



Verkehrsprognose 2040

im Auftrag des
Bundesministeriums für Digitales und Verkehr (BMDV)

Band 6.1 E: Verkehrsentwicklungsprognose Prognosefall 1 „Basisprognose 2040“ (Ergebnisse)

Stand: 24.10.2024

Forschungsprojekt:
„Verkehrsprognose 2040 - Teil 2: Wirtschafts- und Verkehrsentwicklungsprognose 2040“
Forschungskennzeichen: VB970423

Auftragnehmer

Intraplan Consult GmbH
Dingolfinger Straße 2
81673 München
T +49 (89) 45911 – 0
VP2040@intraplan.de

Ansprechpartner

Tobias Kluth
Alexandra Rudolf
Gregor Nebauer

TTS TRIMODE Transport Solutions GmbH
Merianstraße 16
79104 Freiburg

Ansprechpartner
Stefanos Kotzagiorgis
T +49 (761) 2177 2341
stefanos.kotzagiorgis@trimode-ts.de

ETR Economic Trends Research GbR
Lerchenstraße 28
22767 Hamburg

Ansprechpartner
Prof. Dr. Michael Bräuninger
T +49 (40) 2847 5131
braeuninger@mb-etr.de

MWP GmbH
Große Elbstraße 38
22767 Hamburg

Ansprechpartner
Dr. Martin Makait
T +49 (40) 3910 9030
makait@mwp-hamburg.de

Auftraggeber

Bundesministerium für Digitales und Verkehr
Referat G 13 „Prognosen, Statistik und Sondererhebungen“
Robert-Schuman-Platz 1
53175 Bonn

Stand: 24.10.2024

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	1
1.1 Aufgabenstellung	1
1.2 Struktur des Gesamtprojektes	3
1.3 Möglichkeiten und Grenzen der Aussagekraft der Analyse und Prognose	3
1.4 Die VP2040 ist weder Ziel- noch Trendprognose	6
2 Grundlagen	9
2.1 Allgemeine Festlegungen für den Personen- und Güterverkehr	9
2.1.1 Betrachtete Verkehre	9
2.1.2 Räumliche Differenzierung der Prognose (Verkehrszelleneinteilung)	10
2.1.2.1 Räumliche Differenzierung in Deutschland	10
2.1.2.2 Räumliche Differenzierung im Ausland	12
2.1.3 Verkehrsverflechtungsmatrizen für die Analyse 2019 auf empirischer Basis	14
2.1.4 In den Prognosen berücksichtigte Einflussgrößen	14
2.1.5 Rückkoppelung zwischen Makro- und Mikroprognose	15
2.1.6 Intermodale Wege- bzw. Transportketten	15
2.2 Personenverkehr	17
2.2.1 Gegenstand und sachliche Abgrenzung im Personenverkehr	17
2.2.2 Verkehrsnachfragemodell für den Personenverkehr (für die Analyse und Prognose)	19
2.2.2.1 Makroprognose für den Personenverkehr	20
2.2.2.2 Mikroprognose für den Personenverkehr	21
2.3 Güterverkehr	22
2.3.1 Entwicklung der Analysematrix 2019 für den Güterverkehr	22
2.3.1.1 Verkehrsträger, Verkehrsaufkommen und Verkehrsleistung im Güterverkehr	22
2.3.1.2 Güterabteilungen	22
2.3.1.3 Aufbau der Analysematrix 2019 und hierfür verwendete Daten	24
2.3.2 Methodik der Prognose für den Güterverkehr	26
2.3.2.1 Modellmäßiges Vorgehen bei der Umsetzung der Güterverkehrsprognose	26
2.3.2.2 Berücksichtigung der Entwicklung wirtschaftlicher Leitvariablen und von Sonderentwicklungen	29
2.3.2.3 Berücksichtigung von Neuentwicklungen	31
3 Rahmenbedingungen	39
3.1 Vorbemerkungen	39
3.1.1 Themenbereiche	39
3.2 Sozio-ökonomische Strukturdaten	47
3.2.1 Demographische Entwicklung	47
3.2.1.1 Bevölkerung	47
3.2.2 Gesamtwirtschaftliche Entwicklung	51
3.2.3 Branchenwirtschaftliche Entwicklung	56
3.2.4 Energiewirtschaftliche Entwicklung	57

3.2.5 Wirtschaftliche Leitvariablen	58
3.2.6 Entwicklung des Außenhandels	61
3.3 Entwicklung der Verkehrsinfrastruktur und des Verkehrsangebotes	62
3.3.1 Grundsätzliche Annahmen	63
3.3.2 Sonstige, insbesondere kommunale Verkehrsinfrastruktur	63
3.4 Entwicklung der Nutzer- bzw. Transportkosten	63
3.4.1 Leitlinien für die Annahmen zu den verkehrspolitischen Rahmenbedingungen	64
3.4.2 Nutzer- und Transportkosten im Straßenverkehr	64
3.4.2.1 Nutzer- und Transportkosten im Pkw-Verkehr	64
3.4.2.2 Nutzer- und Transportkosten im Straßengüterverkehr	67
3.4.2.3 Nutzer- und Transportkosten im Öffentlicher Straßenpersonenverkehr	71
3.4.3 Nutzer- und Transportkosten im Schienenverkehr	72
3.4.3.1 Nutzer- und Transportkosten im Schienenpersonennahverkehr	72
3.4.3.2 Nutzer- und Transportkosten im Schienenpersonenfernverkehr	73
3.4.3.3 Nutzer- und Transportkosten im Schienengüterverkehr	74
3.4.4 Luftverkehr	76
3.4.5 Binnenschifffahrt	78
3.5 Weitere verkehrs- und umweltpolitische Rahmenbedingungen	79
3.6 Änderungen des Verkehrsverhaltens (einschließlich langfristiger Folgewirkungen der COVID-19-Pandemie	82
3.7 Entwicklung des Pkw-Bestands	84
3.7.1 Vorbemerkungen	84
3.7.2 Pkw-Bestand in Deutschland	84
3.7.3 Regionale Differenzierung des Pkw-Bestandes	86
4 Personenverkehr	89
4.1 Personenverkehr im Basisjahr 2019	89
4.1.1 Regionaler Modal-Split des Personenverkehrsaufkommens 2019	97
4.1.2 Personenverkehr auf dem Wasser (Binnenschifffahrt auf Bundeswasserstraßen und Seeschifffahrt auf deutschen Seeschifffahrtsstraßen)	104
4.1.2.1 Teil-Aufgabenstellung	104
4.1.2.2 Abgrenzung und Differenzierung	105
4.1.2.3 Analyse 2019 des Personen-Wasserverkehrs auf Bundeswasserstraßen	109
4.2 Ergebnisse der Basisprognose 2040 für den Personenverkehr	122
4.2.1 Gesamtergebnis Personenverkehr	122
4.2.2 Fahrtzweckstruktur insgesamt	129
4.2.3 Detailergebnisse nach Fahrtzwecken	133
4.2.3.1 Detailergebnisse im Berufsverkehr	133
4.2.3.2 Detailergebnisse im Ausbildungsverkehr	135
4.2.3.3 Detailergebnisse im Einkaufsverkehr	138
4.2.3.4 Detailergebnisse im Geschäftsverkehr	140
4.2.3.5 Detailergebnisse im Urlaubsverkehr	143
4.2.3.6 Detailergebnisse im Privatverkehr	146
4.2.4 Regionale Struktur der Verkehrsentwicklung	149
4.2.5 Prognose 2040 des Personen-Wasserverkehrs auf Bundeswasserstraßen	159

4.2.5.1 Prognosemethodik	159
4.2.5.2 Prognoseergebnisse des Personen-Wasserverkehrs auf Bundeswasserstraßen	162
5 Güterverkehr	167
5.1 Güterverkehr im Basisjahr 2019	167
5.1.1 Grundauswertung	167
5.1.2 Seehafenhinterlandverkehr im Jahr 2019	184
5.1.3 Luftfrachthinterlandverkehr im Jahr 2019	186
5.1.4 Vergleich der Entwicklung zwischen 2010 und 2019 sowie mit der VP2030	187
5.2 Ergebnisse der Basisprognose 2040 für den Güterverkehr	189
5.2.1 Gesamtergebnis Güterverkehr	189
5.2.2 Entwicklung des Güterverkehrs nach Hauptverkehrsbeziehungen	199
5.2.2.1 Entwicklung im Binnenverkehr	202
5.2.2.2 Grenzüberschreitender Versand	204
5.2.2.3 Grenzüberschreitender Empfang	204
5.2.2.4 Transit	205
5.2.3 Detailergebnisse zur regionalen und sektoralen Struktur des Güterverkehrs	205
5.2.3.1 Entwicklung des Güterverkehrs nach Bundesländern	205
5.2.3.2 Entwicklung des grenzüberschreitenden Güterverkehrs nach Länderaggregaten	215
5.2.3.3 Entwicklung des grenzüberschreitenden Güterverkehrs nach Partnerländern	215
5.2.3.4 Entwicklung des Transitverkehrs durch Deutschland	217
5.2.3.5 Entwicklung des Seehafenhinterlandverkehrs	218
5.2.3.6 Entwicklung des Luftfrachthinterlandverkehrs	224
5.2.4 Wettbewerbsbeziehung zwischen den Verkehrsträgern	224
5.2.4.1 Modal Split nach Verkehrsträgern und Entfernungsklassen	224
5.2.4.2 Verkehrsrelationen mit intermodaler Verkehrsträgerkonkurrenz	225
5.2.4.3 Verkehrsrelationen mit intermodaler Verkehrsträgerkonkurrenz nach Distanzklassen	229
5.2.5 Einfluss der Strukturdaten und der Prämissen auf die Ergebnisse der Prognose	231
5.2.6 Vergleich der Basisprognose 2040 des Güterverkehrs mit der Verkehrsprognose 2030	233
6 Treibhausgasemissionen des Verkehrs	235
6.1 Vorbemerkungen	235
6.1.1 Gegenstand und Definition	235
6.1.2 Methodischer Ansatz zur Prognose der Treibhausgasemissionen des Verkehrs	236
6.1.3 CO ₂ -Emissionsfaktoren	237
6.2 Treibhausgasemissionen des Straßenverkehrs	240
6.2.1 Pkw-Bestand nach Antriebsarten	240
6.2.2 Fahrzeugfahrlleistungen des Straßenverkehrs	241
6.2.3 Energieverbrauch und CO ₂ -Emissionen	248
6.3 Treibhausgasemissionen des Schienenverkehrs	251
6.3.1 Konzeption und Datenbasis	251
6.3.2 Treibhausgasemissionen des Schienengebundenen ÖSPNV	251
6.3.3 Treibhausgasemissionen des Schienenpersonennahverkehrs	253
6.3.4 Treibhausgasemissionen des Schienenpersonenfernverkehrs	253

6.3.5	Treibhausgasemissionen des Schienengüterverkehrs	254
6.3.6	Gesamtergebnisse der Treibhausgasemissionen des Schienenverkehrs	255
6.4	Treibhausgasemissionen des Luftverkehrs	257
6.4.1	Definitionen	257
6.4.2	Ergebnisse der Treibhausgasemissionen des Luftverkehrs	257
6.5	Treibhausgasemissionen der Binnenschifffahrt	259
6.6	Gesamtergebnis der Treibhausgasemissionen	261

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1: Verkehrszelleneinteilung in Deutschland (Karte)	8
Abbildung 2-2: Auslandsverkehrszellen im grenznahen Bereich(Karte)	9
Abbildung 2-3: Auslandsverkehrszellen Europa (Karte)	10
Abbildung 3-1: Einwohnerentwicklung 2019 - 2040 nach Landkreisen und kreisfreien Städten (Karte)	35
Abbildung 3-2: Einwohnerentwicklung 2019 - 2050 nach Landkreisen und kreisfreien Städten (Karte)	35
Abbildung 3-3: Entwicklung der Bruttowertschöpfung 2019 - 2040 nach Stadt- und Landkreisen (Karte)	36
Abbildung 3-4: Entwicklung der Bruttowertschöpfung 2019 - 2050 nach Stadt- und Landkreisen (Karte)	36
Abbildung 3-5: Entwicklung der Bruttowertschöpfung pro Einwohner 2019 - 2040 nach Stadt- und Landkreisen (Karte)	36
Abbildung 3-6: Entwicklung der Bruttowertschöpfung pro Einwohner 2019 - 2050 nach Stadt- und Landkreisen (Karte)	36
Abbildung 3-7: Entwicklung der Anzahl der Erwerbstäigen 2019 - 2040 nach Stadt- und Landkreisen (Karte)	37
Abbildung 3-8: Entwicklung der Anzahl der Erwerbstäigen 2019 - 2050 nach Stadt- und Landkreisen (Karte)	37
Abbildung 3-9: Entwicklung des Endenergieverbrauchs in TWh nach Energieträgern zwischen 2019 und 2040	39
Abbildung 3-10: Komponenten des Kraftstoffpreises	58
Abbildung 3-11: Realer Kraftstoffpreis von 1991 bis 2050	59
Abbildung 3-12: Antriebsstruktur der Lkw-Bestandsflotte (2022-2050)	64
Abbildung 3-13: Durchschnittserlöse im ÖSPV je Pkm (2011 – 2019)	65
Abbildung 3-14: Durchschnittserlöse im SPNV je Pkm (2011 – 2019)	66
Abbildung 3-15: Durchschnittserlöse im SPFV je Pkm (2011 – 2019)	66
Abbildung 3-16: Bedeutung der einzelnen Kostenkomponenten im Schienengüterverkehr differenziert nach E- und D-Traktion (ohne Umschlagkosten und unter der Annahme eines Ganzzugstransports mit 1.500 t über 500 km)	68
Abbildung 4-1: Struktur des Personenverkehrs 2019 nach Fahrtzwecken	90
Abbildung 4-2: Struktur des Personenverkehrs 2019 nach Verkehrszweigen	90
Abbildung 4-1: Verkehrszellen Deutschland	136
Abbildung 4-2: Verkehrszellen grenznahes Ausland	137
Abbildung 4-3: Verkehrszellen Europa	138
Abbildung 6-1: Anteile deutscher und ausländischer Seehäfen am Hinterlandaufkommen Deutschlands 2019 in Prozent	148
Abbildung 6-2: Modal Split Hinterlandverkehre insgesamt 2019	149
Abbildung 6-3: Modal-Split deutsche und ausländische Seehäfen auf Tonnenbasis	149

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1:	Zuordnung von Verkehrsmittelkombinationen auf das Hauptverkehrsmittel	16
Tabelle 2-2:	Vom Statistischen Bundesamt übergebener Schienengüterverkehr nach Hauptverkehrsbeziehungen in 1.000 t und Mio. tkm im Jahr 2019	22
Tabelle 2-3:	Geplante Batteriefabrikstandorte in Deutschland	25
Tabelle 3-1:	Prämissendefinition VP2040 Teil 2. Gutachtervorschlag Prognoseprämissen für den Prognosefall 1 "Basisprognose 2040"	35
Tabelle 3-2:	Entwicklung der demographischen Leitdaten	36
Tabelle 3-3:	Entwicklung der zentralen gesamtwirtschaftlichen Leitdaten	37
Tabelle 3-4:	BWS in Deutschland in Mrd. € nach Wirtschaftsbereichen (2019-2050; Preise 2019)	38
Tabelle 3-5:	Entwicklung von gütergruppenspezifisch relevanten Leitvariablen (2019 - 2040)	42
Tabelle 3-6:	Entwicklung (2010-2019) und Prognose der Einfuhren Deutschlands zum Jahr 2050 in 1.000 t	44
Tabelle 3-7:	Entwicklung (2010-2019) und Prognose der Ausfuhren Deutschlands zum Jahr 2050 in 1.000 t	45
Tabelle 3-8:	Außenhandel Deutschlands nach Ladungskategorien 2010-2050 in Mio. t	46
Tabelle 3-9:	Außenhandel Deutschlands nach Fahrtgebieten 2010-2050 in 1.000t	47
Tabelle 3-10:	Datenverfügbarkeit der Transitländer	48
Tabelle 3-11:	Entwicklung der Importe der Transitländer bis zum Jahr 2050 in 1.000 t	52
Tabelle 3-12:	Entwicklung der Exporte der Transitländer bis zum Jahr 2050 in 1.000 t	53
Tabelle 3-13:	Entwicklung (2010-2019) und Prognose der Einfuhren der Transitländer zum Jahr 2050 in 1.000 t	54
Tabelle 3-14:	Entwicklung (2010-2019) und Prognose der Ausfuhren der Transitländer zum Jahr 2050 in 1.000 t	55
Tabelle 3-15:	Außenhandel der Transitländer nach Regionen 2010-2050 in 1.000t	56
Tabelle 3-16:	Antriebsmix der Lkw-Bestandsflotte (2019-2050) sowie mittlere Lkw- Kosten in ct/Lkw-km	65
Tabelle 3-17:	Annahmen zum Luftverkehr	72
Tabelle 3-18:	Entwicklung von Kraftstoffpreisen für die Binnenschifffahrt und Darstellung der Entwicklung an der Beispielrelation Hamburg - Kehl	75
Tabelle 3-19:	Entwicklung der Antriebsartenstruktur der Pkw-Neuzulassungen	79
Tabelle 3-20:	Entwicklung der Energieträgerstruktur der Stromerzeugung	80
Tabelle 3-21:	Entwicklung des Pkw-Bestands und der Pkw-Dichte in Deutschland	85
Tabelle 3-22:	Entwicklung der Pkw-Dichte in ausgewählten Kreisen	87
Tabelle 3-23:	Entwicklung der Pkw-Dichte nach siedlungsstrukturellen Raumtypen	89
Tabelle 1-1:	Struktur des Personenverkehrs im Jahr 2019 nach Verkehrsträger und Fahrtzwecken	90

Tabelle 3-1:	Güterverkehr nach Gütergruppen und Verkehrsträgern in 1.000 t und Mio. tkm im Jahr 2019	112
Tabelle 3-2:	Güterverkehr nach Güterverkehren und Verkehrsträgern in 1.000 t für 2010, 2019 und für die Prognose 2030	113
Tabelle 4-1:	Emissionsfaktoren für Kraftstoffe Quelle: TREMOD	116
Tabelle 6-2:	Pkw-Bestand nach Antriebsarten Quellen: KBA, eigene Prognosen	117
Tabelle 4-3:	Entwicklung der CO ₂ -Emissionen des Straßenverkehrs Quellen: DLR / DIW, Kraftfahrt-Bundesamt, ifeu, eigene Prognosen	121
Tabelle 4-4:	Entwicklung der CO ₂ -Emissionen des Schienenverkehrs Quellen: Statistisches Bundesamt, ifeu, eigene Prognosen	123
Tabelle 4-5:	Entwicklung der CO ₂ -Emissionen des Luftverkehrs Quellen: Statistisches Bundesamt, Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, Umweltbundesamt, ifeu, eigene Prognosen	124
Tabelle 4-6:	Entwicklung der CO ₂ -Emissionen der Binnenschifffahrt Quellen: Statistisches Bundesamt, Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, ifeu, eigene Prognosen	126
Tabelle 6-7:	Entwicklung der CO ₂ -Emissionen aller Verkehrsträger Quellen: Statistisches Bundesamt, Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, Umweltbundesamt, ifeu, eigene Prognosen	127
Tabelle 7-1	Blatt „Zuo_LAU_VP2040_Deutschl_220128“	140
Tabelle 7-2	Blatt „VP2040_Deutschland_220919“	141
Tabelle 7-3	Blatt „Zuo_NUTS3_VP2040_Europa_220128“	141
Tabelle 7-4	Blatt „VP2040_Zellen_Europa_220128“	141
Tabelle 7-5	Blatt „VP2040_Zellen_Flughafen_220128“	142
Tabelle 7-6	Blatt „VP2040_Zellen_Seehaefen_220128“	142
Tabelle 7-7	Blatt „VP2040_Zellen_Inseln_220128“	142
Tabelle 7-8	Blatt „VP2040_Zellen_Gesamt_220128“	142
Tabelle 9-1:	Seewärtiger Außenhandel Deutschlands 2019	146
Tabelle 9-2:	Die sieben wichtigsten Partnerländer 2019 seeseitig	147
Tabelle 9-3:	Umschlagsvolumen der Seehäfen in Mio. t im Jahr 2019	147

Abkürzungsverzeichnis

a	Jahr
a.a.O.	am angegebenen Ort
AP	Arbeitspaket
B+R	Bike and Ride
BAB	Bundesautobahn
BBSR	Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung
BEV	Battery Electric Vehicle
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BMDV	Bundesministerium für Digitales und Verkehr
BMEL	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (bis Herbst 2021 gültige Abkürzung)
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
BVWP	Bundesverkehrswegeplan
BWS	Bruttowertschöpfung
CNG	Compressed Natural Gas
CO ₂	Kohlendioxid
DIW	Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
EBM	Wirtschaftsverband Eisen, Blech und Metall verarbeitende Industrie
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
E-Fzg.	Elektrisch betriebene Fahrzeuge
ETCS	European Train Control System
ETS	Emissions Trading System
EVU	Eisenbahnverkehrsunternehmen
FAO	Food and Agricultural Organization
FCV	Fuel Cell Vehicle
FM	Festmeter
Fzkm	Fahrzeugkilometer
GAP	Gemeinsame Agrarpolitik
GG	Gütergruppe
GL-VP	Gleitende Langfrist-Verkehrsprognose 2021-2022

GW	Gigawatt
GWh	Gigawattstunde
ICCT	International Council on Clean Transportation
IEA	International Energy Agency
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
KBA	Kraftfahrtbundesamt
KEP	Kurier-Express-Paket
KV	Kombinierter Verkehr
kWh	Kilowattstunde
LNG	Liquid Natural Gas
LNF	Leichte Nutzfahrzeuge
MiD	Mobilität in Deutschland
MIV	Motorisierter Individualverkehr
MJ	Megajoule
MKS	Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie (der Bundesregierung)
MW	Megawatt
NE-Metalle	Nichteisen-Metalle
NIR	Nationaler Inventarbericht
NPK	Stickstoff Phosphor Kalium
NST	Nomenclature uniforme des marchandises pour les statistiques de transport
NUTS	Nomenclature des unités territoriales statistiques
o. a.	oben angegeben
OGE	Open Grid Europe GmbH
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
ÖSPV	Öffentlicher Straßenpersonenverkehr
ÖV	Öffentlicher Verkehr
p. a.	per Annum
P+R	Park and Ride
PBA	Prognosebegleitender Ausschuss
PHEV	Plugin-Hybrid Electric Vehicle
Pkm	Personenkilometer
PtL	Power to Liquid

RoLa	Rollende Landstraße
SAF	Sustainable Aviation Fuel
SCR	Selektive katalytische Reaktion (Abgasnachbehandlung)
SITC	Standard International Trade Classification
SHHLV	Seehafenhinterlandverkehr
SNF	Schwere Nutzfahrzeuge
SPFV	Schienenpersonenfernverkehr
SPNV	Schienenpersonennahverkehr
TES	Tree Energy Solutions
THG	Treibhausgase
tkm	Tonnenkilometer
TWh	Terrawattstunden
USD	US-Dollar
VB	Vordringlicher Bedarf (des BVWP 2030)
VBA	Verkehrsbeeinflussungsanlage
VDV	Verband Deutscher Verkehrsunternehmen
VP2040	Verkehrsprognose 2040
VP2040 Teil 2	Verkehrsprognose 2040 Teil 2 „Wirtschafts- und Verkehrsentwicklungsprognose“
WB*	Weiterer Bedarf mit Planungsrecht (des BVWP 2030)
z. B.	zum Beispiel
zGG	Zulässiges Gesamtgewicht
ZKR	Zentralkommission für die Rheinschifffahrt

1 Einleitung

1.1 Aufgabenstellung

Das Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) hat am 21.09.2021 die Arbeitsgemeinschaft Intraplan Consult GmbH (Intraplan), TTS TRIMODE Transport Solutions GmbH (Trimode), ETR Economic Trends Research GbR (ETR) und MWP GmbH (MWP) mit den Unterauftragnehmern Fraunhofer CML und Teralytics GmbH (Teralytics) mit der Bearbeitung der „**Verkehrsprognose 2040 - Teil 2: Wirtschafts- und Verkehrsentwicklungsprognose 2040**“ Teil der Verkehrsprognose 2040 beauftragt. Im BMDV wird dieses Vorhaben durch das **Referat G 13 „Prognosen, Statistik und Sondererhebungen“** betreut. Für das BMDV wird dabei in der Bundesverkehrswegeplanung und Bedarfsplanerstellung sowie im Rahmen der Bedarfsplanüberprüfung (BPÜ, Einordnung siehe **VP2040-Band 1.1 Z „Verkehrsprognose 2040 – Gesamtüberblick“**) wie auch bereits **in mehrjährigen Abständen eine „Strategische Langfristprognose“** der Verkehrsentwicklung in Deutschland für den Personen- und Güterverkehr erstellt.

Diese Langfristprognose mit dem Prognosehorizont 2040 hat im Detail

- » die Verkehrsverflechtungen innerhalb Deutschlands sowie mit dem Ausland und
- » die Nutzung der verschiedenen Verkehrsträger

zum Gegenstand.

Zweck dieser Verkehrsprognose 2040 mit dem Basisjahr 2019 und dem Prognosejahr 2040, ist es,

- » die quantitative Grundlage für die Überprüfung der Bedarfspläne für die Bundesfernstraßen, die Bundesschienenwege und die Bundeswasserstraßen bereitzustellen,
- » einen allgemeinen Orientierungsrahmen für die langfristige Verkehrspolitik in Deutschland zu geben und
- » 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 zum Fernverkehr, sind einzubeziehen.
- » Die Verkehrsverflechtungen sind detailliert nach Fahrtzwecken bzw. Gütergruppen und nach Verkehrsmitteln auf der Basis empirischer Grundlagen für den Istzustand 2019 und die Prognose für den Horizont 2040 darzustellen. Schwerpunkt ist dabei, dem Zweck der bundesweiten Prognosen sowie der BPÜ entsprechend, der Fernverkehr. Dennoch ist auch der Nahverkehr ausreichend detailliert zu beschreiben.
- » Die Verteilung der prognostizierten Verkehrsmengen auf die Verkehrsinfrastruktur (Umlegung) ist in aufbauenden Berechnungen zu ermitteln und die Wechselwirkungen zwischen der Auslastung der Verkehrsinfrastruktur und der Verkehrs nachfrage zu berücksichtigen.
- » Es sind die Verkehrsleistungen je Verkehrsträger, der Endenergieverbrauch und die CO₂-Emissionen unter Berücksichtigung des technischen Fortschritts zu ermitteln.
- » Ausgehend von der Basisprognose (Prognosefall 1) wird ein zweites Szenario (Prognosefall 2) berechnet. Auf Grundlage der Entwicklungspfade dieser Prognosefälle 1 und 2 für das Prognosejahr 2040 erfolgt deren Fortschreibung für weitere zehn Jahre bis zum Jahr 2050 unter Annahme verschiedener Rahmenbedingungen im Rahmen dreier Langfrist-Szenarien.

Eine besondere Bedeutung bei den Daten der Verkehrsprognose kommt den sogenannten Verkehrsverflechtungsmatrizen (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 Verkehrszellen in Deutschland sowie, bei grenzüberschreitenden Verflechtungen und Transitverkehren, einem abgestuften System an Auslandsverkehrszellen erfasst sind (siehe **Kapitel 2.1.2**).

Einbezogen werden alle Verkehrsströme, die das Territorium Deutschlands berühren, das heißt 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 (Motorisierten) Individualverkehr,
- » der Eisenbahnverkehr (Personen- und Güterverkehr),
- » die Binnenschifffahrt und
- » der Luftverkehr (Personen- und Güterverkehr).

Im Personennahverkehr wurde zusätzlich der nichtmotorisierte Verkehr (Fahrradverkehr, Fußwege) analysiert und prognostiziert.

Der See- und der Seehafen-Hinterlandverkehr wurden im Rahmen der VP2040-Teilprognose „Seeverkehrsprognose 2040“ ermittelt und hier eingearbeitet. Analog erfolgte die Berücksichtigung des Luft- und Luftzubringerverkehrs.

Die Ermittlung und Kalibrierung der Verkehrsverflechtungsmatrizen im Istzustand 2019 erfolgte durch die Einbeziehung einer Vielzahl von Daten auf weitgehend empirischer Grundlage wie etwa Mobilfunkdaten.

Bei der Verkehrsprognose 2040 wurden alle als relevant ermittelten prognosebestimmenden Einflussfaktoren berücksichtigt. Dies sind die Bereiche

- » 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
- » Wirtschaft, nämlich das regionale Bruttoinlandsprodukt (BIP), im Personenverkehr als BIP pro Kopf ein Indikator für die Entwicklung der verfügbaren Einkommen, und die Entwicklung des Außenhandels und der Branchenstruktur als wichtigste Einflussgröße des Güterverkehrs.
- » 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 Bevölkerung und Wirtschaft 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 unter Verwendung der „Bevölkerungsprognose 2040“ des BBSR erarbeitet (siehe **VP2040-Band 2.1 E/M** sowie **VP2040-Band 3.1 E**).

Die grundlegenden Festlegungen zur künftigen Verkehrsinfrastruktur leiten sich aus den vorangegangenen Bedarfsplanungen (BVWP 2030) ab.

Die Annahmen zu den Mobilitätskosten unter Berücksichtigung von Verkehrs- und Umweltpolitik sowie technischen Entwicklungen wurden in einem umfangreichen Szenarienprozess unter Beteiligung externer Experten („Prognosebegleitender Ausschuss“) und der Referate im BMDV abgestimmt und mit relevanten Verbänden diskutiert.

Ausgehend von den Erfahrungen mit Prognoseverfahren aus früheren Bundesverkehrswegeplanungen wurde die Methodik der Verkehrsprognose weiterentwickelt. Dies betrifft insbesondere die Integration neuer empirischer Datenquellen wie die Mobilfunkdaten.

Zudem fand ein noch intensiverer Rückkoppelungsprozess zwischen der Verflechtungsprognose und der Auslastung der Verkehrsinfrastruktur statt, da die Qualität der Verkehrsabwicklung ein weiteres Kriterium für die Verkehrs nachfrage, 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 Qualitätssicherung begleitet.

1.2 Struktur des Gesamtprojektes

Organisatorisch besteht die Verkehrsprognose 2040 aus fünf Fachteilen, die auch inhaltlich die wesentlichen Aufgabenbereiche abbilden (vgl. **VP2040-Band 1.1 Z „Verkehrsprognose 2040 – Gesamtüberblick“**)

- » Fachteil 1: Bevölkerungsprognose 2040
- » Fachteil 2: Wirtschafts- und Verkehrsentwicklungsprognose 2040
- » Fachteil 3: Straßenverkehrsprognose 2040
- » Fachteil 4: Eisenbahnverkehrsprognose 2040
- » Fachteil 5: Wasserstraßenverkehrsprognose 2040

Der Fachteil 2 „Wirtschafts- und Verkehrsentwicklungsprognose 2040“ ist das Herzstück der Verkehrsprognose 2040. Er nimmt daher auch die Aufgabe der Koordinierung aller Fachteile wahr. In dieser „Wirtschafts- und Verkehrsentwicklungsprognose 2040“ werden die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen sowie die wirtschaftliche Entwicklung von 2019 bis 2040 bzw. bis 2050 für Verkehrszellen Deutschlands prognostiziert. Die Dokumentation der Wirtschaftsprognose erfolgt im **VP2040-Band 3.1 E „Wirtschaftsprognose 2040 – Prognosefall 1 Basisprognose 2040 (Ergebnisse)“**. Aufbauend auf dieser Wirtschaftsprognose erfolgt ebenfalls im Rahmen des Fachteils 2 die Durchführung der Seeverkehrsprognose (**Berichtsband 4.1 E „Seeverkehrsprognose 2040 – Basisprognose 2040“ (Ergebnisse)“**) und der Luftverkehrsprognose (**Berichtsband 5.1 E „Luftverkehrsprognose – Basisprognose 2040 (Ergebnisse)“**).

Die Erstellung der Verkehrsverflechtungsprognosen im Personen- und Güterverkehr sowie die Prognose der Klimawirkungen des Verkehrs werden ebenfalls im Rahmen des Fachteils 2 durchgeführt und im vorliegenden **VP2040-Band 6.1 E** sowie im **VP2040-Band 6.2 M** dokumentiert. Die Verkehrsverflechtungen und die Eckwerte der Verkehrs nachfrage werden dabei getrennt nach dem Personenverkehr und dem Güterverkehr ermittelt und nehmen dafür alle in den vorangegangenen Arbeitspaketen des Fachteils 2 sowie die im Fachteil 1 erarbeiteten Erkenntnisse auf. Ausgehend vom Analysejahr 2019, das als empirisch abgesicherte Ausgangsbasis erstellt wird, werden die künftigen Verkehrsströme mittels Verkehrsmodellen berechnet.

1.3 Möglichkeiten und Grenzen der Aussagekraft der Analyse und Prognose

Die Verkehrsprognose 2040 ist hinsichtlich

- » der durchgeföhrten Analysen zu den Verkehrsverflechtungen im Istzustand (Jahr 2019) auf Basis der Einbeziehung aller verfügbaren Daten zur sektoralen und vor allem zur regionalen Struktur des Verkehrs,
- » der Grundlagen und Analysen hinsichtlich der demographischen, wirtschaftlichen und verkehrlichen Rahmenbedingungen,

- » der entwickelten und eingesetzten Methoden einschließlich einer konsistenten Abfolge von übergreifenden Prognoseschritten und Rückkoppelungsprozessen, die mehrere Iterationen in verschiedenen Stufen (auch zwischen den verschiedenen Fachteilen zur Erstellung der Verkehrsprognose 2040) umfasste,
- » einer aufwendigen externen Begleitung und internen Qualitätssicherung wissenschaftlich fundiert und belastbar.

Es sind jedoch folgende Einschränkungen zu machen:

1. Die Verkehrsprognose basiert auf einer Reihe von Annahmen zur Bevölkerungsentwicklung, zur Wirtschaftsentwicklung, zur Entwicklung von Nutzerkosten und anderen Rahmenbedingungen. Diese Annahmen wurden umfangreich abgestimmt und diskutiert und nach bestem Wissen und Gewissen festgelegt. Dies erfolgte unter Einbeziehung eines Prognosebegleitenden Ausschusses (PBA) aus Verwaltung, Wissenschaft und Praxis, der das Projekt fachlich unterstützt und begleitet, sowie mit Einbindung der Referate im BMDV, der zuständigen Ministerien des Bundes und der Länder sowie interessierter Verbände. Jedoch stammen diese Prämissen zum Teil 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 sowie festgelegte bzw. absehbare Maßnahmen zur Erreichung der Ziele. 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 Verkehrsverflechtungsmatrizen 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. Das 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. Die Verkehrsverflechtungsmatrizen des Personenverkehrs auf Ebene der Verkehrszeilen (siehe **VP2040-Band 1.1 Z**) stellen hochauflösende und detaillierte Beschreibungen der Verkehrsverflechtungen im deutschen Verkehrsgeschehen im Analyse- und im Prognosezustand dar. Die Verkehrsverflechtungsmatrizen bestehen auf der Verkehrszellenebene aus ca. 3.2 Millionen Relationen/Datensätzen, differenziert nach 6 Verkehrsmitteln und 6 Fahrtzwecken, das sind insgesamt ca. 115 Millionen Einzelinformationen. Es versteht sich von selbst und sollte jedem Anwender klar sein, dass

bei einer derartigen Informationsfülle – trotz umfangreicher, wiederholter und aufwändiger Qualitätsprüfungen - nicht jede Einzelinformation korrekt und plausibel sein kann, geschweige denn im Einzelnen geprüft werden kann. Die Plausibilität und Korrektheit der Verkehrsverflechtungsmatrizen kann sich deshalb erst durch Aggregation ergeben, sei es in räumlicher Hinsicht durch Aggregation auf größere räumliche Einheiten wie Kreise, Raumordnungsregionen oder Bundesländer, sei es durch Aggregation über die Fahrtzwecke und/oder die Verkehrsmittel. Die Verkehrsverflechtungsmatrizen wurden erstellt als eine Basis für die Bedarfsplanüberprüfung des Bundes, zur Prüfung der Notwendigkeit von Investitionen des Bundes in die fernverkehrsrelevante Infrastruktur. Die Abbildung von lokalen Verkehrsverflechtungen in den Gemeinden und Kommunen sowie von Nahverkehrsbeziehungen zwischen diesen ist zwar notwendig zur korrekten Ermittlung des gesamten Verkehrsgeschehens in Deutschland, bildet aber nicht den Fokus und das Erkenntnisinteresse bei der Erstellung der Verkehrsverflechtungsmatrizen und erheben deshalb auch keine Verbindlichkeit in der Betrachtung dieser Detailebene. Daher können hierdurch detaillierte Untersuchungen auf lokaler oder Nahverkehrsebene nicht ersetzt werden.

5. 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 2040 nicht im Einzelnen berücksichtigt werden, weil entsprechend detaillierte Netzmodelle bundesweit flächendeckend nicht zur Verfügung standen und die Verkehrsverflechtungsmatrizen 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.
6. Die vorliegenden Analysen und damit indirekt die Prognosen sind weitestgehend abgestimmt mit der amtlichen oder "offiziellen" Statistik, am umfassendsten dargestellt in "Verkehr in Zahlen".¹ 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 Erfassungsstatistiken und damit Statistiken wurden im Zeitverlauf geändert. Dennoch bildet die "offizielle Statistik" des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr (BMDV), "Verkehr in Zahlen", ein weitgehend zutreffendes und allgemein verwendetes und anerkanntes Zahlenwerk, so dass bis auf wenige Ausnahmen, worauf an entsprechender Stelle des vorliegenden Ergebnisberichts noch hingewiesen wird, diese Statistiken maßgeblich für die Eckwerte der vorliegenden Analysen sind.

² Hrsg.: Bundesministerium für Digitales und Verkehr: Verkehr in Zahlen, erscheint jährlich

1.4 Die VP2040 ist weder Ziel- noch Trendprognose

Strategische Langfrist-Verkehrsprognosen werden gemeinhin gerne entweder in die Kategorie „Zielprognose“ oder in die Kategorie „Trendprognose“ eingesortiert.

Bei Ersteren, den Zielprognosen, ist das „Ergebnis“ bereits extern vorgegeben und von der Prognose zwingend einzuhalten. Dies ist keine wissenschaftliche Arbeitsweise. Ein Beispiel hierfür ist die Forderung, dass in der Verkehrsprognose 2040 zwingend die Klimaschutz-Zwischenziele für das Jahr 2040 sowie die Verkehrsziele wie beispielsweise die Erhöhung des Marktanteils des Schienengüterverkehrs zu erreichen sind. Dies ist für die Basisprognose nicht zielführend. Vielmehr muss es hier zunächst darum gehen, einen „Absehbaren Weg“ zu beschreiben und die in diesem Rahmen zu erwartenden verkehrlichen Entwicklungen zu ermitteln. Nur so lässt sich die Zielerreichungslücke bestimmen und durch Implementierung geeigneter Maßnahmen schließen. Dies erfolgt dann im nachfolgenden zweiten Schritt, im vorliegenden Fall in Form des Prognosefalls 2. Für diesen ist vorgesehen, die für die Basisprognose definierten Prognoseprämissen des „Absehbaren Weges“ so zu modifizieren, dass die Zielerreichungslücke möglichst weitgehend verkleinert bzw. im Idealfall sogar ganz geschlossen wird. Auch dies wird also im engeren Sinne keine Zielprognose sein, aber dennoch in der Szenariophilosophie so ambitioniert gestaltet, dass eine weitgehende Zielerreichung zu erwarten ist.

Am anderen Ende der Skala steht die Kategorie „Trendprognose“. Dies unterstellt, dass schlicht die Entwicklungen der Vergangenheit im Rahmen der Prognose in die Zukunft extrapoliert werden. Der vorliegende Prognosefall 1 der Verkehrsprognose 2040, die Basisprognose, fällt so offensichtlich nicht in diese Kategorie, dass sich eine Auseinandersetzung damit im Rahmen dieses Berichts eigentlich erübrigt. Dennoch soll hier anhand einiger plakativer Beispiele aufgezeigt werden, inwiefern die Basisprognose 2040 im Rahmen ihrer Prognoseprämissen (siehe **VP2040-Zusatzdokument 6-2 „Finale Prämissen P1 - Basisprognose 2040“**) markante Trendbrüche unterstellt.

- » Sozioökonomische Entwicklung und Wirtschaftsprognose:
Bereits in der Bevölkerungsprognose wurden durch die Aktualisierung im Sommer 2022 die sich abzeichnenden Trendbrüche berücksichtigt und der steigende Zustrom von Menschen nach Deutschland dahingehend integriert, dass nun nicht mehr von einem Bevölkerungsrückgang wie in der VP2030, sondern von einer stabilen Gesamtbevölkerung bis 2040 ausgegangen wird – allerdings bei einer deutlich veränderten Altersstruktur und regionalen Verteilung.
Ähnliches gilt für die Wirtschaftsprognose, in der die durch den russischen Angriffskrieg in der Ukraine ausgelösten und durch die Bekämpfung des Klimawandels verstetigten Verwerfungen bei den Energiepreisen bei der sektoralen wirtschaftlichen Entwicklung berücksichtigt wurden. Dies führt insbesondere in den energieintensiven Branchen zu Trendbrüchen in der Entwicklung, das heißt in diesem Fall zum deutlichen Rückgang der diesbezüglichen Wirtschaftsaktivität in Deutschland.
- » Kosten für Lkw-Fahrer (**Prämisse 1-7**):
Beim Fahrpersonal – das gilt für die Lkw-Fahrer genauso wie für Busfahrer und Lokführer – besteht bereits heute eine Mangellage, die sich im Prognosezeitraum weiter verschärfen könnte. Ein Wegfall dieser Berufsbilder durch Automatisierung wurde nicht angenommen. Vielmehr wird entgegen dem bisherigen Trend unterstellt, dass es auch bei den Lkw-Fahrern – wie bereits zuletzt bei den Lokführern, was aber zum Zeitpunkt der Prämissenfestlegung noch nicht absehbar war – zu maßgeblichen Reallohnanstiegen kommen wird, die diese Berufsbilder attraktiver machen und so dem Mangel entgegenwirken.
- » Tempo 30 innerorts (**Prämisse 3-7**):
Zum Zeitpunkt der Prämissenfestlegung war unklar, ob und wie es zu einer Reform des Straßenverkehrsgesetzes kommen würde. Dennoch wurde für die Basisprognose unterstellt, dass es zu einer Freigabe für die Kommunen und in der Folge zu einer erheblichen Ausweitung der innerorts auf Tempo 30 limitierten Strecken kommen würde.

- » Massive Investitionen in den Bahnverkehr (Infrastruktur und Angebotsausweitung), den ÖPNV und den Radverkehr (**Prämissen 3-9, 4-1, 7-2, 7-8**):
Obwohl in vielen Fällen noch keine konkreten Planungen verfügbar sind, wurde ein massiver Ausbau des ÖSPNV (Infrastruktur und Angebot) sowie der Radverkehrsinfrastruktur unterstellt vor dem Hintergrund, dass eine kommunale Neuausrichtung hin zum Umweltverbund ohne diese Investitionen nicht möglich ist. Bei der Bahn wurde der Deutschlandtakt als umgesetzt unterstellt, was angesichts der Länge des Prognosezeitraums einem Quantensprung in der Qualität der Angebote im Öffentlichen Verkehr gleichkommt
- » CO₂-Bepreisung und Ticketpreise im Luftverkehr (**Prämissen 9-1 und 9-28**):
Der im Jahr 2021 eingeführte und seitdem moderat gestiegene CO₂-Preis auf fossile Kraftstoffe macht beim Kraftstoff-Endpreis nur einen geringen Mehrpreis aus. Wir gehen in den Prognoseprämissen jedoch davon aus, dass dieser Preisaufschlag bis zum Jahr 2040 eine deutlich andere Größenordnung erreicht und dann tatsächlich eine spürbare Lenkungswirkung sowohl bei der Wahl der Antriebstechnologie bei der Fahrzeugbeschaffung als auch bei der Verkehrsmittelwahl entfaltet.
Für die Ticketpreise im Luftverkehr gab es in den vergangenen Jahrzehnten immer nur eine Richtung, und zwar nach unten. In der vorliegenden Prognose wird erstmals hinterlegt, dass sich dieser Trend umkehrt, und dies trotz weiter steigender Effizienz im Betrieb. Dies ist den angenommenen politischen Rahmenbedingungen geschuldet, die auch hier wieder zentral auf dem CO₂-Preis beruhen. Dadurch kommt ein seit vielen Jahren bestehender Trend zu seinem Ende, mit entsprechenden Auswirkungen auf die Wettbewerbsposition dieses Verkehrsmittels.
- » Einführung einer Straßenbenutzungsgebühr für Pkw (**Prämissen 9-7**) sowie Preisanstieg beim Parken (**Prämissen 9-17**):
Eine Straßenbenutzungsgebühr für Pkw gibt es in Deutschland bislang nicht, die Preise für das Parken haben sich in der Vergangenheit zumeist moderat entwickelt. Bei Ersterem ist in der Prognose ein Paradigmenwechsel unterstellt hin zu einer stärkeren Nutzerfinanzierung. Dies schlägt sich in einer allgemeinen Straßenbenutzungsgebühr für Pkw in Höhe von 5 ct/km (Preisstand 2019) im Jahr 2040 nieder. Auch beim Parken wurden in den Kommunen maßgebliche Preisanstiege unterstellt.
- » Zulässigkeit und Implementierung von Nullemissionszonen in Städten (**Prämissen 10-2**):
Zum heutigen Stand können die Kommunen keine Nullemissionszonen für ihre Innenstädte definieren. Die Prognose unterstellt eine entsprechende Freigabe und in der Konsequenz auch eine Umsetzung durch die Kommunen.
- » Anteile der Antriebsarten bei Neuzulassungen und im Bestand, sowohl für Pkw als auch für Lkw:
Verkehrlich und aus Sicht der Klimawirkungen des Verkehrs ist die Entwicklung der Antriebsartenstruktur eine entscheidende Größe. Sowohl bei den Pkw als auch bei den Lkw wurde hier keine Trendfortschreibung unterstellt, sondern die Prognose geht vielmehr von einer erheblichen Beschleunigung bei der Durchdringung der Bestände mit alternativen Antriebsarten aus. Beim Lkw setzt diese Entwicklung etwas später ein als beim Pkw, verläuft dann aber umso dynamischer.

Bereits aus dieser Auswahl – die sich noch beliebig fortführen ließe, beispielsweise mit den Themen Folgen der COVID-19-Pandemie, Homeoffice und Deutschlandticket – wird deutlich, dass im Rahmen der Basisprognose 2040 keine Trendfortschreibung erfolgt ist, sondern dass unter Berücksichtigung diverser über die bereits begonnenen und absehbaren Entwicklungen hinaus Rahmenbedingungen unterstellt wurden, die aus der Vergangenheit bestehenden Trends entgegenwirken.

Dies wird sodann auch im Prognoseergebnis sichtbar, in dem sich die Wachstumsdynamik im Luftverkehr massiv reduziert, der MIV in seiner Entwicklung nurmehr stagniert und sich das Verkehrswachstum im Personenverkehr ausschließlich im Umweltverbund (Eisenbahn, ÖSPV, Fahrrad) abspielt.

Auf zweierlei soll zum Abschluss dieses Themas noch hingewiesen werden: Einige der oben genannten Punkte betreffen durch die Verkehrspolitik zu setzende Rahmenbedingungen. Aufgabe der Basisprognose 2040 ist hierbei weder eine Politikberatung noch eine Vorfestlegung. Vielmehr war es das Ziel der Prämissendefinition, einen in sich schlüssigen und einen „Absehbaren Weg“ beschreibenden Kranz von Annahmen zu definieren, der das Jahr 2040 abbildet. Zweitens wird durch die Aufzählung deutlich, dass die verkehrspolitische Steuerung nicht allein durch den Bund erfolgen kann, sondern dass eine Mitwirkung insbesondere der kommunalen Ebene zwingend erforderlich ist, um die in der Basisprognose beschriebene Situation herbeizuführen. Der Einfluss des Bundes ist – insbesondere im Rahmen der Infrastrukturplanung – auf die von ihm zu verantwortenden und zu gestaltenden Netzelemente beschränkt (Bundesfernstraßen, Bundesbahnen, Bundeswasserstraßen).

2 Grundlagen

2.1 Allgemeine Festlegungen für den Personen- und Güterverkehr

2.1.1 Betrachtete Verkehre

Die Verkehrsprognose 2040 umfasst jeweils für das Basisjahr 2019 und das Prognosejahr 2040 den gesamten auf Deutschland bezogenen Personen- und Güterverkehr aller Verkehrszweige, das heißt

- » im Straßenverkehr,
- » im Schienenverkehr,
- » im Luftverkehr,
- » im Seeverkehr,
- » im Wasserstraßenverkehr und
- » im nichtmotorisierten Personenverkehr (Personenverkehr, zu Fuß und Fahrrad).

In dieser Prognose ist erstmalig der Personen-Wasserverkehr – motorisiert und nicht-motorisiert – enthalten. Wie auch in der Vergangenheit ist der nicht-motorisierte Verkehr zu Fuß und mit dem Fahrrad ebenfalls Gegenstand der analytischen und prognostischen Arbeiten.

Dabei sind die Verkehrsaufkommen in der Einheit der Personenfahrten bzw. transportierten Gütergewichte (Tonnen) erfasst. Die Umrechnung in Fahrzeuge (Kfz-Aufkommen, Zugfahrten, Schiffsfahrten) erfolgt zum einen im Rahmen der Prognose der Klimawirkungen und zum anderen im Rahmen der Verkehrsumlegungen in den Fachteilen 3 (Straßenverkehr), 4 (Eisenbahnverkehr) und 5 (Wasserstraßenverkehr). Die Verkehrsleistung, also die Personenfahrten nach Fahrtentfernung bzw. das Transportaufkommen nach Transportentfernung, werden anhand der in Verkehrsverflechtungsmatrizen erfassten Verkehrsströme zwischen Quelle und Ziel nach der Netzentfernung (Anteil auf deutschem Territorium) 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 Gebietsfremden enthalten, soweit sie im Binnenverkehr, 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, im grenzüberschreitenden Verkehr und im Transitverkehr.

Sachlich ist es zwingend, dass sich die Prognosen auf die gesamten Relationen einschließlich der im Ausland zurückgelegten Streckenanteile beziehen. Ausgewiesen wird jedoch fragestellungsgemäß immer die Territorialeistung, das heißt die innerhalb des Gebiets der Bundesrepublik Deutschland erbrachten Strecken der deutschen Wohnbevölkerung bzw. Versender wie auch der Gebietsfremden.

Folgende Ausnahmen bei der Erfassung des Verkehrs sind zu beachten:

- » Beim Güterverkehr sind die Transporte in Rohrfernleitungen nicht ausgewiesen.
- » Ferner wurde im Güterverkehr wie in der amtlichen Statistik das Transportaufkommen von Lastkraftwagen bzw. Kombinationskraftwagen bis einschließlich 3,5 t Nutzlast, was näherungsweise einem zulässigen Gesamtgewicht von 7,5 t entspricht, nicht erfasst (Wirtschaftsverkehr). Die sich aus diesen Transporten ergebende Fahrleistung wurde aber nachfolgend im Rahmen der Straßenverkehrsumlegung (Fachteil 3) ermittelt und bei der Berechnung der Klimawirkungen des Verkehrs berücksichtigt.

- » Für den Seehafenhinterlandverkehr sind in den Verkehrsverflechtungsmatrizen die Verkehre zwischen Hafen und Hinterlandregion dargestellt, die eigentliche Herkunfts-/Endbestimmung der Transporte, z. B. Mitteleuropa oder Fernost, ist in den Matrizen nicht abgelegt. Transporte zwischen Häfen und Hinterland sind somit vollständig erfasst, auch wenn Häfen und/oder das Hinterland im Ausland liegen, sofern deutsches Territorium berührt wird. Der Transshipment- / Feederverkehr in den Häfen, z. B. Seetransporte von Skandinavien nach Hamburg Hafen, die in Hamburg auf andere Schiffe nach Übersee umgeladen werden, wird hier nicht erfasst.
- » Ähnliches gilt für den Luftverkehr. Hier sind alle Verkehre von, nach und innerhalb Deutschlands bezogen auf Herkunfts- und Endziel erfasst, wodurch sich der Umsteiger- sowie der "Transitverkehr" (in der Luftverkehrsstatistik: Passagiere, die nur zwischen Landen, aber nicht umsteigen) in den Verkehrsverflechtungsmatrizen nicht wiederfindet. Entsprechend dem Territorialprinzip gehen in die personenkilometrischen Verkehrsleistungen des Luftverkehrs die jeweils rechnerisch über deutschem Territorialgebiet per Luftlinie in Richtung Flugziel zurückgelegten Flugentfernungen ein. Wie bei den Häfen werden grundsätzlich auch die relevanten Ströme in den jeweiligen Landverkehrsmitteln zwischen Quelle bzw. Ziel und den Ein- bzw. Ausstiegslughäfen erfasst. Der Luftfrachtverkehr ist separat ausgewiesen und in der Prognose der Klimawirkungen des Verkehrs berücksichtigt.
- » Im Gegensatz zur Verkehrsprognose 2030 und der Gleitenden Langfrist-Verkehrsprognose 2021-2022 wird in der Verkehrsprognose 2040 erstmals auch der Personenschiffsverkehr berücksichtigt. Gemäß der Zuständigkeit des Bundes (Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV)) beschränkt sich die Erfassung der Verkehrsverflechtungen im Personenverkehr auf dem Wasser auf die Binnenschifffahrt auf Bundeswasserstraßen und die Seeschifffahrt auf Seeschiffahrtsstraßen im deutschen Hoheitsgebiet.

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 Nomenklatur der Verkehrszellen sind für Personen- und Güterverkehr sowie alle Fachteile einheitlich. Auch die Wirtschaftsprognose wurde auf dieser Ebene vorgenommen.

Ausgewiesen bzw. in den an das BMDV übergebenen Verkehrsverflechtungsmatrizen enthalten sind die Verkehrsströme in der im Folgenden dargestellten Gliederung. Weitere Informationen zu den Verkehrszellen können Band 1 (Gesamtüberblick) entnommen werden.

2.1.2.1 Räumliche Differenzierung in Deutschland

In Deutschland basiert die Einteilung der Verkehrszellen auf „Feinzellen“, das sind 1.608 Landzellen sowie zusätzliche Flughafenzellen, Seehafenzellen und Inselzellen.

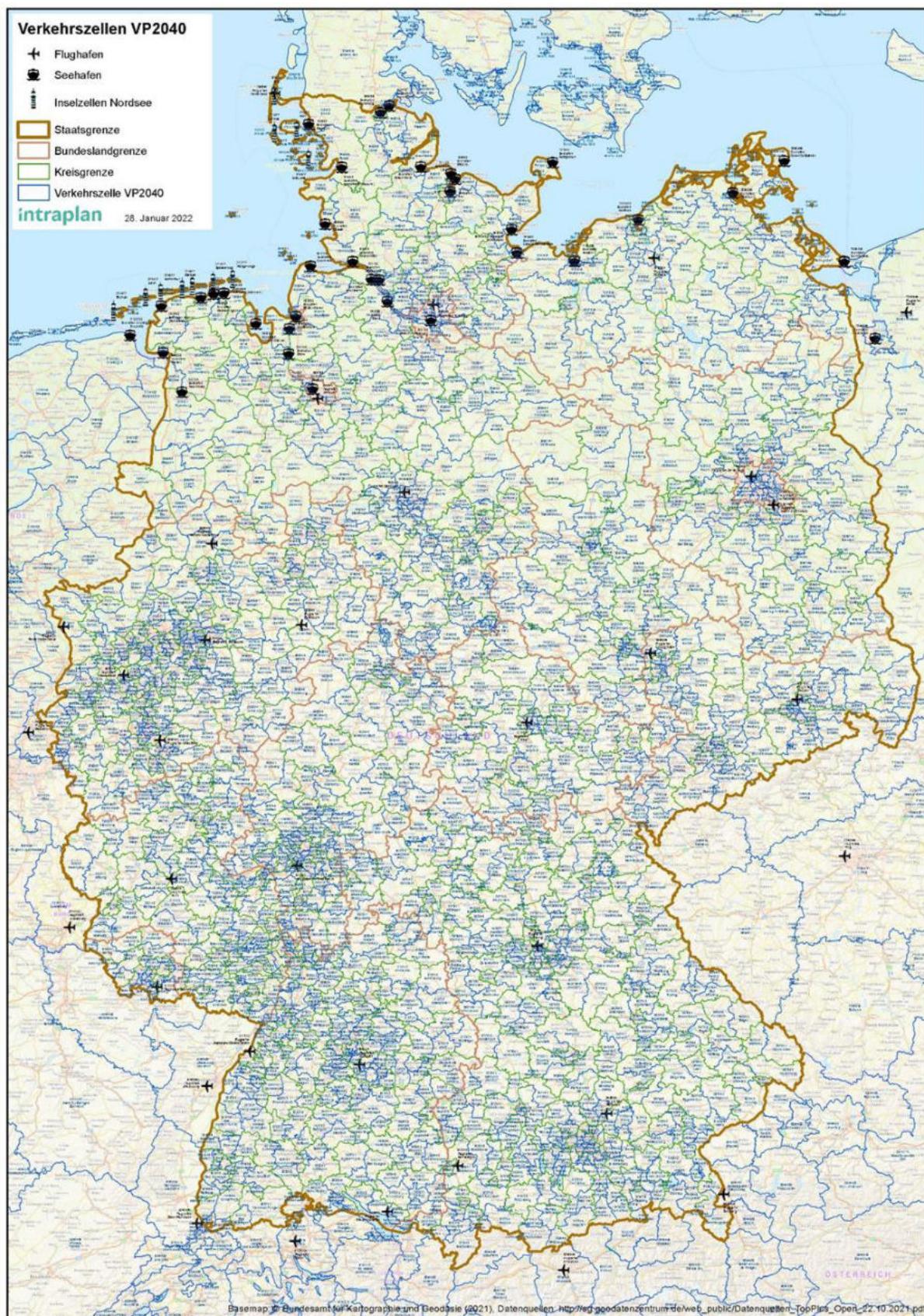


Abbildung 2-1

Verkehrszelleneinteilung in Deutschland

Datenquelle:

http://sg.geodatenzentrum.de/web_public/Datenquellen_TopPlus_Open_22.10.2021.pdf

2.1.2.2 Räumliche Differenzierung im Ausland

Die Verkehrszelleneinteilung für die Verkehrsprognose 2040 umfasst ganz Europa. Die Zelleinteilung im Ausland ist generell nicht so fein und detailliert wie in Deutschland, in den grenznahen Bereichen jedoch noch kleinräumig, mit zunehmender Entfernung von Deutschland wird sie immer größer.

Die **Abbildung 2-2** veranschaulicht die Verkehrszelleneinteilung im europäischen Ausland. Diese umfasst 170 Verkehrszellen zzgl. 16 Flughafenzellen und 17 Seehafenzellen. In der Abbildung gut ersichtlich ist das steigende Aggregationsniveau der Verkehrszellen mit zunehmender Entfernung von der deutschen Grenze.

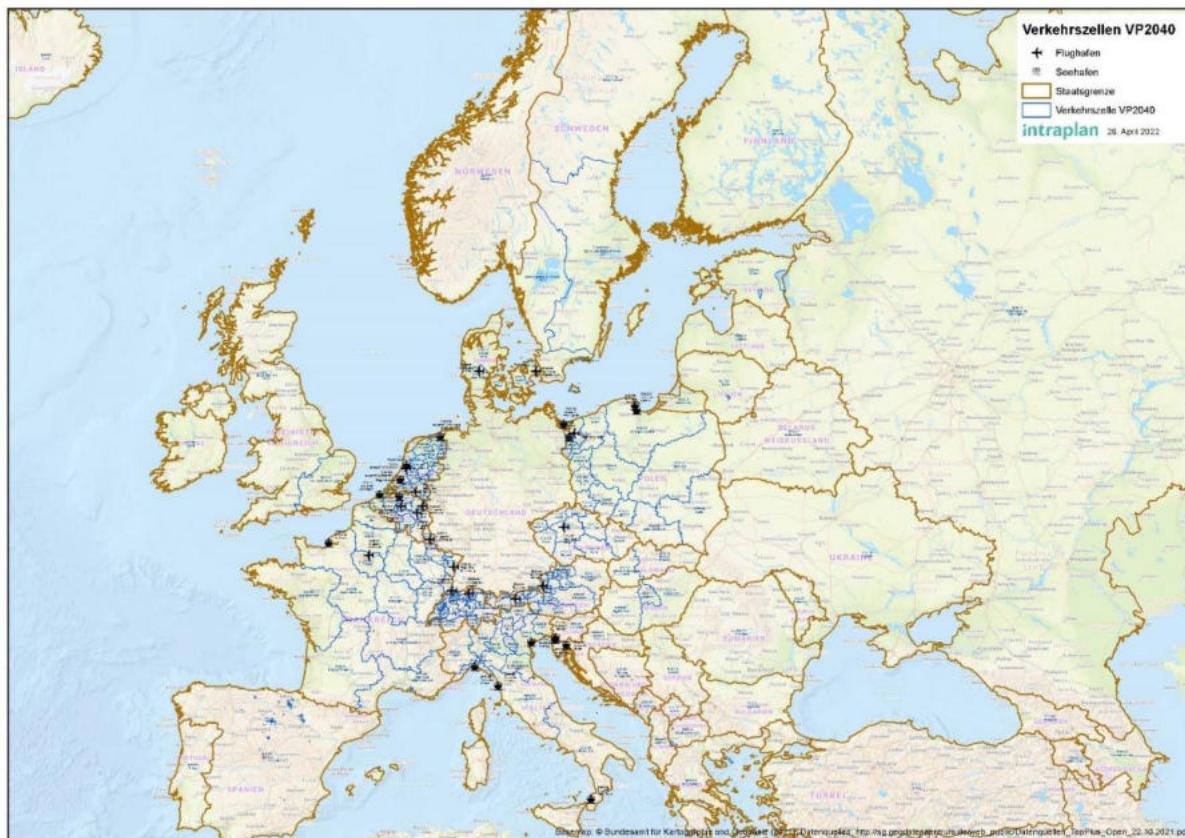


Abbildung 2-2

Auslandsverkehrszellen Europa

Datenquelle:

http://sg.geodatenzentrum.de/web_public/Datenquellen_TopPlus_Open_22.10.2021.pdf

Abbildung 2-3 zeigt die Verkehrszelleneinteilung im grenznahen Ausland im Detailausschnitt.



Abbildung 2-3

Auslandsverkehrszenellen im grenznahen Bereich

Datenquelle:

http://sg.geodatenzentrum.de/web_public/Datenquellen_TopPlus_Open_22.10.2021.pdf

2.1.3 Verkehrsverflechtungsmatrizen für die Analyse 2019 auf empirischer Basis

Die Verkehrsverflechtungsmatrizen für den Personenverkehr basieren auf Modellrechnungen, die mit zahlreichen empirischen Datenquellen abgeglichen wurden. Die Matrizen im Güterverkehr wurden so weit möglich auf Basis empirischer Daten erstellt und durch Modellrechnungen ergänzt, da im Güterverkehr, die amtliche Statistik nationale und europäische Transportströme mit Quelle und Ziel stichprobenbasiert erfasst, hochrechnet und aggregiert zur Verfügung stellt.

Anders als im Güterverkehr besteht im Personenverkehr keine umfassende Datengrundlage zu den Quelle-Ziel-Verkehrsströmen auf empirischer Grundlage. Daher wurde die Verflechtungsmatrix 2019 der Verkehrsprognose 2040 größtenteils auf der Basis von Modellrechnungen bestimmt. Jedoch wurde eine Reihe von empirischen Datengrundlagen, die Verkehrsverflechtungen für Teilbereiche oder auf aggregiertem Niveau enthalten oder aus denen sich Verkehrsverflechtungen ermitteln lassen, direkt berücksichtigt, wie etwa die Pendlermatrix der Bundesagentur für Arbeit (BA). Außerdem wurden Mobilfunkdaten von Teralytics, sogenannte Mobile Network Data (MND), sowie die von Fachteil 3 (Straßenverkehrsprognose) zugelieferten Erkenntnisse auf Basis der SVZ-Fortschreibung 2019 und der SVZ 2021 der BASt verwendet. Die BA- sowie MND-Daten wurden bei der Ermittlung der Personenverkehrsverflechtungen direkt berücksichtigt, die SVZ-Daten zur Kalibrierung des Modells verwendet.

Die direkte Berücksichtigung empirischer Daten bei der Matrix-Erstellung 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 umfassende Verflechtungsmatrix per Modell zu erstellen, unweigerlich auftreten müssen.

Die für das Analysejahr 2019 erstellten Matrizen wurden mit den Sollwerten der Verkehrsstatistik kalibriert (siehe **Kapitel 4.1**).

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 und
 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 Bundesverkehrswegeplanung bzw. der Verkehrsprognose 2030 weiterentwickelt hat.

Dabei wurden unter anderem

- » der Zusammenhang zwischen Wirtschaftsentwicklung und Nachfrage im Personen- und Güterverkehr,
- » der Einfluss sozio-ökonomischer und politischer Rahmenbedingungen auf die Struktur der nationalen und internationalen Verkehrsnachfrage,
- » das Verkehrsverhalten der Akteure (z. B. Preiselastizitäten, Produktions- und Distributionsstrukturen),
- » der Zusammenhang zwischen Verkehrsangebot und Verkehrsabläufen sowie

» 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 künftig neben der Basisprognose 2040 weitere Szenarien mit veränderten Rahmenbedingungen berechnet werden können.

2.1.5 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 2019 erfasst und unter Berücksichtigung der feinräumigen Entwicklung der sozio-ökonomischen und sozio-demographischen Daten an den Quellen und den Zielen und der Entwicklung der Verkehrsangebote sowie der Nutzerkosten zwischen den Quellen und den Zielen auf das Prognosejahr hochgerechnet wurden. Das Prognoseergebnis ist eine Quelle-Ziel-Matrix für das Prognosejahr 2040. 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 2009, der COVID-19-Pandemie 2020 ff. 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 letztere 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 entspräche, sondern erst die Ergebnisse des Abstimmungsprozesses zwischen Makro- und Mikroprognose ergeben das endgültige Prognoseergebnis als Synthese. Es handelt sich also bei der Verkehrsentwicklungsprognose 2040 um eine Kombination von Top-down- und Bottom-up-Ansätzen.

2.1.6 Intermodale Wege- bzw. Transportketten

Intermodale Wege- und Transportketten sind bezüglich ihrer Verkehrs- bzw. Transportleistung eindeutig abgedeckt. Bei der Beschreibung ihres Aufkommens ist jedoch zu beachten, dass eine Mehrfachzählung nur dort erfolgen darf, wo dies sachlich geboten ist und/oder in der Verkehrsstatistik ebenfalls so gehandhabt wird. Bei diesen intermodalen Wege- bzw. Transportketten im Prognoseprozess handelt es sich z. B. um die Wegekette Luftverkehr - Flughafen-Zubringerverkehr oder die Transportkette Seeverkehr – Hafen hinterlandverkehr. Bei dieser Art von Wege- bzw. Transportketten wurde der luft- bzw. seeseitige Hauptweg gesondert erfasst, wobei die Flughäfen bzw. Häfen als "singuläre Verkehrserzeuger" innerhalb ihrer jeweiligen Verkehrszellen behandelt werden, von denen "Sternmatrizen" ausgehen. Für Wegeketten mit luftseitigem Hauptweg bedeutet dies, dass sich die intermodale (das heißt gesamte) Verkehrsleistung (Personenkilometer) sowohl aus den Luftverkehrsanteilen als auch den jeweiligen Zu- und Abbringer-Verkehren mit Landverkehrsmitteln

zusammensetzt, während in Analogie mit der statistischen Verkehrserfassung zusätzlich zum luftseitigen Verkehrsaufkommen (Personenfahrten) im Luftverkehr das Aufkommen in den Landverkehrsmitteln zusätzlich gezählt wird.

Bei den übrigen Verkehrsströmen machen unimodale Verkehrsströme den weitaus größten Teil des Verkehrs aus.

Generell wurden die intermodalen Verkehrs- bzw. Transportketten zur Vermeidung von Doppelzählungen und in Analogie zur Verkehrsstatistik in folgender Hierarchie definiert und in den Verkehrsverflechtungsmatrizen im Hauptweg abgelegt:

Personenverkehr:

- » MIV – Bahn: Hauptverkehrsmittel Bahn
- » ÖSPV – Bahn: Hauptverkehrsmittel Bahn
- » Fuß/Rad – Bahn: nicht berücksichtigt (Zubringerwege liegen in der Regel innerhalb einer Verkehrszeile)
- » Landverkehrsmittel – Luft: Erfassung sowohl der Reise mit dem Hauptverkehrsmittel Luft als auch der landseitigen Zu-/Abbringerwege als eigenständige Personenfahrten

Güterverkehr:

- » Straße – Bahn: Für Verkehre im Kombinierten Verkehr (KV), die im Hauptlauf per Bahn erfolgen, wurde ein Straßenvor- und -nachlauf berücksichtigt.
- » Straße – Binnenschiff: Für Verkehre im Kombinierten Verkehr (KV), die im Hauptlauf per Binnenschiff erfolgen, wurde ebenfalls, soweit erforderlich, ein Straßenvor- und -nachlauf berücksichtigt.

Die modalen Netze aus den Fachteilen 3, 4 und 5 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 Fachteilen 3, 4 und 5.

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

1. für den Istzustand 2019 zur Überprüfung und Kalibrierung der Verkehrsverflechtungsmatrizen sowie der Verkehrsnetze
2. für die Prognose 2040 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 Verkehrsverflechtungsmatrizen für 2019 auf die Verkehrsnetze umgelegt und überprüft, inwieweit die gezählten und die umgelegten Verkehrsmengen übereinstimmen. Gleichzeitig wurden hier die für die Umlegung erforderlichen Arbeitsschritte (z. B. Matrix-Disaggregation, Umrechnung in Fahrzeuge, Umlegungsalgorithmus²) justiert.

Bei letzterem wurden zunächst mit Hilfe der Modelle "initiale Widerstände" (Fahrzeiten, Fahrtentfernung, Kosten) bei einer pauschal hochgerechneten 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 die Prognosenetze umgelegt und dabei die Verkehrsqualität

² Siehe hierzu die entsprechenden Beschreibungen in den Berichten der Fachteile 3, 4 und 5

lastabhängig ermittelt. Daraus ergaben sich 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 im Personenverkehr

Das Personenverkehrsaufkommen ist als die Anzahl der zurückgelegten Personenwege bzw. -fahrten 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 Verkehrsstatistik, hier "**Verkehr in Zahlen**"³, auf die die Eckwerte des Personenverkehrsaufkommens der Matrix des Personenverkehrs hochgerechnet werden, Doppel erfassungen durch Umsteigevorgänge zwischen den Verkehrsmitteln enthalten. Diese Ungenauigkeit muss in Kauf genommen werden, wenn die offizielle Verkehrsstatistik herangezogen wird, was aus Konsistenzgründen sinnvoll bzw. im Hinblick auch auf andere Verkehrsstudien insgesamt erforderlich ist.

Wie schon in **Kapitel 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 Gebietsfremden enthalten, soweit sie im Binnenverkehr, im Verkehr zwischen Deutschland und dem Ausland oder im Durchgangsverkehr das Territorium der Bundesrepublik Deutschland berühren⁴.

Die Verkehrsverflechtungsmatrizen enthalten bei grenzüberschreitenden Personenfahrten sowie beim Durchgangsverkehr auch ausländische Quellen und Ziele. Im Bericht wird aber fragestellungsgemäß nur die Territorialeistung (Verkehrsleistung auf dem Territorium Deutschlands) ausgewiesen.

Die Verkehrsverflechtungsmatrix ist nach den folgenden sechs Verkehrsmitteln unterschieden:

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

Dabei wird beim Fußgängerverkehr aufgrund der geringen durchschnittlichen Entfernung vereinfachend angenommen, dass dieser nur innerhalb der Verkehrszellen stattfindet. Beim Luftverkehr sind, wie oben beschrieben, alle Flugreisen mit Quelle und/oder Ziel in Deutschland als Quelle-Ziel-Matrix erfasst,

³ Hrsg.: Bundesministerium für Digitales und Verkehr: Verkehr in Zahlen, erscheint jährlich

⁴ Im Luftverkehr sind Überflüge ohne Bezug zu deutschen Flughäfen hiervon ausgenommen.

wobei die Zu- und Abbringer-Verkehre von und zu den Flughäfen (auch) in den relationsbezogenen Aufkommenswerten der jeweiligen Landverkehrsmittel enthalten sind.

Diese Gliederung nach den Verkehrsmitteln gilt für den Hauptweg der Verkehrsströme. Für die Verkehrsmittelkombinationen gilt bei der Zuordnung zu den Hauptverkehrsmitteln zur Vermeidung von Doppelzählungen folgende Hierarchie (unabhängig von der Reihenfolge der Nutzung):

Verkehrsmittelkombination	zugeordnet zum Hauptverkehrsmittel
MIV/Bahn	Bahn
ÖSPV/Bahn	Bahn
MIV/Luft	Luft + MIV (von/zum Flughafenstandort)
Bahn/Luft	Luft + Bahn (von/zum Flughafenstandort)
MIV/ÖSPV	ÖSPV
Fahrrad/andere Verkehrsmittel	jeweils anderes Verkehrsmittel
Fuß/andere Verkehrsmittel	jeweils anderes Verkehrsmittel

Tabelle 2-1 Zuordnung von Verkehrsmittelkombinationen auf das Hauptverkehrsmittel

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 Verkehrsverflechtungsmatrizen sind weiterhin nach den Fahrtzwecken

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

unterschieden.

Die Fahrtzwecke sind folgendermaßen definiert:

- » Der Berufsverkehr bzw. "Fahrtzweck Arbeit" umfasst die 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.
- » 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 ("Countryside")
 - "Bildungsreisen" ("Touring")
 - "Städte und Veranstaltungen", z. B. Fußball-WM ("City/Event")
 - Sportreisen, z. B. Skilauf ("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 von (Tages-) Fahrten am Urlaubsort,
 - 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 Verweildauer,
 - 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) und
 - Fahrten zum Bringen und Holen ("Begleitung").

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

2.2.2 Verkehrsnachfragemodell für den Personenverkehr (für die Analyse und Prognose)

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

- a) Verkehrserzeugung
- b) Verkehrsverteilung und
- c) Verkehrsmittelwahl.

Der vierte Teil eines "klassischen" Vierstufenmodells, die Verkehrsumlegung, ist Aufgabe der verkehrsmittelspezifischen Fachteile 3 (hier MIV) und 4 (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 sowie weitere Details werden im Methodenbericht beschrieben. Die in der Verkehrsprognose 2040 Teil 2 verwendete Methodik ist ausführlich im angegliederten **VP2040-Band 6.2 M** beschrieben. An dieser Stelle wird kurz das Vorgehen mittels einer Makro- und einer Mikroprognose und der aus diesen beiden erstellten Synthese erläutert.

2.2.2.1 Makroprognose für den Personenverkehr

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

- » Beruf,
- » Ausbildung,
- » Einkauf,
- » Geschäft,
- » Urlaub sowie
- » Privat

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 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 im Wesentlichen zu modalen Verlagerungen, im Freizeitverkehr dagegen auch zu einem Rückgang des gesamtmodalen Verkehrs.

Zunächst wird pro Fahrtzweck das gesamtmodale Aufkommen prognostiziert. Dabei gehen zunächst die jeweiligen Nachfragepotentiale (Einwohner, Erwerbstätige) und die gesamtwirtschaftlichen Einflussgrößen (in der Regel die verfügbaren Einkommen bzw. die privaten Konsumausgaben) ein. Konkret werden die Fahrtenhäufigkeiten, das heißt die Anzahl der pro Person zurückgelegten Fahrten, zum einen über Trendanalysen und zum anderen, wenn sinnvoll (alle Fahrtzwecke mit Ausnahme des Berufs- und des Ausbildungsverkehrs), über Regressionen mit den genannten Einflussfaktoren bestimmt. Die gesamtmodale 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 Veränderungen der Angebote der anderen Verkehrsarten, soweit sie in der deutschlandweiten Nachfrage spürbar sind, z. B. die Inbetriebnahme von neuen Hochgeschwindigkeitsstrecken im Schienenfernverkehr,
- » preislichen (Nutzerkosten)
- » und ggf. administrativen (erneut, soweit deutschlandweit spürbar, z. B. Fahrverbote für bestimmte Pkw-Segmente in Großstädten, Verbote von Verbrennungsmotoren ab einem bestimmten Zeitpunkt u. ä.)

Einflussfaktoren ein. Sie alle besitzen in den einzelnen Fahrtzwecken eine erheblich 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 geht hier auch der Trendverlauf des Modal-Split, das heißt die Ist-Entwicklung in der (jüngeren) Vergangenheit, ein. Aus alledem resultiert das über die Fahrtzwecke aggregierte Beförderungsaufkommen der einzelnen Verkehrsarten.

Zwischen diesem und dem gesamtmodalen Verkehr bestehen erheblich höhere Wechselbeziehungen als im Güterverkehr. Zum Beispiel 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:

- » Motorisierter Individualverkehr: Pkw-Bestand, private Konsumausgaben, Kraftstoffpreis
- » ÖSPV: Private Konsumausgaben, Erwerbstätige, ÖPNV-Preisindex
- » Eisenbahnverkehr: Private Konsumausgaben bzw. BIP (Geschäftsverkehr, SPFV), Erwerbstätige (SPNV), ÖPNV-Preisindex
- » Luftverkehr: Private Konsumausgaben, BIP, Außenhandel Deutschlands (als Proxy für den internationalen Geschäftsreiseverkehr), 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 sinnvoll, nur eine der beiden zu verwenden. Dennoch hat es sich als sinnvoll erwiesen, beide Größen heranzuziehen. Die statistische Korrelation wird insbesondere in Jahren mit starken konjunkturellen (Ab- oder Aufschwung-)Bewegungen erhöht, wenn sich die durchschnittliche Fahrzeugfahrleistung (pro Pkw) entsprechend den sinkenden bzw. überdurchschnittlich steigenden Konsumausgaben entwickelt, was allein durch die Entwicklung des Pkw-Bestands nicht abgebildet wird.

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. 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, indem die Mobilitätsraten des Basisjahrs 2019 konstant gehalten und auf die Altersgruppen des Prognosejahres bezogen werden.

2.2.2.2 Mikroprognose für den Personenverkehr

Zentrales Werkzeug zur Durchführung der Mikroprognose, das heißt der Prognose auf der Basis der Quelle-Ziel-Matrix, ist das Verkehrs nachfragermodell.

Neben den feinräumigen sozioökonomischen Veränderungen werden hier auch Infrastruktur- und Angebotsveränderungen berücksichtigt. Es ergeben sich hier Änderungen

- » durch Änderung bei den Kostenverhältnissen,
- » durch Änderungen bei den Reisezeitverhältnissen und
- » durch unterschiedliches Verkehrswachstum in den einzelnen Regionen.

Die Berechnungen für die Prognose erfolgen mit dem Nachfragermodell. Die Ergebnisse wurden in der kleinsten Einheit (Personenfahrten je Quelle-Ziel-Relation, Verkehrsmittel und Fahrtzweck) den entsprechenden Berechnungen für den Istzustand 2019 gegenübergestellt.

Details zur Methodik der Mikroprognose werden im Methodenbericht (siehe **VP2040-Band 6.2 M**) erläutert.

2.3 Güterverkehr

2.3.1 Entwicklung der Analysematrix 2019 für den Güterverkehr

2.3.1.1 Verkehrsträger, Verkehrsaufkommen und Verkehrsleistung im Güterverkehr

Im Güterverkehr unterscheiden wir die Verkehre nach den drei Verkehrsträgern Schiene, Straße und Wasserstraße. Unter dem Begriff der Wasserstraße wird hier nur der Verkehr des Verkehrsträgers Binnenschifffahrt verstanden, der Verkehr in der Seeschifffahrt wird in **VP2040-Band 4.1 E** behandelt. Für die Umsetzung der Verkehre werden verkehrsträgerspezifisch die Verkehrsmittel Güterzug, Lkw, Binnenschiff eingesetzt.

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“⁵). Behälter im Kombinierten Verkehr sind

- » Container, und
- » Wechselbehälter sowie Trailer 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 enthalten, die das Territorium der Bundesrepublik Deutschland berühren, das heißt 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 nur die Territorialleistung dargestellt, das heißt nur die auf dem Gebiet der Bundesrepublik Deutschland erbrachten Gütertransportleistungen ohne Streckenanteile im Ausland. Die Gesamtleistung, das heißt inklusive Streckenanteilen im Ausland, ist jedoch durch die Verkehrsumlegungen bestimmbar.

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 Seehafen- und Luftfracht-Hinterlandverkehr betrifft, werden hier ausschließlich die Verkehrsströme zwischen den relevanten in- und ausländischen See- und Flughäfen sowie den landseitigen Quell- und Zielgebieten betrachtet. Das heißt, die see- und luftseitigen Quellen und Ziele werden hier im Gegensatz zu **VP2040-Band 4.1 E** nicht berücksichtigt.

2.3.1.2 Güterabteilungen

Die Gliederung des Güterverkehrs orientiert sich an den 20 Güterabteilungen der NST2007⁶, wurde aber im Massengutbereich 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

⁵ 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.

⁶ 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

NST2007 Güterabteilungen ist in **Tabelle 2-2** dargestellt. Die hier für die Prognose gewählten Gütergruppen werden im Folgenden als NST2007 Gütergruppen bezeichnet.

Gütergruppe	Gütergruppen-Bezeichnung	NST2007 Güter- abteilung	Bezeichnung der NST200 Güterabteilung	NST2007 Güter-gruppe
10	Land- und forstwirtschaftliche Erzeugnisse: Erzeugnisse der Landwirtschaft, Jagd und Forstwirtschaft; Fische und Fischereierzeugnisse	1	Erzeugnisse der Landwirtschaft, Jagd und Forstwirtschaft; Fische und Fischereierzeugnisse	01.1 - 01.B
21	Steinkohle			Teil von 02.1
22	Braunkohle	2	Kohle; rohes Erdöl und Erdgas	Teil von 02.1
23	Erdöl und Erdgas			02.2 - 02.3
31	Erze	3	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	4	Nahrungs- und Genussmittel	04.1 - 04.9
50	Textilien und Bekleidung; Leder und Lederwaren	5	Textilien und Bekleidung; Leder und Lederwaren	05.1 - 05.3
60	Holzwaren, Papier, Druckerei Holz sowie Holz-, Kork- und Flechtwaren (ohne Rohholz und Möbel); Papier, Pappe und Waren daraus; Verlags- und Druckerzeugnisse, bespielte Ton-, Bild- und Datenträger	6	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	7	Kokereierzeugnisse und Mineralölerzeugnisse	45298
72	Mineralölerzeugnisse			07.2 - 07.4
80	Chemische Erzeugnisse und Chemiefasern; Gummi- und Kunststoffwaren; Spalt- und Brutstoffe	8	Chemische Erzeugnisse und Chemiefasern; Gummi- und Kunststoffwaren; Spalt- und Brutstoffe	08.1 - 08.7
90	Sonstige Mineralerzeugnisse	9	Sonstige Mineralerzeugnisse	09.1 - 09.3
100	Metalle und Metallerzeugnisse 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, Abfälle 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	Umzugsgut und sonstige nichtmarktbestimmte Güter 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
(Fortsetzung der Tabelle auf der nächsten Seite)				
190	Gutart unbekannt 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

Tabelle 2-2

Gütergruppendifferenzierung in der Verkehrsprognose 2040 nach NST2007 und Zusammenhang zu den Güterabteilungen der NST2007

Quelle: Statistischen Bundesamt, NST-2007; Einheitliches Güterverzeichnis für die Verkehrsstatistik – 2007, insbesondere Tabelle 5: Umsteigeschlüssel zwischen NST/R und NST-2007, Wiesbaden, August 2008

2.3.1.3 Aufbau der Analysematrix 2019 und hierfür verwendete Daten

Die Verkehrsprognose 2040 basiert auf eine relations- und gütergruppenspezifische Verkehrsverflechtungsmatrix des Jahres 2019 (Analysejahr bzw. Basisjahr). Die Aufbereitung für den Analysezustand 2019 beinhaltet die Erstellung der Verflechtungsmatrizen

- » der Wasserstraße (Binnenschifffahrt)
- » des Straßengüterverkehrs
- » des Schienengüterverkehrs und

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 Verkehrsfragemodell eingesetzt wird, basiert die Analysematrix im Güterverkehr weitgehend auf Daten des Statistischen Bundesamtes (Statistisches Bundesamt) bzw. des Kraftfahrt-Bundesamtes (KBA), die in der übermittelten Detailtiefe weitgehend unveröffentlicht sind.

Daten der Wasserstraße und der Schiene stehen prinzipiell als Verflechtungsmatrix zwischen Häfen (Wasserstraße) bzw. Kreisen bei der Schiene (in Deutschland; im Ausland sind es unterschiedliche NUTS-Aggregate) und Gütergruppen zur Verfügung. Da die Daten größere Lücken haben und nicht in der benötigten Verkehrsverflechtungsstruktur von den statistischen Datenämtern geliefert werden können, waren zusätzlich erhebliche Arbeiten erforderlich, die im Methodenbericht ausführlich beschrieben werden.

Bei der Erstellung der Verflechtungsmatrizen ist auf eine größtmögliche Konsistenz zur Amtlichen 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. Bereit gestellt wurden vom KBA mehrere Sonderauswertungen der Publikationen, die über einen Top-Down-Ansatz⁷, schrittweise zu einer Verkehrsverflechtungsmatrix disaggregiert wurden. Modellrechnungen werden dabei nur dort eingesetzt, wo es unbedingt notwendig ist.

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

- » Versandverkehrszelle (Seehäfen werden hierbei als eigene Verkehrszellen ausgewiesen)
- » Empfangsverkehrszelle (Seehäfen werden hierbei als eigene Verkehrszellen ausgewiesen)
- » Gütergruppen (oder -abteilungen) der NST2007 (die genutzte Gütergruppendifferenzierung kann **Tabelle 2-2** entnommen werden)

Ausgewiesen wird jeweils das Transportaufkommen in t (Tonnen) sowie die auf dem Gebiet der Bundesrepublik Deutschland erbrachte Territorialleistung in tkm (Tonnenkilometer).

Der Schienengüterverkehr wird zusätzlich nach folgenden Produktionssystemen gegliedert⁸:

- » Konventioneller Wagenladungsverkehr
- » Ganzzugsverkehr
- » Kombinierter Verkehr

⁷ 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 kleinstrukturelle 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.

⁸ Modellintern wird der konventionelle Wagenladungsverkehr nach Einzelwagenverkehren (EW) und Ganzzugverkehren (GZ) sowie der kombinierte Verkehr nach unbegleitetem kombiniertem Verkehr (UKV) und begleitetem kombiniertem Verkehr (Rollende Landstraße, RoLa) unterschieden.

» Rollende Landstraße.

Diese Aufteilung der Gesamtverkehrsmengen nach den Produktionssystemen in der Analysematrix 2019 erfolgt auf Basis interner und unveröffentlichter Daten der DB AG. Nach Anwendung der relations- und gütergruppenspezifischen Produktionsanteile wurden die so ermittelten Zwischenwerte an den Aufkommenswerten des Statistischen Bundesamtes für das Jahr 2019 angeglichen.

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
- » Daten der Bundesagentur für Arbeit zu den sozialversicherungspflichtig Beschäftigten nach Wirtschaftsabschnitten und Berufshauptgruppen
- » Verflechtungsmatrix des Seehafen- und Luftfrachthinterlandverkehrs aus **VP2040-Band 4.1 E** und **VP2040-Band 5.1 E** Innerhalb der Analysematrix üben die Seehafenhinterlandverkehre hinsichtlich ihrer Wachstumsdynamik und der Konzentration auf vereinzelte Knoten eine hohe Bedeutung aus. Keine der öffentlichen Statistiken der Schiene, der Wasserstraße und der Straße berücksichtigt den Seehafenhinterlandverkehr gesondert. Verkehre werden maximal auf Kreisebene dargestellt. Verkehre von und nach Hamburg können jedoch sowohl mit dem Hamburger Hafen als auch mit dem

Industrie- und dem Wirtschaftsstandort Hamburg 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 2019 gesondert auszuweisen und auch hochzurechnen. Gleiches gilt auch für den Luftfrachtverkehr, der von seiner Größenordnung jedoch deutlich kleiner ist.

Für die Modellierung der intermodalen Transportketten wurden die Hauptläufe per Bahn und Binnenschiff um die Vor- und Nachläufe des Lkw⁹ ergänzt. Dies stellt sicher, dass sich aus den Transportketten die Hauptläufe exakt reproduzieren lassen.

Die Modellierung selbst erfolgt 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 (den sogenannten Seehafenhinterlandcontainerverkehr) sowie den nicht maritimen mit Wechselbehältern und Trailern (den sogenannten kontinentalen kombinierten Verkehr) anders vorgegangen als für die Rollende Landstraße (RoLa).

Eine ausführliche Beschreibung der Aufbereitung der Güterverkehrsverflechtungsmatrix erfolgt im Methodenbericht (siehe **VP2040-Band 6.2 M**).

⁹ Gemäß Angebot wurden ausschließlich 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 vereinzelt auf und sind nicht die Regel. Für die Erfassung solcher Transportketten ist jedoch eine umfassende Verladerbefragung erforderlich, die im Rahmen dieser Arbeiten nicht vorgesehen waren.

2.3.2 Methodik der Prognose für den Güterverkehr

2.3.2.1 Modellmäßiges Vorgehen bei der Umsetzung der Güterverkehrsprognose

Das bei der Güterverkehrsprognose eingesetzte Prognosemodell berücksichtigt die

- » "exogene" Entwicklung aus wirtschaftlichen Strukturdaten (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 Güterverkehrsprognose ein Verkehrsfragemodell zu Grunde gelegt. Es besteht ebenfalls aus den Teilen

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

Der Gesamtprozess der Mikroprognose des Güterverkehrs ist in **Abbildung 2-4** dargestellt.

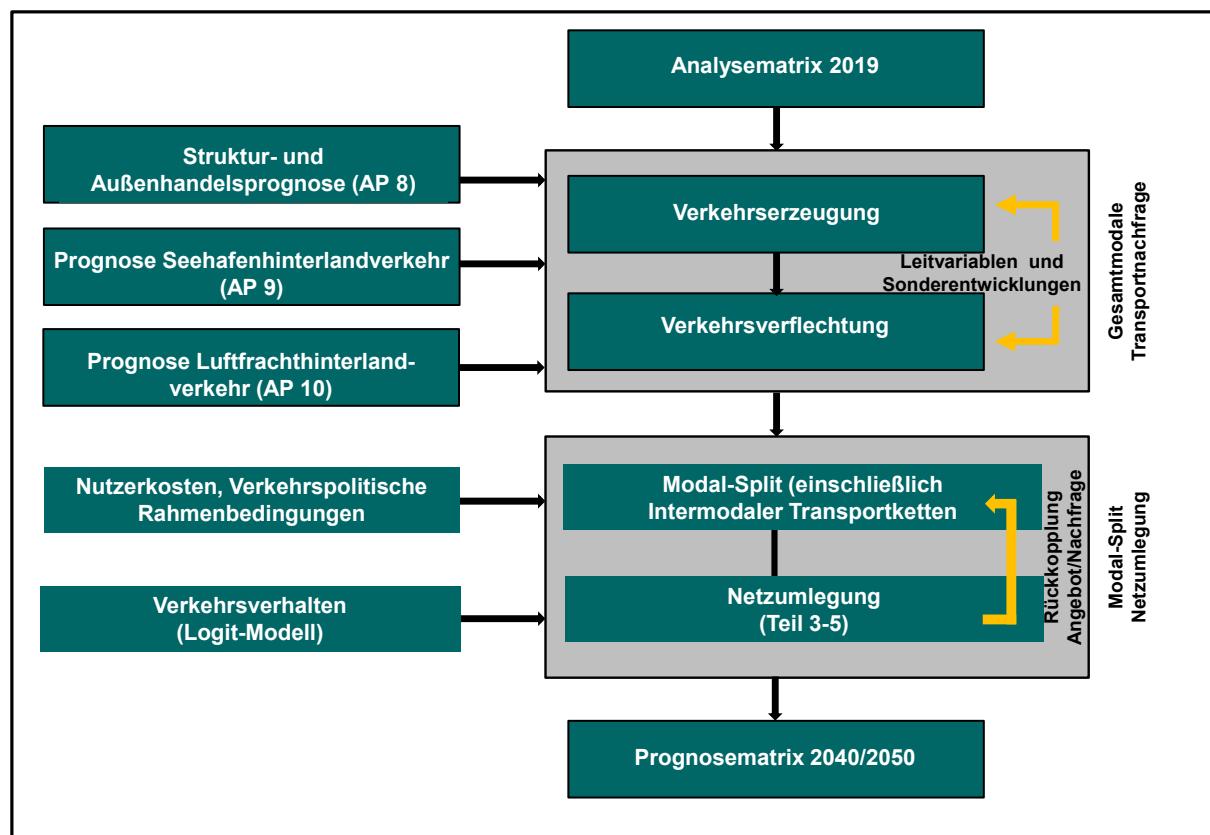


Abbildung 2-4

Struktur der Verkehrsprognose im Güterverkehr

Quelle: Eigene Darstellung

- » Ausgehend von den dargestellten Verkehrsverflechtungen im Analysejahr 2019 erfolgt auf Basis der Struktur- und Außenhandelsprognose im Rahmen der „Wirtschaftsprognose 2040“ (**VP2040-Band 3.1 E**) 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 und des Luftfrachtverkehrs wird aus den entsprechenden Teilprognosen der Verkehrsprognose 2040 übernommen. Entsprechende Daten werden in einer abgestimmten Struktur bereitgestellt.

- » Hierzu werden zunächst die neuen Struktur- und Wirtschaftsprognosen übernommen Bevölkerung und Wirtschaftsprognosen wurden in Deutschland auf Kreisbasis und auch nach detaillierten Wirtschaftsbereichen, im europäischen Ausland überwiegend auf NUTS 2-Basis bereitgestellt. Darüber hinaus wurden von den Bearbeitern der Wirtschaftsprognosen auch Annahmen zum zukünftigen Energiemix herausgearbeitet.

Zur Umsetzung der Prognose werden neben den Wirtschaftsdaten auch Annahmen zu verkehrsrelevanten Sachverhalten (siehe auch **Kapitel 3**) in der Zukunft getroffen. Hierbei handelt es sich insbesondere um Annahmen, die sich auf Nutzerkosten, auf die weitere Entwicklung der im Verkehr eingesetzten Antriebstechnologien, auf die Infrastruktur sowie den weiteren Erlass von Steuern und Gebühren, die sich auf die Infrastruktur und die Energieträger beziehen. Diese Annahmen sind weitgehend innerhalb des BMDV mit den Fachabteilungen abgestimmt.

Auf Basis der Bevölkerungs- und Wirtschaftsprognosen werden für die unterschiedlichen zu berücksichtigenden Gütergruppen die verkehrlich bedeutenden Leitdaten entwickelt. Das Vorgehen bei der Herleitung dieser Leitdaten kann sowohl für Deutschland als auch für die restlichen europäischen Staaten dem Methodenbericht (siehe **VP2040-Band 6.2 M**) entnommen werden.

- Hierbei handelt es sich zunächst um gütergruppenspezifische Außenhandelsprognosen für alle Gütergruppen und für alle europäischen Länder. Aufgrund der unterschiedlichen Relevanz unterscheidet sich das Vorgehen bei der Herleitung der Außenhandelsprognosen für Deutschland und die Auslandsstaaten.

Die Außenhandelsprognosen werden detailliert nach 34 Detailgütergruppen, die zu den NST-Gütergruppen zusammengefasst werden können, Im- und Export sowie im Rahmen von AP 8 nach 17 Welt-Regionen erstellt. Mit den sich hierdurch ergebenden Wachstumsraten wird die zukünftige Entwicklung des deutschen grenzüberschreitenden Verkehrs und des Transitverkehrs geschätzt.

- Für Deutschland werden neben dem Außenhandel nach Verkehrsrichtung auch wesentliche andere ökonomische Rahmendaten wie der Verbrauch und die Produktion bestimmter Güter, die Entwicklung von Flächen, Pkw- bzw. Vieh-Beständen, die gütergruppenspezifisch für die Verkehrsentwicklung bedeutend sind, mitentwickelt. Diese Wachstumsgrößen dienen als Leitgrößen für die Entwicklung des Binnenverkehrs und können dem Methodenbericht sowie **Kapitel 3.4.5** entnommen werden.

- » Als nächstes erfolgt die Umsetzung der Struktur- und Wirtschaftsprognosen in die Prognose

- Die Prognose basiert auf einer Verknüpfung der Basis(analyse)matrix 2019 mit den aus den aktualisierten Wirtschaftsentwicklungen gewonnenen Leitdaten. Das Vorgehen unterscheidet sich zwischen den Binnenverkehren und den grenzüberschreitenden Verkehren, die aus dem Durchgangsverkehr und den deutschen landseitigen Im- und Exporten bestehen.

- Die grenzüberschreitenden Verkehre werden über einer Verknüpfung der Analysematrix 2019 mit den Außenhandelsprognosen hochgerechnet. Am Schluss erfolgt eine Plausibilitätsüberprüfung hinsichtlich der Höhe und der generellen Möglichkeit der Verkehre, aufgrund politischer und verkehrsrelevanter Entscheidungen.

- Der Binnenverkehr wird im Rahmen einer Prognose in drei Schritten prognostiziert:
 - Schritt 1: Zunächst wird mit Hilfe der branchenspezifischen Daten zur wirtschaftlichen Entwicklung für jede Verkehrsregion das gesamtmodale Versand- und

Empfangsverkehrsaufkommen je Gütergruppe bestimmt. Hierzu werden im Rahmen einer Querschnittsanalyse aus der Analysematrix 2019 modellbasierte Zusammenhänge zwischen der Höhe des Verkehrsaufkommens und der branchenspezifischen Entwicklung in der jeweiligen Region geschätzt, die auch das Vorhandensein von singulären Erzeugern berücksichtigen. Aus den hierdurch gewonnenen Zusammenhängen können die Empfangs- und Versandmengen für das Prognosejahr 2040 gewonnen werden.

- Schritt 2: Nach Abschätzung der regionalisierten Versand- und Empfangsaufkommen erfolgt in Abhängigkeit des Versandaufkommens der Quellverkehrsregionen, des Empfangsaufkommens der Zielverkehrsregionen und der Entwicklung der Verbindungsqualität zwischen den Verkehrszellen gütergruppenspezifisch eine relationale Aufteilung des Empfangs- und Versandaufkommens. Die Veränderung der Verbindungsqualität wird über die kapazitativen Veränderungen der Infrastruktur erfasst.
 - Schritt 3: Anschließend wird die Entwicklung des Binnenverkehrs mit den in **Kapitel 3.4.5** dargestellten Leitdaten plausibilisiert und gegebenenfalls angepasst.
- » Abschließend erfolgt die Verkehrsmittelwahlmodellierung, die auch Modal-Split-Rechnung genannt wird, und auch Ergebnisse von Netzumlegungen mitberücksichtigt. Basis der Modal-Split-Rechnung und der Netzumlegung sind die Annahmen
 - zu den Verkehrsnetzen sowie
 - zu Nutzerkosten und Verkehrspolitik.

In der Modal-Split-Rechnung werden neben unimodalen Verkehren mit Lkw, Bahn und Binnenschiff auch intermodale Transportketten berücksichtigt. Veränderungen der verkehrsträgerspezifischen Verteilung der Verkehre werden gütergruppen- und relationsspezifisch unter Berücksichtigung der Veränderung der Infrastrukturkapazitäten und der Nutzerkosten berechnet. Wir sprechen hier von verkehrlichen Widerständen.

Basis dieser Widerstände sind umfangreiche Netzumlegungsrechnungen auf die zukünftig erwartete Verkehrsinfrastruktur, die im Ergebnis für eine Quelle-Ziel-Relation Veränderungen von Transportzeiten und Transportentfernungen ermitteln. Die Netzumlegung selbst findet in Fachteil 3 „Straßenverkehrsprognose 2040“, Fachteil 4 „Eisenbahnverkehrsprognose 2040“ und Fachteil 5 „Wasserstraßenverkehrsprognose 2040“ statt. Da Angebot und Nachfrage voneinander abhängen, sind mehrere Rückkoppelungsschleifen mit den Fachteilen 3 bis 5 durchgeführt worden. Hierzu wurden die aus der Netzumlegung resultierenden Angebotseigenschaften von den Fachteilen 3 bis 5 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 abgefahrt werden kann.

Die relationalen Veränderungen der Nutzerkosten werden mit Hilfe der veränderten Annahmen zur Entwicklung der Nutzerkosten (siehe auch **Kapitel 3**) und der relationsspezifischen Veränderung der Transportzeiten und Transportentfernungen aus den Widerstandsrechnungen neu berechnet. Die Abschätzung der modalen Reaktionen der Verlader auf die sich verändernden Rahmenbedingungen am Verkehrsmarkt werden mit Hilfe des weiterentwickelten Verkehrsmittelwahlmodells für den BVWP 2030, auf Basis der veränderten Nutzerkosten ermittelt. Im Rahmen dieses Verkehrsmittelwahlmodells werden relationsspezifische Veränderungen der Transportkosten, Transportzeiten und der Zuverlässigkeit berücksichtigt und einbezogen. Eine detaillierte Darstellung des genutzten Verkehrsmittelwahlmodells kann der Grundlagenstudie entnommen werden¹⁰.

Im Güterverkehr erfolgte der Einsatz eines Marginalmodells, das heißt eine Prognose auf Basis der im Analysejahr 2019 beobachteten Ströme. Dabei sind Sonderfälle zu berücksichtigen, bei denen Verkehre neu entstehen. Dies betrifft z. B. Seehafen hinterlandverkehre, wie z. B. im Fall von/nach Wilhelmshaven bzw. zu den italienischen und polnischen Häfen sowie neue Angebote im unbegleiteten kombinierten

¹⁰ BVU, TNS, KIT, Entwicklung eines Modells zur Berechnung von modalen Verlagerungen im Güterverkehr für die Ableitung konsistenter Bewertungsansätze für die Bundesverkehrswegeplanung, 2016

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.

2.3.2.2 Berücksichtigung der Entwicklung wirtschaftlicher Leitvariablen und von Sonderentwicklungen

Auf Basis der bestimmenden Güter und Waren in den einzelnen Gütergruppen wurden, verkehrsbestimmende Wirtschaftsbereiche bzw. Teilmärkte und die damit verbundenen wirtschaftlichen Leitvariablen definiert. Zu diesen wirtschaftlichen Leitvariablen gehören Produktion, Verbrauch und auch die Höhe der Ein- und Ausfuhren (vgl. **Kapitel 3.2.5** und **Kapitel 3.2.6**). Da jeder Teilmarkt unterschiedlichen Einflüssen unterliegt, ist er zunächst separat zu betrachten, wobei Zusammenhänge oder Wettbewerbsbeziehungen zwischen den einzelnen Teilmärkten in einem zweiten Schritt immer mit einbezogen werden müssen. So kann z. B. die zukünftige Nachfrage nach erdölbasierten Mineralölprodukten von der zukünftig erwarteten Motorisierung und der Entwicklung des durchschnittlichen Kraftstoffverbrauchs abhängen. Gleichzeitig ist jedoch zu berücksichtigen, dass erdölbasierte Mineralölprodukte zu alternativen Kraftstoffen, z. B. Biodiesel, in Konkurrenz stehen. Dessen Wettbewerbs- und Substitutionsfähigkeit hängt jedoch entscheidend auch von den zukünftigen Erträgen und Anbauflächen in der landwirtschaftlichen Produktion.

Die Entwicklung dieser bestimgenden Leitvariablen wurde auf Basis der Strukturdatenprognosen bis zum Jahr 2040 in einem umfangreichen und detaillierten Vorgehen unter Berücksichtigung der Vergangenheitsentwicklung (seit 1991) und der zahlreichen Einflussfaktoren über Zeitreihenanalysen geschätzt. Eine detaillierte Darstellung der Herleitung dieser Leitvariablen kann gütergruppenspezifisch „**Band 6.2 M: Verkehrsentwicklungsprognose – Prognosefall 1 „Basisprognose 2040“ (Methodik)**“ entnommen werden.

Die weitere Entwicklung dieser wirtschaftlichen Leitvariablen ist mitbestimmend für die Höhe des Verkehrs und ist eine zentrale „makroskopische Betrachtung“ für die weitere gütergruppenspezifische Entwicklung des Güterverkehrs, da sie die gesamte Bandbreite der Entwicklung gesamthaft erfasst, die durch die makroskopisch relevanten Kenngrößen Produktion, Nachfrage und den Außenhandel gegeben ist. Da sie über eine Längsschnittanalyse gewonnen werden, sind sie eine sinnvolle Ergänzung zur oben dargestellten Querschnittsanalyse. Insgesamt werden über 150 Leitvariablen abgeschätzt; hier ist jedoch nur die Entwicklung einiger relevanter Leitvariablen gütergruppenspezifisch dargestellt. Im Rahmen der Güterverkehrsprognose dienen sie als Leitgrößen für die weitere Entwicklung des Binnenverkehrs. Hierbei erfolgte eine Konzentration auf die NST-Gütergruppen 1 bis 14, da es sich hier um Gütergruppen mit einem Wirtschaftsbezug handelt. Die restlichen 6 Gütergruppen sind Sammelgütergruppen oder erfassen Spezialverkehre, wie z. B. den KV- und Containerverkehr, der überwiegend in den Gütergruppen 19 und 16 erfasst wird.

In einem ersten Schritt werden nach Umsetzung der ersten beiden Prognoseschritte (Verkehrserzeugung und Verkehrsverflechtung) die prognostizierten Werte im Binnenverkehr gütergruppenspezifisch in ihrer Entwicklung mit der der Leitvariablen abgeglichen und gegebenenfalls kalibriert. Da die Leitvariablen aus einer Zeitreihenanalyse seit 1991 abgeleitet wurden, können Strukturbrüche (z. B. Weltwirtschaftskrise 2009, Konjunkturteinbruch 2019 etc.) oder sich langzeitig aufbauende Nachfrageänderungen (ein sich im Zeitverlauf veränderndes Konsum- und Umweltbewusstsein) besser abgebildet werden. Die Ergebnisse der Längsschnittanalyse sind keine hierarchischen Vorgaben für die Mikroprognose, sondern sie liefern zusätzliche Informationen für einen Abstimmungsprozess der zu einem endgültigen Prognoseergebnis als Synthese führt.

Darüber hinaus wurden neben der Abstimmung der Binnenverkehre mit den wirtschaftlichen Leitdaten weitere Prüfungen zur Kalibrierung und Validierungen der Prognosezahlen vorgenommen.

- » Die Verkehre an allen großen und bedeutenden Industriestandorten und -anlagen wurden einer Sonderbetrachtung unterzogen.
- » Über den Projektverlauf wurden alle mittels einer Medienauswertung erfassten Neuentwicklungen und Insolvenzen verkehrlich berücksichtigt, so z. B. die Insolvenz von Vallourec in Mühlheim.

- » Im Kombinierten Verkehr und in den Binnenhäfen wurde das Wachstum der einzelnen Standorte mit den Erwartungen der KV- und Hafenbetreiber verglichen und geprüft. Neue lokale Sonderentwicklungen, wie z. B. Ansiedlungen oder Ansiedlungsbekundungen wurden auf Ihre Umsetzungschancen geprüft und ggfls. zur Prognose ergänzt. Verkehrsbeziehungen mussten auch für neue KV-Standorte – als Verlagerung von anderen Standorten – abgebildet werden. Bei großen KV-Terminals wurden Hub-Verkehre bestimmt und in ihrer Entwicklung durchgebunden. Basis für all diese Arbeiten ist die im Rahmen der Bearbeitung durchgeführte KV- und Binnenhafenbefragung.
- » Hierzu gehört die Umsetzung von weiteren Differenzierungen innerhalb von folgenden Güteraggregaten, um die entsprechenden Segmente anders zu behandeln bzw. hochzurechnen.
 - Gütergruppe 10 - „Land- und Forstwirtschaft“:
Hier wurden Standorte (Verkehrszellen) mit einem Schwerpunkt im Getreide von denen im Fortwirtschaftsbereich getrennt, und mit der entsprechenden Entwicklung der bestimmenden Leitvariable kalibriert.
 - Gütergruppe 31 – „Erze“:
Hier wurden die einzelnen Standorte (Verkehrszellen) nach Hüttenstandorten mit Eisenerz, Kupfer- und Aluminimerzen getrennt und ebenfalls mit der entsprechenden Entwicklung der bestimmenden Leitvariable kalibriert.
 - Gütergruppe 32 – „Düngemittel“:
Hier erfolgte eine Trennung zwischen Stickstoffdüngemittel- und Kalistandorten; auch hier wurden unterschiedliche Leitvariablen für die Entwicklung benutzt.
 - Gütergruppe 40 – „Nahrungs- und Genussmittel“:
Hier wurden Futtermittelverkehre aus den sonstigen Nahrungs- und Genussmitteln separiert und mit ihrer eigenen Entwicklung abgeschätzt.
 - Gütergruppe 60 – „Holzwaren, Papier, Druckerei“:
Hier erfolgte eine Trennung und gesonderte Behandlung von Zellstoff-, Papier- und Schnittholzverkehren; auch hier wurden unterschiedliche Leitvariablen für die Entwicklung benutzt.
 - Gütergruppe 90 – „Sonstige Mineralerzeugnisse“:
Hier erfolgte eine Trennung und Sonderbehandlung der Salz-, Zement- und REA-Gips-Verkehre. Da die REA-GIPS-Verkehre durch die Schließung der Kraftwerksanlagen in Zukunft entfallen, wurden die Zielzellen an Naturgipsstandorte angebunden.
 - Gütergruppe 100 – „Metalle und Metallerzeugnisse“:
es wurde eine unterschiedliche Entwicklung zwischen Elektro- und Hüttenstandorten berücksichtigt. Identifizierbare Standorte mit einem hohen NE-Metallanteil wurden ebenfalls gesondert in ihrer Entwicklung betrachtet.
 - Gütergruppe 110 – „Maschinen und Ausrüstungen“:
Hier wurden die Produktionsstandorte von Windenergieanlagen separiert und aufgrund der überproportionalen Zunahme der alternativen Energien an der Stromproduktion mit einem stärkeren Wachstum versehen.
 - Gütergruppe 120 – „Fahrzeuge“:
Hier wurde zunächst die Inbetriebnahme des TESLA-Werks in Grünheide, sowie die Inbetriebnahme der dargestellten Batteriewerke in die Prognose verkehrsmäßig berücksichtigt. Bestehende Pkw-Produktionsstandorte mussten aufgrund der TESLA-Produktion in ihren Marktanteilen untergewichtet werden. Dies betraf sowohl den ausgehenden Pkw-Verkehr als auch die damit verbundenen Eingangsbeziehungen an Stahlprodukten und Fahrzeugteilen. Das Wachstum an Fahrzeugteil-Standorten wurden wegen dem niedrigeren Komponenteneinsatz von Elektro-Pkws gegenüber Verbrennern untergewichtet.

2.3.2.3 Berücksichtigung von Neuentwicklungen

Zusätzlich wurden in der Prognose mehrere für die Prognose bedeutende Neuentwicklungen berücksichtigt:

Entwicklungen von kombinierten Verkehren zwischen Postfrachtzentren

In der Verkehrsprognose 2040 werden Planungen der Deutschen Post/DHL, insbesondere Paketsendungen zukünftig verstärkt im Kombinierten Verkehr zwischen Metropolregionen zu versenden, berücksichtigt.

Das Interesse an einem stärkeren Einsatz der Schiene wurde in mehreren Gesprächen auch von anderen Paketdienstleistern geäußert. Neben klimapolitischen Erwägungen, ist insbesondere das in den letzten Jahren gestiegene Sendungsaufkommen Auslöser dieser Nachfrage. Die Höhe des erreichten Transportaufkommens erlaubt zwischenzeitlich auf bestimmten Relationen, insbesondere zwischen Metropolräumen, täglich ganze Züge mit Paketsendungen auszulasten.

Alle Paketdienstleister befinden sich am Anfang der Planungs- und Orientierungsphase, sodass aufgrund dieses Planungsstandes keine Detailplanungen über zukünftig umgesetzte Verbindungen mit detaillierten Aufkommenszahlen vorlagen. Somit erfolgte für die Zwecke der Prognose eine Abschätzung des Gutachters über Aufkommensgrößen auf potenziell möglichen Verbindungen. Hierzu wurden die in 2040 prognostizierten Direktverkehre per Lkw mit Post- und Postfrachtaufkommen um die aktuellen Postfrachtzentren zusammengefasst und vom Gutachter auf eine Umsetzung mit wirtschaftlichen Tagesverbindungen im Kombinierten Verkehr der Schiene geprüft. Natürlich wurden diese Verkehre hierfür an das nächste KV-Terminal angebunden. **Abbildung 2-5** gibt eine Übersicht aller aktuellen Postfrachtzentren in Deutschland, für die diese Prüfung erfolgte.

Dabei wurde darauf geachtet, dass die potenziellen Verkehre im Nachtsprung umgesetzt werden können, sodass die Zustellung innerhalb des Folgetages oder innerhalb des übernächsten Tages in den Einzugsbereichen erfolgen kann. Potenziell geeignete Verkehrsströme, dies bedeutet insbesondere, dass Ganzzugladungen im Kombinierten Verkehr möglich sind, wurden gebündelt und als Neuverkehre im Kombinierten Verkehr per Schiene zwischen den einzelnen Frachtstandorten bzw. den entsprechenden KV-Terminals aufgenommen. Entsprechend erforderliche Vor- und Nachlaufverkehre zu den Frachtzentren wurden berücksichtigt. Auch sind die aktuell auf der Straße stattfindenden Direktverkehre aus den Straßengüterverkehrsmatrizen entfernt worden. Eine Vollverlagerung aller Post- und Paketsendungen zwischen den Postfrachtzentren wurde nicht unterstellt.

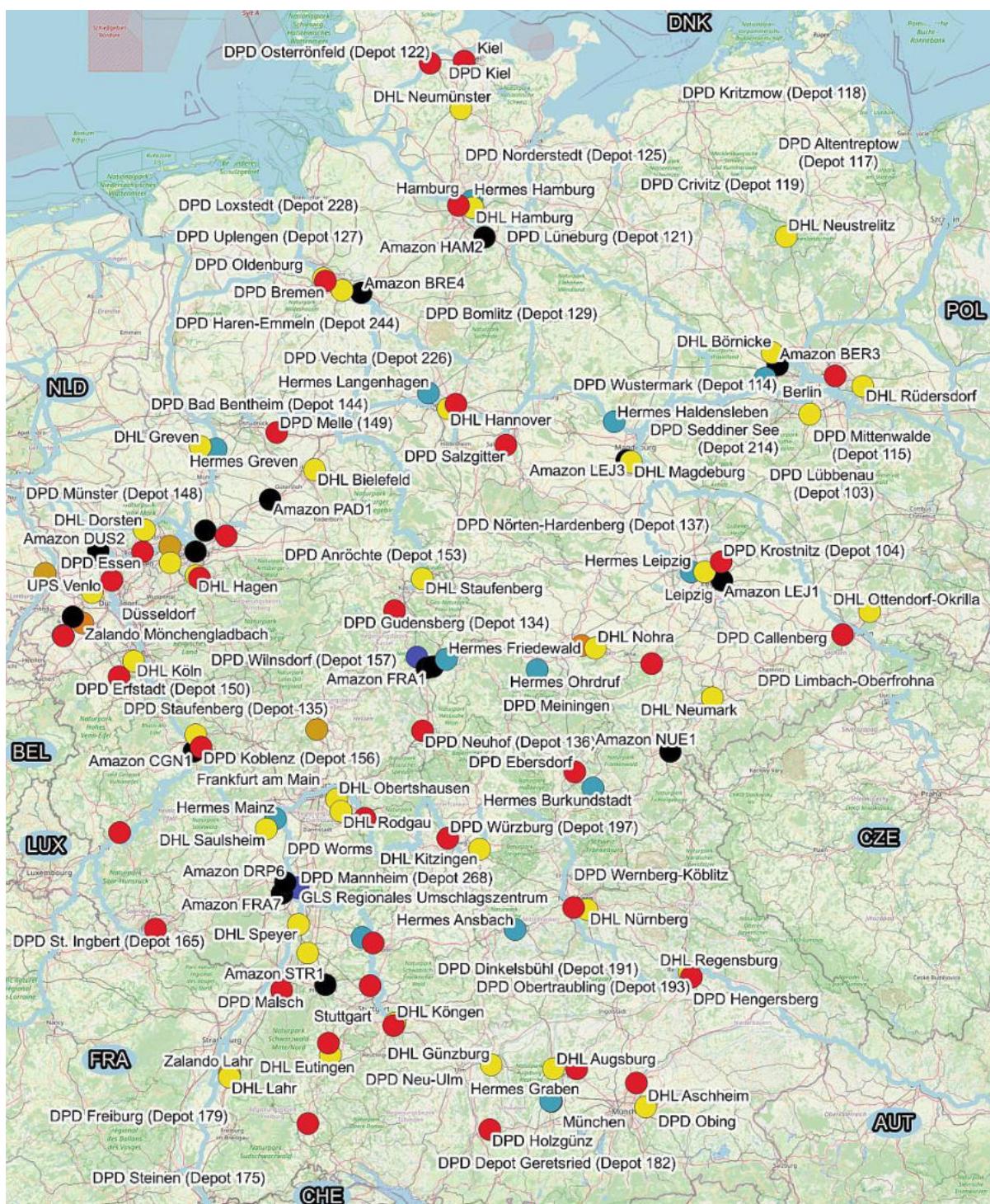


Abbildung 2-5

Postfachzentren in Deutschland

Im Ergebnis konnten Postfrachtverkehre zwischen folgenden Postfrachtstandorten (bzw. den entsprechenden KV-Standorten) identifiziert werden.

- » Bad Hersfeld
- » Berlin / Ludwigsfelde
- » Bönen
- » Bremen
- » Dortmund – Bochum-Langendreer
- » Duisburg
- » Frankfurt
- » Hamburg
- » Hannover
- » Köln
- » Leipzig
- » Mannheim
- » München
- » Nürnberg
- » Regensburg
- » Stuttgart
- » Wuppertal

Aufbau von neuen Batteriestandorten innerhalb des Prognosezeitraumes

Auch wurden in der Verkehrsprognose alle bekannten Ausbauplanungen an neuen Batteriestandorten berücksichtigt (vgl. **Tabelle 2-3**). Auch hier liegen dem Auftragnehmer durch unterschiedliche Projektarbeiten Informationen vor, die auch in der Prognose Verwendung gefunden haben.

Betreiber	Standort	Kapazität in GWh/a
Tesla	Grünheide	100
Volkswagen	Salzgitter	20
Northvolt	Heide	60
CATL	Arnstadt	100
Automotive Cell Company (PSA / Saft)	Kaiserslautern	24
SVOLT	Überherrn	24
Farasis	Bitterfeld	16
Microvast	Ludwigsfelde	12
Leclanché / Eneris	Willstätt	2,5
Daimler / Deutsche Accumotive	Kamenz	24
BMW Group	Leipzig/Regensburg	Offen

Tabelle 2-3

Geplante Batterieproduktionsstandorte in Deutschland

Quelle: eigene Recherchen

Die mit den Neuansiedlungen verbundenen neuen Verkehre führen jedoch zu Kompensationen oder Verdrängung bestehender Verkehrsrelationen, die ebenfalls in der Prognose berücksichtigt wurden. Diese Kompensationen wurden unter Berücksichtigung der wirtschaftlichen Leitdaten erstellt.

Grundsätzlich wird in der Verkehrsprognose 2040 davon ausgegangen, dass die heimische E-Fahrzeugproduktion vollständig mit im Inland hergestellten Batterien versorgt werden kann. Hierzu wurden aufgrund der vorliegenden Informationen aus Gesprächen und den Medien Annahmen getroffen, welches Fahrzeugwerk vom welchem Batteriewerk bedient werden kann. Der Rohstoffeingang für die Batterien wird im hohen Maße über das Ausland stattfinden. Die Batterieverkehre zwischen den Batterie- und den Fahrzeugstandorten werden aufgrund der erwarteten Gewichte überwiegend auf dem Schienenweg erfolgen.

Entwicklung von CO₂-Verkehren

In Deutschland werden aktuell 598 Mio. t CO₂ emittiert. Gegenüber 1990 ist die Höhe der Emissionen um rund 43 % niedriger. Eine der Möglichkeiten einer effizienten CO₂ Vermeidung ist die Abschöpfung aus den jeweiligen Prozessen, insbesondere aus den industriellen, und die unterirdische Lagerung in dafür geeigneten Lagerstätten bzw. die anschließende Nutzung als Rohstoff. Mögliche und geeignete Lagerstätten sind die ausgeschöpften Gas- und Erdölfelder in der Nordsee.

Durch das bisherige Verbot im CO₂-Speichergesetz, CO₂ in Deutschland zu speichern und zu lagern, und die hohen Kosten einer CO₂-Abscheidung von bis 500 €/t hat es bisher keine Initiativen zur Abscheidung, des Transportes und die Lagerung von CO₂ gegeben. Bei Preisen von CO₂-Emissionszertifikaten von teilweise deutlich unter 100 €/t war der Ausstoß von CO₂ in die Luft die bisher wirtschaftlich günstigste Alternative.

Durch die Änderung des CO₂-Speichergesetzes im Mai 2024 besteht zumindest die juristische Möglichkeit solche Initiativen zu ergreifen. Parallel zur gesetzlichen Änderung werden zwischenzeitlich jedoch auch größere Spielräume für die Abschöpfung von CO₂ direkt bei den Erzeugern gesehen. Die sich seit mehreren Jahren damit beschäftigende Industrie, erwartet – allerding erst in Zukunft - Abschöpfungskosten zwischen 50 und 80 €/t, einige gehen sogar von Kosten unter 50 €/t aus.

Bei solchen Kostenbedingungen lohnt sich für die Unternehmen eine Abschöpfung, da die damit verbundenen Gesamtkosten inklusive Lager- und Speicher Kosten deutlich unter dem aktuellen CO₂-Emissionsrechtepreis von 70 €/t bzw. den in der Prognose im Jahr 2040 erwarten Preis von 128 €/t liegen. Auch ist darüber hinaus zu berücksichtigen, dass zukünftig das CO₂ zu einem wichtigen Rohstoff für die Produktion von E-Fuels sein kann, so dass es zu einem Marktgegenstand wird.



Abbildung 2-6

Planungen für den Aufbau von Netzen zum Transport von Wasserstoff

Quelle: Wasserstoffnetz von Open Grid Europe (OGE; <https://oge.net/de/co2/co2-netz>: abgerufen 14.7.2023)

Mögliche CO₂-Senken, -Quellen und -Netz in 2045 (T45-Strom und T45-H2)

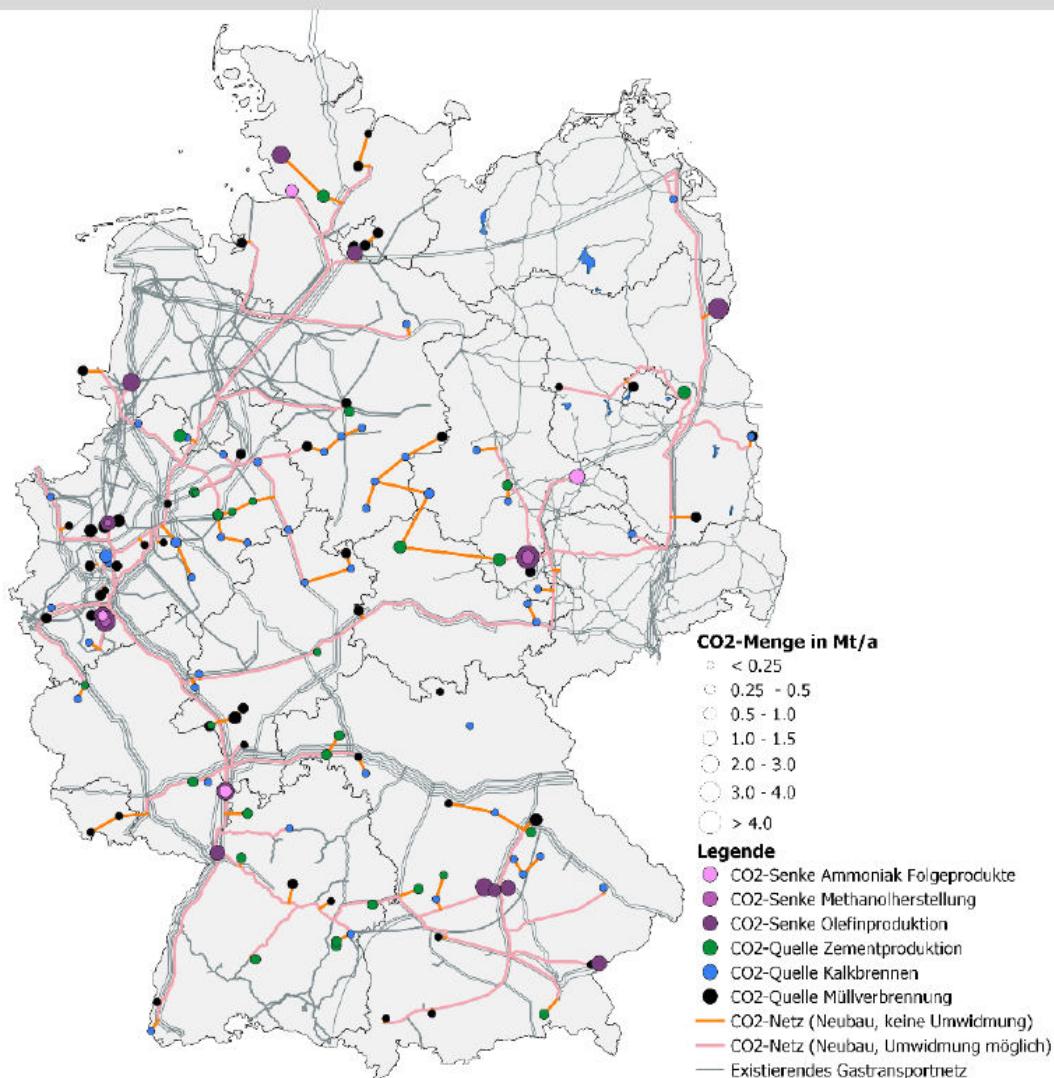


Abbildung 2-7

Planungen für den Aufbau von Netzen zum Transport von CO₂

Quelle: BMWK, Langfriststrategien für die Transformation des Energiesystems in Deutschland, 2022

Großes Interesse an solchen Möglichkeiten ist bei allen Großenergieverbrauchern vorhanden, aber insbesondere bei den Zement- und Chemieunternehmen (Düngemittel), wo auch weiterhin bis zur Schaffung von Alternativen noch sehr viel Gas eingesetzt wird. Größere Unternehmen aus der Energie-, der Chemie- und der Zementindustrie investieren bereits in entsprechende Anlagen oder Planungen, um sich auf die Entwicklung vorzubereiten. Häufig wird dies als „Lebensversicherung“ betrachtet, weil allen Unternehmen aktuell auch bewusst ist, dass diese Investitionen – wenn überhaupt – erst langfristig wirksam werden können. Selbst größere Logistikunternehmen oder Häfen bereiten sich auf entsprechende Umschlags- und Lagerangebote vor.

In Erwartung dieser Entwicklung versuchen auch bereits mehrere Anbieter CO₂-Pipeline Netze für den aufzubauen, wie z. B. die Unternehmen OGE und TES (EON). Auch der Bund hat bereits ein „Wasserstoff“-Grundnetz konzipiert, worauf sich Fernleistungsnetzbetreiber für die Errichtung bewerben können. Dieses Grundnetz welches bis 2032 umgesetzt werden soll, (vgl. Abbildung 2-8).

Die Umsetzung von CO₂ Transporten mit Pipelines ist bei großen Aufkommen kostengünstig. Hierfür wird jedoch auch ein hoher Durchsatz von 30 bis 40 Mio. m³ pro Jahr benötigt. Nachfrageseitig wäre dies aktuell kein Problem. Nach Einschätzungen der TRIMODE wäre aktuell ein Gesamtaufkommen von rund 350 Mio. t abschöpfbar und würde für einen Transport per Pipeline bereitstehen. Ein Abschöpfen des CO₂ scheitert heute jedoch an der fehlenden wirtschaftlichen Technologie, verbunden auch mit dem niedrigen Emissionsrechtepreis. Keines der heute geförderten Projekte hat zu Ansätzen geführt, die bereits in den nächsten Jahren eine wirtschaftlichere Alternative gegenüber dem Luftausstoß garantieren.

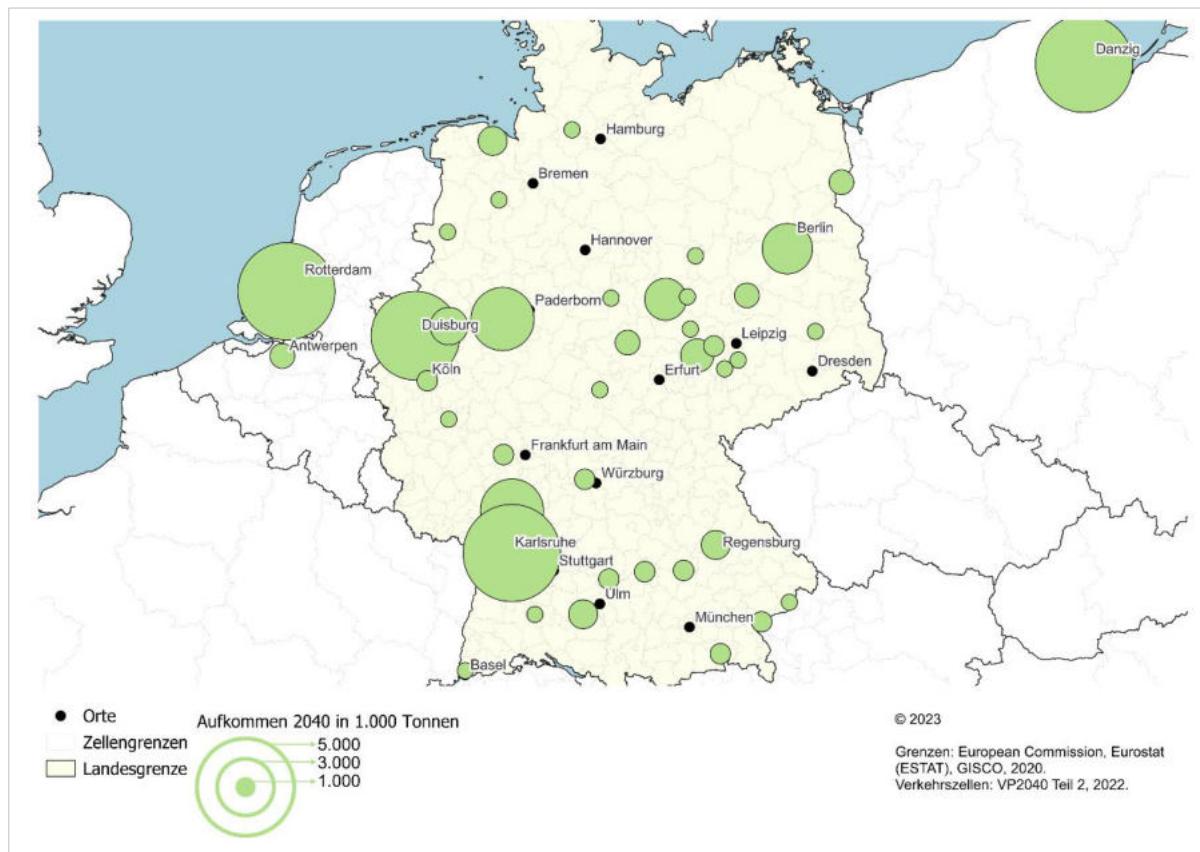


Abbildung 2-8

CO₂-Potential im Jahr 2040

Quelle: eigene Berechnungen

Kann der klimapolitisch gewünschte Umstrukturierungsprozess in der Großindustrie durch den stärkeren Einsatz von kostengünstigem Wasserstoff oder anderen strombasierten Technologien bis 2040 umgesetzt werden, wird in Zukunft das potenziell abschöpfbare Potential an CO₂ knapper werden. Allein der bis 2038 geplante Ausstieg aus der Kohleverstromung ist mit einer CO₂-Reduktion von rund 200 Mio. t (ein Drittel des heutigen Ausstoßes) verbunden. Nach Schätzungen der TRIMODE wird somit bis im Jahr 2040 nur noch ein CO₂-Potential zwischen 50 bis 75 Mio. t, hauptsächlich bei der Zement- und Chemieindustrie verfügbar sein, welches dann zur Lagerung bereitstünde. Dieses CO₂-Potential besteht aus der Restnutzung von Gas als Energieträger und den prozessbedingten CO₂-Emissionen aus der Entsäuerung des Kalksteins bei der Klinkerproduktion in der Zementindustrie.

Werden CO₂-Netze aufgebaut, müssen sie aufgrund des sinkenden CO₂-Potentials schnell aufgebaut werden, damit sie sich rentieren können. Das aus Kostengründen aktuell noch nicht vorhandene und zukünftig immer weiter sinkende Potential an CO₂, welches für einen Transport in Frage kommt, ist jedoch nicht das einzige Problem beim Aufbau der CO₂-Netze. Ein weiteres Problem ist die noch unbefriedigende Akzeptanz in der Bevölkerung, die zu Verzögerungen bei der erforderlichen schnellen Umsetzung führen wird.

CO₂ kann auch per Schiene transportiert werden. Mögliche Transportkosten liegen hier mit 30-40 €/t zwischen dem süddeutschen Raum und der Nordsee in einem leichten höheren Kostenrahmen wie die bei einer Pipeline (20-30 €/t). Prinzipiell wäre auch die Nutzung von Binnenschiffen möglich. Diese müssten jedoch zuerst für solche Transporte gebaut werden. Angesichts der damit verbundenen Investitionskosten und des kurzen Zeitraums zur Erwirtschaftung der Kosten, wird diese Alternative verworfen.

Die aktuelle Situation ist von einer hohen Unsicherheit geprägt und hängt von einer Vielzahl von Entscheidungen und Entwicklungen ab, insbesondere von Entscheidungen hinsichtlich der weiteren Verknappung von weltweiten Emissionsrechten. In der Wirtschaft hält man die wirtschaftliche Umsetzung von CO₂-Transporten erst gegen Mitte des nächsten Jahrzehnts für möglich.

Aufgrund der zu diesem Zeitpunkt vorangeschrittenen Minderung der CO₂-Emissionen halten wir nur die Errichtung eines Grundnetzes zwischen dem Rhein- und Ruhrgebiet und den Nordseehäfen bis 2040 für möglich. Hierbei gehen wir davon aus, dass alle großen Nordseehäfen (u. a. Rotterdam, Antwerpen, Wilhelmshaven, Eemshaven), an denen wir von der Errichtung von CO₂-Terminals ausgehen, an diese Pipeline angeschlossen sind und im Rheinbereich südlich bis Köln reicht.

Viele wichtige Zementwerke, Chemieunternehmen und Standorte, insb. im Osten und im Süden, werden aufgrund zurückgehender CO₂-Emissionen nicht an die Pipelines angebunden werden. Sie müssen ihre CO₂-Transporte entweder direkt auf dem Schienenweg zu den CO₂-Export Terminals bringen, oder die Transporte werden über Hubs geführt, an denen es entweder gebündelt auf dem Schienenweg weitergeht oder das CO₂ in das Pipelinennetz eingespeist wird.

Insgesamt halten wir im wirtschaftlichen Umsetzungsfall, der aktuell noch sehr unsicher ist, ein Potential von rund 14,5 Mio. t an Schienengüterverkehren für möglich. Dieses Potential kann entweder mit Kesselwagen oder im Kombinierten Verkehr mit „Tank“-Containern umgesetzt werden. Im letzteren Fall wäre es mit einem Ladungsaufkommen von rund 400.000 LE verbunden.

3 Rahmenbedingungen

3.1 Vorbemerkungen

3.1.1 Themenbereiche

Grundsätzlich bestehen die Rahmenbedingungen einer Verkehrsprognose traditionell aus den folgenden Einflussgrößen:

- » sozio-ökonomische Strukturdaten, bestehend aus
 - demographischen Leitgrößen
 - und wirtschaftlichen Leitgrößen,
- » Verkehrsangebot, das heißt
 - Infrastruktur
 - und Bedienungsangebot,
- » Nutzer- bzw. Transportkosten,
- » weitere verkehrs- und umweltpolitische Rahmenbedingungen
- » sowie Pkw-Bestand und Motorisierungsgrad.

In jüngerer Zeit kamen zwei weitere Bereiche hinzu:

- » Insbesondere im Hinblick auf die Klimawirkungen des Verkehrs waren Annahmen zu bestimmten technologischen Entwicklungen erforderlich.
- » Die COVID-19-Pandemie bzw. die Maßnahmen zu ihrer Eindämmung haben das Verkehrsgeschehen vor allem im Personenverkehr ab März 2020 in einem Ausmaß verändert, das in der Geschichte der Bundesrepublik Deutschland ohne Beispiel war. In diesem Zusammenhang waren Annahmen zu den post-pandemischen Langzeitwirkungen auf das Verkehrsverhalten notwendig.

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, sowohl im Güterverkehr als auch 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). Ein weiterer 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. Generell stellt der Pkw-Bestand einerseits eine zentrale Einflussgröße des Individualverkehrs und – angesichts von dessen Anteil – auch des gesamten Personenverkehrs dar. Andererseits ist er auch als Prognoseergebnis zu betrachten, weshalb es denkbar wäre, ihn bei der Prognose des Personenverkehrs zu behandeln. Weil aber die

Funktion als Einflussfaktor überwiegt, wird die Bestandsentwicklung innerhalb der Rahmenbedingungen dargestellt, und zwar an deren Ende, weil sie auch von den anderen Rahmendaten abhängt. Dies gilt nicht nur für die sozio-demographischen und sozio-ökonomischen Strukturdaten, sondern 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.

Für die Basisprognose 2040 wurde ein Gutachtervorschlag zu allen wichtigen Prognoseprämissen erstellt. Dies erfolgte unter Einbeziehung eines Prognosebegleitenden Ausschusses (PBA) aus Verwaltung, Wissenschaft und Praxis, der das Projekt fachlich unterstützt und begleitet, sowie mit Einbindung der Referate im BMDV, der zuständigen Ministerien des Bundes und der Länder sowie interessierter Verbände im Zeitraum November 2021 bis Juni 2022. Der finale Stand der erarbeiteten und abgestimmten Prognoseprämissen („Startprämissen“) wurde Ende August 2022 (25.08.2022) durch die Hausleitung des BMDV¹¹ für die prognostischen Arbeiten freigegeben und durch das BMDV veröffentlicht.

Die Prognoseprämissen wurden in die folgenden zehn Bereiche differenziert:

- » Bereich 1 „Wirtschaftliche und sozioökonomische Rahmenbedingungen“, u. a.
 - Geopolitische Entwicklungen bzgl. Handelskonflikten, Krisen und Naturkatastrophen/Pandemien
 - Energiepolitische Entwicklungen bzgl. Atom- und Kohleenergie sowie Energieverbräuchen
 - Entwicklungen des weltweiten Ambitionsniveaus im Klimaschutz und entsprechende Auswirkungen auf Rohölpreise und CO₂-Zertifikatspreise
 - Entwicklung des Fachkräftemangels und möglicher Personalengpässe im Verkehrssektor
 - Übergreifende Themen wie Globalisierung, Lieferketten, nachhaltige Wirtschaft sowie die Entwicklung der grundlegenden Raum- und Siedlungsentwicklung
- » Bereich 2 „Entwicklung des Verkehrsverhaltens (einschließlich langfristiger Folgewirkungen der COVID-19-Pandemie)“, u. a.
 - langfristige Nachwirkungen der COVID-19-Pandemie ab dem Jahr 2020 in Hinblick auf die Entwicklung von Homeoffice, Geschäftsreisetätigkeit und des Online-Handels
 - umweltbewussteres Konsum- und Verkehrsverhalten, auch im Hinblick auf Führerschein- und Pkw-Besitz
- » Bereich 3 „Verkehrsinfrastruktur Straße“, u. a.
 - Infrastruktur Straße: Ausbau der Bundesfernstraßen inklusive einer möglichen Elektrifizierung ausgewählter Bundesautobahnen sowie temporärer Seitenstreifenfreigaben
- » Bereich 4 „Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot Schiene“, u. a.
 - Infrastruktur und Angebot Eisenbahn: Einführung des Deutschlandtaktes und Verbesserungen in der Leistungsfähigkeit des Schienengüterverkehrs
- » Bereich 5 „Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot Binnenschifffahrt“, u. a.
 - Infrastruktur und Angebot in der Binnenschifffahrt mit Fokus auf potenzielle wasserstandsbedingte Einschränkungen
- » Bereich 6 „Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot See- und Flughäfen“, u. a.
 - Infrastruktur und Angebot im Seeverkehr: Schwerpunkte Schiffsgrößen und Ausbauplanungen Seehäfen
 - Infrastruktur und Angebot im Luftverkehr: Ausbauplanungen Flughäfen, Entwicklungen des Luftverkehrsangebots, Restriktionen bei Kurzstreckenflügen
- » Bereich 7 „Sonstige Verkehrsinfrastruktur und sonstiges Verkehrsangebot, insbesondere in den Kommunen“, u. a.

¹¹https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/verkehrsprognose-2040-praemissen-prognosefall-1.pdf?__blob=publicationFile

- Infrastruktur und Angebot im kommunalen ÖPNV inklusive „neue Mobilitätsformen“ sowie Infrastruktur für den nicht-motorisierten Verkehr
- » Bereich 8 „Technologieentwicklung“, u. a.
 - Kosten- und Verbrauchsentwicklung verschiedener Antriebstechnologien
 - Automatisiertes und vernetztes Fahren aller Verkehrsträger, allgemeine Digitalisierung im Verkehr
 - Die Entwicklung der spezifischen Treibhausgasemissionen der Stromerzeugung, die maßgeblich von der Energieträgerstruktur abhängt
- » Bereich 9 „Entwicklung der Nutzer- bzw. Transportkosten“, u. a.
 - Kraftstoff- und Strompreisentwicklung sowie Energieeffizienz (einschl. CO₂-Bepreisung)
 - Bepreisung des ruhenden und fließenden Straßenverkehrs
 - Preisentwicklung im öffentlichen Verkehr sowie im Schienengüterverkehr, Schiffs- und Luftverkehr
- » Bereich 10 „Andere ordnungspolitische Rahmenbedingungen“ in Verkehrs-, Umwelt- und Energiepolitik, u. a.

Ablösung von Verbrennungsmotoren und Einschränkungen für Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren
Der Pkw-Bestand bzw. der Motorisierungsgrad ist, wie erwähnt, ein Prognoseergebnis und war deshalb nicht Gegenstand dieser Gliederung.

Die einzelnen Prognoseprämissen („Startprämissen“) wurden vor ihrer Operationalisierung hinsichtlich ihrer Aktualität nochmals geprüft. Während der Bearbeitung der Prognose haben sich bzgl. einzelner Prognoseprämissen neue Entwicklungen bzw. neue Erkenntnisse ergeben, die in enger Abstimmung mit dem BMDV zu einer Aktualisierung einzelner Prämissen vor deren finaler Operationalisierung geführt haben (siehe **Zusatzdokument 6-2: Verkehrsprognose 2040 - Finale Prämissen P1 „Basisprognose 2040“**). Dies betrifft insbesondere die Prämissen zum Emissionshandel und zum CO₂-Preis sowie zur Lkw-Maut.

In **Tabelle 3-1** sind die einzelnen Prognoseprämissen der zehn Bereiche aufgelistet und mit einer knappen Beschreibung versehen. Auf die entscheidenden Prämissen wird dann im Folgenden detaillierter eingegangen.

<h2 style="text-align: center;">Prämissendefinition VP2040 Teil 2</h2> <h3 style="text-align: center;">Prognoseprämissen für den Prognosefall 1 "Basisprognose 2040"</h3> <h4 style="text-align: center;">Thema</h4>		
1	Bereich 1 "Wirtschaftliche und sozioökonomische Rahmenbedingungen"	
1-1	Entwicklung bestehender sowie neuer Handelskonflikte weltweit	Fortschreibung des bisherigen durchschnittlichen Konfliktneaus, keine konkreten Handelskonflikte im Jahr 2040
1-2	Entwicklung bestehender sowie neuer Krisen und Unruhen weltweit	Fortschreibung des bisherigen durchschnittlichen Krisenniveaus, keine konkreten Krisen im Jahr 2040
1-3	Häufigkeit und Art von Naturkatastrophen und Pandemien	Fortschreibung des bisherigen durchschnittlichen Katastrophenniveaus, keine konkreten Naturkatastrophen im Jahr 2040
1-4	Zeitplan Kohleausstieg (in Deutschland)	wie im Koalitionsvertrag 2021 vereinbart (2030)
1-5	Atomenergienutzung	Umsetzung der aktuellen Gesetzeslage
1-6	Personalkosten im Verkehrsbereich (z. B. Fahrpersonal)	Vermeidung von Knappheiten durch geeignete Maßnahmen (Rekrutierung, Lohnerhöhung, Automatisierung)
1-7	Verfügbarkeit von Lkw-Fahrern und Busfahrern in Deutschland und im relevanten Ausland	25 % realer Lohnkostenanstieg
1-8	Verfügbarkeit Personal Eisenbahn	keine Restriktionen
1-9	Verfügbarkeit Personal Binnenschifffahrt	keine Restriktionen
1-10	Digitalisierung (allgemein)	Kontinuierliche Entwicklung/Produktivitätsfortschritt
1-11	Primärenergieverbrauch nach Energieträgern	Klimaschutzprogramm 2030 und Klimaschutzplan 2050 in Deutschland, IEA-Szenarien im Ausland
1-12	Rohölpreis sowie Preise für Rohölalternativen	70 USD/Barrel (Preisstand 2020) gemäß IEA-Prognose
1-13	Weltweites Klimaschutz-Ambitionsniveau	zwischen den IEA-Szenarien "erklärte Politik" und "angekündigte Pfade"
1-14	Entwicklung Emissionshandel	128 EUR/t in den Industrieländern (gemäß IEA)
1-15	"Nachhaltige Wirtschaft"	kein Trendbruch
1-16	3D-Druck	kein Trendbruch
1-17	Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie und Landwirtschaft	kein Trendbruch
1-18	Wirtschaftliche Entwicklung der Schwellenländer	kein Trendbruch
1-19	Regionalisierung vs. Globalisierung	tendenziell verlangsamte Globalisierung (wie in den letzten Jahren)
1-20	Entwicklung Lieferketten	weiterhin internationale Lieferketten
1-21	Raum- und Siedlungsstruktur (z. B. Suburbanisierung)	Regionale Struktur gemäß Bevölkerungsprognose, keine Rückkopplung Verkehrsprognose-Siedlungsstruktur
2	Bereich 2 "Entwicklung des Verkehrsverhaltens (einschließlich langfristiger Folgewirkungen der COVID-19-Pandemie)"	
2-1	Home-Office-Nutzung	Reduktion der Berufsverkehrsfahrten um 6 %
2-2	Videokonferenzen statt Geschäftsreisen	Geschäftsreisen um 10 % im Schienenpersonenfernverkehr und Pkw sowie um 5-10 % im Luftverkehr reduziert (Basiseffekt)
2-3	Online- statt stationärer Einkauf / KEP-Verkehr	Zusatzwachstum KEP-Verkehr (um ca. 2 Jahre beschleunigtes Wachstum)
2-4	Pkw-Besitz	Degression der Bestandsausweitung

(Fortsetzung der Tabelle auf der nächsten Seite)

2-5	Führerscheinbesitz	leichte Abschwächung in den unteren Altersgruppen
2-6	Umweltbewusstes Verkehrsverhalten / Entwicklung der Mobilitätsbedürfnisse	kein verbreiteter Mobilitäts- oder Konsumverzicht, aber erhöhte Akzeptanz verkehrslenkender / einschränkender Maßnahmen
2-7	Umweltbewusstes Konsumverhalten	Trendauswirkungen der Regionalisierung
3 Bereich 3 "Verkehrsinfrastruktur Straße"		
3-1	Relevanter Ausbau der Bundesverkehrswege	VB wird realisiert, bei der Straße auch im Bau befindliche Projekte aus WB*
3-2	Relevante Ausbauplanungen Straße im Ausland	mit dem VB vergleichbare Projektkategorien im Ausland, Details in Fachteil 3 "Straßenverkehrsprognose 2040"
3-3	Elektrifizierung des Bundesfernstraßennetzes durch Oberleitungen	kein Ausbau des Oberleitungsnetzes
3-4	Temporäre Seitenstreifenfreigaben	bestehende, nicht ausgebaute Abschnitte sowie Abschnitte mit Kapazitätseinschränkungen, Details Fachteil 3 "Straßenverkehrsprognose 2040"
3-5	Kapazität von Rastanlagen	Bedarfsgerechter Ausbau
3-6	Geschwindigkeitsregelung auf Autobahnen	wie heute
3-7	Geschwindigkeitsregelung innerorts	innerorts zunehmend punktuell Tempo 30
3-8	Einsatz von Lang-Lkw	BAB, Bundesstraßen, relevantes Ausland
3-9	Busspuren/Umweltspuren in Städten	Ausbau
3-10	Ladezonen für Kurierdienste/Handwerker, Aufteilung des öffentlichen Raumes	nicht unterstellt
4 Bereich 4 "Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot Schiene"		
4-1	Deutschlandtakt 2040	vollständige Realisierung Zielfahrplan
4-2	Großknoten	Umsetzung gemäß BVWP
4-3	Reaktivierung stillgelegter Strecken	wie im Deutschlandtakt plus zusätzlich geplante (Abfrage bei Ländern durch Fachteil 4 "Eisenbahnverkehrsprognose 2040")
4-4	Zuverlässigkeit / Pünktlichkeit Schienenpersonenverkehr	keine Verschlechterung von Zuverlässigkeit und Pünktlichkeit trotz Angebotsausweitung
4-5	Relevante Ausbauplanungen im Ausland	grenzüberschreitende und überregionale Projekte, soweit im Bau oder verbindlich beschlossen
4-6	Ausbau von KV-Standorten und Gleisanschlüssen im Schienengüterverkehr	nachfragegerechte Erweiterung
4-7	Weitere Ausweisung von Güterverkehrstrassen an Güterverkehrskorridoren	keine weiteren unterstellt
4-8	Lange Güterzüge im In- und Ausland	740 m-Züge
4-9	Lichtraumprofile im Schienengüterverkehr	gemäß geplantem Infrastrukturausbau
4-10	Leistungsfähigkeiten	ETCS Level 2
4-11	Zuverlässigkeit SGV	Prognoseergebnis
5 Bereich 5 "Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot Binnenschifffahrt"		
5-1	Relevanter Ausbau Bundeswasserstraßen	VB wird realisiert
5-2	Ausbau Binnenhäfen	Ausbau zu intermodalen Güterverkehrszentren
5-3	Wasserstandsbedingte Einschränkungen in der Binnenschifffahrt	keine Veränderung der Wasserstände an freifließenden Flüssen gegenüber der Ist-Situation und keine weitere Veränderung der Niedrigwasserperioden
5-4	Ausbauplanungen Wasserstraßen im Ausland	Ausbauplanungen berücksichtigt

(Fortsetzung der Tabelle auf der nächsten Seite)

6 Bereich 6 "Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot See- und Flughäfen"		
6-1	Anpassung der Fahrwasser und Terminalkapazitäten	VB wird realisiert
6-2	Entwicklung der Seehafen-Infrastruktur im Ausland	Ausbau Nordsee / Ostsee / Mittelmeer gemäß konkreter Planungen
6-3	Schifffahrtsrouten: Nutzung des „nördlichen Seewegs“	Nutzung in Sommermonaten unterstellt
6-4	Entwicklung der Neuen Seidenstraße	wird realisiert, aber mäßiges Transportvolumen im Verkehr mit Deutschland
6-5	Entwicklung der Schiffsgrößen und Hafeninfrastruktur / Schifffahrtsrouten Hafenwettbewerb	mittlere Schiffsgrößen nehmen zu, Zunahme aber mit abnehmender Tendenz
6-6	Flughafen-Infrastruktur Inland	Maßnahmen mit Baurecht oder laufendem Planfeststellungsverfahren realisiert
6-7	Flughafen-Infrastruktur Ausland	alle konkreten, realistischen Planungen
6-8	Inlandsflüge	keine Einschränkung unterstellt
6-9	Tendenzen im Angebot Luftverkehr	Angebotsstruktur und Entwicklungstendenzen im Wesentlichen unverändert
7 Bereich 7 "Sonstige Verkehrsinfrastruktur und sonstiges Verkehrsangebot, insbesondere in den Kommunen"		
7-1	Angebotsentwicklung Fernlinienbus	konsolidierte Entwicklung mit dem Markt
7-2	Angebotsentwicklung kommunaler/regionaler ÖPNV	in Städten massiver Ausbau bei Bus und Straßenbahn, absehbarer Ausbau im schienengebundenen Verkehr
7-3	Ridesharing-Dienste („Linienbedarfsverkehre“)	punktuelle Ergänzung des ÖV (u.a. "letzte Meile")
7-4	Carsharing	weitere Zunahme auf niedrigem Niveau
7-5	Neue Fahrservice-Angebote/UBER (Ride-Hailing)	mittel-/langfristig auch in Deutschland; Ergänzung zwischen Taxi und ÖV (Kurzstreckenverkehr)
7-6	(Private) Fahrgemeinschaften	keine spezifischen Maßnahmen zur Förderung
7-7	Ausbau P+R und B+R	P+R Ausbau, B+R Ausbau unterstellt
7-8	Ausbau innerörtliches und überörtliches Radwegenetz	erheblicher Ausbau
7-9	Weiterentwicklung E-Scooter (Elektro-Tretroller, -Kleinstfahrzeuge)	wie Status quo
7-10	Förderung Fussverkehr	wird im Zuge der Stadt- und Verkehrsplanung gefördert
7-11	Paket- und Gütertransport im ÖV (Linienbusse, kommunale Bahnen)	nicht unterstellt
8 Bereich 8 "Technologieentwicklung"		
8-1	THG-Emissionen der Stromerzeugung	Rückgang von 415 auf 87 g/kWh
8-2	Reichweitenentwicklung Batterien / Ladeinfrastruktur	Auflösung der limitierenden Effekte
8-3	Motorentechnologie: Kosten und Verbräuche	Kosten real vergleichbar zu heute
8-4	Entwicklung von alternativen Antrieben im Lkw-Bereich: Einsatz von Liquefied Natural Gas (LNG)	nach 2035 nur noch deutlich reduzierte Neuzulassungszahlen
8-5	Entwicklung von alternativen Antrieben im Lkw-Bereich: Einsatz von Battery Electric Vehicles (BEV) < 26 t zGG	maßgebliche Technologie künftiger Lkw-Generationen, insbesondere im Nah- und Regionalverkehr
8-6	Entwicklung von alternativen Antrieben im Lkw-Bereich: Einsatz von Battery Electric Vehicles (BEV) über 26 t zGG	trotz Reichweitenproblematik, Ladedauer und Batteriegewicht / -volumen maßgebliche Zukunftstechnologie

(Fortsetzung der Tabelle auf der nächsten Seite)

8-7	Entwicklung von alternativen Antrieben im Lkw-Bereich: Einsatz von Wasserstoff-Lkw (H2-Lkw) über 26 t zGG	Wasserstoff zum Betrieb von Lkw wird 2040 knapp und teuer sein, dennoch berücksichtigen
8-8	Entwicklung von alternativen Antrieben im Lkw-Bereich: Einsatz von Oberleitungshybriden (OH-Lkw) über 26 t zGG	derzeit keine Bereitstellung der Infrastruktur durch den Bund mit ausreichender Net zabdeckung absehbar
8-9	Wasserstoffbedarf und Inlandsproduktion, Elektrolysekapazitäten	Bedarf 240 TWh, davon 110 TWh Inlandsproduktion, Preis 3 USD/kg
8-10	Autonomes Fahren Pkw: Marktreife und Marktdurchdringung	bis 2040 keine Marktdurchdringung Stufe 4; auf Autobahnen wird Verkehr komfortabler und sicherer
8-11	Autonomes Fahren Lkw: Marktreife und Marktdurchdringung	Keine Marktdurchdringung
8-12	Ausbau Verkehrsbeeinflussungsanlagen (VBA) und Infrastruktur für automatisiertes Fahren	hochrangiges BFStr-Netz mit VBA ausgestattet
8-13	Automatisiertes Fahren Eisenbahn	keine Marktdurchdringung
8-14	Digitaler Kundenzugang (Personenverkehr)	durchgängiges e-Ticketing (Verringerung Einstiegsbarriere zum ÖV)
8-15	Entwicklung der Technologie im Schienengüterverkehr	Automatisierung Kupplungen, Automatisierung Rangierzentren
8-16	Entwicklung der Technologie im Luftverkehr	keine wesentlichen Änderungen
8-17	Flugtaxis (Personenverkehr) und Drohnen (Güterverkehr)	erlangt keine relevante Bedeutung
8-18	Erhöhung der Treibstoffeffizienz im Luftverkehr	30 % Effizienzsteigerung
8-19	Verfügbarkeit/Einsatz von Sustainable Aviation Fuels	20 % Anteil der SAF im Linien- und Charterverkehr
8-20	Automatisiertes Fahren Binnenschiff	technische Marktreife und teilweise Marktdurchdringung insbesondere im Kanalsystem bis 2040 gegeben
8-21	Anteile Schiffsantriebe und Nutzung alternativer Energieträger für Schiffsantriebe	alternative Energieträger
8-22	Automatisierung des Antriebs, der Steuerung und des Umschlages im Seeverkehr	Umschlagsysteme, Steuerung
9	Bereich 9 "Entwicklung der Nutzer- bzw. Transportkosten"	
9-1	CO ₂ -Bepreisung Kraftstoffe (soweit nicht am Emissionshandel teilnehmend)	wie im Emissionshandel (128 EUR/t)
9-2	Strompreis (Privatverbrauch)	-14 % (EEG-Umlage, Stromsteuer)
9-3	Kraftstoffpreis	Endpreis steigt um 1,2 % p. a.
9-4	Kraftstoff- und Strompreis Nachbarländer	Entwicklung wie in Deutschland
9-5	Energieeffizienz fossil / elektrisch	dena-Leitstudie des EWI
9-6	Anteil Biokraftstoffe	wie heute
9-7	Kompensation für sinkende Energiesteuereinnahmen	5 ct/km Nutzerentgelt auf überörtlichen Straßen
9-8	Mautentwicklung Nachbarländer: Preisentwicklung und neue Systeme	Fortführung der bestehenden Systeme
9-9	Bepreisung des fließenden Verkehrs innerorts	nicht unterstellt
9-10	EU-Rahmen und Wegekostenrichtlinie Maut (zeitliche Differenzierung, Internalisierung externer Kosten)	CO ₂ -Komponente in der Maut

(Fortsetzung der Tabelle auf der nächsten Seite)

9-11	Lkw-Mautentwicklung	57,1 ct/Lkw-km (fossil) bzw. 21,1 ct/Lkw-km (alternative Antriebe) einschließlich CO ₂ -Komponente
9-12	Entwicklung Bußgeldkataloge und Erhöhung Kontrolldichte	real konstant
9-13	Kosten für Erwerb und Verlängerung der Fahrerlaubnis und Berufskraftfahrerqualifikation	real konstant
9-14	Subventionen Pkw-Neuanschaffung	Abschaffung
9-15	Besteuerung Neuwagenkauf bzw. "Erstzulassungssteuer" (wie z. B. in Dänemark)	nicht unterstellt
9-16	Subventionen Neuanschaffung Pedelecs/(E-)Fahrräder	nicht unterstellt
9-17	Parken	flächendeckende Parkraumbewirtschaftung, rückläufige Stellplatzverfügbarkeit, Erhöhung Parkkosten
9-18	Pendlerpauschale	bleibt
9-19	Kfz-Steuer	keine Änderungen
9-20	Preisentwicklung Schienenpersonenfernverkehr (eigenwirtschaftlich)	reale Preissenkung 0,5 % p. a.
9-21	Preisentwicklung Schienenpersonennahverkehr	real konstant
9-22	Preisentwicklung kommunaler/regionaler Öffentlicher Verkehr	real konstant
9-23	Trassenpreise	real konstant
9-24	Preise im Kombinierten und Containerverkehr	real konstant
9-25	Trennung von Netz und Betrieb	nicht unterstellt bzw. gemäß Koalitionsvertrag
9-26	Luftverkehrssteuer	real konstant
9-27	Kerosinsteuer	nicht unterstellt
9-28	Zertifikate-Zuteilung Luftverkehr	ETS-Zertifikatspreise, für 100 % der Emissionen müssen Zertifikate erworben werden
9-29	sonst. Betriebskosten Luftverkehr	minus 0,5 % p. a.
9-30	Kosten Binnenschiff	real konstant
9-31	Kosten im Seeverkehr	reale Zunahme
9-32	Kostenfaktor Technologieumrüstung in der Schiffsfahrt	Kostensteigerungen durch Betrieb mit alternativen Kraftstoffen
10	Bereich 10 "Andere ordnungspolitische Rahmenbedingungen"	
10-1	Verbrennungsmotoren für Kfz	Ablösung durch lokal emissionsfreie Fahrzeuge
10-2	Einschränkungen für fossil angetriebene Kfz (Strecken / Zonen)	Zonen / Strecken mit Einschränkungen für fossil angetriebene Kfz
10-3	Regelungen für Dienstwagen	Dienstwagenprivileg bleibt, Steuerermäßigung für E-Fahrzeuge entfällt
10-4	Gewichts- und Längenbeschränkungen im Lkw-Verkehr	keine Änderungen
10-5	Entwicklungen bei Lenk- und Ruhezeiten im Lkw-Verkehr	keine Änderungen

Tabelle 3-1

Prämissendefinition VP2040 Teil 2 Prognoseprämissen für den Prognosefall 1 „Basisprognose 2040“

3.2 Sozio-ökonomische Strukturdaten

3.2.1 Demographische Entwicklung

Die demographischen Leitdaten der vorliegenden Verkehrsprognose 2040 wurden im Rahmen der Verkehrsprognose 2040 Teil 2 „Wirtschafts- und Verkehrsentwicklungsprognose“ auf der Ebene der Verkehrszellen unter Verwendung der Bevölkerungsprognose (Fachteil 1) des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) prognostiziert. Die Ergebnisse sind im zugehörigen Ergebnisbericht **VP2040-Band 2.1 E/M** sowie im **VP2040-Band 3.1 E** dargestellt.

Für die Bevölkerungsprognose hatte das BBSR ursprünglich die sogenannte Strukturdatenprognose 2035 erstellt. In Anbetracht des Russischen Angriffskrieges gegen die Ukraine (Beginn des Überfalls am 24.02.2022) wurden die demografischen Leitdaten in Zusammenarbeit mit dem BBSR für das vorliegende Projekt nachjustiert und insbesondere der Außenwanderungssaldo aufgrund der starken Flüchtlingsbewegungen deutlich angehoben. Auf Basis dieser aktualisierten BBSR-Bevölkerungsprognose mit Datenstand Sommer 2022 wurde die vorliegende Basisprognose der Verkehrsprognose 2040 erstellt.

3.2.1.1 Bevölkerung

Die Einwohneranzahl in Deutschland wird ausgehend vom Jahr 2019 bis zum Jahr 2040 um über 710.000 Personen auf fast 83,9 Millionen zunehmen. Dabei wird es zu erheblichen Verschiebungen in der Altersstruktur kommen (vgl. **Tabelle 3-2**). So wird die Gruppe der über 69-Jährigen bis zum Jahr 2040 durchschnittlich jedes Jahr um 1,3 % wachsen. Damit wird diese Altersklasse um etwa 4,2 Millionen Menschen von 13,2 Millionen auf 17,4 Millionen ansteigen, womit sich der Anteil an der Gesamtbevölkerung von 16 % im Jahr 2019 auf 22 % im Jahr 2040 erhöht. Auch die Altersgruppe der unter 18-jährigen wird leicht zunehmen, allerdings nur um durchschnittlich 0,5 % (10 bis 17 Jahre) bzw. 0,1 % (0 bis 9 Jahre) pro Jahr, womit der Bevölkerungsanteil beider Gruppen zusammen um einen Prozentpunkt wächst. Die für das Erwerbspersonenpotenzial relevante Bevölkerung im Alter von 18 bis unter 70 wird bis 2040 von 56,2 Millionen auf 51,8 Millionen Menschen um 9,5 % sinken. Dies entspricht einem Anteilsrückgang um 7,5 Prozentpunkte auf 60,1 %. Dieser Rückgang wird jedoch durch steigende Erwerbsquoten vor allem in den höheren Altersgruppen und durch die Erhöhung des (faktischen) Renteneintrittsalters abgeschwächt.

Bevölkerung in Deutschland nach Altersklassen	2019	2040	2040	2040
			2019	2019 p. a.
Einwohner (in Mio. EW)	83.167	83.879	0,9%	0,0%
darunter im Alter von				
0 - 9 Jahre	7.688	7.920	3,0%	0,1%
10 - 17 Jahre	5.990	6.717	12,1%	0,5%
18 - 24 Jahre	6.261	6.212	-0,8%	0,0%
25 - 69 Jahre	49.996	45.627	-8,7%	-0,4%
70 Jahre und älter	13.231	17.403	31,5%	1,3%

Tabelle 3-2

Entwicklung der Bevölkerung in Deutschland nach Altersklassen

Quelle: Statistisches Bundesamt, BBSR

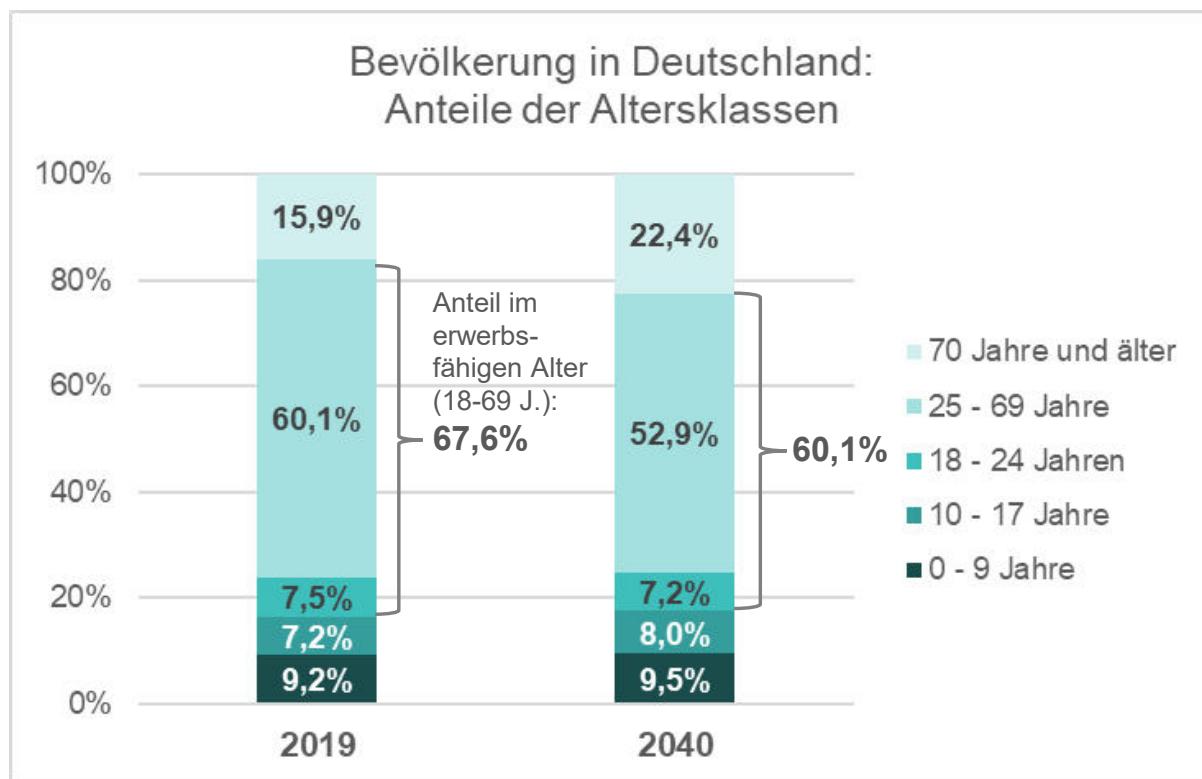


Abbildung 3-1

Anteil der Altersklassen in Deutschland 2019 und 2040

Bei der Bevölkerung im erwerbsfähigen Alter (18 bis unter 70 Jahre) gibt es große Unterschiede zwischen den Bundesländern. Auffällig ist insbesondere, dass sie lediglich in Hamburg (+3,1 %) und Berlin (+4,5 %) zunehmen wird. In allen anderen Bundesländern wird diese Bevölkerungsgruppe geringer. Besonders stark fällt der Rückgang in Sachsen-Anhalt und Thüringen aus. Über den Prognosezeitraum beträgt der Rückgang hier jeweils mehr als 20 %. Aber auch in Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz und Brandenburg wird die erwerbsfähige Bevölkerung im Prognosezeitraum mit rund zehn Prozent deutlich zurückgehen, im Saarland (-17,7 %) und in Mecklenburg-Vorpommern (-18,2 %) sogar noch stärker. Damit ist die Entwicklung im Saarland ähnlich rückläufig wie in den östlichen Bundesländern.

Bundesland	Bevölkerung insgesamt			Bevölkerung 18 Jahre bis unter 70 Jahre		
	2019	2040	2040/2019	2019	2040	2040/2019
	1.000 Einwohner	1.000 Einwohner	%	1.000 Einwohner	1.000 Einwohner	%
Baden-Württemberg	11.100	11.673	5,2%	7.562	7.273	-3,8%
Bayern	13.125	13.777	5,0%	8.982	8.613	-4,1%
Berlin	3.669	4.011	9,3%	2.541	2.654	4,4%
Brandenburg	2.522	2.513	-0,4%	1.677	1.490	-11,2%
Bremen	681	687	0,9%	463	434	-6,3%
Hamburg	1.847	1.997	8,1%	1.281	1.321	3,1%
Hessen	6.288	6.485	3,1%	4.274	4.044	-5,4%
Mecklenburg-Vorpommern	1.608	1.493	-7,2%	1.080	883	-18,2%
Niedersachsen	7.994	8.025	0,4%	5.362	4.878	-9,0%
Nordrhein-Westfalen	17.947	17.742	-1,1%	12.151	10.934	-10,0%
Rheinland-Pfalz	4.094	4.093	0,0%	2.785	2.486	-10,7%
Saarland	987	915	-7,3%	671	552	-17,7%
Sachsen	4.072	3.759	-7,7%	2.643	2.267	-14,2%
Sachsen-Anhalt	2.195	1.878	-14,4%	1.447	1.109	-23,4%
Schleswig-Holstein	2.904	2.961	2,0%	1.928	1.793	-7,0%
Thüringen	2.133	1.867	-12,5%	1.411	1.106	-21,6%
Deutschland insgesamt	83.167	83.879	0,9%	56.257	51.839	-7,9%

Tabelle 3-3

Entwicklung der Bevölkerung (in 1.000 Einwohnern) nach Bundesländern

Die folgende Abbildung zeigt das Wachstum der Bevölkerung bis 2040 in den deutschen Landkreisen und kreisfreien Städten. Insbesondere in den Ballungsräumen Hamburg, Bremen, Berlin, Frankfurt sowie München wird es ein ausgeprägtes Wachstum der Bevölkerung geben. Auffällig ist zudem, dass abgesehen vom Berliner Umland und den kreisfreien Städten Leipzig, Dresden und Erfurt alle ostdeutschen Landkreise und kreisfreien Städte eine negative Bevölkerungsentwicklung zu erwarten haben.

Im Kontrast dazu wird die Bevölkerung in den meisten baden-württembergischen und bayerischen Regionen im betrachteten Zeitraum steigen.

Bei der regionalen Betrachtung der demografischen Entwicklung zeigt sich eine unterschiedliche demografische Entwicklung in den verschiedenen siedlungsstrukturellen Kreistypen.¹² Während die Bevölkerung in dünn besiedelten ländlichen Kreisen (-4,0 %) und in ländlichen Kreisen mit Verdichtungsansätzen (-1,7 %) bis 2040 sinken wird, werden die Einwohnerzahlen in städtischen Kreisen (+1,2 %) leicht und in kreisfreien Großstädten (+4,1 %) deutlich zunehmen. Die Bevölkerung im erwerbsfähigen Alter wird hingegen in allen Kreistypen zurückgehen, wobei der Rückgang mit der Ländlichkeit zunimmt, so dass dieser in den kreisfreien Großstädten (-1,6 %) deutlich geringer ausfällt als in dünn besiedelten ländlichen Kreisen (-14,8 %).

¹²

Die Klassifikation folgt der aktuellen Definition der siedlungsstrukturellen Kreistypen des BBSR (2022).

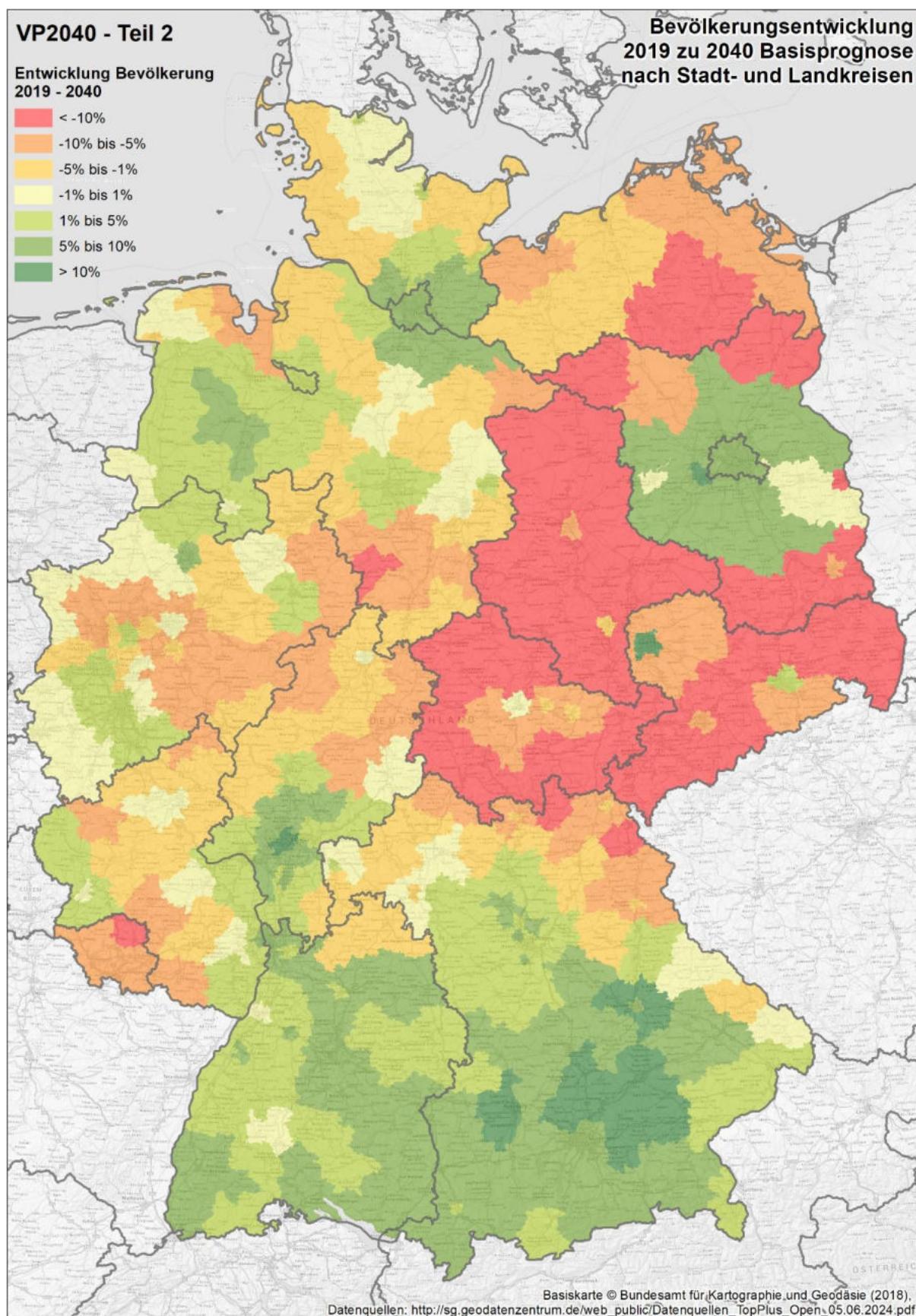


Abbildung 3-2

Bevölkerungsentwicklung 2019 bis 2040 nach Stadt- und Landkreisen

3.2.2 Gesamtwirtschaftliche Entwicklung

Die erforderlichen gesamtwirtschaftlichen Strukturdaten wurden ebenfalls im Rahmen des Projektes Verkehrsprognose 2040 Teil 2 „Wirtschafts- und Verkehrsentwicklungsprognose“ prognostiziert und im zugehörigen Ergebnisbericht **VP2040-Band 3.1 E „Wirtschaftsprognose 2040 – Prognosefall 1 Basisprognose 2040 (Ergebnisse)“** dargestellt. Auch hier werden die zentralen Ergebnisse in zusammengefasster Form dargestellt.

Das weltweite Wachstum der Bevölkerung verlangsamt sich im Prognosezeitraum durch sinkende Geburtenraten deutlich. Während es im ersten Jahrzehnt des Jahrtausends noch bei durchschnittlich 1,2 % pro Jahr lag, wird es sich im Zeitraum zwischen 2030 und 2040 nur noch auf jährlich 0,7 % belaufen. Dieser Prozess hat bereits begonnen, wird sich aber im Prognosezeitraum von 2019 bis 2040 deutlich verstärken. Die Weltbevölkerung, die im Jahr 2019 rund 7,7 Milliarden Menschen umfasste, steigt gleichwohl bis 2040 um knapp ein Fünftel auf etwa 9,2 Milliarden an. Weltweit wird für den Prognosezeitraum 2019 bis 2040 ein durchschnittliches jährliches Wachstum des Bruttoinlandsprodukts (BIP) von 2,7 % prognostiziert. Gegenüber der Entwicklung in den 19 Jahren zuvor (2,9 % p. a.) ist somit eine leichte Abschwächung zu verzeichnen.

Insgesamt wird die Bruttowertschöpfung (BWS) in Deutschland zwischen 2019 und 2040 mit einer jährlichen Rate von 1,35 % zunehmen. Damit ergibt sich gegenüber den letzten Dekaden eine gewisse Verlangsamung, die im Wesentlichen auf die demografische Entwicklung zurückzuführen ist.

Im Zeitraum von 2019 bis 2040 wird die durchschnittliche jährliche Zunahme der Bruttowertschöpfung in den deutschen Bundesländern zwischen 0,9 und 2,1 % liegen, wobei das bundesweite Durchschnittsniveau 1,35 % beträgt. In allen Bundesländern wird das Bruttowertschöpfungswachstum damit die Dynamik im Zeitraum von 2010 bis 2019 unterschreiten. Die zukünftige regionalwirtschaftliche Entwicklung ist dabei das Resultat der spezifischen Standortbedingungen, etwa im Hinblick auf die demografische Entwicklung und die Wirtschaftsstruktur. Eine deutliche Abschwächung des Wachstums gibt es in den Bundesländern, die Standort von Automobilwerken, Chemieparks und/oder metallerzeugenden Industrien sind – Branchen, deren Produktionsprozesse in den kommenden Jahren grundlegend umstrukturiert werden.

Besondere regionale Wachstumsimpulse resultierten aus neuen großdimensionierten Werken, etwa für den Bau von Elektroautos und Batteriezellen. Positive Impulse wird auch der Umbau der Energiewirtschaft, etwa durch die Produktion von grünem Wasserstoff, mit sich bringen. Die Einkommen und die verfügbaren Einkommen wachsen im bundesweiten Durchschnitt im Wesentlichen mit derselben Rate wie die Bruttowertschöpfung. Allerdings unterscheidet sich die regionale Verteilung massiv. Dies ist zum einen darauf zurückzuführen, dass Pendler ihr Arbeitseinkommen an den Wohnort mitnehmen, zum anderen auf die Umverteilung von den Primäreinkommen zu den verfügbaren Einkommen, die insbesondere durch die Rentenversicherung, aber auch durch andere Transfersysteme wie Bürgergeld, Kinder- und Elterngeld erfolgt.

Die zukünftige wirtschaftliche Entwicklung wird sich zwischen den europäischen Nachbarländern Deutschlands im Prognosezeitraum aufgrund unterschiedlicher wirtschaftsstruktureller Ausgangsbedingungen, des bereits erreichten Produktivitätsniveaus und der zukünftigen demografischen Rahmenbedingungen deutlich unterscheiden. So wird das jährliche Wachstum der Bruttowertschöpfung zwischen 1,0 und 2,0 % pro Jahr liegen. Tendenziell wachsen dabei die ärmeren europäischen Länder stärker, sodass sich die Aufholprozesse fortsetzen.

	2019	2040	2040/2019	2040/2019 p. a.
Bruttowertschöpfung (Mrd. €)	3.106	4.126	32,8%	1,4%
Bruttowertschöpfung pro Kopf (€)	37.348	49.185	31,7%	1,3%
Erwerbstätige (Mio. Einwohner)	45.269	44.095	-2,6%	-0,1%

Tabelle 3-4

Entwicklung der zentralen gesamtwirtschaftlichen Leitdaten für Deutschland

Quelle: ETR

Die prognostizierte Entwicklung der Bruttowertschöpfung nach Stadt- und Landkreisen ist in **Abbildung 3-3** gezeigt. Danach steigt die Bruttowertschöpfung vor allem im Großraum Berlin sowie in vielen Kreisen Baden-Württembergs und Bayerns überdurchschnittlich.

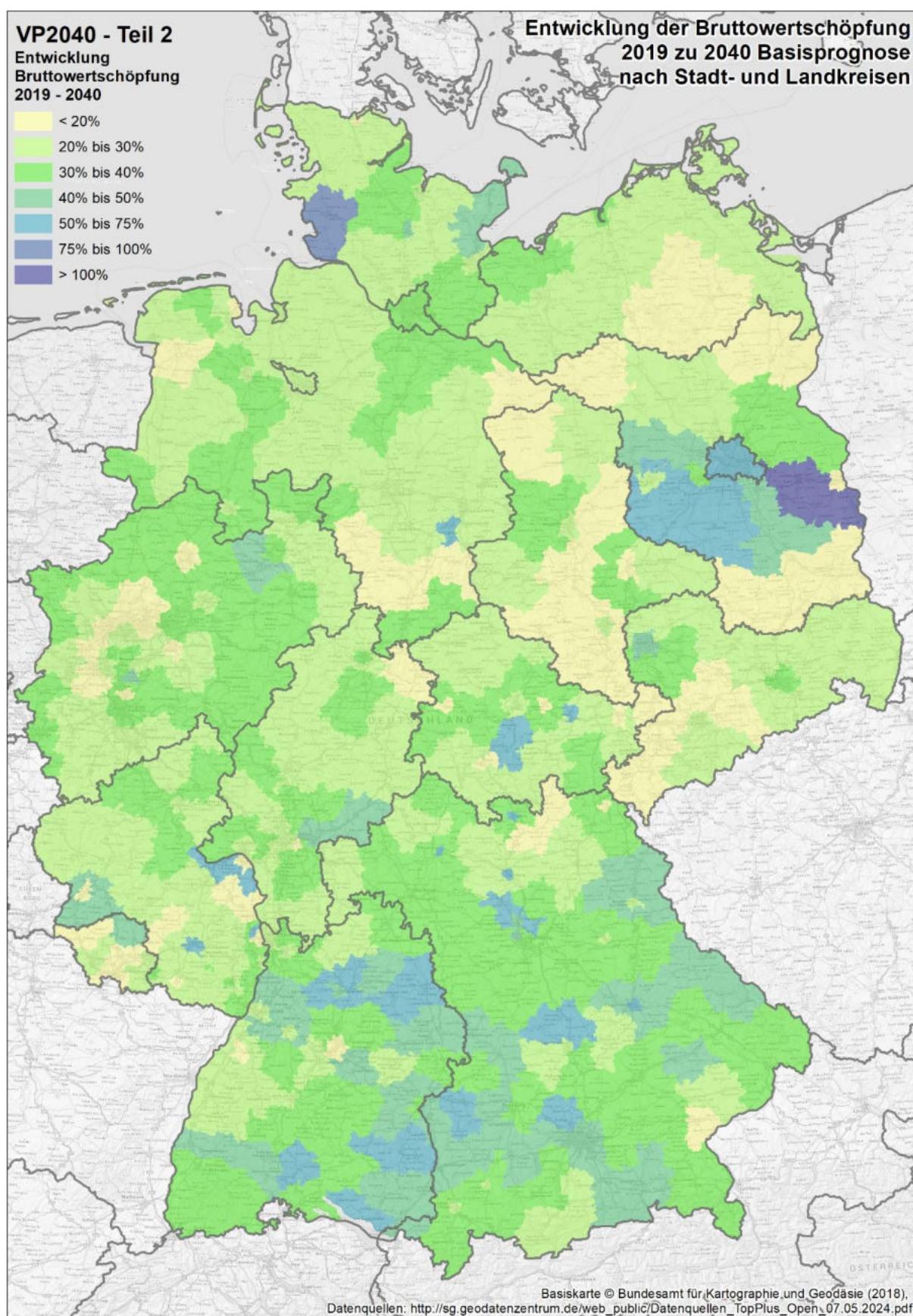


Abbildung 3-3

Entwicklung der Bruttowertschöpfung 2019 bis 2040 nach Stadt- und Landkreisen

Die Entwicklung der Erwerbstäigen (siehe **Abbildung 3-4**) spiegelt Bevölkerungs- und Wirtschaftsentwicklung wider. Der deutliche Rückgang in den östlichen Bundesländern (mit Ausnahme Berlins sowie südöstlich angrenzender Räume) sowie in einigen Teilen der westlichen Bundesländer (z. B. Saarland) ist auch hier erkennbar, wie auch der überproportionale Zuwachs im Raum München, in Teilen Baden-Württembergs sowie in Hamburg.

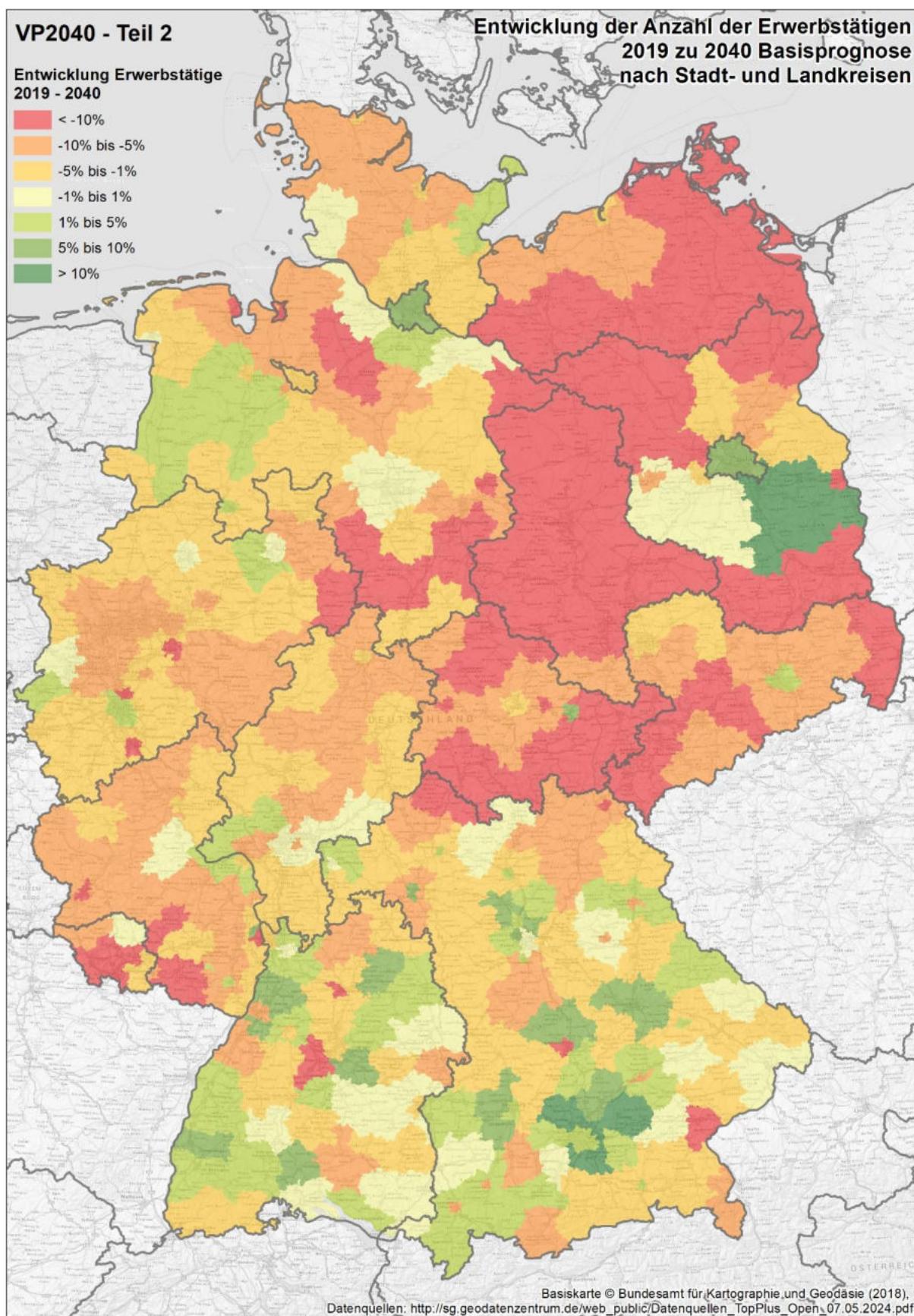


Abbildung 3-4

Entwicklung der Anzahl der Erwerbstätigen 2019 bis 2040 nach Stadt- und Landkreisen

3.2.3 Branchenwirtschaftliche Entwicklung

Von der positiven wirtschaftlichen Entwicklung von gut 1,4 % p. a. zwischen 2019 und 2040 werden nicht alle Wirtschaftsbereiche gleich stark profitieren. Mit 1,6 % p. a. wird sich das Verarbeitende und Produzierende Gewerbe deutlich überproportional entwickeln im Vergleich zum Agrarsektor, der mit -0,5 % p. a. eine negative Entwicklung aufweist, oder zum Baubereich (+1,0 % p. a.) und dem sonstigen Handels- und Dienstleistungssektor (+1,3 % p. a.).

Bruttowertschöpfung in Deutschland in Mrd. Euro	2019	2040	Wachstumsrate 2019-2040 in % p. a
Land- und Forstwirtschaft	24,9	22,5	-0,5%
Produzierendes Gewerbe	754,2	1.056,3	1,6%
Verarbeitendes Gewerbe	659,2	924,2	1,6%
Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln	37,7	55,2	1,8%
Getränkeherstellung	8,7	12,0	1,6%
Tabakverarbeitung	13,0	9,9	-1,3%
Herstellung von Textilien	4,0	3,3	-1,0%
Herstellung von Bekleidung	2,3	1,7	-1,4%
Herstellung von Leder, Lederwaren und Schuhen	0,8	0,8	0,0%
H.v. Holz-, Flecht-, Korb- u. Korkwaren (ohne Möbel)	6,3	12,2	3,2%
Herstellung von Papier, Pappe und Waren daraus	12,3	13,8	0,5%
H.v. Druckerz., Vervielf. v. Ton-, Bild-, Datenträgern	5,1	2,5	-3,3%
Kokerei und Mineralölverarbeitung	39,2	28,0	-1,6%
Herstellung von chemischen Erzeugnissen	44,5	29,1	-2,0%
Herstellung von pharmazeutischen Erzeugnissen	19,5	27,3	1,6%
Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren	30,2	44,9	1,9%
H.v. Glas, -waren, Keramik, Verarb. v. Steinen u. Erden	17,6	24,9	1,7%
Metallerzeugung und -bearbeitung	21,0	14,0	-1,9%
Herstellung von Metallerzeugnissen	50,9	72,7	1,7%
H.v. DV-Geräten, elektron. und opt. Erzeugnissen	36,9	90,0	4,3%
Herstellung von elektrischen Ausrüstungen	43,2	73,7	2,6%
Maschinenbau	101,7	180,9	2,8%
Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen	111,7	131,0	0,8%
Sonstiger Fahrzeugbau	16,5	36,0	3,8%
Herstellung von Möbeln	6,6	7,2	0,4%
Herstellung von sonstigen Waren	15,1	32,0	3,6%
Reparatur und Installation von Masch. und Ausrüstungen	14,3	21,2	1,9%
Bau	166,8	207,1	1,0%
sonstige Unternehmensbereiche	2.160,2	2.832,2	1,3%
Bruttowertschöpfung insgesamt	3.106,2	4.118,2	1,4%

Tabelle 3-5

Bruttowertschöpfung in Deutschland in Mrd. Euro nach Wirtschaftsbereichen (2019 bis 2040; Preise 2019)

Quelle: Eigene Auswertung auf Basis von ETR in VP2040 Teil 2

Auch innerhalb des Verarbeitendes Gewerbes werden zwischen den einzelnen Branchen stark unterschiedliche Entwicklungen erwartet. So ist die wirtschaftliche Entwicklung aufgrund von Nachfrage- und Verbrauchsrückgängen im Tabakbereich, in der Textil- und Bekleidungsindustrie, bei Papier- und Druckerzeugnissen, in der Mineralölverarbeitung, aber auch in der Chemischen Industrie sowie in der

Metallerzeugung und -bearbeitung negativ. In den einzelnen Branchen wird die reale Bruttowertschöpfung zwischen 1,0 % p. a. und 3,3 % p. a. zurückgehen.

Besonders positive Entwicklungen werden im Maschinenbau und bei EBM-Waren (hier liegen Wachstumsraten zwischen +2,6 % und +4,3 % p. a. vor), in der Holzwarenverarbeitung (+3,2 % p. a.), im sonstigen Fahrzeugbau (Schifffahrt und Schiene; +3,8 % p. a.), sowie bei Nahrungs- und Futtermitteln (+1,8 % p. a.) erwartet. Auch in der Verarbeitung von Glas, Steine und Erden (+1,7 % p. a.) sowie in der Kunststoffindustrie werden mit jeweils 1,9 % p. a. gute Wachstumschancen gesehen.

Zwar positiv aber, auch im Vergleich zur Vergangenheit, unterproportional ist mit +0,8 % p. a. die Entwicklung im deutschen Kraftwagenbau (Pkw und Lkw).

3.2.4 Energiewirtschaftliche Entwicklung

Die weitere energiewirtschaftliche Entwicklung wird von dem klimapolitischen Ziel der Bundesregierung, Klimaneutralität bis zum Jahr 2045 zu erreichen, stark beeinflusst. So ist neben dem im Jahr 2011 getroffenen Atomausstiegsbeschluss bis 2022, die drei letzten noch in Betrieb befindlichen Kernkraftwerke wurden letztendlich am 15. April 2023 vom Netz genommen, im Jahr 2018 auch ein schnellstmöglicher Ausstieg aus der Kohleverstromung bis spätestens 2038 beschlossen worden. Mit einer ähnlichen Entwicklung ist aufgrund steigender CO₂-Emissionspreise auch in der Industrie zu rechnen. Insbesondere in der Eisenverarbeitenden und Zementindustrie sind bereits heute starke Bemühungen zu beobachten, den Kohleanteil an der Energiegewinnung und Prozessverarbeitung einzuschränken. Daher wird auch für die Zukunft davon ausgegangen, dass Kohle vollständig durch andere Energieträger ersetzt wird.

Bei einem nur um 26 % sinkenden Endenergieverbrauch (von 2,5 Mio. TWh im Jahr 2019 auf rund 1,9 Mio. TWh im Jahr 2040) werden nur noch geringen Mengen an fossilen Kraftstoffen und Heizölen erwartet. Bis 2040 werden diese weitgehend durch PtL-Kraftstoffe, Wasserstoff, sowie Strom ersetzt (vgl. Abbildung 3-5). Pkw und Lkw werden, auch aufgrund des Neuzulassungsverbotes für Verbrennungsmotoren ab 2035 bis 2040 überwiegend auf alternative Antriebe umgestellt sein. Auch die Gasnachfrage wird zurückgehen, allerdings wird Gas aufgrund noch unzureichender Verfügbarkeit von Wasserstoff und PtL-Fuels noch in geringfügigen Mengen nachgefragt. Der Gasanteil am Endenergieverbrauch (inklusive Wasserstoff) wird bis 2040 um rd. 55 % zurückgehen.

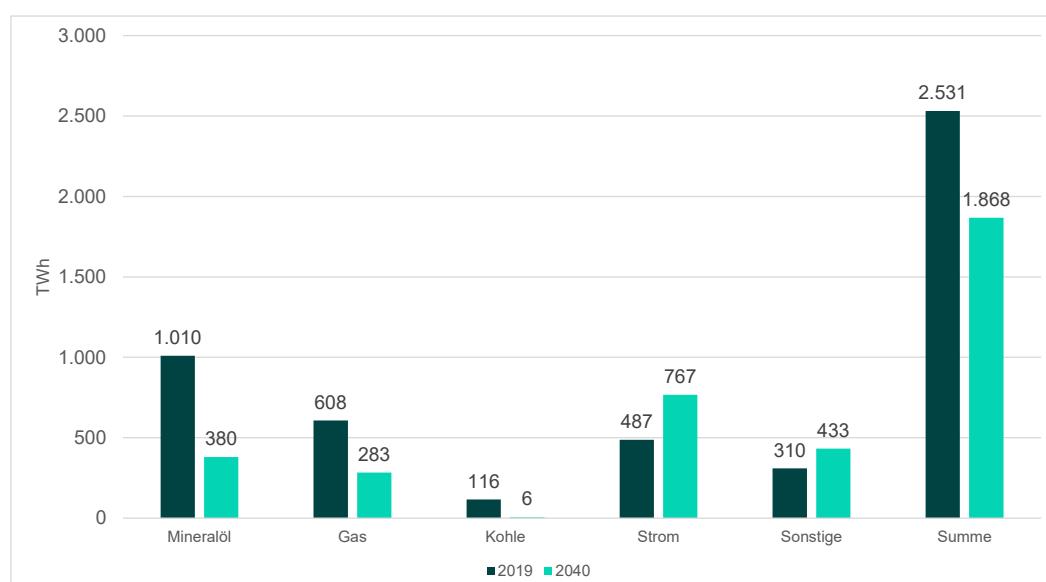


Abbildung 3-5 Entwicklung des Endenergieverbrauchs in TWh nach Energieträgern zwischen 2019 und 2040

Quelle: eigene Auswertung auf Basis von ETR in VP2040 Teil 2

3.2.5 Wirtschaftliche Leitvariablen

Güterverkehr ist eine abgeleitete Nachfrage, die sich aus der Entwicklung der Marktnachfrage (dem Verbrauch) und dem Marktangebot (Produktion) ergibt. Die in **Kapitel 3.2.1 bis Kapitel 3.2.4** prognostizierten Entwicklungen werden in den jeweiligen Industrie- und Wirtschaftsbereichen zu unterschiedlichen Auswirkungen auf die Höhe der Produktion und des Verbrauchs führen. Zusammen mit den Einflüssen aus dem Ausland, welche durch die Entwicklung der Im- und Exporte ausgedrückt werden, sind sie bestimmende Leitvariablen für die weitere Entwicklung des Verkehrsaufkommens, hierbei insbesondere des Binnenverkehrs.

Für jede Gütergruppe können über die Kenntnis der bestimmenden Ladung verkehrsbestimmende Wirtschaftsbereiche und damit verbundene Leitvariablen definiert werden, deren weitere Entwicklung die Höhe des Verkehrs in einem wesentlichen Maß mitbestimmen wird. In **Tabelle 3-6** ist die Entwicklung solcher bestimmender Leitvariablen gütergruppenspezifisch dargestellt. Im Rahmen der Prognose dienen sie als Leitgrößen für die Entwicklung des Güterverkehrs. Eine detaillierte Darstellung der Herleitung dieser Leitvariablen kann gütergruppenspezifisch dem Methodenbericht **VP2040-Band 6.2 M** entnommen werden. Hierbei erfolgte lediglich eine Konzentration auf die NST-Gütergruppen 1 bis 14, da es sich hier um Gütergruppen mit einem Wirtschaftsbezug handelt. Die restlichen 6 Gütergruppen sind Sammelgütergruppen oder erfassen Spezialverkehre, wie z. B. den KV- und Containerverkehr, der überwiegend in den Gütergruppen 19 und 16 erfasst wird.

NST-Nr.	NST Gütergruppe	Variable	2019	2040	Wachstum 2019 - 2040 in %
10	Land- und forstwirtsch. Erzeugnisse	Erntemengen Getreide in 1.000 t	44.302	40.764	-8%
		Erntemengen Ölsaaten in 1.000 t	2.830	3.750	33%
		Rohholzproduktion in 1.000 t	77.821	81.437	5%
		Rohholzverbrauch in 1.000 t	76.764	82.939	8%
		Brennholzproduktion in 1.000 t	23.697	15.509	-35%
		Brennholzverbrauch in 1.000 t	23.880	15.666	-34%
		Obstverbrauch in 1.000 t	8.924	9.227	3%
21	Steinkohle	Gemüseverbrauch in 1.000 t	9.290	10.288	11%
		Steinkohle-Verbrauch in 1.000 t	38.593	0	-100%
22	Braunkohle	Braunkohle-Verbrauch in 1.000 t	131.419	9.618	-93%
23	Erdöl und Erdgas	Rohölkapazitäten in 1.000 t	102.655	14.068	-86%
		Erdgasverbrauch in 1.000 t	72.217	39.400	-45%
31	Erze	Eisenerzverbrauch in 1.000 t	38.403	27.262	-29%
		Kupfererzverbrauch in 1.000 t	1.022	1.346	32%
		Alukonzentrate in 1.000 t	3.374	2.451	-27%
32	Düngemittel	Prod. Stickstoffverbindungen in 1.000 t	5.332	4.591	-14%
		Prod. Kalisalze in 1.000 t	2.800	3.755	34%
		Kali- und Kalkverbrauch in 1.000 t	3.275	3.310	1%
		Stickstoff- u. Phosphatverbrauch in 1.000 t	1.543	1.458	-6%

(Fortsetzung der Tabelle auf der nächsten Seite)

33	Steine und Erden	Produktion Sand, Steine, Erden in Mio. t	577	603	5%
		BWS Nahrungs- und Genussmittel in Mrd. €	59.421	84.504	42%
40	Nahrungs- und Genussmittel	Erntemengen an Futterpflanzen in 1.000 t	90.717	108.492	20%
		Großviehbestand (ohne Hühner) in 1.000 Stück.	39.250	37.181	-5%
50	Textilien, Bekleidung, Leder	Umsatzentwicklung in 1.000 €	18.945	20.899	10%
		Papierverbrauch in 1.000 t	18.874	19.645	4%
		Papierproduktion in 1.000 t	22.073	21.139	-4%
60	Holzwaren, Papier, Papier, Druckerei	Zellstoffverbrauch in 1.000 t	3.496	3.040	-13%
		Zellstoffproduktion in 1.000 t	1.598	1.600	0%
		Schnittholzproduktion in 1.000 t	37.187	45.764	23%
		Schnittholzverbrauch in 1.000 t	32.606	38.971	20%
71	Koks	Kokseinsatz in der Stahlind. In 1.000 t	8.677	0	-100%
72	Mineralölerzeugnisse	Mineralölproduktverbrauch in 1.000 t	108.778	13.931	-87%
		Raffinerieproduktion in 1.000 t	85.658	13.230	-85%
80	Chemische Erzeugnisse	Produktionsindex (2015_100)	96	86	-11%
		Produktion Sand, Steine, Erden in Mio. t	577	603	5%
		Produktion Zement in 1.000 t	35.441	32.395	-9%
		Produktion Glas in 1.000 t	6.468	6.274	-3%
		Produktion sonst. Baustoffe in 1.000 t	96.335	122.991	28%
90	Sonstige Mineralezeugnisse	Verbrauch Sand, Steine, Erden in Mio. t	564	602	7%
		Verbrauch Zement in 1.000 t	28.752	33.442	16%
		Verbrauch Glas in 1.000 t	5.075	5.313	5%
		Verbrauch sonst. Baustoffe in 1.000 t	92.166	119.091	29%
		Rohstahlproduktion in 1.000 t	39.700	34.692	-13%
		Walzstahlproduktion in 1.000 t	34.298	30.876	-10%
		Elektrostahlproduktion in 1.000 t	11.905	15.022	26%
100	Metalle und Metallerzeugnisse	Stahlverbrauch in 1.000 t	35.100	41.803	19%
		Aluminiumverbrauch in 1.000 t	3.204	4.145	29%
		Aluminiumproduktion in 1.000 t	1.200	1.035	-14%
		Kupferverbrauch in 1.000 t	1.138	1.766	55%
		Kupferproduktion in 1.000 t	628	795	27%
110	Maschinen und Ausrüstungen	Umsatz in Mio. €	278.725	386.993	39%
		Pkw Neuzulassungen in 1.000	3.607	3.372	-7%
120	Fahrzeuge	Pkw Produktion in 1.000	4.664	5.922	27%
		Pkw-Bestand in 1.000	47.716	52.864	11%

(Fortsetzung der Tabelle auf der nächsten Seite)

	Möbel, Schmuck, Musikinstrumente, etc.	Mischgütergruppe; deswegen BIP in Mrd. € (Preise 2019)	3.449	4.513	31%
		Altpapierverbrauch in 1.000 t	17.154	17.022	-1%
		Altpapieraufkommen in 1.000 t	14.752	16.207	10%
140	Sekundärrohstoffe, Abfälle	Schrottverbrauch in 1.000 t	18.440	23.284	26%
		Abfallaufkommen in 1.000 t	416.536	437.147	5%
		Abfallverwendung in 1.000 t	446.691	446.549	0%

Tabelle 3-6 Entwicklung von gütergruppenspezifisch relevanten Leitvariablen (2019 bis 2040)

Quelle: eigene Darstellung nach ETR in VP2040 Teil 2

3.2.6 Entwicklung des Außenhandels

Die Entwicklung der Außenhandel ist in einem separaten Arbeitsschritt erarbeitet und ist für die hier dargestellten Arbeiten übernommen worden. Eine detaillierte Beschreibung der Ableitung der Außenhandelsprognosen für Deutschland sowie den anderen europäischen Staaten kann **Band 3** entnommen werden.

Gütergruppe	2019		2040		Wachstum 2019-2040 in %	
	Export	Import	Export	Import	Export	Import
	1.000 t	1.000 t	1.000 t	1.000 t	%	%
1 Land- und forstwirtsch. Erzgn.	23.239	41.797	26.780	47.258	15,2%	13,1%
2 Kohle, Rohöl, Gas	58.694	243.575	32.442	93.538	-44,7%	-61,6%
3 Erze, Steine, Erden	47.402	74.711	50.303	63.848	6,1%	-14,5%
4 Nahrungs- und Genussmittel	45.043	36.700	55.781	49.794	23,8%	35,7%
5 Textilien, Bekleidung, Leder	5.178	7.504	6.013	8.538	16,1%	13,8%
6 Holzwaren, Papier, Papier, Druckerei	29.921	21.759	32.865	28.283	9,8%	30,0%
7 Koks, Mineralölerzeugnisse	30.094	46.433	3.650	23.392	-87,9%	-49,6%
8 Chemische Erzeugnisse	62.648	44.968	67.985	60.007	8,5%	33,4%
9 Sonstige Mineralerzeugnisse	20.871	10.564	18.788	12.063	-10,0%	14,2%
10 Metalle und Metallerzeugnisse	29.536	32.633	27.097	40.314	-8,3%	23,5%
11 Maschinen und Ausrüstungen etc	23.343	21.034	27.298	31.071	16,9%	47,7%
12 Fahrzeuge	20.470	13.760	24.766	14.113	21,0%	2,6%
13 Möbel, Schmuck, Musikinstrumente etc	17.797	39.583	16.141	44.960	-9,3%	13,6%
14 Sekundärrohstoffe, Abfälle	14.449	15.519	9.907	12.054	-31,4%	-22,3%
Insgesamt	428.686	650.538	399.814	529.231	-6,7%	-18,6%

Tabelle 3-7

Entwicklung des deutschen Außenhandels nach Gütergruppen und Außenhandelsrichtung in 1.000 t

Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von Statistischen Bundesamt Daten

Die deutsche Außenhandelsprognose geht aufgrund des Rückgangs der Energiegüter sowohl im Import als auch im Export von einem Rückgang der gesamten Außenhandelsverkehre aus (vgl. **Tabelle 3-7**). Importe gehen gegenüber 2019 um 19 % und Exporte um 7 % zurück. Der Rückgang betrifft im Wesentlichen die Energiegüter und einige transport- und kostenintensive Massengüter. Stückgüter werden sich jedoch auch weiterhin positiv entwickeln.

Auch in der Summe aller anderen europäischen Staaten werden die Importe, aufgrund des Rückgangs der Energiegüter, um 7 % gegenüber 2019 zurückgehen. Die Exporte werden jedoch um 2 % leicht ansteigen, da in vielen der anderen europäischen Staaten die Produktionsbedingungen für bestimmte Produkte wie Zement, Aluminium, Düngemittel günstiger sind als in Deutschland (vgl. **Tabelle 3-8**).

Entwicklung des deutschen Außenhandels in Mio. Tonnen	2019		2040		Wachstum 2019-2040 in %	
	Export	Import	Export	Import	Export	Import
1 Land- und forstwirtsch. Erzgn.	374,4	295,0	563,3	388,8	50,5%	31,8%
2 Kohle, Rohöl, Gas	815,9	989,1	446,2	313,1	-45,3%	-68,3%
3 Erze, Steine, Erden	430,4	437,3	573,3	508,7	33,2%	16,3%
4 Nahrungs- und Genussmittel	281,2	276,4	395,1	383,9	40,5%	38,9%
5 Textilien, Bekleidung, Leder	35,9	47,6	52,1	61,0	45,2%	28,4%
6 Holzwaren, Papier, Papier, Druckerei	176,0	125,0	227,0	161,5	29,0%	29,2%
7 Koks, Mineralölerzeugnisse	649,5	428,5	258,0	155,9	-60,3%	-63,6%
8 Chemische Erzeugnisse	268,1	293,3	351,2	394,0	31,0%	34,3%
9 Sonstige Mineralezeugnisse	150,1	112,3	210,2	151,3	40,0%	34,7%
10 Metalle und Metallerzeugnisse	230,2	194,9	267,8	270,3	16,3%	38,7%
11 Maschinen und Ausrüstungen etc	127,5	140,5	170,4	197,9	33,7%	40,9%
12 Fahrzeuge	56,2	61,5	82,5	84,2	46,8%	36,8%
13 Möbel, Schmuck, Musikinstrumente etc	67,9	106,8	92,9	148,5	36,8%	39,1%
14 Sekundärrohstoffe, Abfälle	97,8	92,0	146,8	123,3	50,2%	34,1%
Insgesamt	3.761	3.600	3.837	3.343	2,0%	-7,2%

Tabelle 3-8 Entwicklung des Außenhandels der sonstigen europäischen Staaten nach Gütergruppen und Außenhandelsrichtung in Mio. t

Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von Eurostat Daten

3.3 Entwicklung der Verkehrsinfrastruktur und des Verkehrsangebotes

Der Ausbau der Verkehrsinfrastruktur und die Entwicklung des Verkehrsangebotes sind wichtige Bestimmungsgrößen für die Nachfrageentwicklung im Personen- und Güterverkehr aller Verkehrszweige und wurden zum aktuellen Kenntnisstand berücksichtigt.

Für den Straßenverkehr, den Eisenbahnverkehr, den Luftverkehr und die Binnenschifffahrt wurde die Angebotssituation jeweils für 2019 und die Prognosezustände in Form von Verkehrsnetzmodellen 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 Prognoseprämissen in den folgenden Abschnitten beschrieben. Gegenstand des folgenden Abschnitts ist es, die den Annahmen zur Entwicklung von Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot zugrundeliegende "Philosophie" zu erläutern und die aus Sicht der großräumigen Verkehrs nachfrage 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

Ausgangspunkt für die Annahmen zur Entwicklung der Infrastruktur des Bundes, also Bundesfernstraßen, Bundesschienenwege und Binnenwasserstraßen im Prognosejahr ist der gültige Bundesverkehrswegeplan 2015. Dieser wurde durch Bedarfspläne konkretisiert. Die Grundidee der Festlegung für die vorliegende Basisprognose 2040 ist folgende:

- » Gegenüber 2019 werden das Verkehrsnetz und das Verkehrsangebot im Prognosejahr 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. Es ist allerdings nicht absehbar, zu welchem Anteil die fest geplanten Maßnahmen im Prognosezeitraum realisiert werden können. Es ist denkbar, dass bis 2040 insbesondere aus planungs- und haushaltsrechtlichen Gründen nur ein Teil der geplanten Maßnahmen fertiggestellt werden kann. Allerdings ist es aus derzeitiger Sicht unmöglich, abzuschätzen, welche Maßnahmen bis 2040 fertiggestellt werden und welche nicht.
- » 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. Technisch umfasst dies die Kategorien FD (laufende und fest disponierte Vorhaben), VB-E (Vordringlicher Bedarf mit Engpassbeseitigung) und VB. Im Straßenverkehr sind solche Maßnahmen der Kategorie WB*, bei denen anhand von Planungs- oder gar Baufortschritt absehbar ist, dass sie sich in der Realisierung befinden, ebenfalls als in Betrieb unterstellt. Für weitere Details wird hier auf Band 7 zur „Straßenverkehrsprognose 2040“ verwiesen. Verkehrsinfrastrukturprojekte, die im Rahmen des Investitionsgesetzes Kohleregionen (InvKG) umgesetzt werden und die nicht unter die oben genannten Projektdringlichkeiten fallen, werden im Prognosefall 1 „Basisprognose 2040“ als realisiert unterstellt, wenn deren Umsetzung zum Stichtag 30.04.2022 vom Bund-Länder-Koordinierungsgremium (BLKG) beschlossen wurde oder wenn deren Umsetzung zum o. g. Stichtag durch Beschluss des BLKG unter der Bedingung vorgemerkt wurde, dass die entsprechenden Mittel zum Baubeginn verfügbar sind.
- » Im Eisenbahnverkehr umfasst diese Prämisse die Realisierung des Deutschlandtaktes gemäß Zielfahrplan 3. Gutachterentwurf¹³. Dies umfasst den Ausbau der Großknoten, die Reaktivierung stillgelegter Strecken und die Erhöhung der Leistungsfähigkeit des Bestandsnetzes inklusive der Infrastruktur für 740 m-Züge.

3.3.2 Sonstige, insbesondere kommunale Verkehrsinfrastruktur

Die nicht in der Verantwortung des Bundes liegende Verkehrsinfrastruktur, insbesondere die kommunale Verkehrsinfrastruktur, wird im Prognosezeitraum ebenfalls signifikant erweitert. Dies betrifft

- » sowohl die Infrastruktur und das Angebot im ÖPNV (Bus, Tram / Stadtbahn, U-Bahn mit Beschleunigungen, Taktverdichtungen, Kapazitätserhöhungen und neuen Linien)
- » als auch die Radverkehrsinfrastruktur (innerstädtisch und überörtlich mit Radschnellwegen), inklusive Fahrradabstellanlagen.

3.4 Entwicklung der Nutzer- bzw. Transportkosten

Von der Entwicklung 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

¹³ SMA und Partner AG, Intraplan Consult GmbH, VIA Consulting & Development GmbH, TTS TRIMODE Transport Solutions GmbH, Abschlussbericht zum Zielfahrplan Deutschlandtakt, Grundlagen, Konzeptionierung und wirtschaftliche Bewertung, 2022

Folgenden werden beide Arten von Einflussfaktoren dargestellt. Darüber hinaus werden auch einige Aspekte behandelt, die nicht die Nutzerkosten, sondern andere Parameter der Verkehrsmittelwahl betreffen, z. B. die Parkraumbewirtschaftung.

Die diesbezüglichen Annahmen wurden von den Gutachtern der Verkehrsprognose 2040 Teil 2 erarbeitet, wobei sowohl die Entwicklung in der jüngeren Vergangenheit als auch, so weit wie möglich, prognostische Überlegungen eingingen. Sie wurden, wie oben bereits erwähnt, mit dem Prognosebegleitenden Ausschuss sowie im Rahmen des Beteiligungsprozesses der Referate im BMDV, den Bundesländern und Verbänden erläutert und diskutiert.

3.4.1 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 ausgeschlossen.
- » Zum anderen wurden innerhalb des Spektrums der realistischen Erwartungen jeweils diejenigen Ausprägungen ausgewählt, die den umwelt- und energiepolitischen Erfordernissen am ehesten Rechnung tragen.

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, 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 Annahmen-Gerüst 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 wurden real steigende Nutzerkosten unterstellt, was eine Tendenz 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.

3.4.2 Nutzer- und Transportkosten im Straßenverkehr

3.4.2.1 Nutzer- und Transportkosten im Pkw-Verkehr

Eine jeweils zentrale Größe innerhalb der Verkehrsmittelnutzerkosten bilden der Kraftstoffpreis und, insbesondere im weiteren Zeitverlauf, der Strompreis. Die erste Komponente des Kraftstoffpreises besteht aus dem Weltrohölpreis. Hierfür wurde für das Jahr 2040 ein Niveau von real (Preise 2019) 70 USD/Barrel angenommen. Dies stützte sich u. a. auf die jüngste Prognose der Internationalen Energie-Agentur (IEA) vom Oktober 2022.¹⁴ Bezogen auf das Basisjahr 2019 (62 USD) bedeutet dies einen Anstieg um 13 %. Diese Annahme wird auch trotz kurzfristiger starker Schwankungen wie etwa in den Wochen nach der Invasion Russlands in der Ukraine aufrechterhalten, weil davon auszugehen ist, dass sich kurzfristige außergewöhnliche Entwicklungen des Rohölpreises langfristig wieder

¹⁴ IEA, World Energy Outlook 2022, Revised version, Paris, November 2022. Der Wert von 70 USD beruht auf zwei Dritteln des durch die beiden Szenarien "Stated Policies" und „Announced Pledges“ gebildeten Intervalls ab, das so am ehesten der Grundphilosophie der Basisprognose 2040 entspricht.

einpendeln. Der (gesamte) Kraftstoffpreis, von dem – im Mittel der Sorten und einschließlich der anteiligen Mehrwertsteuer – rund ein Drittel auf die Rohölleinstandskosten entfällt, erhöht sich dadurch um 5 Cent/Liter (ohne MwSt., vgl. **Abbildung 3-6**) bzw. 6 Cent/Liter (einschl. MwSt.) oder 4 %.

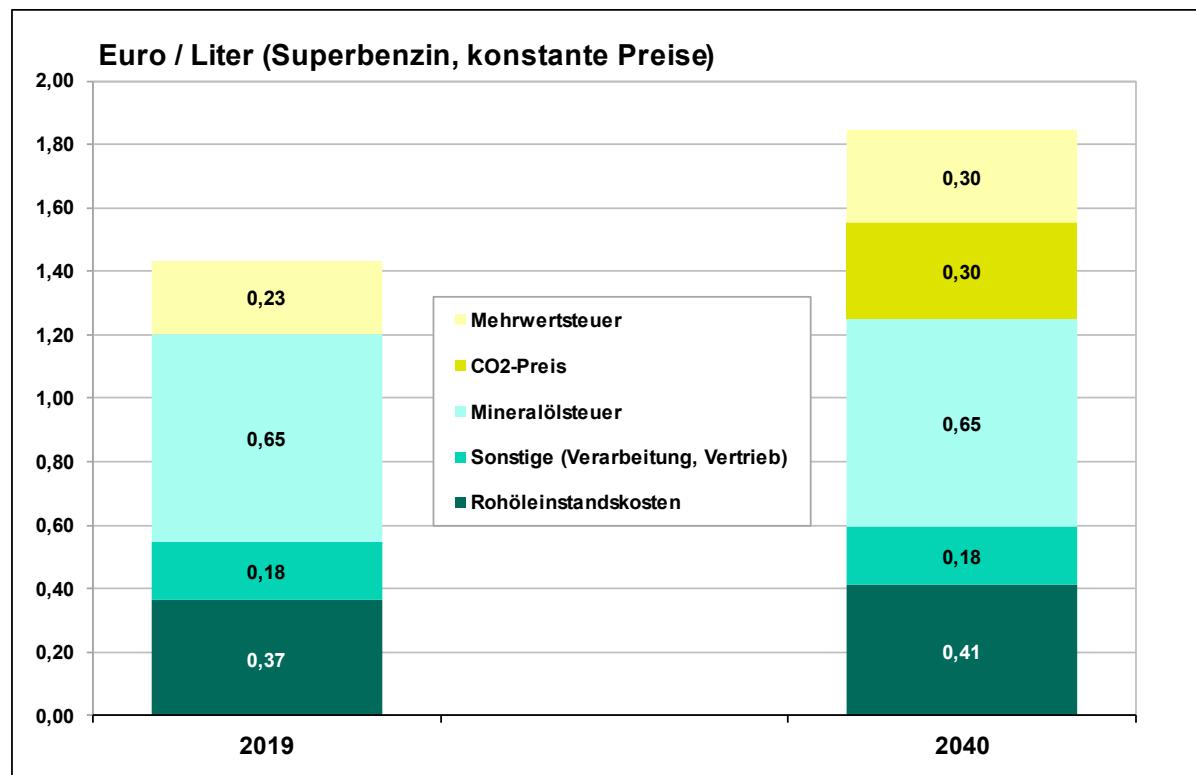


Abbildung 3-6 Komponenten des Kraftstoffpreises am Beispiel von Superbenzin

Eine noch größere Bedeutung für den gesamten Kraftstoffpreis kommt dem Mineralölsteuersatz zu. Für ihn wurde keine Veränderung unterstellt, da nunmehr der CO₂-Preis die relevante Stellschraube darstellt. Für letzteren wurden erneut die entsprechenden Erwartungen der IEA vom Oktober 2022¹⁵ übernommen.

Hierbei wird der verwendete CO₂-Preis ebenfalls auf zwei Drittels des Intervalls aus „Stated Policies“ und „Announced Pledges“ gesetzt. Dies bildet die Dynamik ab, mit der sich die „erklärte Politik“ den „angekündigten Pfaden“ annähert. Es leitet sich somit ein Wert von rund 149 USD₂₀₂₁ für das Jahr 2040 ab. Über den Zeitraum 2015-2022 war der Wechselkurs vergleichsweise stabil und betrug im Mittel 1,1388 USD pro Euro¹⁶. Damit errechnet sich ein Wert von 131,13 Euro₂₀₂₁. Letzterer wird für die Währungsumrechnung im Folgenden herangezogen. Damit entspricht dies aufgerundet¹⁷ 128 Euro₂₀₁₉ pro Tonne CO₂. Dies bedeutet eine annähernde Vervierfachung gegenüber dem Stand von 2023 (30 €, nominal) und mehr als eine Verdoppelung gegenüber dem aktuellen Stand von 2024 (45 €, nominal). Es führt zu einem Gesamtanstieg des Kraftstoffpreises um 30 Cent/Liter (ohne MwSt., vgl. **Abbildung 3-7**) bzw. 36 Cent/Liter (einschl. MwSt.) oder 29 %, was also den Effekt des moderaten Rohölpreisanstiegs deutlich übertrifft. Insgesamt erhöht sich der Endpreis zwischen 2019 und 2040 um 13 %, das heißt um 0,6 % p. a. Das ist eine deutlich geringere Verteuerung als in den ersten 20 Jahren

¹⁵ IEA, World Energy Outlook 2022, a.a.O

¹⁶ https://www.ecb.europa.eu/stats/policy_and_exchange_rates/euro_reference_exchange_rates/html/eurofxref-graph-usd.de.html

¹⁷ <https://www.genesis.destatis.de/genesis/online?operation=previous&levelindex=1&step=1&titel=Ergebnis&levelid=1681109123946#abreadcrumb>

nach der Vereinigung Deutschlands (2,5 % p. a.), aber auch eine Trendwende im Vergleich zur Entwicklung der letzten rund 10 Jahre (bis 2021), in denen der Kraftstoffpreis real gesunken ist (vgl. Abbildung 3-7). Schon 2021 lag er etwas über der Trendlinie, die sich durch die o. a. Annahmen für die Basisprognose 2040 zeichnen lässt. Im Jahr 2022 hat sich der Abstand wegen der Auswirkungen des Russischen Angriffskriegs in der Ukraine zwischenzeitlich kräftig erhöht, bereits 2023 aber wieder der Trendlinie deutlich angenähert.

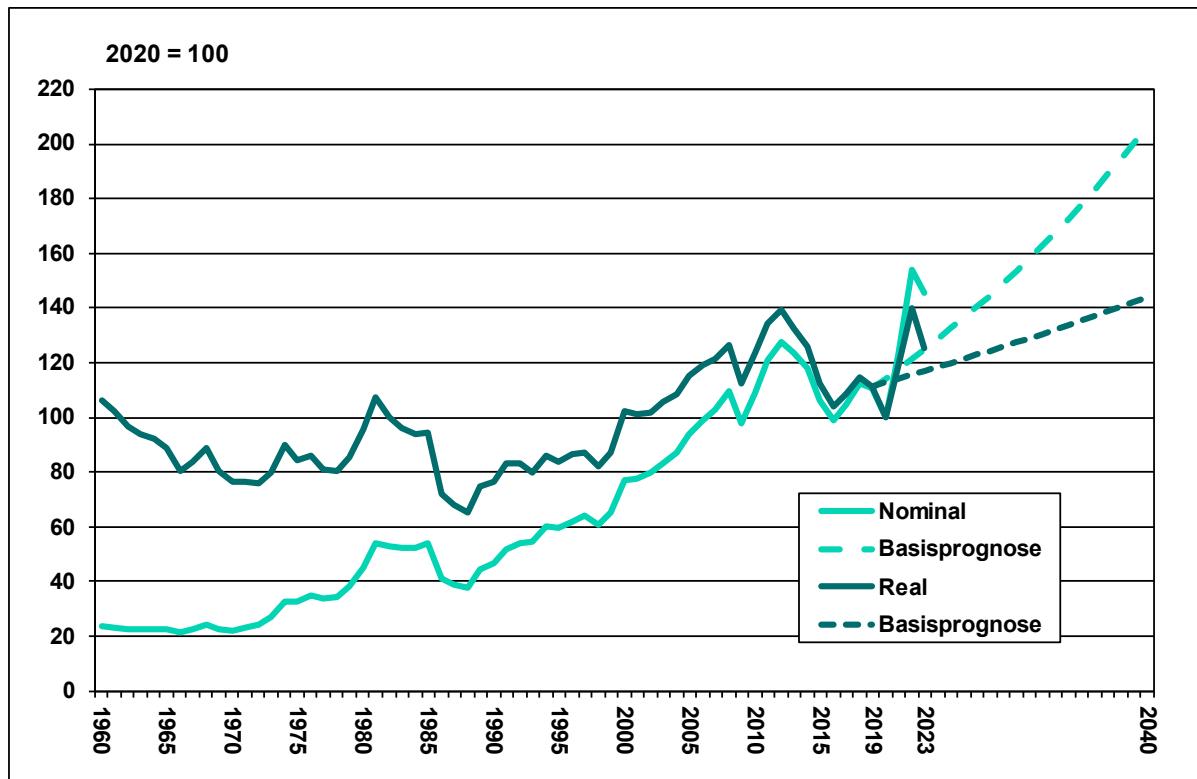


Abbildung 3-7 Entwicklung des Kraftstoffpreises (nominal und real) von 1960 bis 2040

Diesem Anstieg des Preises entgegen steht die Entwicklung des spezifischen Verbrauchs der fossil betriebenen Pkw-Flotte (in Liter pro Fahrzeugkilometer). Seit der Vereinigung Deutschlands war diese Größe bis zur Mitte des vergangenen Jahrzehnts nahezu stetig gesunken (rund 1 % p. a.), weil die technischen Fortschritte durch die Nachfrageverschiebung hin zu leistungsstärkeren Fahrzeugen abgeschwächt wurden. Die Abnahme wäre noch stärker ausgefallen, wenn sich nicht die Fahrzeuggewichte auf Grund von erhöhten Komfortausstattungen, Sicherheitsanforderungen u. v. m. stetig erhöht hätten. Seitdem, das heißt seit etwa 2015, ist jedoch eine annähernde Konstanz des spezifischen Verbrauchs zu beobachten. Die mindernden Effekte haben sich abgeschwächt, die erhöhenden, insbesondere die o. a. Nachfrageverschiebung, dagegen verstärkt. Für den Prognosezeitraum wurde die Minderungsrate operationalisiert mit einem Rückgang um 0,5 % p. a. Für die Kraftstoffkosten ergibt sich im Prognosezeitraum ein Anstieg um 1,2 % p. a. 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.

Während die Bedeutung der Kraftstoffpreise im Zeitverlauf kontinuierlich abnehmen wird, steigt der Anteil der elektrisch angetriebenen Kraftfahrzeuge und damit die Bedeutung des Strompreises für die Verkehrsentwicklung stetig an. Durch den Wegfall der EEG-Umlage und die Absenkung der Stromsteuer wird der Endverbraucher-Strompreis bis 2040 um 14 % sinken.

Dieses Annahmengerüst setzt bereits ein spürbares umwelt- und energiepolitisches Handeln voraus. Ohne einen Anstieg des CO₂-Preises würden die Kraftstoffkosten nur sehr schwach ansteigen, weil die Reduktion des Durchschnittsverbrauchs (0,5 % p. a.) die in diesem Fall allein rohölpreisbedingte

Preisänderung annähernd 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 Prämissen-Erstellung widersprochen hätte.

Hinsichtlich der weiteren Kostenkomponenten des Pkw-Verkehrs wurde für die Parkkosten gemäß den Tendenzen in der jüngeren Vergangenheit eine Verdoppelung der Tagesgebühren und eine Verzehnfachung der Bewohnerparkgebühren angenommen. Sie werden in den Modellen operationalisiert, indem für die Fahrten in den betroffenen höher verdichteten Räumen entsprechende Kostenzuschläge gebildet werden. Für alle anderen Variablen (Pendlerpauschale etc.) wurde der Status quo unterstellt.

Die Fahrzeugpreise werden (real) konstant angenommen. 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, das heißt der Wahl eines kleineren Fahrzeugmodells.

Die künftige Entwicklung der Struktur der Pkw-Flotte nach Antriebsarten beeinflusst neben den Nutzerkosten auch die Emissionen des Pkw-Verkehrs erheblich. Die umwelt- und energiepolitischen Ziele fließen in diese Prognosen ein.

Wie oben beschrieben wird die Bedeutung fossiler Kraftstoffe im Zeitverlauf abnehmen, da diese zunehmend durch strombasierte Antriebe ersetzt werden. Da bei Letzteren die Besteuerung erheblich geringer ist als bei Ersteren, entsteht für den Staat eine erhebliche Finanzierungslücke und der Beitrag des Sektors Verkehr zum Steueraufkommen nimmt erheblich ab. Gleichzeitig führen die beschriebenen Entwicklungen dazu, dass die Nutzerkosten der Pkw-Nutzung real spürbar zurückgehen. Beide Argumente lassen es zwingend erscheinen, dass dem mittels der Einführung einer entfernungsbabhängigen Straßenbenutzungsgebühr entgegengewirkt wird. Die Prognose unterstellt eine solche in Höhe von 5 ct/km zum Preisstand 2019, gültig auf allen Straßen mit überörtlicher Bedeutung.

3.4.2.2 Nutzer- und Transportkosten im Straßengüterverkehr

Eine entscheidende Rolle bei der Entwicklung der Nutzerkosten im Straßengüterverkehr spielen die Maut- und Treibstoffkosten sowie die zukünftig eingesetzten Antriebstechnologien, die sich in Abhängigkeit der erwarteten Transportkosten entwickeln werden.

Aktuell wird der Straßengüterverkehr fast vollständig mit Dieselfahrzeugen abgewickelt. Durch die zukünftig erwartete Internalisierung von externen Kosten im Rahmen der Lkw-Maut, die Erhöhung der CO₂-Steuer sowie durch real steigende Personalkosten in Höhe der angenommenen BIP-Entwicklung werden Transporte per Diesel-Lkw in Zukunft zusätzlich stark belastet. In der **Tabelle 3-9** wird die durch die Prämissen abgebildete Entwicklung der Kosten eines Diesel-Lkw mit denen von zukünftig erwarteten BEV sowie H2-Lkw für die Prognosejahre dargestellt. Die Kosten je Lkw-km werden sich aufgrund dieser Entwicklungen bis 2040 um bis zu 43 % gegenüber 2019 erhöhen¹⁸.

¹⁸ Diese Kostenrechnung basiert auf Vorgehen und Annahmen gemäß dem Kostenmodell der Verkehrsmittelwahlmodellierung.

	Diesel	BEV-Lkw	H2-Lkw	
	2019	2040	2040	2040
Generelle Positionen				
Anschaffungskosten in €	110.000	110.000	150.000	150.000
Treibstoffverbrauch in l – kWh – kg pro 100 km	32	32	120	8
Kostensätze				
Dieseltreibstoff (in ct/l)	99,7	103,5		
Strom (ct/kWh) für BEV			11,9	
H2 (ct/kg) für H2-Lkw				362,5
CO ₂ -Steuer in ct/l	0	33,9		
CO ₂ -Maut in ct/km	0	25,2		
Maut in ct/km	18,7	21,4	21,4	21,4
Personalkosten (€/h)	22,12	29,31	29,31	29,31
Kosten in ct/Lkw-km (Sattelzug)	122,9	173,8	120,4	136,9

Tabelle 3-9

**Entwicklung der Transportkosten für einen Diesel-Lkw im
Straßengüterverkehr im Vergleich zu den Kosten für BEV- und H2-Lkw
(Preisstand 2019; Angaben nur für die Sattelzugmaschine)**

Quelle: eigene Darstellung auf Basis Statistischen Bundesamt, Preise zur
Energiepreisentwicklung, Toll Collect

Analysen des Umweltbundesamtes belegen, dass der Straßengüterverkehr zu mehr als einem Drittel für die Emissionen im Verkehrssektor verantwortlich ist. Ältere Prognosen wie die Verkehrsprognose 2030 im Rahmen des BVWP 2030 zeigen eine überproportionale Zunahme des Straßengüterverkehrs, wodurch der Anteil an den Treibhausgasemissionen in Zukunft weiter steigen wird. Im Zuge der eingegangenen Verpflichtungen zur Klimaneutralität sind zukünftig auch Lösungen für den Straßengüterverkehr zu entwickeln, da anderenfalls die Klimaneutralität im Güterverkehr nicht erreicht werden kann.

Zur Verbesserung der Klimaeffizienz zeichnen sich bereits batteriebetriebene Lösungen ab, die zur Marktreife gelangt sind und sich in den nächsten Jahrzehnten am Markt durchsetzen werden. Hier kann davon ausgegangen werden, dass durch den Rückgang von fossilen Treibstoffen ein wesentlicher Beitrag zur Klimaeffizienz geleistet wird. Solche erkennbaren Lösungen liegen jedoch im schweren Straßengüterverkehr, der aktuell fast vollständig mit Dieselfahrzeugen durchgeführt wird, nicht vor.

Mögliche Alternativen (unabhängig von der aktuellen Preissituation) sind aus heutiger Sicht mit LNG betriebene Fahrzeuge, deren Beitrag zu den Treibhausgasemissionen maximal um 20 % niedriger ist, nach aktuellen Studien unter bestimmten Bedingungen jedoch auch gleich hoch ausfällt. LNG-Fahrzeuge können somit weder aus klimapolitischer Sicht noch aus Kostensicht, da sie den gleichen oben dargestellten Kostenbelastungen unterliegen würden wie Diesel-Lkw, eine sinnvolle Alternative für die Zukunft sein.

Seit 2023 zeichnen sich jedoch auch für den Wirtschaftsverkehr batteriebetriebene Lösungen ab. Diese weisen jedoch a) geringe Reichweiten bis maximal 400 km auf und konzentrieren sich b) auf kleinere Lkw-Einheiten unter 26 t (überwiegend sogar unter 18 t) zGG. Damit sind sie nur für bis zu 20 % des in der Prognose erfassten Straßengüterverkehrs eine sinnvolle Lösung.

Auch für Lkw, die eine Reichweite von über 400 km (25 % des Gesamtmarktes) und ein Gesamtgewicht von bis zu 40 t ermöglichen können (>80 % des betrachteten Marktes), sind nach Angaben der Unternehmen in den letzten Jahren Lösungen erarbeitet worden, die ab 2024 langsam auf dem Markt kommen sollen. Keiner weiß jedoch, wie ausgereift die umgesetzten Technologien sind und wie schnell noch verbliebende „Prototypen-Krankheiten“ ausgemerzt werden können. Hinzu kommen die hohen Anschaffungskosten, die nach Hersteller-Angaben aktuell zwischen 200.000 € (TESLA Semi Truck) und 300.000 € für einen 40 t-Lkw liegen sollen, gegenüber rund 140.000 €¹⁹ für eine Verbrenner-Variante.

Als weitere mögliche Lösung für diese relevanten Segmente im Straßengüterfernverkehr werden Wasserstoff-Lkw mit Brennstoffzellentechnologie angesehen, die bis zu einer Reichweite von 1.000 km fahren können.

Hyundai hat gerade 25 Brennstoffzellen-Lkw, allerdings mit einer Reichweite von 400 km und einem Höchstgewicht von 19 t (Zuladung rund 10 t), in die Schweiz verkauft. Die preisliche Orientierung dieser kleineren Einheiten soll bei 250.000 € liegen. Lösungen für Fernverkehrs-Lkw mit größerer Zuladung und Reichweite sind aktuell noch nicht in Sicht, sind jedoch bei mehreren Unternehmen (Daimler, Nikola, Hyundai, etc.) in der Entwicklung, ohne dass genauere Lieferzeiträume genannt werden. Fachexperten schätzen die Anschaffungskosten für einen fernverkehrsgeeigneten Wasserstoff-Lkw auf ca. 400.000 €. Auch führen die aktuellen Wasserstoffkosten von ungefähr 9,50 €/kg (inklusive MwSt.) zu Betriebskosten von 76 €/100 km (brutto; bei einem Verbrauch von 8 kg/100 km) gegenüber Diesellösungen (brutto; rund 50 €/100 km) noch zu deutlich höheren Betriebskosten.

Aktuell sind weder batterie- noch wasserstoffbetriebene Lkw-Einheiten in Sicht, die als Ersatz für den Diesel- bzw. LNG-betriebenen Lkw im Fernverkehr als klimafreundliche Alternative eingesetzt und für die Zukunft als gesichert angenommen werden könnten. Trotzdem stehen solche fernverkehrsrelevanten Lösungen kurz vor der Marktphase, auch wenn noch nicht ersichtlich ist, wann und mit welchen technischen Daten diese Fahrzeuge auf dem Markt kommen und ob sie überhaupt wirtschaftlich gegenüber den heutigen Fahrzeugen sind.

Es ist jedoch ersichtlich, dass aufgrund der intensiven Bemühungen der Industrie, die auch von der aktuell einsetzenden Verteuerung des Diesel- Lkw sowie den politischen Forderungen getrieben wird, kurz- und mittelfristig mit entsprechenden Lösungen gerechnet werden muss, die sich im Rahmen des Prognosezeitraums auch durchsetzen werden. Alle Forschungsstudien, auch die im Rahmen der Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie des Bundes zusammen mit der Industrie entwickelten Überlegungen, gehen davon aus, dass ab Mitte der 2020er Jahre von entsprechenden serienreifen Modellen auszugehen ist, die dann verstärkt in den Markt eingeführt werden.

Es besteht unter Fachexperten auch Einigkeit darüber, dass der Durchsetzungsgrad dieser neuen Antriebstechnologien sich an den tatsächlich realisierten Kosten orientieren wird. Um diesen Prozess abzubilden, wurde im Rahmen Arbeiten zur Verkehrsprognose 2040 ein Lkw-Bestandsmodell entwickelt, welches ausgehend von dem aktuellen Lkw-Bestand (differenziert nach schweren Nutzfahrzeugen und Sattelzügen größer 3,5 t Nutzlast), differenziert nach Altersklassen die zukünftige jährliche Zahl der Lkw, der Abgänge und der Neuzulassungen nach Antriebstechnologien abbildet. Im Rahmen des Modells werden auf Basis einer jährlichen Nachfrageveränderung der Transportkapazität erforderliche Bestandserhöhungen an Lkw ermittelt. Zur Realisierung dieser Bestandserhöhungen wird die Zahl der hierzu jährlich erforderlichen Neuzulassungen unter Berücksichtigung einer durchschnittlichen Abgangsquote aus dem Bestand ermittelt. Die Abgänge konzentrieren sich auf Fahrzeuge, die über dem Durchschnittsalter der aktuellen Lkw-Flotte liegen.

Die Antriebswahl bei den Neuzulassungen hängt neben einer Reihe von externen Faktoren, wie z. B. dem Vorhandensein einer hinreichend befriedigenden Ladeinfrastruktur, von der Kostensituation der jeweiligen Fahrzeuge ab. Hierzu werden für jede Antriebstechnologie (Diesel-, BEV- und H2-Lkw) Kosten je Fahrt-km berechnet. Basis für diese Kostenrechnung ist der Kostenmodellierungsansatz aus dem BVWP-Verkehrsmittelwahlmodell. Hierüber ist die Ableitung betriebswirtschaftlicher Kostensätze für unterschiedliche Lkw-Typen möglich. Die hierzu erforderlichen Annahmen zu erforderlichen Anschaffungskosten (für die neuen Antriebstechnologien in der zeitlichen Entwicklung zwischen 2021

¹⁹ inklusive Trailer.

und 2050), Verbräuchen etc. ist der Literatur, insbesondere den Arbeiten aus der MKS und des IPCC entnommen und weiterverarbeitet worden. Durch den Rückgriff auf diese Erkenntnisse (zumindest bis ins Jahr 2030) konnten jahresspezifische Kostensätze bis 2040 abgebildet werden, Entwicklungen zwischen jahresspezifisch vorgegebenen Eckwerten wurden hierfür linearisiert. Die aus den Modellrechnungen hervorgegangen Kostenrechnungen können der **Tabelle 3-9** entnommen werden.

Die Nachfrage nach dem einzelnen Lkw-Fahrzeugantriebstyp wird in Abhängigkeit der Kostensituation nach folgender Formel ermittelt:

$$U = \sum_{i=1}^n \frac{1}{x_i^k} e^{-TKkm_i}$$

mit

i: Antriebstechnologie (Diesel-, BEV- und H₂-Lkw)

$x_i = TKkm_i / \min(TKkm_i)$: relative Kostendifferenz der einzelnen Antriebstechnologie zur Kostenführertechnologie

k: Parameter in Abhängigkeit der Höhe der Kostenabweichung

TKkm_i: Lkw-Kosten in €/Lkw-km der jeweiligen Antriebstechnologie i.

Der Marktanteil P_i der jeweiligen Antriebstechnologie ergibt sich aus:

$$P_i = \frac{U_i}{U}$$

mit

$$U_i = \frac{1}{x_i^k} e^{-TKkm_i}.$$

Für die Umsetzung wird darüber hinaus angenommen, dass für den Markthochlauf eine ausreichende Lade- oder Tankinfrastruktur für die neuen Antriebe vorliegen muss, die für die schweren Nutzfahrzeuge, die auch bereits kurzfristig in regionalen Verkehren eingesetzt werden können, bereits ab dem Jahr 2025 und bei Sattelzügen erst ab dem Jahr 2026 vorliegen wird. Erst ab diesen Zeitpunkt kann der Markthochlauf für neue Antriebstechnologien beginnen. Auch wird davon ausgegangen, dass eine Serienreife der jeweiligen Technologie zu diesen Zeitpunkten gegeben ist. Des Weiteren entwickeln sich die Marktanteile der neuen Technologien im Rahmen eines Markthochlaufs kontinuierlich; das heißt die Marktanteile der neuen Technologien steigen nicht sofort auf z. B. 100 % an, sondern entwickeln sich kontinuierlich über mehrere Jahre in diese Richtung. Gemäß den aufgestellten Prognose-Prämissen wird ab dem Jahr 2035 ein Neuzulassungsverbot für Verbrenner-Lkw angenommen.

Die Kostenmodellierung zeigt, dass trotz deutlich höherer Anschaffungskosten von batteriebetriebenen (BEV) und H₂-Lkw Transporte in 2040 deutlich kostengünstiger umgesetzt werden können als mit einem Diesel-Lkw. Dies liegt auch an den deutlich günstigeren Betriebskosten, die unter der Annahme gebildet werden, dass der Strom für das Laden der Batterien zum Industriepreis inklusive eines 70 %-igen²⁰ Zuschlags für Vertrieb und Weiterverteilung an eine „Tank“-Ladeinfrastruktur erfolgt. Dieser Preis wird

²⁰ Dieser Zuschlag orientiert sich an heutigen Gegebenheiten für den Dieselpreis und wird auch beim Wasserstoffpreis auf die Erzeugungskosten angesetzt.

auch für die Ladestation an den Lkw-Standorten (Speditionen) angenommen und ist bereits im Jahr 2023 von der EEG-Umlage sowie der Stromsteuer befreit. Auch werden keine weiteren Energiesteuern auf die alternativen Kraftstoffe angenommen. Dadurch ergeben sich für einen BEV Kosten von rund 14,3 € je 100 km, gegenüber Dieselkosten von über rund 33,0 € für die gleiche Distanz. Die im Zeitverlauf sinkenden Anschaffungskosten für BEV- und H2-Lkw lassen hier die durchschnittlichen Kosten je km weiter absinken, während die Kosten des Diesel-Lkw aufgrund steigender CO₂-Abgaben (Maut und Steuer) weiterhin ansteigen und die Kostendifferenz zwischen Diesel- und BEV-Lkw im Zeitverlauf immer größer wird.

Erwartet wird, dass Transporte mit BEV-Lkw in 2040 um bis zu 40 % günstiger ausfallen als Transporte mit Diesel-Lkw. Wasserstoff-Lkw können zunächst aufgrund höherer Betriebskosten nicht im gleichen Maße mit einem BEV konkurrieren, allerdings sinkt auch hier bis zum Jahr 2040, mit zunehmender Reduzierung des Wasserstoffpreises, die Kostendifferenz zum BEV. In 2040 wird der Wasserstoff betriebene Lkw rund 14 % teurer sein als der BEV-Lkw und rund 22 % günstiger als der Dieselbetriebene-Lkw.

Aufgrund der Kostenrechnungen und der Modellierung im Antriebsmodell wird für das Jahr 2040 der in **Tabelle 3-10** abgebildete Antriebsmix der Lkw-Flotte erwartet. Der Anteil der BEV-Flotte wird auf bis zu 78 % ansteigen. Der Anteil mit Verbrennungsmotor betriebener Lkw wird im Jahr 2040 bei rund 14 % bis 15 % liegen. Zu welchen Anteilen diese Verbrennungsmotoren im Prognosejahr mit Diesel, E-Fuels und HVO-Kraftstoffen betrieben werden, ist Gegenstand der Prognose der Klimawirkungen des Verkehrs und wird in Kapitel 6 behandelt.

Jahr	Anteil der Antriebstechnologie an der Lkw-Flotte			mittlere Lkw-Kosten in ct / Lkw-km
	Diesel	BEV	H2	
2019	100,0%			122,9
2040	14,3%	78,3%	7,4%	129,3

Tabelle 3-10 Antriebsmix der Lkw-Bestandsflotte (2019 bis 2040) sowie mittlere Lkw-Kosten in ct/Lkw-km

Quelle: eigene Darstellung

Der schnelle Flottenwechsel ergibt sich durch die kurzen Haltungszeiten der Lkw. Das Durchschnittsalter der Sattelzugmaschinen liegt aktuell bei 4,2 Jahren und das der relevanten schweren Nutzfahrzeuge bei 7,5 Jahren. Diese Fahrzeuge werden aktuell bzw. wurden in der Vergangenheit, insbesondere aufgrund steigender Mautbelastungen, schnell und regelmäßig ausgetauscht. Dieser Prozess wird sich auch in Zukunft aufgrund der zunehmenden Kostenbelastungen der Dieselfahrzeuge fortsetzen und zu einer schnellen Durchdringung der Flotte durch BEV- und Wasserstoff-Lkw führen. Voraussetzung ist jedoch das Eintreffen der generellen Annahme, dass eine Serienproduktion dieser Fahrzeuge ab Mitte der 2020er Jahre gegeben ist. Im Ergebnis dieses Flottenmixes kann jedoch auch gefolgert werden, dass die durchschnittlichen Lkw-Kosten der Flotte im Zeitverlauf von 1,23 €/Lkw-km im Jahr 2019 auf 1,29 €/Lkw-km im Jahr 2040 nur leicht ansteigen werden. Gleichzeitig ist auch festzustellen, dass durch den erwarteten Technologiewechsel im Lkw-Verkehr nicht nur CO₂-freie Transporte möglich sind, sondern auch die stark steigenden Personalkosten aufgefangen werden können.

3.4.2.3 Nutzer- und Transportkosten im Öffentlicher Straßenpersonenverkehr

In der jüngeren Vergangenheit, das heißt von 2011 bis 2019, sind die Fahrgeldeinnahmen pro Pkm der im VDV registrierten städtischen und regionalen Betriebe preisbereinigt um 1,9 % p. a. gestiegen

(siehe **Abbildung 3-8**). Für die künftige Entwicklung wird bezogen auf die derzeitige Situation eine real konstante Entwicklung der Nutzerkosten des ÖSPV angenommen, das heißt real konstante Preise bei Zeitkarten- und Bartarifen zum Preisstand 2019 und mit einem Pauschalpreisticket zu stark subventioniertem Preis wie aktuell das Deutschlandticket. Aufgrund der Klimapolitik sind Preissteigerungen über der Inflationsrate kaum vermittelbar, für massive Verbilligungen, die über das aktuelle Deutschlandticket hinausgehen, fehlt den Kommunen jedoch der finanzielle Spielraum.

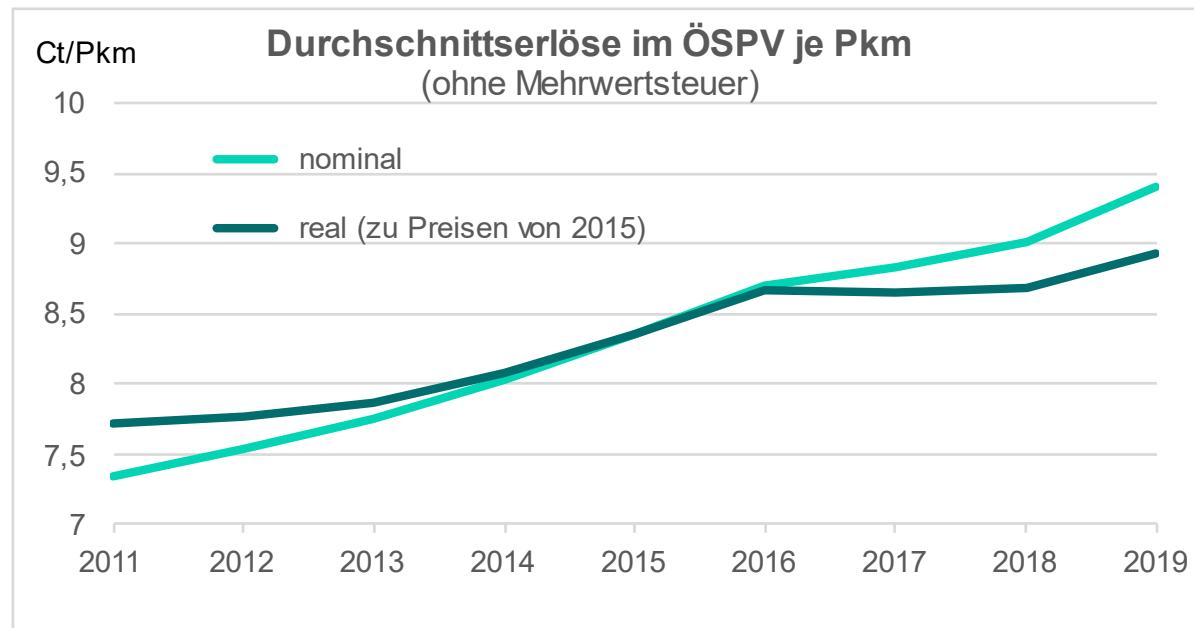


Abbildung 3-8

Durchschnittserlöse im ÖSPV je Pkm (2011 bis 2019)

Quelle: Grafik auf Basis VDV 2021

3.4.3 Nutzer- und Transportkosten im Schienenverkehr

3.4.3.1 Nutzer- und Transportkosten im Schienenpersonennahverkehr

Zwischen 2011 und 2019 sind die Fahrgeldeinnahmen pro Personenkilometer (Pkm) deutlich gestiegen, und zwar inflationsbereinigt um 1,7 % p. a. (siehe **Abbildung 3-9**). Die Gründe für diesen Anstieg trotz höherem Zeitkartenanteil liegen in der Verteuerung günstiger Pauschal- und Gruppentickets (z. B. Ländertickets) bzw. in der Erschwerung von „Grau-Märkten“ wie etwa der Verabredungen im Internet zu Gruppen zur Nutzung dieser Tickets. Aufgrund der Klimapolitik sind Preissteigerungen oberhalb der Inflationsrate kaum vermittelbar. Andererseits fehlt für massive Verbilligungen, die über das aktuelle Deutschlandticket hinaus gehen, der finanzielle Spielraum. Für die Prognose wird daher von real konstanten Preisen bei Zeitkarten- und Bartarifen zum Preisstand 2019 bezogen auf die derzeitige Situation (das heißt inklusive eines stark subventionierten Pauschalpreistickets wie aktuell das Deutschlandticket) ausgegangen.

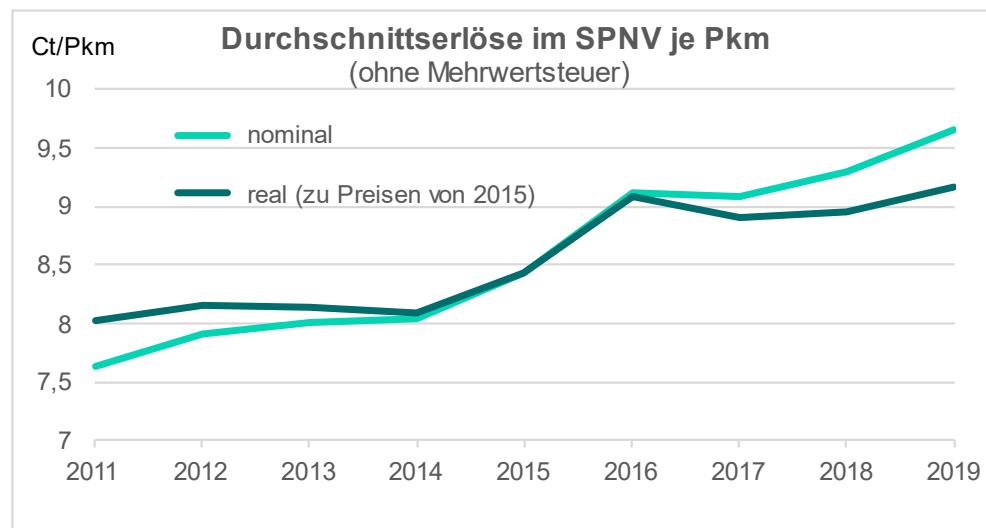


Abbildung 3-9

Durchschnittserlöse im SPNV je Pkm (2011 bis 2019)

Quelle: Grafik auf Basis VDV 2021

3.4.3.2 Nutzer- und Transportkosten im Schienenpersonenfernverkehr

Im Schienenpersonenfernverkehr (SPFV) sind die Erlöse pro Personenkilometer zwischen 2011 und 2019 gesunken (siehe Abbildung 3-10), und zwar durchschnittlich real um 1,0 % p. a. Die Gründe hierfür liegen zum einen im Konkurrenzdruck durch den Fernlinienbus. Zum anderen liegt aber auch ein Struktureffekt zugrunde: Die mittlere Fahrtweite ist um 0,5 % p. a. gestiegen, was degressiv auf die Durchschnittserlöse pro Pkm wirkt.

Für den Prognosezeitraum ist ein Rückgang bei den Nutzerkosten zu erwarten, allein aus der zum 01.01.2020 erfolgten Absenkung des Mehrwertsteuersatzes für Fahrscheine im Schienenpersonenfernverkehr heraus. Weiterhin bestehen Anpassungserfordernisse an die Preisentwicklung bei den Wettbewerbern, vor allem im Niedrigpreissektor beim Fernbus-Linienverkehr, aber auch beim Luft- und beim Pkw-Verkehr. Insgesamt wurde ein Rückgang der Nutzerkosten des SPFV um 0,5 % p. a. angenommen. Dies entspricht der Wirkung der Mehrwertsteuerabsenkung vom 01.01.2020 in Höhe von 10 %.

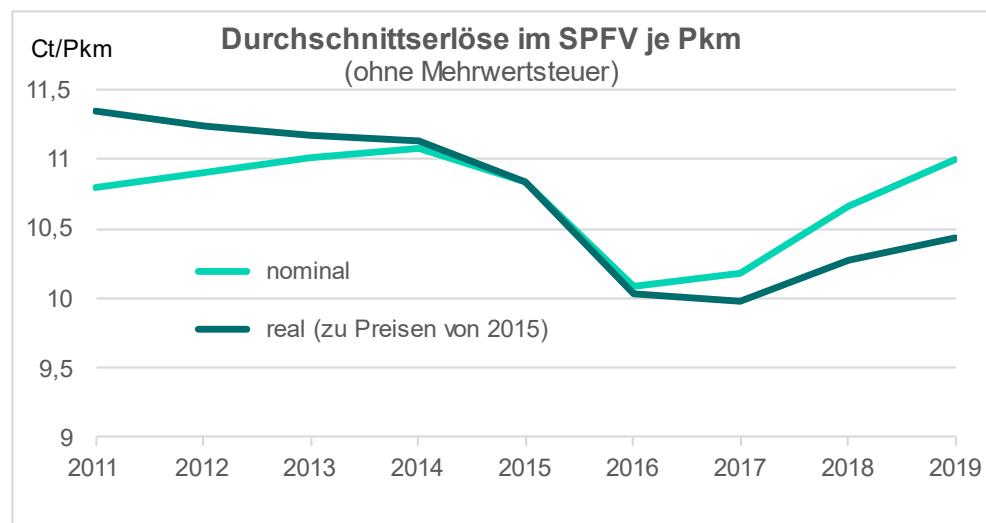


Abbildung 3-10

Durchschnittserlöse im SPFV je Pkm (2011 bis 2019)

Quelle: eigene Darstellung auf Basis VDV 2021

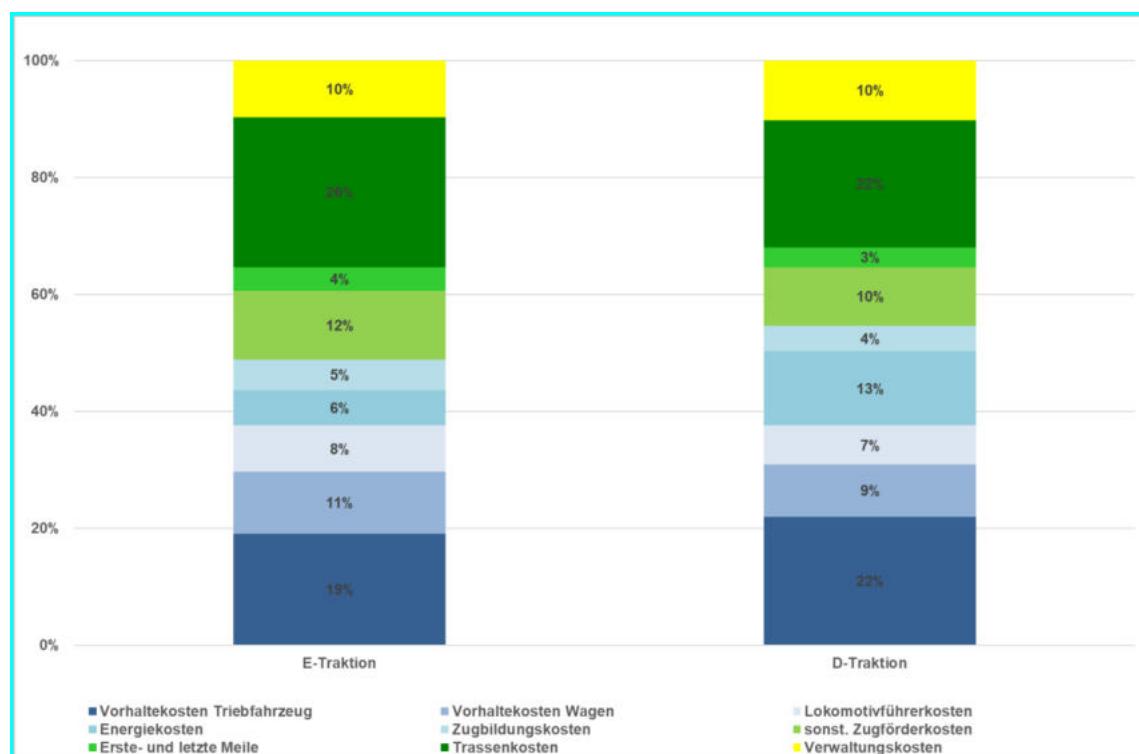
3.4.3.3 Nutzer- und Transportkosten im Schienengüterverkehr

Abbildung 3-11 zeigt, dass Vorhaltekosten von Lokomotiven und Wagen rund ein Drittel der während eines Transportes entstehenden Schienenkosten ausmachen. Weitere 9 % der Kosten eines Transportes bestehen aus Personalkosten und 7 % aus den eingesetzten Energiekosten. In der Regel werden Schienengüterverkehre elektrifiziert betrieben, in Einzelfällen muss jedoch für Transporte auf nicht elektrifizierten Strecken auf Diesellokomotiven zurückgegriffen werden, in diesen Fällen machen die Energiekosten allerdings 13 % der Gesamtkosten aus. Ein weiterer wichtiger Block sind Trassenkosten mit einem Anteil von 22 % bis 26 %. In den Prämissen sind mehrere Punkte aufgenommen worden, die sich auf die weitere Entwicklung der Transportkosten im Schienengüterverkehr auswirken können.

» Lokomotiven und sich hieraus ergebende Vorhaltekosten: Die weitere Elektrifizierung von Schienenstrecken im Rahmen des Bedarfsplanes wird dazu führen, dass rund 70 % des zukünftigen Schienennetzes elektrifiziert sind. Planungsrechnungen im Rahmen des Bedarfsplanes zeigen, dass rund 95 % bis 98 % der Schienengüterverkehrsleistung auf diesen elektrifizierten Strecken abgewickelt wird. Da der Lokomotivfuhrpark weitgehend elektrisch ist, wird es hier nicht zu größeren Veränderungen kommen. Allerdings wird der ETCS-Ausbau zu Mehrkosten bei den Anschaffungskosten neuer Lokomotiven bzw. der erforderlichen Nachrüstung bestehender Lokomotiven führen. Nach Schätzungen von Fachexperten fallen für die ETCS-Nachrüstung von Streckenlokomotiven Mehrkosten in einer Höhe von bis zu 400.000 € an. Bei einer Neuanschaffung werden die Mehrkosten aufgrund des Ersatzes nationaler Sicherungssysteme mit rund 5 % bis 10 % an Mehrkosten niedriger eingeschätzt. Die sich hieraus ergebenden Mehrkosten für einen Gesamttransport liegen bei rund 3 %.

Diesel-Lokomotiven werden in Zukunft durch Dual-Mode, Last-Mile oder andere Lokomotiven mit alternativen Antrieben ersetzt. Diese Lokomotiven sind jedoch in ihren aktuellen Anschaffungskosten um bis zu 50 % teurer als rein elektrische Lokomotiven und führen zu einer ähnlich hohen Erhöhung der Vorhaltekosten. Eingespart werden jedoch zeit- und kostenintensive Traktionswechsel.

Im Rahmen der Verkehrsmittelwahlmodellierung werden die sich aus der Veränderung der Anschaffungskosten und des gewählten Antriebsmaterials ergebenden Kostenveränderungen relationsspezifisch berücksichtigt.

**Abbildung 3-11**

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

Quelle: Eigene Darstellung

- » Vorhaltekosten von Wagen: Es wird von einer vollständigen Umsetzung der automatischen Kupplung bis zum Jahr 2030 ausgegangen. Die Mehrkosten von 15.000 € bis 20.000 € pro Wagen schlagen angesichts der Anschaffungskosten und der langen Nutzungszeit der Wagen mit einer Veränderung von rund 3 % auf die Vorhaltekosten durch. Auch diese Veränderungen werden im Rahmen der Berechnung relationsspezifisch in der Verkehrsmittelwahlmodellierung berücksichtigt.
- » Trassenpreise: Der Bund fördert aktuell (Sachstand 2023) den Schienengüterverkehr durch eine anteilige Übernahme der Trassenpreise. Diese Förderung wird in ihrer Höhe jährlich neu festgelegt und kann einen Umfang von um die 50 % der in Deutschland angefallenen Trassenkosten annehmen. Allerdings ist die Trassenpreisförderung aktuell bis 2028 begrenzt, hinzu kommt aktuell (2024) die Diskussion über eine spürbare Anhebung der Trassenpreise. In den Prämissen wurde davon ausgegangen, dass eine Verlängerung der Trassenpreisförderung für den Schienengüterverkehr nicht erfolgt. Für den weiteren Verlauf der Trassenpreisentwicklung wurde von einer realen Konstanz der Trassenpreise ausgegangen.
- » Personalkosten: Auch hinsichtlich der Personalkosten wird von einer realen Konstanz in der weiteren Entwicklung ausgegangen, sodass hier nicht wie im Lkw-Verkehr höhere Nutzerkosten erwartet werden.
- » Energiekosten: Die Abschaffung der EEG-Umlage und der Stromsteuer führt zu bis zu 60 % niedrigeren Stromkosten der Schiene im Jahr 2040 gegenüber 2019. Im Rahmen der Verkehrsmittelwahlmodellierung wird der Energieverbrauch in Abhängigkeit der Zuggewichte relationsspezifisch erfasst.
- » Digitalisierung und Automatisierung: Verbunden mit der digitalen Kupplung wird eine erhöhte Digitalisierung und Automatisierung des Bahnbetriebs möglich, welche nicht nur die Kupplungszeiten und die Zeiten für die Bremsprobe im Rahmen der Zugbildung senken wird, sondern auch die weiteren Durchlaufzeiten in den Zugbildungsanlagen deutlich senken wird. Insgesamt gehen wir von einem kontinuierlichen Rückgang der Aufenthaltszeiten in den Rangieranlagen von 20 % bis 2040 aus.

Die Auswirkung all dieser Wirkungen auf die relationsspezifischen Transportkosten und -zeiten wird im Rahmen der Verkehrsmittelwahlmodellierung berechnet und berücksichtigt.

3.4.4 Luftverkehr

Als wesentlicher Kostenfaktor im Luftverkehr sind während des Prognosezeitraums klimaschutzpolitische Maßnahmen zur Dekarbonisierung zu berücksichtigen. Dabei ist stets der Saldo aus der Preisentwicklung bei Flugkraftstoffen (fossil und künftig zunehmend nachhaltig gewonnen)²¹ zuzüglich einer verschärften CO₂-Bepreisung (betrifft anteilig nur den fossilen Kraftstoff) einerseits und der Effizienzsentwicklung beim spezifischen Energieverbrauch andererseits zum Ansatz zu bringen.

Während in der Vergangenheit die stark vom Rohölpreis dominierte Kerosinpreisentwicklung maßgebend für Kostensteigerungen war, wirkt für den Prognosezeitraum eine gegenläufige Entwicklung von infolge CO₂-Bepreisung deutlich starker steigenden Kosten für den Einsatz fossiler Energieträger (spezifische Treibstoffkosten zzgl. CO₂-Bepreisung je Liter Kerosin bis 2040 +91 % gegenüber 2019) und mit zunehmender Reife u. a. der Produktionsprozesse sinkenden Kosten für nachhaltig bereitgestellte Energieträger kostentreibend. Deren Anteil wird konsistent mit den Zielwerten der Initiative „ReFuelEU Aviation“²² in der Basisprognose 2040 mit 34 % angenommen²³. Es wird erwartet, dass deren spezifische Bereitstellungskosten bezogen auf das Kerosinpreisniveau des Basisjahres mit bis zu 6-fach höheren Preisen zwar langfristig sukzessive auf den Faktor 2 gesenkt werden kann, der technologische Fortschritt bis 2040 sowie weiterhin knappe Verfügbarkeit aber dazu führen, dass der Kostenfaktor gegenüber Kerosin in der Basisprognose 2040 mit 3,5 anzusetzen ist. Damit steigen die energiebezogenen Kostenanteile bis 2040 auf mehr als das Doppelte, so dass dann gegenüber dem Basisjahr ein um 116 % höheres Kostenniveau erwartet wird (das entspricht über den gesamten Zeitraum ca. +2,3 % p. a.). Da energie- bzw. treibstoffbezogene Kosten 2019 einen Anteil von nicht ganz 25 % an den Gesamtkosten des Flugbetriebs der Airlines hatten, würde sich diese Kostensteigerung - isoliert betrachtet - mit ca. +29 % oder 1,2 % p. a. auf die Gesamtkosten auswirken.

Parallel stehen jedoch auch weithin technologische und betriebliche Effizienzgewinne sowie Struktureffekte in Aussicht, so dass auch langfristig mit einem – bezogen auf die Verkehrsleistung (Pkm) – unterdurchschnittlich anwachsenden Treibstoff- bzw. Energieverbrauch zu rechnen ist²⁴. Innerhalb des Prognosezeitraums ist eine weitestgehende Marktdurchdringung der aktuell neuen und gegenüber ihren Vorgängern deutlich effizienteren Flugzeuggeneration (exemplarisch: Airbus A220, A320neo, A350, Boeing 737MAX, B787) zu erwarten²⁵. Zusätzlich zu den dadurch erwarteten technologischen Effizienzgewinnen wird bis 2040 noch ein Potenzial zur Steigerung der betrieblichen Effizienz um 10 % erwartet – wesentlich getrieben durch Skaleneffekte durch den weiter voranschreitenden Trend, tendenziell größere Flugzeugmuster einzusetzen, sowie Optimierungen im Bereich des Air Traffic Management, welches sich jedoch deutlich degressiv entwickeln wird und dann weitgehend ausgeschöpft sein dürfte. Bereits hierdurch ergibt sich eine in Summe bis 2040 zu erwartende Senkung des spezifischen Energieverbrauchs (pro Pkm Verkehrsleistung) von -26 % bzw. -1,4 % p. a. Dies entspricht der langfristigen Entwicklung in der Vergangenheit. Die erzielten Effizienzsteigerungen helfen

²¹ Fossil sowie nachhaltig gewonnene Ersatzkraftstoffe (vgl. Nachhaltige Flugkraftstoffe, engl.: Sustainable Aviation Fuels SAF, einschließlich beimischfähige Biokerosine und „E-Fuels“, sowie Wasserstoff) und künftig auch batterieelektrische Energiebereitstellung

²² Gemäß Beschluss vom Rat der EU, 25. April 2023: Initiative „ReFuelEU Aviation“ - Dekarbonisierung des Luftfahrtsektors: Einigung zwischen Rat und Parlament, vgl. <https://www.consilium.europa.eu/en/infographics/filter-for-55-refuel-eu-and-fuel-eu/>

²³ Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass derzeit zu erwartende Erschwernisse bei der SAF-Bereitstellung in großen Mengen (insb. bzgl. der Rohstoffverfügbarkeit) dazu führen, dass bezogen auf die Beimischquote die maximal erwartete CO₂-Einsparung von bis zu 80 % durch SAF-Nutzung ggü. Kerosin voraussichtlich erst langfristig nach 2040 realisiert werden kann (das heißt CO₂-Einsparung 2040 <70 % ggü. Kerosin).

²⁴ Bezogen auf die fossilen Treibstoffe trifft diese unterproportionale Entwicklungserwartung auch auf den CO₂-Ausstoß zu.

²⁵ Die Markteinführung und verkehrsprägende Wirkung einer erneut um ca. 25 % energieeffizienter zu betreibenden Flugzeuggeneration in der Größenklasse der heute die Hauptverkehrslast im Kurz-/Mittel- und Langstreckenverkehr abwickelnden Flugzeugkategorien wird erst nach 2040 erwartet.

somit, langfristig wesentliche Teile der erwarteten Kostensteigerungen bei der Energiebereitstellung (einschl. CO₂-Bepreisung) zu kompensieren. Im Saldo ist dennoch bis 2040 mit um +61 % bzw. +2,3 % p. a. gegenüber 2019 steigenden energiebezogenen Kostenanteilen zu rechnen (vgl. **Tabelle 3-11**).

Annahme	2040	Einheit	
spezifische Kosten zur Energiebereitstellung	+ 3.7%.	Ø p.a. ggü. '19	
davon Kerosinpreis (Treibstoff/Energie fossil)	+0.4%.	Ø p.a. ggü. '19	Annähernd wie Rohölpreis
CO ₂ -Bepreisung	+8.1%.	Ø p.a. ggü. '19	nach 2032 100% zuzukaufende Zertifikate, Entwicklung von Zertifikatspreis und Marktwert konv ergiert langfristig
steigender Anteil nachhaltiger Energieträger	34%	SAF Beimischquote	durch Einsatz nachhaltiger Energieträger (erzielt durch entsprechend höhere SAF-Beimischquoten); zunächst bis zu 6-fach teurer als Kerosin, dann sukzessive Kostensenkung
spezifischer Energieverbrauch (pro Pkm)	-1.4%	Ø p.a. ggü. '19	
davon technologische Effizienzsteigerung	-0.9%	Ø p.a. ggü. '19	Marktdurchdringung neuer Flugzeuggenerationen
betriebliche Effizienzsteigerung	-0.5%	Ø p.a. ggü. '19	durch größere Flugzeuge, Flugbetrieb einschl. Air Traffic Management
energiebezogene Kostenanteile	+ 2.3%.	Ø p.a. ggü. '19	
sonstige nicht energiebezogene Kostenanteile	-0.5%	Ø p.a. ggü. '19	Summeneffekt beinhaltet: moderat steigende Cost of Ownership für Fluggerät neuer Generation bei infolge Effizienzsteigerungen gleichzeitig weiter tendenziell sinkenden betrieblichen Kosten. In der Vergangenheit wirkte u.a. infolge im Durchschnitt größerer eingesetzter Flugzeugmuster reduzierter (Personal-)aufwand und kontinuierlich kostensenkend. Diese Kostensenkungspotenziale können angesichts steigendem Lohnniveau und tendenzielle Steigerungen bei übrigen Kostenelementen (u.a. Flughafenentgelte, Flugsicherung, einschl Luftverkehrssteuer, Erhöhung in 2020 - als Einmaleffekt) in der Prognose kaum noch weitergegeben werden.
Flugpreise insgesamt	+ 0.6%.	Ø p.a. ggü. '19	bei sich fortsetzender Marktkonsolidierung und sinkendem Preisunterschied zwischen Betreibermodellen der Luftverkehrsgesellschaften ("Low-Cost" vs. Netzwerk)
Infrastruktur	<ul style="list-style-type: none"> - Inland: Entwicklung konsistent zu den Annahmen bei der Bundesverkehrswegeplanung alle Maßnahmen, für die Baurecht besteht, oder für die derzeit Planfeststellungsverfahren (PFV) durchgeführt werden - intermodale Verknüpfungen mit den Fernverkehrsnetzen der Bahn werden forciert (betrifft u.a. Zielsetzung für BER, HAM, FRA, CGN, DUS, STR, MUC) - Ausland: Alle konkreten/realistischen Planungen, soweit hier von Bedeutung - d.h. im grenznahen Raum und im Drehkreuzverkehr 		
Angebot	<ul style="list-style-type: none"> - Grundsätzlich gemäß Nachfrageentwicklung - Keine wesentlichen Änderungen der Netzstrukturen und Kooperationsmodelle (Allianzen) - auch unter Berücksichtigung von Corona kein Grund für einen "Systemwechsel" ersichtlich - Kein Verbot von Inlandsflügen (aufgrund hohem Stellenwert für den innerdeutschen, sowie Drehkreuzverkehr) 		

Tabelle 3-11 **Annahmen zum Luftverkehr**

Die übrigen Kostenanteile, die sich im Ticketpreisniveau und damit in den Nutzerkosten niederschlagen, belaufen sich zusammen auf etwas mehr als 75 % der Gesamtkosten. In der Vergangenheit wurden in diesem Kostenblock noch deutlich größere Produktivitätssteigerungen erzielt als beim oben behandelten Treibstoffverbrauch (energiebezogene Kosten). Es wird davon ausgegangen, dass u. a. infolge im Durchschnitt größerer eingesetzter Flugzeugmuster auch weiterhin

Produktivitätssteigerungen vor allem beim Personalaufwand erzielt werden können.²⁶ Diese Entwicklungen führten in der Vergangenheit dazu, dass nicht nur höhere Flugzeugpreise (Cost-of-Ownership) für Fluggeräte neuer Generation, sowie Steigerungen bei den übrigen Kostenelementen (u. a. Flughafenentgelte, Flugsicherung) ausgeglichen werden konnten, sondern sogar Kostensenkungen infolge erhöhter Effizienz im Saldo als real sinkende Ticketpreisniveaus an die Nutzer weitergegeben werden konnten. Diese Kostensenkungspotenziale können angesichts erwartet real steigendem Lohnniveau und tendenziellen Steigerungen bei den o. a. übrigen Kostenelementen (einschließlich Luftverkehrssteuer) in der Prognose kaum noch weitergegeben werden. Insgesamt werden für die sonstigen nicht energiebezogenen Kostenanteile nur noch vergleichsweise geringe Rückgänge um durchschnittlich 0,5 % p. a. angenommen. Über die 2020, bereits zu Beginn des Prognosezeitraums, in Kraft getretene Erhöhung der Luftverkehrsabgabe in Deutschland hinaus (im oben genannten Wert bereits berücksichtigt) werden dabei keine weiteren Abgaben(-erhöhungen) jenseits erwarteter inflationsbedingter Anpassungen unterstellt.

Die so gesetzten Annahmen lassen im Summeneffekt insgesamt bis 2040 einen Anstieg der (realen) Ticketpreisniveaus von +13 % gegenüber 2019 bzw. gemittelt +0,6 % p. a. erwarten. Im Vergleich zur Vergangenheitsentwicklung mit langfristig zum Teil stärker als -3 % p. a. sinkenden Ticketpreisen bedeutet diese Annahme eine deutliche Trendumkehr. Innerhalb der Gesamtentwicklung wird bei sich fortsetzender Marktkonsolidierung der Preisunterschied zwischen den Betreibermodellen der Luftverkehrsgesellschaften ("Low-Cost" vs. Netzwerk) weiter sinken.

Für die Infrastruktur werden weitestgehend nachfragegerechte Wachstumsmöglichkeiten unterstellt. Im Inland werden dazu konsistent zu den Annahmen bei der Bundesverkehrswegeplanung alle Maßnahmen berücksichtigt, für die Baurecht besteht oder für die derzeit Planfeststellungsverfahren (PFV) durchgeführt werden. Der Ende 2020 in Betrieb genommene neue Flughafen Berlin Brandenburg (BER) wird dabei durch Zusammenfassen des Verkehrs von Tegel (TXL) und Schönefeld (SXF) am neuen Standort mit neuem Terminal und geänderter Anbindung an das Schienen- und Straßennetz berücksichtigt. Langfristig wird von verbesserten intermodalen Verknüpfungen der Flughäfen mit dem Fernverkehrsnetz der Bahn ausgegangen (dies betrifft u. a. die Zielseitung für die Flughäfen Berlin, Hamburg, Frankfurt, Köln, Düsseldorf, Stuttgart und München). Im Ausland kommen alle konkreten/realistischen Planungen zum Tragen, soweit sie aufgrund ihrer Lage im grenznahen Raum oder Ihre Rolle im Drehkreuzverkehr von Bedeutung sind

Das Verkehrsangebot wird grundsätzlich gemäß der Nachfrageentwicklung ausgeweitet werden. Wesentliche Veränderungen der Netzstrukturen und auch der Kooperationsmodelle (Allianzen) sind nicht zu erwarten – auch unter Berücksichtigung der COVID-19-Pandemie ist bislang kein Grund für einen "Systemwechsel" ersichtlich. Insbesondere wird auch langfristig im Hinblick auf ihren hohen Stellenwert für den innerdeutschen sowie den Drehkreuzverkehr kein Verbot von Inlandsflügen unterstellt.

Zur Entwicklung der Transportkosten im Luftfrachtverkehr wird auf den entsprechenden **VP2040-Band 5.1 E „Luftverkehrsprognose „Basisprognose 2040“ (Ergebnisse)** verwiesen.

3.4.5 Binnenschifffahrt

Auch hinsichtlich des Transports mit Binnenschiffen enthalten die Prämissen einige wesentliche Punkte, die sich auf die weitere Entwicklung der Transportkosten auswirken können.

Entscheidend ist zunächst die Tatsache, dass nach vorliegenden Fachexpertisen eine weitere Verschlechterung der Wasserstände und Abladetiefgänge, wie sie insbesondere zwischen 2017 und

²⁶ Einer der wesentlichen Gründe für diese Produktivitätsfortschritte ist der Einsatz von größeren Flugzeugen, der durch das Nachfragewachstum erst ermöglicht wird. Nach den energiebezogenen Kosten sind die Personalkosten weiterhin der zweitgrößte Kostenblock der Luftverkehrsgesellschaften. Diese sinken u. a. durch den Einsatz von größeren Flugzeugen bereits beständig. Um es (noch mehr) zu verdeutlichen: Wenn ein Flugzeug mit 200 Sitzplätzen durch eines mit 300 Sitzplätzen ersetzt (und letzteres ähnlich hoch 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.

2019 beobachtet wurde, nicht zu erwarten ist. Auch hinsichtlich der Personalkosten und anderer Kosten der Binnenschifffahrt wird gegenüber 2019 eine reale Konstanz unterstellt. Aufgrund der auch bei der Binnenschifffahrt auftretenden Schwierigkeiten Fachpersonal zu gewinnen, wird angenommen, dass insbesondere im Kanalsystem ein automatisiertes Fahren mit geringerem Personal möglich ist. Die technische Marktreife ist insbesondere im Kanalnetz mittelfristig zu erwarten.

Weitere Veränderungen in der Binnenschifffahrt sind durch eine stärkere Digitalisierung und Automatisierung von Hafen- und Umschlagsprozessen zu erwarten. Fachexperten gehen davon aus, dass die mit der Digitalisierung verbundenen Transport- und Umschlagszeiten um bis zu 25 % gegenüber heute sinken können. Dieses wird in den entsprechenden Transportzeitrechnungen im Rahmen der Verkehrsmittelwahlmodellierung berücksichtigt.

Aktuell wird in der Binnenschifffahrtsflotte fast ausschließlich Diesel als Energieträger eingesetzt. Aufgrund der klimapolitischen Veränderungen gibt es auch hier jedoch Bestrebungen stärker mit E-Fuels und anderen CO₂-ärmeren Treibstoffen zu operieren. Aktuell werden zahlreiche Schiffe für die Nutzung von LNG umgerüstet. Die ZKR schätzt jedoch, dass zukünftig ein Anteil von bis zu 30 % der Schiffe mit E-Fuels operieren wird (vgl. **Tabelle 3-12**). Allerdings werden auch im Jahr 2040 rund 70 % der Schiffe mit Diesel betrieben. Zwar fällt bei einer Betankung in Deutschland auch hierfür die CO₂-Bepreisung an, allerdings verbleibt der Diesel weiterhin energiesteuerbefreit.

Schiffstyp	Anteil 2040 in %	eingesetzter Treibstoff
ZKR 2	15%	Diesel
ZKR 2 SCR	3%	Diesel
Stufe V	37%	Diesel
Stufe V E-Fuels	15%	E-Fuels
LNG	15%	LNG
Dieseletelektrisch	15%	E-Fuels

Tabelle 3-12

Antriebsstruktur der Binnenschifffahrtsflotte im Jahr 2040

Quelle: ZKR, Roadmap der ZKR zur Verringerung der Emissionen in der Binnenschifffahrt, Straßburg, März 2022

Aus Transportkostenrechnungen im Rahmen der Umlegung der Binnenschifffahrt wird erwartet, dass die Transportkosten in der Binnenschifffahrt gegenüber 2019 um rund 3,5 % sinken werden.

3.5 Weitere verkehrs- und umweltpolitische Rahmenbedingungen

Neben den oben beschriebenen Prognoseprämissen zu den infrastruktur- und den preispolitischen Handlungsfeldern gibt es eine Reihe weiterer politischer Rahmenbedingungen, die die Verkehrsentwicklung der kommenden Dekaden beeinflussen und die im Folgenden erläutert sind.

Zum einen waren einige klimaschutzpolitische Prognoseprämissen zu formulieren. Das für die Klimawirkungen des Verkehrs bedeutendste Handlungsfeld besteht in ordnungsrechtlichen Vorschriften zu den Antriebsarten der Kraftfahrzeuge. Die Prognose geht davon aus, dass ab dem Jahr 2035 zu mehr als 95 % lokal emissionsfreie Kraftfahrzeuge neu zugelassen werden und eine technologieoffene Ablösung von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor durch lokal emissionsfreie Fahrzeuge erfolgt. Diese Annahme wird vor allem gestützt durch die entsprechenden Regelungen der EU. Zudem haben einige bedeutende Automobilhersteller für diese Fahrzeuge ein Produktionsende bereits vor 2035 angekündigt.

Es wird keine generellen Verbote des Betriebs bereits zugelassener Fahrzeuge geben, jedoch sind strecken-/zonenbezogene Verbote für fossil betriebene Kfz möglich. Daher wird unterstellt, dass im Jahr 2040 in den Innenstädten der größeren Städte Nullemissionszonen eingerichtet sind, in die mit Kraftfahrzeugen mit Verbrennungsmotoren nicht eingefahren werden darf. Dazu bedarf es einer Novellierung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) und der zugehörigen Verordnungen. Im Gegensatz zum Verbot von Neuzulassungen von Verbrennungsmotoren wurden hier zwar noch keine gesetzgeberischen Initiativen unternommen. Jedoch stehen politische Absichtserklärungen im Raum, die diese Annahme als realistisch erscheinen lassen. Zudem sind entsprechende Maßnahmen in einigen Nachbarländern, z. B. den Niederlanden, schon weiter fortgeschritten.

Parallel dazu wird angenommen, dass auf innerstädtischen Straßen mit Ausnahme von Hauptverkehrsstraßen zunehmend punktuell ein Tempolimit von 30 km/h gelten wird. Ein generelles Tempolimit auf Autobahnen wird hingegen nicht unterstellt.

Der Vollständigkeit halber soll erwähnt werden, dass sowohl hinsichtlich der Längen- und Gewichtsbeschränkungen für Lkw als auch der Regulierung durch das Personenbeförderungsgesetz, die immer wieder Gegenstand von Reformbemühungen sind, keine Änderungen angenommen werden, weil dies unerwünschte Folgen für den Schienengüterverkehr bzw. den ÖPNV hätte.

Der bedeutendste Parameter im Bereich der technologischen Entwicklungen im Hinblick auf die Treibhausgasemissionen des Verkehrs sind die Veränderungen in der Antriebsartenstruktur der Pkw-Neuzulassungen. Die Eckpunkte unserer Annahmen hierzu sind:

- » Ausgehend von der technologieoffenen Ablösung von Fahrzeugen mit fossil betriebenen Verbrennungsmotoren durch lokal emissionsfreie Fahrzeuge tendieren ab dem Jahr 2035 die Anteile der erstgenannten Fahrzeuge an den Neuzulassungen gegen Null. Dies gilt nicht nur für Pkw mit Otto- und Dieselmotor, sondern auch für diejenigen mit Gas-, Hybrid- und Plugin-Hybrid-Antrieb.
- » Wasserstoffbetriebene Pkw (FCV, Fuel Cell Vehicle) sind zwar - wenn der Wasserstoff mit erneuerbaren Energien erzeugt wird – in Bezug auf die direkten Emissionen treibhausgasneutral. Jedoch gehen wir davon aus, dass Wasserstoff auch bis zum Jahr 2040 noch knapp sein wird, so dass er weitestgehend in Bereichen eingesetzt wird, in denen die Alternativen weniger geeignet sind, also im Lkw-Verkehr, im Luft- und im Seeverkehr u. a. Für Pkw nehmen wir deshalb nur einen kleinen Anteil an, den wir auf 2 % quantifizieren.

Anteile in %	2019	2021	2025	2030	2035 ff.
Otto	59,2	37,1	26,5	13,2	0,0
Diesel	32,0	20,0	14,3	7,1	0,0
Flüssiggas	0,2	0,4	0,3	0,1	0,0
Erdgas	0,2	0,1	0,1	0,1	0,0
Hybrid (ohne PHEV)	5,4	16,4	11,7	5,8	0,0
PHEV	1,3	12,4	20,0	10,0	0,0
BEV	1,8	13,6	26,6	62,3	98,0
FCV	0,0	0,0	0,6	1,3	2,0

Tabelle 3-13

Entwicklung der Antriebsartenstruktur der Pkw-Neuzulassungen

Quelle: KBA (2019 und 2021), eigene Prognosen

- » Das bedeutet, dass ab dem Jahr 2035 der weitaus größte Teil der neu zugelassenen Pkw (98 %) elektrisch angetrieben wird. Nach 2025 erscheint es wahrscheinlich, dass sämtliche Hindernisse, die jetzt noch einer durchgreifenden Bestandsdiffusion mit BEV entgegenstehen, das heißt die Verfügbarkeit von Ladeinfrastruktur, die Reichweite der Fahrzeuge etc., zunehmend überwunden werden
- » Den Verlauf bis zum Jahr 2035 wurde durch lineare Interpolation der Anteile gegenüber 2021 (alle außer PHEV) bzw. zwischen 2021 und 2025 sowie 2025 und 2035 (PHEV) bestimmt. Als Ergebnis für 2040 liegt der Anteil lokal emissionsfreier Pkw (BEV und FCV) am Bestand bei 65 %.

Die Antriebsartenstruktur der Lkw-Bestandsflotte wird bereits in **Kapitel 3.4.2.2** dargestellt (vgl. insbesondere **Tabelle 3-10**).

Ein weiterer bedeutender Parameter für die Treibhausgasemissionen des Verkehrs ist der CO₂-Emissionsfaktor der Stromerzeugung. Vor dem Beginn der sog. „Antriebswende“ betraf er nur die Emissionen des Schienenverkehrs, soweit letzterer elektrisch, also nicht mit Dieselkraftstoff, betrieben wurde. Mit der zunehmenden Elektrifizierung des Straßenverkehrs wird dieser Faktor aber immer wichtiger. Er hängt von der Energieträgerstruktur der Stromerzeugung ab, denn er reicht von 1137 g/kWh bei der Verstromung von Braunkohle über 399 g/kWh bei derjenigen aus Erdgas bis zu 0 g/kWh bei regenerativen Energieträgern²⁷. Gewichtet mit der tatsächlichen Struktur des Jahres 2019 (vgl. **Tabelle 3-14**) belief er sich auf 408 g/kWh.

Anteil an Erzeugung (%)

	2019	2040	2050
Braunkohle	18,8	0,0	0,0
Steinkohle	9,5	0,0	0,0
Erdgas	14,8	4,0	5,0
Öl	0,8	0,0	0,0
Kernenergie	12,4	0,0	0,0
Erneuerbare	39,6	95,0	94,0
Sonstige	4,2	1,0	1,0
Insgesamt	100	100	100

Tabelle 3-14

Entwicklung der Energieträgerstruktur der Stromerzeugung

Quellen: BDEW, AGEB (Ist), Prognosbericht 2023 (ab 2040)

Für den Prognosezeitraum haben wir die diesbezüglichen Erwartungen aus dem sog. „Projektionsbericht 2023“²⁸ übernommen, in dem ein Szenario für die Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Deutschland für den Zeitraum bis 2050 erarbeitet wurde. Demnach erhöht sich der Anteil der erneuerbaren Energien von 40 % (2019) bis zum Jahr 2040 auf 95 %. Die Stromproduktion aus Kernenergie sowie aus Braunk- und Steinkohle ist bis dahin vollständig eingestellt, so dass die verbleibende Menge zum größten Teil aus Erdgas hergestellt wird. Für den Emissionsfaktor der Stromerzeugung bedeutet das bis 2040 eine massive Reduktion um rund 93 % auf 31 g/kWh.

²⁷ Umweltbundesamt, Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen des deutschen Strommix in den Jahren 1990 – 2019, Dessau-Roßlau, 2020, S. 16.

²⁸ Öko-Institut et al., Projektionsbericht 2023 für Deutschland, Berlin 2023
<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/projektionsbericht-2023-fuer-deutschland>

3.6 Änderungen des Verkehrsverhaltens (einschließlich langfristiger Folgewirkungen der COVID-19-Pandemie)

Auch wenn zum Stand der Prämissenfestlegung (Startprämissen im August 2022) die meisten Einschränkungen und Auflagen aufgehoben waren, ist abzusehen, dass gewisse in der Pandemie erlernte oder verstärkte Verhaltensweisen über diese hinaus Bestand haben werden. Dies betrifft unter anderem die verstärkte Inanspruchnahme der Möglichkeit von Homeoffice, die Ersetzung von Dienstreisen durch Videokonferenzen sowie die Substitution von stationärem Einkauf durch den Online-Handel.

Der erste langfristige Effekt der Pandemie besteht in Berufsverkehrsfahrten, die aufgrund von – auch nach Aufhebung der pandemiebedingten Einschränkungen – fortgeführter Homeoffice-Arbeit entfallen. Hierbei ist zu beachten, dass Homeoffice grundsätzlich nur für einen Teil der Erwerbstätigen in Frage kommt, weil bei den Übrigen (Industrie (soweit in der Produktion), Bau, stationärer Einzelhandel, haushaltsnahe Dienstleistungen u. a.) die Art der hier überwiegenden Tätigkeiten dafür nicht geeignet ist.

Zur Bestimmung des Potenzials für dauerhaftes Homeoffice sind die mittlerweile zahlreich vorliegenden empirischen Befunde zur Entwicklung der Homeoffice-Verbreitung während und nach der Pandemie wesentlich geeigneter als alle früheren Schätzungen auf Basis von Selbstauskünften oder der Statistik der Bundesagentur für Arbeit zur Struktur der Sozialversicherungspflichtig Beschäftigten nach Berufsgruppen. Deren zusammengefasstes Ergebnis lautet, dass sich sowohl im Sommer 2020 als auch im Sommer 2021 rund ein Drittel aller Erwerbstätigen im Homeoffice befanden, und zwar zu annähernd gleichen Teilen immer oder fast immer und teilweise, das heißt an einem oder mehreren Tagen pro Woche.

Es stellt sich nun die Frage, wieviel Erwerbstätige nach der vollständigen Überwindung der Pandemie dauerhaft im Homeoffice verbleiben. Zunächst kann davon ausgegangen werden, dass die Homeoffice-Nutzung nach der COVID-19-Pandemie nicht höher sein wird als während der Pandemie, und auch nicht höher als in den Phasen, in denen erstens das Infektionsrisiko zwar abgenommen hatte, aber immer noch bestand, und zweitens schon damals zahlreiche Appelle an Arbeitgeber und -nehmer gerichtet wurden, Homeoffice so weit wie möglich anzubieten bzw. zu nutzen. Die technischen Voraussetzungen dürften bereits ab dem Sommer 2020 weitgehend geschaffen gewesen sein, so dass hieraus kein zusätzlicher Impuls mehr entsteht. Somit ist – bezogen auf die Zahl der Erwerbspersonen – ein Anteil von rund einem Drittel die Obergrenze für die langfristige Entwicklung.

Ein Teil dieser grundsätzlich geeigneten Erwerbstätigen darf – auf Anweisung des Arbeitgebers²⁹ – oder will – hier sind verschiedene funktionale oder private Gründe denkbar – nach der Überwindung der Pandemie nicht (mehr in gleichem Maße) im Homeoffice arbeiten. Dieser Teil ist schwer zu schätzen, wird aber den o. a. Wert weiter nennenswert reduzieren. Der verbleibende Teil wird mehrheitlich 1 bis 3 Tage pro Woche im Homeoffice arbeiten (zum Vergleich: in der MiD 2017 wurde von 4 % der Befragten „1 Tag“ und von 8 % „2 und mehr Tage“ genannt).

Nimmt man für den Anteil der dauerhaft im Homeoffice Tätigen die Hälfte derjenigen vom Juli 2021 und für die mittlere Zahl der zu Hause verbrachten Arbeitstage 2 (Mittelwert von 1 und 3) an, dann errechnen sich gut 6 % aller Fahrten zum und vom Arbeitsplatz, die nach Überwindung der Pandemie dauerhaft entfallen. Würde man als Obergrenze einer realistischen Schätzung zwei Drittel für den o. a. Anteil und 2,5 Tage pro Woche ansetzen, dann würden sich 11 % errechnen. Will man auch eine Untergrenze schätzen, dann käme ein Drittel und 1,5 Tage in Frage, woraus sich 3 % des Berufsverkehrs errechnen.

²⁹ In diesem Zusammenhang gehen wir davon aus, dass im Prognosezeitraum kein Rechtsanspruch auf Homeoffice begründet wird, wie es der Gesetzentwurf des BMAS vom 5. Oktober 2020, der noch vor der Ressortabstimmung scheiterte, vorsah.

Nun sind noch die Personen in Abzug zu bringen, die bereits vor der Pandemie im Homeoffice arbeiteten, also keine Berufsverkehrsfahrten durchführten, die möglicherweise entfallen können. Gemäß der Erhebung „Mobilität in Deutschland“³⁰ waren das im Jahr 2017 13 % aller Erwerbstätigen, die das „zumindest gelegentlich“ taten. Diesen Anteil stufen wir nach wie vor als zu hoch ein. Gemäß einer früheren Erhebung der Hans-Böckler-Stiftung waren es „vor der Pandemie“ 4 %³¹ und gemäß dem Mikrozensus im Jahr 2019 5 %.³² Beides erscheint wesentlich realistischer. Informationen über die durchschnittliche Zahl ihrer Homeoffice-Tage sind nicht bekannt. Dennoch kann geschätzt werden, dass die bereits vor der COVID-19-Pandemie im Homeoffice tätigen Personen die o. a. ermittelten Reduktionen um 1 bis 2 Prozentpunkte vermindern.

Aus diesen Berechnungen und Schätzungen ergibt sich für den Berufsverkehr ein Folgeeffekt aus der COVID-19-Pandemie in Höhe von 3 % bis 10 %. Wir halten einen Wert von 6 %, das heißt die Mitte der genannten Bandbreite, für die realistischste Schätzung. Dieser Wert gilt gesamtmodal. Vor allem im SPNV wird er mit hoher Sicherheit überproportional ausfallen. Denn das Zuhause-Arbeiten wird bei längeren Entfernungen zwischen Wohnung und Arbeitsplatz, bei denen der Anteil des SPNV deutlich überdurchschnittlich ist, weit häufiger zum Tragen kommen als bei kürzeren Distanzen. Deshalb wird die (prozentuale) Verminderung hier wesentlich höher ausfallen. Zudem ist auch der Anteil des Berufsverkehrs am gesamten SPNV mit rund einem Drittel (Aufkommen) weit höher. Bei der Leistung dürfte der Effekt noch etwas stärker ausfallen als beim Aufkommen, weil die betroffenen Fahrten über überdurchschnittlich lange Distanzen verlaufen.

Weiterhin entstehen dauerhaft dämpfende Effekte aus der Pandemie durch den Ersatz von Geschäftsreisen durch Videokonferenzen. Hier hat sich während des Lockdowns vor allem die erheblich verbesserte Technologie und deren Diffusion in den Unternehmen spürbar ausgewirkt. Die weitaus meisten Geschäfts- und Dienstreisen sind nicht ohne Nachteile ersetzbar. Dazu zählen Reisen zu Messen, zu Kongressen, zu Vertriebsaktivitäten, bei denen der Kundenkontakt („Networking“) erforderlich ist bzw. nur schwer ersetzt werden kann. Diese werden nach Überwindung der Pandemie mittelfristig wieder in fast dem gleichen Ausmaß wie zuvor stattfinden. Haupttreiber dieses „Rückkehreffekts“ wird der Wettbewerb sein: Waren während der Pandemie für mehr oder minder alle Marktteilnehmer Präsenzkontakte ausgeschlossen, erleiden bei wiederkehrenden Reisemöglichkeiten diejenigen Wettbewerber Nachteile, die auf Präsenztermine verzichten. Der zu erwartende Rückgang der Geschäfts- und Dienstreisetätigkeit ist also begrenzt. Der langfristige Wachstumstrend, der durch die zunehmende interregionale, internationale und globale Verflechtung entsteht, bleibt davon unbeeinflusst.

Grundsätzlich wurden durch die Pandemie Prozesse ausgelöst, die auch sonst eingetreten wären, nur später. Sie wurden also lediglich vorgezogen. Die größere Durchdringung und Verbesserungen in den Kommunikationstechnologien führen nicht nur zur potenziellen Ersetzung oder Reduzierung von Reiseaktivitäten, sondern sie eröffnen zusätzliche Möglichkeiten überregionaler und internationaler Zusammenarbeit einschließlich Mitarbeit von Orten, die weit weg vom Dienstsitz sind. Dies zieht dann zusätzliche Reiseaktivitäten nach sich.

Intraplan hat während und auch nach der Pandemie für mehrere Flughäfen entsprechende Analysen durchgeführt. Generell ist hier die empirische Basis der Abschätzungen schwächer als bei den Homeoffice-Effekten. Intensive Diskussionen mit den Marktforschern der Flughäfen und anderen Branchenkennern haben zu dem Meinungsbild geführt, dass der Anteil der ersetzbaren an allen Geschäftsreisen zwischen 5 % und 10 % liegt. Die Gutachter halten höhere Werte für nicht realistisch und die untere Hälfte dieser Bandbreite für wahrscheinlicher. Bei den landgebundenen Geschäftsreisen, das heißt vor allem im Pkw- und im Schienenfernverkehr, dürfte der Effekt größer sein als im Luftverkehr, weil mehr „Routine-Verkehre“, das heißt wiederkehrende Fahrten zu den gleichen Zielen

³⁰ Infas / DLR / IVT, Mobilität in Deutschland – MiD, Ergebnisbericht, Bonn 2018, S. 111-113.

³¹ <https://www.boeckler.de/de/auf-einen-blick-17945-Auf-einen-Blick-Studien-zu-Homeoffice-und-mobiler-Arbeit-28040.htm>

³² Statistisches Bundesamt, Armutsriskiken haben sich in Deutschland verfestigt, Pressemitteilung 113/21 vom 10.03.2021,
https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2021/03/PD21_113_p001.html

und/oder Zwecken, stattfinden, die mit einer höheren Wahrscheinlichkeit digital ersetzt werden (können) als einmalige oder selten durchgeführte Reisen. Wir schätzen den Effekt hier auf 10 %.

Der dritte Effekt der Pandemie betrifft den Ersatz von Einkäufen im stationären Einzelhandel durch Online-Shopping und dadurch ausgelöste zusätzliche KEP-Verkehre. Hier hat die COVID-19-Pandemie einen kräftigen Boom erzeugt. Jedoch sind auch hier die dauerhaft verbleibenden Effekte großenteils als Vorwegnahme bzw. Beschleunigung allgemeiner Trends zu interpretieren. Andererseits bleibt festzuhalten, dass durch die Pandemie die Stagnationstendenz beim Einkaufsverkehr im engeren Sinne zementiert wurde, was allerdings im Fahrtzweck „Einkauf/Erlledigung“ durch den dynamischer wachsenden „Erlledigungsverkehr“ mehr als kompensiert wird. Im KEP-Verkehr schätzt der Branchenverband BIEK, dass durch die COVID-19-Pandemie ein zusätzliches Wachstum um 5 bis 10 % ausgelöst wurde.

3.7 Entwicklung des Pkw-Bestands

3.7.1 Vorbemerkungen

Wie in den Vorbemerkungen zu allen Rahmenbedingungen bereits erwähnt wurde (vgl. **Kapitel 3.1.1**), stellt der Pkw-Bestand eine zentrale Einflussgröße des Individualverkehrs und – angesichts von dessen Anteil – auch des gesamten Personenverkehrs dar. Im Gegensatz zu den verkehrspolitischen Rahmenbedingungen, deren Entwicklungen im Prognosezeitraum eher als Annahmen zu verstehen sind, besitzen die Ergebnisse für den Pkw-Bestand bereits den Charakter von Prognoseergebnissen. Deshalb wäre es denkbar, ihn bei der Prognose des Personenverkehrs zu behandeln. Weil aber die Funktion als Einflussfaktor überwiegt, wird die Bestandsentwicklung innerhalb der Rahmenbedingungen dargestellt, und zwar an deren Ende, weil sie auch von den anderen Rahmendaten abhängt. Dies gilt nicht nur für die sozio-demographischen und sozio-ökonomischen Strukturdaten, sondern 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.

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 bzw. Erwachsenen („fahrfähige Einwohner“) und
- » die Zahl der privaten Haushalte.

Insgesamt hat sich – u. a. durch die retrospektive Überprüfung früherer Prognosen – die Zahl der fahrfähigen Einwohner als die geeignete 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.

3.7.2 Pkw-Bestand in Deutschland

Generell folgt die Entwicklung des Pkw-Bestands in Deutschland und der Pkw-Dichte in Deutschland – wie in allen westlichen Industrieländern – einer S-förmigen Wachstumskurve mit einem zunächst progressiv und danach degressiv verlaufenden Expansionspfad. Im Zeitraum vor 1990 gilt dies für die Bundesrepublik sowohl nach dem damaligen Gebietsstand als auch für die Summe mit der damaligen DDR. Dieser Degressionsprozess kommt in den mehrjährigen jahresdurchschnittlichen Wachstumsraten der Pkw-Dichte während der Massenmotorisierung 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)

» und 2,6 % (1980-1990).

Diese Werte beziehen sich auf das alte Bundesgebiet. Nach dem Fall der Mauer im Jahr 1989 und der Vereinigung stieg der Motorisierungsgrad in den neuen Ländern bis 1992 in großen Sprüngen, was auch das gesamtdeutsche Wachstum spürbar nach oben zog, nämlich auf 3,6 % p. a. Zwischen 1992 und 2000 lag der Zuwachs in Ostdeutschland nur noch bei rund 1 % p. a. In diesem Zeitraum ging der Annäherungsprozess 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 über. Im gesamten Bundesgebiet wuchs die Pkw-Dichte zwischen 1992 und 2000 um 1,3 % p. a.

Zwischen 2000 und 2008 hat sich die Dynamik der Pkw-Dichte spürbar abgeschwächt und erreichte mit 0,5 % p. a. weniger als die Hälfte der vorangegangenen Dekade. Dies war vor allem auf den langjährigen Kraftstoffpreisanstieg (2008/1998: 6,1 % p. a.) und die verhaltene Entwicklung der verfügbaren Einkommen zurückzuführen.

Nach 2008 ist die Pkw-Dichte jedoch wieder deutlich stärker gewachsen, nämlich bis 2019, dem Basisjahr dieser Prognose, um 1,0 % p. a. In diesem Zeitraum wurde die Bestandsausweitung von den stärker wachsenden Einkommen wieder stärker angetrieben. Die privaten Konsumausgaben wuchsen bis 2019 (vor der Pandemie) um 1,3 % p. a., zwischen 2000 und 2008 dagegen nur um 0,5 %. Zweitens sind die Kraftstoffpreise im vergangenen Jahrzehnt nominal nicht weiter gestiegen und damit real spürbar gesunken (vgl. Kapitel 3.4.2.1). Für die Entwicklung in den Jahren von 2019 bis 2022 ist festzuhalten, dass diese nicht dem Degressionsprozess entspricht, sondern durch u. a. durch den russischen Angriffskrieg in der Ukraine hervorgerufene Sonderfaktoren stark überzeichnet ist.

Vor diesem Hintergrund ist davon auszugehen, dass sich die Bestandsausweitung im Prognosezeitraum einerseits grundsätzlich fortsetzt, aber andererseits entsprechend dem Degressionsprozess zunehmend verlangsamt. Im Ergebnis wird die Pkw-Dichte (pro fahrfähigem Einwohner) im gesamten Zeitraum von 2022 bis 2040 um 0,5 % p. a. steigen (vgl. Tabelle 3-15).

Pkw /1000 Erwachsene	Dichte ¹⁾	Bestand ²⁾		
		Veränderung p. a. in % ³⁾	Mio.	Veränderung p. a. in % ³⁾
2019	687	1,0	47,7	1,3
2022	694	0,4	48,8	0,7
2040	753	0,5	52,2	0,4

1) Pkw pro 1000 Einwohner über 18 Jahre

2) Zum Jahresende (1.1. t+1), ohne vorübergehend stillgelegte Fahrzeuge

3) gegenüber jeweiligem Vorwert, 2040 ggü. 2022

Tabelle 3-15 Entwicklung der Pkw-Dichte und des Pkw-Bestands in Deutschland

Quellen: Kraftfahrt-Bundesamt, Statistisches Bundesamt, eigene Prognosen

Der Gesamtzuwachs bezogen auf die Dichte in diesen 21 Jahren beläuft sich damit auf 10 %. In absoluten Zahlen bedeutet dies eine Zunahme von 687 Pkw pro 1000 Einwohner über 18 Jahre (2019) auf 753 im Jahr 2040. Daraus und aus der entsprechenden Zahl der Erwachsenen resultiert ein Pkw-Bestand von 52,2 Mio., was um 9 % über dem Stand von 2019 liegt.

Inhaltlich ist diese 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,³³ zudem steigt ihr Anteil an der Gesamtbevölkerung. 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 Fahrzeughalterquote vor allem in den höheren Altersgruppen immer noch weit unter derjenigen der männlichen Vergleichsgruppe.³⁴ 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 Einwohnern mit Migrationshintergrund 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 Zuwanderern der Jahre ab 2022 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. Die Mehrfachausstattung wird, wie bereits in der Vergangenheit, in ländlichen Räumen stärker ausgeprägt sein als in Agglomerationen. Zudem wird der gesamte Bestand auch durch die sogenannte „Antriebswende“ beeinflusst. So ist aktuell zu beobachten, dass der Pkw mit Verbrennungsmotor für lange Fahrten zunehmend durch einen zusätzlichen BEV-Pkw für Kurzstrecken im Alltag ergänzt wird. Allerdings dürfte sich dieser Effekt bis 2040 abschwächen.

In diesem Zusammenhang wird immer wieder argumentiert, dass das Automobil immer mehr seine Funktion als Statussymbol verliert, insbesondere bei jüngeren Personen ("Smartphone statt Auto") und in städtischen Gebieten mit gut ausgebautem ÖPNV. Der private Pkw ist jedoch für die allermeisten Personen nach wie vor ein unverzichtbarer Gebrauchsgegenstand. Aus diesem Grund trifft das o. a. Argument weniger die Kaufentscheidung für den Pkw an sich, sondern diejenige für bestimmte Hersteller. Die Sensibilität gegenüber dem Klimawandel nimmt zwar gesamtgesellschaftlich zu, was sich im Prognosezeitraum noch verstärken wird. Allerdings zeigt die Erfahrung, dass der Motorisierungsprozess dadurch nur in einem unwesentlichen Ausmaß gebremst wird, zumal auch die Elektrifizierungsrate bei den Pkw zunimmt. Größer ist dagegen der Effekt auf die Akzeptanz von verkehrs- und umweltpolitischen Maßnahmen, die in dieser Prognose unterstellt sind.

3.7.3 Regionale Differenzierung des Pkw-Bestandes

Die Pkw-Dichte in den deutschen Kreisen wurde zum einen raumtypenspezifisch, das heißt in der Differenzierung nach den siedlungsstrukturellen Kreistypen des BBSR, und zum anderen unter Berücksichtigung der Entwicklung in der jüngeren Vergangenheit vorausgeschätzt. Die sich ergebenden Veränderungsraten wurden auf die einzelnen Kreise gelegt und die Ergebnisse mit der separat geschätzten Gesamtentwicklung abgeglichen.

³³ KBA (Hrsg.) Bestand an Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern nach Haltern, Wirtschaftszweigen (FZ 23), 1. Januar 2023, und frühere Ausgaben, sowie
https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/Halter/2023/2023_b_halter_kb_pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=7

³⁴ KBA (Hrsg.) Fahrzeugbestand im Überblick am 1. Januar 2024 und frühere Ausgaben.

Die Werte der auf die volljährige Bevölkerung bezogenen Pkw-Dichte sind für ausgewählte Stadt- und Landkreise in **Tabelle 3-16** ausgewiesen. Die Darstellung beginnt im Jahr 2007, nach der Umstellung der statistischen Erfassung hinsichtlich der stillliegenden Fahrzeuge. Es gibt Indikatoren dafür, dass der Faktor „vorher / nachher“ regional spürbar schwankt, so dass der bundesweite Wert für diesen Faktor nicht übertragen werden kann.

In den vier deutschen Millionenstädten ist der Motorisierungsgrad weit unterdurchschnittlich ausgeprägt. Zudem ist hier in der Regel auch der Zuwachs in der jüngeren Vergangenheit gering. Daneben sind hohe Werte in einigen ländlich geprägten und/oder dispers besiedelten Kreisen anzutreffen. Hier war auch die Dynamik in der jüngeren Vergangenheit weit überdurchschnittlich.

	Pkw / 1.000 Erwachsene				Veränderung p. a. in %	
	2007	2019	2022	2040	2019 / 2007	2040 / 2019
Millionenstädte						
Berlin	393	399	398	402	0,1	0,0
Hamburg	498	523	519	534	0,4	0,1
München	548	593	601	626	0,7	0,3
Köln	506	538	544	571	0,5	0,3
Ländlich, dispers						
Hohenlohe	771	897	911	1.020	1,3	0,6
Südwestpfalz	711	824	843	946	1,2	0,7
Cham	711	823	838	936	1,2	0,6
Merzig-Wadern	705	815	825	918	1,2	0,6
Deutschland insgesamt	619	686	694	753	0,9	0,4

Tabelle 3-16

Entwicklung der Pkw-Dichte in ausgewählten Kreisen

Quelle: Kraftfahrt-Bundesamt, Statistisches Bundesamt, eigene Prognosen

In der folgenden Tabelle schließlich ist die Entwicklung nach den siedlungsstrukturellen Kreistypen des BBSR dargestellt, und zwar in der früheren Definition, die für verkehrsspezifische Analysen geeigneter ist als die derzeitige. Hier zeigt sich, dass in der jüngeren Vergangenheit das Wachstum in den Kernstädten der Ballungsräume mit Abstand am geringsten war. In den „verstädterten Räumen“ – dabei handelt es sich um Gebiete mit weniger großen Städten, aber immer noch hoher Siedlungsdichte, z. B. Münster, Freiburg, Augsburg und Rostock – lag die Dynamik etwas unter sowie in den verdichteten Umlandkreisen der Ballungsräume nahe am bundesdeutschen Durchschnitt. Bei den beiden erstgenannten Städten dürfte auch die Eigenschaft als Studentenstadt sowie als „Fahrradstadt“ zu dem Ergebnis beigetragen haben. In allen anderen Kreistypen schließlich war sie überdurchschnittlich ausgeprägt.

	Pkw / 1.000 Erwachsene			Veränderung p. a. in %		
	2007	2019	2022	2040	19 / 07	40/19
Typ 1: Kernstädte in Agglomerationsräumen	510	546	552	580	0,6	0,3
Typ 2: Hochverdichtete Kreise in Agglomerationsräumen	675	751	757	819	0,9	0,4
Typ 3: Verdichtete Kreise in Agglomerationsräumen	667	749	760	830	1,0	0,5
Typ 4: Ländliche Kreise in Agglomerationsräumen	638	730	745	824	1,1	0,6
Typ 5: Kernstädte in verstädterten Räumen	591	593	589	633	0,0	0,3
Typ 6: Verdichtete Kreise in verstädterten Räumen	657	745	755	831	1,1	0,5
Typ 7: Ländliche Kreise in verstädterten Räumen	661	760	772	858	1,2	0,6
Typ 8: Ländliche Kreise höherer Dichte in ländlichen Räumen	656	737	750	830	1,0	0,6
Typ 9: Ländliche Kreise geringerer Dichte in ländlichen Räumen	639	733	745	828	1,2	0,6
Insgesamt	619	686	694	753	0,9	0,4

Tabelle 3-17**Entwicklung der Pkw-Dichte nach siedlungsstrukturellen Raumtypen**

Quellen: Kraftfahrt-Bundesamt, Statistisches Bundesamt, BBSR, eigene Prognosen

Neben dieser regionalisierten Prognose der Pkw-Bestände bzw. Pkw-Dichten erfolgte auch eine kompatible Prognose der Anteile der Antriebsarten. Diese deutschlandbezogene Prognose der Anteile der Antriebsarten (Benzin/Diesel, PHEV, BEV/FCV und Sonstige), die mit dem damit ebenfalls befassten Gutachter des Referats G20 abgestimmt wurde, geht von einem Anteil an lokal emissionsfreien Pkw (BEV und FCV) am Bestand von 65,0 % im Jahr 2040 aus.

Diese Antriebsartenprognose basiert ebenfalls auf einem regionalisierten Ansatz, der sich einerseits auf die im Status quo beobachteten Anteile der Antriebsarten auf Kreisbasis und andererseits auf oben erwähnten Kreistypen gemäß BBSR (vgl. **Tabelle 3-17**) stützt. In einem nachgelagerten Schritt erfolgt dann darüber hinaus die Berücksichtigung der gemäß Prämissen unterstellten Nullemissionszonen auf die lokalen Anteile der Antriebsarten an den Pkw-Beständen.

4 Personenverkehr

4.1 Personenverkehr im Basisjahr 2019

Die (räumlich aggregierten) Eckwerte der Struktur des Personenverkehrs im Jahr 2019 sind in **Tabelle 4-1** dargestellt. In diesem Jahr wurden in der Bundesrepublik Deutschland 96,866 Mrd. Fahrten bzw. Wege im motorisierten und nicht-motorisierten Verkehr unternommen und dabei 1.226,5 Mrd. Pkm (Territorialleistung, das heißt ohne Streckenanteile im Ausland) zurückgelegt. Bezogen auf die deutsche Wohnbevölkerung von 83,2 Mio. Einwohnern – bei Vernachlässigung der vergleichsweisen geringen Zahl der Fahrten von Gebietsfremden – entspricht dies pro Einwohner einer durchschnittlichen Zahl von rund 1.165 Fahrten im Jahr mit einer Strecke von rund 14.762 Kilometern. Pro Person und Tag errechnen sich somit Durchschnittswerte von 3,2 Fahrten und eine Verkehrsleistung von 41 km.

MIV	Eisenbahn-verkehr	ÖSPV	Luft-verkehr	Motorisierter Verkehr insgesamt	Fahrrad	Fußwege	Insgesamt
Verkehrsaufkommen in Mio. Personenfahrten 2019							
Beruf	9.651	989	1.863	0	12.503	1.930	1.644
Ausbildung	2.017	399	2.019	0	4.435	976	1.489
Einkauf	15.806	411	2.309	0	18.526	2.925	7.526
Geschäft	7.618	239	937	47	8.841	592	1.435
Urlaub	131	13	6	74	224	0	0
Privat	17.127	920	2.607	48	20.703	3.572	9.547
Insgesamt	52.350	2.971	9.741	170	65.231	9.995	21.640
Verkehrsleistung (territorial)¹⁾ in Mrd. Pkm 2019							
Beruf	164,7	23,6	15,7	0,0	204,0	8,0	2,7
Ausbildung	18,0	6,3	15,0	0,0	39,3	2,5	1,6
Einkauf	160,7	6,2	14,2	0,0	181,1	7,3	9,1
Geschäft	171,4	16,2	6,6	15,4	209,5	2,6	1,8
Urlaub	67,9	6,6	3,9	20,4	98,8	0,0	0,0
Privat	334,7	43,2	24,9	15,2	418,0	19,4	20,9
Insgesamt	917,4	102,0	80,2	51,0	1.150,6	39,9	36,0
1.226,5							

1) Territorialleistung in Deutschland, Luftverkehr von/nach Verkehrszellen in Deutschland anhand der typischerweise über deutschem Territorialgebiet zurückgelegten Flugstrecke (Umsteige- und Transitvorgänge, sowie Überflüge und Umsteigeverbindungen ohne Deutschlandbezug sind hier nicht erfasst – diese Erfassung weicht im Sinne einer sachlich angemessenen Abgrenzung von der praktizierten Ausweisung in der Statistik (ViZ) ab), landseitiger Zu- und Abbringerverkehr zu Flughäfen in Deutschland, sowie im benachbarten Ausland ist in den jeweiligen Landverkehrsmitteln erfasst.

Tabelle 4-1

Struktur des Personenverkehrs im Jahr 2019 nach Verkehrsmitteln und Fahrtzwecken in absoluten Zahlen

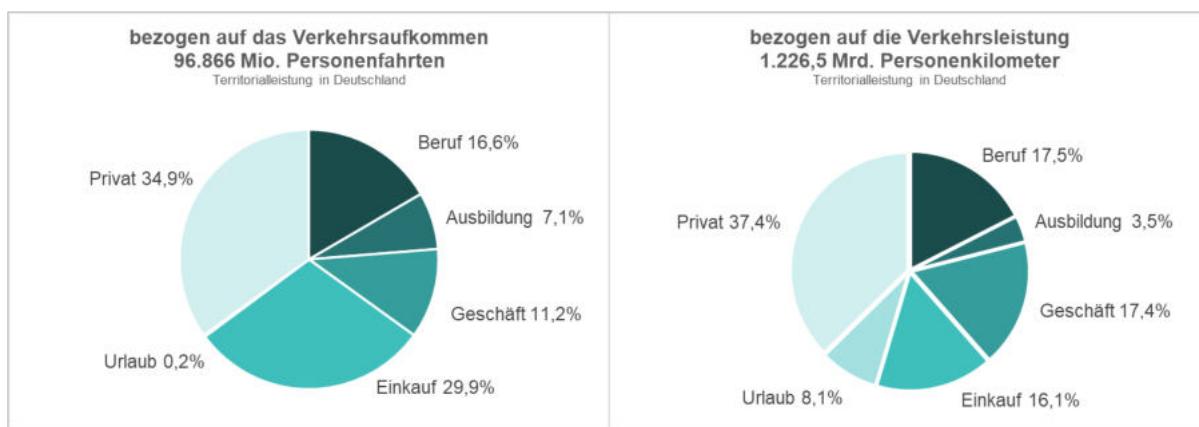


Abbildung 4-1

Struktur des Personenverkehrs im Jahr 2019 nach Fahrtzwecken

Der weitaus bedeutendste Fahrtzweck des gesamten Personenverkehrs ist der Privatverkehr mit fast 35 % des Verkehrsaufkommens und gut 37 % der Verkehrsleistung (siehe Abbildung 4-1). Mit deutlichem Abstand folgt bei letzterer der Berufsverkehr (rund 17 % bei Verkehrsaufkommen und Verkehrsleistung). Auf den Einkaufs- und Erledigungsverkehr entfällt zwar knapp 30 % der Fahrtenzahl, aufgrund der meist kürzeren Entfernung aber nur gut 16 % der Personenkilometer. Umgekehrt verhält es sich beim Geschäftsverkehr (gut 11 % beim Verkehrsaufkommen bzw. gut 17 % bei der Verkehrsleistung) mit meist größeren Entfernungen. Dem Ausbildungsverkehr kommt nur eine vergleichsweise geringe Rolle zu (gut 7 % bzw. knapp 4 %). Der Urlaubsverkehr besitzt beim Verkehrsaufkommen keine, bei der Verkehrsleistung jedoch eine spürbare Bedeutung (gut 8 %). Wie beschrieben werden hier nur die im Inland zurück gelegten Distanzen betrachtet.

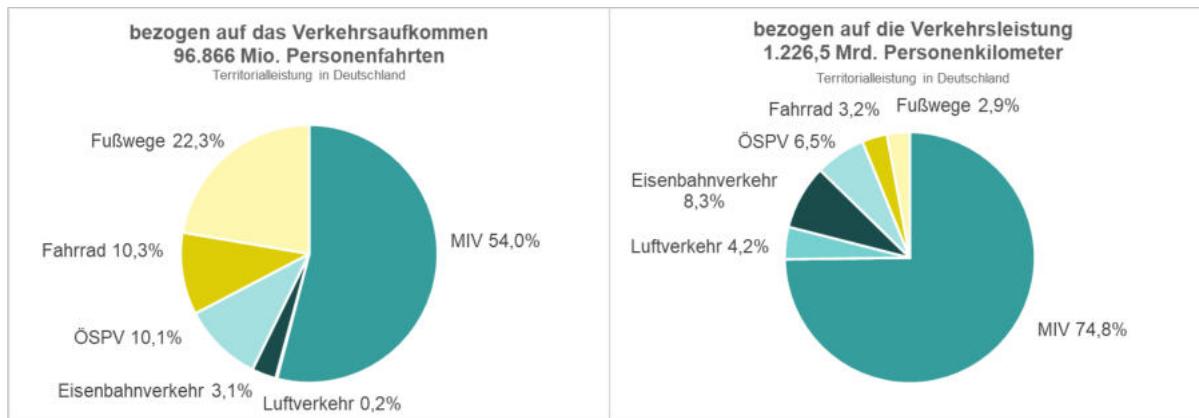


Abbildung 4-2

Struktur des Personenverkehrs im Jahr 2019 nach Verkehrsmitteln

Im motorisierten Individualverkehr (MIV) werden im Analysejahr 2019 über die Hälfte (54 %) aller Fahrten und fast drei Viertel (75 %) der Verkehrsleistung erbracht (siehe Abbildung 4-1 bzw. Abbildung 4-2). Schon aufgrund dieser Dominanz gleicht seine Fahrtzweckstruktur derjenigen des gesamten Personenverkehrs.

Der Eisenbahnverkehr vereinigt nur gut 3 % aller Personenverkehrs fahrten, aber aufgrund der höheren Entfernung gut 8 % der Verkehrsleistung auf sich. Die Berufs- und die Ausbildungsfahrten sind wie auch der Urlaubsverkehr überproportional im Eisenbahnverkehr vertreten. Sowohl bezogen auf das Verkehrsaufkommen als auch auf die Verkehrsleistung spielt die Bahn beim Einkaufsverkehr nur eine untergeordnete Rolle.

Auf den öffentlichen Straßenpersonenverkehr entfallen gut 10 % des Verkehrsaufkommens und gut 6 % der Verkehrsleistung des gesamten Personenverkehrs. Der ÖSPV umfasst im Grunde drei Verkehrsmittel, nämlich zum einen den Fernlinienbusverkehr sowie den auf die großen Städte bezogenen öffentlichen Personennahverkehr in U-Bahnen, Stadtbahnen/Straßenbahnen und städtischen Bussen und zum anderen den Gelegenheitsverkehr (bekannt als "Reisebusverkehr"), der überwiegend dem touristischen und sonstigen freizeitorientierten Verkehr dient.

Der Luftverkehr nimmt bei der Beschreibung des Personenverkehrs in Deutschland eine Sonderrolle ein, da er ausschließlich als Fernverkehrsmittel und hier zunehmend im Rahmen einer globalen Vernetzung zu betrachten ist und mit den übrigen hier analysierten Landverkehrsmitteln nur zum Teil (MIV, SPFV, Fernbusse, ggf. Reisebusse im Gelegenheitsverkehr) bzw. gar nicht (SPNV, ÖSPNV, Fahrrad, Fußverkehr) in Konkurrenz steht. Die hier ausgewiesenen Werte für Verkehrsaufkommen und Verkehrsleistung im Luftverkehr sind als statistische Größen zu verstehen.

Demnach besitzt der Luftverkehr 2019 am Aufkommen nur einen Anteil von 0,2 %, jedoch 4,2 % bezogen auf die Verkehrsleistung über dem Territorium der Bundesrepublik Deutschland (ohne Umsteige- und Transitvorgänge sowie Überflüge und Umsteigeverbindungen ohne Deutschlandbezug). Würde man die letztgenannten Verkehrssegmente mit einbeziehen, läge die Verkehrsleistung deutlich höher. Ebenso würde der Anteil des Luftverkehrs steigen, wenn man anstatt der Territorialleistung der typischerweise zurückgelegten Flugstrecken die Gesamtleistung des auf Deutschland bezogenen Personenverkehrs berücksichtigen würde. Im Gegensatz zu den anderen Verkehrsmitteln überwiegt beim auf Deutschland bezogenen Luftverkehr der Streckenanteil, der im bzw. über dem Ausland zurückgelegt wird. Bezogen auf die Verkehrsleistung wäre also sowohl bei territorialer Abgrenzung als auch bezogen auf den Verkehr von, nach und innerhalb Deutschlands bei Beibehaltung der Gesamtentfernung einschließlich ausländischer Streckenanteile der Luftverkehr das zweitwichtigste Verkehrsmittel im Personenverkehr nach dem motorisierten Individualverkehr.

Der Luftverkehr setzt sich aus Geschäfts-, Urlaubs- und Privatreisen zusammen, bei denen der Urlaubsverkehr dominiert. Fahrten zu Arbeits-, Ausbildungs- und Einkaufsstätten werden im Luftverkehr – von wenigen Ausnahmefällen abgesehen – nicht durchgeführt.

Im nicht-motorisierten Verkehr werden zwar fast 33 % des Verkehrsaufkommens, aufgrund der erheblich kürzeren Strecken aber lediglich gut 6 % der Verkehrsleistung zurückgelegt. Von letzterer entfällt etwas mehr als die Hälfte auf das Fahrrad, von der Fahrtzahl jedoch nur knapp ein Drittel, der Rest also jeweils auf Fußwege. In der Fahrtzweckstruktur zeigt der Fahrradverkehr bei den Ausbildungsfahrten und der Fußwegeverkehr beim Privatverkehr eine überdurchschnittliche Bedeutung. Hingegen sind Geschäfts- und Urlaubsfahrten sowie bei den Fußwegen auch die beruflichen Wege unterproportional vertreten. Hier ist zu ergänzen, dass die Bedeutung des Fußwegverkehrs unterschätzt wird, da zu Fuß zurück gelegte Zubringerwege etwa zu ÖSPV-Haltestellen nicht separat ausgewiesen sind, sondern dem Hauptverkehrsmittel (in diesem Fall dem ÖSPV) zugerechnet werden (vgl. **Kapitel 2.2.1**).

MIV	Eisenbahn-verkehr	ÖSPV	Luft-verkehr	Motorisierter Verkehr insgesamt	Fahrrad	Fußwege	Insgesamt	
Verkehrsaufkommen 2019, Anteile je Zeile								
Beruf	18,4%	33,3%	19,1%	0,0%	19,2%	19,3%	7,6%	16,6%
Ausbildung	3,9%	13,4%	20,7%	0,0%	6,8%	9,8%	6,9%	7,1%
Einkauf	30,2%	13,8%	23,7%	0,0%	28,4%	29,3%	34,8%	29,9%
Geschäft	14,6%	8,0%	9,6%	27,9%	13,6%	5,9%	6,6%	11,2%
Urlaub	0,2%	0,4%	0,1%	43,8%	0,3%	0,0%	0,0%	0,2%
Privat	32,7%	31,0%	26,8%	28,3%	31,7%	35,7%	44,1%	34,9%
Insgesamt	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Verkehrsleistung (territorial)¹⁾ 2019, Anteile je Zeile								
Beruf	18,0%	23,1%	19,5%	0,0%	17,7%	20,0%	7,4%	17,5%
Ausbildung	2,0%	6,2%	18,7%	0,0%	3,4%	6,4%	4,3%	3,5%
Einkauf	17,5%	6,1%	17,7%	0,0%	15,7%	18,3%	25,1%	16,1%
Geschäft	18,7%	15,8%	8,3%	30,1%	18,2%	6,6%	5,1%	17,4%
Urlaub	7,4%	6,5%	4,8%	40,1%	8,6%	0,0%	0,0%	8,1%
Privat	36,5%	42,3%	31,0%	29,8%	36,3%	48,7%	58,1%	37,4%
Insgesamt	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

1) Territorialleistung in Deutschland, Luftverkehr von/nach Verkehrszellen in Deutschland anhand der typischerweise über deutschem Territorialgebiet zurückgelegten Flugstrecke (Umsteige- und Transitvorgänge, sowie Überflüge und Umsteigeverbindungen ohne Deutschlandbezug sind hier nicht erfasst – diese Erfassung weicht im Sinne einer sachlich angemessenen Abgrenzung von der praktizierten Ausweisung in der Statistik (ViZ) ab), landseitiger Zu- und Abbringerverkehr zu Flughäfen in Deutschland, sowie im benachbarten Ausland ist in den jeweiligen Landverkehrsmitteln erfasst.

Tabelle 4-2 Struktur des Personenverkehrs im Jahr 2019 nach Verkehrsmitteln und Fahrtzwecken in Anteilen je Verkehrsmittel (Spalten)

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 **Abbildung 4-3**), 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 **Abbildung 4-4**). Hier stechen die größeren Wirtschafts-/Industriestandorte (z. B. Landkreis München, Wolfsburg, Hamburg), insbesondere aber auch die sonstigen Oberzentren und kreisfreien Städte mit monozentrischer Struktur (z. B. die relativ kleinen kreisfreien Städte in Bayern) und die Tourismusregionen (z. B. Allgäu, Nordfriesland) hervor.

MIV	Eisenbahn-verkehr	ÖSPV	Luft-verkehr	Motorisierter Verkehr insgesamt	Fahrrad	Fußwege	Insgesamt
Verkehrsaufkommen 2019, Anteile je Zeile							
Beruf	60,0%	6,1%	11,6%	0,0%	77,8%	12,0%	10,2% 100,0%
Ausbildung	29,2%	5,8%	29,3%	0,0%	64,3%	14,1%	21,6% 100,0%
Einkauf	54,5%	1,4%	8,0%	0,0%	63,9%	10,1%	26,0% 100,0%
Geschäft	70,1%	2,2%	8,6%	0,4%	81,3%	5,4%	13,2% 100,0%
Urlaub	58,3%	5,6%	2,8%	33,2%	100,0%	0,0%	0,0% 100,0%
Privat	50,6%	2,7%	7,7%	0,1%	61,2%	10,6%	28,2% 100,0%
Insgesamt	54,0%	3,1%	10,1%	0,2%	67,3%	10,3%	22,3% 100,0%
Verkehrsleistung (territorial)¹⁾ 2019, Anteile je Zeile							
Beruf	76,8%	11,0%	7,3%	0,0%	95,1%	3,7%	1,2% 100,0%
Ausbildung	41,5%	14,5%	34,5%	0,0%	90,6%	5,8%	3,6% 100,0%
Einkauf	81,4%	3,1%	7,2%	0,0%	91,7%	3,7%	4,6% 100,0%
Geschäft	80,1%	7,5%	3,1%	7,2%	97,9%	1,2%	0,9% 100,0%
Urlaub	68,7%	6,7%	3,9%	20,7%	100,0%	0,0%	0,0% 100,0%
Privat	73,0%	9,4%	5,4%	3,3%	91,2%	4,2%	4,6% 100,0%
Insgesamt	74,8%	8,3%	6,5%	4,2%	93,8%	3,2%	2,9% 100,0%

1) Territorialleistung in Deutschland, Luftverkehr von/nach Verkehrszellen in Deutschland anhand der typischerweise über deutschem Territorialgebiet zurückgelegten Flugstrecke (Umsteige- und Transitvorgänge, sowie Überflüge und Umsteigeverbindungen ohne Deutschlandbezug sind hier nicht erfasst – diese Erfassung weicht im Sinne einer sachlich angemessenen Abgrenzung von der praktizierten Ausweisung in der Statistik (ViZ) ab), landseitiger Zu- und Abbringerverkehr zu Flughäfen in Deutschland, sowie im benachbarten Ausland ist in den jeweiligen Landverkehrsmitteln erfasst.

Tabelle 4-3 Struktur des Personenverkehrs im Jahr 2019 nach Verkehrsmitteln

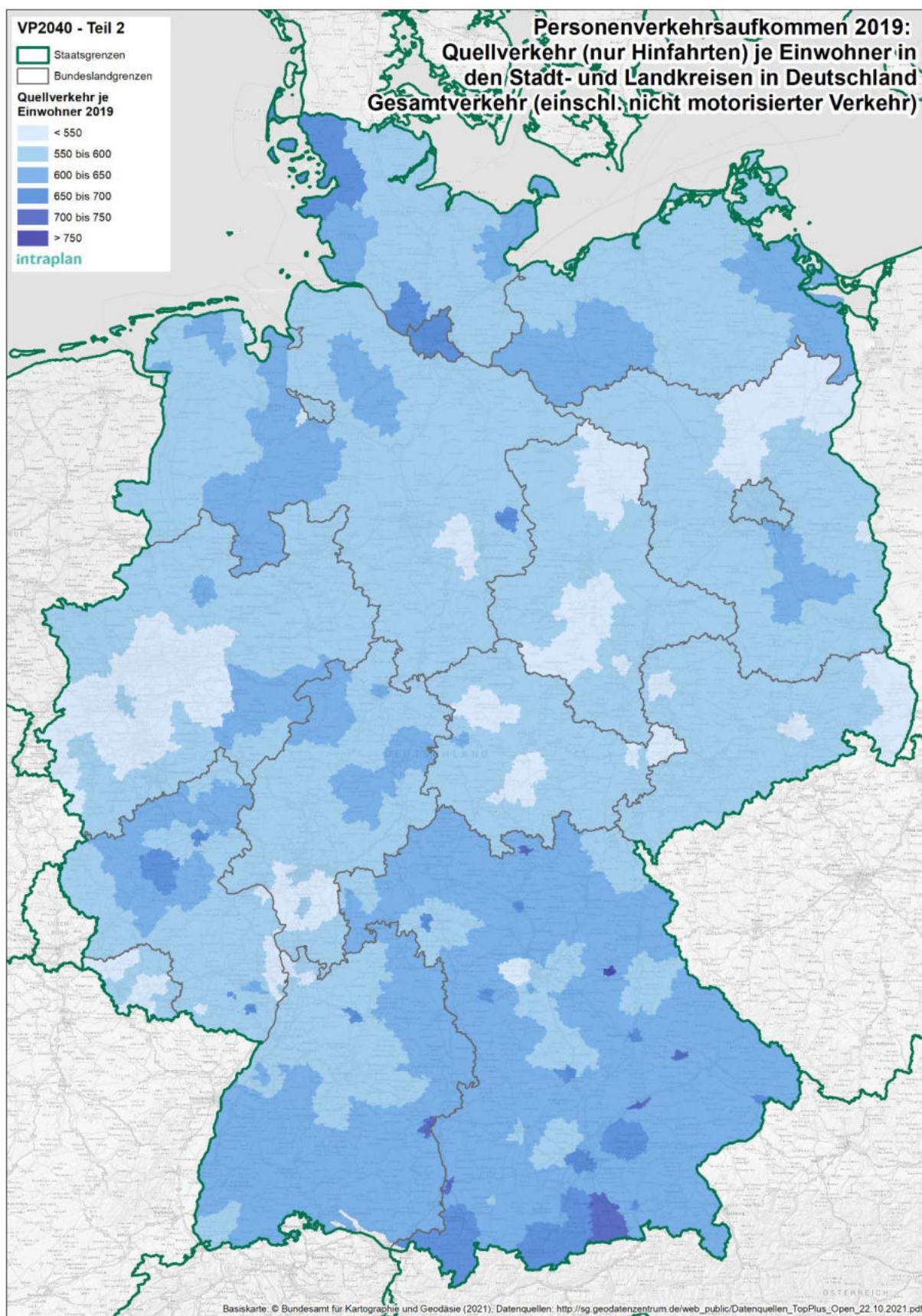


Abbildung 4-3

Personenverkehrsaufkommen: Quellverkehr (nur Hinfahrten) je Einwohner in den Stadt- und Landkreisen in Deutschland - Gesamtverkehr (einschl. nicht-motorisierter Verkehr)

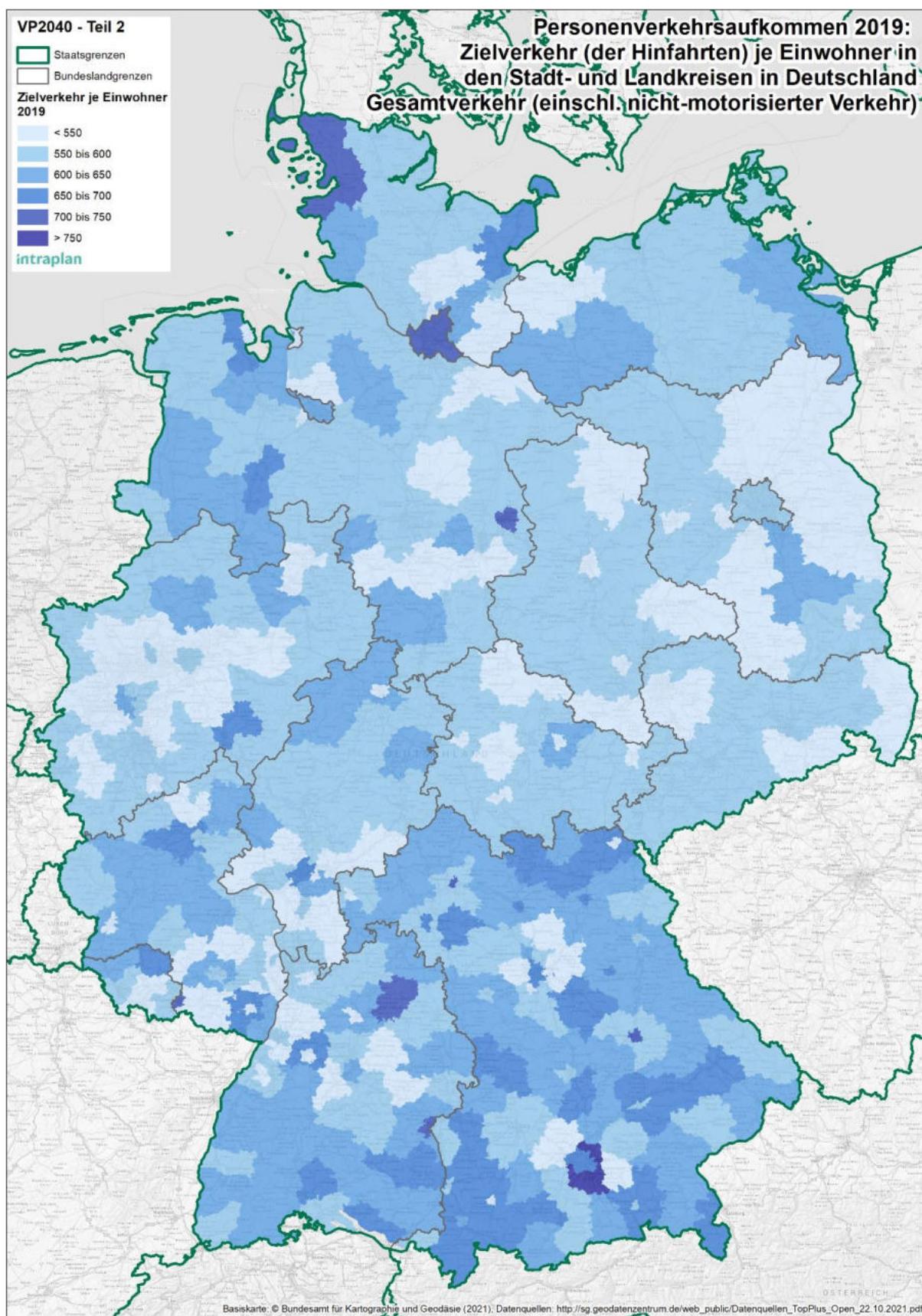


Abbildung 4-4

**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 **Tabelle 4-4**. Daraus werden die unterschiedliche Größe der Bundesländer und deren Bedeutung in wirtschaftlichem Sinne, bei überproportionalem Anteil an Berufs- und Geschäftsverkehr, sowie zumindest im Nachkommabereich auch in touristischem Sinne deutlich.

Bundesland	Personen-fahrten in Mio.	Anteil Fahrtzweck am Gesamtaufkommen					
		Beruf	Ausbildung	Einkauf	Geschäft	Urlaub	Privat
Schleswig-Holstein	3.407	16,5%	6,9%	29,8%	10,2%	0,1%	36,5%
Hamburg	2.502	19,3%	7,7%	27,0%	13,2%	0,1%	32,6%
Niedersachsen	9.310	16,3%	7,3%	30,1%	10,8%	0,1%	35,5%
Bremen	789	17,9%	7,6%	30,6%	12,2%	0,1%	31,6%
Nordrhein-Westfalen	19.363	16,8%	7,5%	30,8%	10,6%	0,1%	34,3%
Hessen	7.177	16,9%	7,2%	29,5%	11,2%	0,1%	35,1%
Rheinland-Pfalz	4.732	15,9%	7,1%	30,4%	10,6%	0,1%	35,9%
Baden-Württemberg	13.192	17,0%	7,2%	29,0%	11,9%	0,1%	34,9%
Bayern	16.368	16,7%	6,9%	28,8%	12,2%	0,1%	35,2%
Saarland	1.102	16,3%	6,6%	31,4%	10,8%	0,1%	34,8%
Berlin	4.271	16,9%	7,7%	30,7%	11,6%	0,1%	33,0%
Brandenburg	2.766	15,3%	7,0%	32,3%	9,6%	0,1%	35,6%
Mecklenburg-Vorpommern	1.876	17,3%	6,6%	30,7%	9,5%	0,1%	35,7%
Sachsen	4.539	16,0%	6,9%	31,9%	10,7%	0,1%	34,4%
Sachsen-Anhalt	2.424	15,5%	6,6%	33,0%	9,8%	0,1%	35,0%
Thüringen	2.395	16,4%	6,5%	32,2%	10,3%	0,1%	34,4%
Ausland ¹⁾	601	11,9%	1,4%	10,4%	15,6%	13,0%	47,7%
Summe²⁾	96.813	16,6%	7,1%	29,9%	11,2%	0,2%	34,9%

1) im Verkehr mit Deutschland und Durchgangsverkehr (im Luftverkehr im Kurzstreckenbereich, siehe Abbildung 2.9

2) Geringfügige Unterschiede gegenüber Tabelle 4-1 wegen des hier nur teilweise berücksichtigten Luftzubringerverkehrs

Tabelle 4-4 Personenverkehrsaufkommen 2019 je Bundesland nach Fahrtzwecken (Quell- und Binnenverkehr)

4.1.1 Regionaler Modal-Split des Personenverkehrsaufkommens 2019

In der gleichen Gliederung wie in **Tabelle 4-5** für die Fahrtzweckstruktur sind die aus Sicht der Verkehrspolitik wichtigeren Anteile der Verkehrsmittel je Bundesland gezeigt.

Bundesland	Anteil Verkehrsmittel am Gesamtaufkommen						
	Personen-fahrten in Mio.	Bahn	MIV	Luft	ÖSPV	Fahrrad	Fußgänger
Schleswig-Holstein	3.407	1,8%	53,4%	0,0%	8,1%	12,6%	24,1%
Hamburg	2.502	14,0%	27,7%	0,1%	17,4%	18,2%	22,7%
Niedersachsen	9.310	1,5%	57,6%	0,0%	6,5%	10,3%	24,1%
Bremen	789	3,1%	29,9%	0,0%	18,6%	21,0%	27,3%
Nordrhein-Westfalen	19.363	2,3%	48,6%	0,0%	12,0%	12,9%	24,2%
Hessen	7.177	3,6%	57,1%	0,0%	9,6%	8,9%	20,7%
Rheinland-Pfalz	4.732	2,0%	65,3%	0,0%	6,7%	6,5%	19,4%
Baden-Württemberg	13.192	2,7%	59,2%	0,0%	8,4%	7,3%	22,4%
Bayern	16.368	2,8%	59,3%	0,0%	8,3%	9,7%	19,7%
Saarland	1.102	1,6%	63,8%	0,0%	8,5%	5,7%	20,5%
Berlin	4.271	11,2%	25,2%	0,2%	28,8%	14,6%	20,1%
Brandenburg	2.766	2,6%	60,2%	0,0%	6,6%	8,2%	22,3%
Mecklenburg-Vorpommern	1.876	1,4%	54,0%	0,0%	7,2%	11,3%	26,1%
Sachsen	4.539	1,5%	53,3%	0,0%	10,6%	10,1%	24,5%
Sachsen-Anhalt	2.424	1,4%	57,1%	0,0%	7,8%	8,4%	25,3%
Thüringen	2.395	1,0%	59,8%	0,0%	6,3%	8,4%	24,5%
Ausland ¹⁾	601	5,4%	81,3%	3,6%	7,7%	1,9%	0,0%
Summe²⁾	96.813	3,0%	54,1%	0,1%	10,1%	10,3%	22,4%

1) im Verkehr mit Deutschland und Durchgangsverkehr (im Luftverkehr im Kurzstreckenbereich)

2) Geringfügige Unterschiede gegenüber Tabelle 4-4. wegen des hier nur teilweise berücksichtigten Luftzubringerverkehrs

Tabelle 4-5 Personenverkehrsaufkommen 2019 je Bundesland nach Verkehrsmitteln (Quell- und Binnenverkehr)

Daraus wird ersichtlich, dass in den Stadtstaaten der ÖV- sowie Fahrrad-Anteil deutlich höher ist als in den Flächenländern, wo die Dominanz des MIV noch deutlich gravierender ist. Es ist hier allerdings darauf hinzuweisen, dass sich die Anteile auf das Verkehrsaufkommen in Personenfahrten (bzw. Wegen) beziehen. Da die kurzen Nahverkehrsfahrten viel häufiger vorkommen als Fahrten mit langer Fahrtweite, wird bei dieser Darstellung die Bedeutung des nicht-motorisierten 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 **Tabelle 4-5**, dass in den höheren Klassen die Bahn und der Luftverkehr eine große Bedeutung haben und in allen Entfernungsklassen bis etwa 1.000 km der MIV das dominierende Verkehrsmittel ist.

Entfernungs- klasse ¹⁾ (in km)	Bahn	MIV	Luft	ÖSPV	Fahrrad	Fuß- gänger	Summe
0-10	1.199	33.438	0	7.771	9.637	21.640	73.684
11-50	1.330	15.064	0	1.867	357	0	18.618
51-150	302	2.781	0	40	0	0	3.122
151-300	68	623	0	28	0	0	719
301-600	59	311	20	20	0	0	410
601-1000	11	70	34	11	0	0	126
>1000	3	30	116	3	0	0	153
Summe	2.971	52.317	170	9.739	9.995	21.640	96.832

1) hier: Gesamtentfernung, das heißt inklusive Streckenanteile im Ausland, ohne Transitverkehr aber inklusive Luftzubringerverkehr (daher geringfügige Abweichung zu Tabellen 4-1 und 4-4),

Tabelle 4-6

Verkehrsaufkommen in Deutschland 2019 nach Verkehrsmitteln und Entfernungsklassen (in Mio. Personenfahrten/Jahr)

Der Modal-Split hängt also deutlich von der Entfernung ab, darüber hinaus aber auch von der Siedlungsstruktur, wie in den folgenden Abbildungen gezeigt wird.

So ist in **Abbildung 4-5** der ÖV-Anteil (hier Anteil Bahn + ÖSPV am Gesamtverkehr, einschließlich nicht-motorisierter 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-Bahnen bewältigt werden, ist der ÖV-Wert auch in den Umlandkreisen um die großen Kernstädte überdurchschnittlich (z. B. Raum Stuttgart, München, Dresden, Dortmund).

Gegenläufig zum ÖV ist der Anteil des MIV besonders in den ländlichen Kreisen hoch und in den Kernstädten niedrig (siehe **Abbildung 4-6**). 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 nicht-motorisiertem Verkehr, wie diese z. B. bei innerstädtischen bzw. innergemeindlichen Verkehren besteht.

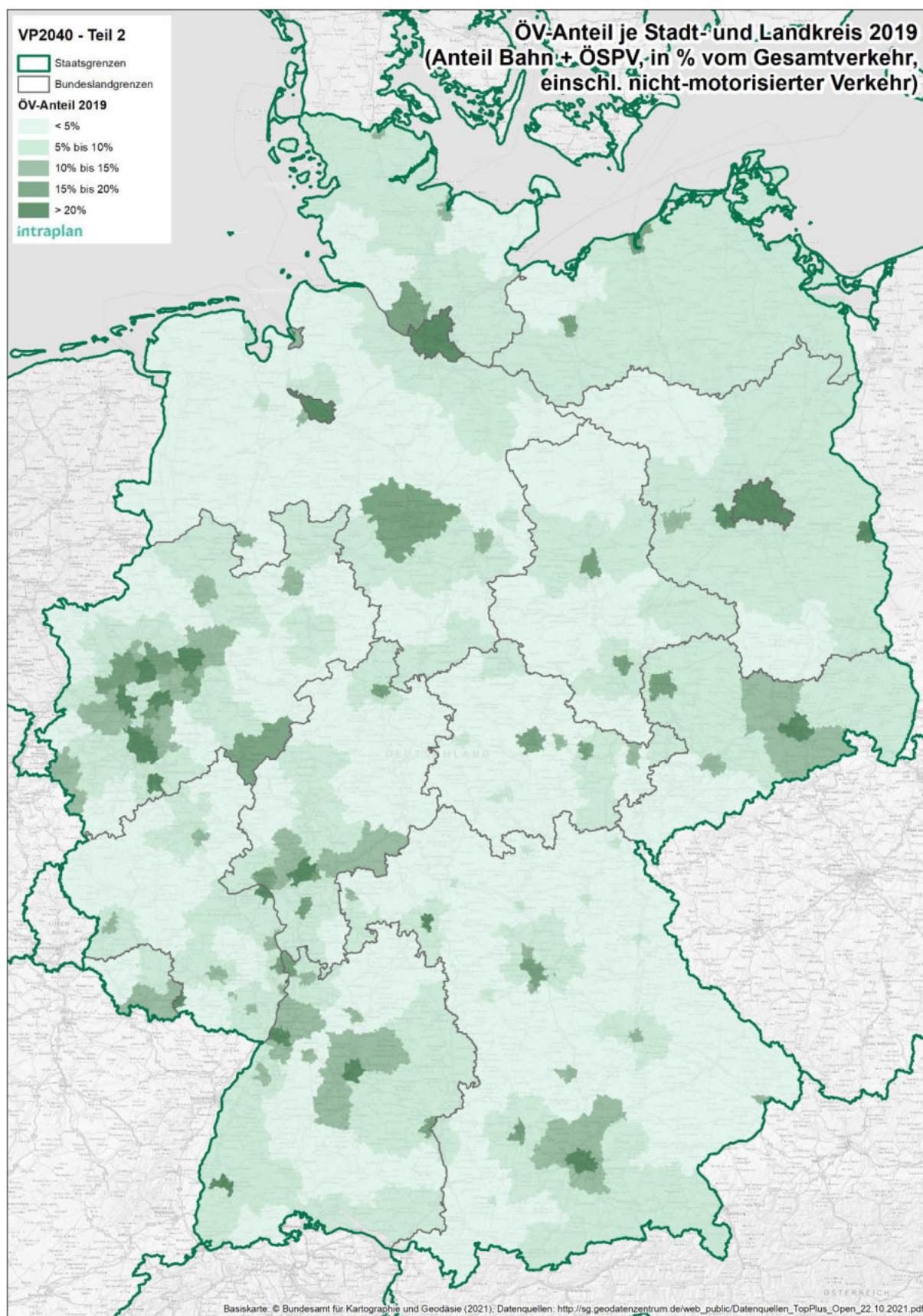


Abbildung 4-5

ÖV-Anteil je Stadt- und Landkreis 2019 (Anteil Bahn + ÖSPV, in % vom
Gesamtverkehr einschl. nicht-motorisierter Verkehr)

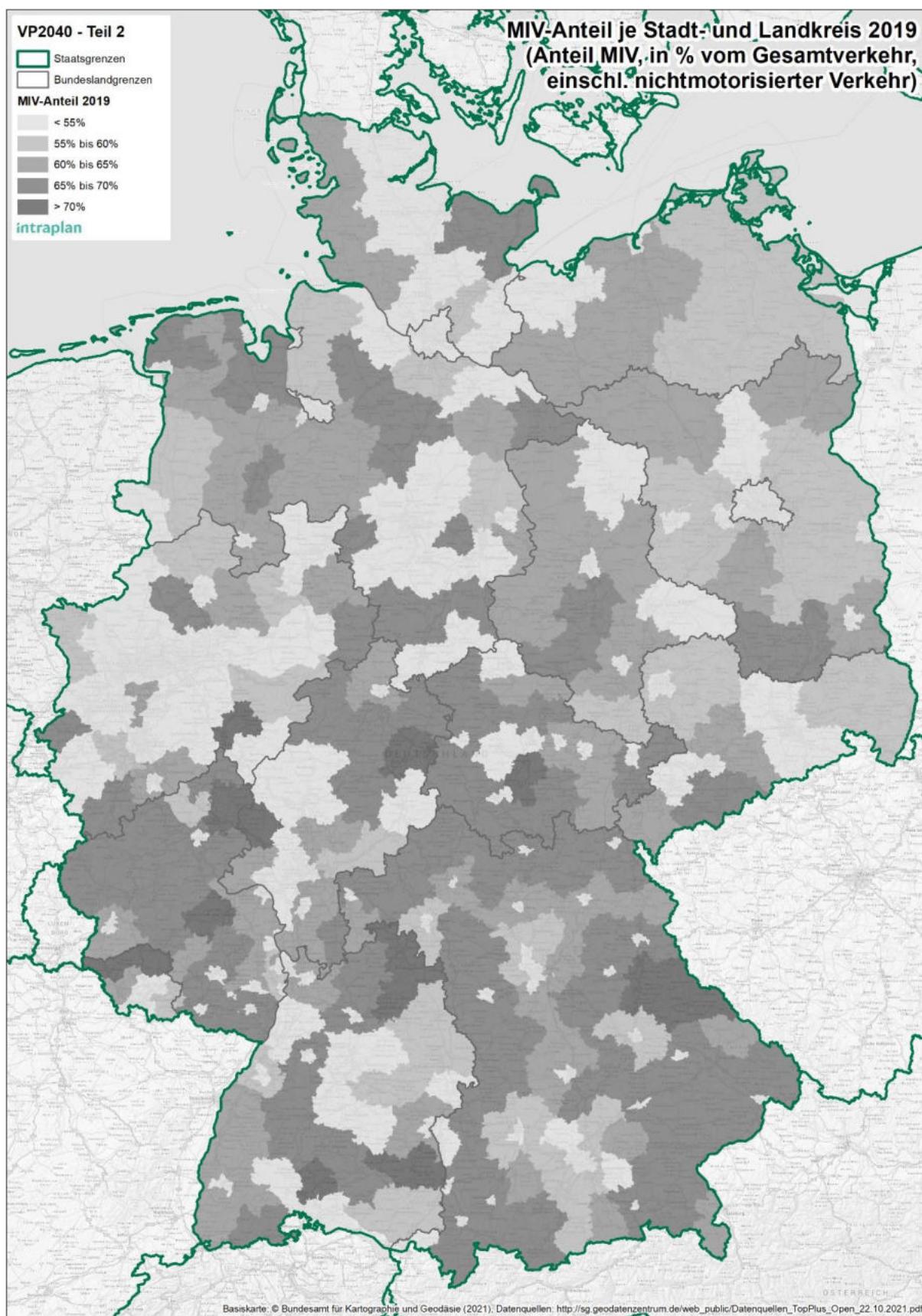


Abbildung 4-6

**MIV-Anteil je Stadt- und Landkreis 2019 (Anteil MIV, in % vom
Gesamtverkehr einschl. nicht-motorisierter Verkehr)**

Die Verkehrsmittelwahl hängt also stark von der Entfernung und der Siedlungsstruktur ab. Daneben kann sogar die Topografie eine Rolle spielen, wie der Anteil des Fahrradverkehrs je Region in **Abbildung 4-7** zeigt.

Dieser ist in Norddeutschland deutlich höher als in weiten Teilen Süddeutschlands sowie in Mittelgebirgsregionen.

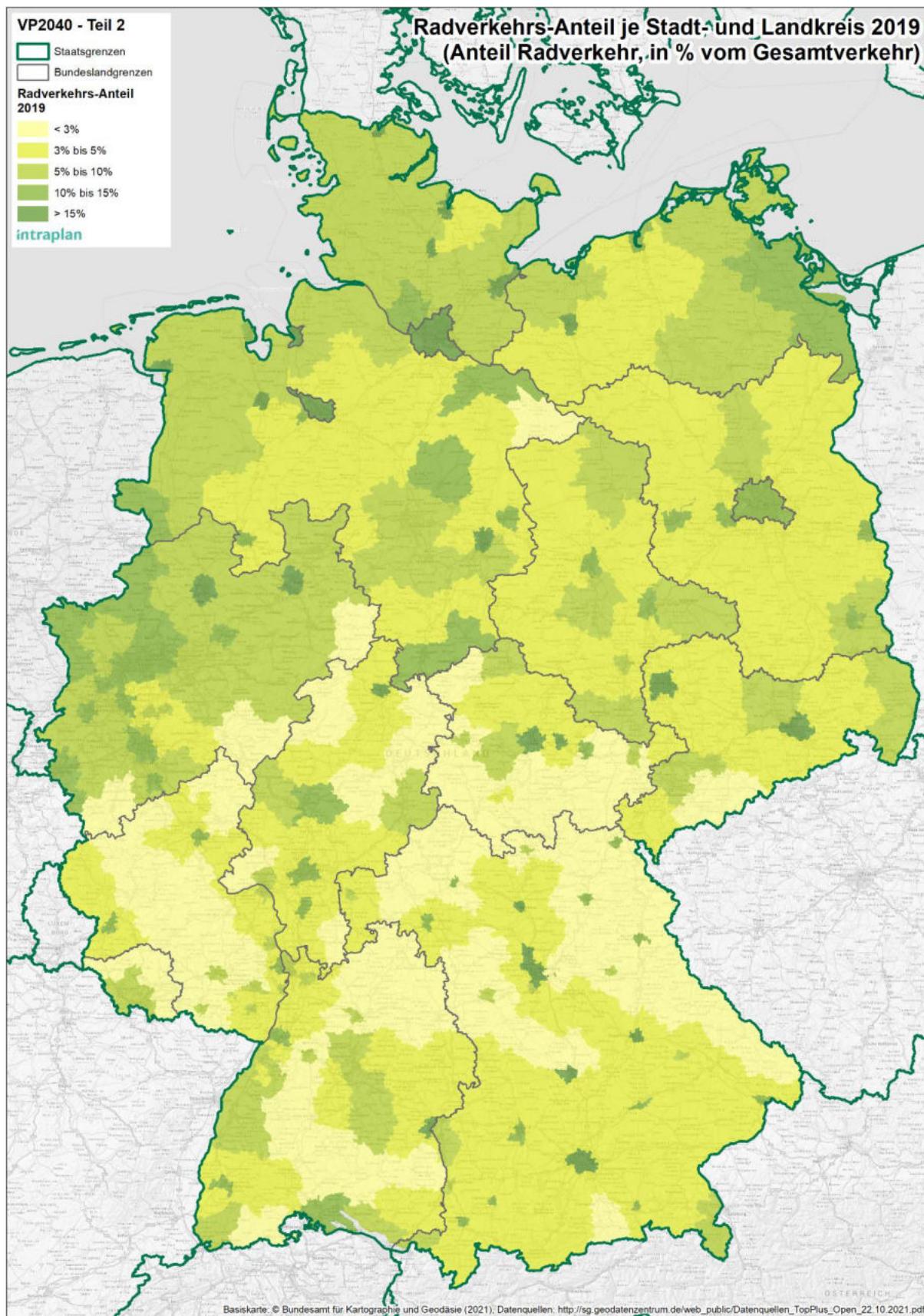


Abbildung 4-7

Anteil des Fahrradverkehrs (in Prozent) am Gesamtverkehrsaufkommen
je Stadt- und Landkreis 2019

Für den Luftverkehr (siehe **Abbildung 4-8**, 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.

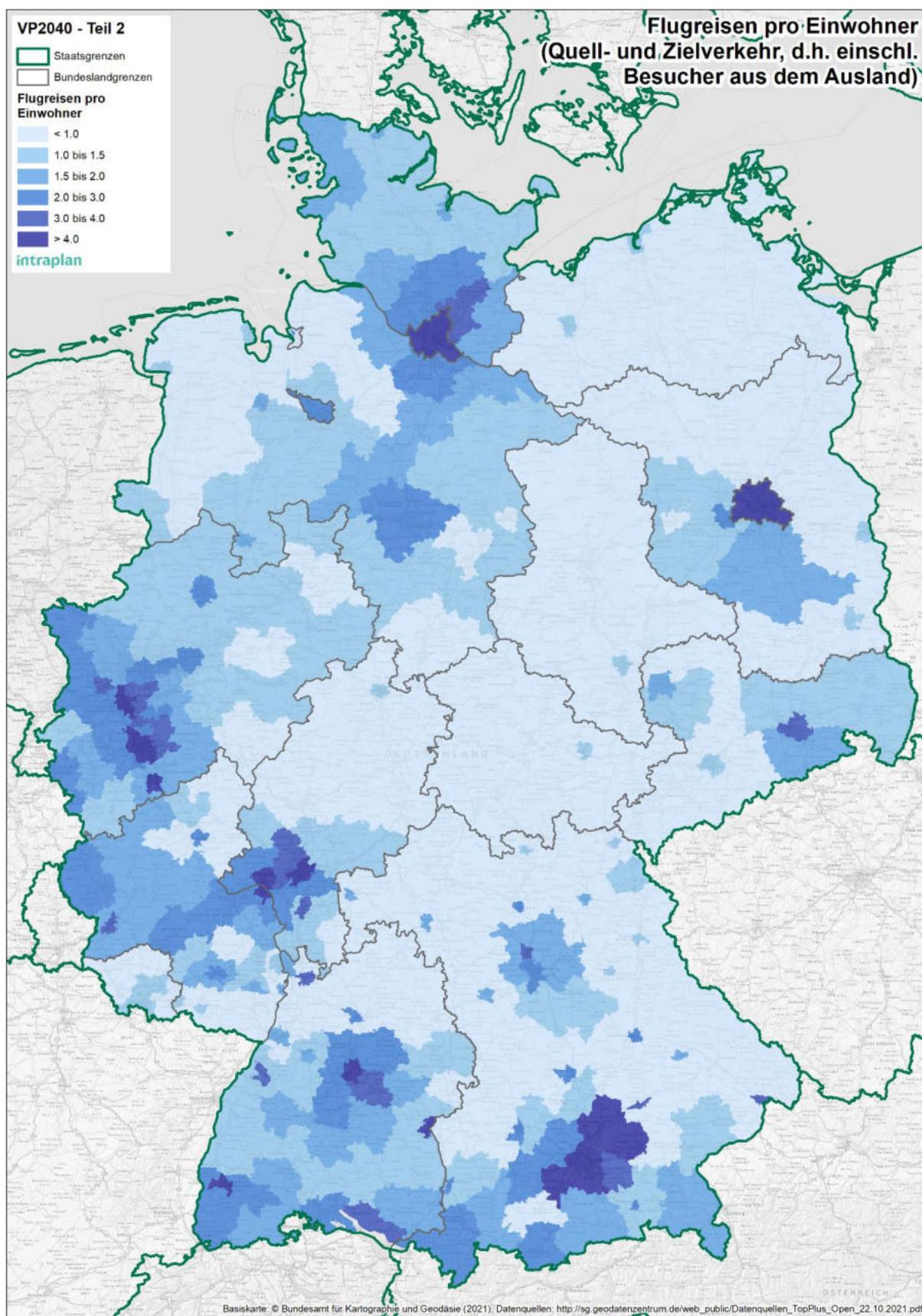


Abbildung 4-8 Flugreisen pro Einwohner 2019 (Quell- und Zielverkehr, das heißt einschl.
Besucher aus dem Ausland)

4.1.2 Personenverkehr auf dem Wasser (Binnenschifffahrt auf Bundeswasserstraßen und Seeschifffahrt auf deutschen Seeschiffahrtsstraßen)

4.1.2.1 Teil-Aufgabenstellung

Erstmals in einer Strategischen Langfrist-Verkehrsprognose des Bundes sollte im Rahmen der Verkehrsprognose 2040 auch der Personenverkehr auf Wasserstraßen Berücksichtigung finden. Ziel dieser Erweiterung der Datenbasis ist es, die Planungsgrundlagen für die Bundeswasserstraßen und Seehäfen über den Güterverkehr hinaus zu vervollständigen.

Gemäß der Systematik der „Wirtschafts- und Verkehrsentwicklungsprognose“ ist der „Wasser-Personenverkehr“ als eigenes Verkehrsmittel nicht nur in Form von bundesweiten oder gegebenenfalls regionalen (z. B. nach Fahrt-Gebieten oder Bundesländern) Aufkommenszahlen zu ermitteln und auszuweisen, sondern in seinen Verflechtungen darzustellen. Wie bei den anderen Verkehrsmitteln erfolgt die Darstellung in Personenfahrten je Quelle-Ziel-Relation in der festgelegten räumlichen Gliederung sowie in Differenzierung nach Fahrtzwecken.

Eine Umrechnung in Transporteinheiten (hier: Schiffe bzw. Boote) und eine Umlegung auf Verkehrswege ist wie bei den anderen Verkehrsmitteln nicht Gegenstand der „Wirtschafts- und Verkehrsentwicklungsprognose 2040“, also des Teils 2 der Verkehrsprognose 2040. Durch die Form der aufbereiteten Daten konnte aber, wie beim Straßen- und Schienenverkehr sowie beim Binnenschifffahrts-Güterverkehr, eine Verkehrsumlegung in einem nachgelagerten, aufbauenden Arbeitsschritt erfolgen (siehe Fachteil 5 „Wasserstraßenverkehrsprognose 2040“).

Wie bei den anderen Verkehrsmitteln des Personen- und Güterverkehrs waren als Basis und Voraussetzung für die Verflechtungsprognose 2040 zunächst aufwändige Analysen zu den Verkehrsverflechtungen im Basisjahr 2019 durchzuführen. Mangels entsprechender Grundlagen und Erfahrungen aus Vorgängeruntersuchungen und mangels einschlägiger systematischer Datengrundlagen kommt der erstmaligen Erfassung der Verkehrsstrukturen im Personenverkehr auf Wasserstraßen hier sogar eine besondere Bedeutung zu.

Auch wenn aufgrund der lückenhaften Datenlage und der besonderen Charakteristik dieses „Verkehrsmittels“ die Ermittlung der Verkehrsverflechtungen auf Wasserstraßen zu einem größeren Teil als bei den anderen Verkehrsmitteln auf der Basis von Hochrechnungen und Schätzungen erfolgen musste, dürften die vorliegenden, in diesem Bericht zusammengefassten Ergebnisse die wohl erste umfassende, systematische Zusammenstellung für den Personenverkehr auf Bundeswasserstraßen überhaupt sein. Dies gilt nicht nur bezüglich des eigentlichen Untersuchungsgegenstandes, der Verkehrsverflechtungen, sondern bereits was den gesamt-räumlichen und teilarräumlichen Umfang des Verkehrs als solches betrifft, da die amtliche Statistik nur kleinere Teilsegmente erfasst³⁵ und aus Mobilitäts-Erhebungen (MiD 2017³⁶) sowie entsprechender Hochrechnungen (Verkehr in Zahlen³⁷) keine umfassenden Statistiken bzw. „Eckwerte“ zu den Verkehrsleistungen im Personenverkehr auf dem Wasser vorliegen.

³⁵ Die statistischen Reihen des Statistischen Bundesamtes zum Seeverkehr (Fachserie 8, Reihe 5) enthalten in Tab. 2 Ein- und Aussteigerzahlen nach deutschen Seehäfen im seewärtigen Linienverkehr, es fehlt aber der „kleine Fährverkehr“ (z. B. Verkehr auf der Kieler Förde, Fähren auf der Unterelbe, Unterweser usw.) sowie die Sport- und Freizeitschifffahrt. Die Statistiken zur Binnenschifffahrt (Fachserie 8, Reihe 4) enthalten keinerlei Angaben zu den Personenverkehrsleistungen.

³⁶ Mobilität in Deutschland 2017 (Ergebnisbericht); Herausgeber: Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV); Autoren Institut für angewandte Sozialwissenschaft GmbH (infas), Deutsches Zentrum für Raum- und Luftfahrt (DLR), IVT Research GmbH, infas 360 GmbH

³⁷ Hrsg.: Bundesministerium für Digitales und Verkehr: Verkehr in Zahlen, erscheint jährlich

4.1.2.2 Abgrenzung und Differenzierung

Gemäß der Zuständigkeit des Bundes (Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes WSV) beschränkt sich die Erfassung der Verkehrsverflechtungen im Personenverkehr auf dem Wasser auf die Binnenschifffahrt auf Bundeswasserstraßen und die Seeschifffahrt auf Seeschifffahrtsstraßen im deutschen Hoheitsgebiet (im Folgenden gesamthaft als Bundeswasserstraßen bezeichnet). Der Personenverkehr auf sonstigen Gewässern im Inland und auf Seeschifffahrtsstraßen, die vollständig außerhalb des Hoheitsgebiets der Bundesrepublik Deutschland liegen, ist nicht Gegenstand der Untersuchung.

Bei den Gewässern im Inland, die nicht Bundeswasserstraßen sind, handelt es sich um nicht (mit größeren Motorschiffen) schifffbare Flüsse sowie um natürliche und künstliche Seen, die nicht an schifffbare Wasserstraßen angeschlossen sind oder von solchen durchquert werden³⁸. Während die Beschränkung des Untersuchungsgebietes auf Bundeswasserstraßen beim Güterverkehr ohne Bedeutung ist, weil auf sonstigen Gewässern kein nennenswerter Güterverkehr zu verzeichnen ist³⁹, findet ein beträchtlicher Teil des (auch gewerblichen) Personenverkehrs auf dem Wasser auf Gewässern statt, die nicht im Zuständigkeitsbereich des Bundes sind, vor allem

- » auf dem Bodensee
- » auf den oberbayerischen Seen (Chiemsee, Starnberger See, Königssee, usw.)
- » auf den Holsteiner Seen (Plöner See, Selenter See, Ratzeburger See, usw.)
- » auf dem Steinhuder Meer und Dümmer See in Niedersachsen
- » auf den Seen der Mecklenburgische Seenplatte, die nicht Teil von Bundeswasserstraßen sind (z. B. Krakower See, Tollensesee)
- » dito in Brandenburg (z. B. Ruppiner Gewässer, Schwielochsee)
- » auf vielen größeren Stauseen (z. B. Möhnesee, Bleilochsee, Brombachsee).

Die auf die nicht bundeseigenen Gewässer entfallenden, in der vorliegenden Studie nicht im Einzelnen betrachteten Personenverkehre sind zum Teil beträchtlich: So werden allein auf dem Bodensee (deutscher Teil) auf Ausflugsschiffen ca. 3 Mio. Passagiere pro Jahr befördert. Hinzu kommen ca. 4 Mio. Personen pro Jahr, die auf den Bodenseefähren befördert werden. In der (vorbildlichen) Schiffs-Statistik des Bodensees⁴⁰ werden darüber hinaus zum 31.12.2020 16.600 private Motorboote und 27.800 Segelboote allein für die deutschen Zulassungsstellen registriert. Die Ausflugsschifffahrt auf den Oberbayerischen Seen – hier gibt es keinen nennenswerten Fährverkehr – liegt mit insgesamt über 2,7 Mio. Personentransferten pro Jahr auf einem ähnlichen Niveau wie auf dem deutschen Teil des Bodensees, und auch das Aufkommen bei den Segelbooten (nicht bei den Motorbooten) ist dort ähnlich hoch wie auf dem Bodensee⁴¹. Aber auch auf den anderen in der obigen Liste genannten Gewässern bzw. Regionen findet ein beträchtliches Verkehrsaufkommen im Personenverkehr statt.

Im Einzelnen sind das Untersuchungsgebiet bzw. die betrachteten Gewässer in der folgenden Karte zu den Bundeswasserstraßen dargestellt (**Abbildung 4-9**).

³⁸ Ausnahmen: Edersee und Diemelsee in Nordhessen, die als wasserregulierende Stauanlagen für die Weser-Schifffahrtsstraße von der WSV des Bundes verwaltet werden. Der dort stattfindende Verkehr ist hier erfasst.

³⁹ Ausnahme: Fährverkehr auf dem Bodensee sowie mengenmäßig unbedeutende Lieferverkehre zu See-Inseln

⁴⁰ Wird federführend vom Bundesland Vorarlberg für alle drei Bodensee-Anrainerstaaten geführt: vgl. Land Vorarlberg, Bodensee-Schiff-Statistik nach Zulassungsstellen, 31.12.2020.

⁴¹ Eigene Zählung aufgrund von Luftbildern.

BUNDESWASSERSTRASSEN

- Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes



Quelle: Fachstelle für Geodäsie und Geoinformatik, zur Verfügung gestellt gemäß GeoNutzV
Bundeswasserstraßen, die eine Länge von unter 5 km aufweisen, sind maßstabsbedingt teilweise nicht dargestellt.

Stand: April 2021 Karte W 162 p

- Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt (GDWS)
- ◆ Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt (WSA)
- ▲ Wasserstraßen-Neubauamt
- Oberbehörde

-  Seewasserstraßen des Bundes
-  Binnenwasserstraßen des Bundes
-  nicht klassifizierte BinWaStr
-  WaStr-Klasse I - III nach UN ECE
-  WaStr-Klasse IV - VI nach UN ECE

Abbildung 4-9

Karte der Bundeswasserstraßen (Stand 2021)

Wird aber eine Rundfahrt durchgeführt, z. B. eine Hafen-Rundfahrt in Hamburg oder ein Ausflug von Regensburg zur Walhalla und zurück, sind dies verkehrsstatistisch betrachtet jeweils (mindestens) zwei Personenfahrten (hin und zurück). Entsprechend ist auch bei Ausflügen im individuellen Wasser-Personenverkehr mit Motor-, Segel- oder Ruderbooten in der Regel von zwei Personenfahrten je Personen-Ausflug auszugehen.

Eine Besonderheit stellen die Fluss- und See-Kreuzfahrten statt. Dort werden normalerweise mehrere Ziele in einer Reise angefahren. Da jeder „Landgang“ einem eigenen touristischen Zweck entspricht, sind die Kreuzfahrten, verkehrswissenschaftlich korrekt, in „Etappenfahrten“ zwischen den Landgängen zerlegt und für jede dieser Teilstrecken ist eine „Personenfahrt“ angesetzt. Dies führt bei den Kreuzfahrten auf See nur in Ausnahmefällen zu zusätzlichen Personenfahrten in Deutschland, nämlich wenn auf einer Schiffsreise mehrere deutsche Seehäfen angefahren werden⁴². Bei Fluss-Kreuzfahrten werden dagegen meist mehrere Städte auch im Inland angelaufen, vor allem auch bei den zahlreichen Fluss-Kreuzfahrten auf dem Rhein. Hier beziehen sich die erfassten Personenfahrten auf die Teil-Etappen (z. B. Rüdesheim – Bonn, wenn kein Landgang dazwischen erfolgt)⁴³. Bei den internationalen Kreuzfahrten sind konsequenterweise der jeweils nächste Aufenthalt im Ausland als Ziel bzw. der jeweils letzte Landgang im Ausland vor der Einreise nach Deutschland als Quelle erfasst. Deshalb finden sich in der aufbereiteten Quelle-Zeil-Matrix keine Ziele „Karibik“ oder „Donau-Delta“, weil in der Regel davor Zwischen-Ziele (z. B. Southampton oder Lissabon bzw. Wien oder Budapest) angelaufen werden. Die Systematik der „etappenweisen“ Betrachtung der Kreuzfahrten ist bei der Anzahl der hier ausgewiesenen Personenfahrten zu beachten. Sie liegt insbesondere bei den Fluss-Kreuzfahrten deutlich höher als die von den Veranstaltern angegebenen Passagierzahlen, die sich auf die Reisen insgesamt beziehen.

Die Kreuzfahrten stellen, auf Binnen-Wasserstraßen genauso wie im See- bzw. Küsten-Verkehr, nur einen kleinen Teil des Personenverkehrs auf dem Wasser dar. Im gewerblichen Verkehr erzielen der Fährverkehr und die Ausflugsschifffahrt weit höhere Verkehrsaufkommen als die Kreuzfahrtschiffe, wenn auch meist kleinere Fahrtdistanzen vorherrschen. Zum gewerblichen Verkehr kommt noch der individuelle Wasserverkehr hinzu: Motorsportboote/Motorjachten, Segelboote/Segeljachten und der „muskelbetriebene“ Bootsverkehr (Ruder- und Paddelboote).

Im Einzelnen sind beim Personenverkehr auf Wasserstraßen folgende, durchaus heterogene Segmente berücksichtigt:

- 1) See-Kreuzfahrten: Touristische Fahrten im Pauschalreiseverkehr mit Kabinen-Seeschiffen von und nach deutschen Seehäfen oder wo ein deutscher Seehafen ein Zwischenziel darstellt. Der regelmäßige Fähr-Verkehr mit Kabinen-Schiffen (z. B. Kiel – Oslo, Lübeck – Trelleborg) fällt nicht darunter. Erfasst sind jeweils die Reiseetappen zwischen den deutschen Häfen und dem nächsten bzw. vorangegangenen Etappenziel im Ausland.
- 2) Fluss-Kreuzfahrten: Touristische Fahrten im Pauschalreiseverkehr mit Kabinen-Fluss-Schiffen von, nach und zwischen Anlegestellen in Deutschland. Wie bei den See-Kreuzfahrten erfolgt die Aufteilung der Reisen als Personenfahrten zwischen den einzelnen Teil-Etappen der Kreuzfahrt.
- 3) Ausflugs-Schifffahrt: Gewerbliche Freizeitfahrten mit fahrplanmäßig verkehrenden, für diesen Verkehrszauber zugelassenen Ausflugsschiffen ohne Übernachtung an Bord; auch die von den Ausflugs-Schiffsbetreibern angebotenen Charter-Fahrten fallen in diese Rubrik. Rundfahrten (z. B. die häufigen Hafen-Rundfahrten) werden in der Regel als zwei Personenfahrten (hin und zurück) erfasst.

⁴² Kommt in der Kombination Kiel – (Nord-Ostsee-Kanal) – Hamburg zuweilen vor.

⁴³ Auch auf der Donau, wo das Kreuzfahrt-Aufkommen sogar höher ist als auf dem Rhein, werden bei den Kreuzfahrten ausschließlich mehrere Ziele angefahren. Nur finden sich die Ziele, anders als auf dem Rhein, fast ausschließlich im Ausland (Wien, Budapest, Eisernes Tor usw.). Die vollständig im Ausland gelegenen Teilstrecken (z. B. Wien – Budapest) werden in der vorliegenden Studie bzw. Datenbasis aber nicht erfasst.

- 4) Fluss-Fähren: Hier handelt es sich um Fluss-Überquerungen auf dem Wasser an festgelegten Stellen und zu festen Betriebszeiten. Die Fähren unterschiedlicher Technik (Motorfähren, Seil-Fähren, etc.) transportieren oft Personen- und Kraftfahrzeuge oder nur Personen (einschließlich Fahrräder), letztere zumeist nur saisonal. In diese Rubrik fallen auch die in den ÖPNV eingebundenen Boots-Linien-Verkehre in einigen Städten (u. a. HADAG-Linien in Hamburg, Fährlinien F10 bis F24 der BVG in Berlin, usw.). Zu den „Fluss-Fähren“ werden hier auch vergleichbare Fähren in den geschützten Küstengebieten der Ostsee gerechnet, z. B. in Travemünde (Priwall-Fähren), in Kiel (Förde-Linien), an der Warnow, im Strelasund und zur Insel Hiddensee sowie im Stettiner Haff. Charakteristisch für diese Fähren sind regelmäßige Abfahrten oder, häufig in ländlichen Regionen, Fähren, die zu festgelegten Betriebszeiten bei Bedarf ad-hoc übersetzen. Erfasst sind die Personenfahrten unabhängig davon, ob die Personen im Pkw, mit dem Fahrrad oder zu Fuß auf die Fähre gelangt sind.
- 5) See-Fähren: Regelmäßiger Linien-Schiffsverkehr mit seetüchtigen Schiffen zu den Inseln in der Nordsee (Helgoland, ostfriesische und nordfriesische Inseln) sowie mit dem Ausland (Skandinavien, Baltikum). Auch hier sind die Personen unabhängig vom genutzten Beförderungsmittel (Pkw, Fahrrad, usw.) erfasst.
- 6) Individueller-Bootsverkehr im Küstengebiet und auf Bundeswasserstraßen mit Motorbooten und -jachten.
- 7) Individueller Bootsverkehr im Küstengebiet und auf Bundeswasserstraßen mit Segelbooten und -jachten.
- 8) Individueller Bootsverkehr (im Küstengebiet und) auf Bundeswasserstraßen mit Ruder- und Paddelbooten („muskelbetriebener Bootsverkehr“⁴⁴) und sonstigen nichtmotorisierten Wassersportgeräten⁴⁵

Die Ziffern (1) bis (5) beziehen sich dabei auf den gewerblichen Verkehr, wobei der Fährverkehr teilweise kostenfrei ist (z. B. alle Fähren über den Nord-Ostsee-Kanal), aber berufsmäßig betrieben wird. Beim Individualverkehr (Ziffern (6) bis (8)) handelt es sich dagegen überwiegend um Verkehr mit privaten Wasser-Fahrzeugen. Eingeschlossen ist hier aber auch der Verkehr mit Miet-Booten und Vereins-Fahrzeugen (z. B. Segler-Verein, Ruder-Verein). Bei den Segelbooten (7) wird nicht unterschieden, ob es sich, wie bei den meisten größeren Segel-Jachten, um Fahrzeuge mit Hilfsmotor handelt oder nicht. In der Quelle-Ziel-Datei wird dieser Verkehr dem nicht-motorisierten Verkehr zugerechnet, auch wenn z. B. im Hafen-Bereich oft der Hilfsmotor genutzt wird.

Der weit überwiegende Teil des Personenverkehrs auf dem Wasser dient dem Freizeit-Verkehr (bzw. bei Kreuzfahrten dem Urlaubsverkehr). Eine Ausnahme stellen die meisten Fähr-Linien dar. Abgesehen von speziellen Freizeit Fähren (z. B. gibt es zahlreiche Fähren, die dem Fahrrad-Tourismus dienen, aber meist vergleichsweise geringe Beförderungszahlen aufweisen) dienen die meisten Fluss- und See-Fähren der Verkehrserschließung im engeren Sinne, zum Beispiel der Verbindung zwischen Inseln und Festland, der Verbindung zwischen am gegenüberliegenden Flussufer gelegenen, nicht durch Brücken erschlossenen Orten oder weil auf längeren Fluss-Abschnitten keine Brücke oder kein Tunnel vorhanden ist (besonders an Unterelbe, Unterweser und am Rhein). Folgerichtig werden diese Verbindungen auch im Alltagsverkehr (Berufsverkehr, Ausbildungsverkehr, usw.) genutzt, an einigen Stellen sogar überwiegend.⁴⁶

Erfasst als Quelle und Ziel sind jeweils die Verkehrszellen, auf denen sich der Zugang zum bzw. Abgang vom Wasser befinden (Hafen, Landesteg, Sportboothafen, Ruder-Club, usw.). Bei Rundfahrten, dies gilt für Teile der Ausflugs-Schifffahrt und große Teile des individuellen Bootsverkehrs, wird die

⁴⁴ Wir halten diesen Begriff, der sich eingebürgert hat, für nicht sehr glücklich, da bei vielen „Wasserwanderungen“ die Haupt-Antriebsenergie durch die Fluss-Strömung bereitgestellt wird. Wir würden hier eher von „Rudersportbooten und sonstigen nichtmotorisierten Wasserfahrzeugen“ sprechen.

⁴⁵ Darunter fällt auch das in den letzten Jahren stark zugenommene sog. Stand-Up-Paddling. Unter diese Rubrik entfällt auch das Windsurfen, obwohl es kein muskelbetriebener Sport im eigentlichen Sinne ist.

⁴⁶ Zum Beispiel dienen in Hamburg die Fährlinien in den Hafen-Bereich (HADAG Linien 61 und 73) sowie zum Airbus-Werk (Linie 64) vor allem dem Berufsverkehr.

Verkehrszelle des jeweils entferntesten Zielpunktes codiert, auch wenn dort das Land nicht betreten wird (z. B. bei einer Hafen-Rundfahrt in Hamburg der Hafen bzw. die Verkehrszelle „Wilhelmsburg“). Große Teile des Wasser-Personenverkehrs finden innerhalb einer Verkehrszelle statt: Dies gilt vor allem für den nichtmotorisierten Individualverkehr mit Segelbooten und, noch stärker, mit muskelbetriebenen Booten, aber auch für einen Großteil der Fahrten mit Motor-Sportbooten und für die häufig kurzen, das heißt ein- bis zweistündigen Fahrten in der Ausflugsschifffahrt.

Beim Fährverkehr ist zu beachten, dass hier zum großen Teil eine „Doppel-Erfassung“ zu anderen Verkehrsmitteln vorliegt, weil die Fähre häufig nur einen „schwimmenden Teil“ der Land-Infrastruktur darstellt. Zum Beispiel ist, mit Ausnahme von Landgangs-Passagieren zwischen den Fährhäfen, der Fährverkehr in der Ostsee mit Pkw, Bahn oder Bus indirekt in den entsprechenden Teil-Matrizen erfasst, und zwar in diesem Falle zwischen den originären Herkunfts- und Zielorten: Eine Fahrt zwischen Hamburg und Kopenhagen ist zwischen diesen beiden Städten bzw. den betreffenden Verkehrszellen erfasst und nicht der Teil-Weg zwischen Puttgarden und Rødby, wie es in der vorliegenden „Wasser-Matrix“ erfolgt. Das Gleiche gilt für Fluss-Übersetzerverkehre, wenn diese Teile von längeren Fahrten bilden. Auch die in den ÖPNV integrierten Linienverkehre mit Fähren (in Hamburg, Berlin, Dresden und anderswo) sind zum Teil in den (landgebundenen) ÖPNV-Zahlen erfasst.

Dieser Teil der Quelle-Ziel-Matrix zum Personenverkehr auf Wasserstraßen kann also, was das Verkehrsaufkommen insgesamt betrifft, nicht einfach zu den übrigen Verkehrsmengen hinzugerechnet werden.

4.1.2.3 Analyse 2019 des Personen-Wasserverkehrs auf Bundeswasserstraßen

Grundlagen und Methodik der Matrixerstellung

Wie bei den anderen Verkehrsarten und Verkehrsmitteln erfolgt die Erstellung der Quelle-Ziel-Matrix im Wasser-Personenverkehr durch

- a) das Sammeln, Aufbereiten und Hochrechnen aller zugänglichen Daten und Statistiken zum Verkehrsaufkommen, zu den Verkehrsstrukturen und zu den Verkehrsverflechtungen sowie
- b) durch ergänzende Modellrechnungen.

Aufgrund der Besonderheiten und der Heterogenität des Personenverkehrs auf dem Wasser erfolgte eine von den anderen „konventionellen“ Personenverkehrsmitteln unabhängige, gesonderte Ermittlung. Der Untersuchungsrahmen (Untersuchungsgebiet, Verkehrszelleneinteilung, Definitionen zu Fahrtzwecken, usw.) ist aber einheitlich zur Gesamtuntersuchung. Sachgerecht war ein mehr oder weniger nach den obengenannten Segmenten (1) bis (8) getrenntes Vorgehen.

Was a), das Sammeln, Aufbereiten und Hochrechnen der zugänglichen Daten betrifft, war es mangels einschlägiger amtlicher und sonstiger Statistiken vor allem von Bedeutung, „unkonventionelle“ Quellen zu erschließen und zu bewerten. Dabei handelt es sich um

- » Eckwerte und Strukturdaten über Gesamtverkehrsaufkommen und Nutzungszahlen je Segment im Gesamtraum oder in Teirläufen aufgrund von Angaben und Marktforschung von Verbänden, usw.
- » Standortbezogene Daten z. B. zu Verkehrsaufkommen oder Boots-Liegeplätzen bezogen auf einzelne Häfen oder Städte
- » Verflechtungsbezogene Daten z. B. Beförderungszahlen einzelner Fähr-Linien oder Anzahl von Bedienungen zwischen Häfen bzw. Anlege-Stellen.

Was b), die ergänzenden Modellrechnungen betrifft, ging es vor allem um

- » die Ableitung von Quelle-Ziel-Strukturen aus den verfügbaren standortbezogenen Daten mit Hilfe von Gravitations-Ansätzen
- » die Schätzung der Verkehrsaufkommen von Strecken anhand der ermittelten Schiffs-Bedienungen und Schiffs-Größen sowie Besetzungsgraden
- » die Ableitung von Fahrtzwecken bei Fähr-Verkehren anhand typischer Verbindungsmuster.

Das Vorgehen und die wesentlichen Datengrundlagen sind im Folgenden je Segment dargestellt:

Zu (1): See-Kreuzfahrten: Die Kreuzfahrt-Angebote ab, bis und über deutsche Häfen wurden anhand einschlägiger Buchungs-Portale⁴⁷ mit den Etappenzielen für den Zeitraum eines Jahres (5/2022 bis 4/2023) und der Schiffs-Kapazität (maximale Passagier-Anzahl der einzelnen Schiffe) erfasst. Es wurde davon ausgegangen, dass, mit Ausnahme von Russland (St. Petersburg, hier erfolgte eine Korrektur) sich die Zielstrukturen gegenüber vor der Corona-Krise nicht verändert haben. Bei einer geschätzten Auslastung von 80 % wurden die betreffenden Passagier-Aufkommen hochgerechnet. Je deutschem Hafen erfolgte nun eine Korrektur auf der Basis der in der Statistik ausgewiesenen Schiffs-Bewegungen und Passagierzahlen⁴⁸. Die Korrekturen führten nur zu geringfügig veränderten Ergebnissen, fast gar nicht bei den Schiffs-Bewegungen und nur geringfügig bei den Passagier-Anzahlen (insbesondere bei den Landgängen der durchreisenden Passagiere). Die Erfassung und Hochrechnung der Kreuzfahrt-Angebote von 2022 bildet offensichtlich die Struktur des See-Kreuzfahrt-Verkehrs der deutschen Seehäfen sehr gut ab, der sich auf knapp 2,5 Mio. Personenfahrten erstreckt.

Zu (2): Fluss-Kreuzfahrten: Das Vorgehen erfolgte wie bei den See-Kreuzfahrten: Erfassung der Kreuzfahrt-Angebote von, nach und über Städte bzw. Anlege-Stellen in Deutschland mit Erfassung der jeweiligen Schiffs-Kapazitäten. Aufgrund der meist vielen Zwischen-Stationen bei den einzelnen Fluss-Kreuzfahrten sowie aufgrund der kleineren Schiffe, aber dafür häufigeren Schiffs-Abfahrten handelte es sich hier um eine deutlich aufwändigere Erfassung als bei den See-Kreuzfahrten. Im Gegensatz zu letzteren stehen bei den Fluss-Kreuzfahrten auch keine Hafen- bzw. Stadtbezogenen „Kontroll-Summen“ aus der Statistik zur Verfügung. Lediglich Eckwerte für das gesamte Reiseaufkommen sind aus der Reisewirtschaft bekannt, die für 2019 700.000 Passagiere für den deutschen Quellmarkt bei Fluss-Kreuzfahrten angibt⁴⁹. Dabei sind aber auch Kreuzfahrten eingeschlossen, die vollständig außerhalb Deutschlands liegen (z. B. Nil, Shannon, Kanäle und Flüsse in Frankreich usw.) und umgekehrt fehlen die ausländischen Gäste in Deutschland. Weitergehende Strukturdaten zur Flusskreuzschifffahrt⁵⁰ und Schätzungen zu den durchschnittlichen Etappen je Reise ergaben ein Aufkommen von ca. 3 Mio. Etappen-Fahrten (= Personenfahrten) in diesem Segment. Die hohe Zahl an Personenfahrten bei einem insgesamt kleineren Reise-Volumen gegenüber den See-Kreuzfahrten resultiert bei den Fluss-Kreuzfahrten aus der größeren Zahl an Etappen pro Reise innerhalb Deutschlands (vor allem auf dem Rhein, auf den zwar nur 40 % der Fluss-Kreuzfahrten aber fast zwei Drittel der Etappen-Fahrten im Fluss-Kreuzfahrtverkehr in Deutschland entfallen, gegenüber über 50 % der Flusskreuzfahrten aber nur gut 20 % der Etappenfahrten innerhalb Deutschlands auf der Donau).

Zu (3): Ausflugs-Schifffahrt: Mangels zusammenfassender Daten waren die Erfassung und Hochrechnung dieses Verkehrs noch deutlich aufwändiger als bei den vorgenannten Segmenten, zumal dieser Verkehr sehr heterogen ist: Großenteils mittelständische Unternehmen, daneben größere Unternehmen wie die KD Köln -Düsseldorfer Rheinschifffahrt, Vereine wie die Weiße Flotte Dresden, Kommunale Betriebe usw. Eine gemeinsame bzw. zentrale Buchungs-Plattform, ein Fahrplan-Auskunftssystem wie im ÖPNV oder eine detaillierte Statistik nach Fahrtgebieten gibt es hier nicht. Infolgedessen musste hier Fluss für Fluss, Stadt für Stadt eine Erfassung der Angebote als Internet-Recherche durchgeführt werden, und zwar mit Angaben.

- » zu den Strecken (von – nach, codiert nach den vorliegenden Verkehrszellen),
- » den Betriebstagen (die meisten Schiffe verkehren nur im Sommer, in den Ferienzeiten und am Wochenende gibt es häufigere Abfahrten usw.),
- » ggf. den Abfahrten je Betriebstag und
- » der (ungefähren) Passagier-Kapazität der Schiffe.

⁴⁷ Am umfassendsten www.kreuzfahrten.de und www.kreuzfahrtberater.de. Doppelzählungen wurden vermieden.

⁴⁸ Vgl. Statistisches Bundesamt Fachserie 8, Reihe 5), Tab.2. Die Statistiken der Hafenbetreiber in Hamburg, Bremen/Bremerhaven, Kiel, Lübeck, Rostock weisen darüber hinaus z. T. detailliertere Zahlen zur Kreuzfahrt-Schifffahrt aus

⁴⁹ <https://wwwDRV.de/anzeigen/txnews/flusskreuzfahrten-liegen-im-trend.html>

⁵⁰ 18-03-08_Praesentation_Kreuzfahrtmarkt_Fluss.pdf beim DRV

Unter Schätzung einer durchschnittlichen Auslastung erfolgte eine Hochrechnung des Personenverkehrs-Aufkommens je Strecke. Diese Hochrechnung wurde anhand zweier Kontrollgrößen gesteuert: Erstens wurde dort, wo die Unternehmen Auskunft über die beförderten Passagiere erteilen,⁵¹ eine korrigierte Hochrechnung je Betreiber durchgeführt, die dann auch per Analogieschluss, z. B. zur Auslastung, für andere Unternehmen bzw. Verkehrsgebiete mit ähnlicher Verkehrsstruktur, genutzt wurde. Zweitens wurde das insgesamt ermittelte bzw. hochgerechnete Gesamtaufkommen mit der geschätzten Anzahl an Reisenden (bzw. Personenfahrten bei Rundfahrten) in Deutschland insgesamt abgeglichen. So betrug gemäß Marktforschung das Passagier-Aufkommen in der Ausflugsschifffahrt 2015 in Deutschland bei 945 eingesetzten bzw. registrierten Schiffen mit einer Kapazität von insgesamt 175.000 Plätzen ca. 23 Mio. Passagiere⁵². Dies wird in der genannten Quelle als deutlich unterschätzende Untergrenze des Aufkommens bezeichnet, liegt aber nur um etwa 10 % unter dem ermittelten Wert der initialen Hochrechnung, die mit der beschriebenen Methodik im Rahmen der vorliegenden Studie durchgeführt wurde (knapp 25 Mio. Passagiere). Davon muss man 9 Mio. Passagiere abziehen, die nicht auf Bundeswasserstraßen entfallen⁵³. Unter Berücksichtigung von Rundfahrten (Passagierzahlen sind hier zu verdoppeln, um zu Personenfahrten zu kommen), kann man von 22 bis 23 Mio. Personenfahrten in der Ausflugsschifffahrt in Deutschland auf Bundeswasserstraßen ausgehen, was etwa zwei Dritteln des Gesamtaufkommens in Deutschland in diesem Segment entspricht.

Zu (4): Fluss-Fähren: Das Vorgehen zur Ermittlung der Verkehrszahlen und Verkehrsstrukturen bei den Fluss-Fähren war ähnlich wie das Vorgehen bei der Ermittlung der Ausflugs-Schifffahrt:

- » Erfassung sämtlicher Fährlinien an den Bundeswasserstraßen, wobei hierzu, anders als bei der Ausflugsschifffahrt, in der Regel gute Übersichten vorhanden sind⁵⁴, mit Angaben zum Typ der Verbindung (Autofähre, Personen-Fähre, Fahrrad-Fähre), zu den Betriebszeiten, zu den Schiffskapazitäten und zu den Fahrplänen
- » Codierung der Abgangs- und Ankunftsstellen
- » Hochrechnung der Verkehrsaufkommen anhand der jährlichen Fährabfahrten, Schiffskapazitäten und einer geschätzten mittleren Auslastung

Anders als bei der Ausflugsschifffahrt liegen hier häufiger konkrete Angaben zu den Beförderungszahlen je Fährstrecke vor, weil es sich bei den Betreibern großenteils um öffentliche Verkehrsbetriebe handelt und die Verbindungen zumindest lokal von großer verkehrlicher Bedeutung sind. Häufig sind die Verkehrszahlen aus Presse-Mitteilungen und ähnlichen Informationen erhältlich⁵⁵. Aus diesen konkreten Beförderungszahlen ließen sich mittlere Auslastungen für typische Fährlinien (größere/kleinere Autofähren, Personen-Fähren in dicht besiedeltem und ländlichem Umfeld u. a.) ableiten und damit auch für die Fährlinien, wo keine genaueren Zahlen zu den Beförderungsleistungen vorlagen, qualifiziert abschätzen. Zusätzlich zu den anderen Segmenten war bei den Fähren auch die Fahrtzweck-Struktur abzuschätzen. Dies erfolgte ebenfalls nach typisierten Verkehrsverbindungen anhand von Schätzwerten zum Straßenverkehr auf städtischen Straßen (Autofähren in Ballungsgebieten), auf ländlichen Straßen (Autofähren im ländlichen Raum), zum ÖPNV (Personen-Fähren in Großstädten) und zum Freizeit-Verkehr (Fahrrad-Fähren). Das Verkehrsaufkommen im Fluss-Fährverkehr einschließlich vergleichbarer Verbindungen in Küsten-Nähe ist beträchtlich. Ermittelt wurden 46 Mio. Personenfahrten für 2019. Aufkommens-Schwerpunkte sind hier die Unterelbe (allein die HADAG in Hamburg befördert über 9 Mio. Passagiere), die Unterweser und der Rhein im gesamten Fluss-Lauf.

⁵¹ Zum Beispiel: Passagierzahlen der Weißen Flotte Dresden, der Weißen Flotte Potsdam, der Bodenseeschifffahrt, usw.

⁵² Vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie: Die wirtschaftlichen Potenziale des Wasser-Tourismus in Deutschland, Berlin 2016, S.34.

⁵³ Davon entfallen fast 6 Mio. Passagiere auf die Voralpenseen (Bodensee, Oberbayern, Allgäu)

⁵⁴ z. B. Wikipedia, Stichwort: Liste der Rheinfähren.

⁵⁵ Gerade in der Corona-Krise wurden Verkehrsrückgänge gegenüber dem Vorjahr, also dem Jahr 2019, beziffert und dies über Pressemitteilungen veröffentlicht.

Zu (5): See-Fähren: Analog zu den Fluss-Fähren erfolgte die Erfassung der Fährlinien zu den Nordseeinseln und mit dem Ausland. Im Gegensatz zu den Flussfähren lagen hier aus der amtlichen Seeverkehrsstatistik Beförderungszahlen je Strecke vor⁵⁶. Die Erfassung der Fahrtzweckstruktur erfolgte anhand der vom Verfasser durchgeführten Analysen zum Ostseereiseverkehr im Rahmen der Planungen zur Festen Fehmarnbelt-Querung⁵⁷. Insgesamt wurden im See-Fährverkehr in Deutschland 2019 fast 20 Mio. Passagiere befördert.

Zu (6): Verkehr mit Motorbooten und Motor-Jachten: Die Schätzung der Verkehrsaufkommen und Verkehrsverflechtungen in diesem Segment erfolgte erstens über eine aufwändige standortspezifische Erfassung der Sportboothäfen („Marinas“) mit der Anzahl der Liegeplätze für sämtliche Bundeswasserstraßen und zweitens einer Verteilungsrechnung mit Hilfe eines Gravitationsansatzes. Zu ersterem liegt leider kein bundesweites Register vor. Die umfassendste Grundlage stammt hier vom ADAC, bei dem als Information für Segler- und Motorbootfahrer für alle Gewässer in einer interaktiven Karte die zugänglichen Häfen bzw. Marinas mit genauer Lage, Adresse und meist mit Angabe zur Anzahl der Liegeplätze dargestellt sind⁵⁸. Durch Angabe des Betreibers des Hafens (Motor-Jachtclub x, Segelverein y, Ruderbootsverleih z) lässt sich auch in vielen Fällen die Funktion bzw. der vorherrschende Bootstyp des jeweiligen Hafens ableiten). Leider ist diese Grundlage insbesondere hinsichtlich der Detailinformationen zu den Standorten lückenhaft (insbesondere im nordostdeutschen Raum), so dass es erforderlich war, über die Satellitenbilder von Google Maps eine Komplettierung der Erfassung mit Schätzung der Anzahl der Liegeplätze vorzunehmen. Ergebnis dieses aufwändigen Arbeitsschrittes war eine vollständige Liste der Bootshäfen mit der ungefähren Anzahl der Liegeplätze und eine Zuordnung zu den Verkehrszellen der vorliegenden Studie. Aus der wohl umfassendsten Marktforschung zum Bootsverkehr in Deutschland von der Forschungsvereinigung für die Sport- und Freizeitschifffahrt FVFS von 2016⁵⁹ lassen sich nicht nur die Gesamtzahl der in Deutschland betriebenen Boote entnehmen (rund 220.000 Motorboote und Motor-Jachten)⁶⁰, sondern auch Strukturdaten zu deren Nutzung⁶¹. Unter Berücksichtigung von Rundfahrten (eine Bootsausflug besteht aus Hin- und Rückfahrt) lassen sich daraus knapp 60 Mio. Personenfahrten im Motorbootverkehr in Deutschland ermitteln. Diese finden zu 83 % auf Bundeswasserstraßen einschließlich Küstengebiete⁶² statt, so dass sich hier ein Aufkommen von knapp 50 Mio. Personenfahrten ergibt.

Der zur Verteilung bzw. Schaffung der Quelle-Ziel Matrix genutzte Gravitationsansatz berücksichtigt die einzelnen Häfen als verkehrserzeugende und verkehrsanziehende Größe und die Entfernung zwischen diesen Häfen in Kilometern. Zur Ermittlung der Gravitationskonstante wurde eine durchschnittliche Reiseentfernung aus der mittleren Nutzungszeit je Boots-Nutzungstag unter Berücksichtigung einer angenommenen Durchschnittsgeschwindigkeit abgeschätzt.

Zu (7): Verkehr mit Segelbooten und Segel-Jachten: Die Schätzung der Verkehrsaufkommen und Verkehrsverflechtungen in diesem Segment erfolgte analog zum vorgenannten Segment „Verkehr mit Motorbooten- und Motorjachten“. So wurde bei der Erfassung der Sportboothäfen schon eine

⁵⁶ Statistisches Bundesamt Fachserie 8, Reihe 5), Tab. 2. Diese Zahlen sind nicht Linienscharf. Da aber bei den kleineren Häfen, z. B. auf den Inseln, meist nur eine Fähr-Linie betrieben wird, lassen sich die Zahlen zu einzelnen Linien zuordnen. Beim Auslandsverkehr bedient man sich am besten der ausländischen amtlichen Statistiken in Dänemark (Statistics Danmark bzw. Statbank DK), Schweden (Trafikanalys), Norwegen (Statistics Norway); Finnland und den baltischen Ländern, die den Fährverkehr, in diesem Falle mit Deutschland, genauer beschreiben als, umgekehrt, die Bundes-Statistik.

⁵⁷ Intraplan Consult GmbH und BVU Beratergruppe Verkehr + Umwelt GmbH: Verkehrsprognose für eine Feste Fehmarnbeltquerung 2014 – Aktualisierung der FTC-Studie von 2002, im Auftrag von Femern A/S, 2016

⁵⁸ <https://skipper.adac.de/haefen/>

⁵⁹ FVFS Forschungsbericht Nr.7 – Dr. Wolf-Dieter Mell, Strukturen im Bootsmarkt 2016, Köln Sept.2016.

⁶⁰ Insgesamt 483.000 Eigner, davon 370.000 Boote in Deutschland (Rest im Ausland), davon 59 % Motorboote und -jachten (Rest Segelboote und -jachten). Von den 370.000 Motor- und Segelbooten in Deutschland liegen 84 % im Wasser und 16 % an Land)

⁶¹ 45 Nutzungstage im Jahr bei einem Besetzungsgrad von knapp 3 Personen je Fahrt.

⁶² Schätzung anhand einer überschläglichen Erfassung auch der Liegeplätze auf den nicht bundeseigenen Gewässern (relevant vor allem der Bodensee, auf den alleine 8 % des Motorboot-Bestandes in Deutschland entfallen)

Typisierung durchgeführt bzw. eine Aufteilung auf die Antriebsarten abgeschätzt. Der Gravitationsansatz erfolgte mit anderen Parametern als bei den Motorbooten, da Segelboote normalerweise langsamer sind. Der Verkehr mit Segelbooten und Segel-Jachten findet vor allem auf den Seen und in den Küstengebieten und nicht auf den Flüssen und Kanälen statt. Infolgedessen ist der Anteil des Verkehrs in diesem Segment, der auf die Bundeswasserstraßen entfällt, deutlich geringer als bei den Motorsportbooten. Er bezieht sich neben den Küsten vor allem auf die an die Bundeswasserstraßen angeschlossenen Seen (Müritz-See, Schweriner See, Havelseen usw.). Wir gehen hier von einem Anteil von etwa 55 % aus, der auf die Bundeswasserstraßen einschl. Küstengebiete entfällt⁶³. Gemäß der vorgenannten Marktforschung der FVSF⁶⁴ werden in Deutschland gut 150.000 Segelboote und Segeljachten betrieben. Die Nutzungsdauer (35 Tage pro Jahr) und der Besetzungsgrad (2,6 Personen pro Boot) ist etwas niedriger als bei den Motorbooten und Motor-Jachten (45 Tage pro Jahr bzw. 3,0 Personen pro Boot). Damit ergibt sich für die auf den Bund entfallenen Wasserwege ein Aufkommen von rund 15 Mio. Personenfahrten in diesem Segment.

Zu (8): Muskelbetriebener bzw. sonstiger nichtmotorisierter Wasserverkehr: Bei diesem Segment sind die Grundlagen für die Schätzung am dürfigsten. Die zuverlässigsten Angaben stammen hier noch vom vereinsbezogenen Wassersport. So gibt der deutsche Ruderverband eine genaue Aufstellung der Mitgliedsvereine mit Angaben zu den genauen Standorten an den entsprechenden Gewässern und der Mitgliederzahl je Verein heraus (83.000 Mitgliedern in ca. 600 Vereinen)⁶⁵. Diese Angaben wurden im Detail erfasst, so wie in der oben beschriebenen Erfassung der Bootshäfen auch die Standorte für den Verleih von Ruderbooten erfasst sind. Ansonsten wurde vereinfachend angenommen, dass in den Bereichen, wo sich Sportboothäfen für Motorboote und Segelboote befinden, auch muskelbetriebener Wassersport durchgeführt wird, die Anzahl der Liegeplätze also auch ein Maß für den Umfang des muskelbetriebenen Wassersports sind. An den wenig durch die gewerbliche Binnenschifffahrt beanspruchten Wasserwegen wie Lahn, Fulda, Aller, Teile des Spree-, Havel- und Müritz-Gebietes, usw. wurde der entsprechende Anteil erhöht. Umgekehrt wurde dieser Anteil dort abgesenkt, wo muskelbetriebener Wassersport nur eingeschränkt möglich ist (z. B. an Kanälen oder aufgrund der Tiden und des Seegangs an der Nordseeküste). Mit diesen spezifischen Annahmen erfolgte zur Erstellung der Quelle-Ziel-Matrix eine Verteilungsrechnung wie bei den vorgenannten Segmenten. Zum Verkehrspotenzial insgesamt gibt es nur spärliche Informationen. Demnach gäbe es in Deutschland (Stand 2015) 1,4 Mio. Kanuten, die rund 10mal im Jahr mit ihrem Ruder- oder Paddelboot unterwegs seien.⁶⁶ Im Bereich des Windsurfens gibt es laut einer Informationsplattform zum Thema Windsurfen rund 1,6 Mio. aktive Windsurfer in Deutschland⁶⁷ und laut der nach eigenen Angaben größten Informationsseite zum Thema Stand-Up-Paddeln SUP seien bis 2021 in Deutschland rund 1 Mio. SUP-Boards verkauft worden⁶⁸. Geht man davon aus, dass es hier einen Boom gerade in Zeiten der COVID-19-Pandemie gab, kann man von einem Potenzial von 0,8 Mio. Nutzern im Jahr 2019 ausgehen. Schätzt man darüber hinaus die Nutzer der übrigen nicht-motorisierten Wassersport-Arten (Tretboot, Floß, Wakeboard, Wasserski usw.) auf 0,2 Mio. Personen und nimmt an, dass alle Nutzer der genannten Sportarten wie beim Rudersport im Mittel 10 Tage im Jahr ihr Sportgerät in Deutschland nutzen, ergibt sich hier ein Potenzial von rund 80 Mio. „Personenfahrten“ im Jahr. Da im Gegensatz zu Motorboots-Sport die genannten Wassersportarten auch auf kleineren Gewässern bis hin zu Nebenflüssen und Baggerseen durchgeführt werden können, wird der Anteil, der hiervon auf die Bundeswasserstraßen

⁶³ Überschlägliche Ermittlungen zur Anzahl von Boots-Liegeplätzen auf Nicht-Bundeswasserstraßen gehen von einem Anteil von 45 % der Boote aus, die nicht auf die Bundeswasserstraßen (bzw. der an die Bundeswasserstraßen angeschlossenen Seen) und Küstengebiete entfallen. Allein auf den Bodensee entfallen 18 % des Segelboot-Bestandes in Deutschland.

⁶⁴ FVSF Forschungsbericht Nr.7 – Dr. Wolf-Dieter Mell, Strukturen im Bootsmarkt 2016, Köln Sept.2016.

⁶⁵ <https://www.rudern.de/verband/mitglieder>

⁶⁶ Bundesministerium für Wirtschaft und Energie: Die wirtschaftlichen Potenziale des Wasser-Tourismus in Deutschland, Berlin 2016, S.25.

⁶⁷ <http://www.worldofwindsurfing.org/marke-zahlen>, 2015

⁶⁸ <https://www.stand-up-paddling.org/sup-statistik/>

einschließlich Küstenbereiche entfällt, bei höchstens 40 % liegen⁶⁹. Insgesamt ergibt sich dadurch für die Bundeswasserstraßen ein Potenzial von maximal 32 Mio. Personenfahrten. Mehr noch als bei den anderen Segmenten findet dieser Verkehr überwiegend lokal statt, bezüglich der Quelle-Ziel-Matrix also hauptsächlich als Binnenverkehr in den Verkehrszellen.

Ergebnisüberblick: Verkehrsaufkommen 2019 nach Segmenten

Insgesamt wurde für den Personenverkehr auf Bundeswasserstraßen ein Aufkommen von 190 Mio. Personenfahrten ermittelt (**Tabelle 4-7**). Dies entspricht rechnerisch 0,2 % des gesamten Personenverkehrsaufkommens in Deutschland. Berücksichtigt man, dass auf die Bundeswasserstraßen (mit Küstengebieten) nur knapp 70 % des Personenverkehrs auf dem Wasser in Deutschland entfallen, beträgt mit einem Gesamtaufkommen von 275 Mio. Personenfahrten der Anteil des Wasserverkehrs insgesamt am Personenverkehr in Deutschland 0,3 %.

Personenverkehrsaufkommen

Segment	in 1.000 Personenfahrten/Jahr	Anteil am Gesamtverkehr je Segment in Deutschland ⁶⁹ in %	Anteil der Segmente in %
See-Kreuzfahrten	2.464	100	1
Fluss-Kreuzfahrten ¹⁾	3.062	100	2
Ausflugsschifffahrt	22.469	67	12
Flussfähren ²⁾	46.288	92	24
Seefähren ³⁾	19.633	100	10
Summe gewerblicher Verkehr	93.916	86	49
Verkehr mit Motorbooten/Motorjachten	48.710	83	26
Verkehr mit Segelbooten/Segeljachten	15.493	55	8
muskelbetriebener Verkehr ⁴⁾	32.031	40	17
Summe individueller Verkehr⁵⁾	96.234	58	51
Gesamtsumme	190.150	69	100

1) Etappenfahrten

2) einschl. ähnliche Fähren in Küstennähe (Kieler Förde, Warnow, Hiddensee usw.)

3) Fähren zu/von den Nordseeinseln, internationale Ostseefähren

4) Ruder-/Paddelboote, Stand Up Paddeln, Windsurfen, sonst.

5) einschl. Verkehr mit gemieteten Booten

6) Gesamtverkehr: Verkehr einschließlich sonstiger, nicht im Zuständigkeitsbereich des Bundes befindlicher Gewässer (Schätzung)

Tabelle 4-7

Gesamter Personenverkehr auf Bundeswasserstraßen (mit Küstengebieten) nach Segmenten

Jeweils rund die Hälfte des Verkehrsaufkommens entfällt auf den gewerblichen Verkehr und den individuellen Verkehr.

⁶⁹

In der Studie des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie: Die wirtschaftlichen Potenziale des Wasser-Tourismus in Deutschland, Berlin 2016, S.25, wird der Anteil des Kanusports, der auf Bundeswasserstraßen entfällt, mit 50 % geschätzt. Wir halten diesen Wert aufgrund der durchgeführten Analysen für deutlich zu hoch.

Was den gewerblichen Verkehr betrifft, findet das höchste Verkehrsaufkommen auf den zahlreichen Flussfähren (einschließlich Fähren in den Flussmündungen und den Buchten der Ostsee) statt (46 Mio. Personenfahrten). Hier handelt es sich aber überwiegend um kurze Fährstrecken, die im Inland häufig nur wenige hundert Meter betragen. Schwerpunkt des Fährverkehrs sind die großen Flussmündungen an Elbe (Unterelbe über 10 Mio. Personenfahrten, davon 9,5 Mio. im Stadtgebiet von Hamburg) und Weser (Unterweser 5 Mio.) sowie der Rhein in seiner ganzen Länge (fast 17 Mio.), und zwar aufgrund der Tatsache, dass dort bei dichter Besiedelung größere Abschnitte nicht mit Brücken überspannt sind (z. B. keine Brücke im mehr als hundert Kilometer langen Abschnitt zwischen Mainz und Koblenz, oder in den 50 Kilometer langen Abschnitten zwischen Neuwied und Bonn sowie zwischen Mainz und Worms). Bei dieser Verkehrsart geht es mehr um die Überwindung als die Nutzung des Wassers als Transportmittel.

Auch der Verkehr mit See-Fähren (20 Mio. Personenfahrten) dient der Verkehrserschließung im engeren Sinne. Davon entfallen rund 9 Mio. Personenfahrten auf den Verkehr mit den deutschen Nordseeinseln und 11 Mio. auf den Fährverkehr mit den skandinavischen Ländern sowie zu kleineren Teilen mit dem Baltikum.

Dagegen dient die Ausflugsschifffahrt (22,5 Mio. Personenfahrten) allein dem Freizeitverkehr. Dieser Verkehr ist in vielen Regionen und Fluss-Abschnitten anzutreffen, vor allem in landschaftlich attraktiven Gebieten und in Hafen-Städten. Aufkommens-Schwerpunkte sind hier der Rhein zwischen Mainz und Bonn (ca. 4 Mio. Personenfahrten), Berlin (2,6 Mio.), Hamburg (2,4 Mio.), die Mosel (1,4 Mio.), die Brandenburger Havel zwischen Potsdam und der Stadt Brandenburg (1 Mio.) sowie die Elbe zwischen Dresden und der Grenze zur Tschechischen Republik (0,8 Mio.).

Auf die besonders umsatzstarken Kreuzfahrten entfallen insgesamt 5,5 Mio. Personenfahrten, davon 2,5 Mio. See-Kreuzfahrten und 3 Mio. Etappenfahrten bei den Fluss-Kreuzfahrten. Bei ersteren sind die Schwerpunkte Hamburg und Kiel (jeweils 0,8 Mio. Personenfahrten), Rostock (0,45 Mio.) und Bremerhaven (0,25 Mio.). Bei Letzteren stechen Passau (0,5 Mio.) und Köln (0,4 Mio.) als Ausgangshäfen sowie Etappen-Ziele hervor; als Etappen-Ziele sind darüber hinaus Rüdesheim, Koblenz und Bonn von überdurchschnittlicher Bedeutung mit jeweils über hunderttausend Landgängen von Passagieren im Jahr.

Beim nichtgewerblichen bzw. individuellen Personenverkehr auf Bundeswasserstraßen überwiegt der Verkehr mit Motorbooten/Motorjachten (49 Mio. Personenfahrten). Dieser Verkehr ist vor allem in den Küstenbereichen in Ost- und Nordsee, aber auch auf nahezu allen schiffbaren Flüssen anzutreffen. Dagegen konzentriert sich der Verkehr mit Segelbooten vor allem auf die Seen, die an die Bundeswasserstraßen angeschlossen sind (Havelseen, Oberspree, Müritz-See, Schweriner See usw.). Daneben sind vor allem die geschützten Buchten in der Ostsee (Warnow, Kieler Förde, Strelasund usw. große Aufkommensgebiete, während die Flüsse und Kanäle weniger für diese Sportart geeignet sind.

Ubiquitärer ist dagegen der Verkehr mit sonstigen Wasserfahrzeugen („muskelbetriebener Bootsverkehr“), weil sich dieser leichter im Uferbereich auch von verkehrsreichen Flüssen durchführen lässt. Deshalb sind viele Rudervereine nicht nur an den Seen, sondern an den Flüssen und zum Teil an Kanälen aktiv⁷⁰. Dennoch sind überproportionale Anteile dieser Verkehrsart an durch die gewerbliche Binnenschifffahrt wenig frequentierten, landschaftlich reizvollen Strecken wie Lahn, Fulda, Aller, Elde, usw. anzutreffen sowie im Bereich von Ballungsgebieten (insb. Berlin und Umland).

Aufgrund der besonderen Charakteristik des Personenverkehrs auf dem Wasser überwiegt hinsichtlich der Fahrtzweckstruktur bei weitem der Freizeitverkehr (über 81,3 %, Fahrtzweck „Privat“ in **Tabelle 4-8**). Der individuelle Bootsverkehr dient dabei nahezu zu hundert Prozent der Freizeit; das gleiche gilt für die Ausflugsschifffahrt. Die Kreuzfahrten sind dagegen dem Urlaubsverkehr zuzurechnen. Einschließlich entsprechender Anteile beim See-Fährverkehr entfällt auf diesen Fahrtzweck 6,7 % des Aufkommens. Die anderen Fahrtzwecke spielen nur lokal bzw. im Fährverkehr eine größere Rolle (z. B. Geschäftsreisen im Ostsee-Fährverkehr). Gerade in den Städten, der Verkehr der HADAG in Hamburg ist hier besonders hervorzuheben, entfallen auch nennenswerte Anteile auf den Berufs-, Einkaufs-, und Ausbildungsverkehr.

⁷⁰ <https://www.rudern.de/verband/mitglieder>

Personenverkehrsaufkommen

Fahrtzweck	in 1.000 Personenfahrten p. a.	Anteil in %
Arbeit	10.385	6
Ausbildung	2.563	1
Einkauf/Erleidigung	6.050	3
Geschäft	3.701	2
Urlaub	12.788	7
Privat	154.663	81
Summe	190.150	100

Tabelle 4-8

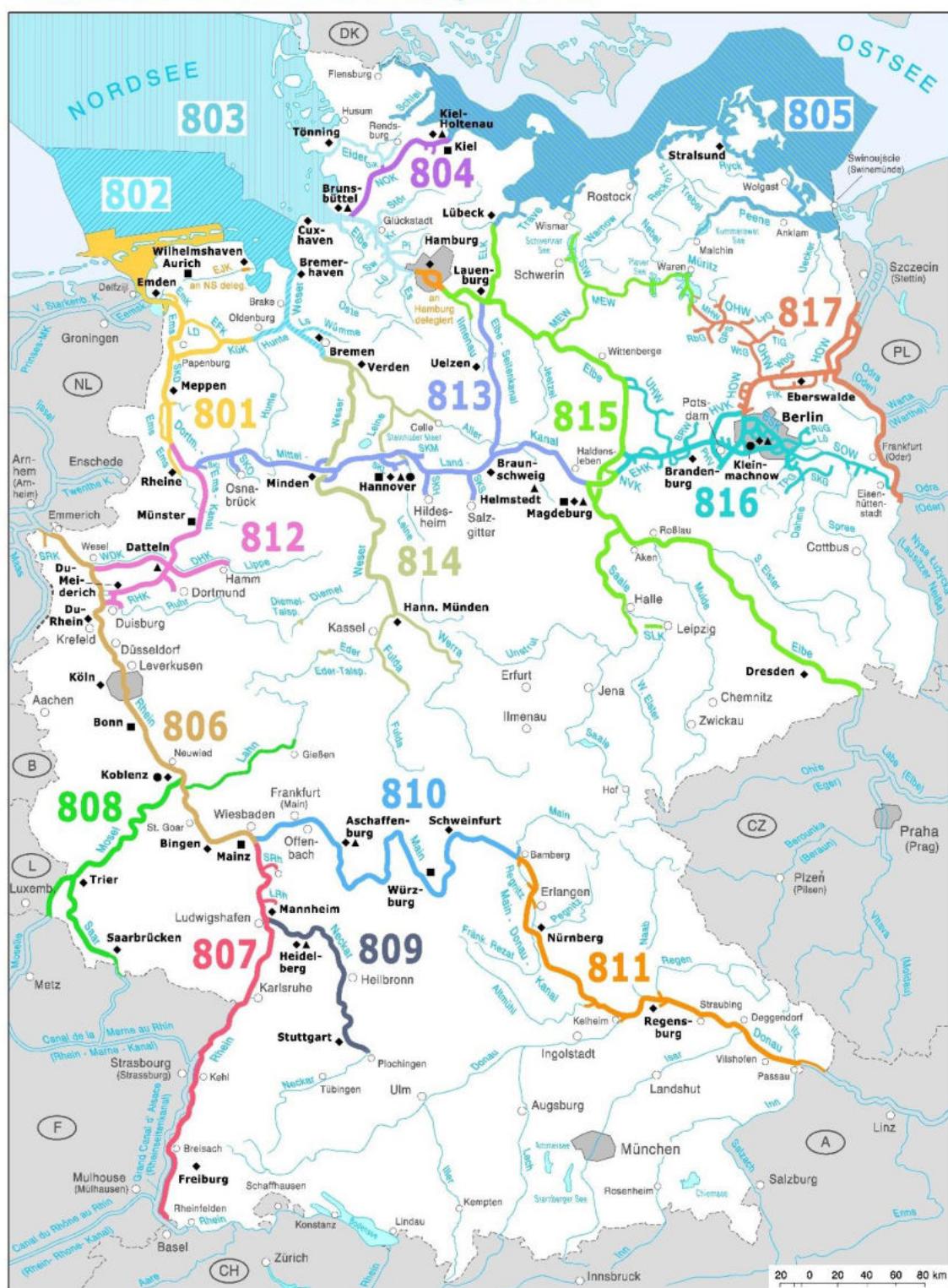
Fahrtzwecke im Personenverkehr auf Bundeswasserstraßen

Ergebnisse nach Fahrtgebieten (hier: WSA-Gebiete)

In **Abbildung 4-10** sind die Ergebnisse nach den Gebieten der Wasserstraßen- und Schifffahrtsämter (WSA) dargestellt. Diese in **Abbildung 4-10** gezeigten Gebiete repräsentieren gut die Fahrtgebiete der einzelnen Fluss- und Kanalsysteme und Küsten-Bereiche in Deutschland und eignen sich deshalb gut zur Bewertung der in der vorliegenden Untersuchung erzielten Ergebnisse.

Bundeswasserstraßen

- Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes -



Quelle: Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes, zur Verfügung gestellt gemäß GeoNutZV
Kartographie: Fachstelle für Geodäsie und Geoinformatik der WSV (FGeoWSV)

Stand: Dezember 2021 W 161 a

- WSA Ems-Nordsee [801]
- WSA Weser-Jade-Nordsee [802]
- WSA Elbe-Nordsee [803]
- WSA Nord-Ostsee-Kanal [804]
- WSA Ostsee [805]
- WSA Rhein [806]
- WSA Oberhafen [807]
- WSA Mosel-Saar-Lahn [808]
- WSA Neckar [809]

- WSA Main [810]
- WSA Donau MDK [811]
- WSA Westdeutsche Kanäle [812]
- WSA Mittellandkanal / Elbe-Seitenkanal [813]
- WSA Weser [814]
- WSA Elbe [815]
- WSA Spree-Havel [816]
- WSA Oder-Havel [817]

- WNA Hannover [831]
- WNA Helmstedt [832]
- WNA Datteln [833]
- WNA Heidelberg [834]
- WNA Aschaffenburg [835]
- WNA Berlin [836]
- WNA Magdeburg [837]
- WNA Nord-Ostsee-Kanal [838]

- Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt (GDWS)
- ◆ Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt (WSA)
- ▲ Wasserstraßen-Neubauamt (WNA)
- Aus- und Fortbildungszentrum und Berufsbildungszentrum
- [810] interne Identnummer

Abbildung 4-10

Gebiete der Wasserstraßen- und Schifffahrtsämter (WSA)

Differenziert sind die Zahlen des Weiteren nach gewerblichem Verkehr (See- und Fluss-Kreuzfahrten, Fährverkehr, Ausflugsschifffahrt) sowie dem motorisierten individuellen Wasser-Personenverkehr (Motorboote und -jachten) und dem nichtmotorisierten individuellen Wasser-Personenverkehr (Segelboote und -jachten sowie sonstiger nichtmotorisierter Bootsverkehr).

WSA	gewerblicher Verkehr	individueller motorisierter Verkehr	Individueller nichtmotorisierter Verkehr	Gesamtverkehr	Anteil in % am deutschen Aufkommen	Anteil des gewerblichen Verkehrs je WSA
					Tsd. Personen- fahrten	Tsd. Personen- fahrten
801 Ems-Nordsee	5.688	2.091	524	8.303	4,4	68,5
802 Weser-Jade- Nordsee (m. Bremen)	6.704	1.907	854	9.465	5,0	70,8
803 Elbe-Nordsee (m. Hamburg)	17.781	4.136	2.398	24.315	12,8	73,1
804 Nord-Ostsee- Kanal	2.684	239	113	3.036	1,6	88,4
805 Ostsee	20.053	13.964	10.523	44.540	23,4	45,0
806 Rhein	17.515	4.487	1.782	23.784	12,5	73,6
807 Oberrhein	5.936	2.781	652	9.369	4,9	63,4
808 Mosel-Saar- Lahn	2.397	1.395	1.206	4.998	2,6	48,0
809 Neckar	1.226	409	405	2.040	1,1	60,1
810 Main	1.244	980	1.011	3.235	1,7	38,5
811 Donau, Main- Donau-Kanal	2.045	1.034	347	3.426	1,8	59,7
812 Westdeutsche Kanäle	121	646	475	1.242	0,7	9,7
813 Mittellandkanal, Elbe-Seitenkanal	117	520	463	1.100	0,6	10,6
814 Weser	867	1.303	3.046	5.216	2,7	16,6
815 Elbe	4.212	4.454	6.820	15.486	8,1	27,2
816 Spree-Havel	4.915	6.378	14.229	25.522	13,4	19,3
817 Oder-Havel	411	1.985	2.675	5.071	2,7	8,1
Summe	93.916	48.709	47.523	190.148	100,0	49,4

Tabelle 4-9

**Personenverkehr auf Bundeswasserstraßen nach den Gebieten der
Wasserstraßen- und Schifffahrtsämter (WSA) in Deutschland**

Demnach ist das mit Abstand höchste Personenverkehrsaufkommen im Bereich der WSA Ostsee zu verzeichnen (44,5 Mio.) Fast ein Viertel (23,4 %) des gesamten Personenverkehrsaufkommens auf Bundeswasserstraßen entfällt also auf die Ostseeküste (einschließlich der küstennahen Flüsse/Flussmündungen Peene, Warnow, Trave und Schlei).

Das auf drei WSA aufgeteilte Pendant an der Nordseeküste (WSA Ems-Nordsee, WSA Weser-Jade-Nordsee und WSA Elbe-Nordsee) kommt auf ein Aufkommen in ähnlicher Größenordnung: 42,1 Mio. Personenfahrten oder 22,1 % des Gesamtaufkommens auf Bundeswasserstraßen, davon WSA Ems-Nordsee 8,3 Mio., WSA Weser-Jade-Nordsee 9,5 Mio., WSA Elbe-Nordsee 24,3 Mio. Nimmt man den in einer eigenen WSA organisierten Nord-Ostsee-Kanal (NOK) mit 3,0 Mio. Personenfahrten dazu

(1,6 % des Aufkommens auf Bundeswasserstraßen), entfallen mit 47,1 % fast die Hälfte des Personenverkehrs auf Bundeswasserstraßen auf den küstennahen Bereich, einschließlich der Mündungs-Bereiche der Flüsse, des NOK und aller Seehäfen in Deutschland.

Zwar ist das Verkehrsaufkommen an beiden Küsten, der Nordsee und der Ostsee, in einer ähnlichen Größenordnung; doch sind die Strukturen deutlich unterschiedlich. An der Nordseeküste dominiert der gewerbliche Verkehr (30,2 von 41,7 Mio. Personenfahrten, dies entspricht einem Anteil von 71,7 %), während an der Ostsee der Individualverkehr mit 55 % den gewerblichen Verkehr (45 %) übertrifft. Gerade auch der nichtmotorisierte Verkehr ist auf der Ostsee bedeutend (10,5 Mio. Personenfahrten, dies entspricht 22,1 % des deutschen Gesamtaufkommens in diesem Segment), während für den nichtmotorisierten Verkehr mit kleineren Booten die Voraussetzungen an der Nordsee aufgrund von Seegang und Tidenhub ungünstiger sind (3,6 Mio. Personenfahrten bzw. nur 7,6 % des deutschen Gesamtaufkommens).

Auf den Bereich der drei WSA an der Nordseeküste entfällt mit 32,1 % fast ein Drittel des gewerblichen Personenverkehrs auf dem Wasser in Deutschland. Insgesamt entfällt beim gewerblichen Wasser-Personenverkehr ein Anteil von 56,3 % auf die Küsten bzw. küstennahen Gebiete (Nordsee, Ostsee, NOK).

Bei den für die Binnenwasserstraßen im Inland zuständigen WSA sind die größten Verkehrsaufkommen beim WSA Rhein (23,8 Mio.), in nahezu gleicher Größenordnung WSA Spree-Havel (23,5 Mio.) und beim WSA Elbe (15,5 Mio.) anzutreffen. Doch auch hier unterscheiden sich die Strukturen erheblich: Während auf dem Rhein der gewerbliche Verkehr dominiert (17,5 Mio. Personenfahrten bzw. 73,6 % des Personenverkehrsaufkommens) ist es an der Elbe (27,2 %) und insbesondere im Bereich der WSA Spree-Havel (19,3 %) umgekehrt. Hier überwiegt der individuelle Wasserpersonenverkehr bei weitem. Im Bereich Spree-Havel finden insgesamt 13,4 % der Personenfahrten auf Bundeswasserstraßen statt, aber nur 5,2 % beim gewerblichen Verkehr, dagegen 21,4 % beim individuellen Bootsverkehr.

Mittelgroße Personenverkehrsaufkommen von 3 bis 10 Mio. Personenfahrten finden im Bereich der WSA Oberrhein (9,4 Mio., Schwerpunkt gewerblicher Verkehr), WSA Weser (5,2 Mio., Schwerpunkt individueller Verkehr, u. a. an den Quellflüssen Werra und Fulda sowie im Aller-Gebiet), WSA Oder-Havel (5,1 Mio., starker Schwerpunkt auf dem Individualverkehr), WSA Mosel-Saar-Lahn (5,0 Mio., bei ersten Flüssen Schwerpunkt gewerblicher Verkehr, bei der Lahn vor allem nichtmotorisierter Individualverkehr), WSA Donau mit RMK (3,4 Mio., Schwerpunkt gewerblicher Verkehr) und WSA Main (3,2 Mio., Schwerpunkt Individualverkehr).

Kleinere Aufkommen finden sich am Neckar (2 Mio.)⁷¹ sowie in den Kanalgebieten (westdeutsche Kanäle mit 1,2 Mio., und Mittellandkanal/Elbe-Seitenkanal mit 1,1 Mio.), weil hier weniger günstige Verhältnisse für den privaten und touristischen Verkehr bestehen. Generell gilt aber, dass in allen WSA-Gebieten ein beträchtliches Aufkommen von >1 Mio. Personenfahrten im Personenverkehr auf dem Wasser besteht.

Ergebnisse nach Bundesländern

Eine Übersicht zum Personenverkehr auf Bundeswasserstraßen nach Bundesländern ist in **Tabelle 4-10** gezeigt.

Demnach sind die Bundesländer mit den höchsten Verkehrsaufkommen die Küstenländer Schleswig-Holstein (32,9 Mio. Personenfahrten bzw. 17,3 % des Verkehrs auf Bundeswasserstraßen in Deutschland) und Mecklenburg-Vorpommern (25,4 Mio. Personenfahrten, 13,4 %). Schleswig-Holstein partizipiert dabei am Nordsee-Verkehr (Nordfriesische Inseln, Helgoland, Unterelbe, zusammen ca. 7 Mio. Personenfahrten) und am Ostseeverkehr. Bei letzterem sind die verkehrsreichen Gebiete Kieler Förde (fast 5 Mio. Personenfahrten) und die Lübecker Bucht mit Trave (4,5 Mio. Personenfahrten) hervorzuheben sowie der bedeutende Ostsee-Fährverkehr mit Skandinavien (4,5 Mio. Personenfahrten im Quellverkehr).

⁷¹ Hier ist darauf hinzuweisen, dass der obere Neckar (bis Plochingen) keine Bundeswasserstraße darstellt, dort aber, z. B. im Bereich von Tübingen eine große Nachfrage nach privatem Bootsverkehr besteht.

Daneben ist der Nord-Ostsee-Kanal (NOK) im gewerblichen (3 Mio. Personenfahrten) und die Schlei insbesondere beim nichtgewerblichen Verkehr (4 Mio. mit Mündungsgebiet) von Bedeutung. In Schleswig-Holstein wird sowohl beim gewerblichen wie beim nichtgewerblichen Verkehr das höchste Aufkommen in Deutschland erzielt.

Im Mecklenburg-Vorpommern dagegen dominiert trotz der bedeutenden Fährverkehre ab Rostock und der Ausflugsschifffahrt in und um Rügen, Usedom und im Bereich der Seenplatte der individuelle Bootsverkehr. Bei Letzterem spielen vor allem die zu den Bundeswasserstraßen gehörenden Seen (Müritz-See, Schweriner See, Plauer See, Kummerower See und viele mehr) eine große Rolle.

Bundesland	gewerblicher Verkehr	individueller motorisierter Verkehr	Individueller nichtmotorisierter Verkehr	Gesamtverkehr	Anteil in %	Anteil des gewerblichen Verkehrs je BL
	Tsd. Personen-fahrten	Tsd. Personen-fahrten	Tsd. Personen-fahrten	Tsd. Personen-fahrten		
Schleswig-Holstein	15.253	10.712	6.929	32.894	17,3	46,4
Hamburg	12.375	1.530	406	14.311	7,5	86,5
Bremen	3.227	986	448	4.661	2,5	69,2
Niedersachsen	10.631	4.994	2.748	18.373	9,7	57,9
Nordrhein-Westfalen	5.672	2.602	1.600	9.874	5,2	57,4
Hessen	3.458	1.572	3.203	8.233	4,3	42,0
Rheinland-Pfalz	13.741	2.985	1.435	18.161	9,6	75,7
Saarland	208	332	138	678	0,4	30,7
Baden-Württemberg	3.640	1.440	751	5.831	3,1	62,4
Bayern	2.448	1.488	721	4.657	2,4	52,6
Mecklenburg-Vorpommern	5.937	8.381	11.091	25.409	13,4	23,4
Berlin	3.914	2.978	7.530	14.422	7,6	27,1
Brandenburg	1.315	5.042	8.623	14.980	7,9	8,8
Sachsen-Anhalt	699	973	1.188	2.860	1,5	24,4
Thüringen	0	2	15	17	0,0	0,0
Sachsen	2.480	229	217	2.926	1,5	84,8
Ausland	8.918	2.461	483	11.862	6,2	75,2
Summe	93.916	48.707	47.526	190.149	100,1	49,4

Tabelle 4-10 Personenverkehrsaufkommen 2019 auf Bundeswasserstraßen nach Bundesländern (Quell- und Binnenverkehr)

In Hamburg (14,3 Mio. Personenfahrten) und Bremen (4,7 Mio.), dominiert jeweils der gewerbliche Verkehr (bedeutende Fährverkehre in den Hafenbereichen bzw. an Unterweser und Unterelbe, sowie Kreuzfahrten und Hafenrundfahrten). In Hamburg ist der Anteil des gewerblichen am gesamten Wasser-Personenverkehr mit 86,5 % am höchsten aller Bundesländer).

Der individuelle Bootsverkehr ist hier aufgrund der hohen Verkehrsdichte durch Frachtschiffe zum Teil eingeschränkt. Anders ist dies in Berlin, wo mit 14,4 Mio. Personenfahrten ein gleich hohes Verkehrsaufkommen besteht wie in Hamburg. Die Beschränkungen für den Individualverkehr im

Berliner City-Bereich (Spree, Spree-Kanäle) werden durch die vielfältigen Möglichkeiten zum Wassersport an der Havel (u. a. Wannsee, Tegeler See) und Oberspree (u. a. Müggelsee) mehr als ausgeglichen, so dass der individuelle Wasser-Personenverkehr mit 72,9 % überwiegt. Berlin ist insbesondere auch ein Schwerpunkt für den nichtmotorisierten Wassersport.

Dies setzt sich auch in Brandenburg fort, wo mit 15 Mio. Personenfahrten ein ähnlich hohes Aufkommen besteht wie in Berlin. Der Anteil des Individualverkehrs ist hier mit 91,2 % noch höher als in Berlin. Er bezieht sich auf den Bereich der Unterhavel (Potsdam bis zur Stadt Brandenburg mit zahlreichen Seen), Dahme-Oberspree (mit ebenfalls zahlreichen Seen) und in etwas geringerem Maße auf die Seen in der Schorfheide, auf die Oder und auf die südlichen Ausläufer der Mecklenburger Seenplatte (Rheinsberg, Fürstenberg). Wie in Mecklenburg-Vorpommern und in Berlin ist in Brandenburg der größte Teil der touristisch bedeutenderen Gewässer an das Netz der Bundeswasserstraßen angeschlossen.

Letzteres gilt dagegen nicht für die süddeutschen Bundesländer Baden-Württemberg (5,8 Mio. Personenfahrten im Personenverkehr auf Bundeswasserstraßen) und Bayern (4,7 Mio.). Wie schon erwähnt findet dort ein Großteil des gewerblichen Wasser-Personenverkehrs und vor allem des Wassersports auf Gewässern außerhalb der Bundeswasserstraßen statt, insbesondere am Bodensee und auf den oberbayerischen Seen sowie Flüssen. Insgesamt ist dort mit einem Mehrfachen als des Aufkommens auf Bundeswasserstraßen zu rechnen⁷². In Baden-Württemberg konzentriert sich der Verkehr auf Bundeswasserstraßen auf den Oberrhein (2/3 des Verkehrs dieses Bundeslandes) und auf den Neckar (1/3), in Bayern auf den Main (rund 40 %) und die Donau (rund 60 %).

Im Gegensatz zu Baden-Württemberg und Bayern ist der Personenverkehr auf dem Wasser in den südwestdeutschen Bundesländern Hessen (8,2 Mio. Personenfahrten), Rheinland-Pfalz (18,2 Mio.) und Saarland (0,7 Mio.) fast ausschließlich auf den Bundeswasserstraßen anzutreffen. Dies gilt selbst für die aufkommensstarken nordhessischen Stauseen Edersee und Diemelsee (zusammen 1,3 Mio. Personenfahrten), die als Besonderheit der Bundeswasserstraßenverwaltung unterliegen, weil sie der Wasserstands-Regulierung der Weser-Schifffahrtsstraße dienen. Abgesehen von den hauptsächlich dem muskelbetriebenen Verkehr dienenden Quellflüssen Werra und Fulda (mit hessischem Teil der Weser rund 1,3 Mio. Personenfahrten) und dem ebenso vor allem dem Rudersport dienenden hessischen Teil der Lahn (0,6 Mio.), konzentriert sich der Verkehr in Hessen hauptsächlich auf das Rhein-Main-Gebiet (fast 5 Mio. Personenfahrten, größtes Einzel-Aufkommen in Rüdesheim und Umgebung mit 1,6 Mio. Personenfahrten).

Rheinland-Pfalz ist das Bundesland nicht nur mit dem größten Verkehrsaufkommen im Personenverkehr auf Bundeswasserstraßen im Binnenland, sondern hier ist das Verkehrsaufkommen in der Fluss-Schifffahrt im engeren Sinne bundesweit am größten. Dies liegt vor allem an den hier touristisch hervorstechenden Flüssen Rhein zwischen Bingen und Linz a. R. (10 Mio.) und Mosel (über 3 Mio.), daneben sind die Fähren am Oberrhein zwischen Bingen und Wörth (Karlsruhe) sowie der Rudersportverkehr an der unteren Lahn von Bedeutung.

In Nordrhein-Westfalen (Personenverkehrsaufkommen 9,9 Mio.) ist die Attraktivität für den Personenverkehr durch den starken Fracht-Binnenschiffsverkehr auf den Kanälen im nördlichen Ruhrgebiet und am Rhein eingeschränkt. Der Verkehr konzentriert sich hier auf die landschaftlich attraktive Region Bonn/Siebengebirge (3 Mio., einschließlich einiger aufkommensstarker Fährlinien) und die Großstädte Köln und Düsseldorf (1,8 bzw. 1,3 Mio. jeweils mit bedeutendem Fährverkehr).

Auf das Küstenland Niedersachsen entfällt mit einem Personenverkehrsaufkommen von 18,4 Mio. fast 10 % des deutschlandweiten Aufkommens auf Bundeswasserstraßen. Hier ist der Schwerpunkt tatsächlich der küstennahe Verkehr im Wattenmeer (ostfriesische Inseln, Cuxhaven, Jadebusen sowie niedersächsische Teile der Unterweser und Unterelbe) mit zusammen 14 Mio. Personenfahrten). Daneben spielt die Weser (mit Aller und Leine, zusammen 1,8 Mio.) eine gewisse Rolle. Die Kanäle (Dortmund-Ems-Kanal, Mittellandkanal und Elbe-Seitenkanal) weisen zusammen zwar etwa 2 Mio. Personenfahrten auf. Dieser Verkehr verteilt sich aber auf ein großes Gebiet bzw. auf eine große Länge.

⁷² Geschätztes Personenverkehrsaufkommen auf dem Bodensee und auf den oberbayerischen Seen jeweils 15 bis 20 Mio. Personenfahrten.

In Sachsen-Anhalt und Sachsen sind mit jeweils etwa 2,9 Mio. Personenfahrten mittelgroße Aufkommen anzutreffen, die sich größtenteils (Sachsen-Anhalt) bzw. ausschließlich (Sachsen) auf die Elbe beziehen. In Sachsen-Anhalt spielt vor allem im nichtmotorisierten Wassersportverkehr noch die Saale eine größere Rolle (1,3 Mio.), in Sachsen konzentriert sich der Personenverkehr auf dem Wasser auf die Oberelbe zwischen Dresden und der tschechischen Grenze (2,5 Mio.).

Bis auf einen kleinen, wenige genutzten Abschnitt der Werra bei Treffurt verfügt Thüringen als einziges Bundesland über keine Bundeswasserstraßen. Infolgedessen ist das Verkehrsaufkommen im Personenverkehr hier vernachlässigbar.

Insgesamt überwiegt beim Personenverkehr auf Bundeswasserstraßen der Binnenverkehr innerhalb Deutschlands. 6,2 % des Quellverkehrs entfällt allerdings auf den Verkehr mit dem Ausland. Schwerpunkte sind hier der Ostseeraum (6,7 Mio., vor allem Fährverkehr, z. T. Kreuzfahrten), Frankreich (Rheinfähren, Moselschifffahrt und Flusskreuzfahrten mit Straßburg), die Niederlande (1,3 Mio., Rheinschifffahrt und Inselverkehr), Österreich (0,5 Mio., Donau-Kreuzfahrten und -Ausflugsschifffahrt) und Polen (0,5 Mio., Stettiner Haff).

4.2 Ergebnisse der Basisprognose 2040 für den Personenverkehr

Die im Folgenden beschriebenen Ergebnisse der Personenverkehrsprognose sind das Resultat der Abstimmung zwischen der Makro- und der Mikroprognose sowie der Rückkoppelungen mit den Widerständen und Umlegungen der verkehrsträgerspezifischen Fachteile.

4.2.1 Gesamtergebnis Personenverkehr

Im gesamten Personenverkehr (einschließlich der nichtmotorisierten Fahrten) wächst das Verkehrsaufkommen zwischen 2019 und 2040 geringfügig von 96,9 Mrd. auf 100,2 Mrd. Fahrten oder um 3,5 %, also etwa 0,2 % pro Jahr (vgl. **Tabelle 4-11**). Der Motorisierte Verkehr nimmt dabei leicht überdurchschnittlich um 4,0 % 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 1.226,5 Mrd. Pkm 2019 auf 1.323,2 Mrd. oder um 7,9 % (0,4 % pro Jahr). Bei Betrachtung allein des motorisierten Verkehrs liegt der Zuwachs bei 7,4 %, was einem durchschnittlich jährlichen Wachstum von 0,3 % p. a. entspricht.

Die Hauptgründe für die Zunahme der Mobilität liegen auch künftig im Wirtschaftswachstum sowie im Bevölkerungswachstum. Bei ersterem ist mit jahresdurchschnittlich 1,35 % im Prognosezeitraum ein höheres Wachstum unterstellt worden als bei der vergangenen Verkehrsprognose 2030 (1,1 % p. a. zwischen 2010 und 2030). Das leichte Bevölkerungswachstum von 83,2 Mio. (2019) auf 83,9 Mio. (2040) trägt insgesamt zur Zunahme des Verkehrs bei. Die Veränderungen in der Altersstruktur, das heißt der Rückgang der Bevölkerung im erwerbsfähigen Alter bei gleichzeitig erheblicher Zunahme der älteren Altersklassen (v. a. 70 Jahre und älter) sowie ebenfalls der jüngeren (insbesondere im Schulalter 10 – 17 Jahre) wirken zum einen über die unterschiedliche Entwicklung der Fahrtzwecke auf die Verkehrsentwicklung insgesamt: während Berufs- und Geschäftsverkehr im Prognosezeitraum abnehmen, steigt der Ausbildungsverkehr. Die Zunahme der älteren Bevölkerungsschichten wirkt hingegen grundsätzlich dämpfend auf das Verkehrswachstum, wird aber kompensiert durch das Mobilitätswachstum innerhalb der älteren Bevölkerungs- bzw. Lebenszyklusgruppen, das wiederum von der Einkommensentwicklung abhängt.

Die Entwicklung verläuft für die einzelnen Verkehrsmittel unterschiedlich: während im motorisierten Verkehr Eisenbahn, ÖSPV und Luftverkehr große Zunahmen beim Verkehrsaufkommen wie bei der Verkehrsleistung verzeichnen, ist der motorisierte Individualverkehr im Prognosezeitraum bis 2040 leicht rückläufig. Im nicht-motorisierten Verkehr steht einer starken Zunahme des Fahrradverkehrs eine rückläufige Entwicklung im Fußgängerverkehr gegenüber. Letztere bezieht sich jedoch auf das „Hauptverkehrsmittel“. Bezieht man Fußwege im Zugang zu den deutlich wachsenden Verkehrsmitteln Eisenbahn und ÖSPNV mit ein, so relativiert sich diese Entwicklung.

Im Motorisierten Individualverkehr (MIV) sinkt die Fahrtzahl von 52,4 auf 51,9 Mrd., das heißt um 1,0 %. Dessen Dominanz schwächt sich somit leicht ab, ist aber mit einem Anteil des MIV am Verkehr insgesamt von 51,7 % (2040) gegenüber 54,0 % (2019) zwar geringer, jedoch immer noch sehr ausgeprägt. Die Verkehrsleistung des MIV sinkt von 917 Mrd. Pkm (2019) auf 907 Mrd. Pkm (2040), das heißt um 1,1 %.

Im Eisenbahnverkehr ist für das Verkehrsaufkommen mit einer Steigerung um 24,2 % auf das Niveau von ca. 3,7 Mrd. Fahrten zu rechnen. Damit liegt dessen Marktanteil am gesamten Personenverkehr bei 3,7 %. Bezogen auf die Verkehrsleistung steigt der Bahnverkehr um 60,1 % und damit deutlich stärker als alle anderen Verkehrsmittel. Dies ist insbesondere auf die erheblichen Angebotsverbesserungen im Rahmen des Deutschlandtakts zurückzuführen. Durch deren Realisierung kann die Eisenbahn ihren Marktanteil an der Verkehrsleistung von 8,3 % auf 12,3 % ausweiten.

Der Öffentliche Straßenpersonenverkehr (ÖSPV) steigt von 9,7 Mio. auf 12,1 Mio. Personenfahrten, das heißt um 24,0 %. Genauso steigt die Verkehrsleistung von 80,2 Mrd. Pkm auf 99,3 Mrd. Pkm (23,8 %).

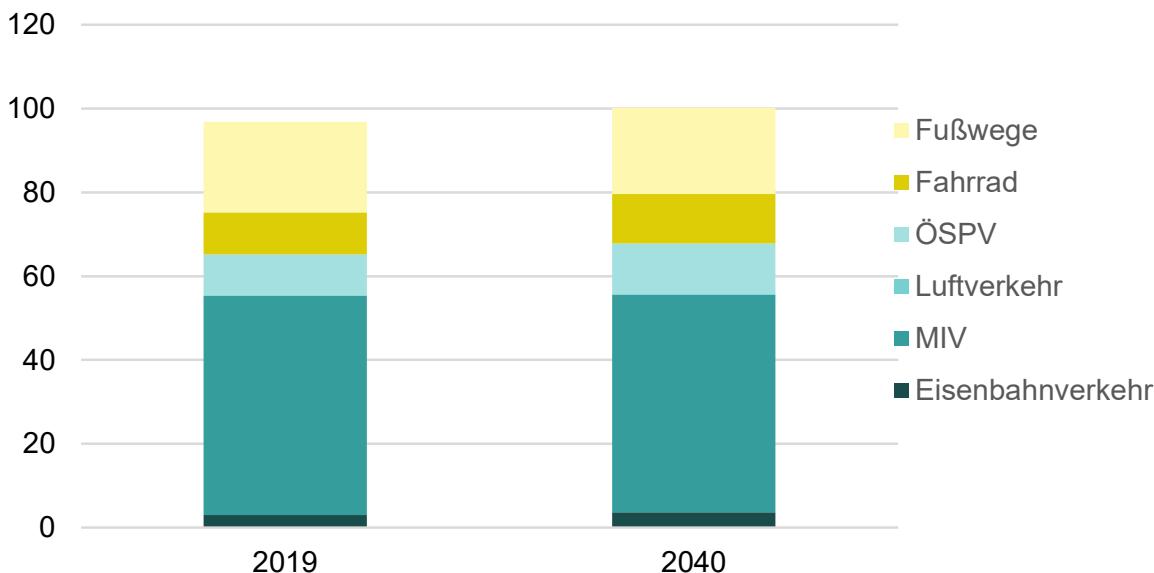
Im Luftverkehr findet bezogen auf das Aufkommen das stärkste Wachstum statt (30,7 %), die Verkehrsleistung wächst im Prognosehorizont ähnlich stark (30,0 %), wird aber von der Zunahme des Eisenbahnverkehrs übertroffen. Innerhalb des Luftverkehrs ist das Segment des innerdeutschen Verkehrs rückläufig, u. a. da hier direkte Konkurrenz zur stark verbesserten Eisenbahn besteht. Flugreisen ins europäische Ausland und vor allem jene ins außereuropäische Ausland nehmen hingegen stark zu. Der Luftverkehr profitiert hier neben dem anhaltenden Trend zu Fernreisen im Urlaubsverkehr und der international weiter zunehmenden Verflechtung der Wirtschaft vor allem auch vom Wachstum des sonstigen Privatverkehrs (Verwandten-/Bekanntenbesuche, vor allem auch von Personen mit Migrationshintergrund).

Beim nicht-motorisierten Verkehr nehmen die Fußwege deutlich ab (- 5,0 %), dagegen wächst der Fahrradverkehr um 18,2 % beim Verkehrsaufkommen und um 31,6 % bei der Verkehrsleistung. Die Gründe für diese unterschiedliche Entwicklung liegen in verschiedenen Struktureffekten und Prämissenwirkungen, die in den folgenden Absätzen näher erläutert werden.

Gesamter Personenverkehr	Absolute Werte		Modal-Split		Veränderung 2040/2019	
	2019	2040	2019	2040	insgesamt	p. a.
Verkehrsaufkommen (Mio. Personen)						
des motorisierten Verkehrs						
Eisenbahnverkehr	2.971	3.689	3,1%	3,7%	24,2%	1,0%
Motorisierter Individualverkehr	52.350	51.848	54,0%	51,7%	-1,0%	0,0%
Luftverkehr	170	222	0,2%	0,2%	30,7%	1,3%
ÖSPV	9.741	12.074	10,1%	12,0%	24,0%	1,0%
Summe Motoris. Verkehr	65.231	67.833	67,3%	67,7%	4,0%	0,2%
des gesamten Verkehrs						
Fahrradverkehr	9.995	11.817	10,3%	11,8%	18,2%	0,8%
Fußwegverkehr	21.640	20.568	22,3%	20,5%	-5,0%	-0,2%
Insgesamt	96.866	100.218	100,0%	100,0%	3,5%	0,2%
Verkehrsleistung (Mrd. Pkm)						
des motorisierten Verkehrs						
Eisenbahnverkehr	102,0	163,4	8,3%	12,3%	60,1%	2,3%
Motorisierter Individualverkehr	917,4	907,2	74,8%	68,6%	-1,1%	-0,1%
Luftverkehr	51,0	66,3	4,2%	5,0%	30,0%	1,3%
ÖSPV	80,2	99,3	6,5%	7,5%	23,8%	1,0%
Summe Motorisierter Verkehr	1.150,6	1.236,2	93,8%	93,4%	7,4%	0,3%
des gesamten Verkehrs						
Fahrradverkehr	39,9	52,4	3,2%	4,0%	31,6%	1,3%
Fußwegverkehr	36,0	34,6	2,9%	2,6%	-3,9%	-0,2%
Insgesamt	1.226,5	1.323,2	100,0%	100,0%	7,9%	0,4%

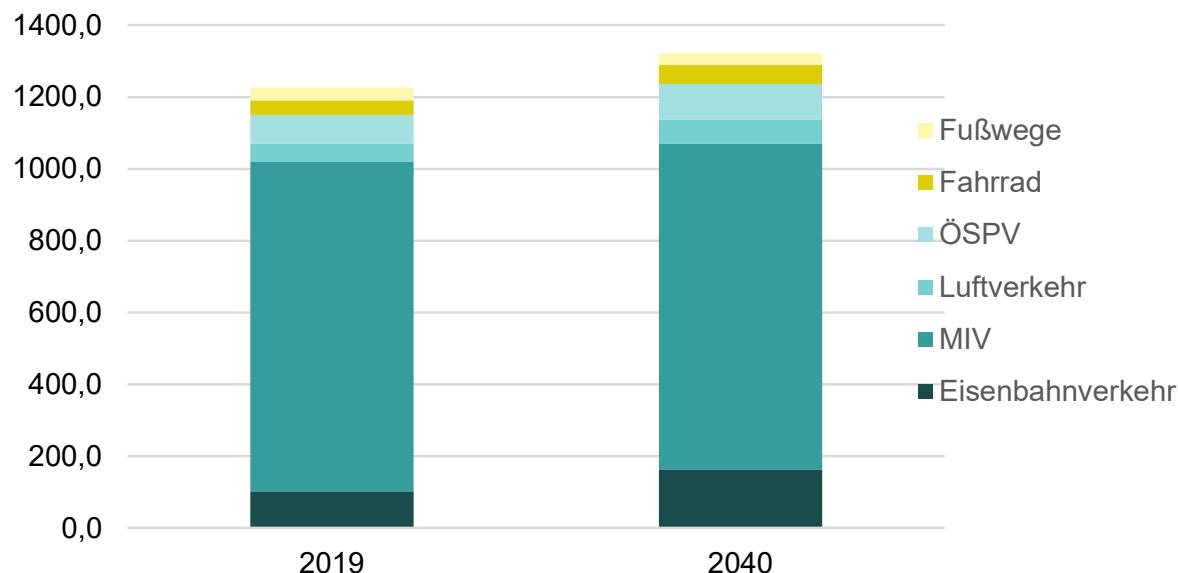
Tabelle 4-11 Entwicklung des gesamten Personenverkehrs 2019 bis 2040 nach Verkehrsmitteln

Verkehrsaufkommen in Mrd. Personenfahrten

**Abbildung 4-11**

Entwicklung des Verkehrsaufkommens im gesamten Personenverkehr nach Verkehrsmitteln

Verkehrsleistung (territorial) in Mrd. Pkm

**Abbildung 4-12**

Entwicklung der Verkehrsleistung im gesamten Personenverkehr nach Verkehrsmitteln

Um die Entstehung der Ergebnisse und die Veränderungen zwischen dem Analysejahr 2019 und dem Prognosejahr 2040 besser interpretieren zu können, werden für die Ergebnisse des Personenverkehrs die Veränderungsraten zusätzlich in den Struktureffekt und die Prämissenwirkungen unterteilt. Auf den Struktureffekt sind dabei Veränderungen des Verkehrs zurückzuführen, die auf sozioökonomischen Entwicklungen beruhen wie etwa das Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum. Diese sozioökonomischen Faktoren sind durch die Verkehrspolitik kaum zu beeinflussen. Die Prämissenwirkung hingegen basiert auf Veränderungen, die auf die Prognoseprämissen zurückzuführen sind, z. B. bei Verkehrsinfrastruktur und -angebot, Nutzer- und Transportkosten oder auch ordnungspolitischen Rahmenbedingungen. Diese wiederum können durch die Verkehrspolitik gestaltet werden.

Der Struktureffekt führt bei Verkehrsaufkommen und Verkehrsleistung für alle Verkehrsmittel zu einer Verkehrszunahme. Eine Ausnahme besteht lediglich für den Fußverkehr, der durch die Veränderung der Altersstruktur der Bevölkerung sowie durch die zunehmenden Fahrtweiten an Bedeutung verliert und daher beim Verkehrsaufkommen leicht zurückgeht. Die höchsten Wachstumsraten zeigen sich durch die starke Einkommensabhängigkeit beim Luftverkehr mit jeweils rund 44 % Zuwachs.

Die Prämissen wirken differenzierter und lassen klar die verkehrlichen Wirkungen der zentralen Prognoseprämissen erkennen, nämlich

- 9) erhebliche Abnahmen im MIV durch eine Vielzahl an unterstellten politischen Eingriffen, die die Attraktivität des Pkw mindern, sei es durch Kostensteigerungen oder durch ordnungsrechtliche Eingriffe,
- 10) eine maßgebliche Zunahme im Eisenbahnverkehr, ausgelöst wie oben bereits erwähnt insbesondere durch die Einführung des Deutschlandtakts und
- 11) signifikante Zunahmen der Verkehre im ÖSPV und im Fahrradverkehr durch die unterstellten erheblichen Ausbaumaßnahmen, die im Fußverkehr trotz auch hierfür unterstellter Fördermaßnahmen zu einer rückläufigen Entwicklung führen.

Verkehrsaufkommen	Spalte 1	Spalte 2	Spalte 3	Spalte 4	Spalte 5	Spalte 6
	2019	2040, nur Struktur- effekt	Struktur- effekt Veränderung Spalte 2/1	Basis- prognose 2040	Prämissen- effekt Veränderung Spalte 4/2	Veränderung Spalte 4/1
	Mio. P	Mio. P	%	Mio. P	%	%
Eisenbahnverkehr	2.971	3.202	7,8%	3.689	15,2%	24,2%
Motorisierter Individualverkehr	52.350	56.989	8,9%	51.848	-9,0%	-1,0%
Luftverkehr	170	244	43,7%	222	-9,1%	30,7%
ÖSPV	9.741	10.128	4,0%	12.074	19,2%	24,0%
Summe motorisierter Verkehr	65.231	70.564	8,2%	67.833	-3,9%	4,0%
Fahrradverkehr	9.995	11.001	10,1%	11.817	7,4%	18,2%
Fußwegverkehr	21.640	21.308	-1,5%	20.568	-3,5%	-5,0%
Insgesamt	96.866	102.872	6,2%	100.218	-2,6%	3,5%

Tabelle 4-12

Verkehrsaufkommen Personenverkehr in der Basisprognose 2040,
Unterscheidung Struktur- und Prämissenwirkung

Verkehrsleistung	Spalte 1 2019	Spalte 2 2040, nur Struktur- effekt	Spalte 3 Struktur- effekt Veränderung Spalte 2/1	Spalte 4 Basis- prognose 2040	Spalte 5 Prämissen- effekt Veränderung Spalte 4/2	Spalte 6 Verän- derung Spalte 4/1
	Mrd. Pkm	Mrd. Pkm	%	Mrd. Pkm	%	%
Eisenbahnverkehr	102,0	111,5	9,3%	163,4	46,6%	60,1%
Motorisierter Individualverkehr	917,4	1.013,8	10,5%	907,2	-10,5%	-1,1%
Luftverkehr	51,0	73,7	44,5%	66,3	-10,0%	30,0%
ÖSPV	80,2	83,0	3,5%	99,3	19,6%	23,8%
Summe motorisierter Verkehr	1150,6	1.281,9	11,4%	1.236,2	-3,6%	7,4%
Fahrradverkehr	39,9	44,7	12,3%	52,4	17,2%	31,6%
Fußwegverkehr	36,0	36,1	0,2%	34,6	-4,1%	-3,9%
Insgesamt	1226,5	1.362,7	11,1%	1.323,2	-2,9%	7,9%

Tabelle 4-13

**Verkehrsleistung Personenverkehr in der Basisprognose 2040,
Unterscheidung Struktur- und Prämisenwirkung**

Die dargestellten Effekte spiegeln sich auch in den Anteilen der einzelnen Verkehrsmittel am Verkehrsaufkommen bzw. an der Verkehrsleistung, dem sogenannten Modal Split wider. Der Eisenbahnverkehr (+4,0 %P auf 12,3 % Anteil am Modal Split im Jahr 2040 bezogen auf die Verkehrsleistung), der ÖSPV (+1,0 %P auf 7,5 %) und der Radverkehr (+0,7 %P auf 4,0 %) gewinnen deutlich Anteile hinzu, zu Lasten des unattraktiver werdenden MIV (-6,2 %P auf 68,6 %) und des Fußverkehrs (-0,3 %P auf 4,0 %), der in intensiver Wechselwirkung zum Radverkehr und zum ÖSPV steht, die beide erheblich attraktiver werden.

Trotz dieser erheblichen und historisch bisher nie dagewesenen Verschiebungen zugunsten des Umweltverbunds bleibt festzuhalten, dass der MIV mit über zwei Dritteln immer noch das dominierende Verkehrsmittel bleibt (Analyse 2019: fast drei Viertel).

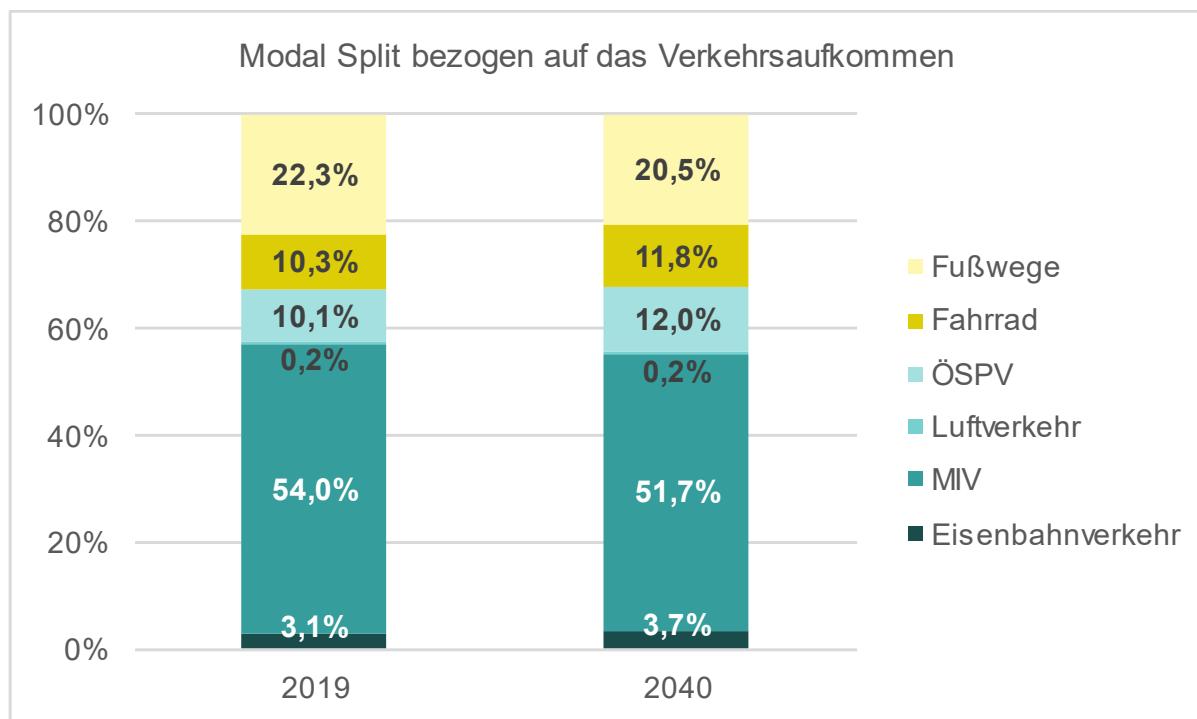


Abbildung 4-13

Entwicklung des Modal Split (Personenverkehrsaufkommen)

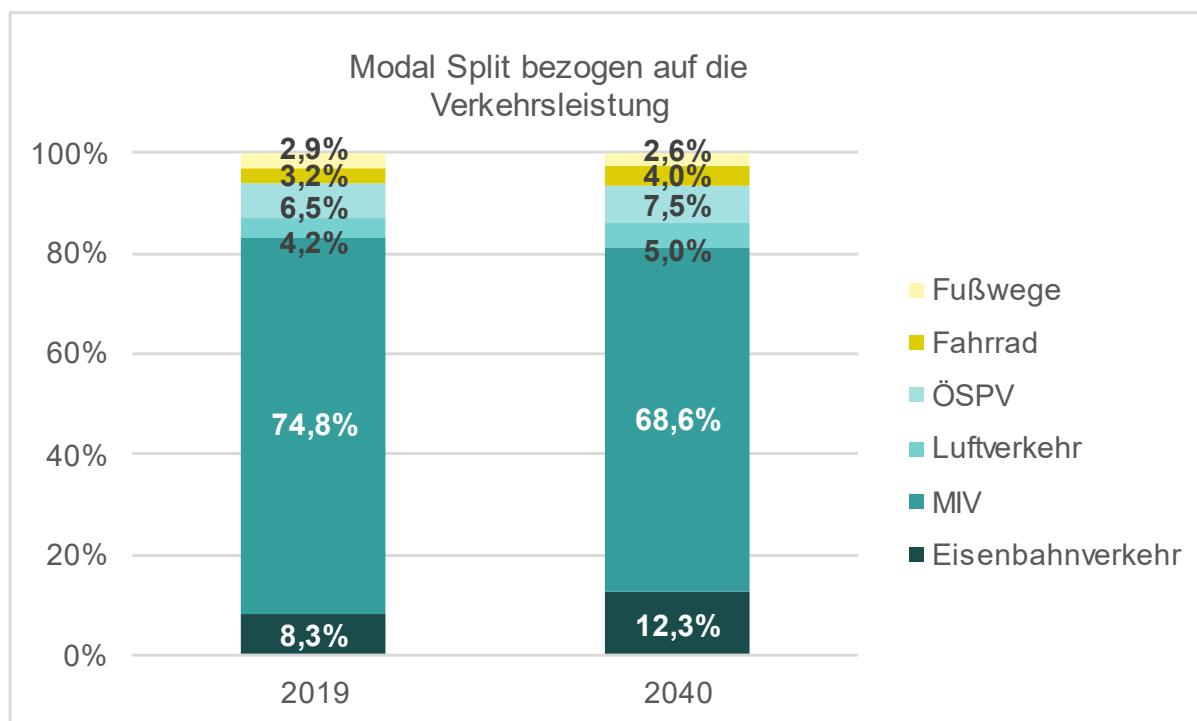


Abbildung 4-14

Entwicklung des Modal Split (Personenverkehrsleistung)

4.2.2 Fahrtzweckstruktur insgesamt

Innerhalb des gesamten, das heißt über die Verkehrszweige aggregierten Personenverkehrs weist der Privatverkehr 2019 den größten Anteil aller Fahrtzwecke am Verkehrsaufkommen (34,9 %) und an der Verkehrsleistung (37,4 %) auf und baut diesen bis 2040 auf 37,3 % (Verkehrsaufkommen) bzw. 40,8 % (Verkehrsleistung) aus (vgl. **Tabelle 4-14**, **Abbildung 4-15** und **Abbildung 4-16**). Zweitstärkster Fahrtzweck bezogen auf das Verkehrsaufkommen bleibt auch in Zukunft der Einkauf mit 29,0 % (2040), der aber bezogen auf die Verkehrsleistung mit 15,3 % (2040) einen deutlich geringeren Anteil aufweist, das heißt dieser spielt sich hauptsächlich im Bereich mit geringeren Entfernungen ab. Beim Berufsverkehr hingegen liegen in der Prognose die Anteile bzgl. Verkehrsaufkommen (15,1 %) und Verkehrsleistung (15,6 %) annähernd gleich hoch und gehen jeweils gegenüber 2019 zurück. Der Geschäftsverkehr verliert ebenfalls jeweils Anteile gegenüber 2019, im Jahr 2040 liegt der Anteil an der Verkehrsleistung (16,6 %) weiterhin höher als beim Verkehrsaufkommen (10,3 %). Die Urlaubsreisen fallen bei der Fahrtenzahl angesichts des zwischen 2019 und 2040 stabilen Anteils von 0,2 % nicht ins Gewicht, bei der Verkehrsleistung dagegen schon (7,7 % im Jahr 2040).

Gesamtpersonenverkehr	Absolute Werte		Anteile (%)		Veränderung 2040: 2019	
	2019	2040	2019	2040	insgesamt	p. a.
Verkehrsaufkommen (Mio. Personen)						
Beruf	16.076	15.097	16,6%	15,1%	-6,1%	-0,3%
Ausbildung	6.899	7.989	7,1%	8,0%	15,8%	0,7%
Einkauf	28.977	29.090	29,9%	29,0%	0,4%	0,0%
Geschäft	10.868	10.367	11,2%	10,3%	-4,6%	-0,2%
Urlaub	224	250	0,2%	0,2%	11,5%	0,5%
Privat	33.821	37.425	34,9%	37,3%	10,7%	0,5%
Insgesamt	96.866	100.218	100,0%	100,0%	3,5%	0,2%
Verkehrsleistung (Mrd. Pkm)						
Beruf	214,6	206,7	17,5%	15,6%	-3,7%	-0,2%
Ausbildung	43,4	52,1	3,5%	3,9%	20,0%	0,9%
Einkauf	197,4	201,9	16,1%	15,3%	2,3%	0,1%
Geschäft	214,0	219,5	17,4%	16,6%	2,6%	0,1%
Urlaub	98,8	102,5	8,1%	7,7%	3,8%	0,2%
Privat	458,3	540,5	37,4%	40,8%	17,9%	0,8%
Insgesamt	1.226,5	1.323,2	100,0%	100,0%	7,9%	0,4%

Tabelle 4-14**Entwicklung des Gesamtpersonenverkehrs nach Fahrtzwecken**

Die Wachstumsraten für 2040 gegenüber 2019 des Privatverkehrs sind mit 10,7 % (Verkehrsaufkommen) und 17,9 % (Verkehrsleistung) weiterhin hoch und werden nur von jenen für den Ausbildungsverkehr (15,8 % bzw. 20,0 %) übertroffen, der aber in absoluten Zahlen bei weitem keine so große Rolle spielt wie der Privatverkehr. Sowohl beim Privat- als auch beim Ausbildungsverkehr liegen die Ursachen für die Zuwächse in strukturellen, sozioökonomischen Veränderungen, das heißt können auf das Wirtschaftswachstum und die steigenden verfügbaren Einkommen bzw. auf die

Zunahme der jungen Bevölkerungsklassen im Schul- bzw. Ausbildungsalter zurückgeführt werden. Anders sieht dies etwa beim Berufsverkehr aus: dieser verliert sowohl beim Verkehrsaufkommen (-6,1 %) als auch bei der Verkehrsleistung (-3,7 %) und zwar aufgrund der dämpfenden Prämissen wie etwa bzgl. vermehrtem Homeoffice. Der Geschäftsverkehr wiederum verliert beim Verkehrsaufkommen (-4,6 %), während die Verkehrsleistung leicht zunimmt (2,6 %). Hier wird der positive Struktureffekt Wirtschaftswachstum durch die Prämissenwirkung (Substitution von Geschäftsreisen durch Videokonferenzen) beim Verkehrsaufkommen ins Negative gedreht und bei der Verkehrsleistung zumindest stark gedämpft.

Verkehrs-aufkommen	Spalte 1 2019	Spalte 2 2040, nur Struktur- effekt	Spalte 3 Struktur- effekt Veränderung Spalte 2/1	Spalte 4 Basis- prognose 2040	Spalte 5 Prämissen- effekt Veränderung Spalte 4/2	Spalte 6 Veränderung Spalte 4/1
	Mio. P	Mio. P	%	Mio. P	%	%
Beruf	16.076	16.010	-0,4%	15.097	-5,7%	-6,1%
Ausbildung	6.899	7.904	14,6%	7.989	1,1%	15,8%
Einkauf	28.977	29.901	3,2%	29.090	-2,7%	0,4%
Geschäft	10.868	11.046	1,6%	10.367	-6,1%	-4,6%
Urlaub	224	251	11,9%	250	-0,4%	11,5%
Privat	33.821	37.760	11,6%	37.425	-0,9%	10,7%
Insgesamt	96.866	102.872	6,2%	100.218	-2,6%	3,5%

Tabelle 4-15 Entwicklung des Verkehrsaufkommens nach Fahrtwecken, Unterscheidung Struktur- und Prämissenwirkung

Verkehrsleistung	Spalte 1 2019	Spalte 2 2040, nur Struktur- effekt	Spalte 3 Struktur- effekt Veränderung Spalte 2/1	Spalte 4 Basis- prognose 2040	Spalte 5 Prämissen- effekt Veränderung Spalte 4/2	Spalte 6 Veränderung Spalte 4/1
	Mrd. Pkm	Mrd. Pkm	%	Mrd. Pkm	%	%
Beruf	214,6	220,5	2,8%	206,7	-6,2%	-3,7%
Ausbildung	43,4	49,7	14,6%	52,1	4,8%	20,0%
Einkauf	197,4	209,3	6,0%	201,9	-3,5%	2,3%
Geschäft	214,0	231,9	8,4%	219,5	-5,3%	2,6%
Urlaub	98,8	102,6	3,9%	102,5	-0,1%	3,8%
Privat	458,3	548,6	19,7%	540,5	-1,5%	17,9%
Insgesamt	1226,5	1.362,7	11,1%	1.323,2	-2,9%	7,9%

Tabelle 4-16 Entwicklung der Verkehrsleistung nach Fahrtzwecken, Unterscheidung Struktur- und Prämissenwirkung

Verkehrsaufkommen in Mrd. Personenfahrten

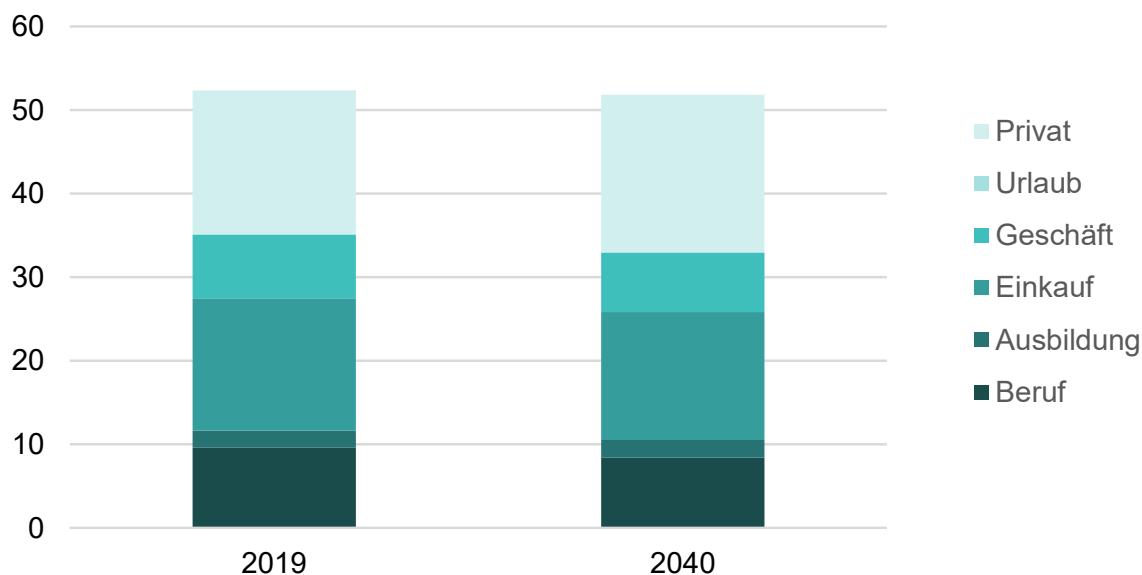


Abbildung 4-15

Entwicklung des Verkehrsaufkommens im Gesamtverkehr nach Fahrtzwecken

Verkehrsleistung (territorial) in Mrd. Pkm

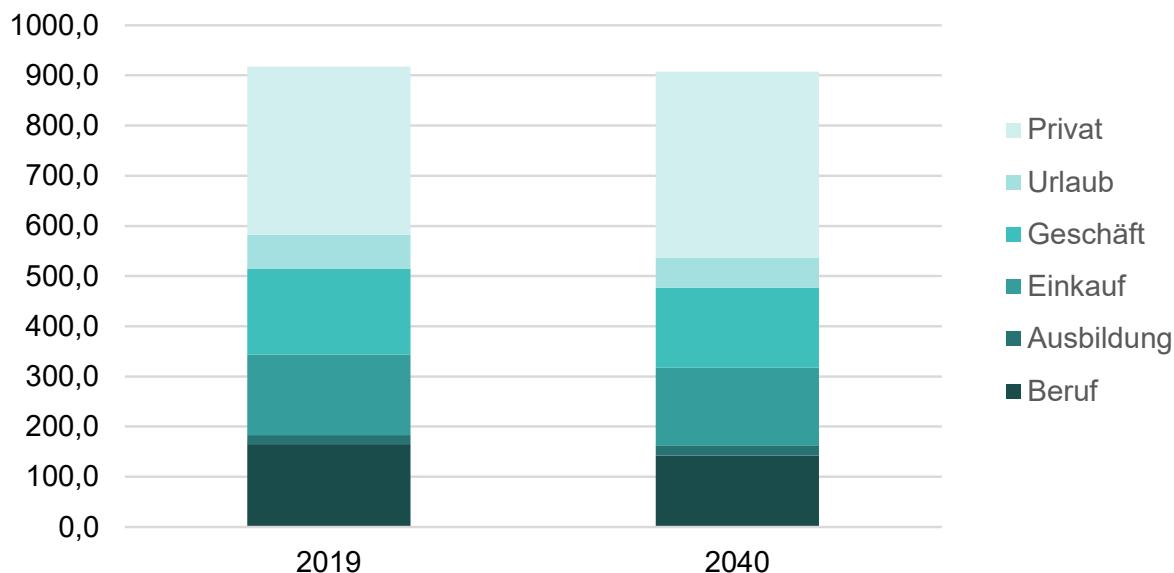


Abbildung 4-16

Entwicklung der Verkehrsleistung im Gesamtverkehr nach Fahrtzwecken

Die Ausweisung des Verkehrsaufkommens nach Fahrtzweck in Entfernungsklassen (vgl. **Tabelle 4-17**) zeigt, dass sich Berufs-, Ausbildungs- und Einkaufsverkehr erwartungsgemäß vor allem in den niedrigeren Klassen abspielen (bis 150 km), während im Geschäfts- und insbesondere im Privatverkehr durchaus weitere Entfernungen zurückgelegt werden. Urlaubsverkehr findet hauptsächlich in Entfernungsklassen jenseits von 150 km statt.

In **Tabelle 4-18** wird deutlich, dass sich bis 2040 eine Verschiebung bei den Fahrtzwecken hin zu längeren Fahrtweiten vollzieht. Dies wird vor allem im Geschäftsverkehr deutlich, bei dem die Anzahl der Fahrten in den unteren Entfernungsklassen bis maximal 150 km rückläufig ist, während jene in allen

höheren Entfernungsklassen zunimmt. Im Privat- und Urlaubsverkehr sind die Fahrten in Klassen mit geringeren Entfernungen zwar nicht rückläufig, die Zuwächse werden jedoch mit zunehmender Entfernung größer.

Entfernungs- klasse ¹⁾ (in km)	Beruf	Ausbildung	Einkauf	Geschäft	Urlaub	Privat	Summe
	Mio.	Mio.	Mio.	Mio.	Mio.	Mio.	Mio.
0-10	9.308	6.733	24.263	7.074	0	28.801	76.179
11-50	4.876	1.116	4.111	2.278	0	6.796	19.178
51-150	883	136	699	599	1	904	3.222
151-300	35	4	21	251	22	459	791
301-600	0	0	0	98	54	331	484
601-1000	0	0	0	32	48	74	154
>1000	0	0	0	31	111	60	202
Summe	15.103	7.989	29.094	10.364	235	37.425	100.210

1) Entfernung = Gesamtentfernung, das heißt inklusive Streckenanteile im Ausland, ohne Transitverkehr aber inklusive Luftzubringerverkehr

Tabelle 4-17

Entfernungsverteilung im Quell-Ziel-Verkehr Deutschlands nach Fahrtzwecken in Mio. Personenfahrten – Basisprognose 2040

Entfernungs- klasse ¹⁾ (in km)	Beruf	Ausbildung	Einkauf	Geschäft	Urlaub	Privat	Summe
	%	%	%	%	%	%	%
0-10	-6,3	15,8	0,1	-5,5	--	9,9	3,4
11-50	-6,5	15,9	1,9	-3,7	--	12,5	3,0
51-150	-2,0	14,1	3,6	-2,9	4,7	11,7	3,2
151-300	5,5	18,1	8,1	0,6	5,4	16,7	10,0
301-600	--	--	--	6,2	7,5	24,2	18,1
601-1000	--	--	--	15,9	11,6	32,1	21,6
>1000	--	--	--	25,2	24,0	56,6	32,4
Summe	-6,1	15,8	0,4	-4,6	15,4	10,7	3,5

1) Entfernung = Gesamtentfernung, inklusive Streckenanteile im Ausland; ohne Transitverkehr aber inklusive Luftzubringerverkehr

Tabelle 4-18

Entfernungsverteilung im Quell-Ziel-Verkehr Deutschlands 2040: Veränderung gegenüber 2019 in %

4.2.3 Detailergebnisse nach Fahrtzwecken

4.2.3.1 Detailergebnisse im Berufsverkehr

Der Berufsverkehr ist – im Gegensatz vor allem zum Privat- und zum Urlaubsverkehr – auch in Zeiten des Homeoffice noch zu großen Teilen kein frei disponibler, sondern ein sogenannter "Zwangsverkehr". Deshalb korreliert das Verkehrsaufkommen in diesem Fahrtzweck eng mit dessen Leitdatum, der Zahl der Erwerbstägigen. Die darauf bezogene Fahrtenhäufigkeit im gesamten Personenverkehr (einschließlich der nicht-motorisierten Fahrten) hat sich in der Vergangenheit längerfristig nur geringfügig verändert. Aufgrund des im Prognosezeitraums angenommenen deutlichen Rückgangs der Erwerbstägigen sowie dem in Folge der COVID-19-Pandemie vermehrten Trend zum Homeoffice gehen die Personenfahrten um 6,1 % zurück (vgl. **Tabelle 4-19** sowie **Kapitel 3.6**).

Die nicht-motorisierten Fahrten werden im Berufsverkehr weiterhin an Gewicht verlieren. Denn die Entfernung zwischen Wohnung und Arbeitsplatz werden durch die wachsende Spezialisierung auf dem Arbeitsmarkt weiter zunehmen. Die Entwicklung verläuft allerdings für Fahrrad- und Fußwegeverkehr unterschiedlich: während die per Fahrrad zurückgelegten Berufsverkehrsfahrten mit 7,1 % steigen, verliert der Fußverkehr deutlich (- 12,6 %).

Das MIV-Aufkommen im Berufsverkehr geht mit -12,8 % überproportional zurück, während die Öffentlichen Verkehrsmittel, und zwar der ÖSPV mit 10,8 % und der Eisenbahnverkehr mit 12,8 % noch deutlicher zunehmen. Letzteres ist durch mehrere 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 im Rahmen des Deutschlandtaktes und drittens durch die angenommenen stark subventionierten Pauschalpreistickets wie aktuell das Deutschlandticket, die stärker im Schienenpersonennahverkehr mit längeren Strecken als im innerstädtischen ÖSPNV wirken.

Die zunehmenden Fahrtweiten im Berufsverkehr sind daran abzulesen, dass die Verkehrsleistung mit -3,7 % deutlich weniger abnimmt als das Verkehrsaufkommen (-6,1 %). Während im MIV der Rückgang bei Fahrtenanzahl und Verkehrsleistung auf etwa gleichem Niveau liegt, nimmt die Verkehrsleistung vor allem im Eisenbahnverkehr mit 41,6 % deutlich stärker zu als das Aufkommen. Auch beim ÖSPV und beim Fahrradverkehr wächst die Verkehrsleistung deutlicher als das Verkehrsaufkommen. Dies bedeutet, dass insbesondere im Eisenbahnverkehr, aber auch im ÖSPV und im Fahrradverkehr längere Fahrtweiten zurückgelegt werden.

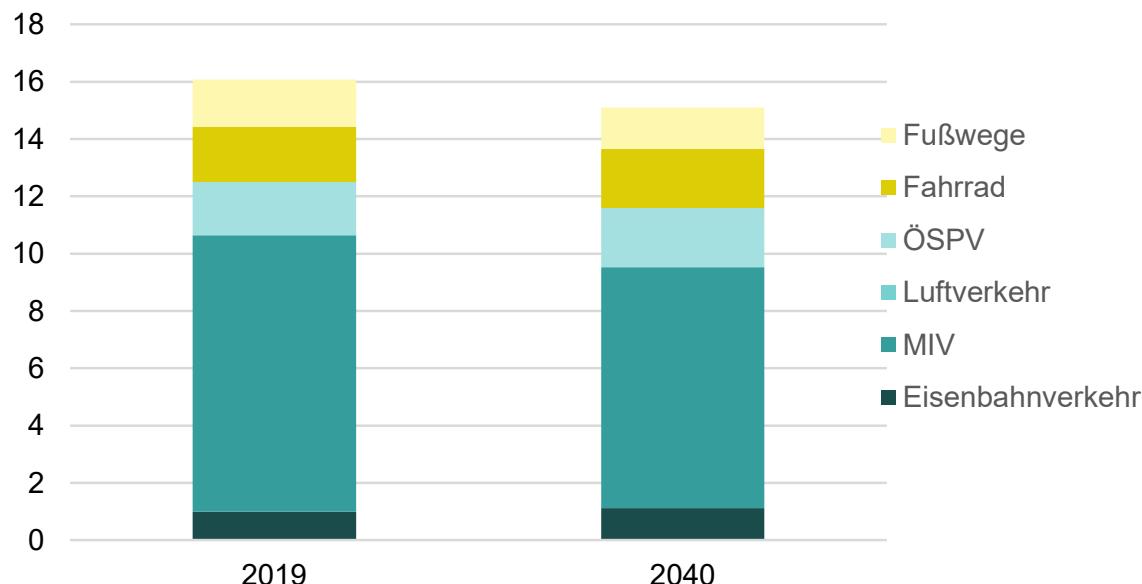
Diese Veränderungen im Berufsverkehr lassen sich auch im entsprechenden Modal Split ablesen: während der MIV sowohl beim Verkehrsaufkommen als auch bei der Verkehrsleistung Anteile verliert, gewinnen Eisenbahnverkehr, ÖSPV und Fahrradverkehr hinzu.

Berufsverkehr	Absolute Werte		Modal-Split		Veränderung 2040/2019	
	2019	2040	2019	2040	insgesamt	p. a.
	Verkehrsaufkommen (Mio. Personen)					
des motorisierten Verkehrs						
Eisenbahnverkehr	989	1.116	6,1%	7,4%	12,8%	0,6%
Motorisierter Individualverkehr	9.651	8.412	60,0%	55,7%	-12,8%	-0,7%
Luftverkehr	0	0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ÖSPV	1.863	2.066	11,6%	13,7%	10,9%	0,5%
Summe Motoris. Verkehr	12.503	11.594	77,8%	76,8%	-7,3%	-0,4%
des gesamten Verkehrs						
Fahrradverkehr	1.930	2.066	12,0%	13,7%	7,1%	0,3%
Fußwegverkehr	1.644	1.438	10,2%	9,5%	-12,6%	-0,6%
Insgesamt	16.076	15.097	100,0%	100,0%	-6,1%	-0,3%
Verkehrsleistung (Mrd. Pkm)						
des motorisierten Verkehrs						
Eisenbahnverkehr	23,6	33,4	11,0%	16,2%	41,6%	1,7%
Motorisierter Individualverkehr	164,7	142,7	76,8%	69,0%	-13,4%	-0,7%
Luftverkehr	0,0	0,0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ÖSPV	15,7	18,3	7,3%	8,9%	16,8%	0,7%
Summe Motorisierter Verkehr	204,0	194,4	95,1%	94,0%	-4,7%	-0,2%
des gesamten Verkehrs						
Fahrradverkehr	8,0	10,0	3,7%	4,8%	25,4%	1,1%
Fußwegverkehr	2,7	2,3	1,2%	1,1%	-12,7%	-0,6%
Insgesamt	214,6	206,7	100,0%	100,0%	-3,7%	-0,2%

Tabelle 4-19

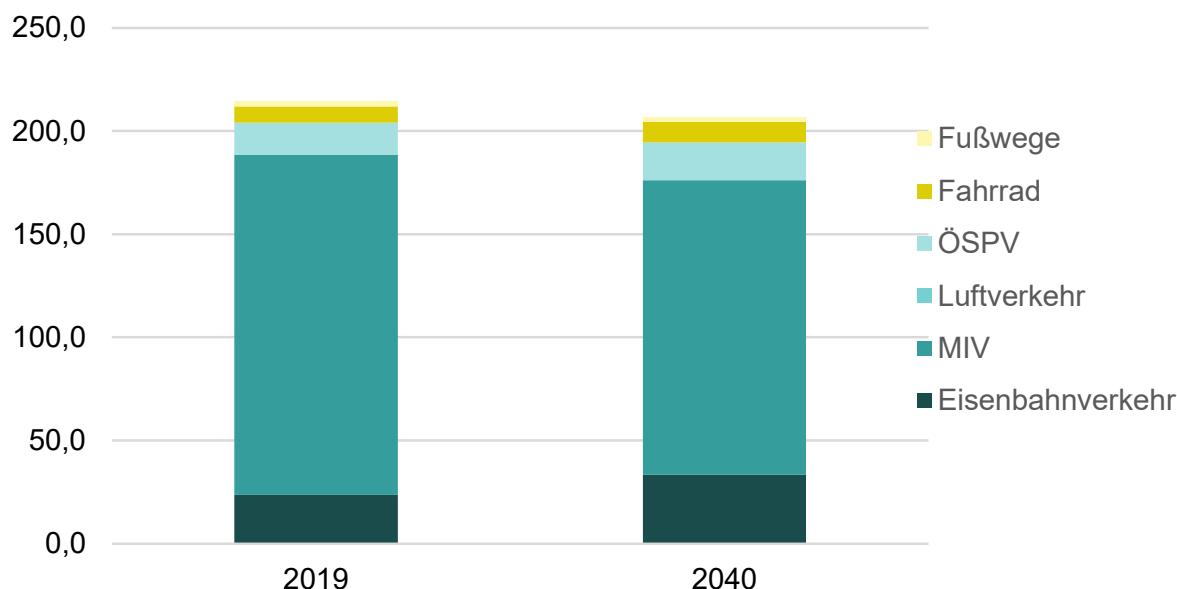
Entwicklung des Berufsverkehrs nach Verkehrsmitteln

Verkehrsaufkommen in Mrd. Personenfahrten

**Abbildung 4-17**

Entwicklung des Verkehrsaufkommens im Berufsverkehr nach Verkehrsmitteln

Verkehrsleistung (territorial) in Mrd. Pkm

**Abbildung 4-18**

Entwicklung der Verkehrsleistung im Berufsverkehr nach Verkehrsmitteln

4.2.3.2 Detailergebnisse im Ausbildungsverkehr

Durch die starke Zunahme der Altersklasse von 10 bis 17 Jahren im Prognosezeitraum (12,1 %) bei gleichzeitig nur sehr geringem Rückgang der Altersklasse von 18 bis 24 Jahren (- 0,8 %) ist insgesamt mit einem deutlichen Anstieg der Fahrtenanzahl im Ausbildungsverkehr der Schüler, Auszubildenden und Studierenden zu rechnen (15,8 %). Auch im Ausbildungsverkehr steigt die Verkehrsleistung stärker als das Verkehrsaufkommen, das heißt die Fahrtweiten nehmen zu.

Überproportional wächst der Ausbildungsverkehr in den Verkehrsmitteln Eisenbahn und ÖSPV, und zwar sowohl im Verkehrsaufkommen als auch in der Verkehrsleistung. Beide Verkehrsmittel können ihre Anteile am Modal Split auf Kosten des MIV ausbauen.

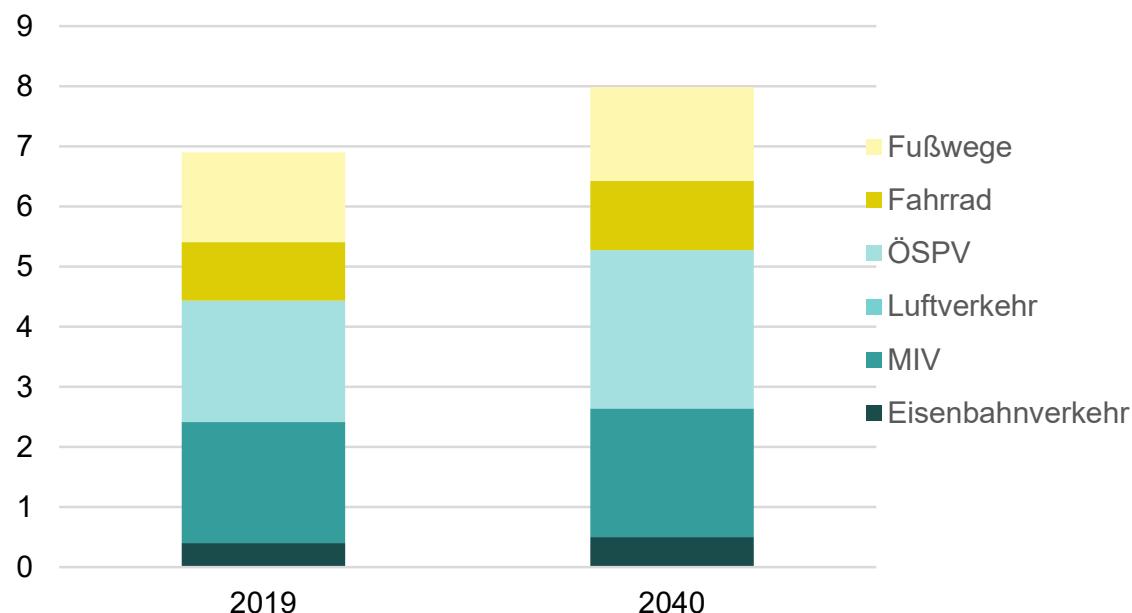
Der Fußwegverkehr nimmt nur unterproportional zu, das heißt verliert Anteile, während der Fahrradverkehr leicht hinzugewinnen kann.

Ausbildungsverkehr	Absolute Werte		Modal-Split		Veränderung 2040/2019	
	2019	2040	2019	2040	insgesamt	p. a.
Verkehrsaufkommen (Mio. Personen)						
des motorisierten Verkehrs						
Eisenbahnverkehr	399	504	5,8%	6,3%	26,3%	1,1%
Motorisierter Individualverkehr	2.017	2.137	29,2%	26,7%	5,9%	0,3%
Luftverkehr	0	0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ÖSPV	2.019	2.633	29,3%	33,0%	30,5%	1,3%
Summe Motoris. Verkehr	4.435	5.274	64,3%	66,0%	18,9%	0,8%
des gesamten Verkehrs						
Fahrradverkehr	976	1.155	14,1%	14,5%	18,4%	0,8%
Fußwegverkehr	1.489	1.559	21,6%	19,5%	4,8%	0,2%
Insgesamt	6.899	7.989	100,0%	100,0%	15,8%	0,7%
Verkehrsleistung (Mrd. Pkm)						
des motorisierten Verkehrs						
Eisenbahnverkehr	6,3	8,2	14,5%	15,7%	29,9%	1,3%
Motorisierter Individualverkehr	18,0	19,7	41,5%	37,8%	9,2%	0,4%
Luftverkehr	0,0	0,0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ÖSPV	15,0	19,6	34,5%	37,7%	30,9%	1,3%
Summe Motoris. Verkehr	39,3	47,5	90,6%	91,2%	20,8%	0,9%
des gesamten Verkehrs						
Fahrradverkehr	2,5	3,0	5,8%	5,7%	17,7%	0,8%
Fußwegverkehr	1,6	1,6	3,6%	3,1%	3,7%	0,2%
Insgesamt	43,4	52,1	100,0%	100,0%	20,0%	0,9%

Tabelle 4-20

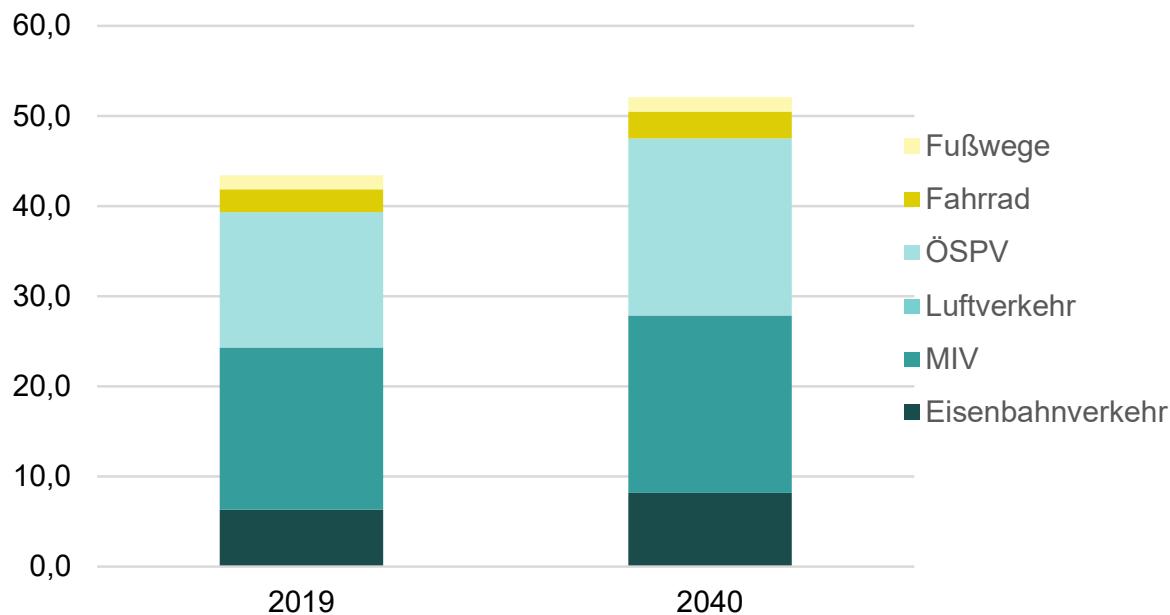
Entwicklung des Ausbildungsverkehrs nach Verkehrsmitteln

Verkehrsaufkommen in Mrd. Personenfahrten

**Abbildung 4-19**

Entwicklung des Verkehrsaufkommens im Ausbildungsverkehr nach Verkehrsmitteln

Verkehrsleistung (territorial) in Mrd. Pkm

**Abbildung 4-20**

Entwicklung der Verkehrsleistung im Ausbildungsverkehr nach Verkehrsmitteln

4.2.3.3 Detailergebnisse im Einkaufsverkehr

Während die Anzahl der Einkaufswege, hier sind neben dem Einkauf alle Erledigungstätigkeiten, Behörden-, Arztbesuche usw. eingeschlossen, im Prognosezeitraum nahezu konstant bleibt (+0,4 %), weist die Verkehrsleistung eine leichte Zunahme auf (+2,3 %), das heißt auch im Fahrtzweck Einkauf nehmen die Fahrtweiten leicht zu. Die Gründe hierfür sind vielschichtig und zum Teil gegenläufig: aufgrund weiter steigender verfügbarer Einkommen ist weiterhin von zunehmenden, aber auch vermehrten spezialisierten Konsumbedürfnissen auszugehen. Während die Einkaufsfahrten zum einen durch den zunehmenden Online-Handel teilweise ersetzt werden, führt die Konzentration des Einzelhandels, einerseits in den Innenstädten der Großstädte, aber auch in dezentralen Einkaufszentren und vor allem in den Gewerbegebieten ländlicher Räume (Lebensmittelgeschäfte fast nur noch "auf der grünen Wiese") zu zunehmenden Fahrtweiten. Zudem wird die Stagnationstendenz im Einkaufskaufverkehr durch den dynamischer wachsenden „Erledigungsverkehr“ kompensiert.

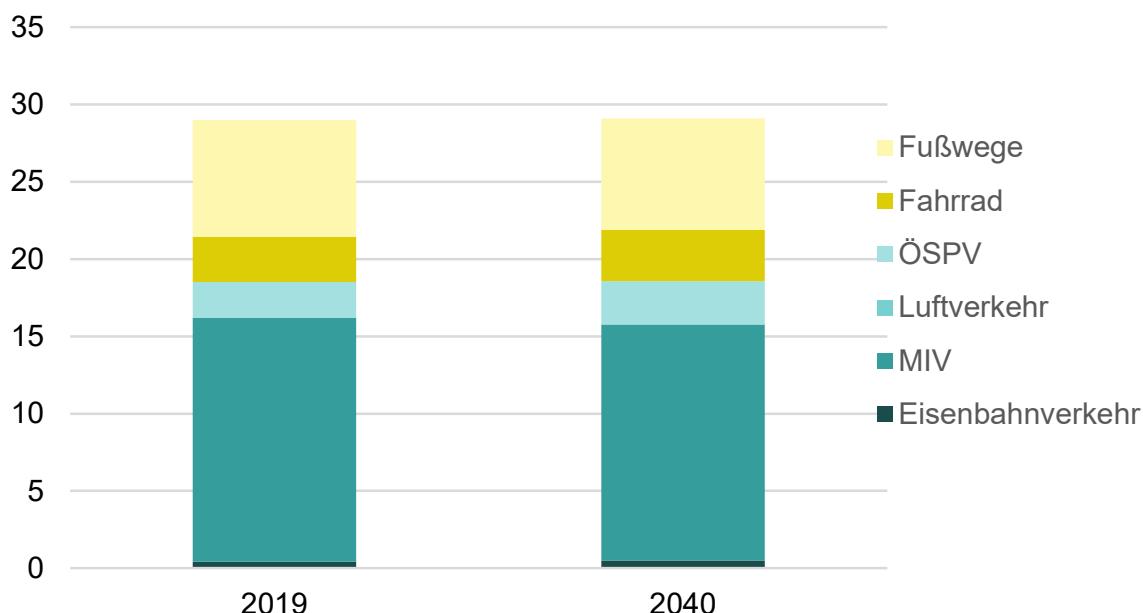
Während der MIV sowohl beim Verkehrsaufkommen als auch bei der Verkehrsleistung zurückgeht (jeweils -3,4 %), nehmen Eisenbahnverkehr und ÖSPV deutlich zu, insbesondere bei der Verkehrsleistung (+57,4 % bzw. +35,7 %). Der Fahrradverkehr wächst ebenfalls überproportional, während der Fußwegverkehr rückläufig ist.

Einkaufsverkehr	Absolute Werte		Modal-Split		Veränderung 2040/2019	
	2019	2040	2019	2040	insgesamt	p. a.
Verkehrsaufkommen (Mio. Personen)						
des motorisierten Verkehrs						
Eisenbahnverkehr	411	493	1,4%	1,7%	19,9%	0,9%
Motorisierter Individualverkehr	15.806	15.268	54,5%	52,5%	-3,4%	-0,2%
Luftverkehr	0	0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ÖSPV	2.309	2.796	8,0%	9,6%	21,1%	0,9%
Summe Motorisierter Verkehr	18.526	18.557	63,9%	63,8%	0,2%	0,0%
des gesamten Verkehrs						
Fahrradverkehr	2.925	3.328	10,1%	11,4%	13,8%	0,6%
Fußwegverkehr	7.526	7.206	26,0%	24,8%	-4,3%	-0,2%
Insgesamt	28.977	29.090	100,0%	100,0%	0,4%	0,0%
Verkehrsleistung (Mrd. Pkm)						
des motorisierten Verkehrs						
Eisenbahnverkehr	6,2	9,8	3,1%	4,8%	57,6%	2,2%
Motorisierter Individualverkehr	160,7	155,2	81,4%	76,9%	-3,4%	-0,2%
Luftverkehr	0,0	0,0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ÖSPV	14,2	19,2	7,2%	9,5%	35,7%	1,5%
Summe Motorisierter Verkehr	181,1	184,2	91,7%	91,2%	1,7%	0,1%
des gesamten Verkehrs						
Fahrradverkehr	7,3	9,1	3,7%	4,5%	24,4%	1,0%
Fußwegverkehr	9,1	8,6	4,6%	4,3%	-4,9%	-0,2%
Insgesamt	197,4	201,9	100,0%	100,0%	2,3%	0,1%

Tabelle 4-21

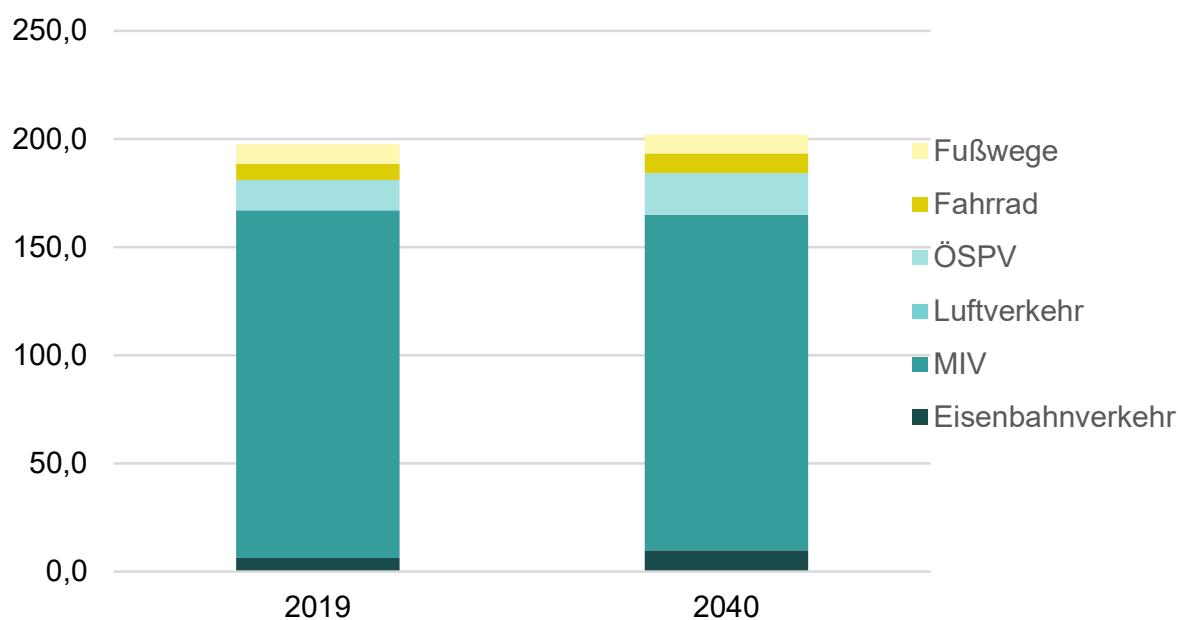
Entwicklung des Einkaufsverkehrs nach Verkehrsmitteln

Verkehrsaufkommen in Mrd. Personenfahrten

**Abbildung 4-21**

Entwicklung des Verkehrsaufkommens im Einkaufverkehr nach Verkehrsmitteln

Verkehrsleistung (territorial) in Mrd. Pkm

**Abbildung 4-22**

Entwicklung der Verkehrsleistung im Einkaufverkehr nach Verkehrsmitteln

4.2.3.4 Detailergebnisse im Geschäftsverkehr

Die Anzahl der Geschäfts- und Dienstreisen wird trotz zunehmender internationaler Geschäftsbeziehungen vor allem durch die Substitution durch Videokonferenzen bis 2040 abnehmen (-4,6 %) bei gleichzeitig leicht steigender Verkehrsleistung (+2,6 %) und somit auch hier zunehmenden Fahrtweiten.

Während der MIV sowohl beim Verkehrsaufkommen als auch bei der Verkehrsleistung verliert (-6,9 % bzw. -7,0 %), profitieren vor allem der Eisenbahnverkehr (+47 % bzw. +73,1 %) insbesondere bei der Verkehrsleistung, aber auch ÖSPV (+34,2 % bzw. +46,2 %) und Luftverkehr (+15,2 % bzw. +13,0 %). Dies zeigt sich auch in Verschiebungen beim Modal Split: der MIV ist zwar weiterhin das dominierende Verkehrsmittel, büßt aber insbesondere in Hinblick auf die Verkehrsleistung deutliche Anteile vor allem zugunsten der Eisenbahn ein, Luftverkehr und ÖSPV profitieren in geringerem Umfang.

Das Wachstum bei der Eisenbahn resultiert vor allem durch das deutlich verbesserte Angebot im Rahmen des Deutschlandtakts.

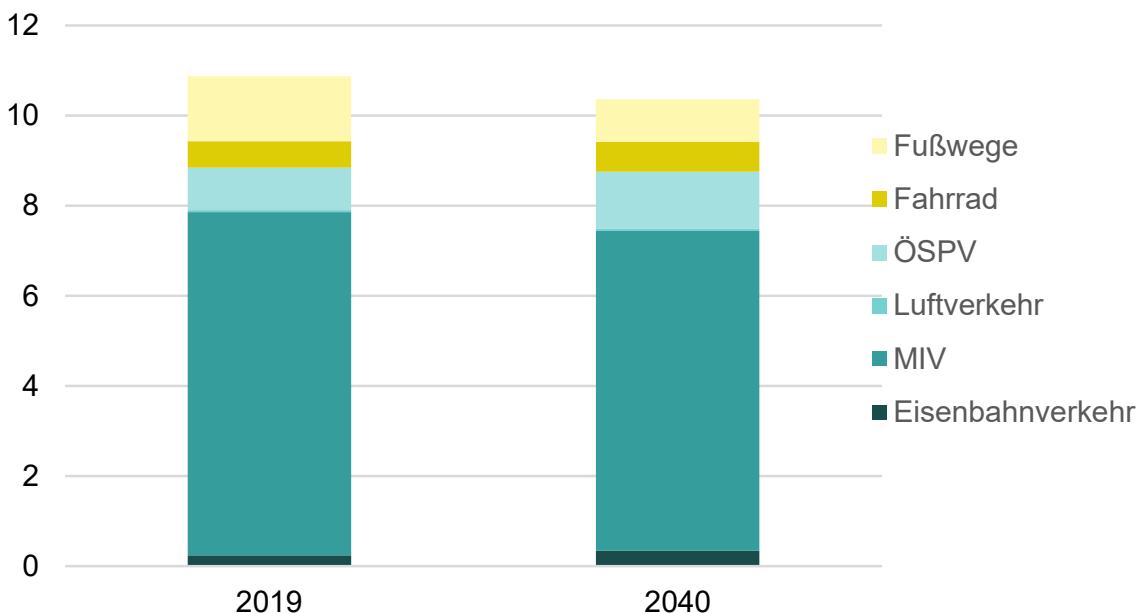
Im innerdeutschen Flugverkehr werden viele Geschäftsreisen mit kürzeren Distanzen (z. B. München – Frankfurt) oder auf Relationen mit Bahn-Hochgeschwindigkeitsstrecken (z. B. München – Berlin) auf die Bahn verlagert, während sich innerdeutsche Flugreisen mit vergleichsweise langen Distanzen oder weniger attraktiven Bahnverbindungen noch gut behaupten können (z. B. München – Hamburg). Internationale Geschäftsreisen nehmen weiter stark zu. Da von diesen internationalen Reisen nur der Anteil in bzw. über deutschem Luftraum betrachtet wird mit entsprechendem Effekt auf die territoriale Verkehrsleistung, reduziert sich die mittlere Fahrtweite. Weitere dämpfende Effekte auf den Luftverkehr sind neben den genannten zunehmenden Videokonferenzen, der fortlaufende Trend zu „Corporate Travel Policies“, die bei der Abwicklung von Geschäftsreisen auf entsprechenden Distanzen die Bahn gegenüber dem Luftverkehr bevorzugen.

Geschäftsverkehr	Absolute Werte		Modal-Split		Veränderung 2040/2019	
	2019	2040	2019	2040	insgesamt	p. a.
Verkehrsaufkommen (Mio. Personen)						
des motorisierten Verkehrs						
Eisenbahnverkehr	239	351	2,2%	3,4%	47,0%	1,9%
Motorisierter Individualverkehr	7.618	7.091	70,1%	68,4%	-6,9%	-0,3%
Luftverkehr	47	55	0,4%	0,5%	15,2%	0,7%
ÖSPV	937	1.257	8,6%	12,1%	34,2%	1,4%
Summe Motorisierter Verkehr	8.841	8.754	81,3%	84,4%	-1,0%	0,0%
des gesamten Verkehrs						
Fahrradverkehr	592	662	5,4%	6,4%	11,8%	0,5%
Fußwegverkehr	1.435	952	13,2%	9,2%	-33,7%	-1,9%
Insgesamt	10.868	10.367	100,0%	100,0%	-4,6%	-0,2%
Verkehrsleistung (Mrd. Pkm)						
des motorisierten Verkehrs						
Eisenbahnverkehr	16,2	28,0	7,5%	12,7%	73,1%	2,6%
Motorisierter Individualverkehr	171,4	159,4	80,1%	72,6%	-7,0%	-0,3%
Luftverkehr	15,4	17,4	7,2%	7,9%	13,0%	0,6%
ÖSPV	6,6	9,7	3,1%	4,4%	46,2%	1,8%
Summe Motoris. Verkehr	209,5	214,4	97,9%	97,7%	2,4%	0,1%
des gesamten Verkehrs						
Fahrradverkehr	2,6	3,5	1,2%	1,6%	33,3%	1,4%
Fußwegverkehr	1,8	1,5	0,9%	0,7%	-16,2%	-0,8%
Insgesamt	214,0	219,5	100,0%	100,0%	2,6%	0,1%

Tabelle 4-22

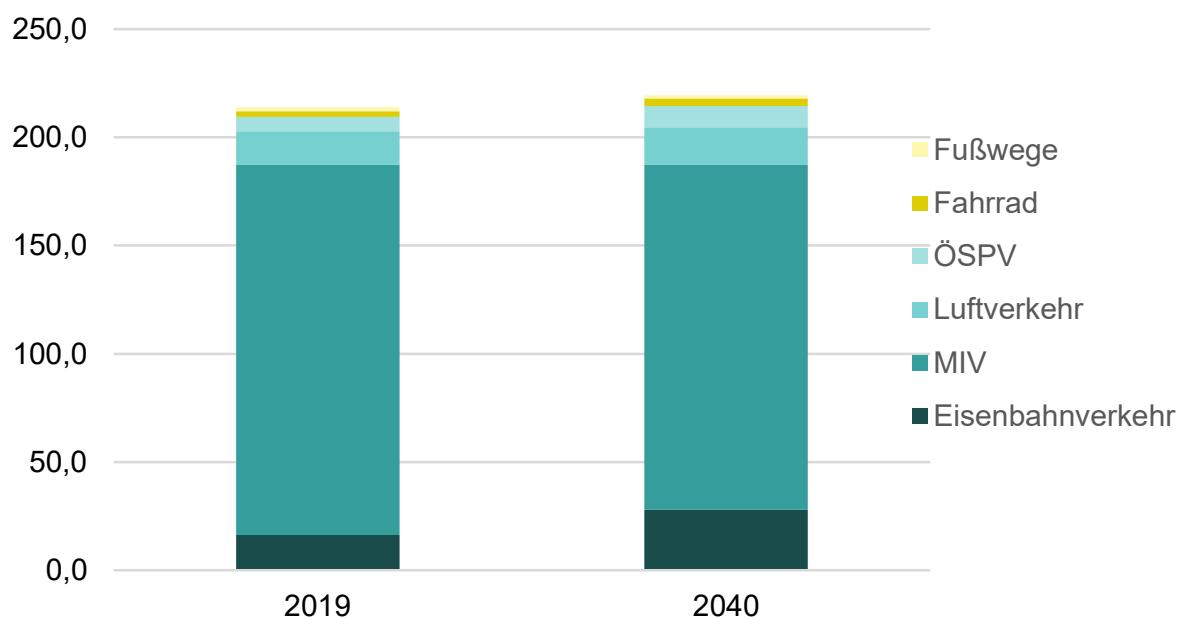
Entwicklung des Geschäftsverkehrs nach Verkehrsmitteln

Verkehrsaufkommen in Mrd. Personenfahrten

**Abbildung 4-23**

Entwicklung des Verkehrsaufkommens im Geschäftsverkehr nach Verkehrsmitteln

Verkehrsleistung (territorial) in Mrd. Pkm

**Abbildung 4-24**

Entwicklung der Verkehrsleistung im Geschäftsverkehr nach Verkehrsmitteln

4.2.3.5 Detailergebnisse im 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 nur die "Territorialleistung", 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 geschränkt, 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 11,5 % 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 Reisendem). Hier ist insbesondere bei älteren Bevölkerungsgruppen sowie Einwohnern mit Migrationshintergrund eine steigende Tendenz zu erkennen. Zudem ist hervorzuheben, dass die Verkehrsleistung beim Urlaubsverkehr geringer zunimmt als das Verkehrsaufkommen, das heißt die durchschnittlichen territorialen Fahrtweiten sinken hier. Die Zunahme im Urlaubsverkehr ist generell auf das unterstellte Wirtschaftswachstum und die damit verbundenen steigenden verfügbaren Einkommen zurückzuführen. Während der Motorisierte Individualverkehr sowohl beim Verkehrsaufkommen (-4,9 %) als auch noch deutlicher bei der Verkehrsleistung (-12,4 %) verliert, verdoppelt sich der Eisenbahnverkehr bei beiden Größen nahezu. Auch der Luftverkehr sowie der ÖSPV weisen noch überproportionale Zunahmen auf, wenn auch bei weitem nicht so hohe wie die Eisenbahn.

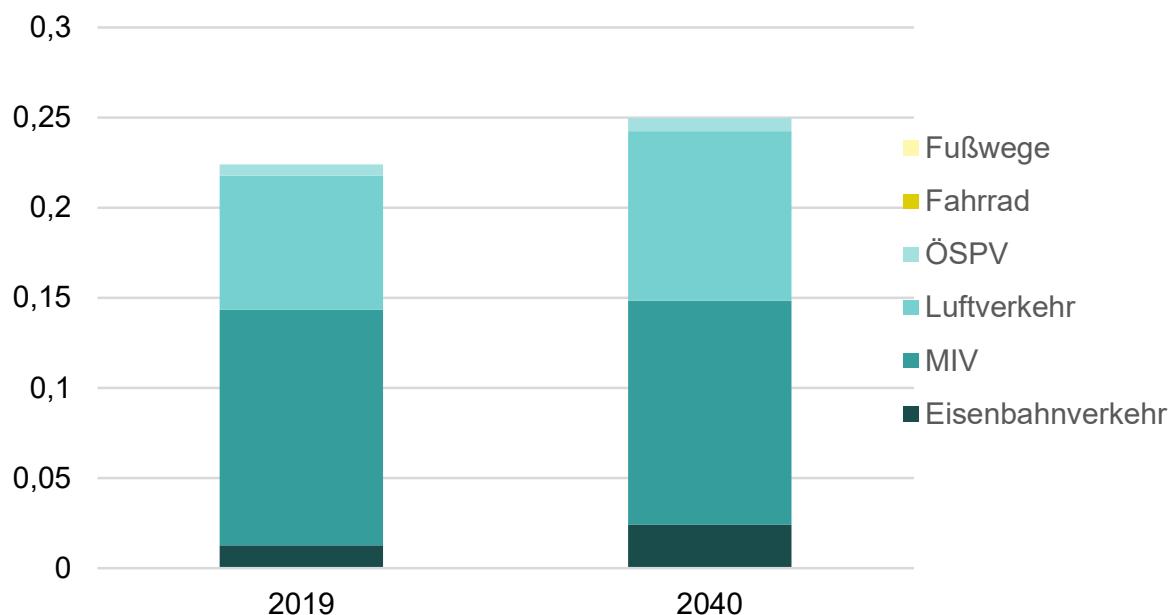
Die Nachfrage nach Reisezielen, die üblicherweise mit dem Flugzeug erreicht werden, wächst weiter kontinuierlich. Die im Prognosezeitraum steigenden Preise im Luftverkehr werden nur begrenzten Einfluss auf die gewählten Urlaubsziele, die Reisehäufigkeit und die Reisedauern haben. Ebenso ist bei den weiter nachgefragten Urlaubszielen ein Ausweichen auf alternative Verkehrsmittel nur begrenzt möglich. Daher ist ein robustes, wenn auch etwas gedämpftes Wachstum für Flugreisen im Urlaubsverkehr zu erwarten.

Urlaubsverkehr	Absolute Werte		Modal-Split		Veränderung 2040/2019	
	2019	2040	2019	2040	insgesamt	p. a.
Verkehrsaufkommen (Mio. Personen)						
des motorisierten Verkehrs						
Eisenbahnverkehr	13	24	5,6%	9,7%	91,4%	3,1%
Motorisierter Individualverkehr	131	124	58,3%	49,7%	-4,9%	-0,2%
Luftverkehr	74	94	33,2%	37,6%	26,3%	1,1%
ÖSPV	6	7	2,8%	3,0%	16,8%	0,7%
Summe Motorisierter Verkehr	224	250	100,0%	100,0%	11,5%	0,5%
des gesamten Verkehrs						
Fahrradverkehr	0	0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Fußwegverkehr	0	0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Insgesamt	224	250	100,0%	100,0%	11,5%	0,5%
Verkehrsleistung (Mrd. Pkm)						
des motorisierten Verkehrs						
Eisenbahnverkehr	6,6	12,7	6,7%	12,4%	92,4%	3,2%
Motorisierter Individualverkehr	67,9	59,4	68,7%	58,0%	-12,4%	-0,6%
Luftverkehr	20,4	25,8	20,7%	25,1%	26,1%	1,1%
ÖSPV	3,9	4,6	3,9%	4,5%	19,8%	0,9%
Summe Motoris. Verkehr	98,8	102,5	100,0%	100,0%	3,8%	0,2%
des gesamten Verkehrs						
Fahrradverkehr	0,0	0,0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Fußwegverkehr	0,0	0,0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Insgesamt	98,8	102,5	100,0%	100,0%	3,8%	0,2%

Tabelle 4-23

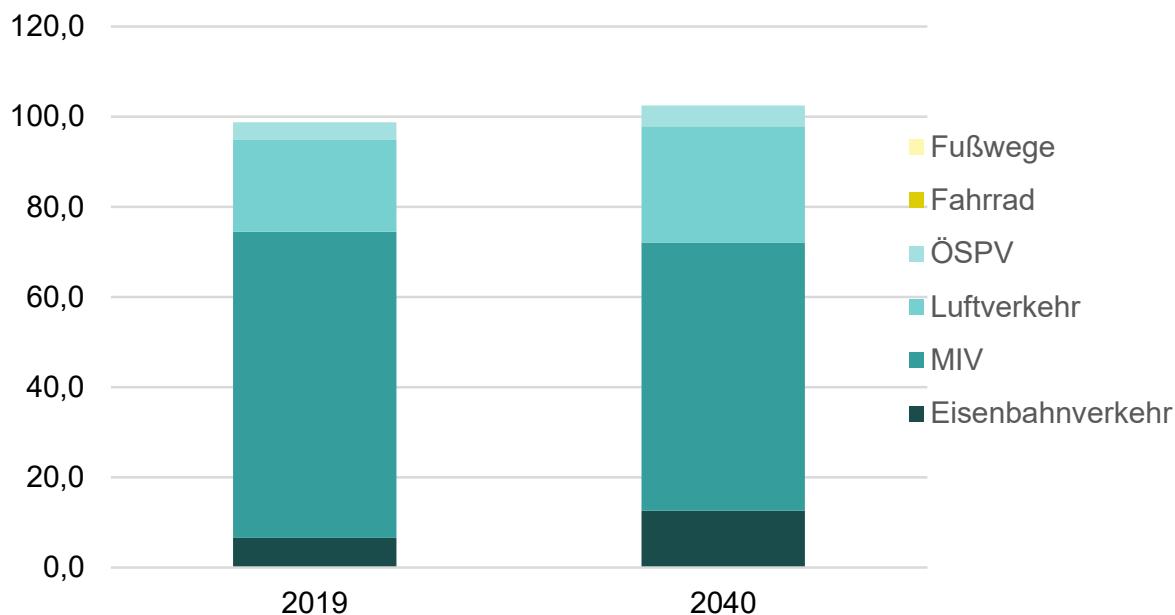
Entwicklung des Urlaubsverkehrs nach Verkehrsmitteln

Verkehrsaufkommen in Mrd. Personenfahrten

**Abbildung 4-25**

Entwicklung des Verkehrsaufkommens im Urlaubsverkehr nach Verkehrsmitteln

Verkehrsleistung (territorial) in Mrd. Pkm

**Abbildung 4-26**

Entwicklung der Verkehrsleistung im Urlaubsverkehr nach Verkehrsmitteln

4.2.3.6 Detailergebnisse im Privatverkehr

Der Privatverkehr ist bezüglich Verkehrsaufkommen und Verkehrsleistung der verkehrsstärkste Fahrtzweck mit hohen Wachstumsraten sowohl beim Verkehrsaufkommen als auch bei der Verkehrsleistung.

Wie schon in **Kapitel 4.2.2** bei der Fahrtzweckdefinition festgestellt, handelt es sich hier auch um einen extrem heterogenen Fahrtzweck, der sowohl primär nahverkehrliche Aktivitäten wie

- 1) Tagesaktivitäten (Sport, Kino, Ausgehen),
- 2) einwohnerbezogene Tagesausflüge (vor allem am Wochenende),
- 3) Tagesausflüge von Urlaubsgästen (vor allem in Urlaubsgebieten)
- 4) 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, und
- 5) Tagesbesuche von Freunden/Verwandten

als auch Aktivitäten mit höheren Fahrtweiten, nämlich

- 6) Wochenendreisen/Kurzreisen,
- 7) Wochenpendler,
- 8) Besuchsreisen (Verwandte/Bekannte im Ausland) und
- 9) 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:

- 1) Die Tendenz, mehrere Wohnsitze zu unterhalten, nimmt bei einigen einkommensstarken Bevölkerungsgruppen zu.
- 2) Die Anzahl der Wochenpendler über größere Distanzen hat in den letzten Jahren deutlich zugenommen und wird aufgrund der zunehmenden Spezialisierung im Arbeitsmarkt weiter steigen, auch wenn oder gerade weil hier die Homeofficemöglichkeiten mehr Flexibilität bieten.
- 3) Besuchsreisen (Verwandte, Bekannte, Freunde) zu fernen Inlands- und vor allem Auslandszielen nehmen stark zu, nicht nur, aber gerade auch bei Einwohnern mit Migrationshintergrund ("gesellschaftliche Globalisierung").

Beim Privatverkehr dominiert wie bei den anderen Fahrtzwecken der MIV, und besonders in den Bereichen Tagesausflüge, Begleitfahrten, Tagesbesuche von Verwandten/Bekannten, jedoch wächst der MIV sowohl beim Verkehrsaufkommen als auch bei der Verkehrsleistung nur unterproportional. Bis auf die Fußwege profitieren alle Verkehrsmittel vom Wachstum des Privatverkehrs. Relativ am stärksten bezogen auf das Verkehrsaufkommen trifft dies für den Luftverkehr mit einem allerdings geringen Anteil an den Privatfahrten zu, gefolgt vom Eisenbahnverkehr, dem Fahrrad als beliebtem Freizeit-Verkehrsmittel und dem ÖSPV. Der Eisenbahnverkehr profitiert auch hier von den deutlichen Ausbaumaßnahmen und Angebotserweiterungen im Rahmen des Deutschlandtakts, die vor allem auch dem Fernverkehr zugutekommen.

Der deutliche Zuwachs im Luftverkehr ist auf die zunehmenden internationalen gesellschaftlichen Verflechtungen innerhalb Europas, aber auch weltweit zurückzuführen und auf die damit in

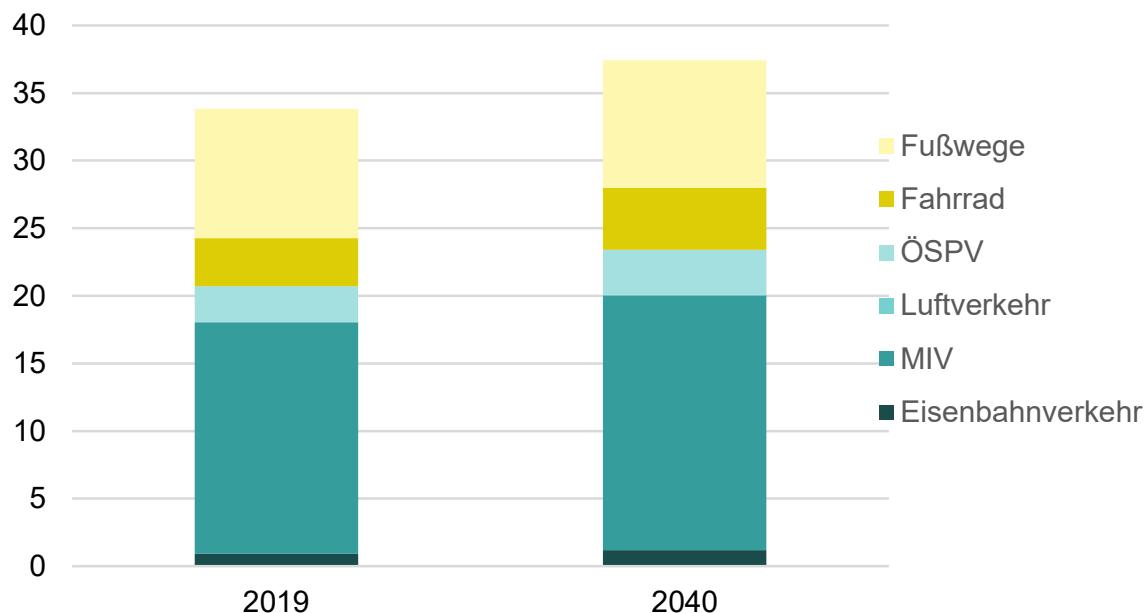
Zusammenhang stehenden Reisen, um etwa Verwandte und Freunde zu besuchen. Ohne die unterstellte Preisentwicklung im Luftverkehr, würde die Zunahme noch deutlicher ausfallen, da es sich bei Letzteren um ein sehr preissensibles Segment handelt.

Privatverkehr	Absolute Werte		Modal-Split		Veränderung 2040/2019	
	2019	2040	2019	2040	insgesamt	p. a.
Verkehrsaufkommen (Mio. Personen)						
des motorisierten Verkehrs						
Eisenbahnverkehr	920	1.201	2,7%	3,2%	30,5%	1,3%
Motorisierter Individualverkehr	17.127	18.816	50,6%	50,3%	9,9%	0,4%
Luftverkehr	48	73	0,1%	0,2%	52,7%	2,0%
ÖSPV	2.607	3.314	7,7%	8,9%	27,1%	1,1%
Summe Motorisierter Verkehr	20.703	23.404	61,2%	62,5%	13,1%	0,6%
des gesamten Verkehrs						
Fahrradverkehr	3.572	4.606	10,6%	12,3%	29,0%	1,2%
Fußwegverkehr	9.547	9.414	28,2%	25,2%	-1,4%	-0,1%
Insgesamt	33.821	37.425	100,0%	100,0%	10,7%	0,5%
Verkehrsleistung (Mrd. Pkm)						
des motorisierten Verkehrs						
Eisenbahnverkehr	43,2	71,4	9,4%	13,2%	65,3%	2,4%
Motorisierter Individualverkehr	334,7	370,8	73,0%	68,6%	10,8%	0,5%
Luftverkehr	15,2	23,2	3,3%	4,3%	52,5%	2,0%
ÖSPV	24,9	27,8	5,4%	5,1%	11,7%	0,5%
Summe Motorisierter Verkehr	418,0	493,1	91,2%	91,2%	18,0%	0,8%
des gesamten Verkehrs						
Fahrradverkehr	19,4	26,9	4,2%	5,0%	38,3%	1,6%
Fußwegverkehr	20,9	20,5	4,6%	3,8%	-1,9%	-0,1%
Insgesamt	458,3	540,5	100,0%	100,0%	17,9%	0,8%

Tabelle 4-24

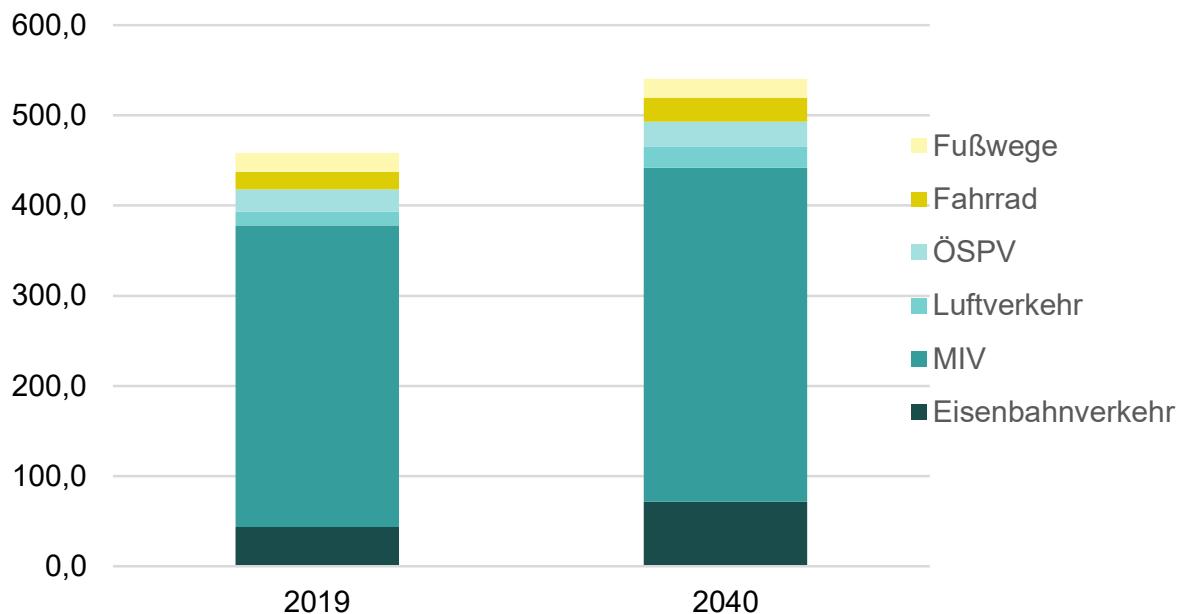
Entwicklung des Privatverkehrs nach Verkehrsmitteln

Verkehrsaufkommen in Mrd. Personenfahrten

**Abbildung 4-27**

Entwicklung des Verkehrsaufkommens im Privatverkehr nach Verkehrszweigen

Verkehrsleistung (territorial) in Mrd. Pkm

**Abbildung 4-28**

Entwicklung der Verkehrsleistung im Privatverkehr nach Verkehrszweigen

4.2.4 Regionale Struktur der Verkehrsentwicklung

In den folgenden Abbildungen wird die prognostizierte Verkehrsentwicklung regional dargestellt. Die Wachstumsraten beziehen sich auf die Fahrtzahl 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, das heißt 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 durch den Fachteil 3 (Straßenverkehrsprognose) und Fachteil 4 (Eisenbahnverkehrsprognose) erstellt werden.

In **Abbildung 4-29** ist die regionale Verkehrsentwicklung insgesamt, also über alle Fahrtzwecke und Verkehrsmittel einschließlich des nichtmotorisierten Verkehrs, aufgezeigt.

Daraus geht hervor, dass in großen Teilen Süddeutschlands, etwa in einer Region von Freiburg über den Bodensee nach Augsburg und dem Großraum München einschließlich angrenzender Kreise, sowie in Norddeutschland – vor allem in Hamburg - mit einem Wachstum des Personenverkehrsaufkommens zu rechnen ist. Dagegen geht der Verkehr in den östlichen Bundesländern und den daran angrenzenden Gebieten mit wenigen Ausnahmen zurück. Zu diesen Ausnahmen zählen zum einen der Großraum Berlin und zum anderen die Städte Leipzig und in geringerem Umfang auch Dresden, Jena und Erfurt. Diese Entwicklung korrespondiert mit der in **Kapitel 3.2.1** geschilderten demographischen Entwicklung: einem generellen Gefälle zwischen Süddeutschland (verbreitet Bevölkerungswachstum) und Nord- und Ostdeutschland (verbreitet Bevölkerungsrückgänge außerhalb der Ballungsräume Berlin und Hamburg) sowie Einwohnerrückgängen vor allem in den östlichen Bundesländern.

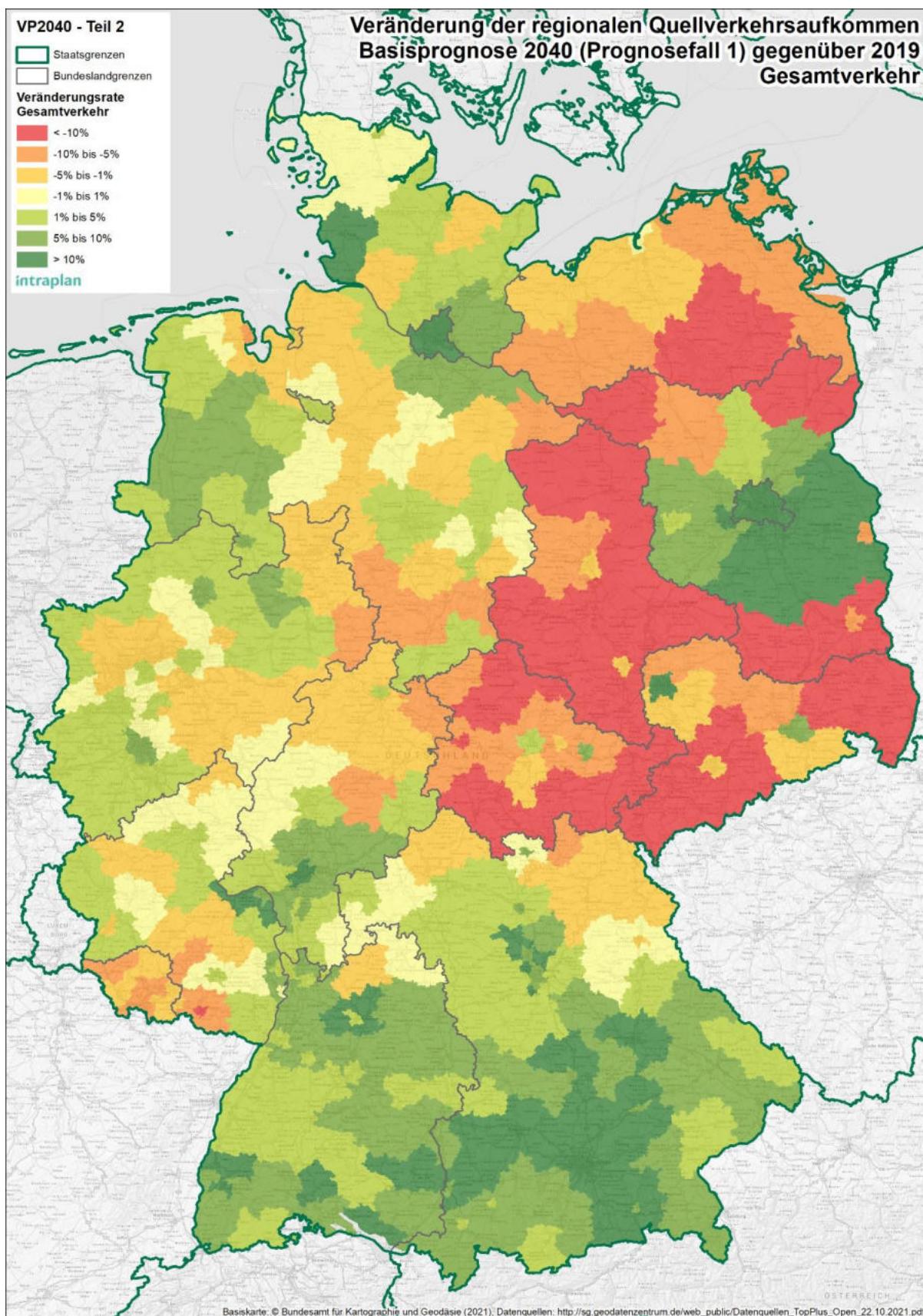


Abbildung 4-29

Veränderung der regionalen Quell- und Binnenverkehrsaufkommen 2040
gegenüber 2019 – Gesamtverkehr (Personenverkehr)

Bei Betrachtung des motorisierten Verkehrs (siehe **Abbildung 4-30**), also aller Verkehrsmittel außer Fußwegen und Fahrradfahrten, sind die regionalen Bereiche mit Verkehrswachstum in den südlichen und westlichen Bundesländern flächendeckender, während auch hier die östlichen Bundesländer mit Ausnahme des Großraums Berlin sowie der Städte Leipzig, Jena und Erfurt abnehmende Verkehrsaufkommen zeigen. Grundsätzlich ergeben sich aber ähnliche, relative Wachstumsunterschiede zwischen den Regionen wie bei Betrachtung des Gesamtverkehrs.

Beim nichtmotorisierten Verkehr (siehe **Abbildung 4-31**), also beim Fahrrad- und Fußgängerverkehr, zeigen wiederum die östlichen Bundesländer sowie angrenzende Regionen mit Ausnahme des Großraums Berlins sowie den meisten größeren Städten deutlich abnehmende Verkehrsaufkommen. In den westlichen und südlichen Bundesländern sind es vor allem Stadtregionen wie der Großraum München, Stuttgart, Mannheim/Heidelberg, Frankfurt/Wiesbaden, Köln/Wuppertal/Dortmund, Hannover und Hamburg, die sich mit deutlich positiven Wachstumsraten von den ländlichen Regionen abheben.

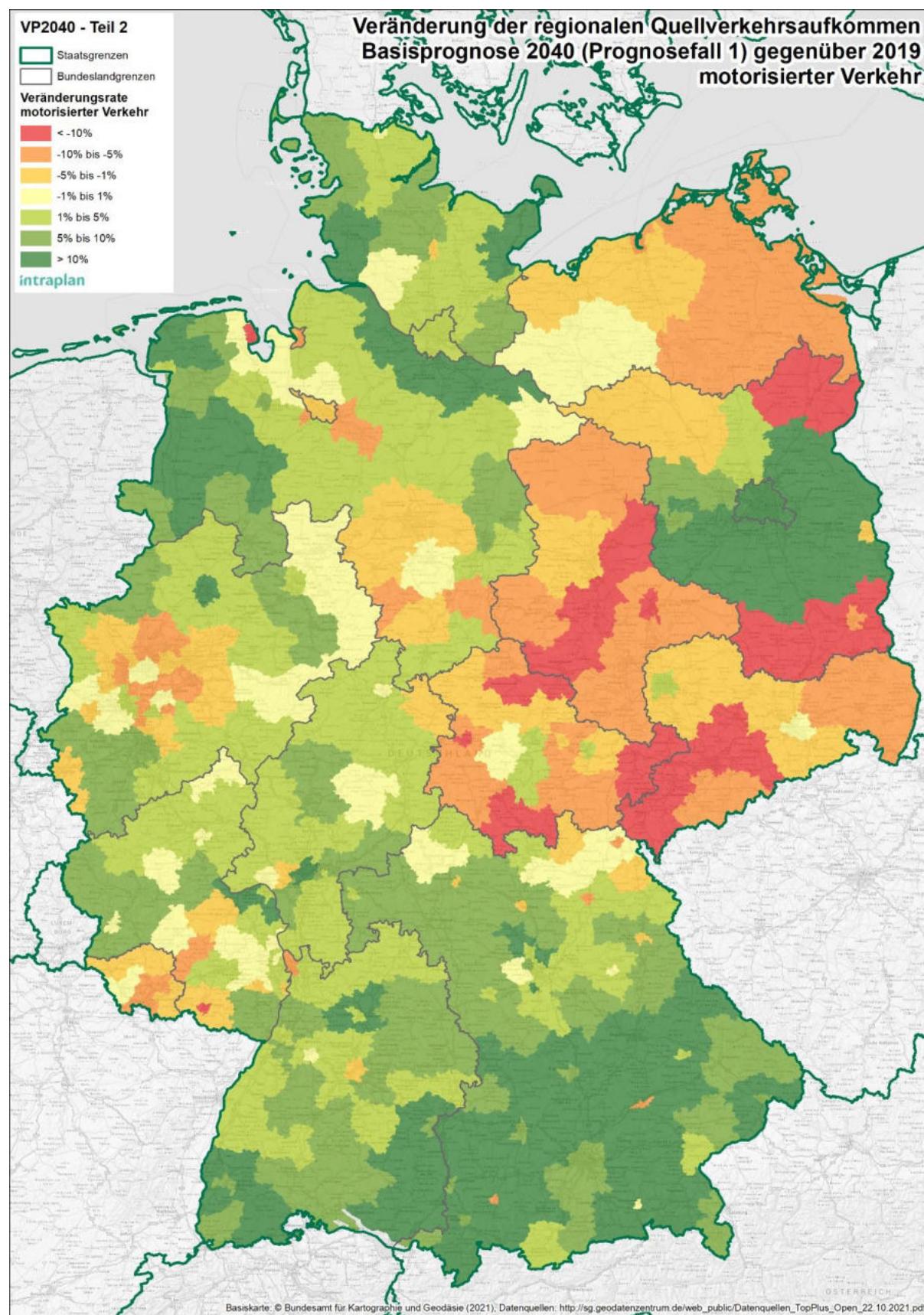


Abbildung 4-30

Veränderung der regionalen Quellverkehrsaufkommen 2040 gegenüber
2019 - motorisierter Verkehr (Personenverkehr)

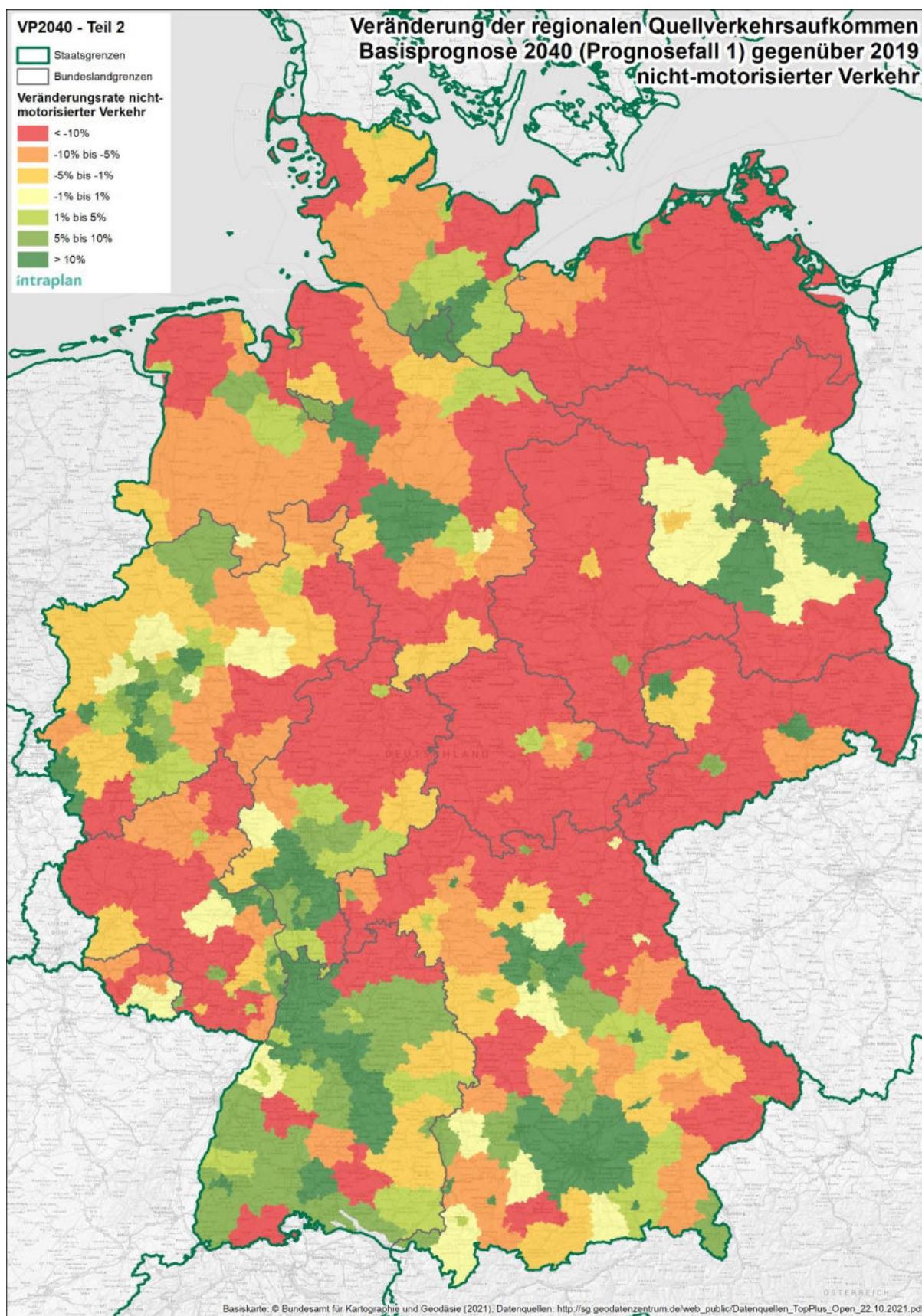


Abbildung 4-31

Veränderung der regionalen Quellverkehrsaufkommen 2040 gegenüber 2019 – nicht-motorisierter Verkehr (Personenverkehr)

Aufgrund der Einführung des Deutschlandtakts wird es im Öffentlichen Verkehr (Eisenbahn plus ÖSPV, siehe **Abbildung 4-32**) in den westlichen und südlichen Bundesländern zu flächendeckenden Zunahmen im Verkehrsaufkommen kommen. In den östlichen Bundesländern sind starke Zunahmen im Großraum Berlin zu erwarten, in den meisten anderen Regionen bis auf wenige Ausnahmen entweder leichte Zunahmen oder zumindest stagnierende Aufkommen.

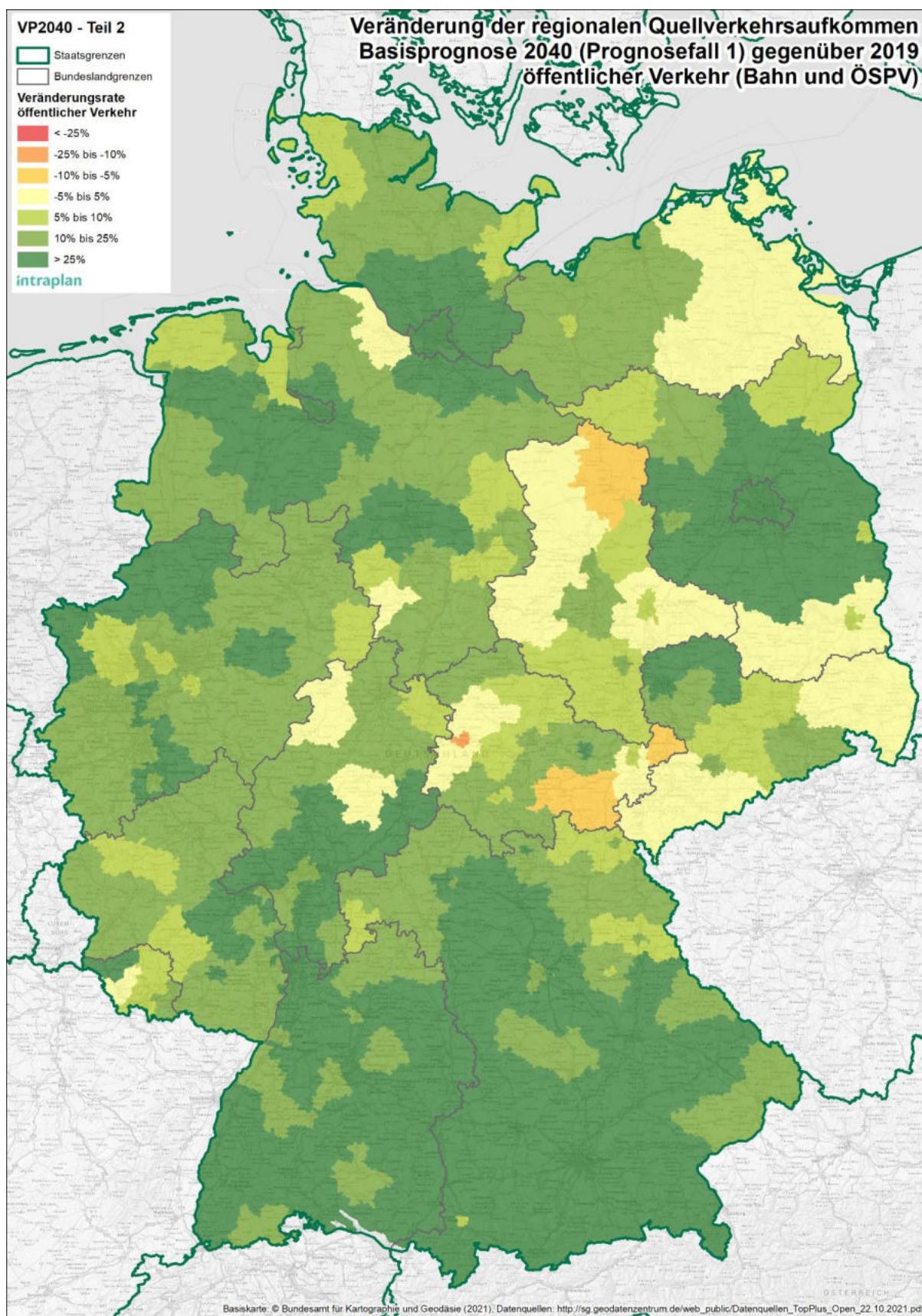


Abbildung 4-32

Veränderung der regionalen Quellverkehrsaufkommen 2040 gegenüber
2019 - ÖV (Bahn und ÖSPV) (Personenverkehr)

Hinsichtlich der regionalen Verteilung des fahrtzweckspezifischen Verkehrsaufkommens wurden für die Darstellung zum einen die zum Großteil "indisponiblen" bzw. gewerbsmäßigen Fahrtzwecke Beruf, Geschäft und Ausbildung zusammengefasst (siehe **Abbildung 4-33**). Zum zweiten wurden in **Abbildung 4-34** die "disponiblen" Fahrtzwecke, nämlich, Privat, Urlaub und (zumindest teilweise disponibel) Einkaufsfahrten aggregiert.

Die regionalen Muster zeigen sich in beiden Darstellungen, wenn auch auf anderem Niveau: die „indisponiblen“ Fahrtzwecke gehen flächendeckend bis auf wenige Ausnahmen (Großraum Berlin, München, Hamburg) zurück. Wie oben beschrieben kann das Plus im Ausbildungsverkehr das Minus im Berufs- und im Geschäftsverkehr bei weitem nicht aufholen. Besonders stark ist das rückläufige Verkehrsaufkommen wiederum in den östlichen Bundesländern. Das Verkehrsaufkommen der „disponiblen“ Fahrtzwecke Einkauf, Urlaub und Privat steigt insgesamt an. Dieses Wachstum ist wiederum besonders stark im Süden Deutschlands sowie im Großraum Berlin. Die östlichen Bundesländer verzeichnen mit Ausnahme des Großraums Berlins sowie einiger weiterer größerer Städte wie Leipzig und Dresden rückläufige Verkehrsaufkommen.

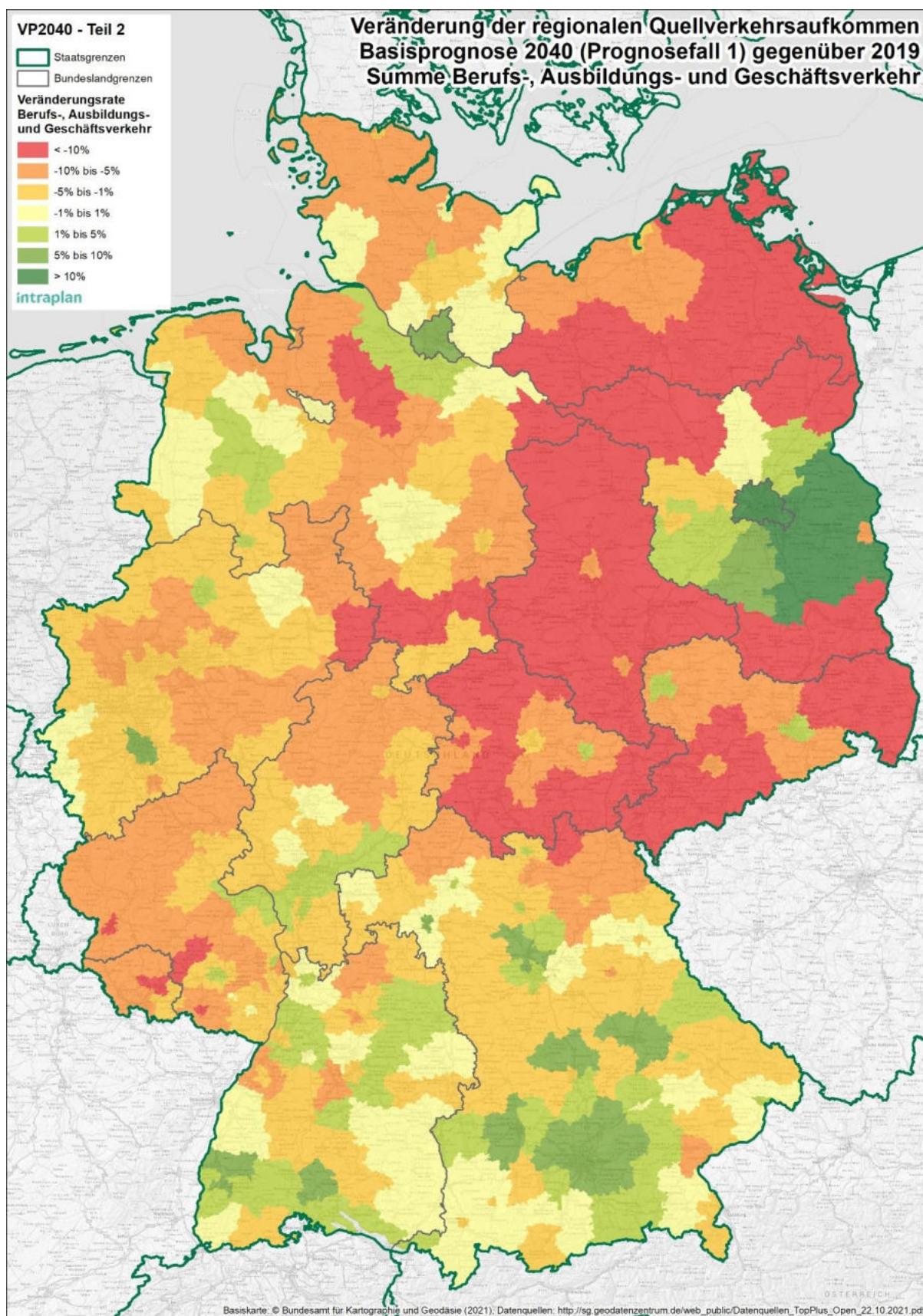


Abbildung 4-33

Veränderung der regionalen Quellverkehrsaufkommen 2040 gegenüber
2019 - Summe Beruf-, Ausbildungs- und Geschäftsverkehr

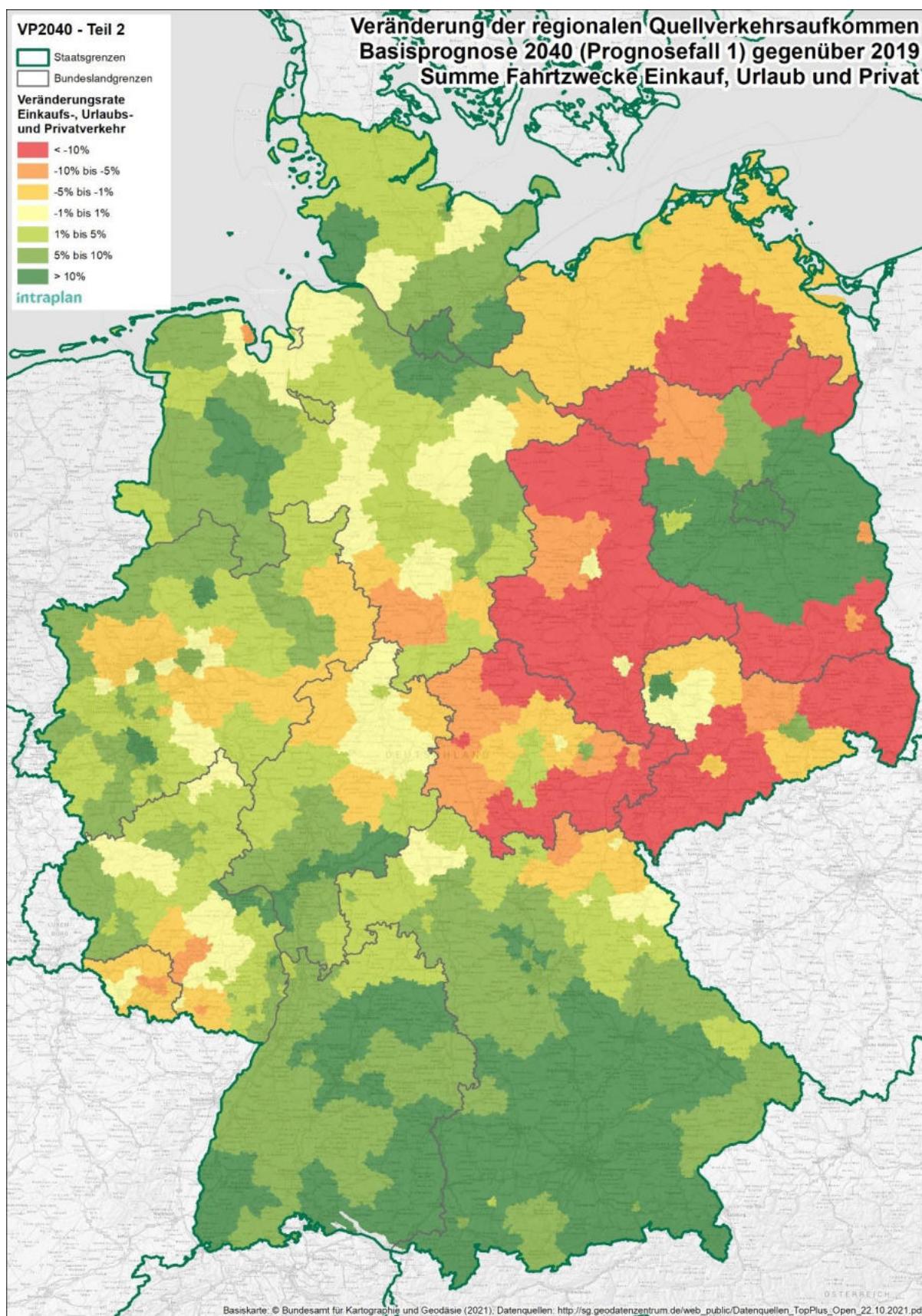


Abbildung 4-34

Veränderung der regionalen Quellverkehrsaufkommen 2040 gegenüber
2019 - Summe Fahrtzwecke Einkauf, Urlaub und Privat

4.2.5 Prognose 2040 des Personen-Wasserverkehrs auf Bundeswasserstraßen

4.2.5.1 Prognosemethodik

Die Prognose 2040 des Personen-Wasserverkehrs erfolgte aufgrund der Besonderheiten und der Heterogenität dieses Verkehrs weitgehend unabhängig von der des übrigen Personenverkehrs. Die Systematik der Prognose, nämlich der Bezug auf die Einheit „Personenfahrten“, der Prognosehorizont, die Verkehrszelleneinteilung und die Fahrtzweckeinteilung, entsprechen aber der der anderen Verkehrsmittel und Verkehrsarten. Weiterhin sind die wesentlichen Prognoseleitdaten der Basisprognose 2040 (Prognosefall 1), insbesondere die demografischen Entwicklungsprognosen je Region, auch für die Prognose des Personen-Wasserverkehrs maßgebend, so dass die vorliegende Prognose zum Personen-Wasserverkehr trotz der eigenen Methodik konsistent zu den anderen Teilprognosen der Basisprognose 2040 ist.

Die Prognose des Personen-Wasserverkehrs erfolgte getrennt nach den oben beschriebenen Segmenten jeweils in drei Schritten:

- a) Für jedes Segment wurde zunächst ein pauschaler Wachstumsfaktor basierend auf externen Studien, Markterwartungen und ergänzenden eigenen Überlegungen angenommen.
- b) Der Wachstumsfaktor wurde in einem zweiten Schritt unter Zugrundelegung der räumlich unterschiedlichen demografischen Entwicklung zwischen 2019 und 2040 regional variiert: Liegt z. B. in einem Gebiet das Bevölkerungswachstum um 10 % über dem durchschnittlichen Wachstum für Deutschland, wurde dort der Wachstumsfaktor um 10 % angehoben; in anderen Gebieten wurde er entsprechend abgesenkt.
- c) In einem dritten Schritt wurden Einzeleffekte berücksichtigt, die sich durch den Infrastrukturausbau oder andere verkehrspolitische Maßnahmen ergeben: Dies betrifft insbesondere Fährlinien, die voraussichtlich durch feste Landverbindungen ersetzt werden und – umgekehrt - Ankündigungen neuer oder einzustellender Fährlinien. Auch wurden die Auswirkungen tarifarischer Maßnahmen im ÖPNV auf die in diesen eingebundenen Fährlinien abgeschätzt.

Im Einzelnen wurde je Segment (1) bis (7) folgendermaßen vorgegangen:

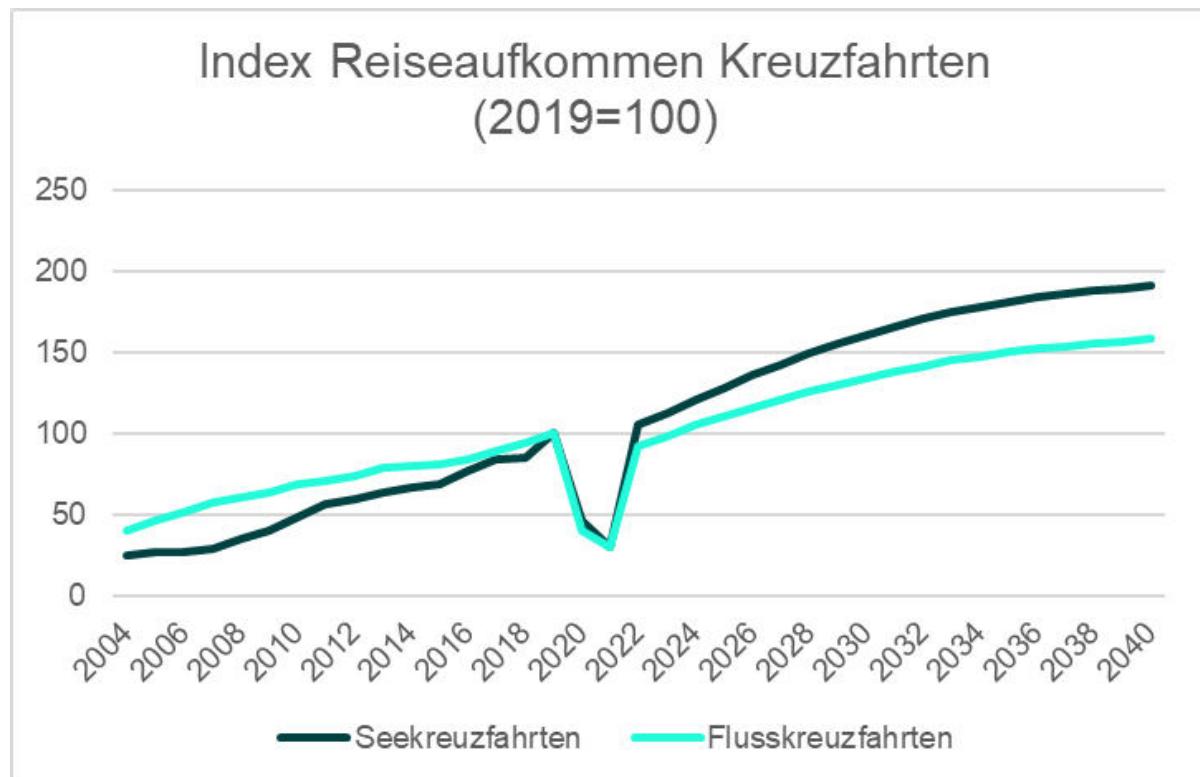
Zu (1): See-Kreuzfahrten: Laut Marktanalyse von Statista wird sich der weltweite Kreuzfahrt-Markt im Zeitraum 2023 bis 2027 um 45 % erhöhen, was einem durchschnittlich jährlichen Wachstum von fast 10 % entspräche⁷³. Dabei ist allerdings auch ein Nachholbedarf enthalten, da aufgrund der COVID-19-Pandemie erst 2023 das Niveau des Reiseaufkommens von 2019 knapp erreicht worden ist. Bezogen auf 2019 läge das Wachstum bei knapp 4,5 % pro Jahr bis 2027, was unter den Wachstumsraten seit der Jahrtausendwende bis 2019 liegt. Der deutsche Markt hatte sich dabei überdurchschnittlich entwickelt (Wachstumsrate 2004 bis 2019 bei 8,7 %)⁷⁴ und auch der pandemiebedingte Einbruch wurde schneller aufgeholt als anderswo (2022 bereits leicht über dem Niveau von 2019). Für Deutschland wurden vor der Pandemie Wachstumsraten von 6 % pro Jahr für Anfang der 2020er Jahre prognostiziert, allerdings mit deutlich abnehmenden Wachstumsraten und einer deutlichen Sättigungstendenz ab etwa 2030⁷⁵. Vor diesem Hintergrund erwarten wir bei tendenziell abnehmenden Wachstumsraten eine Steigerung des See-Kreuzfahrt-Aufkommens in Deutschland bis 2040 um über 90 % gegenüber 2019. Eine Differenzierung der Aufkommen nach Seehäfen ergibt sich hier durch die Fahrtziele, weil sich erstens die Märkte unterschiedlich entwickeln (Ostsee, Norwegen, Übersee usw.) und da deutsche Seehäfen auch von Schiffen mit Passagieren aus diesen Gebieten angelaufen werden. Insgesamt wurde auf dieser Grundlage die in **Abbildung 4-35** gezeigte Wachstumskurve zugrunde gelegt.

⁷³ Am umfassendsten www.kreuzfahrten.de und www.kreuzfahrtberater.de. Doppelzählungen wurden vermieden. <https://de.statista.com/outlook/mmo/reisen-tourismus/kreuzfahrten/weltweit>

⁷⁴ <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/180388/umfrage/passagiere-von-kreuzfahrten-aus-deutschland>

⁷⁵ Wolf, Antje und Mozuni, Mehdi, CRUISE INDUSTRY 2030: PRODUKT- UND MARKTENTWICKLUNG SOWIE LATERALE DIVERSIFIKATION, in: Zeitschrift für Tourismuswissenschaft, November 2017

Zu (2): Fluss-Kreuzfahrten: Die Wachstumsraten in der Vergangenheit waren auch hier beträchtlich, aber etwas niedriger als bei den See-Kreuzfahrten (etwa zwei Drittel der Wachstumsraten der See-Kreuzfahrten⁷⁶). Dieses Verhältnis wurde auch in der Prognose fortgeschrieben (**Abbildung 4-35**). Insgesamt wurde auf diese Weise ein Wachstum bis 2040 von 58 % geschätzt.

**Abbildung 4-35****Wachstumsverlauf Kreuzfahrten in Deutschland, bis 2022 Ist-Entwicklung**

Quelle: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/180388/umfrage/passagiere-von-kreuzfahrten-aus-deutschland, ab 2023 Prognose>

Zu (3) Ausflugsschifffahrt: Ein Gesamtbild der Entwicklung in der Vergangenheit ist hier nicht vorhanden, weil es sich hier regional und was die Unternehmen betrifft um ein sehr heterogenes Segment handelt. Einerseits sind hier deutliche Wachstumstreiber vorhanden:

- » generell wachsender Freizeitverkehr,
- » Trend zu naturnahen Urlaubs- und Ausflugsziehen, gerade auch im Inland,
- » überproportionales Wachstum von Altersgruppen, für die Ausflugsschifffahrt besonders attraktiv ist und für die auch Ausflüge in Schwachlastzeiten attraktiv sind (wochentags, außerhalb von Ferienzeiten).

Andererseits ist die Ausflugsschifffahrt zum großen Teil mittelständisch geprägt und wird zum anderen Teil kommunal betrieben, beides Betreibergruppen ohne große finanzielle Spielräume, insbesondere was die Neuanschaffung moderner Wasserfahrzeuge betrifft. Auf der Angebotsseite sind daher keine Steigerungen zu erwarten und die Preise dürften aufgrund von Personalmangel, steigenden Energiekosten und strengerem Umweltauflagen stärker als die allgemeine Teuerungsrate steigen. In Abwägung dieser Faktoren wurde von einem Wachstum des Verkehrsaufkommens von 0,4 % p. a.

⁷⁶

<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/180388/umfrage/passagiere-von-kreuzfahrten-aus-deutschland>

ausgegangen, was deutlich unter dem Wachstum des Freizeitverkehrs im Personenverkehr insgesamt liegt.⁷⁷

Zu (4): Flussfähren: Die Verkehrsentwicklung hängt hier am engsten mit der regionalen und lokalen Entwicklung in den jeweiligen Einzugsgebieten zusammen. Diese individuelle Entwicklung wurde durch Verwendung der verkehrszellenscharfen Bevölkerungsprognosen für die Basisprognose 2040 abgebildet. Im Einzelfall wurden Ankündigungen von Veränderungen beim Fähr-Angebot berücksichtigt. Zahlenmäßig am wichtigsten ist dabei die voraussichtliche Einstellung der Elbfähre Glückstadt – Wischhafen im Zuge der geplanten Elbquerung durch die BAB A20 (Aufkommen 2019: 0,7 Mio. Passagiere), die auch die Verkehrsentwicklung auf anderen Fährlinien an der Unterelbe bremsen dürfte. Wachstumsimpulse dagegen durch tarifarische Maßnahmen wie das Deutschlandticket auftreten, wo Personenfähren in den ÖPNV eingebunden sind, zum Beispiel in Hamburg, zu kleineren Teilen in Kiel, Berlin, Dresden und anderenorts. Dennoch ist das Wachstum des Gesamtaufkommens im Fährverkehr auf Flüssen nennenswert aufgrund lokaler Ersetzungen von Fährlinien durch festen Landverbindungen gedämpft.

Zu (5): Seefähren: Letzteres betrifft vor allem auch das Verkehrsaufkommen im See-Fährverkehr. Mit der im Bau befindlichen Festen Fehmarnbelt-Querung (FBQ) wird die mit Abstand aufkommensstärkste Fährlinie im Ostseeverkehr sowie im deutschen See-Fährverkehr überhaupt im Jahre 2040 voraussichtlich nicht mehr verkehren. Damit fallen 5,5 Mio. Passagiere zum Stand 2019 weg, und auch die sonstigen Ostsee-Fähren werden in ihrem Wachstum durch die FBQ gebremst. Die entsprechenden Effekte wurden für die vorliegende Prognose aus der einschlägigen Studie zur FBQ abgeleitet.⁷⁸

Zu (6): Verkehr mit Motorbooten und Motorjachten: Hier basiert die vorliegende Prognose auf einer fundierten Studie, und zwar auf der schon bei der Erfassung der Strukturdaten für den Istzustand verwendeten Quelle der Forschungsvereinigung für die Sport- und Freizeitschifffahrt e.V. (FVSF)⁷⁹. Dort wurde, ausgehend von einer breiten empirischen Datenbasis über die Eigentums- und Nutzungsstruktur sowie einer vergleichenden Betrachtung mit Vorgänger-Untersuchungen eine fundierte Prognose des Sportbootverkehrs durchgeführt. Dabei spielt die Altersstruktur sowohl der Nutzer als auch der Wasserfahrzeuge eine Rolle. Entscheidendes Merkmal der Prognose sind aber die differenziert untersuchten Trends zum Erwerb von Sportboot-Führerscheinen. Demnach sind hier Rückgänge zu verzeichnen bzw. die Abgänge von Personen mit Motorboot-Führerscheinen werden nicht durch den Neuerwerb von Führerscheinen bei den jüngeren Altersklassen ausgeglichen. Nachdem schon zwischen 2007 und 2015 ein Rückgang von über 4 % zu verzeichnen war, wird sich dieser Effekt aufgrund des demografischen Wandels verstärken, und zwar bis 2035 je nach Szenario zwischen 11 und 20 %. Schreibt man das mittlere Szenario dieser Prognose bis 2040 fort und berücksichtigt die gegenüber der genannten Studie von 2016 veränderte Bevölkerungsprognose, ist in der vorliegenden Basisprognose bis 2040 von einem Verkehrsrückgang bei den Motorbooten und -jachten von insgesamt etwa 15 % auszugehen. Regional gibt es aufgrund der feinräumig unterschiedlichen demografischen Entwicklung deutliche Abweichungen um diesen Wert.

Zu (7): Verkehr mit Segelbooten und Segeljachten: Die genannte Studie der FVSF bezieht sich auch auf den Segelsportverkehr. Die Rückgänge bei der Gesamtzahl der Bootsführerscheine betrifft zum Teil auch den Segel-Sportverkehr, weil hier, abhängig von Fahrtgebiet, Bootsgröße und Leistung des Hilfsmotors, zum Teil dieselben Zertifikate wie beim Motorsportverkehr erforderlich sind. Bei den reinen Segler-Berechtigungen ist jedoch kein Rückgang zu verzeichnen und generell liegt diese Sportart mehr

⁷⁷ Vgl. Intraplan Consult und Trimode: Gleitende Langfrist-Verkehrsprognose 2021-2022. Hier wird von einem mittleren Wachstum des Freizeitverkehrs von 0,9 % p. a. für die nächsten drei Jahrzehnte ausgegangen.

⁷⁸ Intraplan Consult GmbH und BVU Beratergruppe Verkehr + Umwelt GmbH: Verkehrsprognose für eine Feste Fehmarnbeltquerung 2014 – Aktualisierung der FTC-Studie von 2002, im Auftrag von Femern A/S, 2016

⁷⁹ Forschungsvereinigung für die Sport- und Freizeitschifffahrt e.V. (FVSF) Forschungsbericht Nr.7 – Dr. Wolf-Dieter Mell, Strukturen im Bootsmarkt 2016, Köln Sept.2016.

im Trend als der Motorbootssport. Konsistent zur genannten Quelle ist in der vorliegenden Prognose von einer nur leichten Steigerung des Segelsportverkehrs bis 2040 um 1 bis 2 % auszugehen.

Zu (8): Muskelbetriebener bzw. sonstiger nichtmotorisierter Wasserverkehr: Im Gegensatz zu den Segmenten (6) und (7), wo mit der genannten FVFS-Studie auf eine fundierte externe Prognose zurückgegriffen werden konnte, standen für den heterogenen sonstigen nichtmotorisierten Wasserverkehr (Ruderboote, Paddelboote, Windsurfen, Stand-Up-Paddeln usw.) keine vergleichbaren Prognosegrundlagen zur Verfügung. Unter Berücksichtigung der Faktoren:

- » demografische Entwicklung (diese Sportarten werden vor allem von jüngeren und mittleren Altersgruppen genutzt),
- » bekannte Entwicklungstendenzen bei einzelnen Untersegmenten (Sättigungstendenzen beim Windsurfen⁸⁰, leichte Steigerung bei den Mitgliederzahlen von Rudersportvereinen⁸¹ usw.)
- » Trendsportarten mit hohen Zuwachsralten, insbesondere beim Stand Up Paddeln (SUP)⁸²,

wurde von einem Wachstum in diesem Segment von insgesamt 0,7 % p. a. ausgegangen, wobei sich das Wachstum regional unterschiedlich verteilt: neben demografischen Faktoren spielen hier auch die Eignungen der Gewässer für diese Sportarten eine Rolle. So ist Windsurfen und SUP fast nur auf Seen möglich, Rudersportarten dagegen auch auf Flüssen und z. T. Kanälen, und zwar insbesondere dort, wo wenig Binnenschifffahrt betrieben wird.

4.2.5.2 Prognoseergebnisse des Personen-Wasserverkehrs auf Bundeswasserstraßen

Insgesamt steigt das Verkehrsaufkommen im Wasser-Personenverkehr auf Bundeswasserstraßen einschließlich Küstengebieten bis 2040 geringfügig an, und zwar von 190,2 Mio. auf 192,6 Mio. Personenfahrten bzw. um 1,3 % (**Tabelle 4-25**). Dabei ist die Entwicklung in den einzelnen Segmenten jedoch sehr unterschiedlich:

- » Starke Steigerungen bei den See- und Fluss-Kreuzfahrten (+91,3 % bzw. +57,9 %)
- » Mäßige Steigerungen bei der Ausflugs-Schifffahrt (+8,7 %) und bei den Flussfähren (+6,3 %), wobei das Wachstum bei Letzteren zum Teil durch die Ersetzung durch Straßenübergänge (z. B. an der Unterelbe durch die A20) gedämpft ist.
- » Rückgänge beim See-Fährverkehr allein aufgrund der Ersetzung der aufkommensstärksten Fährlinie, Rødby – Puttgarden) durch die Feste Fehmarnbelt-Querung; ansonsten wäre auch hier ein Wachstum zu verzeichnen.
- » Rückgänge im Verkehr mit Motorbooten-/jachten; geringfügige Steigerungen beim Segelsportverkehr
- » Wachstum im sonstigen nichtmotorisierten Verkehr.
- » Der gewerbliche Verkehr insgesamt wächst um 4,6 %, der individuelle Verkehr geht geringfügig, um 2 %, zurück.

Es handelt sich hier um die Zahlen bezogen auf die Bundeswasserstraßen einschließlich Küstengebiete. Da auf sonstigen Gewässern in Deutschland Segelsport und sonstiger Individualverkehr anteilmäßig eine deutlich größere Rolle spielen als der Motorboot-Verkehr, der auf Bundeswasserstraßen dominiert, dürfte insgesamt, also unter Berücksichtigung der übrigen Gewässer, auch der individuelle Personen-Wasserverkehr bis 2040 zunehmen.

⁸⁰ Siehe z. B. Statista: Anzahl der Personen in Deutschland, die in der Freizeit surfen, nach Häufigkeit von 2019 bis 2023

⁸¹ z. B. Anstieg der Mitgliederzahlen in den Rudersportvereinen 2002 bis 2019 um 10 % (Deutscher-Rudersportverband DRV, 2022)

⁸² Global Stand Up Paddle Board (SUP) Market Outlook 2023. <https://www.reportsinsights.com/industry-forecast/stand-up-paddle-board-sup-market-demand-2020-33249>

Personenverkehrsaufkommen

Segment	in 1.000 Personenfahrten/Jahr	in 1.000 Personenfahrten/Jahr	Veränderung in %
	2019	2040	2019/2040
See-Kreuzfahrten	2.464	4.713	91,3%
Fluss-Kreuzfahrten ¹⁾	3.062	4.836	57,9%
Ausflugsschifffahrt	22.469	24.434	8,7%
Flussfähren ²⁾	46.288	49.208	6,3%
Seefähren ³⁾	19.633	15.053	-23,3%
Summe gewerblicher Verkehr	93.916	98.244	4,6%
Verkehr mit Motorbooten/Motorjachten	48.710	41.415	-15,0%
Verkehr mit Segelbooten/Segeljachten	15.493	15.735	1,6%
muskelbetriebener Verkehr ⁴⁾	32.031	37.161	16,0%
Summe individueller Verkehr ⁵⁾	96.234	94.311	-2,0%
Gesamtsumme	190.150	192.555	1,3%

1) Etappenfahrten

2) einschließlich ähnliche Fähren in Küstennähe (Kieler Förde, Warnow, Hiddensee usw.)

3) Fähren zu/von den Nordseeinseln, internationale Ostseefähren

4) Ruder-/Paddelboote, Stand Up Paddeln, Windsurfen, Sonstiges

5) einschließlich Verkehr mit gemieteten Booten

Tabelle 4-25

Entwicklung des Personenverkehrs auf Bundeswasserstraßen nach Segmente

Die Effekte auf die Fahrtzweckstruktur sind in **Tabelle 4-26** gezeigt. Demnach steigt aufgrund des Anstiegs bei den Kreuzfahrten vor allem der Urlaubsverkehr. Die Rückgänge beim Einkaufs- und Geschäftsreiseverkehr hängen vor allem mit der Ersetzung der aufkommensstärksten Fährlinie Rødby -Puttgarden durch die FBQ zusammen, wo diese Fahrtzwecke eine beträchtliche Rolle spielen. Dagegen liegen die Zuwächse beim Berufs- und Ausbildungsverkehr vor allem an der Steigerung des in den ÖPNV eingebundenen Fährverkehrs in einigen Großstädten (vor allem in Hamburg, zu kleineren Teilen in Berlin, Bremen, Kiel und Dresden).

Personenverkehrsaufkommen

Fahrtzweck	in 1.000 Personenfahrten 2019	in 1.000 Personenfahrten 2040	Veränderung in %
Arbeit	10.385	11.315	9,0
Ausbildung	2.563	2.743	7,0
Einkauf/Erlledigung	6.050	5.387	-11,0
Geschäft	3.701	3.489	-5,7
Urlaub	12.788	15.497	21,2
Privat	154.663	154.124	-0,3
Summe	190.150	192.555	1,3

Tabelle 4-26

Entwicklung des Personenverkehrs auf Bundeswasserstraßen nach Fahrtzwecken

Die Verkehrsentwicklung nach WSA-Gebieten ist in **Tabelle 4-27** gezeigt. Die Unterschiede beim Wachstum resultieren dabei in erster Linie aus Struktureffekten, das heißt die unterschiedlichen Anteile der einzelnen Verkehrssegmente in den WSA-Gebieten, und in zweiter Linie an der regional unterschiedlichen demografischen Entwicklung:

- » Größter relativer Zuwachs ist im WSA-Gebiet Donau/Main-Donau-Kanal zu verzeichnen, weil dort die stark wachsenden Fluss-Kreuzfahrten eine überproportionale Rolle spielen.
- » Hohes Wachstum ist auch im Gebiet der WSA Elbe-Nordsee/Hamburg anzutreffen. Dort spielt das am stärksten wachsende Nachfragesegment, die See-Kreuzfahrten, eine größere Rolle als anderswo; hinzu kommen Steigerungen bei den in den ÖPNV eingebundenen Hamburger Fährlinien aufgrund tarifarischer Maßnahmen sowie die Effekte aus dem überproportionalen demografischen Wachstum in der Region Hamburg.
- » Im Bereich Spree-Havel ist das dynamische Bevölkerungswachstum in der Region Berlin sowie der dort besonders bedeutende nichtmotorisierte Wasser-Freizeitverkehrs für das überproportionale Wachstum verantwortlich.
- » Die starken Rückgänge im WSA-Gebiet Ostsee sind fast ausschließlich im Rückgang des Ostsee-Fährverkehrs begründet, der, wie mehrfach erwähnt, größtenteils durch die FBQ ersetzt wird.

Wasserstraßen- und Schifffahrtsämter (WSA)	Gesamtpersonen-verkehr 2019	Gesamtpersonen-verkehr 2040	Veränderung	darunter gewerblicher Verkehr 2019	darunter gewerblicher Verkehr 2040	Veränderung
	Tsd. Personen-fahrten	Tsd. Personen-fahrten	in %	Tsd. Personen-fahrten	Tsd. Personen-fahrten	in %
801 Ems-Nordsee	8.303	8.348	0,5	5.688	5.995	5,4
802 Weser-Jade-Nordsee (m. Bremen)	9.465	9.641	1,9	6.704	7.130	6,4
803 Elbe-Nordsee (m. Hamburg)	24.315	27.223	12,0	17.781	20.819	17,1
804 Nord-Ostsee-Kanal	3.036	3.063	0,9	2.684	2.742	2,2
805 Ostsee	44.540	38.924	-12,6	20.053	16.406	-18,2
806 Rhein	23.784	24.687	3,8	17.515	18.693	6,7
807 Oberrhein	9.369	10.006	6,8	5.936	6.750	13,7
808 Mosel-Saar-Lahn	4.998	5.238	4,8	2.397	2.668	11,3
809 Neckar	2.040	2.241	9,9	1.226	1.384	12,9
810 Main	3.235	3.522	8,9	1.244	1.436	15,4
811 Donau, Main-Donau-Kanal	3.426	4.078	19,0	2.045	2.713	32,7
812 Westdeutsche Kanäle	1.242	1.213	-2,3	121	130	7,4
813 Mittellandkanal, Elbe-Seitenkanal	1.100	1.113	1,2	117	133	13,7
814 Weser	5.216	5.331	2,2	867	882	1,7
815 Elbe	15.486	14.705	-5,0	4.212	4.283	0,0
816 Spree-Havel	25.522	28.267	10,8	4.915	5.635	14,6
817 Oder-Havel	5.071	4.954	-2,3	411	444	8,0
Summe	190.148	192.554	1,3	93.916	98.243	4,6

Tabelle 4-27 Personenverkehr auf Bundeswasserstraßen nach den Gebieten der Wasserstraßen- und Schifffahrtsämter (WSA) in Deutschland

Die für die WSA-Gebiete gezeigten Struktureffekte zeigen sich auch bei der Zusammenfassung der Ergebnisse nach Bundesländern (Tabelle 1-8). Allerdings wird in dieser Aggregation der Effekt der unterschiedlichen demografischen Entwicklung in den Teilläufen Deutschlands deutlicher: Stärkeres Wachstum in den süddeutschen Bundesländern Baden-Württemberg, Bayern und Hessen sowie in den Stadtstaaten Berlin und Hamburg. Dagegen Verkehrsrückgänge in den Bundesländern Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen-Anhalt und dem Saarland. Die Verkehrsrückgänge in Schleswig-Holstein, sowie im ebenfalls in der Tabelle gezeigten Verkehr des Auslandes mit Deutschland, sind dagegen überwiegend durch die schon mehrfach erwähnten Auswirkungen der FBQ auf den Ostsee-Fährverkehr zurückzuführen.

Abgesehen von dieser einschneidenden Veränderung bleiben trotz der unterschiedlichen Entwicklungen in den einzelnen WSA-Regionen und Bundesländern die Größenordnungen der Nachfrage und die grundsätzliche Struktur der Verkehrssegmente gegenüber dem Basisjahr weitgehend unverändert.

Bundesland	Gesamtpersonen -verkehr 2019	Gesamtpersonen -verkehr 2040	Verän- derung	darunter gewerblicher Verkehr 2019	darunter gewerblicher Verkehr 2040	Verän- derung
	Tsd. Personen- fahrten	Tsd. Personen- fahrten				
Schleswig-Holstein	32.894	30.378	-7,6	15.253	13.588	-10,9
Hamburg	14.311	17.219	20,3	12.375	15.317	23,8
Bremen	4.661	4.756	2	3.227	3.417	5,9
Niedersachsen	18.373	18.025	-1,9	10.631	10.705	0,7
Nordrhein-Westfalen	9.874	10.104	2,3	5.672	6.031	6,3
Hessen	8.233	8.886	7,9	3458	3.859	11,6
Rheinland-Pfalz	18.161	18.983	4,5	13.741	14.751	7,4
Saarland	678	632	-6,8	208	212	1,9
Baden-Württemberg	5.831	6.345	8,8	3.640	4.155	14,1
Bayern	4.657	5.183	11,3	2.448	3.015	23,2
Mecklenburg-Vorpommern	25.409	23.648	-6,9	5.937	5.995	1
Berlin	14.422	16.327	13,2	3.914	4.510	15,2
Brandenburg	14.980	15.841	5,7	1.315	1.487	13,1
Sachsen-Anhalt	2.860	2.485	-13,1	699	600	-14,2
Thüringen	17	16	-5,9	0	0	0
Sachsen	2.926	3.054	4,4	2.480	2.618	5,6
Ausland	11.862	10.674	-10	8.918	7.983	-10,5
Summe	190.149	192.556	1,3	93.916	98.243	4,6

Tabelle 4-28

Entwicklung des Personenverkehrs auf Bundeswasserstraßen nach Bundesländern (Quell- und Binnenverkehr)

5 Güterverkehr

5.1 Güterverkehr im Basisjahr 2019

5.1.1 Grundauswertung

Im Analysejahr 2019 beläuft sich das Gesamttransportaufkommen auf rund 4,4 Mrd. t (siehe **Tabelle 5-1**). Davon werden 86 % per Straße, 9 % per Schiene und 5 % auf der Wasserstraße per Binnenschiff transportiert.

Güterverkehrsaufkommen in 1.000 t			Verkehrsmenge 1000 t			Anteil in %			
NST- Nr.	NST Gütergruppe	Schiene	Straße	Wasser- straße	Alle Verkehrs- träger	Schiene	Straße	Wasser- straße	Alle Verkehrs- träger
10	Land- und forstwirtschaftliche Erzeugnisse	6.486	215.124	13.361	234.971	1,7%	5,7%	6,5%	5,4%
21	Steinkohle	22.515	5.155	23.268	50.937	5,8%	0,1%	11,3%	1,2%
22	Braunkohle	5.163	3.924	0	9.087	1,3%	0,1%	0,0%	0,2%
23	Erdöl und Erdgas	1.975	997	47	3.020	0,5%	0,0%	0,0%	0,1%
31	Erze	24.041	726	22.889	47.656	6,2%	0,0%	11,1%	1,1%
32	Düngemittel	1.665	1.546	190	3.401	0,4%	0,0%	0,1%	0,1%
33	Steine und Erden	28.901	940.853	31.743	1.001.498	7,4%	25,0%	15,4%	23,0%
40	Nahrungs- und Genussmittel	2.639	404.035	8.148	414.822	0,7%	10,7%	3,9%	9,5%
50	Textilien, Bekleidung, Leder	4	16.050	129	16.182	0,0%	0,4%	0,1%	0,4%
60	Holzwaren, Papier, Druckerei	9.726	165.201	3.137	178.064	2,5%	4,4%	1,5%	4,1%
71	Koks	4.143	7.051	1.862	13.055	1,1%	0,2%	0,9%	0,3%
72	Mineralölerzeugnis- se	41.616	93.388	36.233	171.237	10,7%	2,5%	17,5%	3,9%
80	Chemische Erzeugnisse	29.181	178.510	21.960	229.651	7,5%	4,7%	10,6%	5,3%
90	Sonstige Mineralerzeugnisse	14.548	417.264	3.270	435.082	3,7%	11,1%	1,6%	10,0%
100	Metalle und Metallerzeugnisse	57.022	186.802	10.364	254.188	14,6%	5,0%	5,0%	5,8%
110	Maschinen und Ausrüstungen etc	807	70.783	807	72.397	0,2%	1,9%	0,4%	1,7%
120	Fahrzeuge	15.512	130.133	1.342	146.988	4,0%	3,5%	0,6%	3,4%
130	Möbel, Schmuck, Musikinstrumente etc.	17	26.673	407	27.096	0,0%	0,7%	0,2%	0,6%
140	Sekundärrohstoffe, Abfälle	13.016	294.067	11.489	318.572	3,3%	7,8%	5,6%	7,3%
150	Post, Pakete	0	66.486	0	66.486	0,0%	1,8%	0,0%	1,5%
160	Geräte/ Material für Güterbeförderung	6.707	110.465	1.540	118.712	1,7%	2,9%	0,7%	2,7%
170	Umzugsgut	13	92.246	1	92.260	0,0%	2,5%	0,0%	2,1%
180	Sammelgut	4.217	288.307	421	292.945	1,1%	7,7%	0,2%	6,7%
190	Gutart unbekannt	99.408	22.667	14.164	136.238	25,4%	0,6%	6,8%	3,1%
200	Sonstige Güter ..	1.430	20.850	12	22.291	0,4%	0,6%	0,0%	0,5%
Summe		390.752	3.759.301	206.781	4.356.834	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Tabelle 5-1

Gütertransportaufkommen nach Verkehrsträgern und NST2007
Gütergruppen in 2019

Quelle: eigene Berechnungen auf Basis von Daten des Statistischen Bundesamtes und des KBA

Den größten Anteil am Gesamttransportaufkommen weisen Steine, Erden und Baustoffe mit rund 23 % auf. Danach folgen mit größerem Abstand sonstige Mineralerzeugnisse und Nahrungs- und Genussmittel mit rund 10 %. Weitere aufkommensbedeutende Gütergruppen sind Recyclinggüter (7,3 %) und Sammelgut (6,7 %), Metalle und Metallerzeugnisse (5,8 %), Landwirtschaftliche Güter (5,4 %), Chemische Erzeugnisse (5,3 %), sowie Holzwaren, Papier (4,1 %) und Mineralölerzeugnisse (3,9 %). Diese Güter machen zusammen rund 81 % des Gütertransportaufkommens aus. Gemessen am Gesamttransportaufkommen sind Erdöl und Erdgas, da sie überwiegend per Pipeline bewegt werden, sowie Düngemittel, Braunkohle, Koks und Textilien von geringerer Relevanz.

Güterverkehrsaufkommen in 1.000 t		Schiene		Wasserstraße				
NST-Nr.	NST 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 %	KV-Anteil an Gesamtverkehrsmenge in %
10	Land- und forstwirtsch. Erzgn.	6.486	3	0,0%	13.361	236	1,8%	0,1%
21	Steinkohle	22.515	0	0,0%	23.268	0	0,0%	0,0%
22	Braunkohle	5.163	0	0,0%	0	0	0,0%	0,0%
23	Erdöl und Erdgas	1.975	0	0,0%	47	0	0,0%	0,0%
31	Erze	24.041	0	0,0%	22.889	26	0,1%	0,3%
32	Düngemittel	1.665	0	0,0%	190	0	0,0%	0,0%
33	Steine und Erden	28.901	0	0,0%	31.743	206	0,6%	6,8%
40	Nahrungs- und Genussmittel	2.639	0	0,0%	8.148	325	4,0%	2,0%
50	Textilien, Bekleidung, Leder	4	0	0,0%	129	125	96,9%	0,5%
60	Holzwaren, Papier, Papier, Druckerei	9.726	0	0,0%	3.137	1.242	39,6%	5,6%
71	Koks	4.143	0	0,0%	1.862	4	0,2%	0,0%
72	Mineralölerzeugnisse	41.616	30	0,1%	36.233	20	0,1%	0,1%
80	Chemische Erzeugnisse	29.181	53	0,2%	21.960	1.826	8,3%	0,7%
90	Sonstige Mineralerzeugnisse	14.548	20	0,1%	3.270	350	10,7%	0,3%
100	Metalle und Metallerzeugnisse	57.022	4	0,0%	10.364	1.019	9,8%	0,6%
110	Maschinen und Ausrüstungen etc	807	174	21,6%	807	340	42,1%	0,2%
120	Fahrzeuge	15.512	861	5,6%	1.342	977	72,8%	1,5%
130	Möbel, Schmuck, Musikinstrumente etc	17	0	0,0%	407	367	90,2%	0,2%
140	Sekundärrohstoffe, Abfälle	13.016	356	2,7%	11.489	348	3,0%	1,1%
150	Post, Pakete	0	0	0,0%	0	0	0,0%	0,0%
160	Geräte und Material für Güterbeförd.	6.707	6.587	98,2%	1.540	1.536	99,7%	6,0%
170	Umgangsgut, sonst. nicht marktb. Güter	13	0	0,0%	1	1	100,0%	0,0%
180	Sammelgut	4.217	1.929	45,7%	421	0	0,0%	0,2%
190	Gutart unbekannt	99.408	98.075	98,7%	14.164	14.012	98,9%	27,0%
200	Sonstige Güter	1.430	0	0,0%	12	0	0,0%	0,0%
Summe		390.752	108.090	27,7%	206.781	22.962	11,1%	3,0%

Tabelle 5-2

Gütertransportaufkommen im Kombinierten Verkehr nach Verkehrsträgern und NST2007 Gütergruppen im Jahr 2019

Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis von Daten des Statistischen Bundesamtes und des KBA

Die im Gesamtverkehr bedeutsamsten Gütergruppen sind auch im Straßengüterverkehr mit einer ähnlichen Bedeutung wiederzufinden. Im Straßenverkehr bilden diese 85 % des Gütertransportaufkommens ab.

Bei der Wasserstraße sind Mineralölprodukte die aufkommensstärkste Gütergruppe (17,5 %). Es folgen Steine und Erden mit 15,4 % sowie Steinkohle, Erze und Chemische Erzeugnisse mit jeweils rund 11 %. Weitere relevante Gütergruppen sind Landwirtschaftliche Erzeugnisse und unbekannte Güter mit rund 7 %. Bei Letzterem handelt es sich insbesondere um Containerverkehre im Kombinierten Verkehr, bei denen die Gütergruppe nicht bekannt ist. Diese sieben Gütergruppen machen rund 79 % des Gütertransportaufkommens aus.

Bei der Schiene stellen unbekannte Güter mit rund 35 % die weitaus bedeutendste Gütergruppe dar. Es folgen im größerem Abstand Metalle und Metallerzeugnisse (13 %), Steine und Erden sowie Chemische Erzeugnisse mit jeweils um die 8 %, Mineralölprodukte mit 6 % und Fahrzeuge mit 5 %. Diese sechs Gütergruppen machen bei der Bahn rund 75 % des Gütertransportaufkommens aus.

Der Kombinierte Verkehr stellt einen wichtigen Teil des Gütertransportaufkommens dar, insbesondere für die Schiene und die Wasserstraße (siehe **Tabelle 5-2**). 28 % des Schienenverkehrs und 11 % des Wasserstraßenverkehrs ist kombiniertes Gütertransportaufkommen. Das KV-Aufkommen der Schiene ist mit 108 Mio. t nahezu fünfmal höher als das Aufkommen der Wasserstraße mit rund 23 Mio. t. Mit einem Anteil von 3 % am gesamtmodalen Gütertransportaufkommen hat der KV-Verkehr jedoch eine eher untergeordnete Bedeutung.

Bei der Schiene bestehen rund 91 % und bei der Wasserstraße rund 61 % des Aufkommens an KV-Gütern aus unbekannten Gütern. Rund 83 % des in dieser Gütergruppe erfassten Gesamttransportaufkommens wird im Kombinierten Verkehr bewegt. Für beide Verkehrsträger bedeutsam ist der Ausgleich von Leercontainern (zwischen 6 und 7 %). Bei der Wasserstraße stellen Chemische Erzeugnisse (8 %) sowie Holzwaren und Papier (5 %) weitere bedeutsame Aufkommen im Kombinierten Verkehr dar.

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 niedrig⁸³.

Ladeeinheiten in 1.000 LE	Schiene	Straße	Wasserstraße	Alle Verkehrsträger
beladene Ladeeinheiten				
Behälter 20 - Fuß	863	0	422	1.285
Behälter 20,1 - 25 Fuß	546	0	0	546
Behälter 25,1 - 30 Fuß	224	0	68	292
Behälter 30 - 40 Fuß	2.125	1.985	569	4.679
Sattelauflieder	1.172	0	0	1.172
Lkw/Sattelzüge	85	0	0	85
Leere Ladeeinheiten				
Behälter 20 - Fuß	424	0	182	606
Behälter 20,1 - 25 Fuß	205	0	0	205
Behälter 25,1 - 30 Fuß	93	0	38	131
Behälter 30 - 40 Fuß	487	89	254	830
Sattelauflieder	139	0	0	139
Lkw/Sattelzüge	2	0	0	2
Summe	6.365	2.073	1.533	9.971

Tabelle 5-3 Transportierte Ladeeinheiten nach Verkehrsträgern, Beladungsgrad und Behältergrößen im Jahr 2019 (in 1.000 Ladeeinheiten)

Quelle: Eigene Berechnung auf Basis von Daten des Statistischen Bundesamtes

Der Transport im Kombinierten Verkehr erfolgt in unterschiedlich großen Behältern, zu denen auch Sattelauflieder und teilweise auch Lkw- und Sattelzüge (bei Nutzung der RoLa) zählen. Zum

⁸³ 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 erkennbar. Aus anderen Studien ist jedoch bekannt, dass gerade diese Gütergruppe eine hohe KV-Affinität aufweist.

überwiegenden Teil (rund 70 %) handelt es sich hier um Einheiten, die 40-Fuß oder mehr lang sind. Hierbei ist der Anteil dieser 40-Fuß-Einheiten bei der Schiene mit 63 % größer als bei der Wasserstraße mit rund 54 % (vgl. **Tabelle 5-4**). Insgesamt wurden im Jahr 2019 rund 10 Mio. Ladeeinheiten in Deutschland transportiert, davon rund 64 % auf der Schiene und 15 % auf der Wasserstraße. **Tabelle 5-4** zeigt aber auch, dass Behältertransporte nicht nur im Rahmen von Kombinierten Verkehren bei der Schiene und bei der Wasserstraße erfolgen, sondern auch bei der Straße. Bei den oben dargestellten und nicht unwesentlichen Verkehren auf der Straße handelt es sich ausschließlich um Container im Seehafenhinterlandverkehr, die im Direktverkehr per Lkw⁸⁴ transportiert werden. Rund 80 % der transportierten Behälter sind beladen, der Leeranteil der Einheiten liegt bei 20 %.

Den größten Anteil am Gütertransportaufkommen haben mit rund 80 % Verkehre mit Quell- oder Ziel Bezug in Deutschland (siehe **Tabelle 5-4**). Das Gütertransportaufkommen aus dem Ausland über das deutsche Verkehrsnetz hat einen Anteil von rund 20 % und wird in dieser Auswertung als Ganzes und nicht separat auf Länderebene betrachtet.

Im regionalen Vergleich weist die Schiene hohe prozentuale Verkehrsanteile im Verkehr mit Hamburg, Bremen, dem Saarland, Sachsen-Anhalt sowie den Auslandsregionen auf. Die in absoluter Höhe bedeutendsten Aufkommensgebiete sind neben dem Ausland jedoch die Bundesländer Nordrhein-Westfalen, Niedersachsen, Bayern und Hamburg.

Bei der Wasserstraße sind überdurchschnittliche Verkehrsanteile im Verkehr mit dem Ausland, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz sowie Bremen und Hamburg zu beobachten. 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 die Bundesländer Nordrhein-Westfalen, Bayern, das Ausland sowie Baden-Württemberg und Niedersachsen. Hier haben zwei Drittel des Gesamttransportaufkommens ihren Quell- und Zielort.

⁸⁴ Definitionsgemäß handelt es sich hierbei nicht um Kombinierten Verkehr.

Bundesland	Güterverkehrsaufkommen in 1.000 t				Modal-Split in %			
	Schiene	Straße	Wasserstraße	Alle Verkehrs-träger	Schiene	Straße	Wasserstraße	Alle Verkehrs-träger
Versandregionen								
Schleswig-Holstein	3.707	107.586	3.285	114.578	3,2	93,9	2,9	100
Hamburg	34.259	74.815	4.547	113.621	30,2	65,8	4	100
Niedersachsen	42.451	371.322	12.006	425.779	10	87,2	2,8	100
Bremen	8.017	35.587	953	44.557	18	79,9	2,1	100
Nordrhein-Westfalen	67.150	665.557	41.497	774.203	8,7	86	5,4	100
Hessen	12.325	215.931	4.065	232.321	5,3	92,9	1,7	100
Rheinland-Pfalz	8.861	192.024	10.648	211.533	4,2	90,8	5	100
Baden-Württemberg	15.647	451.708	15.145	482.500	3,2	93,6	3,1	100
Bayern	28.669	616.205	3.405	648.279	4,4	95,1	0,5	100
Saarland	4.624	35.717	1.051	41.393	11,2	86,3	2,5	100
Berlin	1.136	36.705	490	38.331	3	95,8	1,3	100
Brandenburg	17.702	127.421	1.443	146.566	12,1	86,9	1	100
Mecklenburg-Vorpommern	3.528	76.456	17	80.001	4,4	95,6	0	100
Sachsen	11.550	159.772	30	171.352	6,7	93,2	0	100
Sachsen-Anhalt	35.736	137.127	4.093	176.956	20,2	77,5	2,3	100
Thüringen	3.863	96.067	0	99.930	3,9	96,1	0	100
Ausland	91.526	359.300	104.105	554.932	16,5	64,7	18,8	100
Summe	390.752	3.759.301	206.781	4.356.834	9,0	86,3	4,7	100,0
Empfangsregionen								
Schleswig-Holstein	3.555	112.182	1.054	116.791	3	96,1	0,9	100
Hamburg	22.780	69.875	4.183	96.838	23,5	72,2	4,3	100
Niedersachsen	54.757	371.975	11.965	438.697	12,5	84,8	2,7	100
Bremen	14.031	35.674	2.955	52.659	26,6	67,7	5,6	100
Nordrhein-Westfalen	65.838	650.175	75.262	791.275	8,3	82,2	9,5	100
Hessen	9.382	218.961	8.376	236.719	4	92,5	3,5	100
Rheinland-Pfalz	10.166	183.914	12.740	206.821	4,9	88,9	6,2	100
Baden-Württemberg	19.272	448.447	15.570	483.290	4	92,8	3,2	100
Bayern	34.983	625.551	4.730	665.264	5,3	94	0,7	100
Saarland	12.414	37.692	1.967	52.073	23,8	72,4	3,8	100
Berlin	5.726	41.056	1.449	48.231	11,9	85,1	3	100
Brandenburg	16.007	132.293	1.370	149.669	10,7	88,4	0,9	100
Mecklenburg-Vorpommern	6.030	77.093	1	83.124	7,3	92,7	0	100
Sachsen	10.147	159.595	16	169.758	6	94	0	100
Sachsen-Anhalt	21.261	132.143	2.062	155.466	13,7	85	1,3	100
Thüringen	4.344	95.575	0	99.918	4,3	95,7	0	100
Ausland	80.060	367.100	63.080	510.240	15,7	71,9	12,4	100
Summe	390.752	3.759.301	206.781	4.356.834	9,0	86,3	4,7	100,0

Tabelle 5-4

Gütertransportaufkommen im Jahr 2019 nach Regionen (Bundesländer und Ausland) und Verkehrsträgern

Quelle: eigene Berechnungen auf Basis von Daten des Statistischen Bundesamtes des KBA

In den nachfolgenden Abbildungen (**Abbildung 5-1** bis **Abbildung 5-6**) ist die regionale Verkehrsverteilung des Straßen-, Schienen-, und Wasserstraßentransportaufkommens in Deutschland jeweils nach Versand und Empfang für die drei Verkehrsträger dargestellt.

Im Straßengüterverkehr weisen im Inland die Quellregionen rund um Köln, Duisburg, Neuss, Salzgitter, Eichstätt, Vechta, Wolfsburg, Hamburg und Meersburg größere Aufkommen auf. Die Regionen rund um Köln, Duisburg, Neuss sowie Merseburg und Hamburg stellen auch im Empfang bedeutsame Gütertransportaufkommen dar. Des Weiteren sind Dillingen (Saar), Salzgitter und Bremen von besonderer Relevanz (große Hüttenstahlstandorte).

Im nicht in den Karten abgebildeten Ausland sind Spanien, der Raum um Posen, Rotterdam, Warschau, Krakau, Breslau und Antwerpen die aufkommensstärksten Regionen im Versand. Im Empfang sind dies Warschau, Krakau, Posen, das Vereinigte Königreich sowie Spanien.

Bei der Schiene weisen im Inland die Regionen rund um Hamburg, Salzgitter, Duisburg, Neuss, Ingolstadt und Meersburg bedeutsame Versandaufkommen auf. Die bedeutendsten Empfangsregionen sind Salzgitter, Hamburg, der Saalekreis, Duisburg und Saarlouis. Im Ausland stellen die Regionen Rotterdam, Antwerpen, sowie Verona, Mailand, Aussig und Prag bedeutsame Versandaufkommen. Im Empfang sind dies ebenfalls Mailand, Verona, Rotterdam und Antwerpen.

Bei der Wasserstraße konzentriert sich das Aufkommen auf die Regionen mit Wasserstraßenzugang. Bedeutendste Versandregionen im Inland sind Duisburg, Wesel und Hamburg. Die bedeutendsten Empfangsregionen sind Duisburg, Köln, Neuss und Ludwigshafen. Im Ausland stellen die Regionen Rotterdam, Antwerpen, Amsterdam sowie Straßburg bedeutsame Versand- und Empfangsregionen dar.

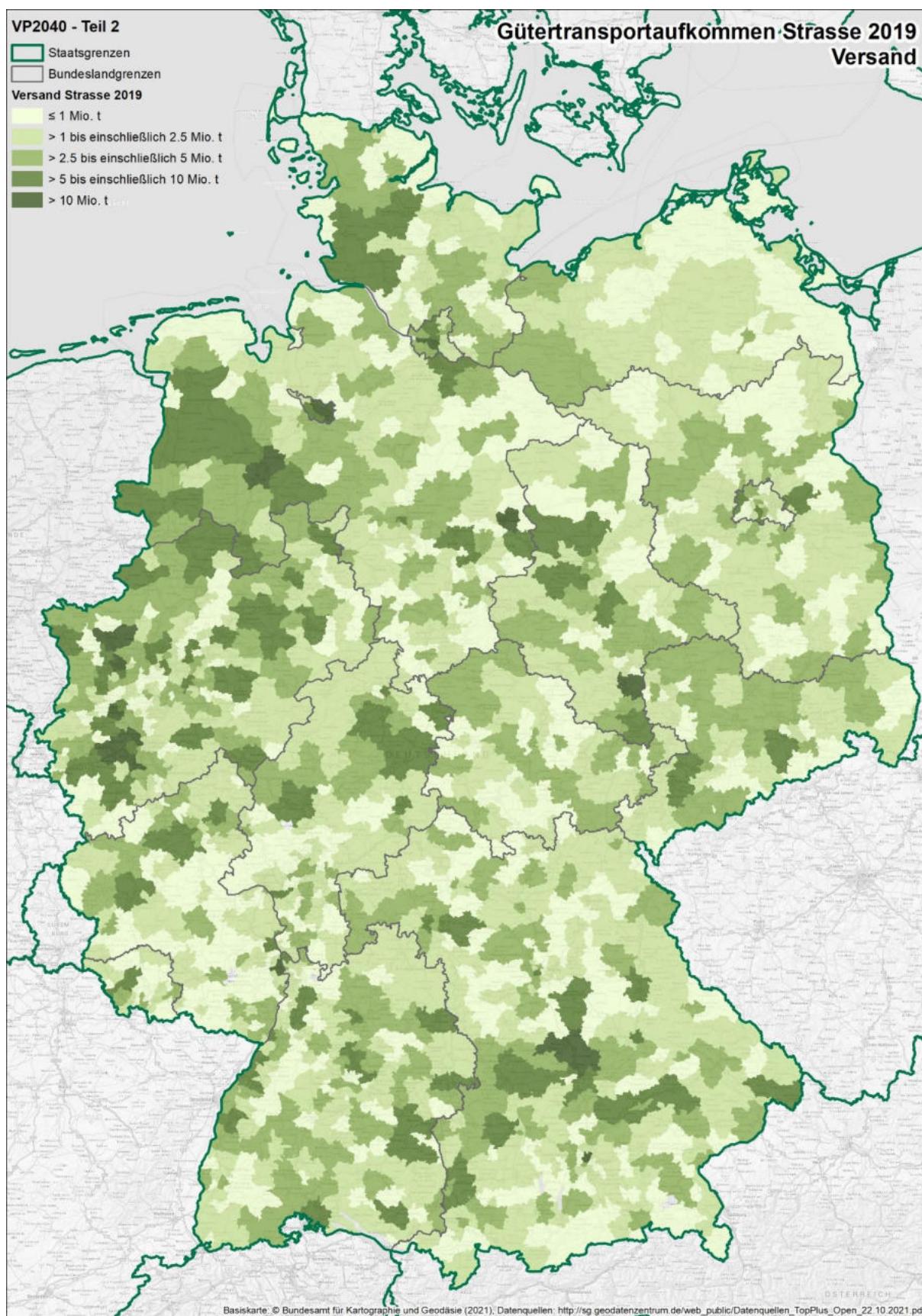


Abbildung 5-1

Gütertransportaufkommen Straße 2019 - Versand

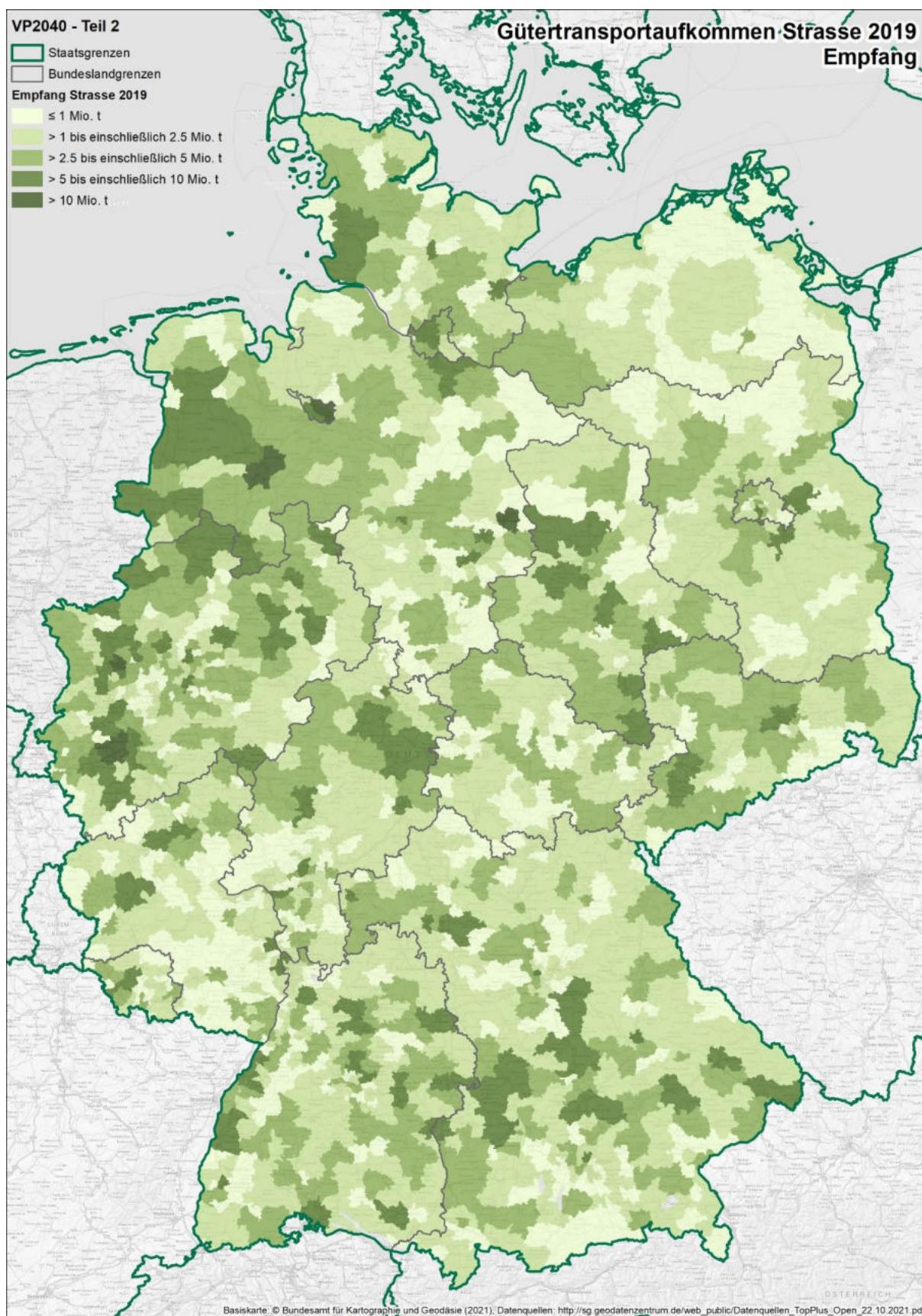


Abbildung 5-2

Gütertransportaufkommen Straße 2019 – Empfang

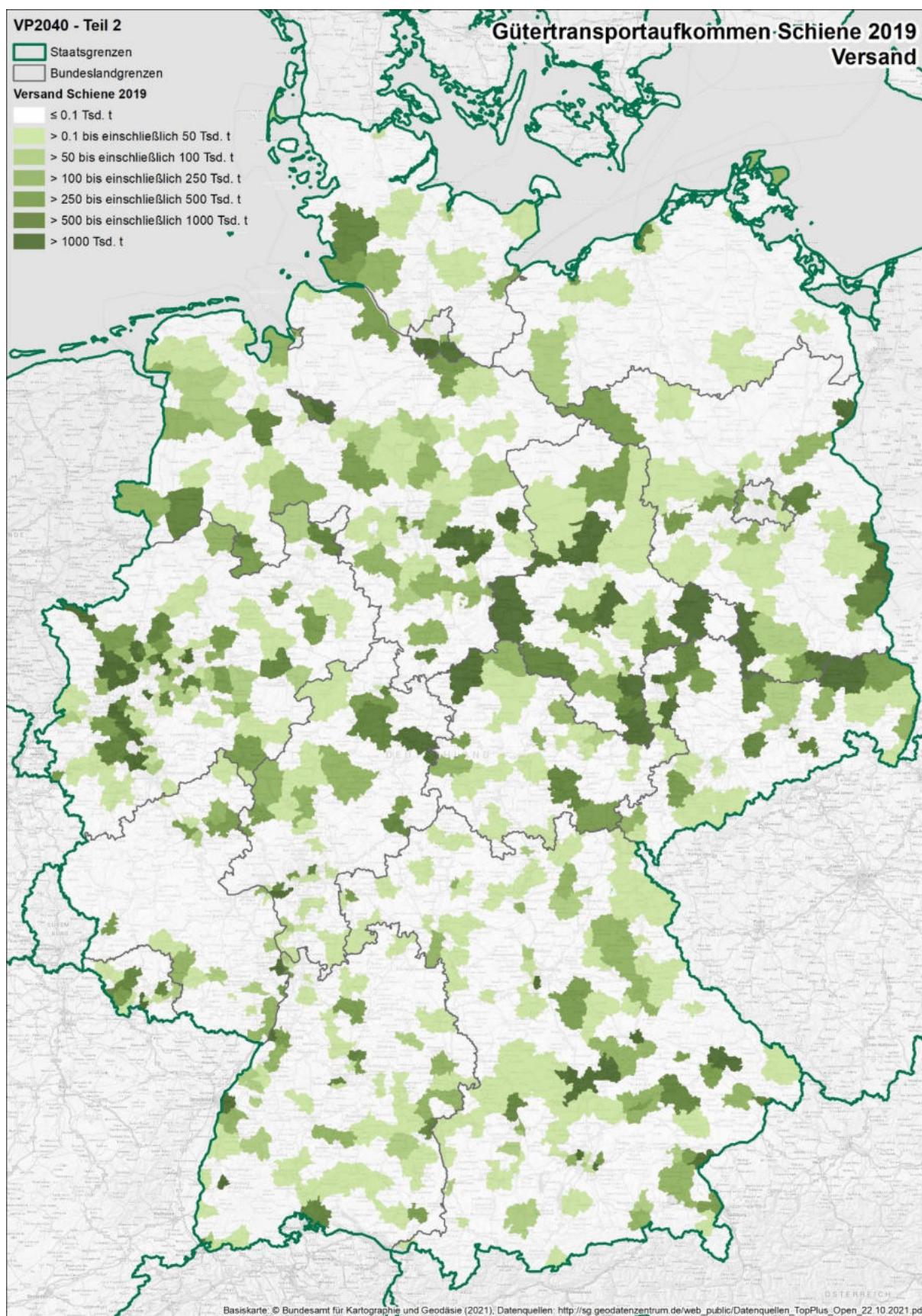


Abbildung 5-3

Gütertransportaufkommen Schiene 2019 – Versand

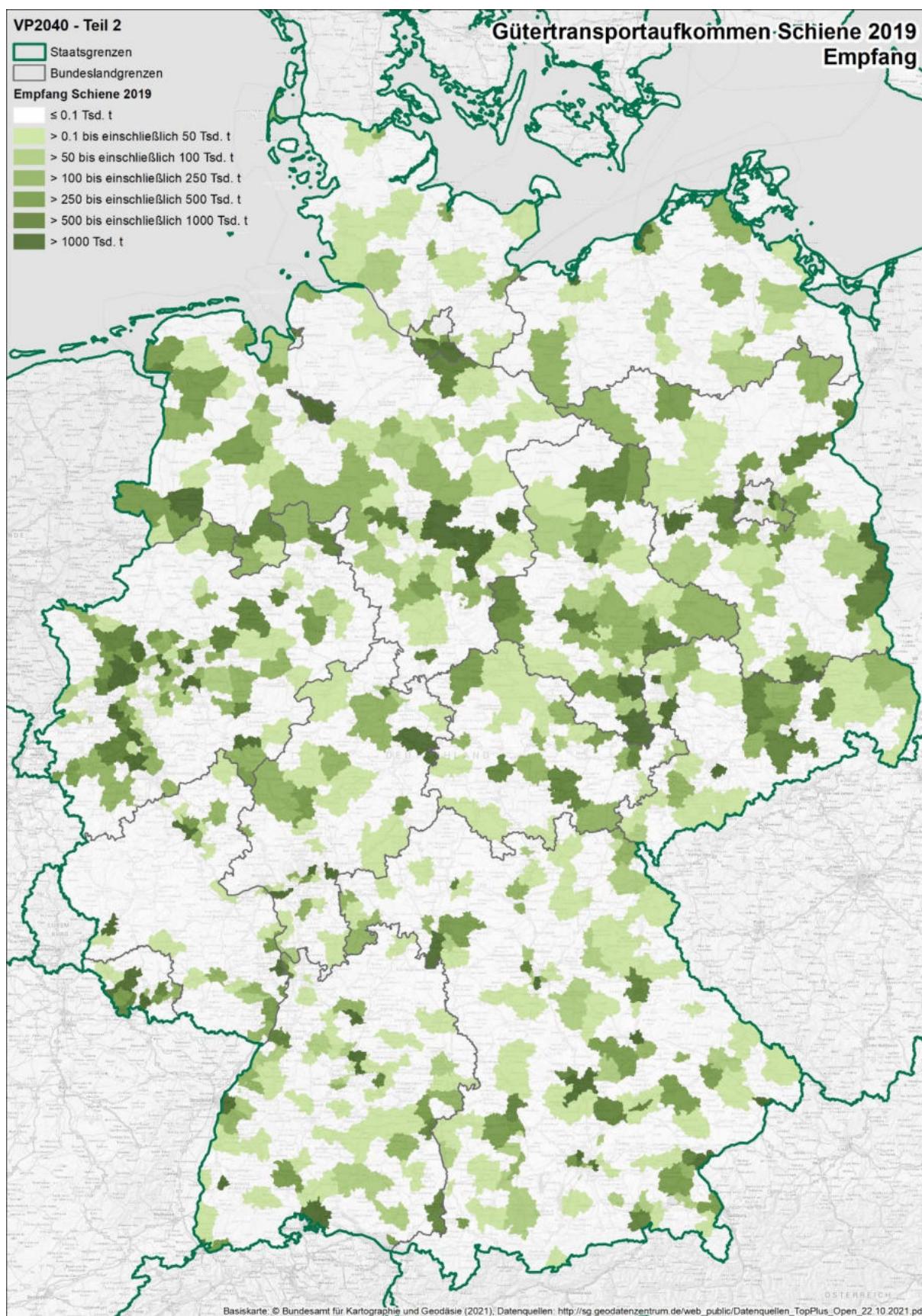


Abbildung 5-4

Gütertransportaufkommen Schiene 2019 – Empfang

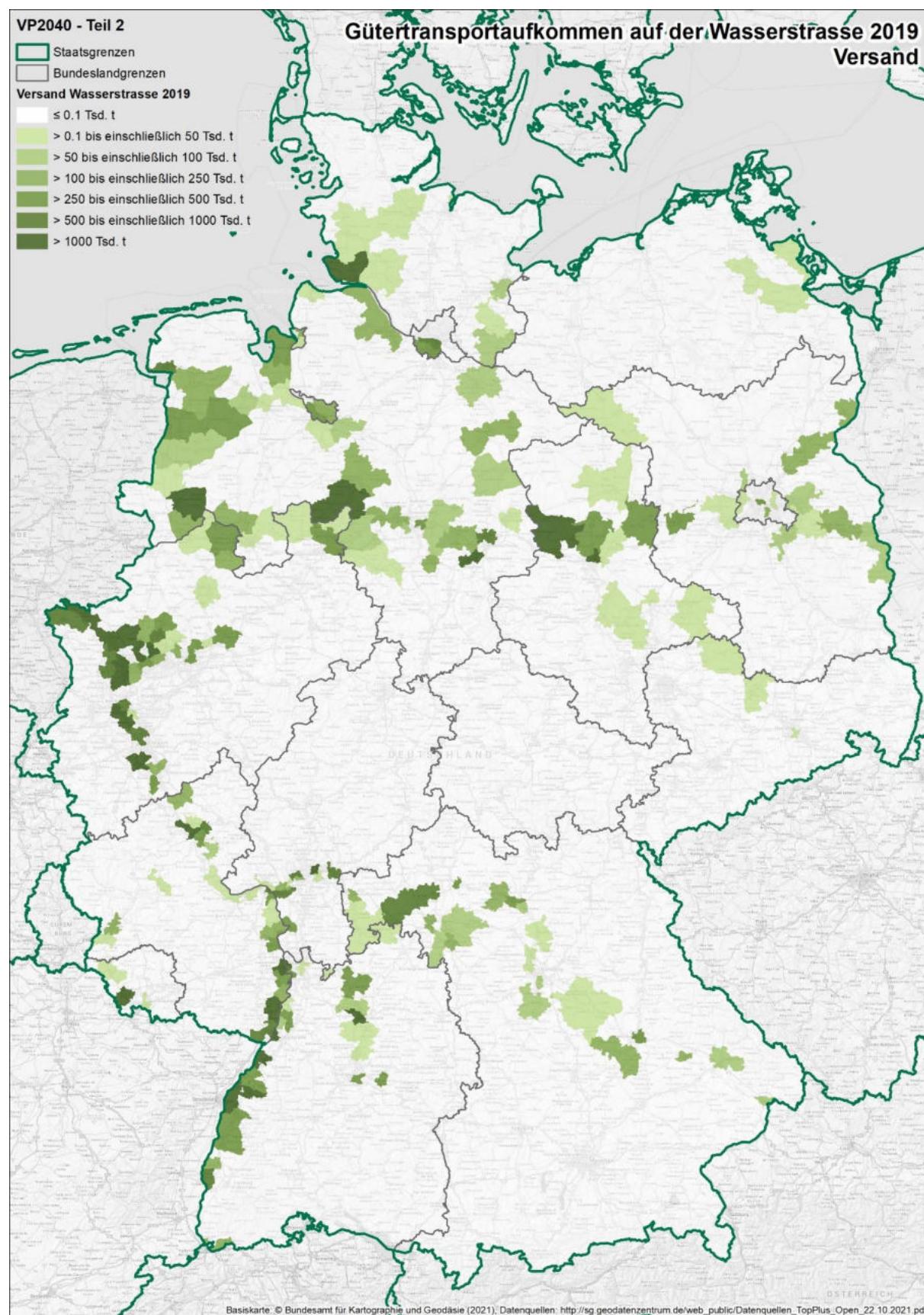


Abbildung 5-5

Gütertransportaufkommen Wasserstraße 2019 – Versand

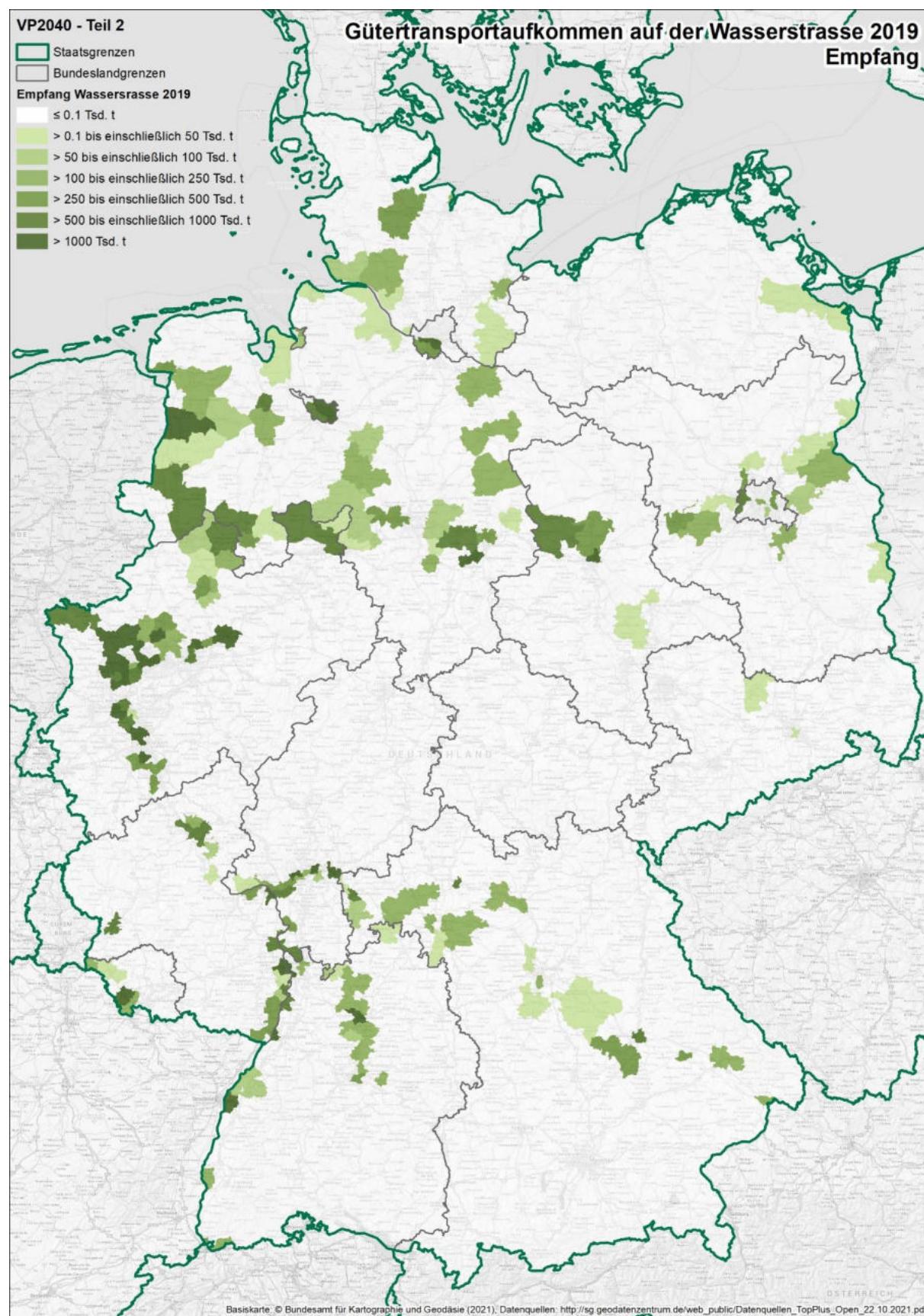


Abbildung 5-6

Gütertransportaufkommen Wasserstraße 2019 – Empfang

Im Durchschnitt aller durch Deutschland geführten Transporte liegt die Transportweite⁸⁵ auf Basis der inländischen Gütertransportleistung bei rund 156 km. Dabei werden die höchsten Transportweiten mit durchschnittlich 331 km im Schienengüterverkehr realisiert. Die durchschnittliche Transportentfernung bei der Wasserstraße liegt mit 250 km etwas unterhalb der Schiene. Im Straßengüterverkehr werden mit einer mittleren Transportentfernung von 133 km die durchschnittlich geringsten Distanzen zurückgelegt. Das Gütertransportaufkommen der Straße konzentriert sich somit zu großen Teilen auf den lokalen und regionalen Nahbereich, während die beiden anderen Verkehrsträger mit nahezu der 2-fachen bzw. 2,5-fachen Entfernung überwiegend Fernverkehre umsetzen. Im Verkehr mit dem Ausland werden verkehrsträgerübergreifend die höchsten Transportweiten realisiert. Einzig die Wasserstraße weist hier im Vergleich zur Schiene und Straße aufgrund des hohen Gütertransportaufkommens zwischen Nordrhein-Westfalen und dem Ausland nicht die höchsten Transportweiten aus. Bei den Verkehren mit dem Ausland ist zu berücksichtigen, dass die im Ausland gefahrenen Entfernungen in der Auswertung nicht berücksichtigt sind.

Im Straßenverkehr mit Quelle oder Ziel in Baden-Württemberg und dem Saarland werden mit rund 100 km die niedrigsten Transportweiten realisiert. Verkehre mit Quelle oder Ziel in Bremen und Hamburg weisen aufgrund des hohen Anteils an Seehafen hinterlandverkehren die höchsten Transportweiten auf. Die mittleren Transportentfernungen liegen jedoch mit rund 143 bzw. 130 km deutlich unter den anderen Verkehrsträgern.

Im Schienenverkehr weisen die Bundesländer mit bedeutsamen Seehafenaufkommen (Mecklenburg-Vorpommern, Bremen, Hamburg und Schleswig-Holstein) die höchsten mittleren Transportentfernungen auf (zwischen 441 und 515 km). Dies liegt an den sich überwiegend im Süden befindlichen Markt- und Absatzgebieten. Die geringsten Transportweiten haben Verkehre mit Quelle oder Ziel in Sachsen-Anhalt und Niedersachsen (zwischen 150 und 170 km).

Die höchsten Transportweiten werden bei der Wasserstraße mit rund 520 km bei Transporten von und nach dem Saarland sowie mit rund 360 km für Sachsen, Bayern und Baden-Württemberg realisiert. Die niedrigsten Transportweiten haben mit rund 135 km Verkehre mit Quelle oder Ziel in Nordrhein-Westfalen. Die Entfernungen der Wasserstraße stehen häufig in Bezug zu den Westhäfen. Dadurch ist auch die niedrige Transportweite in Nordrhein-Westfalen erklärbar, weil die inländische Gütertransportleistung z. B. nur die Distanz zwischen Duisburg und der deutschen Grenze berücksichtigt, nicht jedoch den längere Streckenanteil im Ausland bis Rotterdam.

⁸⁵ Es ist zu beachten, dass es sich hier um die Transportweite auf dem deutschen Verkehrsnetz handelt und nicht um die Gesamtentfernung.

Bundesland	Inländische Gütertransportleistung 2019 in 1.000 t				Transportweite in Mio. tkm			
	Schiene	Straße	Wasserstraße	Alle Verkehrsträger	Schiene	Straße	Wasserstraße	Alle Verkehrsträger
	Versandregionen							
Schleswig-Holstein	2.158	10.479	600	13.238	582	97	183	116
Hamburg	14.754	9.678	950	25.383	431	129	209	223
Niedersachsen	7.838	42.176	2.288	52.301	185	114	191	123
Bremen	4.007	4.874	166	9.047	500	137	174	203
Nordrhein-Westfalen	18.004	68.522	5.793	92.320	268	103	140	119
Hessen	4.037	25.010	1.343	30.390	328	116	330	131
Rheinland-Pfalz	3.070	19.871	3.415	26.355	346	103	321	125
Baden-Württemberg	5.897	41.674	4.955	52.525	377	92	327	109
Bayern	10.571	59.953	1.260	71.784	369	97	370	111
Saarland	1.072	3.174	531	4.777	232	89	505	115
Berlin	287	3.098	47	3.432	253	84	96	90
Brandenburg	6.185	15.618	487	22.289	349	123	337	152
Mecklenburg-Vorpommern	1.897	8.808	4	10.709	538	115	253	134
Sachsen	4.520	17.126	16	21.662	391	107	539	126
Sachsen-Anhalt	6.938	17.660	1.490	26.088	194	129	364	147
Thüringen	1.665	11.180	0	12.845	431	116	0	129
Ausland	46.039	139.853	28.269	214.159	503	389	272	386
Summe	138.933	498.756	51.616	689.305	356	133	250	158
Empfangsregionen								
Schleswig-Holstein	1.771	8.870	178	10.818	571	245	221	270
Hamburg	11.294	8.714	657	20.664	498	233	157	321
Niedersachsen	9.028	28.676	1.833	39.538	323	243	230	256
Bremen	7.687	5.020	349	13.055	584	248	145	365
Nordrhein-Westfalen	14.297	40.720	9.167	64.184	436	271	140	258
Hessen	2.757	20.661	2.457	25.875	426	242	300	259
Rheinland-Pfalz	3.529	13.790	3.977	21.296	359	200	323	234
Baden-Württemberg	7.885	28.365	5.471	41.720	477	272	428	312
Bayern	12.001	35.400	1.661	49.062	524	291	465	331
Saarland	3.913	3.067	1.052	8.031	394	206	535	300
Berlin	1.251	4.376	378	6.006	225	191	294	202
Brandenburg	4.624	13.408	273	18.305	328	234	276	253
Mecklenburg-Vorpommern	2.511	6.329	0	8.840	474	279	293	316
Sachsen	3.443	13.174	3	16.620	372	264	169	281
Sachsen-Anhalt	2.397	12.711	732	15.840	348	251	358	265
Thüringen	1.215	9.788	0	11.003	309	255	0	260
Ausland	43.714	136.540	21.742	201.998	554	385	345	407
Summe	133.316	389.610	49.932	572.857	461	288	267	313

Tabelle 5-5

**Transportleistung und Transportentfernung im Güterverkehr im Jahr 2019
nach Regionen (Bundesländer und Ausland) und Verkehrsträger**

Quelle: eigene Berechnungen auf Basis von Daten des Statistischen Bundesamtes und des KBA

Der mit Abstand bedeutsamste Anteil am Gesamttransportaufkommen besteht mit rund 80 % im Binnenverkehr (siehe **Tabelle 5-6**). Deutsche Ex- bzw. Importe machen einen Anteil von 8 % bzw. 9 % aus. Der Anteil des Transitverkehrs beläuft sich auf 4 %.

Gesamtgüterverkehr	Schiene	Straße	Wasserstraße	Alle Verkehrsträger
Gütertransportaufkommen in 1.000 t				
Binnenverkehr	243.644	3.169.101	53.099	3.465.844
grenzüberschreitender Versand	55.582	230.900	49.577	336.058
grenzüberschreitender Empfang	67.048	223.100	90.602	380.750
Transitverkehr	24.478	136.200	13.503	174.181
Summe	390.752	3.759.301	206.781	4.356.834
Gütertransportleistung in Mio. tkm				
Binnenverkehr	65.201	298.600	10.272	374.074
grenzüberschreitender Versand	27.696	60.300	13.074	101.070
grenzüberschreitender Empfang	29.901	62.556	19.599	112.057
Transitverkehr	16.134	77.300	8.670	102.104
Summe	138.933	498.756	51.616	689.305
Modal-Split in % (auf Tonnen-Basis)				
Binnenverkehr	7,0	91,4	1,5	100,0
grenzüberschreitender Versand	16,5	68,7	14,8	100,0
grenzüberschreitender Empfang	17,6	58,6	23,8	100,0
Transitverkehr	14,1	78,2	7,8	100,0
Summe	9,0	86,3	4,7	100,0
Anteil der Hauptverkehrsbeziehung am Gütertransportaufkommen in %				
Binnenverkehr	62,4	84,3	25,7	79,5
grenzüberschreitender Versand	14,2	6,1	24,0	7,7
grenzüberschreitender Empfang	17,2	5,9	43,8	8,7
Transitverkehr	6,3	3,6	6,5	4,0
Summe	100,0	100,0	100,0	100,0

Tabelle 5-6

Gesamtgüterverkehr im Jahr 2019 nach Hauptverkehrsbeziehungen in 1.000 t

Quelle: eigene Berechnungen auf Basis von Daten des Statistischen Bundesamtes und des KBA

Im Straßenverkehr machen Binnenverkehre rund 84 % aus. Der deutsche Auslandsverkehr beträgt rund 12 %. Der Transitverkehr beläuft sich auf rund 4 %. Bei der Schiene fällt der Binnenverkehr mit 62 % deutlich geringer aus als bei der Straße. Der deutsche Auslandsverkehr nimmt hier mit 31 % eine bedeutsamere Rolle ein. Der Transitverkehr beträgt 6 %. Bei der Wasserstraße nimmt der Binnenverkehr mit rund 26 % im Vergleich zu den anderen Verkehrsträgern eine untergeordnete Rolle ein. Mit rund 68 % sind die Verkehre vom deutschen Außenhandel insbesondere über die Westhäfen geprägt. Dabei hat der Empfang mit 44 % eine deutlich stärkere Bedeutung als der Versand mit 24 %. Der Transitverkehr ist mit 6,5 % am höchsten aller Verkehrsträger, verbleibt aber auch hier wie auch bei den anderen Verkehrsträgern von geringer Relevanz. Die Transitverkehre fallen hier insbesondere aufgrund der Verkehre zwischen den Benelux-Staaten und Frankreich und der Schweiz etwas höher aus.

Der Binnenverkehr nimmt bei der Gütertransportleistung mit 54 % eine deutlich geringere Bedeutung als beim Gütertransportaufkommen ein. Die Auslandsverkehre sind mit 46 % nahezu gleichbedeutend. Dies ergibt sich daraus, dass im Binnenverkehr überwiegend kürzere Distanzen zurückgelegt werden, während Verkehre aus bzw. mit dem Ausland vergleichsweise höhere Entfernung im deutschen Netz zurücklegen.

Beim Schienengüterverkehr werden die Transporte beim konventionellen Verkehr in die Produktionssysteme Einzelwagen- und Ganzzugsverkehr untergliedert (siehe **Tabelle 5-7**). Neben dem Kombinierten Verkehr wird auch die RoLa als eigenes System fortgeführt.

Im Jahr 2019 wurde mit rund 54 % der überwiegende Anteil des Schienengüterverkehrs in Ganzzügen befördert. Im konventionellen Verkehr weist der Ganzzug über nahezu alle Gütergruppen hohe Anteile auf, insbesondere bei den Massengütern Kohle, Erze und Düngemittel, welche fast ausschließlich im Ganzzug gefahren werden. Der Einzelwagen macht mit 19 % den geringsten Anteil des Gütertransportaufkommens aus. Hohe Anteile im Einzelwagenverkehr werden überwiegend bei Stückgütern sowie Gütergruppen mit geringen Aufkommensniveaus erreicht. Mit nennenswerten Gütertransportaufkommen steht der Einzelwagen bei Recycling, Fahrzeugen, Holzwaren sowie Metallen und Chemischen Erzeugnissen in Konkurrenz zum Ganzzug.

Der Kombinierte Verkehr (inklusive der RoLa) macht mit 28 % den zweitgrößten Anteil am Schienenverkehr aus. Da dieses Aufkommen in Behältern abgefahrt wird und die Gutart nicht bekannt ist, konzentriert sich das Aufkommen hier auf die Gütergruppe 190 „Gutart unbekannt“.

	Gütergruppe	Einzelwagen	Ganzzug	Kombinierter Verkehr	RoLa	Summe Schiene
10	Land- und forstwirtschaftliche Erzeugnisse	919	5.564	3	0	6.486
21	Steinkohle	0	22.515	0	0	22.515
22	Braunkohle	0	5.163	0	0	5.163
23	Erdöl und Erdgas	0	1.975	0	0	1.975
31	Erze	0	24.041	0	0	24.041
32	Düngemittel	2	1.663	0	0	1.665
33	Steine und Erden	3.803	25.098	0	0	28.901
40	Nahrungs- und Genussmittel	450	2.189	0	0	2.639
50	Textilien, Bekleidung, Leder	0	4	0	0	4
60	Holzwaren, Papier, Druckerei	7.516	2.209	0	0	9.726
71	Koks	0	4.143	0	0	4.143
72	Mineralölerzeugnisse	8.504	33.082	30	0	41.616
80	Chemische Erzeugnisse etc.	10.025	19.103	53	0	29.181
90	Sonstige Mineralerzeugnisse	1.215	13.313	20	0	14.548
100	Metalle und Metallerzeugnisse	23.358	33.660	4	0	57.022
110	Maschinen und Ausrüstungen etc.	490	144	174	0	807
120	Fahrzeuge	8.614	6.038	861	0	15.512
130	Möbel, Schmuck, Musikinstrumente etc.	17	0	0	0	17
140	Sekundärrohstoffe, Abfälle	7.615	5.044	356	0	13.016
150	Post, Pakete	0	0	0	0	0
160	Geräte und Material für Güterbeförderung	120	1	6.587	0	6.707
170	Umzugsgut, sonst. nichtmarktb. Güter	10	3	0	0	13
180	Sammelgut	517	1.772	1.929	0	4.217
190	Gutart unbekannt	6	1.326	95.257	2.818	99.408
200	Sonstige Güter anderweitig nicht genannt	0	1.430	0	0	1.430
Summe		73.182	209.480	105.272	2.818	390.752
Anteil in %		18,7%	53,6%	26,9%	0,7%	100,0%

Tabelle 5-7

**Schienengütertransportaufkommen im Jahr 2019 nach
Produktionssystem in 1.000 t**

Quelle: eigene Berechnungen auf Basis von Daten des Statistischen Bundesamtes und des KBA sowie Daten der DB AG

5.1.2 Seehafenhinterlandverkehr im Jahr 2019

Das im Rahmen von AP 9 ermittelte Seehafenhinterlandverkehrsaufkommen beläuft sich auf 361 Mio. t und macht rund 8 % des Gesamttransportaufkommens im Jahr 2019 aus. Der Seehafenhinterlandverkehr besteht zu 73 % aus konventionellem und zu 27 % aus containerisiertem Aufkommen.

Hohe Gütertransportaufkommen bestehen bei unbekannten Gütern sowie bei den Massengütern Kohle, Erze, Mineralölerzeugnisse und Chemische Erzeugnisse. Diese machen mit rund 53 % mehr als die Hälfte des Gütertransportaufkommens aus. Weitere bedeutsame Gütertransportaufkommen sind Nahrungs- und Genussmittel, Metalle, Landwirtschaftliche Erzeugnisse, Holz und Papier sowie Steine und Erden. Im Seehafenverkehr weisen Braunkohle, Erdöl und Erdgas, Düngemittel, Koks, Umzugsgüter sowie Post und Sonstige Güter kaum nennenswerte Gütertransportaufkommen auf.

Bei Erzen (70 %) und Steinkohle (63 %) überwiegen die Anteile des Seehafenhinterlandverkehrs am Gesamttransportaufkommens. Weitere nennenswerte Seehafenhinterlandverkehrsanteile bestehen bei unbekannten Gütern (45 %), Mineralölerzeugnissen (18 %) sowie Textilien und Chemischen Erzeugnissen (rund 15 %).

Gesamtgüterverkehrsaufkommen in 1.000 t

	Gütergruppe	Gesamtverkehr	konventionell	Containerisiert	Summe	Anteil Seehafen- hinterland- verkehr in %
10	Land- und forstwirtschaftliche Erzeugnisse	234.971	16.226	2.618	18.845	8,0%
21	Steinkohle	50.937	31.830	28	31.858	62,5%
22	Braunkohle	9.087	67	0	68	0,7%
23	Erdöl und Erdgas	3.020	78	6	84	2,8%
31	Erze	47.656	33.328	11	33.339	70,0%
32	Düngemittel	3.401	325	30	355	10,4%
33	Steine und Erden	1.001.498	15.588	1.537	17.125	1,7%
40	Nahrungs- und Genussmittel	414.822	21.550	4.146	25.696	6,2%
50	Textilien, Bekleidung, Leder	16.182	1.620	859	2.479	15,3%
60	Holzwaren, Papier, Druckerei	178.064	13.857	3.435	17.292	9,7%
71	Koks	13.055	904	6	909	7,0%
72	Mineralölerzeugnisse	171.237	29.011	2.390	31.400	18,3%
80	Chemische Erzeugnisse etc.	229.651	28.682	5.527	34.210	14,9%
90	Sonstige Mineralerzeugnisse	435.082	9.534	2.159	11.693	2,7%
100	Metalle und Metallerzeugnisse	254.188	16.629	3.029	19.658	7,7%
110	Maschinen und Ausrüstungen etc.	72.397	4.275	2.137	6.412	8,9%
120	Fahrzeuge	146.988	10.242	2.332	12.574	8,6%
130	Möbel, Schmuck, Musikinstrumente etc.	27.096	1.924	865	2.790	10,3%
140	Sekundärrohstoffe, Abfälle	318.572	7.194	1.608	8.801	2,8%
150	Post, Pakete	66.486	1.640	211	1.851	2,8%
160	Geräte und Material für Güterbeförderung	118.712	3.494	5.166	8.660	7,3%
170	Umzugsgut, sonst. nichtmarktb. Güter	92.260	1.033	79	1.112	1,2%
180	Sammelgut	292.945	9.646	1.826	11.472	3,9%
190	Gutart unbekannt	136.238	2.701	58.014	60.715	44,6%
200	Sonstige Güter anderweitig nicht genannt	22.291	1.769	168	1.937	8,7%
Summe		4.356.834	263.149	98.186	361.335	8,3%

Tabelle 5-8

Anteil des Seehafenhinterlandverkehrs am
Gesamtgütertransportaufkommen nach Gütergruppen (2019) in 1.000 t

Quelle: eigene Berechnungen auf Basis von Daten des Statistischen Bundesamtes und des KBA

Im Vergleich zum Gesamtaufkommen weist der Modal Split im Seehafenhinterlandverkehr einen deutlich höheren Verkehrsanteil der Schiene (29,0 %) und der Wasserstraße (29,6 %) auf, wenngleich die Straße mit 41,5 % auch hier das dominierende Verkehrsmittel ist. Im konventionellen Verkehr liegt dies an den hohen Massengutanteilen und der Konzentration der Mengen auf die Westhäfen, sodass insbesondere die Wasserstraße mit einem Anteil von rund 34 % einen überdurchschnittlich hohen Anteil am Gütertransportaufkommen einnimmt.

Der Kombinierte Verkehr besteht im Seehafenhinterlandverkehr fast ausschließlich aus stapelbaren Containern. Hier dominiert die Schiene mit 51 % (vgl. **Tabelle 5-9**). Berücksichtigt man, dass der Verkehr auf der Wasserstraße mit Containern sich aufgrund des verfügbaren Netzes sehr stark auf den Rhein konzentriert, ist der Anteil der Wasserstraße mit 17 % vergleichsweise hoch. Der Straßenanteil liegt bei rund 32 % und konzentriert sich im Wesentlichen auf Verkehre unter 400 km.

Gütertransportaufkommen 2019	Schiene	Straße	Wasserstraße	Alle Verkehrsträger
	in 1.000 t	in 1.000 t	in 1.000 t	in 1.000 t
Konventionell	54.679	118.026	90.444	263.149
maritimer kombinierter Verkehr (Container)	50.045	31.775	16.366	98.186
Summe	104.723	149.801	106.810	361.335
Anteil in %	29,0%	41,5%	29,6%	100,0%
Nachrichtlich:				
nicht maritimer KV (kontinentaler KV)	58.045		6.596	64.641

Tabelle 5-9

Seehafenhinterlandverkehr (Gütertransportaufkommen) nach Ladungskategorien und Verkehrsträgern im Jahr 2019 in 1.000 t

Quelle: eigene Berechnungen auf Basis von Daten des Statistischen Bundesamtes und des KBA

Durch die Abspaltung des containerisierten Seehafenhinterlandverkehrs in AP 9 kann auch der verbleibende nicht-maritime Kombinierte Verkehr als Restgröße am Gesamtaufkommen bestimmt werden. Dieser macht bei der Schiene 54 % des gesamten kombinierten Gütertransportaufkommens bzw. rund 58 Mio. t aus. Bei der Wasserstraße sind es rund 6,6 Mio. t bzw. 29 % des Gütertransportaufkommens. Insgesamt besteht mit 49 % nahezu die Hälfte des Kombinierten Verkehrs aus kontinentalen Verkehren.

Bei der Schiene handelt es sich beim nicht-maritimen KV überwiegend um nicht stapelbare Wechselbehälter und um Trailer, die auf kontinentalen Relationen (wie z. B. zwischen Italien und Skandinavien oder zwischen Ludwigshafen und Italien) gefahren werden.

Bei der Wasserstraße handelt es sich beim nicht-maritimen KV auch um Containerladung, die jedoch auf Relationen ohne Seehafenbezug transportiert werden. Wechselbehälter und Trailer werden in der Regel nicht per Binnenschiff befördert. Häufig handelt es sich bei den Transporten um Umfuhr- und Distributionsverkehre von Leercontainern oder um Hubverkehre zwischen Binnenhäfen, die einen Vorrund-Nachlauf zu einem Seehafen haben. Von den oben dargestellten 6,6 Mio. t an nicht-maritimem KV stehen 5,1 Mio. t bzw. 78 % mit den Standorten Rotterdam und Antwerpen in Verbindung, sodass gefolgert werden kann, dass diese Verkehre in AP 9 nicht als Seehafenhinterlandverkehre identifiziert wurden.

5.1.3 Luftfrachthinterlandverkehr im Jahr 2019

Der in AP 10 ermittelte Luftfrachthinterlandverkehr beläuft sich auf rund 3,1 Mio. t und ist mit einem Anteil am Gesamtaufkommen von 1 % sehr niedrig. Er wird vollständig auf der Straße im Vor- und Nachlauf zu den Flughäfen umgesetzt. Er besteht zu 75 % aus Sammelgütern, zu rund 15 % aus Post- und Paketgütern und zu 10 % aus EBM-Waren (vgl. auch **Tabelle 5-10**).

	Gütergruppe	Gesamtgüterverkehr	Luftfrachtverkehr	Anteil der Luftfracht an Gesamt in %
10	Land- und forstwirtsch. Erzeugnisse	234.971	0	0,0%
21	Steinkohle	50.937	0	0,0%
22	Braunkohle	9.087	0	0,0%
23	Erdöl und Erdgas	3.020	0	0,0%
31	Erze	47.656	0	0,0%
32	Düngemittel	3.401	0	0,0%
33	Steine und Erden	1.001.498	0	0,0%
40	Nahrungs- und Genussmittel	414.822	0	0,0%
50	Textilien, Bekleidung, Leder	16.182	0	0,0%
60	Holzwaren, Papier, Druckerei	178.064	0	0,0%
71	Koks	13.055	0	0,0%
72	Mineralölerzeugnisse	171.237	0	0,0%
80	Chemische Erzeugnisse etc.	229.651	0	0,0%
90	Sonstige Mineralerzeugnisse	435.082	0	0,0%
100	Metalle und Metallerzeugnisse	254.188	0	0,0%
110	Maschinen und Ausrüstungen etc.	72.397	324	0,4%
120	Fahrzeuge	146.988	0	0,0%
130	Möbel, Schmuck, Musikinstrumente etc.	27.096	0	0,0%
140	Sekundärrohstoffe, Abfälle	318.572	0	0,0%
150	Post, Pakete	66.486	486	0,7%
160	Geräte und Material für Güterbeförd.	118.712	0	0,0%
170	Umzugsgut, sonst. nichtmarktb. Güter	92.260	0	0,0%
180	Sammelgut	292.945	2.017	0,7%
190	Gutart unbekannt	136.238	155	0,1%
200	Sonstige Güter anderweitig nicht genannt	22.291	161	0,7%
Summe		4.356.834	3.144	0,1%

Tabelle 5-10

Anteil des Luftfrachtverkehrs am Gesamtgütertransportaufkommen nach Gütergruppen im Jahr 2019 in 1.000 t

Quelle: eigene Berechnungen auf Basis von Daten des Statistischen Bundesamtes und des KBA

5.1.4 Vergleich der Entwicklung zwischen 2010 und 2019 sowie mit der VP2030

Aus dem Vergleich der Entwicklung zwischen 2010 bis 2019 und mit der Prognose des BVWP 2030 für 2030 in **Tabelle 5-11** wird deutlich, dass die Aufkommensprognose aus dem BVWP 2030 für das Jahr 2030 bereits im Jahr 2019 erreicht wurde. Betrachtet man die Entwicklungen nach Gütergruppen, fällt insbesondere auf, dass die Entwicklung zwischen 2010 und 2019 von dem überdurchschnittlichen Wachstum in drei Gütergruppen geprägt war, von Umzugsgütern (GG 170), Sammelgütern (GG 180) und Post, Paketen (GG 150). Würde man diese drei Güterbereiche aus der Betrachtung herausnehmen, dann stellt man fest, dass die Prognose 2030 durch die Ist-Entwicklung zwischen 2010 und 2019, trotz teilweise einiger gütergruppenspezifischer Über- und Unterschätzungen, gut abgebildet wurde (vgl. **Tabelle 5-11**: Summe ohne 150/170/180).

Der Vergleich mit der VP 2030 (BVWP 2030) in der obigen Tabelle zeigt, dass während der Schienengüterverkehr in der Entwicklung bisher gut abgebildet wurde, das Aufkommen der Wasserstraße eindeutig überschätzt wurde. Das prognostizierte Aufkommen im Straßengüterverkehr ist, insbesondere aufgrund der Entwicklung in den drei o. g. Gütergruppen, die fast ausschließlich per Straße transportiert werden, bereits im Jahr 2019 leicht überschritten worden. Hier liegt eine starke Unterschätzung insbesondere des Gütertransportaufkommens im Nah- und Regionalbereich vor, während das Fernverkehrsaufkommen besser abgebildet wurde.

	Güterabteilungen	2010	2019	2030	Wachstum 2010-2019 in %	Wachstum 2010-2030 in %
10	Land- und forstwirtschaftliche Erzeugnisse	208.137	234.971	264.873	13,0%	27,0%
21	Steinkohle	66.391	50.937	48.950	-23,0%	-26,0%
22	Braunkohle	14.112	9.087	7.817	-36,0%	-45,0%
23	Erdöl und Erdgas	2.524	3.020	1.931	20,0%	-23,0%
31	Erze	48.983	47.656	58.855	-3,0%	20,0%
32	Düngemittel	6.736	3.401	7.492	-50,0%	11,0%
33	Steine und Erden	921.198	1.001.498	962.923	9,0%	5,0%
40	Nahrungs- und Genussmittel	355.305	414.822	459.559	17,0%	29,0%
50	Textilien, Bekleidung, Leder	21.136	16.182	28.484	-23,0%	35,0%
60	Holzwaren, Papier, Papier, Druckerei	179.901	178.064	226.187	-1,0%	26,0%
71	Koks	15.931	13.055	6.901	-18,0%	-57,0%
72	Mineralölerzeugnisse	161.980	171.237	146.208	6,0%	-10,0%
80	Chemische Erzeugnisse etc.	218.787	229.651	271.285	5,0%	24,0%
90	Sonstige Mineralerzeugnisse	337.828	435.082	395.297	29,0%	17,0%
100	Metalle und Metallerzeugnisse	247.518	254.188	311.905	3,0%	26,0%
110	Maschinen und Ausrüstungen etc	77.544	72.397	100.185	-7,0%	29,0%
120	Fahrzeuge	101.801	146.988	132.284	44,0%	30,0%
130	Möbel, Schmuck, Musikinstrumente etc.	21.119	27.096	28.737	28,0%	36,0%
140	Sekundärrohstoffe, Abfälle	282.469	318.572	301.490	13,0%	7,0%
150	Post, Pakete	35.167	66.486	43.998	89,0%	25,0%
160	Geräte und Material für Güterbeförderung	92.417	118.712	126.640	28,0%	37,0%
170	Umzugsgut, sonst. nichtmarktb. Güter	39.159	92.260	49.791	136,0%	27,0%
180	Sammelgut	116.581	292.945	157.708	151,0%	35,0%
190	Gutart unbekannt	131.924	136.238	218.803	3,0%	66,0%
200	Sonstige Güter anderweitig nicht genannt	0	22.291	0		0,0%
Summe		3.704.648	4.356.834	4.358.303	18,0%	18,0%
Summe ohne 150/170/180		3.513.741	3.905.143	4.106.806	11,0%	17,0%
Schiene		358.933	390.752	443.627	9,0%	24,0%
Straße		3.116.108	3.759.301	3.639.050	21,0%	17,0%
Wasserstraße		229.607	206.781	275.626	-10,0%	20,0%

Tabelle 5-11

**Gütertransportaufkommen nach Güterabteilungen in 1.000 t für 2010,
2019 und für die Verkehrsprognose 2030**

Quelle: eigene Berechnungen, auf Basis von Statistischen Bundesamt und KBA sowie BVU /
Intraplan: Verkehrsverflechtungsprognose 2030 - Schlussbericht, Freiburg / München, Juni
2014

5.2 Ergebnisse der Basisprognose 2040 für den Güterverkehr

5.2.1 Gesamtergebnis Güterverkehr

Die Eckwerte für die Güterverkehrsprognose 2040 können der **Tabelle 5-12** und der **Tabelle 5-13** entnommen werden. Verkehrsträgerübergreifend wächst das Gütertransportaufkommen um 17 % und die Gütertransportleistung auf dem deutschen Verkehrsnetz um 31 %.

Gütertransportaufkommen	2019		2040		Veränderung 2019 - 2040	
	Mio. t	Anteil in %	Mio. t	Anteil in %	Insgesamt in %	in % p. a.
Gesamtverkehr nach Verkehrsträger						
Schiene	390,8	9,0	461,0	9,0	18,0	0,8
Straße	3759,3	86,3	4475,7	87,6	19,1	0,8
Wasserstraße	206,8	4,7	173,9	3,4	-15,9	-0,8
Summe	4356,8	100,0	5110,6	100,0	17,3	0,8
davon: Seehafenhinterlandverkehr	361,3	8,3	362,6	7,1	0,4	0,0
davon Luftfrachthinterlandverkehr	3,1	0,1	4,3	0,1	36,9	1,5
Kombinierte Verkehre						
Kombinierter Verkehr gesamt	131,1	100,0	247,6	100,0	88,9	3,1
Ant. Seehafenhinterlandverkehr	66,4	50,7	97,5	39,4	46,9	1,9
davon Schiene	108,1	82,5	211,5	85,4	95,7	3,3
Ant. Seehafenhinterlandverkehr	50,0	38,2	71,7	29,0	43,2	1,7
davon Wasserstraße	23,0	17,5	36,0	14,6	57,0	2,2
Ant. Seehafenhinterlandverkehr	16,4	12,5	25,9	10,5	58,1	2,2
Seehafenhinterlandverkehr mit Containern auf der Straße	31,8		46,2		45,3	1,8

Tabelle 5-12

Entwicklung des Gütertransportaufkommens nach Verkehrsträgern

Quelle: eigene Berechnungen auf Basis von Statistischen Bundesamt und KBA

Der Straßengüterverkehr wächst beim Gütertransportaufkommen um 19 % und die Gütertransportleistung steigt um 34 %. Von dem zwischen 2019 und 2040 realisierten verkehrsträgerübergreifenden Wachstum im Güterverkehr um 754 Mio. t und 215 Mrd. tkm entfallen beim Gütertransportaufkommen 716 Mio. t und bei der Verkehrsleistung 169 Mrd. tkm auf die Straße. Die Straße kann somit ihre Anteile sowohl beim Gütertransportaufkommen (von 86 % im Jahr 2019 auf 88 % in 2040) als auch bei der Gütertransportleistung (von 72 % auf 74 % im Jahr 2040; vgl. auch **Tabelle 5-13**) erhöhen. Dies liegt insbesondere daran, dass Massengüter, hierunter sind insbesondere die fossilen Energieträger Kohle, Erze, Rohöl und Mineralölprodukte zu verstehen, an denen die konkurrierenden Verkehrsträger Schiene und Wasserstraße im Vergleich zur Straße deutlich stärker beteiligt sind, in Zukunft fast ganz entfallen oder stark sinken werden.

Gütertransportleistung	2019		2040		Veränderung 2019 - 2040		Transportweite in km			
	Mrd. tkm	Anteil in %	Mrd. tkm	Anteil in %	Ins- gesamt in %	Ins- gesamt % p. a.	Veränderungen 2019 - 2040			
							2019	2040	Insgesamt in %	Insgesamt % p. a.
Gesamtverkehr nach Verkehrsträger										
Schiene	138,9	20,2	188,0	20,8	35,3	1,5	356	408	14,6	0,7
Straße	498,8	72,4	668,4	73,9	34,0	1,4	133	149	12,0	0,5
Wasserstraße	51,6	7,5	48,2	5,3	-6,6	-0,3	250	277	10,8	0,5
Summe	689,3	100,0	904,5	100,0	31,2	1,3	158	177	12,0	0,5
davon Seehafenhinterland	117,8	17,1	128,6	14,2	9,1	0,4	326	355	8,9	0,4
davon Luftfracht	0,7	0,1	0,9	0,1	33,3	1,4	217	211	-2,8	-0,1
Kombinierte Verkehre										
Kombinierter Verkehr gesamt	63,8	1,0	115,5	1,0	81,1	2,9	487	467	-4,1	-0,2
Anteil Seehafenhinterland	33,2	0,5	44,0	0,4	32,7	1,4	500	451	-9,8	-0,5
davon Schiene	57,3	0,9	104,4	0,9	82,3	2,9	530	494	-6,8	-0,3
Anteil Seehafenhinterland	28,1	0,4	35,1	0,3	25,0	1,1	561	490	-12,7	-0,6
davon Wasserstraße	6,5	0,1	11,1	0,1	71,1	2,6	283	308	8,8	0,4
Anteil Seehafenhinterland	5,1	0,1	9,0	0,1	75,2	2,7	312	346	10,9	0,5
Seehafenhinterland mit Containern auf der Straße	4,7		5,4		15,3	0,7	148	117	-20,9	-1,1

Tabelle 5-13

Entwicklung der Gütertransportleistung (in Mrd. tkm)

Quelle: eigene Berechnungen auf Basis von Statistischen Bundesamt und KBA

Das Gütertransportaufkommen auf der Schiene wächst bis 2040 um 18 % bei leicht steigendem Marktteilanteil. Dies ist auf dem bereits erwähnten Rückgang der fossilen Energieträger zurückzuführen. Da die Schiene davon jedoch im geringerem Maß als die Wasserstraße betroffen ist und das Wachstum im KV deutlich stärker ausfällt als bei der Wasserstraße, kann sie ihren Marktanteil am Gesamtaufkommen halten. Bei der Gütertransportleistung kann die Schiene in Folge größerer Transportentfernungen überproportional um 37 % zulegen, sodass der Marktanteil von rund 20 % auf rund 21 % ebenfalls leicht ansteigt (vgl. **Tabelle 5-13**).

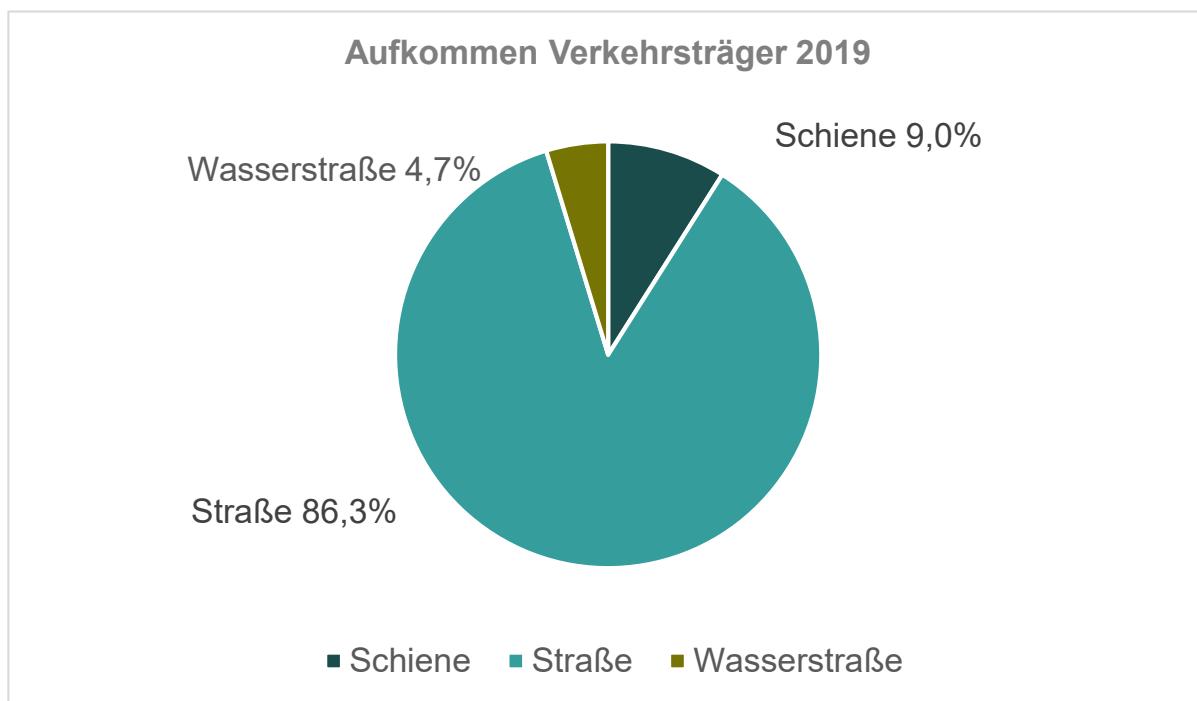


Abbildung 5-7

Modal Split nach Gütertransportaufkommen in 2019

Quelle: eigene Darstellung

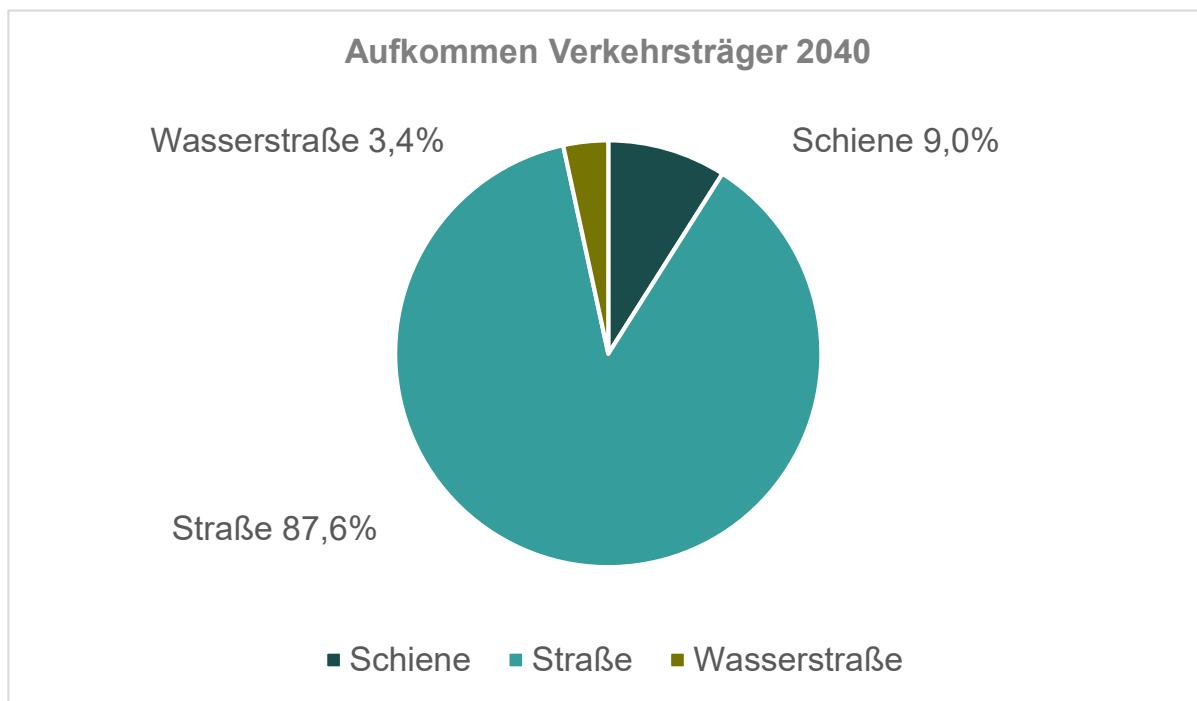
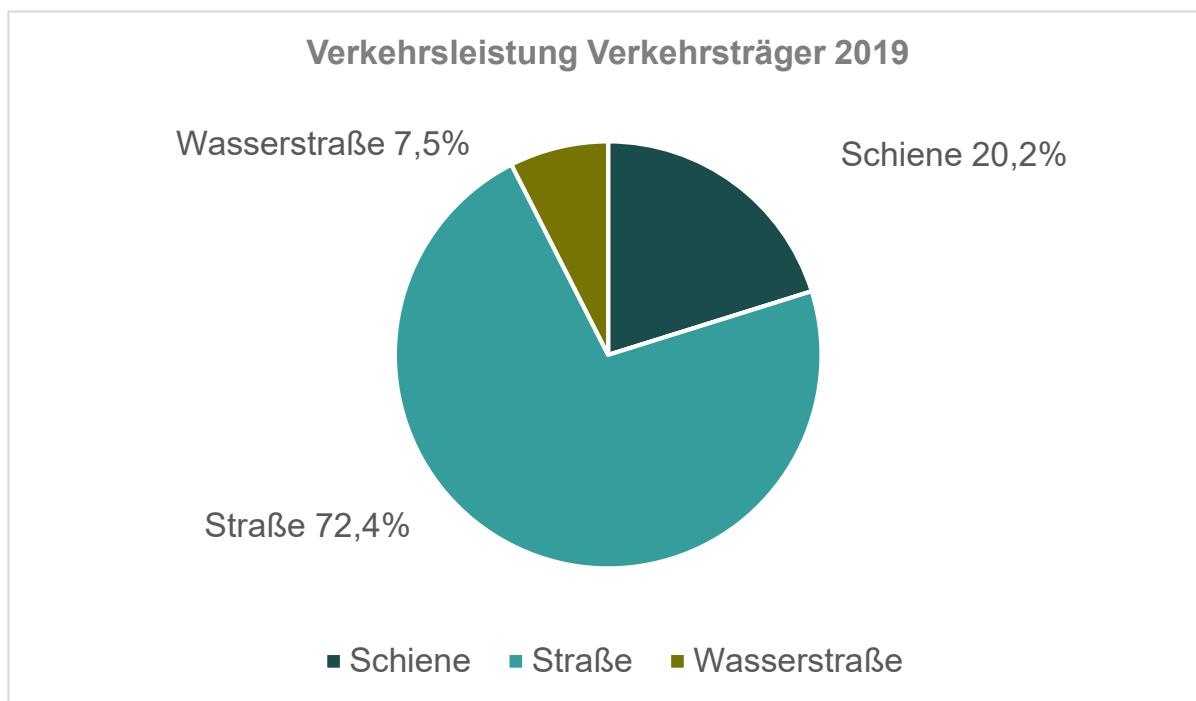


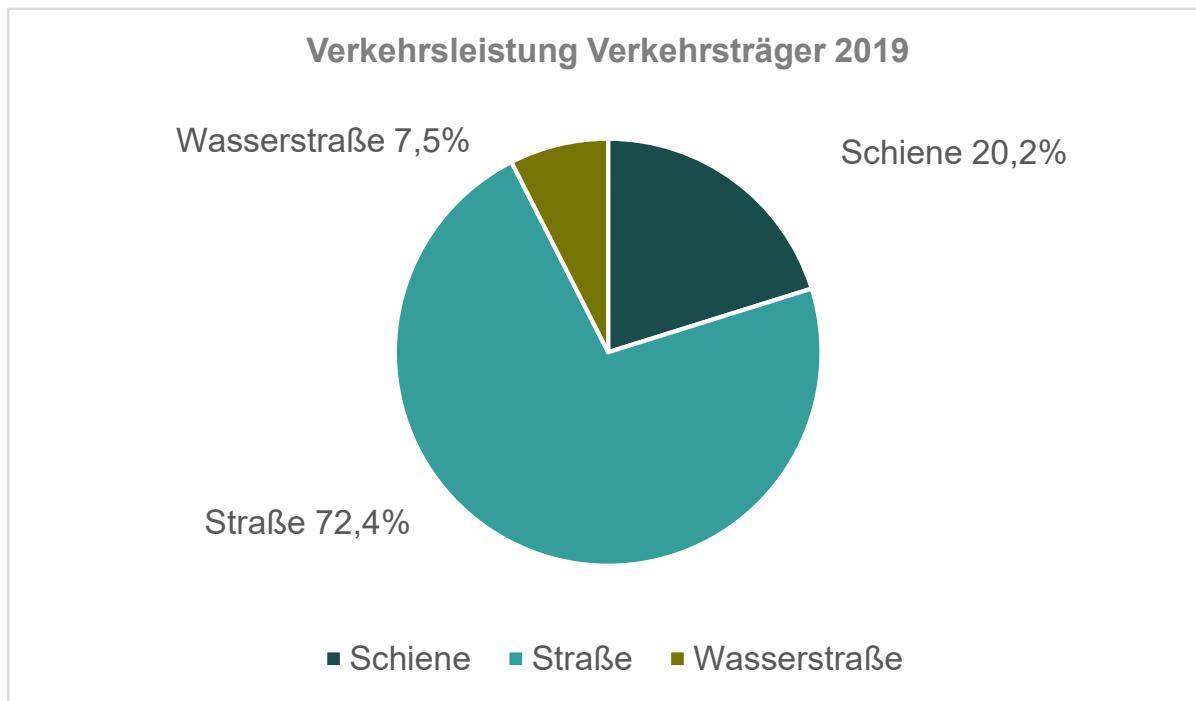
Abbildung 5-8

Modal Split nach Gütertransportaufkommen in 2040

Quelle: eigene Darstellung

**Abbildung 5-9****Modal Split nach Gütertransportleistung in 2019**

Quelle: eigene Darstellung

**Abbildung 5-10****Modal Split nach Gütertransportleistung in 2040**

Quelle: eigene Darstellung

Die Wasserstraße weist als einziger der drei Verkehrsträger eine negative Entwicklung auf. Das Aufkommen sinkt von 207 Mio. t auf 173 Mio. t bzw. um 16 %. Ursächlich ist der überproportionale Anteil der Massengüter, die dazu führen, dass die konventionellen Transporte bei der Wasserstraße um rund 25 % zurückgehen. Durch den auch bei der Wasserstraße steigenden Container- und Kombinierten Verkehr kann der Rückgang leicht aufgefangen, aber nicht kompensiert werden. Die

Gütertransportleistung auf der Wasserstraße per Binnenschiff sinkt in Folge des signifikanten Mengenrückgangs um 7 %. Der Rückgang fällt hier geringer aus, da die Transportweiten bei der Wasserstraße leicht zunehmen.

Sowohl im Schienen- als auch im Straßengüterverkehr erhöhen sich die Gütertransportleistungen stärker als bei der Wasserstraße. Die Tendenz zu höheren Transportweiten wird sich, wie auch in der Vergangenheit, fortsetzen. Im gesamten Güterverkehr wachsen die mittleren Transportweiten um 12 % von 158 Kilometer im Jahr 2019 auf 177 Kilometer im Jahr 2040.

Die Güterverkehrsaffinität der Wirtschaft ist insbesondere in den 90er Jahren stark von 2.229 t/1.000 € BIP⁸⁶-Leistung auf zwischenzeitlich 1.350 t/1.000 BIP-Leistung um rund 40 % gesunken. Allerdings schwankt dieser Wert seit 2009 zwischen 1.350 t/1.000 € und 1.421 €/1.000 € BIP. Bis 2040 wird der Wert um weitere 12 % auf nur noch 1.241 t/1.000 € BIP-Leistung sinken. In Zukunft wird sich die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit stärker entwickeln als das Verkehrsaufkommen (vgl. **Abbildung 5-11**).

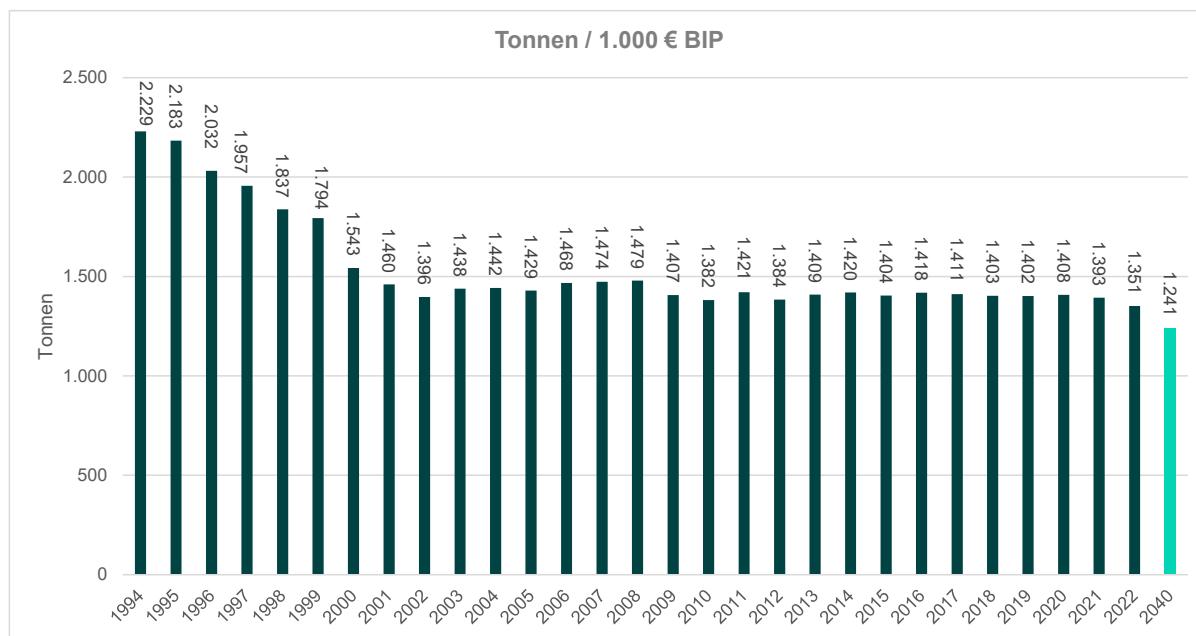


Abbildung 5-11

Entwicklung des Gütertransportaufkommens je 1.000 € Bruttoinlandsprodukt

Quelle: eigene Berechnungen

Anders stellt sich die Situation bei der Transportintensität der Wirtschaft dar. Die Transportintensität in tkm pro 1.000 € BIP-Leistung ist zwischen 1994 und 2022 um rund 4 % gesunken (siehe **Abbildung 5-12**), gegenüber 2008 jedoch sogar um fast 8 %. Allerdings schwankt die Transportintensität seit 2016, ohne größere Bewegungen, zwischen 219 und 227 tkm/1.000 €. Für die Zukunft wird zwischen 2021 und 2040 ein kleiner Rückgang von knapp 1 % erwartet, auf 220 tkm/1.000 € BIP-Leistung. Eine Entkoppelung von Wirtschafts- und Verkehrsleistungswachstum findet demzufolge weiterhin nur geringfügig statt. Es entsteht zukünftig weniger Verkehr je erzielter BIP-Leistung, dafür wird allerdings auch weiter gefahren.

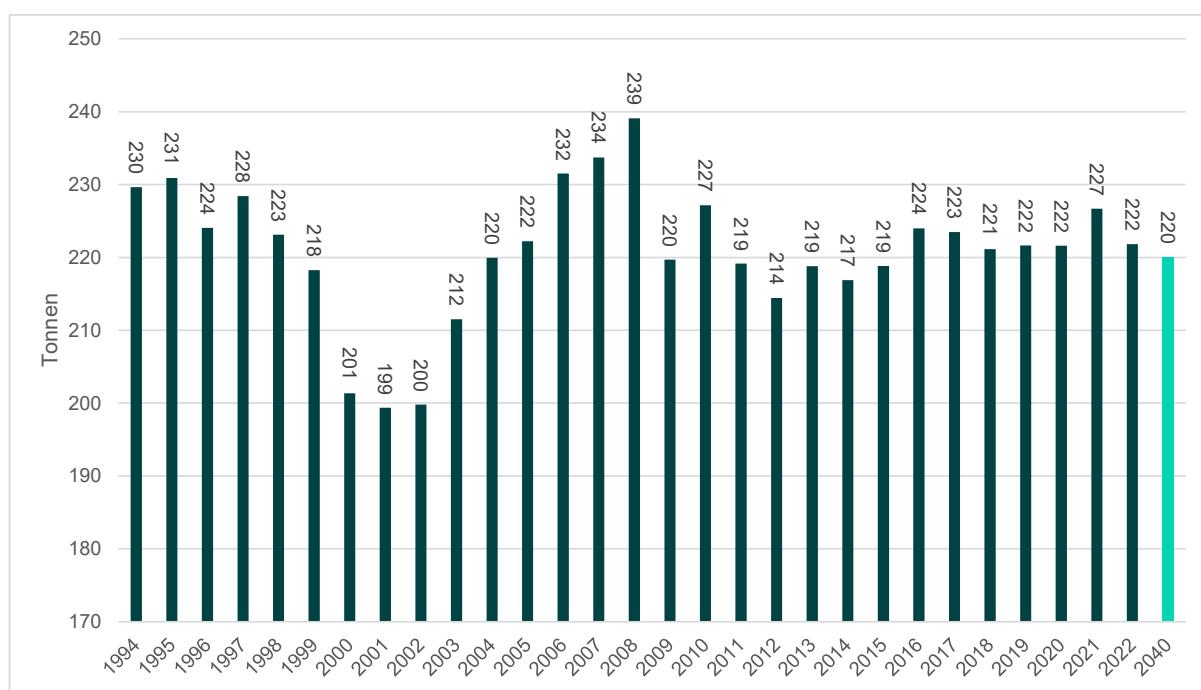


Abbildung 5-12

Entwicklung der Gütertransportleistung je 1.000 € Bruttoinlandsprodukt

Quelle: eigene Berechnungen

Beim Kombinierten Verkehr der Schiene und der Wasserstraße wird das Aufkommen um rund 90 % und die Gütertransportleistung um 82 % steigen. In der Prognose entwickeln sich diese Verkehrsträger deutlich stärker als die konventionell transportierten Transportgüter (+15 %). Der mit dem Seehafenhinterlandverkehr in Verbindung stehende Kombinierte Verkehr wird mit 48 % im Aufkommen jedoch deutlich geringer ansteigen als der kontinentale KV. Die Gütertransportleistung steigt im Seehafenhinterlandverkehr mit 34 % ebenfalls unterdurchschnittlich an. Dies liegt an Rückverlagerungen von Unternehmen nach Europa oder Deutschland bzw. der Neu-Ansiedlung von Produktionsprozessen in Deutschland bzw. Europa, verbunden mit einem geringeren Transportbedarf aus Übersee.

Innerhalb des Kombinierten Verkehrs wird sich das Aufkommen auf der Schiene mit einem Wachstum von 97 % fast verdoppeln und entwickelt sich günstiger als das der Wasserstraße mit 56 %. Bezogen auf den Schienengüterverkehr erhöht sich der Anteil des Kombinierten Verkehrs beim Aufkommen von 28 % auf 54 % und bei der Gütertransportleistung von 48 % auf 64 %. Im Jahr 2040 wird mehr als die Hälfte des Gütertransportaufkommens und nahezu zwei Drittel der Gütertransportleistung 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 neben den Containern, die überwiegend im Seehafenhinterlandverkehr eingesetzt werden, Wechselbehälter und Trailer, die im kontinentalen KV eingesetzt werden.

Im Seehafenhinterlandverkehr werden Container jedoch auch auf der Straße transportiert. Im Jahr 2019 wurden nach Schätzungen der Teilverkehrsprognose „Seeverkehrsprognose 2040“ (Basisprognose) rund 31,8 Mio. t an Containerladung auf der Straße mit Lkw transportiert. Auch wenn es sich hierbei statistisch nicht um Kombinierten Verkehr handelt, so handelt es sich um Ladungsaufkommen, das alternativ im Kombinierten Verkehr per Schiene oder Wasserstraße transportiert werden könnte. Ähnlich wie der Behälterverkehr der Schiene und der Wasserstraße wird sich auch das Ladungsaufkommen auf der Straße bis zum Jahr 2040 positiv entwickeln und steigt auf 45,7 Mio. t bzw. um 44 % an. Das

gegenüber Schiene und Wasserstraße geringere Wachstum bis 2040 ist auf sinkende Marktanteile am Containerverkehr der Seehäfen zurückzuführen.

Aufgrund des überdurchschnittlichen Anstiegs im Kombinierten Verkehr werden im Jahr 2040 rund 18,5 Mio. Ladeeinheiten bewegt werden. 80 % davon werden, wie auch im Jahr 2019, beladene Ladeeinheiten sein. Auch im Jahr 2040 sind rund 70 % der Ladeeinheiten 40-Fuß und größer.

	2019				2040				Wachstum	
	Schiene	Straße*	Wasserstraße	Alle Verkehrs-träger	Schiene	Straße*	Wasserstraße	Alle Verkehrs-träger	2019-2040 in %	
beladene Ladeeinheiten										
Behälter 20 - Fuß	863	0	422	1.285	1.195	0	704	1.899	47,8%	
Behälter 20,1 - 25 Fuß	546	0	0	546	905	0	0	905	65,8%	
Behälter 25,1 - 30 Fuß	224	0	68	292	935	0	118	1.053	260,6%	
Behälter 30 - 40 – Fuß	2.125	1.985	569	4.679	4.948	2.862	868	8.678	85,5%	
Sattelaufleger	1.172	0	0	1.172	1.970	0	0	1.970	68,1%	
Lkw/Sattelzüge	85	0	0	85	1	0	0	1	-98,8%	
Leere Ladeeinheiten										
Behälter 20 - Fuß	424	0	182	606	711	0	241	952	57,1%	
Behälter 20,1 - 25 Fuß	205	0	0	205	359	0	0	359	75,1%	
Behälter 25,1 - 30 Fuß	93	0	38	131	173	0	57	230	75,6%	
Behälter 30 - 40 - Fuß	487	89	254	830	1.587	277	361	2.225	168,1%	
Sattelaufleger	139	0	0	139	201	0	0	201	44,6%	
Lkw/Sattelzüge	2	0	0	2	1	0	0	1	-50,0%	
Summe	6.365	2.073	1.533	9.971	12.986	3.139	2.349	18.474	85,3%	
Anteil leere Einheiten	21,2%	4,3%	30,9%	19,2%	23,3%	8,8%	28,1%	21,5%		
Wachstum 2019-2040 in %					104,0%	51,4%	53,2%	85,3%		

*) Container im
Seehafenhinterlandverkehr

Tabelle 5-14

Entwicklung des Gütertransportaufkommens im Kombinierten Verkehr nach Verkehrsträgern, Beladungsgrad und Behältergrößen in 1.000 Ladeeinheiten (2019 und 2040)

Quelle: eigene Berechnungen auf Basis von Daten des Statistischen Bundesamtes und des KBA

In **Tabelle 5-15** und **Tabelle 5-16** sind das Gütertransportaufkommen und die Gütertransportleistung nach Gütergruppen (NST2007) und Verkehrsträger differenziert dargestellt.

**Gütertransportaufkommen
in 1.000 t**

		Schiene			Straße			Wasserstraße			Alle Verkehrsträger		
		2019	2040	VR in %	2019	2040	VR in %	2019	2040	VR in %	2019	2040	VR in %
10	Land- und forstwirtsch. Erzeugn.	6,5	8,8	35,3	215,1	248,9	15,7	13,4	14,6	8,9	235,0	272,3	15,9
21	Steinkohle	22,5	0,5	-97,9	5,2	0,0	-99,4	23,3	0,7	-97,1	50,9	1,2	-97,7
22	Braunkohle	5,2	0,0	-100,0	3,9	0,2	-94,9	0,0	0,0	0,0	9,1	0,2	-97,8
23	Erdöl und Erdgas	2,0	2,9	45,4	1,0	0,6	-41,1	0,0	0,0	-97,9	3,0	3,5	14,6
31	Erze	24,0	18,7	-22,2	0,7	0,6	-19,6	22,9	18,1	-20,9	47,7	37,4	-21,5
32	Düngemittel	1,7	1,9	15,7	1,5	1,7	10,7	0,2	0,2	2,6	3,4	3,8	12,7
33	Steine und Erden	28,9	38,3	32,4	940,9	1029,3	9,4	31,7	33,6	5,9	1001,5	1101,2	10,0
40	Nahrungs- und Genussmittel	2,6	6,3	137,5	404,0	520,7	28,9	8,1	10,7	31,3	414,8	537,7	29,6
50	Textilien, Bekleidung, Leder	0,0	0,3	7275,0	16,0	18,6	16,0	0,1	0,2	67,4	16,2	19,1	18,2
60	Holzwaren, Papier, Papier	9,7	12,7	30,9	165,2	196,2	18,8	3,1	3,8	20,1	178,1	212,7	19,4
71	Koks	4,1	0,1	-96,9	7,1	0,1	-98,6	1,9	0,1	-97,2	13,1	0,3	-97,9
72	Mineralölerzeugnisse	41,6	28,0	-32,6	93,4	26,4	-71,7	36,2	12,7	-65,1	171,2	67,1	-60,8
80	Chemische Erzeugnisse etc	29,2	37,4	28,2	178,5	204,1	14,3	22,0	27,3	24,5	229,7	268,8	17,1
90	Sonstige Mineralerzeugnisse	14,5	17,5	20,3	417,3	501,1	20,1	3,3	3,3	1,9	435,1	521,9	20,0
100	Metalle und Metallerzeugnisse	57,0	58,3	2,2	186,8	215,1	15,2	10,4	11,3	8,7	254,2	284,7	12,0
110	Maschinen und Ausrüstungen etc	0,8	2,0	142,4	70,8	96,9	37,0	0,8	1,1	36,4	72,4	100,0	38,1
120	Fahrzeuge	15,5	24,8	59,7	130,1	153,4	17,9	1,3	2,3	70,6	147,0	180,5	22,8
130	Möbel, Schmuck, Musikinstrumente etc.	0,0	0,2	1247,1	26,7	32,2	20,7	0,4	0,6	48,2	27,1	33,0	21,9
140	Sekundärrohstoffe, Abfälle	13,0	14,9	14,4	294,1	310,1	5,5	11,5	10,6	-7,3	318,6	335,6	5,4
150	Post, Pakete	0,0	5,6	0,0	66,5	117,7	77,0	0,0	0,0	0,0	66,5	123,3	85,5
160	Geräte und Material für Güterbeförd.	6,7	12,6	87,6	110,5	143,2	29,7	1,5	2,2	39,6	118,7	158,0	33,1
170	Umzugsgut, sonst. nichtmarktb. Güter	0,0	0,1	984,6	92,2	151,0	63,7	0,0	0,0	0,0	92,3	151,1	63,8
180	Sammelgut	4,2	7,3	73,3	288,3	449,1	55,8	0,4	0,4	-4,5	292,9	456,8	55,9
190	Gutart unbekannt	99,4	159,8	60,7	22,7	31,6	39,2	14,2	20,2	42,9	136,2	211,6	55,3
200	Sonstige Güter anderweitig nicht genannt	1,4	2,1	43,6	20,8	26,8	28,7	0,0	0,0	-8,3	22,3	28,9	29,6
Summe		390,8	461,0	18,0	3759,3	4475,7	19,1	206,8	173,9	-15,9	4356,8	5110,6	17,3
ohne GG 21, 22, 23, 31, 71, 72		291,3	410,8	41,0	3648,1	4447,8	21,9	122,5	142,4	16,3	4061,8	5001,0	23,1

Tabelle 5-15**Entwicklung des Gütertransportaufkommens nach Gütergruppen in 1.000 t**

Am stärksten wachsen verkehrsträgerübergreifend die Gütergruppen 150 „Post und Pakete“ (+3,0 % p. a.), 170 „Umzugsgüter“ (+2,4 % p. a.) sowie 180 „Sammelgut“ und die Gütergruppe 190 „Gutart unbekannt“ (jeweils +2,1 % p. a.).

Der starke Anstieg konzentriert sich vor allem auf KV-affine Gütergruppen und Stückgüter. In den GG 180 und 190 sind insbesondere Stückgüter enthalten, deren Transportmengen und Gütertransportleistungen unmittelbar von einer Steigerung der Zahl der Fertigungsstufen und durch eine sinkende innerbetriebliche Fertigungstiefe profitieren.

Das aufkommensmäßig höchste absolute Wachstum wird insbesondere bei Sammelgütern (+164 Mio. t), bei Nahrungs- und Futtermittel (+123 Mio. t) sowie Steine und Erden (+100 Mio. t) und Sonstige Mineralerzeugnisse (+87 Mio. t) auftreten. Hiervon profitiert insbesondere die Entwicklung bei der Straße. Allein die vier Gütergruppen Sammelgut (+161 Mio. t), Nahrungs- und Genussmittel (+117 Mio. t), Steine und Erden (+88 Mio. t) sowie sonstige Mineralerzeugnisse (+84 Mio. t) machen rund 63 % des Aufkommens- bzw. 50 % des Gütertransportleistungswachstums aus.

Nicht bei allen Gütergruppen wird jedoch eine positive Entwicklung eintreten. Die Verkehre an Mineralölerzeugnissen (-104 Mio. t), Kohle und Koks (-71 Mio. t) sowie Erzen (-10 Mio. t) gehen am stärksten zurück. Die Rückgänge der Verkehrsmengen an Koks, Braunkohle und Steinkohle um rund 98 % sowie Mineralölerzeugnisse um 69 % sind auf die sich verändernden energiepolitischen Rahmenbedingungen zurückzuführen. Durch den Kohleausstieg in der Strom- und Wärmeerzeugung sowie der Umstellung der Primärstahlindustrie auf Wasserstoff entfallen die bedeutendsten Abnehmer von Steinkohle und Koks im Inland. Darüber hinaus werden bis 2040 Ölheizungen und Verbrennungsmotoren überwiegend ersetzt, sodass auch die Nachfrage von fossilen Energieträgern stark abnehmen wird, auch wenn die Entwicklung durch E-Fuel-Importe (rund 25 Mio. t) in einem geringen Maß aufgefangen werden kann. Von dem Rückgang der fossilen Brennstoffe sind insbesondere die Wasserstraße und Schiene negativ betroffen.

Der Aufkommenszuwachs der Schiene um 72 Mio. t bzw. um 48 Mrd. tkm konzentriert sich im Wesentlichen auf die Gütergruppe 190 „unbekannte Güter“. Sie macht über 85 % des Aufkommens- bzw. über 66 % des Transportleistungszuwachses aus.

Bei der Wasserstraße ist ein Wachstum bei unbekannten Gütern (+6 Mio. t), Chemischen Erzeugnissen (+5 Mio. t), Nahrungs- und Genussmitteln (+2,5 Mio. t) sowie Steinen und Erden (+1,7 Mio. t) zu erwarten. Gegenüber den Rückgängen von Mineralölerzeugnissen (-33 Mio. t), Steinkohle (-24 Mio. t) und Erzen (-5 Mio. t) können die damit verbundenen Zuwächse jedoch nur rund 18 % der Verluste auffangen.

Werden die fossilen Energieträger bzw. Massengüter in der Verkehrsentwicklung zwischen 2019 und 2040 nicht mit einbezogen, erhöht sich das verkehrsträgerübergreifende Wachstum von 0,8 % auf 1,0 % p. a. Das Wachstum auf der Straße erhöht sich minimal von 0,8 % auf 1,0 % p. a., wohingegen der Anstieg bei der Schiene von 0,8 % auf 1,7 % p. a. stark überproportional ausfällt. Auch die Wasserstraße weist in diesem Fall statt einer negativen Entwicklung von 0,8 % p. a., ein positives Wachstum von 0,7 % p. a. aus.

Gütertransportleistung in
Mrd. tkm

		Schiene			Straße			Wasserstraße			Alle Verkehrsträger		
		2019	2040	VR in %	2019	2040	VR in %	2019	2040	VR in %	2019	2040	VR in %
10	Land- und forstwirtsch. Erzeugn.	2,4	3,3	35,9	37,6	48,7	29,3	5,0	5,7	12,7	45,1	57,6	27,8
21	Steinkohle	6,0	0,2	-97,1	0,5	0,0	-99,2	4,8	0,1	-96,9	11,3	0,3	-97,1
22	Braunkohle	0,5	0,0	-100,0	0,9	0,1	-92,0	0,0	0,0	0,0	1,4	0,1	-94,7
23	Erdöl und Erdgas	0,6	0,9	48,7	0,2	0,1	-59,4	0,0	0,0	-100,0	0,8	1,0	20,4
31	Erze	6,2	5,2	-15,5	0,2	0,2	-6,9	2,8	2,3	-17,7	9,2	7,7	-16,0
32	Düngemittel	0,6	0,7	21,6	0,2	0,3	26,9	0,1	0,1	-1,8	0,9	1,1	21,4
33	Steine und Erden	6,8	9,1	34,8	38,6	45,7	18,5	7,4	8,2	10,2	52,7	63,0	19,4
40	Nahrungs- und Genussmittel	1,4	2,8	103,2	70,7	98,4	39,0	2,2	2,9	33,2	74,3	104,1	40,0
50	Textilien, Bekleidung, Leder	0,0	0,1	4850,0	5,1	6,2	22,0	0,0	0,0	60,0	5,1	6,4	24,0
60	Holzwaren, Papier, Papier	5,4	7,0	29,0	38,7	49,8	28,7	0,8	0,9	9,7	44,9	57,7	28,4
71	Koks	1,3	0,0	-96,2	0,9	0,0	-97,8	0,3	0,0	-97,3	2,5	0,1	-96,9
72	Mineralölerzeugnisse	10,6	9,3	-11,9	8,3	4,2	-49,8	9,4	3,5	-62,8	28,3	17,0	-40,0
80	Chemische Erzeugnisse etc	9,7	13,1	34,7	33,5	41,9	25,3	6,3	8,4	34,9	49,4	63,5	28,3
90	Sonstige Mineralerzeugnisse	2,7	4,0	50,4	40,9	53,9	32,0	1,0	1,1	10,9	44,5	59,1	32,7
100	Metalle und Metallerzeugnisse	14,5	17,6	22,0	38,0	47,8	26,0	3,2	3,6	14,1	55,6	69,1	24,3
110	Maschinen und Ausrüstungen etc	0,4	0,8	107,6	17,7	25,6	44,4	0,3	0,4	30,7	18,4	26,8	45,5
120	Fahrzeuge	7,7	12,4	60,2	24,0	31,5	31,5	0,5	1,0	84,3	32,2	44,9	39,2
130	Möbel, Schmuck, Musikinstrumente etc	0,0	0,1	514,3	7,4	9,2	24,1	0,1	0,1	45,2	7,5	9,4	25,2
140	Sekundärrohstoffe, Abfälle	3,4	4,1	19,4	23,3	27,6	18,2	2,9	2,8	-5,4	29,6	34,4	16,0
150	Post, Pakete	0,0	2,5	0,0	14,1	24,5	74,3	0,0	0,0	0,0	14,1	27,0	92,3
160	Geräte und Material für Güterbeförd.	3,8	6,2	61,1	16,2	22,6	39,8	0,4	0,6	42,4	20,4	29,4	43,9
170	Umzugsgut, sonst. nichtmarktb. Güter	0,0	0,0	500,0	11,1	19,0	71,5	0,0	0,0	0,0	11,1	19,0	71,8
180	Sammelgut	1,8	2,9	63,1	60,0	96,9	61,4	0,3	0,3	-3,3	62,1	100,1	61,2
190	Gutart unbekannt	53,0	85,3	60,8	5,0	6,9	36,9	3,8	6,2	60,9	61,9	98,3	58,9
200	Sonstige Güter anderweitig nicht genannt	0,2	0,3	64,7	5,8	7,5	29,4	0,0	0,0	0,0	5,9	7,7	30,3
Summe		138,9	188,0	35,3	498,8	668,4	34,0	51,6	48,2	-6,7	689,3	904,5	31,2
ohne GG 21, 22, 23, 31, 71, 72		113,8	172,3	51,4	487,8	663,9	36,1	34,3	42,2	22,9	635,9	878,4	38,1

Tabelle 5-16 Entwicklung der Gütertransportleistung nach Gütergruppen in Mrd. tkm

Die Entwicklung bei der Verkehrsleistung vollzieht sich ähnlich zu der des Gütertransportaufkommens.

5.2.2 Entwicklung des Güterverkehrs nach Hauptverkehrsbeziehungen

Die Entwicklung des Güterverkehrs in der Differenzierung nach den vier Hauptverkehrsbeziehungen (Binnenverkehr, grenzüberschreitender Versand, grenzüberschreitender Empfang und Transit) ist in der **Tabelle 5-17** sowie in **Tabelle 5-18** dargestellt.

Hauptverkehrsbeziehung	2019	2040	Veränderung 2019 - 2040	
	Mio. t	Mio. t	insgesamt in %	in % p. a.
Schiene				
Binnenverkehr	243,6	252,5	3,6	0,2
Grenzüberschreitender Versand	55,6	81,7	47,0	1,9
Grenzüberschreitender Empfang	67,0	88,7	32,3	1,3
Transitverkehr	24,5	38,1	55,7	2,1
Summe	390,8	461,0	18,0	0,8
Straße				
Binnenverkehr	3.169,1	3.760,5	18,7	0,8
Grenzüberschreitender Versand	230,9	254,4	10,2	0,5
Grenzüberschreitender Empfang	223,1	277,5	24,4	1,0
Transitverkehr	136,2	183,4	34,6	1,4
Summe	3.759,3	4.475,7	19,1	0,8
Wasserstraße				
Binnenverkehr	53,1	47,1	-11,3	-0,6
Grenzüberschreitender Versand	49,6	45,4	-8,5	-0,4
Grenzüberschreitender Empfang	90,6	66,4	-26,8	-1,5
Transitverkehr	13,5	15,1	11,7	0,5
Summe	206,8	173,9	-15,9	-0,8
Gesamtverkehr				
Binnenverkehr	3.465,8	4.060,1	17,2	0,8
Grenzüberschreitender Versand	336,1	381,5	13,5	0,6
Grenzüberschreitender Empfang	380,8	432,5	13,6	0,6
Transitverkehr	174,2	236,5	35,8	1,5
Summe	4.356,8	5.110,6	17,3	0,8

Tabelle 5-17

Entwicklung des Gütertransportaufkommens nach Hauptverkehrsbeziehungen (in Mio. t)

Der grenzüberschreitende Verkehr (Summe aus Transitverkehr, grenzüberschreitendem Versand und Empfang) wächst mit 18 % beim Aufkommen (von 0,9 auf 1,1 Mrd. t) und 28 % bei der Leistung (von 311 auf 397 Mrd. tkm). Damit entfallen knapp 22 % des gesamten Aufkommens- und 41 % des

gesamten Leistungszuwachses im Güterverkehr auf dieses Verkehrssegment. Der Anteil des grenzüberschreitenden Verkehrs am Gütertransportaufkommen wird bis zum Jahr 2040 bei ungefähr 21 % stabil bleiben, der Anteil an der Gütertransportleistung sinkt minimal von 46 % auf 45 %. Ursächlich für die abnehmende Bedeutung des grenzüberschreitenden Verkehrs sind die leicht zunehmenden Inlandsaktivitäten deutscher Unternehmen, getrieben durch die stark steigenden klimapolitischen Investitionen im Inland, sodass trotz hoher inländischer Faktor- und Rohstoffkosten der Binnenverkehr an Bedeutung gewinnt.

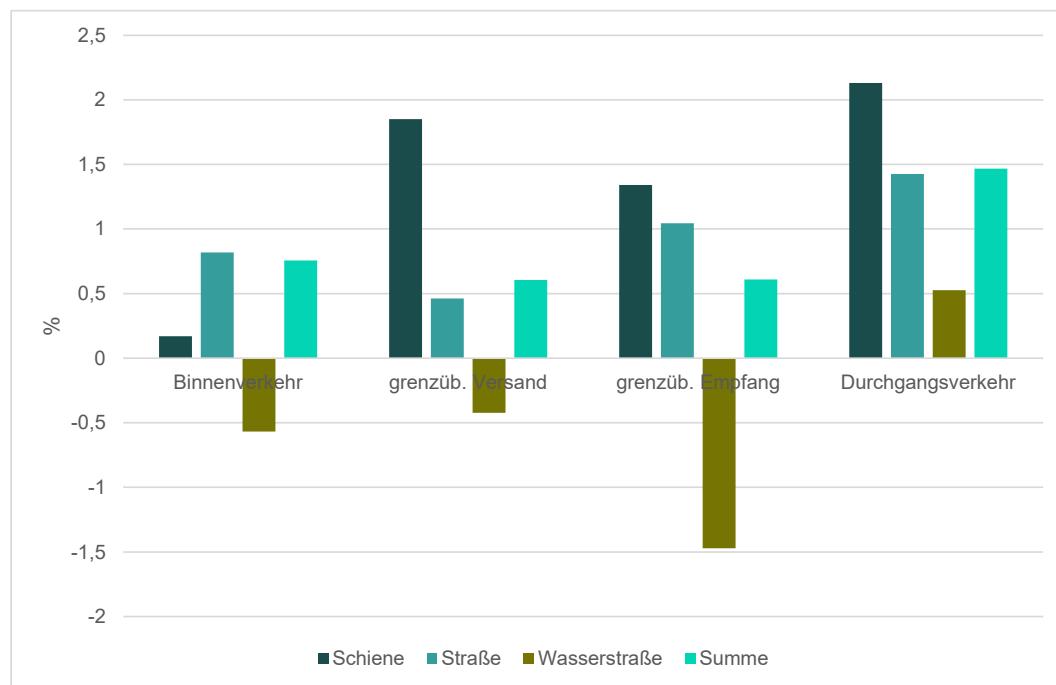
Innerhalb des grenzüberschreitenden Verkehrs wächst der Transitverkehr mit 36 % beim Aufkommen und 37 % bei der Verkehrsleistung deutlich stärker als die anderen beiden Verkehrsbeziehungen. Sowohl das Gütertransportaufkommen als auch die Gütertransportleistung wachsen im grenzüberschreitenden Versand und Empfang mit 14 % bzw. 23 % etwas schwächer gegenüber dem Binnenverkehr und Transitverkehr. Der Anteil des Transitverkehrs am gesamten Güterverkehr steigt somit beim Aufkommen von 4 % auf 5 % und bei der Verkehrsleistung von 15 % auf 16 %. 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 angrenzenden westeuropäischen Staaten.

Hauptverkehrsbeziehung	2019	2040	Veränderung 2019 - 2040	
	Mrd. tkm	Mrd. tkm	insgesamt in %	in % p. a.
Schiene				
Binnenverkehr	65,2	80,5	23,4	1,0
Grenzüberschreitender Versand	27,7	41,0	47,9	1,9
Grenzüberschreitender Empfang	29,9	41,7	39,5	1,6
Transitverkehr	16,1	24,8	53,9	2,1
Summe	138,9	188,0	35,3	1,5
Straße				
Binnenverkehr	298,6	412,2	38,0	1,6
Grenzüberschreitender Versand	60,3	70,1	16,2	0,7
Grenzüberschreitender Empfang	62,6	81,0	29,5	1,2
Transitverkehr	77,3	105,1	36,0	1,5
Summe	498,8	668,4	34,0	1,4
Wasserstraße				
Binnenverkehr	10,3	10,1	-2,1	-0,1
Grenzüberschreitender Versand	13,1	12,8	-2,5	-0,1
Grenzüberschreitender Empfang	19,6	15,5	-21,0	-1,1
Transitverkehr	8,7	9,9	13,8	0,6
Summe	51,6	48,2	-6,7	-0,3
Gesamtverkehr				
Binnenverkehr	374,1	502,7	34,4	1,4
Grenzüberschreitender Versand	101,1	123,8	22,5	1,0
Grenzüberschreitender Empfang	112,1	138,2	23,3	1,0
Transitverkehr	102,1	139,8	37,0	1,5
Summe	689,3	904,5	31,2	1,3

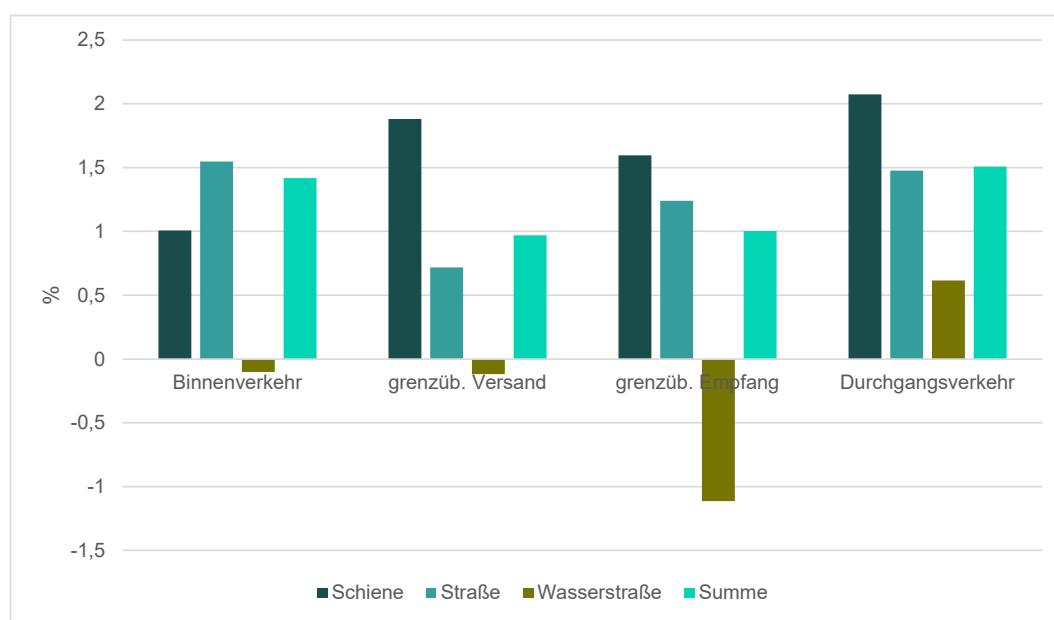
Tabelle 5-18 Entwicklung der Gütertransportleistung nach Hauptverkehrsbeziehungen (in Mrd. tkm)

Insgesamt wächst das Aufkommen des Binnenverkehrs im Vergleich zum grenzüberschreitenden Verkehr mit 17 % nur geringfügig geringer. Das Wachstum der Verkehrsleistung fällt mit 34 % hingegen

etwas stärker aus. Die relativ starke Verkehrsentwicklung im Binnenverkehr liegt unter anderen an dem hohen Anteil von Baustoffen (Steine und Erden) sowie sonstigen Mineralerzeugnissen und deren positiven Entwicklungsaussichten. Ursächlich hierfür ist insbesondere die durch die klimapolitischen Zielsetzungen ausgelöste erhöhte Bau- und Investitionstätigkeit im Inland. Die Wachstumsraten der einzelnen Hauptverkehrsbeziehungen jeweils für Aufkommen und Leistung sind in der **Abbildung 5-13** und der **Abbildung 5-14** gegenübergestellt. Aus diesen wird das verkehrsträgerübergreifende Wachstum im Transitverkehr ersichtlich.

**Abbildung 5-13**

Wachstumsraten des Gütertransportaufkommens nach Hauptverkehrsbeziehungen und Verkehrsträgern (2019-2040) in % p. a.

**Abbildung 5-14**

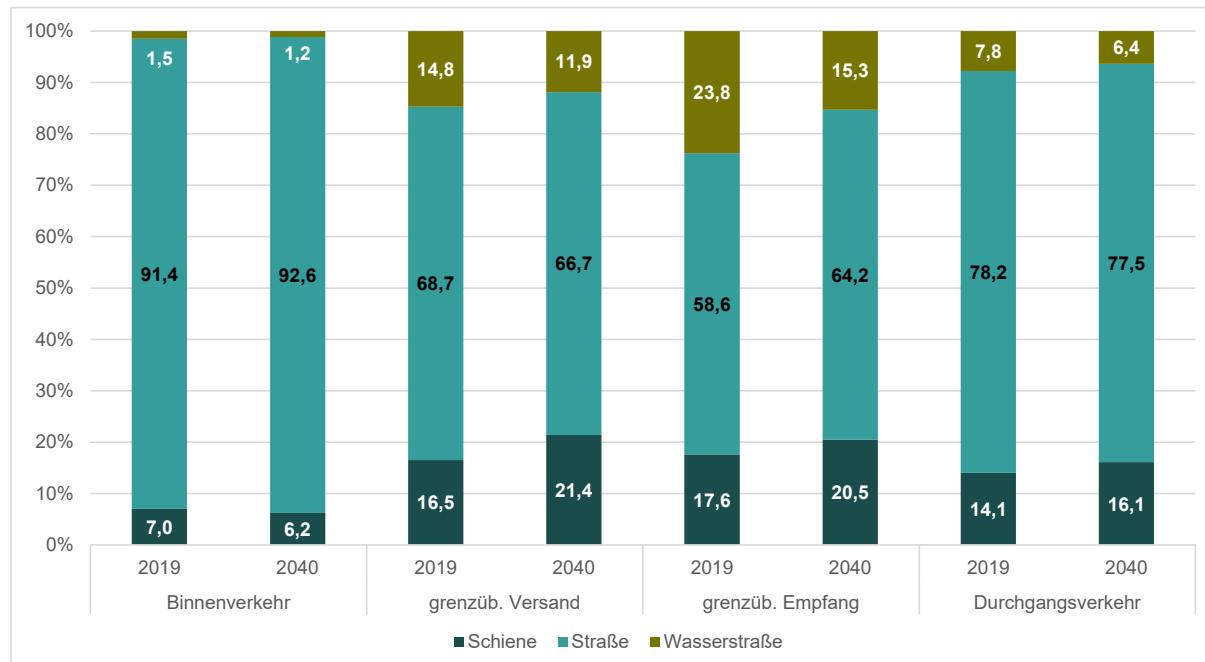
Wachstumsraten der Gütertransportleistung nach Hauptverkehrsbeziehungen und Verkehrsträgern (2019-2040) in % p. a.

5.2.2.1 Entwicklung im Binnenverkehr

Im Binnenverkehr ist die Straße mit einem Anteil von 93 % beim Gütertransportaufkommen und 83 % bei der Verkehrsleistung der mit Abstand bedeutendste Verkehrsträger (vgl. **Abbildung 5-15** und **Abbildung 5-16**). Der Straßengüterverkehr wächst um 19 % beim Aufkommen bzw. 38 % bei der Gütertransportleistung. Die für den gesamten Binnenverkehr bereits oben genannten maßgebenden Entwicklungsgründe, die in dem starken Wachstum von Steinen, Erden, sonstigen Mineralprodukten sowie Sekundärrohstoffen und Abfällen liegen, treffen insbesondere auf den Straßenverkehr zu.

Zweitstärkster Verkehrsträger ist die Schiene mit einem Anteil von 7 % im Aufkommen und 16 % bei der Gütertransportleistung. Das Aufkommen wächst mit 3 % nur geringfügig, während die Gütertransportleistung mit 23 % deutlich gegenüber 2019 zunimmt. Die Schiene verliert dennoch aufgrund des überproportionalen Wachstums bei der Straße Marktanteile beim Gütertransportaufkommen und der Gütertransportleistung.

Die bedeutendsten Güter im Güterverkehr der Schiene sind Metalle und Metallerzeugnisse (Anteil 2019: 18 %), Mineralölprodukte (14 %), unbekannte Güter (13 %), Steine und Erden (10 %) und Chemische Produkte (8 %). Diese Güter machen insgesamt nahezu zwei Drittel des Schienenaufkommens im Binnenverkehr aus. Während das Aufkommen an Braun- und Steinkohle durch den Kohleausstieg entfällt und die Mineralölprodukte deutlich zurückgehen, was einem Aufkommensverlust von 16 % entspricht, profitiert die Schiene insbesondere von der positiven Entwicklung im KV (hierbei handelt es sich insbesondere um die Gütergruppen unbekannte Güter und damit verbundene Eigengewichte, die zwischen 2019 und 2040 um rund 65 % ansteigen). Ein weiterer Grund sind Marktanteilsgewinne der Schiene am maritimen Containerverkehr der deutschen Nordseehäfen. Durch diesen überdurchschnittlichen Aufkommensanstieg im Kombinierten Verkehr können die Mengenverluste durch die rückgehenden Transporte an Braun- und Steinkohle sowie Mineralölprodukten deutlich überkompensiert werden. Der geringere Rückgang im Vergleich zur Kohle von Mineralölprodukten ist auf erwartete Importe von E-Fuels sowie auf Neuverkehre an CO₂, welche ebenfalls der Gütergruppe Mineralölprodukte zugeordnet werden, zurückzuführen.

**Abbildung 5-15****Entwicklung der Marktanteile der Verkehrsträger am Gütertransportaufkommen nach Hauptverkehrsbeziehungen**

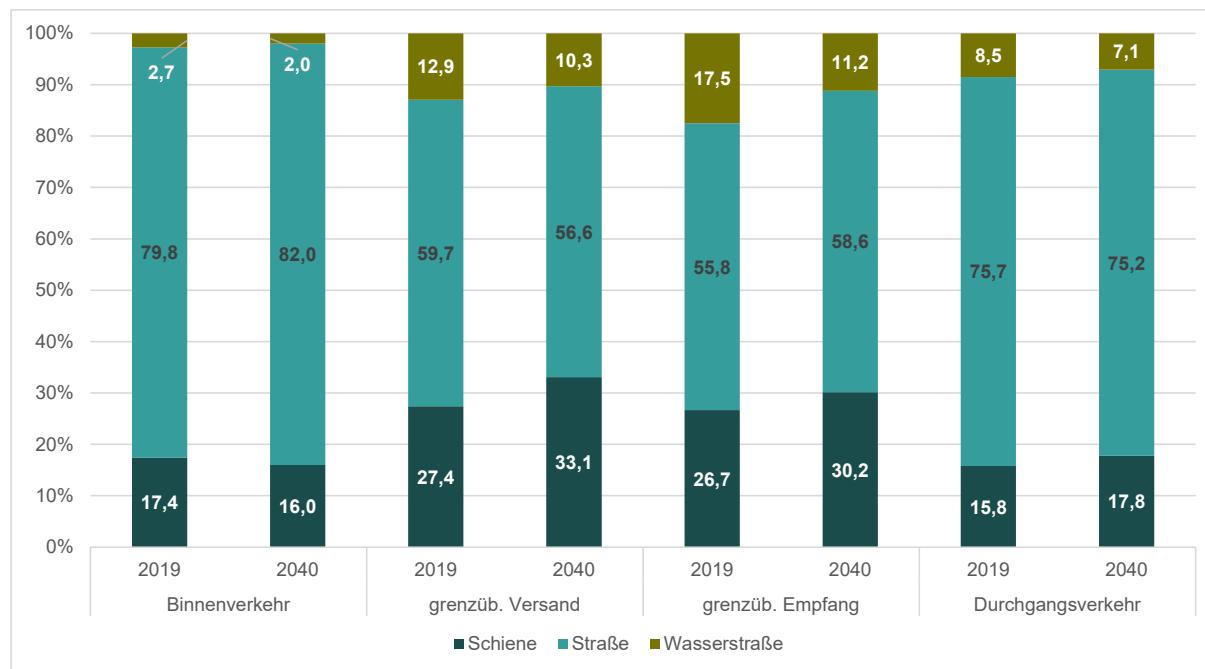


Abbildung 5-16

Entwicklung der Marktanteile der Verkehrsträger an der Gütertransportleistung nach Hauptverkehrsbeziehungen

Großen Anteil an dem Aufkommenszuwachs haben auch Steine und Erden (15 %), Fahrzeuge (11 %) und Post, Pakete (8 %). Bei Steinen und Erden profitiert die Schiene von der Entwicklung der letzten Jahre, die zukünftig anhalten und sich verstetigen wird. In vielen Sand- und Kiesgruben in den östlichen Bundesländern wurden aufgrund der nachlassenden lokalen Baukonjunktur immer mehr langlaufende Verkehre entwickelt. Die zunehmende Zurückhaltung bei der Erteilung neuer Konzessionen von Abbaustätten in den westlichen Bundesländern hat diese Entwicklung gestützt. Diese mittlerweile gefestigten Wirtschaftsbeziehungen werden in Zukunft weiter ausgebaut werden. Zudem profitiert die Schiene von den weiterhin schlechten verkehrlichen Bedingungen der Wasserstraße an den meisten Standorten in Ostdeutschland.

Im Fahrzeugsegment ist das Wachstum u. a. auf die schwache konjunkturelle Lage der Fahrzeugindustrie im Analysejahr 2019 und einer Erholung der Fahrzeugproduktion in der Prognose zurückzuführen. Darüber hinaus ist die Errichtung zahlreicher Batteriewerke im Inland zu erwarten, bei denen sowohl in der Rohstoffbeschaffung als auch in der Verteilung der Fertigprodukte mit einem hohen Schienenanteil zu rechnen sein wird. Teilweise gedämpft wird die Entwicklung im Fahrzeugsegment von der generell sinkenden Nachfrage an Fahrzeugteilen aufgrund der Verdrängung der Verbrennungsfahrzeuge, die einen höheren Fahrzeugteileinsatz erfordern. Auch im Post- und Paketbereich profitiert die Schiene von den Bestrebungen der Paketdienstleister, deutlich mehr Verkehre im Kombinierten Verkehr abzuwickeln und damit Direktverkehre auf der Straße zu substituieren. Im Analysejahr 2019 waren solche Paketverkehre nur vereinzelt auf der Schiene zu beobachten. Die Entwicklung wird bis 2040 jedoch zu einem überproportionalen Wachstum beitragen.

Die Wasserstraße ist mit einem Marktanteil im Jahr 2019 von 2 % beim Aufkommen und 3 % bei der Gütertransportleistung der am weitesten spezialisierte Verkehrsträger. Aufgrund des auch den Binnenverkehr betreffenden Aufkommensrückgangs bei den Massengütern sinken sowohl die Anteile der Wasserstraße am Aufkommen als auch an der Leistung. Hier wirken sich die sinkenden Steinkohleströme und der Rückgang an Mineralölzeugnissen aus den Raffinerien negativ aus. Der Aufkommensrückgang der Wasserstraße im Binnenverkehr fällt mit rund 6 Mio. t nahezu ebenso hoch aus wie der Anstieg der Schiene im Binnenverkehr. Die Aufkommensverluste an Steinkohle und Mineralölprodukten in Höhe von rund 13 Mio. t können durch Aufkommenszuwächse an Steine und Erden, Recycling, Nahrungs- und Genussmitteln sowie Landwirtschaftlichen Erzeugnissen mit rund 5 Mio. t nicht kompensiert werden.

5.2.2.2 Grenzüberschreitender Versand

Im grenzüberschreitenden Versand werden im Jahr 2019 mit 69 % rund zwei Drittel des Gütertransportaufkommens bzw. rund 61 % der Gütertransportleistung vom Straßengüterverkehr erbracht. Der restliche Teil des Gütertransportaufkommens verteilt sich zu 17 % auf die Schiene und zu 15 % auf die Wasserstraße. Bei der Gütertransportleistung entfallen 26 % auf die Schiene und 13 % auf die Wasserstraße. Sowohl beim Gütertransportaufkommen als auch bei der Gütertransportleistung verzeichnet die Schiene mit jeweils über 50 % das weitaus größte Wachstum, während die Straße mit 10 % bzw. 16 % nur moderat zunimmt. Die Wasserstraße weist auch hier mit -9 % bzw. -3 % eine negative Entwicklung auf.

Am Aufkommenswachstum im Straßenverkehr nehmen Nahrungs- und Genussmittel (26 %) den größten Anteil ein, gefolgt von Chemischen Erzeugnissen (15 %), Sammelgut (11 %) sowie Holz und Papier (10 %). Diese vier Gütergruppen machen über 62 % des Gesamtwachstums im Straßenverkehr aus.

Bei der Schiene konzentriert sich das Wachstum auf unbekannte Güter bzw. auf den Kombinierten Verkehr. Sie machen rund 45 % des Aufkommenswachstums von 29 Mio. t aus. Weitere bedeutende Wachstumsanteile haben Mineralölprodukte mit 19 %. Dies ist auf die dieser Gütergruppe zugewiesenen CO₂-Verkehre zurückzuführen.

Bei der Wasserstraße steht der Rückgang insbesondere mit den Verkehren von Mineralölerzeugnissen zwischen den am Rhein liegenden Regionen und den Westhäfen in Verbindung. Der Rückgang an Mineralölprodukten von rund 5 Mio. t macht die Hälfte des gesamten Transportrückgangs der Wasserstraße in Höhe von rund 10 Mio. t aus. Der starke Einbruch kann von dem Wachstum an „unbekannten Gütern“ im KV sowie Chemischen Erzeugnissen in Höhe von rund 3,7 Mio. t nur teilweise aufgefangen werden.

5.2.2.3 Grenzüberschreitender Empfang

Auch im grenzüberschreitenden Empfang ist die Straße mit einem Anteil von 59 % am Aufkommen bzw. 57 % an der Gütertransportleistung der stärkste Verkehrsträger im Analysejahr 2019.

Wie auch im grenzüberschreitenden Versand machen Nahrungs- und Genussmittel mit 21 %, Chemische Erzeugnisse mit 13 % und Sammelgüter mit 11 % die höchsten Anteile am Aufkommenswachstum von 56 Mio. t aus. Des Weiteren sind Metalle und Metallerzeugnisse mit 10 % sowie Landwirtschaftliche Erzeugnisse mit 9 % am Aufkommenswachstum bedeutsam. Insgesamt machen all die genannten Güter rund 69 % des gesamten Wachstums aus.

Zweitstärkster Verkehrsträger im grenzüberschreitenden Empfang des Jahres 2019 ist die Wasserstraße mit einem Marktanteil von 24 % am Gütertransportaufkommen. Bei der Verkehrsleistung realisiert die Wasserstraße aufgrund der dominierenden Verkehre zwischen den Westhäfen und dem Ruhrgebiet mit geringen (inländischen) Transportweiten nur einen Marktanteil von 18 %. Infolge der auch hier zurückgehenden Massengüter geht der Marktanteil der Wasserstraße bis 2040 auf 15 % (am Gütertransportaufkommen) bzw. 11 % (an der Gütertransportleistung) zurück. Insbesondere der Rückgang an der für Kraftwerke und die Stahlindustrie importierten Steinkohle aus den Westhäfen in Höhe von 19 Mio. t macht 60 % des gesamten Rückgangs von 31 Mio. t aus. Von dem gesamten Wachstum von rund 7 Mio. t nehmen Chemische Erzeugnisse mit 2,7 Mio. t sowie unbekannte Güter mit 1,4 Mio. t den größten Anteil ein, können allerdings auch hier nicht die Rückgänge am Aufkommen und an der Verkehrsleistung kompensieren.

Die Schiene ist im Jahr 2019 mit einem Anteil von 18 % am Aufkommen zwar der Verkehrsträger mit dem kleinsten Marktanteil, sie kann jedoch sowohl ihr Gütertransportaufkommen als auch ihre Gütertransportleistung bis 2040 deutlich steigern und ihren Marktanteil zu Lasten der Wasserstraße ausbauen. Wesentliche Ursache ist genau wie auch beim grenzüberschreitenden Versand der Kombinierte Verkehr. Rund 16 Mio. t und somit knapp die Hälfte des Aufkommenswachstums von 33 Mio. t stehen hiermit in Verbindung. Diese können den Rückgang von 10,6 Mio. t insbesondere an Steinkohle aus den Westhäfen (-8,4 Mio. t) kompensieren.

5.2.2.4 Transit

Im Transitverkehr können alle Verkehrsträger aufgrund der hohen Wachstumsraten des Gesamtmarkts sowohl Aufkommen als auch Leistung steigern. Während die Schiene jedoch im Vergleich zu den beiden anderen Verkehrsträgern überdurchschnittlich ansteigt und somit Marktanteilsgewinne realisieren kann, müssen die beiden anderen Verkehrsträger trotz weiterem Wachstum Einbußen ihrer Marktanteile hinnehmen. Die Schiene wächst sowohl beim Aufkommen als auch bei der Leistung um rund 56 % und kann den Marktanteil bis 2040 beim Aufkommen von 14 % auf 16 % erhöhen. Die Straße wächst mit 34 % beim Aufkommen bzw. 36 % bei der Leistung etwas geringer als die Schiene, verbleibt aber mit einem Marktanteil von 77 % weiterhin der bedeutsamste Verkehrsträger. Nur im Transit kann die Wasserstraße ein positives Wachstum im Aufkommen von 11 % und 13 % bei der Leistung verzeichnen.

Rund 77 % des Aufkommenswachstums bei der Schiene sind auf unbekannte Güter und dem KV zurückzuführen. Das Aufkommenswachstum bei der Straße ist im Vergleich zu den anderen Verkehrsträgern diverser und besteht im Westlichen aus landwirtschaftlichen Erzeugnissen (14 %), Nahrungs- und Genussmitteln (13 %), Holz und Papier (11 %), Maschinen und Ausrüstungen (9 %) sowie Metallen und Metallerzeugnissen (8 %). Diese fünf Güter machen rund 56 % des Wachstums aus.

Bei der Wasserstraße sind die Anteile der Massengüter im Transit deutlich geringer, sodass sich insbesondere der Entfall von Mineralölproduktenezeugnissen in Höhe von 2,1 Mio. t weniger bemerkbar macht. Es besteht ein hoher Anteil an KV-Verkehren im Transit zwischen den Westhäfen und Frankreich bzw. der Schweiz, sodass hier das KV-Wachstum von rund 2,7 Mio. t die Massengüter überkompensieren kann.

5.2.3 Detailergebnisse zur regionalen und sektoralen Struktur des Güterverkehrs

5.2.3.1 Entwicklung des Güterverkehrs nach Bundesländern

Die Entwicklung des Güterverkehrs nach Bundesländern und Verkehrsträgern kann der **Tabelle 5-19** entnommen werden. Für jedes Bundesland (und für das Ausland) ist jeweils die Summe im Versand- und am Empfangsaufkommen dargestellt.

Aus der Tabelle ist eine teilweise starke Spreizung beim Verkehrswachstum nach den Bundesländern zu entnehmen. Sowohl beim Versand als auch beim Empfang weisen die Verkehre aus dem Saarland, Sachsen-Anhalt, Nordrhein-Westfalen, Bremen und Niedersachsen eine teilweise stark unterdurchschnittliche Entwicklung auf. Dies liegt an dem starken Anteil an Verkehren mit Energiegütern bzw. an der starken Bedeutung der Energie- und Stahlindustrie in diesen Bundesländern, die aufgrund der klimapolitischen Veränderungen in Zukunft einem starken Umstrukturierungsprozess ausgesetzt sein werden. Auch sorgt das verhaltene Wachstum im Seehafenhinterlandverkehr, insbesondere an den Nordseestandorten, für ein verhaltenes zukünftiges Verkehrswachstum.

Gütertransportaufkommen in Mio. t

	Schiene			Straße			Wasserstraße			Alle Verkehrsträger		
	2019	2040	VR in %	2019	2040	VR in %	2019	2040	VR in %	2019	2040	VR in %
Versand												
Schleswig-Holstein	3,7	5,4	0,5	107,6	129,4	0,2	3,3	2,5	-0,2	114,6	137,4	0,2
Hamburg	34,3	40,8	0,2	74,8	93,0	0,2	4,5	2,5	-0,5	113,6	136,3	0,2
Niedersachsen	42,5	38,1	-0,1	371,3	433,1	0,2	12,0	11,8	0,0	425,8	483,0	0,1
Bremen	8,0	11,3	0,4	35,6	39,1	0,1	1,0	1,1	0,1	44,6	51,5	0,2
Nordrhein-Westfalen	67,1	75,2	0,1	665,6	759,8	0,1	41,5	31,0	-0,3	774,2	866,0	0,1
Hessen	12,3	14,2	0,2	215,9	262,3	0,2	4,1	3,9	0,0	232,3	280,4	0,2
Rheinland-Pfalz	8,9	11,8	0,3	192,0	221,4	0,2	10,6	13,8	0,3	211,5	247,0	0,2
Baden-Württemberg	15,6	19,5	0,2	451,7	542,8	0,2	15,1	14,0	-0,1	482,5	576,4	0,2
Bayern	28,7	33,8	0,2	616,2	744,0	0,2	3,4	3,9	0,1	648,3	781,7	0,2
Saarland	4,6	5,0	0,1	35,7	40,7	0,1	1,1	0,8	-0,3	41,4	46,5	0,1
Berlin	1,1	1,4	0,3	36,7	43,8	0,2	0,5	0,5	0,1	38,3	45,8	0,2
Brandenburg	17,7	19,3	0,1	127,4	153,6	0,2	1,4	1,8	0,2	146,6	174,8	0,2
Mecklenburg-Vorpommern	3,5	5,0	0,4	76,5	92,7	0,2	0,0	0,1	2,0	80,0	97,7	0,2
Sachsen	11,5	15,1	0,3	159,8	189,3	0,2	0,0	0,0	0,3	171,4	204,4	0,2
Sachsen-Anhalt	35,7	29,0	-0,2	137,1	154,8	0,1	4,1	4,8	0,2	177,0	188,6	0,1
Thüringen	3,9	9,1	1,4	96,1	114,9	0,2	0,0	0,0		99,9	124,1	0,2
Ausland	91,5	126,8	0,4	359,3	460,8	0,3	104,1	81,4	-0,2	554,9	669,1	0,2
Summe	390,8	461,0	0,2	3759,3	4475,7	0,2	206,8	173,9	-0,2	4356,8	5110,6	0,2
Empfang												
Schleswig-Holstein	3,6	5,9	0,7	112,2	138,2	0,2	1,1	0,9	-0,1	116,8	145,0	0,2
Hamburg	22,8	34,1	0,5	69,9	85,6	0,2	4,2	4,8	0,2	96,8	124,5	0,3
Niedersachsen	54,8	50,7	-0,1	372,0	433,1	0,2	12,0	11,0	-0,1	438,7	494,9	0,1
Bremen	14,0	16,6	0,2	35,7	38,7	0,1	3,0	2,8	0,0	52,7	58,2	0,1
Nordrhein-Westfalen	65,8	74,5	0,1	650,2	750,4	0,2	75,3	51,3	-0,3	791,3	876,1	0,1
Hessen	9,4	9,6	0,0	219,0	268,5	0,2	8,4	8,4	0,0	236,7	286,5	0,2
Rheinland-Pfalz	10,2	15,1	0,5	183,9	213,5	0,2	12,7	11,0	-0,1	206,8	239,6	0,2
Baden-Württemberg	19,3	22,5	0,2	448,4	549,5	0,2	15,6	12,6	-0,2	483,3	584,6	0,2
Bayern	35,0	39,0	0,1	625,6	761,7	0,2	4,7	5,1	0,1	665,3	805,8	0,2
Saarland	12,4	8,4	-0,3	37,7	42,0	0,1	2,0	0,9	-0,5	52,1	51,4	0,0
Berlin	5,7	5,7	0,0	41,1	49,7	0,2	1,4	1,1	-0,2	48,2	56,5	0,2
Brandenburg	16,0	18,7	0,2	132,3	164,6	0,2	1,4	1,6	0,1	149,7	184,8	0,2
Mecklenburg-Vorpommern	6,0	7,0	0,2	77,1	92,0	0,2	0,0	0,0	4,5	83,1	99,0	0,2
Sachsen	10,1	12,6	0,2	159,6	188,5	0,2	0,0	0,0	0,5	169,8	201,1	0,2
Sachsen-Anhalt	21,3	14,7	-0,3	132,1	147,8	0,1	2,1	1,8	-0,1	155,5	164,3	0,1
Thüringen	4,3	6,1	0,4	95,6	114,2	0,2	0,0	0,0		99,9	120,3	0,2
Ausland	80,1	119,8	0,5	367,1	437,8	0,2	63,1	60,4	0,0	510,2	618,0	0,2
Summe	390,8	461,0	0,2	3759,3	4475,7	0,2	206,8	173,9	-0,2	4356,8	5110,6	0,2

Tabelle 5-19**Entwicklung des Gütertransportaufkommens nach Bundesländern und Verkehrsträgern im Versand und Empfang in Mio. t**

Überdurchschnittlich stark werden die Verkehre in Thüringen, Brandenburg, Schleswig-Holstein, Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern, Bayern, Baden-Württemberg, Hessen und Sachsen ansteigen. Häufig sind bedeutende Industrienausbauten der Auslöser für die überdurchschnittliche Entwicklung. TESLA in Grünheide, Northvolt in Heide sowie CATL in Arnstadt sind hier u. a. zu nennen. Auch stark wachsende Fährverkehre in den Ostseehäfen führen zu überdurchschnittlichen Entwicklungen. Standorte in Bayern und Baden-Württemberg profitieren von der Erholung der Automobilindustrie zwischen 2019 und 2040 bzw. von der starken Nachfrage nach Windkrafträdern, anderen Energieaggregaten und im Maschinenbau.

Auch wird die große Bedeutung Nordrhein-Westfalens für die Schiene und Wasserstraße deutlich. Beide Verkehrsträger wickeln rund ein Fünftel ihres Aufkommens in Deutschland in Nordrhein-Westfalen ab, die Wasserstraße sogar knapp die Hälfte. Das Schienengüteraufkommen in den von Mineralöl- und Montangütern geprägten Ländern Saarland und Sachsen-Anhalt geht zurück. An den Standorten mit Bezug zu Batterieproduktionen wie in Schleswig-Holstein und Thüringen wachsen die Schienengüterverkehre überproportional, ausgehend von einem verhältnismäßig geringeren Niveau.

Das Wasserstraßenaufkommen geht in nahezu jedem Bundesland mit signifikantem Aufkommen zurück bzw. stagniert.

Bei der Straße wird in Nordrhein-Westfalen, Niedersachsen, Bremen, im Saarland und in Sachsen-Anhalt ein vergleichsweise geringeres Wachstum erwartet. Im Allgemeinen ist das Wachstum bei der Straße in allen anderen Bundesländern jedoch weitgehend ähnlich.

Die folgenden Abbildungen (**Abbildung 5-17** bis **Abbildung 5-19**) veranschaulichen graphisch das unterschiedliche regionale Wachstum für die Verkehrsträger in der Summe aller Versand- und Empfangsverkehre. In der Darstellung nicht enthalten sind die Transitströme, während die Binnenverkehre sowohl im Quell- als auch im Zielgebiet erfasst sind.

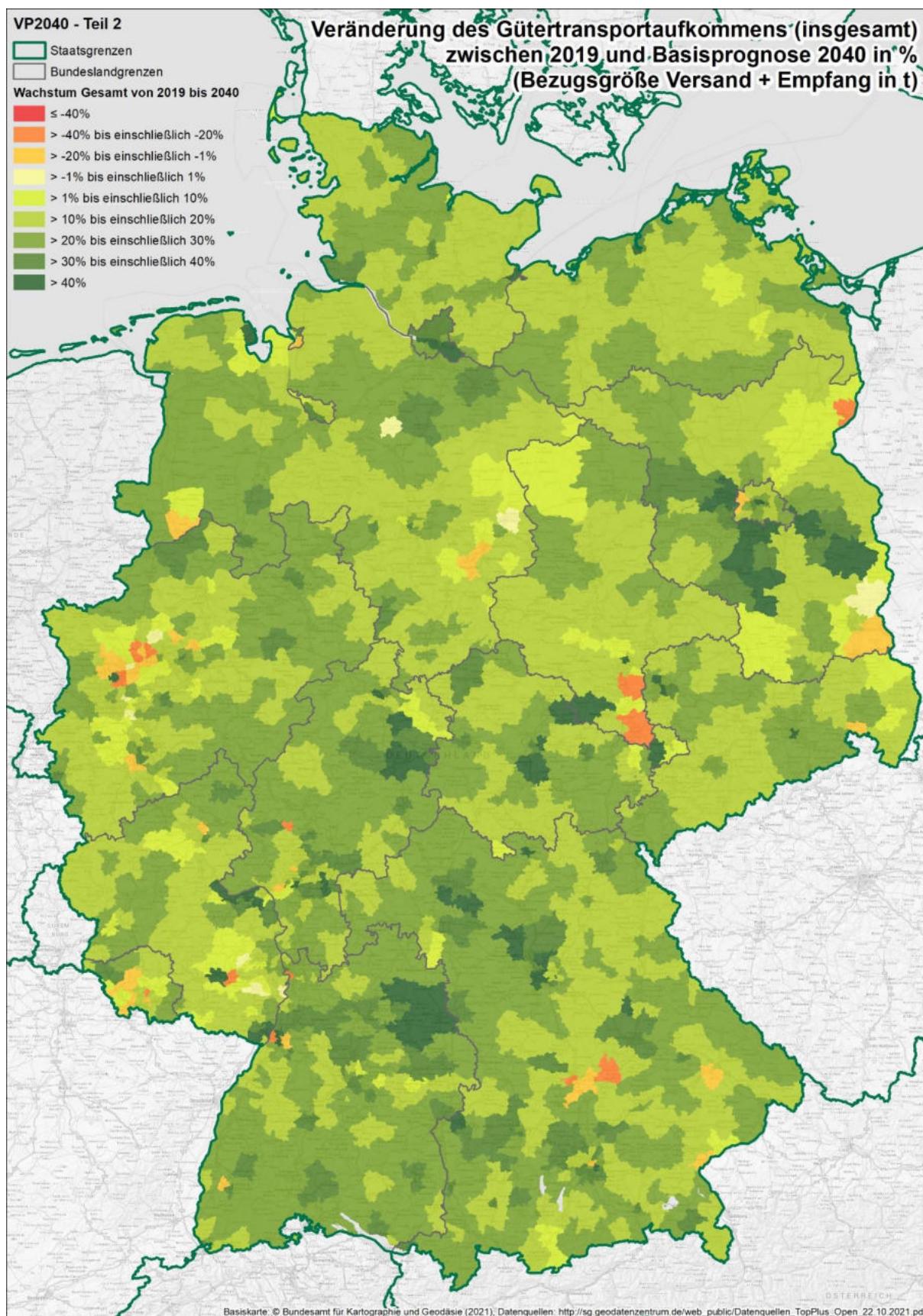


Abbildung 5-17

Veränderung des Gütertransportaufkommens (insgesamt) zwischen 2019 und 2040 in % (Bezugsgröße Versand und Empfang)

Aus **Abbildung 5-17** wird deutlich, dass weitgehend für alle Regionen in Deutschland ein Anstieg des Gütertransportaufkommens bis zum Jahr 2040 zu erwarten ist. Insbesondere in Süd- und Mitteldeutschland sind hohe Wachstumsentwicklungen über 20 % gegenüber 2019 zu erwarten. Bei einer geringen Anzahl von Regionen, wie z. B. bei den Stahlstandorten, sowie den großen Raffinerie- und den Bergbaustandorten ist ein Rückgang zu verzeichnen. Dies ist ein durch die Strukturdatenprognose bzw. durch den Güterstrukturwandel begründeter Effekt, da diese Regionen von dem Rückgang der Massengüter besonders betroffen sind.

Das Gütertransportaufkommen wird in Karlsruhe (Rückgang der Mineralölproduktion) am stärksten zurückgehen (-39 %). Bei den meisten anderen Verkehrsregionen mit rückläufigem Aufkommen besteht ebenfalls ein hoher Bezug zu Massengütern, insbesondere sind es mineralölverarbeitende Standorte, wie z. B. Ingolstadt, Schwedt (Oder), Merseburg, Mannheim Neckarau oder Standorte der Primärstahlindustrie wie Duisburg, Dillingen (Saar) oder Salzgitter. In diesen Regionen geht das Verkehrsaufkommen zwischen 12 % und 37 % zurück.

Zu den am stärksten wachsenden Verkehrsregionen zählen die neuen Batterie- und Fahrzeugstandorte Erkner (Tesla), Arnstadt (CATL), Kaiserslautern (ACC) und Heide (Northvolt) sowie die Metropolregionen mit starker Industriekonzentration, insbesondere im Maschinenbau, Hamburg, Nürnberg, Leipzig, Dresden und München. Hier wird überall ein Verkehrsmengenwachstum von über 50 % erzielt. Die anderen Standorte liegen von ihrer aufkommensmäßigen Bedeutung eher im Mittelfeld.

Im Schienengüterverkehr (siehe **Abbildung 5-18**) wird das höchste Verkehrswachstum in den Regionen um Berlin, Erfurt, Wilhelmshaven und Nürnberg erzielt. Hier liegen lokale Sonderentwicklungen vor, die insbesondere zu einem hohen Wachstum im Kombinierten Verkehr und zu einer Verdoppelung des Schienengüterverkehrs gegenüber 2019 führen. Andererseits wird das Schienengüterverkehrsaufkommen in Pforzheim, Euskirchen und Bottrop in Folge des Rückgangs an Mineralöl- und Kohleprodukten nahezu vollständig zurückgehen.

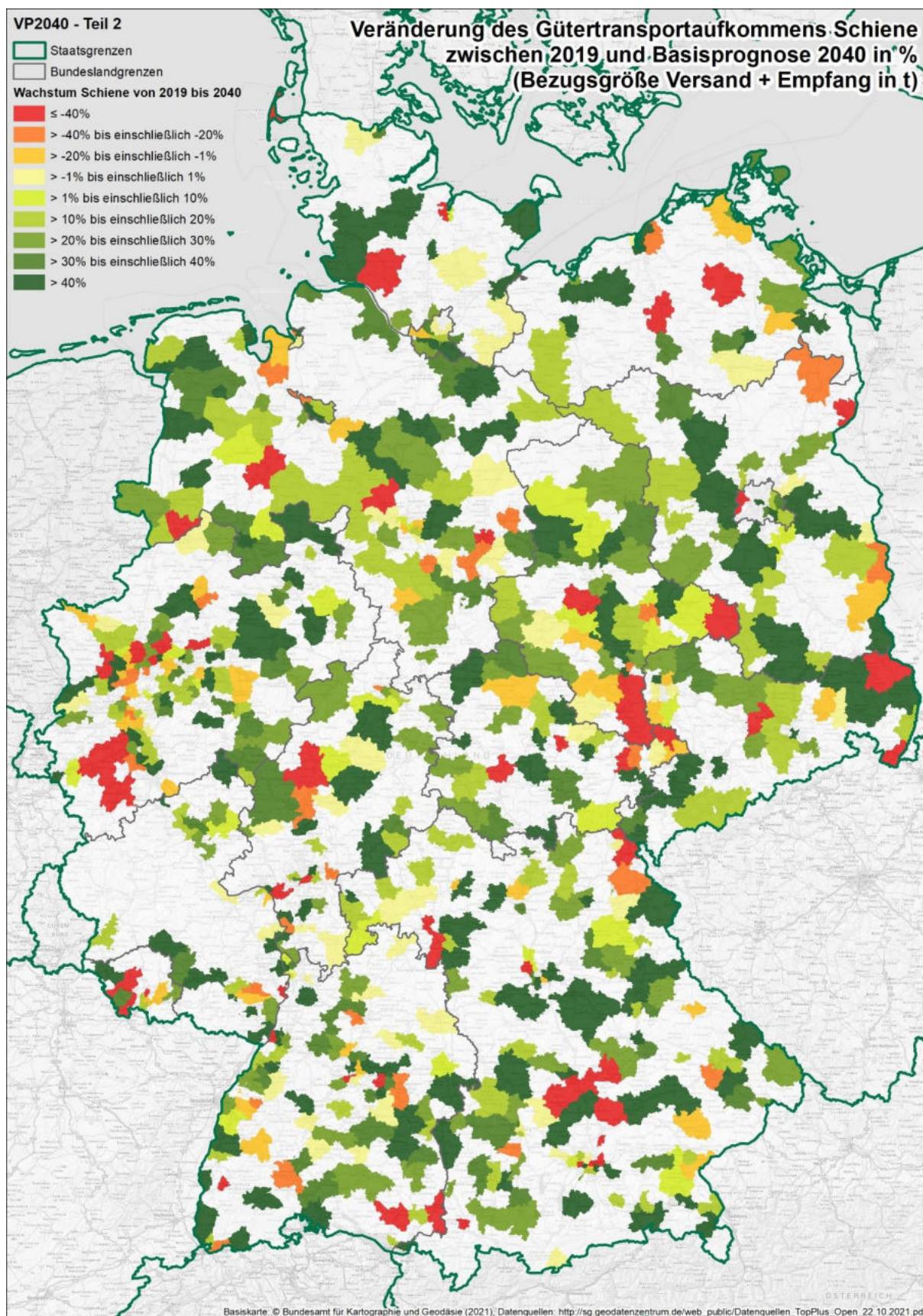


Abbildung 5-18

Veränderung des Gütertransportaufkommens Schiene zwischen 2019 und 2040 in % (Bezugsgröße Versand und Empfang in t)

Der größte Anstieg des Straßengütertransportaufkommens wird rund um Berlin in Grünheide und Ludwigsfelde, in München, Ingolstadt, Nürnberg und Leipzig realisiert werden (alle über 50 %). Neben der Ansiedlung von neuen Unternehmen ist die starke Konzentration und Bildung von regionalen Logistikzentren, auch im Post- und Paketbereich, hierfür verantwortlich. 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 durch den Rückgang der Distributionsverkehre im Mineralölbereich, insbesondere in Wilhelmshaven, Karlsruhe, Gelsenkirchen und Schwedt (alle mit mehr als 10 %).

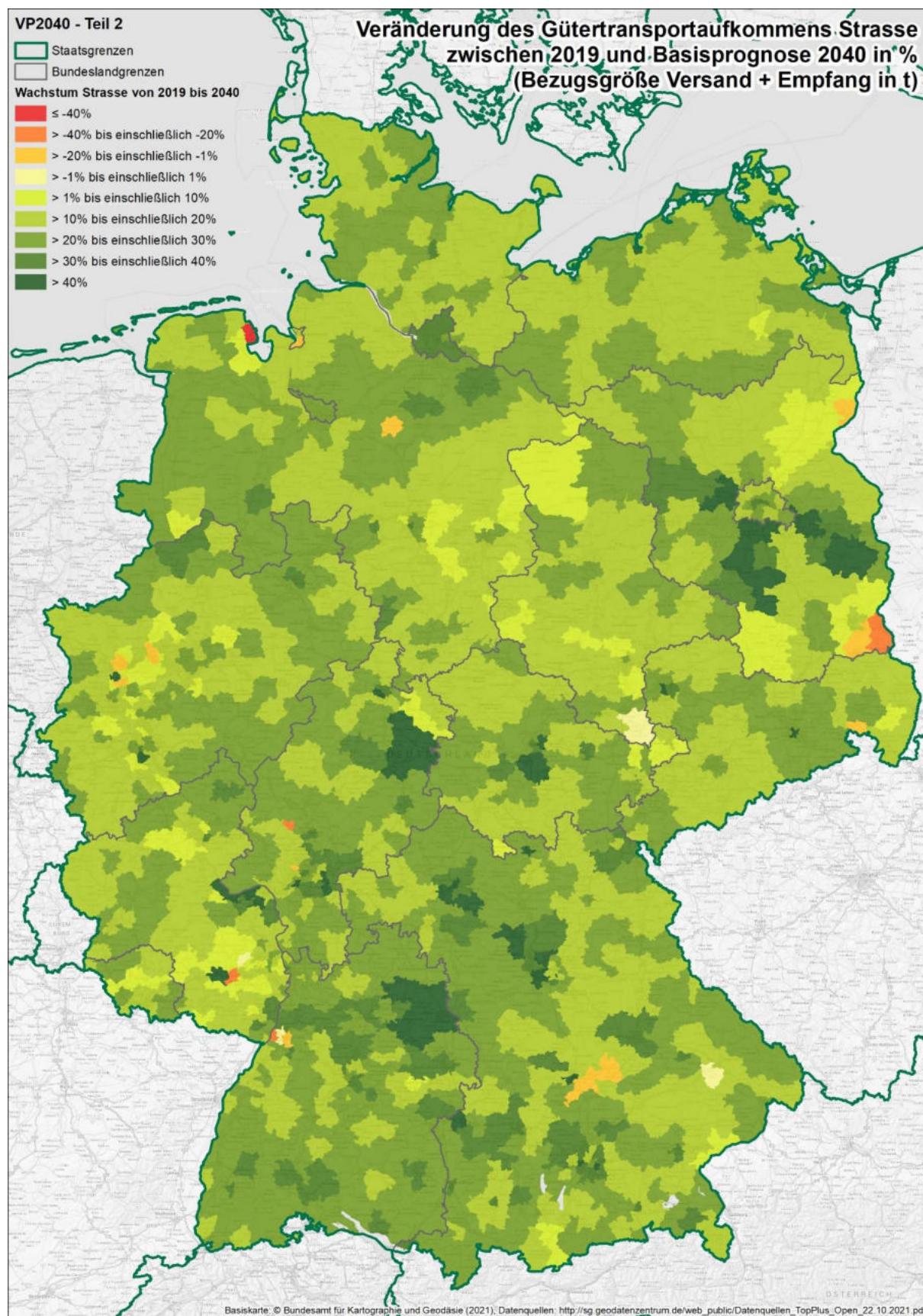


Abbildung 5-19

Veränderung des Gütertransportaufkommens Straße zwischen 2019 und 2040 in % (Bezugsgröße Versand und Empfang in t)

Güterverkehre der Wasserstraße werden insbesondere an den traditionellen Standorten der Stahl- und Mineralölverarbeitung oder -lagerung stark zurückgehen. Dies betrifft neben den Standorten an Rhein- und Ruhr und im Saarland auch Frankfurt, Stuttgart, Mannheim und Karlsruhe.

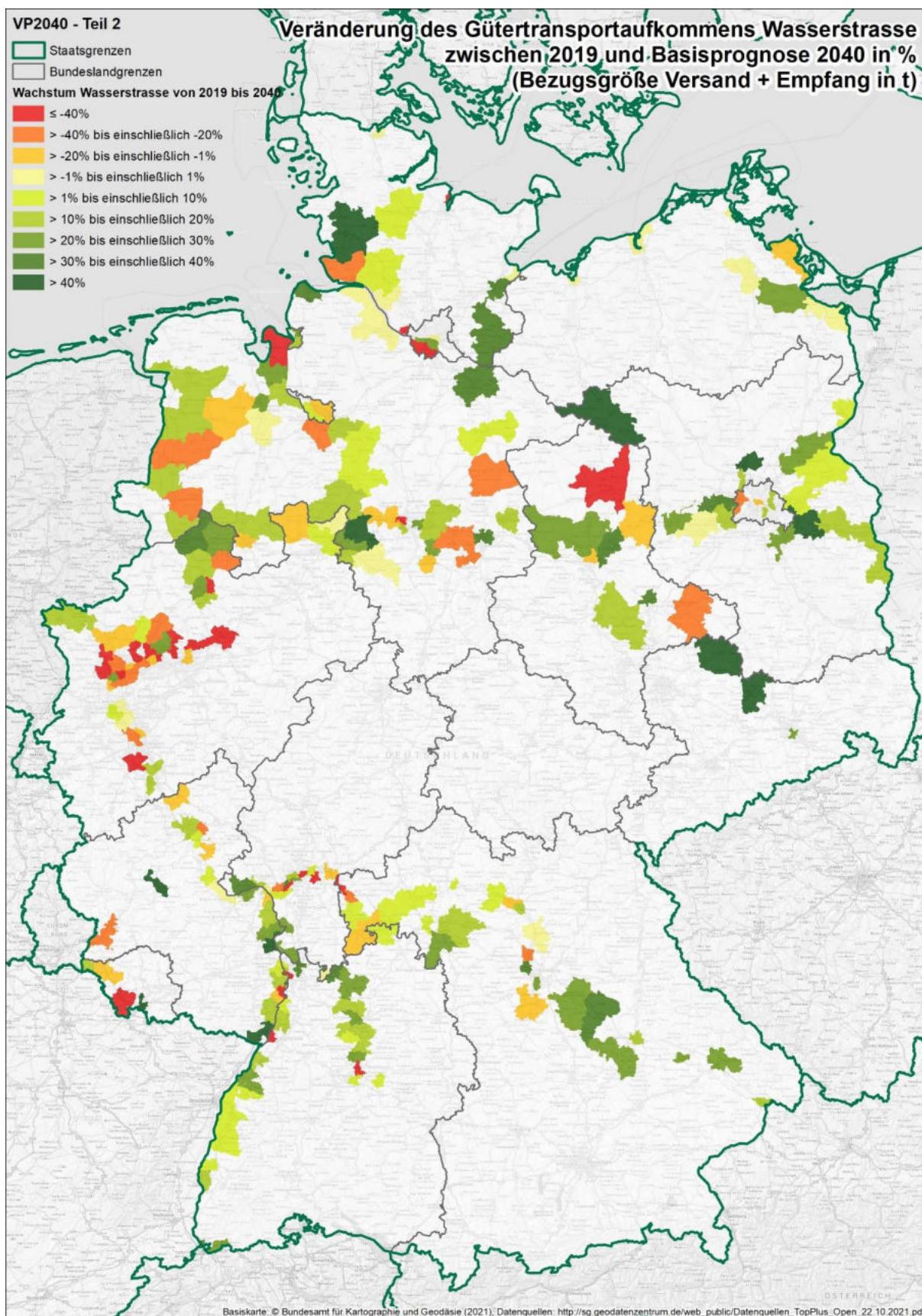


Abbildung 5-20

Veränderung des Gütertransportaufkommens Wasserstraße zwischen 2019 und 2040 in % (Bezugsgröße Versand und Empfang)

5.2.3.2 Entwicklung des grenzüberschreitenden Güterverkehrs nach Länderaggregaten

In **Tabelle 5-20** ist die Entwicklung des grenzüberschreitenden Güterverkehrs im Versand und Empfang der Bundesrepublik Deutschland zunächst nach aggregierten Ländergruppen und Verkehrsträgern zusammengestellt.

Betrachtet man nach Länderaggregaten alle Verkehrsträger in der Summe, so wird deutlich, dass die Warenströme von und nach Westeuropa den größten Anteil am grenzüberschreitenden Gütertransportaufkommen ausmachen (über 50 %). Die Verkehre nach Österreich, Italien und in die Schweiz folgen hier an zweiter Stelle mit rund 19 %.

Betrachtet man die jährlichen Wachstumsraten bis 2040, so weisen insbesondere Südost-, Nord- und Osteuropäische Staaten mit einem Wachstum zwischen 1,5 % und 1,6 % p. a. die höchsten Steigerungsraten auf. Insgesamt steigt der Verkehr der Auslandsregionen mit 0,9 % p. a. nur geringfügig stärker als der Verkehr der deutschen Regionen (+0,8 % p. a.), was ein Ausdruck der zunehmenden Reallokation von Ressourcen in Inland sowie einer noch leicht steigenden internationalen Arbeitsteilung und des weiter steigenden Außenhandels ist.

Das höchste Wachstum am grenzüberschreitenden Güterverkehr weist mit 1,8 % p. a. der Verkehrsträger Schiene auf, gefolgt von der Straße mit 1,0 % p. a. Die Wasserstraße weist mit -0,8 % p. a. auch hier als einziger Verkehrsträger einen Rückgang auf. Das höchste Einzelwachstum in **Tabelle 5-20** weist der Schienengüterverkehr mit nordeuropäischen Staaten auf, der sich mit 3,1 % p. a. überdurchschnittlich entwickelt. Dies liegt an der starken positiven Entwicklung im KV u. a. infolge der verbesserten Schieneninfrastrukturbindung nach Skandinavien durch die feste Fehmarnbeltquerung, aber auch durch die stärkere Verflechtung von Batteriestandorten in Deutschland mit skandinavischen Staaten, aus denen sowohl verstärkt Rohstoffe eingehen, aber auch Fertigprodukte für die dortige E-Automobilproduktion ausgehen. Binnenwasserstraßenverkehre werden überwiegend mit den westeuropäischen Staaten umgesetzt. Hierbei werden überwiegend Massengüter von bzw. zu den Westhäfen bewegt, sodass die Entwicklung aufgrund der vorgegebenen Rahmendaten negativ ausfällt.

Gütertransportaufkommen 2019 in Mio. t

	Schiene			Straße			Wasserstraße			Alle Verkehrsträger		
	2019	2040	WF in %	2019	2040	WF in %	2019	2040	WF in %	2019	2040	WF in %
Nordeuropa	9,0	17,2	3,1	39,5	49,1	1,0	0,3	0,2	-1,4	48,9	66,6	1,5
Westeuropa	59,6	83,4	1,6	319,2	376,1	0,8	157,0	130,6	-0,9	535,8	590,1	0,5
CH, AT, IT	64,7	87,8	1,5	126,2	145,3	0,7	7,4	8,0	0,4	198,2	241,0	0,9
Südosteuropa	2,4	3,8	2,2	25,9	33,7	1,3	0,5	0,6	0,5	28,8	38,1	1,3
Osteuropa	34,7	52,4	2,0	203,4	278,0	1,5	1,9	2,5	1,3	240,1	332,9	1,6
Summe	170,4	244,6	1,7	714,2	882,4	1,0	167,2	141,9	-0,8	1051,8	1268,8	0,9

Tabelle 5-20 Entwicklung des grenzüberschreitenden Gütertransportaufkommens nach Länderaggregaten (Summe Versand und Empfang, in Mio. t)

5.2.3.3 Entwicklung des grenzüberschreitenden Güterverkehrs nach Partnerländern

Die **Tabelle 5-21** 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 2040 nach einzelnen Nachbarländern, so kann die Entwicklung, die bereits bei der Untersuchung nach Ländergruppen deutlich wurde, weiter konkretisiert werden. So wächst der Güterverkehr mit den mittelost- und südosteuropäischen Staaten in der Regel mit Wachstumsraten über 1,5 % p. a. Auch der Güterverkehr mit Finnland und Schweden wächst mit jährlichen Wachstumsraten von gut 2 %

überdurchschnittlich. Die niedrigsten jährlichen Wachstumsraten weisen die Güterverkehre mit den Niederlanden (-0,3 % p. a.), Norwegen (0,3 % p. a.), Belgien und Frankreich (0,4 % p. a.) auf. Verkehre mit Russland werden trotz der im Zeitverlauf nachlassenden wirtschaftlichen Isolation um 3,0 % p. a. abnehmen.

Die aufkommensmäßig bedeutendsten Partnerländer bleiben aber auch bis 2040 die Benelux-Staaten Belgien und Niederlande, Polen, Tschechien, Frankreich sowie Österreich, die Schweiz und Italien.

Beim Verkehrsträger Schiene weisen die Verkehre mit Tschechien, der Ukraine, Dänemark und Schweden die höchsten jährlichen Zunahmen bis 2040 auf. Absolut gesehen ist Italien mit einem Aufkommen von 26 Mio. t im Jahr 2019 und 35 Mio. t im Prognosejahr 2040 das bedeutendste Partnerland bezüglich des Gütertransportaufkommens auf der Schiene, gefolgt von den Niederlanden, Tschechien, Österreich, Belgien und Polen.

	Schiene			Straße			Wasserstraße			Alle Verkehrsträger		
	2019	2040	VR in %	2019	2040	VR in %	2019	2040	VR in %	2019	2040	VR in %
Dänemark	0,9	2,5	5,1	11,6	12,9	0,5	0,0	0,0	5,4	12,5	15,4	1,0
Norwegen	0,0	0,0	0,5	1,1	1,3	0,6	0,3	0,2	-1,6	1,4	1,5	0,3
Schweden	4,8	9,5	3,3	4,2	4,7	0,5	0,1	0,0	-1,6	9,1	14,3	2,1
Finnland	0,0	0,0	⁸⁷	0,1	0,1	2,2	0,0	0,0	-1,1	0,1	0,1	2,1
Niederlande	22,4	26,0	0,7	92,5	104,1	0,6	97,3	70,3	-1,5	212,2	200,5	-0,3
Belgien	7,9	13,4	2,6	44,8	47,3	0,3	29,1	28,7	-0,1	81,8	89,4	0,4
Luxemburg	1,2	2,1	2,7	9,4	10,8	0,7	0,5	0,3	-2,1	11,1	13,2	0,8
Großbritannien	0,5	0,6	1,5	6,4	7,7	0,9	0,5	0,3	-1,7	7,3	8,6	0,8
Irland	0,0	0,0		0,2	0,3	2,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,3	2,1
Frankreich	5,7	7,1	1,1	49,0	53,6	0,4	7,7	7,2	-0,4	62,4	67,9	0,4
Spanien	1,6	2,8	2,6	14,5	17,5	0,9	0,0	0,0		16,1	20,3	1,1
Portugal	0,0	0,0		1,2	1,4	0,8	0,0	0,0		1,2	1,4	0,8
Schweiz/Liechtenstein	5,2	5,7	0,5	18,0	20,3	0,6	1,8	1,1	-2,1	25,0	27,2	0,4
Österreich	14,4	18,2	1,1	39,9	42,3	0,3	0,8	0,8	0,2	55,1	61,3	0,5
Italien	26,1	35,3	1,4	23,0	26,0	0,6	0,0	0,0		49,1	61,3	1,1
Slowenien	0,8	1,0	1,1	3,3	3,7	0,5	0,0	0,0		4,2	4,7	0,6
Kroatien	0,0	0,0	0,5	1,4	1,7	0,9	0,1	0,1	0,2	1,5	1,8	0,8
Griechenland	0,0	0,0	0,0	2,8	3,3	0,8	0,0	0,0		2,8	3,3	0,8
Serben	0,0	0,0	1,5	0,9	1,2	1,3	0,1	0,1	0,9	1,1	1,4	1,3
Kosovo	0,0	0,0		0,1	0,1	1,2	0,0	0,0		0,1	0,1	1,2
Bosnien-Herzogowina	0,0	0,0	-100,0	0,4	0,6	1,3	0,0	0,0		0,5	0,6	1,1
Mazedonien	0,0	0,0	1,6	0,2	0,3	1,2	0,0	0,0		0,2	0,3	1,2
Montenegro	0,0	0,0		0,0	0,0	1,5	0,0	0,0		0,0	0,0	1,5
Albanien	0,0	0,0		0,1	0,1	1,2	0,0	0,0		0,1	0,1	1,2
Ungarn	2,8	4,6	2,4	10,0	12,8	1,2	1,0	1,3	1,3	13,9	18,8	1,5
Rumänien	1,0	1,7	2,6	3,5	4,5	1,2	0,2	0,2	0,4	4,7	6,4	1,5
Bulgarien	0,1	0,1	1,8	0,5	0,6	1,2	0,1	0,1	0,2	0,6	0,8	1,2
Türkei	0,1	0,3	5,4	2,8	3,6	1,2	0,0	0,0		2,9	3,9	1,4
Tschechien	16,6	23,7	1,7	21,2	27,5	1,2	0,1	0,1	1,1	37,9	51,3	1,5
Slowakei	1,8	2,9	2,2	6,5	8,1	1,1	0,1	0,2	1,8	8,4	11,2	1,4
Polen	6,9	11,3	2,4	74,4	103,1	1,6	0,5	0,5	0,1	81,8	114,9	1,6
Litauen	0,0	0,0	1,9	1,6	2,2	1,5	0,0	0,0	0,0	1,7	2,3	1,5
Lettland	0,0	0,0		0,8	1,0	0,8	0,0	0,0		0,8	1,0	0,8
Estland	0,0	0,0		0,2	0,3	1,5	0,0	0,0		0,2	0,3	1,5
Russland	1,7	1,3	-1,2	3,9	1,6	-4,1	0,0	0,0	-100,0	5,6	2,9	-3,0
Weißrussland	0,0	0,0	1,9	1,3	1,7	1,2	0,0	0,0		1,3	1,7	1,2
Ukraine	0,0	0,0	12,1	1,7	3,2	3,0	0,0	0,0	6,8	1,7	3,2	3,0
Übrige osteur. Länder	0,0	0,0		0,2	0,3	1,8	0,0	0,0		0,2	0,3	1,8

Tabelle 5-21

Entwicklung des grenzüberschreitenden Gütertransportaufkommens
Deutschlands nach Ländern und Verkehrsträgern (Summe Versand und
Empfang, in Mio. t)

⁸⁷ Ein Wert von 0,0 bedeutet nicht, dass hier keine Verkehrsbeziehung besteht, sondern dass das Verkehrsaufkommen unter 50.000 t pro Jahr liegt.

Bei der Straße verzeichnen insbesondere Güterverkehre mit den ost- und südosteuropäischen Staaten wie z. B. Rumänien, Ungarn, Montenegro, Polen und die Ukraine hohe Wachstumsraten von i. d. R. über 1,0 % p. a.

Absolut gesehen werden die Niederlande als derzeit wichtigstes Partnerland von Polen, dem derzeitigen zweitwichtigsten Partnerland, überholt. Das Ausgangsniveau der beiden Länder ist mit rund 130 Mio. t recht ähnlich, allerdings weist Polen mit 1,7 % ein deutlich höheres Wachstum auf als die Niederlande mit 0,7 %. Es folgen Frankreich (91 Mio. t im Jahr 2040 bei einem Wachstum von 0,8 % p. a.), Belgien (74 Mio. t im Jahr 2040 bei einem Wachstum von 0,5 % p. a.), Österreich (73 Mio. t im Jahr 2040 bei einem Wachstum von 0,6 % p. a.) und Italien (50 Mio. t im Jahr 2040 bei einem Wachstum von 0,8 % p. a.).

Bei der Wasserstraße liegen die jährlichen Wachstumsraten bei den aufkommensmäßig bedeutenden Ländern aufgrund des Rückgangs der Massengutströme im negativen Bereich. Die Rheinnachbarländer Niederlande, Belgien, Frankreich und die Schweiz bleiben aber auch weiterhin die bedeutendsten Partnerstaaten in der Binnenschifffahrt. Auf diese vier Staaten konzentrieren sich 97 % (2019) bzw. 96 % (2040) der Verkehre.

5.2.3.4 Entwicklung des Transitverkehrs durch Deutschland

In **Tabelle 5-22** ist die Entwicklung des Transitverkehrs durch Deutschland nach aggregierten Relationen und Verkehrsträgern dargestellt.

Summe Versand und Empfang in Mio. t	Schiene			Straße			Wasserstraße			Alle Verkehrsträger		
	2019	2040	VR in %	2019	2040	VR in %	2019	2040	VR in %	2019	2040	VR in %
Skand. - Westeuropa	1,2	1,7	1,9	9,0	11,2	1,0	0,0	0,0		10,1	12,9	1,1
Skand. - CH, AT, IT	1,9	3,1	2,3	2,1	2,5	0,9	0,0	0,0		4,0	5,6	1,6
Skand. – Osteuropa	0,2	0,3	2,1	10,6	15,3	1,8	0,0	0,0		10,8	15,6	1,8
Westeuropa - Westeuropa	0,4	0,6	2,0	7,9	9,8	1,0	8,4	8,6	0,1	16,7	19,0	0,6
Westeuropa - CH, AT, IT	14,8	21,6	1,8	20,3	23,5	0,7	4,8	6,0	1,0	39,9	51,1	1,2
Westeuropa - Südosteuropa	0,2	0,4	3,3	7,3	10,1	1,5	0,0	0,1	1,1	7,6	10,6	1,6
Westeuropa – Osteuropa	3,7	6,9	3,0	53,0	74,7	1,7	0,3	0,4	2,6	56,9	82,0	1,8
CH, AT, IT - CH, AT, IT	1,4	2,5	2,8	9,1	11,7	1,2	0,0	0,0		10,6	14,2	1,4
CH, AT, IT – Osteuropa	0,4	0,5	2,0	10,4	14,8	1,7	0,0	0,0		10,8	15,3	1,7
Übrige	0,4	0,5	1,2	6,4	9,8	2,0	0,0	0,0	-129,5	6,8	10,3	2,0
Summe	24,6	38,1	2,1	136,0	183,0	1,4	13,5	15,1	0,5	174,0	237,0	1,5

Tabelle 5-22 Entwicklung des Transitverkehrs (Güterverkehr) durch Deutschland nach Relationen und Verkehrsträgern (Summe Versand und Empfang, in Mio. t)

In der Summe über alle Verkehrsträger nehmen die Verkehre zwischen Westeuropa und Osteuropa (52,1 Mio. t) im Jahr 2019 den höchsten Anteil am gesamten Transitverkehr durch Deutschland ein (30 %). Im Jahr 2040 wird erwartet, dass diese Länderrelation ihren Spitzenplatz behalten und geringfügig an Bedeutung zunehmen wird (31 %). Rund 70 % des Transitverkehrs konzentriert sich auf Verkehre innerhalb westeuropäischer Staaten sowie zwischen westeuropäischen Staaten und den Alpenländern sowie ost- und südosteuropäischen Staaten.

Die höchsten Wachstumsraten weisen jedoch die vom Aufkommen her nicht relevanten übrigen Verkehre auf (2,0 % p. a.) sowie Verkehre zwischen Westeuropa bzw. Skandinavien und Osteuropa (+1,8 % p. a.) auf. Mit Ausnahme der Verkehre zwischen den westeuropäischen Staaten über Deutschland, weisen auch alle anderen Verkehrsbeziehungen ein jährliches Wachstum von über 1 % p. a. auf.

Betrachtet man den Transitverkehr durch Deutschland nach den einzelnen Verkehrsträgern, so nimmt der Schienentransitverkehr mit einem jährlichen Wachstum von 2,1 % p. a. am stärksten zu. Die bedeutendste Relation ist hier mit rund 22 Mio. t (rund 56 % des Schienentransits) der Verkehr zwischen den westeuropäischen Staaten und den Alpenländern. Er wächst jedoch mit rund 1,8 % p. a. im Vergleich zu den anderen Verkehrsbeziehungen unterdurchschnittlich. Verkehre zwischen West- und Ost- bzw. Südosteuropa werden sich mit Wachstumsraten über 3,0 % p. a. am stärksten entwickeln.

Die Transitverkehre über die Straße und die Wasserstraße steigen mit Wachstumsraten von 1,4 % p. a. bzw. 0,5 % p. a. unterdurchschnittlich.

Bei der Straße nehmen Verbindungen zwischen West- und Osteuropa den höchsten Anteil am Gütertransportaufkommen ein (2019: 48 Mio. t, 2040 67 Mio. t) und weisen auch mit 1,6 % p. a. eine hohe jährliche Steigerungsrate auf. Hohe Wachstumsraten weisen auch die nicht relevanten übrigen Verkehre (+2,1 %) und Verkehre zwischen Westeuropa und Südosteuropa auf (+1,8 %).

Der Transitverkehr auf der Wasserstraße wird vom Verkehr entlang des Rheins bestimmt. Dies sind die Länderrelationen von Westeuropa nach Westeuropa (v. a. Niederlande nach Frankreich) sowie in die Alpenländer. Hier lag das Gütertransportaufkommen im Jahr 2019 bei 8,4 Mio. t bzw. bei 4,8 Mio. t. Die jährlichen Wachstumsraten stagnieren bzw. entwickeln sich mit 0,1 % p. a. nur unterdurchschnittlich.

5.2.3.5 Entwicklung des Seehafenhinterlandverkehrs

Die Verflechtungen des Seehafenhinterlandverkehrs von und zu den Seehäfen wurden durch die „Seeverkehrsprognose 2040“ bereitgestellt und in den Verflechtungsmatrizen der Landverkehrsträger als eigenes Marktsegment „Seehafenhinterlandverkehr“ berücksichtigt. Darüber hinaus wird beim Seehafenhinterlandverkehr zwischen konventionellen Verkehren und Containerverkehren unterschieden.

Für das Analysejahr 2019 und das Prognosejahr 2040 wurden Verflechtungen der Seehäfen nach den Verkehrsträgern Schiene, Wasserstraße und Straße seitens der „Seeverkehrsprognose 2040“ übergeben. Für Containerverkehre mit Hauptlauf Schiene oder Wasserstraße wurden die Vor- bzw. Nachläufe auf der Straße ermittelt und berücksichtigt.

Seehafenhinterlandverkehr 2040				Wachstum 2019-2040 in %	Anteil an Gesamt in % 2040	Anteil an Gesamt in % 2019
Gütertransportaufkommen in Mio. t	2040 Gesamt	konventionell	containerisiert	Summe		
Land- und forstwirtsch. Erzeugnisse	272,3	20,6	3,1	23,7	25,6	8,7
Steinkohle	1,2	1,0	0,0	1,0	-97,0	82,1
Braunkohle	0,2	0,0	0,0	0,0	-96,3	1,2
Erdöl und Erdgas	3,5	0,0	0,0	0,0	-86,0	0,3
Erze	37,4	26,0	0,0	26,0	-22,1	69,5
Düngemittel	3,8	0,4	0,0	0,5	28,3	11,9
Steine und Erden	1101,2	15,3	2,1	17,4	1,6	1,6
Nahrungs- und Genussmittel	537,7	22,9	11,1	34,0	32,2	6,3
Textilien, Bekleidung, Leder	19,1	1,6	1,5	3,1	25,9	16,3
Holzwaren, Papier, Papier, Druckerei	212,7	15,6	5,6	21,2	22,4	9,9
Koks	0,3	0,0	0,0	0,0	-96,4	11,9
Mineralölerzeugnisse	67,1	10,1	1,2	11,3	-64,1	16,8
Chemische Erzeugnisse etc	268,8	31,3	14,8	46,1	34,8	17,2
Sonstige Mineralerzeugnisse	521,9	9,0	4,3	13,3	13,5	2,5
Metalle und Metallerzeugnisse	284,7	17,7	6,0	23,7	20,8	8,3
Maschinen und Ausrüstungen etc	100,0	5,0	4,0	9,1	41,3	9,1
Fahrzeuge	180,5	12,8	4,6	17,4	38,5	9,7
Möbel, Schmuck, Musikinstrumente etc	33,0	1,9	1,4	3,3	17,0	9,9
Sekundärrohstoffe, Abfälle	335,6	5,3	1,5	6,7	-23,3	2,0
Post, Pakete	123,3	2,1	0,4	2,5	34,0	2,0
Geräte und Material für Güterbeförd.	158,0	3,5	6,7	10,1	17,1	6,4
Umzugsgut, sonst. nichtmarktb. Güter	151,1	1,4	0,3	1,7	53,9	1,1
Sammelgut	456,8	10,0	4,9	14,9	29,9	3,3
Gutart unbekannt	211,6	3,6	69,7	73,3	20,8	34,7
Sonstige Güter anderweitig nicht genannt	28,9	1,8	0,5	2,4	21,8	8,2
Summe	5110,6	218,9	143,7	362,6	0,4	7,1
davon Kombinierter Verkehr	247,6		97,5	97,5	46,9	39,4
						50,7

Tabelle 5-23

**Entwicklung des Seehafenhinterlandverkehrs
(Gütertransportaufkommen) nach NST2007 Gütergruppen und Vergleich
zur Gesamtverkehrsprognose in Mio. t**

Tabelle 5-23 ist zu entnehmen, dass der deutschlandrelevante Seehafenhinterlandverkehr nur minimal auf ein Gütertransportaufkommen von 326,6 Mio. t bis zum Jahr 2040 ansteigen wird. Der Anteil am Gesamtgütertransportaufkommen wird von rund 8 % (2019) auf rund 7 % im Jahr 2040 sinken. Er wächst damit mit einer geringen Dynamik als das sonstige Gesamtgütertransportaufkommen.

Insbesondere der Seehafenhinterlandverkehr ist stark vom Rückgang der Massengüter betroffen, da Steinkohle, Erze und Mineralölprodukte insbesondere über die Nordseerangehäfen importiert werden und in Zukunft zurückgehen werden. Dadurch sinkt der nicht-containerisierte Verkehr im Seehafenhinterlandverkehr um 17 %, während der Containerverkehr um 46 % wächst.

Die höchsten Mengenzuwächse werden bei unbekannten Gütern (+13 Mio. t), Chemischen Erzeugnissen (+12 Mio. t), Nahrungs- und Genussmitteln (+8 Mio. t) sowie bei land- und forstwirtschaftlichen Erzeugnissen und Fahrzeugen (jeweils +5 Mio. t) erwartet. Auf diese Gütergruppen konzentriert sich rund 68 % des Verkehrsmengenwachstums. Allerdings gehen die Transporte von Steinkohle um 31 Mio. t, von Mineralölern um 20 Mio. t sowie von Erzen um 7,4 Mio. t zurück, sodass das Seehafenhinterlandtransportaufkommen in Summe nahezu unverändert bleibt. KV-Verkehre im Seehafenhinterlandverkehr steigen um rund 46 Mio. t an und machen 73 % des Verkehrsaufkommenswachstums aus.

Tabelle 5-24 zeigt, dass sich der Seehafenhinterlandverkehr per Straße gegenüber den anderen Verkehrsträgern leicht positiver entwickeln wird. Das Gütertransportaufkommen per Straße erhöht sich um 0,5 % p. a. gegenüber 0,3 % p. a. per Schiene. Das Aufkommen auf der Wasserstraße sinkt um 1,2 % p. a.

Überdurchschnittliche aufkommensmäßig relevante Transportmengensteigerungen im Straßenverkehr werden bis zum Jahr 2040 bei landwirtschaftlichen Erzeugnissen, Nahrungs- und Genussmitteln, chemischen Erzeugnissen, Holzwaren, Papier und Papierprodukten sowie bei Sammelgut auftreten.

Bei der Schiene sind es unbekannte Güter (Geräte und Materialien zur Güterbeförderung sind zumeist Leercontainer) sowie chemische Erzeugnisse und Fahrzeuge, die für das Aufkommenswachstum sorgen. Rückläufig werden hier vor allem Verkehre mit Steinkohle, Erzen und Mineralölprodukten im Seehafenhinterlandverkehr sein. Rund 34 % des Aufkommenswachstums der Schiene besteht aus unbekannten Gütern.

Bei der Wasserstraße werden sich Verkehre mit Fahrzeugen (+88 %) und Textilien (+70 %) überdurchschnittlich entwickeln. Hohes Wachstum verzeichnen auch die Verkehre mit unbekannten Gütern, Nahrungs- und Genussmitteln, chemischen Erzeugnissen sowie halb- und Fertigprodukten (z. B. Möbel, Schmuck, etc.). Ungefähr 37 % des Aufkommenszuwachses machen chemische Erzeugnisse aus, die unbekannten Güter (im Wesentlichen handelt es sich hier um Containerverkehre) weitere 27 %.

	Gütertransportaufkommen in Mio. t	Schiene			Straße			Wasserstraße			Alle Verkehrsträger		
		2019	2040	VR in %	2019	2040	VR in %	2019	2040	VR in %	2019	2040	VR in %
10	Land- und forstwirtsch. Erzeugn.	0,5	1,2	3,9	13,8	18,1	1,3	4,5	4,3	-0,2	18,8	23,7	1,1
21	Steinkohle	13,1	0,4	-15,2	0,6	0,0	-17,3	18,2	0,5	-15,4	31,9	1,0	-15,3
22	Braunkohle	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	-14,5	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	-14,5
23	Erdöl und Erdgas	0,0	0,0	-5,5	0,0	0,0	-6,4	0,0	0,0	100,0	0,1	0,0	-8,9
31	Erze	13,9	11,1	-1,1	0,1	0,0	-0,2	19,4	14,9	-1,3	33,3	26,0	-1,2
32	Düngemittel	0,1	0,2	1,9	0,1	0,1	1,3	0,1	0,1	0,2	0,4	0,5	1,2
33	Steine und Erden	0,9	1,0	0,5	10,4	10,7	0,1	5,9	5,8	-0,1	17,1	17,4	0,1
40	Nahrungs- und Genussmittel	0,8	3,9	7,7	21,2	25,1	0,8	3,6	5,0	1,5	25,7	34,0	1,3
50	Textilien, Bekleidung, Leder	0,0	0,3	0,0	2,4	2,6	0,5	0,1	0,2	2,5	2,5	3,1	1,1
60	Holzwaren, Papier, Papier	2,3	3,6	2,1	13,3	15,4	0,7	1,6	2,2	1,4	17,3	21,2	1,0
71	Koks	0,0	0,0	-13,9	0,1	0,0	-13,8	0,8	0,0	-14,8	0,9	0,0	-14,6
72	Mineralölprodukte	5,6	2,2	-4,3	7,4	2,4	-5,2	18,5	6,6	-4,8	31,4	11,3	-4,8
80	Chemische Erzeugnisse etc	6,8	10,9	2,3	15,3	18,5	0,9	12,2	16,7	1,5	34,2	46,1	1,4
90	Sonstige Mineralerzeugnisse	0,6	0,8	1,8	10,0	11,2	0,6	1,2	1,2	0,3	11,7	13,3	0,6
100	Metalle und Metallerzeugnisse	3,1	4,4	1,7	10,8	12,5	0,7	5,7	6,8	0,9	19,7	23,7	0,9
110	Maschinen und Ausrüstungen etc	0,2	0,9	8,6	5,6	7,4	1,3	0,6	0,7	0,8	6,4	9,1	1,7
120	Fahrzeuge	5,5	8,2	1,9	6,1	7,3	0,9	1,0	2,0	3,0	12,6	17,4	1,6
130	Möbel, Schmuck, Musikinstrumente etc	0,0	0,2	0,0	2,5	2,6	0,3	0,3	0,5	1,6	2,8	3,3	0,8
140	Sekundärrohstoffe, Abfälle	0,5	0,6	0,7	5,4	4,2	-1,2	2,9	2,0	-1,9	8,8	6,7	-1,3
150	Post, Pakete	0,0	0,2	0,0	1,9	2,3	1,1	0,0	0,0	0,8	1,9	2,5	1,4
160	Geräte und Material für Güterbeförder.	3,6	4,1	0,6	3,9	4,7	0,9	1,2	1,4	1,0	8,7	10,1	0,8
170	Umzugsgut, sonst. nichtmarktb. Güter	0,0	0,1	19,7	1,1	1,6	1,7	0,0	0,0	0,0	1,1	1,7	2,1
180	Sammelgut	0,2	1,7	12,2	11,1	13,1	0,8	0,2	0,1	-1,8	11,5	14,9	1,3
190	Gutart unbekannt	47,0	56,1	0,9	5,0	5,3	0,2	8,7	12,0	1,5	60,7	73,3	0,9
200	Sonstige Güter anderweitig nicht genannt	0,1	0,3	7,0	1,9	2,0	0,5	0,0	0,0	-0,2	1,9	2,4	0,9
Summe		104,7	112,3	0,3	149,8	167,2	0,5	106,8	83,1	-1,2	361,3	362,6	0,0

Im Vergleich dazu der Gesamtverkehr

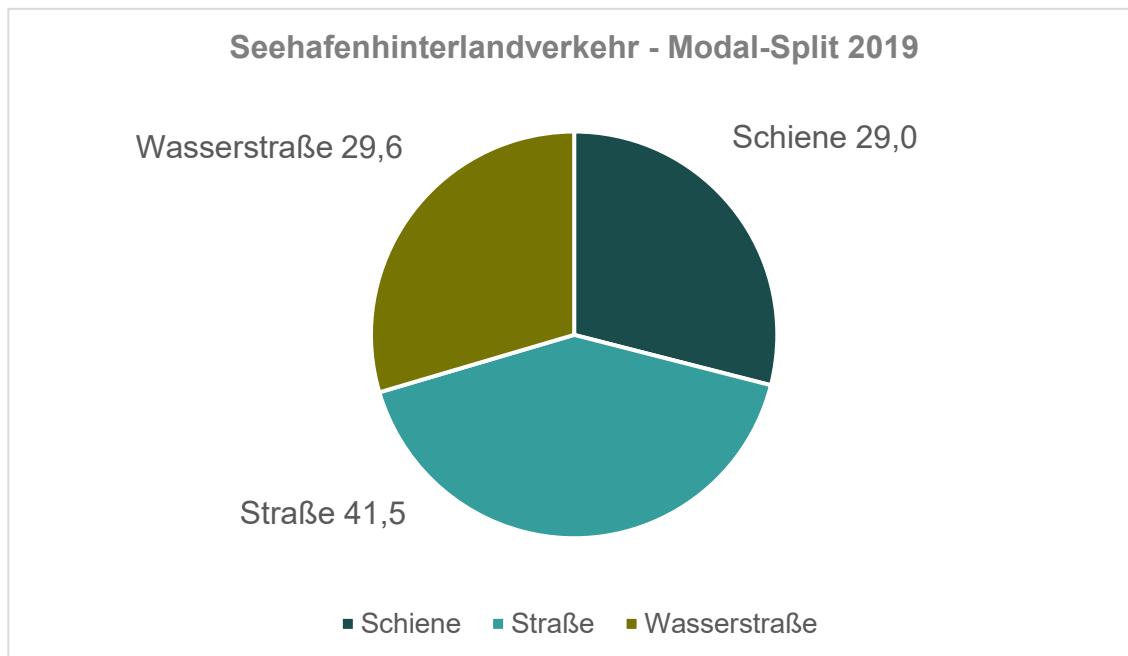
Gesamtverkehr	390,8	461,0	0,8	3759,3	4475,7	0,8	206,8	173,9	-0,8	4356,8	5110,6	0,8
Anteil Seehafenhinterlandverkehr an Gesamt	26,8	24,4		4,0	3,7		51,7	47,8		8,3	7,1	

Tabelle 5-24

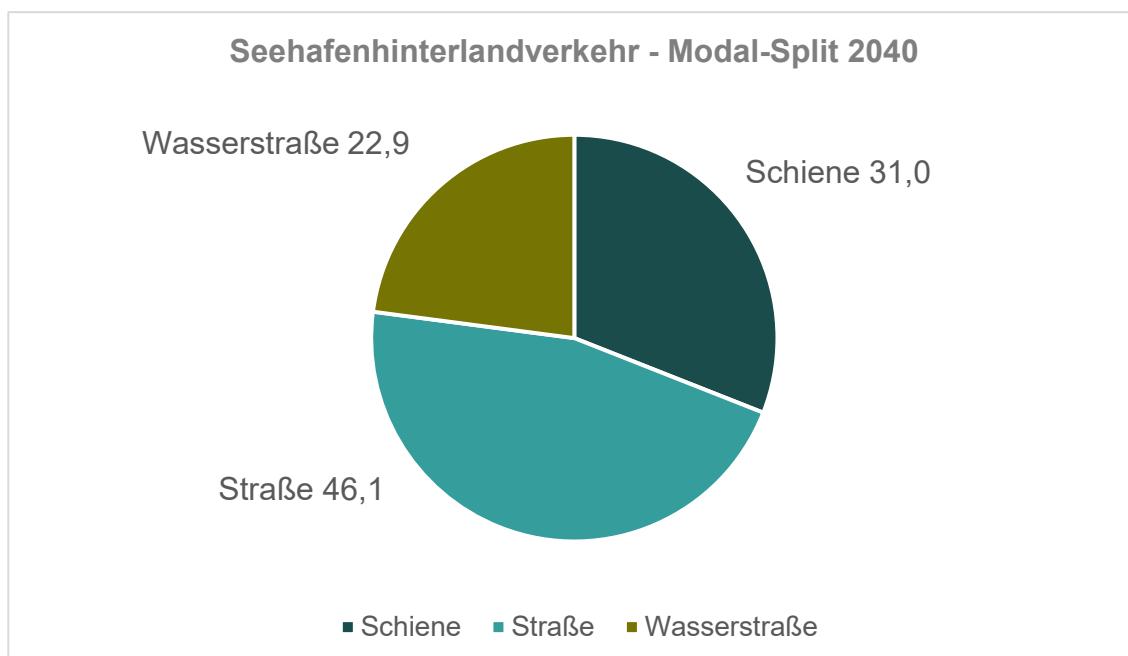
**Entwicklung des Seehafenhinterlandverkehrs
(Gütertransportaufkommen) nach NST2007 Gütergruppen und
Verkehrsträgern in Mio. t**

Quelle: eigene Berechnungen auf Basis von Statistischen Bundesamt und KBA

Die stärkere Entwicklung des Straßengüterverkehrs wird sich auf den Modal Split im Seehafenhinterlandverkehr auswirken. Der Straßenanteil am Seehafenhinterlandverkehrsaufkommen steigt von 41 % auf 46 %. Auch die Schiene kann ihren Anteil von 29 % auf 31 % erhöhen. Diese Marktanteilsgewinne gehen zu Lasten der Wasserstraße, deren Marktanteil von 30 % auf 23 % zurückgeht (siehe **Abbildung 5-21** und **Abbildung 5-22**). Ursächlich für den überproportionalen Anstieg des Modal-Split Anteils der Straße im Seehafenhinterlandverkehr ist der Rückgang der Energiegüter, die sich auf Schiene und Wasserstraße konzentrierten.

**Abbildung 5-21****Entwicklung des Modal Split 2019 im Seehafenhinterlandverkehr in %**

Quelle: eigene Abbildung

**Abbildung 5-22****Entwicklung des Modal Split 2040 im Seehafenhinterlandverkehr in %**

Quelle: eigene Abbildung

Betrachtet man die Entwicklung im containerisiertem Seehafenhinterlandverkehr (siehe **Abbildung 5-23** und **Abbildung 5-24**), dann wird abseits der Massengüter deutlich, dass Schiene und Wasserstraße auch weiterhin die dominierenden Verkehrsträger im Containerverkehr sein werden. Der Marktanteil der Straße wird stabil bei 32 % verbleiben. Die Schiene verliert leicht von 51 % auf 50 %. Der Marktanteil der Wasserstraße steigt gegenüber 2019 leicht um 1,3 %. Dies liegt an der stärkeren Entwicklung der Westhäfen gegenüber den norddeutschen Seehäfen im Seehafencontainerhinterlandverkehr.

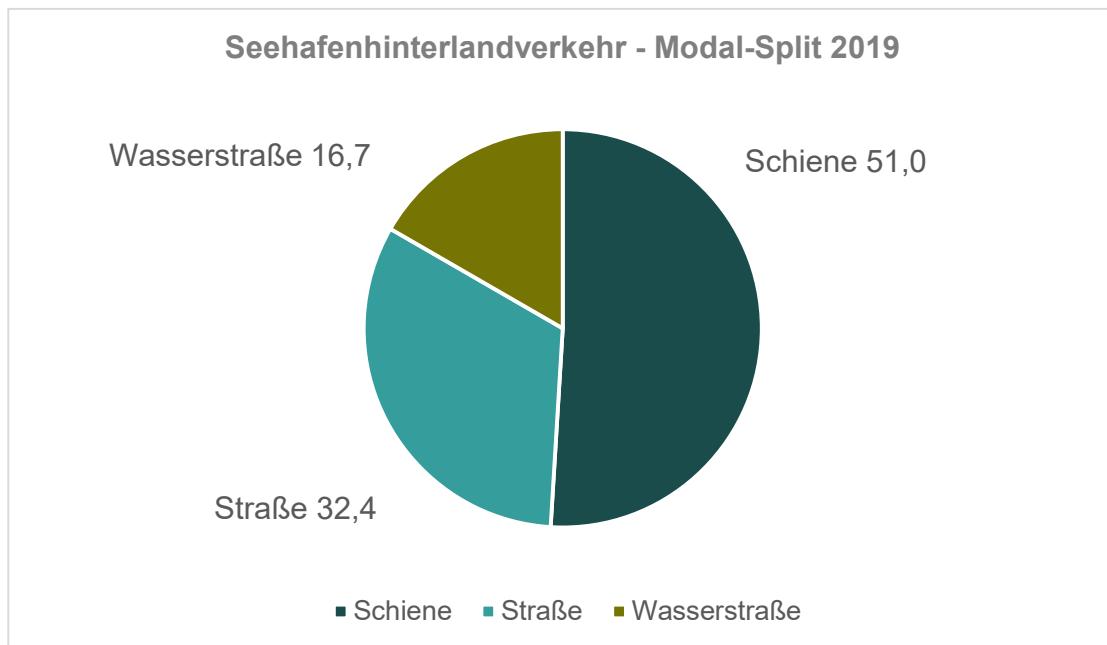


Abbildung 5-23

Entwicklung des Modal-Split 2019 im containerisiertem Seehafen-hinterlandverkehr in %

Quelle: eigene Abbildung

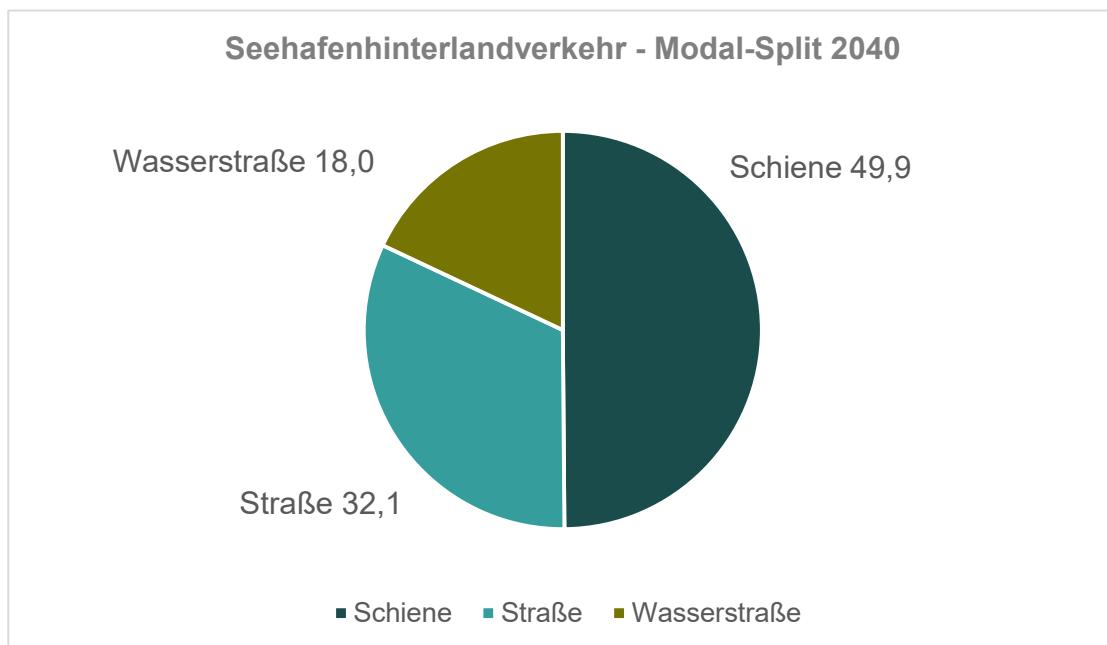


Abbildung 5-24

Entwicklung des Modal-Split im containerisiertem Seehafen-hinterlandverkehr in %

Quelle: eigene Abbildung

5.2.3.6 Entwicklung des Luftfrachthinterlandverkehrs

Ähnlich wie die Entwicklung des Seehafenhinterlandverkehrs ist auch die Entwicklung des Luftfrachthinterlandverkehrs separat bearbeitet und für die Berücksichtigung in der Güterverkehrsmatrix bereitgestellt worden. Das Aufkommen steigt bis 2040 um 37 % von 3,1 Mio. t auf 4,3 Mio. t an. Das mit der Luftfracht verbundene Verkehrsaufkommen, welches auch im Jahr 2040 ausschließlich auf der Straße abgewickelt wird, verbleibt auch in der Prognose auf einem sehr niedrigen Niveau.

Gütergruppe	2019	2040	Wachstum 2019-2040 in %
Maschinen und Ausrüstungen etc.	324	475	47,0%
Post, Pakete	486	643	32,0%
Sammelgut	2.017	2.740	36,0%
Gutart unbekannt	155	220	42,0%
Sonstige Güter anderweitig nicht genannt	161	225	40,0%
Summe	3.144	4.304	37,0%

Tabelle 5-25

Entwicklung des Luftfrachthinterlandverkehrs nach NST2007 Gütergruppen in 1.000 t

Quelle: eigene Berechnungen auf Basis von Statistischen Bundesamt und KBA

5.2.4 Wettbewerbsbeziehung zwischen den Verkehrsträgern

5.2.4.1 Modal Split nach Verkehrsträgern und Entfernungsklassen

Der überwiegende Teil des Gütertransportaufkommens in Deutschland wird im Prognosejahr 2040 in der Basisprognose auf Transportweiten unter 200 km realisiert (66 %). Hier ist der Anteil der Schiene und Wasserstraße mit knapp 4 % sehr niedrig (vgl. Tabelle 5-26).

Lediglich 34 % des Gesamtgütertransportaufkommens wird auf Relationen mit Entfernungen über 200 km realisiert. Dies sind ca. 1.720 Mio. t im Jahr 2040, wovon 1.230 Mio. t per Lkw bzw. rund 29 % per Schiene und Wasserstraße abgewickelt werden. Tabelle 5-26 zeigt, dass selbst auf den langen Distanzen der Lkw-Verkehr dominiert. Der Anteil der Schiene an diesen Verkehren liegt bei 21 % und ist damit doppelt so hoch wie der der Wasserstraße. Das liegt im Wesentlichen daran, dass das Hauptverkehrsaufkommen der Wasserstraße im Verkehr auf dem Niederrhein zwischen den Westhäfen und Nordrhein-Westfalen liegt. Auf diesen Relationen liegen die Transportentfernungen zwischen 200 und 300 km.

Tabelle 5-26 macht jedoch auch deutlich, dass mit zunehmender Entfernung der Anteil der Schiene und Wasserstraße zunimmt. Trotz höherer Anteile von Schiene und Wasserstraße werden auch bei Transportweiten von über 300 km zwischen 60 % und 70 % des Verkehrs per Lkw transportiert. Allerdings finden rund 66 % der Schienen- und 51 % der Wasserstraßenverkehre auf Relationen mit Transportentfernungen von über 300 km statt, beim Straßenverkehr liegt der Anteil bei rund 20 %. Somit kann gefolgert werden, dass Schiene und Wasserstraßenverkehre eher langlaufende Verkehre auf Transportweiten von über 200 bzw. 300 km sind, auch wenn der Anteil der Straße dominiert.

Gütertransportaufkommen in Mio. t

Distanzklasse	Gesamt	Anteil in %	dv. Lkw	dv. Schiene	dv. Wasserstraße	Anteil Schiene in %	Anteil Wasserstraße in %
Alle Verkehre	5.110,6	100%	4.475,7	461,0	173,9	9,0%	3,4%
bis 100 km	2.675,9	52,4%	2.596,9	64,3	14,7	2,4%	0,6%
101 - 200 km	714,9	14,0%	651,2	43,6	20,1	6,1%	2,8%
201 - 300 km	426,2	8,3%	325,3	50,9	49,9	12,0%	11,7%
301 - 400 km	267,2	5,2%	204,5	42,2	20,5	15,8%	7,7%
401 - 500 km	199,1	3,9%	150,4	37,8	10,9	19,0%	5,5%
501 - 600 km	172,5	3,4%	116,9	41,1	14,5	23,8%	8,4%
> 600 km	654,9	12,8%	430,3	181,2	43,4	27,7%	6,6%
Verkehr auf Distanzen über 300 km	1.293,6	25,3%	902,2	302,2	89,2	23,4%	6,9%
Anteil Verkehre über 300 km	25,3%		20,2%	65,6%	51,3%		

Tabelle 5-26

Güterverkehrsaufkommen nach Verkehrsträgern und Entfernungsklassen im Jahr 2040 (in Mio. t)

Quelle: eigene Auswertungen

5.2.4.2 Verkehrsrelationen mit intermodaler Verkehrsträgerkonkurrenz

Nicht auf allen Verkehrsrelationen gibt es eine unmittelbare Verkehrsträgerkonkurrenz. Im Falle der Wasserstraße scheint dies zunächst schlüssig zu sein, da Häfen und schiffbare Wasserstraßen nicht überall verfügbar sind, obwohl in Deutschland fast 500 Häfen und Verladestellen existieren, wie **Abbildung 5-25** zeigt (hier werden im Übrigen nur die Hafenstandorte abgebildet). Es wird deutlich, dass weite Teile Mittel- und Süddeutschlands sowie Mecklenburg-Vorpommern nicht per Wasserstraße angeschlossen sind. Hier sind Verkehre über die Wasserstraße mit Binnenschiffen nicht möglich, was auch statistisch festgestellt werden kann.

**Hafenstandorte in Deutschland**

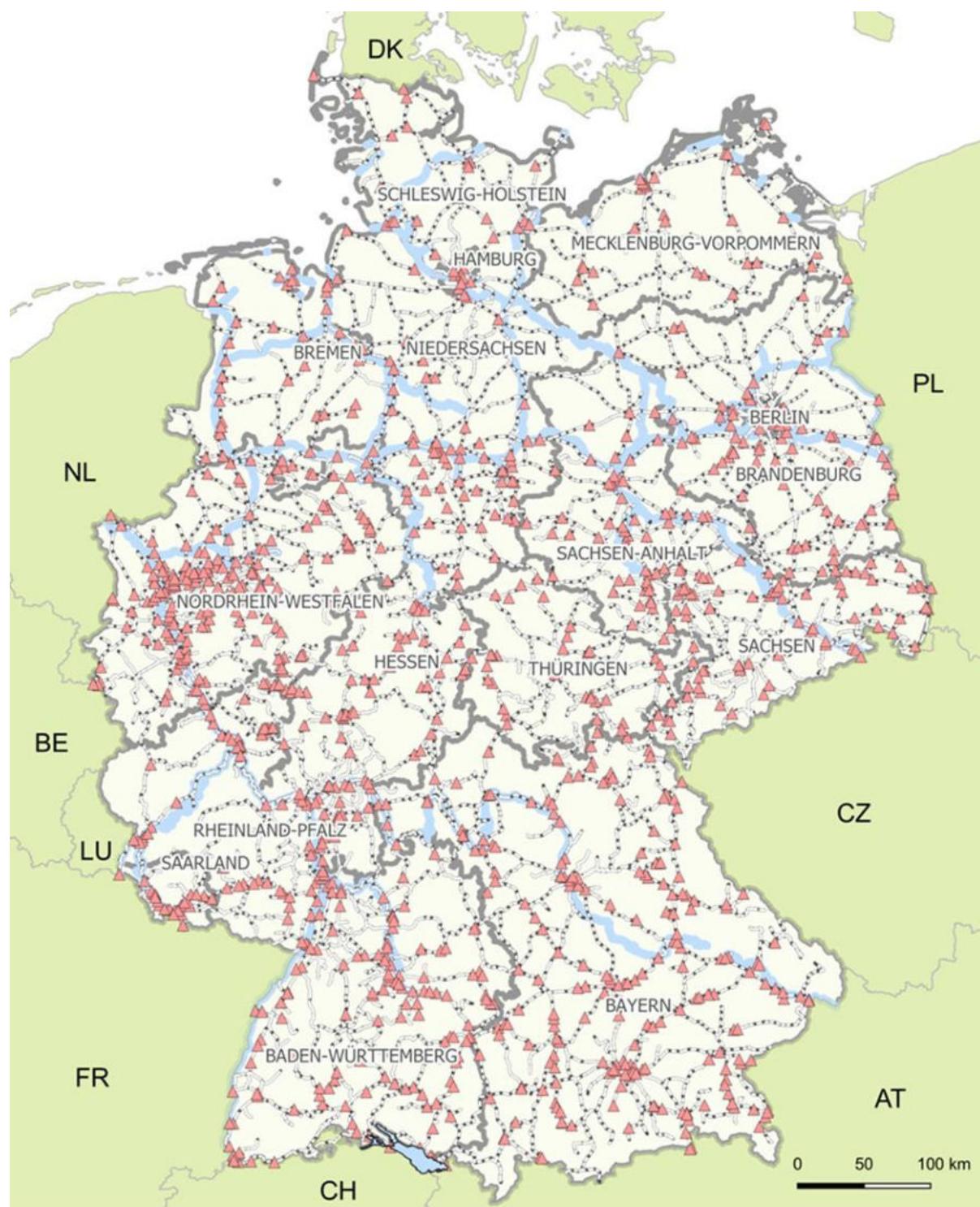
© 2019

- ◆ Hafen
- Kreisgrenze
- Wasserwege
- Bundesland

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

Abbildung 5-25**Hafenstandorte in Deutschland**

Quelle: eigene Darstellung



Verladebahnhöfe im Schienengüterverkehr

© 2019

▲ Verladebahnhof

Wasserwege

----- Bahnnetz

Bundesland

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

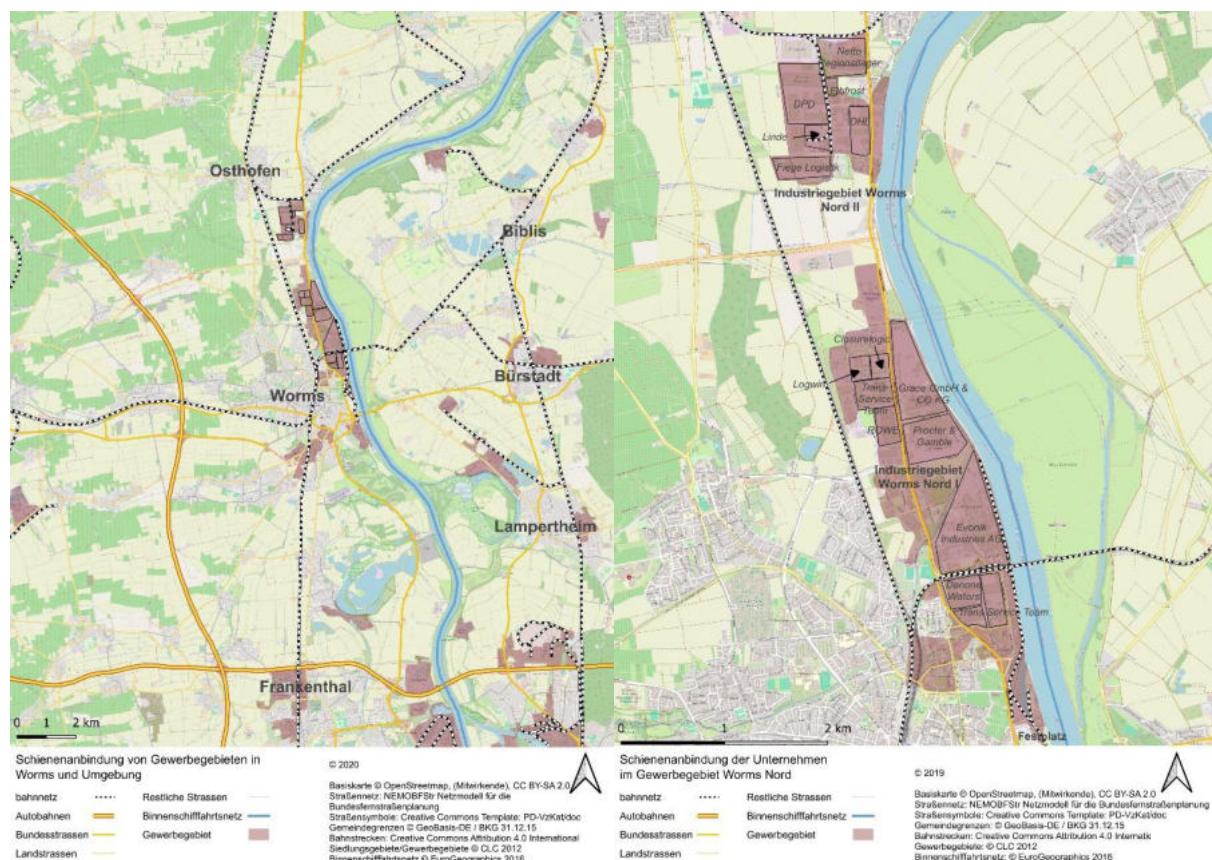
Abbildung 5-26

Verladebahnhöfe im Schienengüterverkehr

Quelle: eigene Darstellung

Anders stellt sich jedoch die Situation im Schienenverkehr dar. **Abbildung 5-26** zeigt deutlich, dass schienenseitig fast alle Teile Deutschlands (zumindest auf Basis der Stadt- und Landkreise) erschlossen sind. Allein bei DB Cargo werden zwischen 1.500 und 2.000 unterschiedliche Verladepunkte deutschlandweit differenziert. Trotz der deutschlandweiten Schienenanbindung gibt es jedoch einige wenige Regionen (vgl. **Abbildung 5-27**), in denen überhaupt kein Schienengüterverkehr stattfindet. Auch ist trotz der hohen Dichte an Verladepunkten nicht sichergestellt, dass dort jeweils alle Güter umgeschlagen werden können.

Die hohe Dichte von Verladebahnhöfen ist auch kein Zeichen dafür, dass jedes Unternehmen und jedes Gewerbegebiet über einen Schienenanschluss verfügt. Auch bei Anbindung von Gewerbegebieten ist es so, dass der Schienenanschluss nur von bestimmten Unternehmen bedient wird, benachbarte Unternehmen diesen jedoch nicht nutzen, wie in der **Abbildung 5-27** beispielhaft für den Raum Worms dargestellt wird. Hier verfügen Procter & Gamble sowie die Grace GmbH, zwei bedeutende Unternehmen aus der Konsumgüter- und Chemiebranche, trotz direkter Rheinlage und genereller Schienenanbindung des Gewerbegebietes weder über einen Schienen- noch einen Wasserstraßenanschluss.

**Abbildung 5-27**

Schienenanbindung von Gewerbegebieten und Unternehmen im Raum Worms

Quelle: eigene Darstellung

Tabelle 5-27 zeigt den Anteil der Güterverkehre mit und ohne intermodale Konkurrenz. Von Intermodaler Konkurrenz sprechen wir, wenn auf einer spezifischen Güterverkehrsrelation Verkehre mit zumindest zwei Verkehrsträgern (Straße-Schiene, Straße-Wasserstraße, Schiene-Wasserstraße oder allen drei) umgesetzt werden. Wie der Tabelle entnommen werden kann, besteht rund 80 % (4,1 Mrd. t) des in der Verkehrsprognose 2040 abgebildeten Gütertransportaufkommens aus Verkehrsrelationen, die ausschließlich auf der Straße per Lkw bedient werden und auf denen somit keine weitere intermodale Konkurrenz durch Schiene und Wasserstraße vorliegt. Weitere rund 3 % der

Güter werden ausschließlich per Schiene oder auf der Wasserstraße per Binnenschiff bedient. Auch bei diesen Gütern liegt keine intermodale Konkurrenz vor. Hierbei handelt es sich in der Regel um reine Massengüter mit hohen direkten Transportgrößen auf einer Relation.

Häufige Gründe für die Bedienung des Großteils des Gütertransportaufkommens ausschließlich auf der Straße mit Lkw und einer fehlenden intermodalen Konkurrenz durch Schiene und Wasserstraße sind in der Regel fehlende werksseitige Anbindungen an Schiene und Wasserstraße, unzureichende Gütertransportaufkommen bzw. branchenspezifisch kleine Sendungsgrößen, die einen massenhaften Einsatz von Schiene und Wasserstraße nicht rechtfertigen, sowie teilweise kurze Verkehrsdistanzen.

Lediglich auf rund 17 % aller Verkehrsrelationen (861 Mio. t) gibt es im Prognosejahr 2040 eine Konkurrenzbeziehung zwischen dem Lkw und einem der anderen beiden Verkehrsträger. Auf diesen intermodalen Verkehrsrelationen werden bereits 55 % der Verkehre bzw. rund 473 Mio. t per Schiene und Wasserstraße transportiert.

Der Rest von rund 388 Mio. t wird auf der Straße per Lkw abgewickelt. Könnte man diesen Anteil von rund 388 Mio. t für die Schiene und die Wasserstraße gewinnen, dann würde sich der Marktanteil der beiden Verkehrsträger im Prognosejahr 2040 um knapp 8 % von 12,4 % auf 20 % erhöhen.

Gesamtverkehrsmenge in Mio. t	5.111
reine Relationen Straße in Mio. t (ohne intermodale Konkurrenz)	4.088
Anteil reiner Straßen-Relationen in %	80,0%
reine Relationen per Schiene und Wasserstraße in Mio. t	162
Anteil reine Relationen per Schiene und Wasserstraße in Mio. t	3,2%
Relationen mit intermodaler Konkurrenz in Mio. t	861
Anteil intermodaler Konkurrenzrelationen in %	16,9%
hier von Anteil Schiene und Wasserstraße in %	55,0%
max. möglicher Anteil Schiene und Wasserstraße bei 100% Verlagerung aller intermodaler Verkehre	20,0%

Tabelle 5-27

Relationen mit intermodaler Verkehrsträgerkonkurrenz im Jahr 2040

Quelle: eigene Auswertung

5.2.4.3 Verkehrsrelationen mit intermodaler Verkehrsträgerkonkurrenz nach Distanzklassen

Betrachtet man allein das intermodale Verkehrspotenzial von ungefähr 0,9 Mrd. t, dann liegen rund 55 % (rund 475 Mio. t) davon in der Entfernungsklasse bis 200 km (siehe Tabelle 5-28). Davon werden rund 27 % bereits per Schiene und Wasserstraße transportiert.

Bei den per Schiene und Wasserstraße transportierten Gütern handelt es sich i. d. R. um Werksverkehre oder massenhafte Verkehre zwischen Produktions- bzw. Abbaustätte und Verbrauchsstätte, wie z. B. in der Zement-, Baustoff- und Energieindustrie (Braun- und Steinkohletransporte) oder um Zulieferverkehre benachbarter Unternehmen, wie in der Stahlindustrie. Würde man das Gesamttransportaufkommen in diesen Entfernungsklassen (und nicht nur die Relationen, in denen eine intermodale Konkurrenz vorhanden ist) betrachten, dann läge der Marktanteil der beiden umwelteffizienten Verkehrsträger sogar nur bei ca. 4 %. Allein knapp 3 Mrd. t werden auf Relationen unter 200 km ohne intermodale Verkehrsträgerkonkurrenz auf der Straße per Lkw transportiert.

An den aus der Sicht der Güterverkehrskonkurrenz relevanten intermodal besetzten Verkehrsrelationen mit Transportweiten von über 200 km weisen Schiene und Wasserstraße jedoch bereits Marktanteile zwischen 85 % und 94 % aus. Dies bedeutet, dass auf den langen Fernverkehrsrelationen mit intermodaler Verkehrsträgerkonkurrenz die Schiene und die Wasserstraße bereits sehr stark vertreten

sind und dominieren. Hierdurch ergibt sich auf diesen Fernverkehrsrelationen mit einer Transportweite von über 200 km nur noch ein geringes Marktpotenzial für Schiene und Wasserstraße, welches im Jahr 2040 bei rund 40 Mio. t⁸⁸ liegt und konkurrenziert werden könnte. Würde man diese Menge zu 100 % als Verlagerung zur Schiene und Wasserstraße ausschöpfen können, dann läge der Anteil der beiden Verkehrsträger Schiene und Wasserstraße im Jahr 2040 auf Aufkommensbasis lediglich um ca. 0,8 % höher, als er prognostiziert wird.

Betrachtet man allein die intermodal konkurrierenden Verkehre, sind größere zusätzliche Verlagerungseffekte somit kaum vorstellbar. Anders stellt sich jedoch die Situation dar, wenn auch die reinen Lkw-Verkehre als Verlagerungspotenzial für Schiene und Wasserstraße gewonnen werden können. Hier liegt das Gütertransportaufkommen über alle Relationen mit einer Entfernung von über 200 km bei einer Höhe von rund 1.188 Mio. t; bei allen Relationen über 300 km bei rund 877 Mio. t. Könnte dieses Gütertransportaufkommen vollständig auf Schiene und Wasserstraße verlagert werden, dann könnte der Marktanteil beider Verkehrsträger auf 36 % (>200 km) bzw. auf 30 % (>300 km) erhöht werden.

Alle Relationen mit intermodaler Konkurrenz		davon Verkehrsrelationen bis 100 km	
Verkehrsaufkommen gesamt in Mio. t	861,2	Verkehrsaufkommen gesamt in Mio. t	398,6
dav. Schiene und Wasserstraße in Mio. t	473,2	dav. Schiene und Wasserstraße in Mio. t	76,1
Marktanteil Schiene und Wasserstraße in %	55%	Marktanteil Schiene und Wasserstraße in %	19%
+ reines Straßen-Aufkommen in Mio. t	4.087,7	+ reines Straßen-Aufkommen in Mio. t	2.274,4
davon Verkehrsrelationen 101 bis 200 km		davon Verkehrsrelationen 201 bis 300 km	
Verkehrsaufkommen gesamt in Mio. t	76,1	Verkehrsaufkommen gesamt in Mio. t	98,2
dav. Schiene und Wasserstraße in Mio. t	49,8	dav. Schiene und Wasserstraße in Mio. t	83,9
Marktanteil Schiene und Wasserstraße in %	66%	Marktanteil Schiene und Wasserstraße in %	85%
+ reines Straßen-Aufkommen in Mio. t	625,0	+ reines Straßen-Aufkommen in Mio. t	311,1
davon Verkehrsrelationen 301 bis 400 km		davon Verkehrsrelationen 401 bis 500 km	
Verkehrsaufkommen gesamt in Mio. t	55,8	Verkehrsaufkommen gesamt in Mio. t	35,2
dav. Schiene und Wasserstraße in Mio. t	48,9	dav. Schiene und Wasserstraße in Mio. t	31,0
Marktanteil Schiene und Wasserstraße in %	88%	Marktanteil Schiene und Wasserstraße in %	88%
+ reines Straßen-Aufkommen in Mio. t	197,6	+ reines Straßen-Aufkommen in Mio. t	146,2
davon Verkehrsrelationen 501 bis 600 km		davon Verkehrsrelationen größer 600 km	
Verkehrsaufkommen gesamt in Mio. t	38,7	Verkehrsaufkommen gesamt in Mio. t	158,7
dav. Schiene und Wasserstraße in Mio. t	35,1	dav. Schiene und Wasserstraße in Mio. t	148,5
Marktanteil Schiene und Wasserstraße in %	91%	Marktanteil Schiene und Wasserstraße in %	94%
+ reines Straßen-Aufkommen in Mio. t	113,3	+ reines Straßen-Aufkommen in Mio. t	420,1

Tabelle 5-28 Verkehrsrelationen mit intermodaler Verkehrsträgerkonkurrenz nach Distanzklassen im Jahr 2040

Quelle: eigene Auswertungen

⁸⁸ Summe der nicht per Schiene und Wasserstraße transportierten intermodalen Verkehre mit Entfernungen über 200 km.

Für eine qualifizierte Abschätzung der Möglichkeiten für Verlagerungen, ist jedoch eine verkehrsrelationale Auseinandersetzung mit der kostenmäßigen Wettbewerbssituation zwischen den Verkehrsträgern erforderlich.

5.2.5 Einfluss der Strukturdaten und der Prämissen auf die Ergebnisse der Prognose

Um die Entstehung der Ergebnisse und die Veränderungen zwischen dem Analysejahr 2019 und dem Prognosejahr 2040 besser interpretieren zu können, werden die Veränderungsraten im Folgenden zusätzlich in Struktureffekte und Prämissenwirkungen unterteilt. Struktureffekte sind Veränderungen verursacht durch demographische und wirtschaftliche Entwicklungen. Neben diesen sogenannten Strukturdaten haben auch die Prognoseprämissen einen großen Einfluss, da hierin Annahmen beispielsweise zu infrastrukturellen Kapazitäten, technologischen Entwicklungen, sowie zu Veränderungen von verkehrsträgerspezifischen Produktivitäten und unterstellten Nutzerkosten abgebildet sind.

Tabelle 5-29 und **Tabelle 5-30** stellen die Verkehrseckwerte der Basisprognose 2040 nach Verkehrsarten bzw. -trägern denen des Analysejahres 2019 gegenüber, einerseits für das territoriale Gütertransportaufkommen und andererseits für die territoriale Gütertransportleistung. Angegeben ist immer der Gesamteffekt und der nach Struktur und Prämissen unterteilte Effekt.

Transportaufkommen	Spalte 1	Spalte 2	Spalte 3	Spalte 4	Spalte 5	Spalte 6
	2019	2040, nur Struktur-effekt	Struktur-effekt Veränderung Spalte 2/1	Basis-prognose 2040	Prämissen-effekt Veränderung 4/2	Veränderung Spalte 4/1
	Mio. t	Mio. t	%	Mio. t	%	%
Schiene	390,8	424,9	8,7%	461,0	8,5%	18,0%
Straße	3759,3	4.488,0	19,4%	4.475,7	-0,3%	19,1%
Wasserstraße	206,8	174,1	-15,8%	173,9	-0,1%	-15,9%
Summe	4356,8	5.087,0	16,8%	5.110,6	0,5%	17,3%
davon Kombinierter Verkehr (KV)						
Schiene	108,1	178,1	64,8%	211,5	18,8%	95,7%
Wasserstraße	23,0	36,2	57,4%	36,0	-0,6%	56,5%
Insgesamt	131,1	214,3	63,5%	247,6	15,5%	88,9%
Modal Split nach Transportaufkommen						
Schiene	9,0%	8,4%		9,0%		
Straße	86,3%	88,2%		87,6%		
Wasserstraße	4,7%	3,4%		3,4%		

Tabelle 5-29

Gütertransportaufkommen in der Basisprognose 2040 nach Verkehrsträgern mit Darstellung der Effektwirkungen

Quelle: eigene Berechnungen auf Basis von Statistischen Bundesamt und KBA

Tabelle 5-29 verdeutlicht, dass der prognostizierte Anstieg des Güterverkehrsaufkommens von 17 % gegenüber 2019 im Wesentlichen aus den Struktureffekten (hierbei handelt es sich um die Entwicklung der Strukturdaten und der daraus resultierenden Wirkungen) hervorgeht. Die aus den Strukturdaten hervorgehende Veränderung macht über das Gesamttransportaufkommen rund 97 % der gesamten Prognosewirkung aus. Die veränderten Prämisse (im Güterverkehr handelt es sich im Wesentlichen um die Annahmen zu Nutzerkosten und zu den Netzkapazitäten) wirken sich auf die Veränderung der Marktanteile zwischen den Verkehrsträgern sowie zwischen den Ladungskategorien (Zunahme des Kombinierten Verkehrs gegenüber den konventionellen Direktverkehren) aus.

Von den Struktureffekten profitiert im Wesentlichen der Straßengüterverkehr, während Wasserstraße und Schiene aufgrund der negativen Entwicklung bei den klassischen Massengütern im Vergleich zum Straßengüterverkehr unterproportional ansteigen bzw. sogar in ihrer Entwicklung sinken werden.

Die getroffenen Prämisse werden jedoch zu deutlichen Verlagerungseffekten zwischen den Verkehrsträgern führen. Hauptprofiteuer der angenommenen Entwicklung, insbesondere aufgrund der Veränderung der Nutzerkosten und der erwarteten Automatisierungs- und Digitalisierungseffekte wird die Schiene sein, deren Aufkommen sich zu Lasten der Straße und der Wasserstraße um weitere 8,5 % bzw. um rund 36 Mio. t erhöhen wird.

Diese Verlagerungseffekte konzentrieren sich auf den Kombinierten Verkehr und sehen eine Verlagerung von konventionell geführten Verkehren zur Schiene vor. Eigentlich ist die Höhe des Gesamttransportaufkommens im Jahr 2040 durch die Struktureffekte vorgegeben. Allerdings sind die Verlagerungen von der Straße zur Schiene in der Regel auch mit Vor- und Nachlaufverkehren auf der Straße verbunden, sodass die tatsächlichen Aufkommensverluste der Straße sich nicht in gleicher Höhe wie die Gewinne der Schiene bewegen, sondern durch die zusätzlich entstehenden Vor- und Nachlaufverkehre kompensiert werden und nur eine Höhe von knapp 12 Mio. t ausmachen. Insgesamt steigt durch die zusätzlichen Vor- und Nachlaufverkehre das Gesamttransportaufkommen um 0,5 % bzw. um rund 24 Mio. t. Durch die über die Prämisse ausgelösten Verlagerungseffekte kann der Modal Split der Schiene um 0,6 %-Punkte zu Lasten der Straße erhöht werden.

Transportleistung	Spalte 1	Spalte 2	Spalte 3	Spalte 4	Spalte 5	Spalte 6
	2019	2040, nur Struktur-effekt	Struktur- effekt Veränderung Spalte 2/1	Basis- prognose 2040	Prämissen- effekt Veränderung Spalte 4/2	Veränderung Spalte 4/1
	Mrd. tkm	Mrd. tkm	%	Mrd. tkm	%	%
Schiene	138,9	175,4	26,3%	188,0	7,2%	35,3%
Straße	498,8	673,9	35,1%	668,4	-0,8%	34,0%
Wasserstraße	51,6	48,3	-6,4%	48,2	-0,2%	-6,6%
Summe	689,3	897,6	30,2%	904,6	0,7%	31,2%
davon Kombinierter Verkehr (KV)						
Schiene	57,3	93,2	62,8%	104,4	12,4%	82,2%
Wasserstraße	6,5	11,2	72,0%	11,1	-0,9%	71,1%
Insgesamt	63,8	104,4	63,7%	115,5	11,1%	81,0%
Modal Split nach Transportleistung						
Schiene	20,2%	19,5%		20,8%		
Straße	72,4%	75,1%		73,9%		
Wasserstraße	7,5%	5,4%		5,3%		

Tabelle 5-30

Gütertransportleistung in der Basisprognose 2040 nach Verkehrsträgern mit Darstellung der Effektwirkungen

Quelle: eigene Berechnungen auf Basis von Statistischen Bundesamt und KBA

Hinsichtlich der Gütertransportleistung ist eine ähnliche Entwicklung zu beobachten (vgl. **Tabelle 5-30**). Da es sich bei den verlagerten Verkehren um Verkehre mit längeren Distanzen handelt, fällt die Erhöhung des Modal Splits der Schiene mit 0,7 % leicht stärker aus.

Insgesamt muss aufgrund der Ergebnisse gefolgert werden, dass die zukünftige Entwicklung sowohl bei der Schiene als auch bei der Wasserstraße von der weiteren Wettbewerbsfähigkeit zur Straße abhängig ist, und dass die in der Prognose ausgewiesenen Marktanteilsgewinne – insbesondere der Schiene – nur bei einer schnellen Umsetzung der in den Prämissen formulierten Planungsvorhaben realisierbar sind. Gleichzeitig ist jedoch auch ein weiterhin steigender Gesamtgüterverkehr festzustellen, der bei allen Verkehrsträgern einen Ausbau der Kapazitäten erfordert.

5.2.6 Vergleich der Basisprognose 2040 des Güterverkehrs mit der Verkehrsprognose 2030

Die Güterverkehrsprognose der Basisprognose 2040 prognostiziert für 2040 gegenüber den bisherigen Erwartungen in der BVWP 2030 für das Prognosejahr 2030 ein weiteres Wachstum des Gütertransportaufkommens um 17,3 % (vgl. **Tabelle 5-31**) und der Gütertransportleistung um 8,0 % (vgl. **Tabelle 5-32**⁸⁹). Der Anstieg des Güterverkehrs wird insbesondere bei der Straße (Aufkommen: +23,0 %) und bei der Schiene (Aufkommen: +3,9 %) erfolgen, das Güterverkehrsaufkommen der Wasserstraße wird auch gegenüber den Erwartungen in der BVWP 2030 für das Jahr 2030 sinken.

Gütertransportaufkommen (Mio. t)	Spalte 1	Spalte 2	Spalte 3	Spalte 4	Spalte 5	Spalte 6	Spalte 7	Spalte 8
	2019	2030	2040	Verän- derung Spalte 3/2	Verän- derung Spalte 3/1	Modal Split 2019	Modal Split 2030	Modal Split 2040
Schiene	390,8	443,6	461,0	3,9%	18,0%	9,0%	10,2%	9,0%
Straße	3.759,3	3.639,1	4.475,7	23,0%	19,1%	86,3%	83,5%	87,6%
Wasserstraße	206,8	275,6	173,9	-36,9%	-15,9%	4,7%	6,3%	3,4%
Summe	4.356,8	4.358,3	5.110,6	17,3%	17,3%	100,0%	100,0%	100,0%
davon Kombinierter Verkehr (KV)								
Schiene	108,1	136,1	211,5	55,4%	95,7%			
Wasserstraße	22,9	37,6	36,0	-4,3%	57,2%			
Insgesamt	131,1	173,7	247,6	42,5%	88,9%			

Tabelle 5-31

Eckwerte Gütertransportaufkommen: Analyse 2019, VP 2030 und Basisprognose 2040

Quelle: eigene Berechnungen auf Basis von Statistischen Bundesamt und KBA

⁸⁹ Beim Vergleich der Gütertransportleistung ist bei der Schiene die Revision der Gütertransportleistung, die rückwirkend bis 2016 umgesetzt wurde, mitzuberücksichtigen. Diese ist bei den Werten der BVWP 2030 für das Prognosejahr 2030 nicht enthalten. Wird diese Änderung mitberücksichtigt, fällt der Anstieg der Schiene gegenüber den Werten der Gütertransportleistung aus der BVWP 2030 für das Prognosejahr 2030 mit knapp 11 % deutlich niedriger aus.

Gütertransportleistung (Mrd. tkm)	Spalte 1	Spalte 2	Spalte 3	Spalte 4	Spalte 5	Spalte 6	Spalte 7	Spalte 8
	2019	2030	2040	Verän- derung Spalte 3/2	Verän- derung Spalte 3/1	Modal Split 2019	Modal Split 2030	Modal Split 2040
Schiene	138,9	153,7	188,0	22,3%	35,3%	20,2%	18,4%	20,8%
Straße	498,8	607,7	668,4	10,0%	34,0%	72,4%	72,6%	73,9%
Wasserstraße	51,6	76,5	48,2	-37,0%	-6,6%	7,5%	9,1%	5,3%
Summe	689,3	837,6	904,7	8,0%	31,2%	100,0%	100,0%	100,0%
davon Kombinierter Verkehr (KV)								
Schiene	57,3	66,2	104,4	58,3%	82,2%			
Wasserstraße	6,5	10,0	11,1	11,0%	70,8%			
Insgesamt	63,8	76,2	115,5	52,1%	81,0%			

Tabelle 5-32**Eckwerte Gütertransportleistung: Analyse 2019, VP 2030 und Basisprognose 2040**

Quelle: eigene Berechnungen auf Basis von Statistischen Bundesamt und KBA

Der Anstieg ist zunächst durch die Fortschreibung des Zeitraums um weitere zehn Jahre begründet, baut allerdings im Wesentlichen auf den Erwartungen einer weiterhin steigenden wirtschaftlichen Entwicklung auf, die darüber hinaus auch leicht stärker als in der VP 2030 erwartet wird.

Das Wachstum bei der Verkehrsleistung fällt gegenüber den Erwartungen aus der BVWP 2030 für das Prognosejahr 2030 mit 8 % schwächer aus als beim Gütertransportaufkommen. Auch dieser Einfluss ist mit den Prognoseprämissen verbunden, die in vielen Bereichen eine stärkere Regionalisierung des Verbrauchs und somit auch des Güterverkehrs erwarten.

6 Treibhausgasemissionen des Verkehrs

6.1 Vorbemerkungen

6.1.1 Gegenstand und Definition

Auf der Basis der Prognosen für den Personen- und den Güterverkehr, die jeweils den in diesem Berichtsband nicht ausführlich dargestellten Luftverkehr umfassen, wurden die klimarelevanten Emissionen des Verkehrs prognostiziert. Gegenstand sind die drei im Sektor Verkehr anfallenden Treibhausgase (THG)

- » Kohlendioxid (CO_2)
- » Distickstoffoxid (N_2O)
- » und Methan (CH_4).

Sie werden getrennt sowie in der Summe umgerechnet auf CO_2 -Äquivalente dargestellt. Dabei stehen die Emissionen von Kohlendioxid im Vordergrund. Denn N_2O und CH_4 haben zwar CO_2 -Äquivalenzfaktoren in Höhe von 28 (CH_4) bzw. 265 (N_2O). Dennoch sind die Emissionen dieser beiden Treibhausgase (im Verkehr) derart gering, dass auf sie mittlerweile lediglich rund 1 % aller THG-Emissionen des Verkehrs entfallen. So stehen laut Nationalem Inventarbericht für 2019 den 163 Mio. t CO_2 -Emissionen im Verkehr lediglich 9.450 t CH_4 und 5.480 t N_2O gegenüber, was umgerechnet 0,265 bzw. 1,700 Mio. t CO_2 -Äquivalenten entspricht. 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.

Bei allen Emissionen ist grundsätzlich zu unterscheiden zwischen

- » den direkten Emissionen, die beim Verbrauch der Endenergie, das heißt 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 entstehen, das heißt im Wesentlichen bei der Umwandlung von Primärenergie in Endenergie, das heißt von Rohöl in Kraftstoffe in den Raffinerien sowie der verschiedenen Primärenergieträger (Kohle, Gas, Öl etc.) in Strom in den Kraftwerken.

Die Emissionsprognose gilt für den Gesamtverkehr in Deutschland, nicht nur für die Bundesverkehrsinfrastruktur. Einbezogen werden dabei die Emissionen der vier Verkehrsträger

- » Straßen
- » Schiene
- » Luft
- » und Wasserstraße.

Der Ausstoß des Seeverkehrs wird gemäß der gängigen Definition nach dem IPCC-Prinzip⁹⁰ nicht berücksichtigt. Die Emissionen des Luftverkehrs und damit auch diejenigen des gesamten Verkehrssektors werden nach zwei verschiedenen Prinzipien berechnet und ausgewiesen:

- » Nach der international vereinbarten Definition des IPCC, auf die sich die Verpflichtungen der Bundesrepublik Deutschland gemäß dem Kyoto-Protokoll und dem Paris-Abkommen beziehen und nach der auch das entsprechende Monitoring erfolgt, wird für den Luftverkehr nur der Binnenverkehr

⁹⁰ IPCC ist die Abkürzung für das "Intergovernmental Panel on Climate Change", von dem diese Definition entwickelt wurde.

der einzelnen Länder, hier also der innerdeutsche Verkehr berücksichtigt, der (wachstumsdynamischere) grenzüberschreitende Verkehr dagegen nicht.

- » Um auch die Emissionen des internationalen Luftverkehrs abbilden zu können, werden die Emissionen nach dem Standortprinzip dem jeweiligen Startflughafen zugeordnet, das heißt abgehende Flüge in Gänze Deutschland und ankommende Flüge komplett dem jeweiligen Herkunftsland, unabhängig von der Nationalität der Flugreisenden. Berücksichtigt wird in der grundsätzlich der Verkehr zwischen den deutschen Flughäfen und den entsprechenden Endzielflughäfen, wenngleich dies in der Praxis der verkehrsstatistischen Erfassung nicht immer möglich ist.

Die Emissionen aller Sektoren eines Stoffes werden sowohl in der international vereinbarten als auch in der national üblichen Definition – der Differenzierung des Energieverbrauchs in den Energiebilanzen 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 irreführend. 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 auch auf die gesamten, das heißt 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 und dem Paris-Abkommen im Rahmen der „Nationalen Inventarberichte“ (National Inventory Report, NIR) der Bundesrepublik Deutschland darauf beziehen. Die verkehrsträgerspezifischen Unterschiede zwischen den Prinzipien hinsichtlich der Definitionen, Quellen etc., vor allem beim Energieverbrauch, werden in den jeweiligen Kapiteln dargestellt.

6.1.2 Methodischer Ansatz zur Prognose der Treibhausgasemissionen des Verkehrs

Konzeptionell erfolgte die Prognose der Kohlendioxidemissionen bei allen Verkehrsarten nach dem gleichen Schema. Im ersten Schritt wurden die Fahrleistungen (bzw. Flugleistungen) der jeweiligen Verkehrsmittel, das heißt der Kfz, der Züge, der Binnenschiffe und der Flugzeuge, bestimmt. Sie wurden aus den jeweiligen Verkehrsleistungen entweder (bevorzugt) über die Ergebnisse der Umlegungen oder (ersatzweise) über Annahmen zu den Besetzungs- bzw. Auslastungsgraden errechnet. Dabei wurde im Straßenverkehr nach Fahrzeugarten (Pkw, Krafträder, Busse, Lkw (LNF und SNF) etc.) und im Schienenverkehr nach Verkehrsarten (Personennah-, Personenfern-, Güterverkehr und schienengebundener ÖSPNV) differenziert.

Im zweiten Schritt wurden diese Fahrleistungen, soweit erforderlich, nach Antriebsarten differenziert. Deren Entwicklung hat insbesondere beim Straßenverkehr eine herausragende Bedeutung für das Gesamtergebnis, und zwar sowohl im Personenverkehr (i. W. Pkw) als auch im Güterverkehr (SNF und LNF). Hier wird unterschieden nach Benzin, Diesel, Hybrid ohne PHEV, PHEV, BEV, und FCV⁹¹ (Pkw) sowie bei anderen Fahrzeugarten darüber hinaus nach Flüssiggas (LPG/LNG) und Wasserstoff. Für

⁹¹ PHEV: Plug-in Hybrid Electric Vehicle, BEV: Battery Electric Vehicle (rein batterieelektrisch betrieben), FCV: Fuel Cell Vehicle (Wasserstoff-betrieben)

diesen Schritt sind bei Pkw Annahmen zur entsprechenden Zusammensetzung der Fahrzeugbestände erforderlich. Sie wiederum basieren auf den entsprechenden Annahmen zur Struktur der Neuzulassungen, die wegen ihres Prämissencharakters bereits im Kapitel „Rahmenbedingungen“ dargestellt wurden (vgl. **Kapitel 3.7**).

Im dritten Schritt wurden die entsprechenden Endenergieverbräuche von mineralölbasierten Kraftstoffen (Otto, Diesel, Kerosin, Biokraftstoffe sowie E-Fuels), Erd-/Flüssiggas, Strom und Wasserstoff bestimmt. Dazu sind die jeweiligen spezifischen (fahrleistungsbezogenen) Endenergieverbräuche nach den o. a. Antriebsarten und/oder Energieträgern erforderlich. Auch hier wurde im Straßenverkehr nach Fahrzeugarten und im Schienenverkehr nach Verkehrsarten unterschieden. Beim Luftverkehr wurden spezifische Endenergieverbräuche verwendet, die direkt auf die Verkehrsleistungen bezogen waren. Somit erübrigte es sich hier, die im Luftverkehrsmodell vorhandenen Betriebsleistungen heranzuziehen.

Die Prognose der spezifischen Endenergieverbräuche stützte sich auf Prognosen dieser Größen in externen Studien zu Energieverbräuchen und/oder der Treibhausgasemissionen, sofern diese nicht durch die anderen Fachteile im Rahmen der Umlegungen berechnet wurden, und wird bei der Darstellung der einzelnen Verkehrsträger beschrieben.

Im vierten und letzten Schritt wurden schließlich bei allen Verkehrsträgern aus den Endenergieverbräuchen die CO₂-Emissionen bestimmt. Die Ableitung der dabei verwendeten Emissionsfaktoren wird im folgenden Kapitel dargestellt.

6.1.3 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 bzw. dem Paris-Abkommen als auch vom Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg (ifeu) im Rahmen des TREMOD-Modells verwendet werden.⁹² Sie beziehen sich auf 2019 und werden 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“, GJ / kg Kraftstoff) zu multiplizieren. Die CO₂-Emissionsfaktoren der einzelnen Kraftstoffarten sind in **Tabelle 6-1** für beide Bezugsgrößen dargestellt. Diese Faktoren sind – abgesehen von Verfeinerungen bei ihrer Berechnung – im Zeitablauf konstant und wurden daher auch für das Prognosejahr 2040 herangezogen.

Emissionsfaktoren für Kraftstoffe	Heizwert (MJ/kg)	CO ₂ -Emissionsfaktor		
		Direkt		Gesamt
		(kg/GJ)	(kg/kg)	(kg/kg)
Ottokraftstoff	42,280	75,284	3,183	3,746
Dieselkraftstoff	42,648	74,027	3,157	3,792
Kerosin	42,800	73,256	3,135	3,772
Ethanol	26,917	71,607	1,927	0,846
Biodiesel	37,242	70,8	2,637	1,186
Erdgas/CNG	46,500	55,749	2,592	2,979
Flüssiggas/LPG	46,598	66,334	3,091	3,707
Flüssigerdgas/LNG	50,000	55,718	2,786	2,979

Tabelle 6-1

Emissionsfaktoren für Kraftstoffe

Quelle: TREMOD

⁹²

Vgl. zuletzt ifeu-Institut im Auftrag des Umweltbundesamtes, Aktualisierung des Daten- und Rechenmodells: „Energieverbrauch und Schadstoffemissionen des motorisierten Verkehrs in Deutschland (TREMOT)“ und der Datenbank „Mobile Maschinen und Geräte (TREMOT MM)“ 2022, Heidelberg 2024, S. 28 ff.

In **Tabelle 6-1** sind auch die Emissionsfaktoren für Biokraftstoffe (Ethanol, Biodiesel dargestellt, wie sie in TREMOD verwendet werden. Grundsätzlich wird bei der Verbrennung von Biokraftstoffen nur so viel Kohlendioxid abgegeben, wie die Pflanzen während ihres Wachstums aus der Atmosphäre gebunden haben. Deshalb werden Biokraftstoffe im Monitoring nach dem Kyoto-Protokoll als klimaneutral bewertet und ihre direkten Emissionen auf null gesetzt bzw. nur nachrichtlich ausgewiesen.⁹³

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. **Tabelle 6-1**). Hier 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. Konkret beläuft sich der gesamte Emissionsfaktor (direkt + Vorkette) der Biokraftstoffe laut ifeu auf annähernd 50 % desjenigen der mineralölbasierten Kraftstoffe (Otto- bzw. Dieselkraftstoff). 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.

Die Anteile der Biokraftstoffe am Gesamtabsatz Otto- bzw. Dieselkraftstoff beliefen sich im Jahr 2019 gemäß den „Amtlichen Mineralöldaten“ (**Tabelle 6-1**) auf 5,9 % (Ottokraftstoff) bzw. 6,1 % (Dieselkraftstoff). Allerdings sind davon noch die fossilen Anteile der Biokraftstoffe in Abzug zu bringen, die im aktuellen Inventarbericht auf 6,7 % (Otto) bzw. 5,5 % (Diesel) quantifiziert wurden.⁹⁴ Für das Jahr 2040 wurden die derzeitigen Annahmen für TREMOD herangezogen. Demnach steigt die Quote von Biodiesel auf 8,1 % und von Ethanol von auf 7,3 %.⁹⁵ Dies orientiert sich an den Anforderungen der möglichen Beimischung für die Fahrzeuge.

Für den Prognosezeitraum wurden die gesamten Emissionsfaktoren für fossile Kraftstoffe (Mineralöl und Erdgas) als konstant angenommen, da davon auszugehen ist, dass sich die Struktur von deren Bereitstellung nicht stark verändern wird.

Der Emissionsfaktor für Strom ist für die Berechnung der indirekten Emissionen aller elektrifizierten Verkehre relevant. Vor dem Beginn der sogenannten „Antriebswende“ betraf er nur die Emissionen des Schienenverkehrs, soweit letzterer elektrisch, also nicht mit Dieselkraftstoff, betrieben wurde. Mit der zunehmenden Elektrifizierung des Straßenverkehrs wird dieser Faktor aber immer wichtiger. Er ist grundsätzlich stark von der Struktur der eingesetzten Primärenergieträger abhängig. Dabei wurde die Entwicklung der Energieträgerstruktur der Stromerzeugung in Deutschland sowie der daraus resultierenden THG-Emissionsfaktoren aus dem Projektionsbericht der Bundesregierung 2023 übernommen. Demnach nimmt der Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung von knapp 40 % (2019) auf 95 % (2040) zu. Der THG-Emissionsfaktor der Stromerzeugung sinkt entsprechend von 415 g CO₂/kWh auf 31 g CO₂/kWh., das heißt um 92 %. Alle Werte in **Tabelle 6-2** beziehen sich, dem Projektionsbericht folgend, auf die Nettostromerzeugung. Sie weichen von den gängigeren, auf die Bruttostromerzeugung bezogenen Werten, etwas ab.

⁹³ Vgl. z. B. Umweltbundesamt (Hrsg.), Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2023 – Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 – 2021, Dessau-Roßlau 2023, S. 201.

⁹⁴ UBA (2023), Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2023 – Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 – 2021, Dessau-Roßlau 2023, S. 870.

⁹⁵ ifeu (2024), Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2023 – Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 – 2021, Dessau-Roßlau 2023, S. 171 f.

Anteil an Erzeugung (%)

	2019	2040
Braunkohle	18,8	0
Steinkohle	9,5	0
Erdgas	14,8	4
Öl	0,8	0
Kernenergie	12,4	0
Erneuerbare Energien	39,6	95
Sonstige	4,2	1
Insgesamt	100,0	100
Insgesamt in TWh	608	937
g CO₂ / kWh	415	31

Tabelle 6-2

Energieträgerstruktur sowie THG-Emissionen der Nettostromerzeugung

Quelle: Projektionsbericht 2023

Für die Berechnung der gesamten Emissionen wurde dabei für alle elektrisch betriebenen Verkehre (auf Schienen und Straßen) der gleiche o. g. Emissionsfaktor verwendet.

Analog zu strombetriebenen Verkehrsmitteln werden auch die direkten Emissionen von mit Wasserstoff und E-Fuels betriebenen Fahrzeugen mit Null angesetzt. Als E-Fuels werden hier synthetische Kraftstoffe bezeichnet, die mittels Strom aus Wasser und CO₂ hergestellt werden. Es wird davon ausgegangen, dass beim Verbrauch von Wasserstoff bzw. bei der Verbrennung von E-Fuels in den Motoren und Triebwerken keine direkten Emissionen entstehen bzw. dass – analog zu Biokraftstoffen – das durch die Verbrennung von E-Fuels freigesetzte CO₂ zuvor bei der Herstellung der E-Fuels aus der Atmosphäre bzw. aus regenerativer Biomasse gewonnen wurde.⁹⁶

Für die Berechnung der indirekten Emissionen von E-Fuels und Wasserstoff werden auch hier die Faktoren berücksichtigt, die bei der Herstellung bzw. Bereitstellung von E-Fuels und Wasserstoff entstehen. Für den für die Herstellung von E-Fuels benötigten Strom in der Vorkette wird dabei jeweils dieselbe Energieträgerstruktur angesetzt wie oben beschrieben. Die Vorkette für Wasserstoff setzen wir für 2019 basierend auf TREMOD mit 10,608 kg CO₂/kg H₂ an.⁹⁷ Für 2040 wird angenommen, dass nur noch grüner Wasserstoff hergestellt wird. Für dessen Bereitstellung, also von Wasserstoff, der durch Elektrolyse aus Wasser gewonnen wird bei ausschließlicher Verwendung erneuerbarer Energien, kann der Faktor gemäß einer UBA-Studie⁹⁸ auf etwa ein Zehntel davon reduziert werden, das heißt 1,5 kg CO₂/kg H₂.

⁹⁶ Vgl. Öko-Institut, E-Fuels im Verkehrssektor, Berlin 2020

⁹⁷ Gemäß Abfrage bei ifeu vom 05.12.2023

⁹⁸ Umweltbundesamt, Welche Treibhausgasemissionen verursacht die Wasserstoffproduktion? Dessau-Roßlau 2022, S.8

6.2 Treibhausgasemissionen des Straßenverkehrs

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. Zweitens sind BEV-Pkw deutlich energieeffizienter. Zudem werden in der Definition nach dem Kyoto-Monitoring die Emissionen von elektrisch betriebenen Fahrzeugen nicht berücksichtigt (vgl. **Kapitel 6.1.1**). Ein steigender Anteil dieser lokal emissionsfreien Pkw führt also zu einer Verminderung der so definierten Emissionen.

Von der Bundesregierung wurde im Jahr 2021 das Ziel ausgegeben, den Bestand vollelektrisch betriebener Fahrzeuge bis zum Jahr 2030 auf 15 Millionen zu erhöhen⁹⁹. Vollelektrisch betriebene Pkw im Sinne dieses Zielwerts der Bundesregierung sind Kfz mit ausschließlich Batterieantrieb (BEV, "Battery Electric Vehicles"). Hingegen kombinieren Plug-in-Hybride (PHEV, plug-in hybrid electric vehicles) einen Verbrennungs- mit einem Elektromotor, wobei letzterer aus dem Stromnetz aufgeladen werden kann. Diese Plug-in-Hybride werden in der vorliegenden Prognose nicht zu den lokal emissionsfreien Pkw gezählt.

Für die Berechnung der Emissionen wurden die Antriebsarten getrennt betrachtet, das heißt Fahrleistung und Verbräuche sowie die entsprechenden Emissionen separat berechnet.

Bei einem "normalen" Hybrid wird der Elektromotor über die Rückgewinnung der Bremsenergie aufgeladen und dient lediglich zur Energieeinsparung. Diese Fahrzeuge werden ausschließlich mit Mineralöl betrieben und dürfen deshalb nicht zu den elektrisch betriebenen Kfz gezählt werden. Die Energieeinsparung wird bei der Berechnung des Endenergieverbrauchs und der Emissionen implizit berücksichtigt, ansonsten jedoch die Emissionsfaktoren für die jeweiligen fossilen Kraftstoffe angesetzt.

Wie in den Vorbemerkungen zu diesem Kapitel erwähnt, basiert die Prognose der Struktur des Bestands auf derjenigen der Neuzulassungen, die wegen ihres Prämissencharakters bereits im Kapitel „Rahmenbedingungen“ dargestellt wurde (vgl. **Kapitel 3.5**). Der Anteil von BEV am Pkw-Bestand hat sich bereits in den Jahren seit 2019 spürbar von 0,3 auf 2,9 % (2023, Jahresende) erhöht (vgl. **Tabelle 6-3**). Wegen des unterstellten Neuzulassungsverbots von Pkw mit fossil betriebenen Verbrennungsmotoren ab dem Jahr 2035 werden danach nahezu ausschließlich BEV neuzugelassen, so dass der Anteil lokal emissionsfreier Pkw am Bestand im Jahr 2040 bei insgesamt 65 % liegt, darunter 63,7 % BEV und 1,3 % wasserstoffbetriebene Pkw (FCV: Fuel Cell Vehicles). Der Anteil von PHEV wird zunächst noch zu-, anschließend aber abnehmen und im Jahr 2040 (5,3 %) den Stand von 2023 (1,9 %) nur mehr leicht übertreffen. Der Anteil von Pkw mit Otto- und Dieselmotoren (inklusive Hybride) wird gegenüber der jüngeren Vergangenheit beschleunigt sinken und im Jahr 2040 nur noch knapp ein Drittel (29 %) des Bestands ausmachen.

⁹⁹

Vgl. z. B. <https://www.bundesregierung.de/breg-de/schwerpunkte/klimaschutz/nachhaltige-mobilitaet-2044132>, zuletzt abgerufen am 18.07.2024

Angaben in %	2019	2021	2022	2023	2040
Otto	65,9	63,9	62,7	61,6	17,7
Diesel	31,7	30,5	29,6	28,8	8,0
Flüssiggas/Erdgas	1,0	0,9	0,8	0,8	0,2
Hybrid	0,9	2,3	3,0	4,1	3,8
PHEV	0,2	1,2	1,8	1,9	5,3
BEV	0,3	1,3	2,1	2,9	63,7
FCV	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3

Tabelle 6-3 Pkw-Bestand nach Antriebsarten

Quellen: KBA, eigene Prognosen

Die Entwicklung des Lkw-Bestands nach Antriebsarten wurde in **Kapitel 3.4.2.2** ausführlich beschrieben und die Ergebnisse in **Tabelle 3-10** dargestellt.

6.2.2 Fahrzeugfahrleistungen des Straßenverkehrs

Eine wesentliche Zielgröße bei der Prognose der CO₂-Emissionen des Straßenverkehrs sind die Fahrleistungen der einzelnen Fahrzeugarten. Die Fahrleistungsrechnung des DLR (früher des DIW) folgt grundsätzlich der Fahrzeugstatistik des Kraftfahrt-Bundesamts (KBA) und unterscheidet nach den folgenden Arten:

- » Pkw (einschließlich Wohnmobile),
- » Mopeds (einschließlich Mofas und Mokicks),
- » Krafträder (einschließlich Leicht- und Kleinkrafträdern),
- » Omnibusse,
- » Lkw,
- » Sattelzugmaschinen
- » sowie „Sonstige Fahrzeuge“, die sich wiederum zusammensetzen aus sogenannten "restlichen Zugmaschinen" (außer in der Landwirtschaft) und den "übrigen Fahrzeugen" in der Abgrenzung des KBA (, Krankenkraftwagen, Feuerwehrfahrzeuge, Müllfahrzeuge etc.)

In der Analyse und Prognose der VP 2040 wurde diese Differenzierung etwas modifiziert, worauf in den folgenden Unterabschnitten eingegangen wird. Als Vergangenheitswerte der in Fahrzeugkilometern (Fzkm) gemessenen Fahrleistungen wurden grundsätzlich die Schätzungen des DLR herangezogen.¹⁰⁰ Sie beziehen sich immer auf die Inländerfahrleistung, das heißt sie enthalten die von deutschen Fahrzeugen einschließlich der Auslandsanteile zurückgelegten Strecken, aber nicht diejenigen von ausländischen Fahrzeugen im Inland. Auf Abweichungen zur Inlandsfahrleistung, die vor allem bei Lkw vorliegen, wird bei den einzelnen Fahrzeugarten eingegangen.

Fahrzeugfahrleistung Pkw

Die Fahrleistung der Pkw ist die dominierende aller Fahrzeugarten. Zudem wird die sogenannte „Antriebswende“ hier den größten Effekt auf die THG-Emissionen auslösen. Deshalb wird auf sie

¹⁰⁰ Vgl. zuletzt Verkehr in Zahlen 2023/24, a.a.o., S. 152 f, und frühere Ausgaben.

ausführlicher eingegangen als auf die der anderen. Sie 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 Resultate der Prognosen des Bestands und der Verkehrsleistung wurden in diesem Bericht bereits dargestellt (vgl. **Kapitel 3.7** und **Kapitel 4**).

Die durchschnittliche Besetzung ist im früheren Bundesgebiet in der langjährigen Entwicklung spürbar zurückgegangen. Dies korrelierte damals mit dem Anstieg der Pkw-Dichte. Im vereinigten Deutschland ist die Besetzung zunächst noch weiter, jedoch bereits wesentlich schwächer gesunken und in der jüngeren Vergangenheit – bei Bereinigung des Bruchs in der Zeitreihe „Verkehr in Zahlen“¹⁰¹ in Folge der MiD 2017¹⁰² – gar nicht mehr. Dies ist darauf zurückzuführen, dass erstens die Pkw-Dichte deutlich schwächer zunahm als in früheren Jahrzehnten. Zweitens wuchsen innerhalb des Individualverkehrs die Fahrtzwecke mit höheren Besetzungsgraden, vor allem der Urlaubs- und der Privatverkehr, insgesamt spürbar stärker als diejenigen mit geringeren Besetzungen (Berufsverkehr). Beide Effekte werden auch im Prognosezeitraum zum Tragen kommen. Daher ist zu erwarten, dass die mittlere Besetzung geringfügig abnimmt (-0,1 % p. a.).

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 – annähernd gleichlaufend mit der Verkehrsleistung. Während letztere bis zum Jahr 2040 um insgesamt 1,6 %¹⁰³ abnimmt, liegt die Pkw-Fahrleistung im Jahr 2040 um 0,9 % über dem Niveau von 2019.

Für die Aufteilung der Pkw-Fahrleistung auf die einzelnen Antriebsarten wurde die Prämisse berücksichtigt, dass die Einführung von Zonen oder Strecken mit Einschränkungen für fossil angetriebene Kfz in deutschen Städten 2040 gesetzlich erlaubt sein wird und sich somit die Fahrleistungen nach Antriebsarten regional unterschiedlich entwickeln werden. Die Pkw-Fahrleistungen wurden in den Umlegungen durch Fachteil 3 ermittelt und differenziert nach Antriebsart „lokal emissionsfrei“ und „fossil“ sowie nach Straßenkategorien „Bundesautobahn“, „sonstige Bundesfernstraßen“ sowie „sonstiges Straßennetz“ zur Verfügung gestellt. Diese Unterscheidung nach Antriebsart sowie Straßenkategorie wurde sowohl bei der Entwicklung der entsprechenden Fahrleistungen und Durchschnittsverbräuche berücksichtigt als auch für die Berechnung der Endenergieverbräuche und Emissionen übernommen. Im Ergebnis erhöht sich der elektrisch betriebene Anteil der r an der gesamten Fahrleistung (aller Antriebsarten) von 0,4 % (2019) auf über 72 % (2040). Umgekehrt vermindert sich der fossil betriebene Anteil von 99,5 % auf 28 % (vgl. **Tabelle 6-4**). Bei PHEV ist für die Bestimmung des Endenergieverbrauchs und der Emissionen die Aufteilung der Fahrleistung auf fossilen und elektrischen Antrieb erforderlich. Letzterer betrug im Jahr 2022 nach einer aktuellen Fraunhofer-Studie rund 30 %.¹⁰⁴ Für 2040 wurde dieser Wert wegen der allgemeinen Fortschritte in der Elektrifizierung auf 42 % angehoben.

Fahrzeugfahrleistung Motorisierte Zweiräder

Neben dem Verkehr mit Pkw besteht der Motorisierte Individualverkehr noch aus dem Verkehr mit motorisierten Zweirädern, das heißt mit Mopeds und mit Krafträder. Er ist allerdings mit knapp 2 % der Verkehrsleistung des gesamten MIV weitaus weniger bedeutend und wird deshalb hier auch weniger ausführlich behandelt. Die Prognose der Fahrleistungen dieser beiden Fahrzeugarten erfolgte

¹⁰¹ Hrsg.: Bundesministerium für Digitales und Verkehr: Verkehr in Zahlen, erscheint jährlich

¹⁰² Mobilität in Deutschland 2017 (Ergebnisbericht); Herausgeber: Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV); Autoren Institut für angewandte Sozialwissenschaft GmbH (infas), Deutsches Zentrum für Raum- und Luftfahrt (DLR), IVT Research GmbH, infas 360 GmbH

¹⁰³ Dieser Wert bezieht sich nur auf den Pkw-Verkehr. Derjenige für den gesamten MIV beträgt -1,1 % (vgl. Kap. 3.7). Diese auf den ersten Blick hohe Abweichung kommt durch die motorisierten Zweiräder zustande, deren Verkehrsleistung – wie deren Fahrleistung – bei steigenden Fahrzeugbeständen weiterhin deutlich zunimmt (27 %, vgl. das folgende Unterkapitel).

¹⁰⁴ FhG_ISI, Reale Nutzung von Plug-in-Hybrid-Fahrzeugen in Europa: Ein 2022er Update. Dieser Wert wurde auch für 2019 gesetzt.

ausgehend von derjenigen des gesamten MIV über den Bestand und die durchschnittliche Fahrleistung der motorisierten Zweiräder.

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 und verblieb seitdem in etwa auf diesem Niveau. 2017 lag der Bestand an Mopeds laut KBA bei 1,99 Mio., danach wurden vom KBA keine diesbezüglichen Zahlen mehr veröffentlicht. Analog zu TREMOD gehen wir für 2019 von einem Bestand von knapp über 2 Mio. Mopeds aus, der bis 2040 auf 2,2 Mio. steigt, u. a. wegen des seit kurzem stark wachsenden Segments der E-Vespas bzw. E-Motorroller.

Der Bestand an Krafträder (einschließlich Leicht- und Kleinkrafträder) hat sich seit der Vereinigung Deutschlands kontinuierlich erhöht. Darin kommt die seit Jahrzehnten wieder entdeckte Beliebtheit dieser Fahrzeuge insbesondere bei Männern in mittleren Altersgruppen zum Ausdruck. Seit Beginn des neuen Jahrtausends ist das vorher noch kräftigere Wachstum (8 % p. a.) spürbar zurückgegangen (gut 2 % p. a.). Im Jahr 2019 lag der Bestand bei 4,5 Mio., 2023 hingegen schon bei knapp 5 Mio. Für den Prognosezeitraum ist mit einer Fortsetzung dieses Wachstums zu rechnen, das sich allerdings allmählich abschwächen wird (1,5 % p. a.), so dass für 2040 ein Bestand von 6,2 Mio. erwartet wird. Gegenüber 2019 entspricht dies einer Zunahme um 37 %.

Die durchschnittliche Fahrleistung, basierend auf der in „Verkehr in Zahlen“ angegebenen Gesamtfahrleistung, sowohl der Mopeds als auch der Krafträder war in den Jahren bis 2016 relativ stabil, danach folgte 2017 ein Statistikbruch in Folge der MiD. Die für Krafträder berechnete durchschnittliche Fahrleistung war für 2017 bis 2019, also vor Beginn der Corona-Pandemie, wieder stabil bei rund 2.200 km/Jahr. Diese Konstanz der durchschnittlichen Fahrleistung wurde auch für den Prognosezeitraum angenommen, und zwar sowohl für Krafträder als auch für Mopeds. Somit verlaufen die (gesamten) Fahrleistungen beider Fahrzeugarten wie die entsprechenden Bestände. Die der Mopeds nimmt zwischen 2019 und 2040 von 4,9 Mrd. Fzkm um 7 % auf 5,3 Mrd. zu, die der Krafträder von 9,9 Mrd. um 37 % auf 13,6 Mrd. zu. Die Fahrleistung der motorisierten Zweiräder zusammen erhöht sich von 14,8 Mrd. um 27 % auf 18,9 Mrd. (vgl. **Tabelle 6-4**).

Der Bestand an motorisierten Zweirädern wurde getrennt nach Antriebsarten prognostiziert. Hierbei wurde ebenfalls nach Krafträder und Mopeds unterschieden. Während bei den Krafträder 2019 noch fast ausschließlich Verbrennungsmotoren (99,7 %) im Einsatz waren, wurde für 2040 angenommen, dass 25 % der Krafträder batterieelektrisch betrieben werden. Da bei Mopeds insbesondere in den Jahren seit 2019 die elektrisch betriebenen Motorroller einen Boom erfahren haben, die geringeren Motorstärken leichter durch elektrische Motoren zu ersetzen sind und Mopeds weiterhin eher auf kurzen Strecken eingesetzt werden, wird für Mopeds für das Prognosejahr 2040 bereits eine Elektrifizierungsrate von 75 % am Bestand angenommen.

Motorisierter Individualverkehr	Spalte 1	Spalte 2	Spalte 3	Spalte 4
	2019	2040	Veränderung Spalte 2/1	Veränderung 2040/2019 p. a.
	Absolute Werte		%	%
Verkehrsleistung MIV (Mrd. Pkm)	917,4	907,2	-1	-0,1
Pkw-Bestand (Mio.)	47,7	52,2	9	0,4
darunter:				
- Verbrennungsmotor	47,5	15,5	-67	-5,2
- PHEV	0,1	2,8	-	17,0
- BEV (incl. FCV)	0,1	33,9	-	29,6
Bestand Motorisierte Zweiräder (Mio.)	6,6	8,4	28	1,2
darunter:				
- Verbrennungsmotor	6,5	5,2	-21	-1,1
- BEV (incl. FCV)	0,0	3,2	-	24,4
Fahrleistung Pkw (Mrd. Fzkm)	644,8	650,7	1	0,0
darunter:				
- Verbrennungsmotor	641,4	163,6	-74	-6,3
- PHEV	1,4	29,2	-	15,6
- BEV (incl. FCV)	2,0	457,9	-	29,5
Fahrleistung Motorisierte Zweiräder (Mrd. Fzkm)	14,8	18,9	27	1,1
darunter:				
- Verbrennungsmotor	14,8	11,5	-22	-1,2
- BEV (incl. FCV)	0,1	7,4	-	24,3

Verbrennungsmotor: Otto, Diesel, Gas (LPG und CNG), Hybrid (nicht PHEV)

Tabelle 6-4

Verkehrs- und Fahrleistung sowie Bestand¹⁰⁵ im Motorisierten Individualverkehr (MIV)

Fahrzeugfahrleistung 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. Die Verkehrsleistung dieser schienengebundenen Verkehrsmittel belief sich im Jahr 2019 auf knapp 18 Mrd. Pkm (vgl. **Kapitel 6.3.2**), die der im Nahverkehr eingesetzten Omnibusse auf 38 Mrd. Pkm.

¹⁰⁵ Bei Einträgen, deren Werte 2019 nahe bei Null liegen (oder Null sind) wird keine Wachstumsrate ausgewiesen.

Letztere entwickelt sich seit Längerem etwas schwächer als die des schienengebundenen ÖSPNV. 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 ÖSPNV aufgrund des angenommenen massiven Ausbaus ein Anstieg von 61 % auf 28 Mrd. Pkm zu erwarten ist (vgl. **Kapitel 6.3.2**), wird die Busnahverkehrsleistung gegenüber 2019 mit 31 % auf 50 Mrd. Pkm ebenfalls stark, aber verglichen deutlich schwächer wachsen.

Im Busfernverkehr haben sich im Zuge der Liberalisierung des Linienverkehrs 2013 zunächst deutliche Zuwächse gezeigt. So erreichte die Verkehrsleistung im Jahr 2016 den bisherigen Spitzenwert von 7,7 Mrd. Pkm (zum Vergleich 2012 vor der Liberalisierung: 1,2 Mrd.). Der Wert für 2019 lag mit 6,3 Mrd. Pkm schon deutlich darunter, bevor der Markt im Zuge der COVID-19-Pandemie zusammenbrach und sich seitdem nicht wieder vollständig erholt hat (2022: 2,5 Mrd. Pkm). Für 2040 gehen wir von einer Verkehrsleistung von 5,8 Mrd. Pkm (-8 % gegenüber 2019) aus. Auch der Bus-Gelegenheitsverkehr ist im Zuge der COVID-19-Pandemie eingebrochen (2019: 15,5 Mrd. Pkm; 2020: 2,6 Mrd. Pkm) und hat sich bisher nur leicht erholt (2022: 7,3 Mrd.). Für 2040 wird daher eine Verkehrsleistung von 15,0 Mrd. Pkm und somit knapp unter dem Vor-Krisen-Niveau von 2019 prognostiziert. Durch die starken Zuwächse im Liniennahverkehr, der die negativen Entwicklungen im Linienfernverkehr und Gelegenheitsverkehr mehr als ausgleicht, errechnet sich somit insgesamt ein Anstieg der gesamten Verkehrsleistung im Busverkehr auf 71,0 Mrd. Pkm, was einer Zunahme von 15,8 % entspricht.

Die Betriebsleistung der Omnibusse betrug im Jahr 2019 nach der Personenverkehrsstatistik 3,4 Mrd. Fzkm. Daraus errechnet sich insgesamt eine Besetzung der Fahrzeuge von 18,0 Pkm/Fzkm. Diese Auslastung nimmt tendenziell den gleichen Verlauf wie die Nachfrage selbst, verändert sich aber nicht wesentlich. Im Ergebnis erhöht sich die Betriebsleistung aller Omnibus-Verkehrsarten etwas schwächer als die Verkehrsleistung, nämlich um 15 % (vgl. **Tabelle 6-5**).

Auch bei den Bussen wurde die Betriebsleistung nach Antriebsarten prognostiziert, und zwar separat für Busse im Nah- und Fernverkehr, da davon auszugehen ist, dass die vor allem im städtischen Nahverkehr eingesetzten Busse schneller auf batterieelektrische Antriebe umgestellt werden als jene im Fernverkehr. Während der Anteil batterieelektrischer Busse im Nahverkehr 2019 noch bei 0,6 % lag, hat sich dieser für 2023 schon auf 3,9 % erhöht. Im Fernverkehr lagen die entsprechenden Anteile mit 0,05 % (2019) bzw. 0,4 % (2023) deutlich darunter. Für 2040 wird ein BEV-Anteil basierend auf den Annahmen zur Antriebsartenstruktur von Neuzulassungen für 2030 nach TREMOD angenommen.

Omnibusse	Spalte 1	Spalte 2	Spalte 3	Spalte 4
	2019	2040	Veränderung Spalte 2/1	Veränderung 2040/2019 p. a.
	Absolute Werte		%	%
Fahrleistung Busse (Mrd. Fzkm)	4,62	5,31	15	0,7
darunter:				
- Verbrennungsmotor	4,60	2,56	-44	-2,7
- BEV	0,02	2,75	15.797	27,3

Verbrennungsmotor: Otto, Diesel, Gas (LPG und CNG), Hybrid (nicht PHEV)

Tabelle 6-5

Fahrleistung Omnibusse

Quelle: DLR/DIW, Kraftfahrt-Bundesamt, ifeu, eigene Prognosen

Fahrzeugfahrleistung Güterverkehrsfahrzeuge

Die Fahrzeugstatistik des KBA und, dem folgend, die Fahrleistungsrechnung von DIW/DLR unterscheidet zwischen Lkw (in der zulassungsrechtlichen Zuordnung) und Sattelzugmaschinen. Letztere und die schwereren Lkw unterscheiden sich nur durch die technischen Merkmale, nicht aber funktional. Deshalb ist es sinnvoll, sie zusammenfassend zu behandeln. Zudem ist es zweckmäßig, die heterogene Fahrzeugart der "sonstigen Fahrzeuge" hier ebenfalls mit einzubeziehen.

Anders als im Pkw-Verkehr, in dem die Fahrleistung zumindest in der Vergangenheit 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.

Die Fahrleistung der so definierten Güterverkehrsfahrzeuge ist nicht gleichzusetzen mit der Fahrleistung, die im Güterverkehr im Sinne der statistischen Erfassung erbracht wird. Vielmehr setzt sie sich zusammen aus der Fahrleistung

- » der Fahrzeuge, die statistisch erfasste Gütertransporte durchführen, das heißt der Fahrzeuge mit einer Nutzlast von über 3,5 t, was annähernd einem zulässigen Gesamtgewicht von 7,5 t entspricht, und die als „Schwere Nutzfahrzeuge“ (SNF) bezeichnet werden
- » sowie der unter diesen Gewichtsgrenzen liegenden, kleineren Lkw (Sattelzugmaschinen liegen immer darüber), deren Zahl in der jüngeren Vergangenheit auch aufgrund der stark expandierenden Auslieferungsfahrten und der bis Mitte 2024 bestehenden Untergrenze für die Mautpflicht von 7,5 zGG kräftig zunahm. Sie werden hier als „Leichte Nutzfahrzeuge“ (LNF) bezeichnet, auch wenn dieser Begriff an anderer Stelle, darunter auch in TREMOD, auf Fahrzeuge mit einem zulässigen Gesamtgewicht von unter 3,5 t angewendet wird.

Im Jahr 2019 belief sich nach den Schätzungen des DIW bzw. des DLR die Inländer-Fahrleistung

- » der Lkw (aller Größen) auf 67,0 Mrd. Fzkm,
- » der Sattelzugmaschinen, die nahezu ausschließlich im statistisch erfassten Güterverkehr eingesetzt werden, auf 20,4 Mrd. Fzkm,
- » aller Güterverkehrsfahrzeuge somit auf 87,4 Mrd. Fzkm.

Die Fahrleistung der statistisch erfassten deutschen Güterverkehrsfahrzeuge dieses Jahres betrug nach der Statistik des Kraftfahrt-Bundesamts dagegen lediglich 28,4 Mrd. Fzkm. Die verbleibenden knapp 60 Mrd. sind also den LNF zuzuordnen. Nach Abzug der Sattelzugmaschinen ergibt sich für die Fahrleistung der statistisch erfassten deutschen Lkw ein Wert von 8,0 Mrd. Fzkm. Das bedeutet, dass 67 % der Fahrleistung aller deutschen Güterverkehrsfahrzeuge und sogar 88 % der Fahrleistung der Lkw von den kleineren Lkw zurückgelegt wird.

Für die Analyse und Prognose der Emissionen der Güterverkehrs-Kfz ist die Inlandsfahrleistung wichtiger als die Inländerfahrleistung. Hier ist der Unterschied – im Gegensatz zu allen anderen Fahrzeugarten – erheblich. Deutsche Lkw legen gemäß der Verkehrsstatistik des KBA im Ausland lediglich 2 Mrd. Fzkm zurück (2019), während ausländische Lkw allein auf dem mautpflichtigen Straßennetz 14,5 Mrd. Fzkm erbringen. Hinzu kommt deren allerdings wesentlich geringere Fahrleistung auf den sonstigen Straßen. Letztere wurde basierend auf der Fahrleistungserhebung 2014 bestimmt. Insgesamt wurden im Jahr 2019 von deutschen und ausländischen Lkw 101,1 Mrd. Fzkm in Deutschland zurückgelegt, darunter 45,5 Mrd. Fzkm von schweren Nutzfahrzeugen.

Die Prognose der Fahrleistungen dieser schweren Nutzfahrzeuge knüpft an die (territoriale) Gütertransportleistung des Straßengüterverkehrs an. Deren Prognose wurde in **Kapitel 5** ausführlich beschrieben. Demnach steigt sie bis zum Jahr 2040 um 34 % (vgl. **Tabelle 4-3**).

Die Fahrleistung aller Güterverkehrsfahrzeuge (in allen Abgrenzungen) hat sich von 1995 bis 2019 um 1,1 % p. a. erhöht, die Gütertransportleistung jedoch um 2,4 % p. a. Zwar ist die Differenz durch die Ausweitungen der statistischen Erfassung der Gütertransportleistung 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.

Diese früher zu beobachtende Divergenz zwischen Transport- und Fahrleistung ist auf mehrere Einflussfaktoren zurückzuführen. Erstens wuchsen innerhalb der Verkehrs nachfrage die Transporte über längere Entfernung, 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 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. Dazu hat die EU-Osterweiterung im Jahr 2004 und die sukzessive Lockerung des Kabotageverbots beigetragen.

In der jüngeren Vergangenheit hat sich bei den schweren Nutzfahrzeugen die o. a. Divergenz jedoch weitgehend zurückgebildet. Dies ist auch für den Prognosezeitraum zu erwarten. Von den in der Vergangenheit wirksamen Einflüssen ist für die zulässigen Gesamtgewichte keine weitere Erhöhung mehr zu erwarten, da keine Anhebung des Gewichtslimits unterstellt wurde und auch nicht von einem maßgeblich zunehmenden Einsatz von Lang-Lkw ausgegangen wird. Auch die Effekte aus dem verschärften Wettbewerb können nicht beliebig fortgesetzt werden und sind als weitgehend ausgereizt zu betrachten. Es verbleibt somit lediglich der strukturelle Effekt aus dem überdurchschnittlichen Zuwachs der längeren Fahrten. Dem steht jedoch der Güterstruktureffekt, das heißt der Trend zu hochwertigeren, aber leichteren Produkten entgegen; der zu einer Abnahme der mittleren Beladung führt. Gemäß den Ergebnissen der Umlegung des Lkw-Verkehrs durch Fachteil 3 wird sich die Schere zwischen der (statistisch erfassten) Gütertransportleistung und der Fahrleistung der Güterverkehrsfahrzeuge im engeren Sinn im Prognosezeitraum kaum weiter öffnen, das Verhältnis also annähernd konstant bleiben.

Somit wird sich die Inlandsfahrleistung der schweren Nutzfahrzeuge im Prognosezeitraum in annähernd dem gleichen Ausmaß, nämlich um 30 % erhöhen wie die o. a. Gütertransportleistung des Lkw-Verkehrs (34 %). Somit nimmt die durchschnittliche Auslastung (tkm/Fzkm) nur leicht zu (3 % oder 0,1 % p. a.).

Bei den leichten Nutzfahrzeugen ($\leq 3,5$ t Nutzlast) besitzen die ausländischen Lkw eine weitaus geringere Bedeutung. Hier kann die Inlandsfahrleistung wieder – wie auch bei Pkw – als identisch zur Inländerfahrleistung angenommen werden. Sie wächst seit Jahrzehnten mit 3,5 % p. a. (2019/1995) weit stärker als die der schweren Nutzfahrzeuge. Dazu haben die schnell wachsenden KEP-Verkehre und in jüngerer Vergangenheit auch der expandierende Internethandel beigetragen. Im Prognosezeitraum wird sich das Wachstum zwar wie die Expansion der Paketdienste selbst abschwächen, aber mit insgesamt 48 % bzw. 1,9 % p. a. nach wie vor stärker ausfallen als das der schweren Lkw. Damit erhöht sich die (Inlands-) Fahrleistung aller Güterverkehrs-Kfz gegenüber 2019 um insgesamt 40 % (2040), was jahresdurchschnittlich 1,6 % entspricht (vgl. Tabelle 6-6).

Wie in Kapitel 3.4.2.2 beschrieben, wird innerhalb der Antriebsarten der schweren Nutzfahrzeuge der Anteil der batterieelektrisch erbrachten Fahrleistung bis 2040 auf 78 % ansteigen und jener mit Wasserstoff bei 7 % liegen, entsprechend sinkt der Anteil der fossil erbrachten Fahrleistung auf 14 %.

Die Antriebsartenentwicklung der leichten Nutzfahrzeuge orientiert sich hingegen mehr an jener der Pkw. Hier wurde für 2040 ein Anteil von 66 % BEV-LNF angenommen, die verbleibenden fossil betriebenen LNF werden wie heute überwiegend mit Diesel betrieben. Die Fahrleistung nach Antriebsarten entwickelt sich hier analog zum Bestand.

	Spalte 1	Spalte 2	Spalte 3	Spalte 4
	2019	2040	Veränderung Spalte 2/1	Veränderung 2040/2019 p. a.
Absolute Werte			%	%
Schwere Nutzfahrzeuge (SNF)				
Gütertransportleistung (Mrd. tkm)	498,6	668,4	34	1,4
Fahrleistung (Mrd. Fzkm) ¹⁾	45,5	59,2	30	1,3
darunter:				
- Diesel	45,0	8,5	-81	-7,7
- BEV	0,0	46,3	-	-
- H2	0,0	4,4	-	-
Leichte Nutzfahrzeuge (LNF)				
Fahrleistung (Mrd. Fzkm)	55,6	82,4	48	1,9
darunter:				
- Verbrennungsmotor	55,2	27,2	-51	-3,3
- BEV	0,4	53,9	12.013	25,7
- H2	0,0	1,2	23.568	29,7
Summe SNF/LNF				
Fahrleistung (Mrd. Fzkm)	101,1	141,5	40	1,6
Energieverbrauch (PJ)	717,2	459,1	-36	-2,1
Direkte CO ₂ -Emissionen (Mio. t)	53,4	10,9	-80	-7,3
Gesamte CO ₂ -Emissionen (Mio. t)	73,6	20,8	-72	-5,8

1) Deutsche und ausländische Lkw

Tabelle 6-6

Gütertransportleistung und Fahrzeugfahrleistung Lkw

Quelle: DLR / DIW, Kraftfahrt-Bundesamt, ifeu, eigene Prognosen

6.2.3 Energieverbrauch und CO₂-Emissionen

Die somit prognostizierten Fahrleistungen der einzelnen Fahrzeugarten wurden mit ihren spezifischen Energieverbräuchen multipliziert, und zwar differenziert nach Kraftstoffsorten (Otto- und Dieselkraftstoff) bzw. Antriebsarten (Mineralöl, Elektro und Wasserstoff). Als Vergangenheitswerte der spezifischen Verbräuche wurden in der Regel die Schätzwerte aus der Fahrleistungsrechnung des DIW bzw. des DLR herangezogen. Die Prognose der spezifischen Energieverbräuche stützt sich vor allem auf die

sogenannte „dena-Leitstudie“ des EWI Köln et al.¹⁰⁶ Die Entwicklung des Durchschnittsverbrauchs von E-Pkw wurde zusätzlich durch eine aktuelle Herstellerbefragung abgesichert.¹⁰⁷

Bei Pkw wurde angenommen, dass der spezifische Verbrauch der Fahrzeuge mit rein fossilem Antrieb pro Jahr spürbar um rund 0,5 % p. a. sinkt, jener von PHEV nur um 0,3 % p. a. Für BEV wurde vom EWI sogar ein Rückgang um 1,0 % p. a. erwartet, was im Jahr 2040 gut 15 kWh pro 100 km entspricht und durch die o. a. „NOW-Studie“ bestätigt wurde. Wichtiger noch ist der erhebliche Rückgang des fossil erbrachten Anteils an der Fahrleistung. Das bedeutet, dass der fossile Kraftstoffverbrauch (Otto, Diesel, Gas inklusive fossilem Anteil PHEV) bis 2040 um 80 sinkt. Umgekehrt wird sich der Stromverbrauch von Pkw (BEV sowie elektrische Fahranteile PHEV), der sich im Jahr 2019 auf lediglich 0,5 TWh belief, bis 2040 auf 72 TWh vervielfachen. Da BEV energetisch wesentlich effizienter sind – der Stromverbrauch eines Elektro-Pkw entspricht aktuell einem Benzinäquivalent von 2 l / 100 km – und zudem die spezifischen Verbräuche bei allen Antriebsarten sinken, nimmt der gesamte Energieverbrauch von Pkw – bei annähernd gleicher Verkehrs- und Fahrleistung – zwischen 2019 und 2040 um rund 59 % ab.

Für die anderen Fahrzeugarten wurde angenommen, dass der spezifische Verbrauch

- » der fossil betriebenen Krafträder konstant bleibt, da sich hier Effizienzgewinne und steigende Motorisierung ausgleichen, jener der elektrisch betriebenen Krafträder analog zu E-Pkw um 1,0 % p. a. sinkt,
- » der fossil betriebenen Omnibusse um 0,4 % p. a. sinkt,
- » der fossilen Lkw und der Sattelzugmaschinen um 0,5 % p. a. sinkt¹⁰⁸, für BEV-Lkw, die im Jahr 2019 noch keine Rolle spielten, wird ein Durchschnittsverbrauch von 120 kWh pro 100 km angenommen,
- » der fossilen LNF um 0,8 % p. a. und der BEV-LNF um 1,0 % p. a. sinkt.

Damit sinkt der gesamte Kraftstoffverbrauch des Straßenverkehrs in der Abgrenzung nach dem Nationalen Inventarbericht (NIR), das heißt also ohne Strom und Biokraftstoffe, zwischen 2019 und 2040 um 79 % von 2.224 PJ auf 472 PJ. Diese Definition basiert auf den Energiebilanzen bzw. dem Kraftstoffabsatz und wird für die Berechnung der direkten Emissionen verwendet. Für die Gesamtemissionen wird hingegen der effektive Verbrauch zugrunde gelegt sowie der Stromverbrauch als auch Biokraftstoffe berücksichtigt. Diese Definition wird auch von TREMOD verwendet. Hier sinkt der Energieverbrauch des Straßenverkehrs von 2.356 PJ (2019) auf 1.146 PJ (2040) mit 51 % deutlicher weniger, da sich hier der im Jahr 2040 große Anteil elektrisch betriebener Kfz entsprechend niederschlägt. Biokraftstoffe und E-Fuels (nur 2040) sind hier ebenfalls berücksichtigt, spielen aber im Jahr 2040 nur eine untergeordnete Rolle, da der Anteil fossil betriebener Fahrzeuge deutlich niedriger liegt als 2019.

¹⁰⁶ Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena, Hrsg.) / ewi Energy Research & Scenarios gGmbH, dena-Leitstudie Integrierte Energiewende, Berlin 2019.

¹⁰⁷ Vgl. Nationale Leitstelle Ladeinfrastruktur:
https://www.now-gmbh.de/wp-content/uploads/2024/04/NOW_Factsheet-Herstellerbefragung-E-Pkw.pdf
zuletzt abgerufen am 24.07.2024

¹⁰⁸ Bei diesen Fahrzeugen wieder gestützt auf die „dena-Leitstudie“ (2019), S. 428.

	Energieverbrauch in PJ		PJ	Veränderung in %	
	2019	2040	2040/2019	2040/2019 p. a.	
Definition NIR (Basis: Energiebilanzen, Kraftstoffabsatz)					
Straßenverkehr (Abgrenzung NIR, das heißt ohne Strom)	2.224	472	-79	-7,1	
Definition TREMOD (Basis: effektiver Verbrauch)					
Straßenverkehr	2.356	1.146	-51	-3,4	

Tabelle 6-7

Energieverbrauch Straßenverkehr

Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, UBA, Ifeu, eigene Prognosen

Bei den CO₂-Emissionen in der Kyoto-Definition werden sowohl Biokraftstoffe und E-Fuels als auch der Stromverbrauch nicht berücksichtigt. Sie sinken für den Motorisierten Individualverkehr mit 78 % etwa im Ausmaß des dominierenden Pkw-Verkehrs. In der Abgrenzung nach dem effektiven Verbrauch werden sowohl die Biokraftstoffe und E-Fuels als auch der Stromverbrauch einbezogen, so dass der so definierte gesamte CO₂-Ausstoß des MIV mit 73 % in einem etwas geringeren Ausmaß abnimmt. Die gesamten Emissionen würden tendenziell im Ausmaß des Endenergieverbrauchs abnehmen. Da sich aber die Energieträgerstruktur der Stromerzeugung stark in Richtung der erneuerbaren Energien verschiebt (vgl. **Kapitel 3.6**), geht der gesamte CO₂-Ausstoß des MIV nahezu im gleichen Ausmaß zurück wie der direkte. Die gesamten CO₂-Emissionen liegen für den Pkw-Verkehr im Jahr 2040 bei 37,6 Mio. t, für die motorisierten Zweiräder bei 1,4 Mio. t.

Die Reduktion der CO₂-Emissionen des MIV ist dabei nicht auf eine Verminderung der Fahrleistung zurückzuführen, sondern auf die Umstellung auf lokal emissionsfreie Antriebe: so werden wie oben bereits erwähnt für 2040 65 % lokal emissionsfreie Pkw im Bestand angenommen. Die Emissionen der verbliebenen fossil betriebenen Pkw werden zusätzlich durch einen höheren Biokraftstoff- sowie den E-Fuel-Anteil reduziert.

Motorisierter Individualverkehr (MIV)	Absolute Werte		Veränderung in %	
	2019	2040	2040/2019	2040/2019 p. a.
Energieverbrauch MIV (PJ) (Definition TREMOD; Basis: effektiver Verbrauch)	1.591,2	668,7	-58	-4,0
Energieverbrauch Pkw (PJ)	1.572,5	650,2	-59	-4,1
Energieverbrauch Motorisierte Zweiräder (PJ)	18,6	18,5	-1	0,0
Direkte CO₂-Emissionen MIV (Mio. t)	100,8	22,2	-78	-7,0
Direkte CO ₂ -Emissionen Pkw (Mio. t)	99,4	21,1	-79	-7,1
Direkte CO ₂ -Emissionen Motorisierte Zweiräder (Mio. t)	1,3	1,1	-20	-1,1
Gesamte CO₂-Emissionen MIV (Mio. t)	142,1	39,0	-73	-6,0
Gesamte CO ₂ -Emissionen Pkw (Mio. t)	140,4	37,6	-73	-6,1
Gesamte CO ₂ -Emissionen Motorisierte Zweiräder (Mio. t)	1,7	1,4	-17	-0,9

Tabelle 6-8

Energieverbrauch und CO₂-Emissionen des Motorisierten Individualverkehrs (MIV)

Quelle: DLR / DIW, Kraftfahrt-Bundesamt, Ifeu, eigene Prognosen

Bei den Lkw zeichnen sich tendenziell ähnliche Entwicklungen ab. Zwar ist für deren Fahrleistung im Prognosezeitraum weiterhin ein spürbarer Anstieg zu erwarten. Jedoch werden auch hier vor allem die Strukturveränderungen in den Antriebsarten und daneben weitere Effizienzgewinne ein erhebliches Minus des Energieverbrauchs bewirken, das die Fahrleistungszunahme mehr als kompensiert.

Bei den direkten CO₂-Emissionen in der Kyoto-Definition wird der Stromverbrauch (und auch die Biokraftstoffe, E-Fuels sowie der bei SNF eingesetzte Wasserstoff) nicht berücksichtigt (vgl. **Kapitel 6.1.1**). Sie sinken somit um 81 % (2040). Allerdings ist diese Definition wegen der stark steigenden Elektrifizierung des Straßenverkehrs irreführend. Die gesamten Emissionen gehen mit 75 % aufgrund der zukünftigen Energieträgerstruktur der Stromerzeugung in nahezu gleichem Ausmaß zurück wie die direkten Emissionen (vgl. **Tabelle 6-3**).

Lkw-Verkehr (SNF und LNF)	Absolute Werte		Veränderung in %	
	2019	2040	2040/2019	2040/2019 p. a.
Energieverbrauch (PJ)	717,2	431,8	-40	-2,1
Direkte CO ₂ -Emissionen (Mio. t)	53,4	10,9	-80	-7,3
Gesamte CO ₂ -Emissionen (Mio. t)	73,6	20,8	-72	-5,8

Tabelle 6-9 Energieverbrauch und CO₂-Emissionen des Lkw-Verkehrs (SNF und LNF)

Quelle: DLR / DIW, Kraftfahrt-Bundesamt, ifeu, eigene Prognosen

6.3 Treibhausgasemissionen des Schienenverkehrs

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 die entsprechenden Betriebsleistungen nach Energieträgern (Elektro, Diesel, E-Fuels, Wasserstoff) im Rahmen der Umlegungen von Fachteil 4 ermittelt und zur Verfügung gestellt. Multipliziert mit dem jeweiligen spezifischen Verbrauch ergibt sich der (gesamte) Endenergieverbrauch der einzelnen Verkehrs- und Traktionsarten. Daraus und aus den entsprechenden Emissionsfaktoren (vgl. **Kapitel 6.1.3**) errechnet sich der CO₂-Ausstoß.
- » Die Vergangenheitsdaten für den Endenergieverbrauch und die gesamten Emissionen des Schienenverkehrs in dieser Differenzierung basieren auf TREMOD.¹⁰⁹ Für die Anteile der Traktionsarten (Elektro/Diesel) in der Vergangenheit wurden ebenfalls die Daten nach TREMOD herangezogen.

6.3.2 Treibhausgasemissionen des Schienengebundenen ÖSPNV

Der schienengebundene ÖSPNV besteht aus dem Verkehr mit

- » (herkömmlichen) Straßenbahnen, deren Gleise überwiegend im Straßenraum verlaufen,

¹⁰⁹ Ifeu (2024), a.a.O., sowie persönliche Mitteilung vom 5.12.2023.

- » 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 ÖSPNV subsumiert werden.

Den Ausgangspunkt für die Prognose der CO₂-Emissionen des schienengebundenen ÖSPNV bildete dessen Verkehrsleistung. Sie belief sich im Jahr 2019 auf 17,6 Mrd. Pkm. Im Prognosezeitraum wird sie sich spürbar überproportional zum gesamten ÖSPNV (einschließlich des Busverkehrs) entwickeln. Denn zum einen nimmt in den Räumen, in denen ein schienengebundener ÖSPNV betrieben wird, das heißt in den höher verdichteten Gebieten, bereits der gesamte ÖSPNV einen überdurchschnittlichen Verlauf. Zum anderen entwickeln sich innerhalb dieser Räume die Schienenverkehre generell, das heißt mit den Eisenbahnen und im ÖSPNV, nochmals etwas günstiger als der Busverkehr. Deshalb nimmt die Verkehrsleistung des schienengebundenen ÖSPNV um 61 % zu (vgl. **Tabelle 6-10**).

Die in Fahrzeugkilometern gemessene Betriebsleistung der Verkehrsmittel des schienengebundenen ÖSPNV wurde bestimmt, indem von derjenigen des gesamten Schienenpersonennahverkehrs gemäß der Betriebsdatenstatistik (2019: 999 Mio. Fzkm), der auch die Straßenbahnen, Stadtbahnen und U-Bahnen (Abkürzung: SSU) enthält, diejenige für den SPNV im engeren Sinne gemäß den Marktuntersuchungen der Bundesnetzagentur (708 Mio. Fzkm) abgezogen wurde. Sie belief sich somit im Jahr 2019 auf 291 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 ein Teil des Nachfragewachstums abgefangen werden kann und somit nur der übrige Teil auf die Betriebsleistung durchschlägt. Somit nimmt letztere um 46 % auf 425 Mio. Fzkm zu.

Wie bereits erwähnt findet der schienengebundene ÖSPNV – im Gegensatz zum Eisenbahnverkehr – nur mit elektrisch betriebenen Fahrzeugen statt. Deren Endenergieverbrauch im Jahr 2019 belief sich nach TREMOD auf 6,7 PJ. Der sich daraus errechnende spezifische Endenergieverbrauch ist in der jüngeren Vergangenheit gegenüber früheren Ausgaben der TREMOD-Analysen nur leicht gesunken. Zustande kommt dies vor allem auf Grund von technischen Verbesserungen und einer allmählichen Flottenerneuerung. Allerdings steht dem eine Verschiebung hin zu größeren und damit schwereren Fahrzeugen entgegen. Für den Prognosezeitraum wird ein weiterer geringer Effizienzgewinn von 0,1 % p. a. angenommen. Daraus errechnet sich für den gesamten Endenergieverbrauch des schienengebundenen ÖSPNV eine Zunahme um 43 % (vgl. **Tabelle 6-10**).

Schienengebundener ÖSPNV	Absolute Werte		Veränderung in %	
	2019	2040	2040/2019	2040/2019 p. a.
Verkehrsleistung (Mrd. Pkm)	17,6	28,3	61	2,3
Betriebsleistung (Mio. Zugkm)	291,0	425,0	46	1,8
darunter:				
- Elektro	291,0	425,0	46	1,8
- Diesel	0,0	0,0	-	-
- Wasserstoff	0,0	0,0	-	-
Endenergieverbrauch (Abgrenzung TREMOD) (PJ)	6,7	9,6	43	1,7
darunter:				
- Elektro	6,7	9,6	43	1,7
- Diesel	0,0	0,0	-	-
- Wasserstoff	0,0	0,0	-	-

Tabelle 6-10

Verkehrs- und Betriebsleistung sowie Endenergieverbrauch schienengebundenen ÖSPNV

Quelle: Statistisches Bundesamt, ifeu, eigene Prognosen

6.3.3 Treibhausgasemissionen des Schienenpersonennahverkehrs

Die Verkehrsleistung des Schienenpersonennahverkehrs (SPNV) – in der Definition der amtlichen Statistik, das heißt nach Zugkategorien – wächst im Prognosezeitraum um 27 % von 57 auf 73 Mrd. Pkm.

Die Betriebsleistung belief sich im Jahr 2019 gemäß Bundesnetzagentur auf 708 Mio. Fzkm. Die Betriebsleistung des Jahres 2040 wurde durch Fachteil 4 ermittelt und liegt bei 887 Mio. Fzkm. Die Auslastung bleibt somit zwischen 2019 mit 81 und 2040 mit 84 Pkm/Fzkm annähernd konstant.

Die derzeit immer noch vorhandenen dieselbetriebenen Fahrzeuge werden wie bereits seit vielen Jahren zunehmend durch elektrisch betriebene Fahrzeuge ersetzt. Dies geht zum Teil auf Elektrifizierungsmaßnahmen und zum Teil auf mittels Batterie überbrückter nicht-elektrifizierter Streckenabschnitte zurück. Deshalb sinkt der dieselbetriebene Anteil an der gesamten Betriebsleistung der Nahverkehrszüge von 35 % auf 7 %. Die verbleibenden dieselbetriebenen Fahrzeuge werden bis zum Jahr 2040 komplett auf E-Fuels umgestellt. Zusätzlich werden auf einzelnen Strecken mit Wasserstoff betriebene Fahrzeuge eingesetzt. Der entsprechende Anteil an der Betriebsleistung ist mit knapp 1 % auch im Jahr 2040 jedoch sehr gering.

Der Endenergieverbrauch der Nahverkehrszüge im Jahr 2019 wird in TREMOD mit 25 PJ angegeben. Im Prognosezeitraum wird der spezifische Verbrauch beider Traktionsarten (Strom sowie Diesel bzw. E-Fuels) 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 von jeweils 0,5 % p. a. angesetzt. Damit bleibt der gesamte Endenergieverbrauch des Eisenbahnpersonennahverkehrs annähernd stabil, da die erhöhte Betriebsleistung durch die Effizienzgewinne kompensiert wird.,

	Schienenpersonennahverkehr (SPNV)	Absolute Werte		Veränderung in %	
		2019	2040	2040/2019 p. a.	
Verkehrsleistung (Mrd. Pkm)	57,3	73,0	27	1,2	
Betriebsleistung (Mio. Zugkm)	708,0	887,0	25	1,1	
darunter:					
- Elektro	462,0	817,0	77	2,7	
- Diesel	246,0		-100	-	
- E-Fuels	0,0	64,0	-	-	
- Wasserstoff	0,0	6,0	-	-	
Endenergieverbrauch (Abgrenzung TREMOD) (PJ)	25,2	25,6	2	0,1	
darunter:					
- Elektro	14,3	22,8	59	2,2	
- Diesel	10,8		-100	-	
- E-Fuels	0,0	2,5	-	-	
- Wasserstoff	0,0	0,2	-	-	

Tabelle 6-11

Verkehrs- und Betriebsleistung sowie Endenergieverbrauch SPNV

Quelle: Statistisches Bundesamt, ifeu, eigene Prognosen

6.3.4 Treibhausgasemissionen des Schienenpersonenfernverkehrs

Die Verkehrsleistung des Schienenpersonenfernverkehrs (SPFV) – auch hier in der Definition der amtlichen Statistik, das heißt nach Zugkategorien – verdoppelt sich im Prognosezeitraum von 45 auf 90 Mrd. Pkm.

Die Betriebsleistung betrug im Jahr 2019 144 Mio. Fzkm (vgl. Tabelle 6-12) und wird sich nach Berechnungen des Fachteils 4 bis zum Jahr 2040 um 71 % auf 246 Mio. Fzkm erhöhen. Daraus

errechnet sich für 2040 eine durchschnittliche Besetzung in Höhe von 376 Pkm/Fzkm, die also diejenige des Nahverkehrs um mehr als das Vierfache übertrifft und auch deutlich höher liegt als noch 2019 (306 Pkm/Fzkm), das heißt ein Teil des Nachfrageanstiegs wird durch eine höhere Auslastung aufgefangen. Die dieselbetriebenen Fahrzeuge spielen schon 2019 im Fernverkehr keine wesentliche Rolle mehr: ihr Anteil an der Betriebsleistung belief sich im Jahr 2019 auf weniger als 2 %. Für das Jahr 2040 wird davon ausgegangen, dass die komplette Betriebsleistung über elektrische Antriebe erfolgen wird. Im Gegensatz zum SPNV werden im SPFV weder Wasserstoffbetriebene Triebfahrzeuge eingesetzt noch wird auf E-Fuels zurückgegriffen.

Der Endenergieverbrauch der Fernverkehrszüge im Jahr 2019 beträgt basierend auf TREMOD 8,9 PJ. Auch hier wird der spezifische Verbrauch durch technischen Fortschritt sowie organisatorische Maßnahmen, z. B. Optimierung der Fahrzeugeinsatzplanung, analog zum SPNV im Prognosezeitraum um 0,5 % p. a. sinken. Auch im Fernverkehr schlagen der technische Fortschritt und organisatorische Maßnahmen zu Buche. Die Effizienzsteigerung kann jedoch die starke Zunahme der Betriebsleistung bei weitem nicht kompensieren. Daher nimmt der gesamte Endenergieverbrauch des Schienenpersonenfernverkehrs im Prognosezeitraum um 50 % zu (vgl. **Tabelle 6-12**).

	Schienenpersonenfernverkehr (SPFV)		Absolute Werte	Veränderung in %
	2019	2040	2040/2019	2040/2019 p. a.
Verkehrsleistung (Mrd. Pkm)	44,7	90,4	102	3,4
Betriebsleistung (Mio. Zugkm)	144,0	246,0	71	2,6
darunter:				
- Elektro	142,0	246,0	73	2,7
- Diesel	2,0	0,0	-100	-100,0
Endenergieverbrauch (Abgrenzung TREMOD) (PJ)	8,9	13,4	50	2,0
darunter:				
- Elektro	8,6	13,4	56	2,1
- Diesel	0,3	0,0	-100	-100,0

Tabelle 6-12

Verkehrs- und Betriebsleistung sowie Endenergieverbrauch SPFV

Quelle: Statistisches Bundesamt, ifeu, eigene Prognosen

6.3.5 Treibhausgasemissionen des Schienengüterverkehrs

Die Gütertransportleistung des Schienengüterverkehrs (SGV) belief sich im Jahr 2019 auf 139 Mrd. tkm. Dabei handelt es sich um den Wert, der nach der Revision von April 2024 aufgrund einer „Verbesserung der Meldungen aufgrund neuer technischer Möglichkeiten auf Seiten der Auskunftspflichtigen“ ausgewiesen wurde¹¹⁰. Bis zum Jahr 2040 steigt sie auf 188 Mrd. tkm, das heißt um 35 % (vgl. **Kapitel 5.2**). Die Betriebsleistung wurde von Fachteil 4 „Eisenbahnverkehrsprognose 2040“ im Rahmen der dort durchgeföhrten Umlegungen ermittelt. Demnach belief sie sich im Jahr 2019 auf 235 Mio. Zugkm, Dies liegt spürbar unter den Ergebnissen der Betriebsdatenstatistik von Destatis (260 Mrd.) und den Marktuntersuchungen der Bundesnetzagentur (266 Mrd.). Bis zum Jahr 2040 steigt sie auf 314 Mio. Zugkm, das heißt mit 34 % in der gleichen Größenordnung wie die Gütertransportleistung. Hier schlägt einerseits der Güterstruktureffekt, weg von schweren Massengütern, durch, weshalb die

¹¹⁰ Vgl. Destatis, Qualitätsbericht zur Monatlichen Güterverkehrsstatistik der Eisenbahn vom 19.04.2024, Kap. 4.4.2 und 4.4.3.

Beladung, gemessen in tkm/Zugkm, sinkt, die Betriebsleistung also stärker wächst als die Verkehrsleistung. Dem stehen andererseits Produktivitätssteigerungen entgegen. Dabei wurden im Basisjahr 217 Mio. Zugkm (entspricht 92 %) der Betriebsleistung mit elektrischer und die restlichen 19 Mio. Zugkm (8 %) mit Dieseltraktion erbracht. Im Jahr 2040 werden 98 % der Betriebsleistung elektrisch abgefahrene. Für die verbleibenden 2 % wird für das Jahr 2040 davon ausgegangen, dass im Schienengüterverkehr der Dieselfahrzeug vollständig durch E-Fuels ersetzt wird.

Schiengüterverkehr (SGV)	Absolute Werte		Veränderung in %	
	2019	2040	2040/2019	2040/2019 p. a.
Transportleistung (Mrd. tkm)	138,9	188,0	35	1,5
Betriebsleistung (Mio. Zugkm)	234,5	314,2	34	1,4
darunter:				
- Elektro	216,6	307,5	42	1,7
- Diesel	17,9	0,0	-100	-
- E-Fuels	0,0	6,7	-	-
Endenergieverbrauch (Abgrenzung TREMOD) (PJ)	17,1	20,3	19	0,8
darunter:				
- Elektro	14,0	19,3	38	1,6
- Diesel	3,1	0,0	-100	-
- E-Fuels	0,0	1,0	-	-

Tabelle 6-13

Transport- und Betriebsleistung sowie Endenergieverbrauch SGV

Quelle: Statistisches Bundesamt, ifeu, eigene Prognosen

Der Endenergieverbrauch des Schienengüterverkehrs in der Abgrenzung nach TREMOD, das heißt inklusive der Elektrotraktion, liegt im Jahr 2019 bei 14 PJ (Elektrotraktion) bzw. 3 PJ (Dieseltraktion). Im Prognosezeitraum werden auch im Güterverkehr der technische Fortschritt, die Bestandsdurchdringung mit jüngeren, verbrauchsgünstigeren Fahrzeugen und optimierte Logistikkonzepte wirksam. Der Anstieg des Endenergieverbrauchs, der ebenfalls von Fachteil 4 ermittelt wurde, bis 2040 um 19 % liegt deutlich unter demjenigen der Betriebsleistung. Der Rückgang des (betriebsleistungsbezogenen) spezifischen Endenergieverbrauchs ist mit 3 % für die Elektrotraktion relativ gering angesetzt, was vor allem auf die länger und damit schwerer werdenden Züge zurückzuführen ist. Für die noch verbleibenden Strecken ohne Oberleitung, die aktuell noch mit reinen Diesellokomotiven bedient werden, werden im Prognosezeitraum zunehmend Dual Mode Lokomotiven, also Zweikraftlokomotiven eingesetzt, die zum einen mit Strom aus der Oberleitung, zum anderen aber auch mit E-Fuels fahren können.

6.3.6 Gesamtergebnisse der Treibhausgasemissionen des Schienenverkehrs

Die über die vier Arten des Schienenverkehrs aggregierten Ergebnisse für Betriebsleistung, Endenergieverbrauch und CO₂-Emissionen sind in Tabelle 6-14 zusammengefasst. Die gesamte Betriebsleistung im Schienenpersonen- und Schienengüterverkehr steigt im Prognosezeitraum von 1.377 Mio. Zugkm auf 1.872 Mio. Zugkm (+36 %). Im Personen- wie im Güterverkehr nimmt die Elektrotraktion weiter zu. Die wenigen im Jahr 2040 verbleibenden Strecken ohne Oberleitung werden mit Lokomotiven bedient, die durch E-Fuels oder Wasserstoff betankt werden. Der

Endenergieverbrauch in der Abgrenzung nach TREMOD, das heißt inklusive Stromverbrauch, steigt aufgrund der Effizienzsteigerung mit 19 % weniger stark als die Betriebsleistung.

Zum Vergleich ist in **Tabelle 6-14** auch derjenige Endenergieverbrauch in der Abgrenzung nach NIR ausgewiesen, der für die Berechnung der direkten CO₂-Emissionen nach der Kyoto-Definition herangezogen wird, also ohne den Stromverbrauch und Biokraftstoffe. Dieser sinkt durch die zunehmende Elektrifizierung um 73 % von 11,4 PJ Diesel im Jahr 2019 auf 3,1 PJ E-Fuels bzw. Wasserstoff im Jahr 2040 und ist somit, wie bereits erläutert, wenig aussagekräftig.

Die direkten CO₂-Emissionen des Schienenverkehrs in der Kyoto-Definition enthalten nur diejenigen der Dieseltraktion. Da deren Anteil massiv sinkt und im Jahr 2040 Diesel vollständig durch E-Fuels und Wasserstoff ersetzt wird, welche wiederum bei den direkten CO₂-Emissionen ebenfalls im Sektor Verkehr nicht berücksichtigt werden, sinken die direkten CO₂-Emissionen des Schienenverkehrs bis 2040 auf null. Die gesamten Emissionen enthalten auch die CO₂-Emissionen, die bei der Stromerzeugung sowie der Herstellung von E-Fuels und Wasserstoff anfallen. Da davon ausgegangen wird, dass im Jahr 2040 sowohl Strom als auch E-Fuels und Wasserstoff zum überwiegenden Teil klimaneutral erzeugt werden können, sinken auch die gesamten CO₂-Emissionen des Schienenverkehrs stark, nämlich von 7,2 Mio. t CO₂ im Jahr 2019 auf 0,7 Mio. t CO₂ im Jahr 2040, was einem Rückgang um 90 % entspricht.

Entwicklung der CO ₂ -Emissionen	Absolute Werte		Veränderung in %	
	2019	2040	2040/2019	2040/2019 p. a.
Personenverkehr				
Verkehrsleistung (Mrd. Pkm)	119,6	191,7	60	2,3
darunter:				
- Eisenbahn (SPFV + SPNV)	102,0	163,4	60	2,3
- davon nur SPFV	44,7	90,4	102	3,4
- davon nur SPNV	57,3	73,0	27	1,2
- ÖSPNV Schiene	17,6	28,3	61	2,3
Betriebsleistung (Mio. Zugkm)	1.142,9	1.557,4	36	1,5
darunter:				
- Elektro	895,0	1.487,5	66	2,4
- Diesel	247,9		-100	-
- E-Fuels	-	63,7	-	-
- Wasserstoff	-	6,2	-	-
Güterverkehr				
Transportleistung Güterverkehr (Mrd. tkm)	138,9	188,0	35	1,5
Betriebsleistung Güterverkehr (Mio. Zugkm)	234,5	314,2	34	1,4
darunter:				
- Elektro	216,6	307,5	42	1,7
- Diesel	17,9	-	-100	-
- E-Fuels	-	6,7	-	-
Summe Personen- und Güterverkehr				
Betriebsleistung (Mio. Zugkm)	1.377,4	1.871,6	36	1,5
Endenergieverbrauch (Abgrenzung NIR, ohne Strom) (PJ)	11,4	3,1	-73	-6,0
Endenergieverbrauch (Abgrenzung TREMOD) (PJ)	57,9	68,9	19	0,8
Direkte CO ₂ -Emissionen (Mio. t)	0,8	0,0	-100	-
Gesamte CO ₂ -Emissionen (Mio. t)	7,2	0,7	-90	-10,3

Tabelle 6-14

Entwicklung der CO₂-Emissionen des Schienenverkehrs¹¹¹

Quelle: Statistisches Bundesamt, ifeu, eigene Prognosen

¹¹¹ Bei Einträgen, deren Werte 2019 nahe bei Null liegen (oder Null sind) wird keine Wachstumsrate ausgewiesen.

6.4 Treibhausgasemissionen des Luftverkehrs

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 Monitoring nach dem Kyoto-Protokoll und dem Paris-Abkommen 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 keinem Land zugeordnet, sondern nur nachrichtlich ausgewiesen werden.
- » Nach dem Standortprinzip werden die Emissionen dem Land des jeweiligen Startflughafens zugeordnet, das heißt 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 der verkehrsstatistischen Berichterstattung nicht immer möglich ist. In dieser Abgrenzung werden die Emissionen des weltweiten Luftverkehrs vollständig erfasst und häufig den beiden beteiligten Ländern einer Verkehrsrelation zugeordnet.

6.4.2 Ergebnisse der Treibhausgasemissionen des Luftverkehrs

Die Verkehrsleistung des deutschen Luftverkehrs in der gängigen Definition laut Destatis¹¹², das heißt nach dem Territorialprinzip über Deutschland inklusive Ausland-Ausland-Umsteiger, steigt in der Basisprognose von 2019 bis 2040 um 40 % (vgl. **Tabelle 6-15**). Auf die für die Berichterstattung nach dem Kyoto-Protokoll maßgebliche Verkehrsleistung des innerdeutschen Luftverkehrs entfällt davon lediglich rund ein Sechstel (2019), zudem wächst sie wegen dessen vergleichsweise geringer Dynamik wesentlich schwächer als diejenige des wachstumsstarken Verkehrs mit dem Ausland. Dessen Leistung einschließlich der Auslandsstrecken und in beiden Richtungen ist – entsprechend den Streckenanteilen – acht Mal höher als der vergleichbare Wert allein über Deutschland. Auf den für das Standortprinzip maßgeblichen abgehenden Verkehr entfällt davon die Hälfte. Einschließlich des innerdeutschen Verkehrs wächst die gesamte Verkehrsleistung nach dem Standortprinzip bis 2040 um 46 % .

Die Ermittlung des Treibstoffverbrauchs basiert grundsätzlich, das heißt in allen Definitionen, auf dem in der amtlichen Mineralölstatistik des Bundesamts für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) erhobenen Inlandsabsatz von Kerosin und von Flugbenzin (2019: 10,2 Mio. t, ohne Militärverbrauch). Er ist zwar nicht exakt identisch mit dem tatsächlichen Verbrauch, da im Inlandsabsatz einerseits "übertankte" Mengen enthalten sind, andererseits auf Zwischenlandungen auf Auslandsflughäfen nachgetankte Mengen nicht enthalten sind. Gleichzeitig beinhalten die so berücksichtigten Mengen auch den Flugkraftstoffverbrauch in Bezug auf den Cargo-Transport. Insgesamt bildet der Inlandsabsatz den effektiven Verbrauch annähernd zutreffend ab und wird deshalb auch für die Berechnungen nach dem Standortprinzip herangezogen. Der auf den innerdeutschen Verkehr entfallende, das heißt der für das Kyoto-Monitoring maßgebliche Teil des Kerosinabsatzes wird seit 2003 vom Umweltbundesamt auf der Basis von Angaben von Eurocontrol ermittelt; im Jahr 2019 belief er sich auf 7 %.

¹¹²

Die hier ausgewiesene Verkehrsleistung laut Destatis unterscheidet sich von jener in Kapitel 4.1, die als Grundlage für die Modellierungen im Rahmen der Basisprognose dient insofern, als bei letzterer die „Ausland-Umsteiger“ nicht enthalten sind, das heißt jene Passagiere, die aus dem Ausland kommen und an einem deutschen Flughafen mit einem anderen Auslands-Ziel umsteigen. Die Verkehrsstatistik misst dagegen die tatsächliche Verkehrs nachfrage an den deutschen Flughäfen. Deshalb enthält sie nicht die deutschen Passagiere, die ihre Reise in Flughäfen in Nachbarländern beginnen bzw. beenden. Diese wiederum sind dagegen in der Modellierung enthalten.

Bezogen auf den Personenverkehr errechnet sich daraus ein spezifischer Verbrauch in Höhe von 5,9 (innerdeutsch) bzw. 3,5 l / 100 Pkm (insgesamt, vgl. **Tabelle 6-15**). 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 beim Personen- und Cargo-Transport, wie seit geraumer Zeit, spürbar sinken. Bereits bei der Darstellung der Entwicklung der Nutzerkosten wurde ausgeführt, dass für diese Größe ein (verkehrsleistungsbezogener) Rückgang um rund 1,4 % p. a. angenommen wurde (vgl. **Kapitel 3.4.4**). Etwa zwei Drittel davon resultieren aus technischen Verbesserungen bei den Triebwerken, der Aerodynamik und weiteren betrieblichen Effizienzsteigerungen. Hinzu kommt der Anstieg 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. Insgesamt bedeutet das eine Abnahme des spezifischen Verbrauchs um 26 %, die das Wachstum der Verkehrsleistung (nach dem Standortprinzip) jedoch nicht ausgleichen kann. Details zur Herleitung der Verbräuche finden sich im **VP2040-Band 5.1 E „Luftverkehrsprognose „Basisprognose 2040“ (Ergebnisse)** wesentlich bedeutender ist die Beimischung des Treibstoffs mit CO₂-neutralen Mengen. Für sie wurde bis 2040 ein Anstieg auf 20 % angenommen. Dieser Anteil setzt sich zusammen aus einer SAF-Beimischungsquote von 34 % bei einer CO₂-Einsparung von SAF gegenüber Kerosin von 60 %. Dies betrifft den gesamten Personen- und Cargo-Transport im Luftverkehr.

Damit wiederum werden die direkten CO₂-Emissionen, die in der hier herangezogenen Abgrenzung den Personen- und Cargo-Transport umfassen, in der Kyoto-Definition, also aus dem innerdeutschen Luftverkehr, kräftig sinken, nämlich um 47 %. Bei den gesamten Emissionen¹¹³ nach dem Standortprinzip, die um den Faktor 18 höher sind (2019), schlägt das hier höhere Nachfragewachstum durch, so dass – bei einem gleich hohen Rückgang des spezifischen Verbrauchs – der Ausstoß schwächer abnimmt als nach der Kyoto-Definition, nämlich um 15 %.

¹¹³ ohne Berücksichtigung der sogenannten Nicht-CO₂-Wirkungen, das heißt ohne die "zusätzliche Klimawirkung in Reiseflughöhe" laut TREMOD

	Absolute Werte		Veränderung in %	
	2019	2040	2040/2019	2040/2019 p. a.
Verkehrsleistung (Mrd. Pkm)				
- Territorial (über Deutschland)	71,8	100,4	40	1,6
-- Innerdeutscher Verkehr	10,1	9,0	-11	-0,6
-- Auslandsverkehr	61,7	91,5	48	1,9
- Standortprinzip (Gesamtstrecke)	254,2	370,3	46	1,8
-- Innerdeutscher Verkehr	10,1	9,0	-11	-0,6
-- Auslandsverkehr abgehend	244,1	361,3	48	1,9
Spezifischer Verbrauch (l / 100 Pkm)				
- Kyoto-Monitoring (nur innerdeutsch)	5,9	4,4	-26	-1,4
- Insgesamt (Standortprinzip)	3,5	2,6	-26	-1,5
davon CO ₂ -neutral (%)	0,0	20,2	-	-
Energieverbrauch (nur innerdeutsch/NIR) (PJ)	28,7	19,0	-34	-2,0
Energieverbrauch (Abgrenzung TREMOD) (PJ)	434,3	465,1	7	0,3
Direkte CO₂-Emissionen (Mio. t)	2,1	1,1	-47	-3,0
Gesamte CO₂-Emission (Mio. t)	38,3	32,8	-15	-0,7

Tabelle 6-15

Verkehrsleistung, Energieverbrauch und CO₂-Emissionen Luftverkehr

Quelle: Statistisches Bundesamt, Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, Umweltbundesamt, ifeu, eigene Prognosen

6.5 Treibhausgasemissionen der Binnenschifffahrt

Ausgangspunkt der Prognose der CO₂-Emissionen der Binnenschifffahrt waren auch hier die Transport sowie die Betriebsleistung. Beide Größen wurden auf Basis des in Fachteil 2 „Wirtschafts- und Verkehrsentwicklungsprognose 2040“ ermittelten Aufkommens von Fachteil 5 „Wasserstraßenverkehrsprognose 2040“ im Rahmen der Umlegung ermittelt. Die Gütertransportleistung der Binnenschifffahrt sinkt zwischen 2019 und 2040 um 6 %, die Betriebsleistung sogar um 13 %. (vgl. Kapitel 5.2).

Im Jahr 2019 wurde die komplette Betriebsleistung durch Dieselantriebe erbracht, im Jahr 2040 wird davon ausgegangen, dass immer noch deutlich mehr als die Hälfte durch Diesel (57 %), knapp ein Drittel durch E-Fuels (28 %) und das verbleibende knappe Sechstel durch LNG (15 %) betrieben werden. Der spezifische Energieverbrauch geht laut Fachteil 5 im Prognosezeitraum nur leicht zurück.

Die Bilanzierung der direkten Emissionen der Binnenschifffahrt gemäß dem Kyoto-Monitoring beruht auf dem in den Energiebilanzen ausgewiesenen Kraftstoffverbrauch, der den Inlandsablieferungen von Dieselkraftstoff an die Küsten- und Binnenschifffahrt¹¹⁴ gemäß der amtlichen Mineralölstatistik des Bundesamts für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle entspricht. Dort nicht erfasst sind die im Ausland gebunkerten Kraftstoffmengen. Dagegen erfolgt die Ableitung der gesamten Emissionen in TREMOD durch ifeu über die Schätzung des effektiven Verbrauchs. Deshalb sind letztere im Basisjahr 2019 etwas niedriger als die direkten Emissionen. Zusätzlich wird noch der effektive Verbrauch auf Basis von Fachteil 5 ausgewiesen. Der Energieverbrauch geht in allen Definitionen zurück.

¹¹⁴ einschließlich des kaum ins Gewicht fallenden Personenverkehrs

Die niedrigeren Emissionen gemäß der Umlegungsergebnisse aus Fachteil 5 basieren im Gegensatz zu den alternativ genannten Ansätzen auf einem Bottom-up Ansatz. Bei den Alternativen handelt es sich im Prinzip um Top-down Ansätze. Beim Bottom-up Ansatz wird nicht von bundesweit durchschnittlichen Auslastungsgraden und einer bundesweit einheitlichen Flotte ausgegangen wie bei den Alternativen. Es werden bei dem in Fachteil 5 verwendeten Ansatz die Transportmengen und entsprechenden wasserstands- und reedereibedingten Auslastungsgrade der Schiffe je Relation und Schiffstyp bzw. Tragfähigkeitsklasse zur Ermittlung der Energieverbräuche und den daraus resultierenden Emissionen berücksichtigt, wie es im Methodenhandbuch zur Bewertungsmethodik des Bundesverkehrswegeplans 2030 beschrieben wird. Wie bereits im ökonomischen und ökologischen Vergleich der Verkehrsträger (Planco Consulting GmbH und BfG 2007) gezeigt wurde, überschätzen die alternativen Ansätze, welche die Energieverbräuche nicht auf Basis von Leistungsgeschwindigkeitsprofilen ermitteln, den Energiebedarf zum Teil erheblich. Es zeigte sich bei einem Vergleich der Schätzungen der Energiebedarfe auf Basis der Leistungsgeschwindigkeitsprofile mit tatsächlichen Verbräuchen, welche von der Zentralkommission der Rheinschifffahrt (ZKR) zur Verfügung gestellt wurden, dass die Ergebnisse des Bottom-up-Verfahrens die Realität sehr gut abbilden. Die Problematik der Durchschnittsbetrachtung bei den Energiebedarfen wird in der Binnenschifffahrt durch die Flachwassereffekte besonders deutlich. Der Energiebedarf eines Schiffes ist nicht nur von der Abladetiefe, der Fließgeschwindigkeit des Gewässers und der Fahrtgeschwindigkeit des Schiffes abhängig, sondern auch von der Wassertiefe. Diese Faktoren werden bei einer Top-down-Betrachtung nicht berücksichtigt. Weiter ist es sinnvoll, die Emissionen auf Basis der unterstellten Antriebsstruktur der Binnenschiffsflotte zu ermitteln. Diese wurde für das Prognosejahr 2040 in Anlehnung an die ZKR Roadmap prognostiziert. Das heißt die Energiebedarfe 2040 und die damit einhergehenden Emissionen werden durch den angenommenen Mix der Antriebsarten determiniert. Folglich ist eine Prognose der Energiebedarfe und der Schadstoffemissionen, die nicht auf diese Antriebsartenstruktur basiert, nicht konsistent mit den übrigen Prognoseergebnissen.

Damit fällt der Rückgang des gesamten Kraftstoffverbrauchs der Küsten- und Binnenschifffahrt in etwa so hoch aus wie jener der Gütertransportleistung. Wie im Luftverkehr entsteht der bedeutendste Effekt durch die CO₂-neutralen Mengen. Hier wurde für das Jahr 2040 angenommen, dass 28 % E-Fuels zum Einsatz kommen, die zumindest bei Berechnung der direkten Emissionen als CO₂-neutral anzusetzen sind. Aus diesem Grund gehen die direkten Emissionen bis 2040 um 37 % und die gesamten Emissionen um 33 % zurück.

Entwicklung der Binnenschifffahrt	Spalte 1	Spalte 2	Spalte 3	Spalte 4
	2019	2040	Veränderung Spalte 2/1	Veränderung 2040/2019 p. a.
		Absolute Werte	%	%
Verkehrsleistung (Mrd. tkm)	51,6	48,7	-7	-0,3
Betriebsleistung (Mio. Fzkm)	35,4	30,8	-13	-0,7
darunter:				
- Diesel	35,4	17,5	-51	-3,3
- LNG	0,0	4,8		
- E-Fuels/Synth. Kraftstoffe	0,0	8,6		
Spezifischer Verbrauch (kg/1000 tkm)	8,3	8,5	2	0,1
davon CO ₂ -neutral (%)	0,0	28,0		
Endenergieverbrauch (FT 5, effektiv) (PJ)	12,5	11,5	-8	-0,4
Endenergieverbrauch (UBA/NIR) (PJ)	21,3	19,5	-8	-0,4
Endenergieverbrauch (TREMOD) (PJ)	16,8	13,8	-18	-0,9
Direkte CO₂-Emissionen effektiv (Mio. t)	0,9	0,6	-37	-2,2
Direkte CO₂-Emissionen (UBA/NIR) (Mio. t)	1,6	1,0	-37	-2,2
Gesamte CO₂-Emissionen (Mio. t)	1,5	1,0	-33	-1,9

Tabelle 6-16

Entwicklung Betriebsleistung, Energieverbrauch und CO₂-Emissionen der Binnenschifffahrt¹¹⁵

Quelle: Statistisches Bundesamt, Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, ifeu, eigene Prognosen

6.6 Gesamtergebnis der Treibhausgasemissionen

Vor den CO₂-Emissionen wird zunächst die Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern dargestellt, der die Eingangsgröße für die Berechnung der Emissionen bildet. Die gängigste Definition für die Ermittlung der direkten Emissionen ist die der Energiebilanzen, die auf dem Absatz der diversen Kraftstoffsorten bzw. Energieträger basiert und auch dem NIR zugrunde liegt. Der Stromverbrauch wird in der NIR-Definition nicht berücksichtigt. Zudem geht der Luftverkehr hier nur mit dem innerdeutschen Anteil ein. Dominierend beim Endenergieverbrauch laut NIR ist der Verbrauch des Straßenverkehrs, der 2019 97 % und 2040 immerhin noch 92 % des gesamten Verbrauchs ausmacht und im Prognosezeitraum um 78 % zurückgeht (vgl. Tabelle 6-17). Insgesamt geht der Endenergieverbrauch des Verkehrs in der Definition laut NIR von 2.285 PJ im Jahr 2019 auf 527 PJ im Jahr 2040 zurück (-77 %).

Die Definition des Endenergieverbrauchs laut TREMOD basiert zum einen auf dem effektiven Verbrauch, zum anderen ist auch der Stromverbrauch enthalten und zudem wird der Luftverkehr nach Standortprinzip berücksichtigt. Er liegt im Jahr 2019 bei 2.861 PJ und geht im Prognosezeitraum um 40 % auf 1.718 PJ bei weitem nicht so stark zurück wie jener in der Kyoto-Definition. Durch die Berücksichtigung des stark wachsenden internationalen Luftverkehrs nimmt der Endenergieverbrauch

¹¹⁵ Energieverbrauch und Emissionen jeweils einschließlich Seeverkehr zwischen deutschen Seehäfen sowie des kaum ins Gewicht fallenden Personenverkehrs

des Luftverkehrs im Prognosezeitraum nicht nur um 7 % zu, sondern baut auch seinen Anteil am gesamten Verbrauch im Verkehr von 15 % im Jahr 2019 auf 27 % in der Basisprognose 2040 aus. Der Straßenverkehr hingegen vermindert den Energieverbrauch durch den zunehmenden Einsatz effizienterer elektrischer Fahrzeuge um 50 % und dominiert den Gesamtverbrauch des Verkehrs im Jahr 2040 mit 68 % nicht mehr so stark wie noch 2019 (82 %). Da im Schienenverkehr alle Traktionen in den Endenergieverbrauch eingehen, wächst dieser in der Definition laut TREMOD von 58 PJ auf 69 PJ, d. h. um 19 % und macht im Jahr 2040 4 % des Energieverbrauchs im Verkehr aus.

Verkehrsträger insgesamt	PJ	Veränderung in %		
		2019	2040	2040/2019 p. a.
Definition NIR (Basis: Energiebilanzen, Kraftstoffabsatz)				
Straßenverkehr (Abgrenzung NIR, das heißt ohne Strom)	2.223,7	485,7	-78	-7,0
Schienenverkehr (Abgrenzung NIR, das heißt ohne Strom)	11,4	3,1	-73	-6,0
Luftverkehr (nur innerdeutscher Verkehr)	28,7	19,0	-34	-2,0
Binnenschifffahrt	21,3	19,5	-8	-0,4
Insgesamt	2.285,1	527,3	-77	-6,7
Definition TREMOD (Basis: effektiver Verbrauch)				
Straßenverkehr	2.355,9	1.173,0	-50	-3,3
Schienenverkehr	57,9	68,9	19	0,8
Luftverkehr (Standortprinzip)	434,3	465,1	7	0,3
Binnenschifffahrt	12,5	11,5	-8	-0,4
Insgesamt	2.860,6	1718,4	-40	-2,4

Tabelle 6-17

Entwicklung des Endenergieverbrauchs aller Verkehrsträger insgesamt

Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, UBA, ifeu, eigene Prognosen

Die Zusammenstellung der Emissionen aller Verkehrsträger in der Basisprognose 2040 zeigt sowohl bei den direkten als auch bei den gesamten Emissionen klare Rückgänge gegenüber dem Basisjahr 2019. Bei den direkten Emissionen dominiert – analog zum o.a. Energieverbrauch nach NIR – der Straßenverkehr, dessen Ausstoß im Prognosezeitraum vor allem wegen der Elektrifizierung des Pkw- und Lkw-Bestands gegenüber 2019 um 78 % zurückgeht (vgl. **Tabelle 6-18**). In dieser Definition sind die Emissionen der drei anderen Verkehrsträger ohnehin unbedeutend. Somit liegt der Rückgang des Ausstoßes aller Verkehrsträger gleichauf mit jener des Straßenverkehrs (jeweils 78 %). Im Vergleich zu 1990, dem Bezugsjahr der Minderungsverpflichtungen nach dem Kyoto-Protokoll und dem Paris-Abkommen, sind die Abnahmen für den Straßenverkehr sowie insgesamt ebenfalls nahezu identisch (-77 %). Damit wird das im Klimaschutzgesetz gesetzte Ziel einer Minderung aller THG-Emissionen bis zum Jahr 2040 um 88 % im Verkehrsbereich verfehlt.

Bei den gesamten Emissionen besitzt der Luftverkehr aufgrund der hier zu verwendenden Definition ein weit höheres Gewicht. Dessen CO₂-Ausstoß wird bis 2040 zwar im Gegensatz zur territorialen Verkehrsleistung sinken, aber deutlich schwächer (-15 %) als bei den anderen Verkehrsträgern. Zudem sind bei den gesamten Emissionen die (steigenden) elektrisch betriebenen Verkehre enthalten, deren CO₂-Ausstoß allerdings durch die sinkenden spezifischen Emissionen aus der Stromerzeugung drastisch gedämpft wird. Deshalb fällt der Rückgang in der Summe der Verkehrsträger hier mit 64 % schwächer aus als nach der Kyoto-Definition.

Verkehrsträger	Spalte 1 1990	Spalte 2 2019	Spalte 3 2040	Spalte 4 Veränderung Spalte 3/1	Spalte 5 Veränderung Spalte 3/2	Spalte 6 Veränderung 2040/2019 p. a.
	Mio. t	Mio. t	Mio. t	%	%	%
Direkt, Monitoring¹⁾						
Straßenverkehr ²⁾	151,9	157,4	33,6	-77	-78	-7,0
- MIV	114,6	100,8	22,2	-81	-78	-7,0
- Lkw-Verkehr (inklusive Busv.)	37,3	56,7	12,4	-67	-78	-7,0
Schienenverkehr	3,1	0,8	0,0	-100	-100	-100,0
Luftverkehr ³⁾	2,3	2,1	1,1	-51	-47	-3,0
Binnenschifffahrt ²⁾	3,0	0,9	0,6	-81	-37	-2,2
Insgesamt	160,3	161,3	36,3	-77	-78	-6,9
Gesamt, TREMOD⁴⁾						
Straßenverkehr ⁵⁾		219,8	61,9		-72	-5,9
- MIV		142,1	39,0		-73	-6,0
- Lkw-Verkehr (inklusive Busv.)		77,7	22,9		-71	-5,6
Schienenverkehr		7,2	0,7		-90	-10,3
Luftverkehr ⁶⁾		38,3	32,8		-15	-0,7
Binnenschifffahrt ⁵⁾		1,5	1,0		-33	-1,9
Insgesamt		266,8	96,4		-64	-4,7

1) Nach dem Kyoto-Protokoll bzw. dem Paris-Abkommen ("Inventarbericht"). Ohne Vorkette und Biokraftstoffe

2) Basis Energiebilanzen / Kraftstoffabsatz

3) Nur innerdeutscher Verkehr

4) Einschl. Vorkette und Biokraftstoffe.

5) Basis effektiver Verbrauch laut TREMOD, Binnenschifffahrt laut PLANCO

6) Standortprinzip

Tabelle 6-18

Entwicklung der CO₂-Emissionen aller Verkehrsträger insgesamt

Quellen: Statistisches Bundesamt, Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, Umweltbundesamt, ifeu, eigene Prognosen

Die gesamten direkten Emissionen gemäß der Inventarberichterstattung nach dem Kyoto-Protokoll werden für das Jahr 2019 auf 163,2 Mio. t beziffert. Die Abweichung zum o. a. Wert in Höhe von 161,3 Mio. t ist vor allem auf die Emissionen des sogenannten "Übrigen Verkehrs" zurückzuführen. Dabei handelt es sich um den Ausstoß von „Gasturbinen in Erdgasverdichterstationen des Transportnetzes“. Sie belaufen sich auf immerhin 1,2 Mio. t (2019). Da die Transporte von Erdgas in Pipelines weder Gegenstand der verkehrsstatistischen Berichterstattung noch der Verkehrsprognose 2040 sind, wurden diese Emissionen hier nicht einbezogen.

Als Schlussbemerkung ist zu erwähnen, dass der hier prognostizierte Rückgang der CO₂-Emissionen des Verkehrs - und zwar des Gesamtverkehrs in Deutschland, nicht nur jener, der die Bundesinfrastruktur betrifft, - in Höhe von 78 % gegenüber 2019 vor dem Hintergrund sowohl der Entwicklung in der jüngeren Vergangenheit als auch der nach wie vor zu erwartenden Nachfragezuwächse als beachtlich einzustufen ist. Bei der Interpretation ist zu berücksichtigen, dass einige zentrale Prämissen, z. B. hinsichtlich der Entwicklung der Antriebsartenstruktur im Straßenverkehr als durchaus ambitioniert zu betrachten sind. Jedoch hat insbesondere diese Antriebsartenstruktur im Straßenverkehr eine im Zeitverlauf auch eine sehr hohe Dynamik, die dazu führen kann, dass bereits ein Jahr später der Zielerreichungswert spürbar über den für 2040 ausgewiesenen -78 % liegen kann.

Zusätzlich zur Prognose der CO₂-Emissionen wurde berechnet, in welchem Ausmaß einzelne Parameter monokausal variiert werden müssten, damit das 88 %-Ziel eingehalten wird. Die Ergebnisse sind in der folgenden **Tabelle 6-19** zusammengestellt:

- » Um das Ziel allein durch eine weitere Reduktion der Verkehrs- bzw. der Fahrleistungen im MIV und im Straßengüterverkehr zu erreichen, müssten die (fossilen) Fahrleistungen in diesem Bereich gegenüber dem Ergebnis der Basisprognose um 53 % abgesenkt werden. Dadurch erhöht sich der Anteil von lokal emissionsfreien Pkw an der gesamten Pkw-Fahrleistung von 68,8 % auf 80,7 %. Die vergleichbaren Werte für SNF und LNF finden sich in der untenstehenden Tabelle.
- » Um das Ziel allein durch eine weitere Erhöhung des BEV-Anteils an der Fahrleistung des MIV und des Straßengüterverkehrs zu erreichen, müsste dieser um 15 Prozentpunkte (MIV und LNF) bzw. um 7,5 Prozentpunkte (SNF, bei denen der Anteil schon in der Basisprognose hoch ist) steigen. Umgerechnet auf den Pkw-Bestand bedeutet dies in der Basisprognose 2040 mit 34 Mio. elektrisch betriebenen Pkw bei einem Gesamtbestand von 52 Mio. Pkw einen Anstieg der elektrisch betriebenen Pkw auf rund 42 Mio.
- » Um das Ziel allein durch eine weitere Erhöhung des Anteils von E-Fuels zu erreichen, müsste dieser bezogen auf die im Straßenverkehr eingesetzten Kraftstoffe von 10 % auf über 60 % angehoben werden. Auch hier erklärt sich das Ergebnis dadurch, dass damit der Anteil der konventionellen Kraftstoffe von 90 % auf 40 %, also wiederum um rund die Hälfte reduziert wird.

	Spalte 1 1990	Spalte 2 2019	Spalte 3 Basis- prognose	Spalte 4 Variation fossile Fahrleistung	Spalte 5 Variation Antriebsarten	Spalte 6 Variation Kraftstoffe	
			2040				
Fahrleistung (Mrd. Fzkm)							
- MIV		644,8	650,7	555,0	650,7	650,7	
- Lkw-Verkehr (inklusive Busverkehr)		101,1	141,5	122,6	141,5	141,5	
Anteile BEV an Fahrleistung (%)							
- Pkw		0,1	68,8	80,7	83,8	68,8	
- SNF		0,0	78,3	84,7	85,8	78,3	
- LNF		0,8	65,5	79,4	80,5	65,5	
Anteil E-Fuels Straßenverkehr (%)		0	10	10	10	61	
Direkte Emissionen (Mio. t)							
Straßenverkehr	151,9	157,4	34,6	18,1	17,8	17,7	
- MIV	114,6	100,8	22,2	11,4	10,8	9,7	
- Lkw-Verkehr (inklusive Busverkehr)	37,3	56,7	12,4	6,6	7,0	8,0	
Insgesamt	160,3	161,3	36,3	19,8	19,5	19,4	
Direkte Emissionen (Veränderung 2040/1990 in %)							
Straßenverkehr			-77	-88	-88	-88	
- MIV			-81	-90	-91	-92	
- Lkw-Verkehr (inklusive Busverkehr)			-67	-82	-81	-79	
Insgesamt			-77	-88	-88	-88	

Tabelle 6-19**Sensitivitätsrechnungen zur Erreichung des 88-%-Ziels 2040**

Quelle: Statistisches Bundesamt, Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, UBA, ifeu, eigene Prognosen

Abschließend werden noch die beiden anderen Treibhausgase, die im Verkehrssektor ausgestoßen werden, also Methan (CH_4) und Distickstoffoxid (N_2O), einbezogen:

- » Die (verkehrlichen) Emissionen von Methan sind von 1990 (66 kt nach aktuellem Inventarbericht) bis 2010 (11 kt) stark gesunken. Das ist vor allem auf die Ausmusterungen der älteren Zweitakterfahrzeuge in den neuen Bundesländern zurückzuführen. Anschließend war eine weit schwächere Minderung festzustellen (2019: 9,5 kt, 2021 (aktueller Wert): 8,7 kt). Dies entspricht annähernd der Entwicklung des Absatzes von Ottokraftstoff, bei dessen Verbrennung der größte Teil der Methan-Emissionen entsteht. Deshalb haben wir deren Prognose an den Verbrauch von Ottokraftstoff gekoppelt, der um 78 % sinkt. Die exakte Übereinstimmung mit dem Verlauf der CO_2 -Emissionen ist zufällig, die annähernde Übereinstimmung dagegen nicht. (vgl. **Tabelle 6-14**).
- » Die (verkehrlichen) Emissionen von Distickstoffoxid (Lachgas) sind zunächst von 1990 (4,5 kt) bis 1995 (6,1 kt) gestiegen, anschließend aber – unter teilweise heftigen Schwankungen – bis 2019 auf

5,5 kt gesunken. Diese Größe haben wir entsprechend ihrem überwiegenden Auftreten an den Verbrauch von Dieselkraftstoff gekoppelt, der ebenfalls um 78 % abnimmt.

- » Trotz der hohen CO₂-Äquivalenzfaktoren in Höhe von (aktuell) 28 (CH₄) bzw. 265 (N₂O) fallen die Emissionen dieser beiden Treibhausgase bei der Gesamtbilanz weder im Niveau noch bei der Veränderung nennenswert ins Gewicht (vgl. **Tabelle 6-14**). Zudem gleichen sich die Minderungsraten, die somit auch bei Betrachtung aller Treibhausgase bei 78 % für die direkten Emissionen im Vergleich zum Basisjahr 2019 bleibt.

direkte Treibhausgasemissionen insgesamt	Absolute Werte		Veränderung in %	
	2019	2040	2040/2019	2040/2019 p. a.
Kohlendioxid (Kyoto-Mon., Mio. t)	161,3	36,3	-78	-7
Methan (CH ₄)				
- in 1.000 t	9,5	2,1	-78	-7
- Mio. t. CO ₂ -Äquivalenten	0,3	0,1	-78	-7
Distickstoffoxid (N ₂ O)				
- in 1.000 t	5,5	1,2	-78	-7
- Mio. t. CO ₂ -Äquivalenten	1,5	0,3	-78	-7
Insgesamt (Mio. t CO₂-Äquivalente)	163,0	36,6	-78	-7

Tabelle 6-20 Entwicklung der direkten Treibhausgasemissionen aller Verkehrsträger