten Werte berechnet wurden,
- bis 1990 die unrevidierten Werte für die alten Bundesländer, wobei der dadurch entstehende Bruch zwischen 1990 und 1991 wegen der unterschiedlichen Gebietsabgrenzungen vernachlässigbar ist,
- 2011 der Prognosewert aus der Sommerprognose 2012.

Prognose aus dem Jahr 1991, jeweils mit teilweise massiven Erhöhungen der Nutzerkosten, zu Grunde gelegt wurden, ausgeschlossen.

- Zum anderen wurden innerhalb des Spektrums der realistischen Erwartungen jeweils diejenigen Ausprägungen ausgewählt, die den **umwelt- und energiepolitischen Erfordernissen** am Ehesten Rechnung tragen. Deshalb wurden die Annahmen für die Nutzerkosten der umweltverträglicheren Verkehrsträger (Schienenverkehr, ÖSPV und Binnenschifffahrt) am unteren Rand und der weniger umweltverträglichen Verkehrsträger (Pkw-, Lkw- und Luftverkehr) am oberen Rand der jeweils erwartbaren Bandbreite gesetzt.

Bei der Ableitung dieser Bandbreiten wiederum wurden zum Einen die Entwicklung in der **Vergangenheit**, vor allem der jüngeren, und zum Anderen **absehbare Einflüsse**, zum Beispiel hinsichtlich der Flottenverbrauchsvorschriften seitens der EU oder der Liberalisierung des Busfernverkehrs, berücksichtigt.

Somit beschreiben diese Prämissen keine "Trendszenarien", sondern setzen einen umweltpolitisch ambitionierten **Gestaltungswillen** voraus. Sie erfordern eine anspruchsvolle, aber realistische Gestaltung der zukünftigen verkehrspolitischen Leitlinien. Insgesamt setzt das Annahmengerüst ein spürbares umwelt- und energiepolitisches Handeln voraus, welches deutlich über den geltenden Status quo hinausgeht.

Dass es sich nicht um eine einfache Trendfortschreibung handelt, verdeutlichen beispielsweise die Annahmen zu den Nutzerkosten im Luftverkehr und Straßengüterverkehr. Im Luftverkehr wurden real stagnierende Nutzerkosten unterstellt, was eine Trendumkehr zu den bisher real sinkenden Beobachtungswerten bedeutet. Dasselbe gilt für den Straßengüterverkehr. Hier überwogen in der Vergangenheit die Produktivitätsfortschritte, so dass die Kosten des Lkw-Verkehrs real gesunken sind und bei einer Fortschreibung weiter sinken würden. Aus umwelt- und energiepolitischen Gründen wurden jedoch weitere Kostensteigerungen angenommen, sei es durch die Internalisierung externer Kosten oder anderer umweltpolitische Auflagen und Anreize. Letztendlich wurde eine reale Konstanz der Transportkosten des Lkw-Verkehrs unterstellt. Im Bereich des Pkw-Verkehrs wurde eine, umweltpolitisch motivierte, spürbare Beschleunigung des Rückgangs des durchschnittlichen Kraftstoffverbrauchs angenommen.

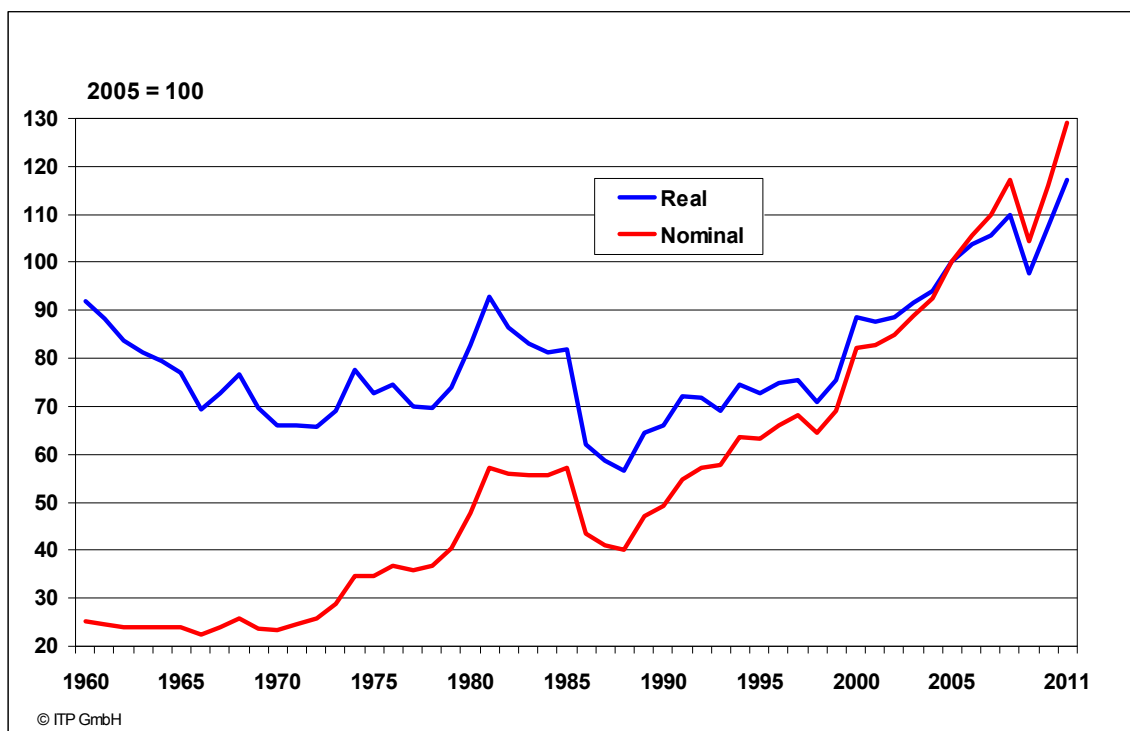
3.4.3 Straßenverkehr

3.4.3.1 Pkw-Verkehr

Eine zentrale Größe innerhalb der Verkehrsmittelnutzerkosten bildet der **Kraftstoffpreis**. Des-
sen erste Komponente besteht aus dem **Weltrohölpreis**. Hierfür wurde vom ifo Institut für das
Jahr 2030 ein Niveau von **real** (Preise 2010) **120** US-Dollar/barrel vorgegeben. Bezogen auf das
Basisjahr 2010 (79 USD) bedeutet dies einen Anstieg um 52 % bzw. 2,1 % p.a. und für den (ge-
samten) **Kraftstoffpreis**, von dem – im Mittel der Sorten und einschließlich der anteiligen Mehr-
wertsteuer – rund ein Drittel auf die Rohöleinstandskosten entfällt, eine Erhöhung um 15 % bzw.
0,7 % p.a.

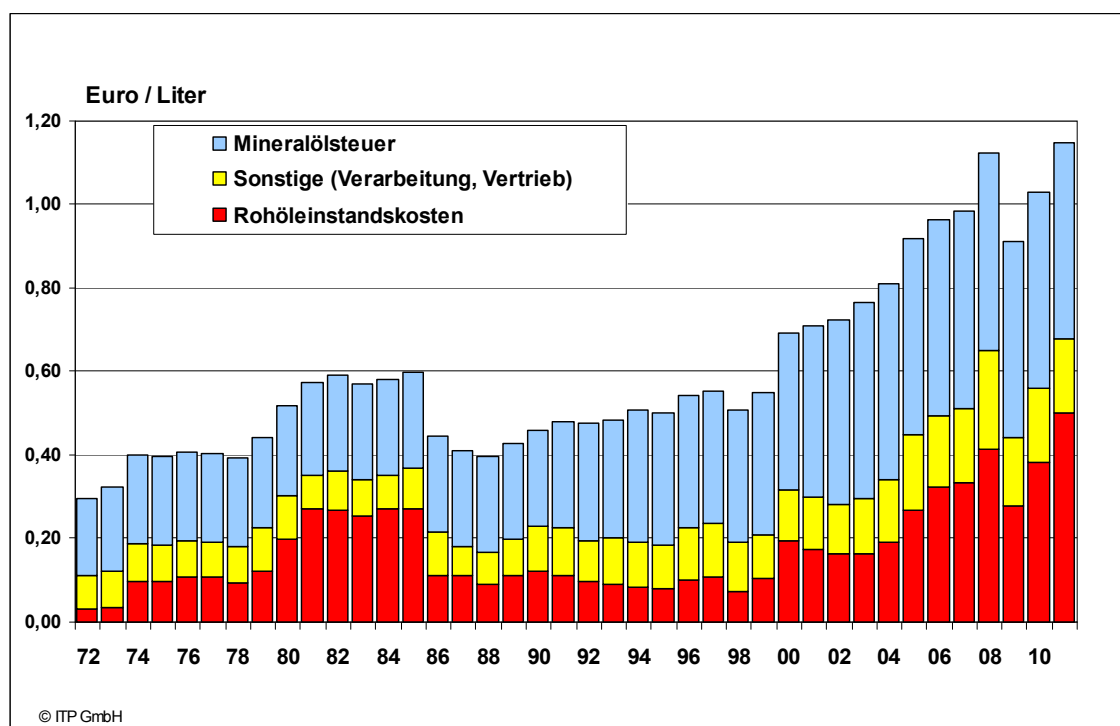
Eine noch höhere Bedeutung für den gesamten Kraftstoffpreis kommt dem **Mineralölsteuersatz**
zu. Für ihn ist sowohl aus **finanz-** als auch aus **klimaschutzpolitischen** Gründen eine weitere
(reale) Anhebung als wahrscheinlich zu betrachten. Sie wurde so operationalisiert, dass der
gesamte Kraftstoffpreis zwischen 2010 und 2030 um **2 %** p.a. steigt. Diese Erhöhung ähnelt
derjenigen in den letzten beiden Jahrzehnten (vgl. Abb. 3-11).

Abb. 3-11: Nominaler und realer Kraftstoffpreis



Für den **Mineralölsteuersatz** allein bedeutet das – bei einer realen Konstanz der sonstigen Kostenkomponenten (Verarbeitung, Vertrieb etc.) – eine Anhebung um rund 60 % bzw. 2,3 % p.a. Dieser Annahme liegt auch zu Grunde, dass in der Vergangenheit deutliche Anhebungen des Mineralölsteuersatzes in Zeiten niedriger Ölpreise vorgenommen wurden, z.B. in den Jahren 1989, 1991 und 1994 (vgl. Abb. 3-12). Dies trifft auch für die sog. "Öko-Steuer" zu, mit der der Mineralölsteuersatz in den Jahren von 1999 bis 2003 stufenweise erhöht wurde. Sie trat im Jahr 1999 in Kraft, also noch vor dem spürbaren Rohölpreisanstieg des Jahres 2000. Dagegen wurde der Steuersatz in Zeiten stark steigender Ölpreise, z.B. ab 2003, nicht erhöht. Ferner stützt sich diese Annahme auf die diesbezüglichen Ausführungen des letzten Weißbuchs der EU-Kommission.

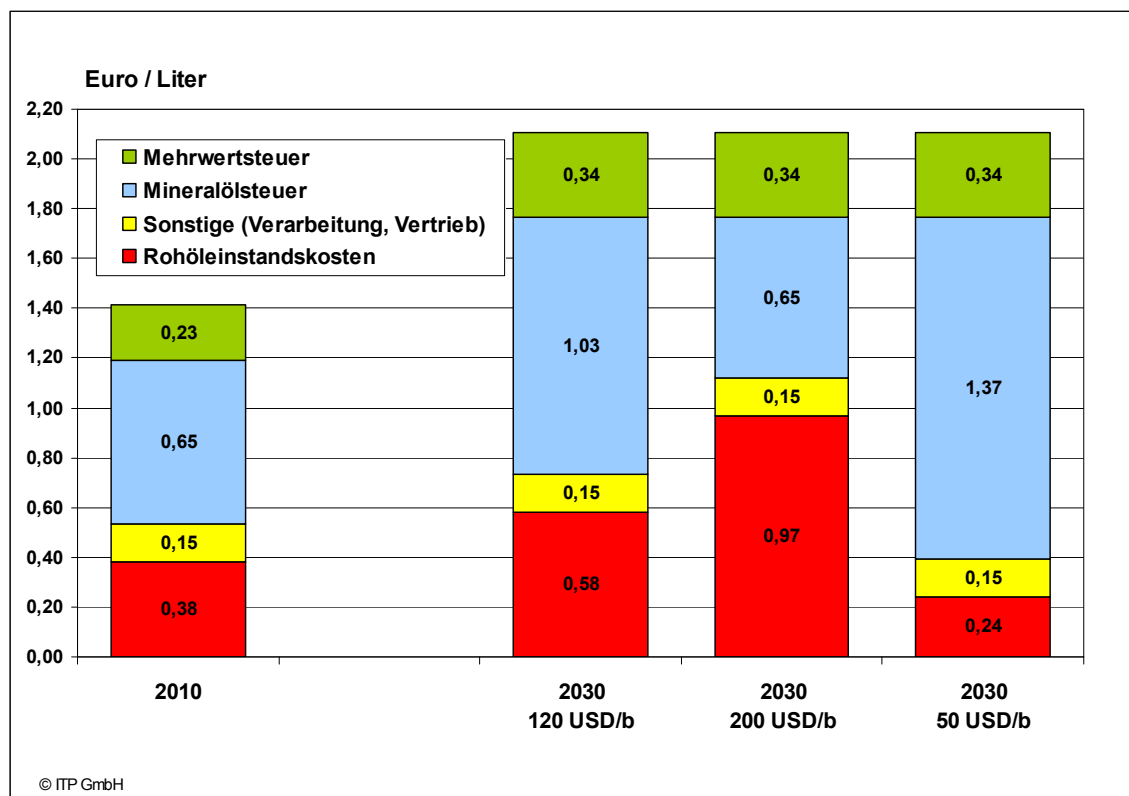
Abb. 3-12: Komponenten des Kraftstoffpreises (Eurosuper, incl. anteiliger MWSt)



Die Annahme eines Anstiegs des Kraftstoffpreises in der genannten Größenordnung ist auch bei einem höheren Ölpreisanstieg **robust**. Selbst bei einem Preis von real 200 USD/barrel, der nominal in etwa 300 USD entsprechen würde, wäre zum "Ausgleich" lediglich eine reale Konstanz des Mineralölsteuersatzes gegenüber 2010 erforderlich (vgl. Abb. 3-13). In diesem Fall verbliebe

also sogar noch Spielraum für eine zumindest nominale Anhebung. Vice versa wäre bei einem (realen) Ölpreistrückgang auf 50 USD, was nominal etwa 75 USD entspräche⁹¹, zur Kompensation eine Anhebung des Mineralölsteuersatzes auf 1,37 (statt 1,03) Euro/Liter erforderlich (vgl. Abb. 3-13). Pro Jahr entspräche dies einem (realen) Anstieg gegenüber 2010 um immerhin 3,8 % (statt 2,3 %), was aber im Fall eines längerfristig nominal sinkenden Rohölpreises durchaus realistisch wäre.

Abb. 3-13: Komponenten des realen Kraftstoffpreises bei verschiedenen Szenarien des Rohölpreises (Eurosuper)



Diesem Anstieg des Preises entgegen steht die Entwicklung des **spezifischen Verbrauchs** der Pkw-Flotte (in Liter pro Fahrzeugkilometer). In früheren Zeiten war diese Größe nahezu stetig gestiegen, in erster Linie auf Grund der Nachfrageverschiebung hin zu leistungstärkeren Fahr-

⁹¹ Ein solcher Preistrückgang erscheint derzeit wenig realistisch, ist aber dennoch denkbar, z.B. bei einem Zusammenbruch des OPEC-Kartells und/oder einer massiven Ausweitung der Explorationstätigkeit außerhalb der OPEC-Regionen. So liegen die durchschnittlichen Förderkosten der derzeit neu erschlossenen Felder bei 15 bis 20 USD/Barrel und selbst diejenigen der derzeit teuersten Fördertechnologien (Tiefsee, Ölsände) werden auf lediglich 50 bis 60 USD/Barrel geschätzt.

zeugen. Seit Mitte/Ende der achtziger Jahre ist jedoch ein mehr oder minder kontinuierlicher **Rückgang** zu beobachten. Sowohl zwischen 1991 und 2010 als auch zwischen 2000 und 2010 belief sich die Verminderung auf rund 1 % p.a.⁹² Dazu hat beigetragen, dass sich die o.a. Nachfrageverschiebung abgeschwächt hat, so dass die technischen Fortschritte an Bedeutung gewannen. Die Abnahme wäre noch stärker ausgefallen, wenn sich nicht die Fahrzeuggewichte auf Grund von erhöhten Komfortausstattungen, Sicherheitsanforderungen, u.v.m. stetig erhöht hätten.

Für den Prognosezeitraum kann auf Grund der diversen Klimaschutzpolitischen Vorgaben, auch von Seiten der EU, mit hoher Sicherheit davon ausgegangen werden, dass die Minderungsrate **höher** ausfällt. Operationalisiert wurde dies mit einem Rückgang um **1,5 %** p.a. Daraus resultiert für die **Kraftstoffkosten** ein **Anstieg** um **0,5 %** p.a. (vgl. Tab. 3-10). Inwieweit sich der spezifische Verbrauch auf Grund von Verschiebungen in der Antriebsartenstruktur der Fahrzeuge verändert, wird zu einem späteren Zeitpunkt des Projekts im Rahmen der Emissionsprognosen abgeschätzt. Für die Nutzerkosten ist entscheidend, in welchem Ausmaß der Anstieg der Kraftstoffpreise durch eine Abnahme des durchschnittlichen Verbrauchs kompensiert wird. Für diesen Zweck reicht die o.a., vergleichsweise grobe, Annahme aus.

Tab. 3-10: Annahmen zum Pkw-Verkehr

	Reale Veränd. 2030/10 (% p.a.)	Anmerkung
Rohölpreis	2,1	2010: 79 USD/barrel / 2030: 120 USD/barrel
Mineralölsteuersatz ¹⁾	2,3	Bei höherem / niedrigerem Rohölpreis stärkerer / schwächerer Anstieg
--> Kraftstoffpreis ¹⁾	2,0	Auch bei höherem / niedrigerem Rohölpreis
Spezifischer Verbrauch ¹⁾	-1,5	Unter Berücksichtigung verschärfter EU-Vorgaben
--> Kraftstoffkosten ¹⁾	0,5	
Parkkosten	2,0	Entspricht einem Gesamtanstieg um 50 %

1) Im Durchschnitt der Kraftstoffsorten

⁹² Vgl. Verkehr in Zahlen 2011/12, S. 300-301.

Dieses Annahmengerüst setzt bereits ein spürbares **umwelt- und energiepolitisches Handeln** voraus. Ohne einen Anstieg des Mineralölsteuersatzes würden die Kraftstoffkosten um 0,8 % p.a. sinken, weil die Reduktion des Durchschnittsverbrauchs (1,5 %) den, in diesem Fall allein rohölpreisbedingten, Preisanstieg um 0,7 % (s.o.) mehr als ausgleichen würde. Für den spezifischen Verbrauch wäre bei Ergreifen der entsprechenden politischen Maßnahmen, z.B. von (noch) schärferen Verbrauchsvorschriften, eine noch stärkere Abnahme grundsätzlich denkbar. Dies hätte jedoch eine Stagnation bzw. sogar eine Abnahme der Kraftstoffkosten zur Folge, was den verkehrs- und umweltpolitischen Leitlinien der Prämissenerstellung widersprochen hätte.

Hinsichtlich der **weiteren Kostenkomponenten** des Pkw-Verkehrs wurde für die Parkkosten gemäß den Tendenzen in der jüngeren Vergangenheit ein Anstieg um 50 % angenommen. Sie werden in den Modellen operationalisiert, indem für die Fahrten in den betroffenen, d.h. den höher verdichteten, Räumen entsprechende Kostenzuschläge gebildet werden. Für alle anderen Variablen (Kfz-Steuer, Pendlerpauschale etc.) wurde der Status quo unterstellt.

Die **Fahrzeugpreise** werden sich auf Grund der zunehmenden Anforderungen an die Energieeffizienz (real) erhöhen. Für die Nutzerkosten des MIV, die grundsätzlich als Out-of-pocket-Kosten, also als variable Kosten, definiert sind, ist dies jedoch nicht relevant. Erhöhte Abschreibungskosten beeinflussen die Nutzungsintensität von Pkw nach aller Erfahrung kaum. Darüber hinaus steigt der durchschnittliche Preis pro Pkw (marktgewichtet) schon seit Langem. Bisher lag das vor allem an höheren Motorleistungen, besserer Ausstattung etc. Wenn künftig der Preis steigt, weil teurere Technologien zur Verbrauchsminderung oder teurere Antriebsarten eingesetzt werden, dann stellt das also keine Änderung zur Vergangenheit dar. Schließlich besteht für den Nutzer (fast) immer die Möglichkeit des Downsizings. Wenn also z.B. ein Golf mit höherer Effizienz zu teuer wird, dann wird ein Polo gekauft.

Die künftige Entwicklung der Struktur der Pkw-Flotte nach **Antriebsarten** beeinflusst die Nutzerkosten kaum, sondern nur die Emissionen des Pkw-Verkehrs. Deshalb werden die diesbezüglichen Annahmen erst zu einem späteren Zeitpunkt des Projekts festgelegt, wobei die umwelt- und energiepolitischen Ziele sowie die dann vorliegenden externen Prognosen einfließen werden.

3.4.3.2 Straßengüterverkehr

Hinsichtlich des Straßengüterverkehrs wurden für den **Kraftstoffpreis** die gleichen Annahmen getroffen wie für den Pkw-Verkehr, d.h. ein Anstieg um **2 % p.a.** Für den **Rohölpreis** gelten diese Annahmen naturgemäß gleichermaßen. Der **Mineralölsteuersatz** für Dieselmotorkraftstoff ist niedriger (47 Cent) als für Ottomotorkraftstoff (65 Cent), so dass der prozentuale Anstieg, der zum Erreichen des gesamten Kraftstoffpreises erforderlich ist, hier etwas höher ist (2,5 %) als beim Pkw-Verkehr (2,3 %, vgl. Tab. 3-10).

Für die **Kraftstoffeffizienz** wurde ein Rückgang um 1 % p.a. angenommen, der also etwas schwächer ausfällt als bei der Pkw-Flotte. Denn erstens wurden die Reduktionspotenziale hier bereits in der Vergangenheit in einem stärkeren Ausmaß realisiert. Zweitens entfällt hier – im Gegensatz zum Pkw-Verkehr – die Möglichkeit des Downsizings seitens der Käufer. Daraus ergibt sich für die **Kraftstoffkosten** ein Anstieg um **1 % p.a.** Allerdings besitzen sie für die Gesamtkosten des Lkw-Verkehrs ein **geringeres Gewicht** als für die des Individualverkehrs. Ihr Anteil belief sich im Jahr 2007, dem Jahr der letzten Kostenstrukturerhebung durch den BGL, im Fernverkehr auf lediglich 26 % (Regionalverkehr: 20 %, Nahverkehr: 13 %).⁹³

Tab. 3-11: Annahmen zum Lkw-Verkehr

	Reale Veränd. 2030/10 (% p.a.)	Anmerkung
Rohölpreis	2,1	2010: 79 USD/barrel / 2030: 120 USD/barrel
Mineralölsteuersatz ¹⁾	2,5	Bei höherem / niedrigerem Rohölpreis stärkerer / schwächerer Anstieg
--> Kraftstoffpreis ¹⁾	2,0	Auch bei höherem / niedrigerem Rohölpreis
Spezifischer Verbrauch ¹⁾	-1,0	
--> Kraftstoffkosten ¹⁾	1,0	
Kostensenkung durch Produktivitätsfortschritte	-1,0	Incl. Effekt aus Kostendruck ausländischer Lkw
Lkw-Maut	0,0	
Transportkosten insg.	0,0	Impliziert weitere umweltpolitische Auflagen

1) Dieselmotorkraftstoff

⁹³ BGL, Kostenentwicklung im Güterkraftverkehr,
http://www.bgl-ev.de/images/downloads/initiativen/kostenentw_fern_01.pdf

Diesem Anstieg stehen die auch weiterhin stattfindenden **Produktivitätsfortschritte** entgegen. Sie entstehen zum einen durch eine (weitere) Verminderung des Leerfahrtenanteils und eine Erhöhung der durchschnittlichen Auslastung auch infolge von Entwicklungen in der Logistik und in der Informations- und Kommunikationstechnologie.

Die exakte Entwicklung der Lkw-Transportkosten in der **Vergangenheit** kann nicht so exakt wie für den Pkw-Verkehr bestimmt werden. Der, 2006 eingeführte, "Erzeugerpreisindex für den Straßengüterverkehr" ist bis 2011 um 7 %, d.h. pro Jahr um 1,4 % gestiegen.⁹⁴ Die allgemeine Preissteigerung betrug in diesen fünf Jahren insgesamt 9 %, so dass der reale Erzeugerpreisindex um 0,3 % p.a. gesunken ist. Viel bedeutender noch ist, dass sich dieser Index naturgemäß nur auf deutsche Unternehmen bezieht. Gerade in der jüngeren Vergangenheit haben die ausländischen Fahrzeuge verstärkt Marktanteile gewonnen, vor allem natürlich im grenzüberschreitenden Verkehr, eben weil sie – teilweise erheblich – kostengünstiger sind. Der Effekt auf das gesamte Preisniveau kann nicht genau quantifiziert werden, jedoch liegt dessen Rückgang deutlich über jenem, der im deutschen Erzeugerpreisindex zu Ausdruck kommt.

Allerdings ist davon auszugehen, dass die Produktivität **künftig** schwächer steigt als in der jüngeren Vergangenheit. Dies gilt auch für den Kostendruck durch die ausländischen Unternehmen. Die Preisunterschiede werden sich nicht weiter erhöhen, weil allmählich in Osteuropa die Löhne steigen werden, so dass sich der preissenkende Effekt aus den (weiteren) Marktanteilsgewinnen der ausländischen Unternehmen spürbar abschwächen wird.

Für die **Lkw-Maut** wurde eine reale Konstanz der Mautsätze angenommen. Die Einführung der sog. "Lang-Lkw" wurde nicht unterstellt; da hier die Ergebnisse des Feldversuchs abgewartet werden sollten.

Im bisherigen **Gesamtergebnis** überwiegen die preissenkenden Effekte, die in erster Linie aus den Produktivitätssteigerungen entstehen, die preissteigernden Faktoren (Kraftstoff, u.U. auch Fahrzeugpreise), so dass die Kosten des Lkw-Verkehrs um etwa 0,5 % p.a. sinken würden. Deshalb wurden aus umwelt- und energiepolitischen Gründen weitere Kostensteigerungen angenommen, sei es durch die Internalisierung externer Kosten, andere umweltpolitische Auflagen o.ä. Letztendlich wurde eine **reale Konstanz** der Transportkosten des Lkw-Verkehrs unterstellt. Dies bedeutet also auch hier eine spürbare **Trendwende** im Vergleich zur Entwicklung in der jüngeren Vergangenheit.

⁹⁴ Statistisches Bundesamt, Preise und Preisindizes für Verkehr, Fachserie 17, Reihe 9.2, zuletzt September 2012, S. 27.

3.4.3.3 Öffentlicher Straßenpersonenverkehr

In der jüngeren Vergangenheit, d.h. von 2002 bis 2009, sind die Fahrgeldeinnahmen pro Pkm der im VDV registrierten städtischen und regionalen Betriebe preisbereinigt um **0,75 %** p.a. gestiegen.⁹⁵ Zwar fielen die Preissteigerungen insbesondere bei Einzelfahrten und zum Teil auch bei Berufszeitkarten höher aus; jedoch wurde dies durch ein Ausweichen auf andere Fahr-scheingattungen kompensiert (z.B. von zeitlich flexiblen Teilzeitkräften auf sog. Umwelt-Abos). Da dieses Ausweichen Grenzen unterliegt, wurde für die künftige Entwicklung ein etwas höherer Anstieg der Nutzerkosten des ÖSPV angenommen, nämlich um **1 %** p.a. (vgl. Tab. 3-12). Er kommt vor allem durch Steigerungen im Bereich der **Personal- und Energiekosten** zustande. Die dort zu erwartenden Kostensteigerungen werden zum Teil durch **Produktivitätsfortschritte** ausgeglichen, die zum einen durch technologische Entwicklungen und zum anderen durch den Einsatz von kostengünstiger operierenden Betriebsformen entstehen. Auch künftig bleiben die finanziellen Spielräume der Gebietskörperschaften zur Förderung des ÖSPV weiterhin **begrenzt** bzw. werden sogar noch kleiner. Deshalb wären noch stärkere Anhebungen der Fahrpreise denkbar. Dies wurde jedoch aus umweltpolitischen Erwägungen **nicht** angenommen.

Tab. 3-12: Annahmen zum ÖSPV

Fahrpreise	Real +1 % p.a. Setzt weitere Produktivitätssteigerungen voraus
Angebotsentwicklung	- Netzausbau Stadtschnellbahnen weitgehend abgeschlossen - Keine generellen Angebotseinschränkungen
Fernbus-Linienverkehr	- weitgehend flächendeckendes Angebot zwischen Großstädten (wie schon derzeit absehbar) - stärkere Verknüpfung (Umsteigeverbindungen) als bisher

Im Bereich der **Angebotsentwicklung** ist der Ausbau der Schnellbahnnetze mittlerweile weitgehend abgeschlossen. Generelle Angebotseinschränkungen auf Grund der begrenzten finanziellen Spielräume der Kommunen wurden nicht angenommen.

Im **Busfernverkehr** wurde entsprechend der, am 1. Januar 2013 in Kraft getretenen, Novellierung des PBefG eine vollständige **Liberalisierung des Marktzugangs** angenommen.

⁹⁵ Fahrgastbezogene Erträge ohne Zuwendungen. Vgl. VDV Statistik 2009, S. 27, und frühere Ausgaben.

3.4.4 Schienenverkehr

3.4.4.1 Schienenpersonennahverkehr

Hinsichtlich der **Nutzerkosten** des Schienenpersonennahverkehrs (SPNV) waren in der jüngeren Vergangenheit, d.h. auch hier von 2002 bis 2009, spürbare Rückgänge der verkehrsleistungsbezogenen Fahrgeldeinnahmen um real rund 1 % p.a. zu beobachten.⁹⁶ Sie kamen allerdings hauptsächlich durch die sog. "Ländertickets" und ähnliche Angebote zustande, die zu Verschiebungen in der Fahrausweisstruktur führten, die die durchschnittlichen Einnahmen pro Pkm deutlich drückten. Dagegen wurden Einzelfahrscheine zum Teil (real) verteuert. Der Effekt aus den Sonderangeboten wird allmählich auslaufen, da sie nicht beliebig ausgedehnt werden können. Deshalb wird die künftige Entwicklung der Nutzerkosten wieder mehr von derjenigen der Kosten und der übrigen Einnahmen bestimmt werden. Die derzeitige (nominale) Dynamisierungsrate der Regionalisierungsmittel (1,5 % p.a.) deckt die inflationsbedingte Kostenentwicklung im SPNV nicht ab. Bei Letzterer entstehen zwar weitere wettbewerbsbedingte Produktivitätsgewinne. Dennoch werden die Kosten bei einer unbeeinflussten Entwicklung stärker steigen als die Fördermittel, so dass die Fahrgeldeinnahmen (pro Pkm) zunehmen müssen. Andererseits würde ein Anstieg, der spürbar über dem des Pkw-Verkehrs liegt, den verkehrs- und umweltpolitischen Leitlinien der Prämissenerstellung widersprechen. Deshalb wurde er mit **0,5 %** p.a. quantifiziert, was auch hier umweltpolitisch motivierte Maßnahmen impliziert (vgl. Tab. 3-13). Ohne diese würde der Anstieg der Nutzerkosten stärker ausfallen.

Das **Bedienungsangebot** des SPNV muss im Gegensatz zum Fernverkehr nicht eigenwirtschaftlich erbracht werden. Deshalb kann hier keine streng bedarfsorientierte Dimensionierung der für 2030 anzunehmenden Betriebsleistungen erfolgen. Vielmehr werden deren Veränderungen gegenüber dem Basisjahr 2010 in Abstimmung mit den Planungskonzepten der Aufgabenträger festgelegt.

3.4.4.2 Schienenpersonenfernverkehr

Im Schienenpersonenfernverkehr (SPFV) ist der mittlere **Erlössatz** in der jüngeren Vergangenheit, hier von 2004 bis 2010, um 0,7 % p.a. gestiegen.⁹⁷ Für den Prognosezeitraum ist eine etwas geringere Zunahme zu erwarten. Denn erstens werden die Produktivitätsfortschritte insbe-

⁹⁶ Vgl. VDV Statistik 2009, S. 27, und frühere Ausgaben.

⁹⁷ Vgl. Deutsche Bahn, Geschäftsbericht 2010, und frühere Ausgaben.

sondere im Fahrzeugsektor schwächer ausfallen als in der jüngeren Vergangenheit, in der die Optimierung von Umlaufzeiten, die Anpassung von Zuglängen an die Nachfrage, der nahezu durchgängige Einsatz von Wendezügen, die Verlängerung von Wartungsintervallen u.a. zu spürbaren Produktivitätsgewinnen führten. Wichtiger noch sind die Anpassungserfordernisse an die Preisentwicklung bei den Wettbewerbern, vor allem im Niedrigpreissektor beim Fernbus-Linienvverkehr, aber auch beim Luft- (Konstanz) und beim Pkw-Verkehr (+0,5 % p.a.). Insgesamt wurde ein Anstieg der Nutzerkosten des SPFV um 0,5 % p.a. angenommen.

Für das **Angebot** im SPFV, das im Gegensatz zum SPNV eigenwirtschaftlich zu betreiben ist, wird eine Weiterentwicklung unter Berücksichtigung der erweiterten Infrastruktur nach betriebswirtschaftlichen Grundsätzen zu Grunde gelegt. Dabei werden zunächst vorliegende Bedienungskonzepte aus vergleichbaren Planfallvarianten aus der Bedarfsplanüberprüfung erstellt, die nach Abschluss der Nachfrageprognose einer Dimensionierungsprüfung unterzogen werden. Auf der Basis dieser Rückkoppelung erfolgt eine Nachdimensionierung, bis ein Gleichgewichtszustand zwischen Verkehrsangebot und Verkehrsnachfrage erreicht ist.

Tab. 3-13: Annahmen zum Schienenverkehr

Schienenpersonennahverkehr	
Fahrpreise	Real +0,5 % p.a. Setzt umweltpolitische Maßnahmen voraus
Angebotsentwicklung	Änderungen gegenüber 2010 gemäß Abstimmung mit den Aufgabenträgern
Schienenpersonenfernverkehr	
Fahrpreise	Real +0,5 % p.a. Preisdruck durch Buslinienfernverkehr
Angebotsentwicklung	Anpassung an erweiterte Infrastruktur nach betriebswirtschaftlichen Grundsätzen Nachdimensionierung auf Basis der Nachfrageprognose
Schienengüterverkehr	
Transportpreise	Real -0,5 % p.a. für KV / 0 % für Einzelwagen- und Ganzzugverkehr - Wettbewerbsdruck durch Liberalisierung, Rationalisierungspotenzial - Kostensteigerungen durch Energiekosten und Lärminderungen Berücksichtigt
Trassenpreise	Grundsätzlich reale Konstanz Lärmabhängige Differenzierung in Abstimmung mit DB Netz AG, aber keine massive Preiserhöhung
Angebotsentwicklung	KV-Standortplanung berücksichtigt, Interoperabilität verbessert

3.4.4.3 Schienengüterverkehr

Im Schienengüterverkehr wird sich grundsätzlich der (intramodale) Wettbewerbsdruck auf Grund der Liberalisierung verstärken, so dass weitere Rationalisierungspotenziale erschlossen werden. Sie werden den (realen) Anstieg der **Produktionskosten**, der hier – neben den Bereichen Energie und Personal – auch durch Lärmschutzmaßnahmen entsteht, weitgehend kompensieren. Im Einzelnen wurde für die **Transportkosten** des Kombinierten Verkehrs, in dem der Wettbewerb am stärksten ausgeprägt ist, ein Rückgang um **0,5 % p.a.** sowie für den Einzelwagen- und den Ganzzugverkehr eine **Stagnation** angenommen (vgl. Tab. 3-13).

Für das **Trassenpreissystem** wird grundsätzlich ein (reale) Konstanz angenommen. Eine lärmabhängige Trassenpreisdifferenzierung wurde in Abstimmung mit der DB Netz AG durch Los 5 konkretisiert. Eine massive Preiserhöhung, die durch sehr hohe (zusätzliche) Investitionen zur Lärminderung entstehen würde, wurde nicht angenommen, da sie mit klimaschutz- und energiepolitischen Zielen kollidieren würden.

Bei der Ableitung des **Bedienungsangebots** wird die Standortplanung für den Kombinierten Verkehr berücksichtigt. Ferner wird angenommen, dass die Interoperabilität des Zugverkehrs in Europa (weiter) verbessert wird, wie es im ERTMS-Programm der EU bzw. der UIC beabsichtigt ist.

3.4.5 Luftverkehr

Der **Kerosinpreis** hängt in einem wesentlich stärkeren Ausmaß als die Preise für Otto- und Dieselmotorkraftstoff, bei denen der Mineralölsteuersatz dominiert, vom Rohölpreis ab. Deshalb schlägt dessen Anstieg auf den Kerosinpreis nahezu ungebremsst durch. Lediglich die (geringen) sonstigen Bestandteile (Verarbeitung, Vertrieb, Transport etc.) bleiben davon unbeeinflusst und werden als real konstant angenommen. Damit erhöht sich der Kerosinpreis um 42 % oder **1,8 % p.a.** Die Gesamtkosten der Airlines, von denen rund 20 % auf Treibstoffkosten entfallen, erhöhen sich dadurch um 8,5 % oder 0,4 % p.a.

Dies wird jedoch mehr als kompensiert durch die weiterhin stattfindenden **Effizienzgewinne**. Deren Rückgang entsteht aus einer Vielzahl von einzelnen Einflüssen, nämlich zum einen aus dem **technologischen Fortschritt**, weshalb die betriebsleistungsbezogenen Kosten (pro Flugzeugkilometer) um etwa 1 % p.a. sinken. Zum anderen trägt der **Anstieg der Auslastung** we-

sentlich dazu bei, und zwar nicht (nur) der prozentualen Auslastung, operationalisiert durch den Sitzladefaktor, sondern auch der durchschnittlichen Zahl der Fluggäste pro Flug. Hier wiederum schlagen sich die größere mittlere Flugzeuggröße (pro Strecke) und die Nachfrageverschiebung hin zu Strecken, auf denen größeres Gerät eingesetzt wird (z.B. Interkont-Strecken), nieder. Zusammen beläuft sich der Effizienzgewinn aus den betrieblichen Gründen ebenfalls auf rund 1 % p.a., so dass sich der gesamte Effekt, einschließlich der technologischen Impulse, auf **2 %** p.a. summiert. Dies entspricht demjenigen in der Vergangenheit und überwiegt den Anstieg der Treibstoffpreise, so dass die reinen Treibstoffkosten (pro Pkm) sogar geringfügig sinken (vgl. Tab. 3-14).

Tab. 3-14: Annahmen zum Luftverkehr

	Reale Veränd. 2030/10 (% p.a.)	Anmerkung
Kerosinpreis	1,8	Annähernd wie Rohölpreis
Spez. Verbrauch (pro Pkm)	-2,0	Je 1 % durch Technik und durch Betrieb (Auslastung)
--> Treibstoffkosten	-0,2	
Preiseffekt Luftverkehrssteuer	0,15	Einmalig 3 % (2011), wird mit Emissionshandel ab 2012 verrechnet
Preiseffekt Emissionshandel (einschl. LVS)	0,2	Einmalig 4 % (2012), danach real konstant
Flugpreise insg.	0,0	Dabei Ausgleich von Preissteigerungen (Flughafenentgelte, Flugsicherung) durch weitere Produktivitätsfortschritte Sinkender Preisunterschied zwischen Low Cost Carriern und Netzgesellschaften
Infrastruktur		Gemäß Flughafenkonzept der Bundesregierung (u.a. Ausbau von FRA, BER und MUC)
Angebot		- Grundsätzlich gemäß Nachfrageentwicklung - Keine wesentlichen Änderungen der Netzstrukturen und Allianzen

Die im Jahr 2011 eingeführte **Luftverkehrssteuer** erhöht die Flugpreise einmalig um ca. 3 %. Deren Aufkommen wird langfristig durch die Einnahmen aus dem **Emissionshandel** ersetzt. Durch Letzteren erhöhen sich die Treibstoffkosten gegenüber 2010 bei einem (real konstanten)

Satz von 30 € pro t CO₂ um 19 % (30 € pro t / 437 € pro t x 2,76 (t CO₂ / t Kerosin)) und die Gesamtkosten um knapp 4 %. Bezogen auf den gesamten Prognosehorizont beläuft sich dieser Effekt auf 0,2 % p.a. und besitzt somit nur eine untergeordnete Bedeutung. Daneben bestehen noch einige weitere, tendenziell preissteigernde Faktoren, z.B. hinsichtlich der Flughafenentgelte und der Flugsicherungskosten.

In der Vergangenheit wurden alle diese Faktoren durch spürbare **Produktivitätsfortschritte** mehr als kompensiert. Der mittlere Erlössatz pro Pkm der LH (Ct/verkauftem Sitzplatzkilometer) ging zwischen 2004 und 2010 trotz stark steigender Treibstoffkosten real um 0,4 % p.a. zurück. Der durchschnittliche Ertrag pro (verkauftem) Pkm ("Passenger Yield per RPK") aller AEA-Airlines ist zwischen 1991 und 2010 nominal um 1,1 % und real um 3,2 % gesunken. Trotz dieser Entwicklung konnten alle IATA-Airlines im Jahr 2010 einen Nettogewinn in Höhe von 14,8 Mrd. USD erwirtschaften, womit der Verlust des Vorjahres (10,5 Mrd.) mehr als ausgeglichen werden konnte. Zwar wurde im Jahr 2008 ein noch höherer Verlust (16,5 Mrd.) eingefahren, zuvor aber Gewinne, so dass in der 5-Jahres-Betrachtung (2006-2010) ein Nettogewinn von 15,4 Mrd. verbleibt. Die operativen Ergebnisse waren noch erheblich günstiger.

Eine der wesentlichen **Gründe** für diese Produktivitätsfortschritte ist der Einsatz von **größeren Flugzeugen**, der durch das Nachfragewachstum erst ermöglicht wird. Trotz des drastischen Kerosinpreisanstiegs in den letzten Jahren entfällt immer noch mehr als die Hälfte der Gesamtkosten der Airlines auf **Personalkosten**. Diese sinken bereits durch den Einsatz von größeren Flugzeugen. Um es (noch mehr) zu verdeutlichen: Wenn ein Flugzeug mit 200 Sitzplätzen durch eines mit 300 Sitzplätzen ersetzt (und Letzteres ausgelastet) wird, dann erhöht sich die Kapazität um 50 %. Die Kosten des Kabinenpersonals und auch diejenigen für die Abfertigung, die Beladung, die Betankung u.v.m. steigen dagegen erheblich schwächer als die Kapazität, diejenigen für das Cockpit-Personal (unverändert zwei) sogar überhaupt nicht. Hinzu kommt in diesem Zusammenhang, dass sich das Personalkostenniveau (pro verkauften Pkm) bei der Lufthansa, der nach wie vor größten in Deutschland operierenden Fluggesellschaft, zumindest in einem gewissen Ausmaß an das der Wettbewerber annähern wird.

Würde man diese Produktivitätsfortschritte im gleichen Ausmaß fortschreiben, wozu auch die Maßnahmen im Zusammenhang mit dem "Single European Sky"-Programm beitragen werden, dann würden die **gesamten Flugpreise**, wie in der Vergangenheit und trotz der o.a. gegenläufig wirkenden anderen Einflüsse, (real) spürbar sinken. Weil dies jedoch den umwelt- und energiepolitischen Erfordernissen widersprechen würde, wurde stattdessen (im Durchschnitt) eine **reale Konstanz** angenommen. Im Vergleich zur Vergangenheitsentwicklung bedeutet diese Annahme

eine deutliche **Trendumkehr**. Innerhalb der Gesamtentwicklung wird der Preisunterschied zwischen den Low Cost Carriern und den Netzgesellschaften weiter sinken. Im Zusammenhang mit dem "Single European Sky"-Programm sei erwähnt, dass durch die Verminderung von Umwegen, Warteschleifen etc. nicht nur Kostensenkungspotenziale, sondern mittels der Reduktion des Treibstoffverbrauchs auch umweltpolitische Effekte realisiert werden.

Für die **Infrastruktur** wird das Flughafenkonzept der Bundesregierung zu Grunde gelegt, wonach die Aus- bzw. Neubaumaßnahmen in Frankfurt, Berlin und München planmäßig realisiert werden. Das **Verkehrsangebot** wird grundsätzlich gemäß der Nachfrageentwicklung ausgeweitet werden. Wesentliche Veränderungen der Netzstrukturen und auch der Allianzen sind nicht (mehr) zu erwarten.

3.4.6 Binnenschifffahrt

Für die **Transportkosten** der Binnenschifffahrt wurde ein Rückgang um 12 % bzw. um **0,6 %** p.a. angenommen. Zwar steigen die betriebsleistungsbezogenen Gesamtkosten, vor allem auf Grund erhöhter Personal- und Treibstoffkosten, um 9 %. Jedoch wird für die durchschnittliche Tonnage eine Erhöhung um knapp ein Viertel angenommen. Diese Annahme gilt unabhängig von der künftigen Entwicklung des Aufkommens an Massengütern (Kohlen, Erzen und Mineralöl). Denn bei der Binnenschifffahrt spielt die Frage der Bedienungsfrequenzen eine geringere Rolle als bei den anderen Verkehrsträgern. In diesem Fall sinkt also nicht die (durchschnittliche) Tonnage pro Schiff, sondern die Anzahl der Fahrten.

Für die **Zuverlässigkeit** der Binnenschifffahrt, die in der jüngeren Vergangenheit mehrfach durch Niedrigwasser eingeschränkt wurde, wird der Status quo angenommen, weil für die Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserstände keine belastbaren Prognosen vorliegen.

3.4.7 Zusammenfassung zu der in der Verkehrsprognose 2030 angenommenen Entwicklung der Nutzerkosten

Im Folgenden sind die Annahmen zu den Nutzerkosten aller Verkehrsarten noch einmal zusammenfassend dargestellt. Im **Personenverkehr** wurde für alle Verkehrsarten mit Ausnahme des Luftverkehrs, für den eine Konstanz unterstellt wird, ein realer Anstieg um 0,5 % (Individual- und Eisenbahnverkehr) bzw. 1 % (ÖSPV) pro Jahr angenommen. Im **Güterverkehr** wurde für den Lkw-Verkehr und für den Einzelwagen- und den Ganzzugverkehr der Eisenbahnen von einer Preisstabilität sowie für den Kombinierten Verkehr (-0,5 % p.a.) und für die Binnenschifffahrt (-0,6 % p.a.) von einem Rückgang der realen Transportkosten ausgegangen.

Tab. 3-15: Zusammenfassende Darstellung der Annahmen zu den Nutzerkosten aller Verkehrsarten

	Reale Veränd. 2030/10 (% p.a.)
Personenverkehr	
Pkw-Verkehr	0,5
Öff. Straßenpersonenverkehr	1,0
Schienenpersonennahverkehr	0,5
Schienenpersonenfernverkehr	0,5
Luftverkehr	0,0
Güterverkehr	
Lkw-Verkehr	0,0
Schienengüterverkehr	-0,5 (KV) / 0 (EW/GZ)
Binnenschifffahrt	-0,6

3.5 Entwicklung des Pkw-Bestands

3.5.1 Vorbemerkungen

Der Pkw-Bestand stellt eine **zentrale Einflussgröße** des Individualverkehrs und – angesichts von dessen Anteil – auch des gesamten Personenverkehrs dar. Im Gegensatz zu den verkehrspolitischen Rahmenbedingungen, deren Entwicklung im Prognosezeitraum eher als Annahmen zu verstehen sind, besitzen die Ergebnisse für den Pkw-Bestand bereits den Charakter von vergleichsweise **"harten" Prognosen**.

Zwischen der Motorisierung und dem Personenverkehr besteht zwar ein starker inhaltlicher Zusammenhang; andererseits fungiert der Pkw-Bestand als **Input** für dessen Prognose. Deshalb wird er innerhalb der **Rahmenbedingungen** dargestellt, und hier wiederum an deren **Ende**, weil er auch von den **anderen** Rahmendaten **abhängt**. Dies gilt nicht nur für die soziodemographischen und sozio-ökonomischen Strukturdaten, sondern zumindest im Prinzip auch für die verkehrspolitischen Prämissen. Würden z.B. die Nutzerkosten des Pkw-Verkehrs sehr restriktiv ausgestaltet werden, dann würde dies auch die Entwicklung der Motorisierung tangieren. Dies war jedoch bei der vorliegenden Studie nicht der Fall; vielmehr bewegen sich die Nutzerkosten in einem Wertebereich, der den Pkw-Bestand in einem unwesentlichen Ausmaß tangiert.

Für die **langfristige Prognose** des Pkw-Bestands besitzt die getrennte Analyse der Entwicklung in den **alten** und den **neuen** Bundesländern auch über 20 Jahre nach der Vereinigung Deutschlands noch einen **hohen Erkenntniswert**. Zwar haben sich die kurzfristigen Verläufe in den beiden Teilgebieten mittlerweile stark angenähert. Jedoch ist die Differenzierung eine unabdingbare Voraussetzung, um die Entwicklung in **Westdeutschland** bzw. in den westdeutschen Kreisen anhand des langjährigen **Trends** (vgl. Kapitel. 3.5.2) und diejenige in **Ostdeutschland** bzw. den ostdeutschen Kreisen aufgrund des **Annäherungsprozesses** prognostizieren zu können.

Von der **Datenlage** her ist die Trennung weitgehend unproblematisch, da sowohl die Bestände als auch die, für die Analyse und die Prognose erforderlichen, Einwohnerzahlen nach Kreisen bzw. Bundesländern primärstatistisch vorliegen. Allerdings werden in der Fahrzeugstatistik des Kraftfahrt-Bundesamts die Daten für **Berlin** seit 1998 nicht mehr nach dem West- und dem Ostteil der Stadt getrennt. Deshalb und auch auf Grund des Zusammenwachsens von Berlin und seinem Umland wird unterschieden in

- die **alten** Bundesländer **ohne** Berlin und
- die **neuen** Bundesländer **einschließlich** (Gesamt-) Berlin.

Seit **2001** erfolgt die statistische Erfassung des Bestands nicht mehr zum 1. Juli, sondern nur noch zum **1. Januar** eines Jahres. Da die Bestandserweiterung innerhalb eines Jahres grundsätzlich vor allem im ersten Halbjahr erfolgt, sind die früheren Bestände zur Jahresmitte eher mit denen zum Anfang des **Folgejahres** vergleichbar als mit denen zum Anfang des jeweiligen Jahres. Entsprechend wird die zeitliche Zuordnung vorgenommen.

Ab dem Jahr **2006** wurden infolge der Harmonisierung der EU-weiten Zulassungsrichtlinien **Wohnmobile** und andere Fahrzeuge, die vorher bei den "Sonstigen Kfz" erfasst wurden, nunmehr den Pkw zugeordnet ("M1-Fahrzeuge"), wodurch der Bestand um 0,35 Mio. angehoben wurde. Dies stört zwar in kurzfristiger Betrachtung die Analyse des Verlaufs, ist aber in der langfristigen Betrachtung vernachlässigbar.

Seit dem Jahr **2007**, d.h. dem 1.1.2008, wird der Bestand nur noch ohne die vorübergehend **stillgelegten Fahrzeuge** ausgewiesen. Daten in dieser Definition wurden vom KBA auf der Ebene der Bundesländer zurück **bis 1997** ausgewiesen. Für die unten beschriebene Prognose, die sich auf Zeitreihen zurück bis 1950 stützt, werden die Werte für die Jahre vor 1997 mittels des entsprechenden (gesamtdeutschen) Faktors, der auf alle Kreise gelegt wird, bereinigt. Damit ist die Ausweitung der gesetzlichen **Stilllegungsfrist** von 12 auf 18 Monate **ab 2001**, wodurch sich der Bestand einschließlich dieser Fahrzeuge statistisch um über 0,7 Mio. erhöhte, für die langfristige Analyse nicht mehr relevant.

Zweckmäßigerweise wird zur Analyse und Prognose der Pkw-Bestandsentwicklung zunächst die auf eine demographische Größe bezogene **Pkw-Dichte** herangezogen. Für diese Kennziffer kommen **mehrere Bezugsgrößen** in Betracht, nämlich

- die gesamte Einwohnerzahl,
- die Zahl der Einwohner über 18 Jahre und
- die Zahl der privaten Haushalte.

Insgesamt hat sich – u.a. durch die retrospektive Überprüfung früherer Prognosen – die Zahl der **fahrfähigen Einwohner** als die **geeignetste Bezugsgröße** erwiesen. Auf die Setzung einer **oberen Altersgrenze**, wie es in diversen älteren Bestandsprognosen aus den achtziger und neunziger Jahren üblich war, wird **verzichtet**, da sie als willkürlich erscheint.

Auf die **Methodik** der Prognose der Pkw-Dichte wird bei der Ergebnisdarstellung in den beiden folgenden Abschnitten eingegangen, da sie sich zwischen den alten und den neuen Bundesländern unterscheidet. Die Vorausschätzung des Pkw-Bestands erfolgte in **räumlicher Disaggregation** auf der Ebene der **Kreise**. Hier ausgewiesen werden lediglich die aggregierten Ergebnisse für die alten und die neuen Bundesländer.

3.5.2 Pkw-Bestand in den alten Bundesländern

In den **alten Bundesländern** folgt die Entwicklung des Pkw-Bestands und der Pkw-Dichte – wie in allen westlichen Industrieländern – einer **S-förmigen Wachstumskurve** mit einem zunächst progressiv und danach degressiv verlaufenden Expansionspfad. Dieser Degressionsprozess kommt in den mehrjährigen jahresdurchschnittlichen **Wachstumsraten** der Pkw-Dichte zum Ausdruck. Sie belaufen sich – bei Heranziehen des Pkw-Bestands in der jeweils gültigen Definition – auf

- 22,3 % (1950-1960),
- 11,0 % (1960-1970),
- 5,1 % (1970-1980),
- 2,6 % (1980-1990),
- 0,9 % (1990-2000)
- und schließlich 0,6 % (2000-2012)

Innerhalb der letztgenannten Periode ist die Pkw-Dichte zwischen **2003 und 2008** – bei Bereinigung um die o.a. Einbeziehung der Wohnmobile – um lediglich **0,3 % p.a.** gestiegen. Dies war vor allem auf den langjährigen Kraftstoffpreisanstieg und die äußerst verhaltene Entwicklung der verfügbaren Einkommen zurückzuführen. Dies löste mancherorts bereits größere Zweifel aus, ob das damals von Intraplan bis 2025 prognostizierte Trendwachstum (rund 0,6 %) ⁹⁸ noch Gültigkeit besitzen würde. Von **2008 bis 2012** hat die westdeutsche Pkw-Dichte jedoch wieder um **1,0 % p.a.** zugenommen, was das o.a. Trendwachstum klar übertrifft. Seit 2010 wird die Bestandsausweitung von den stärker wachsenden Einkommen zusätzlich angetrieben. Der erneute starke Kraftstoffpreisanstieg in einigen der letzten Jahre machte sich dagegen nur begrenzt bemerkbar.

⁹⁸ Vgl. Intraplan Consult / BVU Beratergruppe Verkehr + Umwelt GmbH, Prognose der deutschlandweiten Verkehrsverflechtungen 2025, München/Freiburg 2007, S. 67. Dort wurde für den gesamten Prognosezeitraum ein Wert von 0,4 % p.a. (2025/06) ausgewiesen. Allerdings ist die Dynamik auf Grund des degressiven Verlaufs an dessen Beginn höher als am Ende.

Die **langfristige Prognose** der Pkw-in den alten Bundesländern erfolgte in einem **isolierten Schätzansatz**. Dies rechtfertigt sich aus der Autonomie, mit der die Bestands- bzw. die Dichteentwicklung abläuft. Ihr mittel- und langfristiger Trend kann in hochindustrialisierten Ländern, in denen ein bestimmtes Einkommensniveau erreicht ist, als weitgehend unabhängig von makroökonomischen Einflussgrößen, etwa dem verfügbaren Einkommen oder dem privaten Verbrauch, betrachtet werden. Diese **gesamtwirtschaftlichen Variablen** können den **Trend** der Individualmotorisierung **nicht hinreichend erklären**, sondern lediglich – wie oben bei der Analyse der jüngeren Vergangenheit gezeigt – konjunkturell bedingte **Trendabweichungen**. Infolge des weitgehend eigendynamischen Trendverlaufs können Pkw-Bestand und -Dichte in alleiniger Abhängigkeit von der **Zeit** prognostiziert werden. Dies bedeutet nicht, dass der Zeit selbst eine kausal erklärende Funktion zugeschrieben wird. Sie spiegelt lediglich die Gesamtheit der kausalen Einflüsse wieder, und zwar sowohl im Ex-post- als auch im Ex-ante-Bereich.⁹⁹

Methodisch bietet sich als Schätz- und Prognoseansatz für die Pkw-Dichte das bewährte Konzept der **Sättigungsfunktionen** an. Die Ausstattung mit Pkw besitzt, wie mit jedem langlebigen Konsumgut, einen wie auch immer gearteten Grenzwert. Der Umstand, dass alle Pkw-Bestandsprognosen aus den sechziger und den siebziger Jahren bereits einige Jahre später von der Realität überholt wurden, lag unter anderem daran, dass den dabei angewendeten Sättigungsfunktionen der Sättigungsgrenzwert exogen und dabei erheblich zu niedrig vorgegeben wurde. Bei Verwendung von **endogenisierten Sättigungsfunktionen** muss bzw. darf dagegen kein Grenzwert exogen vorgegeben werden. Sie besitzen die folgende Grundstruktur:

$$D_t = D^s * e^{-ab^t}$$

mit: D_t = Dichte im Jahr t
 D^s = Sättigungsgrenzwert der Dichte
 t = Zeitvariable (Jahr)
 a, b = Funktionsparameter

Bei der Prognose mittels dieser dreiparametrischen Gompertz-Funktion wird das Sättigungsniveau D^s nicht exogen vorgegeben, sondern aus dem ex-post-Verlauf endogen geschätzt. Dabei wird die nicht-lineare Regression solange mit allen alternativ möglichen Werten für D^s durchgerechnet, bis eine optimale Anpassung erreicht ist, d.h. eine Verbesserung der statistischen Prüfmaße, in erster Linie der Fehlerquadratsummen, innerhalb bestimmter Genauigkeitstoleranzen nicht mehr möglich ist.

⁹⁹ Vgl. P. Cerwenka, Langfristige Pkw-Motorisierungsprognosen, gezeigt am Beispiel der Bundesrepublik Deutschland, Darmstadt 1974, S. 22 ff.

Es mag eingewandt werden, dass bei der Prognose der **gesamten** Dichteziffer die **altersstrukturellen Verschiebungen**, also der spürbare Anstieg des Anteils der unterdurchschnittlich motorisierten älteren Personen innerhalb der fahrfähigen Bevölkerung, **nicht berücksichtigt** werden. Dem ist jedoch entgegenzuhalten, dass der Motorisierungsgrad der älteren Personen – sowohl in der jüngeren Vergangenheit als auch im Prognosezeitraum – den mit Abstand **höchsten Anstieg** aller Altersgruppen aufweist, so dass der daraus resultierende Effekt auf den Gesamtwert demjenigen aus dem Anteilszuwachs entgegen steht. Um dies quantifizieren zu können, haben wir, analog zu früheren **Shell-Prognosen**, den Motorisierungsgrad getrennt nach sechs Altersgruppen und darüber hinaus auch nach dem Geschlecht vorausgeschätzt.¹⁰⁰ Die Ergebnisse wurden abschließend aufeinander abgestimmt.

Im **Ergebnis** wird die **Pkw-Dichte** (pro Erwachsenen) von 2010 bis 2030 jahresdurchschnittlich um **0,4 %** steigen (vgl. Tab. 3-16). In der Abnahme dieser Rate gegenüber der, oben analysierten, jüngeren Vergangenheit kommt die o.a. trendmäßige **Wachstumsdegression** zum Ausdruck. Allerdings verläuft sie, je weiter sie fortgeschritten ist, immer **flacher**. Anders formuliert, werden nicht nur die Zuwachsraten einzelner Mehrjahresperioden, sondern auch deren **Abstände** untereinander mit fortschreitendem Zeitablauf immer kleiner.

Tab. 3-16: Entwicklung des Pkw-Bestands und der Pkw-Dichte in den alten Bundesländern

	2010	2030	2030/10 (%)	
			Insg.	p.a.
Pkw-Bestand (Mio.) ¹⁾	34,624	38,249	10,5	0,5
Einwohner über 18 Jahre (Mio.)	53,282	54,000	1,3	0,1
Einw. insg. (Mio.)	64,320	64,094	-0,4	0,0
Pkw-Dichte, bez. auf 1000 Einw. 18+	650	708	9,0	0,4
Pkw-Dichte, bez. auf 1000 Einw. insg.	538	597	10,9	0,5
1) Zum 1. Januar des Folgejahrs, ohne vorübergehend stillgelegte Fahrzeuge				

Quelle: Kraftfahrt-Bundesamt, Statistisches Bundesamt, eigene Prognosen

¹⁰⁰ Vgl. Shell Deutschland Oil (Hrsg.), Flexibilität bestimmt Motorisierung – Shell Pkw-Szenarien bis 2030, Hamburg 2004, S. 23-29.

Der **Gesamtzuwachs** beläuft sich damit auf **9 %**. In absoluten Zahlen bedeutet dies eine Zunahme von 650 Pkw pro 1000 Einwohner über 18 Jahre (2010) auf 708 im Jahr 2030. Daraus und aus der entsprechenden Zahl der Erwachsenen resultiert ein **Pkw-Bestand** von 38,2 Mio. Er wächst infolge der annähernd konstanten Einwohnerzahl ähnlich starker wie die Dichte, nämlich um **10,5 %**.

Inhaltlich ist die, mit den endogenisierten Sättigungsfunktionen prognostizierte, Bestandsausweitung zum einen auf die Personengruppen zurückzuführen, deren Motorisierungsgrad derzeit noch **unterdurchschnittlich** ausgeprägt ist. Dazu wiederum zählen erstens nach wie vor die **älteren Personen**. Bei ihnen fand in der jüngeren Vergangenheit der höchste Anstieg statt. Dies wird auch künftig der Fall sein, weil diese Altersgruppe, die früher an der Motorisierung nicht teilnehmen konnte oder wollte, immer mehr mit Personen besetzt ist, die sich an den Umgang mit dem Automobil stark genug gewöhnt haben, um es auch im fortgeschrittenen Alter zu benutzen.

Ein zweiter Wachstumsimpuls entsteht bei den **Frauen**. Bei ihnen liegt die Fahrzeugbesitzquote vor allem in den älteren Altersgruppen noch weit unter derjenigen der männlichen Bevölkerung. Sie wird sich letzterer generell weiter annähern. Bei den jüngeren Frauen ist dieser Prozess bereits weit fortgeschritten. Bei den älteren Frauen ist der Abstand dagegen noch überdurchschnittlich hoch, so dass der Altersstruktureffekt hier noch stärker ausfällt als bei Männern.

Drittens schließlich ist die Pkw-Dichte bei **Ausländern** noch unterproportional. Auch hier wird eine weitere Angleichung stattfinden. Dies gilt auch und gerade für die **Zuwanderer**. Sie besitzen unmittelbar nach ihrem Zuzug noch relativ selten ein Fahrzeug, schaffen aber anschließend relativ rasch die administrativen und finanziellen Voraussetzungen für den Erwerb eines Pkw. Die vergleichsweise kräftige Ausweitung des Bestands am Ende der achtziger und am Beginn der neunziger Jahre war zu einem nennenswerten Teil darauf zurückzuführen. Dieser Effekt wird, wenngleich nicht mehr im damaligen Ausmaß, auch bei den künftig zu erwartenden Zuwanderern eintreten.

Das Wachstum der Pkw-Dichte bzw. des Bestands entsteht nicht nur bei den derzeit noch unterdurchschnittlich motorisierten Personengruppen, sondern in einem gewissen Ausmaß auch **generell**. Insbesondere von der zunehmenden **Zweitwagenausstattung** werden bestandserweiternde Effekte ausgehen. **Grundsätzlich** kann der gesamte Bedarf angesichts steigender **verfügbarer Einkommen** immer mehr in Nachfrage umgesetzt werden. Die Einkommenselastizität einiger Komponenten des privaten Verbrauchs ist unterproportional. Deshalb steht für Segmente, in denen diese Elastizität überdurchschnittlich ist und zu denen die Anschaffung von Pkw (noch) gehört, ein

Kaufkraftzuwachs zur Verfügung, der den Anstieg der verfügbaren Einkommen sogar noch übertrifft.

In diesem Zusammenhang wird immer wieder argumentiert, dass das Automobil immer mehr seine Funktion als **Statussymbol** verliert, insbesondere bei jüngeren Personen ("Smartphone statt Auto"). Das ist zwar richtig, aber erstens nicht neu und zweitens ist der private Pkw für die allermeisten Personen nach wie vor ein mehr oder minder unverzichtbarer **Gebrauchsgegenstand**. Aus diesem Grund trifft das o.a. Argument weniger die Kaufentscheidung für den Pkw an sich, sondern die für bestimmte Hersteller.

3.5.3 Pkw-Bestand in den neuen Bundesländern und in Deutschland

Auch in der früheren DDR entwickelte sich die Pkw-Dichte **bis** zum Fall der Mauer im Jahr **1989** nach dem in allen Industrieländern zu beobachtenden Wachstumspfad mit einem zunächst progressiven und anschließend degressiven Verlauf. Am Rande sei erwähnt, dass die Wachstumsraten seit Mitte der fünfziger Jahre höher waren als in den alten Ländern. Jedoch belief sich das Ausgangsniveau im Jahr 1950 bzw. 1955 in der damaligen DDR lediglich auf rund ein Drittel bzw. ein Fünftel des westdeutschen Werts. Im Jahr 1989 lag die Pkw-Dichte bei **307** Fahrzeugen pro 1000 Einwohner über 18 Jahre oder **52 %** des westdeutschen Niveaus.

Nach dem Fall der Mauer und der Vereinigung stieg der Motorisierungsgrad **bis 1993** in großen Sprüngen auf **85 %** des Werts der alten Länder. Die anschließenden Schritte fielen erheblich **kleiner** aus. Zwischen **1994 und 2000** lag der Zuwachs – nun bezogen auf das Gebiet einschließlich des ehemaligen Berlin-West, was die Dichte und damit auch das Verhältnis zum Wert der alten Länder um etwa 2 % drückt – nur noch bei rund **1 %** p.a. Grundsätzlich war dieser Übergang des Annäherungsprozesses von einer starken Dynamik in den ersten Jahren nach der Wende, als der dringendste Nachholbedarf gedeckt wurde, in einen asymptotischen Verlauf mit einer immer mehr nachlassenden Geschwindigkeit zu erwarten. Allerdings hat sich der Aufholprozess **seit 1996** nicht in dem Ausmaß fortgesetzt, wie er in den Prognosen, die in den ersten Jahren nach der Vereinigung erstellt wurden, erwartet wurde. Dieser Verlauf weist nicht ohne Grund starke Parallelen mit der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung (BIP pro Kopf) auf.

Zwischen **2000 und 2012** schließlich ist die Pkw-Dichte in den neuen Ländern nochmals schwächer gestiegen, nämlich um 0,5 % p.a. Dies liegt sogar noch etwas **unter** dem o.a. westdeutschen Wert (0,6 %). Somit hat sich der Annäherungsprozess nicht nur, wie zuvor, stark abge-

schwächt, sondern kam vollständig zum Stillstand. Im Jahr 2012 wurden nach wie vor lediglich 85 % des westdeutschen Niveaus erreicht.

Für die langfristige **Prognose** der Pkw-Dichte in den neuen Ländern sind die oben beschriebenen Sättigungsfunktionen aufgrund der vereinigungsbedingten Sonderentwicklungen – im Gegensatz zu allen westlichen Industrieländern – nicht geeignet, da sie nach wie vor einen zu hohen Unsicherheitsbereich aufweisen. Deshalb beruhen alle **bisherigen** langfristigen Vorausschätzungen des Pkw-Bestands in den neuen Bundesländern, die seit der Vereinigung erstellt wurden, mehr oder minder auf der **Extrapolation** des **Annäherungsprozesses** der Pkw-Dichte an das Niveau der alten Länder, und zwar jeweils auf der Basis der zum **jeweiligen Zeitpunkt** vorliegenden tatsächlichen Entwicklung.

Aus diesem Grund wurde in Prognosen aus der ersten Hälfte der neunziger Jahre aufgrund der bis dahin stattgefundenen Entwicklung eine weitere relativ **rasche Annäherung** erwartet. In der Vorausschätzung der Deutschen Shell AG aus dem Jahr 1993 wurde – je nach Szenario – für **2000 bis 2005** und in derjenigen des ifo Instituts aus dem Jahr 1994 für **2005** angenommen, dass der Aufholprozess **vollständig vollzogen** ist und ab dann also die Entwicklung wie in Westdeutschland verläuft.¹⁰¹

Aufgrund der folgenden Verlangsamung des Wachstumstempos wurde dieser Zeitpunkt in später erstellten Prognosen in die **fernere Zukunft** verschoben. In der Prognose für die **BVWP 2003** wurde erwartet, dass die Annäherung bis 2015, dem damaligen Horizont, noch nicht abgeschlossen ist, aber bis dahin anhält. Ersteres hat sich seitdem also bestätigt, zweiteres jedoch nicht. In der **"Verkehrsprognose 2025"** wurde vor dem Hintergrund der bis dahin eingetretenen Ist-Entwicklung prognostiziert, dass der Motorisierungsgrad in den neuen Ländern nur mehr etwas stärker wächst (0,5 % p.a.) als in den alten, so dass im damaligen Zieljahr lediglich 87 % des westdeutschen Werts erreicht werden. Dies kam dem anschließend zu beobachtenden tatsächlichen Verlauf (0,7 %, 2012/06) schon recht nahe.

Es gibt einige Gründe, die dafür sprechen, dass der Motorisierungsgrad in den neuen Ländern auch im Prognosezeitraum der vorliegenden Studie dauerhaft deutlich **unter** dem der alten Länder liegen wird. Erstens wird auch der **gesamtwirtschaftliche Aufholprozess** noch weit länger dauern, als es in den neunziger Jahren – und nicht nur zu deren Beginn – angenommen wurde.

¹⁰¹ Vgl. Deutsche Shell AG (Hrsg.), Motorisierung in Deutschland: Mehr Senioren fahren länger Auto, Shell Szenarien des Pkw-Bestands und der Neuzulassungen bis zum Jahr 2010 mit einem Ausblick auf 2020, Hamburg 1993, S. 24, sowie R. Ratzenberger, R. Hild, E. Langmantel, Vorausschätzung der Verkehrsentwicklung in Deutschland bis zum Jahr 2010, München 1995, S. 72.

Gemäß den Strukturdatenprognosen, die dieser Verkehrsprognose zu Grunde liegen, wird das BIP pro Kopf in den neuen Ländern zwar wachsen, aber noch dauerhaft unter dem westdeutschen Niveau liegen. Bei aller Unschärfe, die diese Größe in ihrer Interpretation für das eigentliche Wohlstandsniveau beinhaltet, deutet diese Entwicklung doch darauf hin, dass auch die Pkw-Dichte noch längere Zeit geringer sein wird als in den alten Ländern.

Zweitens ist der **Altersstruktureffekt** in den neuen Ländern geringer ausgeprägt. Die Personen im Alter von über 60 Jahren des Jahres 2030 sind spätestens 1970 geboren und deshalb in einem weit geringeren Ausmaß an die Motorisierung gewöhnt als in den alten Ländern. Deshalb wird die Pkw-Verfügbarkeit dieser Personen in den neuen Ländern noch über **längere Zeit** deutlich **unter** der in den alten Ländern liegen. Eine vollständige Anpassung wird erst dann stattfinden, wenn die jüngeren Personen, bei denen schon derzeit keine nennenswerten Unterschiede zwischen den beiden Teilgebieten mehr vorliegen, in die höheren Altersgruppen hineingewachsen sind. Das ist erst nach 2030 der Fall.

Ein **raumstruktureller** Effekt liegt dagegen **nicht** vor. Es wäre **denkbar**, dass der Motorisierungsgrad in den **einzelnen** Raumtypen der neuen Länder **weniger** stark oder sogar überhaupt nicht von den westdeutschen Werten abweicht und dass die **insgesamt** geringere Dichte lediglich durch eine **andere Struktur** der Raumtypen zustande kommt. Dies ist jedoch nicht der Fall. Vielmehr liegt die Dichte in allen Regions- und Kreistypen in einem ähnlichen Ausmaß unter den jeweiligen westdeutschen Werten wie insgesamt.

Vor diesem Hintergrund sowie gestützt auf die raumspezifische Analyse und die Entwicklung seit dem Jahr 2000 wurde erwartet, dass der künftige Zuwachs der **Pkw-Dichte** in den neuen Ländern weiterhin nur **geringfügig stärker** ausfällt als in den alten Ländern. Konkret steigt sie von 560 (2010) auf 628 Pkw pro 1000 Erwachsene im Jahr 2030 (vgl. Tab. 3-17). Damit werden auch dann erst knapp **89 %** des westdeutschen Niveaus erreicht sein.¹⁰² Dies bedeutet einen Gesamtanstieg um **12 %** sowie um jahresdurchschnittlich **0,6 %**. Die inhaltlichen Bestimmungsgründe für den Anstieg sind im Wesentlichen die gleichen wie in den alten Ländern. Da die Einwohnerzahl aber annähernd im gleichen Ausmaß sinkt, kommt der **Pkw-Bestand** über eine Stagnation auf dem Niveau von **7,7 Mio.** nicht hinaus. Dies liegt deutlich **unter** der o.a. Entwicklung in den alten Ländern, was allein durch die divergierende demographische Entwicklung zustande kommt.

¹⁰² Dies bezieht sich auf die Einwohnerzahl auf Basis des Zensus 2011. Der vergleichbare Wert für 2010 beläuft sich auf 86,2 %. Er weicht geringfügig von den o.a. dargestellten Werten ab, die noch auf Basis der Bevölkerungsfortschreibung berechnet wurden.

Tab. 3-17: Entwicklung des Pkw-Bestands und der Pkw-Dichte in den neuen Bundesländern

	2010	2030	2030/10 (%)	
			Insg.	p.a.
Pkw-Bestand (Mio.) ¹⁾	7,677	7,660	-0,2	0,0
Einwohner über 18 Jahre (Mio.)	13,706	12,193	-11,0	-0,6
Einw. insg. (Mio.)	15,891	14,155	-10,9	-0,6
Pkw-Dichte, bez. auf 1000 Einw. 18+	560	628	12,1	0,6
Pkw-Dichte, bez. auf 1000 Einw. insg.	483	541	12,0	0,6
1) Zum 1. Januar des Folgejahrs, ohne vorübergehend stillgelegte Fahrzeuge				

Quelle: Kraftfahrt-Bundesamt, Statistisches Bundesamt, eigene Prognosen

Die Pkw-Dichte in den ostdeutschen **Kreisen** wurde, wie schon bei den letzten Bestandsprognosen im Rahmen der "Verkehrsprognose 2015 für die Bundesverkehrswegeplanung" und der "Prognose der deutschlandweiten Verkehrsverflechtung 2025", vorausgeschätzt, indem die Annäherungsverläufe **raumtypenspezifisch**, d.h. in der Differenzierung nach den siedlungsstrukturellen Kreistypen des BBSR, geschätzt, die sich ergebenden Veränderungsraten auf die einzelnen Kreise gelegt und die Ergebnisse mit der separat geschätzten Gesamtentwicklung abgeglichen wurden.

Die Entwicklung des Pkw-Bestands **im gesamten Bundesgebiet** wird wegen des hohen Gewichts der alten Länder von deren Entwicklung dominiert, und zwar sowohl in der Vergangenheit als auch in der Zukunft. Lediglich in den Jahren um die Wende führte der Wachstumsschub in Ostdeutschland auch zu einer Beschleunigung in der gesamten Bundesrepublik. Aus den dargestellten Verläufen in den beiden Teilgebieten errechnet sich für Deutschland ein **Bestand**, der von 42,3 Mio. (2010) bzw. 43,4 Mio. (2012) auf **45,9 Mio.** im Jahr 2030 steigen wird (vgl. Tab. 3-18). Dies bedeutet einen Zuwachs um **8,5 %** gegenüber 2010. 2,7 % wurden in den beiden ersten Jahren bereits realisiert. Die **Dichte** wird wegen der leicht sinkenden Zahl der Erwachsenen etwas stärker zunehmen (10 %), und zwar von 631 auf 694 Pkw pro 1000 Einwohner.

Tab. 3-18: Entwicklung des Pkw-Bestands und der Pkw-Dichte in Deutschland

	2010	2030	2030/10 (%)	
			Insg.	p.a.
Pkw-Bestand (Mio.) ¹⁾	42,302	45,909	8,5	0,4
Einwohner über 18 Jahre (Mio.)	66,988	66,194	-1,2	-0,1
Einw. insg. (Mio.)	80,210	78,249	-2,4	-0,1
Pkw-Dichte, bez. auf 1000 Einw. 18+	631	694	9,8	0,5
Pkw-Dichte, bez. auf 1000 Einw. insg.	527	587	11,2	0,5

1) Zum 1. Januar des Folgejahrs, ohne vorübergehend stillgelegte Fahrzeuge

Quelle: Kraftfahrt-Bundesamt, Statistisches Bundesamt, eigene Prognosen

Die **regional disaggregierten** Werte der, auf die gesamte Einwohnerzahl bezogenen, **Pkw-Dichte** im Jahr **2010** ist in Abb. 3-14 dargestellt. In den großen Ballungsräumen ist sie in aller Regel weit unterdurchschnittlich ausgeprägt, in den weniger verdichteten Gebieten dagegen überdurchschnittlich hoch. Die sehr hohen Werte in einigen Kreisen, z.B. in Wolfsburg, in Ingolstadt oder im Landkreis München, sind auf die dort ansässigen Automobilhersteller bzw. Mietwagenunternehmen zurückzuführen.

Das regional unterschiedliche **Wachstum** des Pkw-Bestands ist in Abb. 3-15 gezeigt. Es hängt in erster Linie mit der jeweiligen Bevölkerungsentwicklung zusammen. Deshalb sind, wie schon oben bei der Gesamtentwicklung dargestellt, die Steigerungsraten im Westen durchgängig höher als im Osten.

Abb. 3-14: Pkw-Bestand im Jahr 2010 je 1000 Einwohner nach Stadt- und Landkreisen

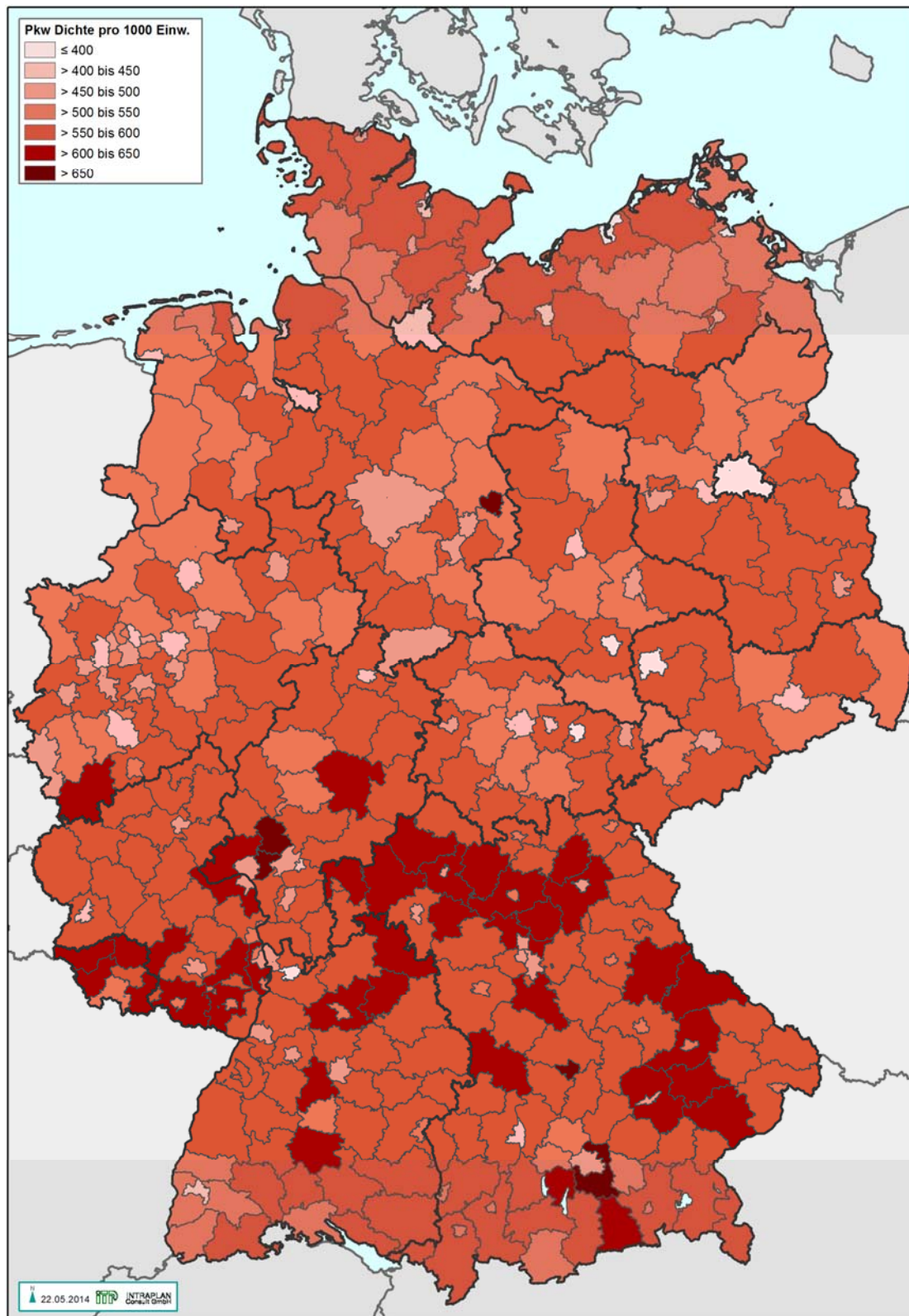
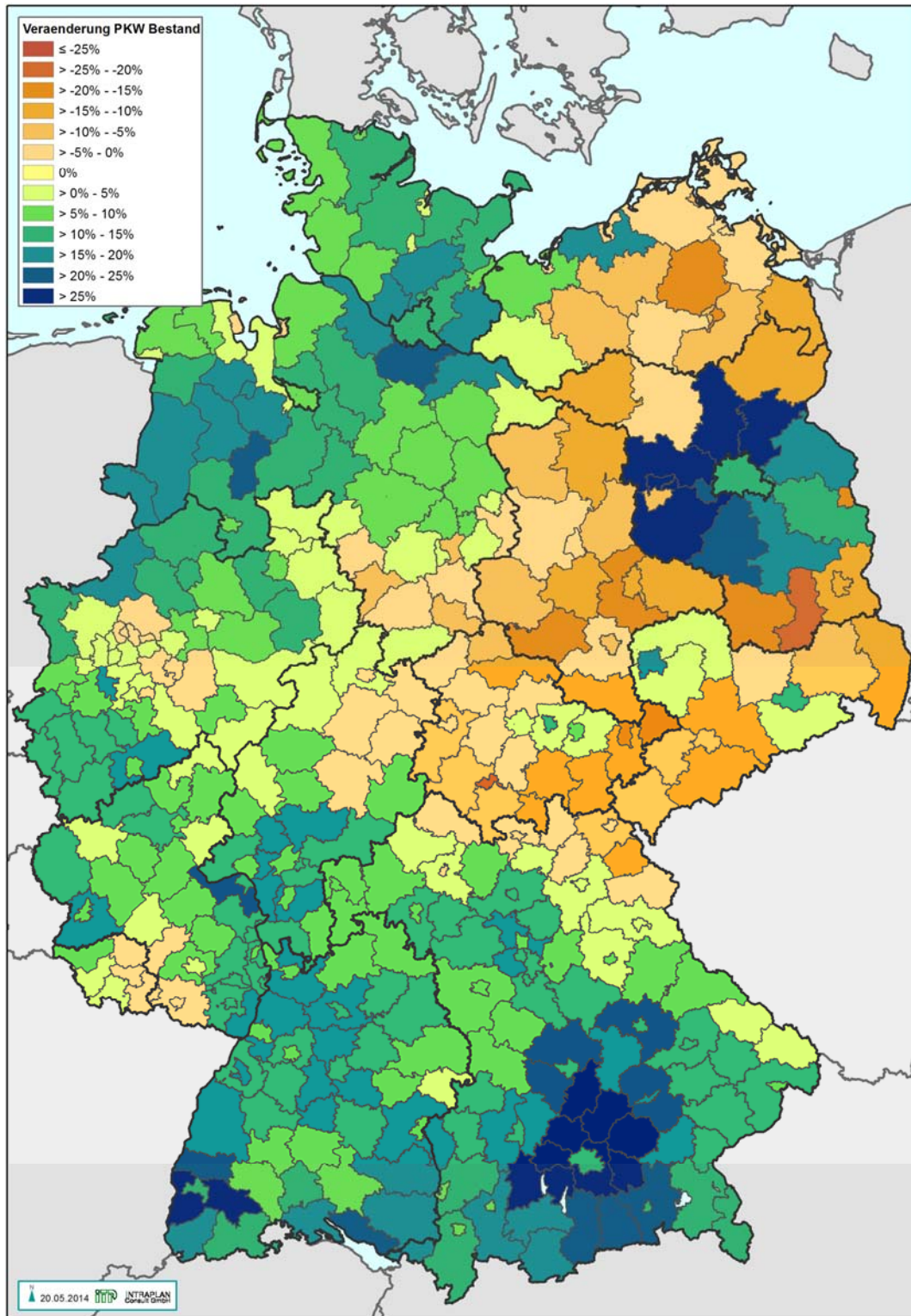


Abb. 3-15: Entwicklung des Pkw-Bestands 2030 gegenüber 2010 nach Stadt- und Landkreisen



4 PERSONENVERKEHR

4.1 Personenverkehr im Basisjahr 2010

4.1.1 Verkehrsaufkommen und -leistung im Jahr 2010

Die (räumlich aggregierten) **Eckwerte** der Struktur des Personenverkehrs im Jahr 2010 sind in Tab. 4-1 dargestellt.¹⁰³ In diesem Jahr wurden in der Bundesrepublik Deutschland **101,8 Mrd. Fahrten** bzw. Wege im motorisierten und nichtmotorisierten Verkehr unternommen und dabei **1.184,3 Mrd. Pkm** (Territorialeistung, d.h. ohne Streckenanteile im Ausland) zurückgelegt. Bezogen auf die deutsche Wohnbevölkerung von 80,2 Mio. – bei Vernachlässigung der vergleichsweise geringen Zahl der Fahrten von Gebietsfremden – entspricht dies **pro Einwohner** einer durchschnittlichen Zahl von rund 1.269 Fahrten mit einer Strecke von rund 14.777 Kilometern. **Pro Person und Tag** errechnen sich somit Durchschnittswerte von 3,27 Fahrten und eine Verkehrsleistung von 40,5 km.

¹⁰³ Die Werte entsprechen der Statistik gemäß "Verkehr in Zahlen", Ausgabe 2013/2014. Auf diese Werte wurde die Quelle-Ziel-Matrix kalibriert.

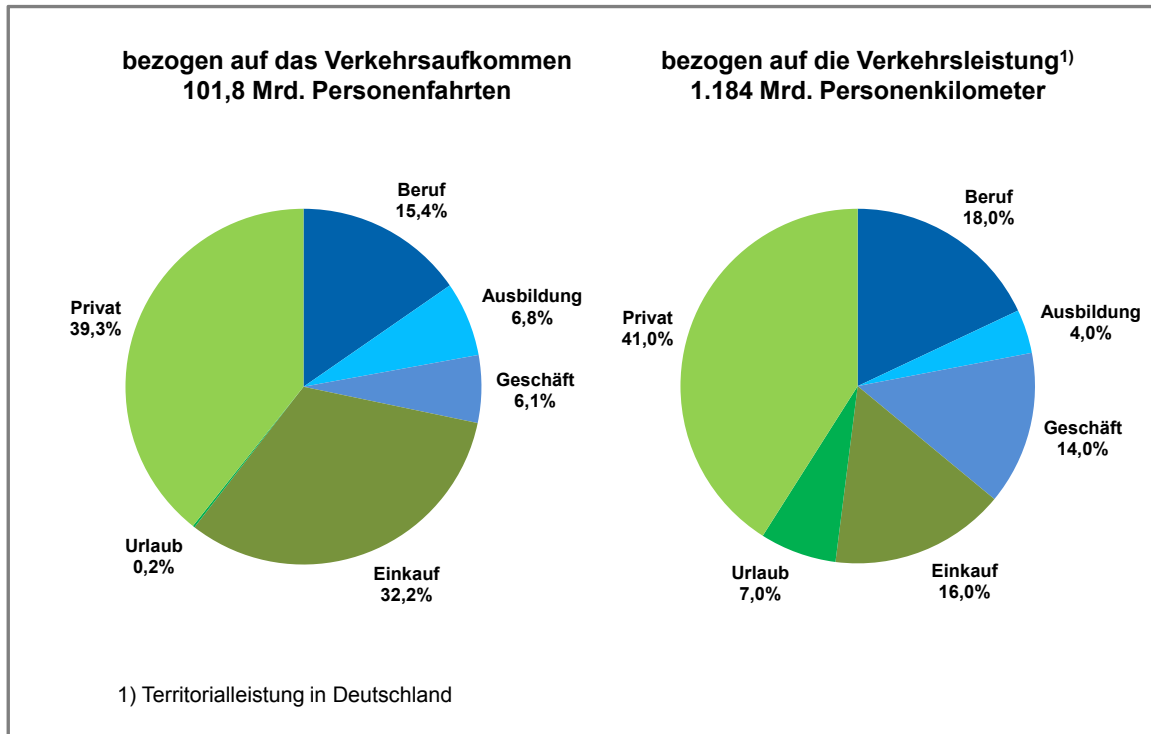
Tab. 4-1: Struktur des Personenverkehrs im Jahr 2010 nach Verkehrszweigen und Fahrtzwecken

	Motor. IV	Eisen- bahn- verkehr	ÖSPV	Luftver- kehr	Summe Motoris. Verkehr	Fahrrad	Fußweg	Insg.
Verkehrsaufkommen (Mio. Personen)								
2010								
Beruf	10.230	872	1.649	0	12.751	1.523	1.370	15.644
Ausbildung	1.700	346	2.327	0	4.373	882	1.643	6.898
Einkauf	17.486	355	2.649	0	20.490	3.073	9.245	32.808
Geschäft	5.388	167	170	48	5.773	141	339	6.253
Urlaub ²⁾	98	10	18	68	194	0	0	194
Privat	21.601	685	2.467	16	24.769	3.860	11.414	40.043
Insgesamt	56.503	2.435	9.280	132	68.350	9.479	24.011	101.840
Verkehrsleistung (Mrd. Pkm)¹⁾								
2010								
Beruf	175,9	20,9	12,7	0,0	209,5	5,2	1,4	216,1
Ausbildung	17,5	5,5	14,5	0,0	37,5	2,2	1,9	41,6
Einkauf	160,8	5,4	11,4	0,0	177,6	6,1	9,9	193,6
Geschäft	127,3	14,5	3,7	19,4	164,9	0,4	0,7	166,0
Urlaub ²⁾	46,3	4,7	7,7	27,2	85,9	0,0	0,0	85,9
Privat	374,6	33,0	28,1	6,2	441,9	18,5	20,7	481,1
Insgesamt	902,4	84,0	78,1	52,8	1.117,3	32,4	34,6	1.184,3

1) Territorialeleistung in Deutschland, Luftverkehr ohne Ausland-Ausland-Umsteiger auf deutschen Flughäfen, ohne das Territorium Deutschlands überfliegende Verkehre; ab der Ausgabe 2012/2013 wurde die territoriale Luftverkehrsleistung durch die amtliche Statistik mit einem korrigierten Entfernungswerk berechnet (vgl. Abschnitt B5, S. 218f). In der fahrtzweckbezogenen Aufteilung (S. 224 f) ist dies noch nicht berücksichtigt. Sie wurde in der vorliegenden Studie nachgetragen, um aktuell in der Systematik der amtlichen Statistik zu sein. Dadurch ergeben sich geringfügige Abweichungen gegenüber der Tabelle in ViZ auf S. 218f.

2) Urlaubsverkehr gegenüber Verkehr in Zahlen korrigiert (dort Durchgangsverkehr unterschätzt) Summe zu "Urlaub und Privat" stimmt aber überein

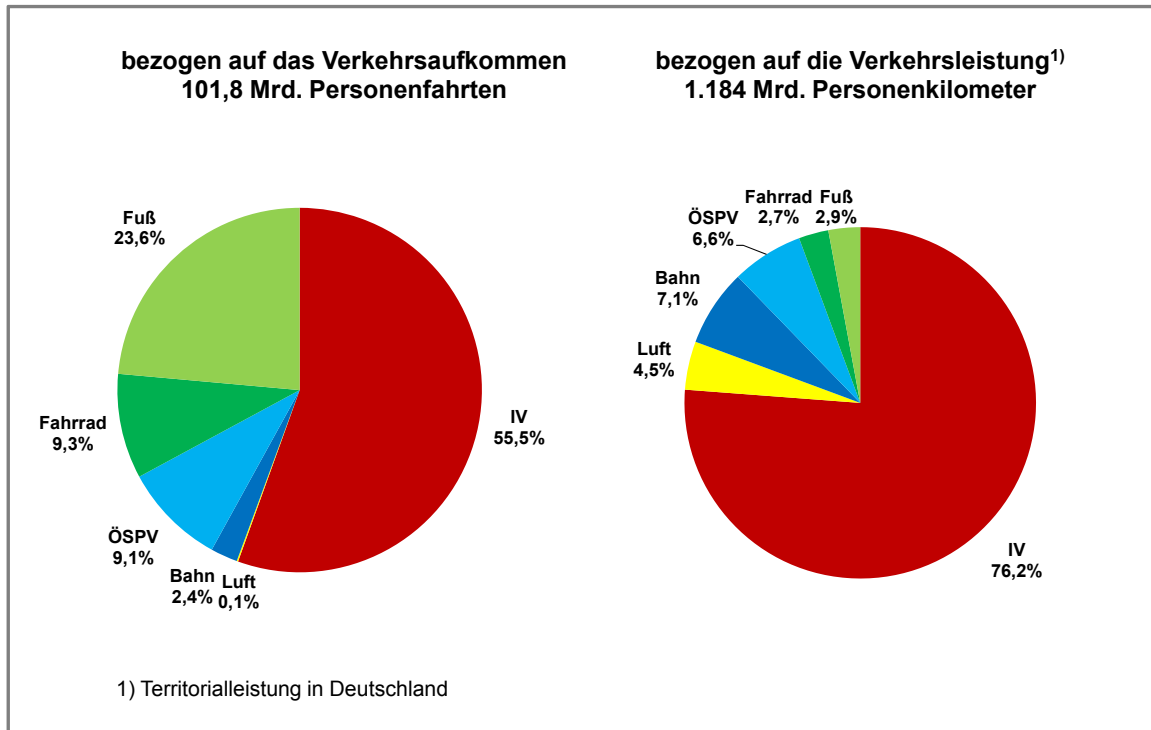
Abb. 4-1: Struktur des Personenverkehrs 2010 nach Fahrtzwecken



Der weitaus bedeutendste **Fahrtzweck** des gesamten Personenverkehrs ist der **Privatverkehr** mit 39 % des Aufkommens und 41 % der Leistung (siehe Abb. 4-1).¹⁰⁴ Mit weitem Abstand folgt bei letzterem der **Berufsverkehr** (15 % bzw. 18 %). Auf den **Einkaufs- und Erledigungsverkehr** entfallen zwar 32 % der Fahrtenzahl, aufgrund der meist kürzeren Entfernungen aber nur 16 % der Personenkilometer. Umgekehrt verhält es sich beim **Geschäftsverkehr** (6 % bzw. 14 %). Dem **Ausbildungsverkehr** kommt nur eine vergleichsweise geringe Rolle (7 % bzw. 4 %) zu. Der **Urlaubsverkehr** besitzt beim Aufkommen keine, bei der Leistung jedoch eine spürbare Bedeutung (7 %). Wie erwartet ist er hier aber nur mit der Entfernung im Inland betrachtet.

¹⁰⁴ Die hier und im Folgenden dargestellten fahrtzweckspezifischen Werte weichen aus den dargestellten Gründen von den DIW-Schätzwerten ab.

Abb. 4-2: Struktur des Personenverkehrs 2010 nach Verkehrszweigen



Im **motorisierten Individualverkehr** werden über die Hälfte (**55 %**) aller Fahrten und **drei Viertel** (76 %) der Leistung erbracht (siehe Abb. 4-2). Schon aufgrund dieser Dominanz gleicht seine Fahrtzweckstruktur derjenigen des gesamten Personenverkehrs.

Der **Eisenbahnverkehr** vereinigt nur **2 %** aller Personenverkehrsfahrten, aber aufgrund der höheren Entfernungen **7 %** der Leistung auf sich. Die Berufs- und die Ausbildungsfahrten sind wie auch der Urlaubsverkehr überproportional vertreten. Als Hauptverkehrsmittel für den Urlaubsverkehr spielt die Bahn dann eine untergeordnete Rolle. Sowohl bezogen auf das Verkehrsaufkommen als auch auf die Verkehrsleistung ist der Bahnanteil beim Einkaufsverkehr am geringsten (Bahnanteil bei den Personenfahrten 1 %, bei der Verkehrsleistung 3 %).

Auf den **öffentlichen Straßenpersonenverkehr** entfallen **9 %** des Aufkommens und **7 %** der Leistung des gesamten Personenverkehrs. Beim ÖSPV muss man im Grunde zwei, mit der Deregulierung des Fernlinienbusverkehrs drei Verkehrsmittel unterscheiden, nämlich zum einen den auf die großen Städte bezogenen öffentlichen Personennahverkehr in U-Bahnen, Stadtbahnen/Straßenbahnen und städtischen Bussen sowie zum anderen den **Gelegenheitsverkehr** (bekannt als "Reisebusverkehr"), der überwiegend touristischem und sonstigem freizeitorientier-

tem Verkehr dient (2010 78 Mio. Personenfahrten und 21,6 Mrd. Pkm = 2 % der Verkehrsleistung). In diesen zwei Segmenten erreicht der ÖSPV erhebliche Marktanteile am Gesamtaufkommen und der Verkehrsleistung. Der **Fernlinienbusverkehr** spielte 2010 dagegen nur im Berlin-Verkehr und auf einigen Auslandsrelationen eine Rolle (ca. 3 Mio. Personenfahrten, 1,2 Mrd. Pkm).

Der **Luftverkehr** besitzt am Aufkommen nur einen Anteil von **0,1 %**, jedoch **4 %** bezogen auf die Verkehrsleistung über dem Territorium der Bundesrepublik Deutschland (ohne Berücksichtigung von Ausland-Ausland-Umsteigern auf deutschen Flughäfen und ohne Passagiere, die den deutschen Luftraum überfliegen, ohne auf deutschen Flughäfen zu starten oder zu landen). Würde man die letztgenannten Verkehrssegmente mit einbeziehen, läge der **Verkehrsanteil bezogen auf die Verkehrsleistung an zweiter Stelle nach dem MIV**, und zwar mit deutlichem Abstand vor dem ÖSPV als nächst größerem Verkehrszweig. Ebenso würde der Anteil des Luftverkehrs steigen, wenn man anstatt der Territorialleistung die Gesamtleistung des auf Deutschland bezogenen Personenverkehrs berücksichtigen würde. Im Gegensatz zu den anderen Verkehrszweigen überwiegt beim auf Deutschland bezogenen Luftverkehr der Streckenanteil, der im bzw. über dem Ausland zurückgelegt wird. Bezogen auf die Verkehrsleistung ist also sowohl bei territorialer Abgrenzung (wenn man auch die ausländischen Benutzer des deutschen Luftraums einbezieht) als auch bezogen auf den Verkehr von, nach und innerhalb Deutschlands bei Beibehaltung der Gesamtentfernung einschließlich ausländischer Streckenanteile der **Luftverkehr gemessen an der Verkehrsleistung der zweitwichtigste Verkehrszweig im Personenverkehr** nach dem motorisierten Individualverkehr. Der Luftverkehr setzt sich aus Geschäfts-, Urlaubs- und Privatreisen zusammen, von denen die beiden erstgenannten bisher dominierten, die letztgenannten nicht zuletzt aufgrund des "Low-Cost-Verkehrs" jedoch stark zugenommen haben. Fahrten zu Arbeits-, Ausbildungs- und Einkaufsstätten werden im Luftverkehr – von wenigen Ausnahmefällen abgesehen – nicht durchgeführt.

Im **nichtmotorisierten Verkehr** werden zwar **33 %** des Aufkommens, aufgrund der erheblich kürzeren Strecken aber lediglich **6 %** der Leistung zurückgelegt. Von letzterer entfällt fast die Hälfte auf das Fahrrad, von der Fahrtenzahl jedoch nur ein Viertel, der Rest also jeweils auf Fußwege. In der Fahrtzweckstruktur besitzen bei beiden Verkehrszweigen der Ausbildungs- und der Freizeitverkehr eine überdurchschnittliche, der Geschäfts- und der Urlaubsverkehr, sowie bei den Fußwegen auch der Berufsverkehr, eine unterdurchschnittliche Bedeutung.

4.1.2 Regionale Verkehrsaufkommen

Die regionalen Verkehrsaufkommen je Stadt- und Landkreis sind zusammenfassend in Abb. 4-3 dargestellt.

Das Personenverkehrsaufkommen ist natürlich stark abhängig von der jeweiligen Einwohnerzahl und den anderen Strukturdaten (Erwerbstätigkeit, Einkommen usw.) sowie von der Zielattraktivität der Regionen.

Bezogen auf die Einwohner sind die regionalen Unterschiede deutlich geringer; bei kleinräumiger Betrachtung gibt es allerdings gewisse Variationen.

So ist beim Quellverkehr, hier ist die noch "ungespiegelte Matrix" dargestellt, also die Ausgangspunkte der **Hinfahrten** (siehe Abb. 4-4), eine Abhängigkeit vom Einkommen (Hamburg, Südbayern) und der Pkw-Dichte erkennbar. Daneben spielen die Fahrten von Gebietsfremden am Urlaubsort im Fremdenverkehr (Rügen, Nord- und Ostseeküste, Südbayern) eine Rolle. Die Varianz ist insgesamt allerdings gering.

Größer ist die Varianz, wenn man die **Zielverkehre** (hier der Hinfahrten, z.B. von der Wohnung zur Arbeit, nicht umgekehrt) auf die Einwohnerzahl bezieht (siehe Abb. 4-5). Hier stechen die großen Geschäftszentren (z.B. Frankfurt Main, Düsseldorf), insbesondere aber auch die sonstigen Oberzentren und kreisfreien Städte mit monozentraler Struktur (z.B. die relativ kleinen kreisfreien Städte in Bayern) und die Tourismusregionen (z.B. Allgäu, Rügen, Berchtesgadener Land) hervor.

Abb. 4-3: Personenverkehrsaufkommen: Quell- und Binnenverkehr der Stadt- und Landkreise (einschl. nicht-motorisierter Verkehr, in Mio. Personenfahrten/Jahr)

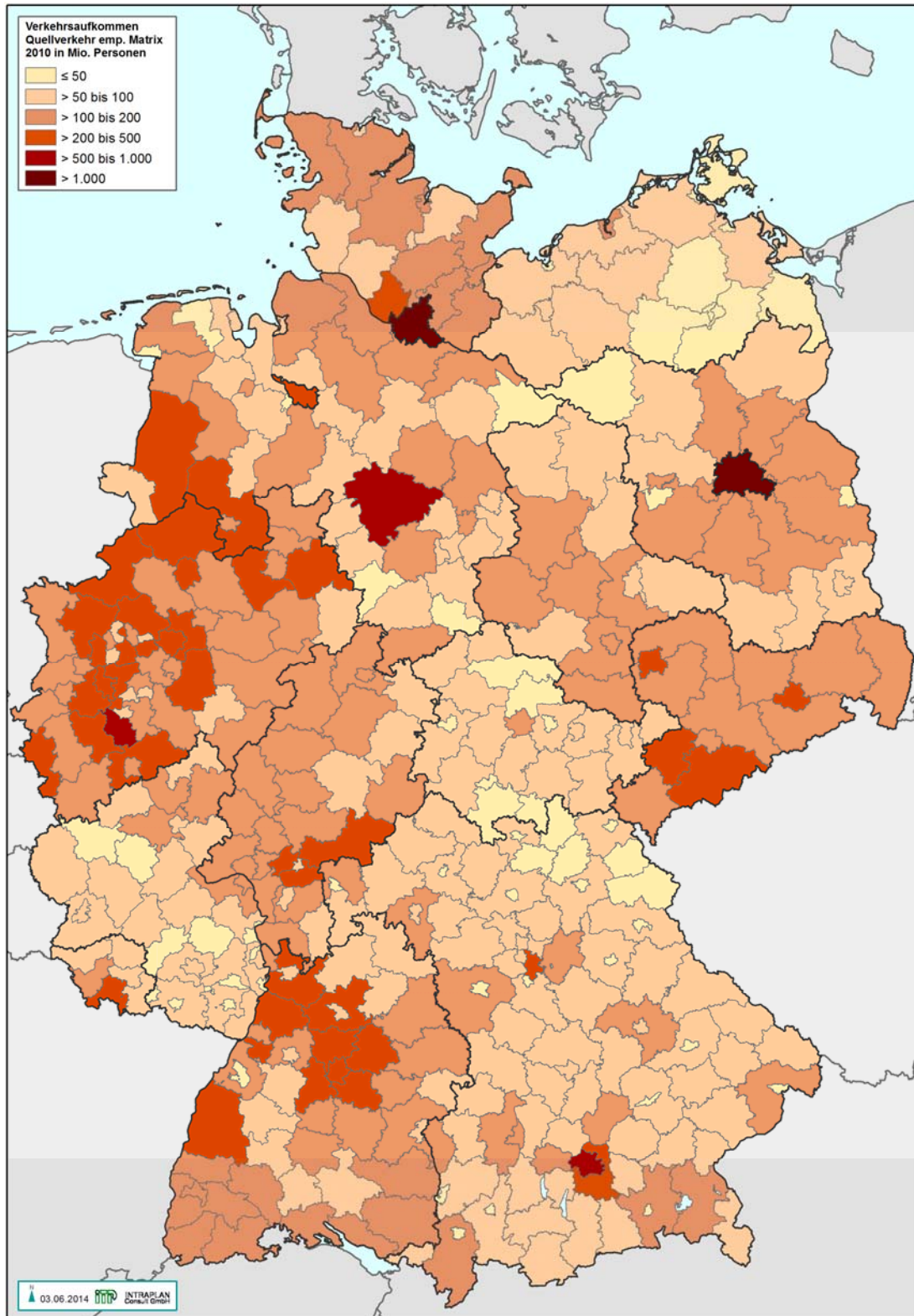


Abb. 4-4: Personenverkehrsaufkommen: Quellverkehr (nur Hinfahrten) je Einwohner in den Stadt- und Landkreisen in Deutschland - Gesamtverkehr (einschl. nicht-motorisierter Verkehr)

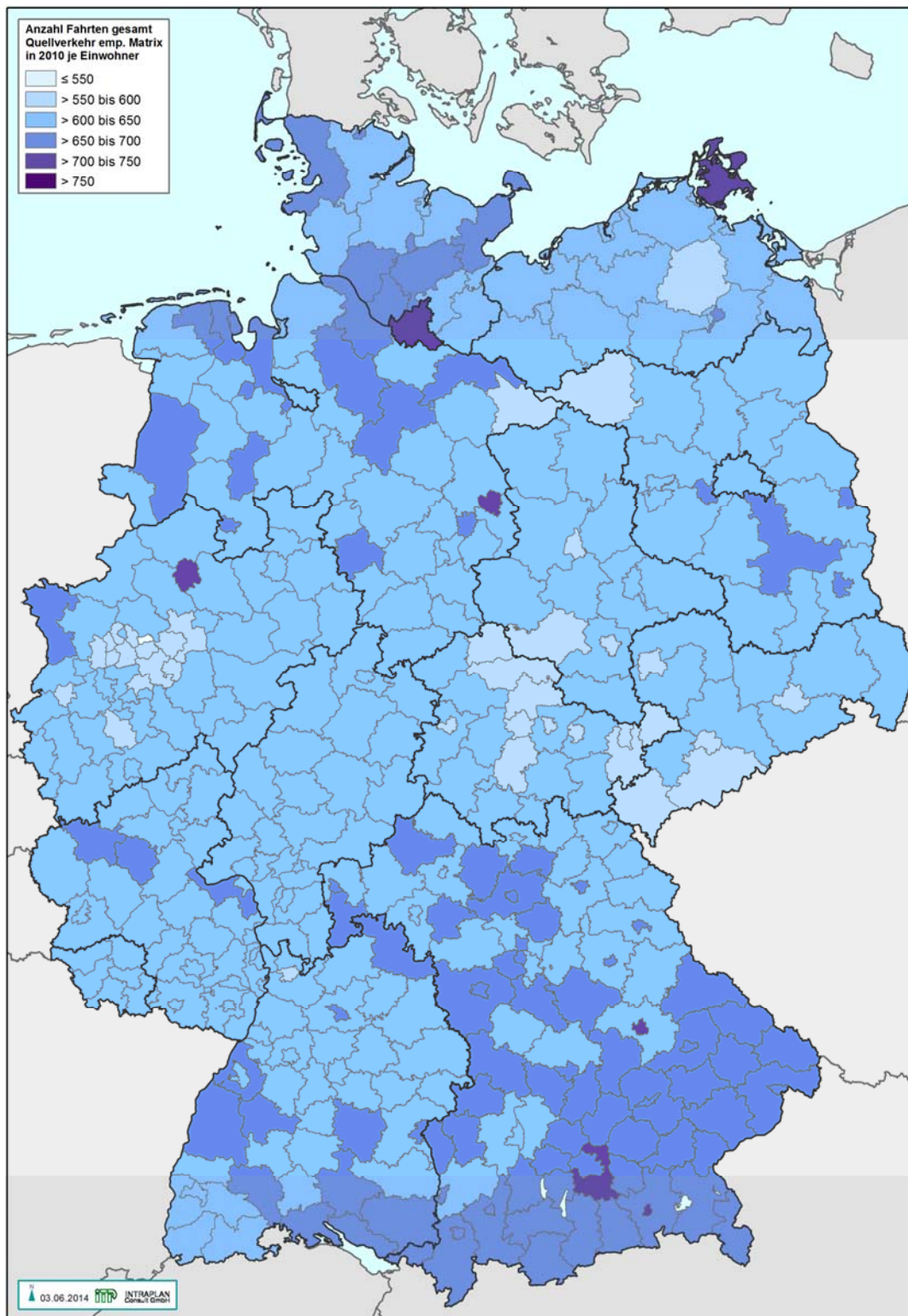
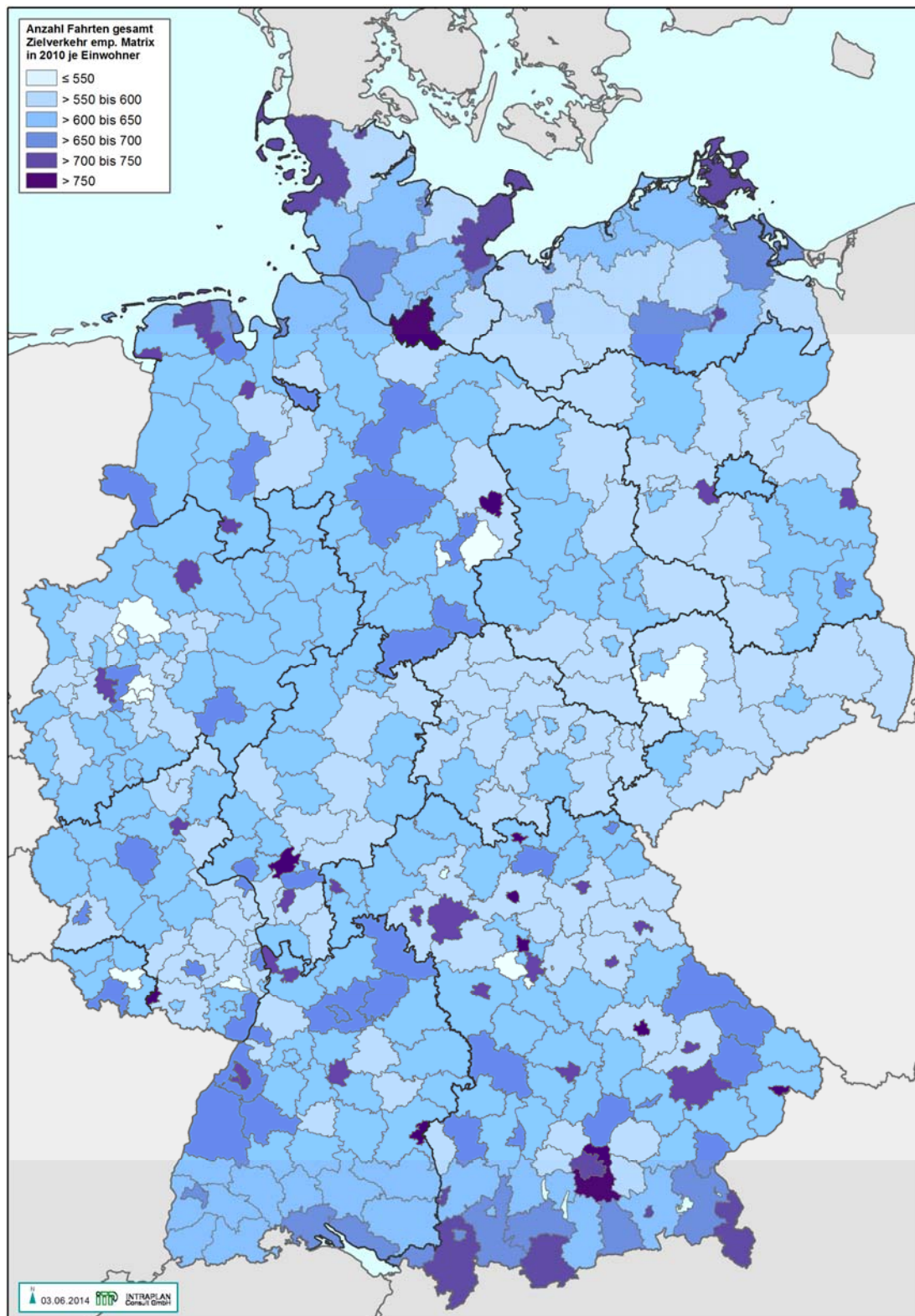


Abb. 4-5: Personenverkehrsaufkommen: Zielverkehr (der Hinfahrten) je Einwohner in den Stadt- und Landkreisen in Deutschland - Gesamtverkehr (einschl. nicht-motorisierter Verkehr)



Das **Verkehrsaufkommen insgesamt** und die **Fahrtzweckstruktur je Bundesland** zeigt Tab. 4-2. Daraus werden die unterschiedliche Größe der Bundesländer und deren Bedeutung in wirtschaftlichem und touristischem Sinne deutlich.

Tab. 4-2: Personenverkehrsaufkommen 2010 je Bundesland nach Fahrtzwecken (Quell- und Binnenverkehr)

Bundesland	Personenfahrten in Mio.	Anteil Fahrtzweck am Gesamtaufkommen in %					
		Beruf	Ausbildung	Einkauf	Geschäft	Urlaub	Privat
Schleswig-Holstein	3.600	14,3	7,0	32,4	5,6	0,1	40,6
Hamburg	2.500	19,0	7,0	31,5	6,7	0,2	35,6
Niedersachsen	9.941	14,9	7,2	32,1	5,9	0,1	39,8
Bremen	848	15,7	6,9	33,8	6,4	0,2	37,1
Nordrhein-Westfalen	21.397	15,0	7,1	33,1	5,8	0,1	38,8
Hessen	7.502	15,5	6,7	31,8	6,4	0,2	39,5
Rheinland-Pfalz	4.973	15,2	7,0	31,4	6,1	0,1	40,1
Baden-Württemberg	13.440	15,9	7,2	31,2	6,5	0,1	39,1
Bayern	16.330	15,8	6,9	31,0	6,5	0,1	39,7
Saarland	1.244	15,7	6,5	32,7	6,1	0,1	38,9
Berlin	4.158	16,7	7,0	34,2	5,2	0,2	36,7
Brandenburg	3.036	14,4	5,8	33,6	5,4	0,1	40,6
Mecklenburg-Vorpommern	2.022	14,1	5,7	33,4	5,7	0,1	41,1
Sachsen	4.832	15,2	5,7	34,4	5,8	0,1	38,8
Sachsen-Anhalt	2.776	14,7	5,6	34,6	5,7	0,1	39,4
Thüringen	2.615	15,1	5,6	33,9	6,1	0,1	39,3
Ausland ¹⁾	551	9,5	1,4	11,0	12,6	12,8	52,7
Summe²⁾	101.765	15,4	6,8	32,2	6,1	0,2	39,3

1) im Verkehr mit Deutschland und Durchgangsverkehr (im Luftverkehr im Kurzstreckenbereich, siehe Abb. 2-9)

2) Geringfügige Unterschiede gegenüber Tab. 4-1 wegen des hier nur teilweise berücksichtigten Luftzubringerverkehrs

4.1.3 Regionaler Modal-Split

In der gleichen Gliederung wie in Tab. 4-2 für die Fahrtzweckstruktur sind die aus Sicht der Verkehrspolitik wichtigeren **Anteile der Verkehrsmittel je Bundesland** gezeigt.

Tab. 4-3: Personenverkehrsaufkommen je Bundesland nach Verkehrsmitteln (Quell- und Binnenverkehr)

Bundesland	Personenfahrten in Mio.	Anteil Verkehrsmittel am Gesamtaufkommen in %					
		Bahn	MIV	Luft	ÖSPV	Fahrrad	Fußgänger
Schleswig-Holstein	3.600	1,4	54,4	0,0	5,9	13,9	24,3
Hamburg	2.500	11,7	37,8	0,1	17,1	10,6	22,7
Niedersachsen	9.941	1,2	56,1	0,0	6,3	13,9	22,5
Bremen	848	2,3	38,1	0,0	16,1	17,7	25,8
Nordrhein-Westfalen	21.397	1,7	52,6	0,0	10,9	9,8	25,0
Hessen	7.502	2,9	60,5	0,0	7,8	5,7	23,1
Rheinland-Pfalz	4.973	1,5	63,4	0,0	6,3	5,9	22,8
Baden-Württemberg	13.440	2,2	58,7	0,0	8,0	7,2	23,8
Bayern	16.330	2,3	57,9	0,0	8,2	9,2	22,2
Saarland	1.244	1,2	61,4	0,0	8,1	5,8	23,4
Berlin	4.158	9,3	34,1	0,1	24,4	10,3	21,9
Brandenburg	3.036	1,9	58,8	0,0	5,2	11,8	22,3
Mecklenburg-Vorpommern	2.022	1,0	56,7	0,0	6,2	11,2	24,9
Sachsen	4.832	1,2	55,6	0,0	9,2	7,5	26,6
Sachsen-Anhalt	2.776	1,0	56,6	0,0	6,6	11,4	24,4
Thüringen	2.615	0,8	59,8	0,0	6,3	5,2	27,9
Ausland ¹⁾	551	4,1	83,3	4,4	7,4	0,8	0,0
Summe²⁾	101.765	2,4	55,5	0,1	9,1	9,3	23,6

1) im Verkehr mit Deutschland und Durchgangsverkehr (im Luftverkehr im Kurzstreckenbereich, siehe Abb. 2-9)

2) Geringfügige Unterschiede gegenüber Tab. 4-1 wegen des hier nur teilweise berücksichtigten Luftzubringerverkehrs

Daraus wird ersichtlich, dass in den Stadtstaaten der ÖV-Anteil deutlich höher ist als in den Flächenländern, wo die Dominanz des MIV noch deutlicher gravierender ist. Es ist hier allerdings darauf hinzuweisen, dass sich die Anteile auf das Verkehrsaufkommen in Personenfahrten (bzw. Wege) beziehen. Da die kurzen Nahverkehrsfahrten viel häufiger vorkommen als Fahrten mit langer Fahrtweite, wird bei dieser Darstellung die Bedeutung des nichtmotorisierten Verkehrs für den Gesamtverkehr, hier die Gesamtverkehrsleistung) deutlich überschätzt, dagegen die Bedeutung von Bahn- und insbesondere Luftverkehr deutlich unterschätzt.

So zeigt die Darstellung der Verkehrsmittelanteile nach Entfernungsklassen in Tab. 4-4, dass in entfernteren Klassen der Bahn und der Luftverkehr eine große Bedeutung haben und in fast allen Entfernungsklassen bis etwa 1000 km der MIV das dominierende Verkehrsmittel ist.

Tab. 4-4: Verkehrsaufkommen in Deutschland 2010 nach Verkehrsmitteln und Entfernungsklassen (in Mio. Personenfahrten/Jahr)

Entfernungsklasse ¹⁾	Bahn	MIV	Luft	ÖSPV	Fahrrad	Fußgänger	Summe
0-10	1.063	40.976	0	7.577	8.912	24.011	82.538
11-50	1.010	11.405	0	1.609	563	0	14.587
51-150	245	2.994	0	36	4	0	3.280
151-300	59	685	1	27	0	0	772
301-600	49	327	22	16	0	0	413
601-1000	8	65	24	9	0	0	105
>1000	1	24	85	3	0	0	113
Summe	2.434	56.475	132	9.277	9.479	24.011	101.808

1) hier: Gesamtentfernung, d.h. inkl. Streckenanteile im Ausland, ohne Transitverkehr

Der Modal-Split ist also deutlich beeinflusst durch die **Entfernungsstruktur**, darüber hinaus aber auch von der **Siedlungsstruktur**, wie in den folgenden Abbildungen gezeigt wird.

So ist in Abb. 4-6 der **ÖV-Anteil** (hier Anteil **Bahn + ÖSPV** am Gesamtverkehr, einschließlich nichtmotorisierter Verkehr) dargestellt.

Die **höchsten ÖV-Anteile** sind demnach in den **Kernstädten** anzutreffen. Aufgrund der starken Pendlerverflechtungen mit dem Umland, die zum großen Teil vor allem mit S-Bahn bewältigt werden, ist der ÖV-Wert auch in den Umlandkreisen um die großen Kernstädte überdurchschnittlich (z.B. Raum Stuttgart, Hamburg, München).

Gegenläufig zum ÖV ist der **Anteil des MIV** besonders in den ländlichen Kreisen hoch und in den Kernstädten niedrig (siehe Abb. 4-7). Dass in den Umlandkreisen der großen Ballungszentren, wo der ÖV-Anteil überdurchschnittlich ist auch der MIV überproportionale Anteile hat, liegt zum Teil an der starken Verflechtung mit den Kernstädten, bei denen die Wahl zwischen ÖV und MIV besteht, aber aus Entfernungsgründen nicht die Wahl zwischen motorisiertem und nichtmotorisiertem Verkehr, wie diese z.B. bei innerstädtischen bzw. innergemeindlichen Verkehren besteht.

Abb. 4-6: ÖV-Anteil je Stadt- und Landkreis 2010 (Anteil Bahn + ÖSPV, in % vom Gesamtverkehr, einschl. nichtmotorisierter Verkehr)

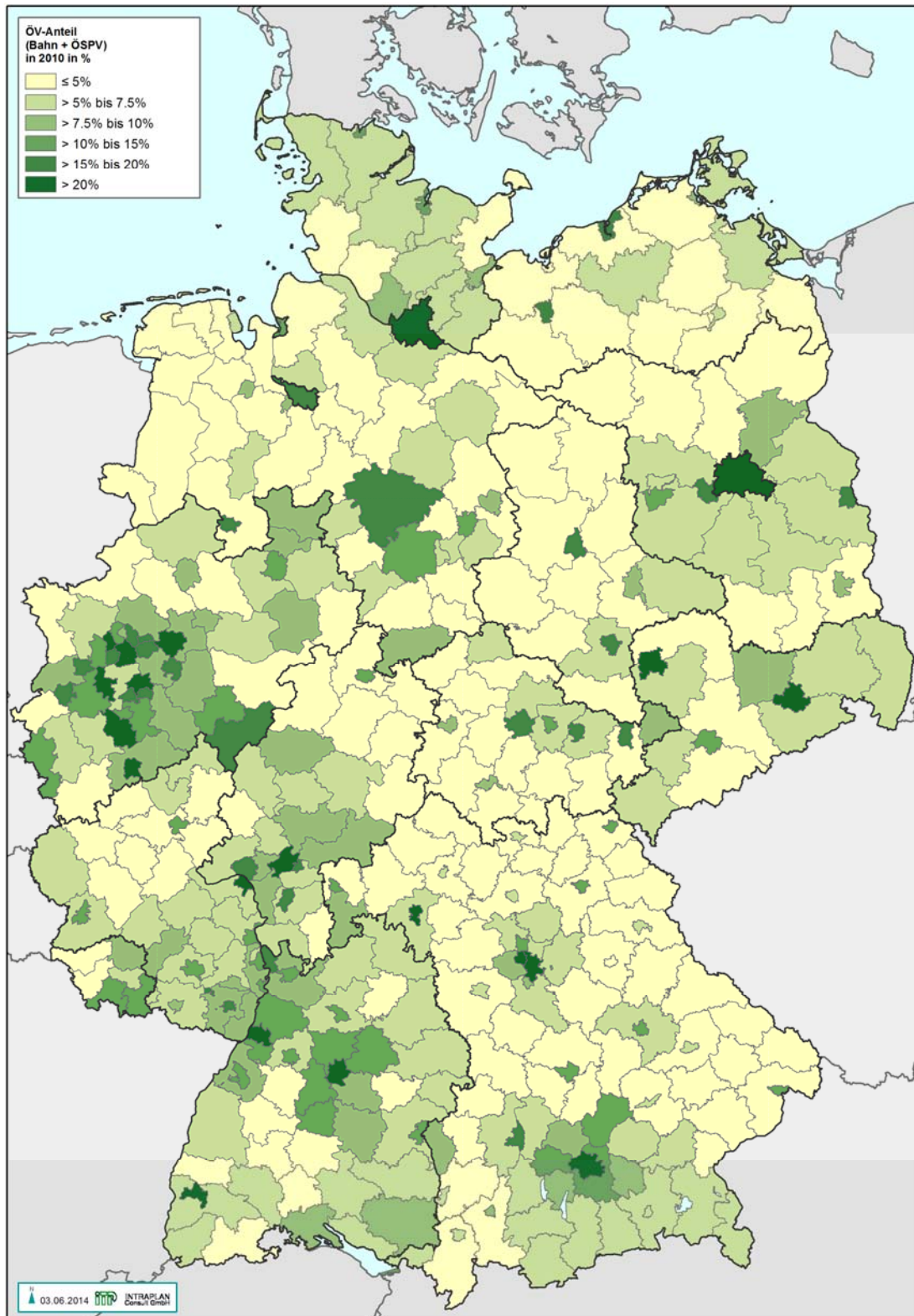
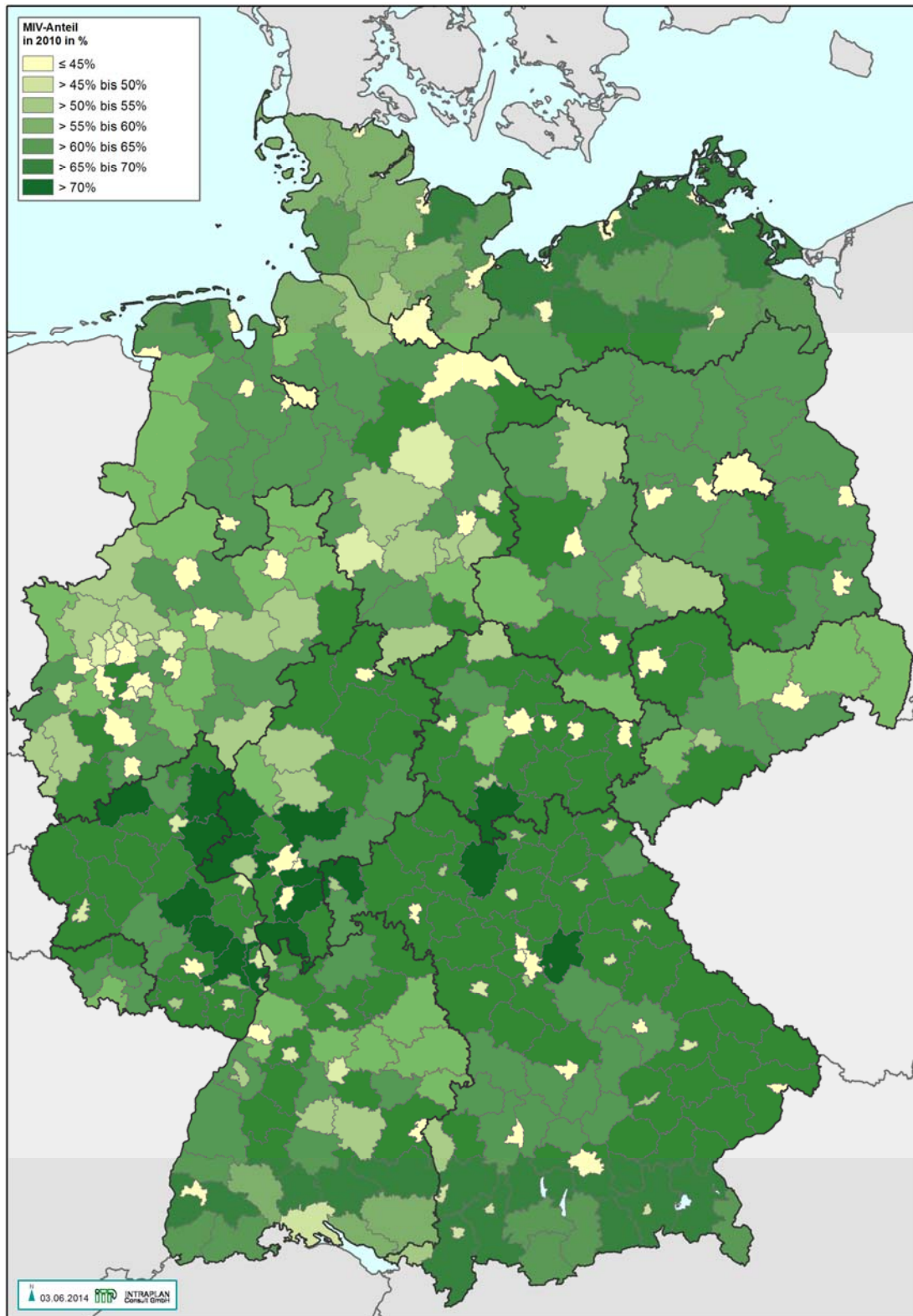


Abb. 4-7: MIV-Anteil je Stadt- und Landkreis 2010 (Anteil MIV, in % vom Gesamtverkehr, einschl. nichtmotorisierter Verkehr)



Die Verkehrsmittelwahl hängt also stark von der **Entfernungsstruktur** und der Siedlungsstruktur ab. Daneben kann sogar die **Topographie** eine Rolle spielen, wie der Anteil des Fahrradverkehrs je Region in Abb. 4-8 zeigt.

Dieser ist in Norddeutschland deutlich höher als in weiten Teilen Süddeutschlands, insbesondere der Mittelgebirgszonen.

Für den **Luftverkehr** (siehe Abb. 4-9, hier sind aufgrund der kleinen Anteile am Gesamtverkehr die Flugreisen pro Einwohner gezeigt) spielen dagegen andere Kriterien eine Rolle. Dies ist neben den großen Kernstädten mit vielen international tätigen Unternehmen die Nähe zu den **großen Flughäfen**, wobei diese beiden Kriterien häufig zusammenfallen: Unternehmen mit hoher internationaler Verflechtung haben häufig in Flughafennähe ihren Standort.

Abb. 4-8: Anteil des Fahrradverkehrs (in Prozent) am Gesamtverkehrsaufkommen je Stadt- und Landkreis 2010

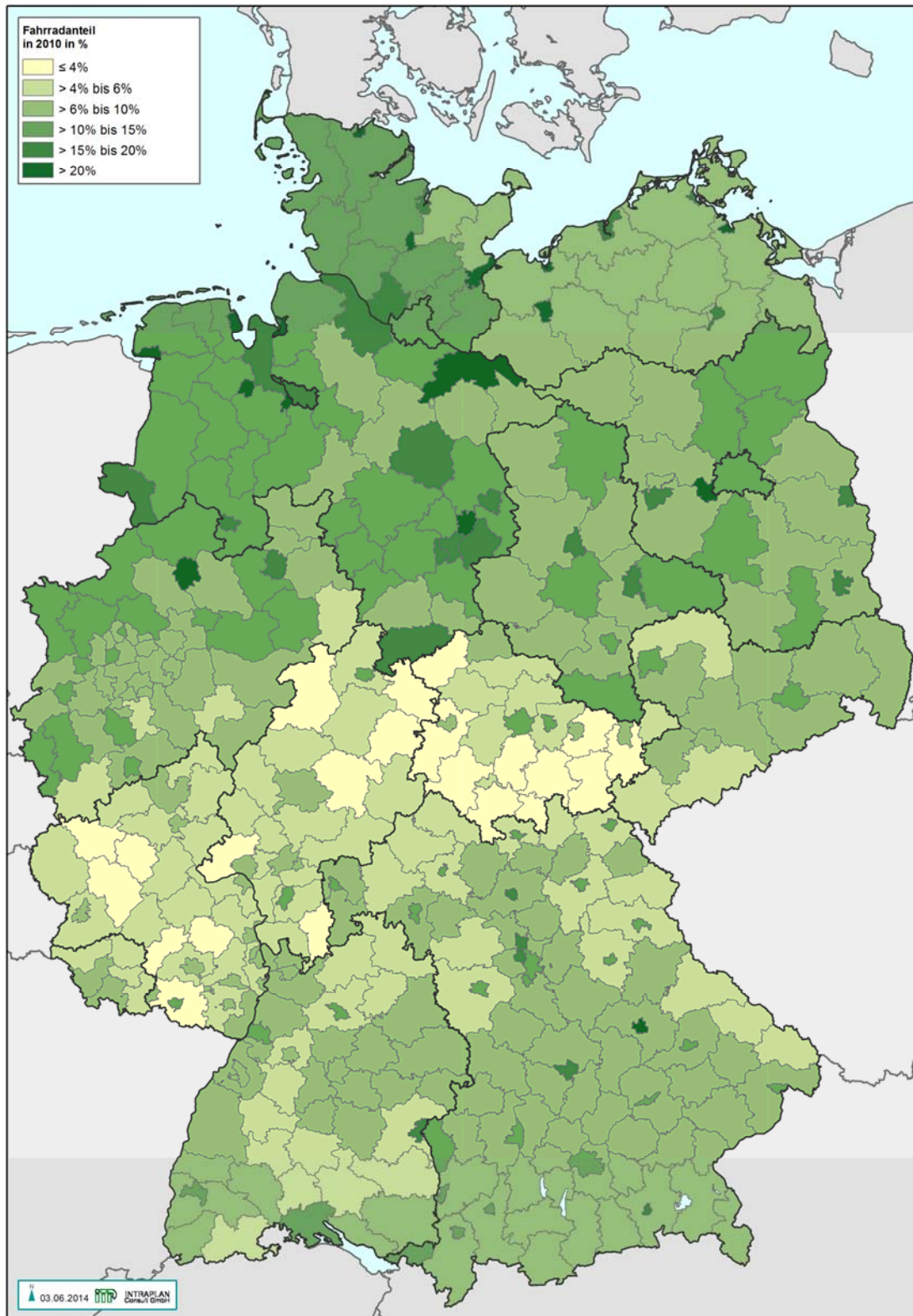
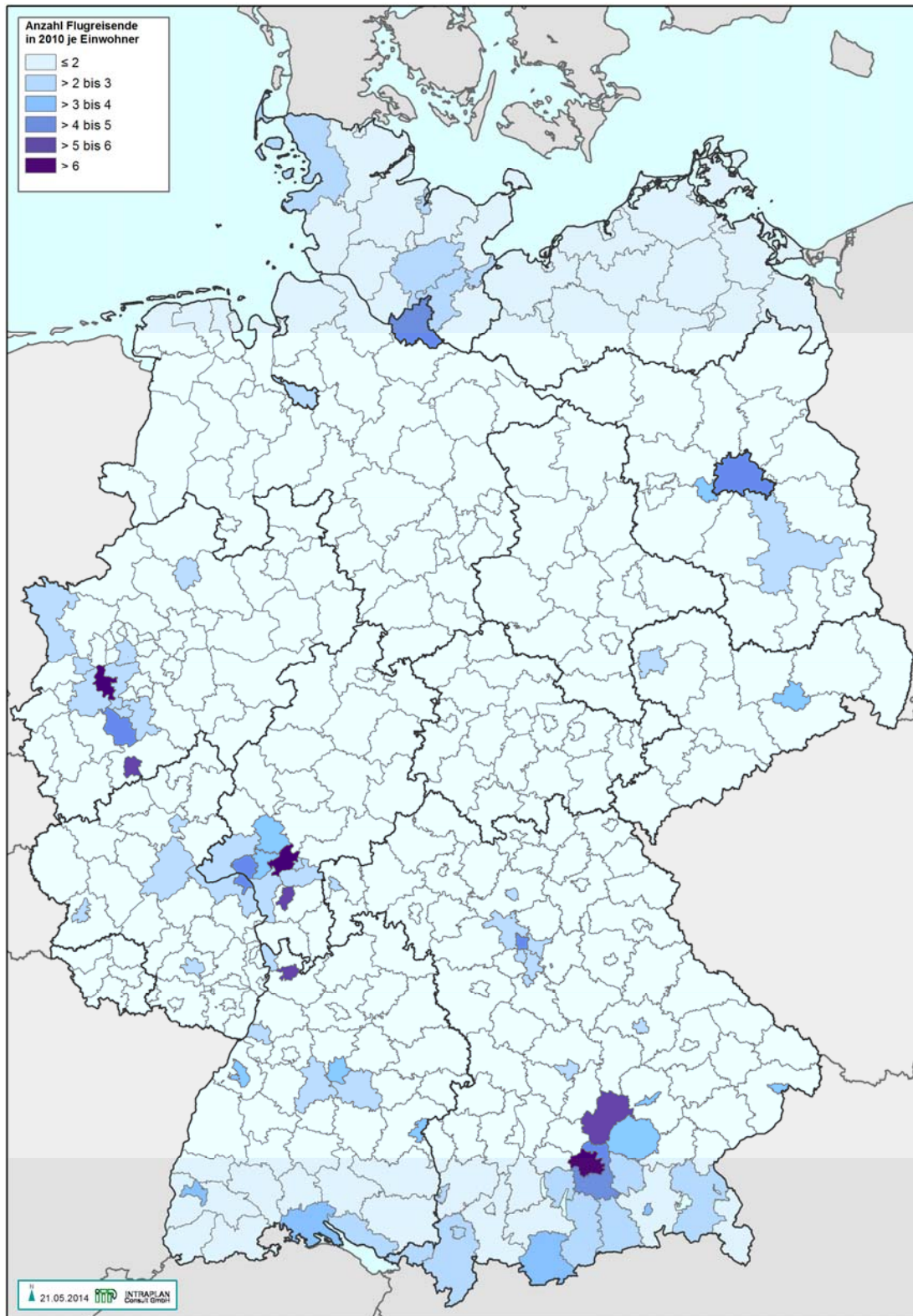


Abb. 4-9: Flugreisende pro Einwohner (Quell- und Zielverkehr, d.h. einschl. Besucher aus dem Ausland)



4.2 Ergebnisse der Prognose

Die im Folgenden beschriebenen Ergebnisse der Personenverkehrsprognose sind das Resultat der **Abstimmung** zwischen der **Makro-** und der **Mikroprognose**.

4.2.1 Gesamtergebnis

Im **gesamten Personenverkehr** (einschließlich der nichtmotorisierten Fahrten) wächst das **Verkehrsaufkommen** zwischen 2010 und 2030 von 101,8 Mrd. auf 103,0 Mrd. Fahrten oder um 1,2 % (vgl. Tab. 4-5). Der motorisierte Verkehr nimmt dabei um 3,8 % zu. Die **Verkehrsleistung**, die wichtigste Kenngröße zur Bestimmung der Verkehrsentwicklung, erhöht sich aufgrund des überproportional wachsenden Fernverkehrs und steigender Fahrtweiten deutlich stärker, nämlich insgesamt von 1.184 Mrd. Pkm in 2010 auf 1.329 Mrd. oder um 12,2 %. Bei Betrachtung allein des motorisierten Verkehrs liegt der Zuwachs bei 12,9 %, was einem durchschnittlich jährlichen Wachstum von 0,6 % p.a. entspricht.

Die **Hauptgründe** für die Zunahme der Mobilität liegen auch künftig im **Wirtschaftswachstum** und in der Individualmotorisierung. Bei ersterem ist mit jahresdurchschnittlich 1,14 % im Prognosezeitraum ein moderateres Wachstum unterstellt worden als bei der vergangenen Bundesprognose (1,7 % zwischen 2004 und 2025). Die Veränderung der **Altersstruktur** wirkt zwar dämpfend auf das Verkehrswachstum, wird aber deutlich überkompensiert durch das Mobilitätswachstum innerhalb der Alters- bzw. Lebenszyklusgruppen, das wiederum von der Einkommensentwicklung abhängt.

Im motorisierten **Individualverkehr** wächst die **Fahrtenzahl** von 56,5 auf 59,1 Mrd., d.h. um **4,6 %**. Dessen Dominanz wird sich damit nochmals geringfügig erhöhen, indem sein Anteil am motorisierten Verkehr von 82,7 % auf 83,3 % wächst. Verantwortlich für die anhaltende Expansion ist neben der Erweiterung des Pkw-Bestands die zunehmende Freizeitmobilität, bei der der Pkw-Verkehr eine überragende Rolle einnimmt. Die **Verkehrsleistung** steigt aufgrund des überproportionalen Wachstums der längeren Fahrten mit rund **10 %** stärker als das Aufkommen, und zwar von 902 Mrd. (2010) auf 992 Mrd. Pkm. Da der expandierende Luftverkehr und der ebenfalls zunehmende Bahnverkehr an der Leistung einen weit größeren Anteil besitzen als am Aufkommen, nimmt der Anteil des Individualverkehrs hier – im Gegensatz zur Fahrtenzahl – etwas ab, nämlich von 80,8 % auf 78,6%.

Tab. 4-5: Entwicklung des gesamten Personenverkehrs nach Verkehrszweigen

	Absolute Werte		Modal-Split (%)		Veränderung 2030 : 2010	
	2010	2030	2010	2030	insgesamt in %	in % p.a.
Verkehrsaufkommen (Mio. Personen)						
			des motorisierten Verkehrs			
Motor. Individualverkehr	56.503	59.080	82,7	83,3	4,6	0,2
Eisenbahnverkehr	2.435	2.603	3,6	3,7	6,9	0,3
ÖSPV	9.280	9.068	13,6	12,8	-2,3	-0,1
Luftverkehr	132	209	0,2	0,3	58,3	2,3
Summe Motoris. Verkehr	68.350	70.960	100	100,0	3,8	0,2
			des gesamten Verkehrs			
Summe Motoris. Verkehr	68.350	70.960	67,1	68,9	3,8	0,2
Fahrradverkehr	9.479	9.913	9,3	9,6	4,6	0,2
Fußwegverkehr	24.011	22.140	23,6	21,5	-7,8	-0,4
Insgesamt	101.840	103.013	100	100,0	1,2	0,1
Verkehrsleistung (Mrd. Pkm)						
			des motorisierten Verkehrs			
Motor. Individualverkehr	902,4	991,8	80,8	78,6	9,9	0,5
Eisenbahnverkehr	84,0	100,1	7,5	7,9	19,2	0,8
ÖSPV	78,1	82,8	7,0	6,6	6,0	0,3
Luftverkehr	52,8	87,0	4,7	6,9	64,8	2,5
Summe Motoris. Verkehr	1.117,3	1.261,7	100,0	100,0	12,9	0,6
			des gesamten Verkehrs			
Summe Motoris. Verkehr	1.117,3	1.261,7	94,3	95,0	12,9	0,6
Fahrradverkehr	32,4	35,0	2,7	2,6	8,0	0,4
Fußwegverkehr	34,6	32,0	2,9	2,4	-7,5	-0,4
Insgesamt	1.184,3	1.328,7	100,0	100,0	12,2	0,5

Im **Eisenbahnverkehr** ist für das **Verkehrsaufkommen** mit einer **Steigerung** um 6,9 % auf das Niveau von ca. 2,6 Mrd. Fahrten zu rechnen. Damit steigt dessen Marktanteil am gesamten motorisierten Personenverkehr von 3,6 auf 3,7 %. Bezogen auf die **Verkehrsleistung** steigt der Bahnverkehr um 19,2 % und damit deutlich stärker als die anderen landgebundenen Verkehrs-

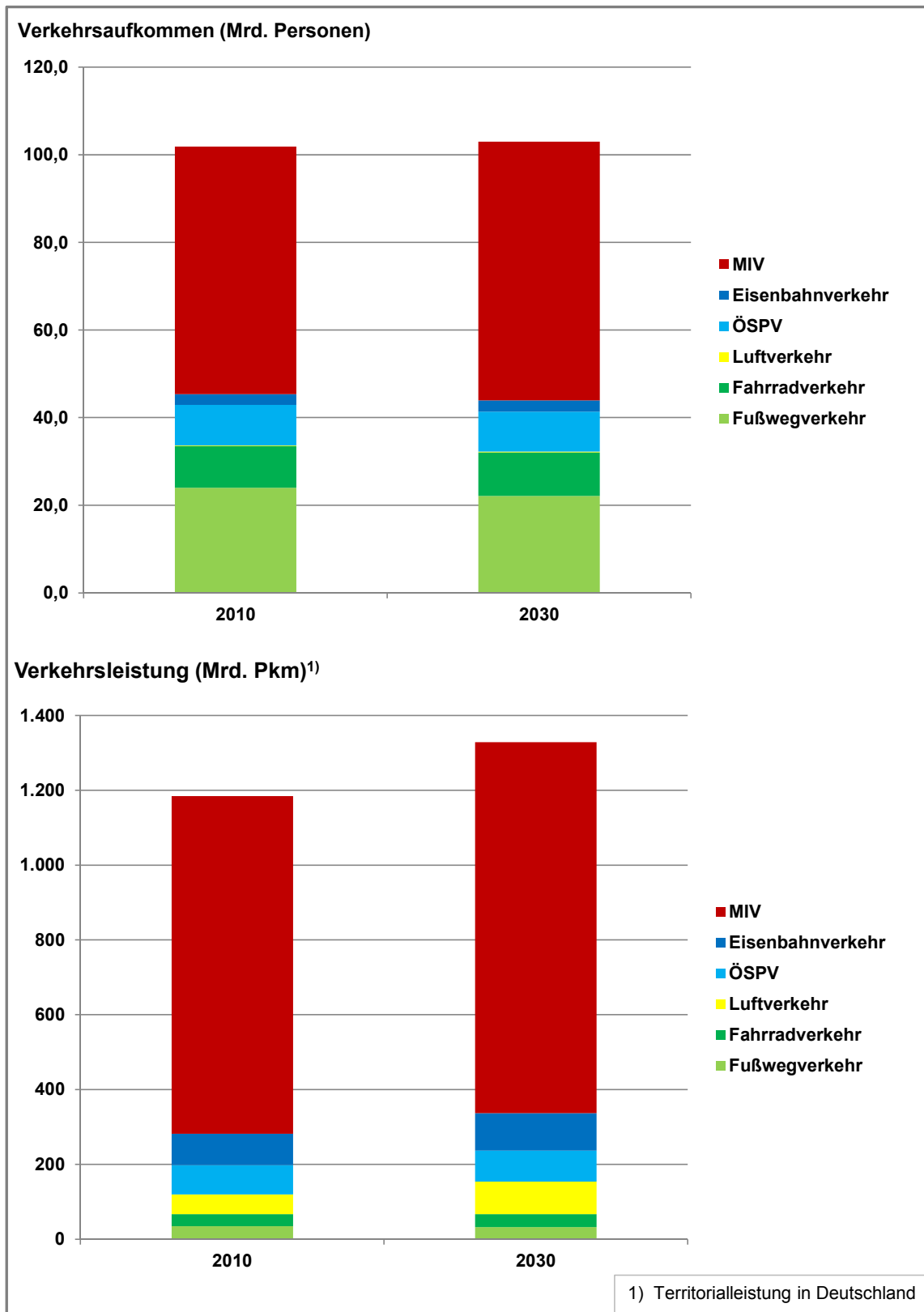
zweige. Dies ist insbesondere auf die **erheblichen Angebotsverbesserungen** aufgrund des hier unterstellten Ausbaus des Schienennetzes vor allem im Fernverkehr, aber auch aufgrund des deutlich erhöhten Angebots im Nahverkehr zurückzuführen. Wenn diese Maßnahmen realisiert werden, kann die Eisenbahn ihren Marktanteil an der motorisierten Verkehrsleistung von 7,5 % auf 7,9 % ausweiten.

Der Anstieg wäre noch stärker, würde nicht der **Fernlinienbus** einen Teil des Fernverkehrsmarktes erobern, wie das ja schon derzeit sichtbar ist. Ohne dessen Expansion würde der **Öffentliche Straßenpersonenverkehr (ÖSPV)** nicht nur beim Verkehrsaufkommen (- 2,3 %) von 9,28 auf 9,07 Mrd. Personenfahrten, sondern auch bei der Verkehrsleistung abnehmen. So aber steigt die Verkehrsleistung des ÖSPV insgesamt um 6 % von 78,1 auf 82,8 Mrd. Pkm an. Davon entfallen auf den Fernlinienbusverkehr 8,8 Mrd. Pkm bei 25 Mio. Personenfahrten (in 2010: 1,2 Mrd. Pkm bei ca. 3 Mio. Personenfahrten, hauptsächlich im Berlin-Verkehr und auf einigen 2010 schon bestehenden internationalen Linien). Dabei gewinnt der Fernlinienbus **nicht nur Marktanteile auf Kosten der Eisenbahn**, sondern auch vom Motorisierten Individualverkehr (MIV), und zudem ist „Neuverkehr“ aufgrund der günstigen Angebote festzustellen.

Im **Luftverkehr** findet das mit Abstand **stärkste Wachstum** statt. Er profitiert neben dem anhaltenden Trend zu Fernreisen im Urlaubsverkehr und der international zunehmenden Verflechtung der Wirtschaft vor allem auch vom Wachstum des sonstigen Privatverkehrs (Kurzreisen gerade auch durch die wachsende Zahl internationaler Besucher nach Deutschland, Verwandten-/Bekanntenbesuche, vor allem auch von Personen mit Migrationshintergrund, sowie vom zunehmenden Reiseverkehr zwischen Freizeit- und Heimatwohnsitz). Das Wachstum ist mit durchschnittlich 2,3 % p.a. beim Aufkommen und 2,5 % bei der Leistung deutlich geringer als in der Vergangenheit (zwischen 1995 und 2013 Wachstum von durchschnittlich 3,6 % p.a.). Dies liegt an dem schwächer angenommenen Wirtschaftswachstum, das auf den Luftverkehr einen besonders starken Einfluss hat.

Beim **nichtmotorisierten Verkehr** nehmen die **Fußwege** deutlich ab (- 7,8 %), was zum Teil auf die zurückgehenden Schülerzahlen zurückzuführen ist, aber auch auf siedlungsstrukturelle Faktoren (z.B. Konzentration des Einzelhandels). Dagegen wächst der **Fahrradverkehr** um 4,6 % beim Aufkommen und um 8 % bei der Leistung, weil dieses Verkehrsmittel im innerstädtischen Verkehr gegenüber dem MIV (Parkraum, Parkkosten, niedrige Geschwindigkeiten), z.T. auch gegenüber dem Busverkehr Vorteile hat und gegenüber dem Fußgänger eine höhere Mobilität gewährleisten kann. Hinzu kommt die hohe Attraktivität als Freizeit-Verkehrsmittel.

Abb. 4-10: Entwicklung des gesamten Personenverkehrs nach Verkehrszweigen



4.2.2 Detailergebnisse nach Fahrtzwecken

4.2.2.1 Berufsverkehr

Der Berufsverkehr ist – im Gegensatz vor allem zum Privat- und zum Urlaubsverkehr – kein frei disponibler, sondern ein sog. "Zwangsverkehr". Deshalb korreliert das Verkehrsaufkommen in diesem Fahrtzweck eng mit dessen Leitdatum, der Zahl der **Erwerbstätigen**. Die darauf bezogene **Fahrtenhäufigkeit** im **gesamten** Personenverkehr (einschließlich der nichtmotorisierten Fahrten) hat sich in der Vergangenheit längerfristig nur geringfügig verändert. Aufgrund des angenommenen Rückgangs der Erwerbstätigen gehen deshalb auch die Personenfahrten um 2,5 % zurück (siehe Tab. 4-6).

Expansiv wirkt wie in der Vergangenheit die weitere Zunahme der **räumlichen Trennung** zwischen Wohnung und Arbeitsplatz. Die Zahl der Arbeitsplätze, in denen kein Weg (auch kein nichtmotorisierter) erforderlich ist, wird auch künftig abnehmen. Dies kommt zustande durch den Rückgang der in der Landwirtschaft Beschäftigten, aber auch durch die Entwicklung in den Freien Berufen, bei denen die Einheit zwischen Wohnung und Arbeitsstätte zunehmend verloren geht. Saldiert ist mit einer **geringfügigen Zunahme der Fahrtenhäufigkeit pro Erwerbstätigen** zu rechnen, die allerdings durch das Wachstum von Teilzeitarbeitsplätzen (wenn Teilzeit mit einer Reduktion der Arbeitstage verbunden ist) und der "Home Office"-Arbeitsplätze gebremst wird. Letztere haben – das zeigen die Analysen – aber nicht zu einem sichtbaren Rückgang der Fahrtenzahlen geführt. Und dies wird vermutlich auch so bleiben, da auch bei "Home Office"-Tätigkeiten Aufenthalte am Betriebsstandort häufig erforderlich sind.

Die **nichtmotorisierten** Fahrten werden im Berufsverkehr weiterhin an Gewicht **verlieren**. Denn die **Entfernungen** zwischen Wohnung und Arbeitsplatz werden trotz gebremster Suburbanisierung durch die wachsende Spezialisierung auf dem Arbeitsmarkt weiter zunehmen. Aus diesen Gründen wird der **Anteil** der Fußwege von 8,8 auf 7,9 % sinken (- 11,9 % bezogen auf die Anzahl der Personenfahrten).

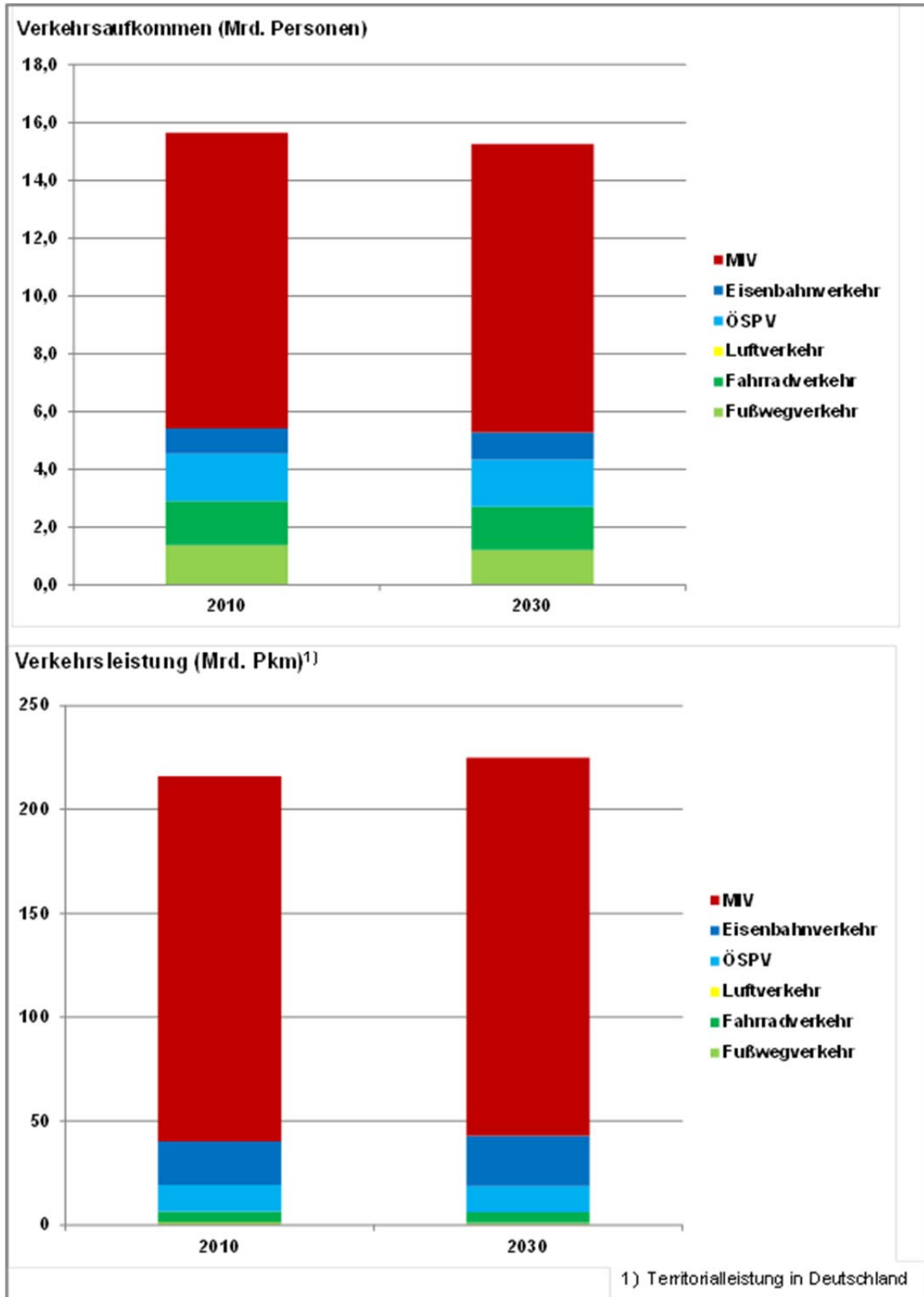
Der Fahrradverkehr und das MIV-Aufkommen gehen etwa proportional mit dem Berufsverkehr insgesamt zurück, während die Anteile der Öffentlichen Verkehrsmittel, und zwar des ÖSPV leicht und des Eisenbahnverkehrs stark zunehmen. Letzteres ist durch zwei Faktoren begründet: Erstens durch die zunehmenden Fahrtweiten, die gerade beim Berufsverkehr den Bahnverkehr dort positiv beeinflussen, wo das Verkehrsangebot gut ausgebaut ist; und zweitens die unterstellten Angebotsänderungen bzw. der unterstellte **Ausbau des Schienennetzes**. Wegen der

zunehmenden Fahrtweite nimmt auch die MIV-Leistung trotz abnehmender Fahrtenzahl zu. Dessen Modal-Split sinkt aber auch bei der Verkehrsleistung, und zwar von 84 auf 83,2 % beim motorisierten Verkehr, wobei dies ausschließlich dem SPNV zugute kommt.

Tab. 4-6: Entwicklung des Berufsverkehrs nach Verkehrszweigen

	Absolute Werte		Modal-Split (%)		Veränderung 2030 : 2010	
	2010	2030	2010	2030	insgesamt in %	in % p.a.
Verkehrsaufkommen (Mio. Personen)						
			des motorisierten Verkehrs			
Motor. Individualverkehr	10.230	9.983	80,2	79,5	-2,4	-0,1
Eisenbahnverkehr	872	942	6,8	7,5	8,0	0,4
ÖSPV	1.649	1.632	12,9	13,0	-1,0	-0,0
Luftverkehr	0	0	0,0	0,0	--	--
Summe Motoris. Verkehr	12.751	12.557	100,0	100,0	-1,5	-0,1
			des gesamten Verkehrs			
Summe Motoris. Verkehr	12.751	12.557	81,5	82,3	-1,5	-0,1
Fahrradverkehr	1.523	1.493	9,7	9,8	-2,0	-0,1
Fußwegverkehr	1.370	1.207	8,8	7,9	-11,9	-0,6
Insgesamt	15.644	15.257	100,0	100,0	-2,5	-0,1
Verkehrsleistung (Mrd. Pkm)						
			des motorisierten Verkehrs			
Motor. Individualverkehr	175,9	181,9	84,0	83,2	3,4	0,2
Eisenbahnverkehr	20,9	24,1	10,0	11,0	15,3	0,7
ÖSPV	12,7	12,6	6,1	5,8	-0,8	-0,0
Luftverkehr	0,0	0,0	0,0	0,0	--	--
Summe Motoris. Verkehr	209,5	218,6	100,0	100,0	4,3	0,2
			des gesamten Verkehrs			
Summe Motoris. Verkehr	209,5	218,6	96,9	97,2	4,3	0,2
Fahrradverkehr	5,2	5,0	2,4	2,2	-3,8	-0,2
Fußwegverkehr	1,4	1,2	0,6	0,5	-14,3	-0,7
Insgesamt	216,1	224,8	100,0	100,0	4,0	0,2

Abb. 4-11: Entwicklung des Berufsverkehrs nach Verkehrszweigen



4.2.2.2 Ausbildungsverkehr

Das Nachfragepotential in Gestalt der **Schüler und Auszubildenden** wird im Prognosezeitraum kräftig sinken, während bei den Studenten aufgrund der höheren Studierendenquoten noch ein leichtes Wachstum zu erwarten ist. Deshalb wird das **Verkehrsaufkommen** im gesamten Ausbildungsverkehr (einschließlich der nichtmotorisierten Fahrten) um insgesamt 12,8 % zurückgehen, die **Verkehrsleistung** aber nur um **8,7 %** (vgl. Tab. 4-7).

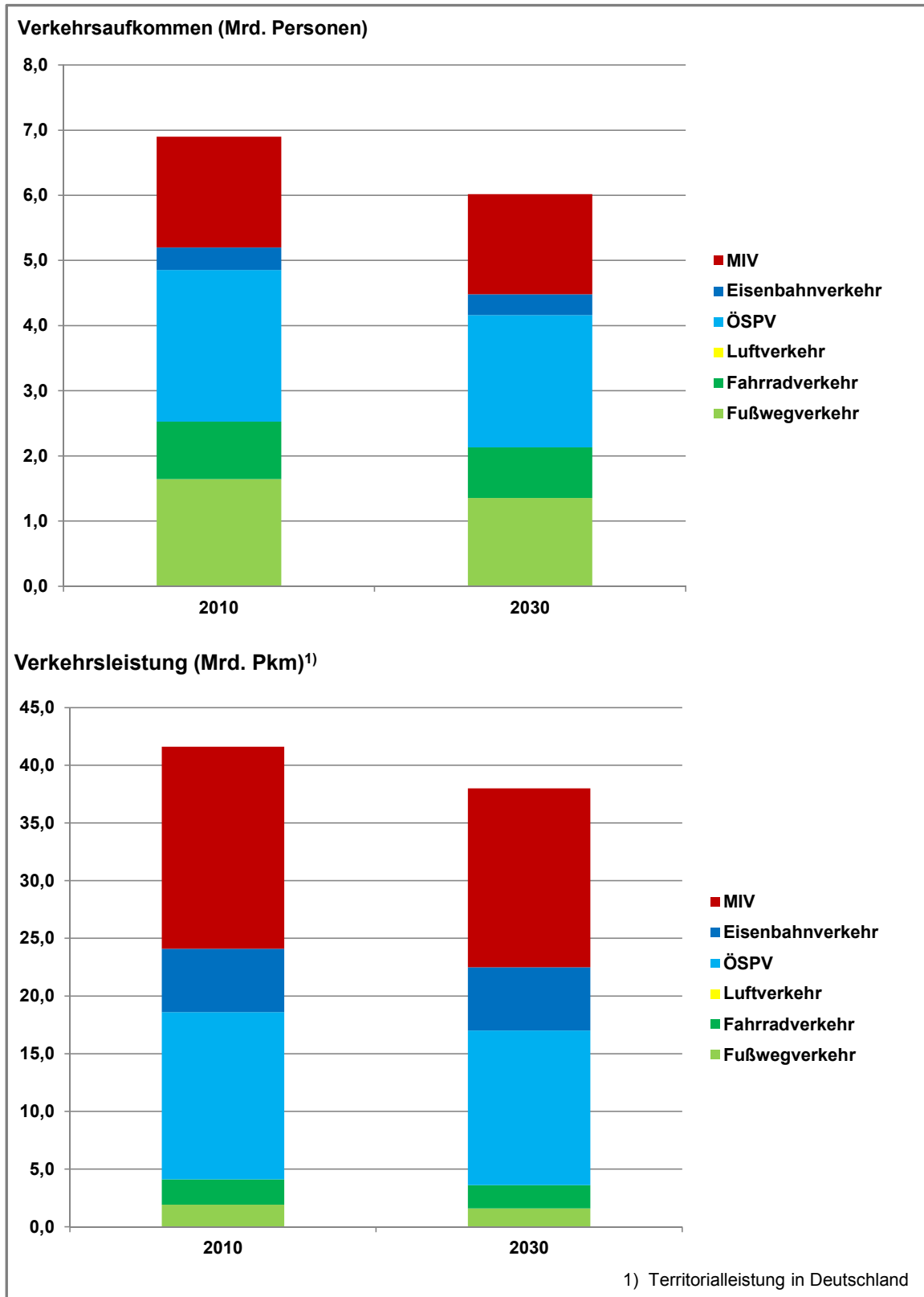
Aufgrund der geringen Schülerzahlen ist in manchen Regionen auch mit einem Rückgang der Schulstandorte zu rechnen und ggf. auch mit einem Wettbewerb zwischen Ausbildungseinrichtungen, was deshalb zum Teil zu verlängerten Durchschnittsentfernungen führen dürfte.

Die auch beim Fahrtzweck Ausbildung steigende Fahrtweite führt zu einem Rückgang vor allem der Fußwege (- 17,7 %). Auch die anderen Verkehrsmittel müssen Einbußen hinnehmen, unterproportional allerdings der Radverkehr, der MIV und vor allem der Eisenbahnverkehr, der wie schon im Berufsverkehr von den längeren Fahrtweiten, vor allem aber von den unterstellten verbesserten Verkehrsangeboten profitiert.

Tab. 4-7: Entwicklung des Ausbildungsverkehrs nach Verkehrszweigen

	Absolute Werte		Modal-Split (%)		Veränderung 2030 : 2010	
	2010	2030	2010	2030	insgesamt in %	in % p.a.
Verkehrsaufkommen (Mio. Personen)						
			des motorisierten Verkehrs			
Motor. Individualverkehr	1.700	1.533	38,9	39,5	-9,8	-0,5
Eisenbahnverkehr	346	321	7,9	8,3	-7,2	-0,4
ÖSPV	2.327	2.029	53,2	52,3	-12,8	-0,7
Luftverkehr	0	0	0	0	--	--
Summe Motoris. Verkehr	4.373	3.883	100	100	-11,2	-0,6
			des gesamten Verkehrs			
Summe Motoris. Verkehr	4.373	3.883	63,4	64,6	-11,2	-0,6
Fahrradverkehr	882	780	12,8	13	-11,6	-0,6
Fußwegverkehr	1.643	1.352	23,8	22,5	-17,7	-0,9
Insgesamt	6.898	6.015	100	100	-12,8	-0,7
Verkehrsleistung (Mrd. Pkm)						
			des motorisierten Verkehrs			
Motor. Individualverkehr	17,5	15,5	46,7	45,1	-11,4	-0,6
Eisenbahnverkehr	5,5	5,5	14,7	16	0	0
ÖSPV	14,5	13,4	38,7	39	-7,6	-0,4
Luftverkehr	0,0	0,0	0	0	--	--
Summe Motoris. Verkehr	37,5	34,4	100	100	-8,3	-0,4
			des gesamten Verkehrs			
Summe Motoris. Verkehr	37,5	34,4	90,1	90,5	-8,3	-0,4
Fahrradverkehr	2,2	2,0	5,3	5,3	-9,1	-0,5
Fußwegverkehr	1,9	1,6	4,6	4,2	-15,8	-0,8
Insgesamt	41,6	38,0	100	100	-8,7	-0,4

Abb. 4-12: Entwicklung des Ausbildungsverkehrs nach Verkehrszweigen



4.2.2.3 Einkaufsverkehr

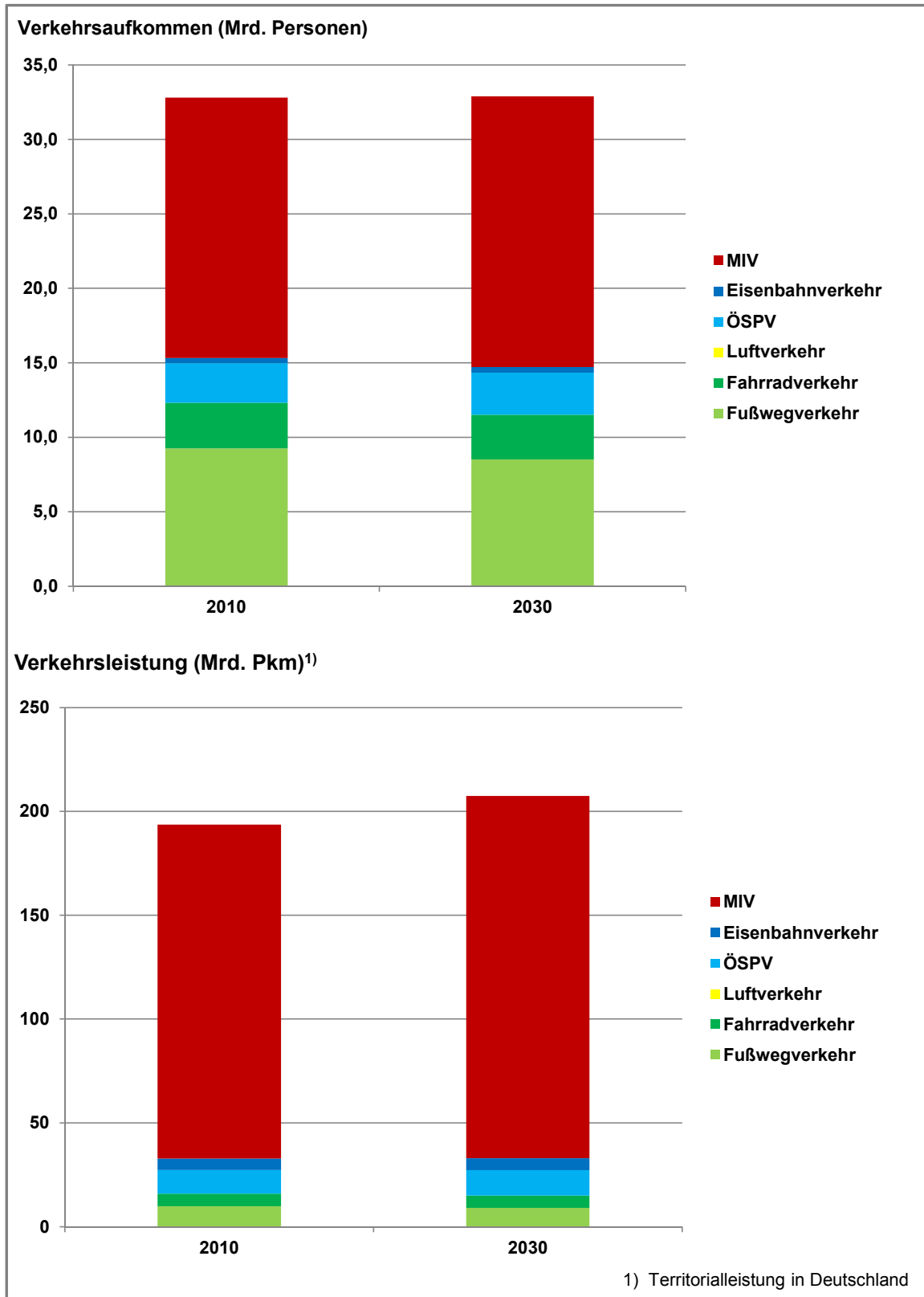
Während die Anzahl der Einkaufswege, hier sind neben dem Einkauf alle Erledigungstätigkeiten, Behörden-, Arztbesuche usw. eingeschlossen, im Prognosezeitraum nahezu konstant bleibt (+ 0,3 %, siehe Tab. 4-8), **steigt die Verkehrsleistung signifikant an**, und zwar um 7,2 %

Die Gründe hierfür sind vielschichtig: Gesteigerte bzw. spezialisierte Konsumbedürfnisse, mehr Erledigungsfahrten, z.T. die Konzentration des Einzelhandels, vor allem auch in ländlichen Gebieten (Lebensmittelgeschäfte fast nur noch "auf der grünen Wiese"). Letzteres führt zu einem **Rückgang** vor allem beim **nichtmotorisierten Verkehr**, während sowohl im ÖV (Bahn und ÖSPV), als auch im MIV Zuwächse zu verzeichnen sind. Hier gibt es quasi eine "Zweiteilung": in städtischen Gebieten nimmt die Bedeutung des ÖV in diesem Fahrtzweck relativ stark zu, in ländlichen Gebieten dagegen die des MIV.

Tab. 4-8: Entwicklung des Einkaufsverkehrs nach Verkehrszweigen

	Absolute Werte		Modal-Split (%)		Veränderung 2030 : 2010	
	2010	2030	2010	2030	insgesamt in %	in % p.a.
Verkehrsaufkommen (Mio. Personen)						
			des motorisierten Verkehrs			
Motor. Individualverkehr	17.486	18.182	85,3	85	4	0,2
Eisenbahnverkehr	355	380	1,7	1,8	7	0,3
ÖSPV	2.649	2.830	12,9	13,2	6,8	0,3
Luftverkehr	0	0	0	0	--	--
Summe Motoris. Verkehr	20.490	21.392	100	100	4,4	0,2
			des gesamten Verkehrs			
Summe Motoris. Verkehr	20.490	21.392	62,5	65	4,4	0,2
Fahrradverkehr	3.073	2.988	9,4	9,1	-2,8	-0,1
Fußwegverkehr	9.245	8.519	28,2	25,9	-7,9	-0,4
Insgesamt	32.808	32.899	100	100	0,3	0
Verkehrsleistung (Mrd. Pkm)						
			des motorisierten Verkehrs			
Motor. Individualverkehr	160,8	174,5	90,5	90,6	8,5	0,4
Eisenbahnverkehr	5,4	5,8	3	3	7,4	0,3
ÖSPV	11,4	12,2	6,4	6,3	7	0,3
Luftverkehr	0	0	0	0	--	--
Summe Motoris. Verkehr	177,6	192,5	100	100	8,4	0,4
			des gesamten Verkehrs			
Summe Motoris. Verkehr	177,6	192,5	91,7	92,8	8,4	0,4
Fahrradverkehr	6,1	5,9	3,2	2,8	-3,3	-0,2
Fußwegverkehr	9,9	9,1	5,1	4,4	-8,1	-0,4
Insgesamt	193,6	207,5	100	100	7,2	0,3

Abb. 4-13: Entwicklung des Einkaufsverkehrs nach Verkehrszweigen



4.2.2.4 Geschäftsverkehr

Der Geschäfts- und Dienstreiseverkehr wird künftig weiter zunehmen. Davon profitieren alle motorisierten Verkehrsmittel, vor allem aber der Luftverkehr aufgrund der zunehmenden internationalen Geschäftsbeziehungen. Das Wachstum beträgt hier 60,4 % bezogen auf das Verkehrsaufkommen (+ 2,6 % p.a.) und 71,1 % bezogen auf die Verkehrsleistung (+ 2,6 % p.a.). Angesichts des unterstellten, relativ niedrigen Wirtschaftswachstums ist das ein relativ hohes Wachstum, allerdings niedriger als das der Vergangenheit (gut 3 % p.a. zwischen 1995 und heute)

Dieses Wachstum ist aber nicht nur abhängig von der Entwicklung in Deutschland, weil anders als bei Urlaubsflügen, die überwiegend von Deutschen genutzt werden, der Geschäftsreiseverkehr zu einem hohen Anteil von ausländischen Besuchern geprägt wird. Der innerdeutsche Luftverkehr im Geschäftsreiseverkehr wächst dagegen nur leicht (unter 10 %), weil hier vor allem eine weitere Verlagerung zum **Eisenbahnverkehr** zu erwarten ist.

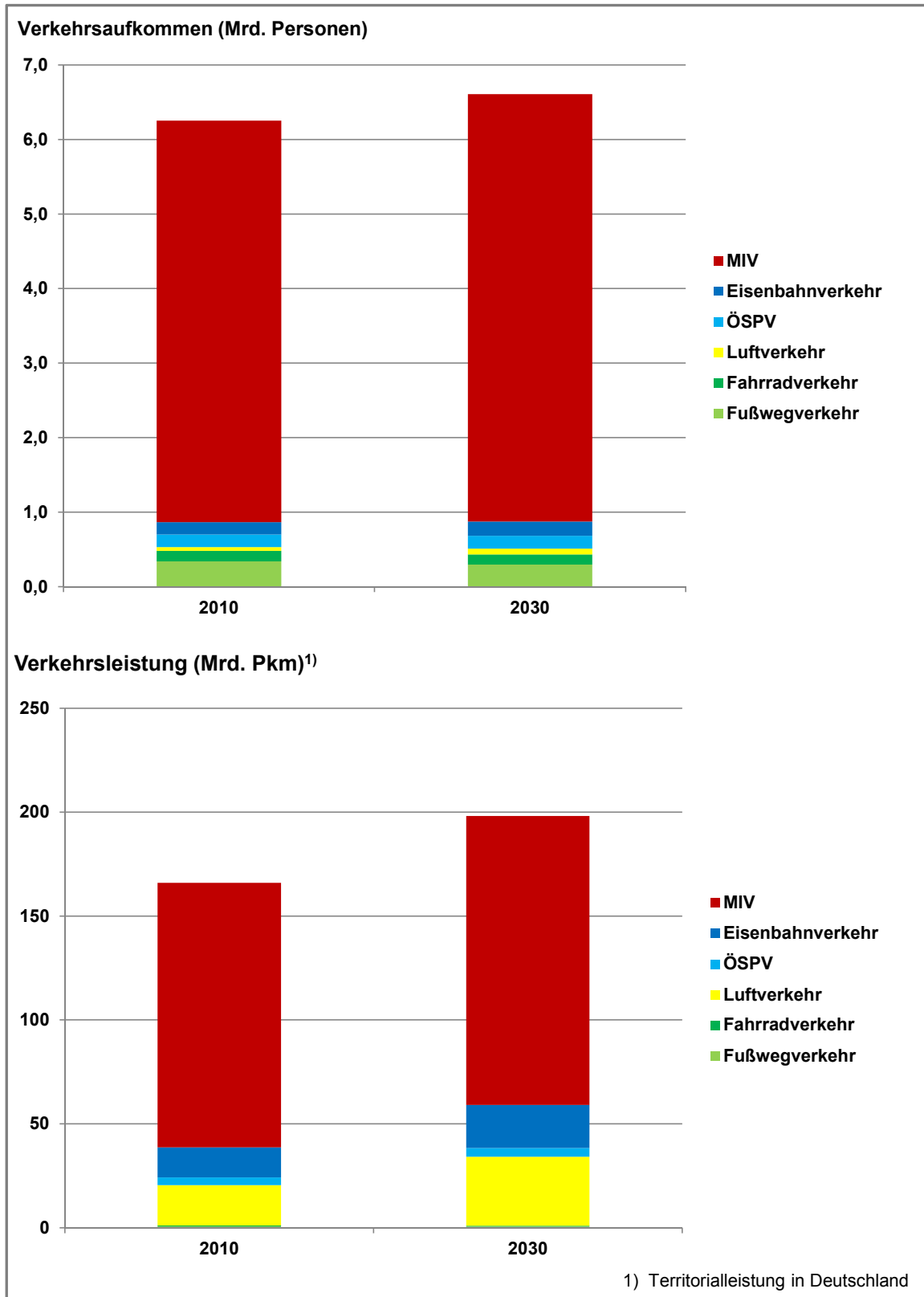
Dieser ist vom Verkehrsaufkommen her bedeutender als der Luftverkehr. Beim Schienenpersonenverkehr ist beim Aufkommen von einem Wachstum von 13,8 % und bei der Leistung von bemerkenswerten 42,8 % auszugehen. Wie andere profitiert dieses Verkehrsmittel von einem Zuwachs der großräumigen Geschäftsbeziehungen, würde aber ohne die unterstellten massiven Ausbaumaßnahmen und Angebotsveränderungen im SPfV viel geringer ausfallen. In der Tat bewirken Neu- und Ausbaumaßnahmen, wie z.B. die komplette Schnellfahrstrecke München - Nürnberg - Leipzig - Berlin ab 2015 mit einer Fahrzeit von unter 4 Stunden, Verlagerungen gerade auch von innerdeutschen Geschäftsflugreisen auf die Bahn. Hinzu kommen Schnellfahrstrecken im benachbarten Ausland, die im Prognosezeitraum zunehmend auch dort kurze Fahrzeiten auf internationalen Kurzstreckenrelationen ermöglichen (z.B. Hamburg - Kopenhagen, Basel - Mailand, München - Wien).

Beim zahlenmäßig wichtigsten Verkehrsmittel auch im Geschäftsverkehr, dem MIV, resultiert das Wachstum allein durch die zunehmende Geschäftsreisetätigkeit insgesamt. Wegen der steigenden Entfernungen, der zunehmend internationalen Verflechtungen und nicht zuletzt durch die genannten Ausbaumaßnahmen im Schienennetz geht der **Anteil des MIV am Gesamtverkehr** insgesamt aber signifikant zurück.

Tab. 4-9: Entwicklung des Geschäftsverkehrs nach Verkehrszweigen

	Absolute Werte		Modal-Split (%)		Veränderung 2030 : 2010	
	2010	2030	2010	2030	insgesamt in %	in % p.a.
Verkehrsaufkommen (Mio. Personen)						
			des motorisierten Verkehrs			
Motor. Individualverkehr	5.388	5.737	93,3	92,9	6,5	0,3
Eisenbahnverkehr	167	190	2,9	3,1	13,8	0,6
ÖSPV	170	173	2,9	2,8	1,8	0,1
Luftverkehr	48	77	0,8	1,2	60,4	2,3
Summe Motoris. Verkehr	5.773	6.177	100	100	7,0	0,3
			des gesamten Verkehrs			
Summe Motoris. Verkehr	5.773	6.177	92,3	93,5	7,0	0,3
Fahrradverkehr	141	137	2,3	2,1	-2,8	-0,1
Fußwegverkehr	339	295	5,4	4,5	-13	-0,7
Insgesamt	6.253	6.609	100	100	5,7	0,3
Verkehrsleistung (Mrd. Pkm)						
			des motorisierten Verkehrs			
Motor. Individualverkehr	127,3	139,1	77,2	70,5	9,3	0,4
Eisenbahnverkehr	14,5	20,7	8,8	10,5	42,8	1,7
ÖSPV	3,7	4,2	2,2	2,1	13,5	0,6
Luftverkehr	19,4	33,2	11,8	16,8	71,1	2,6
Summe Motoris. Verkehr	164,9	197,2	100	100	19,6	0,9
			des gesamten Verkehrs			
Summe Motoris. Verkehr	164,9	197,2	99,3	99,5	19,6	0,9
Fahrradverkehr	0,4	0,4	0,2	0,2	0	0
Fußwegverkehr	0,7	0,6	0,4	0,3	-14,3	-0,7
Insgesamt	166	198,2	100	100	19,4	0,8

Abb. 4-14: Entwicklung des Geschäftsverkehrs nach Verkehrszweigen



4.2.2.5 Urlaubsverkehr

Gemessen am **Verkehrsaufkommen** fällt der **Urlaubsverkehr** nicht ins Gewicht, wohl aber bezogen auf die **Verkehrsleistung**, wie man saisonal auf bestimmten Streckenabschnitten des Straßennetzes oder an den Flughäfen feststellen kann. Dargestellt ist hier jedoch nur die "Territorialeistung", berücksichtigt also pro Reise nur denjenigen Streckenanteil, der auf dem deutschen Verkehrsnetz erbracht wird. Gerade im Urlaubsverkehr wird aber oft sogar der größere Streckenanteil des Reiseweges im Ausland zurückgelegt; dies gilt insbesondere für den Luftverkehr. Bei letzterem ist die tatsächliche Bedeutung durch die hier gewählte statistische Abgrenzung auch deshalb geschmälert, weil anders als bei den Landverkehrsmitteln nur die Flugstrecke über Deutschland **im Quell- und Zielverkehr** berechnet wird und die im Durchgangsverkehr (Transit oder "Überflieger") nicht berücksichtigt wird. Würde man entweder die Gesamtstrecke der Reisen einschließlich Auslandsreiseanteile oder alle Reisenden, die den Luftraum Deutschlands berühren, mitzählen, wäre das Flugzeug bezogen auf die Verkehrsleistung das mit Abstand wichtigste Verkehrsmittel im Fahrtzweck "Urlaub".

Das **Wachstum von 14,4 %** bezogen auf das Verkehrsaufkommen ist nicht auf eine steigende **Reiseintensität** (Anteil der Einwohner, die mindestens eine Urlaubsreise im Jahr unternehmen) zurückzuführen, die seit Jahren weitgehend stabil ist, sondern auf eine zunehmende **Reisehäufigkeit** (durchschnittliche Anzahl an Urlaubsreisen pro Reisender). Hier ist insbesondere bei älteren Bevölkerungsgruppen sowie Einwohnern mit Migrationshintergrund eine steigende Tendenz zu erkennen.

Ein weiterer wichtiger Wachstumsfaktor ist aber die zunehmende Bedeutung von Urlaubern, die vom Ausland nach Deutschland reisen. Hier ist vor allem **durch den Luftverkehr** (z.B. durch den Low-Cost-Verkehr) **ein deutlicher Nachfrageschub begünstigt** worden, der andauern wird: vor allem Städtetourismus zu attraktiven Zielen, gefördert auch durch stabile Preise, hohe Standards bei Sicherheit und Infrastruktur.

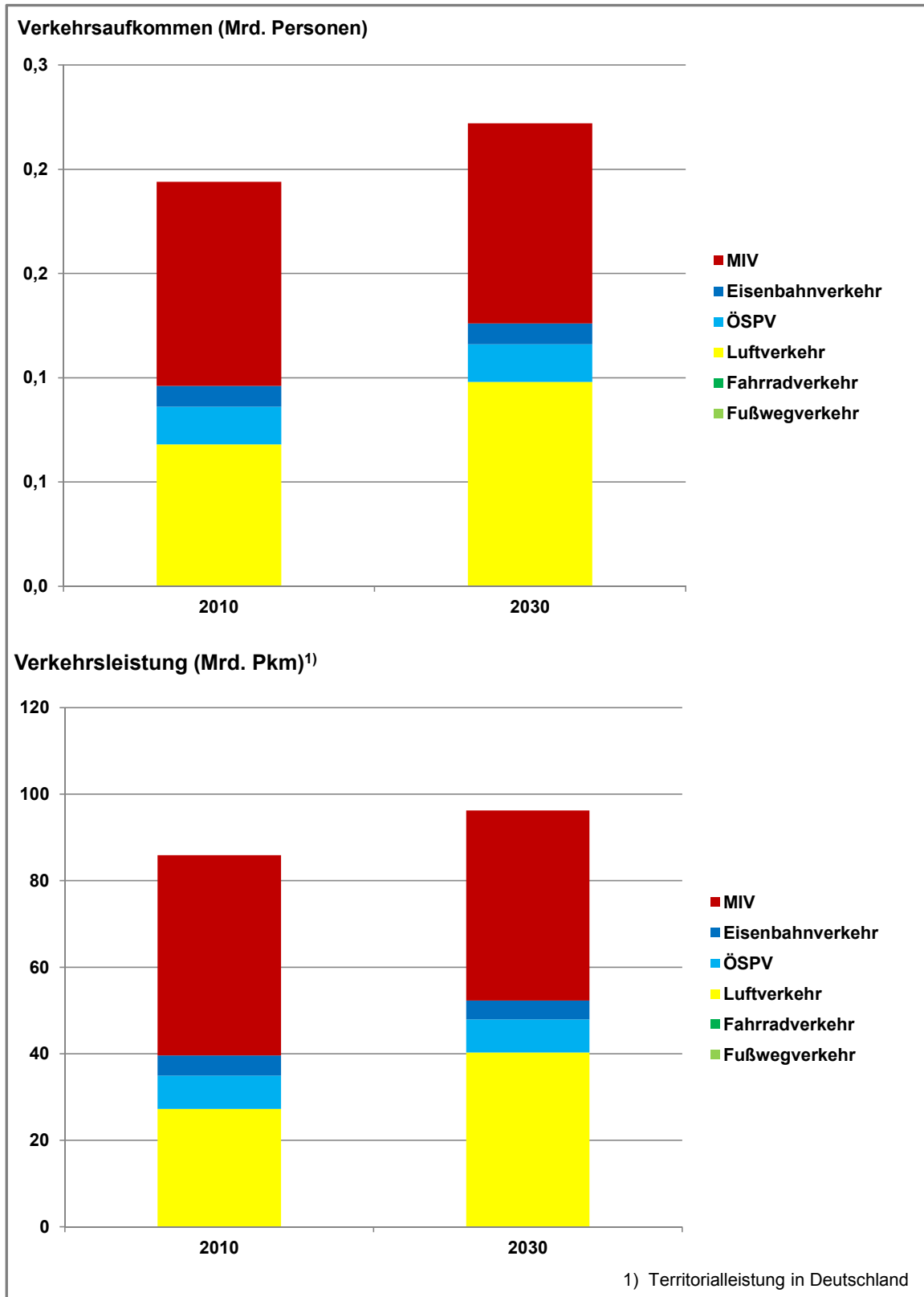
Dass am Wachstum des Urlaubsverkehrs augenscheinlich nur der Luftverkehr partizipiert, liegt neben dem genannten Zuwachs an Touristen aus dem Ausland an mehrschichtigen Verschiebungen zwischen den Verkehrsmitteln: Deutsche Urlauber nehmen zunehmend das Flugzeug in Anspruch. Einen Rückgang des MIV gibt es aber nicht, weil der Transitverkehr durch Deutschland (insbesondere in der Relation Ostmitteleuropa - West und Südeuropa) zunimmt.

Tab. 4-10: Entwicklung des Urlaubsverkehrs nach Verkehrszweigen

	Absolute Werte		Modal-Split (%)		Veränderung 2030 : 2010	
	2010	2030	2010	2030	insgesamt in %	in % p.a.
Verkehrsaufkommen (Mio. Personen)						
			des motorisierten Verkehrs			
Motor. Individualverkehr	98	96	50,5	43,2	-2	-0,1
Eisenbahnverkehr	10	10	5,2	4,5	0	0
ÖSPV	18	18	9,3	8,1	0	0
Luftverkehr	68	98	35,1	44,1	44,1	1,8
Summe Motoris. Verkehr	194	222	100	100	14,4	0,6
			des gesamten Verkehrs			
Summe Motoris. Verkehr	194	222	100	100	14,4	0,6
Fahrradverkehr	0	0	0	0	--	--
Fußwegverkehr	0	0	0	0	--	--
Insgesamt	194	222	100	100	14,4	0,6
Verkehrsleistung (Mrd. Pkm)						
			des motorisierten Verkehrs			
Motor. Individualverkehr	46,3	43,9	53,9	45,6	-5,2	-0,3
Eisenbahnverkehr	4,7	4,4	5,5	4,6	-6,4	-0,3
ÖSPV	7,7	7,6	9	7,9	-1,3	-0,1
Luftverkehr	27,2	40,3	31,7	41,9	48,2	1,9
Summe Motoris. Verkehr	85,9	96,2	100	100	12	0,5
			des gesamten Verkehrs			
Summe Motoris. Verkehr	85,9	96,2	100	100	12	0,5
Fahrradverkehr	0	0	0	0	--	--
Fußwegverkehr	0	0	0	0	--	--
Insgesamt	85,9	96,2	100	100	12	0,5

Die Bahn scheint trotz der dargestellten Verbesserungen bei Infrastruktur und Angebot nicht zu profitieren. Abgesehen davon, dass die Bahn als Urlaubsverkehrsmittel ohnehin keine große Rolle spielt, würde sie vom Wachstum des Urlaubsverkehr profitieren, wenn hier nicht der **Fernlinienbus** Marktanteile auf Kosten der Bahn gewinnen würde (geschätztes Aufkommen: 5 Mrd. Personenfahrten in 2030 in diesem Fahrtzweck, ein Plus von 4 Mrd.). Dass das nicht in den ÖSPV-Zahlen sichtbar wird, liegt wiederum am **Gelegenheitsverkehr** ("Reisebusverkehr"), der weiter an Bedeutung verliert, hier aber nicht zugunsten der Bahn, sondern eher zugunsten von Pauschal-Flugreisen.

Abb. 4-15: Entwicklung des Urlaubsverkehrs nach Verkehrszweigen



4.2.2.6 Privatverkehr

Der Privatverkehr ist bezüglich Aufkommen und Verkehrsleistung der verkehrsstärkste Fahrtzweck. Auf ihn entfällt, wie schon in der Vergangenheit **sowohl beim Aufkommen als auch bei der Verkehrsleistung das größte Wachstum.**

Wie schon oben bei der Fahrtzweckdefinition festgestellt, handelt es sich hier auch um einen extrem heterogenen Fahrtzweck, der sowohl primär nahverkehrliche Aktivitäten

- Tagesaktivitäten (Sport, Kino, Ausgehen)
- einwohnerbezogene Tagesausflüge (vor allem am Wochenende)
- Tagesausflüge von Urlaubsgästen (vor allem in Urlaubsgebieten)
- Begleitfahrten; diese werden dem Privatverkehr zugeordnet, auch wenn es sich z.B. um das Bringen zur Schule (Anlass: Ausbildungsverkehr), zum Arzt (Anlass "Einkaufsverkehr") etc. handelt
- Tagesbesuche von Freunden/Verwandten

als auch primär Fernreisenaktivitäten, nämlich

- Wochenendreisen/Kurzreisen,
- Wochenpendler
- Besuchsreisen (Verwandte/Bekannte im Ausland)
- Reisen zwischen mehreren Wohnsitzen (z.B. Freizeitwohnsitz/Regelwohnsitz), die nicht den Wochenpendlern zuzuordnen sind

umfasst.

Gerade die letztgenannten Zwecke sind von einer großen Wachstumsdynamik geprägt, die im Prognosezeitraum nur geringfügig abnehmen wird und, anders als z.B. der (Haupt-) Urlaubsverkehr, keine Sättigungstendenzen erkennen lassen. Im Gegenteil:

- Die Tendenz, mehrere Wohnsitze zu unterhalten, nimmt bei einigen einkommensstarken Bevölkerungsgruppen zu.
- Die Anzahl der Wochenpendler hat in den letzten Jahren deutlich zugenommen und wird aufgrund der Arbeitsleistung weiter zunehmen.

- Besuchsreisen (Verwandte, Bekannte, Freunde) zu fernerer Inlands- und vor allem Auslandszielen nehmen stark zu, nicht nur, aber gerade auch bei Einwohnern mit Migrationshintergrund ("gesellschaftliche Globalisierung").

Differenziert nach einzelnen Reisegründen erwarten wir folgendes Wachstum

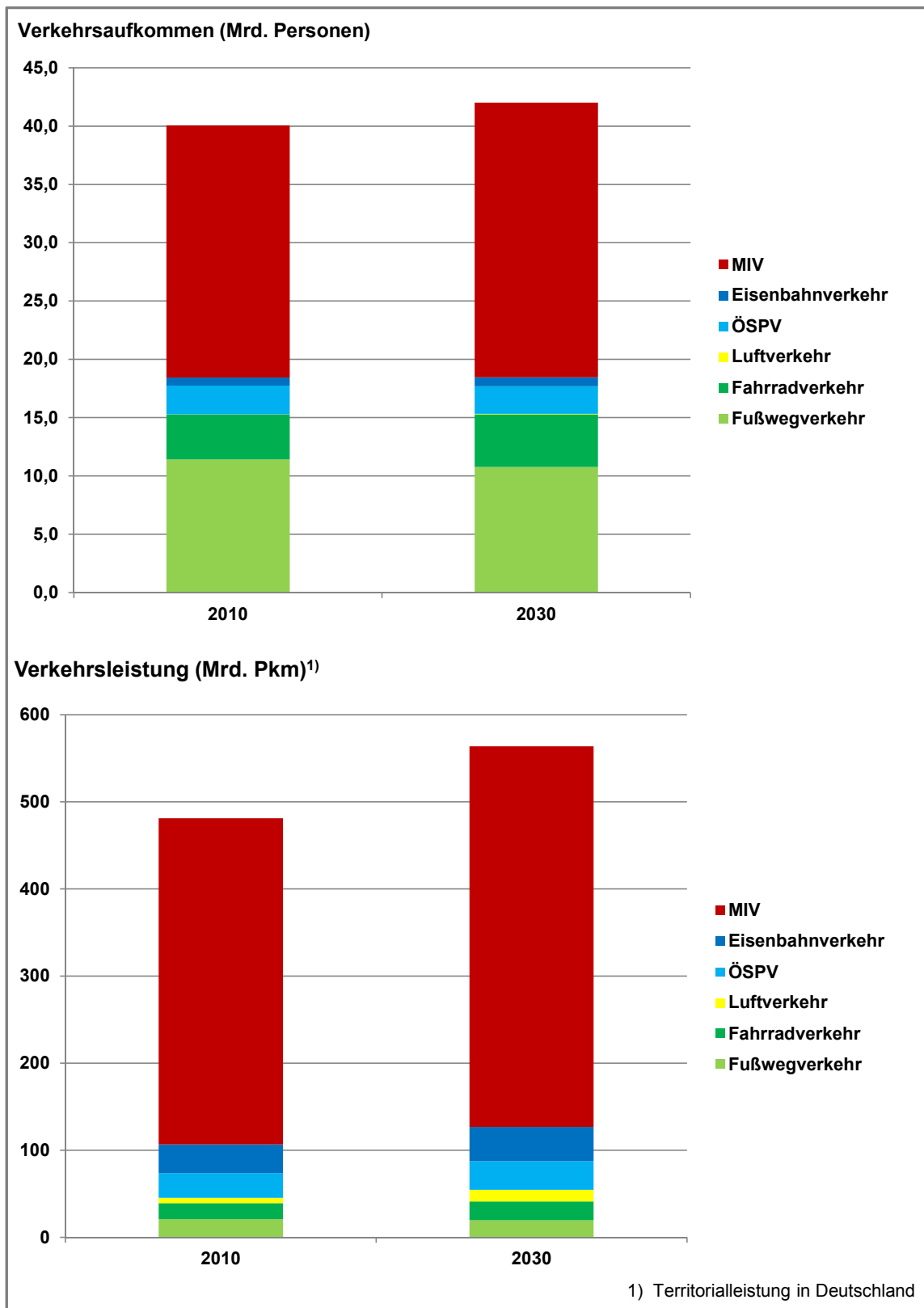
• Tagesaktivitäten	(ca. 18 Mrd. Personenfahrten)	+ 6 %
• Tagesausflüge	(ca. 3 Mrd. Personenfahrten)	+ 12 %
• Tagesausflüge von Urlaubsgästen	(ca. 1 Mrd. Personenfahrten)	+ 10 %
• Begleitfahrten	(ca. 8 Mrd. Personenfahrten)	+ 4 %
• Tagesbesuche von Freunden/Bekannten	(ca. 9,5 Mrd. Personenfahrten)	- 1 %
• Kurzurlaub	(ca. 0,25 Mrd. Personenfahrten)	+ 25 %
• Besuchsfernreisen (In- und Aus-land)	(ca. 0,5 Mrd. Personenfahrten)	+ 21 %
• Reisen zwischen Wohnsitzen	(ca. 0,2 Mrd. Personenfahrten)	+ 30 %

Beim Privatverkehr dominiert wie bei den anderen Fahrtzwecken der MIV, und besonders in den Bereichen Tagesausflüge, Begleitfahrten, Tagesbesuche von Verwandten/Bekannten. Bis auf die Fußwege und den ÖSPV, bei letzteren schlägt auch die noch zunehmende Motorisierung aufkommensmindernd zu Buche, profitieren alle Verkehrsmittel vom Wachstum des Privatverkehrs. Relativ am stärksten trifft dies für den Luftverkehr mit einem allerdings geringen Anteil zu, gefolgt vom Eisenbahnverkehr, dem Fahrrad als beliebtes Freizeit-Verkehrsmittel und dem MIV, der allerdings bei absoluter Betrachtung das weitaus größte Wachstum erzielt (fast 2 Mrd. Personenfahrten und über 60 Mrd. Pkm). Der Eisenbahnverkehr profitiert von den deutlichen Ausbaumaßnahmen, die vor allem auch dem privaten Fernverkehr zugute kommen. Wie im Urlaubsverkehr gilt auch hier: Das beeindruckende Wachstum von fast 20 % bei der Verkehrsleistung wäre noch deutlich höher, würde hier nicht der Fernlinienbus Marktanteile auf Kosten der Bahn gewinnen (wir schätzen über 20 Mio. Personenfahrten mit 7 Mrd. Pkm, in 2010 waren es nur etwa 2 Mrd. Personenfahrten mit 0,7 Mrd. Pkm, vor allem im Berlin-Verkehr und auf einzelnen, damals schon verkehrenden Auslandsstrecken).

Tab. 4-11: Entwicklung des Privatverkehrs nach Verkehrszweigen

	Absolute Werte		Modal-Split (%)		Veränderung 2030 : 2010	
	2010	2030	2010	2030	insgesamt in %	in % p.a.
Verkehrsaufkommen (Mio. Personen)						
			des motorisierten Verkehrs			
Motor. Individualverkehr	21.601	23.549	87,2	88,1	9	0,4
Eisenbahnverkehr	685	761	2,8	2,8	11,1	0,5
ÖSPV	2.467	2.385	10	8,9	-3,3	-0,2
Luftverkehr	16	33	0,1	0,1	106,3	3,5
Summe Motoris. Verkehr	24.769	26.728	100	100	7,9	0,4
			des gesamten Verkehrs			
Summe Motoris. Verkehr	24.769	26.728	61,9	63,6	7,9	0,4
Fahrradverkehr	3.860	4.515	9,6	10,7	17	0,7
Fußwegverkehr	11.414	10.766	28,5	25,6	-5,7	-0,3
Insgesamt	40.043	42.009	100	100	4,9	0,2
Verkehrsleistung (Mrd. Pkm)						
			des motorisierten Verkehrs			
Motor. Individualverkehr	374,6	436,8	84,8	83,6	16,6	0,7
Eisenbahnverkehr	33	39,5	7,5	7,6	19,7	0,9
ÖSPV	28,1	32,7	6,4	6,3	16,4	0,7
Luftverkehr	6,2	13,4	1,4	2,6	116,1	3,7
Summe Motoris. Verkehr	441,9	522,4	100	100	18,2	0,8
			des gesamten Verkehrs			
Summe Motoris. Verkehr	441,9	522,4	91,9	92,7	18,2	0,8
Fahrradverkehr	18,5	21,7	3,8	3,9	17,3	0,8
Fußwegverkehr	20,7	19,5	4,3	3,5	-5,8	-0,3
Insgesamt	481,1	563,6	100	100	17,1	0,8

Abb. 4-16: Entwicklung des Privatverkehrs nach Verkehrszweigen



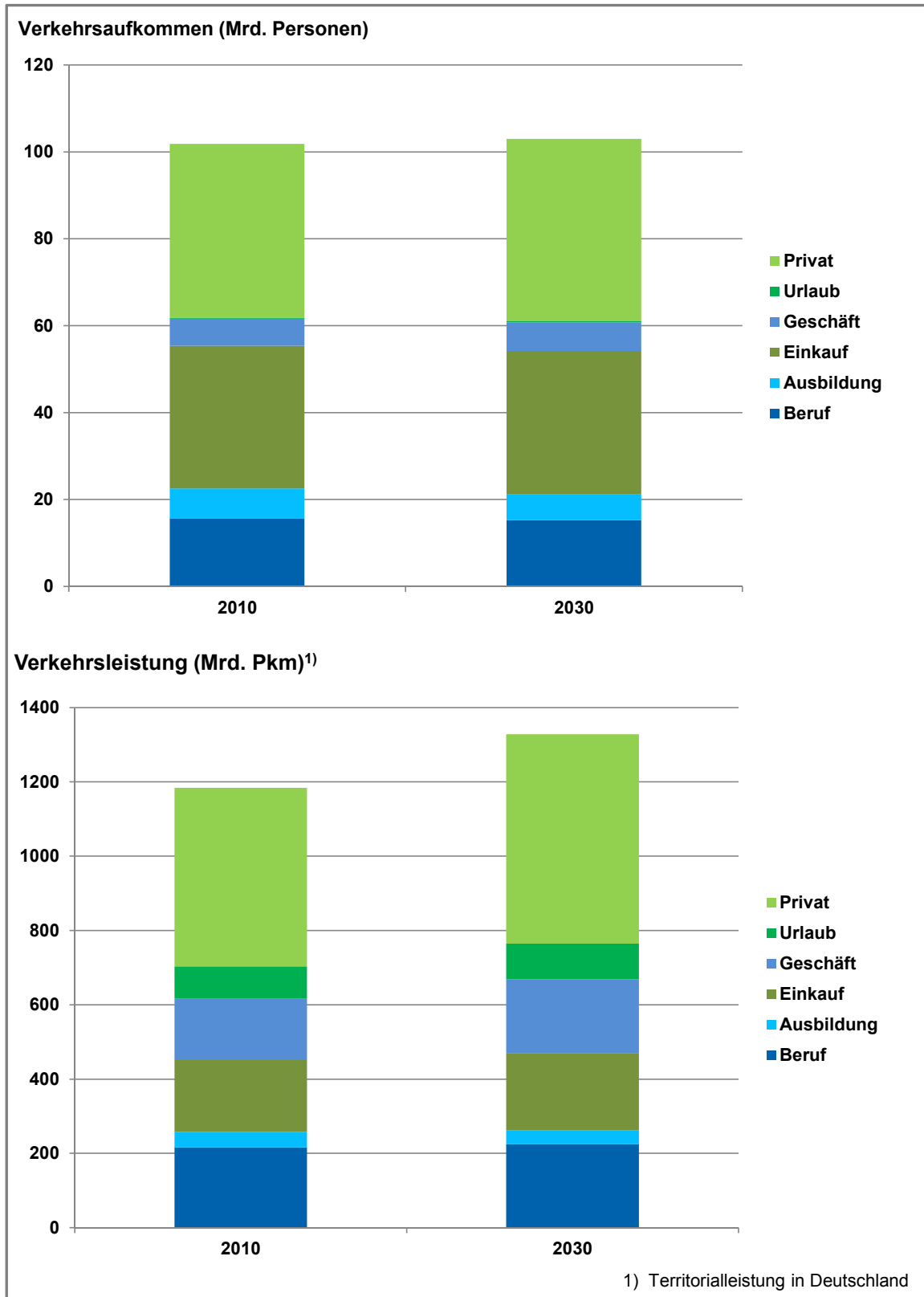
4.2.3 Fahrtzweckstruktur insgesamt und Entfernungsverteilung

Innerhalb des gesamten, d.h. über die Verkehrszweige aggregierten Personenverkehrs weist der **Privatverkehr** mit 39,3 % am Aufkommen und sogar 40,6 % an der Leistung im Jahr 2010 den größten Anteil aller Fahrtzwecke auf (vgl. Tab. 4-12 und Abb. 4-17). Wie beschrieben ist in diesem Fahrtzweck auch die absolute Zunahme der Nachfrage am stärksten. So entfallen von der Gesamtzunahme (über alle Fahrtzwecke) der Verkehrsleistung in Höhe von 144 Mrd. Pkm allein 82,5 Mrd. oder 52,7 % auf den Privatverkehr. Somit erhöht sich dessen Anteil am Gesamtverkehr weiter, auf 42,4 %.

Tab. 4-12: Entwicklung des gesamten Personenverkehrs nach Fahrtzwecken

	Absolute Werte		Anteile (%)		Veränderung 2030 : 2010	
	2010	2030	2010	2030	insgesamt in %	in % p.a.
Verkehrsaufkommen (Mio. Personen)						
Beruf	15.644	15.257	15,4	14,8	-2,5	-0,1
Ausbildung	6.898	6.015	6,8	5,8	-12,8	-0,6
Einkauf	32.808	32.899	32,2	31,9	0,3	0,0
Geschäft	6.253	6.609	6,1	6,4	5,7	0,3
Urlaub	194	222	0,2	0,2	14,4	0,7
Privat	40.043	42.009	39,3	40,8	4,9	0,2
Insgesamt	101.840	103.011	100	99,9	1,1	0,1
Verkehrsleistung (Mrd. Pkm)						
Beruf	216,1	224,8	18,2	16,9	4,0	0,2
Ausbildung	41,6	38	3,5	2,9	-8,7	-0,4
Einkauf	193,6	207,5	16,3	15,6	7,2	0,4
Geschäft	166	198	14	14,9	19,4	1,0
Urlaub	85,9	96,2	7,3	7,2	12	0,6
Privat	481,1	563,6	40,6	42,4	17,1	0,9
Insgesamt	1184,3	1328,3	100	100	12,2	0,6

Abb. 4-17: Entwicklung des Gesamtverkehrs nach Fahrtzwecken



Der Fahrtzweck mit der zweitstärksten absoluten Zunahme der Verkehrsleistung ist der **Geschäftsverkehr** mit einem Plus von 32 Mrd. Pkm. Die **Urlaubsreisen** fallen bei der Fahrtenzahl angesichts des Anteils von 0,2 % nicht ins Gewicht, bei der Leistung dagegen schon (+10 Mrd. Pkm). In allen **anderen** Fahrtzwecken wächst die Nachfrage schwächer bzw. geht sogar zurück, nämlich im Ausbildungsverkehr und aufkommensbezogen auch im Berufsverkehr.

In Tab. 4-13 wird im Detail deutlich, das sich eine Verschiebung bei den Fahrtzwecken hin zu längeren Fahrtweiten vollzieht.

Tab. 4-13: Entfernungsverteilung im Quell-Ziel-Verkehr Deutschland 2030 und Veränderung gegenüber 2010 nach Fahrtzwecken in Mio. Personen

Entfernungsklasse ¹⁾	Beruf	Ausbildung	Einkauf	Geschäft	Urlaub	Privat	Summe
Mio. Personenfahrten 2030							
0-10	9.341	5.035	29.121	3.788	0	34.797	82.083
11-50	4.858	880	3.123	1.814	0	4.762	15.437
51-150	1.039	96	627	590	3	1.388	3.743
151-300	20	4	28	208	40	643	942
301-600	0	0	0	130	36	310	477
601-1000	0	0	0	38	27	62	126
>1000	0	0	0	38	98	31	167
Summe	15.258	6.015	32.899	6.605	204	41.992	102.974
Veränderung 2030 gegenüber 2010 in %							
0-10	-4,7	-13,7	-0,7	2,7	--	2,7	-0,6
11-50	-0,6	-8,4	7,5	5,8	--	15,6	5,8
51-150	9,4	-3,1	13,6	14,5	-1,3	19,6	14,1
151-300	245,9	1,0	21,4	22,1	0,2	21,5	22,1
301-600	--	--	--	13,8	1,0	18,0	15,4
601-1000	--	--	--	35,5	3,8	20,4	20,3
>1000	--	--	--	78,9	35,0	59,2	47,3
Summe	-2,5	-12,8	0,3	5,7	15,3	4,9	1,1

1) Entfernung = Gesamtentfernung, inkl. Streckenanteile im Ausland; ohne Transitverkehr

4.2.4 Regionale Struktur der Verkehrsentwicklung

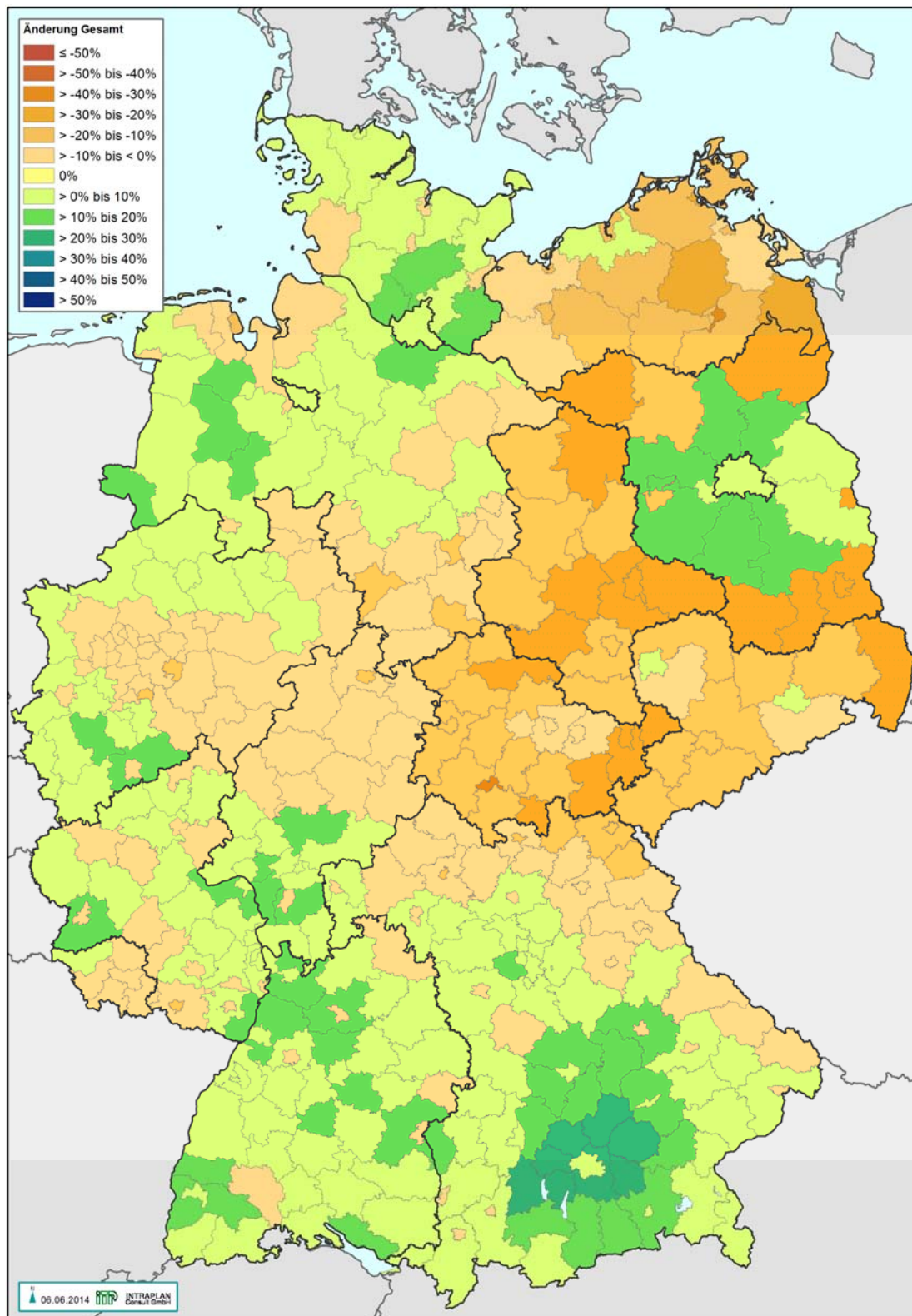
In den folgenden Abbildungen wird die prognostizierte Verkehrsentwicklung regional dargestellt. Die Wachstumsraten beziehen sich auf die Fahrtenzahl im Quell-/Ziel- und Binnenverkehr der Stadt- und Landkreise.

Die Abbildungen zeigen sehr anschaulich die regional unterschiedlichen Entwicklungen, die vor allem mit den jeweiligen Strukturdaten (Demographie, Wirtschaft), daneben auch mit den räumlichen Verflechtungen und dem Verkehrsangebot zusammenhängen. Rückschlüsse auf den gesamten Verkehr, d.h. die **Belastung der Verkehrsinfrastruktur**, in den einzelnen Regionen können daraus **nicht unmittelbar gezogen** werden. Denn zum einen fehlt der jeweilige **Durchgangsverkehr**, der in vielen Gebieten sehr bedeutend ist und von Region zu Region lage- und netzbedingt stark schwankt. Außerdem können auch die durchschnittlichen **Fahrtweiten** zunehmen, so dass auch bei einer Stagnation des Verkehrsaufkommens häufig Steigerungen der Verkehrsleistungen und damit der Auslastung der Infrastruktur möglich sind. Über derartige, aus der Prognose resultierende Belastungen geben die verkehrsträgerspezifische Umlegungen Auskunft, die im weiteren Fortgang des Prognoseprozesses durch die Lose 4 (Straßenverkehr) und 5 (Schienenverkehr) erstellt werden.

In Abb. 4-18 ist die **regionale Verkehrsentwicklung insgesamt**, also über alle Fahrtzwecke und Verkehrsmittel einschließlich des nichtmotorisierten Verkehrs, aufgezeigt.

Daraus geht hervor, dass in großen Teilen Süd- und Südwestdeutschlands, etwa entlang des Rheins von Köln bis Basel und in der Linie Frankfurt/Main - Stuttgart - München, sowie in Norddeutschland, etwa in der Linie Münster - Hamburg, mit einem Wachstum des **Verkehrsaufkommens** zu rechnen ist. Dagegen geht der Verkehr in den östlichen Bundesländern und den daran angrenzenden Gebieten zurück, mit einer deutlichen Ausnahme: dem Raum Berlin. Dort ist sogar von einem beträchtlichen Wachstum auszugehen, das in der Höhe nur von demjenigen im Raum München/Oberbayern übertroffen wird.

Abb. 4-18: Veränderung der regionalen Quell- und Binnenverkehrsaufkommen 2030 gegenüber 2010 - Gesamtverkehr



Bei Betrachtung des **motorisierten Verkehrs** (siehe Abb. 4-19), also aller Verkehrsmittel außer Fußwege und Fahrradfahrten, sind die regionalen Bereiche mit Verkehrswachstum noch größer. Es ergeben sich aber ähnliche, relative Wachstumsunterschiede zwischen den Regionen wie bei Betrachtung des Gesamtverkehrs.

Beim **nichtmotorisierten Verkehr** (siehe Abb. 4-20) gibt es dagegen nur wenige Regionen mit einem signifikanten Wachstum (Raum München, südlich von Freiburg und nördliches Umfeld von Berlin).

Abb. 4-19: Veränderung der regionalen Quell- und Binnenverkehrsaufkommen 2030 gegenüber 2010 - Motorisierter Verkehr

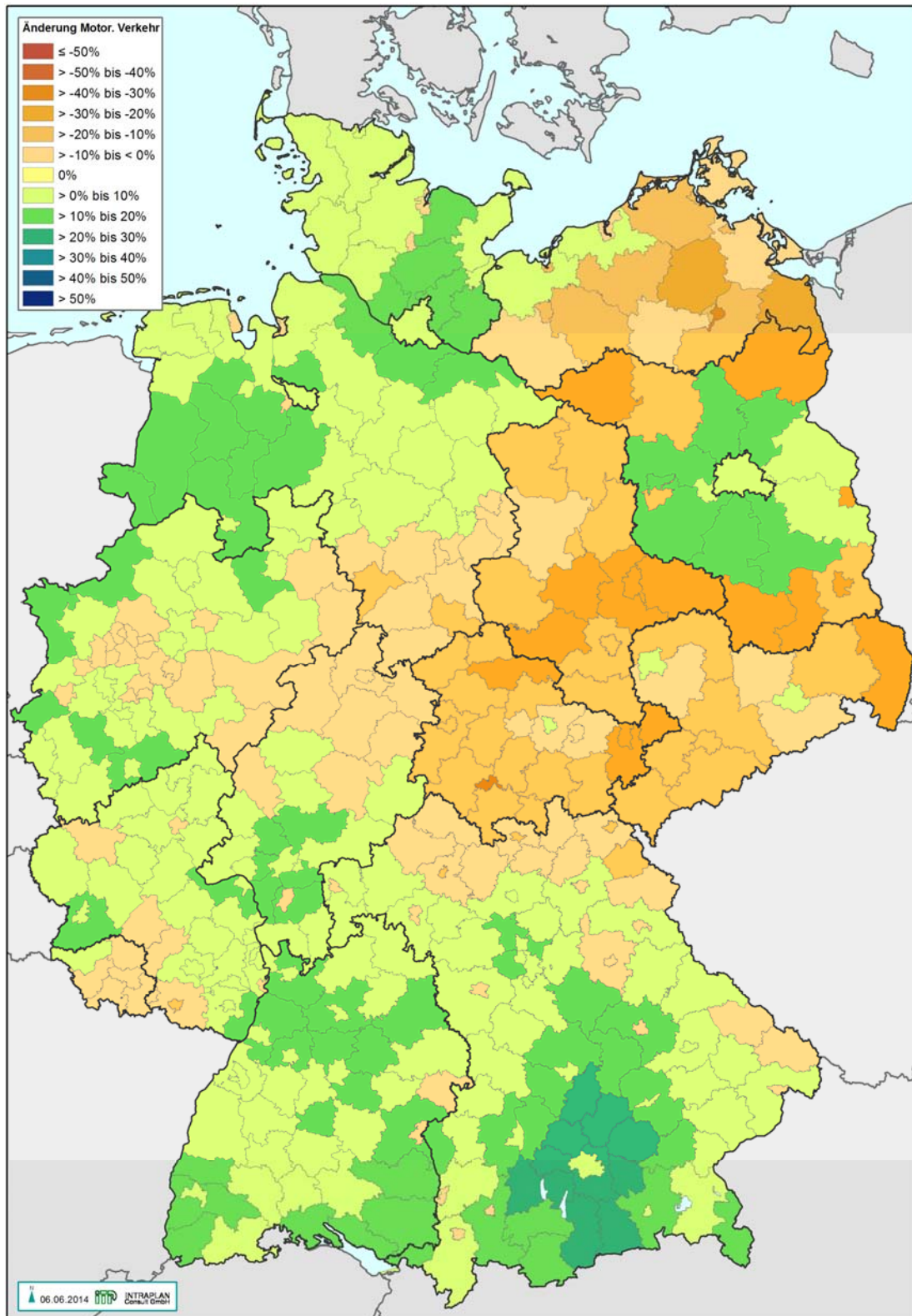
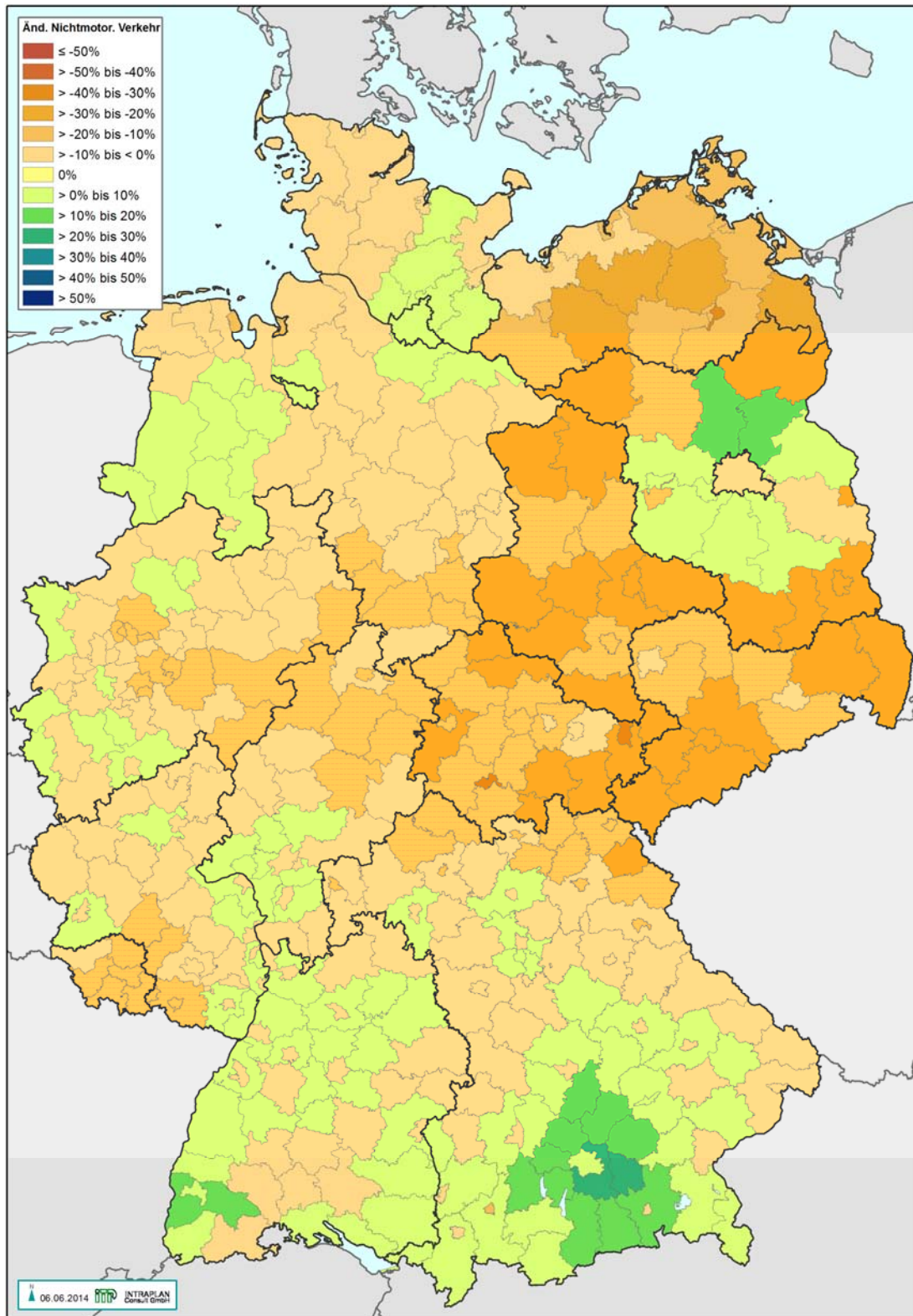
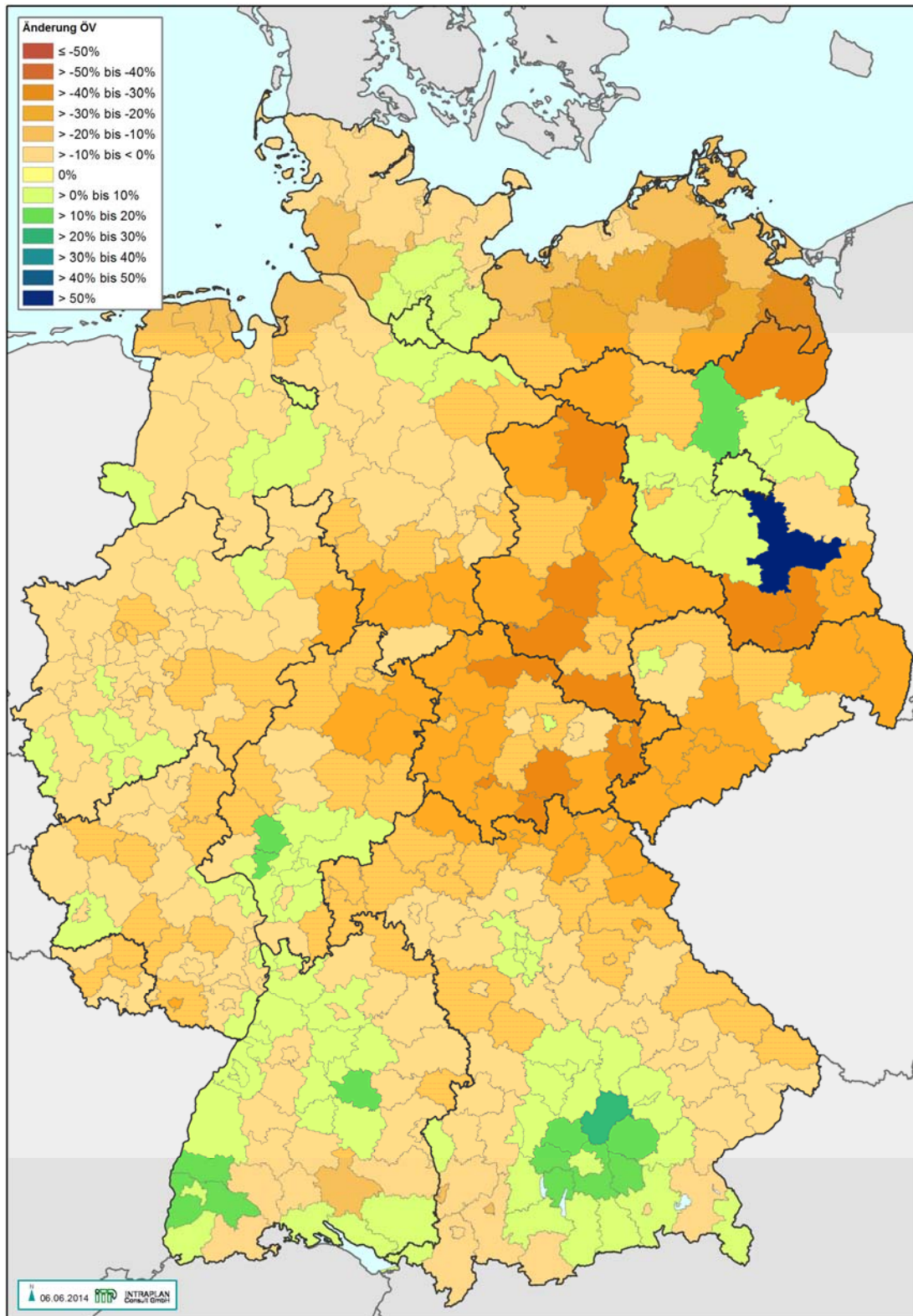


Abb. 4-20: Veränderung der regionalen Quell- und Binnenverkehrsaufkommen 2030 gegenüber 2010 - Nichtmotorisierter Verkehr



Bei Betrachtung des **ÖV** (hier Bahn plus ÖSPV, siehe Abb. 4-21) zeigt sich ebenfalls, dass insbesondere die Mitte Deutschlands mit Verkehrsrückgängen bezogen auf das Aufkommen rechnen muss. Auffällig sind hier aber auch die Effekte von Angebotsveränderungen: im Raum Stuttgart durch Stuttgart 21, Frankfurt Main (Projekt RTW) sowie die "Flughafenregionen" Freising und Dahme-Spreewald bei Berlin. Bei letzterem spiegelt sich die Verlagerung der Flüge von Tegel zum Flughafen BER wider, der bahnseitig gut angebunden wird.

Abb. 4-21: Veränderung der regionalen Quell- und Binnenverkehrsaufkommen 2030 gegenüber 2010 - ÖV (Bahn und ÖSPV)



Hinsichtlich der regionalen Verteilung des fahrtzweckspezifischen Aufkommens wurden für die Darstellung zum einen die "indisponiblen" bzw. gewerbsmäßigen Fahrtzwecke Beruf, Geschäft und Ausbildung zusammengefasst (siehe Abb. 4-22). Zum zweiten wurden in Abb. 4-23 die "disponiblen" Fahrtzwecke, nämlich, Privat, Urlaub und (zumindest teilweise disponibel) Einkaufsfahrten aggregiert.

Dennoch zeigen sich ähnliche regionale Unterschiede mit der Ausnahme, dass in den "disponiblen" Fahrtzwecken in größeren räumlichen Bereichen mit Wachstum zu rechnen ist als bei den "indisponiblen" Fahrtzwecken.

Abb. 4-22: Veränderung der regionalen Quell- und Binnenverkehrsaufkommen 2030 gegenüber 2010 - Summe Beruf-, Ausbildungs- und Geschäftsverkehr

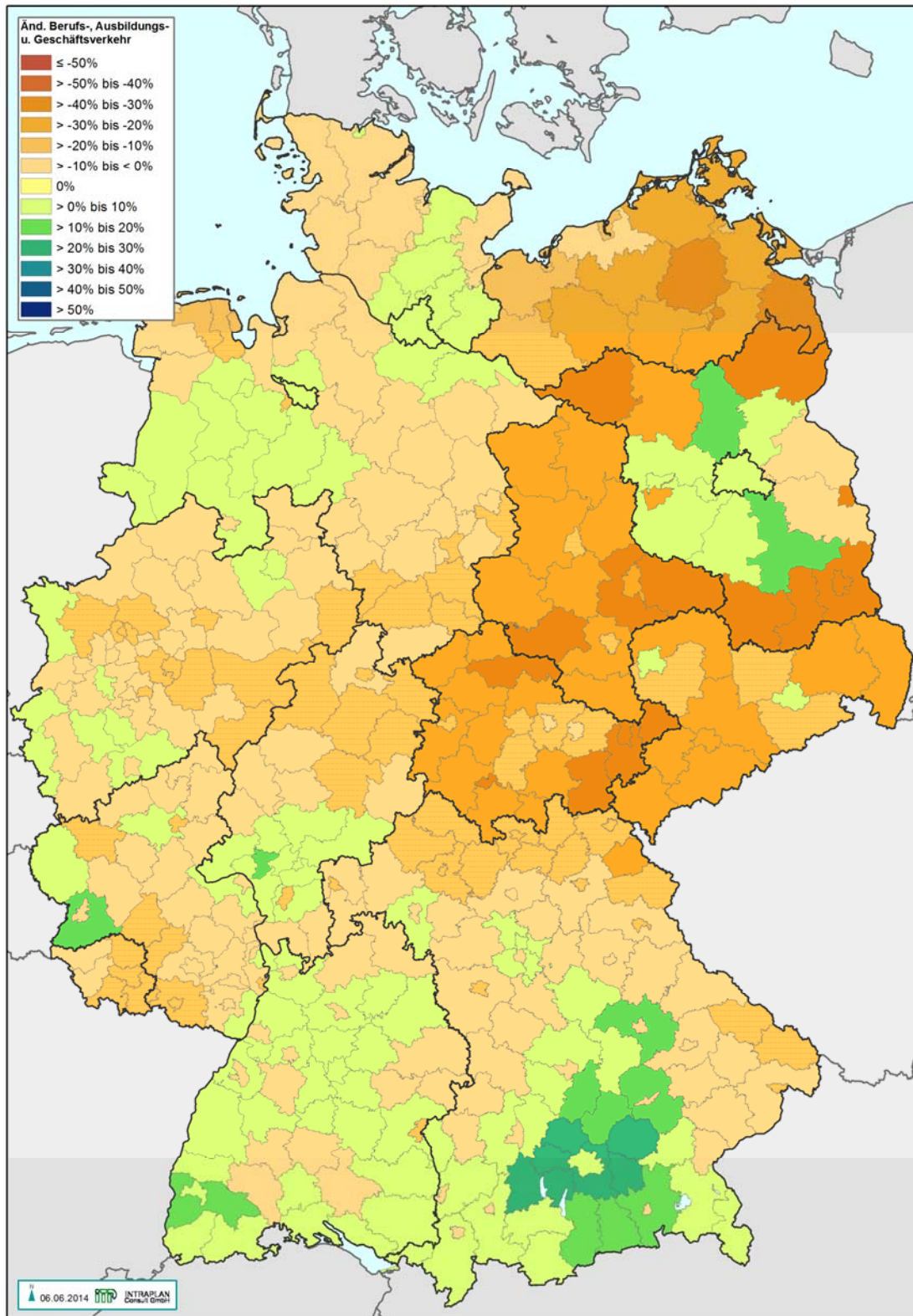
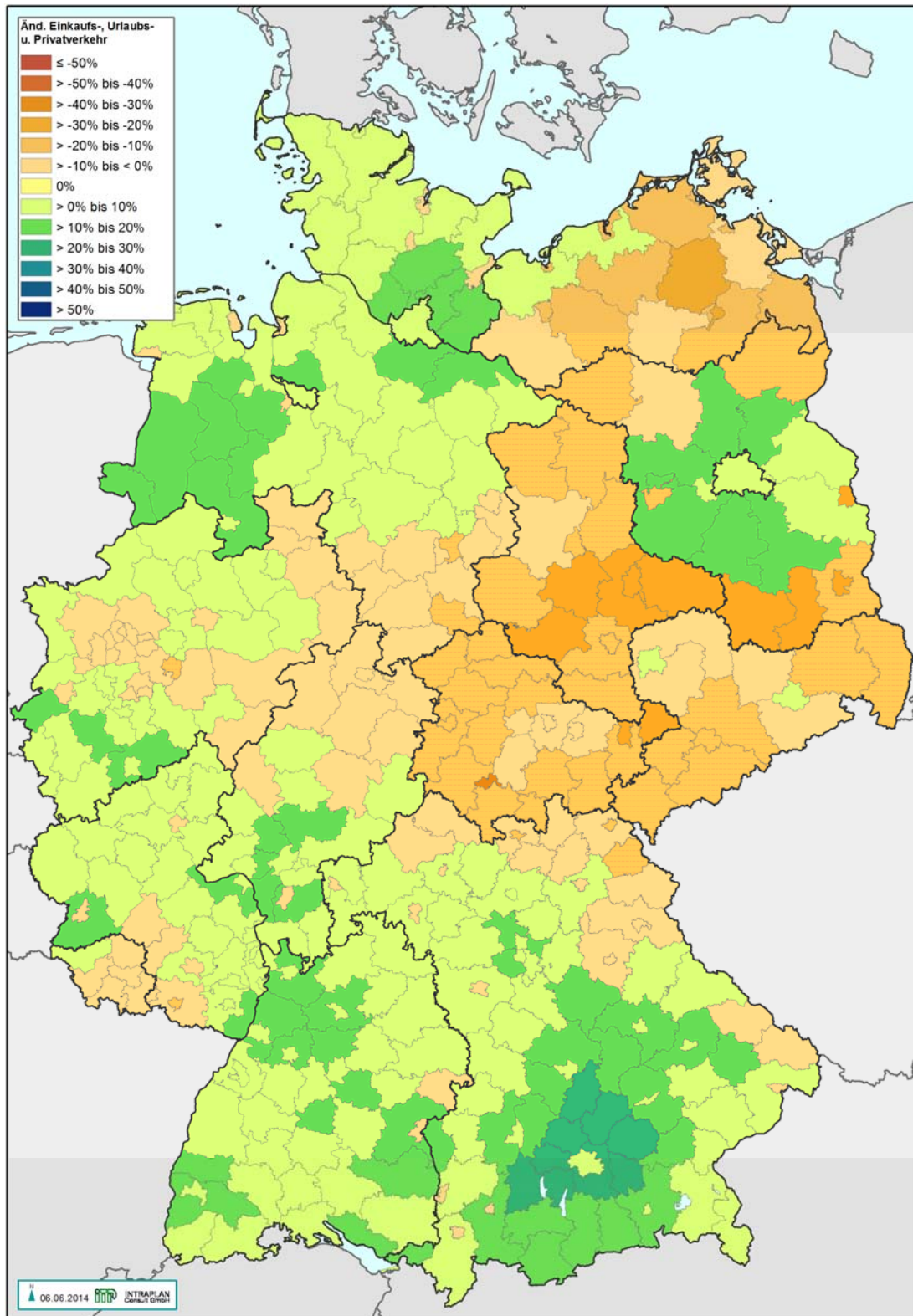


Abb. 4-23: Veränderung der regionalen Quell- und Binnenverkehrsaufkommen 2030 gegenüber 2010 - Summe Fahrtzwecke Einkauf, Urlaub und Privat



5 GÜTERVERKEHR

5.1 Güterverkehr im Analysejahr 2010

5.1.1 Grundausswertungen

Insgesamt sind im Jahr 2010 rd. 3,7 Mrd. t auf **deutschem Gebiet** bewegt worden. Der **überwiegende Anteil** des Verkehrsaufkommens wird auf der **Straße** per Lkw bewegt (rd. 84 %); der **Anteil der Bahn liegt bei 10 %** und der **Binnenschifffahrtsanteil bei rd. 6 %** (siehe Tab. 5-1).

Steine, Erden und Baustoffe sind mit Abstand die **bedeutendste Gütergruppe** in Deutschland. Rund 25 % des Verkehrsaufkommens entsteht in dieser Gütergruppe. Danach - jedoch mit weitem Abstand - folgen Nahrungs- und Genussmittel und sonstige Mineralerzeugnisse (zwischen 9 % und 10 % des Verkehrsaufkommens). Weiter aufkommensbedeutende Gütergruppen sind Recyclinggüter (7,6 %), Metalle und Metallerzeugnisse (6,7 %), Chemische Erzeugnisse (5,9 %), Landwirtschaftliche Güter (5,6 %), sowie Holzwaren, Papier (4,9 %) und Mineralölerzeugnisse (4,4 %). Rd. 80 % des deutschen Verkehrsaufkommens wird von diesen Gütern bestimmt. Weitergehend unbedeutend aufgrund ihres Gesamtverkehrsaufkommens sind sonstige Güter, sowie Erdöl und Erdgas, da sie weitgehend per Pipeline weiterbefördert werden, Düngemittel, Braunkohle, Koks, Textilien, Möbel und Güter im Postverkehr.

Die hinsichtlich des Gesamtverkehrs bedeutendsten Gütergruppen sind auch bei der Straße die bedeutendsten Gütergruppen. Rund 82 % des Straßenverkehrs konzentriert sich auf diese Gütergruppen.

Im Bereich der **Binnenschifffahrt** sind **Mineralölprodukte** die bedeutendste Gütergruppe (14,6 %). Es folgen **Steinkohle** und **Steine, Erden** mit jeweils rd. 14 %. Weitere bedeutende Gütergruppen sind Erze mit 12 %, Chemische Erzeugnisse mit 9 %, Landwirtschaftliche Erzeugnisse mit 7 % und sonstige Güter mit rd. 6 %. Bei letzteren handelt es sich insbesondere um Containerverkehre, in denen die Gütergruppe nicht bekannt ist.

Sonstige Güter machen im **Bahnverkehr** einen **Verkehrsanteil von rd. 19 %** aus und sind hiermit die **bedeutendste Gütergruppe, dicht gefolgt von Metallen und Metallerzeugnissen** mit 17 %. Es folgen Mineralölerzeugnisse mit 11 %, Kohle und Chemische Erzeugnisse mit jeweils um die 8,5 %, sowie Baustoffe um die 8 %. Allein diese sechs Gütergruppen machen bei der Bahn rd. 72 % des Verkehrsaufkommens aus.

Tab. 5-1: Erfasster Güterverkehr nach Verkehrsträgern und NST2007 Gütergruppen in 2010

Gütergruppe		Verkehrsmenge in 1.000 t				Anteil in %			
		Schiene	Straße	Schiff	Summe	Schiene	Straße	Schiff	Summe
10	Land- und forstwirtsch. Erzgn.	7.585	184.644	15.909	208.137	2,1	5,9	6,9	5,6
21	Steinkohle	30.401	3.830	32.161	66.391	8,5	0,1	14,0	1,8
22	Braunkohle	9.061	3.599	1.452	14.112	2,5	0,1	0,6	0,4
23	Erdöl und Erdgas	547	1.212	765	2.524	0,2	0,0	0,3	0,1
31	Erze	20.404	750	27.829	48.983	5,7	0,0	12,1	1,3
32	Düngemittel	1.949	4.115	672	6.736	0,5	0,1	0,3	0,2
33	Steine und Erden	27.299	862.324	31.575	921.198	7,6	27,7	13,8	24,9
40	Nahrungs-und Genussmittel	2.120	341.735	11.453	355.308	0,6	11,0	5,0	9,6
50	Textilien, Bekleidung, Leder	28	21.053	55	21.136	0,0	0,7	0,0	0,6
60	Holzwaren, Papier, Papier, Druckerei	9.756	166.411	3.734	179.902	2,7	5,3	1,6	4,9
71	Koks	6.508	7.054	2.369	15.931	1,8	0,2	1,0	0,4
72	Mineralölzeugnisse	37.961	90.553	33.466	161.980	10,6	2,9	14,6	4,4
80	Chemische Erzeugnisse	29.910	167.522	21.359	218.791	8,3	5,4	9,3	5,9
90	Sonstige Mineralerzeugnisse	11.143	322.070	4.619	337.833	3,1	10,3	2,0	9,1
100	Metalle und Metallerzeugnisse	61.923	174.017	11.580	247.520	17,3	5,6	5,0	6,7
110	Maschinen und Ausrüstungen etc	840	76.038	667	77.545	0,2	2,4	0,3	2,1
120	Fahrzeuge	9.539	91.409	854	101.802	2,7	2,9	0,4	2,7
130	Möbel, Schmuck, Musikinstrumente etc	53	20.913	152	21.119	0,0	0,7	0,1	0,6
140	Sekundärrohstoffe, Abfälle	15.231	253.961	13.277	282.469	4,2	8,1	5,8	7,6
150	Post, Pakete	0	35.167	0	35.167	0,0	1,1	0,0	0,9
160	Geräte und Material für Güteförd.	3.591	87.054	1.774	92.420	1,0	2,8	0,8	2,5
170	Umzugsgut	53	39.102	4	39.159	0,0	1,3	0,0	1,1
180	Sammelgut	1.800	114.782	0	116.582	0,5	3,7	0,0	3,1
190	Gutart unbekannt	71.240	46.815	13.881	131.936	19,8	1,5	6,0	3,6
200	Sonstige Güter ..	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
	SUMME	358.945	3.116.131	229.607	3.704.683	100,0	100,0	100,0	100,0
Quelle: eigene Berechnungen									

Ein bedeutender Teilaspekt im Verkehrsaufkommen ist die Entwicklung des **kombinierten Verkehrs** (siehe Tab. 5-2). Dieser **konzentriert** sich auf die **Verkehrsträger Bahn und Binnenschiff**. Rd. 21 % des Bahnverkehrs und rd. 10 % des Binnenschiffsverkehrs ist kombiniertes Verkehrsaufkommen. Das KV-Aufkommen per Bahn ist mit 75 Mio. t rd. 3,5 x höher als das Aufkommen per Binnenschiff mit rd. 22 Mio. t. Hinsichtlich des Gesamtverkehrsaufkommens ist der KV-Verkehr mit einem Anteil von 2,6 % jedoch weitgehend unbedeutend.

Bei Bahn und Binnenschiff bestehen rd. 95 % des Aufkommens an unbekannten Gütern aus KV-Gütern. Rund. 60 % des in dieser Gütergruppe erfassten Gesamtverkehrsaufkommens wird im kombinierten Verkehr bewegt.

Tab. 5-2: Erfasster KV-Verkehr nach Verkehrsträgern und NST2007 Gütergruppen in 2010

		Schiene			Binnenschifffahrt			KV-Anteil an Gesamtverkehrsmenge in %
Gütergruppe		Aufkommen in 1.000 t	davon KV in 1.000 t	KV-Anteil in %	Aufkommen in 1.000 t	davon KV in 1.000 t	KV-Anteil in %	
10	Land- und forstwirtsch. Erzgn.	7.585	11	0,1	15.909	71	0,4	0,0
21	Steinkohle	30.401	0	0,0	32.161	7	0,0	0,0
22	Braunkohle	9.061	0	0,0	1.452	-	0,0	0,0
23	Erdöl und Erdgas	547	0	0,1	765	1	0,1	0,0
31	Erze	20.404	0	0,0	27.829	1	0,0	0,0
32	Düngemittel	1.949	0	0,0	672	3	0,4	0,0
33	Steine und Erden	27.299	36	0,1	31.575	50	0,2	0,0
40	Nahrungs- und Genussmittel	2.120	151	7,1	11.453	278	2,4	0,1
50	Textilien, Bekleidung, Leder	28	18	64,2	55	35	63,6	0,3
60	Holzwaren, Papier, Druckerei	9.756	292	3,0	3.734	1.013	27,1	0,7
71	Koks	6.508	0	0,0	2.369	68	2,9	0,4
72	Mineralölzeugnisse	37.961	43	0,1	33.466	6	0,0	0,0
80	Chemische Erzeugnisse	29.910	1.775	5,9	21.359	2.191	10,3	1,8
90	Sonstige Mineralerzeugnisse	11.143	99	0,9	4.619	424	9,2	0,2
100	Metalle und Metallerzeugnisse	61.923	499	0,8	11.580	1.444	12,5	0,8
110	Maschinen und Ausrüstungen etc	840	165	19,7	667	410	61,5	0,7
120	Fahrzeuge	9.539	867	9,1	854	427	50,0	1,3
130	Möbel, Schmuck, Musikinstrumente etc	53	14	27,0	152	66	43,4	0,4
140	Sekundärrohstoffe, Abfälle	15.231	83	0,5	13.277	188	1,4	0,1
150	Post, Pakete	0	0	0,0	-	-		0,0
160	Geräte und Material für Güterbeförd.	3.591	3.347	93,2	1.774	1.759	99,2	5,5
170	Umzugsgut, sonst. nicht marktb. Güter	53	6	11,6	4	2	50,0	0,0
180	Sammelgut	1.800	0	0,0	-	-		0,0
190	Gutart unbekannt	71.240	67.643	95,0	13.881	13.365	96,3	61,4
	SUMME	358.945	75.051	20,9	229.607	21.810	9,5	2,6

Gütergruppen mit hohen KV-Anteilen sind die Güter für die Güterbeförderung (Gütergruppe 160; hier sind die Eigengewichte der Leerbehälter enthalten), Möbel (Gütergruppe 130), Fahrzeuge

(Gütergruppe 120), Maschinen und Ausrüstungen (Gütergruppe 110), Chemische Erzeugnisse (Gütergruppe 80) und Textilien (Gütergruppe 50). In den Massengütern wie Kohle, landwirtschaftliche Erzeugnisse, Düngemittel, Erze sowie Mineralölprodukte ist die KV-Affinität sehr niedrig.¹⁰⁵

Der **Auslandsanteil** am Verkehrsaufkommen welches über das deutsche Verkehrsnetz bewegt wird, liegt bei rd. 14 %. Beim überwiegenden Teil des Verkehrs liegt die Quelle oder das Ziel in Deutschland (siehe Tab. 5-3). Insgesamt haben wir einen **Straßenanteil von 84 %**. Bei Auslandsverkehren liegt der **Anteil von Bahn und Binnenschiff zusammen** im **Versand** bei überdurchschnittlichen **40 %** und im **Empfang von 30 %**.

Die Bahn realisierte hohe Verkehrsanteile im Verkehr mit Hamburg, dem Saarland, Sachsen-Anhalt, Bremen, Brandenburg, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen sowie von den Auslandsregionen. Die bedeutendsten Aufkommensgebiete sind neben dem Ausland Nordrhein-Westfalen, Niedersachsen, Sachsen-Anhalt, Bayern und Hamburg.

Das Binnenschiff hat (über beide Verkehrsrichtungen) überdurchschnittliche Verkehrsanteile im Verkehr mit dem Ausland, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz und Bremen. Die bedeutendsten Aufkommensgebiete sind neben dem Ausland Nordrhein-Westfalen, Baden-Württemberg, Niedersachsen und Rheinland-Pfalz.

Die **bedeutendste Quell- und Zielregionen** sind sowohl bei der Straße als auch beim Gesamtverkehrsaufkommen **neben dem Ausland Nordrhein-Westfalen, Bayern, Niedersachsen und Baden-Württemberg**. Hier haben zwei Drittel des Gesamtverkehrsaufkommens ihren Quell- und Zielort.

In den nachfolgenden Abbildungen (Abb. 5-1 bis Abb. 5-6) ist die **regionale Verkehrsverteilung** des Straßen-, Schienen-, und Binnenschiffs-Verkehrsaufkommens in Deutschland und in den angrenzenden Regionen jeweils nach Versand und Empfang für die drei Verkehrsträger zu sehen.

¹⁰⁵ Die Aussagefähigkeit dieser KV-Affinitätsanteile ist sehr niedrig, da der überwiegende Teil der Güter, die in den Behältern enthalten sind, nicht bekannt ist. Deswegen dominiert hier die Gütergruppe 190; so ist z.B. bei Nahrungs- und Genussmitteln nur eine geringe KV-Affinität darstellbar, aus anderen Studien ist jedoch bekannt, dass gerade diese Gütergruppe über eine hohe KV-Affinität verfügt.

Tab. 5-3: Güterverkehr im Jahr 2010 nach Regionen und Verkehrsträgerverteilung

Bundesland	Verkehrsmenge in 1.000 t				Modal-Split-Verteilung in %			
	Schiene	Straße	Schiff	Summe	Schiene	Straße	Schiff	Summe
Versandregionen								
Schleswig-Holstein	3.262	84.860	1.669	89.791	3,6	94,5	1,9	100,0
Hamburg	25.697	68.432	4.993	99.122	25,9	69,0	5,0	100,0
Niedersachsen	41.116	294.163	12.868	348.148	11,8	84,5	3,7	100,0
Bremen	5.723	30.659	1.134	37.516	15,3	81,7	3,0	100,0
Nordrhein-Westfalen	75.436	583.999	43.692	703.126	10,7	83,1	6,2	100,0
Hessen	8.558	185.587	2.235	196.381	4,4	94,5	1,1	100,0
Rheinland-Pfalz	8.389	151.069	11.213	170.670	4,9	88,5	6,6	100,0
Baden-Württemberg	14.254	338.389	13.505	366.149	3,9	92,4	3,7	100,0
Bayern	24.652	465.461	3.480	493.592	5,0	94,3	0,7	100,0
Saarland	8.671	27.912	995	37.578	23,1	74,3	2,6	100,0
Berlin	751	31.565	415	32.731	2,3	96,4	1,3	100,0
Brandenburg	17.962	110.613	2.976	131.552	13,7	84,1	2,3	100,0
Mecklenburg-Vorpommern	3.979	66.556	23	70.558	5,6	94,3	0,0	100,0
Sachsen	13.018	150.672	157	163.847	7,9	92,0	0,1	100,0
Sachsen-Anhalt	33.984	124.799	4.307	163.090	20,8	76,5	2,6	100,0
Thüringen	3.457	99.492	0	102.949	3,4	96,6	0,0	100,0
Ausland	70.036	301.903	125.945	497.883	14,1	60,6	25,3	100,0
Summe	358.945	3.116.131	229.608	3.704.683	9,7	84,1	6,2	100,0
Empfangsregionen								
Schleswig-Holstein	2.917	87.922	1.148	91.987	3,2	95,6	1,2	100,0
Hamburg	20.716	65.337	4.239	90.292	22,9	72,4	4,7	100,0
Niedersachsen	47.153	296.075	12.888	356.117	13,2	83,1	3,6	100,0
Bremen	10.837	28.547	4.141	43.525	24,9	65,6	9,5	100,0
Nordrhein-Westfalen	75.204	568.597	80.080	723.881	10,4	78,5	11,1	100,0
Hessen	7.971	188.785	9.152	205.908	3,9	91,7	4,4	100,0
Rheinland-Pfalz	8.985	142.944	13.839	165.769	5,4	86,2	8,3	100,0
Baden-Württemberg	17.400	340.194	16.199	373.793	4,7	91,0	4,3	100,0
Bayern	28.188	465.173	5.376	498.737	5,7	93,3	1,1	100,0
Saarland	13.753	28.682	2.794	45.228	30,4	63,4	6,2	100,0
Berlin	3.872	38.483	3.349	45.704	8,5	84,2	7,3	100,0
Brandenburg	16.549	110.338	947	127.833	12,9	86,3	0,7	100,0
Mecklenburg-Vorpommern	6.749	67.011	0	73.760	9,1	90,9	0,0	100,0
Sachsen	9.952	150.836	78	160.866	6,2	93,8	0,0	100,0
Sachsen-Anhalt	21.659	119.190	2.359	143.208	15,1	83,2	1,6	100,0
Thüringen	3.987	100.917	0	104.904	3,8	96,2	0,0	100,0
Ausland	63.053	317.100	73.018	453.171	13,9	70,0	16,1	100,0
Summe	358.945	3.116.131	229.608	3.704.683	9,7	84,1	6,2	100,0

Rd. 47 % des Straßengüterverkehrsaufkommens wird im Nah- und Regionalverkehrsbereich (unter 150 km) abgefahren. Bedeutendste Quellregionen sind Hamburg, Berlin, Hannover, Köln, der Erftkreis, Recklinghausen, Neuss und das Emsland. Hamburg, Berlin, Hannover, Köln und der Erftkreis, das Emsland, Bremen, Duisburg, Dortmund, Frankfurt und München sind die bedeutendsten Zielregionen im Straßenverkehr.

Die **bedeutendsten Versandregionen** bei der **Bahn** sind **Hamburg, Salzgitter, Rotterdam, der Saalekreis, Duisburg, Oberhausen und die Uckermark**. Die **bedeutendsten Empfangsregionen** sind **Salzgitter, Hamburg, der Saalekreis, Duisburg und Saarlouis**.

Bei der **Binnenschifffahrt** konzentriert sich das Aufkommen naturgemäß auf die **Regionen mit Wasserzugang**. **Bedeutendste Versandregionen** sind hier **Rotterdam, Antwerpen, Amsterdam, Duisburg, Wesel, Straßburg und Hamburg**. Die **bedeutendsten Empfangsregionen** sind **Duisburg, Rotterdam, Antwerpen, Köln, Neuss, Ludwigshafen und Basel**.

Die höchsten **Transportweiten**¹⁰⁶ werden mit durchschnittlich **300 km im Bahngüterverkehr** realisiert. Damit liegt die durchschnittliche Transportentfernung im Schienenverkehr sogar leicht höher als im **Binnenschiffsverkehr** mit **271 km**. Die durchschnittliche **Transportentfernung im Straßenverkehr** liegt mit **140 km** um rd. 50 % niedriger als in den beiden anderen Verkehrsträgern. Naturgemäß werden die höchsten Transportweiten in allen drei Verkehrsträgern im Verkehr mit dem Ausland realisiert, wobei hier die Transportweiten der Binnenschifffahrt aufgrund der hohen Konzentration auf Nordrhein-Westfalen die niedrigsten Transportweiten realisiert werden.

Straßenverkehr mit Quelle und Ziel in Sachsen bzw. Thüringen weisen mit rd. 100 km die niedrigsten Transportweiten im Straßengüterverkehr auf. Verkehre mit Quelle bzw. Ziel Bremen und Hamburg weisen aufgrund der Dominanz des Seehafenhinterlandverkehrs die höchsten Transportweiten auf; sie liegen jedoch auch hier im Durchschnitt unter 200 km.

Die höchsten Transportweiten werden in der Binnenschifffahrt von und nach Sachsen, Bayern und Baden-Württemberg realisiert, die niedrigsten bei Verkehren, die Quelle und Ziel in Nordrhein-Westfalen haben.

¹⁰⁶ Es ist zu beachten, dass es sich hier um die Transportweite im Inland handelt.

Abb. 5-1: Straßengüterverkehrsaufkommen nach Versandregionen (Ausschnitt)

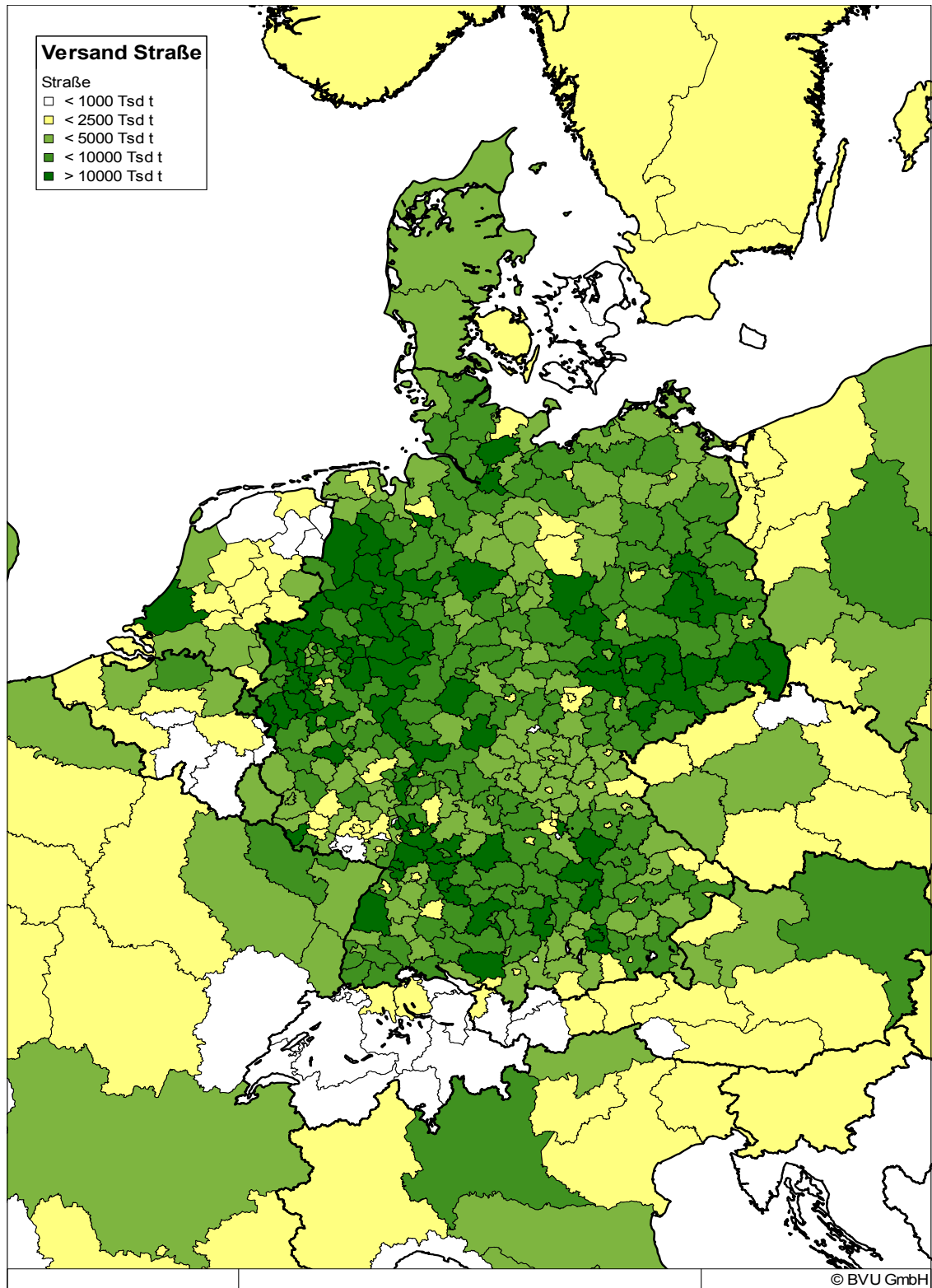


Abb. 5-2: Straßengüterverkehrsaufkommen nach Empfangsregionen (Ausschnitt)

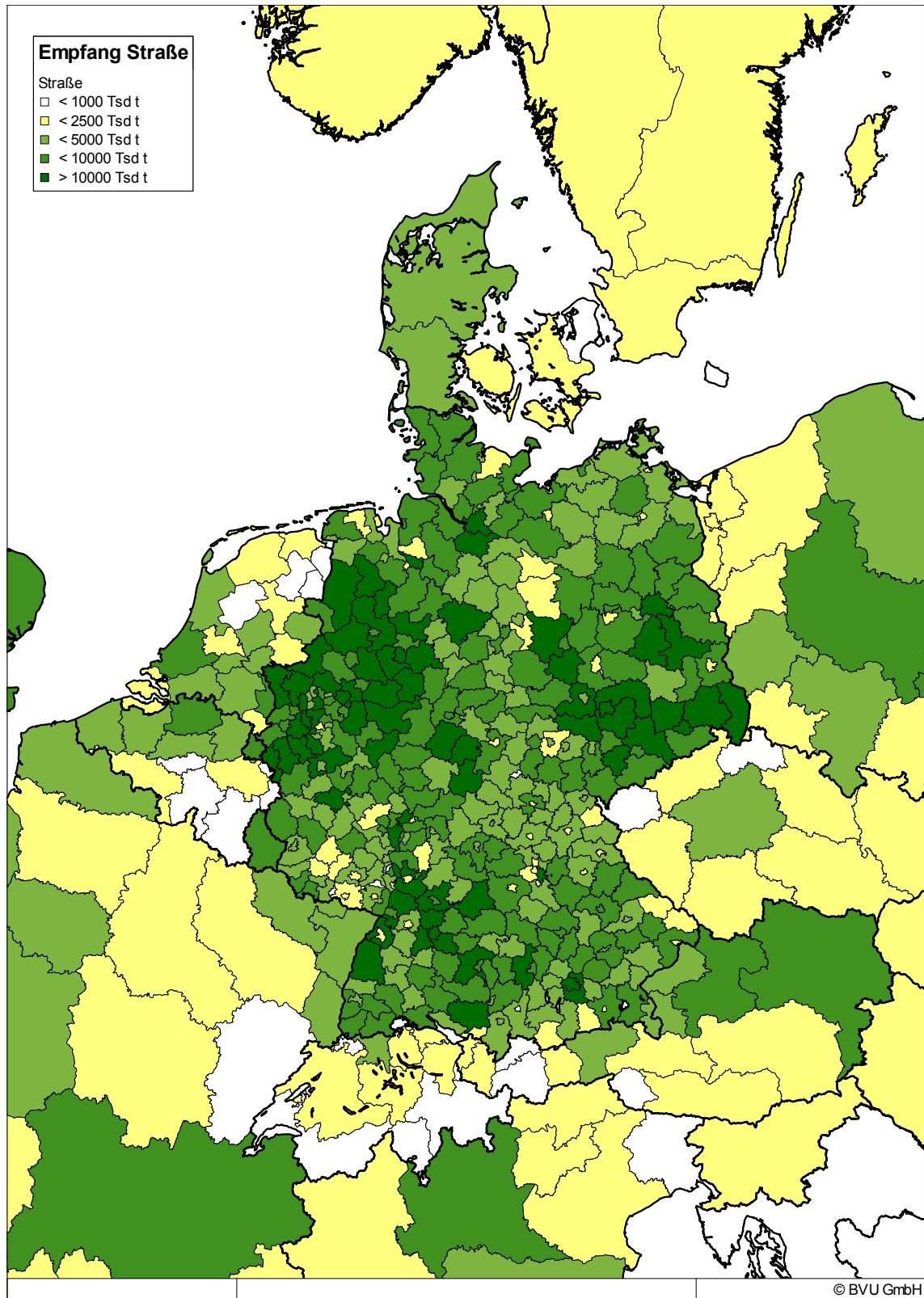


Abb. 5-3: Schienengüterverkehrsaufkommen nach Versandregionen (Ausschnitt)

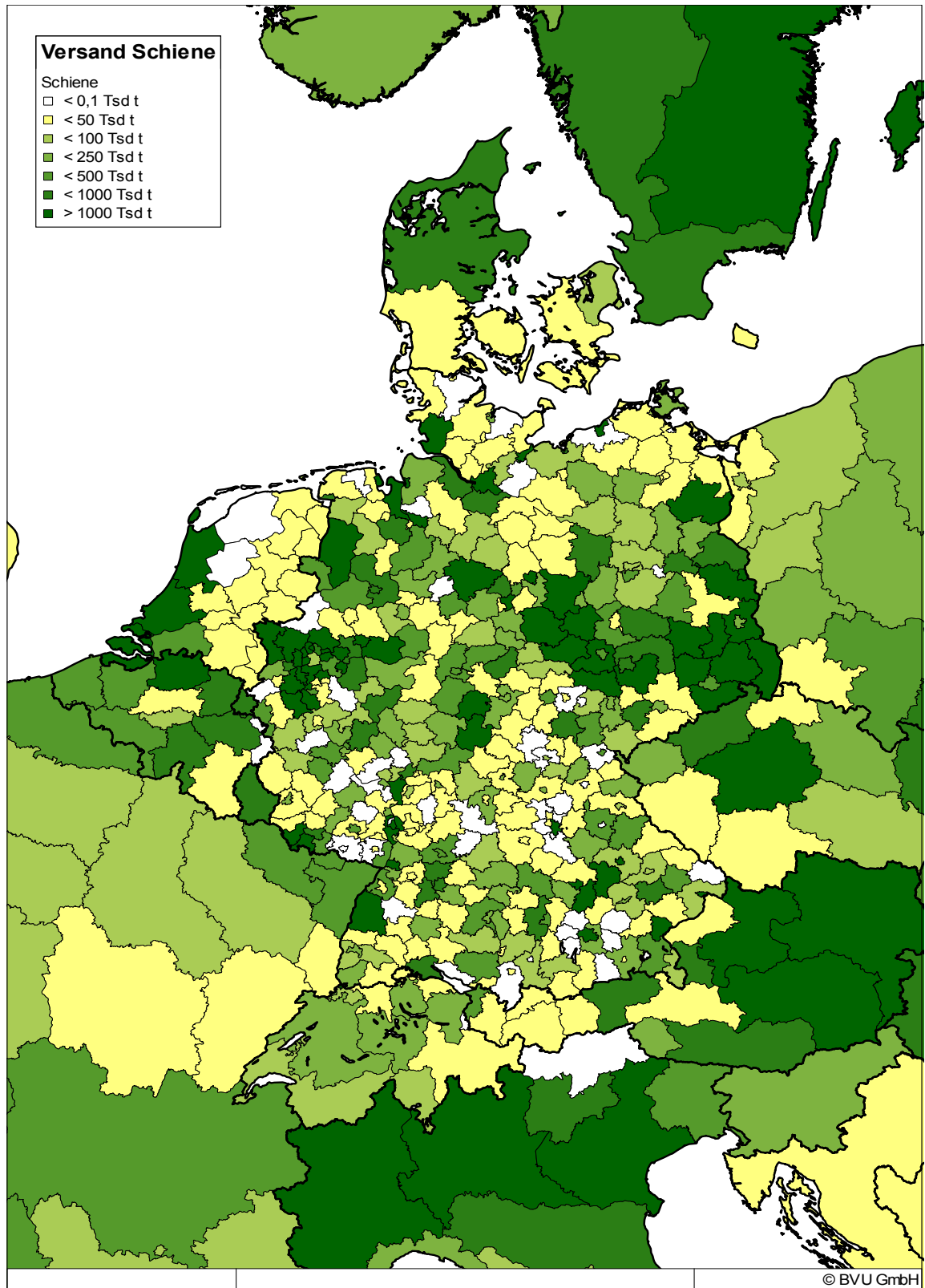


Abb. 5-4: Schienengüterverkehrsaufkommen nach Empfangsregionen Ausschnitt)

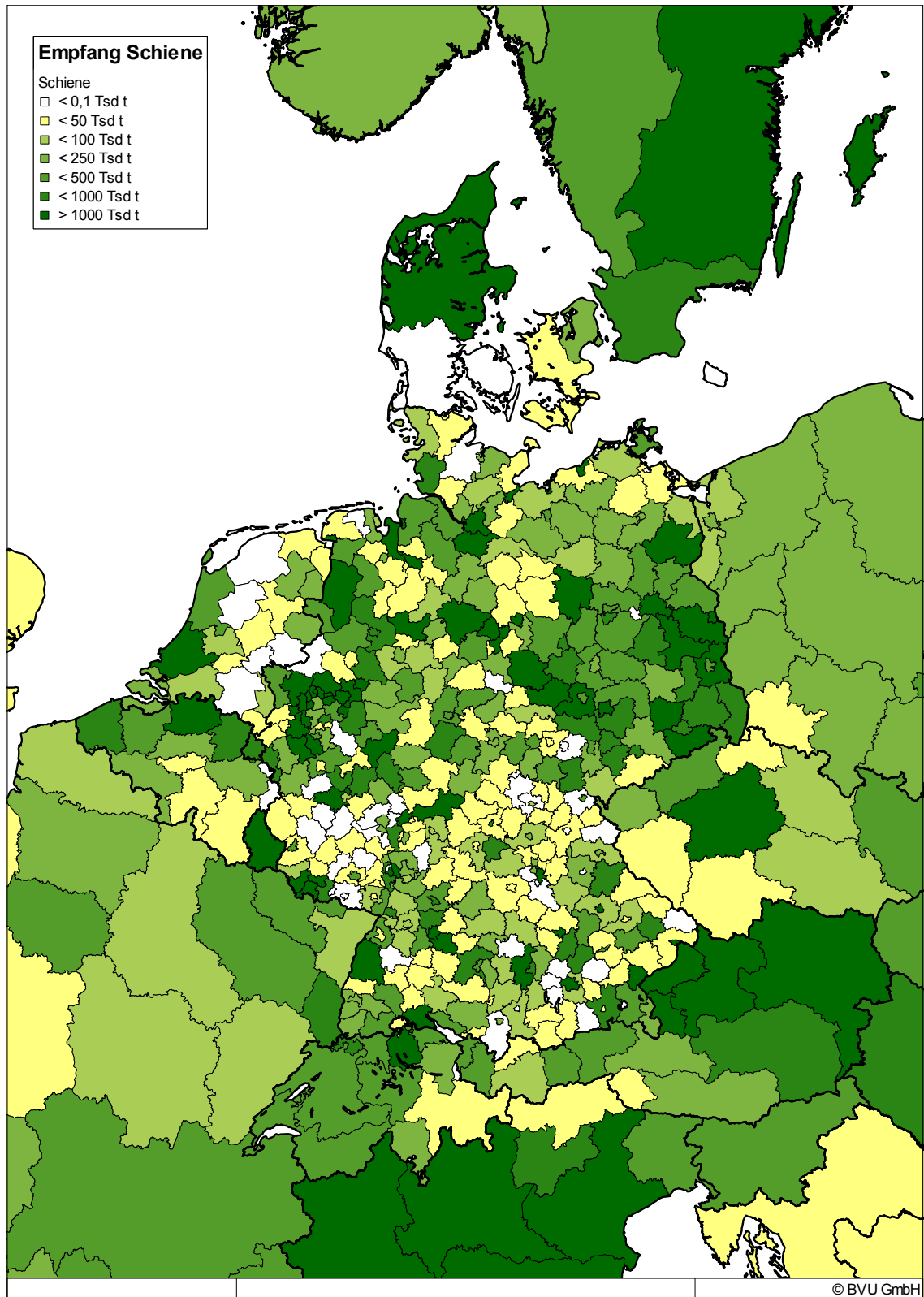


Abb. 5-5: Binnenschiffsaufkommen nach Versandregionen (Ausschnitt)

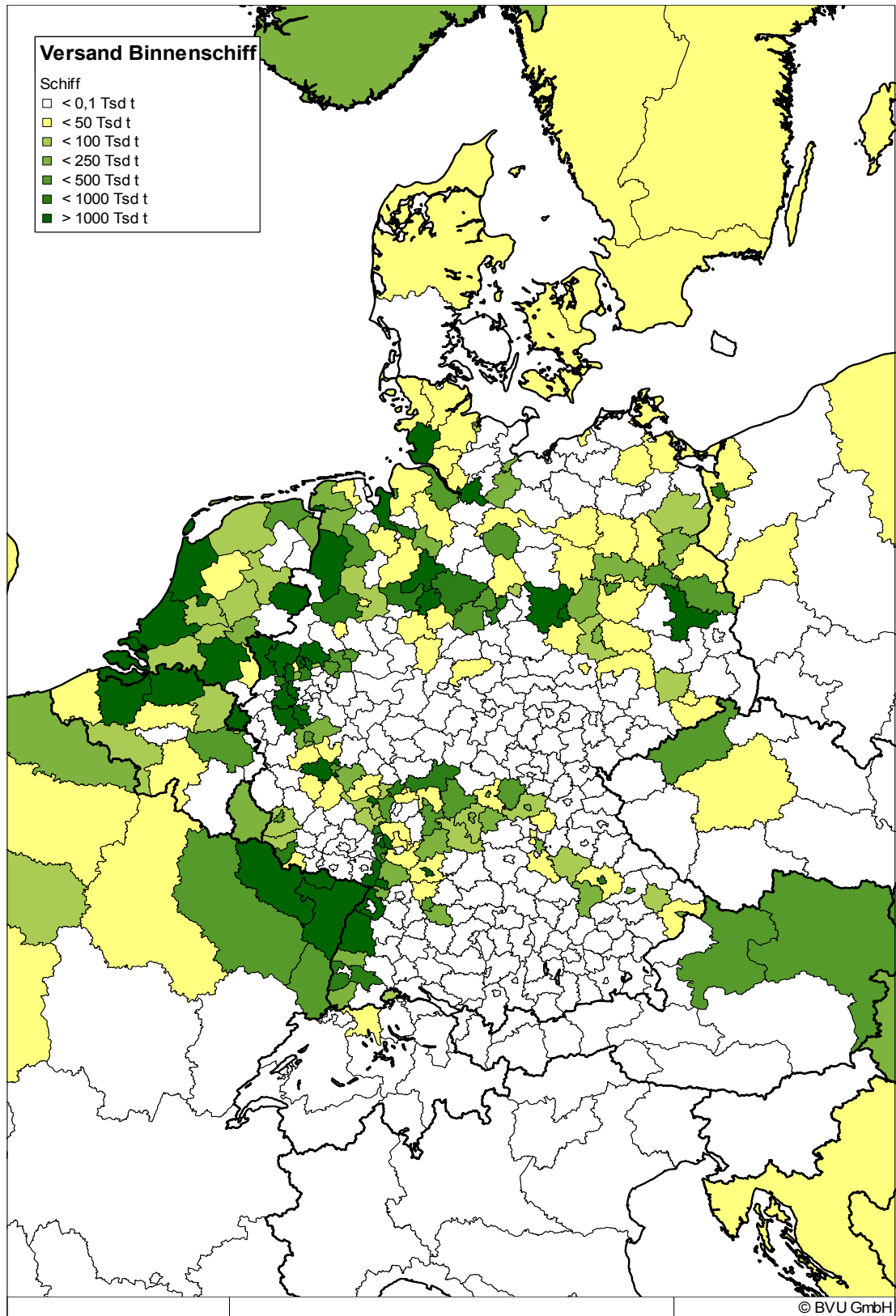
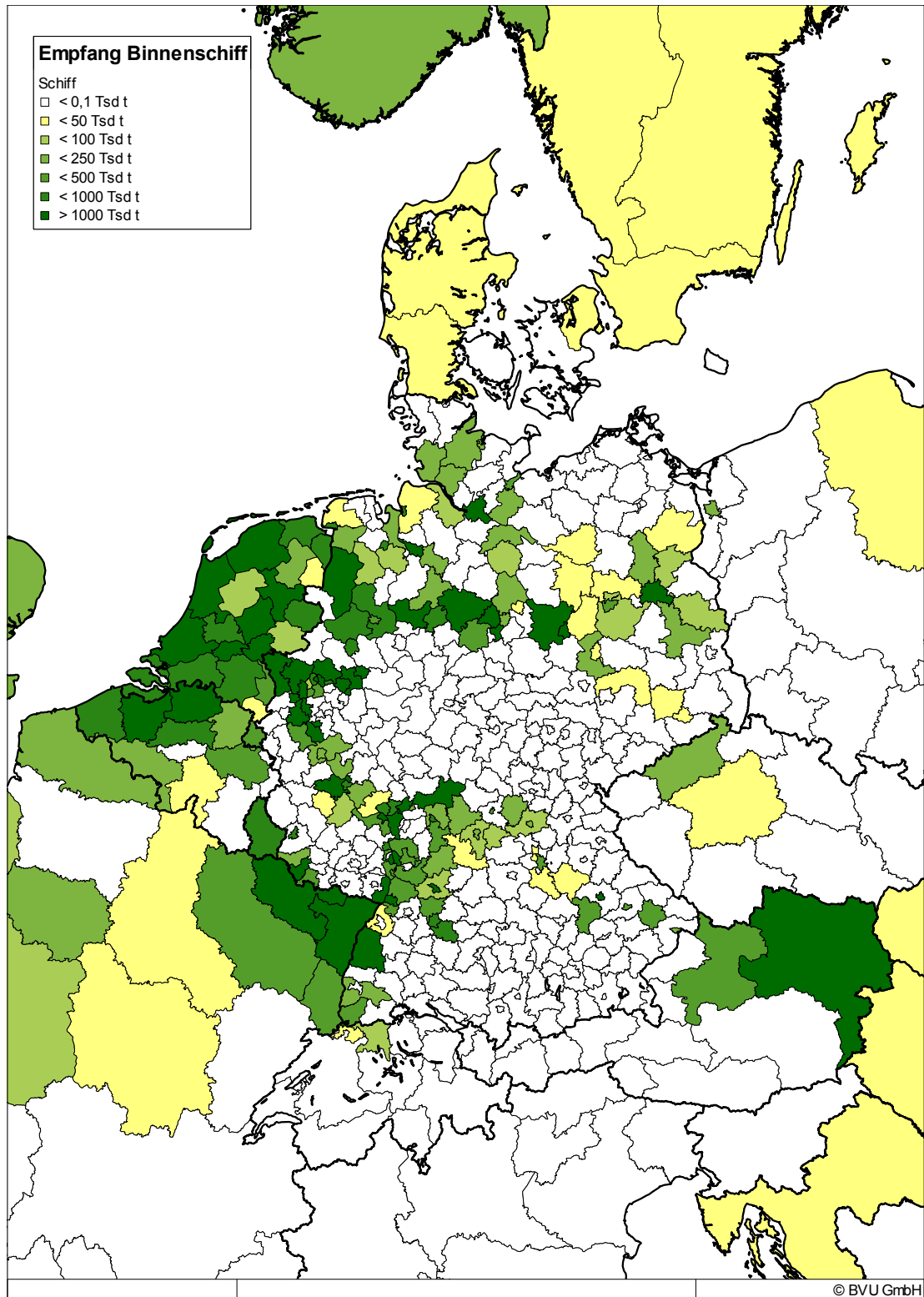


Abb. 5-6: Binnenschiffsaufkommen nach Empfangsregionen (Ausschnitt)



Tab. 5-4: Verkehrsleistung und Verkehrsweite im Güterverkehr im Jahr 2010 nach Regionen und Verkehrsträger

Bundesland	Verkehrsleistung in Mio. tkm				Verkehrsweite in km			
	Schiene	Straße	Schiff	Summe	Schiene	Straße	Schiff	Summe
Versandregionen								
Schleswig-Holstein	1.580	9.704	234	11.518	484	114	140	128
Hamburg	10.440	10.447	1.263	22.150	406	153	253	223
Niedersachsen	6.197	34.365	2.452	43.014	151	117	191	124
Bremen	2.713	5.238	213	8.164	474	171	188	218
Nordrhein-Westfalen	15.517	63.426	5.916	84.860	206	109	135	121
Hessen	2.552	20.873	700	24.125	298	112	313	123
Rheinland-Pfalz	2.823	17.004	3.577	23.405	337	113	319	137
Baden-Württemberg	4.143	36.372	4.990	45.505	291	107	369	124
Bayern	8.799	49.295	1.720	59.815	357	106	494	121
Saarland	1.063	2.848	456	4.367	123	102	458	116
Berlin	176	3.137	99	3.412	235	99	238	104
Brandenburg	5.886	13.478	630	19.994	328	122	212	152
Mecklenburg-Vorpommern	1.646	7.285	7	8.938	414	109		127
Sachsen	4.350	14.383	88	18.821	334	95	562	115
Sachsen-Anhalt	6.246	14.364	1.644	22.254	184	115	382	136
Thüringen	1.215	9.742	0	10.957	351	98		106
Ausland	32.219	125.302	38.289	195.808	460	415	304	393
Summe	107.565	437.263	62.278	607.107	300	140	271	164
Empfangsregionen								
Schleswig-Holstein	1.067	10.747	267	12.081	366	122	233	131
Hamburg	9.594	9.525	944	20.064	463	146	223	222
Niedersachsen	7.156	33.780	2.729	43.665	152	114	212	123
Bremen	5.522	4.809	671	11.002	510	168	162	253
Nordrhein-Westfalen	13.820	58.398	10.405	82.622	184	103	130	114
Hessen	2.257	21.590	2.760	26.606	283	114	302	129
Rheinland-Pfalz	2.660	15.185	4.448	22.293	296	106	321	134
Baden-Württemberg	5.798	38.493	6.630	50.920	333	113	409	136
Bayern	10.790	50.769	2.303	63.862	383	109	428	128
Saarland	2.779	3.207	1.442	7.428	202	112	516	164
Berlin	852	5.061	597	6.509	220	132	178	142
Brandenburg	3.936	13.405	262	17.603	238	121	277	138
Mecklenburg-Vorpommern	2.419	7.531	0	9.950	358	112		135
Sachsen	3.388	15.098	28	18.514	340	100	361	115
Sachsen-Anhalt	2.724	12.680	930	16.335	126	106	394	114
Thüringen	845	10.084	0	10.930	212	100		104
Ausland	31.958	126.901	27.862	186.723	507	400	382	412
Summe	107.565	437.263	62.278	607.107	300	140	271	164

Im Bahnversand weisen die Schienengüterverkehre aus dem Saarland, Niedersachsen und Sachsen-Anhalt die niedrigsten Transportweiten auf; im Empfang ist es neben Sachsen-Anhalt und Niedersachsen Nordrhein-Westfalen. Die höchsten Transportweiten werden aufgrund des Seehafenhinterlandverkehrs in Schleswig-Holstein, Hamburg und Bremen realisiert.

Tab. 5-5: Aufteilung des Gesamtverkehrs nach Hauptverkehrsbeziehungen)

	Schiene	Straße	Schiff	Summe
in 1.000 t				
Binnenverkehr	242.071	2.619.829	53.054	2.914.955
grenzüberschr. Versand	46.839	194.399	50.607	291.845
grenzüberschr. Empfang	53.822	179.202	103.535	336.559
Transitverkehr	16.212	122.701	22.411	161.324
Summe	358.945	3.116.131	229.607	3.704.683
in Mio. tkm				
Binnenverkehr	54.529	258.663	10.811	324.003
grenzüberschr. Versand	20.816	53.300	13.178	87.295
grenzüberschr. Empfang	21.076	51.700	23.605	96.381
Transitverkehr	11.144	73.600	14.684	99.428
Summe	107.565	437.263	62.278	607.107
Modal-Split in % (auf Tonnen-Basis)				
Binnenverkehr	8,3	89,9	1,8	100,0
grenzüberschr. Versand	16,0	66,6	17,3	100,0
grenzüberschr. Empfang	16,0	53,2	30,8	100,0
Transitverkehr	10,0	76,1	13,9	100,0
Summe	9,7	84,1	6,2	100,0

Rd. **80 % des Gesamtverkehrsaufkommens** auf Tonnenbasis in der Analysematrix 2010 besteht aus **Binnenverkehren** (siehe Tab. 5-5). **Deutsche Ex- bzw. Importe** machen einen Anteil von 8 % bzw. 9 % aus und der **Transitverkehr** nimmt einen Anteil von rd. 4 % ein. Bei der Straße sind 84 % der Verkehre Binnenverkehre. Deutsche Ex- und Importe nehmen einen Anteil von rd. 12 % und der Transitverkehr hat einen Anteil von rd. 4 % am Aufkommen. Im Schienengüterverkehre bestehen rd. 2/3 des Verkehrsaufkommens aus Binnenverkehren; der deutsche Außenhandel hat einen Anteil von rd. 28 % und der Transitverkehr macht einen Anteil von 5 % aus.

Im Bereich der **Binnenschifffahrt** spielen die Binnenverkehre mit 23 % nur eine geringe Rolle. Hier **dominieren die deutschen Außenhandelsverkehre**, im Wesentlichen mit den **Westhäfen**, wobei der **Import** mit 45 % eine **stärkere Bedeutung** hat als der **Export** mit 22 %. Transitverkehre (insbesondere Verkehre zwischen den Westhäfen und der Frankreich/Schweiz) nehmen mit 10 % ebenfalls eine hohe Bedeutung ein.

Geht man nach der **Verkehrsleistung** (tkm) dann nehmen die **Binnenverkehre** mit **einem Anteil von 53 %** aufgrund ihrer niedrigen Fahrweiten eine weit **untergeordnete Position** ein, als bei der Verteilung nach dem Aufkommen. Da die Außenhandelsverkehre im Vergleich zum Binnenverkehr **höhere Transportweiten** aufweisen, nehmen sie nach der Verkehrsleistung eine fast genauso hohe Bedeutung wie der Binnenverkehr ein.

Selbst bei der **Bahn** liegt der Anteil der **Binnenverkehre** nur bei **rd. 50 %**, bei der **Binnenschifffahrt** sogar nur bei **17 %**. Bei der **Binnenschifffahrt** liegt der Anteil des **Transitverkehr** auf tkm-Basis bei **24 %**, bei der **Straße** sogar bei **17 %** und somit höher als bei der **Eisenbahn mit 10 %**. Dies bedeutet, dass die ausgewiesenen Transitverkehre über die Straße langläufiger sind, als die Transitverkehre über die Schiene.

Bei der Schiene wurde das Verkehrsaufkommen neben dem kombinierten Verkehr auch nach den **Produktionssystemen Einzel- und Ganzzugsverkehr** unterschieden (siehe Tab. 5-6). Hierbei wurde zunächst auf relations- und gütergruppenspezifische Anteilswerte aus dem Bedarfsplan zurückgegriffen. Über **50 % des Schienenverkehrs wird in Ganzzügen befördert**. Hohe Ganzzugsanteile treten im Kohlebereich auf, bei Erzen, aber auch bei Rohölen, Düngemitteln, Steine, Erden und Mineralölprodukten sowie Landwirtschaftlichen Erzeugnissen. Der **Anteil des Einzelwagenverkehrs am Schienenaufkommen macht 26 %** des Schienenverkehrs in 2010 aus. Insbesondere Holzwaren, Fahrzeuge und Möbel, aber auch Mineralölerzeugnisse, Chemiewaren und Metalle werden im Einzelwagenverkehr befördert. Der **kombinierte Verkehr (inkl. RoLa)** macht mit **rd. 20 %** das restliche Verkehrsaufkommen aus. Im Wesentlichen ist hier die beförderte Gütergruppe nicht bekannt.

Tab. 5-6: Aufteilung des Schienengüterverkehrs nach Produktionssystemen (in 1.000 t)

Gütergruppe		Einzelwagen	Ganzzug	Kombinierter Verkehr	RoLa	Summe Schiene
10	Land- und forstwirtsch. Erzeugnisse	3.002	4.572	11	-	7.585
21	Steinkohle	-	30.401	-	-	30.401
22	Braunkohle	-	9.061	-	-	9.061
23	Erdöl und Erdgas	37	510	-	-	547
31	Erze	-	20.404	-	-	20.404
32	Düngemittel	353	1.596	-	-	1.949
33	Steine und Erden	5.436	21.826	36	-	27.299
40	Nahrungs- und Genussmittel	837	1.132	151	-	2.120
50	Textilien, Bekleidung, Leder	6	4	18	-	28
60	Holzwaren, Papier, Druckerei	5.877	3.588	292	-	9.756
71	Koks	-	6.508	-	-	6.508
72	Mineralölerzeugnisse	13.585	24.333	43	-	37.961
80	Chemische Erzeugnisse etc.	12.574	15.562	1.775	-	29.910
90	Sonstige Mineralerzeugnisse	1.838	9.207	99	-	11.143
100	Metalle und Metallerzeugnisse	31.629	29.795	499	-	61.923
110	Maschinen und Ausrüstungen etc.	408	267	165	-	840
120	Fahrzeuge	5.868	2.804	867	-	9.539
130	Möbel, Schmuck, Musikinstrumente etc.	34	5	14	-	53
140	Sekundärrohstoffe, Abfälle	9.500	5.649	83	-	15.231
150	Post, Pakete	-	-	-	-	-
160	Geräte und Material für Güterbeförd.	195	49	3.347	-	3.591
170	Umzugsgut, sonst. nichtmarktb. Güter	31	16	6	-	53
180	Sammelgut	594	1.206	-	-	1.800
190	Gutart unbekannt	1.184	2.413	63.486	4.157	71.240
200	Sonstige Güter a.n.g.	-	-	-	-	-
SUMME		92.987	190.907	70.894	4.157	358.945

5.1.2 Seehafenhinterlandverkehr im Jahr 2010

Insgesamt stehen nach Auswertung von Los 2 rd. **8 %** des Deutschland berührenden **Verkehrsaufkommens mit den Seehäfen** in Beziehung. Hierbei handelt es sich um rd. 287 Mio. t¹⁰⁷.

¹⁰⁷ Von Los 2 wurde ein Seehafenhinterlandverkehrsaufkommen von 303,5 Mio. t an Los 3 übergeben. Die Differenz von 16,9 Mio. t besteht aus begleiteten Verkehren im Fährverkehr über die deutschen Ostseefährhäfen Kiel, Lübeck, Rostock und Sassnitz.

Vom Seehafen hinterlandverkehr sind rund **30 % containerisiertes Aufkommen**. Rd. 45 % des Verkehrsaufkommens mit den Seehäfen besteht aus unbekannten Güterarten (hierbei handelt es sich um Güter im Container), Steinkohle und Erze.

Tab. 5-7: Aufteilung des Gesamtverkehrsaufkommens in Seehafen hinterlandverkehr und Nicht-Seehafen hinterlandverkehr in 1.000 t

Gütergruppe		kein Seehafen hinterlandverkehr	Seehafen hinterlandverkehr			Anteil Seehafen hinterlandverkehr in %
			konventionell	containerisiert	Summe	
10	Land- und forstwirtsch. Erzeugnisse	208.137	13.637	755	14.392	6,9%
21	Steinkohle	66.391	38.867	4	38.870	58,5%
22	Braunkohle	14.112	13	-	13	0,1%
23	Erdöl und Erdgas	2.524	357	2	359	14,2%
31	Erze	48.983	39.683	1	39.685	81,0%
32	Düngemittel	6.736	243	5	249	3,7%
33	Steine und Erden	921.198	11.563	729	12.292	1,3%
40	Nahrungs- und Genussmittel	355.308	15.531	2.829	18.360	5,2%
50	Textilien, Bekleidung, Leder	21.136	335	2.840	3.175	15,0%
60	Holzwaren, Papier, Druckerei	179.902	8.065	6.459	14.525	8,1%
71	Koks	15.931	893	21	914	5,7%
72	Mineralölerzeugnisse	161.980	17.309	47	17.355	10,7%
80	Chemische Erzeugnisse etc.	218.791	16.891	6.875	23.766	10,9%
90	Sonstige Mineralerzeugnisse	337.833	3.540	4.206	7.747	2,3%
100	Metalle und Metallerzeugnisse	247.520	15.738	2.765	18.504	7,5%
110	Maschinen und Ausrüstungen etc.	77.545	2.650	4.623	7.273	9,4%
120	Fahrzeuge	101.802	7.756	3.462	11.218	11,0%
130	Möbel, Schmuck, Musikinstrumente etc.	21.119	342	1.292	1.634	7,7%
140	Sekundärrohstoffe, Abfälle	282.469	5.010	713	5.723	2,0%
150	Post, Pakete	35.167	276	-	276	0,8%
160	Geräte und Material für Güterbeförd.	92.420	499	4.631	5.130	5,6%
170	Umzugsgut, sonst. nicht-marktb. Güter	39.159	151	263	414	1,1%
180	Sammelgut	116.582	1.856	1.196	3.052	2,6%
190	Gutart unbekannt	131.936	2.611	39.111	41.722	31,6%
200	Sonstige Güter a.n.g.	0	-	-	-	
Summe		3.704.683	203.818	82.830	286.648	7,7%

Weitere bedeutende Güterarten im **Seehafen hinterlandverkehr** sind **Chemische Erzeugnisse, Nahrungs- und Genussmittel, Mineralölerzeugnisse, Metalle sowie Holz, Papier und**

Landwirtschaftliche Erzeugnisse. Fast unbedeutend ist der Seehafenhinterlandverkehr nach Einschätzung von Los 2 im Verkehr der Post, mit Braunkohle, Umzugsgüter, Erdöl und Erdgas, Düngemittel sowie Koks.

Hohe Seehafenhinterlandverkehrsanteile werden bei **Erzen** (81 %), **Steinkohle** (59 %) und mit 32 % in der **Gütergruppe 190** (unbekannte Güter) realisiert. Bei den anderen Gütergruppen liegt der Seehafenhinterlandverkehrsanteil i.d.R. bei unter 10 %.

Auffällig ist der **hohe Schienen- und Binnenschiffsanteil** (29 % bzw. 37 %) **am Seehafenhinterlandverkehr**. Bei **konventionellen Gütern** macht der Anteil der beiden genannten Verkehrsmittel sogar 70 % aus, wobei das Binnenschiff mit einem Anteil von 45 % dominiert. Hier macht sich der **hohe Anteil der Massengütergruppen** wie z.B. Erze und Kohle, sowie der **hohe Anteil der Westhäfen im Seehafenhinterlandverkehr** bemerkbar. Auch im containerisierten Verkehr nehmen die beiden Verkehrsmittel mit 54 % einen überdurchschnittlichen Anteil ein. Hier dominiert jedoch die Straße mit einem Anteil von 46 %.

Tab. 5-8: Seehafenhinterlandverkehr nach Verkehrsträgern und Ladungskategorien in 1.000 t

Ladungskategorie	Schiene	Straße	Binnenschiff	Summe
Seehafenhinterlandverkehr				
Konventionell	51.306	61.326	91.186	203.818
containerisiert (maritimer kombinierter Verkehr)	31.355	37.844	13.632	82.830
Summe	82.661	99.170	104.818	286.648
Anteil in %	28,8	34,6	36,6	100,0
nachrichtlich				
nicht maritimer KV	43.696		8.179	47.717

Durch die **Trennung des Containerverkehrs vom sonstigen kombinierten Verkehr** in Los 2 kann der **sonstige nicht maritime KV** getrennt werden. Er macht bei der Schiene einen Anteil von 58 % am gesamten kombinierten Verkehrsaufkommen bzw. rd. 44 Mio. t aus. In der Binnenschifffahrt sind es rd. 8,2 Mio. t bzw. 38 % des Verkehrsaufkommens.

Bei der Schiene handelt es sich beim **nicht maritimen KV** überwiegend um **Wechselbehälter** und um **Trailer** die auf **kontinentale Relationen** (wie z.B. zwischen Italien und Skandinavien, bzw. zwischen Ludwigshafen und Italien etc.) gefahren werden.

In der **Binnenschifffahrt** handelt es sich auch beim **nicht maritimen KV um Containerladung**, da Wechselbehälter und Trailer kaum per Binnenschiff befördert werden. Von den oben dargestellten 8,2 Mio. t an nicht maritimen KV stehen 6,8 Mio. t bzw. 83 % mit den Standorten Rotterdam und Antwerpen in Verbindung, sodass gefolgert werden kann, dass diese Verkehre in Los 2 nicht als Seehafenhinterlandverkehre identifiziert wurden.

5.2 Prognose 2030 des Güterverkehrs

5.2.1 Gesamtergebnisse Verkehrsaufkommen und Verkehrsleistung je Verkehrsmittel

Die Eckwerte für die **Güterverkehrsprognose 2030** sind in Tab. 5-9 und Tab. 5-10 dargestellt. Insgesamt **steigt das Transportaufkommen um 18 %** und die **Transportleistung auf dem Gebiet der Bundesrepublik Deutschland um 38 %**.

Tab. 5-9: Entwicklung des Güterverkehrsaufkommens nach Verkehrsträgern

	2010		2030		Veränderung 2010-2030	
	Mio. t	Anteil in %	Mio. t	Anteil in %	insgesamt in %	in % p.a.
Gesamtverkehr nach Verkehrsträgern						
Schiene	358,9	9,7%	443,7	10,2%	23,6%	1,1%
Straße	3.116,1	84,1%	3.639,1	83,5%	16,8%	0,8%
Binnenschiff	229,6	6,2%	275,6	6,3%	20,0%	0,9%
Summe	3.704,7	100,0%	4.358,4	100,0%	17,6%	0,8%
davon Seehafenhinterlandverkehr	286,6	7,7%	441,4	10,1%	54,0%	2,2%
Kombinierte Verkehre						
Kombinierter Verkehr gesamt	96,9	100,0%	173,7	100,0%	79,3%	3,0%
davon Seehafenhinterlandverkehr	45,0	46,4%	83,8	48,2%	86,2%	3,2%
davon Schiene	75,1	77,5%	136,1	78,4%	81,4%	3,0%
davon Seehafenhinterlandverkehr	31,4	32,4%	59,1	34,0%	88,6%	3,2%
davon Binnenschiff	21,8	22,5%	37,6	21,6%	72,3%	2,8%
davon Seehafenhinterlandverkehr	13,6	14,1%	24,6	14,2%	80,8%	3,0%
Seehafenhinterlandverkehr mit Containern auf der Straße	37,8		65,9		74,1%	

Sowohl im **Schienen-** als auch im **Straßengüterverkehr** wachsen die **Transportleistungen deutlich stärker als das Transportaufkommen**, so dass sich die Tendenz zu länger laufenden Transporten weiter fortsetzen wird. Im gesamten Güterfernverkehr wachsen die **mittleren Transportweiten um 17 %** von 164 Kilometer im Jahr 2010 auf 192 Kilometer im Jahr 2030.

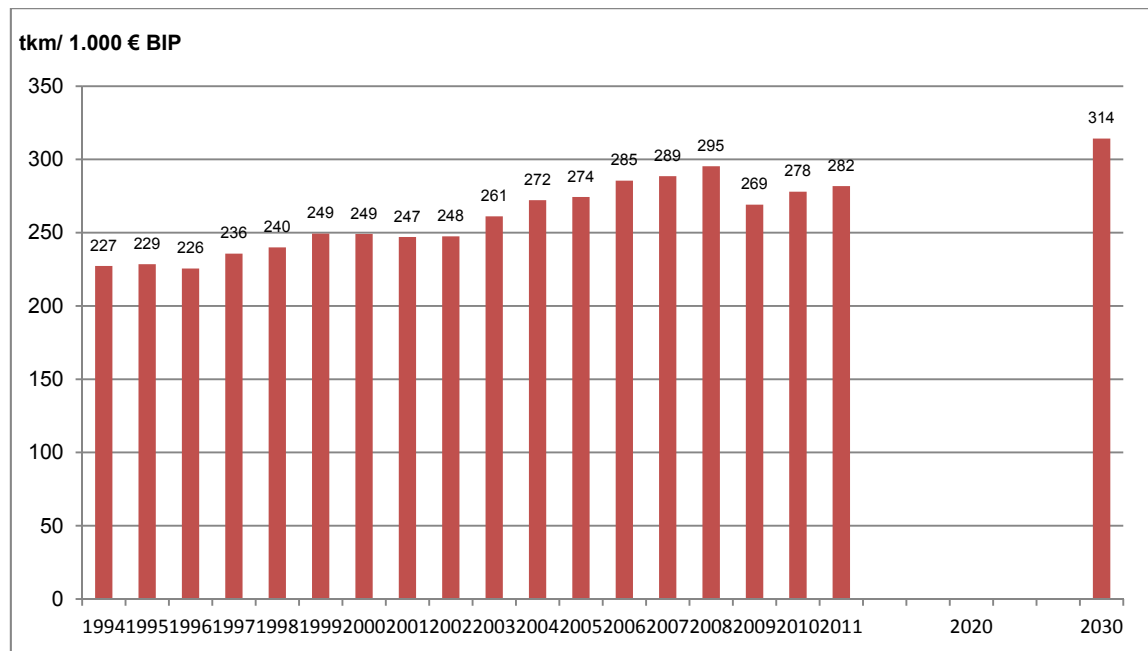
Tab. 5-10: Entwicklung der Güterverkehrs nach Transportleistung nach Verkehrsträgern

	2010		2030		Veränderungen 2010-2030		Transportweite in km			
	Mrd. tkm	Anteil in %	Mrd. tkm	Anteil in %	insgesamt in %	in % p.a.	2010	2030	Veränderungen 2010-2030	
									insgesamt in %	in % p.a.
Gesamtverkehr nach Verkehrsträgern										
Schiene	107,6	17,7%	153,7	18,4%	42,9%	1,8%	300	347	15,6%	0,7%
Straße	437,3	72,0%	607,4	72,5%	38,9%	1,7%	140	167	18,9%	0,9%
Binnenschiff	62,3	10,3%	76,5	9,1%	22,8%	1,0%	271	277	2,3%	0,1%
Summe	607,1	100,0%	837,6	100,0%	38,0%	1,6%	164	192	17,3%	0,8%
davon Seehefanhinterland - verkehr	95,2	15,7%	146,0	17,4%	53,3%	2,2%	332	331	-0,4%	0,0%
Kombinierte Verkehre										
kombinierter Verkehr	44,1	100,0%	76,2	100,0%	72,7%	2,8%	456	439	-3,7%	-0,2%
davon Seehafenhinterland- verkehr	21,7	49,1%	37,3	49,0%	72,3%	2,7%	481	446	-7,4%	-0,4%
davon Schiene	38,0	86,2%	66,2	86,9%	74,1%	2,8%	507	486	-4,0%	-0,2%
davon Seehafenhinterland- verkehr	17,7	40,1%	30,7	40,2%	73,3%	2,8%	564	518	-8,1%	-0,4%
davon Binnenschiff	6,1	13,8%	10,0	13,1%	63,8%	2,5%	280	266	-4,9%	-0,3%
davon Seehafenhinterland- verkehr	4,0	9,0%	6,7	8,8%	68,0%	2,6%	291	271	-7,1%	-0,4%
Seehafenhinterlandverkehr mit Containern auf der Straße	13,1		22,4		70,5%	2,7%	346	339	-2,1%	-0,1%

Die überdurchschnittliche Zunahme der Verkehrsleistung wird auch durch die Vergangenheitsentwicklung gestützt. Die **jährliche Verkehrsleistung je 1.000 € BIP** hat sich zwischen 1994 und 2011 um **24 % erhöht** (siehe Abb. 5-7). Die **Transportintensität** hat sich von **227 tkm pro 1.000 € BIP im Jahr 1994 auf 228 tkm pro 1000 € BIP im Jahr 2011** entwickelt. Für die Zukunft wird zwischen 2010 und 2030 ein weiteres **Wachstum von 13 %** erwartet, wobei die **Transportintensität auf 314 tkm/1.000 € BIP** ansteigen wird. Eine Entkoppelung von Wirtschafts- und Verkehrsleistungswachstum findet demzufolge nicht statt. Die gleichzeitig **sinkende Transportelastizität** signalisiert andererseits, dass sich diese Entwicklung einer **Sättigungsgrenze** nähert, da sich die Wachstumsraten von tkm und BIP annähern. Die prognostizierte Entwicklung bis 2030 sagt zwar eine weiter steigende Bedeutung des Transportsektors für die

deutsche Wirtschaft voraus, verliert allerdings bei Annäherung an den Prognosehorizont an Dynamik.

Abb. 5-7: Entwicklung der Transportleistung je 1.000€ Bruttoinlandsprodukt



Der **Straßengüterverkehr** wächst beim Transportaufkommen von knapp 3,1 Mrd. t im Jahr 2011 auf 3,6 Mrd. t im Jahr 2030, was einem Wachstum von 17 % entspricht. Die Verkehrsleistungen steigen um 39 % von 437 Mrd. tkm auf 607 Mrd. tkm. Von dem gesamten zusätzlichen Wachstum des Güterverkehrs aller Verkehrsträger von 2010 bis 2030 um 654 Mio. t und 230 Mrd. tkm entfallen damit **80 % der Zunahme des Transportaufkommens** (+523 Mio. t) und **74 % der Zunahme der Transportleistungen** (170 Mrd. tkm) **auf den Straßengüterverkehr**. Allerdings realisiert sowohl die **Schiene als auch das Binnenschiff** aufgrund der weiterhin **überproportional zunehmenden KV-Verkehre**, die eine Verlagerung von der Straße auf die beiden anderen Verkehrsträger bedingen, zukünftig ein deutlich **stärkeres Aufkommenswachstum als der Straßenverkehr**, sodass der Marktanteil der Straße beim Aufkommen im Prognosezeitraum von 84,1 % auf 83,5 % sinkt. Bei der Verkehrsleistung ist zwar ein deutlich stärkeres Wachstum gegenüber der Binnenschifffahrt zu erkennen, dafür jedoch ein leicht niedrigeres als im Schienengüterverkehr, sodass der Marktanteil an der Verkehrsleistung 72,0 % auf 72,5 % leicht ansteigt.

Das Transportaufkommen der **Schiene** wächst bis 2030 gegenüber 2010 mit 24 % deutlich weniger als die Transportleistungen, für die aufgrund der wachsenden Transportentfernungen eine erhebliche Steigerung um insgesamt 43 % prognostiziert wird. Der **Marktanteil der Bahn steigt** beim Aufkommen aufgrund dieses dynamischen Wachstums von 9,7 % im Jahr 2010 auf 10,2 % im Jahr 2030 und bei den Leistungen von knapp 17,7 % auf 18,4 %.

Diese gegenüber der Straße leicht günstigere Entwicklung bei der Bahn (aber auch beim Binnenschiff) ist auf die **Entwicklung des kombinierten Verkehrs** zurückzuführen. Der gesamte **kombinierte Verkehr per Bahn und Binnenschiff wird um rd. 79 % auf Aufkommensbasis und 73 % auf Verkehrsleistungsbasis ansteigen** und wird sich im Prognosezeitraum deutlich stärker entwickeln, als die nicht im kombinierten Verkehr abgewickelten Transportgüter (+8 %). Insbesondere der mit dem Seehafenhinterlandverkehr in Verbindung stehende kombinierte Verkehr wird mit 86 % (Aufkommen) deutlich stärker ansteigen, als der restliche KV. Hierbei handelt es sich fast ausschließlich um Container; von der Entwicklung der Verkehrsleistung ist kein nennenswerter Unterschied festzustellen, wobei festzuhalten ist, dass die Verkehrsleistung im kombinierten Seehafenhinterlandverkehr niedriger ansteigen wird, als das Aufkommen.

Innerhalb des kombinierten Verkehrs wird sich die **Schiene** mit einem Aufkommenswachstum von 82 % deutlich **günstiger entwickeln, als das Binnenschiff** (72 %). Bezogen auf den Schienengüterverkehr erhöht sich der Anteil des kombinierten Verkehrs beim Aufkommen von 21 % auf 31 % und bei der Leistung von 35 % auf 43 %, damit werden im Jahre 2030 ein **Drittel des Transportaufkommens** und fast die Hälfte der Transportleistung **der Bahn im kombinierten Verkehr** erbracht.

Definitionsgemäß wird **statistisch** bei der **Straße kein kombinierter Verkehr** ausgewiesen, da dieser generell mindestens zwei Verkehrsträger voraussetzt. Der **kombinierte Verkehr** erfordert jedoch auch, dass die **Ladung** in i.d.R. **in genormten Behältern transportiert** wird, die zwischen zwei Verkehrsträgern umgeschlagen werden können. Solche **Behälter sind Container und sog. Wechselbehälter**, die im nicht maritimen KV eingesetzt werden. Deswegen spricht man vom kombinierten Verkehr auch vom **Behälterverkehr**.

Im Seehafenhinterlandverkehr werden insbesondere Container auch per Straße transportiert. Im Jahr 2010 wurden nach Schätzungen von Los 2 31,8 Mio. t an **Containerladung auf der Straße mit Lkws** transportiert. Auch wenn es sich hierbei statistisch nicht um kombinierten Verkehr handelt, so handelt es sich um Ladungsaufkommen, das alternativ im kombinierten Verkehr per Bahn oder Binnenschiff transportiert werden könnte. Ähnlich wie auch der Behälterverkehr per

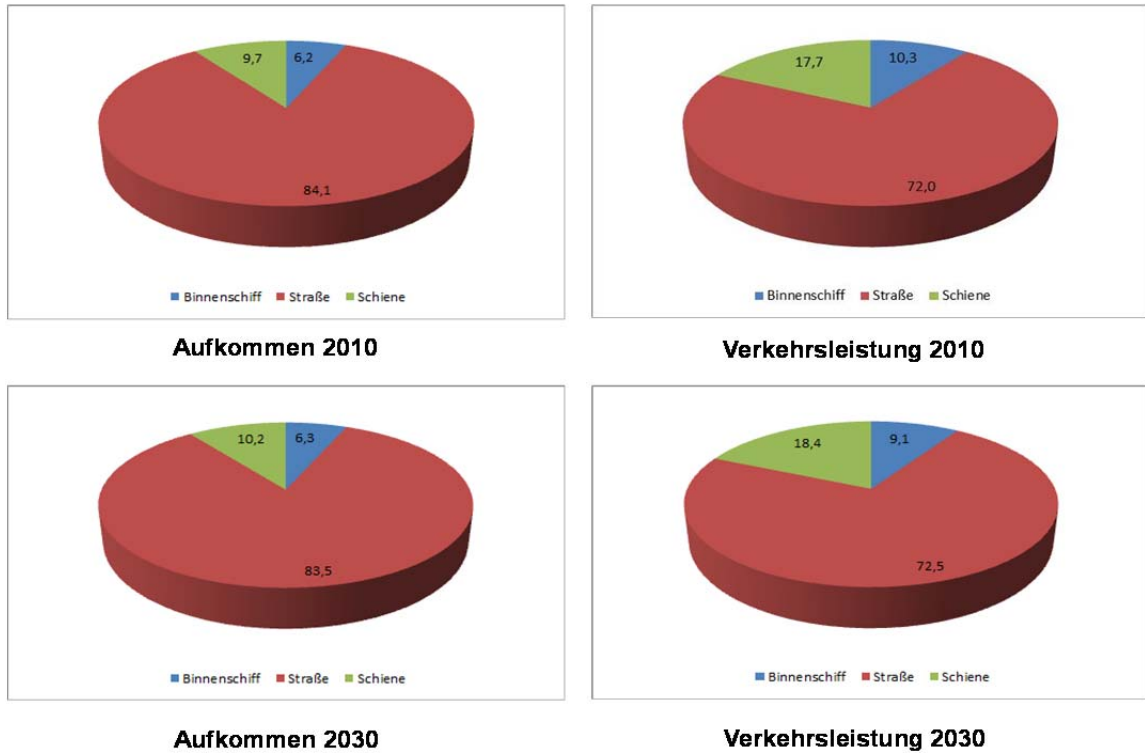
Bahn und Binnenschiff wird sich auch dieses Ladungsaufkommen auf der Straße bis zum Jahr 2030 überdurchschnittlich entwickeln; es steigt auf 65,9 Mio. t bzw. um +74 % an.

Auch die **Binnenschifffahrt wächst mit 20 % stärker als der Straßenverkehr** und somit überproportional zum relevanten Gesamtmarkt. Insgesamt steigt das Aufkommen von 230 Mio. t auf 276 Mio. t. Zum einen ist dies auf **Rückholeffekte** durch eingetretene singuläre Ereignisse in der Vergangenheit (Rheinsperrung durch Verkehrsunfälle bzw. Niedrigwasser) zurückzuführen, aber insbesondere durch das **Wachstum im Containerverkehr**, welches ebenfalls durch den überdurchschnittlichen Seehafenhinterlandverkehr getrieben wird. Während im Containerverkehr per Binnenschiff (kombinierter Verkehr) ein Zuwachs von 72 % erwartet wird, liegt das Wachstum der konventionellen Güter bei der Binnenschifffahrt bei 15 %. Dadurch steigt der Anteil des Containerverkehrs am Binnenschifffahrtsaufkommen von 9,5 % auf 13,6 % bzw. von 9,8 % auf 13,1 % an der Verkehrsleistung.

Die Verkehrsleistung per Binnenschiff steigt leicht stärker als das Aufkommen (+23 %; bzw. von 62,3 Mrd. tkm auf 76,5 Mrd. tkm), aber deutlich niedriger als der Gesamtmarkt, sodass die durchschnittliche Transportweite nur leicht zunimmt und der Marktanteil zurückgeht.

Die Entwicklung der einzelnen Verkehrsträgermarktanteile (Modal-Split) kann der Abb. 5-8 entnommen werden.

Abb. 5-8: Modal-Split-Anteile im Güterverkehr 2010-2030



5.2.2 Entwicklung des Güterverkehrs nach Gütergruppen

In der Tab. 5-11 und Tab. 5-12 sind Güterverkehrsaufkommen und -leistung nach **Gütergruppen** (NST2007) differenziert ausgewiesen.

Tab. 5-11: Entwicklung des Güterverkehrsaufkommens nach NST2007 Gütergruppen und Verkehrsträgern in Mio. t

Gütergruppe	Schiene			Straße			Binnenschiff			Summe		
	2010	2030	WR in % p.a.	2010	2030	WR in % p.a.	2010	2030	WR in % p.a.	2010	2030	WR in % p.a.
Land- und forstwirtsch. Erzeugnisse	7,6	11,2	2,0%	184,6	232,2	1,2%	15,9	21,4	1,5%	208,1	264,9	1,2%
Steinkohle	30,4	14,4	-3,7%	3,8	0,2	-14,3%	32,2	34,4	0,3%	66,4	49,0	-1,5%
Braunkohle	9,1	4,9	-3,0%	3,6	2,9	-1,1%	1,5	0,0	-18,6%	14,1	7,8	-2,9%
Erdöl und Erdgas	0,5	0,3	-2,3%	1,2	0,9	-1,7%	0,8	0,7	-0,3%	2,5	1,9	-1,3%
Erze	20,4	21,2	0,2%	0,8	1,1	1,8%	27,8	36,6	1,4%	49,0	58,9	0,9%
Düngemittel	1,9	2,2	0,7%	4,1	4,4	0,3%	0,7	0,9	1,3%	6,7	7,5	0,5%
Steine und Erden	27,3	35,1	1,3%	862,3	893,5	0,2%	31,6	34,4	0,4%	921,2	962,9	0,2%
Nahrungs- und Genussmittel	2,1	4,0	3,3%	341,7	442,1	1,3%	11,5	13,4	0,8%	355,3	459,6	1,3%
Textilien, Bekleidung, Leder	0,0	0,5	15,0%	21,1	27,9	1,4%	0,1	0,1	4,4%	21,1	28,5	1,5%
Holzwaren, Papier, Papier, Druckerei	9,8	13,5	1,6%	166,4	207,2	1,1%	3,7	5,4	1,9%	179,9	226,2	1,2%
Koks	6,5	4,9	-1,4%	7,1	0,5	-12,5%	2,4	1,5	-2,2%	15,9	6,9	-4,1%
Mineralölzeugnisse	38,0	39,5	0,2%	90,6	71,6	-1,2%	33,5	35,0	0,2%	162,0	146,2	-0,5%
Chemische Erzeugnisse etc.	29,9	38,5	1,3%	167,5	206,2	1,0%	21,4	26,6	1,1%	218,8	271,3	1,1%
Sonstige Mineralerzeugnisse	11,1	13,7	1,0%	322,1	375,6	0,8%	4,6	5,9	1,3%	337,8	395,3	0,8%
Metalle und Metallerzeugnisse	61,9	74,0	0,9%	174,0	223,8	1,3%	11,6	14,0	1,0%	247,5	311,9	1,2%
Maschinen und Ausrüstungen etc.	0,8	1,8	4,0%	76,0	97,3	1,2%	0,7	1,0	2,0%	77,5	100,2	1,3%
Fahrzeuge	9,5	14,5	2,1%	91,4	116,9	1,2%	0,9	0,9	0,5%	101,8	132,3	1,3%
Möbel, Schmuck, Musikinstrumente etc.	0,1	0,4	11,2%	20,9	28,0	1,5%	0,2	0,3	3,5%	21,1	28,7	1,6%
Sekundärrohstoffe, Abfälle	15,2	18,4	0,9%	254,0	267,8	0,3%	13,3	15,3	0,7%	282,5	301,5	0,3%
Post, Pakete	0,0	0,0		35,2	44,0	1,1%	0,0	0,0		35,2	44,0	1,1%
Geräte und Material für Güterbeförd.	3,6	7,4	3,7%	87,1	115,6	1,4%	1,8	3,6	3,6%	92,4	126,6	1,6%
Umzugsgut, sonst. nichtmarktb. Güter	0,1	0,1	3,7%	39,1	49,7	1,2%	0,0	0,0	3,3%	39,2	49,8	1,2%
Sammelgut	1,8	3,2	2,9%	114,8	154,5	1,5%	0,0	0,1		116,6	157,7	1,5%
Gutart unbekannt	71,2	119,8	2,6%	46,8	75,2	2,4%	13,9	23,8	2,7%	131,9	218,8	2,6%
Summe	358,9	443,7	1,1%	3.116,1	3.639,1	0,8%	229,6	275,6	0,9%	3.704,7	4.358,4	0,8%

Am **stärksten** wachsen - auch über alle Verkehrsträger - die Gütergruppen 190 "**Gutart unbekannt**" (+2,6 % p.a.), 160 "Geräte und Material für Güterbeförderung" und 130 "Möbel", etc.) (beide mit 1,6 % p.a.), 50 "Textilien, Bekleidung", 170 "Sammelgut" (beide 1,5 % p.a.), 120 "Fahrzeuge", 110 "Maschinen und Ausrüstungen" und 40 "Nahrungs- und Futtermittel" (alle 1,3 % p.a.).

Der starke Anstieg in der **Gütergruppe 190** liegt darin begründet, dass hier insbesondere die **KV-Güter** erfasst sind. Hier sind die Erzeugnisse praktisch aller weiterführenden Produktionsstufen enthalten, sodass ihre Transportmengen und -leistungen unmittelbar von einer Steigerung

der Zahl der Fertigungsstufen durch technischen Fortschritt und durch sinkende innerbetriebliche Fertigungstiefe profitieren.

Aufgrund der aktuellen **energiepolitischen Leitlinien** werden die Verkehrsmengen an **Koks** (-4,1 % p.a.), **Braunkohle** (-2,9 % p.a.), **Steinkohle** (-1,5 % p.a.) und **Mineralölerzeugnisse** (-0,5 % p.a.) **rückgängig** sein.

Das **aufkommensmäßig höchste absolute Wachstum** wird insbesondere bei Nahrungs- und Futtermittel (+104 Mio. t), unbekannte Güter (+87 Mio. t), Metalle (+64 Mio. t), sonstige Mineralerzeugnisse (58 Mio. t), Landwirtschaftliche Erzeugnisse (+57 Mio. t) und Chemische Erzeugnisse (+53 Mio. t) auftreten. Die Verkehre an Steinkohle (-17 kt) und Mineralölerzeugnisse (-16 Mio. t) gehen am stärksten zurück.

Von den **Bergwerksschließungen** und den damit verbundenen **Rückgang der inländischen Kohlemengen** wird insbesondere die Bahn betroffen sein. Hier geht das Aufkommen um rd. 4 % zurück. Bei der Binnenschifffahrt hingegen steigt das Steinkohleaufkommen leicht um 0,3 % p.a.

Der **Aufkommenszuwachs der Bahn** um 85 Mio. t bzw. um 46 Mrd. tkm konzentriert sich im Wesentlichen auf **zwei Gütergruppen**: 190 "unbekannte Güter" sowie 100 "Metalle und Metallerzeugnisse". Sie machen über 70 % des Aufkommens- bzw. über 60 % des Verkehrsleistungszuwachses aus.

Bei der **Binnenschifffahrt** sind es ebenfalls **unbekannte Güter** (+10 Mio. t) aber auch **Erze** (+9 Mio. t), **Landwirtschaftliche** (+5,5 Mio. t) und **Chemische Erzeugnisse** (+5,3 Mio. t). Diese Gütergruppen machen rd. 2/3 des Aufkommenszuwachses bzw. rd. 6 % des Leistungszuwachses aus.

Tab. 5-12: Entwicklung der Güterverkehrsleistung nach NST2007 Gütergruppen und Verkehrsträgern (in Mrd. tkm)

Gütergruppe	Schiene			Straße			Binnenschiff			Summe		
	2010	2030	WR in % p.a.	2010	2030	WR in % p.a.	2010	2030	WR in % p.a.	2010	2030	WR in % p.a.
Land- und forstwirtsch. Erzeugnisse	3,1	4,6	1,9%	33,8	51,3	2,1%	7,6	10,4	1,5%	44,6	66,2	2,0%
Steinkohle	5,0	2,9	-2,6%	0,3	0,1	-4,9%	8,3	8,6	0,2%	13,6	11,6	-0,8%
Braunkohle	1,0	0,6	-2,4%	0,8	0,9	0,4%	0,1	0,0	-9,7%	1,9	1,5	-1,1%
Erdöl und Erdgas	0,1	0,1	-1,9%	0,2	0,2	-0,5%	0,2	0,2	0,1%	0,5	0,5	-0,5%
Erze	4,5	4,9	0,4%	0,2	0,4	3,6%	4,0	5,3	1,4%	8,7	10,5	0,9%
Düngemittel	0,5	0,6	0,9%	0,4	0,4	0,9%	0,3	0,3	1,2%	1,2	1,4	0,9%
Steine und Erden	5,7	8,1	1,7%	28,0	34,1	1,0%	6,3	7,0	0,5%	40,0	49,1	1,0%
Nahrungs- und Genussmittel	1,0	1,9	3,0%	66,8	96,4	1,8%	3,7	4,5	1,0%	71,6	102,8	1,8%
Textilien, Bekleidung, Leder	0,0	0,2	13,6%	6,8	9,3	1,6%	0,0	0,0	3,4%	6,8	9,5	1,7%
Holzwaren, Papier, Papier, Druckerei	5,2	7,3	1,7%	42,2	57,1	1,5%	1,0	1,4	1,7%	48,4	65,8	1,6%
Koks	1,2	0,9	-1,4%	1,0	0,3	-5,7%	0,5	0,4	-1,1%	2,8	1,7	-2,5%
Mineralölerzeugnisse	9,7	11,5	0,8%	9,4	8,3	-0,6%	9,5	10,8	0,6%	28,5	30,6	0,3%
Chemische Erzeugnisse etc	9,1	12,6	1,7%	34,1	45,8	1,5%	6,5	8,4	1,3%	49,7	66,8	1,5%
Sonstige Mineralerzeugnisse	2,4	3,2	1,5%	36,0	50,1	1,7%	1,4	1,8	1,3%	39,8	55,1	1,6%
Metalle und Metallerzeugnisse	12,9	18,7	1,9%	38,4	55,3	1,8%	3,8	4,6	1,1%	55,1	78,6	1,8%
Maschinen und Ausrüstungen etc	0,4	0,9	3,9%	19,5	26,6	1,6%	0,2	0,3	2,0%	20,1	27,7	1,6%
Fahrzeuge	4,3	7,0	2,4%	21,2	29,4	1,7%	0,3	0,3	0,2%	25,8	36,7	1,8%
Möbel, Schmuck, Musikinstrumente etc	0,0	0,2	9,5%	6,4	9,4	1,9%	0,1	0,1	3,1%	6,5	9,7	2,0%
Sekundärrohstoffe, Abfälle	2,7	3,9	1,8%	21,6	27,8	1,3%	4,2	4,7	0,6%	28,5	36,4	1,2%
Post, Pakete	0,0	0,0		8,1	11,2	1,6%	0,0	0,0		8,1	11,2	1,6%
Geräte und Material für Güterbeförd.	1,6	3,5	3,9%	14,7	22,1	2,0%	0,5	1,1	3,7%	16,9	26,7	2,3%
Umzugsgut, sonst. nichtmarktb. Güter	0,0	0,0	4,1%	5,9	8,7	1,9%	0,0	0,0	3,5%	5,9	8,8	2,0%
Sammelgut	1,0	1,8	2,8%	29,0	41,7	1,8%	0,0	0,0		30,0	43,5	1,9%
Gutart unbekannt	35,8	58,4	2,5%	12,4	20,4	2,5%	3,9	6,2	2,3%	52,1	85,0	2,5%
Summe	107,6	153,7	1,8%	437,3	607,4	1,7%	62,3	76,5	1,0%	607,1	837,6	1,6%

Bei der **Straße** sind es **Nahrungs- und Genussmittel** (+100 Mio. t), **Mineralerzeugnisse** (+54 Mio. t), **Metalle und Metallerzeugnisse** (50 Mio. t) sowie **Landwirtschaftliche Erzeugnisse** (+48 Mio. t). Diese vier Gütergruppen machen 48 % des Aufkommens- bzw. 46 % des Verkehrsleistungswachstums aus.

Auf die Verkehrsleistung treffen ähnliche Aussagen zu, wie bei der Aufkommensentwicklung.

5.2.3 Entwicklung des Güterverkehrs nach Hauptverkehrsbeziehungen

Die Entwicklung des Güterverkehrs in der Differenzierung nach den **vier Hauptverkehrsbeziehungen** (Binnenverkehr, grenzüberschreitender Versand, grenzüberschreitender Empfang, Transit) ist in der Tab. 5-13 sowie in Tab. 5-14 dargestellt.

Tab. 5-13: Entwicklung des Transportaufkommens nach Hauptverkehrsbeziehungen (in Mio. t)

Hauptverkehrsbeziehung	2010	2030	Veränderungen 2010-2030	
			insgesamt in %	in % p.a.
Schiene				
Binnenverkehr	242,1	270,7	11,8%	0,6%
grenzüberschreitender Versand	46,8	73,7	57,3%	2,3%
grenzüberschreitender Empfang	53,8	76,2	41,6%	1,8%
Transitverkehr	16,2	23,1	42,5%	1,8%
SUMME	358,9	443,7	23,6%	1,1%
Straße				
Binnenverkehr	2.619,8	2.890,0	10,3%	0,5%
grenzüberschreitender Versand	194,4	281,7	44,9%	1,9%
grenzüberschreitender Empfang	179,2	275,6	53,8%	2,2%
Transitverkehr	122,7	191,8	56,3%	2,3%
SUMME	3.116,1	3.639,1	16,8%	0,8%
Binnenschiff				
Binnenverkehr	53,1	60,1	13,3%	0,6%
grenzüberschreitender Versand	50,6	63,2	24,8%	1,1%
grenzüberschreitender Empfang	103,5	121,0	16,8%	0,8%
Transitverkehr	22,4	31,4	40,1%	1,7%
SUMME	229,6	275,6	20,0%	0,9%
Gesamtverkehr				
Binnenverkehr	2.915,0	3.220,8	10,5%	0,5%
grenzüberschreitender Versand	291,8	418,5	43,4%	1,8%
grenzüberschreitender Empfang	336,6	472,8	40,5%	1,7%
Transitverkehr	161,3	246,3	52,7%	2,1%
SUMME	3.704,7	4.358,4	17,6%	0,8%

Insgesamt wächst das **Aufkommen des Binnenverkehrs** im Vergleich zu den anderen Verkehrsbeziehungen deutlich **unterproportional** um 11 % von 2,9 Mrd. t im Jahr 2010 auf 3,2 Mrd. t im Jahr 2030 und die Leistung um 31 % von 324 auf 425 Mrd. tkm.

Diese unterproportionale Entwicklung ist darauf zurückzuführen, dass die **Nachfrage mit dem Ausland** -bedingt auch durch die weiterhin zunehmende Arbeitsteilung- **dynamischer** verlaufen wird, als die deutsche Binnennachfrage, die bereits jetzt schon von vielen **Sättigungstendenzen** geprägt ist.

Auch ist zu berücksichtigen, dass rd. 50 % des Binnenverkehrs aus Steine, Erden und sonstigen Mineralprodukten sowie Sekundärrohstoffen und Abfällen besteht. Aufgrund der rückgängigen Bevölkerungsentwicklung und u.a. auch aufgrund rückgängiger bzw. nur gering wachsender Verbrauchszahlen, wie z.B. bei Papier, Konsumartikeln, etc. wird in der Summe dieser Gütergruppen nur ein sehr **niedriges Wachstum** von 0,2 % p.a. (bzw. +5 % zwischen 2010 und 2030) erwartet.

Der **grenzüberschreitende Verkehr** (Summe aus Transitverkehr, grenzüberschreitenden Versand und Empfang) wächst mit 44 % beim Aufkommen (von 0,8 auf 1,1 Mrd. t) und 46 % bei der Leistung (von 283 auf 412 Mrd. tkm) deutlich **stärker**. Damit entfallen knapp 53 % des gesamten Aufkommens- und 56 % des gesamten Leistungszuwachses im Güterverkehr auf dieses Verkehrssegment. Der Anteil des grenzüberschreitenden Verkehrs am Transportaufkommen wird sich bis zum Jahr 2030 von 21 % auf 26 % erhöhen, der Anteil an der Transportleistung von 47 % auf 49 %. Ursächlich für die weiter überproportional zunehmende Bedeutung des grenzüberschreitenden Verkehrs sind die **zunehmenden Auslandsaktivitäten deutscher Unternehmen**, getrieben durch die zunehmende **internationale Arbeitsteilung, hoher inländischer Faktor- und Rohstoffkosten** sowie **Sättigungstendenzen im Inlandsverbrauch**.

Innerhalb des grenzüberschreitenden Verkehrs wächst der **Transitverkehr am stärksten**, sowohl Aufkommen (+53 %) als auch Leistung (+52 %) steigen bis zum Jahr 2030 auf deutlich stärker als die anderen Verkehrsbeziehungen. Der Anteil des Transitverkehrs am gesamten Güterfernverkehr steigt somit von 4 % auf 6 % bezogen auf das Aufkommen und von 16 % auf 18 % bezogen auf die Leistung. Zurückzuführen ist dies insbesondere auf die im Vergleich zu Deutschland **dynamischere Nachfrageentwicklung in den ost- sowie südosteuropäischen Ländern** und der dadurch ansteigenden Verkehre zwischen diesen Staaten und den westeuropäischen Staaten (siehe auch Kapitel 5.2.4.4).

Tab. 5-14: Entwicklung der Transportleistung nach Hauptverkehrsbeziehungen (in Mrd. tkm)

Hauptverkehrsbeziehung	2010	2030	Veränderungen 2010-2030	
			insgesamt in %	in % p.a.
Schiene				
Binnenverkehr	54,53	75,86	39,1%	1,7%
grenzüberschreitender Versand	20,82	31,75	52,5%	2,1%
grenzüberschreitender Empfang	21,08	30,29	43,7%	1,8%
Transitverkehr	11,14	15,84	42,1%	1,8%
Summe	107,57	153,74	42,9%	1,8%
Straße				
Binnenverkehr	258,66	335,97	29,9%	1,3%
grenzüberschreitender Versand	53,30	77,40	45,2%	1,9%
grenzüberschreitender Empfang	51,70	79,27	53,3%	2,2%
Transitverkehr	73,60	114,76	55,9%	2,2%
Summe	437,26	607,39	38,9%	1,7%
Binnenschiff				
Binnenverkehr	10,81	13,61	25,9%	1,2%
grenzüberschreitender Versand	13,18	16,28	23,6%	1,1%
grenzüberschreitender Empfang	23,61	26,14	10,7%	0,5%
Transitverkehr	14,68	20,43	39,2%	1,7%
Summe	62,28	76,47	22,8%	1,0%
Gesamt				
Binnenverkehr	324,00	425,44	31,3%	1,4%
grenzüberschreitender Versand	87,30	125,43	43,7%	1,8%
grenzüberschreitender Empfang	96,38	135,70	40,8%	1,7%
Transitverkehr	99,43	151,03	51,9%	2,1%
Summe	607,11	837,60	38,0%	1,6%

Sowohl das Transportaufkommen als auch die Transportleistung wachsen im **grenzüberschreitenden Versand etwas stärker als im grenzüberschreitenden Empfang**. So steigt im grenzüberschreitenden Versand das Aufkommen um 43,4 % und die Leistung um 43,7 %, im grenzüberschreitenden Empfang jedoch das Aufkommen nur um 40,5 % und die Leistung nur um 40,8 %.

Die Wachstumsraten der einzelnen Hauptverkehrsbeziehungen jeweils für Aufkommen und Leistung sind in der Abb. 5-9 und der Abb. 5-10 gegenübergestellt. Aus der Grafik wird noch einmal deutlich, dass das Verkehrswachstum – wie schon in den letzten Jahren – auch über alle Ver-

kehrsträger überwiegend im grenzüberschreitenden Verkehr stattfinden wird, wie vorab bereits dargestellt.

Abb. 5-9: Wachstumsraten des Verkehrsaufkommens nach Hauptverkehrsbeziehungen und Verkehrsträgern (2010-2030) in % p.a.

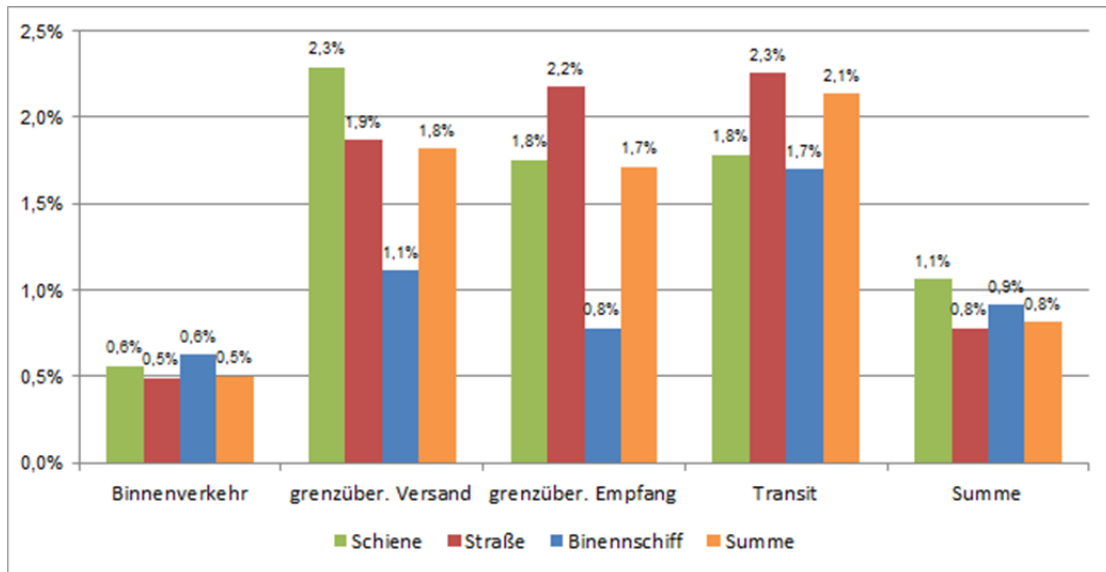
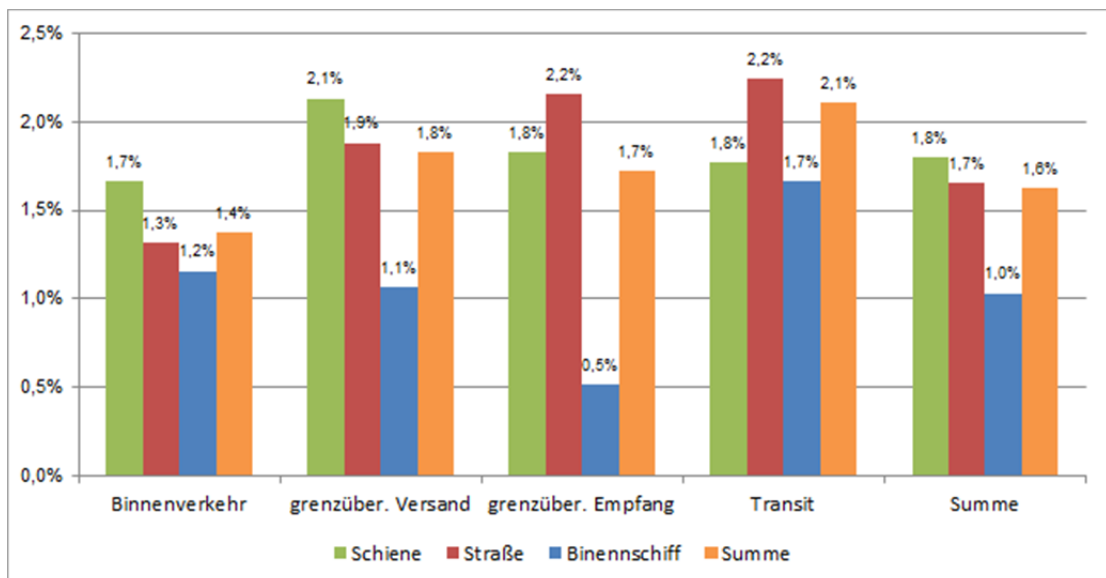


Abb. 5-10: Wachstumsraten der Verkehrsleistung nach Hauptverkehrsbeziehungen und Verkehrsträgern (2010-2030) in % p.a.



5.2.3.1 Binnenverkehr

Im Binnenverkehr ist der **Straßengüterverkehr** mit einem modalen Anteil von 90 % bzw. 80 % sowohl beim Aufkommen als auch bei der Leistung der mit weitem Abstand **bedeutendste Verkehrsträger** (vgl. Abb. 5-11 und Abb. 5-12). Der Straßengüterverkehr wächst mit 10 % beim Aufkommen und 30 % bei der Leistung praktisch gleich wie die Gesamtheit der Verkehrsträger, was angesichts der Dominanz der Straße (Anteil von 90 %) in dieser Hauptverkehrsbeziehung nicht verwundert. Die für den gesamten Binnenverkehr maßgebenden Entwicklungsgründe, die in dem schwachen Wachstum von Steine, Erden, sonstigen Mineralprodukten sowie Sekundärrohstoffen und Abfällen liegen, treffen auch auf den Straßenverkehr zu.

Zweitstärkster Verkehrsträger ist die **Schiene** mit einem modalen Anteil von 8 % bei Aufkommen und 17 % bei der Leistung im Jahr 2010. Das Aufkommen wächst mit 12 % und die Leistung mit 40 % gegenüber 2010 an, sodass die Schiene leichte Marktanteilsgewinne realisiert.

Die bedeutendsten Güter im Güterverkehr der Schiene sind Metalle (Anteil von 20 %; in 2010), Mineralölprodukte (13 %), unbekannte Güter (hier verbirgt sich der KV-Verkehr mit einem Anteil von 11 %), Steine, Erden, Steinkohle und Chemische Produkte mit jeweils rd. 9 %. Diese Güter machen insgesamt rd. 70 % des Schienenaufkommens im Binnenverkehr aus. Während das **Aufkommen an Steinkohle durch die inländischen Bergwerksschließungen** um 75 % **zurückgehen** wird, was einen negativen Anteil von 50 % am Aufkommensgewinn gleichkommt, profitiert die Schiene insbesondere von der **überdurchschnittlichen Entwicklung bei den KV-Verkehren** (unbekannte Güter und damit verbundene Eigengewichte; Wachstum von 68 % zwischen 2010 und 2030), auch verbunden mit dem überdurchschnittlich steigenden Seehafenhinterlandverkehr der deutschen Nordseehäfen. Rd. 70 % des Verkehrswachstums der Schiene in diesem Segment entsteht durch die unbekannten Güter im KV (plus den damit verbundenen Eigengewichten aus der Gütergruppe 160). Durch diesen überdurchschnittlichen Aufkommensanstieg können die Mengenverluste durch die Steinkohle deutlich überkompensiert werden.

Mit dem steigenden **Seehafenhinterlandverkehr** ist auch die **Konstanz des Aufkommens bei Mineralölprodukten** zu begründen, sowie die **steigenden Chemie- und Fahrzeugverkehre**. Nachfrageverluste aufgrund der sinkenden inländischen Mineralölnachfrage können durch steigende Ex- und Importe über die deutschen Seehäfen weitgehendst kompensiert werden. Der zunehmende Außenhandel über die deutschen Nordseehäfen an Chemischen Gütern sowie Fahrzeugen führt zu deutlichen Aufkommenszuwächsen. 30 % des zusätzlichen Aufkommens stehen mit diesen beiden Gütergruppen in Verbindung.

Abb. 5-11: Entwicklung der Marktanteile der Verkehrsträger am Transportaufkommen nach Hauptverkehrsbeziehungen

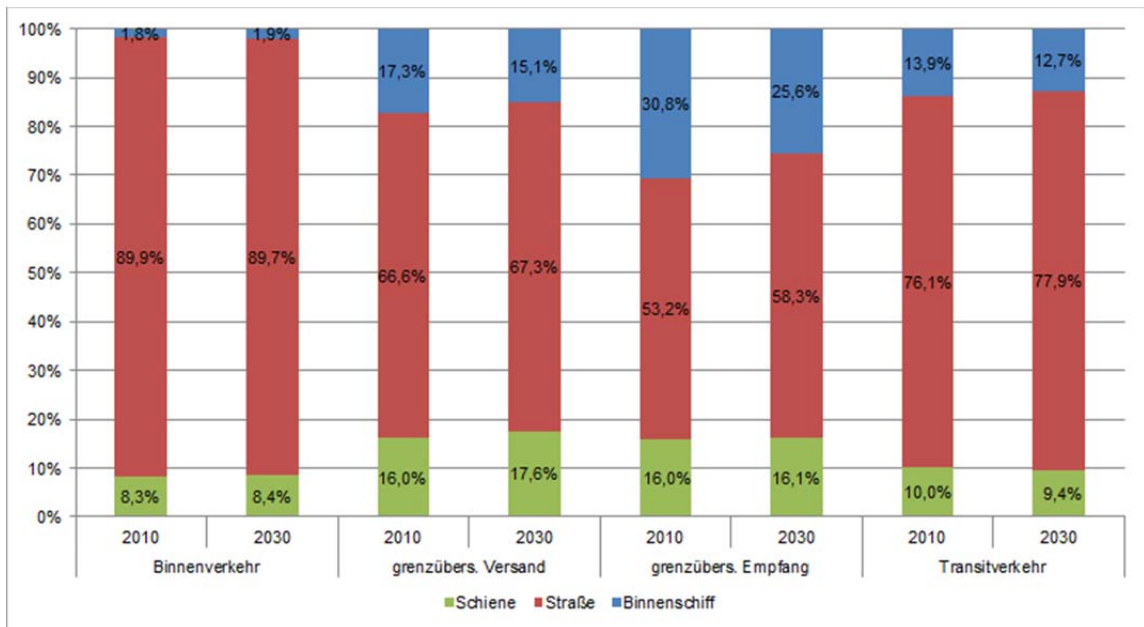
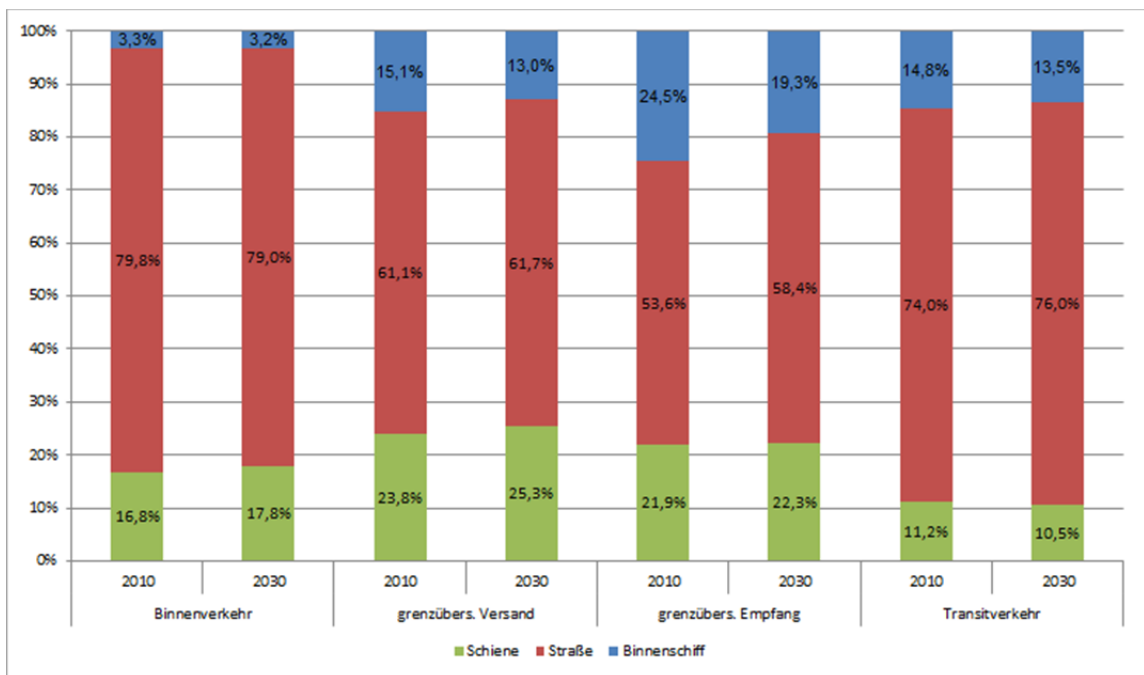


Abb. 5-12: Entwicklung der Marktanteile der Verkehrsträger an der Verkehrsleistung nach Hauptverkehrsbeziehungen



Großen Anteil an dem Aufkommenszuwachs haben auch Steine, Erden (25 %) und Metalle (16 %). Bei Steine, Erden profitiert die Bahn von der Entwicklung der letzten Jahre, die auch in der Zukunft anhalten und sich verstetigen wird. Von vielen **Sand- und Kiesgruben** wurden aufgrund der nachlassenden Baukonjunktur in den neuen Bundesländern immer mehr **langlaufende Verkehre** entwickelt. Diese Wirtschaftsbeziehungen werden sich verfestigen und in Zukunft weiter ausgebaut werden. Hiervon profitiert insbesondere die Bahn, da die verkehrlichen Bedingungen für das Binnenschiff an den meisten Standorten in den neuen Ländern sehr schlecht sind. Bei Metallen profitiert die Bahn als der bedeutendste Verkehrsträger für langlaufende Verkehre von den günstigen Annahmen der Strukturdatenprognose.

Die **Binnenschifffahrt** ist mit einem Marktanteil im Jahr 2010 von 2 % beim Aufkommen und 3 % bei den Leistungen deutlich **schwächster Verkehrsträger**. Aufgrund des geringen Aufkommenswachstums bei den Massengütern, sinken sowohl die Anteile am Aufkommen als auch an der Leistung im Binnenverkehr leicht ab.

Der Aufkommenszuwachs des Binnenschiffs im Binnenverkehr fällt mit rd. 7 Mio. t am niedrigsten aller Verkehrsträger aus. Mit dem niedrigen Wachstum verbunden sind auch Aufkommensverluste an Braunkohle und Mineralölprodukten in Höhe von rd. 3 Mio. t, die durch Aufkommenszuwächse an Landwirtschaftlichen Erzeugnissen, Steine, Erden, Sekundärerzeugnisse und KV-Güter (unbekannte Güter) insbesondere im Seehafenhinterlandverkehr zwar überkompensiert werden können, jedoch für eine überdurchschnittliche Entwicklung nicht ausreichend sind.

5.2.3.2 Grenzüberschreitender Versand

Im **grenzüberschreitenden Versand** werden im Jahr 2010 mit 67 % bzw. 61 % weit über die Hälfte des Transportaufkommens und der Transportleistung vom Straßengüterverkehr erbracht. Der restliche Teil des Aufkommens verteilt sich zu etwa gleichen Teilen auf Bahn und Binnenschiff sowie zu 25 % auf die Bahn und 16 % auf das Binnenschiff bei der Leistung.

Der **Lkw- und Schienen-Verkehr wächst überproportional**, die **Binnenschifffahrt** deutlich **unterproportional**. Insbesondere der Marktanteil der Schiene steigt deutlich zu Lasten des Binnenschiffes an.

Rd. 20 % des Aufkommenswachstums im **Straßenverkehr** steht in Verbindung mit dem deutschen Außenhandel an **Nahrungs- und Genussmitteln**, gefolgt von sonstigen **Mineralerzeug-**

nissen, Metallen und unbekannten Gütern, Chemischen und Landwirtschaftlichen Erzeugnissen. Die zuletzt genannten Gütergruppen haben am Aufkommenszuwachs von rd. 87 Mio. t einen Anteil von jeweils rund 8 % bis 9 %. Diese sechs Gütergruppen machen über 50 % des Gesamtwachstums aus.

Bei der **Schiene** konzentriert sich das Wachstum auf **Güter im kombinierten Verkehr** (unbekannte Güter). Sie machen rd. 53 % des Aufkommenswachstums von 27 Mio. t aus. Weitere bedeutende Wachstumsanteile haben Metalle mit 9 % und Chemische Erzeugnisse mit 6 %.

Bei der **Binnenschifffahrt steht das Wachstum mit dem Seehafenhinterlandverkehr zu den Westhäfen** in Verbindung. Das Wachstum konzentriert sich zu rd. 2/3 genau wie bei der Schiene auf drei Gütergruppen nämlich Containergüter (unbekannte Güter, rd. 31 % des Aufkommenswachstums von 13 Mio. t) sowie Chemische Erzeugnisse und Mineralölprodukte mit jeweils 19 % Anteil am Aufkommenswachstum.

Das stärkere Wachstum der Schiene im Vergleich zum Binnenschiff ist damit verbunden, dass die Schiene im Seehafenhinterlandverkehr mit den Westhäfen aufgrund der Aufnahme weiterer **Neuverbindungen** (und verbunden mit dem Ausbau der Schieneninfrastruktur Richtung Westhäfen) **Marktanteilsgewinne gegenüber dem Binnenschiff** erzielen kann. Ein weiterer Grund liegt darin, dass der **nicht maritime KV leicht stärker wächst als der Seehafenhinterlandverkehr** mit den Westhäfen.

5.2.3.3 Grenzüberschreitender Empfang

Auch im **grenzüberschreitenden Empfang** ist der Straßengüterverkehr mit jeweils über 50 % Marktanteil am Aufkommen und an den Leistungen stärkster Verkehrsträger im Analysejahr 2010. Auch hier wächst der **Lkw-Verkehr überproportional**, der Marktanteil erhöht sich bis zum Jahr 2030 auf rd. 58 %. Auch hier konzentriert sich das Aufkommenswachstum zu fast 60 % auf die gleichen sechs Gütergruppen, wie im grenzüberschreitenden Versand. 18 % des Aufkommenswachstums von 96 Mio. t konzentrieren sich auf Nahrungs- und Genussmittel (auch im Seehafenhinterlandverkehr), 14 % auf Metalle, 12 % auf Landwirtschaftliche Erzeugnisse, 11 % auf Chemische Erzeugnisse. Es folgen unbekannte Güter mit rd. 9 % und sonstige Mineralerzeugnisse mit 7 %.

Zweitstärkster Verkehrsträger im grenzüberschreitenden Empfang ist die **Binnenschifffahrt** mit einem Drittel Marktanteil im Jahr 2010 am Transportaufkommen und – aufgrund der geringen Transportweiten von den niederländischen Häfen in das Ruhrgebiet – einem Viertel Marktanteil an den Transportleistungen. Aufgrund der **unterdurchschnittlichen Wachstumsraten** der für die Binnenschifffahrt bedeutsamen **Massengutbereiche** (zwar steigen die Eisenerzmengen zwischen den Westhäfen und Duisburg sehr stark an, aber dafür sinken die Einfuhren an Mineralölprodukten und die Steinkohlemengen verbleiben konstant) geht der Marktanteil des Binnenschiffs bis 2030 auf 26 % (Aufkommen) bzw. 19 % (Leistung) zurück, Aufkommen und Leistung wachsen mit 17 % bzw. 11 % an.

Die **Bahn** ist zwar der schwächste Verkehrsträger im Empfangsverkehr, kann ihr Aufkommen und ihre Leistung jedoch deutlich steigern und ihren **Marktanteil** festigen bzw. **leicht erhöhen**. Wesentliche Ursache ist genau wie auch beim grenzüberschreitenden Versand der kombinierte Verkehr. Rd. 2/3 des Aufkommenswachstums von 22 Mio. t stehen hiermit in Verbindung.

5.2.3.4 Transit

Im **Transitverkehr** können alle Verkehrsträger aufgrund der enormen Wachstumsraten des Gesamtmarkts sowohl Aufkommen als auch Leistung zwischen 40 % und 50 % steigern. Während die **Straße** jedoch im Vergleich zu den beiden anderen Verkehrsträgern überdurchschnittlich ansteigt und somit **Marktanteilsgewinne** realisieren kann, müssen die beiden **anderen Verkehrsträger deutliche Einbußen** realisieren. Die Straße wächst sowohl beim Aufkommen als auch bei der Leistung um rd. 56 % und kann den Marktanteil bis 2030 beim Aufkommen von 76 % auf 78 % erhöhen. Die Bahn wächst jeweils um die 42 %, während die Binnenschifffahrt jeweils um rund 40 % bei Aufkommen und Leistung zunimmt.

Ein Drittel des Aufkommenswachstums bei der Straße bestehen aus landwirtschaftlichen Erzeugnissen und Nahrungs- und Genussmitteln.

Bei der Binnenschifffahrt konzentriert sich das Aufkommenswachstum zu 2/3 auf Mineralölprodukte, Steinkohle und landwirtschaftlichen Erzeugnissen zwischen Frankreich/Schweiz und den Westhäfen bzw. den Beneluxstaaten.

Bei der Schiene handelt es sich neben Metallen (rd. 16% des Aufkommenswachstums von 7 Mio. t) insbesondere um unbekannte Güter (inkl. den Eigengewichten machen diese 57 % des Aufkommenswachstums aus).

5.2.4 Detailergebnisse zur regionalen und sektoralen Struktur

5.2.4.1 Entwicklung des Güterverkehrs nach Bundesländern

Die Entwicklung des **Güterverkehrs nach Bundesländern und Verkehrsträgern** ist in Tab. 5-15 dargestellt. Für jedes Bundesland ist jeweils die Summe aus Versand- und Empfangsaufkommen dargestellt. Wenn man die aufgeführten Werte addiert, erhält man die Summe aus grenzüberschreitendem Versand und Empfang Deutschlands plus dem Doppelten des deutschen Binnenverkehrs: Da Versand- und Empfangsaufkommen der dt. Bundesländer addiert wurden, wird der deutsche Binnenverkehr zweimal erfasst, einmal auf der Versand-, einmal auf der Empfangsseite.

Von allen Bundesländern wächst der Güterverkehr bedingt durch den Seehafenumschlag am **stärksten** in den **Hafenstädten Hamburg und Bremen**. Aufgrund der im Ausgangszustand großen Bedeutung von Massengütern, die sich nur unterproportional entwickeln bzw. sogar regional teilweise zurückgehen können, **sinken die Güterverkehre der Länder Sachsen-Anhalts und des Saarlandes**. Auch nimmt bedingt durch die **schwächere Wirtschaftsentwicklung** der **Güterverkehr in den ostdeutschen Bundesländern** (mit Ausnahme von Berlin) **nur verhalten zu**, in Thüringen gar nicht.

Der **Wachstumsvorsprung der Hafenstädte** zeigt sich bei Bahn und Straße noch ausgeprägter als im Gesamtdurchschnitt. Die große Bedeutung Nordrhein-Westfalens für Bahn und Binnenschiff wird deutlich. Die **Bahn** wickelt ein gutes **Viertel ihres Aufkommens** in Deutschland in **Nordrhein-Westfalen** ab, das **Binnenschiff** sogar knapp die **Hälfte**, bei der Straße kommt etwa ein Fünftel des Aufkommens aus Nordrhein-Westfalen. Das Bahnaufkommen in den von Mineralöl- und Montangütern geprägten Ländern Saarland, Nordrhein-Westfalen und Sachsen-Anhalt stagniert bzw. geht zurück.

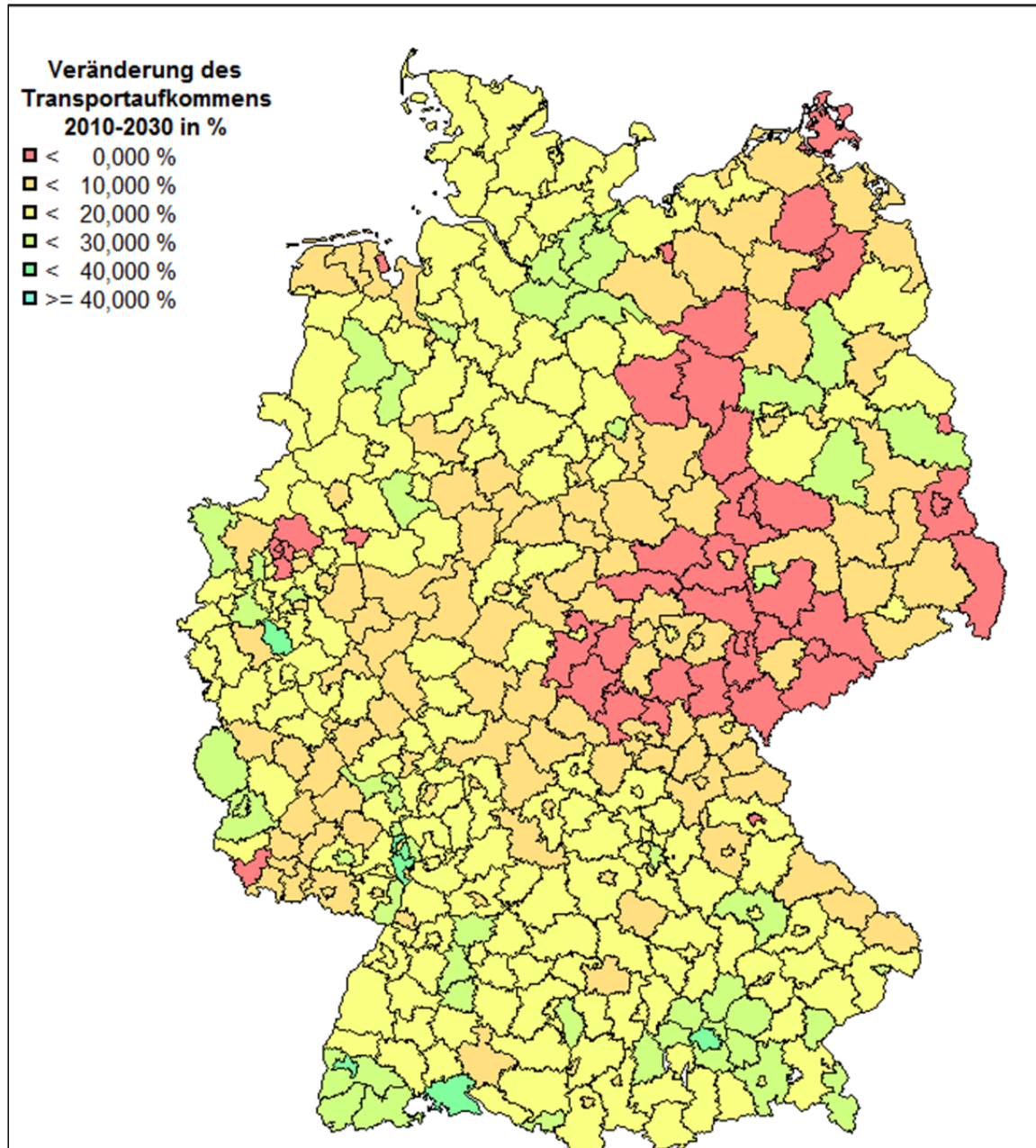
Tab. 5-15: Entwicklung des Güterverkehrs nach Bundesländern und Verkehrsträgern (Summe Versand und Empfang, in Mio. t)

Bundesland	Schiene			Straße			Binnenschiff			Summe		
	2010	2030	WR in % p.a.	2010	2030	WR in % p.a.	2010	2030	WR in % p.a.	2010	2030	WR in % p.a.
Schleswig-Holstein	6,2	8,7	1,7%	172,8	207,2	0,9%	2,8	3,8	1,5%	181,8	219,6	1,0%
Hamburg	46,4	67,5	1,9%	133,8	181,4	1,5%	9,2	11,0	0,9%	189,4	260,0	1,6%
Niedersachsen	88,3	98,0	0,5%	590,2	694,6	0,8%	25,8	28,5	0,5%	704,3	821,2	0,8%
Bremen	16,6	28,8	2,8%	59,2	80,6	1,6%	5,3	7,6	1,8%	81,0	117,1	1,9%
Nordrhein-Westfalen	150,6	155,1	0,1%	1.152,6	1.304,6	0,6%	123,8	149,7	1,0%	1.427,0	1.609,4	0,6%
Hessen	16,5	20,9	1,2%	374,4	418,2	0,6%	11,4	12,1	0,3%	402,3	451,1	0,6%
Rheinland-Pfalz	17,4	26,0	2,0%	294,0	333,3	0,6%	25,1	30,8	1,0%	336,4	390,2	0,7%
Baden-Württemberg	31,7	44,7	1,7%	678,6	790,8	0,8%	29,7	33,7	0,6%	739,9	869,2	0,8%
Bayern	52,8	73,9	1,7%	930,6	1.066,3	0,7%	8,9	9,9	0,6%	992,3	1.150,1	0,7%
Saarland	22,4	19,9	-0,6%	56,6	58,8	0,2%	3,8	3,1	-1,0%	82,8	81,8	-0,1%
Berlin	4,6	6,3	1,5%	70,0	84,3	0,9%	3,8	2,2	-2,7%	78,4	92,8	0,8%
Brandenburg	34,5	41,0	0,9%	221,0	242,5	0,5%	3,9	3,7	-0,3%	259,4	287,1	0,5%
Mecklenburg-Vorpommern	10,7	14,1	1,4%	133,6	135,8	0,1%	0,0	0,0	1,3%	144,3	149,9	0,2%
Sachsen	23,0	26,2	0,7%	301,5	303,5	0,0%	0,2	0,3	1,7%	324,7	330,0	0,1%
Sachsen-Anhalt	55,6	51,9	-0,3%	244,0	236,8	-0,1%	6,7	8,0	0,9%	306,3	296,6	-0,2%
Thüringen	7,4	8,3	0,6%	200,4	198,5	0,0%	0,0	0,0		207,9	206,8	0,0%
Summe	584,8	691,2	0,8%	5.613,3	6.337,3	0,6%	260,3	304,4	0,8%	6.458,3	7.332,8	0,6%

Wegen der Netzcharakteristik gibt es in Sachsen nur wenig, in Mecklenburg-Vorpommern und Thüringen kein Binnenschiffs-Aufkommen. In Berlin (Rückgang des Empfangs an Braunkohle), Brandenburg (Rückgang des Braunkohleversands) und dem Saarland (Rückgang des Steinkohleempfangs) geht das Binnenschiffsaufkommen zurück.

Bei der Straße wird in Sachsen und in Thüringen aufgrund des Bevölkerungsrückgangs und der verhaltenen wirtschaftlichen Entwicklung kein nennenswertes Verkehrswachstum gesehen, in Thüringen geht es sogar leicht zurück, genau wie in Sachsen-Anhalt aufgrund des Rückgangs bei Mineralölprodukten (bedingt durch Nachfragerückgänge).

Abb. 5-13: Regionale Entwicklung der Transportaufkommensveränderung in % zwischen 2010 und 2030



Die folgenden Abbildungen Abb. 5-14 bis Abb. 5-16 veranschaulichen graphisch in Ergänzung grafisch die **regionale Struktur der Transportaufkommensveränderung** in Deutschland (Versand + Empfang) für alle Verkehrsträger. Die Färbung verdeutlicht den prozentualen Zuwachs zwischen 2010 und 2030. In der Darstellung nicht enthalten sind die Transitströme, während die Binnenverkehre sowohl im Quell- als auch im Zielgebiet erfasst sind. Eine rote Einfärbung bedeutet einen Rückgang des Transportaufkommens, Zonen ohne Aufkommen bei einem spezifischen Verkehrsträger (insbesondere beim Binnenschiff) sind nicht eingefärbt.

Aus Abb. 5-13 wird deutlich, dass die bis zum Jahr 2030 erwarteten **Verkehrsaufkommenssteigerungen** tendenziell in den **westlichen Bundesländern** eintreten werden, während bei einer **Vielzahl von Regionen in den östlichen Bundesländern der Verkehre zurückgehen wird**. Dies ist ein durch die **Strukturdatenprognose** begründeter Effekt, die in diesen Regionen sowohl von **massiven Bevölkerungsrückgängen** als auch einer **unterdurchschnittlichen Wirtschaftsentwicklung** ausgeht.

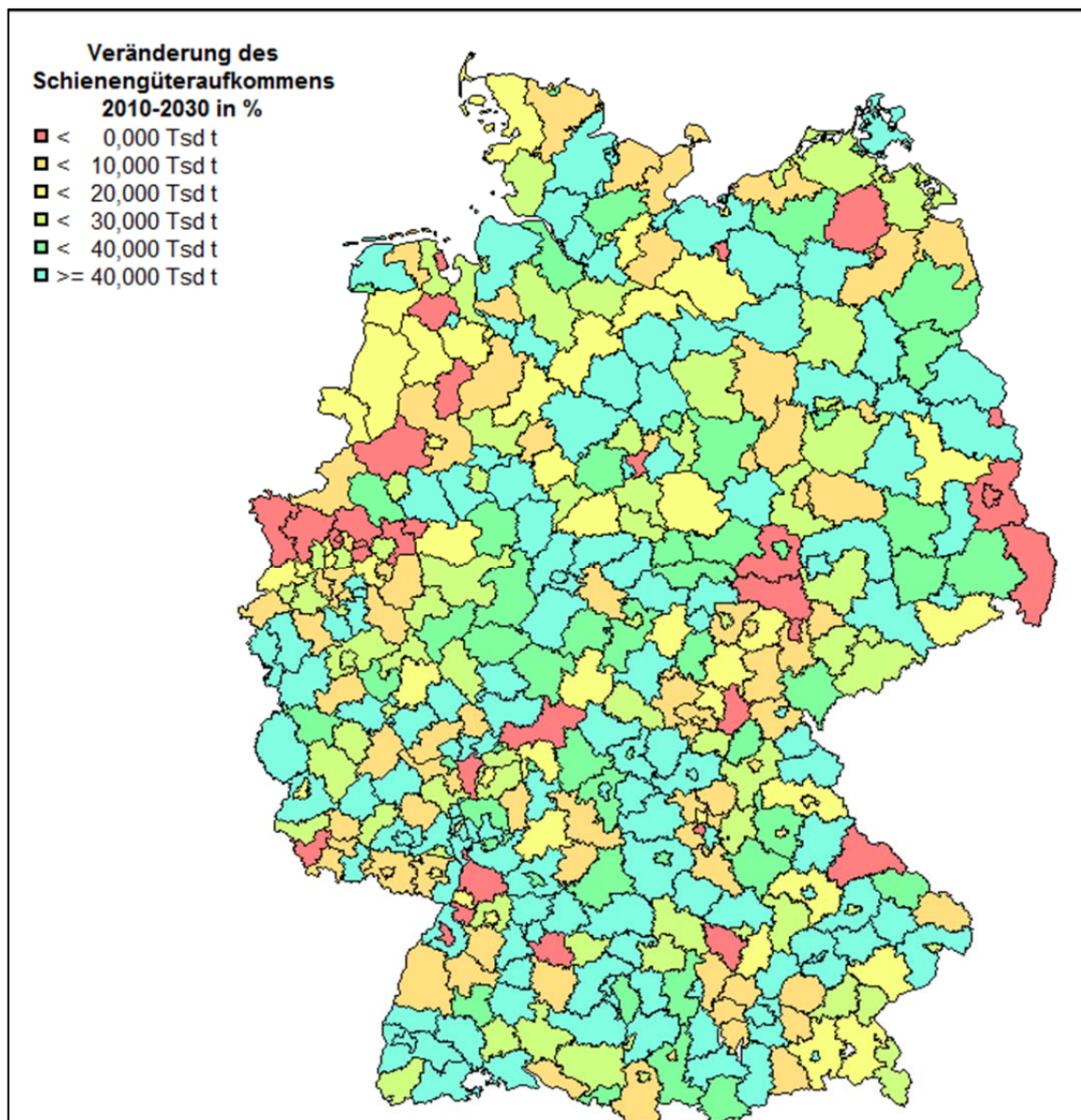
Das Verkehrsaufkommen im Kreis **Bottrop** (Bergwerksschließungen) wird am stärksten zurückgehen (-19 %). Im Westen wird auch das Verkehrsaufkommen von/nach **Gelsenkirchen** (-9 %) zurückgehen; dies ist durch den Rückgang der Mineralölnachfrage und der Energieerzeugung aus Kohle zurückzuführen. Die meisten anderen Verkehrsregionen sind jedoch aus dem **östlichen Raum**, wie z.B. Neubrandenburg, Suhl, Cottbus, Gera, Burgenlandkreis, Chemnitz, Spree-Neiße und Görlitz. In diesen Regionen geht das Verkehrsaufkommen zwischen 9 % und 16 % zurück.

Die am stärksten **wachsenden Verkehrsregionen** sind Freiburg im Breisgau, Konstanz, Ludwigshafen, Germersheim, der Landkreis Havelland, sowie Hamburg, Köln und München. Hier wird überall ein Verkehrsmengenwachstum von über 30 % erzielt. Hamburg und Köln und München gehören zu den zehn bedeutendsten Standorten, die anderen Standorte liegen von ihrer Aufkommensmäßigen Bedeutung eher im Mittelfeld.

Im Schienengüterverkehr (siehe Abb. 5-14) wird das höchste Verkehrswachstum in den Kreisen Offenbach, Emmendingen, Weimar, Uelzen, Landsberg, Bitburg-Prüm, Lübeck, Bremerhaven, Lüchow-Dannenberg erzielt. Hier wird sich das Schienengüterverkehrsaufkommen mehr als verdoppeln. Alle Standorte sind mit Ausnahme von Bremerhaven eher kleinere Standorte. Von den zehn bedeutenderen Standorten realisieren Hamburg, Köln, München, Ludwigshafen und Neuss ein Aufkommenswachstum zwischen 35 % und 70 %. Die Aufkommen vom Saalekreis und Saarlouis gehen zwischen 10 % und 15 % zurück.

Das Schienengüterverkehrsaufkommen in den Kreisen Chemnitz, Gelsenkirchen, Wesel, und Bottrop wird um über 40 % zurückgehen.

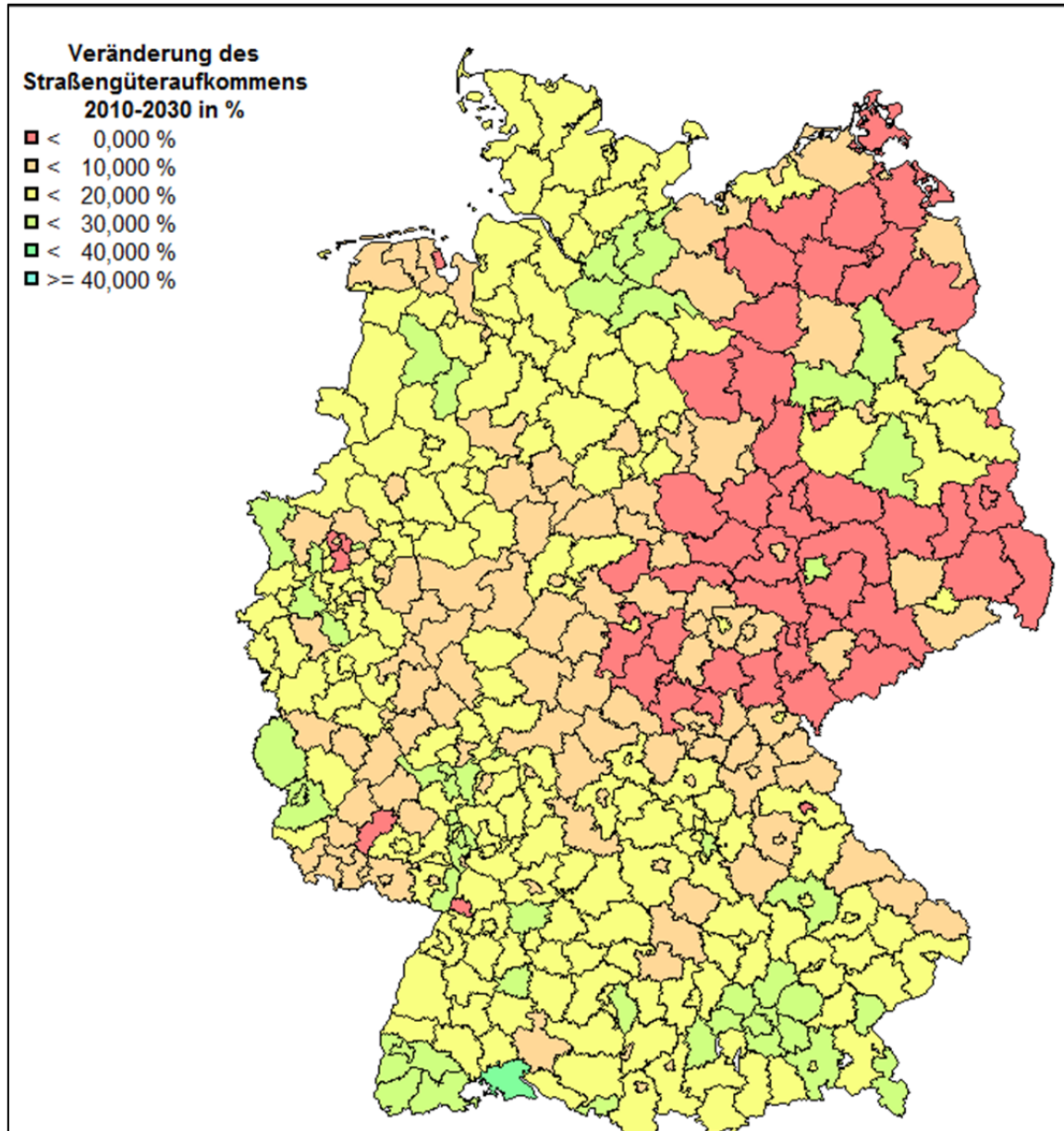
Abb. 5-14: Regionale Entwicklung der Transportaufkommensveränderung im Schienengüterverkehr zwischen 2010 und 2030 in %



Das größte Anstieg des **Straßengüterverkehrsaufkommens** wird in den Kreisen Konstanz, Havelland, München, Stormarn, Köln, Kleve und im Kreis Oberhavel realisiert werden (alle über 28 %). Mit Ausnahme von München und Köln sind alle anderen Standorte eher kleinere Verkehrsstandorte. Die zehn bedeutendsten Verkehrsstandorte der Straße (Hamburg, Berlin, Köln, Hannover, Duisburg, Erftkreis, Neuss, Emsland, München und Frankfurt) realisieren alle ein Wachstum zwischen 12 % und 29 %.

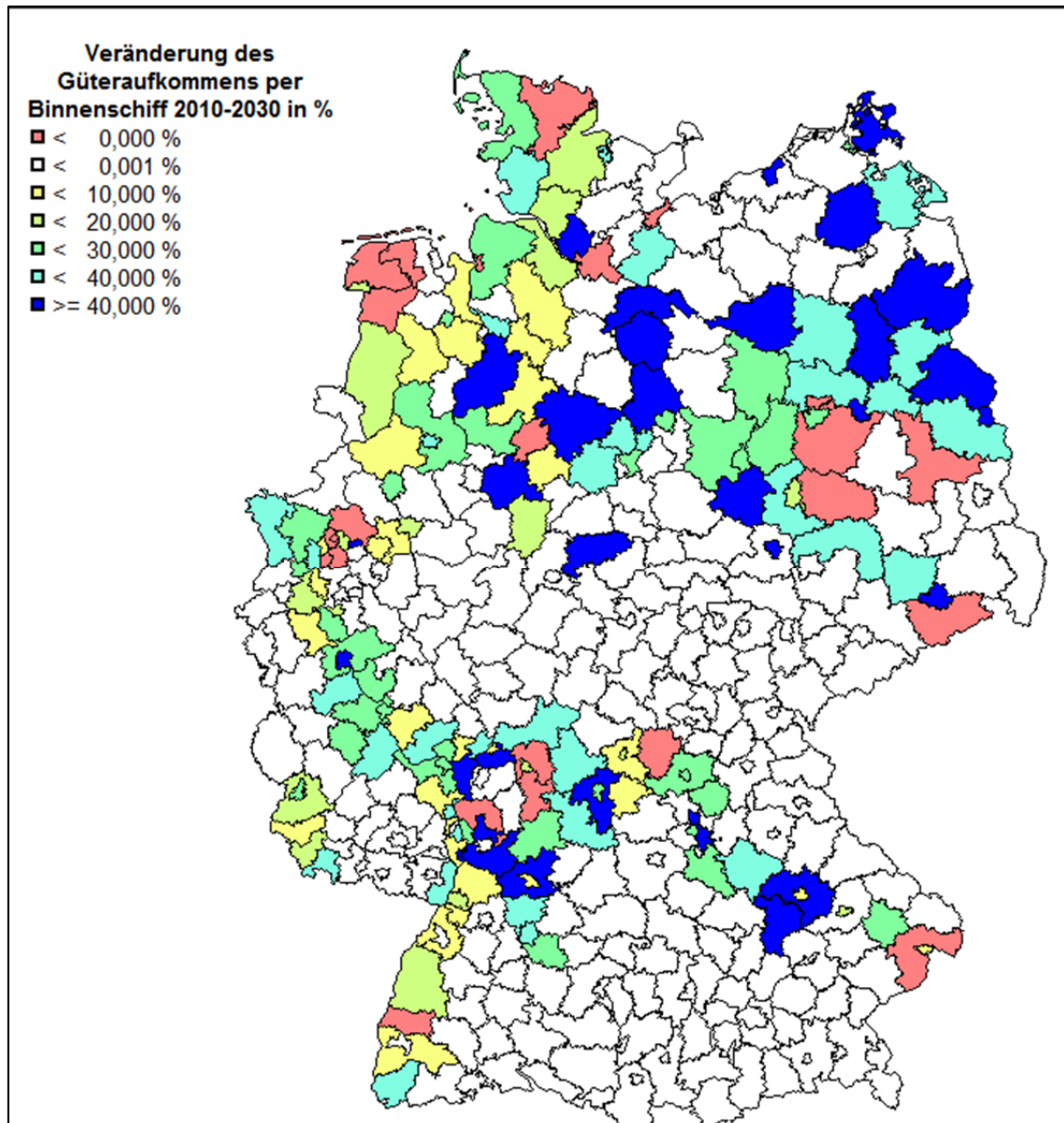
Sinken wird das Straßengüterverkehrsaufkommen insbesondere in Neubrandenburg, Suhl, im Landkreis Elbe-Elster, Gera und Cottbus (alle mit mehr als 10 %).

Abb. 5-15: Regionale Entwicklung der Transportaufkommensveränderung im Straßen-
güterverkehr zwischen 2010 und 2030 in %



Stark zurückgehen wird das Binnenschiffahrtsaufkommen insbesondere im Kreis Offenbach, Dahme-Spreewald, Saarbrücken, Peine, Berlin, Essen und Herne. Alle Standorte sind eher kleinere Aufkommensstandorte

Abb. 5-16: Regionale Entwicklung der Transportaufkommensveränderung im Binnenschiffsgüterverkehr zwischen 2010 und 2030 in %



Die zehn bedeutendsten Binnenhafenkreise realisieren alle ein Aufkommenswachstum zwischen 12 % und 30 %.

5.2.4.2 Entwicklung des grenzüberschreitenden Güterverkehrs nach Länderaggregaten

In der Tab. 5-16 ist die Entwicklung **des grenzüberschreitenden Güterverkehrs** im Versand und Empfang der Bundesrepublik Deutschland zunächst nach **aggregierten Ländergruppen und Verkehrsträgern** zusammen gestellt.

Betrachtet man nach Länderaggregaten alle Verkehrsträger in der Summe, so wird deutlich, dass die Warenströme von und nach **Westeuropa den größten Anteil am grenzüberschreitenden Verkehrsaufkommen** ausmachen (über 50 %). Die Verkehre nach Österreich, Italien und in die Schweiz folgen hier an zweiter Stelle mit rd. 20 %. Untersucht man jedoch die jährlichen Wachstumsraten bis 2030, so weisen insbesondere Südost-, Nord- und Osteuropäische Staaten mit einem Wachstum zwischen 2 % und 2,2 % p.a. die höchsten Steigerungsraten auf. Diese Entwicklung ist auch bei der Aufsplittung auf die Verkehrsträger zu beobachten. Insgesamt **steigt der Verkehr der Auslandsregionen** mit 1,9 % p.a. deutlich **stärker als der Verkehr der deutschen Regionen** (+0,6 % p.a.), was ein Ausdruck der **zunehmenden internationalen Arbeitsteilung** und des weiter **steigenden Außenhandels** ist.

Das **höchste Wachstum** weist mit 2,1 % p.a. der Verkehrsträger **Straße** auf, gefolgt von der Schiene mit 2,0 %. Die **Binnenschifffahrt** weist mit 1,1 % das **niedrigste Wachstum** auf. Das höchste Einzelwachstum in der Tab. 5-16 weist der Schienenverkehr mit südosteuropäischen Staaten auf, der sich mit 2,7 % p.a. überdurchschnittlich entwickelt. Binnenschiffsverkehre mit osteuropäischen Staaten bleiben in ihrer Entwicklung konstant.

Tab. 5-16: Entwicklung des grenzüberschreitenden Güterverkehrsaufkommens nach Länderaggregaten (Summe Versand und Empfang, in Mio. t)

Partnerregionen	Schiene			Straße			Binnenschiff			Summe		
	2010	2030	WR in % p.a.	2010	2030	WR in % p.a.	2010	2030	WR in % p.a.	2010	2030	WR in % p.a.
Nordeuropa	8,2	12,3	2,0%	34,3	53,0	2,2%	0,3	0,4	0,8%	42,9	65,7	2,2%
Westeuropa	44,6	59,3	1,4%	285,9	438,5	2,2%	184,2	228,1	1,1%	514,7	725,9	1,7%
CH, AUT, ITA	58,4	90,9	2,2%	133,4	200,2	2,1%	9,8	13,2	1,5%	201,5	304,3	2,1%
Südosteuropa	3,6	6,1	2,7%	30,8	48,2	2,3%	2,6	3,1	1,0%	36,9	57,4	2,2%
Osteuropa	18,2	27,4	2,1%	134,6	201,1	2,0%	2,1	2,1	0,0%	154,9	230,6	2,0%
Summe	133,1	196,1	2,0%	619,0	940,9	2,1%	199,0	246,9	1,1%	951,1	1.383,9	1,9%

5.2.4.3 Entwicklung des grenzüberschreitenden Güterverkehrs nach Partnerländern

Die Tab. 5-17 zeigt die Entwicklung des grenzüberschreitenden Versands und Empfangs in der Differenzierung **nach Partnerländern und Verkehrsträgern**.

Betrachtet man die Entwicklung der grenzüberschreitenden Verkehre bis zum Prognosehorizont 2030 nach einzelnen Nachbarländern, so wird die Entwicklung, die bereits bei der Untersuchung nach Ländergruppen deutlich wurde, weiter konkretisiert. So werden für die **östlichen** (Armenien, Aserbaidshan, Ukraine, Russland) und insbesondere für die **südöstlichen** (z.B. Kroatien, Slowenien, FYROM (Former Yugoslav Republic of Macedonia), Türkei etc.) **Nachbarländer deutlich überproportionale Wachstumsraten** erwartet. Aber auch für **einige west- und nord-europäische Länder** werden überproportionale jährliche Wachstumsraten erwartet (z.B., Finnland mit 3,5 %, Spanien mit 2,4 % und Italien mit 2,3 %). Die **niedrigsten jährlichen Wachstumsraten** mit kleiner 1,7 % weisen die Verkehre mit den Ländern Ungarn, Kosovo, Niederlande, Montenegro und Georgien auf.

Die **mengenmäßig bedeutendsten Partnerländer** bleiben aber auch bis 2030 die **Benelux-Staaten, Frankreich, Österreich, Italien sowie Polen**.

Bei der Betrachtung des Verkehrsträgers **Schiene** zeigt sich, dass die Verkehre mit Kroatien, die Ukraine, Russland, Slowenien, Litauen und der Türkei die höchsten jährlichen Zunahmen bis 2030 aufweisen werden. Die Verkehre sind jedoch sehr niedrig. Absolut gesehen ist **Italien** mit einem Aufkommen von 31 Mio. t im Jahr 2010 und 51 Mio. t in 2030 das **bedeutendste Partnerland bezüglich des Transportaufkommens**, gefolgt von den **Niederlanden und Österreich, Belgien, Polen der Schweiz und Tschechien**.

Tab. 5-17: Entwicklung des grenzüberschreitenden Güterverkehrs Deutschlands nach Ländern und Verkehrsträgern (Summe Versand und Empfang, in Mio. t)

Partnerland	Schiene			Straße			Binnenschiff			Summe		
	2010	2030	WR in % p.a.	2010	2030	WR in % p.a.	2010	2030	WR in % p.a.	2010	2030	WR in % p.a.
Dänemark	2,0	3,3	2,5%	20,5	31,2	2,1%	0,0	0,0	0,8%	22,5	34,5	2,2%
Norwegen	0,4	0,6	2,7%	2,8	4,3	2,3%	0,3	0,3	0,7%	3,4	5,3	2,2%
Schweden	5,9	8,4	1,8%	10,1	15,8	2,3%	0,1	0,1	1,7%	16,1	24,3	2,1%
Finnland	0,0	0,0	2,2%	0,9	1,6	2,9%	0,0	0,0	-0,1%	0,9	1,7	2,9%
Niederlande	24,8	30,2	1,0%	109,4	171,2	2,3%	131,3	158,5	0,9%	265,5	359,9	1,5%
Belgien	11,8	16,1	1,6%	55,9	83,9	2,1%	32,3	41,7	1,3%	100,0	141,7	1,8%
Luxemburg	1,6	2,6	2,4%	11,0	17,0	2,2%	0,8	1,0	1,2%	13,4	20,6	2,2%
Großbritannien	0,0	0,1	2,6%	15,1	23,6	2,3%	1,0	1,4	1,5%	16,2	25,1	2,2%
Irland	0,0	0,0		0,5	0,8	2,4%	0,0	0,0	0,4%	0,5	0,8	2,3%
Frankreich	5,1	8,2	2,4%	73,4	109,4	2,0%	18,8	25,5	1,5%	97,2	143,1	2,0%
Spanien	1,3	2,2	2,6%	18,4	29,4	2,4%	0,0	0,0		19,7	31,7	2,4%
Portugal	0,0	0,0		2,2	3,2	1,8%	0,0	0,0		2,2	3,2	1,8%
Schweiz/Liechtenstein	9,2	12,3	1,5%	21,3	31,9	2,0%	7,3	10,1	1,6%	37,8	54,3	1,8%
Österreich	18,7	27,8	2,0%	60,9	89,1	1,9%	2,4	3,1	1,2%	82,0	120,1	1,9%
Italien	30,5	50,7	2,6%	51,2	79,2	2,2%	0,0	0,0		81,7	130,0	2,3%
Slowenien	0,6	1,5	4,9%	4,2	8,0	3,3%	0,0	0,0		4,8	9,5	3,5%
Kroatien	0,0	0,2	11,8%	1,3	2,9	4,2%	0,0	0,0	5,3%	1,3	3,2	4,5%
Griechenland	0,1	0,1	2,0%	2,3	3,4	2,0%	0,0	0,0		2,4	3,5	2,0%
Ungarn	2,3	3,3	1,9%	8,7	12,6	1,8%	2,0	2,3	0,9%	13,0	18,2	1,7%
Rumänien	0,3	0,4	2,5%	8,3	11,9	1,8%	0,2	0,2	1,1%	8,7	12,5	1,8%
Bulgarien	0,1	0,1	1,8%	1,8	2,6	1,9%	0,2	0,2	1,0%	2,1	3,0	1,8%
Türkei	0,2	0,5	3,2%	2,9	4,5	2,3%	0,0	0,0		3,1	5,0	2,4%
Tschechien	7,8	11,6	2,0%	34,3	53,8	2,3%	0,6	0,6	-0,1%	42,7	65,9	2,2%
Slowakei	1,3	1,8	1,6%	7,1	11,1	2,3%	0,3	0,4	0,9%	8,7	13,3	2,1%
Polen	8,9	13,5	2,1%	77,1	110,9	1,8%	1,1	1,0	-0,3%	87,1	125,4	1,8%
Litauen	0,1	0,2	3,4%	3,9	6,1	2,3%	0,0	0,0	-3,6%	4,0	6,4	2,3%
Lettland	0,0	0,0		2,5	3,6	1,8%	0,0	0,0		2,5	3,6	1,9%
Estland	0,0	0,0		0,8	1,2	2,1%	0,0	0,0		0,8	1,2	2,1%
Russland	0,1	0,2	5,7%	5,8	9,4	2,4%	0,1	0,1	0,6%	6,0	9,7	2,4%
Weißrussland	0,0	0,0		1,2	1,8	2,3%	0,0	0,0		1,2	1,8	2,3%
Ukraine	0,0	0,1	11,1%	1,8	2,9	2,5%	0,0	0,1	1,8%	1,8	3,1	2,6%
Übrige osteuer. Länder	0,1	0,1	-1,2%	1,5	2,5	2,6%	0,2	0,3	1,3%	1,8	2,8	2,3%

Auch bei der **Straße** verzeichnen insbesondere **ost- und südosteuropäische Staaten** wie z.B. Kroatien, FYROM, Slowenien, Russland und die Ukraine das **höchste Wachstum**. Neben diesen Staaten verzeichnen auch die Verkehre von/nach Finnland mit 2,9 % ein überdurchschnittli-

ches Wachstum. Allerdings ist auch hier das Ausgangsniveau sehr niedrig. Absolut gesehen ist und bleibt die **Niederlande** mit einem Wachstum von 2,3 % p.a. und einem Verkehrsaufkommen von 171 Mio. t in 2030 das mit **Abstand bedeutendste Partnerland**. Es folgen Polen (111 Mio. t (2030) und einem Wachstum von 1,8 % p.a.), **Frankreich** (109 Mio. t (2030) und einem Wachstum von 2,0 % p.a.), **Österreich** (89 Mio. t (2030) und einem Wachstum von 1,9 % p.a.), **Belgien** (84 Mio. t (2030) und einem Wachstum von 2,1 % p.a.) und **Italien** (79 Mio. t (2030) und einem Wachstum von 2,2 % p.a.).

Beim **Binnenschiff** liegen die jährlichen Wachstumsraten insgesamt auf deutlich niedrigerem Niveau als bei der Schiene oder der Straße. Allein Verkehre mit Kroatien, der Ukraine, Schweden und der Schweiz realisieren ein Wachstum über 1,5 %. Die **Rheinnachbarländer Niederlande, Belgien, Frankreich** und die **Schweiz bleiben die bedeutendsten Partnerstaaten** in der Binnenschifffahrt. In diesen vier Staaten konzentrieren sich 95 % der Verkehre sowohl in 2010 als auch in 2030

5.2.4.4 Entwicklung des Transitverkehrs durch Deutschland

In Tab. 5-18 ist die Entwicklung des **Transitverkehrs** durch Deutschland nach aggregierten **Relationen und Verkehrsträgern** zusammen gestellt.

Tab. 5-18: Entwicklung des Transitverkehrs Deutschlands nach Relationen und Verkehrsträgern (Summe Versand und Empfang, in 1.000 t)

Partnerland	Schiene			Straße			Binnenschiff			Summe		
	2010	2030	WR in % p.a.	2010	2030	WR in % p.a.	2010	2030	WR in % p.a.	2010	2030	WR in % p.a.
Skand. - Westeuropa	1.123	1.467	1,3%	9.979	15.055	2,1%	0	0		11.104	16.525	2,0%
Skand. - CH, AT, IT	1.929	2.871	2,0%	2.553	3.900	2,1%	0	0		4.483	6.771	2,1%
Skand. – Osteuropa	141	335	4,4%	5.483	9.411	2,7%	0	0		5.626	9.746	2,8%
Westeuropa - Westeuropa	464	695	2,0%	9.688	15.430	2,4%	13.379	19.025	1,8%	23.532	35.152	2,0%
Westeuropa - CH, AT, IT	9.811	13.217	1,5%	19.987	29.809	2,0%	7.882	10.851	1,6%	37.684	53.880	1,8%
Westeuropa - Südosteuropa	486	646	1,4%	12.987	18.962	1,9%	992	1.280	1,3%	14.466	20.889	1,9%
Westeuropa – Osteuropa	1.420	2.168	2,1%	34.855	57.018	2,5%	156	227	1,9%	36.421	59.413	2,5%
CH, AT, IT - CH, AT, IT	454	753	2,6%	10.887	15.697	1,8%	0	0		11.341	16.449	1,9%
CH, AT, IT – Osteuropa	350	876	4,7%	13.017	20.286	2,2%	0	0		13.367	21.162	2,3%
Übrige	34	68	3,5%	3.265	6.256	3,3%	2	7	6,5%	3.300	6.324	3,3%
Summe	16.212	23.096	1,8%	122.701	191.824	2,3%	22.411	31.390	1,7%	161.324	246.311	2,1%

In der Summe über alle Verkehrsträger hatte die **Relation Westeuropa nach Österreich, Italien und in die Schweiz** (37,7 Mio. t) im Jahr 2010 den **höchsten Anteil am gesamten Transitverkehr** durch Deutschland. Im **Jahr 2030** wird erwartet, dass diese Länderrelation ihren Spitzenplatz an die Verkehrsrelation **Westeuropa nach Osteuropa** abtreten muss. Der Transitverkehr dieser letzten Relation durch Deutschland hat aber bis zum Jahr 2030 nicht nur das höchste Transportaufkommen zu verzeichnen, sondern mit 2,5 % p.a. auch eine der höchsten jährlichen Wachstumsraten. Die **höchsten Wachstumsraten** weisen jedoch die vom Aufkommen **nicht relevanten übrigen Verkehre** auf (3,3 % p.a.) sowie Verkehre zwischen **Skandinavien und Osteuropa** (+2,8 % p.a.). Auch die Verkehre zwischen den Alpenländern und Osteuropa werden sich mit 2,3 % p.a. überdurchschnittlich entwickeln. **Rd. 70 % des Transitverkehrs konzentriert sich auf Verkehre innerhalb westeuropäischer Staaten**, sowie **zwischen westeuropäischen Staaten und den Staaten der Alpenländer** sowie **ost- und südosteuropäischer Staaten**.

Betrachtet man den Transitverkehr durch Deutschland nach den einzelnen Verkehrsträgern, so nehmen im **Schienen transitverkehr** die Verkehre zwischen **Skandinavien und Osteuropa** mit 4,4 % und den **Alpenländern und Osteuropa** (4,7 % p.a.) am stärksten zu. Die **bedeutendste Relation** ist jedoch mit rd. 13 Mio. t (rd. 57 % des Schienentransits) die zwischen **westeuropäischen Staaten und den Alpenstaaten**. Hinter dieser Länderrelation verbergen sich vor allem die Verkehre zu den Westhäfen.

Bei der **Straße** hat die Relation von **West- nach Osteuropa** das **höchste Transportaufkommen** (2010: 35 Mio. t, 2030 57 Mio. t) und mit 2,5 % p.a. mit einer der höchsten jährliche Steigerungsrate. **Hohe Wachstumsraten** weisen auch die Verkehre von **Skandinavien nach Osteuropa** auf, jedoch ist hier die Transportmenge mit 5,5 Mio. t (2010) bzw. 7,8 Mio. t im Jahr 2030 eher niedrig.

Der **Transitverkehr per Binnenschiff** durch Deutschland wird vom **Verkehr entlang des Rheins** bestimmt. Dies sind die Länderrelationen von **Westeuropa nach Westeuropa** (v.a. Niederlande nach Frankreich) sowie **nach Österreich/Schweiz/Italien**. Hier lag das Transportaufkommen im Jahr 2010 bei 14,4 Mio. t bzw. bei 7,8 Mio. t. Die jährlichen Wachstumsraten liegen hier bei 1,8 % und bei 1,6 % pro Jahr. Ein dynamisches Wachstum weisen die übrigen Relationen auf (6,5 % p.a.), absolut ist die transportierte Gütermenge aber gering.

5.2.5 Entwicklung des Seehafenhinterlandverkehrs

Die **Verflechtungen des Seehafenhinterlandverkehrs** wurden extern von **Los 2** bereitgestellt und in den Verflechtungsmatrizen der Landverkehrsträger als eigenes Marktsegment Seehafenhinterlandverkehre von und nach den Seehäfen berücksichtigt. Hierzu wurden die Seehäfen als eigene Verkehrszonen ausgewiesen. Zusätzlich **wurde der Seehafenhinterlandverkehr zwischen konventionellen Verkehren und Containerverkehren** unterschieden.

Für das Analysejahr 2010 wurden externe Verflechtungen der Seehäfen nach den Verkehrsträgern Bahn, Binnenschiff und Straße von Los 2 an Los 3 übergeben, für das **Prognosejahr 2030** jedoch lediglich **gesamtmodale Werte**. Die Aufteilung der Nachfrage auf die Verkehrsträger erfolgte deshalb für 2030 im Rahmen der **Verkehrsmittelwahl**, die auch die Ergebnisse der verkehrsträgerspezifischen Umlegungen aus den Losen 4 bis 6 berücksichtigt. Für Containerverkehre mit Hauptlauf Bahn oder Binnenschiff wurden auch die Vor- bzw. Nachläufe auf der Straße ermittelt und berücksichtigt.

Tab. 5-19: Entwicklung des Seehafenhinterlandverkehrs nach NST2007 Gütergruppen und Vergleich zur Gesamtverkehrsprognose in Mio. t

	2030-Gesamt	Seehafenhinterlandverkehr 2030			Wachstum 2010-2030 in %	Anteil an Gesamt in % 2030	Anteil an Gesamt in % 2010
		konventionell	containerisiert	Summe			
Land- und forstwirtsch. Erzeugnisse	264,9	24,7	1,9	26,5	84,4%	10,0%	6,9%
Steinkohle	49,0	38,4	0,0	38,4	-1,1%	78,5%	58,5%
Braunkohle	7,8	0,0	0,0	0,0	61,4%	0,3%	0,1%
Erdöl und Erdgas	1,9	0,4	0,0	0,4	16,7%	21,7%	14,2%
Erze	58,9	48,6	0,0	48,7	22,6%	82,7%	81,0%
Düngemittel	7,5	0,4	0,0	0,4	67,7%	5,6%	3,7%
Steine und Erden	962,9	15,3	1,5	16,8	37,0%	1,7%	1,3%
Nahrungs- und Genussmittel	459,6	32,8	7,0	39,8	116,9%	8,7%	5,2%
Textilien, Bekleidung, Leder	28,5	0,4	4,8	5,2	64,1%	18,3%	15,0%
Holzwaren, Papier, Papier, Druckerei	226,2	11,9	10,3	22,2	52,7%	9,8%	8,1%
Koks	6,9	0,8	0,0	0,9	-6,3%	12,4%	5,7%
Mineralölerzeugnisse	146,2	24,2	0,1	24,3	39,8%	16,6%	10,7%
Chemische Erzeugnisse etc	271,3	26,2	11,5	37,7	58,6%	13,9%	10,9%
Sonstige Mineralerzeugnisse	395,3	5,8	7,5	13,2	70,9%	3,3%	2,3%
Metalle und Metallerzeugnisse	311,9	25,5	5,4	30,9	67,2%	9,9%	7,5%
Maschinen und Ausrüstungen etc	100,2	3,7	7,7	11,4	57,2%	11,4%	9,4%
Fahrzeuge	132,3	11,8	6,0	17,8	58,5%	13,4%	11,0%
Möbel, Schmuck, Musikinstrumente etc	28,7	0,7	3,0	3,7	124,6%	12,8%	7,7%
Sekundärrohstoffe, Abfälle	301,5	9,4	1,7	11,1	93,2%	3,7%	2,0%
Post, Pakete	44,0	0,7	0,0	0,7	171,0%	1,7%	0,8%
Geräte und Material für Güterbeförd.	126,6	0,9	11,3	12,2	137,5%	9,6%	5,6%
Umzugsgut, sonst. nichtmarktb. Güter	49,8	0,3	0,5	0,7	76,4%	1,5%	1,1%
Sammelgut	157,7	4,3	3,1	7,4	141,6%	4,7%	2,6%
Gutart unbekannt	218,8	4,5	66,4	70,9	69,8%	32,4%	31,6%
Sonstige Güter a.n.g.	0,0	0,0	0,0	0,0			
SUMME	4.358,4	291,7	149,7	441,4	54,0%	10,1%	7,7%
davon kombinierter Verkehr	173,7		83,8	83,8	86,2%	48,2%	46,4%

Tab. 5-19 zeigt, dass der **deutschlandrelevante Seehafenhinterlandverkehr** auf ein Verkehrsaufkommen von 441,4 Mio. t bis zum Jahr 2030 **ansteigen** wird. Der **Anteil am Gesamtaufkommen** wird von rd. 8 % (2010) auf rd. **10 % im Jahr 2030** ansteigen, was bedeutet, dass der **Seehafenhinterlandverkehr** insgesamt um rd. **25 % stärker ansteigen** wird, als das sons-

tige Gesamtaufkommen. Diese höhere Entwicklung gegenüber dem Gesamtverkehr gilt für alle Gütergruppen; mit Ausnahme von Koks und Steinkohle sind in allen Gütergruppen aufgrund des überdurchschnittlich ansteigenden Außenhandelsverkehrs Verkehrsmengensteigerungen zu erwarten. Innerhalb des Seehafenhinterlandverkehrs wächst der Containerverkehr mit 80 % fast doppelt so schnell, wie der Verkehr mit den sonstigen Gütern (43 %).

Die höchsten Mengenzuwächse werden bei den unbekannten Gütern (+29 Mio. t), Nahrungs- und Genussmitteln (+21 Mio. t), Chemische Erzeugnisse (+14 Mio. t) sowie bei Land- und Forstwirtschaftlichen Erzeugnissen und Metallen (+12 Mio. t) auftreten. Auf diese Gütergruppen konzentriert sich rd. 60 % des Verkehrsmengenwachstums.

KV-Verkehre im Seehafenhinterlandverkehr per Bahn und Binnenschiff, steigen um rd. 39 Mio. t an und bilden 25 % des Verkehrsaufkommenswachstums. Damit liegt hier **ein um 60 % höheres Verkehrsmengenwachstum vor, als im gesamten Seehafenhinterlandverkehr. Eine detailliertere Beschreibung des Seehafenhinterlandverkehrs mit ausführlichen Begründungen zu den Wachstumsentwicklungen und Bezug zum Außenhandelswachstum findet sich in Los 2.**

Tab. 5-21 zeigt, dass der **Seehafenhinterlandverkehr per Straße** sich gegenüber den anderen Verkehrsträgern **überdurchschnittlich** entwickeln wird. Das Verkehrsaufkommen per Straße erhöht sich um 3,1 % p.a. gegenüber 1,9 % p.a. per Schiene und 1,3 % p.a. per Binnenschiff.

Traditionell weisen Schiene und das Binnenschiff im Seehafenhinterlandverkehr im Vergleich zum Gesamtverkehr höhere Verkehrsträgeranteile auf, da im Seehafenhinterlandverkehr überproportional große Anteile an trockenen (Eisenerze, Kohle, Düngemittel, Steine, Erden, Chemische Güter, Sekundärrohstoffe etc.) und flüssige Massengüter (Rohöl, Mineralölprodukte, Gas) befördert werden. Wie auch Tab. 5-20 zeigt, liegen hier aufgrund hoher und konzentrierter Ladungspartien überdurchschnittlich hohe Anteile von Schiene und Binnenschiff vor. Bei Sauggütern (Getreide, Futtermittel und Ölsaaten) sowie bei Stückgütern (restliche Gütergruppen) dominiert aufgrund kleinerer Ladungspartien in der Regel der Lkw.

Tab. 5-20: Modal-Split-Anteile und Wachstum des Seehafenhinterlandverkehrs nach Ladungskategorien

Ladungskategorie	Wachstum 2010-2030 in % p.a.	Modal-Split in % (2010)		
		Schiene	Straße	Binnenschiff
trockene Massengüter	1,5%	23,8%	23,7%	52,5%
flüssige Massengüter	1,7%	35,0%	18,1%	46,9%
Sauggüter	3,1%	9,0%	56,9%	34,0%
Stückgüter	2,9%	37,0%	48,5%	14,5%

Der überproportionale Anstieg des Straßenanteils bis 2030 entsteht dadurch, dass die Seehafenhinterland-Verkehrsprognose für das Jahr 2030 bei den straßenaffinen Gütergruppen von einem doppelt so hohen Wachstum ausgeht wie bei den Massengütern.

Überdurchschnittlich und aufkommensmäßig relevante Verkehrsmengensteigerungen auf der Straße werden bis zum Jahr 2030 bei **Nahrungs- und Genussmitteln, landwirtschaftlichen Erzeugnissen, Metallen, Sekundärrohstoffen** sowie bei **unbekannten Gütern** und Geräten und Materialien zur Güterbeförderung auftreten. Bei den beiden letzten Gütergruppen werden insbesondere die Container- und KV-Güter sowie die Eigengewichte aufgeführt.

Bei der **Schiene** sind es unbekannte Güter, Geräte und Materialien zur Güterbeförderung, sowie Chemische Erzeugnisse und Fahrzeuge, die für das Aufkommenswachstum sorgen. Rückgängig werden jedoch die Steinkohleverkehre im Seehafenhinterlandverkehr sein. Rd. 45 % des Aufkommenswachstums der Schiene besteht aus unbekannten Gütern.

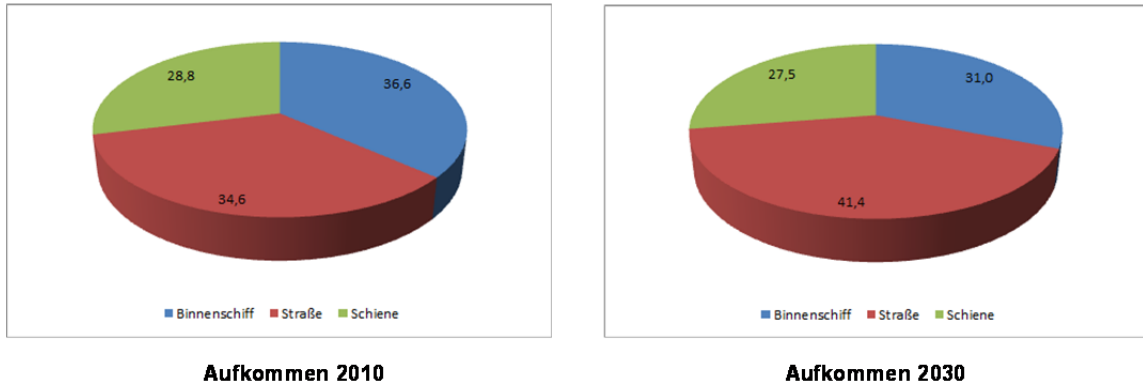
Auch bei der **Binnenschifffahrt** werden sich unbekannte Gütern und Geräte und Materialien zur Güterbeförderung überdurchschnittlich entwickeln. Ähnlich überdurchschnittlich entwickelt sich jedoch der Verkehr mit Erzen, Holzwaren, Mineralölerzeugnissen und Chemischen Erzeugnissen. 27 % des Aufkommenszuwachses machen Erze aus, weitere 21 % machen die unbekannten Güter (im Wesentlichen handelt es sich hier um Containerverkehre).

Tab. 5-21: Entwicklung des Seehafenhinterlandverkehrs nach NST2007 Gütergruppen und Verkehrsträgern in Mio. t

Gütergruppe	Schiene			Straße			Binnenschiff			Summe		
	2010	2030	WR in % p.a.	2010	2030	WR in % p.a.	2010	2030	WR in % p.a.	2010	2030	WR in % p.a.
Land- und forstwirtsch. Erzeugnisse	1,3	2,7	3,8%	8,2	17,8	4,0%	4,9	6,1	1,0%	14,4	26,5	3,1%
Steinkohle	10,9	7,6	-1,8%	0,1	0,0	-8,4%	27,9	30,8	0,5%	38,9	38,4	-0,1%
Braunkohle	0,0	0,0	0,2%	0,0	0,0	1,8%	0,0	0,0	3,7%	0,0	0,0	2,4%
Erdöl und Erdgas	0,0	0,0	1,9%	0,0	0,0	0,1%	0,3	0,4	0,8%	0,4	0,4	0,8%
Erze	12,5	12,6	0,1%	0,1	0,2	4,0%	27,1	35,9	1,4%	39,7	48,7	1,0%
Düngemittel	0,0	0,1	1,9%	0,0	0,1	4,4%	0,2	0,3	2,4%	0,2	0,4	2,6%
Steine und Erden	1,2	1,4	0,6%	5,6	9,4	2,6%	5,4	6,1	0,6%	12,3	16,8	1,6%
Nahrungs- und Genussmittel	1,0	2,4	4,5%	13,7	32,9	4,5%	3,7	4,5	1,0%	18,4	39,8	3,9%
Textilien, Bekleidung, Leder	0,0	0,5	17,2%	3,1	4,6	2,0%	0,0	0,1	4,8%	3,2	5,2	2,5%
Holzwaren, Papier, Papier, Druckerei	3,1	5,2	2,7%	9,5	13,8	1,9%	2,0	3,2	2,4%	14,5	22,2	2,1%
Koks	0,1	0,2	4,3%	0,1	0,1	-2,5%	0,8	0,6	-0,8%	0,9	0,9	-0,3%
Mineralölzeugnisse	6,2	9,7	2,3%	3,2	3,1	-0,1%	8,0	11,4	1,8%	17,4	24,3	1,7%
Chemische Erzeugnisse etc	6,6	10,5	2,4%	11,0	17,7	2,4%	6,2	9,5	2,1%	23,8	37,7	2,3%
Sonstige Mineralerzeugnisse	1,0	2,1	3,9%	5,5	9,3	2,7%	1,3	1,8	1,8%	7,7	13,2	2,7%
Metalle und Metallerzeugnisse	4,6	7,5	2,4%	9,5	18,4	3,4%	4,4	5,0	0,7%	18,5	30,9	2,6%
Maschinen und Ausrüstungen etc	0,3	1,1	7,1%	6,5	9,5	1,9%	0,5	0,8	2,4%	7,3	11,4	2,3%
Fahrzeuge	3,4	6,1	3,0%	7,2	11,0	2,1%	0,6	0,7	0,4%	11,2	17,8	2,3%
Möbel, Schmuck, Musikinstrumente etc	0,0	0,4	16,7%	1,5	3,1	3,6%	0,1	0,2	4,2%	1,6	3,7	4,1%
Sekundärrohstoffe, Abfälle	0,6	1,2	3,7%	3,4	7,8	4,2%	1,7	2,0	0,7%	5,7	11,1	3,3%
Post, Pakete	0,0	0,0		0,3	0,7	5,1%	0,0	0,0		0,3	0,7	5,1%
Geräte und Material für Güterbeförd.	1,5	3,7	4,8%	3,1	6,7	3,9%	0,6	1,8	5,7%	5,1	12,2	4,4%
Umzugsgut, sonst. nichtmarktb. Güter	0,0	0,0	9,8%	0,4	0,7	2,7%	0,0	0,0	3,3%	0,4	0,7	2,9%
Sammelgut	0,3	0,8	5,0%	2,7	6,5	4,4%	0,0	0,1		3,1	7,4	4,5%
Gutart unbekannt	28,2	45,6	2,4%	4,5	9,5	3,9%	9,1	15,8	2,8%	41,7	70,9	2,7%
Summe	82,7	121,5	1,9%	99,2	183,0	3,1%	104,8	136,9	1,3%	286,6	441,4	2,2%
Im Vergleich dazu der GesamtVerkehr												
Gesamtverkehr	358,9	443,7	1,1%	3.116,1	3.639,1	0,8%	229,6	275,6	0,9%	3.704,7	4.358,4	0,8%
Anteil Seehafenhinterlandverkehr an Gesamt	23,0%	27,4%		3,2%	5,0%		45,7%	49,7%		7,7%	10,1%	

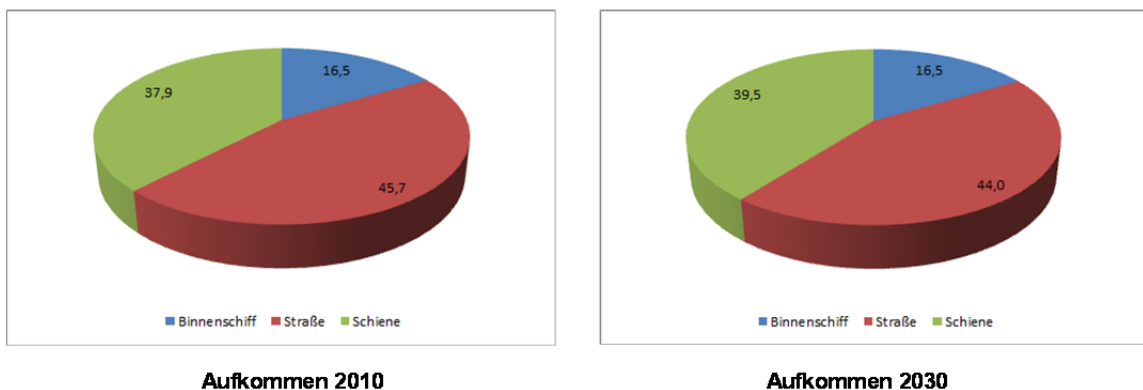
Diese überdurchschnittliche Entwicklung des Straßengüterverkehrs wird sich auf den Modal-Split im Seehafenhinterlandverkehr auswirken. Der **Straßenanteil steigt** von 35 % auf 41 %. Dieser Marktanteilsgewinn wird **insbesondere zu Lasten der Binnenschifffahrt** gehen, deren Marktanteil von 37 % auf 31 % zurückgeht. Der **Schienenanteil geht nur leicht** von 29 % auf 28 % **zurück** (siehe Abb. 5-17).

Abb. 5-17: Modal-Split-Entwicklung des Gesamtverkehrsaufkommens im Seehafenhinterlandverkehr



Diese **negative Entwicklung** der Massentransportmittel ist insbesondere auf die unterdurchschnittliche **Entwicklung der Massengütergruppen im konventionellen Seehafenhinterlandverkehr** zurückzuführen. Betrachtet man die Entwicklung im Seehafenhinterlandcontainerverkehr (siehe Abb. 5-18), dann wird deutlich, dass hier der Marktanteil der Straße, insbesondere durch deutliche Marktanteilsgewinne der Schiene (von 38 % auf 40 %), um rd. 2 %-Punkte auf 44 % zurückgehen wird. Der Marktanteil des Binnenschiffes bleibt gegenüber 2010 konstant.

Abb. 5-18: Modal-Split-Entwicklung des Gesamtverkehrsaufkommens im Seehafenhinterlandcontainerverkehr



5.2.6 Luftfrachtverkehr

Durch Einsetzen der prognostizierten Außenhandelsentwicklung in die Regressionsgleichungen gemäß Kapitel 2.3.7 lässt sich das Luftfrachtaufkommen in Deutschland, hier das Luftfrachtaufkommen in der Summe über alle deutschen Flughäfen, differenziert nach Ein- und Ausladungen, prognostizieren (siehe Tab. 5-22).

Tab. 5-22: Prognose des Luftfrachtaufkommens in Deutschland t

	2010	2030	Veränderung in %	
	(1000 t)		insg.	p.a.
Einladungen	2.170,0	4.353,4	100,6	3,5
Ausladungen	2.342,1	4.303,0	83,7	3,1
Summe	4.512,1	8.656,4	91,8	3,3

Demnach ist fast mit einer Verdoppelung des Luftfrachtaufkommens in Deutschland (+ 91,8 %) zwischen 2010 und 2030 zu rechnen. Die Wachstumsrate liegt mit 3,3 % allerdings deutlich unter dem Durchschnittswert zwischen 1995 und 2012 (+ 4,1 % p.a.).

Ob der Zuwachs, der vor allem durch das weiterhin bedeutende Außenhandelswachstum Deutschlands hervorgerufen wird, realistisch ist, hängt allerdings auch von der Entwicklung der Rahmenbedingungen ab, wie z.B. Nachtflugverbote, die deutsche Flughafenstandorte zum Teil gegenüber ausländischen Standorten benachteiligen. Eine Quantifizierung dieser Effekte kann an dieser Stelle nicht erfolgen; die Marktentwicklung zeigt jedoch nach wie vor eine stark wachsende Bedeutung des Luftfrachtverkehrs in Deutschland.

6 TREIBHAUSGASEMISSIONEN DES VERKEHRS

6.1 Vorbemerkungen

6.1.1 Gegenstand, Definition und methodischer Ansatz

Gegenstand der Emissionsprognose sind die **drei Treibhausgase** (THG)

- Kohlendioxid (CO₂)
- Distickstoffoxid (N₂O)
- und Methan (CH₄).

Sie werden **getrennt** sowie in der Summe umgerechnet auf **CO₂-Äquivalente** dargestellt. Dabei stehen die Emissionen von **Kohlendioxid** im Vordergrund. Denn auf **N₂O** und **CH₄** entfallen mittlerweile weniger als 1 % aller THG-Emissionen des Verkehrs, weshalb sie nicht differenziert nach Verkehrsträgern, sondern auf einem sehr **aggregierten** Niveau prognostiziert werden (vgl. Kapitel 6.6). Die drei **weiteren**, vom Kyoto-Protokoll erfassten, Treibhausgase Fluorkohlenwasserstoffe (FKW bzw. H-FKW) und Schwefelhexafluorid (SF₆) entstehen so gut wie gar nicht im Verkehrssektor und werden daher **nicht betrachtet**.

Einbezogen werden die Emissionen der **vier Verkehrsarten**

- Straßenverkehr
- Schienenverkehr
- Luftverkehr
- und Binnenschifffahrt.

Der Ausstoß des **Seeverkehrs** wird **nicht** betrachtet, da er in den Emissionen des Verkehrs gemäß ihrer gängigen Definition nach dem IPCC-Prinzip¹⁰⁸ nicht enthalten ist. Der Ausstoß des **Luftverkehrs** und damit auch der des gesamten Verkehrssektors wird **sowohl** nach der international vereinbarten Definition des IPCC, auf die sich die Verpflichtungen der Bundesrepublik Deutschland gemäß dem Kyoto-Protokoll beziehen und nach der nur der Luftverkehr **innerhalb Deutschlands** berücksichtigt wird, **als auch insgesamt** (nach dem Standortprinzip) dargestellt.

¹⁰⁸ IPCC ist die Abkürzung für den "Intergovernmental Panel on Climate Change", von dem diese Definition entwickelt wurde.

Die spezifischen Definitionen der Emissionen der einzelnen Verkehrsträger werden bei deren Kommentierung beschrieben.

Bei allen Emissionen ist grundsätzlich zu unterscheiden zwischen

- den **direkten** Emissionen, die beim Verbrauch der Endenergie, d.h. bei der Verbrennung von Kraftstoffen im Motor bzw. im Triebwerk von Straßenfahrzeugen, dieselbetriebenen Schienenfahrzeugen, Flugzeugen und Binnenschiffen entstehen,
- und den **indirekten** Emissionen, die in der **Vorkette** vor dem Verbrauch der Endenergie, d.h. im Wesentlichen bei der Umwandlung von Primärenergie in Endenergie, d.h. von Rohöl in Kraftstoffe in den Raffinerien sowie der verschiedenen Primärenergieträger (Kohle, Gas, Öl etc.) in Strom in den Kraftwerken entstehen.

Die **gesamten** (aller Sektoren) Emissionen eines Stoffes werden sowohl in der **international vereinbarten** als auch in der **national üblichen** Definition – der Differenzierung des Energieverbrauchs folgend – in die vier Sektoren

- Kraftwerke,
- Industrie,
- Haushalte und Kleinverbraucher
- und Verkehr

unterschieden. Dabei wird der **gesamte** Ausstoß des **elektrisch** betriebenen Schienenverkehrs nicht dem Verkehrs-, sondern dem **Kraftwerkssektor** und die **indirekten** Emissionen der **Kraftstoffe** der Industrie, nämlich der **Mineralölverarbeitung**, zugeordnet.

Eine entsprechende Abgrenzung der CO₂-Emissionen des **Verkehrs**, also die Betrachtung **nur** der **direkten** Emissionen, ist somit **unvollständig** und in mancher Hinsicht auch **aussagelos**. Sie würden z.B. um zwei Drittel sinken, wenn der gesamte Pkw-Verkehr – ungeachtet der energetischen und emissionsspezifischen Effizienz – auf die Schiene verlagert werden würde, weil der dann entstehende Ausstoß den Kraftwerken zugerechnet werden würde. Deshalb sollte sich eine **verkehrsspezifische** Emissionsprognose immer auf die **gesamten**, d.h. die direkten **und** die indirekten, Emissionen beziehen.

Dennoch werden hier auch die **direkten** Emissionen dargestellt, weil sich die **international vereinbarte Definition** und somit auch das Monitoring der Verpflichtungen gemäß dem **Kyoto-Protokoll** darauf beziehen.

Den Ausgangspunkt für die Prognose der CO₂-Emissionen bildeten bei allen Verkehrsarten die jeweiligen **Verkehrsleistungen**. Im **Straßen-** und im **Schienenverkehr** wurden daraus und aus Annahmen zur Entwicklung der Besetzungs- bzw. Auslastungsgrade die **Fahrleistungen** der jeweiligen Verkehrsmittel, d.h. der Kfz und der Züge, bestimmt. Dabei wurde im Straßenverkehr nach Fahrzeugarten (Pkw, Krafträder, Busse, Lkw etc.) und im Schienenverkehr nach Verkehrsarten (Personennah-, Personenfern-, Güterverkehr und schienengebundener ÖSPV) differenziert. Aus diesen Fahrleistungen wurden die entsprechenden **Energieverbräuche** (von Kraftstoffen bzw. Strom) abgeleitet. Dazu waren die jeweiligen **spezifischen** (fahrleistungsbezogenen) Energieverbräuche erforderlich. Auch hier wurde im Straßenverkehr nach Fahrzeugarten und im Schienenverkehr nach Verkehrsarten unterschieden. Beim **Luftverkehr** und bei der **Binnenschifffahrt** wurden spezifische Energieverbräuche verwendet, die direkt auf die **Verkehrsleistungen** bezogen waren. Somit erübrigte sich hier die Vorausschätzung der jeweiligen Betriebsleistungen. Die Prognose der spezifischen Energieverbräuche stützte sich in erster Linie auf externe Energieprognosen und wird bei der Darstellung der einzelnen Verkehrsträger beschrieben. Aus den (gesamten) Energieverbräuchen wurden schließlich bei allen Verkehrsarten die **CO₂-Emissionen** bestimmt. Die Ableitung der dabei verwendeten **Emissionsfaktoren** wird im folgenden Kapitel dargestellt.

6.1.2 CO₂-Emissionsfaktoren

Für die CO₂-Emissionen der **Kraftstoffe** wurden die Emissionsfaktoren angesetzt, die seit 2004 sowohl vom Umweltbundesamt für das Monitoring der Treibhausgasemissionen gemäß dem **Kyoto-Protokoll** als auch vom Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg (IFEU) im Rahmen des **TREMOD-Modells** verwendet werden. Sie werden dort jeweils bezogen auf den Energieinhalt dargestellt (kg CO₂ / GJ). Zur Bestimmung des "gängigeren" gewichtsbezogenen Emissionsfaktors (kg CO₂ pro kg Kraftstoff) sind erstere mit dem gewichtsbezogenen Energieinhalt ("Heizwert", MJ / kg Kraftstoff) zu multiplizieren. Die **direkten** CO₂-Emissionsfaktoren der einzelnen Kraftstoffarten sind in Tab. 6-1 für beide Bezugsgrößen dargestellt.¹⁰⁹ Diese Faktoren

¹⁰⁹Vgl. IFEU, Aktualisierung "Daten- und Rechenmodell: Energieverbrauch und Schadstoffemissionen des motorisierten Verkehrs in Deutschland 1960-2030" (TREMOD, Version 5.3) für die Emissionsberichterstattung 2013 (Berichtsperiode 1990-2011), Endbericht, Heidelberg 2012, S. 12.

sind – abgesehen von Verfeinerungen bei ihrer Berechnung – im Zeitablauf konstant und wurden daher auch für das Jahr **2030** herangezogen.

Tab. 6-1: Emissionsfaktoren für Kraftstoffe

	Heizwert	CO ₂ -Emissionsfaktor			
		Direkt		Vorkette	Gesamt
	(MJ/kg)	(kg/GJ)	(kg/kg)	(kg/kg)	(kg/kg)
Ottokraftstoff	43,543	72,000	3,135	0,618	3,753
Diesellokraftstoff	42,960	74,000	3,179	0,427	3,606
Kerosin	42,800	73,600	3,150	0,427	3,577
Ethanol ¹⁾	26,658	72,000	1,919	-0,118	1,802
Biodiesel ¹⁾	37,242	70,800	2,637	-0,906	1,731
Erdgas ²⁾	45,969	65,000	2,988	0,377	3,365
Flüssiggas ²⁾	46,500	56,000	2,604	0,325	2,929
1) Vorkette bezogen auf 2010					
2) Vorkette eigene Schätzung					

Quelle: TREMOD

In Tabelle 6-1 sind auch die direkten Emissionsfaktoren für **Biokraftstoffe** (Ethanol, Biodiesel) dargestellt, wie sie in TREMOD verwendet werden. Allerdings werden sie im Monitoring der Treibhausgasemissionen nach dem **Kyoto-Protokoll** nur nachrichtlich ausgewiesen, so dass sie in den so definierten Emissionen des Verkehrs **nicht enthalten** sind.¹¹⁰ Somit führt ein steigender Anteil von Biokraftstoffen bei gleichem Gesamtverbrauch zu einem **stärkeren Rückgang** der CO₂-Emissionen in der Kyoto-Definition, als es der tatsächlichen Entwicklung entspricht. Für den **Anteil** der Biokraftstoffe im Jahr **2030** wurden die derzeitigen Annahmen für TREMOD herangezogen. Demnach steigt die Quote von Biodiesel von 7,1 % (2010) auf 13 % und von Ethanol von 3,7 % auf 10 %.¹¹¹

¹¹⁰ Vgl. z.B. Umweltbundesamt (Hrsg.), Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2014 – Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 – 2012, Dessau 2013, S. 207.

¹¹¹ IFEU (2012), a.a.O., S. 57.

Für die indirekten CO₂-Emissionen aus der **Vorkette** wurden ebenfalls, soweit dort ausgewiesen, die Werte verwendet, die von IFEU für **TREMOD** berechnet worden sind (vgl. Tab. 6-1).¹¹² Bei **Biokraftstoffen** wird der Ausstoß bei der Verbrennung, wie bei allen anderen Kraftstoffarten, als direkte Emission definiert und die Aufnahme von CO₂ aus der Atmosphäre, die bei der Produktion dieser Kraftstoffe erfolgt, der Vorkette als negativer Wert zugeordnet. Konkretisiert wurde das von IFEU, indem der gesamte Emissionsfaktor (direkt + Vorkette) der Biokraftstoffe im Jahr 2008 auf 50 % desjenigen des mineralölbasierten Kraftstoffs festgesetzt wurde. Für Ethanol belief er sich in diesem Jahr also auf 1,877 kg/kg (Ottokraftstoff: 3,753). Für **Erdgas** und **Flüssiggas** wurden in den Publikationen von IFEU keine indirekten Emissionsfaktoren ausgewiesen, weshalb sie von uns in Anlehnung an das Verhältnis zu den direkten Emissionen bei den anderen Kraftstoffen geschätzt wurden.

Für den **Prognosezeitraum** wurden die gesamten Emissionsfaktoren für **fossile** Kraftstoffe (Mineralöl und Erdgas) als **konstant** angenommen. Dies kann als unproblematisch angesehen werden, weil sich die Struktur von deren Bereitstellung nicht sonderlich verändern wird. Für **Biokraftstoffe** wurde von IFEU angenommen, dass das o.a. Verhältnis zu den konventionellen Kraftstoffen bis zum Jahr 2018 auf 40 % sinkt und zwar linear ab 2008. Daraus errechnen sich für das Jahr 2010 Werte von 48 % bzw. 1,802 kg/kg (vgl. Tab. 6-1) sowie für 2030 ein Faktor in Höhe von 1,501 kg/kg. Die Quantifizierung des Faktors der indirekten bzw. der gesamten Emissionen von Biokraftstoffen wurde in den letzten Jahren mehrfach spürbar revidiert, so dass die hier dargestellten diesbezüglichen Ergebnisse nicht mehr mit denen früherer langfristiger Verkehrsprognosen vergleichbar sind.

Der Emissionsfaktor für **Strom** ist grundsätzlich stark von der Struktur der eingesetzten Primärenergieträger abhängig. In der aktuellsten Version von **TREMOD** (5.3) wird für **Bahnstrom** und für das Jahr 2011 ein Faktor in Höhe von 163,7 kg/GJ ausgewiesen, was in der "gängigeren" Einheit 589 g/kWh bedeutet. Für die Entwicklung bis zum Jahr 2030 wurde eine **Konstanz** dieses Faktors angenommen. Szenarien, die die veränderte Struktur der Stromerzeugung abbilden, werden erst Bestandteil der nächsten TREMOD-Version sein.¹¹³

Für die Zwecke der **vorliegenden Prognose** war vor allem die Annahme einer Konstanz zu ungenau. Zudem erschien es sinnvoll, nicht den Faktor für Bahnstrom, sondern vor allem für den Prognosezeitraum einen einheitlichen Faktor für alle elektrisch betriebenen Verkehre (auf Schienen und Straßen) zu verwenden. Er wiederum hat sich somit auf die **öffentliche Stromer-**

¹¹² IFEU (2012), a.a.O., S. 13-14.

¹¹³ IFEU (2012), a.a.O., S. 14.

zeugung zu beziehen. Zwischen 1990 und 2012 ist der Emissionsfaktor gemäß einer aktuellen Berechnung des Umweltbundesamt von 744 auf 576 g/kWh zurückgegangen, wobei er im Jahr **2010** mit **546** g/kWh aus bekannten Gründen noch niedriger war als zuletzt.¹¹⁴

Für das Jahr **2030** wurden bereits zu Beginn des Prognoseprozesses für den BVWP 2015 im Hinblick auf die Prognose der transportintensiven Kohle- und Mineralölwirtschaft belastbare Annahmen zur Struktur der deutschen Stromerzeugung im Jahr 2030 erarbeitet. Demnach sinken die Anteile der Kernenergie, der Stein- und der Braunkohle, während diejenigen der erneuerbaren Energien und von Erdgas steigen (vgl. Kap. 3.2.4).¹¹⁵ Gewichtet mit den spezifischen Faktoren errechnet sich ein gesamter Emissionsfaktor in Höhe von **387** g/kWh,¹¹⁶ der somit um **29 %** unter dem Wert von 2010 liegt.

6.2 Straßenverkehr

6.2.1 Pkw-Bestand nach Antriebsarten

Die Entwicklung des Pkw-Bestands nach Antriebsarten besitzt einen **erheblichen Einfluss** auf diejenige der CO₂-Emissionen des Straßenverkehrs. Erstens unterscheiden sich bereits die Emissionsfaktoren der einzelnen Antriebskonzepte deutlich. In der Definition nach dem **Kyoto-Monitoring** sind die Emissionen von elektrisch betriebenen Fahrzeugen überhaupt nicht enthalten. Ein steigender Anteil dieser Pkw führt also zu einer (rechnerischen) Verminderung der so definierten Emissionen.

Von der Bundesregierung wurde im Jahr 2009 das **Ziel** ausgegeben, den Bestand elektrisch betriebener Fahrzeuge bis zum Jahr 2020 auf eine Million und bis zum Jahr 2030 auf **sechs Millionen** zu erhöhen. Dieses Ziel ergibt sich als Rahmenbedingung aus dem Energiekonzept der Bundesregierung. Pkw im Sinne dieses Zielwerts der Bundesregierung sind

- zum einen Kfz mit ausschließlich Batterieantrieb (BEV, "Battery Electric Vehicles")

¹¹⁴ Umweltbundesamt, Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen des deutschen Strommix in den Jahren 1990 bis 2012, Dessau-Roßlau 2013, S. 4.

¹¹⁵ BVU, ifo Institut, Gemeinsame Stellungnahme zu den Annahmen des BMWi-Berichtes „Energieszenarien 2011“, Freiburg/München 2012, S. 15.

¹¹⁶ Intraplan, Plano, TU Berlin, Grundsätzliche Überprüfung und Weiterentwicklung der Nutzen-Kosten-Analyse im Bewertungsverfahren der Bundesverkehrswegeplanung, Entwurf des Endberichts, Essen/Berlin/München 2014, S. 133.

- und zum anderen Plug-in-Hybrids, die einen Verbrennungs- mit einem Elektromotor kombinieren, wobei letzterer aus dem Stromnetz aufgeladen werden kann (z.B. Opel Ampera).

Bei einem "normalen" Hybrid wird der Elektromotor über die Rückgewinnung der Bremsenergie aufgeladen und dient lediglich zur Energieeinsparung (z.B. Toyota Prius). Diese Fahrzeuge werden ausschließlich mit Mineralöl betrieben und dürfen deshalb nicht zu den elektrisch betriebenen Kfz gezählt werden.

TREMOD unterscheidet gegenwärtig lediglich nach Emissionsklassen und Otto/Dieselmotor, berücksichtigt also nach wie vor noch keine Elektro-Kfz und Hybrids. Dies ist erst für die nächste Version geplant.¹¹⁷ Jüngere Prognosen bzw. Szenarien des Pkw-Bestands nach Antriebsarten und der Ist-Entwicklung sind Tabelle 6-2 zu entnehmen. Die sog. „**Leitstudie**“ von DLR et al. (2012) weist nur die Verkehrsleistung aus, von der 23 % auf Elektro-Pkw entfallen.¹¹⁸ Bei gleichem Anteil am Bestand würde das über **10 Mio. Pkw** entsprechen, was als sehr hoch erscheint und durch sehr restriktive Annahmen zustande kommt. Die neueste, im Auftrag des MWV erstellte, Prognose des **DLR** kommt dagegen nur zu einem Wert von **2,5 Mio. Im Zielkorridor** von rund 6 Mio. befinden sich

- erstens die sog. „Zielszenarien“ der Energieprognose von **Prognos / EWI / GWS** aus dem Jahr 2010¹¹⁹
- und zweitens die Prognose des **Öko-Instituts** aus 2011 im Auftrag des BMU.¹²⁰

Letztere nimmt einen wesentlich höheren Anteil der Plug-in-Hybrids an als erstere, was angesichts der – auf absehbare Zeit – ungelösten Reichweitenproblematik der reinen Elektro-Kfz plausibler erscheint. Deshalb haben wir grundsätzlich das Zielszenario von Prognos et al., aber die Aufteilung auf Plug-in-Hybrids und BEV aus der Prognose des Öko-Instituts übernommen. Der absolute Wert von 6 Mio. bedeutet einen Anteil am gesamten Pkw-Bestand von **13 %**. Weitere 19 % entfallen auf Hybrids, 8 % auf Flüssiggas. Auch im Jahr 2030 dominieren aber nach wie vor die Pkw mit Otto- (34 %) bzw. Dieselmotor (26 %).

¹¹⁷ IFEU (2012), a.a.O., S. 51 und 57.

¹¹⁸ DLR / Fraunhofer IWES / IFNE, Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global, Stuttgart/Kassel/Teltow 2012, S. 132.

¹¹⁹ Prognos / EWI / GWS, Energieszenarien für ein Energiekonzept der Bundesregierung, Basel/Köln/Osnabrück 2010, S. 100.

¹²⁰ Öko-Institut / Institut für sozial-ökologische Forschung, OPTUM: Optimierung der Umweltentlastungspotenziale von Elektrofahrzeugen, Berlin 2011, S. 17-18.

Tab. 6-2: Pkw-Bestand nach Antriebsarten

	Mio. Pkw						
	Insg.	Otto	Diesel	Hybrid	Plug-in Hybrid	Elektro ¹⁾	Sonst.
Ist-Werte (Jahresende)							
2010	42,30	30,49	11,27	0,04	0,00	0,00	0,51
2013	43,85	29,96	13,22	0,09	0,00	0,01	0,58
Prognos / EWI / GWS 2010²⁾							
2020 Ref	48,82	26,63	17,21	2,11	0,58	0,34	1,95
2030 Ref	49,04	16,67	16,51	7,59	2,75	1,39	4,15
2020 Ziel	48,82	26,38	16,96	2,36	0,75	0,42	1,95
2030 Ziel	49,04	16,64	12,76	9,19	4,39	2,08	3,98
Öko-Institut 2011							
2020					0,47	0,06	
2030					5,08	0,78	
DLR / FhG-IWES / IfnE 2012	Mrd. Pkm (Szenario A)						
2020	869,7	407,0	400,0		61,0	1,7	0,0
2030	864,0	383,0	230,0		164,0	35,0	52,0
DLR / MWV 2013							
2020	43,00			1,30	0,15	0,00	
2030	42,00			7,50	2,50	~ 0	
Verkehrsprognose 2030	45,91	15,57	11,95	8,60	5,25	0,81	3,73
1) Reiner Elektroantrieb ("Battery Electric Vehicle", BEV)							
2) Einschl. stillgelegte Fahrzeuge							

Quelle: KBA, jeweilige Prognosen

6.2.2 Fahrleistungen

Eine wesentliche Zielgröße bei der Prognose der CO₂-Emissionen des Straßenverkehrs sind die **Fahrleistungen** der einzelnen **Fahrzeugarten**. Deren **Differenzierung** wurde gemäß der Fahrleistungsschätzung des DIW vorgenommen, die wiederum der Aufgliederung der Fahrzeugstatistik des **Kraftfahrt-Bundesamts** (KBA) folgt. Im Einzelnen wird dabei unterschieden nach

- Pkw (einschließlich Kombinationskraftwagen),
- Mopeds (einschließlich Mofas und Mokicks),
- Krafträdern (einschließlich Leicht- und Kleinkrafträdern),

- Omnibussen,
- Lkw,
- Sattelzugmaschinen
- sog. "restlichen Zugmaschinen" (außer in der Landwirtschaft)
- sowie den "übrigen Fahrzeugen" in der Abgrenzung des KBA (Wohnmobile, Krankenkraftwagen, Feuerwehrfahrzeuge, Müllfahrzeuge etc.)

Als **Vergangenheitswerte** der – in Fahrzeugkilometern (Fzkm) gemessenen – Fahrleistungen wurden die Schätzungen des **DIW** herangezogen.¹²¹ Sie beziehen sich immer auf die **Inländerfahrleistung**, d.h. sie enthalten die von deutschen Fahrzeugen einschließlich der Auslandsanteile zurückgelegten Strecken, aber nicht diejenigen von ausländischen Fahrzeugen im Inland.

Pkw

Die gesamte Fahrleistung der Pkw ist die bei weitem **dominierende** aller Fahrzeugarten. Deshalb wird auf sie ausführlicher eingegangen als auf die der anderen. Sie hängt definitorisch mit zwei anderen wesentlichen Kennzahlen zusammen. Zum einen errechnet sich aus der Division der Fahrleistung durch den **Pkw-Bestand** die **durchschnittliche Fahrleistung** pro Pkw. Zum anderen ergibt sich aus der Multiplikation der (gesamten) Fahrleistung – einschließlich derjenigen der (motorisierten) Zweiräder – mit der durchschnittlichen **Besetzung**, also der Anzahl der Insassen der Pkw im Mittel der Fahrzeugkilometer, die – mit dem öffentlichen Personenverkehr vergleichbare und in Personenkilometern ausgedrückte – **Verkehrsleistung**. Die Prognose der Fahrleistung der Pkw und der Zweiräder erfolgte über diese vier Größen, deren Vorausschätzungsergebnisse iterativ aufeinander abgestimmt wurden. Die Resultate der Prognosen des Bestands und der Verkehrsleistung wurden bereits dargestellt (vgl. Kapitel 0 und 4.2).

Die durchschnittliche **Besetzung** ist im früheren Bundesgebiet in der langjährigen Entwicklung zurückgegangen, nämlich – nach damaligem Berechnungsstand – von 1,73 Personen/Fzkm im Jahr 1970 auf 1,39 im Jahr 1990. Dies korrelierte damals mit dem Anstieg der Pkw-Dichte. Zwischen dem Jahr 1994, bis zu dem das DIW die Ergebnisse seiner revidierten Fahrleistungsschätzungen zurück gerechnet hat, und 2000 ist die Besetzung weiter gesunken, jedoch wesentlich schwächer von 1,52 auf 1,47 und danach bis 2012 (1,46) kaum mehr. Dies ist darauf zurückzuführen, dass erstens die Pkw-Dichte deutlich schwächer zunahm als in früheren Jahrzehnten (vgl. Kapitel. 3.5). Zweitens wuchsen innerhalb des Individualverkehrs die Fahrtzwecke mit höheren Besetzungsgraden, vor allem der Urlaubs- und der Privatverkehr, insgesamt spür-

¹²¹ Vgl. zuletzt U. Kunert, S. Radke, Nachfrageentwicklung und Kraftstoffeinsatz im Straßenverkehr: Alternative Antriebe kommen nur schwer in Fahrt, in: DIW-Wochenbericht 50/2013, S. 13-23.

bar stärker als diejenigen mit geringeren Besetzungen (Berufsverkehr). Beide Effekte werden auch im **Prognosezeitraum** zum Tragen kommen. Aus diesem Grund ist zu erwarten, dass die mittlere Besetzung auch künftig annähernd **stagniert**.

Damit entwickelt sich die **Pkw-Fahrleistung**, die früher infolge des Rückgangs der Besetzung stärker als die Verkehrsleistung gestiegen ist, nunmehr – wie schon in der jüngeren Vergangenheit – weitgehend gleichlaufend mit der personenkilometrischen Leistung. Konkret erhöht sie sich von 599 Mrd. Fzkm (2010) auf 657 Mrd., also um knapp **10 %** bzw. 0,5 % p.a. (vgl. Tab. 6-3). Damit wächst sie auch etwas **stärker** als der **Pkw-Bestand** (8,5 %, vgl. Kapitel. 3.5).

Dies wiederum bedeutet, dass die **durchschnittliche Fahrleistung** pro Pkw künftig **geringfügig steigt** (um insgesamt 1,1 % bzw. jahresdurchschnittlich 0,1 %). Für diese Kennzahl wurde in **früheren Prognosen** häufig mit einem **Rückgang** gerechnet. Die Ursache hierfür war die Hypothese, dass ein Anstieg der Pkw-Dichte quasi automatisch zu einer sinkenden mittleren Fahrleistung führt. Diese Abhängigkeit wurde wiederum darauf zurückgeführt, dass die neu hinzukommenden Fahrzeuge im Allgemeinen und die zunehmende Zahl der Zweitwagen im Besonderen in einem geringeren Umfang benutzt werden als die zum jeweiligen Zeitpunkt bereits vorhandenen.

Tatsächlich ist die durchschnittliche Fahrleistung im früheren Bundesgebiet etwa **bis 1980** aus den genannten Gründen **gesunken**. Damals kam auch noch die anhaltende Motorisierung der Privathaushalte hinzu, denn privat genutzte Fahrzeuge erbringen im Mittel eine geringere Fahrleistung als gewerblich genutzte. Jedoch war der Rückgang der durchschnittlichen Fahrleistung von 1960 bis 1980 um insgesamt 21 % **gering** im Vergleich zur Expansion der Pkw-Dichte, die sich in diesem Zeitraum fast verfünffacht hat. Nach dem darauffolgenden starken **Rückgang** im Ölpreiskrisenjahr **1981** nahm sie **bis 1990** mehr oder minder stetig **zu** und übertraf dann sogar den Stand von 1980. Zurückzuführen ist dies vor allem auf den Konjunkturaufschwung in der zweiten Hälfte der achtziger Jahre, daneben auch auf den Kraftstoffpreisverfall des Jahres 1986. Auch von **1991 bis 2004**¹²² hat sich die mittlere Fahrleistung (im nun vereinigten Deutschland) insgesamt **kaum verändert**, obwohl sich die **Pkw-Dichte** in diesen Jahren nochmals um weitere 15 % **erhöht** hat.

Diese Divergenz ist auf die wachsende Mobilität derjenigen Personen zurückzuführen, die zum jeweiligen Zeitpunkt bereits über ein Fahrzeug verfügen. Dadurch wurde der kontraktive Effekt,

¹²² Bei Verwendung der bis 2003 vom DIW ausgewiesenen Werte für die Jahre 1991 bis 1993 und Rückrechnung des Bestands ohne stillgelegte Fahrzeuge.

der aus der unterdurchschnittlichen Fahrleistung der neu hinzugekommenen Fahrzeuge entsteht, bereits in den sechziger und siebziger Jahren weitgehend und in den achtziger und neunziger Jahren nahezu vollständig **ausgeglichen**.

Tab. 6-3: Entwicklung der Kfz-Fahrleistungen¹⁾ nach Fahrzeugarten

	Mrd. Fzkm		2030/10 (%)	
	2010	2030	Insg.	p.a.
Pkw	599,0	657,4	9,7	0,5
Motorisierte Zweiräder	16,3	18,1	10,8	0,5
Omnibusse	3,3	3,5	6,3	0,3
Lkw / Sattelzugmaschinen	77,6	99,7	28,5	1,3
- Schwere Nutzfahrzeuge ²⁾	29,8	36,7	23,0	1,0
- Leichte Nutzfahrzeuge ²⁾	47,8	63,1	32,0	1,4
Sonstige Kfz ³⁾	8,5	11,0	29,3	1,3
Insgesamt	704,8	789,8	12,1	0,6
1) Inländer-Fahrleistungen				
2) Größer bzw. kleiner/gleich 3,5 t Nutzlast				
3) Übrige Kfz in der Abgrenzung des KBA (Polizei-, Feuerwehr-, Müllfahrzeuge, Arbeitsmaschinen u.a.) sowie restliche Zugmaschinen (außer in der Landwirtschaft).				

Quelle: DIW, eigene Prognosen

Erst ab dem Jahr **2005** ist die durchschnittliche Fahrleistung aufgrund der wiederholten kräftigen Kraftstoffpreisschübe spürbar **gesunken**, und zwar bis 2012 um gut 4 % bzw. 0,6 % p.a. Mit der absehbaren Beruhigung der Kraftstoffpreisentwicklung wird dieser Schrumpfungsprozess jedoch zum Stillstand kommen. Hierfür gilt Ähnliches wie für die Verkehrsleistung des Individualverkehrs.

Zudem wird der **Motorisierungsgrad** infolge seines degressiven Wachstumstrends wesentlich schwächer steigen als in früheren Zeiten (vgl. nochmals Kapitel 0). Somit verliert der daraus entstehende Effekt auf die durchschnittliche Fahrleistung an Gewicht. Auch die Strukturverschiebung innerhalb der Pkw-Besitzer hin zu den **privaten Haltern** wird im Vergleich zum Beginn der Massenmotorisierung nur noch sehr gering ausfallen. Allerdings werden die **älteren Pkw-Besitzer**, auf die generell ein Teil des künftigen Dichtewachstums zurückzuführen ist, künftig häufiger als in der Vergangenheit über einen Pkw verfügen, damit aber nach der Beendigung ihrer Erwerbstätigkeit eine unterdurchschnittliche Zahl von Wegen zurücklegen. Insgesamt wird

dieser Effekt jedoch in der längerfristigen Betrachtung durch den Anstieg der Mobilität der übrigen Pkw-Besitzer annähernd kompensiert.

Für die Aufteilung der Pkw-Fahrleistung des Jahres 2030 auf die einzelnen **Antriebsarten** wurde angenommen, dass die durchschnittliche Fahrleistung der alternativen Antriebe (Hybrid, Plug-in und Elektro) in etwa auf dem Niveau von Otto-Pkw liegen wird. Hier wirkt zwar die geringere Reichweite dämpfend, dem steht jedoch die Amortisation der höheren Anschaffungskosten gegenüber. Für die mittlere Fahrleistung der Fahrzeuge mit konventionellem Antrieb wurde jeweils die Gesamtveränderung herangezogen.

Motorisierte Zweiräder

Neben dem Verkehr mit Pkw besteht der Individualverkehr noch aus dem mit motorisierten Zweirädern, d.h. mit Mopeds und mit Krafträdern. Er ist allerdings weitaus weniger bedeutend und wird deshalb hier auch weniger ausführlich behandelt. Die **Prognose** der **Fahrleistungen** dieser beiden Fahrzeugarten erfolgte ausschließlich über deren **Bestand** und deren **durchschnittliche Fahrleistung**.

Der **Bestand** an **Mopeds** (einschließlich Mofas und Mokicks) hat sich in den beiden ersten Jahrzehnten nach der Vereinigung Deutschlands spürbar ausgeweitet, und zwar um rund ein Viertel auf gut 2 Mio. Fahrzeuge. Darin spiegelte sich vor allem die Zahl der **Einwohner** im Alter von **15 bis 18 Jahren**, die in diesem Zeitraum annähernd im gleichen Ausmaß gestiegen ist. Seit einigen Jahren sind beide Prozesse zum Stillstand gekommen. Im Prognosezeitraum wird die Besetzung dieser Altersgruppe spürbar **abnehmen** (vgl. Kapitel 3.2). Dies wird den Bestand an Mopeds beeinflussen. Konkret wird bis 2030 eine Abnahme auf 1,7 Mio. Fahrzeuge oder um 18 % gegenüber 2010 erwartet.

Der Bestand an **Krafträdern** (einschließlich Leicht- und Kleinkrafträdern) hat sich seit Mitte der siebziger Jahre sowohl im früheren Bundesgebiet als auch im vereinigten Deutschland kontinuierlich **erhöht**. Darin kommt die neu bzw. wieder entdeckte Beliebtheit dieser Fahrzeuge, insbesondere bei Männern in mittleren Altersgruppen, deutlich zum Ausdruck. Der Anstieg der Zahl dieser Personen war demgegenüber vergleichsweise unerheblich. In den ersten Jahren nach der Vereinigung stieg der Bestand wegen des Nachholbedarfs in den neuen Ländern kräftig um 8 % p.a. Seitdem hat sich dieses Wachstum wieder beruhigt (gut 2 % p.a.). Vor allem für den Beginn des Prognosezeitraums ist mit einer **Fortsetzung** des kräftigen Wachstums zu rechnen, der sich anschließend allmählich abschwächen sollte. Für 2030 wird ein Wert von 4,7 Mio. erwartet. Gegenüber 2010 (3,8 Mio.) entspricht dies einer Zunahme um 22 %.

Die **durchschnittliche Fahrleistung** sowohl der **Mopeds** als auch der **Krafträder** hat nach den Berechnungen des DIW seit 2000, dem Jahr der Fahrleistungserhebung, bei knapp 2300 bzw. rund 3000 km **stagniert**. Diese Konstanz wurde auch für den Prognosezeitraum angenommen. Somit verlaufen die (gesamten) **Fahrleistungen** beider Fahrzeugarten wie die entsprechenden **Bestände**. Die der Mopeds nimmt also zwischen 2004 und 2025 von 4,7 Mrd. Fzkm um 18 % auf 3,9 Mrd. ab, die der Krafträder dagegen von 11,6 Mrd. um 22 % auf 14,2 Mrd. zu. Die Fahrleistung der motorisierten Zweiräder **zusammen** erhöht sich von 16,3 Mrd. um **11 %** auf 18,1 Mrd. (vgl. Tab. 6-3).

Omnibusse

Die Fahrleistung der Omnibusse hängt zum einen von der **Verkehrsleistung** im **öffentlichen Straßenpersonennahverkehr** (ÖSPNV) ab. Der ÖSPNV umfasst nicht nur die Busverkehre, sondern auch schienengebundene Verkehrsmittel (Straßenbahn, U-Bahn etc.), die in der amtlichen Verkehrsstatistik aus verschiedenen Gründen unter dem öffentlichen Straßenverkehr subsumiert werden. Deren Verkehrsleistung belief sich im Jahr 2010 auf 16 Mrd. Pkm (vgl. Kapitel 6.3.2), die der im **Nahverkehr** eingesetzten Omnibusse auf knapp 39 Mrd. Pkm.

Letztere entwickelt sich seit Längerem etwas **schwächer** als die des schienengebundenen ÖSPV. Denn der Busnahverkehr findet zu einem höheren Anteil in Gebieten außerhalb der Verdichtungsräume statt, in denen sich der ÖPNV generell ungünstiger entwickelt als in den Ballungsräumen. Dies wird auch im **Prognosezeitraum** zur Geltung kommen. Während für den schienengebundenen ÖSPV ein Anstieg zu erwarten ist (vgl. Kapitel 6.3.2), wird die Busnahverkehrsleistung gegenüber 2010 um **5 %** bzw. 2,1 Mrd. auf knapp 37 Mrd. Pkm **sinken**.

Dagegen ist im **Busreiseverkehr** gegenüber 2010 ein spürbarer Impuls aus der Liberalisierung des Linienverkehrs zu erwarten, der auf (ein Plus um) **7,6 Mrd. Pkm** quantifiziert wurde (vgl. Kapitel 4.2.1). Dies gleicht den Rückgang sowohl des Gelegenheitsverkehrs, der sich abgeschwächt fortsetzen wird (-2,8 Mrd. Pkm), als auch des o.a. Nahverkehrs mehr als aus. Insgesamt errechnet sich somit ein Anstieg der **gesamten** Verkehrsleistung im Busverkehr um 2,8 Mrd. Pkm bzw. **4,5 %**.

Die **Fahrleistung** der Omnibusse betrug im Jahr 2010 nach den Personenverkehrsstatistik 3,3 Mrd. Fzkm. Daraus errechnet sich insgesamt eine **Besetzung** der Fahrzeuge von 18,6 Pkm/Fzkm. Diese Auslastung nimmt tendenziell den gleichen Verlauf wie die Nachfrage selbst. Denn bei steigender Verkehrsleistung muss das Angebot nicht im gleichen Ausmaß erhöht werden bzw. bei sinkender Nachfrage kann es nicht im gleichen Umfang reduziert werden.

Somit sinkt die Fahrleistung in den schrumpfenden Segmenten schwächer als die Verkehrsleistung. Das verbleibende Minus ist wesentlich geringer als das Plus im stark expandierenden Linienfernverkehr. Somit erhöht sich die **gesamte** Fahrleistung etwas stärker als die Beförderungsleistung, nämlich um gut **6 %** (vgl. Tab. 6-3).

Güterverkehrsfahrzeuge

Anders als im Pkw-Verkehr, in dem die Fahrleistung maßgeblich vom Bestand beeinflusst wird, hängt im Straßengüterverkehr der Fahrzeugbestand als Bestandteil des Transportangebots von der Fahrleistung ab, die wiederum von der Transportnachfrage beeinflusst wird. Deshalb ist hier **keine** Prognose des **Bestands** erforderlich.

Bei der Interpretation der Entwicklung der **Fahrleistung** der **Güterverkehrsfahrzeuge** kommt es immer wieder zu Missverständnissen; sie ist **nicht** – wie häufig angenommen – **gleichzusetzen** mit der Fahrleistung, die **im Güterverkehr** im Sinne der statistischen Erfassung erbracht wird. Die Fahrleistung der Güterverkehrsfahrzeuge – im engeren Sinn, d.h. ohne die sonstigen Fahrzeuge, die weiter unten dargestellt werden – ist definiert als die der **Lkw und Sattelzugmaschinen**, und zwar nach der **zulassungsrechtlichen Zuordnung**. Sie setzt sich zusammen aus der Fahrleistung

- der Fahrzeuge, die statistisch erfasste Gütertransporte durchführen, d.h. der Fahrzeuge mit einer Nutzlast von über 3,5 t bzw. einem zulässigen Gesamtgewicht von über 6 t (vgl. Kapitel. 5.2),
- sowie der unter diesen Grenzen liegenden, kleineren Lkw (Sattelzugmaschinen liegen immer darüber), deren Zahl in der jüngeren Vergangenheit auch aufgrund der stark expandierenden Auslieferungsfahrten kräftig zunahm (vgl. Kapitel. 5.2).

Im Jahr 2010 belief sich nach den Schätzungen des DIW die (Inländer-) Fahrleistung

- der Lkw (aller Größen) auf 60,7 Mrd. Fzkm,
- der Sattelzugmaschinen, die nahezu ausschließlich im statistisch erfassten Güterverkehr eingesetzt werden, auf 16,9 Mrd. Fzkm,
- aller Güterverkehrsfahrzeuge somit auf 77,6 Mrd. Fzkm.

Die Fahrleistung der **statistisch erfassten** deutschen Güterverkehrsfahrzeuge dieses Jahres betrug nach der Statistik des Kraftfahrt-Bundesamts **26,9** Mrd. Fzkm. Nach Abzug der Sattel-

zugmaschinen ergibt sich für die Fahrleistung der statistisch erfassten deutschen **Lkw** ein Wert von **10,0** Mrd. Fzkm. Das bedeutet, dass **65 %** der Fahrleistung **aller** Güterverkehrsfahrzeuge und sogar **84 %** der Fahrleistung der **Lkw** von den **kleineren Lkw** zurückgelegt wird.

Die **Prognose** der Fahrleistungen der schweren Nutzfahrzeuge (> 3,5 t Nutzlast) knüpft an die (territoriale) **Transportleistung** des Straßengüterverkehrs an. Hiermit besser vergleichbar als die Inländerfahrleistung ist die **Inlandsfahrleistung**. Bei den Güterverkehrs-Kfz ist der Unterschied – im Gegensatz zu allen anderen Fahrzeugarten – erheblich. Letztere betrug im Jahr 2003 gemäß den Schätzungen des DIW **76,6** Mrd. Fzkm, lag also um knapp **5 Mrd. über** der Fahrleistung der deutschen Fahrzeuge (im In- und Ausland).¹²³ In diesem Ausmaß fahren ausländische Fahrzeuge also mehr in Deutschland als deutsche Fahrzeuge im Ausland.

Die Fahrleistung aller Güterverkehrsfahrzeuge (in allen Abgrenzungen) wuchs **vor der Vereinigung** im damaligen Bundesgebiet über geraume Zeit deutlich **langsamer** als die **Transportleistung** des Straßengüterverkehrs. Letztere hat sich – Nah- und Fernverkehr zusammen – von 1970 bis 1990 um 118 % erhöht, während die (Inländer-) Fahrleistung aller Güterverkehrs-Kfz im gleichen Zeitraum nur um 38 % gestiegen ist. Somit ist also die Zahl der pro Fahrzeugkilometer geleisteten Tonnenkilometer, d.h. die **durchschnittliche Beladung**, um 58 % **gewachsen**, d.h. pro Jahr um 2,3 %.

In den ersten Jahren **nach der Vereinigung** ist die Fahrleistung **kaum schwächer** gestiegen als die Transportleistung. Dies war allerdings ausschließlich auf die Umbruchsituation in Ostdeutschland zurückzuführen. Vor allem hat hier der zunächst kräftig wachsende Lkw-Nahverkehr, der eine weit unterdurchschnittliche Beladung aufweist, zu Buche geschlagen. Seit **1995** hat sich die durchschnittliche Beladung (tkm/Fzkm) – bezogen sowohl auf die Inländer- als auch auf die Inlandsfahrleistung der schweren Nutzfahrzeuge – jedoch wieder um 1,9 % p.a. **erhöht**. Zwar ist dieses Ausmaß durch die Ausweitungen der statistischen Erfassung der Transportleistung etwas überhöht, weil seit 1999 bestimmte Transporte, die vorher von der Meldepflicht freigestellt waren, in erster Linie Transporte von Abfällen, in die statistische Erfassung aufgenommen wurden. In der langjährigen Betrachtung ist dieser Effekt allerdings vergleichsweise unbedeutend.

¹²³Vgl. D. Kalinowska, J. Kloas, H. Kuhfeld, U. Kunert, Aktualisierung und Weiterentwicklung der Berechnungsmodelle für die Fahrleistungen von Kraftfahrzeugen und für das Aufkommen und für die Verkehrsleistung im Personenverkehr (MIV), Berlin 2005, S. 82 und 86.

Die langfristig zu beobachtende Divergenz zwischen Transport- und Fahrleistung ist auf **mehre-re Einflussfaktoren** zurückzuführen. Erstens wachsen innerhalb der Verkehrsnachfrage die Transporte über längere Entfernungen, vor allem die internationalen Beförderungen, überproportional. Sie sind im Durchschnitt aber auch höher ausgelastet, so dass sich von dieser Seite ein statistischer Effekt hin zu einer steigenden Beladung pro Fahrzeugkilometer ergibt. Zweitens führte bereits in der Vergangenheit der steigende Wettbewerbs- und damit Kostendruck über verbesserte Logistikkonzepte, optimierte Routenplanungen, minimierte Leerfahrten etc. – auch mit Hilfe von technologischen Entwicklungen im Bereich der Telekommunikation und der Datenverarbeitung – zu einer weiteren Rationalisierung und einer verbesserten Ausnutzung des Laderaums. Drittens wurden in früheren Jahren auch die zulässigen Gesamtgewichte erhöht.

In **langfristiger Betrachtung** wird die o.a. Divergenz **anhalten**. Denn die in der Vergangenheit wirksamen Einflüsse werden auch künftig zur Geltung kommen. Somit wird sich die Schere zwischen der (statistisch erfassten) Transportleistung und der Fahrleistung der Güterverkehrsfahrzeuge im Prognosezeitraum weiter **öffnen**. Allerdings wird der Anstieg der durchschnittlichen Beladung langfristig **unter** dem Ausmaß der jüngeren Vergangenheit liegen. Denn insbesondere die Effekte aus dem verschärften Wettbewerb können nicht beliebig fortgesetzt werden.

Dennoch wird sich die **Inlandsfahrleistung** der **schweren Nutzfahrzeuge** im Prognosezeitraum spürbar schwächer (23 %) erhöhen als die Transportleistung des Lkw-Verkehrs (39 %, vgl. Kapitel 5.2). Somit nimmt die durchschnittliche **Beladung** (tkm/Fzkm) um insgesamt 13 % bzw. um 0,6 % pro Jahr zu. Im Vergleich mit der oben dargestellten Entwicklung in der jüngeren Vergangenheit wird die Abschwächung der Divergenz zwischen Transport- und Fahrleistung deutlich. Dazu trägt auch der **Güterstruktureffekt** bei, d.h. der Trend zu hochwertigeren, aber leichteren Produkten; er allein würde zu einer Abnahme der mittleren Beladung führen. Für die **Inländerfahrleistung** der schweren Nutzfahrzeuge wurde die o.a. Wachstumsrate der Inlandsfahrleistung (23 %) herangezogen (vgl. Tab. 6-3). Darunter wird die Fahrleistung der Sattelzugmaschinen ähnlich zunehmen wie die der schweren Lkw.

Die (Inländer-) Fahrleistung der **leichten Nutzfahrzeuge** (< 3,5 t Nutzlast) ist in der jüngeren Vergangenheit kräftiger gestiegen (2012/1995: 1,9 % p.a.). Dazu haben die boomenden KEP-verkehere beigetragen. Im Prognosezeitraum wird das Wachstum zwar, wie die Expansion der Paketdienste selbst, abschwächen, aber mit 1,4 % p.a. nach wie vor stärker ausfallen als das der schweren Lkw. Damit erhöht sich die (Inländer-) Fahrleistung **aller Güterverkehrs-Kfz** zwischen 2010 und 2030 um insgesamt **29 %** bzw. **1,3 % p.a.** (vgl. Tab. 6-3).

Sonstige Kfz

Neben Pkw, Zweirädern, Bussen, Lkw und Sattelzugmaschinen verkehren noch andere Fahrzeugarten auf den Straßen, die gemeinhin als **"sonstige Fahrzeuge"** bezeichnet werden. Dabei handelt es sich um die "übrigen Fahrzeuge" in der Abgrenzung des KBA (Polizei-, Feuerwehr-, Müllfahrzeuge, Arbeitsmaschinen u.a.) sowie um die sog. "restlichen Zugmaschinen", letztere ohne die in der Landwirtschaft eingesetzten Fahrzeuge, da sie ihre Fahrleistung nicht im öffentlichen Straßenraum erbringen. Deshalb stellen die sonstigen Fahrzeuge eine sehr **heterogene** Fahrzeugart dar. Deren Fahrleistung wird wieder, wie die der motorisierten Zweiräder, über den Bestand und die durchschnittliche Fahrleistung prognostiziert.

Der **Bestand** der **"übrigen Fahrzeuge"** ist über lange Zeit kräftig gewachsen. Zwischen 1970 und 1995 hat er sich in Westdeutschland knapp versechsfacht. Verursacht wurde dies durch eine äußerst dynamische Entwicklung bei den Wohnmobilen, auf die im Jahr 2005 (1.1.) mehr als die Hälfte aller "übrigen Fahrzeuge" entfiel. Ab 2006 werden Wohnmobile wie auch andere Fahrzeuge mit Zweckbestimmung (z.B. Krankenwagen) den Pkw zugeordnet. Seitdem ist das Bestandswachstum zum Erliegen gekommen. Für den Prognosezeitraum wurde diese annähernde **Stagnation** extrapoliert. Dagegen wurde für die zweite Untergruppe, also die sog. **"restlichen Zugmaschinen"**, deren Bestand sich zwischen 1970 und 1990 (alte Länder) mehr als verfünffacht und zwischen 1991 und 2012 (Deutschland) annähernd vervierfacht hat, eine annähernde **Verdoppelung** des Bestands ausgegangen, .

Für die **durchschnittliche Fahrleistung** beider Untergruppen wurden die (letzten) DIW-Schätzwerte für das Jahr 2012 auch für das Jahr 2030 angesetzt. Somit nimmt deren gesamte Fahrleistung jeweils im Ausmaß des Bestandswachstums zu. Daraus errechnet sich für die (gesamte) **Fahrleistung** der "sonstigen Fahrzeuge" zusammen, die zu knapp 60 % auf die (annähernd stagnierenden) übrigen Kfz entfällt, ein Anstieg um **29 %** (vgl. Tab. 6-3).

Gesamtergebnis

Die Fahrleistung **aller Kraftfahrzeuge** steigt damit von 705 Mrd. (2010) auf 790 Mrd. Fzkm, also um **12 %** oder um 0,6 % pro Jahr (vgl. Tab. 6-3). Die **höchsten Wachstumsraten** sind mit jeweils 29 % für die Güterverkehrsfahrzeuge – wegen der funktionalen Ähnlichkeit ist die Trennung zwischen Lkw und Sattelzugmaschinen hier wenig aussagefähig – und die sonstigen Kfz zu erwarten. Die Fahrleistung der Pkw (10 %) und der motorisierten Zweiräder (11 %) erhöht sich in einem **moderateren** Ausmaß und die der Omnibusse nochmals schwächer (5 %).

Der größte **Beitrag** zur Gesamtzunahme (85 Mrd. Fzkm) entsteht natürlich bei den dominierenden Pkw (58 Mrd.). Danach folgen die Güterverkehrs-Kfz (22 Mrd.). Die (absoluten) Veränderungen der Fahrleistungen der anderen Fahrzeugarten sind im Vergleich dazu vernachlässigbar.

6.2.3 CO₂-Emissionen

Die somit prognostizierten Fahrleistungen der einzelnen Fahrzeugarten wurden mit ihrem **spezifischen Kraftstoffverbrauch** multipliziert, und zwar – soweit erforderlich – differenziert nach Kraftstoffsorten (Otto- und Dieseldieselkraftstoff) bzw. Antriebsarten (Mineralöl und Elektro). Als **Vergangenheitswerte** der spezifischen Verbräuche wurden die Schätzwerte aus der Kraftstoffverbrauchsrückrechnung des **DIW** herangezogen.¹²⁴ Auf die Unterschiede zwischen den (resultierenden) Werten für den gesamten Kraftstoffverbrauch und denjenigen der Energiebilanzen, auf denen die Berechnungen für den CO₂-Ausstoß gemäß dem Kyoto-Monitoring beruhen, wird am Ende dieses Kapitels eingegangen.

Die **Prognose** der spezifischen Kraftstoffverbräuche stützte sich zum einen auf die Arbeiten, die zur Bestimmung der **Nutzerkostenentwicklung** durchgeführt wurden (vgl. Kapitel 3.4). Zum anderen wurden die beiden bereits erwähnten Szenarien von DLR et al. (2012) und von Prognos / EWI / GWS (2010) herangezogen. In den Publikationen zum TREMOD-Modell werden keine verwertbaren Angaben ausgewiesen.

Im Einzelnen wurde angenommen, dass der spezifische Verbrauch der **Pkw** mit konventionellem Antrieb pro Jahr um 1,5 % sinkt (vgl. Kapitel 3.4). Daraus errechneten sich Werte von 5,9 (Otto) bzw. 5,0 (Diesel) l / 100 km. Für die alternativen Antriebe wurden die spezifischen Energieverbräuche der Neuzulassungen gemäß Prognos et al.¹²⁵ verwendet und auf die jeweiligen Bestände umgerechnet. Im Ergebnis entstanden Werte von 4,0 l (Hybrids) und 21,5 (Plug-ins) bzw. 17,3 (Elektro) kWh pro 100 km.

Für die **anderen**, weniger bedeutenden **Fahrzeugarten** wurde angenommen, dass der spezifische Verbrauch in aller Regel sinkt, und zwar derjenige

- der Krafträder um 0,5 % p.a.,
- der Omnibusse um 1 % p.a.,

¹²⁴ Vgl. zuletzt U. Kunert, S. Radke, a.a.O.

¹²⁵ Prognos / EWI / GWS, a.a.O., S. 94.

- der Lkw und der Sattelzugmaschinen um insgesamt 0,75 % p.a.,¹²⁶
- der "Sonstigen Kfz" ebenfalls um 0,75 % p.a.

Lediglich der durchschnittliche Verbrauch der unbedeutenden Mopeds bleibt wie in der Vergangenheit konstant. Diese Verläufe passen grundsätzlich zu den Annahmen hinsichtlich der Nutzerkosten. Davon abgesehen entfallen bei Omnibussen und Lkw ohnehin geringere Teile der gesamten Transportkosten auf die Kraftstoffkosten als bei Pkw.

Damit sinkt der **gesamte Kraftstoffverbrauch** der Pkw, d.h. also ohne Strom, zwischen 2010 und 2030 um **26 %** (vgl. Tab. 6-4). Dies gilt für die Definition nach dem **effektiven Verbrauch** gemäß DIW, die auch von TREMOD verwendet wird.

In den **Energiebilanzen** wird der Energieverbrauch des Straßenverkehrs auf der Basis des **Inlandsabsatzes** von Otto- und Dieselmotorkraftstoff, soweit er auf den Straßenverkehr entfällt, berechnet. Er ist zwischen 1998 und 2003 deutlich stärker gesunken als der Verbrauch, und zwar vor allem weil zunehmend Kraftstoffmengen, die in Deutschland verbraucht werden, **im Ausland getankt** wurden. Gemäß Schätzungen des DIW nahm der Saldo von Im- und Exporten, d.h. die Differenz zwischen den von deutschen Fahrzeugen (im In- und Ausland) getankten und den in Deutschland abgesetzten Mengen, zwischen 1998 bis 2003 um 1,5 Mrd. l (Ottokraftstoff) bzw. 2,8 Mrd. l (Dieselmotorkraftstoff) zu und lag 2003 bei 2,5 bzw. 2,7 Mrd. l.¹²⁷ Diese Entwicklung war zum größten Teil auf die grauen Im-/Exporte zurückzuführen, die sich in diesem Zeitraum von Exporten in Höhe von 0,350 Mrd. l (1998) auf Importe in Höhe von 3,3 Mrd. l (2003) drehten. Der Grund dafür lag in den zunehmenden Preisdifferenzen, die in Deutschland auf Grund der damaligen Einführung der sog. "Öko-Steuer" stärker stiegen als im Ausland.

Seit 2003 bleiben die Relationen zwischen Absatz und Verbrauch zwar insgesamt **konstant**.¹²⁸ Auf Grund des vorangegangenen Verlaufs lag der Absatz im Jahr 2010 um 2,6 Mio. t bzw. immerhin **5 % unter** dem Verbrauch (vgl. Tab. 6-4). Die Abweichung betrifft fast ausschließlich **Ottokraftstoff**. Die Zahl der damit betriebenen Pkw geht bis 2030 drastisch zurück (vgl. Kapitel 6.2.1). Dies gilt auch für dessen Verbrauch. Damit wiederum wird die Differenz zwischen Verbrauch und Absatz aller Kraftstoffe geringer, so dass der Absatz und damit der Energieverbrauch des Straßenverkehrs gemäß der Energiebilanzen mit **23 %** etwas schwächer sinkt.

¹²⁶ Bei diesen Fahrzeugen wieder gestützt auf Prognos / EWI / GWS, a.a.O., S. 98.

¹²⁷ Vgl. D. Kalinowska et al. (2005), a.a.O., S. 72.

¹²⁸ IFEU (2012), a.a.O., S. 19.

Tab. 6-4: Entwicklung der CO₂-Emissionen des Straßenverkehrs

	Absolute Werte		2030/10 (%)	
	2010	2030	Insg.	p.a.
Fahrleistung (Mrd. Fzkm)	704,8	789,8	12,1	0,6
Kraftstoffverbrauch (Mio. t)				
- Kyoto-Monitoring ¹⁾	46,0	32,9	-28,6	-1,7
- Energiebilanzen ²⁾	49,6	38,2	-22,8	-1,3
- TREMOD ³⁾	52,2	38,7	-25,8	-1,5
Stromverbrauch (TWh)	0,0	13,9	-	-
Endenergieverbrauch (PJ)				
- Kyoto-Monitoring ¹⁾⁴⁾	1990	1548	-22,2	-1,2
- Energiebilanzen ²⁾	2110	1786	-15,4	-0,8
- TREMOD ³⁾	2222	1808	-18,6	-1,0
Direkte CO₂-Emissionen (Mio. t)				
- Kyoto-Monitoring ¹⁾⁴⁾	145,5	112,3	-22,8	-1,3
- TREMOD ³⁾	162,0	127,4	-21,3	-1,2
Gesamte CO₂-Emission (Mio. t)				
- TREMOD ³⁾	182,8	144,0	-21,2	-1,2
1) Ohne Biokraftstoffe 2) Basis Kraftstoffabsatz 3) Basis effektiver Verbrauch 4) Ohne Strom				
Quelle: DIW, Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, Umweltbundesamt, IFEU, eigene Prognosen				

Der Kraftstoffverbrauch, der der Bilanzierung der Treibhausgasemissionen des Umweltbundesamts im Rahmen des **Kyoto-Monitoring** zu Grunde liegt, entspricht zwar grundsätzlich dem Absatz gemäß der Energiebilanzen. Da aber die Emissionen aus **Biokraftstoffen** gleich Null gesetzt werden, wird dies in Tab. 6-4 auch für den Energieverbrauch entsprechend gehandhabt. Er ist deshalb erstens im Basisjahr 2010 um 3,6 Mio. t oder 7 % geringer. Zweitens steigt er bis 2030 auf Grund des zunehmenden Anteils der Biokraftstoffe mit 29 % schwächer. (vgl. Tab. 6-4).

Addiert man den **Stromverbrauch** des Straßenverkehrs, der im Jahr 2010 noch nicht messbar war, für das Jahr 2030 hinzu, dann sinkt der **gesamte Energieverbrauch** des Straßenverkehrs in den drei Definitionen jeweils um **15 % bis 22 %**. Der Rückgang kommt vor allem durch die Entwicklung im dominierenden Pkw-Verkehr (-27 %) zustande, die durch den Anstieg bei den

Güterverkehrsfahrzeuge (7 %) spürbar abgeschwächt wird. Die Veränderung des Verbrauchs der anderen Fahrzeugarten fällt beim gesamten Straßenverkehr kaum ins Gewicht. **Verantwortlich** für den Gesamtrückgang sind sowohl Reduktionen der **spezifischen Verbräuche** als auch **Verlagerungen** zu energieeffizienteren Antriebsarten. So entspricht der von Prognos et al. geschätzte Stromverbrauch eines Elektro-Pkw im Jahr 2030 einem Benzinäquivalent von 2 l / 100 km.

Bei den **CO₂-Emissionen** in der **Kyoto-Definition** werden sowohl die Biokraftstoffe als auch der Stromverbrauch nicht berücksichtigt. Sie sinken mit **23 %** im Ausmaß des entsprechend definierten Energieverbrauchs. In der Abgrenzung nach dem **effektiven Verbrauch** werden zumindest die Biokraftstoffe einbezogen, so dass der so definierte **direkte** CO₂-Ausstoß mit **21 %** in einem etwas geringeren Ausmaß abnimmt. Die **gesamten** Emissionen einschließlich derjenigen aus der Stromerzeugung gehen ebenfalls um **21 %** zurück.

6.3 Schienenverkehr

6.3.1 Konzeption und Datenbasis

Die Prognose der CO₂-Emissionen des Schienenverkehrs wird **differenziert** in

- den schienengebundenen Teil des öffentlichen Straßenpersonenverkehrs (ÖSPV),
- den Eisenbahnpersonennahverkehr,
- den Eisenbahnpersonenfernverkehr,
- und den Eisenbahngüterverkehr.

Für alle Segmente wurden zunächst auf der Basis der **Verkehrsleistungen** über die **Auslastungen** die **Betriebsleistungen** prognostiziert und nach den Traktionsarten Elektro und Diesel differenziert. Multipliziert mit dem jeweiligen **spezifischen Verbrauch** ergibt sich der (gesamte) **Endenergieverbrauch** der einzelnen Verkehrs- und Traktionsarten. Daraus und aus den entsprechenden Emissionsfaktoren (vgl. Kapitel 6.1.2) errechnet sich der **CO₂-Ausstoß**.

Die **Vergangenheitsdaten** für den **Endenergieverbrauch** des Schienenverkehrs in der Differenzierung nach den Verkehrsarten wurden der bereits mehrfach erwähnten Energieprognose

von Prognos / EWI / GWS¹²⁹ und der dort nicht ausgewiesene Verbrauch des ÖSPV TREMOD¹³⁰ entnommen. Die übrigen TREMOD-Daten sind nach Unternehmensarten, aber nicht nach Verkehrsarten differenziert. Für die Anteile der **Traktionsarten** (Elektro/Diesel) in der Vergangenheit wurden ebenfalls die Daten nach **TREMOD** herangezogen.

Der Eckwert gemäß der **Energiebilanzen** enthält auch den **stationären** Energieverbrauch des Schienenverkehrs, d.h. für ortsfeste Anlagen wie z.B. Bahnhöfe. Im Folgenden wird aus Gründen der Vergleichbarkeit mit den anderen Verkehrsträgern auch der reine Traktionsenergieverbrauch ausgewiesen, da der Energieverbrauch von Flughäfen, Binnenhäfen, Tankstellen etc. ebenfalls nicht berücksichtigt wird.

Die **Prognose** der **Betriebsleistungen** und des **Endenergieverbrauchs** des Eisenbahnverkehrs, d.h. ohne den ÖSPV, nach Traktionsarten stützte sich auf umfangreiche Berechnungen, die von Intraplan bzw. von BVU im Rahmen anderer Module des BVWP-Prozesses durchgeführt wurden.

6.3.2 Schienengebundener ÖSPV

Der schienengebundene ÖSPV besteht aus dem Verkehr mit

- (herkömmlichen) Straßenbahnen, deren Gleise überwiegend im Straßenraum verlaufen,
- Stadtbahnen, deren Gleisführung weitgehend unabhängig vom übrigen Straßenverkehr ist,
- U-Bahnen (einschließlich der – seltenen – Hoch- und Schwebbahnen), für die das Gleiche gilt und die deshalb auch zusammen mit den Stadtbahnen als "Stadtschnellbahnen" bezeichnet werden,
- sowie den – mittlerweile ebenfalls seltenen – Obussen, die zwar nicht auf Schienen fahren, aber über eine Oberleitung elektrisch angetrieben und deshalb ebenfalls unter dem schienengebundenen ÖSPV subsumiert werden.

Den Ausgangspunkt für die Prognose der CO₂-Emissionen des schienengebundenen ÖSPV bildete dessen **Verkehrsleistung**. Sie belief sich im Jahr 2010 auf 16,3 Mrd. Pkm. Im Prognosezeitraum wird sie sich spürbar **überproportional** zum gesamten ÖSPNV (einschließlich des Busverkehrs) entwickeln, in dem die Verkehrsleistung annähernd stagniert (vgl. Kapitel 4.2).

¹²⁹ Prognos / EWI / GWS, a.a.O., S. 97.

¹³⁰ IFEU, TREMOD 5 – Version 5.3, Anhang: Materialien und Erläuterungen, Heidelberg 2012, S. 82.

Denn zum einen nimmt in den Räumen, in denen ein schienengebundener ÖSPV betrieben wird, d.h. in den höher verdichteten Gebieten, bereits der gesamte ÖPNV einen überdurchschnittlichen Verlauf. Zum anderen entwickeln sich innerhalb dieser Räume die Schienenverkehre generell, d.h. mit den Eisenbahnen und im ÖSPV, nochmals etwas günstiger als der Busverkehr. Deshalb nimmt die Verkehrsleistung des schienengebundenen ÖSPV um fast **12 %** zu (vgl. Tab. 6-5).

Tab. 6-5: Entwicklung der CO₂-Emissionen des schienengebundenen ÖSPV

	Absolute Werte		2030/10 (%)	
	2010	2030	Insg.	p.a.
Verkehrsleistung (Mrd. Pkm)	16,3	18,3	11,8	0,6
Betriebsleistung (Mrd. Fzkm)	296,0	315,4	6,6	0,3
Endenergieverbrauch (GWh)	1870	1793	-4,1	-0,2

Quelle: Statistisches Bundesamt, Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, Umweltbundesamt, IFEU, eigene Prognosen

Die in Fahrzeugkilometern gemessene Betriebsleistung der Verkehrsmittel des schienengebundenen ÖSPV belief sich nach den Angaben der amtlichen Straßenpersonenverkehrsstatistik im Jahr 2010 auf 296 Mio. Fzkm. Dieses Angebot muss bei einer steigenden Verkehrsleistung nicht im gleichen Umfang aufgestockt werden, weil auch die **Auslastung** der Fahrzeuge (Pkm/Fzkm) zunimmt. Es wurde angenommen, dass dadurch rund die Hälfte des Nachfragewachstums abgefangen werden kann, also nur die andere Hälfte auf die **Betriebsleistung** durchschlägt. Sie nimmt somit um knapp **7 %** auf 315 Mio. Fzkm ab.

Wie bereits erwähnt findet der schienengebundene ÖSPV – im Gegensatz zum Eisenbahnverkehr – nur mit elektrisch betriebenen Fahrzeugen statt. Deren **Endenergieverbrauch** im Jahr 2010 belief sich nach TREMOD auf 1870 GWh. Der **spezifische** Endenergieverbrauch ist in der jüngeren Vergangenheit nur leicht gesunken. Von Prognos et al. wurden hierfür keine Angaben gemacht. In der Leitstudie des DLR et al. wurde ein Rückgang zwischen 2005 und 2030 in Höhe von 30 % ausgewiesen, der als deutlich zu hoch erscheint und auf 10 % abgesenkt wurde. Zustande kommt er vor allem auf Grund von technischen Verbesserungen und einer allmählichen

Flottenerneuerung. Daraus errechnet sich für den gesamten **Endenergieverbrauch** des schienegebundenen ÖSPV eine Abnahme um **4 %** (vgl. Tab. 6-5).

6.3.3 Eisenbahnpersonennahverkehr

Die **Verkehrsleistung** des Eisenbahnpersonennahverkehrs – in der Definition der amtlichen Statistik, d.h. nach Zugkategorien – wächst im Prognosezeitraum um **18 %** von 48 auf 56 Mrd. Pkm.

Die **Betriebsleistung** belief sich im Jahr 2010 auf 645 Mrd. Fzkm. Daraus errechnet sich eine durchschnittliche Besetzung in Höhe von 74 Pkm/Fzkm. Die Betriebsleistung des Jahres **2030** wurde im Rahmen der Bestimmung des Bedienungsangebots gemeinsam mit dem Auftraggeber und den Aufgabenträgern festgelegt, woraus sich ein Anstieg um **18,5 %** ergab. Inwieweit dies mit den (derzeitigen und absehbaren) Regionalisierungsmitteln finanzierbar ist, war nicht Gegenstand der Betrachtung. Das bedeutet also, dass das Nachfragewachstum ohne jede Erhöhung der Auslastung zustande kommt.

Tab. 6-6: Entwicklung der CO₂-Emissionen des Eisenbahnpersonennahverkehrs

	Absolute Werte		2030/10 (%)	
	2010	2030	Insg.	p.a.
Verkehrsleistung (Mrd. Pkm)	47,8	56,4	18,1	0,8
Betriebsleistung (Mrd. Fzkm)	645	764	18,5	0,9
- Elektrotraktion	537	650	21,1	1,0
- Dieseltraktion	108	115	5,8	0,3
Endenergieverbrauch (PJ)	29,4	28,9	-1,8	-0,1
- Elektrotraktion (GWh)	5927	5884	-0,7	0,0
- Dieseltraktion (1000 t)	189	182	-3,7	-0,2

Quelle: Statistisches Bundesamt, Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, Umweltbundesamt, IFEU, eigene Prognosen

Die derzeit immer noch vorhandenen dieselbetriebenen Fahrzeuge werden, wie bereits seit vielen Jahren, immer mehr ersetzt, insbesondere in den neuen Bundesländern. Deshalb sinkt de-

ren Anteil an der gesamten Fahrleistung der Nahverkehrszüge von 17 % auf 15 %. Damit erhöht sich die Betriebsleistung der **dieselbetriebenen** Züge um lediglich 6 %, die der **Elektrotraktion** dagegen um 21 %.

Der **Endenergieverbrauch** der Nahverkehrszüge im Jahr 2010 wurde, gestützt auf den Wert nach Prognos et al. für 2008, auf 5927 GWh (Elektrotraktion) bzw. 189 kt (Dieseltraktion) geschätzt. Im Prognosezeitraum wird der **spezifische Verbrauch** beider Traktionsarten spürbar **sinken**. Die Fahrzeuggewichte werden sich eher verringern; hinzu kommen der technische Fortschritt und die Bestandsdurchdringung mit jüngeren, verbrauchsgünstigeren Lokomotiven bzw. Triebfahrzeugen. Konkret wurde ein Rückgang um 18 % (Elektro) bzw. 9 % (Diesel) ermittelt. Damit nimmt der **gesamte Endenergieverbrauch** des Eisenbahnpersonennahverkehrs in beiden Traktionsarten ab (vgl. Tab. 6-6). In der Aggregation der Traktionsarten errechnet sich trotz des spürbaren Nachfragewachstums ein Rückgang um knapp **2 %**.

6.3.4 Eisenbahnpersonenfernverkehr

Die **Verkehrsleistung** des Eisenbahnpersonenfernverkehrs – auch hier in der Definition der amtlichen Statistik, d.h. nach Zugkategorien – wächst im Prognosezeitraum um **13 %** von 36 auf 41 Mrd. Pkm.

Die **Betriebsleistung** betrug im Jahr 2010 auf 145 Mrd. Fzkm (vgl. Tab. 6-7). Daraus errechnet sich eine durchschnittliche Besetzung in Höhe von 249 Pkm/Fzkm, die also diejenige des Nahverkehrs um mehr als das Dreifache übertrifft. Ein hoher Teil des Nachfrageanstiegs kann durch eine erhöhte Auslastung aufgefangen werden, so dass sich die Betriebsleistung um lediglich **3 %** erhöht. Die **dieselbetriebenen** Fahrzeuge spielen im Fernverkehr keine wesentliche Rolle mehr. Ihr Anteil belief sich im Jahr 2010 auf nur noch 2 %. Dies wurde auch für das Jahr 2030 angesetzt, weil einige Strecken nach wie vor noch nicht elektrifiziert sein werden. Damit steigt die Betriebsleistung in beiden Traktionsarten gleichermaßen.

Der **Endenergieverbrauch** der Fernverkehrszüge im Jahr 2010 wurde, auch hier gestützt auf den Wert nach Prognos et al. für 2008, auf 2102 GWh (Elektrotraktion) bzw. 31 kt (Dieseltraktion) geschätzt. Auch hier wird der **spezifische Verbrauch** beider Traktionsarten im Prognosezeitraum **sinken**, allerdings in einem geringeren Ausmaß als im Nahverkehr. Zwar schlagen auch im Fernverkehr der technische Fortschritt und organisatorische Maßnahmen zu Buche. Allerdings wird dieser Effekt in einem spürbaren Ausmaß dadurch kompensiert, dass ein immer

höherer Teil der Betriebsleistung des Fernverkehrs mit **Hochgeschwindigkeitszügen**, deren spezifischer Verbrauch weit über dem (bisherigen) Durchschnitt liegt, erbracht wird. Dabei wiederum nimmt auch der Anteil der Hochgeschwindigkeitsstrecken zu, bei denen die Höchstgeschwindigkeit der HGV-Züge, aber auch der dabei entstehende spezifische Energieverbrauch erreicht wird. Als Beispiel hierfür sei die Strecke Stuttgart-Ulm erwähnt, die bereits derzeit mit ICE 3-Fahrzeugen befahren wird, aber eben noch mit sehr niedrigen Geschwindigkeiten. Konkret wurde eine Abnahme des spezifischen Verbrauchs um **5 %** angenommen. Verkehrsleistungsbezogen ist sie mit 15 % wesentlich höher. Damit nimmt der **gesamte Endenergieverbrauch** des Schienenpersonenfernverkehrs um **2 %** ab (vgl. Tab. 6-7).

Tab. 6-7: Entwicklung der CO₂-Emissionen des Eisenbahnpersonenfernverkehrs

	Absolute Werte		2030/10 (%)	
	2010	2030	Insg.	p.a.
Verkehrsleistung (Mrd. Pkm)	36,1	43,6	20,8	0,9
Betriebsleistung (Mrd. Fzkm)	145,0	149,4	3,0	0,1
- Elektrotraktion	142,1	146,4	3,0	0,1
- Dieseltraktion	2,9	3,0	3,0	0,1
Endenergieverbrauch (PJ)	8,9	8,7	-1,9	-0,1
- Elektrotraktion (GWh)	2102	2056	-2,2	-0,1
- Dieseltraktion (1000 t)	31	31	0,4	0,0

Quelle: Statistisches Bundesamt, Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, Umweltbundesamt, IFEU, eigene Prognosen

Der **Endenergieverbrauch** der Fernverkehrszüge im Jahr 2010 wurde, auch hier gestützt auf den Wert nach Prognos et al. für 2008, auf 2102 GWh (Elektrotraktion) bzw. 31 kt (Dieseltraktion) geschätzt. Auch hier wird der **spezifische Verbrauch** beider Traktionsarten im Prognosezeitraum **sinken**, allerdings in einem geringeren Ausmaß als im Nahverkehr. Zwar schlagen auch im Fernverkehr der technische Fortschritt und organisatorische Maßnahmen zu Buche. Allerdings wird dieser Effekt in einem spürbaren Ausmaß dadurch kompensiert, dass ein immer höherer Teil der Betriebsleistung des Fernverkehrs mit **Hochgeschwindigkeitszügen**, deren spezifischer Verbrauch weit über dem (bisherigen) Durchschnitt liegt, erbracht wird. Dabei wiederum nimmt auch der Anteil der Hochgeschwindigkeitsstrecken zu, bei denen die Höchstge-

schwindigkeit der HGV-Züge, aber auch der dabei entstehende spezifische Energieverbrauch erreicht wird. Als Beispiel hierfür sei die Strecke Stuttgart-Ulm erwähnt, die bereits derzeit mit ICE 3-Fahrzeugen befahren wird, aber eben noch mit sehr niedrigen Geschwindigkeiten. Konkret wurde eine Abnahme des spezifischen Verbrauchs um **5 %** angenommen. Verkehrsleistungsbezogen ist sie mit 15 % wesentlich höher. Damit nimmt der **gesamte Endenergieverbrauch** des Schienenpersonenfernverkehrs um **2 %** ab (vgl. Tab. 6-7).

6.3.5 Eisenbahngüterverkehr

Die **Transportleistung** des Eisenbahngüterverkehrs steigt, ausgehend von 107 Mrd. tkm im Jahr 2010, bis zum Jahr 2030 kräftig auf 154 Mrd. tkm, d.h. um **44 %** (vgl. Kapitel 5.2). Auf die Zwischengröße "**Betriebsleistung**" wurde im Güterverkehr verzichtet, auch weil die entsprechenden Angaben in der Eisenbahnverkehrsstatistik nicht immer plausibel sind.¹³¹ Ersatzweise wurde der Energieverbrauch direkt auf die Transportleistung bezogen.

Tab. 6-8: Entwicklung der CO₂-Emissionen des Eisenbahngüterverkehrs

	Absolute Werte		2030/10 (%)	
	2010	2030	Insg.	p.a.
Verkehrsleistung (Mrd. tkm)	107,3	153,7	43,3	1,8
Endenergieverbrauch (PJ)	20,2	24,7	22,3	1,0
- Elektrotraktion (GWh)	4452	5828	30,9	1,4
- Dieseltraktion (1000 t)	98	88	-10,1	-0,5

Quelle: Statistisches Bundesamt, Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, Umweltbundesamt, IFEU, eigene Prognosen

Der **Endenergieverbrauch** des Schienengüterverkehrs im Jahr **2010** wurde auf 4452 GWh (Elektrotraktion) bzw. 98 kt (Dieseltraktion) geschätzt. Im **Prognosezeitraum** werden auch im Güterverkehr der technische Fortschritt, die Bestandsdurchdringung mit jüngeren, verbrauchs-günstigeren Fahrzeugen und organisatorische Maßnahmen, deren Potenzial hier noch höher ist

¹³¹ Für das Jahr 2010 wurde eine Betriebsleistung von 260 Mio. Zug-km angegeben, für das Folgejahr dagegen lediglich 204 Mio. Vgl. Statistisches Bundesamt, Betriebsdaten des Schienenverkehrs 2012, Fachserie 8, R. 2.1, S. 14.

als im Personenverkehr, wirksam. Der Rückgang des (transportleistungsbezogenen) **spezifischen Energieverbrauchs** wurde auf **10 %** (beide Traktionsarten) quantifiziert. Somit nimmt der **gesamte Endenergieverbrauch** des Schienengüterverkehrs spürbar schwächer zu, und zwar in der Aggregation der Traktionsarten um **22 %** (vgl. Tab. 6-8).

6.3.6 Gesamtergebnis

Die über die vier Arten des Schienenverkehrs aggregierten Ergebnisse sind in Tab. 6-9 zusammengefasst. Der gesamte **Endenergieverbrauch** aus der **Traktion** der Fahrzeuge verzeichnet einen **Anstieg** um **4 %**. Er entsteht ausschließlich im kräftig wachsenden Güterverkehr, während der Verbrauch in allen Personenverkehrsarten sinkt. Bei den letztgenannten überwiegt der sinkende spezifische Energieverbrauch den Nachfrageanstieg.

Der Endenergieverbrauch des Schienenverkehrs gemäß den **Energiebilanzen** enthält neben der Traktionsenergie auch den **stationären Energieverbrauch** (vgl. Kapitel 6.3.1). Subtrahiert man von dem Gesamtverbrauch des Schienenverkehrs des Jahres 2010 laut Energiebilanzen in Höhe von 16,7 TWh Strom bzw. 340 kt Dieselkraftstoff den hier ermittelten Traktionsverbrauch (14,4 TWh bzw. 318 kt), dann resultieren für den stationären Verbrauch des Jahres 2010 Werte von 2,4 TWh bzw. 22 kt, zusammen (umgerechnet) **9,5 PJ** (vgl. Tab. 6-9).

Teilweise hängt dieser stationäre Verbrauch von der Betriebsleistung ab, teilweise aber auch nicht. Deshalb wurde auf ihn die Hälfte der Veränderungsraten der Traktionsenergie, differenziert nach Strom (+4 %) und Dieselkraftstoff (-3 %), angesetzt. Zusammen erhöht sich der stationäre Verbrauch, bei dem der Stromverbrauch dominiert, damit um knapp **2 %** auf 9,7 PJ. Der **gesamte** Endenergieverbrauch des Schienenverkehrs gemäß den Energiebilanzen steigt somit um knapp **4 %** (vgl. Tab 6-9). Zum Vergleich ist in Tab. 6-9 auch derjenige Energieverbrauch ausgewiesen, der für die Berechnung der CO₂-Emissionen nach der **Kyoto-Definition** herangezogen wird, also ohne den Stromverbrauch und Biokraftstoffe. Er sinkt wegen des zunehmenden Anteils des Biodiesels noch deutlich stärker (-17 %) als der gesamte Dieselkraftstoffverbrauch (-5 %).

Tab. 6-9: Entwicklung der CO₂-Emissionen des gesamten Schienenverkehrs

	Absolute Werte		2030/10 (%)	
	2010	2030	Insg.	p.a.
Stromverbrauch (GWh)	16.700	18.011	7,8	0,4
- Elektrotraktion	14.350	15.561	8,4	0,4
- Stationärer Verbrauch	2.350	2.449	4,2	0,2
Dieselmotorkraftstoffverbrauch (1000 t)	340	323	-5,1	-0,3
- Dieselmotortraction	318	302	-5,3	-0,3
- Stationärer Verbrauch	22	21	-2,6	-0,1
Endenergieverbrauch (PJ)				
- Traktion	66,2	68,8	3,9	0,2
- Stationärer Verbrauch	9,5	9,7	1,9	0,1
- Insgesamt (Energiebilanzen)	75,7	78,5	3,7	0,2
-- dar. relevant für Kyoto-Monitoring ¹⁾	14,6	12,1	-17,4	-1,0
Direkte CO₂-Emissionen (Mio. t)				
- Kyoto-Monitoring ¹⁾	1,1	0,9	-17,4	-1,0
- TREMOD	1,1	1,0	-12,6	-0,7
Gesamte CO₂-Emission (Mio. t)				
- TREMOD	10,4	8,0	-22,5	-1,3
1) Ohne Strom und Biokraftstoffe				

Quelle: Statistisches Bundesamt, Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, Umweltbundesamt, IFEU, eigene Prognosen

Die **direkten CO₂-Emissionen** des Schienenverkehrs nach dieser Definition, die den Ausstoß der elektrisch betriebenen Züge nicht enthalten, nehmen um **17 % ab** (vgl. Tab. 6-9). In der Definition nach TREMOD, d.h. einschließlich der Biokraftstoffe, nehmen sie etwas schwächer ab (-13 %).

Die **gesamten** Emissionen verzeichnen ebenfalls ein starkes **Minus** um **23 %**. Dies ist auf hier dominierenden Emissionen aus der Stromerzeugung (Anteil 2010: 89 %) zurückzuführen. Hier schlägt der Rückgang des **Emissionsfaktors** in Höhe von 29 % zu Buche, der durch die geänderte Struktur der Stromproduktion zustande kommt (vgl. Kapitel 6.1.2).

6.4 Luftverkehr

6.4.1 Definitionen

Die CO₂-Emissionen des Luftverkehrs im Rahmen der vorliegenden Prognose werden nach zwei Prinzipien dargestellt:

- Gemäß der international vereinbarten Definition, nach der auch das **Kyoto-Monitoring** erfolgt, wird nur der Binnenverkehr der einzelnen Länder, hier also der **innerdeutsche Verkehr** berücksichtigt, der (wachstumsdynamische) grenzüberschreitende Verkehr dagegen nicht. Hintergrund für diese, auf den ersten Blick unzureichende, Definition ist, dass bei internationalen Verkehren die Zuordnung zu einem Land nicht ohne weiteres klar ist (Land des Startflughafens, Nationalität der Reisenden etc.). Natürlich folgt aus dieser Definition, dass im Rahmen des Kyoto-Monitoring **große Teile** der Emissionen des weltweiten Luftverkehrs **nicht erfasst** werden.
- Nach dem **Standortprinzip** werden die Emissionen dem Land des jeweiligen **Startflughafens** zugeordnet, d.h. abgehende Flüge in Gänze Deutschland und ankommende Flüge komplett dem jeweiligen Herkunftsland, unabhängig von der Nationalität der Flugreisenden. Berücksichtigt wird grundsätzlich der Verkehr zwischen den deutschen Flughäfen und den entsprechenden Endzielflughäfen, wenngleich dies in der Praxis nicht immer möglich ist. In dieser Abgrenzung werden die Emissionen des weltweiten Luftverkehrs **vollständig** erfasst und hälftig den beiden beteiligten Ländern einer Verkehrsrelation zugeordnet.

In der **vorangegangenen** langfristigen Verkehrsprognose wurde für die Emissionen in der **Kyoto-Definition** noch die damals vom Umweltbundesamt verwendete Definition übernommen, nach der aus Gründen der Datenverfügbarkeit – entgegen der ursprünglichen Intention der internationalen Vereinbarung – nicht der effektive Verbrauch des innerdeutschen Verkehrs zu Grunde gelegt, sondern qua Konvention 20 % des gesamten Inlandsabsatzes von Flugturbinenkraftstoff herangezogen wurde. Nachdem für das Kyoto-Monitoring nunmehr der effektive Verbrauch geschätzt wird, hat sich diese Definition **erübrigt**.

Ebenfalls in früheren Verkehrsprognosen ausgewiesen wurden die Emissionen des Verkehrs nach dem **Territorialprinzip**, die mit der entsprechend definierten Verkehrsleistung über Deutschland, d.h. in Flugstrecken mit Start oder Landung in Deutschland bis zur Landesgrenze, korrespondieren. Nach dieser Definition wird zwar ein größerer Teil der Emissionen des weltwei-

ten Luftverkehrs erfasst als nach der Kyoto-Definition, nicht jedoch diejenigen über den Weltmeeren. Da diese Abgrenzung seit geraumer Zeit zunehmend weniger gebraucht wird, wurde auf die Berechnung verzichtet.

6.4.2 Ergebnisse

Die **Verkehrsleistung** des deutschen Luftverkehrs in der gängigen Definition, d.h. nach dem **Territorialprinzip** über Deutschland, steigt im Prognosezeitraum um **65 %** bzw. 2,5 % p.a. (vgl. Tab. 6-10 und Kapitel 4.2.1).¹³² Auf die, für die Berichterstattung nach dem Kyoto-Protokoll maßgebliche, Verkehrsleistung des **innerdeutschen** Luftverkehrs entfällt davon lediglich rund ein Fünftel (2010), zudem wächst sie wegen dessen vergleichsweise geringer Dynamik mit **15 %** wesentlich **schwächer** als diejenige des wachstumsstarken Verkehrs mit dem Ausland (77 %). Dessen Leistung einschließlich der Auslandsstrecken ist – entsprechend den Streckenanteilen – nahezu neun Mal höher als allein über Deutschland.

Auf den, für das **Standortprinzip** maßgeblichen, abgehenden Verkehr entfällt davon die Hälfte. Zudem nimmt er mit 82 % nochmals etwas stärker zu als allein über deutschem Territorium, weil die durchschnittliche Streckenlänge im Ausland steigt. Dies wiederum ist vor allem auf Verschiebungen hin zu weiter entfernten Zielen ("Malediven statt Mallorca"), daneben auch auf die Verlagerung von Kurzstreckenverkehren ins benachbarte Ausland auf die Bahn zurückzuführen. Einschließlich des innerdeutschen Verkehrs¹³³ wächst die gesamte Verkehrsleistung nach dem Standortprinzip um **79 %**.

Die Ermittlung des **Treibstoffverbrauchs** basiert grundsätzlich, d.h. in allen Definitionen, auf dem, in der amtlichen Mineralölstatistik des Bundesamts für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle erhobenen, **Inlandsabsatz** von Kerosin und von Flugbenzin (2010: 8,5 Mio. t).¹³⁴ Er ist zwar nicht exakt identisch mit dem tatsächlichen Verbrauch, da im Inlandsabsatz einerseits "über-

¹³² Auch an dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass das absolute Niveau der in Tab. 6-10 dargestellten Territorialleistung des Jahres 2010 (52,8 Mrd.) dem Wert entspricht, der vom StBA nach dem im Jahr 2012 modifizierten Algorithmus zur Berechnung des innerdeutschen Streckenabschnitts rückwirkend ermittelt wurde.

¹³³ Auch der innerdeutsche Verkehr wird zu einem, allerdings sehr geringen, Teil (2010: 0,4 %) im Ausland zurückgelegt, z.B. auf Flügen von München nach Berlin über Tschechien. Dadurch erklärt sich die Abweichung zwischen der Territorial- und der Gesamtleistung, die in Tabelle 6-10 für 2030 sichtbar wird.

¹³⁴ Ohne Militärverbrauch.

Tab. 6-10: Entwicklung der CO₂-Emissionen des Luftverkehrs

	Absolute Werte		2030/10 (%)	
	2010	2030	Insg.	p.a.
Verkehrsleistung (Mrd. Pkm)				
- Territorial (über Deutschland)	52,8	87,0	64,7	2,5
-- Innerdeutscher Verkehr	10,7	12,3	15,0	0,7
-- Auslandsverkehr	42,1	74,7	77,3	2,9
- Standortprinzip (Gesamtstrecke)	192,9	344,7	78,7	2,9
-- Innerdeutscher Verkehr	10,7	12,4	15,0	0,7
-- Auslandsverkehr abgehend	182,2	332,4	82,4	3,1
Spezifischer Verbrauch (g/Pkm)				
- Kyoto-Monitoring (nur innerdeutsch)	61,4	45,4	-26,1	-1,5
- Insgesamt (Standortprinzip)	43,9	29,3	-33,2	-2,0
Treibstoffverbrauch (1000 t)				
- Kerosin ¹⁾	8.452,1	10.086,6	19,3	0,9
-- darunter für innerdeutschen Verkehr	644,1	547,4	-15,0	-0,8
- Flugbenzin	13,0	11,1	-15,0	-0,8
- Insgesamt nach Kyoto-Monitoring	657,1	558,5	-15,0	-0,8
- Insgesamt nach Standortprinzip	8.465,2	10.097,7	19,3	0,9
Endenergieverbrauch (PJ)				
- Kyoto-Monitoring	28,4	24,1	-15,0	-0,8
- Standortprinzip	362,3	432,2	19,3	0,9
Direkte CO₂-Emissionen (Mio. t)				
- Kyoto-Monitoring	2,1	1,8	-15,0	-0,8
- Standortprinzip	26,5	31,7	19,3	0,9
Gesamte CO₂-Emission (Mio. t)				
- Standortprinzip	30,3	36,1	19,3	0,9

1) Ohne Militärverbrauch

Quelle: Statistisches Bundesamt, Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, Umweltbundesamt, IFEU, eigene Prognosen

tankte" Mengen¹³⁵ enthalten, andererseits auf Zwischenlandungen auf Auslandsflughäfen nachgetankte Mengen nicht enthalten sind. Dennoch bildet der Inlandsabsatz den effektiven Verbrauch annähernd zutreffend ab und wird deshalb auch für die Berechnungen nach dem **Standortprinzip** herangezogen.¹³⁶ Der auf den innerdeutschen Verkehr entfallende, d.h. der für das **Kyoto-Monitoring** maßgebliche Teil des Kerosinabsatzes¹³⁷ wird seit 2003 vom Umweltbundesamt auf der Basis von Angaben von Eurocontrol ermittelt; im Jahr 2010 belief er sich auf **7,6 %**.¹³⁸

Daraus errechnet sich ein **spezifischer Verbrauch** in Höhe von 61,4 (innerdeutsch) bzw. 43,9 g/Pkm (insgesamt, vgl. Tab. 6-10). Im innerdeutschen Verkehr entfällt auf den verbrauchsintensiven Startvorgang ein höherer Teil des gesamten Verbrauchs. Zwar ist hier auch das eingesetzte Gerät im Durchschnitt kleiner. Es überwiegt jedoch der erste Effekt.

Im **Prognosezeitraum** wird der spezifische Verbrauch, wie seit geraumer Zeit, **spürbar sinken**. Bereits bei der Darstellung der Entwicklung der Nutzerkosten wurde ausgeführt, dass für diese Größe ein (verkehrsleistungsbezogener) Rückgang von **2 % pro Jahr** angenommen wurde (vgl. Kapitel 3.4.4). Gut die Hälfte davon resultiert aus **technischen Verbesserungen** bei den Triebwerken, der Aerodynamik und weiteren Gewichtsreduzierungen, die zu einem Rückgang des flugleistungsbezogenen Verbrauchs in Höhe von gut 1 % p.a. führen. Hinzu kommt der **Anstieg der Auslastung**, d.h. der durchschnittlichen Zahl der Fluggäste pro Flug. Hier wiederum schlagen sich die größere mittlere Flugzeuggröße (pro Strecke) und die Nachfrageverschiebung hin zu Strecken, auf denen größeres Gerät eingesetzt wird (z.B. Interkont-Strecken), nieder. Die diesbezüglichen Erwartungen sowohl von Prognos/EWI/GWS (-1,0 %)¹³⁹ als auch der Leitstudie von DLR et. al. (-1,4 %)¹⁴⁰ sind mit hoher Sicherheit zu niedrig.

Der erwähnte Rückgang um 2 % p.a. gilt für den gesamten Luftverkehr. Im **innerdeutschen** Verkehr schlägt der technische Fortschritt gleichermaßen und der Einsatz von größerem Gerät teilweise durch. Jedoch entfällt der Effekt aus dem Anstieg der mittleren Flugweite. Deshalb wurde hier eine Abnahme in Höhe von **1,5 % p.a.** angesetzt. Für den Prognosehorizont von 20

¹³⁵ Bei unterschiedlichen Kraftstoffpreisen am Start- und am Zielflughafen wird am Startflughafen eine größere Menge Kraftstoff getankt als auf dem Hinflug benötigt wird, um auf dem Rückflug den Einkauf des teureren Kraftstoffs möglichst gering zu halten.

¹³⁶ IFEU (2012), a.a.O., S. 36.

¹³⁷ Der Absatz von Flugbenzin, das in kleineren Flugzeugen eingesetzt wird, wird vollständig dem innerdeutschen Verkehr zugeordnet.

¹³⁸ Umweltbundesamt (2013, "Berichterstattung ..."), a.a.O., S. 150.

¹³⁹ Prognos / EW / GWS, a.a.O., S. 97.

¹⁴⁰ DLR / Fraunhofer IWES / IFNE, a.a.O., S. 71.

Jahren errechnet sich ein Minus um **26 %**, das also höher ausfällt als der o.a. Anstieg der entsprechenden Verkehrsleistung (+15 %.).

Damit wiederum werden der **Kraftstoffverbrauch** und somit auch die (direkten und gesamten) **CO₂-Emissionen**, die sich im Luftverkehr parallel zum Verbrauch entwickeln, in der **Kyoto-Definition sinken**, nämlich um 15 % (vgl. Tab. 6-10). Bei dem Energieverbrauch und den Emissionen nach dem **Standortprinzip**, die um den Faktor 13 höher sind, überwiegt dagegen das Nachfragewachstum den Rückgang des spezifischen Verbrauchs deutlich, so dass diese Größen **um 19 % zunehmen**.

6.5 Binnenschifffahrt

Ausgangspunkt der Prognose der CO₂-Emissionen der Binnenschifffahrt war natürlich auch hier die **Transportleistung**. Sie wächst im Prognosezeitraum um 23 % (vgl. Kapitel 5.2.1).

Die Bilanzierung der Treibhausgasemissionen der Binnenschifffahrt gemäß dem **Kyoto-Monitoring** beruht auf dem in den **Energiebilanzen** ausgewiesenen Kraftstoffverbrauch, der den **Inlandsablieferungen** von Dieselmotorkraftstoff an die Binnenschifffahrt gemäß der amtlichen Mineralölstatistik des Bundesamts für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle entspricht. Dort nicht erfasst sind die im **Ausland** gebunkerten Kraftstoffmengen. Sie sind aufgrund des hohen Anteils des grenzüberschreitenden Verkehrs sowie der Preisdifferenzen zwischen dem In- und Ausland, insbesondere in den Niederlanden, erheblich. Ihr Anteil am gesamten Energieverbrauch der Binnenschifffahrt ist bereits vor geraumer Zeit massiv gestiegen, so dass die zeitliche Entwicklung des Verbrauchs damals stark verzerrt wurde. Er ist von seinem, 1993 erreichten, Höchststand von 710 kt bis zum Jahr 2002 auf 232 kt, d.h. um 67 % gesunken, obwohl sich die Verkehrsleistung in diesem Zeitraum um 11 % erhöht hat. Seitdem verläuft die Entwicklung des Absatzes zwar wieder näher an der der Transportleistung. Dennoch wird die **absolute Höhe** des Energieverbrauchs der Binnenschifffahrt durch den Inlandsabsatz drastisch **unterschätzt**.

Für den **effektiven Kraftstoffverbrauch** der Binnenschifffahrt wurden von IFEU Werte geschätzt, die mehr als doppelt so hoch liegen.¹⁴¹ Für das Jahr 2010 errechnet sich daraus ein **spezifischer** Verbrauch in Höhe von 9,6 g/tkm (vgl. Tab. 6-12). Im **Prognosezeitraum** wird er sich aufgrund der weiteren Steigerung der technischen Effizienz vermindern. Der Rückgang bis

¹⁴¹ Vgl. IFEU, TREMOD 5 – Version 5.3, Anhang: Materialien und Erläuterungen, Heidelberg 2012, S. 89.

zum Jahr 2030 wurde von Prognos/EWI/GWS auf 0,7 % p.a. bzw. insgesamt 14 % geschätzt¹⁴² und hier übernommen. Damit erhöht sich der **gesamte** Kraftstoffverbrauch der Binnenschifffahrt um knapp **6 %**, also deutlich schwächer als die Transportleistung. Der für das Kyoto-Monitoring maßgebliche **Inlandsabsatz** hängt von der künftigen Entwicklung der Preisrelationen zwischen Deutschland und dem Ausland ab, die sich einer fundierten Prognose entziehen. Deshalb wurde hier die gleiche Veränderungsrate wie für den effektiven Verbrauch angenommen.

Tab. 6-11: Entwicklung der CO₂-Emissionen der Binnenschifffahrt

	Absolute Werte		2030/10 (%)	
	2010	2030	Insg.	p.a.
Verkehrsleistung (Mrd. tkm)	62,3	76,6	23,0	1,0
Spezifischer Verbrauch (g/tkm)				
- Kyoto-Monitoring (Basis Absatz)	4,5	3,9	-14,0	-0,7
- TREMOD (Effektiver Verbrauch)	9,6	8,2	-14,0	-0,7
Kraftstoffverbrauch (1000 t)				
- Kyoto-Monitoring (Basis Absatz)	279,5	295,7	5,8	0,3
- TREMOD (Effektiver Verbrauch)	596,8	631,3	5,8	0,3
Endenergieverbrauch (PJ)				
- Kyoto-Monitoring (Basis Absatz)	11,9	12,5	4,8	0,2
- TREMOD (Effektiver Verbrauch)	25,4	26,7	4,9	0,2
Direkte CO₂-Emissionen (Mio. t)				
- Kyoto-Monitoring (Basis Absatz)	0,8	0,8	-1,2	-0,1
- TREMOD (Effektiver Verbrauch)	1,9	2,0	4,7	0,2
Gesamte CO₂-Emission (Mio. t)				
- TREMOD (Effektiver Verbrauch)	2,1	2,1	1,8	0,1
1) Ohne Militärverbrauch				

Quelle: Statistisches Bundesamt, Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, Umweltbundesamt, IFEU, eigene Prognosen

¹⁴² Prognos / EW / GWS, a.a.O., S. 97.

Bei den weiteren Berechnungen war auch hier zu berücksichtigen, dass der (gewichtsbezogene) Anteil des Biodiesels von 7 % (2010) auf 13 % (2030) steigt (vgl. Kapitel 6.1.2). Da dessen Energiegehalt geringer ist, erhöht sich der in PJ gemessene **Endenergieverbrauch** mit knapp **5 %** etwas schwächer.

Bei den **CO₂-Emissionen** der Binnenschifffahrt in der **Kyoto-Definition** werden die Biokraftstoffe nicht berücksichtigt, so dass sie in dieser Abgrenzung sogar leicht sinken (-1 %). Der CO₂-Ausstoß gemäß dem **effektiven Verbrauch** ist, analog zum Kraftstoffverbrauch, mehr als doppelt so hoch. Der **direkte** Ausstoß steigt in einem ähnlichen Ausmaß (5 %) wie der Energieverbrauch, weil sich die diesbezüglichen Emissionsfaktoren zwischen mineralölbasiertem Dieselmotorkraftstoff und Biodiesel nicht wesentlich unterscheiden. Die, letztendlich aussagefähigeren, **gesamten** Emissionen, bei denen die Aufnahme von CO₂ während des Pflanzenwachstums berücksichtigt wird, erhöhen sich deshalb etwas schwächer (2 %).

6.6 Gesamtergebnis

Vor den CO₂-Emissionen wird zunächst die Entwicklung des **Endenergieverbrauchs** dargestellt, der quasi die Eingangsgröße für die Berechnung der Emissionen bildet. Die gängigste Definition hierfür ist die der **Energiebilanzen**, die auf dem **Absatz** der diversen Kraftstoffsorten basiert. Dominierend ist hier der Verbrauch des Straßenverkehrs, der im Prognosezeitraum um gut 15 % zurückgeht (vgl. Tab. 6-12). In der Summe aller Verkehrsträger wird dies jedoch durch den spürbar steigenden Verbrauch des Luftverkehrs gedämpft, der in dieser Definition mit dem vollen Gewicht nach dem Standortprinzip eingeht. Deshalb sinkt letztere deutlich schwächer um **10 %**. Die beiden anderen Verkehrsträger besitzen dagegen eine weit geringere Bedeutung. Von der Bundesregierung wurde das **Ziel** ausgegeben, den Energieverbrauch des Verkehrs zwischen **2005 und 2020** um 10 % zu vermindern.¹⁴³ Dieses Ziel wird im Jahr **2030 erreicht**. Ob auch schon davor, war nicht Gegenstand der vorliegenden Prognose.

In Tab. 6-12 ist zum Vergleich auch der Energieverbrauch ausgewiesen, der für die Berechnung der CO₂-Emissionen nach der **Kyoto-Definition** herangezogen wird. Er unterscheidet sich von der Definition der Energiebilanzen dadurch, dass erstens weder der Strom- noch der Biokraftstoffverbrauch enthalten ist, die sich beide überproportional entwickeln. Zweitens geht der Luftverkehr nur mit dem innerdeutschen Anteil ein. Deshalb ist letzterer wesentlich geringer, so

¹⁴³Vgl. z.B. BMWI, Zweiter Monitoring-Bericht "Energie der Zukunft", Berlin 2014, S. 78.

dass er die Gesamtentwicklung weit weniger stark beeinflusst. Hinzu kommt, dass der so definierte Energieverbrauch des Luftverkehrs nicht steigt, sondern sinkt. Aus allen diesen Gründen vermindert sich der Energieverbrauch in dieser Definition mit **22 %** wesentlich stärker als in derjenigen der Energiebilanzen.

Tab. 6-12: Entwicklung des Endenergieverbrauchs aller Verkehrsträger

Verkehrsträger	PJ			2030/10 (%)		30/05 (%)
	2005	2010	2030	Insg.	p.a.	Insg.
Definition Energiebilanzen						
Straßenverkehr	2.155	2.110	1.786	-15,4	-0,8	-17,1
Schienenverkehr	77	76	78	3,7	0,2	2,1
Luftverkehr ¹⁾	344	362	432	19,3	0,9	25,5
Binnenschifffahrt	13	12	12	4,8	0,2	-5,0
Insgesamt	2.590	2.559	2.309	-9,8	-0,5	-10,8
Definition Kyoto-Monitoring²⁾						
Straßenverkehr	2.076	1.990	1.548	-22,2	-1,2	-25,4
Schienenverkehr	18	15	12	-17,4	-1,0	-33,4
Luftverkehr ³⁾	29	28	24	-15,0	-0,8	-18,0
Binnenschifffahrt	13	11	11	-1,2	-0,1	-14,0
Insgesamt	2.137	2.044	1.596	-22,0	-1,2	-25,3
1) Standortprinzip 2) Ohne Strom und Biokraftstoffe 3) Nur innerdeutscher Verkehr						

Quelle: Statistisches Bundesamt, Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, Umweltbundesamt, IFEU, eigene Prognosen

Diese Ausführungen gelten für die direkten CO₂-Emissionen nach der Kyoto-Definition gleichermaßen. Beim allen Verkehrsträgern sind deren Veränderungsdaten weitgehend identisch mit denen des Energieverbrauchs (vgl. Tab. 6-13). Lediglich die Gewichte sind etwas unterschiedlich ausgeprägt. In der Summe ist die gesamte Minderungsrate mit 22,5 % nahezu identisch mit der des Energieverbrauchs.

Tab. 6-13: Entwicklung der CO₂-Emissionen aller Verkehrsträger

Verkehrsträger	Mio. t			2030/10 (%)		30/90 (%)
	1990	2010	2030	Insg.	p.a.	Insg.
Direkte Emissionen, Kyoto-Mon.¹⁾						
Straßenverkehr ²⁾	150,4	145,5	112,3	-22,8	-1,3	-25,3
Schienenverkehr	2,9	1,1	0,9	-17,4	-1,0	-69,0
Luftverkehr ³⁾	2,3	2,1	1,8	-15,0	-0,8	-23,6
Binnenschifffahrt ²⁾	2,1	0,8	0,8	-1,2	-0,1	-60,3
Übriger Verkehr	4,8	4,0	4,0	0,0	0,0	-15,2
Insgesamt	162,4	153,5	119,8	-22,0	-1,2	-26,2
Direkte Emissionen, TREMOD⁴⁾						
Straßenverkehr ⁵⁾		162,0	127,4	-21,3	-1,2	
Schienenverkehr		1,1	1,0	-12,6	-0,7	
Luftverkehr ⁶⁾		26,5	31,7	19,3	0,9	
Binnenschifffahrt ⁵⁾		1,9	2,0	4,7	0,2	
Insgesamt		191,6	162,1	-15,4	-0,8	
Gesamte Emissionen, TREMOD⁷⁾						
Straßenverkehr ⁵⁾		182,8	144,0	-21,2	-1,2	
Schienenverkehr		10,4	8,0	-22,5	-1,3	
Luftverkehr ⁶⁾		30,3	36,1	19,3	0,9	
Binnenschifffahrt ⁵⁾		2,1	2,1	1,8	0,1	
Insgesamt		225,5	190,2	-15,6	-0,8	
1) Ohne Biokraftstoffe 2) Basis Kraftstoffabsatz 3) Nur innerdeutscher Verkehr 4) Einschl. Biokraftstoffe 5) Basis effektiver Verbrauch 6) Standortprinzip 7) Einschl. Vorkette						

Quelle: Statistisches Bundesamt, Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, Umweltbundesamt, IFEU, eigene Prognosen

In dieser Gesamtbetrachtung sind auch die Emissionen des so genannten **"Übrigen Verkehrs"** enthalten. Dabei handelt es sich um den Ausstoß des bauwirtschaftlichen Verkehrs und von Gasturbinen in Erdgasverdichterstationen.¹⁴⁴ Sie belaufen sich auf immerhin 4 Mio. t (2010). In früheren Jahren sind sie gesunken, seit 2007 aber nicht mehr. Mit dem Verkehr im engeren Sin-

¹⁴⁴ Umweltbundesamt (2013, "Berichterstattung ..."), a.a.O., S. 222-225.

ne haben diese Emissionen nichts zu tun, so dass sie sich einer Verkehrsprognose entziehen. Sie wurden für den Prognosezeitraum als konstant angenommen. Das schwächt das Minus des gesamten Ausstoßes einschließlich des übrigen Verkehrs um 0,5 Prozentpunkte auf **22 %** ab. Gegenüber dem Jahr **1990**, dem Bezugsjahr der Minderungsverpflichtungen nach dem Kyoto-Protokoll, beläuft sich die Abnahme auf **26 %**.

Die **direkten** CO₂-Emissionen nach **TREMOD** enthalten den Ausstoß des Luftverkehrs in vollem Umfang nach dem Standortprinzip. Vor allem aus diesem Grund fällt die gesamte Reduktion mit gut **15 %** spürbar schwächer aus als nach der Kyoto-Definition. Hinzu kommen etwas ungünstigere Veränderungen bei einigen Verkehrsträgern.

Die **gesamten** Emissionen einschließlich der Vorketten unterscheiden sich davon vor allem im Schienenverkehr durch den Einbezug des hier dominierenden Stromverbrauchs. Hier unterscheiden sich auch – im Gegensatz zu allen anderen Verkehrsträgern – die Veränderungsraten spürbar. Dennoch dominieren auch hier vor allem der Straßen- und daneben der Luftverkehr, so dass sich die gesamte Reduktion mit knapp **16 %** kaum von derjenigen der, gleich abgegrenzten, direkten Emissionen unterscheidet. Wie bei letztgenannten ist der Rückgang schwächer als nach der Kyoto-Definition.

Abschließend werden noch die beiden anderen Treibhausgase, die im Verkehrssektor ausgestoßen werden, also **Methan** (CH₄) und **Distickstoffoxid** (N₂O), einbezogen:

- Die (verkehrlichen) Emissionen von **Methan** sind von 1990 (61 kt) bis 2011 (7 kt) stark gesunken. Das ist vor allem auf die Ausmusterungen der älteren Zweitakterfahrzeuge in den neuen Bundesländern zurückzuführen. Dieser Trend wird in abgeschwächter Form anhalten, so dass sich die CH₄-Emissionen bis 2030 (gegenüber 2010) nochmals um **die Hälfte verringern** (vgl. Tab. 6-14).
- Die (verkehrlichen) Emissionen von **Distickstoffoxid** sind zunächst von 1990 (2,2 kt) bis 1999 (5,3 kt) gestiegen, bedingt durch die Ausbreitung der Katalysatortechnik. Infolge von technischen Modifikationen sind sie anschließend jedoch wieder auf 4,2 kt (2010) gesunken. Hier ist mit einer nur mehr leichten Minderung um etwa 10 % zu rechnen.
- Trotz der CO₂-Äquivalenzfaktoren in Höhe von 21 (CH₄) bzw. 310 (N₂O) fallen die Emissionen dieser beiden Treibhausgase bei der Gesamtbilanz **weder** im Niveau **noch** bei der Veränderung nennenswert ins Gewicht (vgl. Tab. 6-14). Die Minderungsrate bleibt bei **22 %**.

Tab. 6-14: Entwicklung der direkten Treibhausgasemissionen aller Verkehrsträger

	Absolute Werte		2030/10 (%)	
	2010	2030	Insg.	p.a.
Kohlendioxid (Kyoto-Mon., Mio. t)	153,5	119,8	-22,0	-1,2
Methan (CH₄)				
- in 1000 t	7,7	3,8	-50,0	-3,4
- in Mio. t CO ₂ -Äquivalenten	0,2	0,1	-50,0	-3,4
Distickstoffoxid (N₂O)				
- in 1000 t	4,2	3,8	-10,0	-0,5
- in Mio. t CO ₂ -Äquivalenten	1,3	1,2	-10,0	-0,5
Insgesamt (Mio. t CO₂-Äquivalente)	154,9	121,0	-21,9	-1,2

Quelle: UBA, eigene Prognosen

Als **Schlussbemerkung** ist zu erwähnen, dass der hier prognostizierte Rückgang der CO₂-Emissionen des Verkehrs in Höhe von über 20 % vor dem Hintergrund sowohl der Entwicklung in der jüngeren Vergangenheit als auch der nach wie vor zu erwartenden Nachfragezuwächse als durchaus **beachtlich** einzustufen ist. Bei der Interpretation ist zu berücksichtigen, dass einige **zentrale Prämissen**, z.B. hinsichtlich der Entwicklung der Antriebsartenstruktur der Pkw als **optimistisch** zu beachten sind.

Auf der anderen Seite ist es denkbar, dass mit anderen Annahmen, als sie hier unterstellt wurden, eine noch **stärkere** Reduktion erreicht wird. Dies betrifft – angesichts von deren Bedeutung für das Gesamtergebnis – insbesondere den **spezifischen Verbrauch der Pkw und der Lkw**. Um hier (noch) stärkere Reduktionswirkungen zu erreichen, müssen die diesbezüglichen Maßnahmen allerdings (noch) spürbarer sein als hier angenommen. Inwieweit derartige Maßnahmen umsetzbar sind, muss nach wie vor offen bleiben.

7 ALTERNATIVSZENARIEN

Die **wichtigste Leitvariable** für die Verkehrsentwicklung ist das **Wirtschaftswachstum**. Dies gilt vor allem für den Güterverkehr, aber auch für den größten Teil des Personenverkehrs, bei letzterem weniger durch die Fahrtenzahl, diese ist relativ konstant, als für die **Verkehrsleistung**.

Die gesamtwirtschaftliche Entwicklung ist derzeit mit größeren Unsicherheiten behaftet als alle anderen Haupteinflussfaktoren der Verkehrsentwicklung. Um diese Unsicherheit besser abbilden zu können, wurde entschieden, dass für die gesamtwirtschaftlichen Einflussgrößen eine „Korridorlösung“ entworfen wird. Bei der das BIP-Wachstum um rd. 0,3 Prozentpunkte unter bzw. über dem Kernszenario liegt.

7.1 Rahmenbedingungen

Variiert wurde das Wirtschaftswachstum in Deutschland, und zwar nur dort:

- höheres Szenario: Wachstumsrate 1,41 statt 1,14 % p.a.
- niedrigeres Szenario: Wachstumsrate 0,83 statt 1,14 % p.a.

Grundüberlegung war dabei, dass die negative Bevölkerungsentwicklung, die bei den Gutachtern von Los 1 als Hauptgrund für das moderate langfristige Wirtschaftswachstum in Deutschland angesehen wird, eine geringere Bedeutung haben könnte als angenommen, z.B. durch höhere Erwerbsquoten und/oder längere Lebensarbeitszeit.

Die Wirtschaftsdaten für die Szenarien lagen aus den Ergebnissen von Los 1 ebenfalls differenziert nach Stadt- und Landkreisen vor. Daneben wurde von Los 5 auch ein Datensatz der Erwerbstätigen auf regionaler Ebene zur Verfügung gestellt. Die **Erwerbstätigkeit** schwankt jeweils um etwa 5 % nach oben (höheres Szenario) und nach unten (niedrigeres Szenario).

Der **Außenhandel** steigt um 13 % im höheren Szenario gegenüber dem Kernszenario und liegt im unteren Szenario um 14 % unterhalb des Kernszenarios.

Das veränderte Bruttoinlandsprodukt hat auch Auswirkungen auf den **Pkw-Bestand**. Dieser Effekt wurde mit 1,5 % nach oben (höheres) und 1,5 % nach unten (niedrigeres Szenario) gegenüber dem Kernszenario quantifiziert.

7.2 Personenverkehr

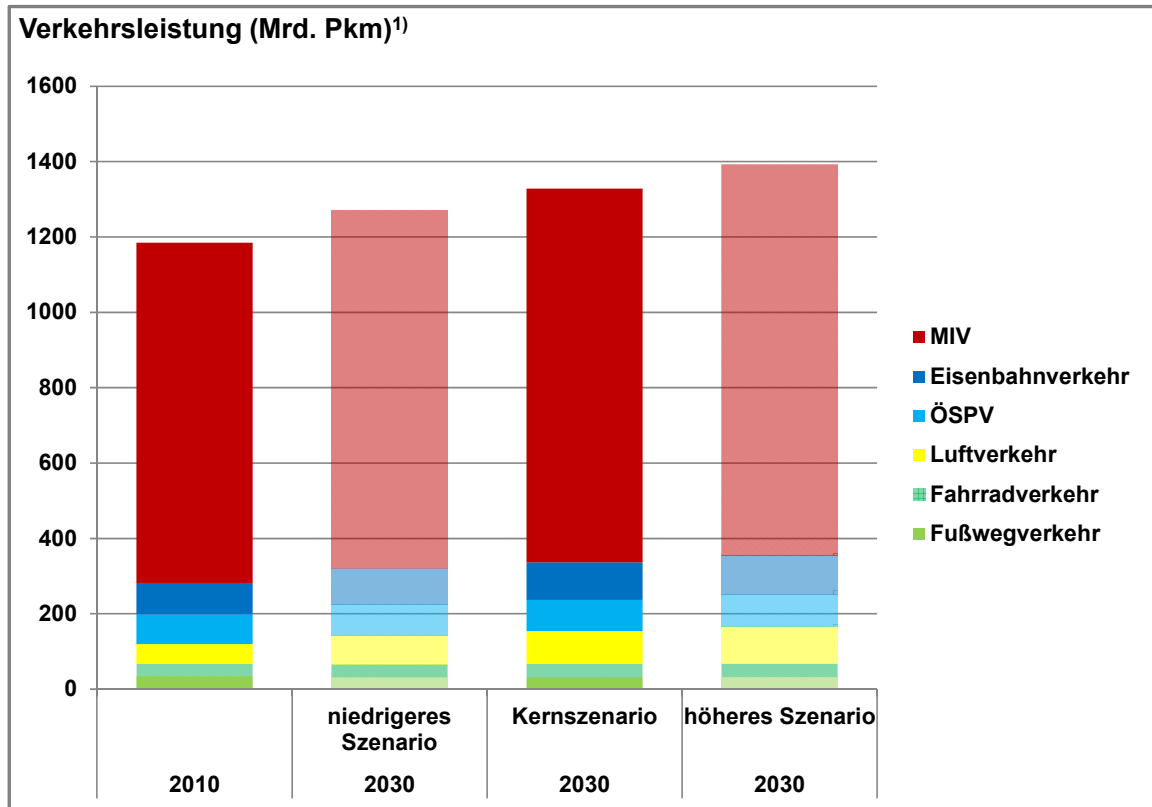
Das Verkehrswachstum in Deutschland im Personenverkehr hängt in der Tat von den wirtschaftlichen Rahmenbedingungen ab (siehe Tab. 7-1). Beim **Verkehrsaufkommen** beträgt das Wachstum insgesamt gegenüber 2010 im **Kernszenario 1,2 %**. Dieser Wert läge im **höheren Szenario bei 3,1 %**, während beim **niedrigeren Szenario** ein leichter Verkehrsrückgang zu erwarten wäre (- 0,8 %). Am größten ist dabei die Varianz im **Luftverkehr**, der im niedrigeren Szenario nur um 39,4 % gegenüber 2010 wächst (im Kernszenario + 58,3 %), im höheren Szenario aber um fast 80 %.

Bei der **Verkehrsleistung** ist die Varianz zwischen den Szenarien insgesamt deutlich größer als beim Verkehrsaufkommen. Insgesamt steigt die Verkehrsleistung im **Kernszenario** gegenüber 2010 um 12,2 %. Im **Höheren Szenario** liegt das Wachstum bei **17,5 %**, im **Niedrigeren** nur bei **7,3 %**. Beim MIV zum Beispiel würde im Niedrigeren Szenario das Wachstum nur mehr bei gut der Hälfte des Wachstums im Kernszenario liegen. Dagegen wäre es im Höheren Szenario um die Hälfte höher.

Tab. 7-1: Eckwerte der Szenarien nach Verkehrsmitteln

	Absolute Werte				Veränderung 2030 zu 2010		
	2010	2030 Niedrige- res Sze- nario	2030 Kern- szenario	2030 Höheres Szenario	Niedrige- res Sze- nario	Kern- szenario	Höheres Szenario
Verkehrsaufkommen (Mio. Personen)							
Motor. Individualverkehr	56.503	57.439	59.080	60.781	1,7	4,6	7,6
Eisenbahnverkehr	2.435	2.528	2.603	2.682	3,8	6,9	10,1
ÖSPV	9.280	8.976	9.068	9.162	-3,3	-2,3	-1,3
Luftverkehr	132	184	209	237	39,4	58,3	79,5
Summe Motoris. Verkehr	68.350	69.127	70.960	72.862	1,1	3,8	6,6
Summe Motoris. Verkehr	68.350	69.127	70.960	72.862	1,1	3,8	6,6
Fahrradverkehr	9.479	9.841	9.913	9.989	3,8	4,6	5,4
Fußwegverkehr	24.011	22.091	22.140	22.192	-8,0	-7,8	-7,6
Insgesamt	101.840	101.059	103.013	105.043	-0,8	1,2	3,1
Verkehrsleistung (Mrd. Pkm)							
Motor. Individualverkehr	902,4	950,1	991,8	1.035,7	5,3	9,9	14,8
Eisenbahnverkehr	84,0	96,6	100,1	103,7	15,0	19,2	23,5
ÖSPV	78,1	81,3	82,8	84,3	4,1	6,0	7,9
Luftverkehr	52,8	76,0	87,0	99,7	43,9	64,8	88,8
Summe Motoris. Verkehr	1.117,3	1.204	1.261,7	1.323	7,8	12,9	18,4
Summe Motoris. Verkehr	1.117,3	1.204	1.261,7	1.323	7,8	12,9	18,4
Fahrradverkehr	32,4	34,5	35,0	35,4	6,5	8,0	9,3
Fußwegverkehr	34,6	31,8	32,0	32,3	-8,1	-7,5	-6,6
Insgesamt	1.184,3	1.270	1.328,7	1.391	7,3	12,2	17,5

Abb. 7-1: Ergebnisse der Szenarien nach Verkehrsmitteln (Verkehrsleistung)

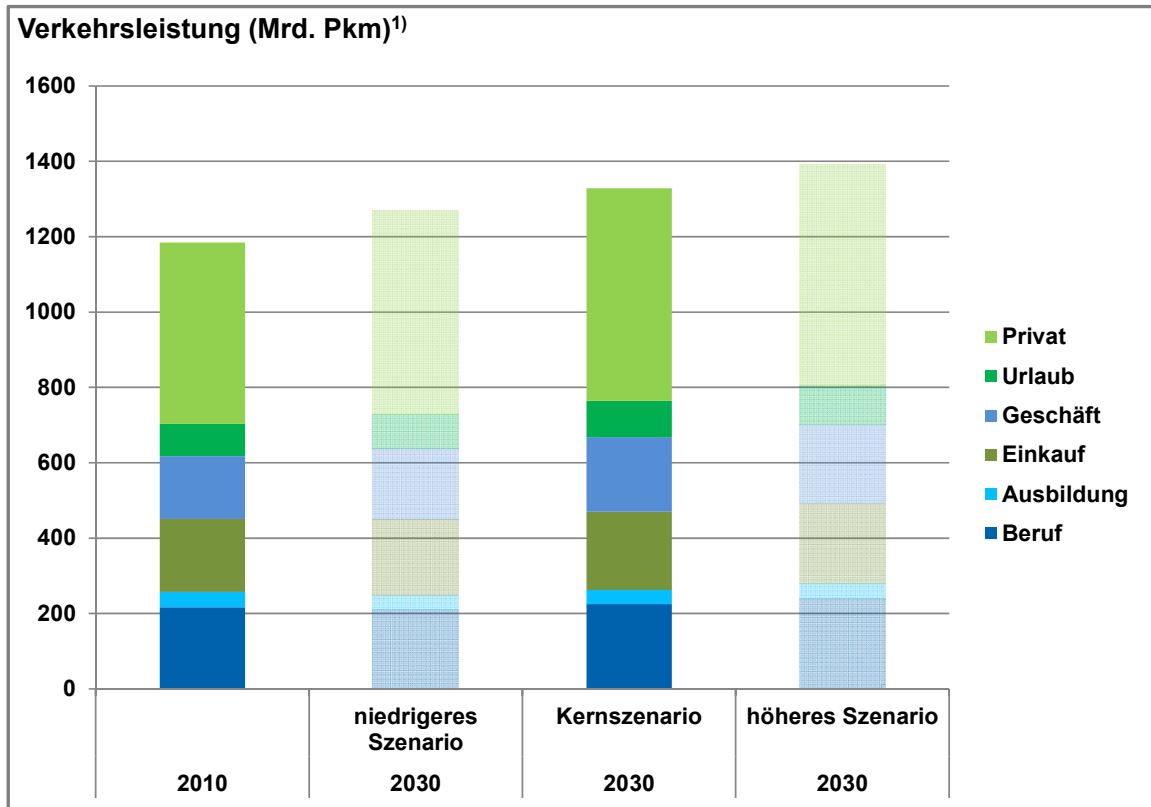


Bei den **Fahrtzwecken** (siehe Tab. 7-2 und Abb. 7-2) zeigen sich wie erwartet die **größten Effekte beim Berufsverkehr** aufgrund der jeweils um rund 5 % bundesweit höheren bzw. niedrigeren Zahlen der Erwerbstätigen. Dies betrifft natürlich auch den Geschäftsreiseverkehr. Durch die unterschiedlichen Einkommen pro Kopf ist auch der Urlaubs- und Privatverkehr, in geringem Maße auch der Einkaufsverkehr betroffen. Nur der Ausbildungsverkehr bleibt konstant beim Aufkommen und fast konstant bei der Verkehrsleistung.

Tab. 7-2: Entwicklung des gesamten Personenverkehrs nach Fahrtzwecken in den beiden Szenarien

	Absolute Werte				Veränderung 2030 zu 2010		
	2010	2030 Niedrige- res Szenario	2030 Kern- szenario	2030 Höheres Szenario	Niedrige- res Szenario	Kern- szenario	Höheres Szenario
Verkehrsaufkommen (Mio. Personen)							
Beruf	15.644	14.497	15.257	16.060	-7,3	-2,5	2,7
Ausbildung	6.898	6.015	6.015	6.016	-12,8	-12,8	-12,8
Einkauf	32.808	32.644	32.899	33.158	-0,5	0,3	1,1
Geschäft	6.253	6.462	6.609	6.761	3,3	5,7	8,1
Urlaub	194	209	222	235	7,7	14,4	21,1
Privat	40.043	41.233	42.009	42.812	3	4,9	6,9
Summe	101.840	101.060	103.013	105.042	-0,8	1,2	3,1
Verkehrsleistung (Mrd. Pkm)							
Beruf	216,1	210,3	224,8	240,5	-2,7	4	11,3
Ausbildung	41,6	37,7	38	38,3	-9,4	-8,7	-7,9
Einkauf	193,6	202,3	207,5	213	4,5	7,2	10
Geschäft	166	188,1	198	209,3	13,3	19,4	26,1
Urlaub	85,9	90,5	96,2	102,8	5,4	12	19,7
Privat	481,1	541,3	563,6	587,4	12,5	17,1	22,1
Summe	1.184,3	1.270,2	1.328,3	1.391,3	7,3	12,2	17,5

Abb. 7-2: Ergebnisse der Szenarien nach Fahrtzwecken (Verkehrsleistung)



7.3 Güterverkehr

Die **Veränderung des deutschen BIP-Wachstums** im höheren und niedrigeren Szenario führt zu einer Veränderung der deutschen Binnen- sowie deutschen Außenhandelsverkehre. Reine Transitverkehre wurden nicht verändert.

Tab. 7-3: Prognoseergebnisse nach dem Verkehrsaufkommen (in Mio. t) in den beiden Szenarien im Vergleich zum Kernszenario

Gütergruppe	2010	2030 Niedrigeres Szenario	2030 Kernszenario	2030 Höheres Szenario	Veränderung Niedrigeres ggü. Kern in %	Veränderung Höheres ggü. Kern in %
Land- und forstwirtsch. Erzeugnisse	208,1	254,1	264,9	274,3	-4,1%	3,6%
Steinkohle	66,4	49,0	49,0	49,0	0,0%	0,0%
Braunkohle	14,1	7,8	7,8	7,8	0,0%	0,0%
Erdöl und Erdgas	2,5	1,9	1,9	2	-1,4%	1,3%
Erze	49,0	55,1	58,9	62,5	-6,3%	6,3%
Düngemittel	6,7	7,3	7,5	7,7	-2,4%	3,1%
Steine und Erden	921,2	948,8	962,9	975,8	-1,5%	1,3%
Nahrungs- und Genussmittel	355,3	438,3	459,6	479	-4,6%	4,2%
Textilien, Bekleidung, Leder	21,1	27,2	28,5	29,7	-4,7%	4,2%
Holzwaren, Papier, Papier, Druckerei	179,9	219,3	226,2	232,6	-3,1%	2,8%
Koks	15,9	6,9	6,9	6,9	-0,3%	0,2%
Mineralölerzeugnisse	162,0	143,6	146,2	148,8	-1,8%	1,8%
Chemische Erzeugnisse etc	218,8	258,5	271,3	278,3	-4,7%	2,6%
Sonstige Mineralerzeugnisse	337,8	380,2	395,3	409,1	-3,8%	3,5%
Metalle und Metallerzeugnisse	247,5	298,6	311,9	324,3	-4,3%	4,0%
Maschinen und Ausrüstungen etc	77,5	95,3	100,2	104,7	-4,9%	4,5%
Fahrzeuge	101,8	125,1	132,3	139,0	-5,5%	5,1%
Möbel, Schmuck, Musikinstrumente etc	21,1	27,6	28,7	29,8	-4,1%	3,9%
Sekundärrohstoffe, Abfälle	282,5	297,3	301,5	307,2	-1,4%	1,9%
Post, Pakete	35,2	41,1	44,0	45,9	-6,6%	4,2%
Geräte und Material für Güterbeförd.	92,4	121,0	126,6	132,8	-4,5%	4,9%
Umgzugsgut, sonst. nicht-marktb. Güter	39,2	47,6	49,8	52,1	-4,5%	4,6%
Sammelgut	116,6	150,7	157,7	165,8	-4,4%	5,1%
Gutart unbekannt	131,9	206,5	218,8	229,8	-5,7%	5,0%
Summe	3.704,7	4.208,50	4.358,40	4.494,90	-3,4%	3,1%

Im Ergebnis ist in 2030 mit einem Verkehrsaufkommen von 4,5 Mrd. t im **Höheren Szenario** sowie 4,2 Mrd. t im **Niedrigeren Szenario** ein gegenüber dem Kernszenario um +3,1 % höheres bzw. um 3,4 % niedrigeres Verkehrsaufkommen zu erwarten (siehe Tab. 7-3). Die Verkehrsleistung ist im **Höheren Szenario 3,6 % höher als im Kernszenario bzw. 3,7 % niedriger im Niedrigeren Szenario** (siehe Tab. 7-5). Da die Spreizung des Niedrigen und Hohen Szenarios zum Kernszenario in einer ähnlichen Größenordnung erfolgt, weisen die Ergebnisse von Ihrer

Wirkungsgröße und Richtung einen plausiblen Entwicklungspfad auf. Auch die Entwicklung von Gütergruppen, die aufgrund ihrer Aufkommenshöhe eine niedrige Bedeutung haben, wie z.B. Post, Pakete sowie Umzugsgüter erscheint in den Szenarien plausibel. Im Zuge der erwarteten niedrigeren oder höheren wirtschaftlichen Geschäftstätigkeit werden auch diese Größen gegenüber dem Trendszenario nach unten oder oben schwanken.

Tab. 7-4: Prognoseergebnisse nach der Verkehrsleistung (in Mrd. tkm) in den beiden Szenarien im Vergleich zum Kernszenario

Gütergruppe	2010	2030 Niedriges Szenario	2030 Kernszenario	2030 Höheres Szenario	Veränderung Niedriges ggü. Kern in %	Veränderung Höheres ggü. Kern in %
Land- und forstwirtsch. Erzeugnisse	44,6	63,9	66,2	68,4	-3,4%	3,4%
Steinkohle	13,6	11,6	11,6	11,6	0,0%	0,0%
Braunkohle	1,9	1,5	1,5	1,5	-0,1%	0,0%
Erdöl und Erdgas	0,5	0,5	0,5	0,5	-1,1%	1,1%
Erze	8,7	10,0	10,5	11,1	-5,3%	5,9%
Düngemittel	1,2	1,4	1,4	1,5	-2,4%	3,6%
Steine und Erden	40,0	48,1	49,1	50,2	-2,2%	2,2%
Nahrungs- und Genussmittel	71,6	98,6	102,8	107,0	-4,1%	4,1%
Textilien, Bekleidung, Leder	6,8	9,2	9,5	9,9	-3,6%	3,5%
Holzwaren, Papier, Papier, Druckerei	48,4	63,8	65,8	67,7	-3,0%	2,9%
Koks	2,8	1,7	1,7	1,7	-0,3%	0,2%
Mineralerzeugnisse	28,5	29,9	30,6	31,2	-2,3%	2,2%
Chemische Erzeugnisse etc	49,7	63,9	66,8	68,9	-4,4%	3,0%
Sonstige Mineralerzeugnisse	39,8	53,2	55,1	57,0	-3,5%	3,4%
Metalle und Metallerzeugnisse	55,1	75,5	78,6	81,7	-3,9%	3,9%
Maschinen und Ausrüstungen etc	20,1	26,6	27,7	28,8	-4,0%	3,8%
Fahrzeuge	25,8	34,9	36,7	38,4	-5,0%	4,7%
Möbel, Schmuck, Musikinstrumente etc	6,5	9,3	9,7	10,1	-3,9%	4,0%
Sekundärrohstoffe, Abfälle	28,5	36,0	36,4	37,3	-1,2%	2,4%
Post, Pakete	8,1	10,5	11,2	11,6	-6,4%	3,7%
Geräte und Material für Güterbeförd.	16,9	25,9	26,7	27,9	-3,3%	4,2%
Umzugsgut, sonst. nicht-marktb. Güter	5,9	8,5	8,8	9,1	-2,8%	3,4%
Sammelgut	30,0	41,9	43,5	45,6	-3,8%	4,7%
Gutart unbekannt	52,1	80,8	85,0	89,0	-5,0%	4,7%
Summe	607,1	807,0	837,6	867,5	-3,7%	3,6%

Große **Veränderungen gegenüber dem Modal-Split im Kernszenario sind nicht vorhanden.** Tendenziell ist im Höheren Szenario der Binnenschiffsanteil leicht höher zu Lasten Straße der gegenüber dem Kernszenario, im Niedrigeren Szenario leicht niedriger (siehe Tab. 7-5).

Tab. 7-5: Modal-Split-Prognoseergebnisse (in %) in den beiden Szenarien im Vergleich zum Kernszenario

Verkehrsträger	2010	2030 Niedrigeres Szenario	2030 Kernszenario	2030 Höheres Szenario
nach Verkehrsaufkommen (Tonnen)				
Schiene	9,7%	10,1%	10,2%	10,2%
Straße	84,1%	83,7%	83,5%	83,4%
Binnenschiff	6,2%	6,2%	6,3%	6,4%
nach Verkehrsleistung (tkm)				
Schiene	17,7%	18,2%	18,4%	18,4%
Straße	72,0%	72,9%	72,5%	72,5%
Binnenschiff	10,3%	8,9%	9,1%	9,1%

Ja nach Szenario fällt die **Veränderung in den Außenhandelsrelationen doppelt so hoch bzw. schwach wie im Binnenverkehr.**

Tab. 7-6: Prognoseergebnisse (in %) in den beiden Szenarien nach Hauptverkehrsbeziehungen im Vergleich zum Kernszenario

Hauptverkehrsbeziehung	2010	2030 Niedrigeres Szenario	2030 Kernszenario	2030 Höheres Szenario	Veränderung Niedrigeres ggü. Kern in %	Veränderung Höheres ggü. Kern in %
Verkehrsaufkommen in Mio. t						
Binnenverkehr	2.915	3.124	3.221	3.307	-3,0%	2,7%
grenzüb. Versand	292	394	419	443	-5,8%	5,8%
grenzüb. Empfang	337	444	473	499	-6,1%	5,6%
Transitverkehr	161	246	246	246	0,0%	0,0%
Summe	3.705	4.208	4.358	4.495	-3,4%	3,1%
Verkehrsleistung in Mrd. tkm						
Binnenverkehr	324	409	425	440	-3,8%	3,5%
grenzüb. Versand	87	119	125	133	-5,4%	5,7%
grenzüb. Empfang	96	128	136	144	-5,8%	5,9%
Transitverkehr	99	151	151	151	0,0%	0,0%
Summe	607	807	838	868	-3,7%	3,6%

7.4 CO₂-Emissionen

Bei der Entwicklung der CO₂-Emissionen in den Alternativszenarien schlägt vor allem der **Luftverkehr** durch. Bei dessen Verkehrsleistung sind die Abweichungen zum Kernszenario, wie erwähnt, bei weitem am höchsten. Dies gilt somit auch für die Emissionen. In der **Kyoto-Definition**, die lediglich den innerdeutschen Verkehr beinhalten, macht sich das noch nicht so stark bemerkbar: Hier sinkt der Ausstoß im Höheren Szenario um 19 % und im Niedrigeren Szenario um 25 % (Kernszenario: 22 %, vgl. Tab. 7-7). Bei den **gesamten Emissionen**, die den Luftverkehr vollständig enthalten, hat er ein noch höheres Gewicht, so dass die stärkeren Abweichungen zum Kernszenario entsprechend zu Buche schlagen. Die Minderungsraten belaufen sich hier auf 11 % bzw. 21 % (Kernszenario: 16 %).

Tab. 7-7: Entwicklung der CO₂-Emissionen in den Szenarien

Verkehrsträger	Mio. t				2030/10 (%) insgesamt		
	2010	2030 Kern-szen.	2030 Höheres Szen.	2030 Niedrige-res Szen.	Kern-szen.	Höheres Szen.	Niedrige-res Szen.
Direkte Emissionen, Kyoto-Mon.¹⁾							
Straßenverkehr ²⁾	145,5	112,3	116,2	107,7	-22,8	-20,1	-25,9
Schienenverkehr	1,1	0,9	0,9	0,9	-17,4	-14,5	-20,4
Luftverkehr ³⁾	2,1	1,8	2,0	1,5	-15,0	-2,6	-25,8
Binnenschifffahrt ²⁾	0,8	0,8	0,9	0,8	-1,2	4,0	-6,2
Übriger Verkehr	4,0	4,0	4,0	4,0	0,0	0,0	0,0
Insgesamt	153,5	119,8	124,1	114,9	-22,0	-19,2	-25,1
Direkte Emissionen, TREMOD⁴⁾							
Straßenverkehr ⁵⁾	162,0	127,4	132,7	121,4	-21,3	-18,1	-25,0
Schienenverkehr	1,1	1,0	1,0	1,0	-12,6	-9,5	-15,8
Luftverkehr ⁶⁾	26,5	31,7	36,3	27,7	19,3	36,7	4,2
Binnenschifffahrt ⁵⁾	1,9	2,0	2,1	1,9	4,7	10,3	-0,7
Insgesamt	191,6	162,1	172,1	151,9	-15,4	-10,2	-20,7
Gesamte Emissionen, TREMOD⁷⁾							
Straßenverkehr ⁵⁾	182,8	144,0	149,5	137,6	-21,2	-18,2	-24,7
Schienenverkehr	10,4	8,0	8,3	7,8	-22,5	-20,0	-25,2
Luftverkehr ⁶⁾	30,3	36,1	41,4	31,6	19,3	36,7	4,2
Binnenschifffahrt ⁵⁾	2,1	2,1	2,2	2,0	1,8	7,3	-3,4
Insgesamt	225,5	190,2	201,4	178,9	-15,6	-10,7	-20,7
1) Ohne Biokraftstoffe 2) Basis Kraftstoffabsatz 3) Nur innerdeutscher Verkehr 4) Einschl. Biokraftstoffe 5) Basis effektiver Verbrauch 6) Standortprinzip 7) Einschl. Vorkette							

Quelle: Statistisches Bundesamt, Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, Umweltbundesamt, IFEU, eigene Prognosen