BVU

INTRAPLAN Consult GmbH

sma

Entwicklung und Bewertung eines Konzeptes für den Schienenknoten Hamburg

Abschlussbericht
Mai 2009

INTRAPLAN
Consult GmbH

Orleansplatz 5a
81667 München

Ansprechpartner:
Hans-Ulrich Mann
T +49 (0)89 – 459 11 112
sekmann@intraplan.de

BVU Beratergruppe
Verkehr +Umwelt GmbH

Basler Straße 115
D-79115 Freiburg i.Br.

Ansprechpartner:
Dr. Kristina Birn
T +49 (0)761 – 479 30 24
kristina.birn@bvu.de

SMA und Partner AG

Gubelstrasse 28
CH-8050 Zürich

Ansprechpartner:
Frederik Ropelius
T +41 44 – 317 50 65
f.ropelius@sma-partner.ch

im Auftrag des

Bundesministeriums für Verkehr,
Bau und Stadtentwicklung
Invalidenstraße 44
10115 Berlin

Inhaltsverzeichnis

1	**Aufgabenstellung**	**1**
2	**Methodische Grundlagen**	**3**
2.1	Abgrenzung und räumliche Gliederung des Untersuchungsgebietes	3
2.2	Prognose- und Bewertungsverfahren	4
2.3	Kosten- und Wertansätze für die Ermittlung der verkehrlichen Nutzen	5
2.4	Einheitskostensätze für die Betriebskostenkalkulation im Schienengüterverkehr	7
2.5	Einheitskostensätze für die Betriebskostenkalkulation im Schienenpersonenverkehr	8
2.6	Angebotsplanung und Abschätzung des Investitionsbedarfes	9
3	**Bestandsaufnahme des Status Quo 2006**	**11**
3.1	Verkehrsnachfrage im Güterverkehr	11
3.2	Verkehrsangebot und Verkehrsnachfrage des Personenverkehrs	12
3.3	Pünktlichkeitsstatistiken des SGV	12
3.4	Pünktlichkeitsstatistiken des SPV	15
3.5	Verkehrsnachfrage im Güterverkehr	16
3.6	Verkehrsnachfrage im Personenverkehr	17
4	**Bezugsfall 2025**	**18**
4.1	Realisierte Infrastrukturmaßnahmen	18
4.2	Bedienungsangebote des Schienenpersonenverkehrs	18
4.3	Sozio-ökonomische und sozio-demografische Rahmenbedinungen	22
4.4	Sonstige Prognoseprämissen	27
4.5	Nachfrageprognose für den Güterverkehr	28
4.6	Nachfrageprognose für den Personenverkehr und Dimensionierung der angebotenen Platzkapazitäten	34
5	**Engpassanalysen und Vorüberlegungen zur Konstruktion der Planfallvarianten**	**42**
5.1	Nicht realisierbare Leistungen des SPV	42
5.2	Engpassanalysen Güterverkehr	43
5.3	Strategische Vorüberlegungen zur Entwicklung der Bedienungsangebote des SPNV	54

Inhaltsverzeichnis

6	**Planfall Knoten Hamburg 1 (KHH 1)**	**55**
6.1	Infrastrukturmaßnahmen und Investitionsbedarf	55
6.2	Bedienungsangebote des Schienenpersonenverkehrs	59
6.3	Nachfrageprognose für den Güterverkehr	61
6.4	Nachfrageprognose für den Personenverkehr	61
6.5	Verkehrliche Nutzen	64
6.6	Betriebskostenänderungen im SGV	66
6.7	Betriebskostenänderungen im SPV	67
6.8	Gesamtwirtschaftliche Bewertung	67
6.9	Verbleibende Engpässe	68
7	**Planfall Knoten Hamburg 2 (KHH 2)**	**70**
7.1	Infrastrukturmaßnahmen und Investitionsbedarf	70
7.2	Bedienungsangebote des Schienenpersonenverkehrs	70
7.3	Nachfrageprognose für den Güterverkehr	72
7.4	Nachfrageprognose für den Personenverkehr	73
7.5	Verkehrliche Nutzen	75
7.6	Betriebskostenänderungen im SGV	78
7.7	Betriebskostenänderungen im SPV	78
7.8	Gesamtwirtschaftliche Bewertung	79
7.9	Verbleibende Engpässe	80
8	**Planfall Knoten Hamburg 3 (KHH 3)**	**81**
8.1	Infrastrukturmaßnahmen	81
8.2	Bedienungsangebote des Schienenpersonenverkehrs	81
8.3	Nachfrageprognose für die Güterverkehr	85
8.4	Nachfrageprognose für die Personenverkehr	86
8.5	Verkehrliche Nutzen	89
8.6	Betriebskostenänderungen im SGV	91
8.7	Betriebskostenänderungen im SPV	92
8.8	Zusammenstellung der Nutzen- und Kostenkomponente	92
9	**Fazit**	**96**

1 AUFGABENSTELLUNG

Die Kapazitäten der Eisenbahninfrastruktur im Bereich des Knotens Hamburg reichen in Teilbereichen schon heute nicht aus, um den Bedarf der Nutzer

- Schienengüterverkehr (SGV),
- Schienenpersonenfernverkehr (SPFV) und
- Schienenpersonennahverkehr (SPNV)

zu decken. Durch das dynamische Wachstum insbesondere des Seehafenhinterlandverkehrs und der Pendlerströme innerhalb der Metropolregion Hamburg kommen weitere Anforderungen auf den Eisenbahnknoten Hamburg hinzu.

Diese wurden innerhalb des Bezugsfalles 2025, der den Vergleichsmaßstab für die zu untersuchenden Planfallvarianten darstellt, konkretisiert. Dieser Bezugsfall beinhaltet unter anderem die bis zum Jahr 2025 zu erwartenden Nachfrageströme im Güter- und Personenverkehr sowie die als nicht mehr disponibel betrachteten Schieneninfrastrukturmaßnahmen.

Innerhalb des Knotenbereichs Hamburg wurde davon ausgegangen, dass der derzeitige Kopfbahnhof Hamburg Altona durch einen neuen Durchgangsbahnhof Hamburg Altona Nord im Bereich Diebsteich ersetzt wird. Hierzu besteht ein grundsätzliches Einvernehmen zwischen der Freien und Hansestadt Hamburg (FHH) und der Deutschen Bahn AG. Daher wurde die Realisierung des Bahnhofs Hamburg Altona Nord aus der Bewertung ausgeklammert und dem Bezugsfall 2025 zugeordnet.

Außerhalb des Knotenbereichs Hamburg wurden im Bezugsfall 2025 die Realisierung der festen Fehmarnbeltquerung einschließlich der Zulaufstrecke von Lübeck nach Puttgarden sowie des Vordringlichen Bedarfes (VB) gemäß BVWP 2003 unterstellt. Von den VB-Maßnahmen wurde die ABS Neumünster – Bad Oldesloe nicht mehr berücksichtigt, da die hierauf bezogenen Güterverkehrsströme nunmehr über die feste Fehmarnbeltquerung verlaufen. Von der ABS Hamburg – Elmshorn wurde nur der Ausbau des Bahnhofs Elmshorn berücksichtigt, da die Ermittlung eines möglicherweise hierüber hinausgehenden Infrastrukturbedarfes Gegenstand der Knotenstudie Hamburg war.

Die Ermittlung der künftig im Güter- und Personenverkehr im Knotenbereich Hamburg zu erwartenden Nachfrageströme baut auf einer Bestandsaufnahme des Status Quo 2006 auf. Die Hochrechnung auf den Bezugsfall 2025 erfolgte anhand der Zuwachsraten gemäß Prognose der deutschlandweiten Verkehrsverflechtungen 2025 (PDVV 2025)[1].

Die für den SGV und den SPFV prognostizierten Nachfrageströme wurden in entsprechende Zugläufe umgesetzt. Die dem Bezugsfall 2025 zugrunde gelegten Bedienungsangebote des SPNV entsprechen im Wesentlichen den Zielvorstellungen der zuständigen Aufgabenträger (FHH und Länder Schleswig-Holstein und Niedersachen). Abweichungen hiervon wurden nur dann vorgenommen, wenn diese Zielvorstellungen nicht mit der im Bezugsfall 2025 verfügbaren Eisenbahninfrastruktur realisierbar sind.

Auf Grundlage der Anforderungen der Netznutzer SGV, SPFV und SPNV wurden gemeinsam mit der DB Netz AG Engpassanalysen sowie betrieblichen Machbarkeitsüberlegungen durchgeführt und der Infrastrukturbedarf für die Abwicklung der künftig zu erwartenden Zugzahlen ermittelt. Zur Bewertung dieser Infrastrukturmaßnahmen wurden drei Planfälle (Knoten Hamburg 1, 2 und 3) definiert, die sukzessive aufeinander aufbauen.

Die Bewertung dieser Planfallvarianten erfolgte mit Hilfe der Methodik des BVWP 2003, wobei die dort verwendeten Kosten- und Wertansätze vom Preisstand 1998 auf den Preisstand 2008 fortgeschrieben wurden.

Zielsetzung der Knotenstudie Hamburg ist die Entwicklung eines integrierten Zielkonzeptes für

- die Bedienungsangebote des SPFV und des SPNV,
- die Bereitstellung ausreichender Trassenkapazitäten für den SGV und
- die Definition der erforderlichen Ausbaumaßnahmen.

Für diese Ausbaumaßnahmen konnte die gesamtwirtschaftliche Vorteilhaftigkeit nachgewiesen werden.

[1] BVU Beratergruppe Verkehr + Umwelt, Intraplan Consult GmbH, Prognose der deutschlandweiten Verkehrsverflechtungen 2025, im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Freiburg/München 2007

2 METHODISCHE GRUNDLAGEN

2.1 Abgrenzung und räumliche Gliederung des Untersuchungsgebietes

Die Abgrenzung des Untersuchungsgebietes entspricht der des BVWP 2003. Die dort bestehende räumliche Gliederung nach Kreisen und kreisfreien Städten reicht aber für die problemadäquate Abbildung der Nachfrageströme des Personenverkehrs im Knotenbereich Hamburg nicht aus. Daher wurde ein „engeres Untersuchungsgebiet“ definiert, für das eine feinräumigere Gliederung vorgenommen wurde. Das engere Untersuchungsgebiet umfasst die Metropolregion Hamburg (vgl. Abbildung 2.1) und den restlichen Teil des Landes Schleswig-Holstein.

Abb. 2.1: Abgrenzung der Metropolregion Hamburg

In der Metropolregion Hamburg wurde die räumliche Gliederung aus der Standardisierten Bewertung der U4 HafenCity[2] übernommen. Im nördlichen Teil von Schleswig-Holstein wurde von

2 Intraplan Consult GmbH, Standardisierte Bewertung U4 HafenCity – Billstedt, im Auftrag der Freien und Hansestadt Hamburg, Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt, München, September 2005

der räumlichen Gliederung der Studie „Auswirkungen des demographischen Wandels auf den ÖPNV in Schleswig-Holstein“[3] ausgegangen.

Das restliche Untersuchungsgebiet des BVWP 2003 wird im Folgenden als "erweitertes Untersuchungsgebiet" bezeichnet. Bei der Personenverkehrsnachfrage wird der Binnenverkehr des engeren Untersuchungsgebietes im Folgenden als „Nah- und Regionalverkehr“ bezeichnet und der Quell-, Ziel- und Durchgangsverkehr als „Fernverkehr“.

Beim Güterverkehr reicht die räumliche Gliederung des BVWP 2003 für die adäquate Abbildung der Nachfrageströme aus. Eine Unterteilung nach engerem und erweitertem Untersuchungsgebiet war hier daher nicht erforderlich.

2.2 Prognose- und Bewertungsverfahren

Für die Nachfrageprognosen des Personenfernverkehrs und des Schienengüterverkehrs wurden die Prognoseverfahren der PDVV 2025 herangezogen. Diese sind Weiterentwicklungen der Prognoseverfahren, die den Projektbewertungen für die Bundesschienenwege[4] im Rahmen des BVWP 2003 zugrunde lagen.

Die Nachfrageprognosen für den Personnah- und -regionalverkehr erfolgten nach der Methodik der Standardisierten Bewertung[5]. Da die zu bewertenden Infrastrukturmaßnahmen eine weitere Entmischung zwischen langsamen Nahverkehrszügen und den restlichen Netznutzern zur Folge haben, wurde die in den Planfällen gegenüber dem Bezugsfall 2025 zu erwartende Verbesserung der Betriebsqualität zusätzlich zu den Standardeinflussgrößen für die Verkehrsmittelwahl berücksichtigt.

Wie schon bei den Nachfrageprognosen wurde auch bei der gesamtwirtschaftlichen Bewertung für die Bereiche Güter- und Personenfernverkehr auf das Bewertungsverfahren des BVWP 2003 zurückgegriffen und beim Personennahverkehr auf die Standardisierte Bewertung. Für alle Be-

---

3 Intraplan Consult GmbH, Auswirkungen des demographischen Wandels auf den ÖPNV in Schleswig-Holstein, im Auftrag der LVS Schleswig-Holstein, München 2008

4 BVU Beratergruppe Verkehr + Umwelt GmbH, Intraplan Consult GmbH, Erarbeitung der Projektbewertungen für die Bundesschienenwege im Rahmen der Erarbeitung des Bundesverkehrswegeplans 2003, Freiburg/München, November 2003

5 Intraplan Consult GmbH, Verkehrswissenschaftliches Institut an der Universität Stuttgart, Standardisierte Bewertung von Verkehrswegeinvestitionen des öffentlichen Personennahverkehrs und Folgekostenrechnung, Version 2006, im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, München/Stuttgart 2006

wertungen ist der Preisstand 2008 maßgebend. Die Aktualisierung der benötigten Kosten- und Wertansätze auf diesen Preisstand ist im Einzelnen in den Kapiteln 2.3 und 2.4 beschrieben.

2.3 Kosten- und Wertansätze für die Ermittlung der verkehrlichen Nutzen

Unter „verkehrliche Nutzen“ werden Änderungen bei den

- Pkw- und Lkw-Betriebskosten,
- Unfallfolgekosten im Straßen- und Schienenverkehr,
- Abgasemissionskosten im Straßen- und Schienenverkehr,
- Reisezeiten Fernverkehr (FV) sowie
- Reisezeiten Nah- und Regionalverkehr (NV)

verstanden.

Bei den Reisezeiten FV wird gemäß BVWP-Bewertungsverfahren nach den Fahrtzwecken „Geschäft“ und „Rest“ und bei den Reisezeiten NV gemäß Standardisierter Bewertung nach den Nachfragesegmenten „Erwachsene“ und „Schüler“ unterschieden. Der Zeitwert für das Nachfragesegment „Erwachsene“ liegt bei 7,50 € je Stunde (Mittelwert über alle Fahrtzwecke). Dieser auf den Preisstand 2006 bezogene Wertansatz wurde vereinfachend unverändert auf den für die Knotenstudie Hamburg maßgebenden Preisstand 2008 übertragen. Das Nachfragesegment „Schüler“ hat bei den hier betroffenen Relationen keine bewertungsrelevante Bedeutung.

Die für die anderen Nutzenkomponenten benötigten Kosten- und Wertansätze bauen auf denen des BVWP 2003 auf. Diese wurden in Tabelle 2.1 vom seinerzeit maßgebenden Preisstand 1998 auf den Preisstand 2008 fortgeschrieben.

Kosten- bzw. Nutzenkomponente	Dimension	Kosten- bzw. Wertansätze		
		BVWP Preisstand 1998	Umrechnungsfaktor 2008/1998	Preisstand 2008
Zeitwert Fahrtzweck Geschäft[2)]	€/Std	19,94	1,18	23,53
Zeitwert Fahrtzweck Rest[3)]	€/Std	5,47	1,15	6,29
Pkw-Betriebskosten[4)]	€/Pkw-km	0,29	1,32	0,38
Lkw-Betriebskosten[5)]	€/Lkw-km	1,90		1,48
Vermeidungskostensatz CO_2-Emissionen	€/t	205	1,00	205
Abgasvermeidungskosten Pkw[1)]	€/Pkw-km	0,043	1,00	0,043
Abgasvermeidungskosten Lkw[1)]	€/Lkw-km	0,21	1,00	0,21
Unfallfolgekosten Pkw[1)]	€/Pkw-km	0,04	1,00	0,04
Unfallfolgekosten Straßengüterverkehr[1)]	€/Lkw-km	0,04	1,00	0,04
Unfallfolgekosten Schienenpersonenverkehr	€/Mio Pkm	5,78	1,00	5,78
Unfallfolgekosten Schienengüterverkehr	€/Mio tkm	1,69	1,00	1,69

1) Gewichtetes Mittel aus 10 % innerorts und 90 % außerorts
2) Index Bruttowertschöpfung je Erwerbstätigem
3) Index Verbraucherpreise
4) Index Verkehr
5) Neuberechnung 2008

Tab. 2.1: Fortschreibung der Kosten- und Wertansätze für die externen Nutzen bzw. die Nutzen der Verkehrsteilnehmer vom Preisstand 1998 auf den Preisstand 2008

Die in Tabelle 2.1 aufgeführten Umrechnungsfaktoren vom Preisstand 1998 auf den Preisstand 2008 wurden teilweise aus den parallel zur Bewertung der Schienenverkehrsprojekte laufenden gesamtwirtschaftlichen Analysen für verschiedene Neu-/Ausbaustrecken zur Beantragung von EU-Fördermitteln[6] übernommen.

Bei den Abgasemissions- und Unfallfolgekosten wurden die Wertansätze aus dem BVWP 2003 unverändert auf den Preisstand 2008 übertragen. Bei den Abgasemissionskosten ist dies dadurch begründet, dass beispielsweise der spezifische Vermeidungskostensatz von CO_2-Emissionen in Höhe von 205 €/Std gemäß BVWP 2003 aus heutiger Sicht als überhöht einzuschätzen ist. Das Umweltbundesamt empfiehlt beispielsweise einen Satz von 70 €/Std. Da eine Entscheidung über die künftige Wertung der CO_2-Emissionen erst im Rahmen des Projektes „Aktualisierung von Bewertungsansätzen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen in der Bundes-

6 z.B. BVU / Intraplan Consult GmbH, Gesamtwirtschaftliche Analyse und Finanzanalyse für die Neu-/Ausbaustrecke Erfurt – Leipzig/Halle (VDE-Projekt Nr. 8.2), Freiburg / München 2008

verkehrswegeplanung“[7] gefällt wird, wurde im Rahmen der Knotenstudie Hamburg auf eine wie auch immer geartete Fortschreibung verzichtet. Dies betrifft auch die Wertansätze für die Unfallfolgekosten, da hier die inflationsbedingten Steigerungen der Wertansätze für Personenschäden durch sich tendenziell verringernde Schadensraten kompensiert werden.

Eine weitere Ausnahme stellen die Ansätze für die Lkw-Betriebskosten dar. Diese wurden auf Basis der aktuellen Entwicklungen bezüglich der Kostensätze, des Fuhrparkmix und der spezifischen Verbräuche neu berechnet.

2.4 Einheitskostensätze für die Betriebskostenkalkulation im Schienengüterverkehr

Für die Zugförderkosten Schienengüterverkehr wurden für Diesel- und Elektroloks repräsentative Fahrzeuge ausgewählt und durchschnittliche Geschwindigkeiten im Schienennetz unterstellt. Als durchschnittlicher Stundenlohn eines Triebfahrzeugführers wurde unter Berücksichtigung des Dienstplanwirkungsgrads 36,00 € angesetzt. Die übrigen Kostenkategorien (Vorhaltung, Zugbildung, Abfertigung und zusätzliche Umschlagkosten bei Verlagerungen auf die Schiene) wurden aus Vorläuferprojekten übernommen und unter geeigneten Rahmenannahmen auf den Preisstand 2008 fortgeschrieben (vgl. Tabelle 2.2).

Kostentyp	Einheit	System	Kostensatz
Vorhaltungskosten	€/Tfz-h	Gesamt	107,70
	€/Wagen-h	Gesamt	2,03
Abfertigungskosten	€/	Gesamt	2,37
Transaktionskosten	€/t	Einzelwagen	5,94
		Ganzzug	5,14
		Kombinierter Verkehr	4,20
Zugbildungskosten	€/Wagen	Gesamt	28,80
Zugförderkosten	€/Zugkm	Diesel	1,77
		Elektro	1,31

Tab. 2.2: Einheitskostensätze für die der gesamtwirtschaftlichen Analyse zugrunde gelegten Zugsysteme des SGV

[7] BVU, Beratergruppe Verkehr + Umwelt GmbH, Intraplan Consult GmbH, Planco Consulting GmbH, Aktualisierung von Bewertungsansätzen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen in der Bundesverkehrswegeplanung, im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, zurzeit in Arbeit

2.5 Einheitskostensätze für die Betriebskostenkalkulation im Schienenpersonenverkehr

Auf den für die gesamtwirtschaftliche Bewertung der Ausbaumaßnahmen im Knotenbereich Hamburg relevanten Linien wird vom Einsatz der folgenden Fahrzeugtypen ausgegangen:

- HGV A: Hochgeschwindigkeitstriebzug (Halbzug) mit Elektrotraktion, einer Höchstgeschwindigkeit von 300 km/h und 450 Sitzplätzen,
- HGV C: Hochgeschwindigkeitstriebzug (Halbzug) mit Elektrotraktion, mit Neigetechnik, einer Höchstgeschwindigkeit von 230 km/h und 390 Sitzplätzen,
- LFV Lokbespannter Fernverkehrszug mit einer Höchstgeschwindigkeit von 200 km/h und 540 Sitzplätzen (8-Wagen-Zug) bzw. 680 Sitzplätzen (10-Wagen-Zug),
- ET474.3: Zweistrom-S-Bahn-Triebzug (Gleichstrom/Wechselstrom) mit 208 Sitzplätzen und 514 Gesamtplätzen,
- DoSto4: Lokbespannter Wendezug mit 4 Doppelstockwagen und Elektrotraktion,
- DoSto5: Lokbespannter Wendezug mit 5 Doppelstockwagen und Elektrotraktion.

Als relevant sind die Linien definiert, bei denen Unterschiede bei den Bedienungsangeboten zwischen dem Projekt- und dem Basisszenario bestehen. Für die oben definierten Modellzüge wurden die in Tabelle 2.3 dargestellten Einheitskostensätze angenommen.

Fahrzeugtyp	Investitionskosten (Mio €/ Fahrzeug)	Unterhaltungs-/ Instandhaltungskosten		Energiekosten	
		€/Fahrzeug-km	T€/Fahrzeug und Jahr	€/Fahrzeug-km	€/Stationshalt
HGV A	24,2	2,38	715,7	1,46	
HGV C	15,8	2,28	575,5	1,13	
ET474.3	4,7	0,82	47,8	0,34	0,99
DoSto 4	8,1	1,70	95,0	0,62	2,61
DoSto 5	9,3	2,00	110,0	0,72	3,06

Tab. 2.3: Einheitskostensätze für die Modellzüge des Schienenpersonenverkehrs

Für die oben aufgeführten Fahrzeuge wurde von einer durchschnittlichen Nutzungsdauer in Höhe von 30 Jahren ausgegangen. Dies bedeutet, dass bei der für die gesamtwirtschaftliche Bewertung maßgebenden 30-jährigen Betriebsphase weder Reinvestitionen noch Restwerte zu berücksichtigen sind.

Bei den HGV-Zügen wurde in Anbetracht der langen Nutzungsdauer und deren vergleichsweise hoher Jahresfahrleistung davon ausgegangen, dass 15 Jahre nach Inbetriebnahme ein Redesign erforderlich wird. Der hiermit verbundene Aufwand wurde mit 30 % bezogen auf die Erstinvestitionen abgeschätzt.

Die Kosten des Fahrpersonals wurden als Funktion der Einsatzzeiten (Zugstunden) betrachtet. Bei der Ermittlung der Einsatzzeiten werden nur die fahrplanmäßigen Zeiten zwischen Abfahrt am Startort und Ankunft am Zielort der jeweiligen Linie berücksichtigt. Die Kostensätze je Einsatzstunde betragen 40,00 € für die Triebfahrzeugführer und 32,00 € für die Zugbegleiter. Hierin sind Fahrplan- und Dienstplanwirkungsgrade bereits berücksichtigt.

Hinsichtlich der Einsatzstärke des Fahrpersonals wurde von den folgenden Annahmen ausgegangen:

- SPFV-Züge (HGV A, HGV C und LFV): 2 Zugbegleiter,
- SPNV-Züge (DoSto 4 und DoSto 5): 1 Zugbegleiter und
- S-Bahn (ET 474.3): kein Zugbegleiter.

2.6 Angebotsplanung und Abschätzung des Investitionsbedarfes

Die Kapazität von Eisenbahnverkehrsanlagen ist in erheblichem Maß vom Fahrplan (Angebotskonzept) der dort verkehrenden Züge abhängig. Um eine zielgerichtete Definition der Infrastrukturmaßnahmen zu erreichen, ist eine einheitliche Planung mit den beabsichtigten Angebotskonzepten unumgänglich. Nur die enge Abstimmung von Angebot und Infrastruktur sichert einen hohen gesamtwirtschaftlichen Nutzen der Ausbaumaßnahmen. Hierzu erfolgt im Rahmen dieser Untersuchung die Erstellung von Angebotskonzepten für den Personenverkehr sowohl für den Bezugsfall als auch für die zu bewertenden Planfälle.

Bei den Bedienungsangeboten des SPFV und des SPNV wurde ein fahrplanfeines Netzmodell zur Beurteilung von betrieblicher Machbarkeit und von Infrastrukturengpässen erstellt. Hierbei kam das Fahrplansystem Viriato zur Anwendung.

Planungsraum für das fahrplanfeine Netzmodell ist das Gebiet der Freien und Hansestadt Hamburg, des südlichen Schleswig-Holsteins sowie des nördlichen Niedersachsens. Das betrachtete Gebiet wird durch die Knoten Heide, Rendsburg, Kiel, Lübeck, Büchen, Uelzen, Rotenburg (Wümme) und Cuxhaven begrenzt und in Form einer Netzgrafik dargestellt. In dem fahrplanfeinen Netzmodell sind die Bedienungsangebote des SPFV und des SPNV gemeinsam erfasst.

Gemeinsam mit der DB Fernverkehr AG sind die aktuell bestehenden Zielvorstellungen über die Gestaltung der FV-Bedienungsangebote im Knoten Hamburg und der entsprechenden Zulaufstrecken diskutiert worden. Gleichermaßen haben mit den maßgebenden Aufgabenträgern des SPNV (Länder Niedersachsen und Schleswig-Holstein sowie Freie und Hansestadt Hamburg) Abstimmungsgespräche über die Gestaltung der Bedienungsangebote im Knoten Hamburg und der entsprechenden Zulaufstrecken stattgefunden. Hieraus ist unter Berücksichtigung der im Bezugsfall 2025 verfügbaren Infrastruktur ein integriertes Netzkonzept für Fern- und Nahverkehr entstanden.

Auf Basis der entwickelten Konzepte für den Personenverkehr wird die für den Güterverkehr noch zur Verfügung stehende Kapazität ermittelt. Hierzu werden die aus den Güterverkehrsprognosen relevanten Güterzugströme in fahrstraßengenaue Trassen umgewandelt und in das Personenverkehrskonzept „hinein“ konstruiert. Hierbei nicht realisierbare Gütertrassen werden entweder von ihrer zeitlichen Wunschlage verschoben oder ganz abgelehnt.

Sollten aus Gründen von infrastrukturellen Engpässen gewünschte Bedienungsangebote des Personenverkehrs im Bezugsfall 2025 nicht fahrbar sein, wurde überprüft, ob diese im Planfall mit einer erweiterten Infrastruktur darstellbar sind. Ebenso wurden für den Güterverkehr Infrastrukturmaßnahmen entwickelt, die die in der Untersuchung der betrieblichen Machbarkeit analysierten Engpässe so weit beheben können, damit keine zeitlich verschobenen oder abgelehnten Gütertrassen auftreten.

3 BESTANDSAUFNAHME DES STATUS QUO 2006

3.1 Verkehrsnachfrage im Güterverkehr

Für die Kalibrierung des Nachfragemodells wurde in einem ersten Schritt die Netzbelastung mit Schienengüterverkehr des Status Quo simuliert. Die für diesen Arbeitsschritt benötigten Nachfragematrizen für die Verkehrsmittel

- Straßengüterverkehr,
- Schienengüterverkehr (SGV) und
- Binnenschiff

im Status Quo 2006 wurden aus der Analysematrix 2004 der PDVV 2025 abgeleitet. Die Hochrechnung erfolgte anhand der Eckwerte der Verflechtungsmatrix 2006, die vom Statistischen Bundesamt zur Verfügung gestellt wird. Für die Umlegung musste die Verflechtungsmatrix zusätzlich nach Zugsystemen (Ganzzug, Einzelwagen, Unbegleiteter Kombinierter Verkehr und Rollende Landstraße) unterschieden werden. Auf dieser Basis wurde eine netzweite Zug- und Wagenbildung durchgeführt, die die Grundlage für die folgende kapazitätsabhängige Umlegung bildete. Standorte, Kapazitäten und hierarchische Verflechtungen der Zugbildungsanlagen (Rangier- und Knotenpunktbahnhöfe, KV-Terminals, Bedienpunkte) ebenso wie die aktuellen Regeln der Wagen- und Zugbildung wurde anhand des aktuellen Angebots in das strategische Netz eingepflegt.

Der Netzzustand 2006 wurde aus dem Netz 2004 abgeleitet und, wo erforderlich, punktuell angepasst. Zur präzisen Einspeisung der Mengen und zur korrekten Abbildung der Routenwahl im Hafengelände ist die Abbildung des Schienennetzes im Hafenbereich Hamburg verfeinert worden.

Unter Berücksichtigung des Angebots im Schienenpersonenverkehr erfolgte eine netzweite kapazitätsabhängige Umlegung des Schienengüterverkehrs mit Hilfe des Umlegungsverfahrens BVU-MOSES. Die resultierenden Kantenbelastungen wurden mit den entsprechenden Angaben der DB Netz AG für einen durchschnittlichen Werktag abgeglichen und, wo erforderlich, entsprechende Netzkorrekturen bzw. Modifikationen der Modellparameter vorgenommen. Die resultierende modellierte Belastung im deutschen Schienennetz entsprach im Untersuchungsraum den ermittelten werktäglichen Querschnittswerten, sodass für die Prognoserechnung ein geeichtes Umlegungsmodell und Schienennetz zur Verfügung standen.

3.2 Verkehrsangebot und Verkehrsnachfrage des Personenverkehrs

Die Darstellung des Verkehrsangebotes und der Verkehrsnachfrage des Personenverkehrs baut auf der Bestandsaufnahme der PDVV 2025 für das Bezugsjahr 2004 auf. Die für die weiteren Arbeiten benötigten Netzmodelle Schiene, Straße und Luftverkehr sowie die entsprechenden Nachfragematrizen wurden auf das für die Kotenstudie Hamburg maßgebende Bezugsjahr für die Status-quo-Analyse 2006 fortgeschrieben.

Für die Modellierung der Verkehrsnachfrage und des Verkehrsangebotes im engeren Untersuchungsgebiet wurden die Strukturdaten, Netzmodelle und Nachfragematrizen aus der Standardisierten Bewertung der U4 HafenCity und aus der Studie „Auswirkungen des demographischen Wandels auf den ÖPNV in Schleswig-Holstein“ zusätzlich herangezogen. Die Nachfragematrizen des SPV im engeren und im erweiterten Untersuchungsgebiet wurden auf die entsprechenden Netzmodelle umgelegt. Die rechnerisch ermittelten Querschnittsbelastungen wurden mit entsprechenden Zählwerten aus dem Reisendenerfassungssystem der Deutschen Bahn AG (RES) abgeglichen.

Dieser Abgleich diente der Feinkalibrierung sowohl des Umlegungsmodells als auch der auf das Jahr 2006 hochgerechneten Nachfragematrizen. Die aus diesem Prozess resultierenden Querschnittsbelastungen des SPV können an dieser Stelle aus wettbewerbsrechtlichen Gründen nicht dargestellt werden.

3.3 Pünktlichkeitsstatistiken des SGV

Für die Ermittlung der aktuellen Verspätungssituation im Hamburger Hafen wurden die UIC-Zuglaufmeldungen für die wichtigsten Knoten im Untersuchungsraum zwischen August 2007 und Januar 2008 gesammelt und ausgewertet. Die Verspätung (Delta-t) ist hierbei die Abweichung zwischen Istfahrzeit und Sollfahrzeit am Messpunkt (Saldo aus Zusatzverspätung und Verspätungsabbau).

Die Messungen wurden bereinigt und nach Zugläufen ausgewertet. Wie die folgenden Abbildungen zeigen, entstehen im Knoten Harburg insbesondere für die Züge von/nach dem Osthafen und die Züge in Richtung Westhafen an den betrachteten Knoten im Durchschnitt jeweils zusätzliche Verspätungen zwischen einer und sieben Minuten. Auffällig ist der Rückgang von durchschnittlich neun Minuten für schnelle Güterzüge zwischen Harburg und Buchholz. Zwischen

Harburg und Buchholz werden offensichtlich Fahrplanpuffer genutzt, um Verspätungen abzubauen.

In der Summe erfahren Güterzüge im Untersuchungsraum zusätzliche Verspätungen von durchschnittlich 1 bis 7 Minuten, die am Hafen vorbeifahrenden Züge zwischen 4 und 7 Minuten.

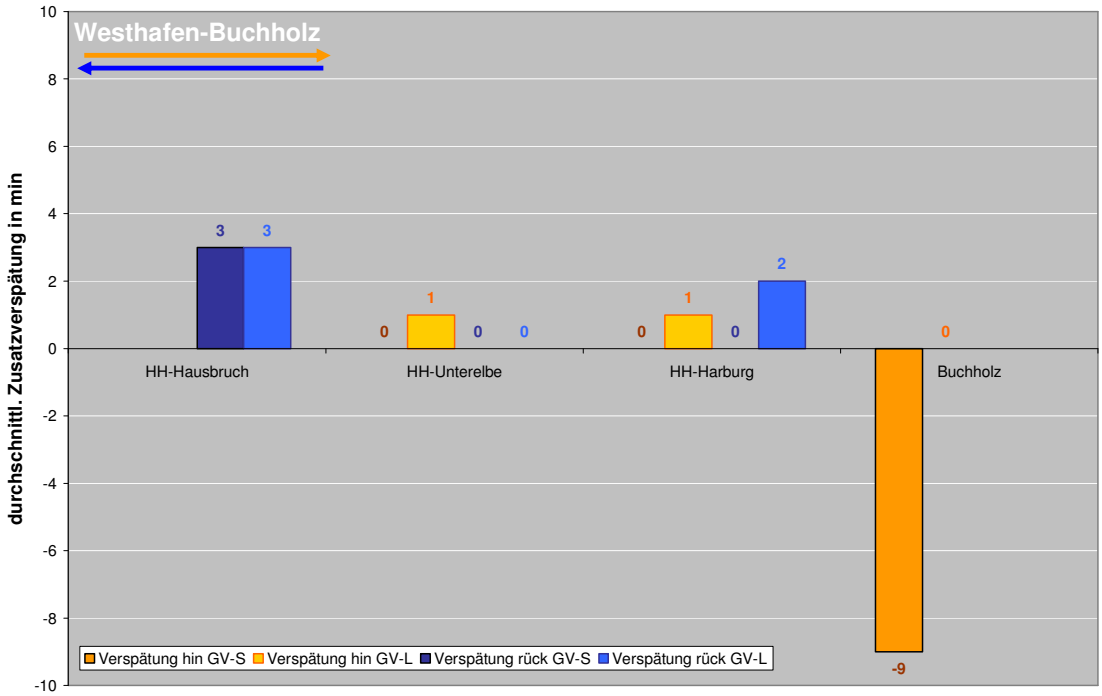


Abb. 3.1: Durchschnittliche Zusatzverspätung für Güterzüge auf der Relation Westhafen – Buchholz im Status Quo (4.Q.2007)

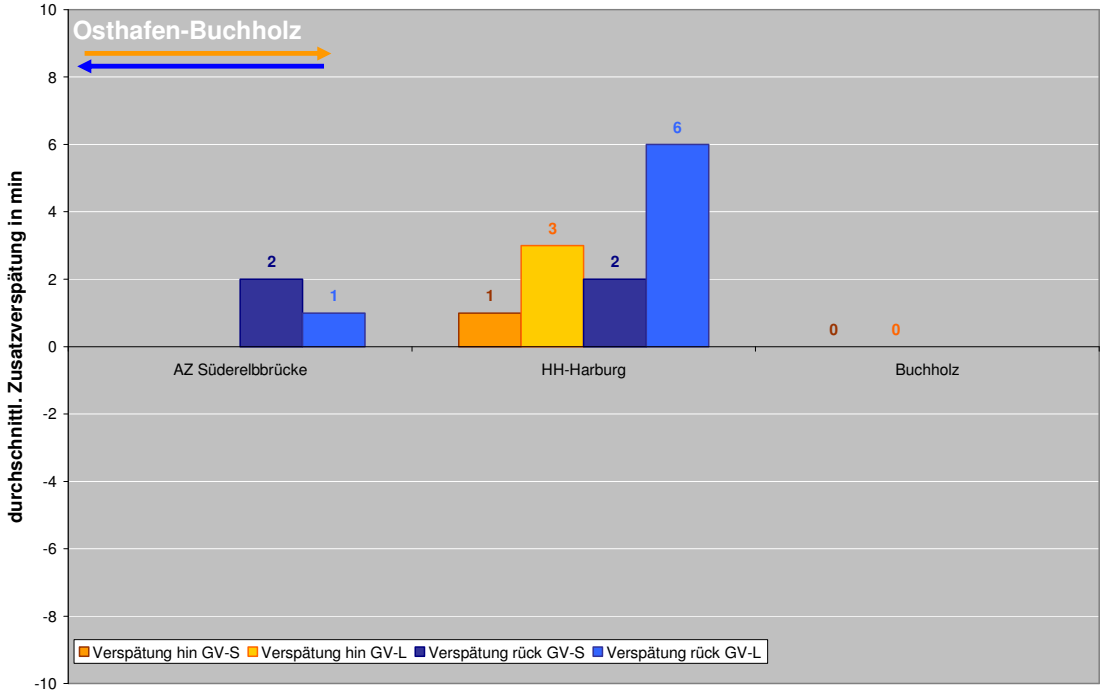


Abb. 3.2: Durchschnittliche Zusatzverspätung für Güterzüge auf der Relation Osthafen – Buchholz im Status Quo (4.Q.2007)

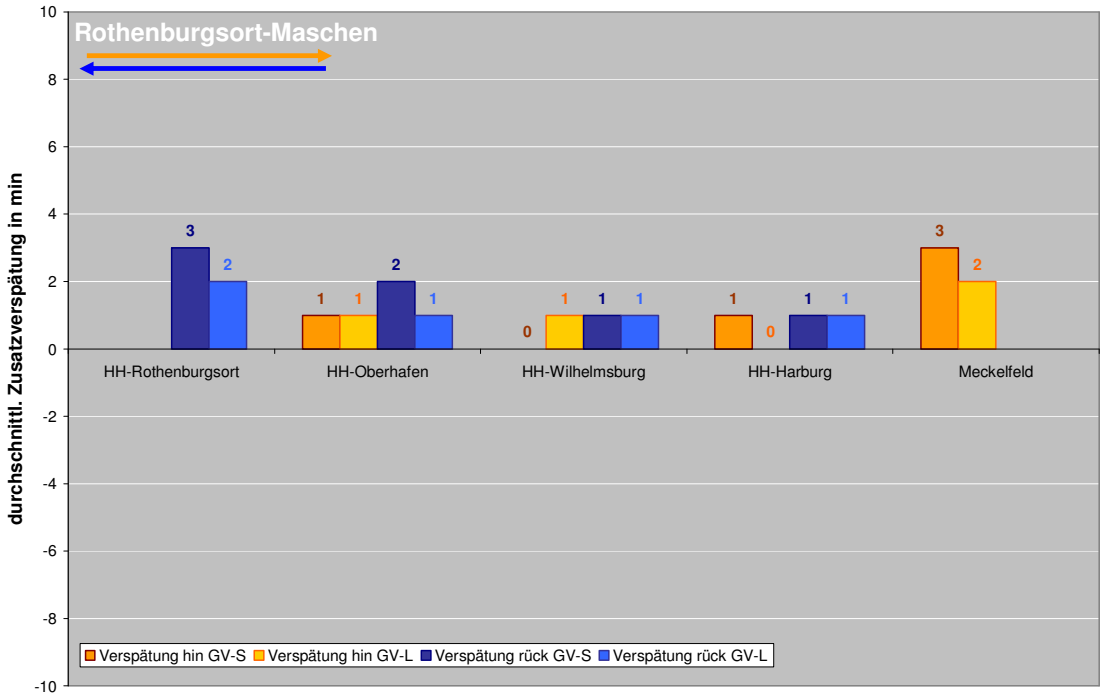


Abb. 3.3: Durchschnittliche Zusatzverspätung für Güterzüge auf der Relation Rothenburgsort – Maschen im Status Quo (4.Q.2007)

3.4 Pünktlichkeitsstatistiken des SPV

Als Grundlage für die Verspätungsanalyse des SPFV wurden die Pünktlichkeitsstatistiken der Deutschen Bahn AG („LEIDIS“) für die folgenden drei Erhebungszeiträume ausgewertet:

- 21.08. bis 28.09.2007,
- 29.09. bis 08.12.2007,
- 09.12.2007 bis 01.03.2008.

Die Pünktlichkeitskennziffern wurden linien- und richtungsgetrennt aufbereitet. Zwischen den einzelnen Erhebungszeiträumen ergaben sich erhebliche Unterschiede bei den durchschnittlichen Zusatzverspätungen innerhalb des Knotenbereichs Hamburg. Unter „Zusatzverspätung“ wird jeweils die Differenz zwischen der Ankunftsverspätung an der ersten Betriebsstelle innerhalb des Knotenbereichs Hamburg und der Abfahrtsverspätung an der letzten Betriebsstelle verstanden.

Da sich die infrastrukturellen Rahmenbedingungen zwischen den Erhebungszeiträumen nicht geändert haben, wurden für die weiteren Betrachtungen nur die Pünktlichkeitskennwerte für den Zeitraum vom 09.12.2007 bis 01.03.2008 herangezogen. Die größeren Fahrplanabweichungen in den anderen Erhebungszeiträumen sind offensichtlich nicht auf Infrastrukturengpässe zurückzuführen. Je nach Streckenabschnitt liegen die durchschnittlichen Zusatzverspätungen im Status Quo zwischen 1,0 und 2,0 min.

Die Zusatzverspätungen des Status Quo wurden vereinfachend unverändert auf den Bezugsfall 2025 übertragen. Auch nach Realisierung der in den Planfällen KHH 1 bis KHH 3 unterstellten Ausbaumaßnahmen weist die Eisenbahninfrastruktur im Knotenbereich Hamburg einen überdurchschnittlichen Auslastungsgrad auf.

Die durchschnittlichen Zusatzverspätungen können daher nur in vergleichsweise geringen Umfang reduziert werden. Hierzu wurden für die einzelnen Planfallvarianten in Abhängigkeit von der Streckenbelegung und der Belegung der Bahnsteigkanten insbesondere in Hamburg Hbf die in Tabelle 3.1 dargestellten reduzierten Zusatzverspätungen abgeschätzt.

Streckenabschnitt	Durchschnittliche Zusatzverspätung im Status Quo und im Bezugsfall 2025 (min)	Verminderte Zusatzverspätungen im Planfall (min)		
		KHH 1	KHH 2	KHH 3
Hamburg Hbf – HH Harburg FV	1,5	1,2	1,0	1,0
Hamburg Hbf – HH Harburg NV	1,0	0,8	0,7	0,7
Hamburg Hbf – HH Bergedorf NV	1,5	1,1	1,1	0,8
Hamburg Hbf – HH Bergedorf FV (nur Richtung Schwerin)	2,0	1,3	1,3	1,0

Tab. 3.1: Verbesserung der Pünktlichkeit der SPV-Züge in den Planfällen KHH 1 – 3 gegenüber dem Bezugsfall 2025

Zu den Ergebnissen der Verspätungsanalysen im Einzelnen wird auf Anhang 1 verwiesen.

3.5 Verkehrsnachfrage im Güterverkehr

Für die Kalibrierung des Nachfragemodells wurde in einem ersten Schritt die Netzbelastung mit Schienengüterverkehr des Status Quo simuliert. Die für diesen Arbeitsschritt benötigten Nachfragematrizen für die Verkehrsmittel

- Straßengüterverkehr,
- Schienengüterverkehr (SGV) und
- Binnenschiff

im Status Quo 2006 wurden aus der Analysematrix 2004 der PDVV 2025 abgeleitet. Die Hochrechnung erfolgte anhand der Eckwerte der Verflechtungsmatrix 2006, die vom Statistischen Bundesamt zur Verfügung gestellt wurde. Für die Umlegung musste die Verflechtungsmatrix zusätzlich nach Zugsystemen (Ganzzug, Einzelwagen, Unbegleiteter Kombinierter Verkehr und Rollende Landstraße) unterschieden werden. Auf dieser Basis wurde eine netzweite Zug- und Wagenbildung durchgeführt, die die Grundlage für die folgende kapazitätsabhängige Umlegung bildete. Standorte, Kapazitäten und hierarchische Verflechtungen der Zugbildungsanlagen (Rangier- und Knotenpunktbahnhöfe, KV-Terminals, Bedienpunkte) ebenso wie die aktuellen

Regeln der Wagen- und Zugbildung wurde anhand des aktuellen Angebots in das strategische Netz eingepflegt.

Der Netzzustand 2006 wurde aus dem Netz 2004 abgeleitet und, wo erforderlich, punktuell angepasst. Zur präzisen Einspeisung der Mengen und zur korrekten Abbildung der Routenwahl im Hafengelände ist die Abbildung des Schienennetzes im Hafenbereich Hamburg verfeinert worden.

Unter Berücksichtigung des Angebots im Schienenpersonenverkehr erfolgte eine netzweite kapazitätsabhängige Umlegung des Schienengüterverkehrs mit Hilfe des Umlegungsverfahrens BVU-MOSES. Die resultierenden Kantenbelastungen wurden mit den entsprechenden Angaben der DB Netz AG für einen durchschnittlichen Werktag abgeglichen und, wo erforderlich, entsprechende Netzkorrekturen bzw. Modifikationen der Modellparameter vorgenommen. Die resultierende modellierte Belastung im deutschen Schienennetz entsprach im Untersuchungsraum den ermittelten werktäglichen Querschnittswerten, sodass für die Prognoserechnung ein geeichtes Umlegungsmodell und Schienennetz zur Verfügung standen.

3.6 Verkehrsnachfrage im Personenverkehr

Zur Erfassung der Personenverkehrsnachfrage des Status Quo 2006 wurden die folgenden Quellen herangezogen:

- Querschnitts- und Bahnhofsbelastungen aus dem Reisendenerfassungssystem der Deutschen Bahn AG (RES) für den SPFV und den SPNV im Bereich des Knotens Hamburg,
- Strukturdaten, Netzmodelle und Nachfragematrizen aus der Standardisierten Bewertung U4 HafenCity (Eigentümer: Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt der Freien und Hansestadt Hamburg),
- Strukturdaten, Netzmodelle und Nachfragematrizen aus der Studie „Auswirkungen des demographischen Wandels auf den ÖPNV in Schleswig-Holstein“ (Eigentümer: Landesweite Verkehrsservice-Gesellschaft mbH (LVS)) und
- Ergebnisse der Untersuchungen zum Seehafenhinterlandverkehr in Hamburg (Eigentümer: Freie und Hansestadt Hamburg).

4 BEZUGSFALL 2025

4.1 Realisierte Infrastrukturmaßnahmen

Im Bezugsfall 2025 wurde die feste Querung des Fehmarnbelt einschließlich der Zulaufstrecke Lübeck – Puttgarden (zweigleisig, elektrifiziert) sowie des Vordringlichen Bedarfs gemäß BVWP 2003 als realisiert unterstellt. Im Auswirkungsbereich des Knotens Hamburg betrifft dies die folgenden Maßnahmen:

- ABS Hamburg – Lübeck (nur zweigleisiger Ausbau HH Horn – HH Rothenburgsort und Elektrifizierung),
- ABS/NBS Hamburg/Bremen - Hannover (Y-Trasse),
- ABS Rotenburg – Minden,
- ABS Uelzen – Stendal,
- ABS Hamburg – Elmshorn (nur Ausbau Bf Elmshorn) und
- ABS Stelle – Lüneburg.

Die Maßnahme ABS Neumünster – Bad Oldesloe wurde nicht mehr berücksichtigt, da deren verkehrliche Funktion durch die feste Querung des Fehmarnbelt übernommen wird.

Für die Hafenbahn werden im Bezugsfall die geplanten Infrastrukturausbauten als realisiert unterstellt. Dies betrifft insbesondere den zweigleisigen elektrifizierten Neubau der Süderelbquerung und den Brückenneubau zwischen Alter Süderelbe und Seehafenbahnhof.

4.2 Bedienungsangebote des Schienenpersonenverkehrs

Bei den Bedienungsangeboten des Schienenpersonenverkehrs (SPV) wird zunächst nach dem Schienenpersonenfernverkehr (SPFV) und dem Schienenpersonennahverkehr (SPNV) unterschieden. Unter SPFV werden Fernverkehrsprodukte verstanden, die von den betreffenden Eisenbahnverkehrsunternehmen eigenwirtschaftlich betrieben werden. Hierbei wird weiter unterschieden nach HGV-Zügen (beispielsweise ICE oder TGV) und nach lokbespannten Zügen (LFV $\hat{=}$ lokbespannter Fernverkehr). In Anbetracht der Notwendigkeit eines eigenwirtschaftlichen Betriebes wurde bei der Angebotskonzeption für den SPFV ein Gleichgewicht zwischen prognostizierter Verkehrsnachfrage und vorgehaltenen Platzkapazitäten angestrebt. In Abbildung 4.1 ist das Bedienungsangebot des SPFV im Knotenbereich Hamburg dargestellt.

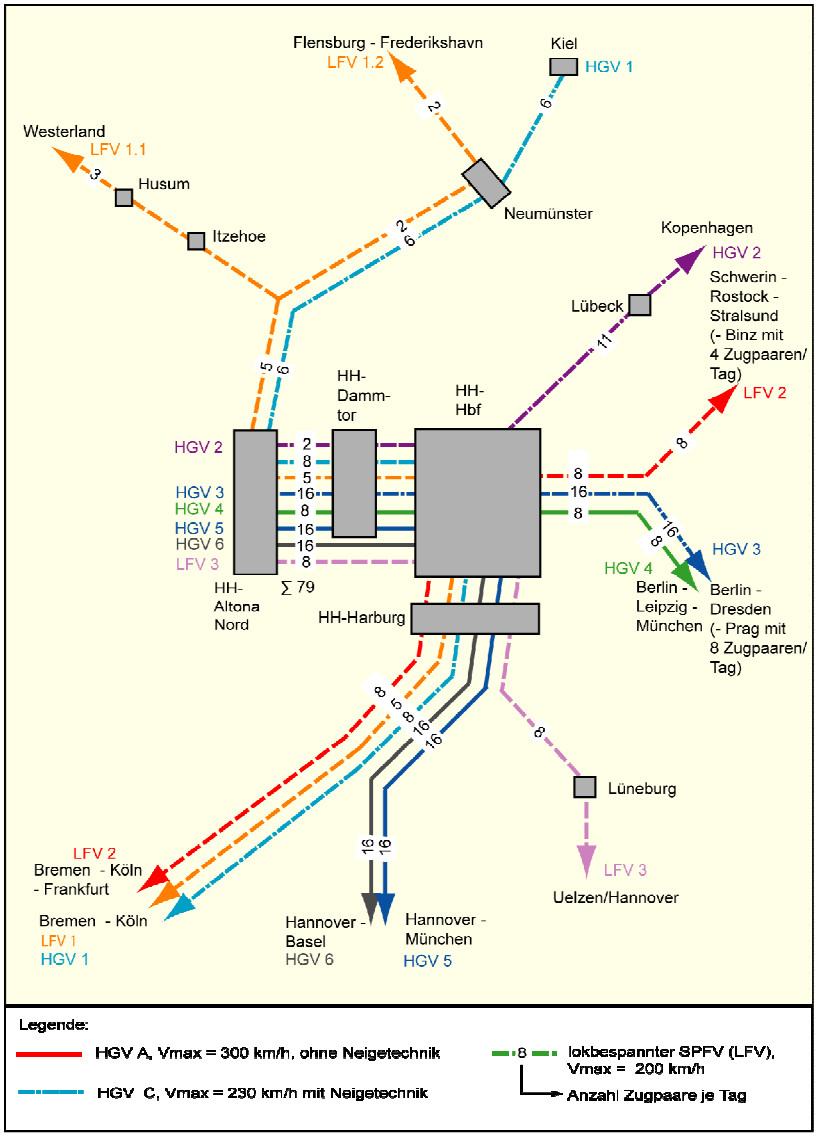


Abb. 4.1: Bedienungsangebot des SPFV für den Bezugsfall 2025 im Knotenbereich Hamburg

Nach Realisierung des „Y“ dient die Bestandsstrecke Hamburg – Lüneburg – Uelzen – Hannover hauptsächlich dem SGV und dem SPNV. Zur Erhöhung der insbesondere für den SGV verfügbaren Trassenkapazitäten wurde davon ausgegangen, dass die Linie LFV 3 zwischen Hamburg und Hannover nur mit einer Höchstgeschwindigkeit von 160 km/h verkehrt.

Unter dem Begriff SPNV sind Express- und Nahverkehrszüge sowie die S-Bahn Hamburg zusammengefasst. Anders als beim SPFV werden für den Betrieb des SPNV in der Regel Bestellerentgelte erforderlich. Dementsprechend liegt die Angebotskonzeption für diese Zuggattungen bei den betreffenden Aufgabenträgern (FHH sowie die Länder Niedersachsen und Schleswig-Holstein). Unter „Express-Zug“ wird ein schnelles Nahverkehrsprodukt verstanden, durch das

nur die Verkehrsaufkommensschwerpunkte bedient werden (z.B. RegionalExpress bei der DB Regio AG oder ähnlich geartete Produkte bei anderen Verkehrsunternehmen). „Nahverkehrszüge“ sind dadurch definiert, dass von ihnen außerhalb des S-Bahn-Bereiches sämtliche Stationen bedient werden. Innerhalb des S-Bahnbereiches werden nur die Bahnhöfe HH Hbf, HH Altona Nord, HH Dammtor und Pinnberg bedient.

Die Bedienungsangebote des SPNV wurden mit den zuständigen Aufgabenträgern (Freie und Hansestadt Hamburg sowie die Länder Niedersachsen und Schleswig-Holstein) abgestimmt. Abbildung 4.2 zeigt das Bedienungsangebot der Express- und Nahverkehrszüge im Bereich Schleswig-Holstein.

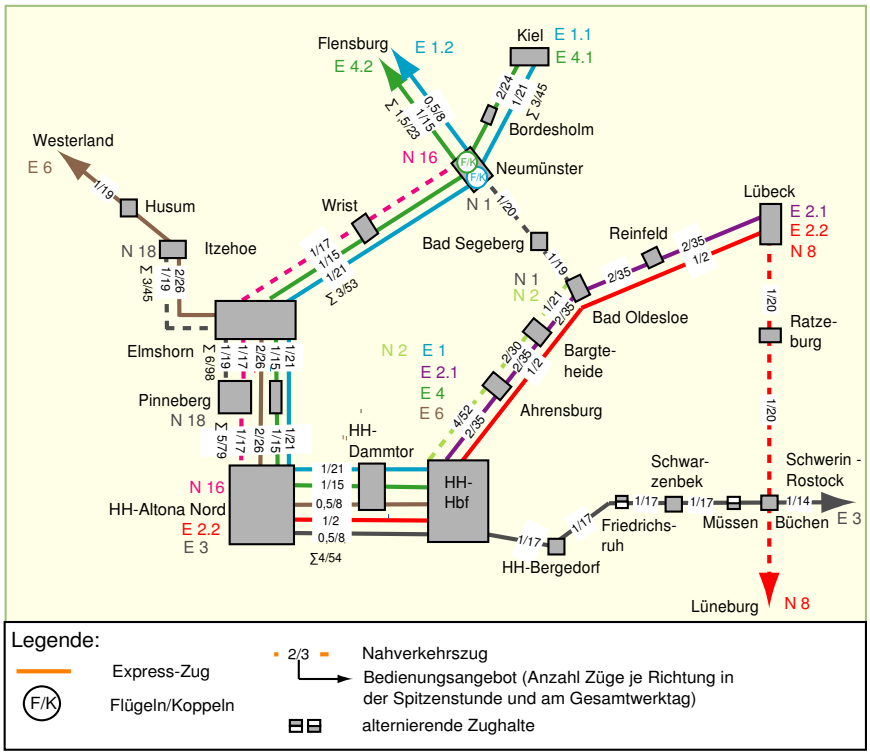


Abb. 4.2: Bedienungsangebot der Express- und Nahverkehrszüge für den Bezugsfall 2025 im Bereich Schleswig-Holstein

Die Linie E 2.2 verkehrt in der HVZ früh mit 2 Zügen je Richtung von Lübeck nach Hamburg und in der HVZ abends mit 2 Zügen je Richtung von Hamburg nach Lübeck.

Abbildung 4.3 zeigt die Bedienungsangebote der Express- und Nahverkehrszüge im Bereich Niedersachsen/Hamburg.

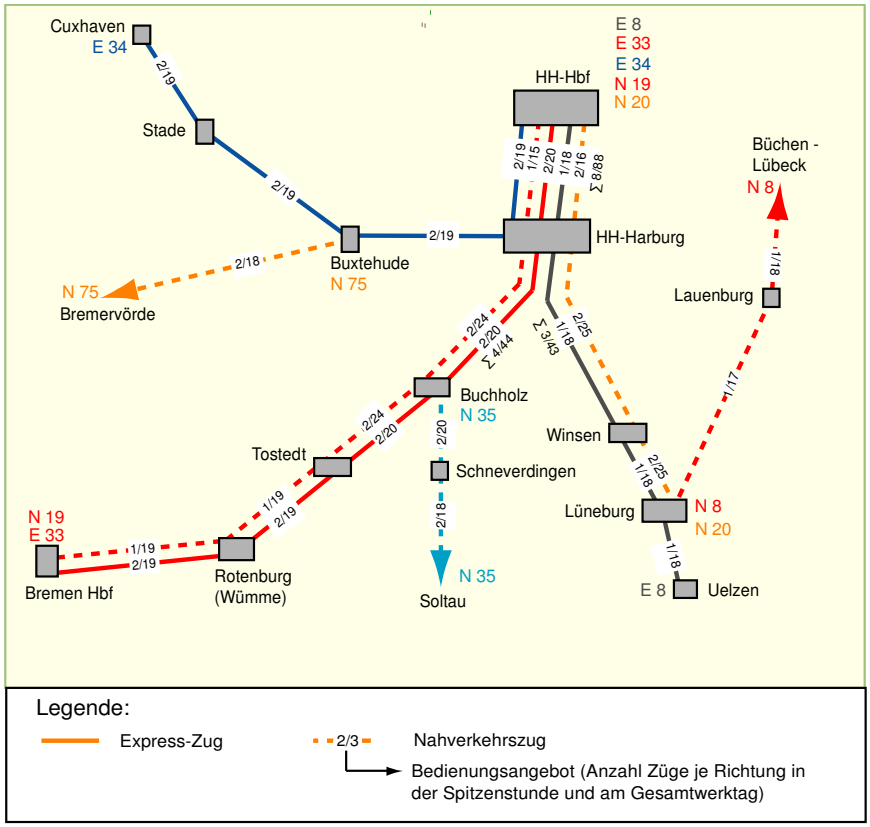


Abb. 4.3: Bedienungsangebot der Express- und Nahverkehrszüge für den Bezugsfall 2025 im Bereich Niedersachsen/Hamburg

Die S-Bahn Hamburg ist für die Knotenuntersuchung insofern von Bedeutung, als dass in einzelnen Planfällen zur Schaffung von freien Trassenkapazitäten auf den parallel verlaufenden Mischbetriebsstrecken die Überführung von Nahverkehrsleistungen auf die S-Bahn-Gleise zu bewerten waren. Das Bedienungsangebot der S-Bahn Hamburg im Bezugsfall 2025 (vgl. Abbildung 4.4) unterscheidet sich von dem des Fahrplanes 2006 durch die Schienenanbindung des Flughafens Hamburg.

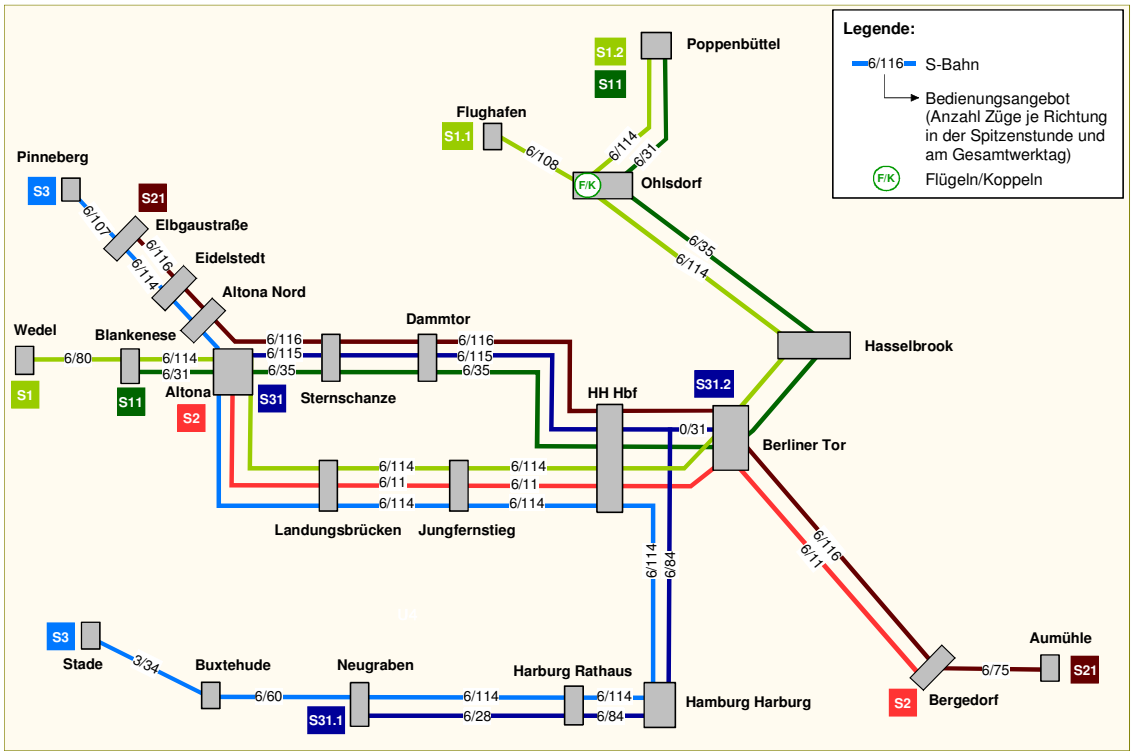


Abb. 4.4: Bedienungsangebot der S-Bahn Hamburg im Bezugsfall 2025

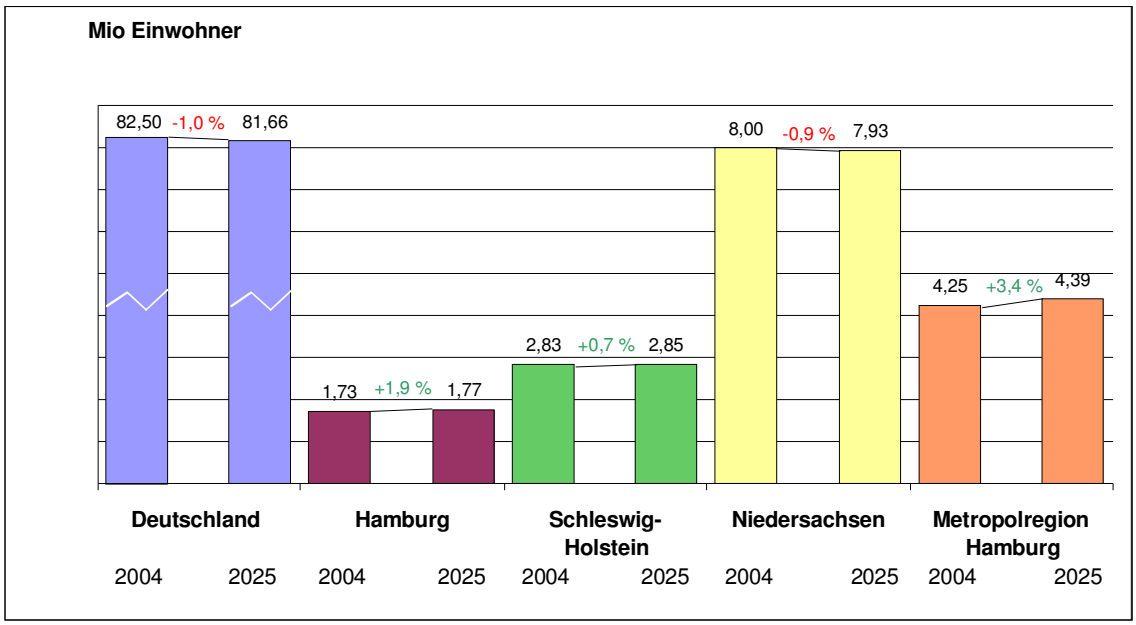
4.3 Sozio-ökonomische und sozio-demografische Rahmenbedinungen

Die wichtigsten Einflussgrößen für die **Prognose der Personenverkehrsnachfrage** hinsichtlich der sozioökonomischen und der soziodemographischen Rahmenbedingungen sind

- die Entwicklung der Einwohnerzahlen,
- der Beschäftigtenzahlen und
- der Pkw-Dichte.

von 2004 bis zum Jahr 2025.

Die betreffenden Rahmenbedingungen wurden aus der PDVV 2025 übernommen. Den unterschiedlichen Prognosezeiträumen zwischen der PDVV 2025 (2004 bis 2025) und der Knotenstudie Hamburg (2006 bis 2025) wurde dadurch Rechnung getragen, dass die für das Jahr 2006 benötigten Strukturdaten entsprechend der von 2004 bis 2025 unterstellten Entwicklung interpoliert wurden. Die der PDVV 2025 zugrunde liegenden Annahmen zur Bevölkerungsentwicklung sind in Abbildung 4.5 dargestellt.

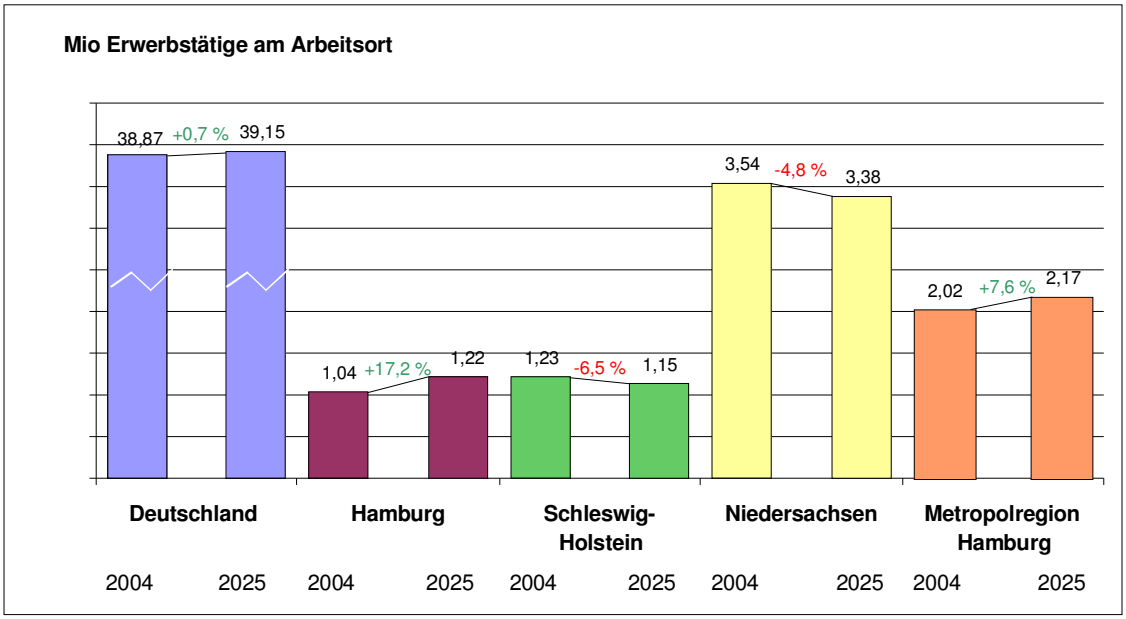


Quelle: BBR

Abb. 4.5: Entwicklung der Einwohnerzahlen 2004 bis 2025

Während in Deutschland insgesamt von einem Rückgang der Einwohnerzahlen zwischen 2004 und 2025 in Höhe von 1 % ausgegangen wird, wird für die Metropolregion Hamburg eine Steigerung um 3,4 % prognostiziert. Für die Freie und Hansestadt Hamburg (FHH) sowie das Land Schleswig-Holstein sind moderate Bevölkerungszuwächse (1,9 % bzw. 0,7 %) und für das Land Niedersachsen moderate Bevölkerungsrückgänge in Höhe von 0,9 % zu erwarten.

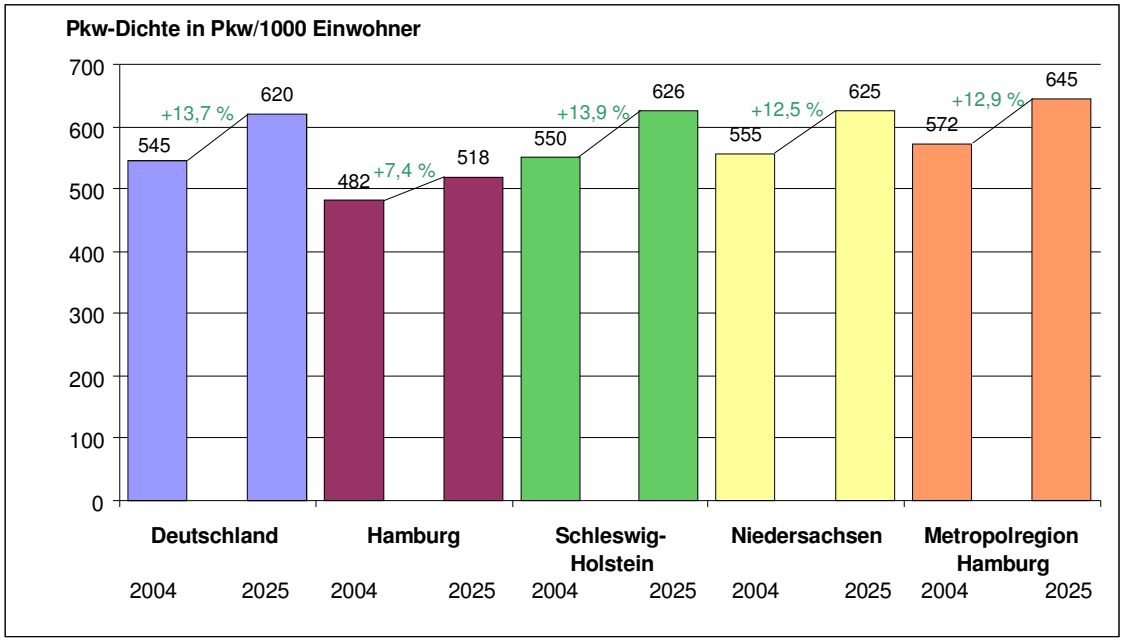
Die Entwicklung der Beschäftigtenzahlen bis zum Jahr 2025 ist in Abbildung 4.6 dargestellt. Hierbei liegen die für die FHH und die Metropolregion Hamburg prognostizierten Zuwachsraten mit 17,2 % bzw. 7,6 % deutlich oberhalb des deutschen Durchschnittswertes. Für die Flächenländer Schleswig-Holstein und Niedersachen wird von einem Rückgang der Beschäftigtenzahlen in Höhe von 6,5 % bzw. 4,8 % ausgegangen. Dies betrifft aber nicht den „Speckgürtel“ von Hamburg, wo ebenfalls ein überdurchschnittlicher Zuwachs der Beschäftigtenzahlen zu erwarten ist.



Quelle: PDVV 2025

Abb. 4.6: Entwicklung der Beschäftigtenzahlen 2004 bis 2025

Eine der wesentlichen Einflussgrößen für die Verkehrsmittelwahl ist die Pkw-Dichte (vgl. Abbildung 4.7).

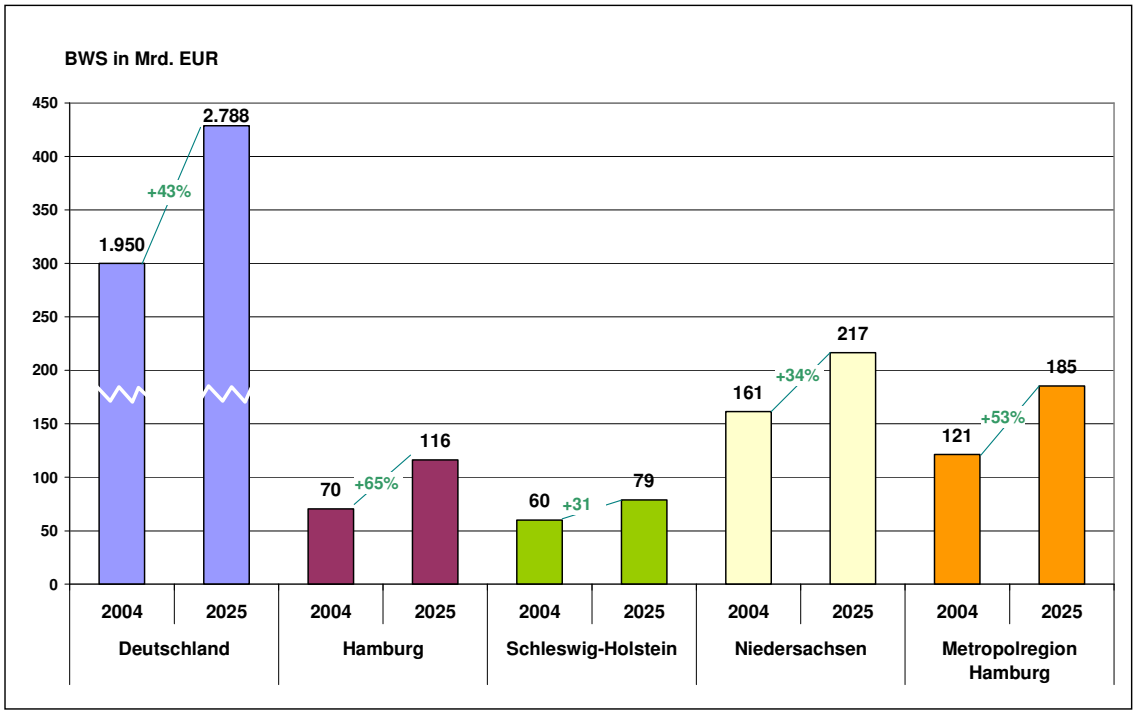


Quelle: PDVV 2025

Abb. 4.7: Entwicklung der Pkw-Dichte 2004 bis 2025

Für Deutschland insgesamt wird bis zum Jahr 2025 eine Steigerung um 13,7 % erwartet. Bei den Angaben zur Pkw-Dichte in der FHH werden die Interdependenzen zur Qualität des Angebotes an öffentlichen Verkehrsmitteln deutlich: Je höher die Bedienungsqualität des ÖPNV ist, desto niedriger ist die Notwendigkeit zur Anschaffung eines Zweitwagens und damit die Pkw-Dichte. Nicht zuletzt aus diesem Grund weist die Freie FHH schon im Status Quo eine unterdurchschnittliche Pkw-Dichte auf. Die bis 2025 prognostizierte Zuwachsrate liegt auch nur knapp über der Hälfte der Vergleichswerte für die Flächenländer Schleswig-Holstein und Niedersachsen.

Die wichtigsten Leitgrößen für die **Prognose der Güterverkehrsströme** sind die Bruttowertschöpfung (vgl. Abbildung 4.8) und der Außenhandel, die sowohl in der regionalen als auch in der sektoralen Verflechtung vorliegen.



Quelle: IWH Halle

Abb. 4.8: Entwicklung der Bruttowertschöpfung 2004 bis 2025

Während die Zuwächse der Bruttowertschöpfung in der FHH und in der Metropolregion Hamburg 22 bzw. 10 Prozentpunkte oberhalb des mittleren Zuwachses in Deutschland liegen, liegen diese bei den Flächenländern und Schleswig-Holstein und Niedersachsen 12 bzw. 9 Prozentpunkte unterhalt des Durchschnittswertes.

Der Außenhandel Deutschlands mit den wichtigsten europäischen Partnerländern wird in der Differenzierung nach Ländern und Güterbereichen vorausgeschätzt. Insgesamt steigen die Ausfuhren Deutschlands zwischen 2004 und 2025 pro Jahr um 4,3 % und die Einfuhren um 3,6 %, jeweils in realen Werten (€ in Preisen von 1995) ausgedrückt. Eine solche Differenz zwischen dem Wachstum der Exporte und dem der Importe war auch in der Vergangenheit über längere Zeiträume zu beobachten.

Der (wertmäßige) Außenhandel wird stark von den hochwertigen Halb- und Fertigerzeugnissen dominiert, die sowohl beim Export als auch beim Import in der Prognose rund drei Viertel des gesamten Volumens ausmachen. Dieser Bereich (der maßgeblich den Containerverkehr bestimmt) kann wie bei der Bruttowertschöpfung auch bei Ex- und Import das höchste Wachstum verzeichnen.

Die Langfristprognose trifft eine Annahme zum verkehrswirtschaftlichen Umfeld für das Jahr 2025. Hinsichtlich der nachrichtlich ausgewiesenen jährlichen Entwicklungsraten der Rahmenparameter wird unterstellt, dass sich kurzfristige Schwankungen im langfristigen Trend ausgleichen.

Die wirtschaftlichen und verkehrlichen Eckdaten der letzten drei Jahre zeichnete sich durch Änderungsraten sowohl nach oben als auch nach unten aus. Angesichts der bis zur Jahresmitte 2009 beobachteten Entwicklung kann davon ausgegangen werden, dass die für das Untersuchungsgebiet für das Jahr 2025 prognostizierte Verkehrsbelastung dem Grundsatz der vorsichtigen Betrachtung im Hinblick auf die erforderlichen Trassenkapazitäten insbesondere für den Seehafenhinterlandverkehr weiterhin genügt.

4.4 Sonstige Prognoseprämissen

Die künftige Entwicklung der Verkehrsnachfrage hängt ganz wesentlich von der Entwicklung der Verkehrsmittelnutzerkosten und der verkehrs- und ordnungspolitischen Rahmenbedingungen ab. Beim Pkw, beim öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) sowie beim SPFV wird zwischen 2004 und 2025 von einem durchschnittlichen Anstieg der Nutzerkosten um real 1 % p.a. ausgegangen. Bei der Abschätzung der Entwicklung der Pkw-Nutzerkosten wurde von den folgenden Annahmen ausgegangen:

- Steigerung der Kraftstoffkosten durch Erhöhungen der Rohölpreise und/oder der Mineralölsteuer,
- teilweise Kompensation dieser Kostensteigerungen durch eine Senkung des durchschnittlichen spezifischen Kraftstoffverbrauchs der deutschen Pkw-Flotte und
- keine Pkw-Maut.

Beim Luftverkehr wurde ein real stabiles Preisniveau bis 2025 angenommen. Zusätzliche verkehrslenkende Maßnahmen zugunsten des ÖPNV bzw. des SPFV wurden nicht unterstellt.

Im Güterverkehr wurde für LKW- und Schienengüterverkehr gleichermaßen ein Rückgang der Transportkosten um 0,4% p.a. unterstellt. Maßgebliche Faktoren hierbei waren neben den oben bereits erwähnten Kraftstoffkosten im Wesentlichen

- tendenziell steigende Straßenbenutzungsgebühren,
- Kompensation durch Produktivitätsfortschritte (Senkung des Kraftstoffverbrauchs sowie des Leerfahrten bzw. -wagenanteils, Erhöhung der durchschnittlichen Auslastung)
- im Eisenbahngüterverkehr eine Erhöhung der Pünktlichkeit.

Da davon ausgegangen wird, dass die Binnenschifffahrt höhere Produktivitätsfortschritte realisieren kann als die anderen beiden Verkehrsarten, wird eine entsprechend stärkere Senkung der Kosten um 1,7% p.a. angenommen. Zentrale Annahmen hierbei waren

- eine Modernisierung der Flotte sowie
- die Realisierung weiterer Rationalisierungs- und Optimierungspotentiale z.B. durch 2-lagige Containertransporte im Kanalnetz oder eine Reduktion der Leerfahrten.

4.5 Nachfrageprognose für den Güterverkehr

Die Güterverkehrsmengen in ihrer regionalen und sektoralen Verflechtung wurden aus der PDVV 2025 übernommen und auf das Netz gelegt. Die Seehafenmengen wurden im Rahmen des Planco-Gutachtens prognostiziert und direkt in die Verflechtungsprognose übernommen. Gemäß Seehafenprognose verdreifacht sich der Gesamtumschlag des Seehafens Hamburg zwischen 2004 (dem Basisjahr der Prognose) und 2025 auf knapp 337 Mio t, was einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate von 6,7% entspricht. Zum Vergleich: Zwischen 2003 und 2008 stieg der Gesamtumschlag von 106 auf 140 Mio t um 5,7 % p.a.[8] (vgl. Abb. 4.9). Dieses starke Wachstum ist insbesondere auf die steigende Bedeutung des Containerverkehrs und dessen dynamische Entwicklung zurückzuführen.

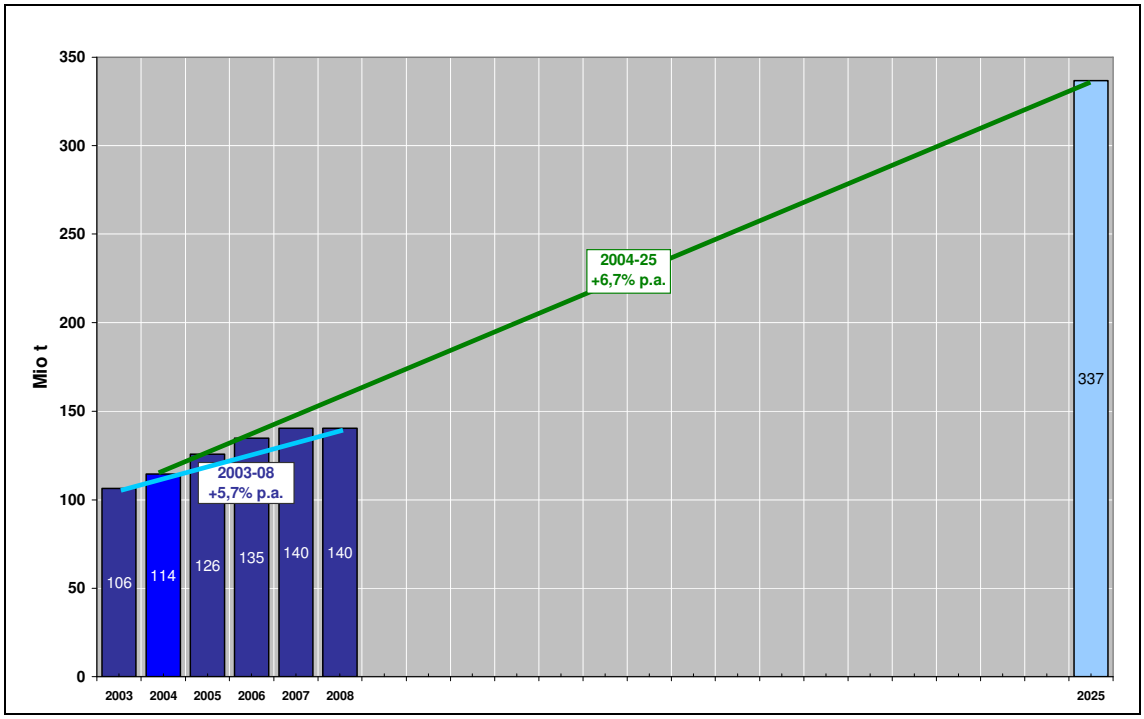


Abb. 4.9 : Entwicklung des Gesamtumschlages des Seehafens Hamburg von 2004 bis 2025

Für die Ableitung des Seehafenhinterlandverkehrs müssen zunächst aus den Gesamtumschlagsmengen die Anteile von Transshipment und Loco-Verkehren herausgerechnet werden.

[8] Quelle: Hamburg Port Authority, Seegüterumschlag im Hamburger Hafen.

Die Loco-Quote liegt für den Hamburger Hafen gemäß PLANCO bei 18,8% für Container und 46,3 % für Nichtcontainer.[9]

Da der Transshipmentverkehr überproportional wächst, sinkt entsprechend in der Prognose der Anteil des Seehafenhinterlandverkehrs am Gesamtumschlag und entsprechend fällt das Wachstum des Hinterlandverkehrs im Vergleich zur Umschlagsentwicklung unterdurchschnittlich aus (vgl. Abb. 4.10).

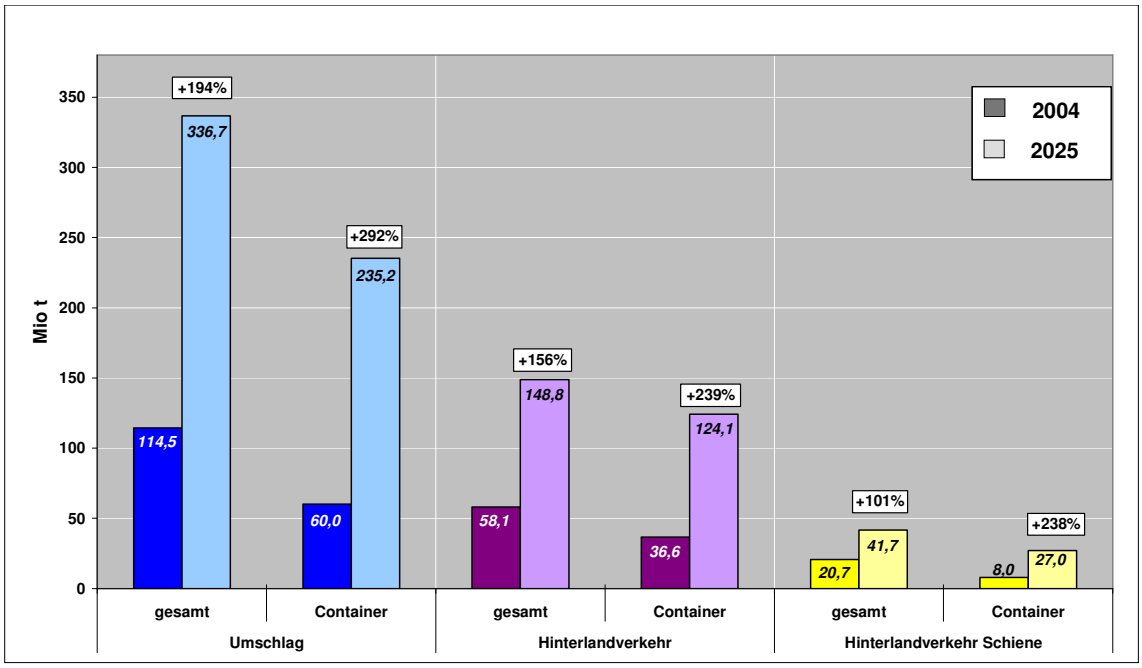


Abb. 4.10 : Entwicklung des Umschlags und der Güterströme des Hamburger Hafens

Der seehafenrelevante Hinterlandverkehr von Hamburg entwickelt sich im Betrachtungszeitraum unterschiedlich: Während der Containerverkehr mit durchschnittlich 6% p.a. fast so stark wächst wie der Gesamtumschlag, werden für die Nichtcontainerverkehr mit 0,6% p.a. nur geringe Zuwachsraten erwartet.[10] Insgesamt wird damit das Verkehrsaufkommen des Hamburger Hafens im Betrachtungszeitraum um mehr als das Anderthalbfache wachsen, während sich die Verkehrsleistung aufgrund des steigenden Anteils an grenzüberschreitenden Verkehren sogar verdreifacht.

9 Vgl. Planco S. 86.

10 Vgl. Planco S. 102.

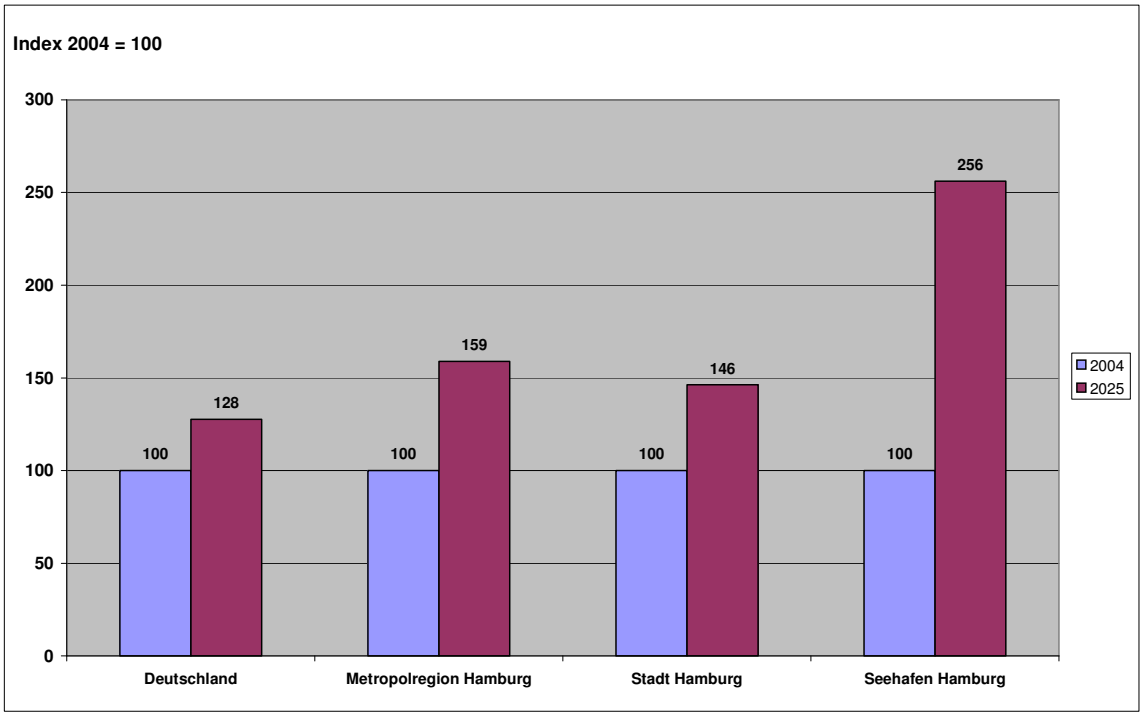


Abb. 4.11 : Entwicklung des Güterverkehrsaufkommens insgesamt

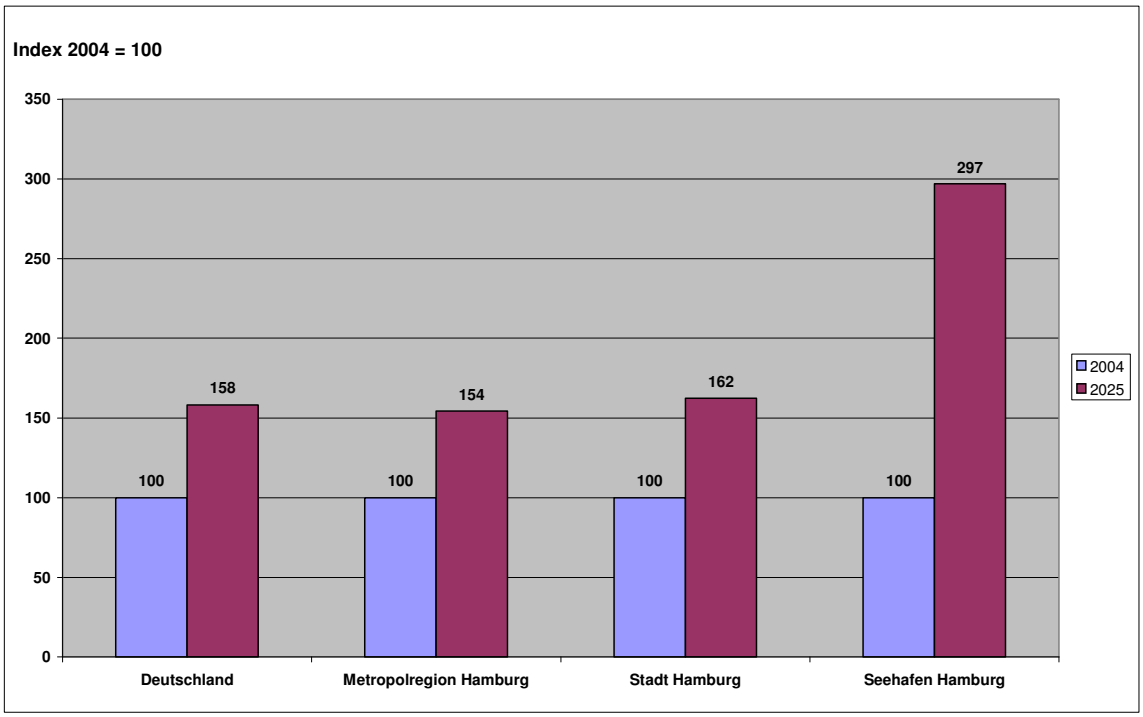


Abb. 4.12 : Entwicklung der Güterverkehrsleistung insgesamt

Für die Aufteilung der Hinterlandverkehre auf die Verkehrsträger wurde unterstellt, dass die von Planco für 2004 vorgegebenen Modal Split-Anteile der Schiene am Hinterlandverkehr jeweils für Container und Massengutverkehre im Prognosehorizont konstant bleiben.

Damit ergibt sich bis 2025 hinsichtlich des Aufkommens eine Verdoppelung und mit Blick auf die Leistung eine Steigerung um fast 150% im Vergleich zu Basisjahr. Das Containeraufkommen im Seehafenhinterlandverkehr auf der Schiene steigt in der Prognose auf mehr als das Dreifache (+248%) an.

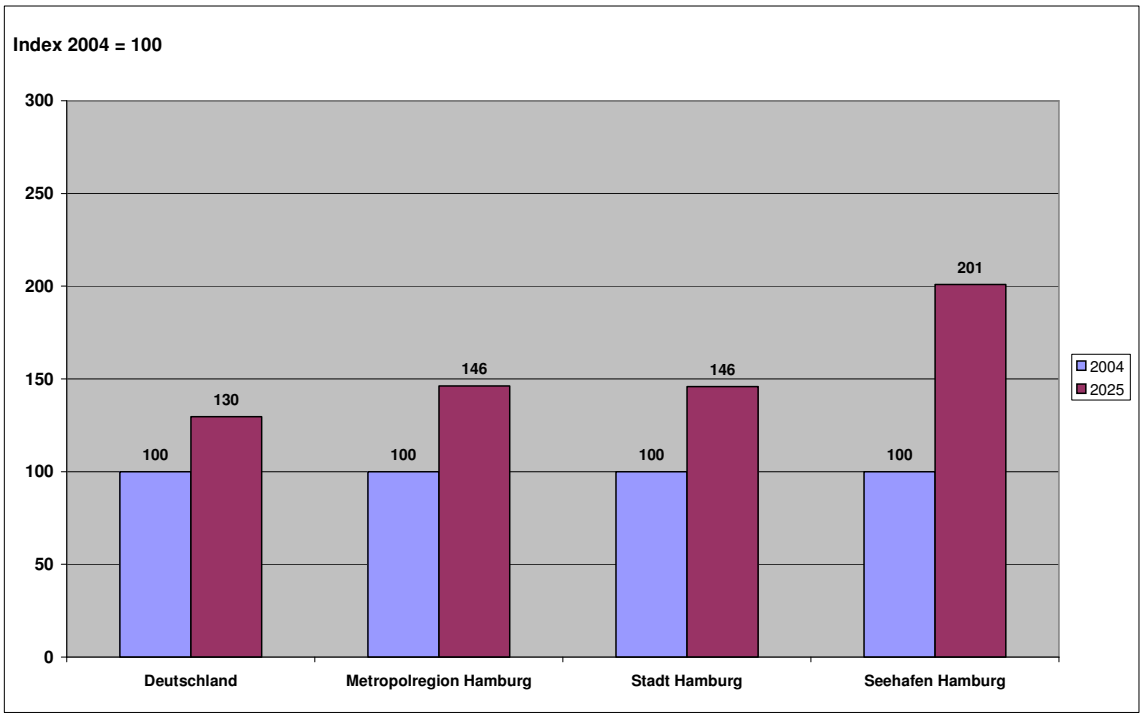


Abb. 4.13 : Entwicklung des Güterverkehrsaufkommens auf der Schiene

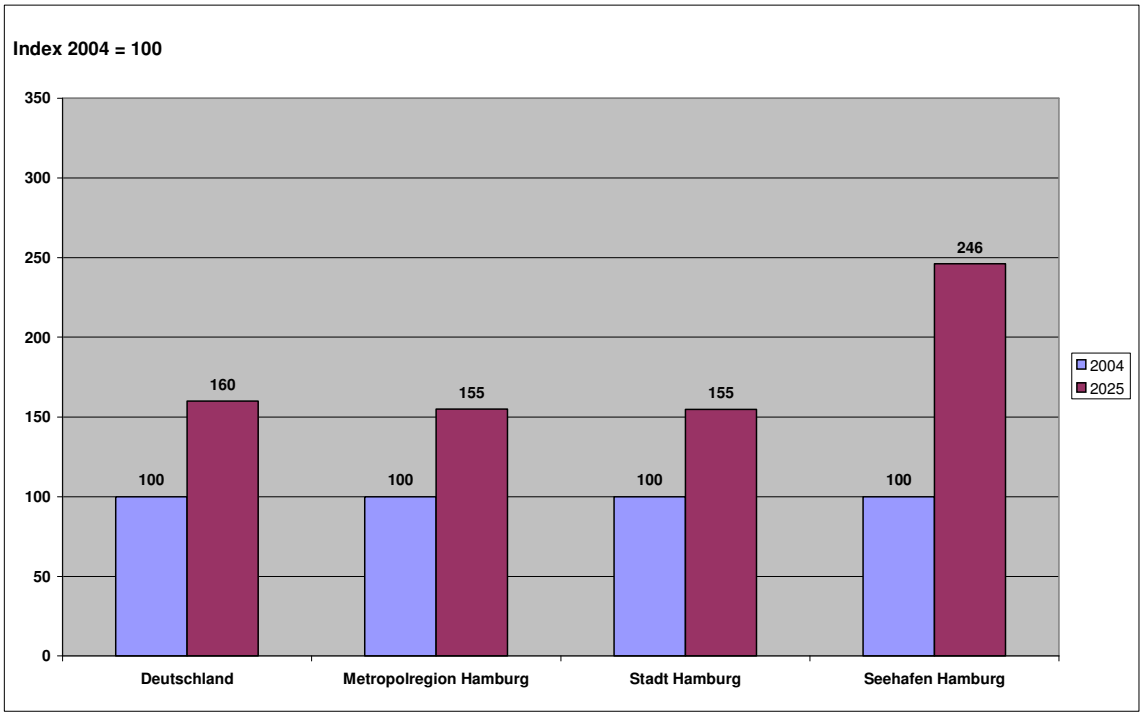


Abb. 4.14 : Entwicklung der Güterverkehrsleistung auf der Schiene

Auf Basis der Verflechtungsmatrix der PDVV 2025 und unter Berücksichtigung der Anpassungen zwischen 2004 (dem Basisjahr der Prognose 2025) und 2006 wurden für den Straßen- und Schienengüterverkehr die Transportströme des Bezugsfalls 2025 ermittelt. Der Schienengüterverkehr wurde anschließend unter Berücksichtigung des Personenverkehrs in das Schienennetz eingelegt. Die resultierenden Querschnittsbelastungen des SGV sind in Abbildung 4.15 dargestellt. Für den Prognosehorizont 2025 wird von einer Gesamtbelastung von 425 Zügen je durchschnittlichem Werktag mit Quelle/Ziel im Hamburger Hafen ausgegangen, davon 294 aus dem Westhafen und 65 aus HH Süd.

Als Netzzustand wurde das Zielnetz des Bundesverkehrswegeplans unterstellt, in dem alle laufenden und neuen Vorhaben des Vordringlichen Bedarfs als realisiert unterstellt wurden (vgl. hierzu Kapitel 4.1). Die Zugbildung geht von einem realisierten Konzept „2ooX“ aus, außerdem von allen heute bekannten geplanten Kapazitätserweiterungen in Zugbildungsanlagen des Wagenladungsverkehrs und des Kombinierten Verkehrs (sowohl der DB Netz AG als auch Dritter).

Wie in gesamtwirtschaftlichen Bewertungen des BMVBS üblich, fließt in die Ermittlung der Zugbelastung eines Netzabschnitts immer auch die dem Güterverkehr zur Verfügung stehende Kapazität des Gesamtnetzes ein, es werden also die Zugläufe der Hafenzüge auf ihrem gesamten

Weg betrachtet. Für die Ermittlung dieses Gesamtpotenzials für den Hamburger Hafen wurden allerdings mögliche Engpässe im Knotenbereich Hamburg selbst zunächst vernachlässigt.

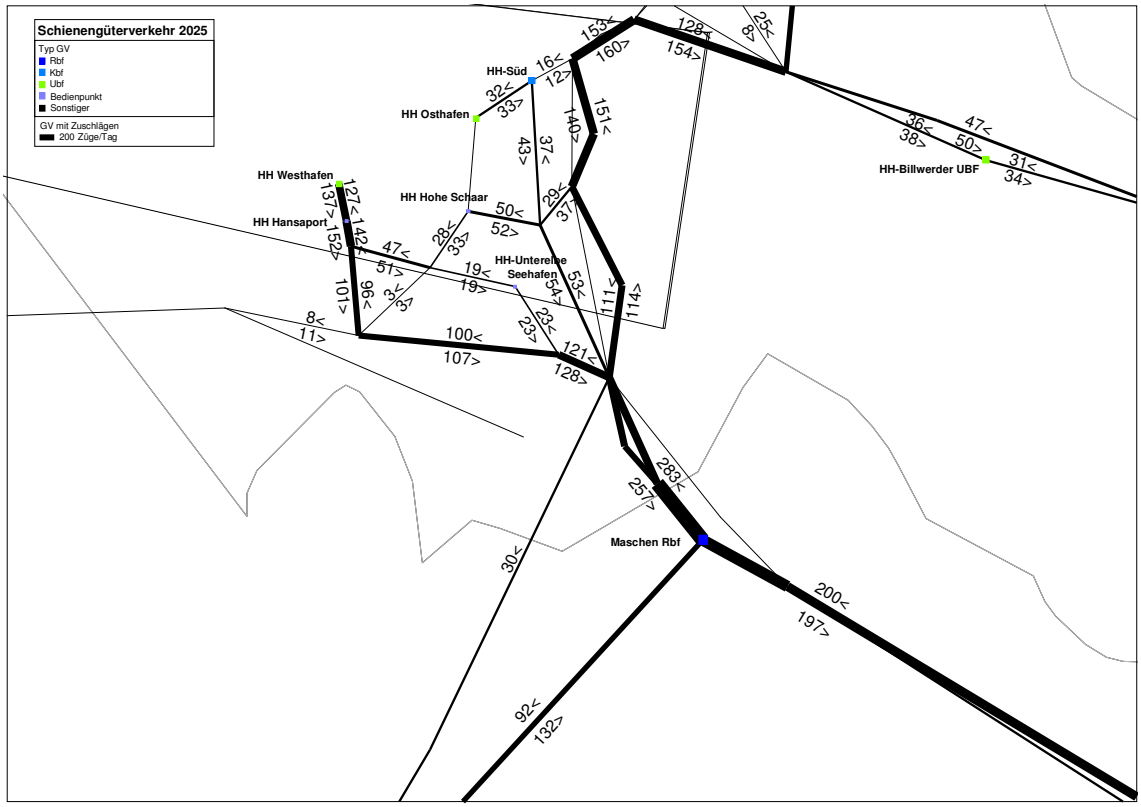


Abb. 4.15 : GV-Belastung im Raum Hamburg

4.6 Nachfrageprognose für den Personenverkehr und Dimensionierung der angebotenen Platzkapazitäten

Die Nachfragematrizen des MIV, des SPV und des Luftverkehrs für den Bezugsfall 2025 wurden aus denen des Status Quo 2006 anhand der Zuwachsfaktoren gemäß PDVV 2025 hochgerechnet. Im Folgenden werden die Eckwerte der Nachfrageveränderungen gegenüber dem Status Quo 2006 erläutert. Hierbei wird nach regionalen Verkehrsbeziehungen und Fernverkehrsbeziehungen unterschieden.

Unter „regionalen Verkehrsbeziehungen“ werden die Verkehrsverflechtungen zwischen den Bundesländern Hamburg, Schleswig-Holstein und Niedersachsen/Bremen verstanden. In Abbildung 4.16 ist die Entwicklung des Personenverkehrs insgesamt dargestellt.

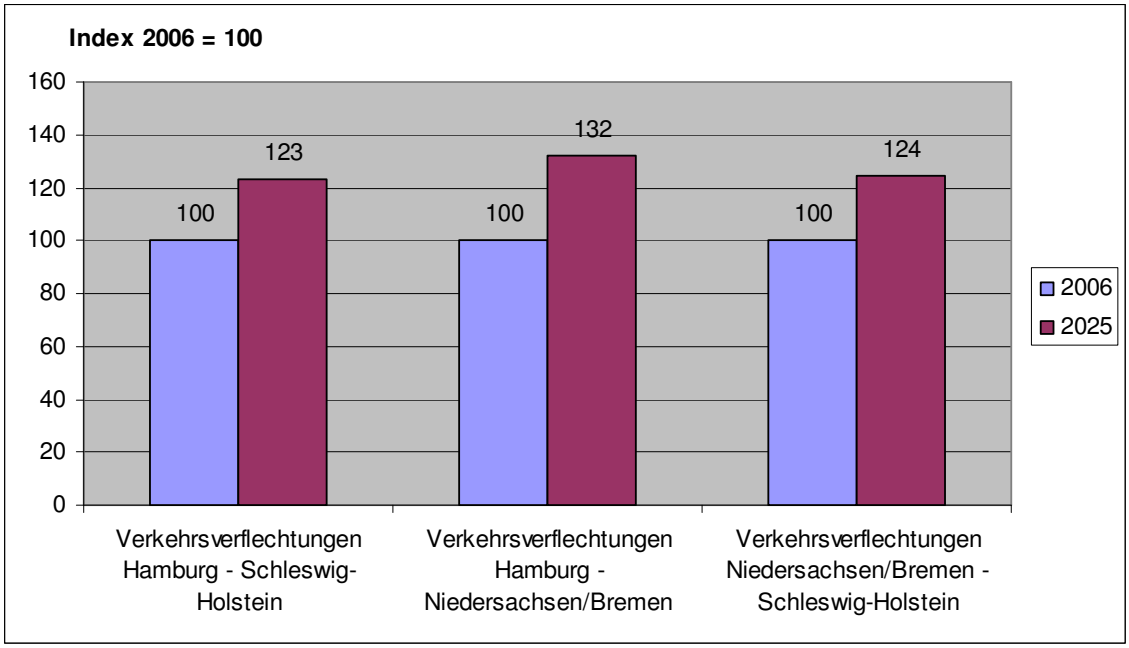


Abb. 4.16: Entwicklung des Personenverkehrsaufkommens insgesamt in den regionalen Verkehrsbeziehungen

Die Verkehrsnachfrage steigt in diesen Relationen in der Größenordnung zwischen 23 % und 32 %. Abbildung 4.17 zeigt die entsprechende Entwicklung des Personenverkehrsaufkommens der Schiene.

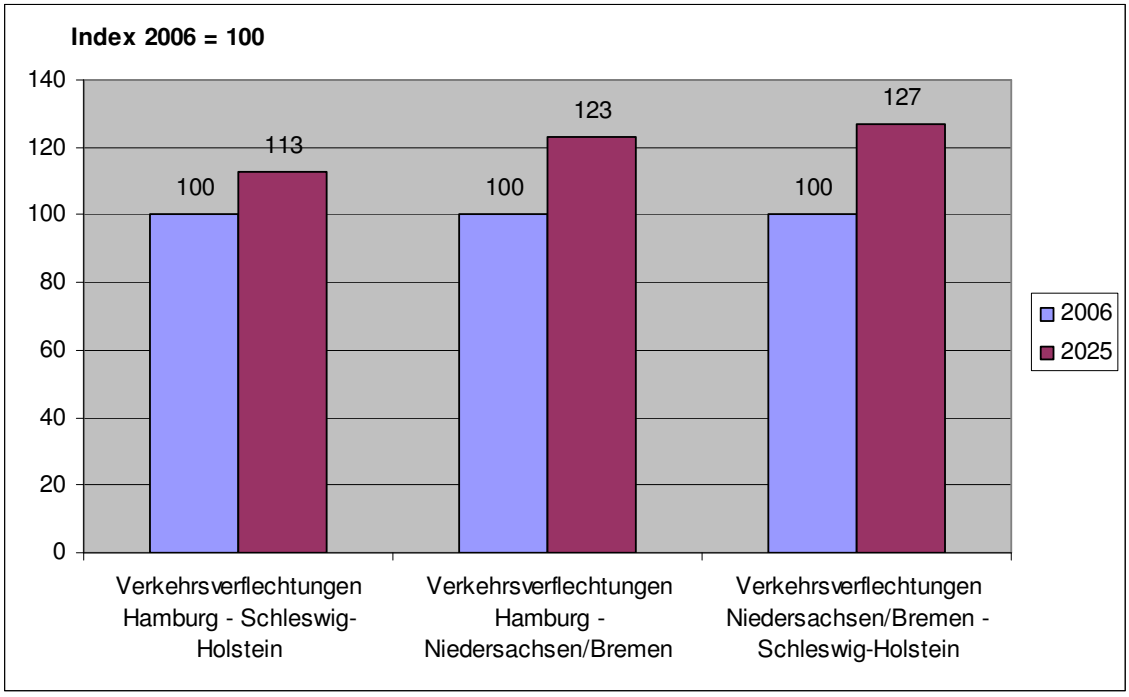


Abb. 4.17: Entwicklung des Personenverkehrsaufkommens Schiene in den regionalen Verkehrsbeziehungen

In den Relationen Hamburg – Schleswig-Holstein und Hamburg – Niedersachsen/Bremen steigt das SPV-Aufkommen gegenüber dem Gesamtverkehrsaufkommen nur unterdurchschnittlich. Dies ist nicht zuletzt darauf zurückzuführen, dass das Bedienungsangebot des SPFV hier ohne weiteren Infrastrukturausbau kaum nachhaltig verbesserbar ist. Der aus der steigenden Pkw-Dichte und der disperseren Bevölkerungsverteilung resultierende Rückgang des Marktanteils des ÖPNV kann daher nicht durch entsprechende Angebotsverbesserungen kompensiert werden.

Lediglich bei den Verkehrsverflechtungen zwischen Niedersachsen/Bremen und Schleswig-Holstein ist ein überdurchschnittliches SPV-Wachstum zu erwarten. Dies ist insbesondere durch die Angebotsverbesserungen im SPFV nach Realisierung des „Y“ begründet. Abbildung 4.18 zeigt die Entwicklung des Personenverkehrsaufkommens insgesamt in den Fernverkehrsbeziehungen.

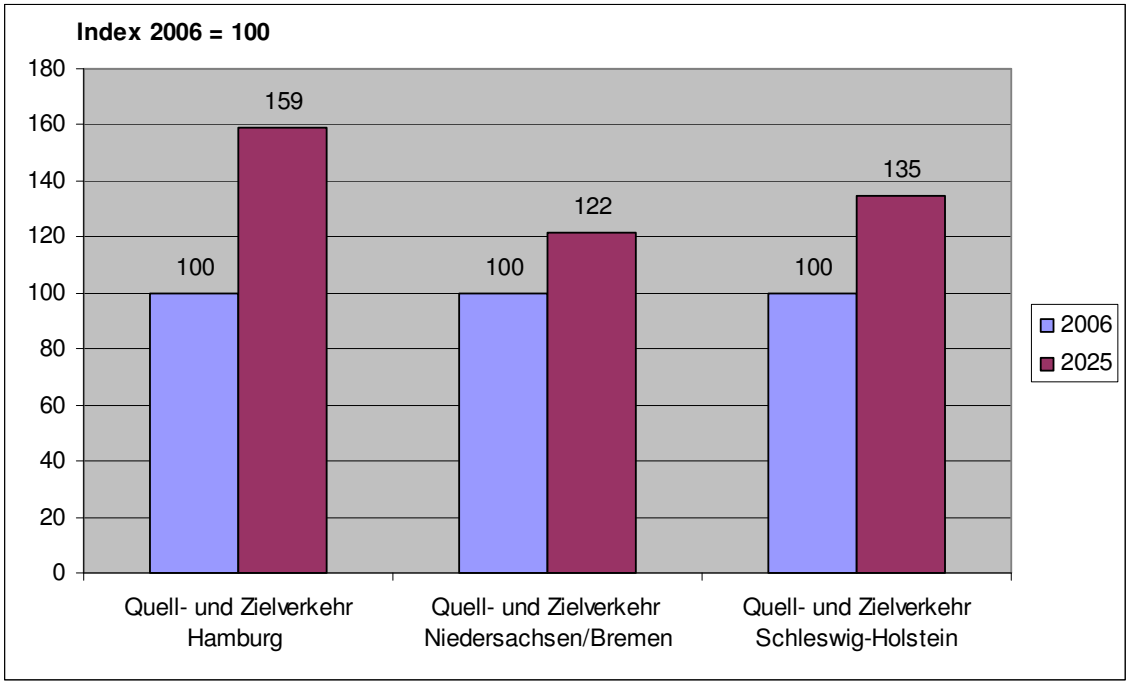


Abb. 4.18: Entwicklung des Personenverkehrsaufkommens insgesamt in den Fernverkehrsbeziehungen

Unter „Fernverkehrsbeziehungen“ wird der Quell- und Zielverkehr der betreffenden Bundesländer exklusive der regionalen Verkehrsbeziehungen verstanden. Die Fernverkehrsnachfrage wächst deutlich schneller als die Nachfrage in den regionalen Relationen. Das stärkste Wachstum weist der Quell- und Zielverkehr der FHH mit knapp 60 % auf.

Das Wachstum des SPV-Aufkommens in den Fernverkehrsbeziehungen erreicht in etwa die gleiche Größenordnung wie die des Gesamtverkehrsaufkommens (vgl. Abbildung 4.19).

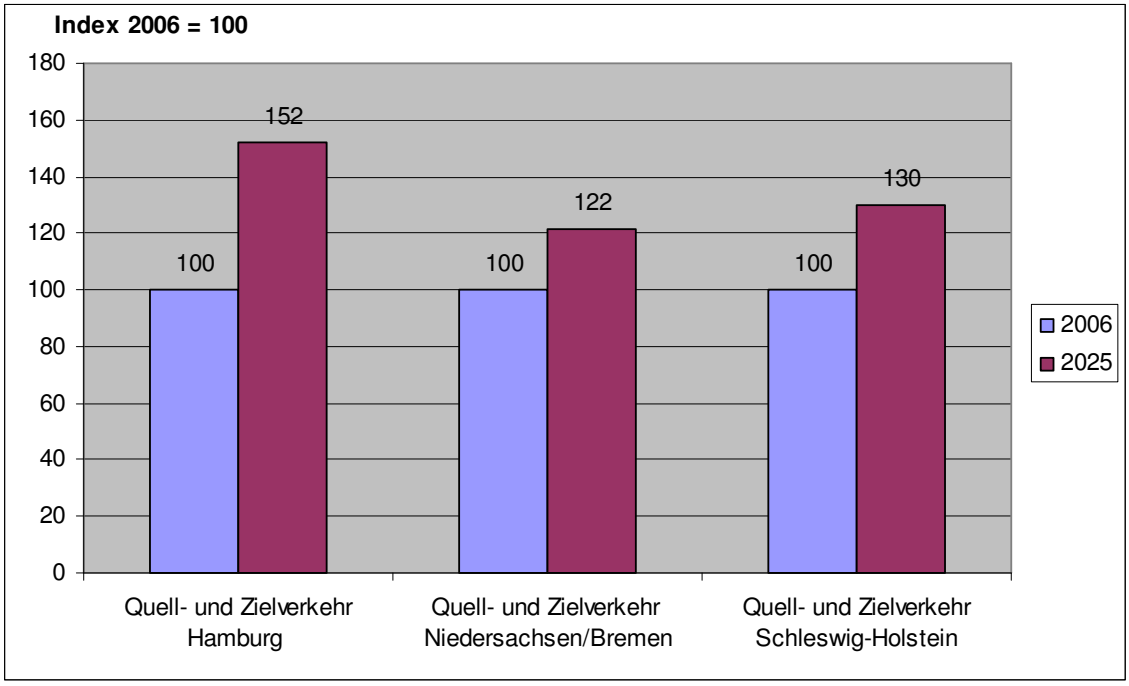


Abb. 4.19: Entwicklung des Personenverkehrsaufkommens Schiene in den Fernverkehrsbeziehungen

Die SPV-Matrix des Bezugsfalles 2025 wurde auf das entsprechende Schienennetzmodell umgelegt. Die resultierenden Querschnittsbelastungen des SPFV sind in Abbildung 4.20 dargestellt.

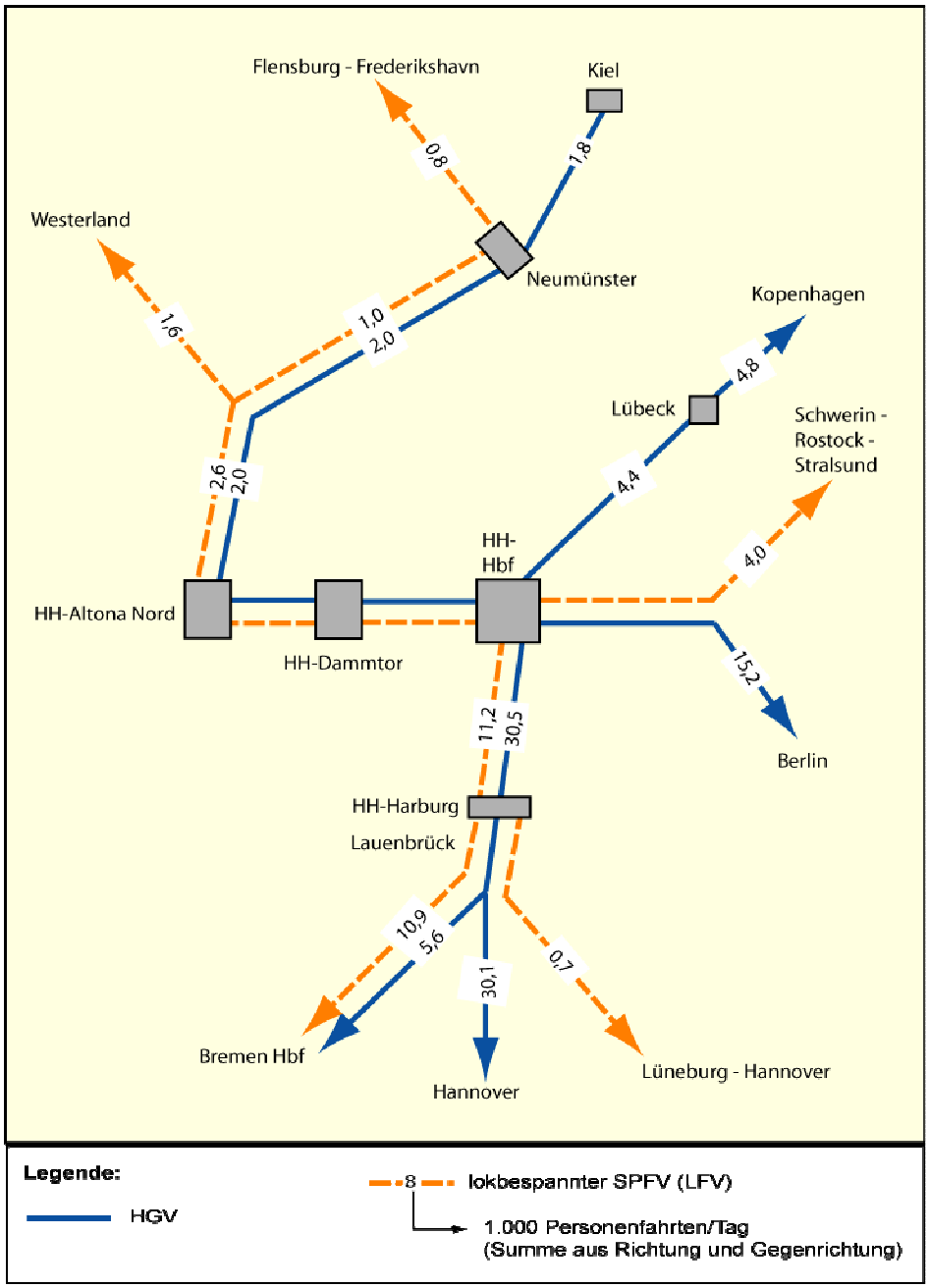


Abb. 4.20: Querschnittsbelastungen des SPFV im Bezugsfall 2025

Anhand der in Abbildung 4.20 dargestellten Querschnittsbelastungen und der Bedienungsangebote des SPFV gemäß Abbildung 4.1 erfolgte ein Abgleich der prognostizierten Verkehrsnachfrage mit den angebotenen Platzkapazitäten (vgl. Tabelle 4.1).

Querschnitt	Linie	Eingesetzter Fahrzeugtyp	Sitz-platz-kapa-zität	Anzahl Züge je Tag und Rich-tung	Prognostizierte Verkehrsnach-frage in Perso-nenfahrten je Tag und Richtung	Sitzplatz-ausnut-zungs-grad in %
HH Harburg – Lauenbrück						
HH Harburg – Lauenbrück – Hannover via Y	HGV 5	2 x HGV A	900	16	7.700	53
	HGV 6	2 x HGV A	900	16	7.700	53
HH Harburg – Lauenbrück – Bremen	HGV 1	2 x HGV C	780	8	2.800	45
	LFV 1	10-Wagen-Zug	680	8	2.700	50
	LFV 2	10-Wagen-Zug	680	8	2.700	50
HH Hbf – Berlin	HGV 3	2 x HGV C	780	16	5.000	40
	HGV 4	2 x HGV A	900	8	2.600	36
Lübeck – Grenze D/DK	HGV 2	HGV C	390	11	2.400	56
HH Hbf - Schwerin	LFV 3	8-Wagen-Zug	540	8	2.000	46
HH Altona Nord – Itzehoe	LFV 1.1	10-Wagen-Zug	680	3	800	39
HH Altona Nord – Neumünster	HGV 1	HGV C[1)]	390	6	1.000	43
	LFV 1.2	10-Wagen-Zug	680	2	500	37

[1)] Die in Doppeltraktion aus Richtung Süden in HH Altona ankommende Linie HGV 1 wird dort geschwächt und fährt in Einfachtraktion weiter nach Kiel

Tab. 4.1: Dimensionierungsprüfung der im Bezugsfall 2025 angebotenen Platzkapazitäten des SPFV

Richtwert für eine bedarfsgerechte Dimensionierung ist ein maximaler Sitzplatzausnutzungsgrad von 60 % (Jahresmittelwert). Dieser Richtwert ist auf den betreffenden Bemessungsquerschnitten eingehalten.

Abbildung 4.21 zeigt die Querschnittsbelastungen der Express- und Nahverkehrszüge im Bezugsfall 2025.

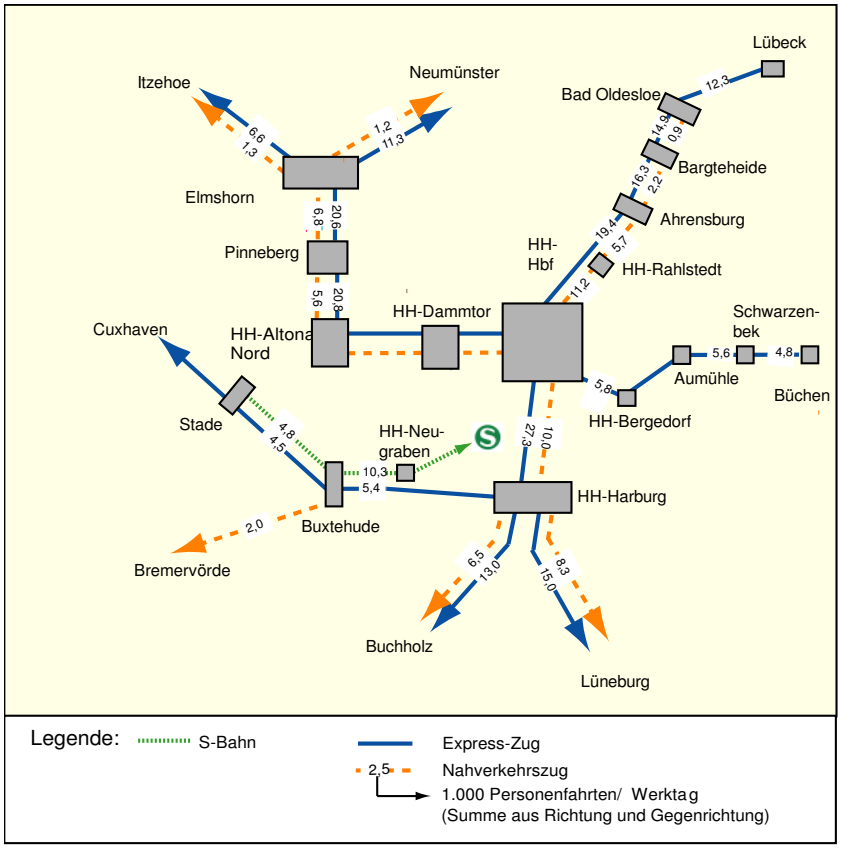


Abb. 4.21: Querschnittsbelastungen des SPNV im Bezugsfall 2025

Auf die Darstellung von Querschnittsbelastungen für die S-Bahn (mit Ausnahme der S3/S31 Stade/Neugraben – Hamburg) wurde verzichtet, da diese nicht zum Aufgabenbereich der Knotenstudie Hamburg gehört.

Die Überprüfung der Dimensionierung der im SPNV angebotenen Platzkapazitäten erfolgte gemäß Tabelle 4.2.

Querschnitt	Linie	Eingesetzter Fahrzeugtyp	Sitzplatzkapazität	Anzahl Züge in der Spitzenstunde in Lastrichtung	Prognostizierte Verkehrsnachfrage in Personenfahrten		Spitzenstundenanteil in %	Sitzplatzausnutzungsgrad in %
					je Tag und Richtung	je Stunde und Richtung		
Elmshorn – Pinneberg	E4/E1	2xFLIRT5	560	2	7.000	1.050	15	94
	E6	ED6	428	2	3.400	680	20	79
	N16	ED5	354	1	1.300	325	25	92
	N18	ED6	428	1	2.100	420	20	98
Ahrensburg – HH Hbf (E)	E2	DoSto7	815	3	9.700	1.940	20	79
HH Rahlstedt – HH Hbf (N)	N2	DoSto4	410	4	5.600	1.120	20	68
HH Hbf – HH Bergedorf	E3	DoSto5	545	1	2.800	435	15	80
HH Harburg – Winsen	E8	DoSto8	950	1				
	E8V	DoSto6	680	1				
	∑ E8		1.630	2	7.500	1.125	15	69
	N20	DoSto6	680	2	4.150	1.245	30	91
HH Harburg – Buchholz	E33	DoSto8	950	2	6.500	1.625	25	86
	N19a	DoSto5	545	1				
	N19b	DoSto3	275	1				
	∑ N19		820	2	3.250	813	25	99
HH Neugraben – Buxtehude	E34	DoSto5	545	1	2.400	480	20	88
	E34V	DoSto4	410	1	300	300	100	73

Tab. 4.2: Dimensionierungsprüfung der im Bezugsfall 2025 angebotenen Platzkapazitäten des SPNV

Richtwert für die bedarfsgerechte Dimensionierung ist ein maximaler Sitzplatzausnutzungsgrad in der Spitzenstunde in Lastrichtung in Höhe von 100 %. Dieser Richtwert wird in allen Bemessungsquerschnitten eingehalten.

5 ENGPASSANALYSEN UND VORÜBERLEGUNGEN ZUR KONSTRUKTION DER PLANFALLVARIANTEN

5.1 Nicht realisierbare Leistungen des SPV

Die Verbindungsbahn HH Altona Nord – HH Dammtor – Hamburg Hbf und die mangelnde Anzahl der Bahnsteiggleise im Hamburger Hauptbahnhof stellen den für den SPV kapazitätsbestimmenden Engpass im Knotenbereich Hamburg dar. Problematisch ist ebenfalls der eingleisige Abschnitt Rothenburgsort – Anckelmannsplatz in Kombination mit dem eingleisigen Abschnitt über Ericus, die die Flexibilität bei Fahrplanerstellung und Betriebsdurchführung im Abschnitt Hamburg – Rostock/Berlin stark einschränken. Aufgrund dieser kapazitätsbedingten Einschränkungen lassen sich nicht alle Bedienungsangebote des SPV im Bezugsfall 2025 realisieren:

- Bei der Express-Linie E6 Westerland – Hamburg ist nur eine zweistündliche Durchbindung nach Hamburg Hbf möglich. Von dieser technischen Möglichkeit wurde auch bei den weiteren Berechnungen ausgegangen. Die Aufgabenträger halten allerdings unterschiedliche Endpunkte einzelner Linien für kaum kommunizierbar und würden stattdessen nur einen Endpunkt aller Züge in HH Altona Nord bevorzugen. Wunschvorstellung nach Entlastung des Hamburger Hauptbahnhofes durch die Nahverkehrszüge aus Richtung Bad Oldesloe im Planfall KHH 3 ist die Durchbindung aller Züge der Linie E6 nach Hamburg Hbf. Auch die Verdichterzüge Itzehoe – Hamburg können nur bis Altona Nord verkehren.
- Die Durchbindung der zwischen Tostedt und Hamburg verkehrenden HVZ-Verstärkerzüge der Nahverkehrslinie N19/N20 nach Hamburg Hbf ist nicht möglich. Diese Züge müssen im Bezugsfall 2025 vorzeitig in HH Harburg enden. Die Durchbindung der Verstärkerzüge der Linie N19/N20 kann erst nach Entlastung des Hamburger Hauptbahnhofes durch die Nahverkehrszüge aus Richtung Bad Oldesloe im Planfall KHH 3 erfolgen.
- Eine „Zwangsdurchbindung“ nach Altona Nord ohne Halt in HH Dammtor in Folge mangelnder Bahnsteigkapazität im Hamburger Hauptbahnhof im Bezugsfall 2025 ist bei den folgenden Linien bzw. Teillinien erforderlich:
  - E2.2 Lübeck – Hamburg
  - Jeder zweite Zug der Linie E3 (Rostock –) Schwerin – Hamburg
- Bei den Linien HGV 6 Zürich – Basel – Hannover – Hamburg und LFV 3 (Karlsruhe –) Frankfurt/Main – Gießen – Kassel – Hannover – Uelzen – Hamburg ist ein Halt in HH Dammtor aufgrund der verfügbaren Trassen-/ Bahnsteigkapazitäten nicht möglich.

- Aufgrund der fehlenden niveaufreien Einbindung der Y-Trasse ist auf der Linie HGV 1 aus Richtung Bremen nach Hamburg zur Vermeidung von Fahrplantrassenkonflikten eine planmäßige zusätzliche Fahrzeitverlängerung von 4 min erforderlich.

5.2 Engpassanalysen Güterverkehr

Auf Basis der entwickelten Konzepte für den Personenverkehr wird die für den Güterverkehr noch zur Verfügung stehende Kapazität ermittelt. Hierzu werden die aus den Güterverkehrsprognosen relevanten Güterzugströme in fahrstraßengenaue Trassen umgewandelt und bis zur Kapazitätsgrenze in das Personenverkehrskonzept „hinein“ konstruiert („Fahrplansättigung“).

Methodik der Fahrplansättigung

Aus den Güterverkehrsprognosen werden mithilfe von Detailauswertungen getrennt nach den verschiedenen Zeitscheiben die Güterzugzahlen für jeden Streckenabschnitt ermittelt. Die Abbildung 5.1 zeigt beispielhaft die Prognose für die Zulaufstrecken nach HH Harburg in der Zeitscheibe 4 (20.00 – 4.59 Uhr). Es sind hier z.B. zwischen AHB (HH Unterelbe) und AHAR (HH Harburg) 40 Züge Richtung Harburg und 37 Züge von Harburg prognostiziert.

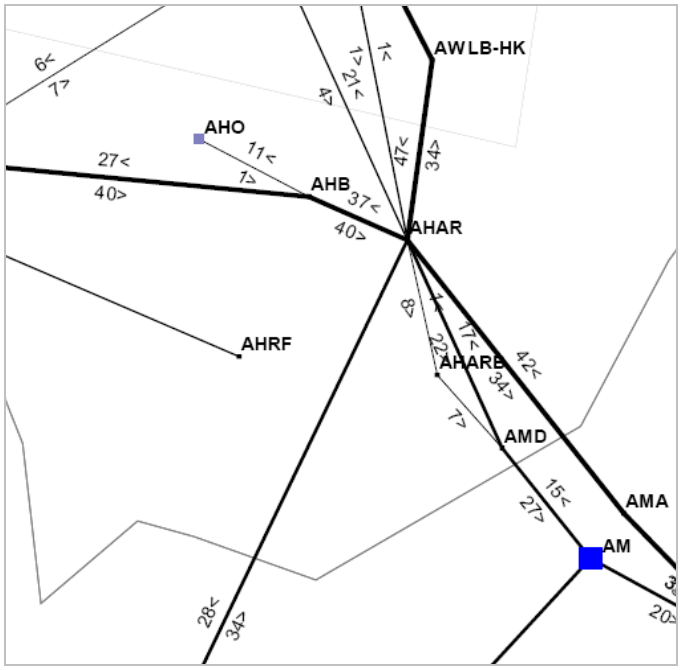


Abb. 5.1: Ausschnitt Güterverkehrsprognose Bereich Harburg (AHAR)l für Zeitscheibe 4

Für die Betrachtung von Strecken (z.B. Maschen – Lüneburg) ist diese Darstellungsform ausreichend. Bei der Betrachtung von Knoten und insbesondere wenn die Knoten Engpässe darstellen, ist jedoch eine höhere Detaillierungsstufe erforderlich. Dabei ist das genaue Mengenverhältnis der Ströme im Knoten zu ermitteln. Es müssen feinere Darstellungen, wie z.B. Abbildung 5.2 genutzt werden. In dieser Abbildung sind nur die Züge dargestellt, die den Abschnitt AHB – AHAR befahren.

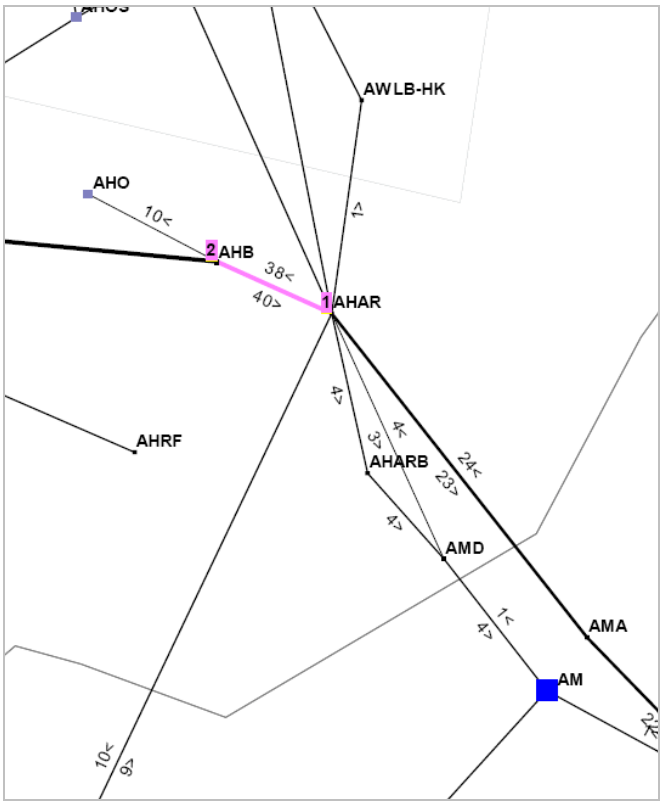


Abb. 5.2: Ausschnitt Güterverkehrsprognose Bereich Harburg (AHAR)I für Zeitscheibe 4, Abschnitt AHB – AHAR

Entsprechend den Güterverkehrsprognosen können dann die für den Güterverkehr zur Verfügung stehenden Kapazitäten aufgeteilt werden. Es ist aus der Abbildung 5.2 z.B. erkennbar, dass 10 der 40 Züge über Harburg hinaus in Richtung Buchholz verkehren, wohingegen die übrigen weiter in Richtung Maschen/ Lüneburg verkehren. Eine falsche Aufteilung der Kapazitäten auf die Güterzugströme kann u.U. die falsche Ermittlung von Engpässen zur Folge haben. Die Konsequenz kann die Auslösung nicht sinnvoller Infrastrukturinvestitionen sein.

Für jeden der auf Basis der Güterverkehrsprognose ermittelten Ströme wird im Fahrplansystem Viriato ein Mustergüterzug pro Richtung mit der technischen Mindestfahrzeit und den erforderli-

chen Zuschlägen (Regelzuschlag, Bauzuschlag) erstellt. Mit den daraus erstellten Güterzügen wird das Gerüst des Personverkehrs aufgefüllt. Für die Konstruktion der Güterverkehrstrassen gelten die folgenden Konstruktionsprinzipien:

- Zugfolgezeit von 6 min zwischen Güterzügen auf durch SPV nur schwach oder nicht belasteten Strecken bzw. auf allen Strecken für die Nacht.
- Auf hochbelasteten Strecken werden 4 Minuten Zugfolgezeit unterstellt
- Trennzeit von 5 min zwischen fahrenden Zügen bei konfliktbehafteten Fahrstraßen (Abzw. Wilhelmsburg 4 min).
- Unterstellung von Überholungen des Güterverkehrs durch den Personenverkehr.
- Geschwindigkeit der Güterzüge: 100 km/h
- Betrieblich maximale Zuglänge: 750 m

Nach diesen Vorarbeiten erfolgt die eigentliche Fahrplansättigung mit Güterzügen. Diese wird für jeweils einen 2-stündlichen systematisierten Abschnitt in der Haupt- und Nebenverkehrszeit durchgeführt. Die Haupt- und Nebenverkehrszeit wird wie folgt den Zeitscheiben 1 bis 4 aus der Güterverkehrsprognose zugeordnet:

- Hauptverkehrszeit (HVZ): Verwendet für Zeitscheibe 1 (5:00 – 8:59 Uhr) und Zeitscheibe 3 (16:00 – 19:59 Uhr)
- Nebenverkehrszeit (NVZ): Verwendet für Zeitscheibe 2 (9:00 – 15:59 Uhr) und anteilig für Zeitscheibe 4 (Anteil von 20:00 – 23:59 Uhr)
- Nacht (kein Personenverkehr unterstellt): Verwendet anteilig für die Zeitscheibe 4 (Anteil von 0:00 – 4:59 Uhr)

Für die Periode Nacht (Anteil der Zeitscheibe 4 von 0:00 – 4:59 Uhr) wird die Sättigung nicht durchgeführt. Mit einer Sättigung würden die abfahrbaren Zugzahlen überschätzt. Hier sind die limitierenden Faktoren nicht die Strecken oder Knoten sondern die Zugbildungsbahnhöfe oder Aufstellgleise für die Güterzüge. Stattdessen wird hier der Wert von 10 Zügen/h gemäß der unterstellten Zugfolgezeit angenommen. Überlagern sich mehrere Richtungen (z.B. Güterzüge nach Büchen und Lübeck bei HH Rothenburgsort) so stehen die 10 Züge/h nur für beide Richtungen in Summe zur Verfügung.

Die für die einzelnen Abschnitte pro Stunde ermittelten Zugzahlen werden auf den ganzen Tag hochgerechnet. Die Gesamtsumme wird mit einem Faktor von 0,8 multipliziert. Es ist betrieblich

praktisch unmöglich, dass jede konstruierte Trasse über den ganzen Tag von einem Zug belegt ist. Außerdem sind im System auch Erholungszeiten erforderlich, um Unregelmäßigkeiten verkraften zu können und Instandhaltungsmaßnahmen durchführen zu können. Dem wird mit der Berücksichtigung von nur 80 % der maximalen Kapazität Rechnung getragen.

Das Ergebnis der Fahrplansättigung sind Gütertrassen pro Haupt-/Nebenverkehrszeit und Richtung. Diese Angaben werden anschließend den geforderten Trassen aus der Güterverkehrsprognose gegenübergestellt.

Können in einer Zeitscheibe weniger Trassen konstruiert werden, als von der Güterverkehrsprognose gefordert sind, so müssen die Züge in die nächste Zeitscheibe verschoben werden. Durch die Verschiebung muss der Zug von seiner gewünschten Abfahrts- oder Ankunftszeit abrücken. Die Höhe der Verschiebung aus der Wunschlage in die nächste verfügbare Trassenlage wird für alle verschobenen Züge ermittelt und aufsummiert. Können über den ganzen Tag auch mit Verschiebung einzelner Züge die Prognosezahlen nicht erreicht werden, so müssen Züge abgelehnt werden. Die Anzahl der verschobenen Züge und der daraus resultierenden Wartezeiten sowie die Anzahl der abgelehnten Züge werden für jede relevante Relation getrennt aufgelistet.

Ermittelte Kapazitäten für den SGV

Für die Kapazität des Schienengüterverkehrs aus und in den Hafen ist die Infrastruktur im Bereich HH Harburg / Maschen / Buchholz von entscheidender Bedeutung.

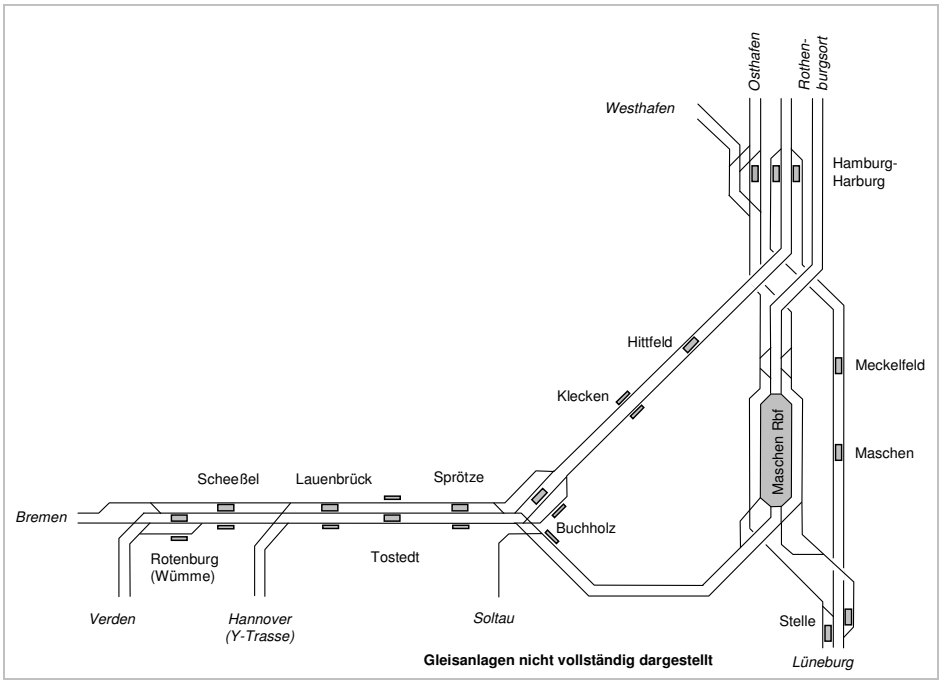


Abb. 5.3: Infrastruktur im Bereich HH Harburg / Maschen / Buchholz gemäß Bezugsfall 2025

Aus den Abbildungen 5.3 und 5.4 ist zu erkennen, dass sich die wichtigen Güterströme aus dem West- und Osthafen im Bereich von HH Harburg niveaugleich abkreuzen müssen und das dort zusätzlich noch Fahrstraßenkonflikte mit dem Regionalverkehr nach Cuxhaven stattfinden. Zusätzlich können einige Fahrmöglichkeiten nicht parallel sondern nur abwechselnd angeboten werden, da sich die Fahrwege auf Abschnitten gegenseitig ausschließen. Hierzu zählen z.B. zeitgleiche Verbindungen aus dem West- und Osthafen in Richtung Maschen und in Richtung Bremen über Hittfeld.

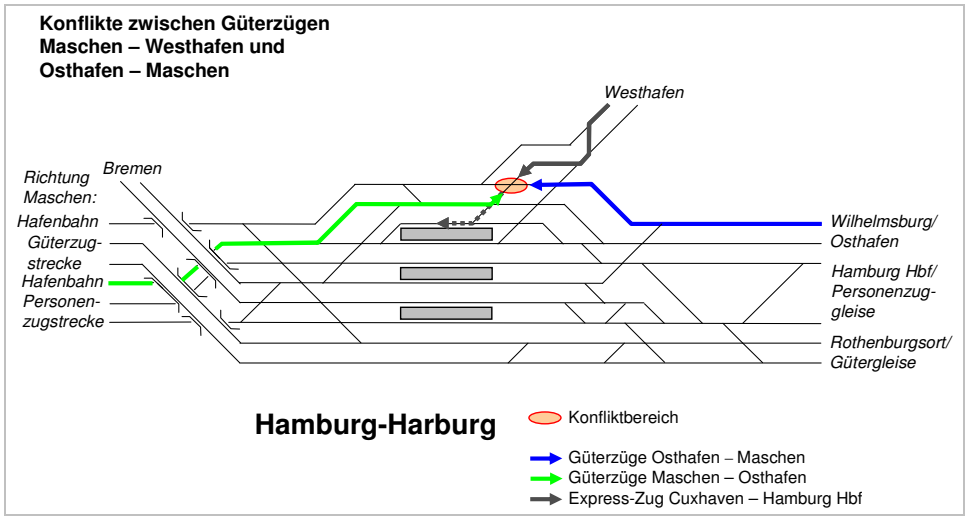


Abb. 5.4: Konflikte zwischen Güterzügen Maschen – Westhafen und Osthafen – Maschen

Auf der im Bezugsfall 2025 unterstellten Infrastruktur lässt sich eine bestimmte Menge an Gütertrassen konstruieren. Im Beispiel der Abbildung 5.5 sind die im Knoten HH Harburg realisierbaren Trassen für den Güterverkehr dargestellt.

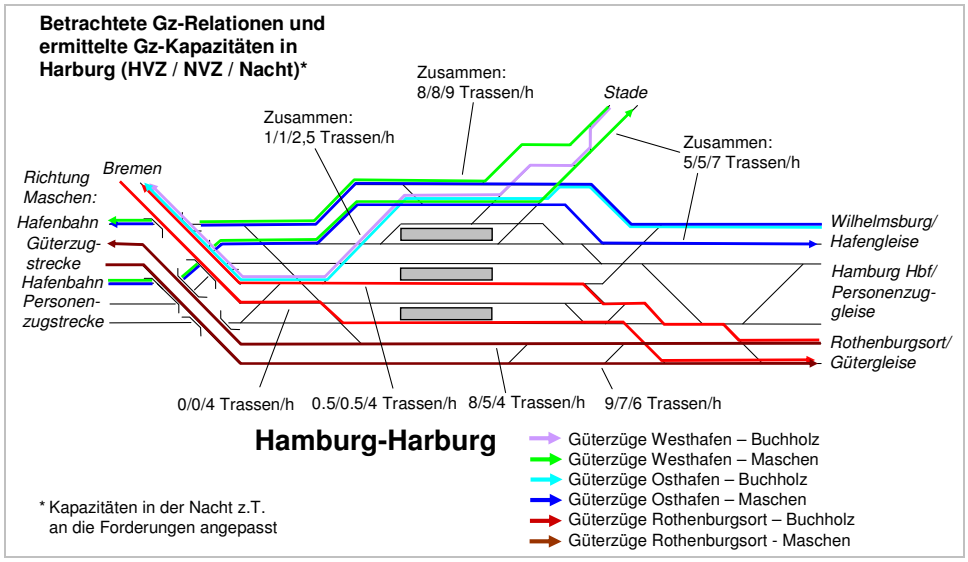


Abb. 5.5: Ermittelte Gz-Kapazitäten im Knoten HH Harburg für die relevanten Güterrelationen

Wenn sich Trassen gegenseitig ausschließen, sind die Kapazitäten proportional zur geforderten Trassenmenge aufgeteilt worden. Im Fall West-/Osthafen ist die Kapazität gemeinsam angegeben und kann flexibel den entsprechenden Strömen zugeteilt werden. Die gesamthaft ermittelten

Kapazitäten für den Schienengüterverkehr im Bezugsfall 2025 sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst.

Freie Trassenkapazität für den SGV auf Basis des Modellfahrplans SPV (Angaben in Trassen pro Std. u. Richtung)	Von Hamburg			nach Hamburg		
	HVZ	NVZ	Nacht	HVZ	NVZ	Nacht
HH Harburg – Buchholz	1	1	10	0	0	10
Buchholz – Lauenbrück – Rotenburg	1	1	12	5.5	5.5	12
Umfahrung Maschen	10	10	10	10	10	10
West-/Osthafen – Bremen/Maschen	7	8	9	5.5	5.5	8.5
HH Rothenburgsort – Maschen	7	7	2	8	8	1
HH Rothenb. – HH Harburg (-Bremen)	0	0	1	0	0	1
Abzw. Wilhelmsburg	1	1	4	1	1	4
Abzw. Veddel	0	0	3	0	0	4

Tab. 5.1 : Freie Trassenkapazität für den SGV auf Basis des Modellfahrplans SPV

Es fällt auf, dass die ermittelten Trassenkapazitäten nicht immer in Richtung und Gegenrichtung identisch sind. Die starke Asymmetrie liegt im Fall von Buchholz – Lauenbrück – Rotenburg an den niveaugleichen Kreuzungskonflikten in Buchholz in der Fahrtrichtung Maschen – Buchholz – Rotenburg. Ebenso lässt sich von Hamburg tagsüber noch eine Trasse über Hittfeld konstruieren, während dies in der Gegenrichtung wegen Kreuzungskonflikten in HH Harburg tagsüber unmöglich ist.

Die Umfahrung des Rangierbahnhofs Maschen wird vollkommen getrennt von Personenzügen betrieben, so dass hier keine Einschränkungen im Vergleich zur maximal möglichen Kapazität auftreten.

Die Unpaarigkeit West-/Osthafen – Bremen/Maschen liegt hauptsächlich an der auch tagsüber möglichen Führung von Zügen aus dem Hafen in Richtung Bremen. In der Gegenrichtung ist dies wegen Konflikten im Südkopf von HH Harburg nicht möglich.

Die vier letzten Zeilen der Tabelle beschreiben den Verkehr aus Richtung Norden und Osten in die Häfen und nach Maschen bzw. weiter in Richtung Süden. In der Summe kann hier die Summe von 10 Zügen/h in eine Richtung nicht überschritten werden. Die unterschiedlichen Verteilungen zwischen HVZ/NVZ und Nacht resultieren aus den Abzweigen Veddel und Wilhelmsburg. Tagsüber können über die Abzweige keine ausreichende Anzahl von Zügen konstruiert werden, da die hoch belastete Personenzugstrecke Hamburg Hbf – HH Harburg dies verhindert. Um die

geforderten Zugzahlen zu erreichen, müssen dafür in der Nacht mehr Züge verkehren. Dies senkt wiederum die Anzahl der nachts noch verfügbaren Kapazität für die Züge Richtung Maschen, so dass diese verstärkt tagsüber verkehren müssen.

Ergebnisse der Engpassanalyse

Im Bezugsfall 2025 können nicht alle gewünschten Betriebsleistungen des SGV abgefahren werden, da das Netz Engpässe aufweist. In den nachfolgenden Abbildungen sind die nicht konstruierbaren Trassen dargestellt. Nicht realisierbare Gütertrassen werden entweder von ihrer zeitlichen Wunschlage verschoben (orange dargestellt) oder ganz abgelehnt (rot dargestellt). Zu erwähnen sind ebenfalls die umgeleiteten Züge (braun dargestellt). Diese Züge haben gemäß Güterverkehrsprognose einen anderen, jedoch nicht in jeder Zeitscheibe realisierbaren Laufweg. Bei der Trassenkonstruktion werden diese Züge über Strecken mit Kapazitätsreserven umgeleitet bzw. es werden Laufwege gewählt, bei denen Kreuzungskonflikte vermieden werden können.

So werden beispielsweise Züge aus Richtung Rotenburg mit Ziel West- oder Osthafen über Maschen geführt. Beim kürzeren Weg via Hittfeld in Richtung Hafen entstehen im Südkopf von Harburg Kreuzungskonflikte mit sämtlichen Personenzügen von Hamburg in Richtung Süden. Mit der Fahrt über Maschen können diese vermieden werden. Außerdem führt dies zu einer Entspannung des Knotens Buchholz, da auch hier Kreuzungskonflikte mit dem Güterverkehr der Richtung Maschen – Rotenburg umgangen werden können.

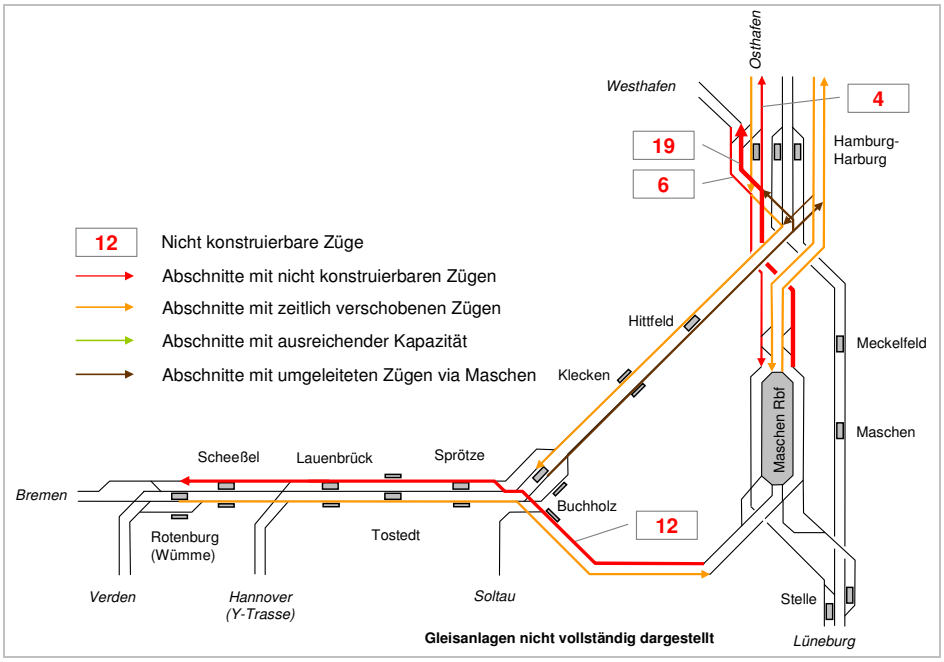


Abb. 1.6: Nicht konstruierbare Züge im Bezugsfall 2025 im Bereich HH Harburg / Maschen / Buchholz

Der bedeutendste Engpass entsteht durch die sich kreuzenden Fahrwege von und nach West-/Osthafen im Nordkopf von HH Harburg, wo die Trassen des Regionalverkehrs nach Cuxhaven zusätzliche Trassenkapazität für den SGV kosten. Hier lassen sich 19 Trassen in den bzw. 6 aus dem Westhafen über 24 Stunden nicht konstruieren. Eine ähnlich hohe Menge betrifft die südwärts fahrenden Züge über Buchholz nach Bremen/Verden. Hier können aufgrund des fehlenden Kreuzungsbauwerks in Buchholz und der mangelnden Streckenkapazität nach Lauenbrück 12 Züge pro Tag nicht konstruiert werden. Insgesamt sind 18 südwärts fahrende bzw. 23 nordwärts fahrende Trassen abzulehnen.

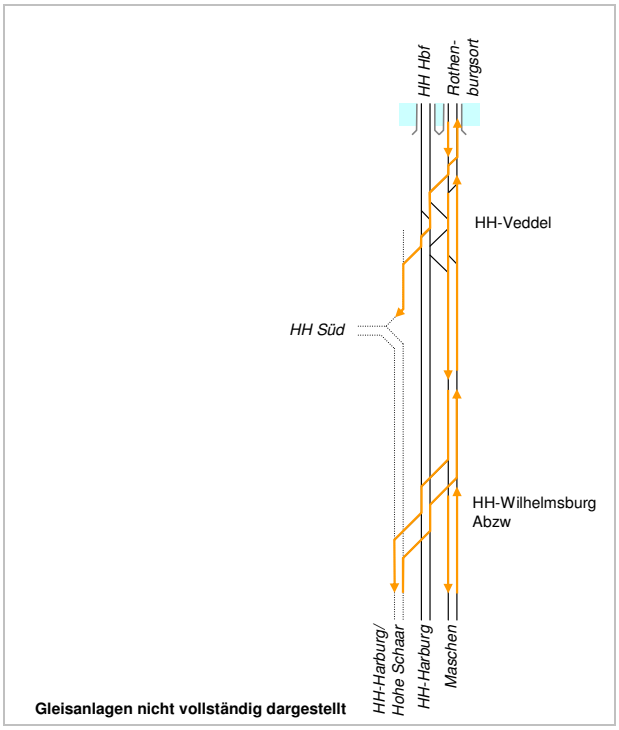


Abb. 5.7: Nicht konstruierbare Züge im Bezugsfall 2025 im Bereich Veddel / Wilhelmsburg

Im weiter nördlich gelegenen Abschnitt mit den Abzweigen Veddel und Wilhelmsburg müssen keine Trassen komplett abgelehnt, jedoch 20 Züge mit Quelle oder Ziel Osthafen aufgrund der Abzweige Veddel und Wilhelmsburg zeitlich von ihrer Wunschlage verschoben werden. Damit zusammen hängt die Verschiebung von 26 Zügen der Relation HH Rothenburgsort – Maschen. Weitere Details sind den Tabellen 5.2 und 5.3 zu entnehmen.

Abgewiesene Züge	**von Hamburg**				**nach Hamburg**				**von HH**	**nach HH**
Zeitscheibe (Zs)	**Zs1**	**Zs2**	**Zs3**	**Zs4**	**Zs1**	**Zs2**	**Zs3**	**Zs4**	**gesamt**	**gesamt**
Buchholz	11	1							12	
Westhafen – Bremen										
Westhafen – Maschen			2	4	5	6	7	15	6	19
Osthafen – Bremen										
Osthafen – Maschen					2	2				4
Wilhelmsburg										
Veddel										
Summe									**18**	**23**

Tab. 5.2: Abgewiesene SGV-Züge im Bezugsfall 2025

Verschobene Züge	von Hamburg				nach Hamburg				von HH	nach HH
Zeitscheibe (Zs)	**Zs1**	**Zs2**	**Zs3**	**Zs4**	**Zs1**	**Zs2**	**Zs3**	**Zs4**	**Wartezeit [h]**	
Buchholz		9 (4)	12 (4)				1 (4)		168	5
Westhafen – Bremen										
Westhafen – Maschen	1 (2)			1 (2)					11	
Osthafen – Bremen										
Osthafen – Maschen							2 (5)			11
Rothenburgsort – Maschen	4 (2)			12 (1)	4 (2)			16 (1)	48	52
Wilhelmsburg	2 (4)	2 (4)	2(4)		1 (4)		1 (4)		66	21
Veddel	1 (4)	2 (4)	2 (4)		2 (4)	3 (4)	2 (4)		48	78
Summe									**341**	**167**

Klammerangaben: Züge werden in diese Zeitscheibe verschoben

Tab. 5.3: Verschobene SGV-Züge im Bezugsfall 2025

Der Bezugsfall 2025 weist demnach eine erhebliche Anzahl nicht fahrbarer und verschobener Trassen aus, die durch geeignete Infrastrukturmaßnahmen in den Planfällen zu ermöglichen sind.

Ein drittes Gleis zwischen HH-Wandsbek und Ahrensburg ist nicht erforderlich. Die in der Güterverkehrsprognose mit fester Fehmarnbeltquerung vorgesehenen 73 Güterzüge/Tag in Süd-Nord-Richtung können gemäß Kapazitätsanalyse über 24 Stunden abgefahren werden (Kapazität von 86 Güterzügen pro Tag). Einzig in der HVZ müssen einzelne Güterzüge minimal von ihrer zeitlichen Wunschlage verschoben werden. Für Leistungen des Personenverkehrs muss das 3. Gleis mit dem Hamburger Hbf zusammen betrachtet werden: Der Engpass liegt hier in der Gleiskapazität des Hauptbahnhofs begründet und nicht auf der Strecke Hamburg – Ahrensburg. Die auf der Strecke zusätzlich fahrbaren Personenzüge könnten vom Hbf nur auf Kosten übriger Personenverkehrsangebote aufgenommen werden. Für den SPFV ist das 3. Gleis ebenfalls nicht erforderlich, für diese Züge ist eine Trasse ohne Fahrzeitverlängerung konstruierbar.

5.3 Strategische Vorüberlegungen zur Entwicklung der Bedienungsangebote des SPNV

Im derzeitigen Fahrplan werden die SPNV-Linien im Knotenbereich Hamburg gebrochen. Dies bedeutet, dass es keine durchgehenden SPNV-Verbindungen zwischen den Ländern Schleswig-Holstein und Niedersachsen via Hamburg Hbf gibt. Bei der Erstellung künftiger Bedienungskonzepte stellt sich die Frage, ob hierbei entsprechende Durchbindungen angestrebt werden sollen. Für solche Durchbindungen sprechen die folgenden Argumente:

- Für die Fahrgäste entstehen mehr umsteigefreie Direktverbindungen mit ggf. kürzeren Reisezeiten, der Anteil der in Hamburg Hbf durchfahrenden SPNV-Fahrgäste an der gesamten SPNV-Nachfrage ist allerdings vergleichsweise gering.
- Die betroffenen Bahnhöfe werden entlastet (weniger Standzeit, weniger Rangierfahrten) und der Betrieb stabilisiert.
- Rollmaterial und Personal können durch verkürzte Standzeiten im Bahnhof ggf. effizienter eingesetzt werden.

Die Aspekte

- Erhöhung des Koordinierungsaufwandes der unterschiedlichen Aufgabenträger bei der Netzkonzeption und der Ausschreibung von Teilnetzen,
- unterschiedliche Bahnsteighöhen in Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern,
- unterschiedlicher Bedarf an Platzkapazitäten auf den in Frage kommenden Zulaufstrecken,
- Gefahr nicht vereinbarer Zwangspunkte bei der Zusammensetzung der Fahrpläne unterschiedlicher Teilnetze sowie
- ggf. Übertragung von Verspätungen

sprechen gegen solche Durchbindungen.

Die Argumente gegen Durchbindungen überwiegen, zumal sich keine „natürlichen“ Verknüpfungen aufgrund zueinander passender Fahrlagen anbieten. Damit enden grundsätzlich alle Expresslinien in Hamburg Hbf (Planfälle KHH 1 bis KHH 3). Die Nahverkehrslinien aus Richtung Schleswig-Holstein enden in HH Altona Nord und die aus Niedersachsen/Bremen soweit als möglich in Hamburg Hbf. Nur dann, wenn nicht genügend Trassenkapazitäten verfügbar sind, werden Nahverkehrslinien in HH Harburg gebrochen.

6 PLANFALL KNOTEN HAMBURG 1 (KHH 1)

6.1 Infrastrukturmaßnahmen und Investitionsbedarf

Für den SPV wurden Infrastrukturmaßnahmen entwickelt, die eine Realisierung der im Bezugsfall 2025 nicht fahrbaren Leistungen ermöglichen. Für den SGV wurden die Infrastrukturmaßnahmen derart entwickelt, dass im optimalen Planfall keine zeitlich verschobenen oder abgelehnten Gütertrassen mehr auftreten.

Um die im Bezugsfall 2025 nicht realisierbaren Bedienungsangebote umsetzen zu können, sind in Hamburg Hbf und den Zulaufstrecken folgende Maßnahmen erforderlich:

- Neubau einer Bahnsteigkante mit einer Nutzlänge von 250 m an Gleis 9 auf dem Planum von Gleis 10,
- Verkürzung des eingleisigen Abschnitts Rothenburgsort – Anckelmannsplatz um etwa 1,1 km auf der Seite Rothenburgsort.

Die Verkürzung des eingleisigen Abschnitts Rothenburgsort – Anckelmannsplatz entspannt die Kreuzungskonflikte der Strecke Hamburg – Büchen um bis zu 2 min bei gleichzeitiger Erhöhung der Betriebsstabilität. Es sind hier relativ geringe Investitionen zu erwarten, da keine Kanalbrücken zu errichten sind.

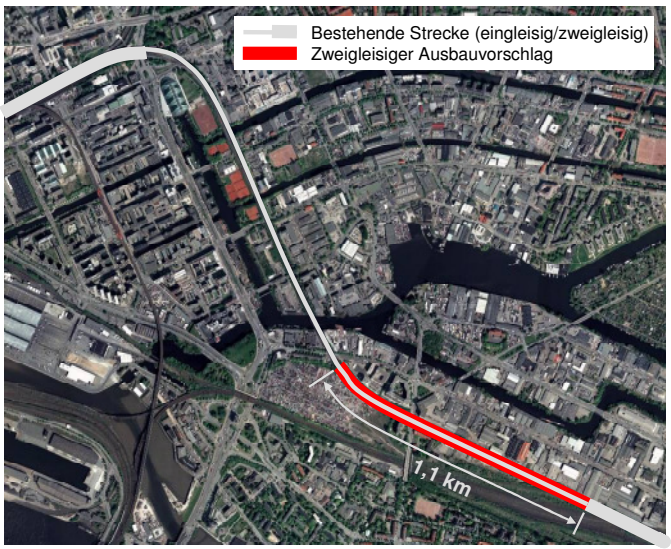


Abb. 6.1: Verkürzung des eingleisigen Abschnitts Rothenburgsort – Anckelmannsplatz

Auf den Hamburger Hbf laufen aus östlicher und südlicher Richtung insgesamt 8 Streckengleise zu, die im Westen in nur 2 Gleisen – der Verbindungsbahn – eine Fortsetzung finden. Die Kapazität der Verbindungsbahn ist beschränkt, so dass im Hbf immer eine Vielzahl von Bahnsteigwenden oder Rangiermanöver in südöstlicher Richtung in den Abstellbahnhof stattfinden müssen. Ein zuglanges Wendegleis im westlichen Bahnhofskopf des Hamburger Hbf könnte bei der Fahrplanerstellung wie bei der Betriebsdurchführung die angespannte Gleisbelegungssituation im Hamburger Hbf entschärfen. Aus städtebaulichen Gründen wurde die Umsetzung eines solchen Wendegleises jedoch nicht weiter verfolgt.

Um die im Bezugsfall 2025 nicht fahrbaren Güterzugtrassen realisieren zu können, sind folgende Maßnahmen im Bereich HH Harburg und Maschen vorgesehen:

- zweigleisige Anbindung des Westhafens in HH Hausbruch[11],
- Blockverdichtung HH Hausbruch – HH Harburg durch zusätzliches Blocksignal[11],
- zusätzliche Weichenverbindungen im Nord- und Südkopf HH Harburg für parallele Fahrmöglichkeiten von Güterzügen[11],
- im Nordkopf Harburg entstehen parallele, je zweigleisige Fahrmöglichkeiten von und nach West- bzw. Osthafen,
- Überwerfungsbauwerk Harburg 1 zur niveaufreien Verbindung der Personenzugstrecke aus Richtung Hannover bzw. von Maschen Rbf in Richtung Osthafen bzw. Rothenburgsort,
- Überwerfungsbauwerk Harburg 2 zur Überführung der Güterzuggleise zum West- und vom Osthafen von Linienbetrieb in Richtungsbetrieb,
- zusätzliche Direktverbindung HH Harburg – Hittfeld – Buchholz[11],
- zusätzliches Umfahrungsgleis am Rbf Maschen in Süd-Nord-Richtung sowie ein zusätzliches Wartegleis in Süd-Nord-Richtung[11].

[11] Diese Maßnahme wurde zwischenzeitlich in das Sofortprogramm „Seehafenhinterlandverkehr“ aufgenommen.

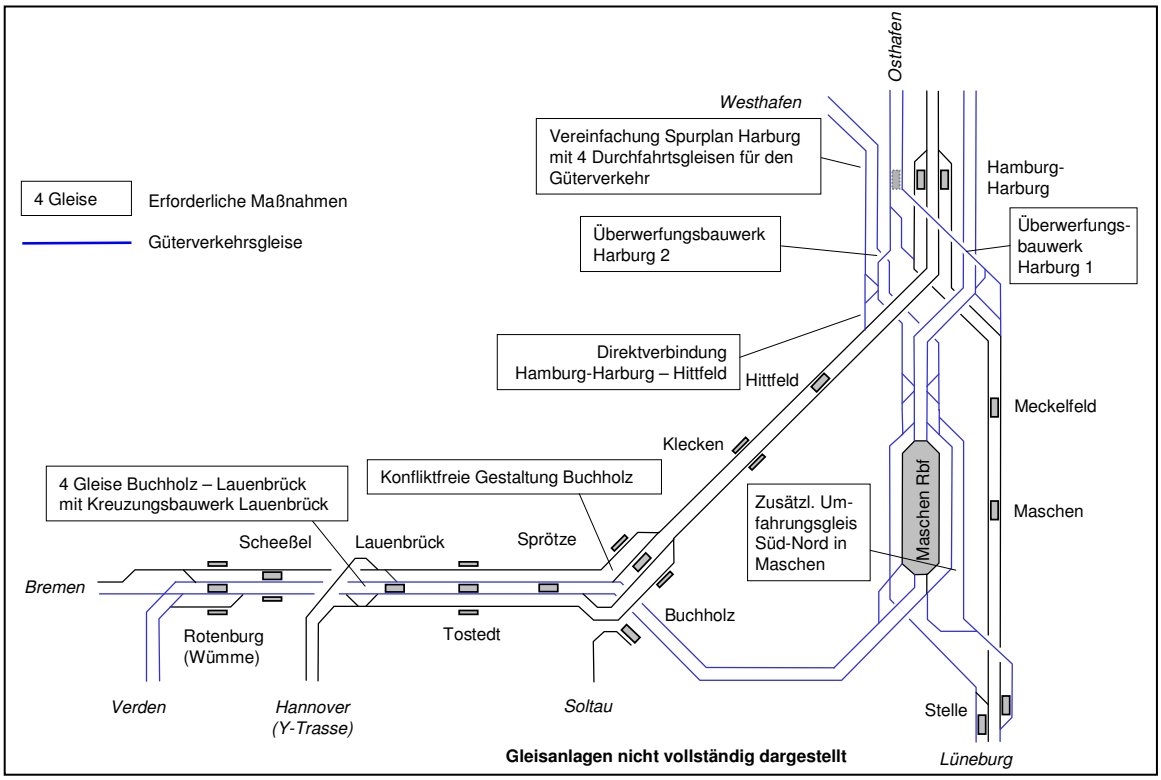


Abb. 6.2: Übersicht der Infrastrukturmaßnahmen für den Bereich HH Harburg / Maschen / Buchholz

Südlich von Buchholz ist ein 4. Gleis Buchholz – Lauenbrück mit Richtungsbetrieb Buchholz – Lauenbrück und einem Kreuzungsbauwerk in Lauenbrück vorgesehen. Gleichzeitig entsteht in Buchholz ein Kreuzungsbauwerk zur niveaufreien Verknüpfung der Strecken nach HH Harburg und Maschen.

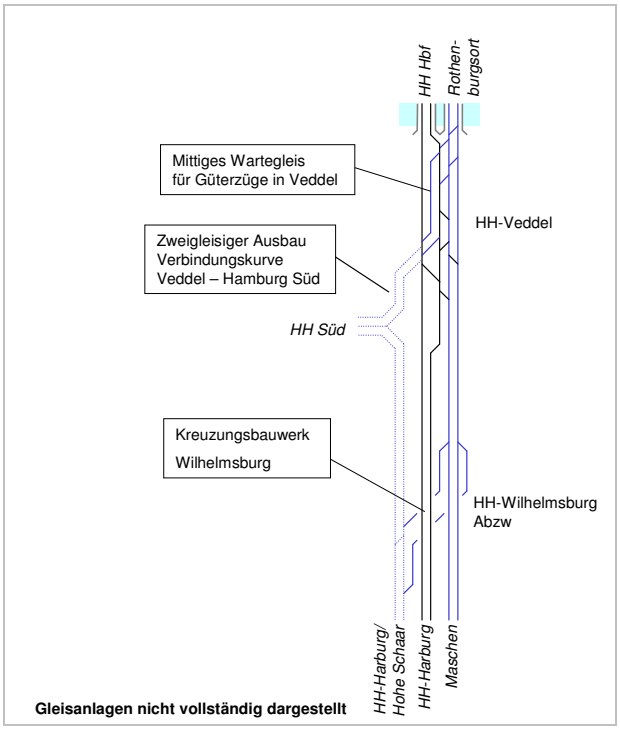


Abb. 6.3: Übersicht der Infrastrukturmaßnahmen für den Bereich Veddel – Wilhelmsburg

Für den Abzweig Wilhelmsburg wird ein Kreuzungsbauwerk vorgesehen, das die stark belastete Personenverkehrsstrecke unterquert. In Veddel ist für ein solches Bauwerk kein Raum vorhanden und aufgrund der Güterverkehrsprognose auch nicht erforderlich, so dass hier ein mittiges Wartegleis zwischen den Gleisen der PV-Strecke vorgesehen wird, um die Personenzuggleise unabhängig voneinander kreuzen zu können. Zu dieser Maßnahme gehört der zweigleisige Ausbau der Verbindungskurve Veddel – Hamburg Süd sowie Wartegleise für Güterzüge in Rothenburgsort. Diese Gleise sind erforderlich, um die entstehenden Wartezeiten durch das Kreuzen der Personenzugstrecke von der Güterstrecke auf die Wartegleise verlagern zu können.

Für die oben begründeten Infrastrukturmaßnahmen wurde von der DB Netz AG der in Tabelle 6.1 dargestellte Investitionsbedarf abgeschätzt.

Lfd. Nr.	Maßnahme	Grobschätzung Investitions-volumen (Mio €)
1	Zweigleisige Anbindung des Westhafens in HH Hausbruch	1
2	Blockverdichtung HH Hausbruch – HH Harburg durch zusätzliches Block-signal	1
3	Zusätzliche Weichenverbindungen im Nord- und Südkopf HH Harburg für parallele Fahrmöglichkeiten von Güterzügen	5
4	Neubau einer Bahnsteigkante für Gleis 9 auf dem Planum von Gleis 10 in Hamburg Hbf	10
5	Verkürzung des eingleisigen Abschnitts Rothenburgsort – Anckel-mannsplatz um etwa 1,1 km auf der Seite Rothenburgsort	10
6	Überwerfungsbauwerk Harburg 1: niveaufreie Verbindung von der Perso-nenzugstrecke aus Richtung Hannover bzw. von Maschen Rbf in Richtung Osthafen bzw. Rothenburgsort Überwerfungsbauwerk Harburg 2: Überführung der Güterzuggleise zum West- und vom Osthafen von Linienbetrieb in Richtungsbetrieb	115
7	Zusätzliche Verbindungskurve HH Harburg – Hittfeld – Buchholz	10
8	Zusätzliches Umfahrungsgleis am Rbf Maschen in Süd-Nord-Richtung so-wie zusätzliches Wartegleis in Süd-Nord-Richtung	10
9	Kreuzungsbauwerk Buchholz zur niveaufreien Einfädelung der Personen- und Güterzuggleise	40
10	4. Gleis Buchholz – Lauenbrück mit Richtungsbetrieb Buchholz – Lauen-brück inkl. niveaufreier Einbindung der Y-Trasse in die äußeren (schnellen) Gleise von/nach Buchholz (Kreuzungsbauwerk Lauenbrück)	150
11	Kreuzungsbauwerk in HH Wilhelmsburg zur niveaufreien Kreuzung der Personenzugstrecke; mittiges Wartegleis für Güterzüge in Veddel; zweiglei-siger Ausbau der Verbindungskurve Veddel – Hamburg Süd	70
12	Wartegleise in Rothenburgsort	10
Summe		**432**

Tab. 6.1: Investitionsbedarf für die Infrastrukturmaßnahmen des Planfalles KHH 1

Der insgesamt erforderliche Investitionsbedarf in Höhe von 432 Mio € führt im Planfall KHH 1 zu zusätzlichen Unterhaltungskosten für die Eisenbahninfrastruktur in Höhe von 6,7 Mio €/Jahr.

6.2 Bedienungsangebote des Schienenpersonenverkehrs

Die Linienführungen und Bedienungshäufigkeiten des SPFV bleiben gegenüber dem Bezugsfall 2025 unverändert. Die Fahrzeitverlängerung der Linie HGV 1 aus Richtung Bremen nach Hamburg in Höhe von 4 min entfällt im Planfall KHH 1 aufgrund des Kreuzungsbauwerks Lauenbrück.

Die Bedienungsangebote der Express- und Nahverkehrszüge im Bereich Niedersachsen/ Hamburg sowie der S-Bahn Hamburg bleiben im Planfall KHH 1 gegenüber dem Bezugsfall 2025 unverändert. Bei den Bedienungsangeboten der Express- und Nahverkehrszüge im Bereich Schleswig-Holstein/Hamburg ergeben sich im Planfall KHH 1 die folgenden Änderungen gegenüber dem Bezugsfall 2025:

- Die Zwangsdurchbindung der Linie E 2.2 aus Richtung Lübeck nach Hamburg Altona Nord entfällt.
- Die Zwangsdurchbindung jedes zweiten Zuges der Linie E 3 aus Richtung Schwerin – Rostock nach Hamburg Altona Nord entfällt.

Die Bedienungsangebote der Express- und Nahverkehrszüge im Bereich Schleswig-Holstein/Hamburg sind im Einzelnen in Abbildung 6.4 dargestellt.

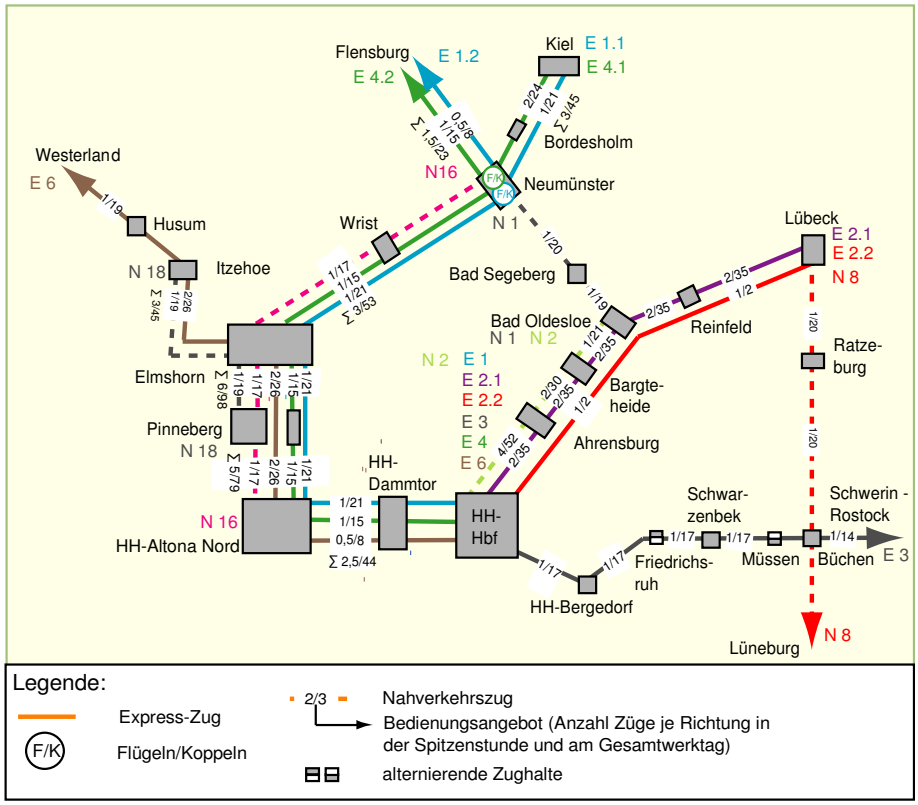


Abb. 6.4: Bedienungsangebote der Express- und Nahverkehrszüge im Bereich Schleswig-Holstein/Hamburg im Planfall KHH 1

6.3 Nachfrageprognose für den Güterverkehr

Der Planfall KHH 1 führt im Schienengüterverkehr zu einer erhöhten Nachfrage nach Verkehrsaufkommen in Höhe von 7,0 Mio Tonnen und nach Verkehrsleistung in Höhe von knapp 3,9 Mrd. Tonnenkilometern. Unter Ansatz einer durchschnittlichen Nettobeladung von 13,3 t je hafenbezogenem Lkw entspricht dies einer Entlastung des Straßennetzes um etwa 293 Mio Lkw-Kilometer je Jahr. Dieser steht eine jährliche Mehrbelastung des Schienennetzes um gut 11 Mio Zugkilometer gegenüber (vgl. Tabelle 6.2).

Auswertegröße	Veränderung
Verlagerte Tonnen (Mio/Jahr)	7
Tonnenkilometer Schiene (Mio/Jahr)	3.897
Fahrzeugkilometer Straße (Mio/Jahr)	293
Zugkilometer (Mio/Jahr)	11

Tab. 6.2: Eckwerte der Aufkommens- und Verkehrsleistungsänderungen bei den Verkehrsträgern Schiene und Straße im Planfall KHH 1

6.4 Nachfrageprognose für den Personenverkehr

Die Personenverkehrsnachfrage im Planfall KHH 1 wurde aus der des Bezugsfalles 2025 mit Hilfe des bei der PDVV 2025 verwendeten Prognosemodells abgeleitet. Nachfrageänderungen ergaben sich nur in den Fernverkehrsbeziehungen aufgrund des zwischen Bremen und Hamburg nicht mehr erforderlichen Fahrplanpuffers in Höhe von 4 min (vgl. Kapitel 6.2).

Bei den regionalen Verkehrsbeziehungen kompensieren sich die Auswirkungen der entfallenden Zwangsdurchbindungen von Hamburg Hbf nach HH Altona Nord mit der verbesserten Betriebsqualität auf der Verbindungsbahn. In diesen Relationen ist damit die Nachfrage im Planfall KHH 1 gegenüber dem Bezugsfall 2025 unverändert.

Die Eckwerte der Aufkommens- und Verkehrsleistungsänderungen in den konkurrierenden Verkehrsmitteln Pkw, Schienenpersonenverkehr und Luftverkehr in den Fernverkehrsrelationen sind in Tabelle 6.3 zusammengestellt.

Verkehrsmittel	Aufkommensänderungen in 1.000 Personenfahrten/Jahr	Verkehrsleistungsänderungen in Mio Personen-km/Jahr
Pkw	-60	-12,8
Schienenpersonenverkehr	80	24,1
Luftverkehr	-10	-7,4
Summe (induzierter SPV)	**10**	**3,7**

Tab. 6.3: Eckwerte der Aufkommens- und Verkehrsleistungsänderungen in den konkurrierenden Verkehrsmitteln Pkw, Schienenpersonenverkehr und Luftverkehr

Das Mehrverkehrsaufkommen im Schienenpersonenverkehr beträgt etwa 80 Tsd Personenfahrten/Jahr. Hiervon entfallen 60 Tsd Personenfahrten/Jahr auf Verlagerungen vom MIV, etwa 10 Tsd Personenfahrten/Jahr auf Verlagerungen vom Luftverkehr und 10 Tsd Personenfahrten/Jahr auf den induzierten Verkehr. Unter induziertem Verkehr werden die Fahrten verstanden, die im Bezugsfall 2025 weder mit dem MIV, dem Schienenpersonenverkehr noch dem Luftverkehr stattfinden und erst durch die Attraktivität der im Planfall realisierten Verbesserungsmaßnahmen hervorgerufen werden.

Maßgebend für die gesamtwirtschaftliche Bewertung sind aber nicht das vom MIV verlagerte Verkehrsaufkommen, sondern die vom MIV verlagerten Verkehrsleistungen in Höhe von 12,8 Mio Personen-km/Jahr. Diese wurden unter Ansatz eines mittleren Pkw-Besetzungsgrades im Fernverkehr in Höhe von 1,7 Personen/Pkw in verlagerte Betriebsleistungen in Höhe von 7,5 Mio Pkw-km/Jahr umgerechnet.

Die für den Planfall KHH 1 maßgebende Matrix des Schienenpersonenverkehrs wurde auf das entsprechende Netzmodell umgelegt, die resultierenden Querschnittsbelastungen sind in Abbildung 6.5 dargestellt.

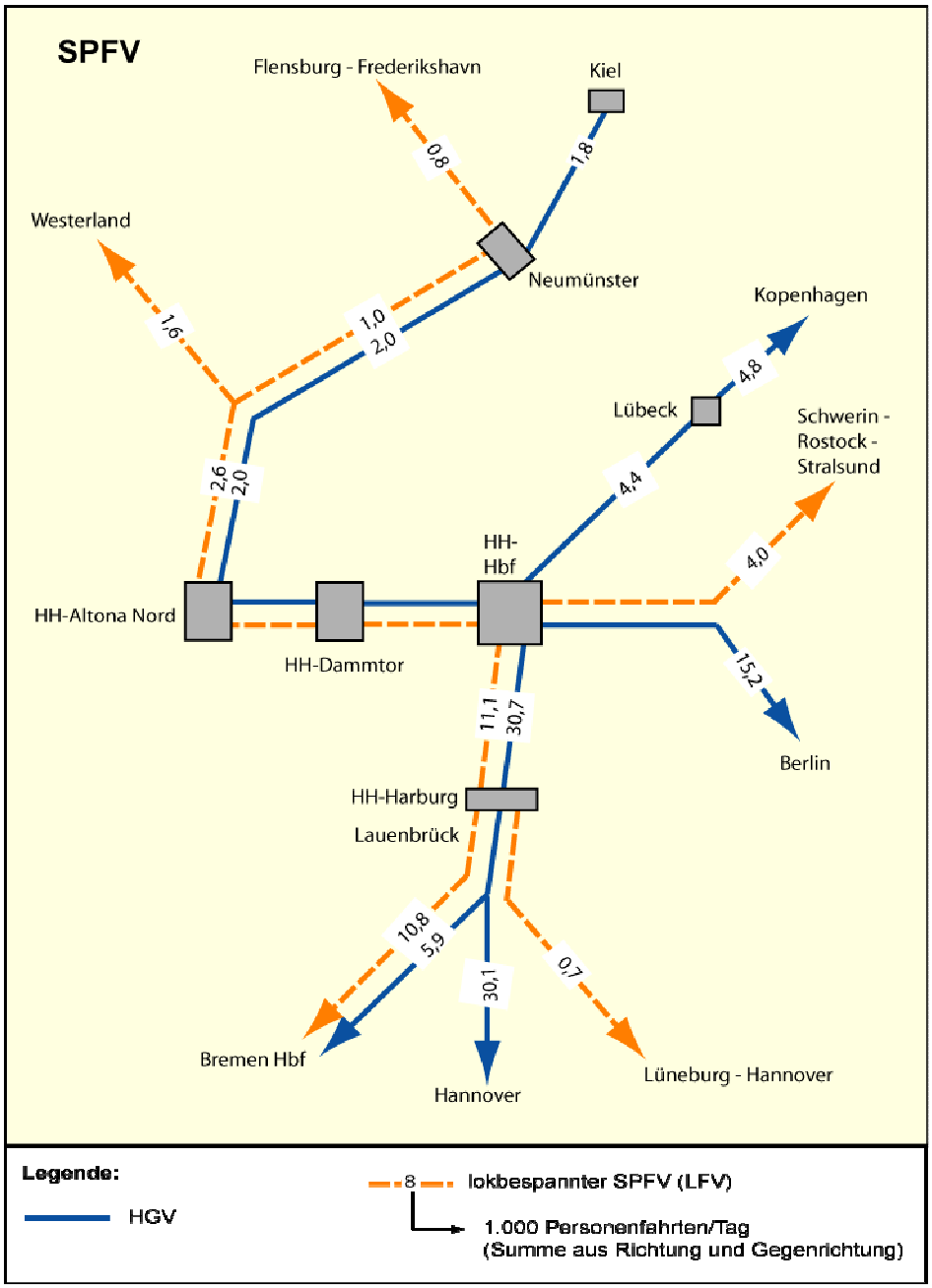


Abb. 6.5: Verkehrsnachfrage des SPFV im Planfall KHH 1

Die Änderungen der Querschnittsbelastungen des SPFV gegenüber dem Bezugsfall 2025 sind so gering, dass sich eine erneute Dimensionierungsprüfung erübrigt. Die Querschnittsbelastungen des SPNV im Planfall KHH 1 entsprechen in der Regel denen des Bezugsfalles 2025. Lediglich auf dem Abschnitt zwischen Hamburg Hbf und Büchen werden 100 zusätzliche Fahrgäste prognostiziert.

6.5 Verkehrliche Nutzen

Die verkehrlichen Nutzen des Planfalles KHH 1 bestehen aus den

- eingesparten Lkw-Betriebskosten,
- eingesparten Pkw-Betriebskosten,
- Reisezeitnutzen,
- vermiedenen Abgasemissionskosten von Lkw und Pkw,
- vermiedenen Unfallfolgekosten von Lkw und Pkw und den
- CO_2-Emissionskosten aus der Erzeugung der Traktionsenergie für die zusätzlichen Betriebsleistungen des SGV und des SPV.

In Tabelle 6.4 sind die eingesparten Pkw- bzw. Lkw-Betriebskosten als Funktion der vom Verkehrsträger Straße auf den Verkehrsträger Schiene verlagerten Betriebsleistungen hergeleitet.

Verkehrsmittel	Verlagerte Betriebsleistungen in Mio Fahrzeug-km/Jahr	Einheitskostensatz in €/Fahrzeug-km	Eingesparte Betriebskosten in Mio €/Jahr
Pkw	7,5	0,38	2,9
Lkw	293,0	1,48	433,6
Summe	**300,5**		**436,5**

Tab. 6.4: Verkehrliche Nutzen des Planfalles KHH 1 aus eingesparten Betriebskosten im Straßenverkehr

Insgesamt entstehen aus eingesparten Betriebskosten im Straßenverkehr gesamtwirtschaftliche Nutzen in Höhe von etwa 437 Mio €/Jahr. Diese sind nahezu ausschließlich auf den Bereich Güterverkehr zurückzuführen.

Die Ermittlung der Reisezeitersparnisse im Planfall KHH 1 gegenüber dem Bezugsfall 2025 erfolgte nach der „Rule of the Half“ und sind in Tabelle 6.5 dargestellt.

Nachfragesegment	Reisezeitersparnis in Tsd Std/Jahr auf dem Nachfrageniveau des			Zeitwert in €/Std	Reisezeit-nutzen in Mio €/Jahr
	Bezugsfalles 2025	Planfalles KHH 1	Mittelwert aus Bezugs- und Planfall		
Fahrtzweck „Geschäft“	30	30	30	23,53	0,7
Fahrtzweck „Rest“	50	50	50	6,29	0,3
Summe	**80**	**80**	**80**		**1,0**

Tab. 6.5: Herleitung der Reisezeitnutzen im Planfall KHH 1 gegenüber dem Bezugsfall 2025

Die Reisezeitersparnisse belaufen sich auf etwa 80 Tsd Std/Jahr. Aufgrund der geringen Nachfrageunterschiede bestehen keine Unterschiede zwischen den Reisezeitersparnissen auf dem Nachfrageniveau des Planfalles KHH 1 und dem des Bezugsfalles 2025.

Bei der Monetarisierung der Reisezeitersparnisse wird im Bewertungsverfahren des BVWP in nach den Fahrtzwecken „Geschäft“ und „Rest“ unterschieden. Der Anteil der Geschäftsreisen an der Gesamtverkehrsnachfrage liegt im Auswirkungsbereich des Knotens Hamburg bei etwa 38 %. Insgesamt ergaben sich monetarisierte Reisezeitersparnisse in Höhe von rund 1 Mio €/Jahr.

In Tabelle 6.6 sind die aus Verlagerungen vom Lkw und Pkw auf den Schienenverkehr zu erwartenden Einsparungen von Abgasemissions- und Unfallfolgekosten hergeleitet.

Verkehrs-mittel	Verlagerte Betriebsleis-tungen in Mio Fahrzeug-km/Jahr	Wertansatz in €/Fahrzeug-km		Nutzenbeitrag in Mio €/Jahr	
		Abgasemis-sionskosten	Unfallfolge-kosten	Abgasemis-sionskosten	Unfallfolge-kosten
Pkw	7,5	0,043	0,04	0,3	0,3
Lkw	293,0	0,210	0,04	61,5	11,7
Summe	**300,5**			**61,8**	**12,0**

Tab. 6.6: Nutzen aus vermiedenen Abgasemissionen und Unfallfolgekosten im Planfall KHH 1

Insgesamt können durch die verlagerten Betriebsleistungen vom Straßen- auf den Schienenverkehr Abgasemissionskosten in Höhe von knapp 62 Mio €/Jahr und Unfallfolgekosten in Höhe von 12 Mio €/Jahr eingespart werden.

Den vermiedenen CO_2-Emissionskosten des Straßengüterverkehrs stehen zusätzliche CO_2-Emissionskosten für die Erzeugung der Traktionsenergie für die zusätzlichen Betriebsleistungen des SGV in Höhe von 24,2 Mio €/Jahr gegenüber. Die Unfallraten im SGV und im SPV sind so gering, dass in Bezug zu diesen Verkehrsmitteln keine bewertungsrelevanten Nutzenbeiträge zu erwarten sind.

6.6 Betriebskostenänderungen im SGV

Beim Schienengüterverkehr entstehen Veränderungen in den Kosten für Fahrzeugvorhaltung (Wagen und Triebfahrzeuge) und Betriebsführung. Letztere werden wiederum differenziert nach Zugbildungs- und Zugförderkosten sowie zusätzlichen Kosten für Abfertigung und Transaktion bei Verlagerung von der Straße auf die Schiene.

In Tabelle 6.7 sind die saldierten Mehrkosten zwischen Projekt- und Basisszenario für den SGV in Höhe von insgesamt etwa 98 Mio € je Jahr in der Differenzierung nach Kostenarten aufgeführt.

Kostenkomponente	Kostensaldo zwischen Projektszenario und Basisszenario in Mio €/Jahr
Fahrzeugvorhaltekosten	**32,9**
Betriebsführungskosten, davon	**65,5**
Abfertigungskosten	16,5
Transaktionskosten	22,3
Zugbildungskosten	11,9
Zugförderkosten	14,9
Summe	**98,4**

Tab. 6.7: Saldo der laufleistungsabhängigen Unterhaltungs- und Energiekosten zwischen Planfall KHH 1 und Bezugsfall 2025

6.7 Betriebskostenänderungen im SPV

Bei den Betriebskosten des SPV im Planfall KHH 1 bestehen gegenüber dem Bezugsfall 2025 keine bewertungsrelevanten Änderungen.

6.8 Gesamtwirtschaftliche Bewertung

In Tabelle 6.8 sind die einzelnen Nutzen- und Kostenkomponenten noch einmal zusammenfassend dargestellt.

Nutzen- bzw. Kostenelemente	Nutzen (+)/ Kosten (-) in Mio €/Jahr	Nutzen (+)/ Kosten (-) in Mio € (Barwerte 2008)
1	2	3
Eingesparte Pkw-Betriebskosten	2,9	51,5
Vermiedene Abgasemissionen Pkw	0,3	5,3
Vermiedene Unfallfolgekosten Pkw	0,3	5,3
Eingesparte Lkw-Betriebskosten	433,6	7.705,6
Vermiedene Abgasemissionen Lkw	61,8	1.098,6
Vermiedene Unfallfolgekosten Lkw	11,7	208,3
Reisezeitnutzen	1,0	17,8
Betriebsführungs- und Fahrzeugvorhaltungskosten SGV	-98,4	-1.749,0
CO_2-Emissionskosten SGV	-24,2	-430,4
Räumliche Vorteile (Seehafenanbindung)	3,1	55,0
Unterhaltung der Verkehrswege	-6,7	-119,3
Summe Nutzen	**385,4**	6.848,7
Investitionskosten		422,6
Nutzen-Kosten-Verhältnis	**16,2**	

Tab. 6.8: Herleitung des Nutzen-Kosten-Verhältnisses für den Planfall KHH 1 im Vergleich zum Bezugsfall 2025

Den in Spalte 2 dargestellten jährlichen Nutzen bzw. Kosten sind in Spalte 3 die entsprechenden, auf das Jahr 2008 abgezinsten Barwerte für einen Betrachtungszeitraum von 30 Jahren zuzüglich der Planungs- und Bauphase gegenübergestellt. Insgesamt ergeben sich Nutzen in einer Höhe von knapp 7 Mrd € (Barwerte 2008), denen Investitionskosten in Höhe von etwa 420

Mio € gegenüberstehen. Das weit überdurchschnittliche Nutzen-Kosten-Verhältnis in Höhe von 16,2 ist insbesondere auf die großen Nachfrageüberhänge des SGV im Bezugsfall 2025 zurückzuführen, die über die dort unterstellten Trassenkapazitäten nicht abfahrbar sind.

6.9 Verbleibende Engpässe

Trotz der Vielzahl unterstellter Infrastrukturmaßnahmen verbleiben im Planfall KHH 1 Engpässe, die dazu führen, dass nicht alle Fahrwünsche des SGV in Trassen umgesetzt werden können (vgl. Abbildung 6.6). Vor allem die weiterhin bestehenden Abkreuzungskonflikte der Nahverkehrslinie E34 Cuxhaven – Hamburg im Nordkopf von HH Harburg führen dazu, dass 5 Trassen ganz und eine Vielzahl zeitlich verschoben werden müssen. Es ist zu bedenken, dass 5 abgewiesene, nicht konstruierbare Trassen in etwa rund 214 zusätzlichen LKW-Fahrten je Tag entsprechen. Hierin sind die Verlagerungseffekte der zeitlich verschobenen Züge noch nicht enthalten, wodurch weitere 150 zusätzliche Lkw-Fahrten entstehen (insgesamt täglich 364 Lkw-Fahrten von/nach dem Hamburger Hafen).

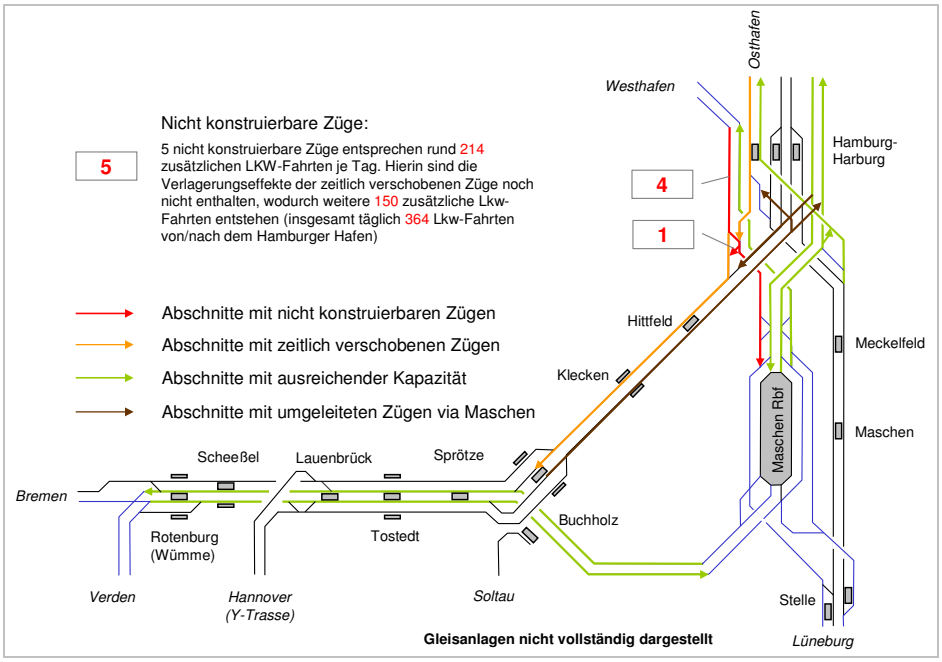


Abb. 6.6 Konstruktion der SGV-Züge für den Planfall KHH 1 im Bereich HH Harburg / Maschen / Buchholz

Im Planfall KHH 1 sind im Bereich Veddel – Wilhelmsburg alle Betriebsleistungen des SGV umsetzbar (vgl. Abbildung 6.7).

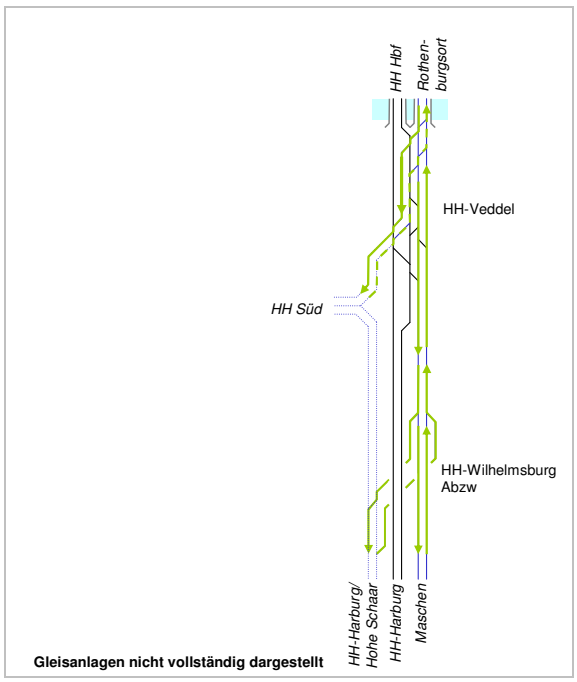


Abb. 6.7: Konstruktion der SGV-Züge für den Planfall KHH 1 im Bereich Veddel – Wilhelmsburg

Ein drittes Gleis zwischen Elmshorn und Pinneberg ist nicht erforderlich. Im Güterverkehr ist mit der Fertigstellung der festen Fehmarnbeltquerung eine Verlagerung der Güterzüge aus Richtung Skandinavien vom Laufweg über Flensburg – Neumünster – Elmshorn auf den Laufweg über Lübeck – HH-Wandsbek verbunden. Die Güterverkehrsbelastung sinkt im Abschnitt Pinneberg – Elmshorn von 65 auf 51 Züge (Summe über beide Richtungen). Die Zugzahlen des Personenverkehrs bleiben im Bezugsfall und in den Planfällen gegenüber dem Status Quo weitestgehend unverändert, so dass sich der Bedarf an Trassenkapazitäten im Abschnitt Elmshorn – Pinneberg künftig eher verringert.

7 PLANFALL KNOTEN HAMBURG 2 (KHH 2)

Der Planfall KHH 2 baut auf dem Planfall KHH 1 auf und enthält alle dort bereits berücksichtigten Infrastrukturmaßnahmen. In diesem Planfall wurde untersucht, inwieweit die in Kapitel 6.9 dargestellten verbleibenden Engpässe im Bereich HH Harburg / Maschen durch die Überführung der Express-Linie E 34 auf die S-Bahn-Gleise in Neugraben beseitigt werden können. Hierdurch würde ein Kreuzen der Mischbetriebsgleise im Knotenbereich Hamburg Harburg durch die Express-Linie E 34 vermieden und damit zusätzliche Trassenkapazitäten für den SGV geschaffen.

7.1 Infrastrukturmaßnahmen und Investitionsbedarf

Die Überführung der Express-Linie E 34 auf die S-Bahn-Gleise erfordert den Einsatz von Zweistromfahrzeugen analog zur Linie S3 Stade – Neugraben (– Hamburg) und damit die Wechselstromelektrifizierung des Streckenabschnittes Stade – Cuxhaven. Darüber hinaus ist auf diesem Streckenabschnitt eine Anhebung der Bahnsteighöhen auf 76 cm erforderlich.

Der entsprechende Investitionsbedarf wurde von der DB Netz AG mit 100 Mio € abgeschätzt. Hierdurch entstehen gegenüber dem Planfall KHH 1 zusätzliche Unterhaltungskosten für die Eisenbahninfrastruktur in Höhe von 1,7 Mio €/Jahr.

7.2 Bedienungsangebote des Schienenpersonenverkehrs

Die auf einen Zweistrombetrieb umgestellte Linie E 34 wird im Folgenden als „Cuxhaven-Express (CEX)“ bezeichnet und wird von Neugraben weiter über Hamburg Hbf zur Sternschanze geführt. Zwischen Neugraben und Sternschanze werden alle S-Bahnhöfe bedient. In Abbildung 7.1 ist das Bedienungsangebot der Express- und Nahverkehrszüge im Bereich Niedersachsen/Hamburg und in Abbildung 7.2 der S-Bahn Hamburg im Planfall KHH 2 dargestellt.

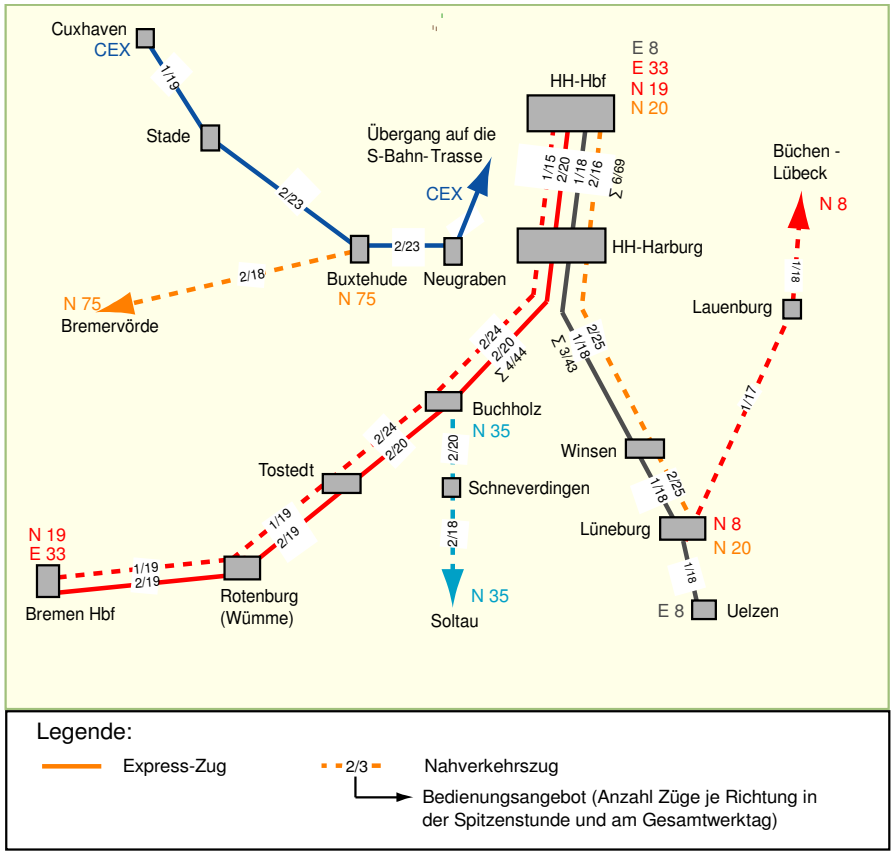


Abb. 7.1: Bedienungsangebot der Express- und Nahverkehrszüge im Bereich Niedersachsen/Hamburg im Planfall KHH 2

Zwischen Cuxhaven und Stade verkehrt der CEX im Stundentakt. Ab Stade wird dieser in der HVZ auf einen Halbstundentakt verdichtet. Während im Bezugsfall 2025 in der HVZ auf der Linie E 34 nur ein Verstärkerzug je Richtung angeboten wird, sind dies beim CEX 4 Verstärkerzüge je Richtung.

Beim SPFV und beim SPNV im Bereich Schleswig-Holstein/Hamburg ist das Bedienungsangebot des SPNV im Planfall KHH 2 gegenüber dem Planfall KHH 1 unverändert. Abbildung 7.2 zeigt das Bedienungsangebot der S-Bahn Hamburg bzw. des CEX im Planfall KHH 2.

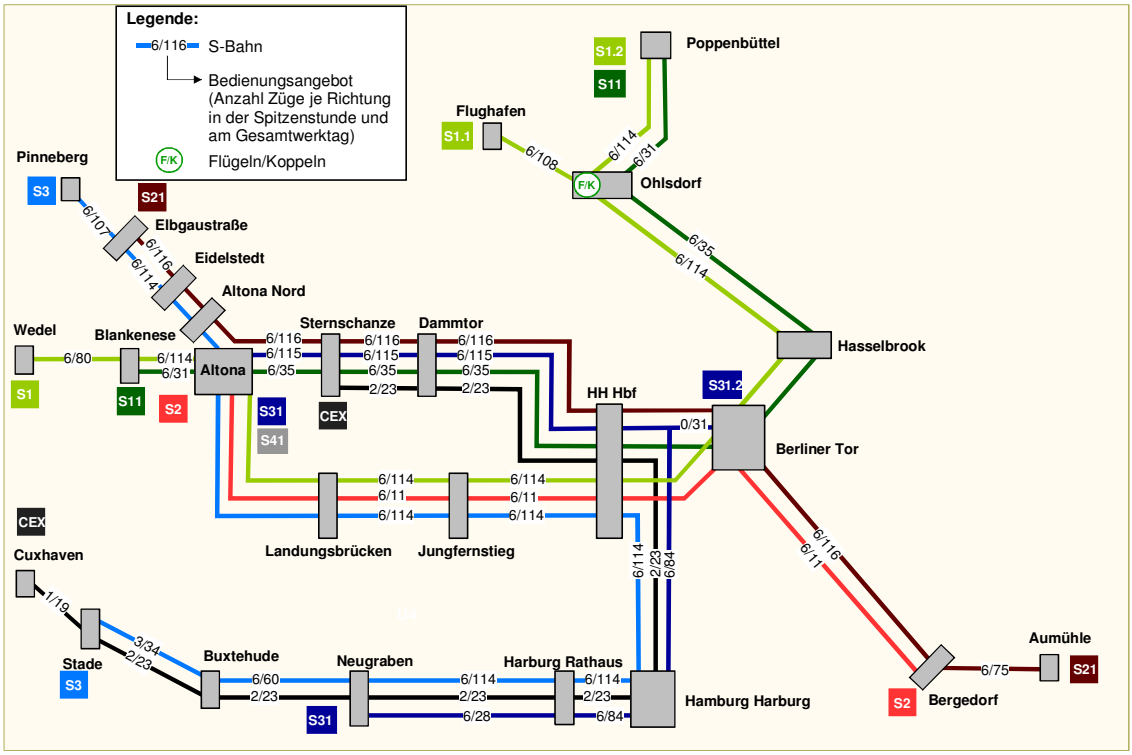


Abb. 7.2: Bedienungsangebot der S-Bahn Hamburg bzw. des CEX im Planfall KHH 2

Der CEX wird zur Sternschanze geführt, da hier halbstündlich eine Wendemöglichkeit besteht. Damit verbleiben auf der City-S-Bahn ausreichende Trassenkapazitäten für die Führung der S4 von Ahrensburg Gartenholz im Planfall KHH 3 nach Hamburg Altona. Ein Tausch der Trassenverläufe des CEX und der S4 westlich von Hamburg Hbf ist nicht möglich, da an der Sternschanze eine Wende von 4 Zügen je Stunde betrieblich nicht darstellbar ist.

7.3 Nachfrageprognose für den Güterverkehr

Der Planfall KHH 2 führt im Vergleich zum Planfall KHH 1im Schienengüterverkehr zu einer zusätzlichen Nachfrage nach Verkehrsaufkommen in Höhe von 1,2 Mio Tonnen und nach Verkehrsleistung in Höhe von gut 514 Mio Tonnenkilometern. Unter Ansatz einer durchschnittlichen Nettobeladung von 13,3 t je hafenbezogenem Lkw entspricht dies einer Entlastung des Straßennetzes um etwa 38,7 Mio Lkw-Kilometer je Jahr. Dieser steht eine jährliche Mehrbelastung des Schienennetzes um knapp 2 Mio Zugkilometer gegenüber (vgl. Tab. 7.1).

Auswertegröße	Veränderung
Verlagerte Tonnen (Mio/Jahr)	1,2
Tonnenkilometer Schiene (Mio/Jahr)	514,1
Fahrzeugkilometer Straße (Mio/Jahr)	38,7
Zugkilometer (Mio/Jahr)	1,7

Tab. 7.1: Eckwerte der Aufkommens- und Verkehrsleistungsänderungen bei den Verkehrsträgern Schiene und Straße im Planfall KHH 2

7.4 Nachfrageprognose für den Personenverkehr

Die Personenverkehrsnachfrage im Planfall KHH 2 wurde aus der des Planfalles KHH 1 abgeleitet. Die Eckwerte der Aufkommens- und Verkehrsleistungsänderungen in den konkurrierenden Verkehrsmitteln Pkw und Schienenpersonenverkehr sind in Tabelle 7.2 zusammengestellt.

Verkehrsmittel	Aufkommensänderungen in 1.000 Personenfahrten/Jahr		Verkehrsleistungsänderungen in Mio Personen-km/Jahr	
	Reiseweite ≤ 50 km	Reiseweite > 50 km	Reiseweite ≤ 50 km	Reiseweite > 50 km
Pkw	-172	-50	-2,0	-7,0
Schienenpersonenverkehr	242	65	2,5	12,3
Summe (induzierter SPV)	**70**	**15**	**0,5**	**5,3**

Tab. 7.2: Eckwerte der Aufkommens- und Verkehrsleistungsänderungen in den konkurrierenden Verkehrsmitteln Pkw und Schienenpersonenverkehr

Bei den Nachfrageänderungen zwischen den Planfällen KHH 2 und KHH 1 wurde hinsichtlich der Nachfragesegmente mit einer Reiseweite ≤ 50 km und denen mit einer Reiseweite > 50 km unterschieden. Diese Differenzierung erfolgte vorsorglich, um die verkehrlichen Nutzen dem Fernverkehr (Zuständigkeitsbereich Bund) und dem Nahverkehr (Zuständigkeitsbereich Länder) zuscheiden zu können.

Maßgebend für die gesamtwirtschaftliche Bewertung sind aber nicht das vom MIV verlagerte Verkehrsaufkommen, sondern die vom MIV verlagerten Verkehrsleistungen. Im Nachfragesegment „Nahverkehr“ werden 2 Mio Pkm/Jahr vom MIV auf den SPV verlagert. Diese wurden unter

Ansatz eines mittleren Pkw-Besetzungsgrades im Nahverkehr in Höhe von 1,2 Personen/Pkw (Wertansatz gemäß Standardisierter Bewertung) in verlagerte Betriebsleistungen in Höhe von 1,7 Mio Pkw-km/Jahr umgerechnet. Für das Nachfragesegment „Fernverkehr“ wurden verlagerte Verkehrsleistungen in Höhe von 7 Mio Pkm/Jahr ermittelt. Bei einem mittleren Pkw-Besetzungsgrad im Fernverkehr von 1,7 Personen/Pkw sind dies 4,1 Mio Pkw-km/Jahr.

Die für den Planfall KHH 2 maßgebende Matrix des Schienenpersonenverkehrs wurde auf das entsprechende Netzmodell umgelegt, die resultierenden Querschnittsbelastungen für den SPNV sind in Abbildung 7.3 dargestellt.

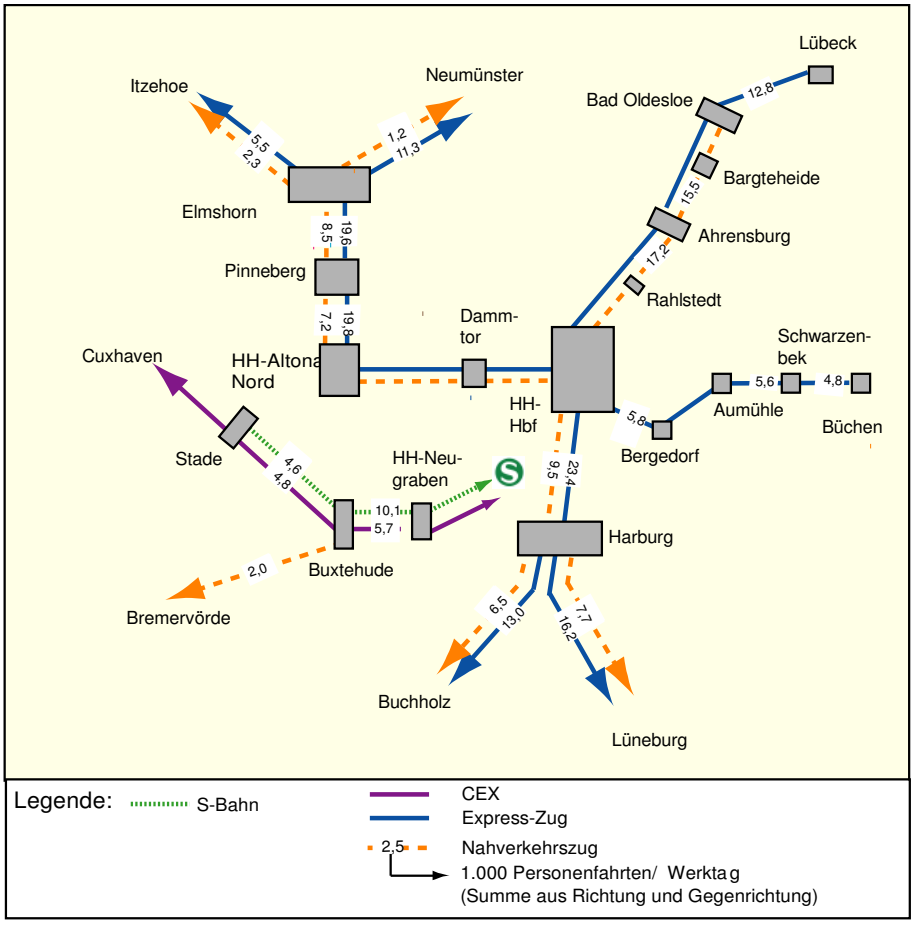


Abb. 7.3: Verkehrsnachfrage des SPNV im Planfall KHH 2

Die Querschnittsbelastungen des SPFV im Planfall KHH 2 entsprechen denen des Planfalles KHH 1 und sind an dieser Stelle nicht noch einmal dargestellt.

Anhand der in Abbildung 7.3 dargestellten Querschnittsbelastungen erfolgte ein Abgleich mit den im SPNV angebotenen Platzkapazitäten (vgl. Tabelle 7.3).

Querschnitt	Linie	Eingesetzter Fahrzeugtyp	Sitzplatzkapazität	Anzahl Züge in der Spitzenstunde in Lastrichtung	Prognostizierte Verkehrsnachfrage in Personenfahrten		Spitzenstundenanteil in %	Sitzplatzausnutzungsgrad in %
					je Tag und Richtung	je Stunde und Richtung		
Hammah – Stade	CEX	2xET474 mod	400	1	1.500	300	20	75
HH Neugraben - Buxtehude	CEX	2xET474 mod	400	2	2.850	570	20	71

Tab. 7.3: Dimensionierungsprüfung der im Planfall KHH 2 angebotenen Platzkapazitäten des SPNV

Der Richtwert eines maximalen Sitzplatzausnutzungsgrades von 100 % wird an allen Bemessungsquerschnitten unterschritten.

7.5 Verkehrliche Nutzen

In Tabelle 7.4 sind die eingesparten Pkw- bzw. Lkw-Betriebskosten als Funktion der vom Verkehrsträger Straße auf den Verkehrsträger Schiene verlagerten Betriebsleistungen hergeleitet.

Verkehrsmittel	Verlagerte Betriebsleistungen in Mio Fahrzeug-km/Jahr	Einheitskostensatz in €/Fahrzeug-km	Eingesparte Betriebskosten in Mio €/Jahr
Pkw-Fernverkehr	4,1	0,38	1,6
Pkw-Nahverkehr	1,7	0,38	0,6
Lkw	38,7	1,48	57,3
Summe	**44,5**		**59,5**

Tab. 7.4: Verkehrlich Nutzen des Planfalles KHH 2 aus eingesparten Betriebskosten im Straßenverkehr

Insgesamt entstehen aus eingesparten Betriebskosten im Straßenverkehr gesamtwirtschaftliche Nutzen in Höhe von etwa 60 Mio €/Jahr.

Die Ermittlung der Reisezeitersparnisse im Planfall KHH 2 gegenüber dem Planfall KHH 1 erfolgte nach der „Rule of the Half“. Die Reisezeitnutzen im Nachfragesegment „Fernverkehr“ sind in Tabelle 7.5 unter Ansatz der fortgeschriebenen Zeitwerte des BVWP 2003 hergeleitet.

Nachfragesegment	Reisezeitersparnis in Tsd Std/Jahr auf dem Nachfrageniveau des Planfalles			Zeitwert in €/Std	Reisezeit-nutzen in Mio €/Jahr
	KHH 1	KHH 2	Mittelwert aus Planfall KHH1 und KHH 2		
Fahrtzweck „Geschäft“	10	10	10	23,53	0,2
Fahrtzweck „Rest“	30	30	30	6,29	0,2
Summe	**40**	**40**	**40**		**0,4**

Tab. 7.5: Herleitung der Reisezeitnutzen im Planfall KHH 2 gegenüber dem Planfall KHH 1 im Nachfragesegment „Fernverkehr“

Die Reisezeitersparnisse belaufen sich auf etwa 424 Tsd Std/Jahr. Aufgrund der geringen Nachfrageunterschiede bestehen auch keine Unterschiede zwischen den Reisezeitersparnissen auf dem Nachfrageniveau des Planfalles KHH 2 und dem des Planfalles KHH 1.

Tabelle 7.6 zeigt die Herleitung der Reisezeitnutzen im Nachfragesegment „Nahverkehr“ aufgrund der Wertansätze der Standardisierten Bewertung.

Nachfragesegment	Reisezeitersparnis in Tsd Std/Jahr			Zeitwert in €/Std	Reisezeit-nutzen in Mio €/Jahr
	Planfall KHH 1	Planfall KHH 2	Mittelwert aus Planfall KHH1 und KHH 2		
Erwachsene	30	30	30	7,50	0,2

Tab. 7.6: Herleitung der Reisezeitnutzen im Planfall KHH 2 gegenüber dem Planfall KHH 1 im Nachfragesegment „Nahverkehr“

Insgesamt ergaben sich monetarisierte Reisezeitersparnisse in Höhe von rund 0,6 Mio €/Jahr.
In Tabelle 7.7 sind die aus Verlagerungen vom Lkw und Pkw auf den Schienenverkehr zu erwartenden Einsparungen von Abgasemissions- und Unfallfolgekosten hergeleitet.

Verkehrsmittel	Verlagerte Betriebsleistungen in Mio Fahrzeug-km/Jahr	Wertansatz in €/Fahrzeug-km		Nutzenbeitrag in Mio €/Jahr	
		Abgasemissionskosten	Unfallfolgekosten	Abgasemissionskosten	Unfallfolgekosten
Pkw-Fernverkehr	4,1	0,043	0,04	0,2	0,2
Pkw-Nahverkehr	1,7	0,043	0,04	0,1	0,1
Lkw	38,7	0,210	0,04	8,1	1,5
Summe	**44,5**			**8,4**	**1,8**

Tab. 7.7: Nutzen aus vermiedenen Abgasemissionen und Unfallfolgekosten im Planfall KHH 2

Insgesamt können durch die verlagerten Betriebsleistungen vom Straßen- auf den Schienenverkehr Abgasemissionskosten in Höhe von etwa 8 Mio €/Jahr und Unfallfolgekosten in Höhe von knapp 2 Mio €/Jahr eingespart werden.

Neben den vermiedenen CO_2-Emissionskosten des Straßenverkehrs sind in der gesamtwirtschaftlichen Bewertung auch die Änderungen der CO_2-Emissionskosten für die Erzeugung der Traktionsenergie des SPNV und des SGV zu berücksichtigen (vgl. Tabelle 7.8).

Kostenkomponente	Kostensaldo zwischen Planfall KHH 2 und Planfall KHH 1 in Mio €/Jahr
CO_2-Emissionen des SPNV	-0,2
CO_2-Emissionen des SGV	3,9
Summe	**3,7**

Tab. 7.8: Saldo der CO_2-Emissionskosten zwischen den Planfällen KHH 2 und KHH 1

Während im Planfall KHH 2 durch Umstellung von den lokbespannten Zügen mit Dieseltraktion auf Zweistromfahrzeuge CO_2-Emissionskosten in Höhe von 0,2 Mio €/Jahr eingespart werden können, erhöhen sich die CO_2-Emissionskosten des SGV aufgrund der Traktionsenergie für die zusätzlichen Betriebsleistungen um 3,9 Mio €/Jahr.

7.6 Betriebskostenänderungen im SGV

In Tabelle 7.9 sind die saldierten Mehrkosten zwischen Projekt- und Basisszenario für den SGV in Höhe von insgesamt knapp 15 Mio € je Jahr in der Differenzierung nach Kostenarten aufgeführt.

Kostenkomponente	Kostensaldo zwischen Projektszenario und Basisszenario in Mio €/Jahr
Fahrzeugvorhaltekosten	4,2
Betriebsführungskosten, davon	10,6
Abfertigungskosten	2,9
Transaktionskosten	3,6
Zugbildungskosten	1,8
Zugförderkosten	2,4
Summe	14,8

Tab. 7.9: Saldo der laufleistungsabhängigen Unterhaltungs- und Energiekosten zwischen den Planfällen KHH 2 und KHH 1

7.7 Betriebskostenänderungen im SPV

Die Umstellung von den lokbespannten Zügen mit Dieseltraktion der Linie E 34 auf die Zweistromfahrzeuge des CEX führt zu den in Tabelle 7.10 zusammengestellten Betriebskostenänderungen.

Kostenkomponente	Kosten in Mio €/Jahr		
	Planfall KHH 1 (Linie E34)	Planfall KHH 2 (CEX)	Saldo zwischen Planfall KHH 2 und Planfall KHH 1
Kapitaldienst Fahrzeuge	3,00	3,16	0,16
Unterhaltung Fahrzeuge (zeitabhängig)	0,69	0,63	-0,06
Energie Fahrzeuge	1,48	1,61	0,13
Unterhaltung Fahrzeuge (laufleistungsabhängig)	2,78	2,59	-0,19
Fahrpersonal (Triebfahrzeugführer und Zugbegleiter)	1,36	1,48	0,12
Summe	**9,31**	**9,47**	**0,16**

Tab. 7.10: Betriebskostenänderungen des SPNV zwischen den Planfällen KHH 2 und KHH 1

Insgesamt erhöhen sich die SPNV-Betriebskosten im Planfall KHH 2 gegenüber dem Planfall KHH 1 um 0,2 Mio €/Jahr.

7.8 Gesamtwirtschaftliche Bewertung

In Tabelle 7.11 sind die einzelnen Nutzen- und Kostenkomponenten noch einmal zusammenfassend dargestellt.

Nutzen- bzw. Kostenelemente	Nutzen (+)/ Kosten (-) in Mio €/Jahr	Nutzen (+)/ Kosten (-) in Mio € (Barwerte 2008)
1	2	3
Eingesparte Pkw-Betriebskosten FV	1,6	27,2
Vermiedene Abgasemissionen Pkw FV	0,2	3,2
Vermiedene Unfallfolgekosten Pkw FV	0,2	2,8
Eingesparte Pkw-Betriebskosten NV	0,6	11,2
Vermiedene Abgasemissionen Pkw NV	0,1	1,2
Vermiedene Unfallfolgekosten Pkw NV	0,1	1,2
Eingesparte Lkw-Betriebskosten	57,2	1.016,6
Vermiedene Abgasemissionen Lkw	8,2	144,9
Vermiedene Unfallfolgekosten Lkw	1,5	27,5
Reisezeitnutzen FV	0,4	7,1
Reisezeitnutzen NV	0,2	3,6
Betriebsführungskosten und Fahrzeugvorhaltungskosten SPNV	-0,2	-3,0
Betriebsführungskosten und Fahrzeugvorhaltungskosten SGV	-14,8	-263,3
CO2-Emissionskosten SPNV	0,2	3,6
CO2-Emissionskosten SGV	-3,9	-69,2
Räumliche Vorteile (Seehafenanbindung)	1,8	31,6
Unterhaltung der Verkehrswege	-1,7	-30,5
Summe Nutzen	**51,5**	915,7
Investitionskosten		**116,8**
Nutzen-Kosten-Verhältnis	**7,8**	

Tab. 7.11: Herleitung des Nutzen-Kosten-Verhältnisses für den Planfall KHH 2 im Vergleich zum Planfall KHH 1

Den in Spalte 2 dargestellten jährlichen Nutzen bzw. Kosten sind in Spalte 3 die entsprechenden, auf das Jahr 2008 abgezinsten Barwerte für einen Betrachtungszeitraum von 30 Jahren zuzüglich der Planungs- und Bauphase gegenübergestellt. Insgesamt ergeben sich Nutzen in Höhe von rund 916 Mio € (Barwerte 2008), denen Investitionskosten in Höhe von knapp 117 Mio € gegenüberstehen.

Der Nutzenüberschuss in Höhe von etwa 850 Mio € (Barwert 2008) ist größtenteils auf die Verlagerungen vom Straßen- auf den Schienengüterverkehr zurückzuführen, die durch die zusätzlichen Trassenkapazitäten im Bereich HH Harburg / Maschen durch Entfall des Kreuzens der SGV-Trassen durch die Express-Linie E 34 Cuxhaven – Hamburg ermöglicht werden.

7.9 Verbleibende Engpässe

Die im Planfall noch bestehenden Engpässe im Bereich von HH Harburg konnten mit Einführung des CEX vollständig beseitigt werden. Es entstehen keine abgewiesenen oder zeitlich verschobenen Züge (vgl. Abbildung 7.4).

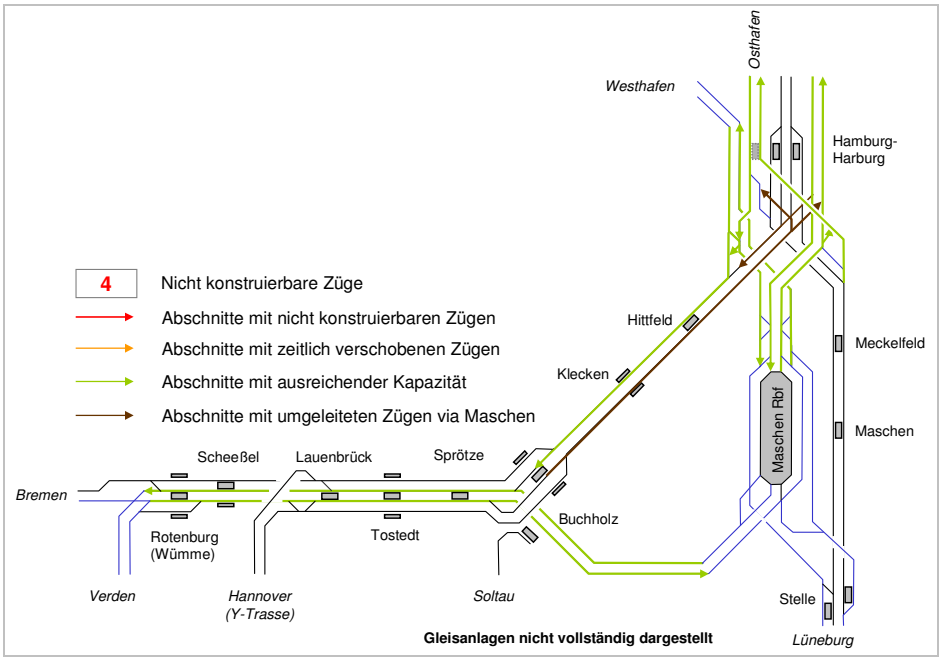


Abb. 7.42: Im Planfall KHH 2 nicht abfahrbare Betriebsleistungen des SGV im Bereich HH Harburg / Maschen / Buchholz

Im Bereich Veddel – Wilhelmsburg bestehen keine Änderungen gegenüber Planfall KHH 1, alle erforderlichen Gütertrassen sind umsetzbar.

8 PLANFALL KNOTEN HAMBURG 3 (KHH 3)

Der Planfall KHH 3 baut auf dem Planfall KHH 2 auf und beinhaltet alle dort unterstellten Maßnahmen. Zusätzlich werden die zwischen Bad Oldesloe und Hamburg Hbf verkehrenden Nahverkehrszüge (Linie N2) durch eine neue S-Bahn-Linie (S4) von Ahrensburg Gartenholz über Hamburg Hbf und die City-S-Bahn nach Hamburg Altona Nord ersetzt.

Auch wenn durch die hieraus folgende Entmischung zu einer Verbesserung der Betriebsqualität für den SGV und den SPFV auf der Bestandsstrecke führt, dient die Einführung systemeigener S-Bahn-Gleise nach Ahrensburg Gartenholz insbesondere der Entlastung des Hamburger Hauptbahnhofes.

Eine Bewertung des Planfalles KHH 3 ohne CEX im Vergleich zum Planfall KHH 1 würde zu Ergebnissen in der gleichen Größenordnung führen wie bei der hier durchgeführten Bewertung des Planfalles KHH 3 im Vergleich zum Planfall KHH 2.

8.1 Infrastrukturmaßnahmen

Die Einführung der S4 im 10-Minuten-Takt bis Hamburg Rahlstedt und im 20-Minuten-Takt bis Ahrensburg Gartenholz erfordert zwei zusätzliche Gleise vom Abzweig Hasselbrook bis zur Hamburger Stadtgrenze. Von dort bis Ahrensburg Gartenholz ist ein zusätzliches Gleis ausreichend.

8.2 Bedienungsangebote des Schienenpersonenverkehrs

Das Bedienungsangebot der S-Bahn Hamburg ist bis auf die neue Linie S4 Ahrensburg Gartenholz – Hamburg Altona via City-S-Bahn gegenüber dem Planfall KHH 2 unverändert (vgl. Abbildung 8.1). Die S4 verkehrt von Ahrensburg Gartenholz im 20-Minuten-Takt und weiter von Hamburg Rahlstedt im 10-Minuten-Takt (HVZ) nach Hamburg Altona und weist zwischen Hasselbrook und Rahlstedt die folgenden Unterwegshalte auf:

- Claudiusstraße,
- Bovestraße (ersetzt den derzeitigen Bahnhof Wandsbek) und
- Holstenhofweg,
- Tonndorf,
- Pulverhof.

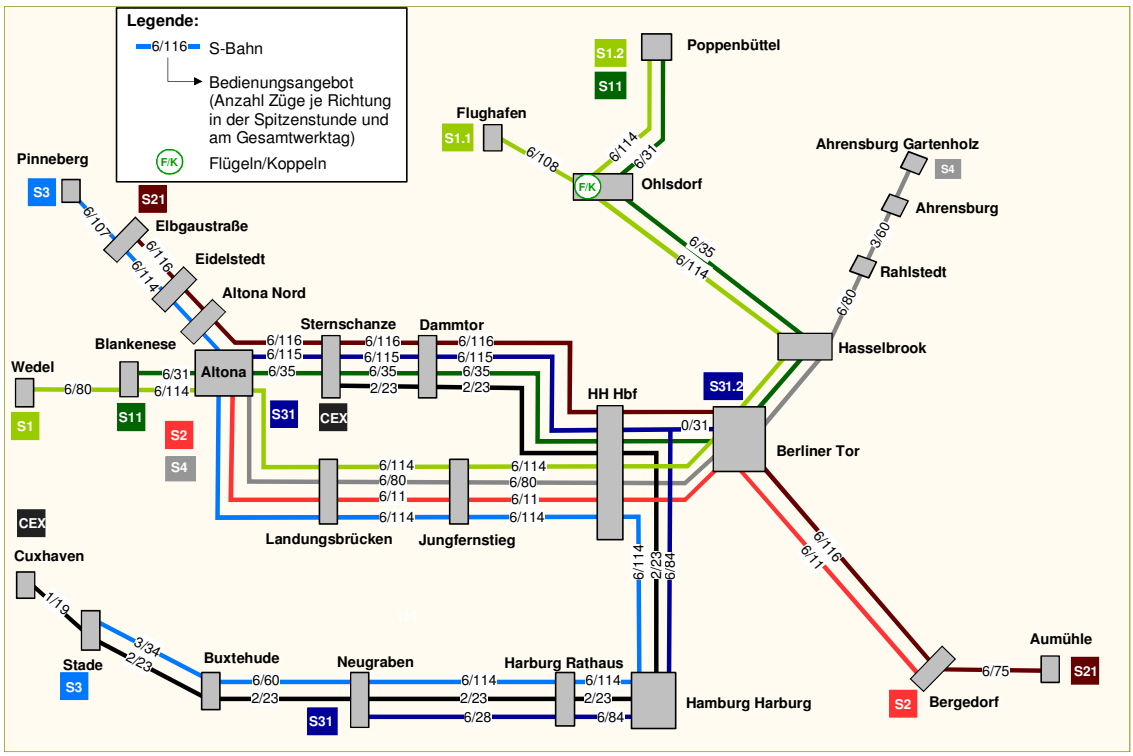


Abb. 8.1: Bedienungsangebot der S-Bahn Hamburg im Planfall KHH 3

Da die S4 die in den anderen Planfällen im 15-Minuten-Takt (HVZ) zwischen (Bad Oldesloe –) Ahrensburg und Hamburg Hbf verkehrende Linie N2 ersetzt, werden entsprechende Bahnsteigkapazitäten im Hamburger Hauptbahnhof frei. Hierdurch werden Durchbindungen aller Züge der Linien

- E 6 Westerland – Itzehoe – Hamburg und
- N 19 Bremen – Tostedt – Hamburg

nach Hamburg Hbf ermöglicht. Darüber hinaus werden durch die Herstellung systemeigener S-Bahn-Gleise zusätzliche Kapazitäten für den SGV auf dem Streckenschnitt Hamburg Hbf – Bad Oldesloe freigemacht.

Auf den Mischbetriebsgleisen zwischen Hamburg Hbf und Lübeck verkehren nur noch die Express-Linien E 2.1 und E 2.2 analog zum Planfall KHH 1. Alle Express-Linien aus dem Bereich Schleswig-Holstein enden in Hamburg Hbf. Aufgrund fehlender Kapazitäten auf der Verbindungsbahn müssen die Nahverkehrslinien aus Neumünster (Linie N 16) und Itzehoe (Linie N 18) in HH Altona Nord enden. Langfristig erscheint eine Überführung dieser Nahverkehrslinien auf die Gleichstrom-S-Bahn entweder im Bereich HH Altona Nord oder zwischen Elbgaustraße und

Krupunder überlegenswert. Im Zuge der Bewertung des Planfalles KHH 3 wurde diese Lösung jedoch nicht weiterverfolgt. Das Bedienungsangebot der Express- und Nahverkehrszüge im Bereich Schleswig-Holstein/Hamburg ist im Einzelnen in Abbildung 8.2 dargestellt.

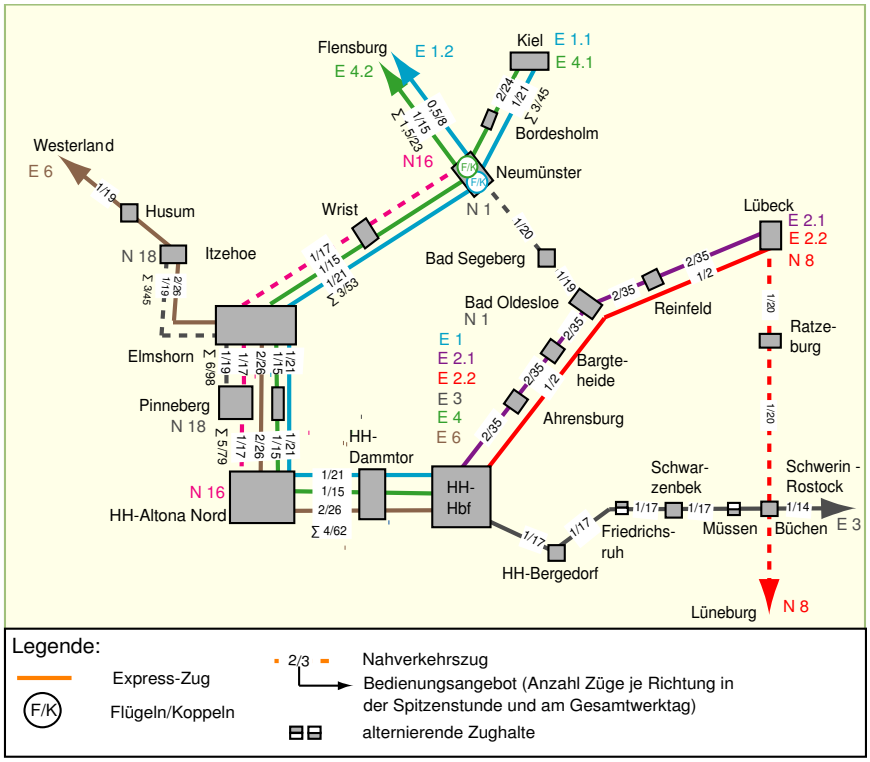


Abb. 8.2: Bedienungsangebot der Express- und Nahverkehrszüge im Bereich Schleswig-Holstein/Hamburg im Planfall KHH 3

Aus dem Bereich Niedersachsen können alle Express- und Nahverkehrslinien nach Hamburg Hbf durchgebunden werden. Die betreffenden Bedienungsangebote sind in Abbildung 8.3 dargestellt.

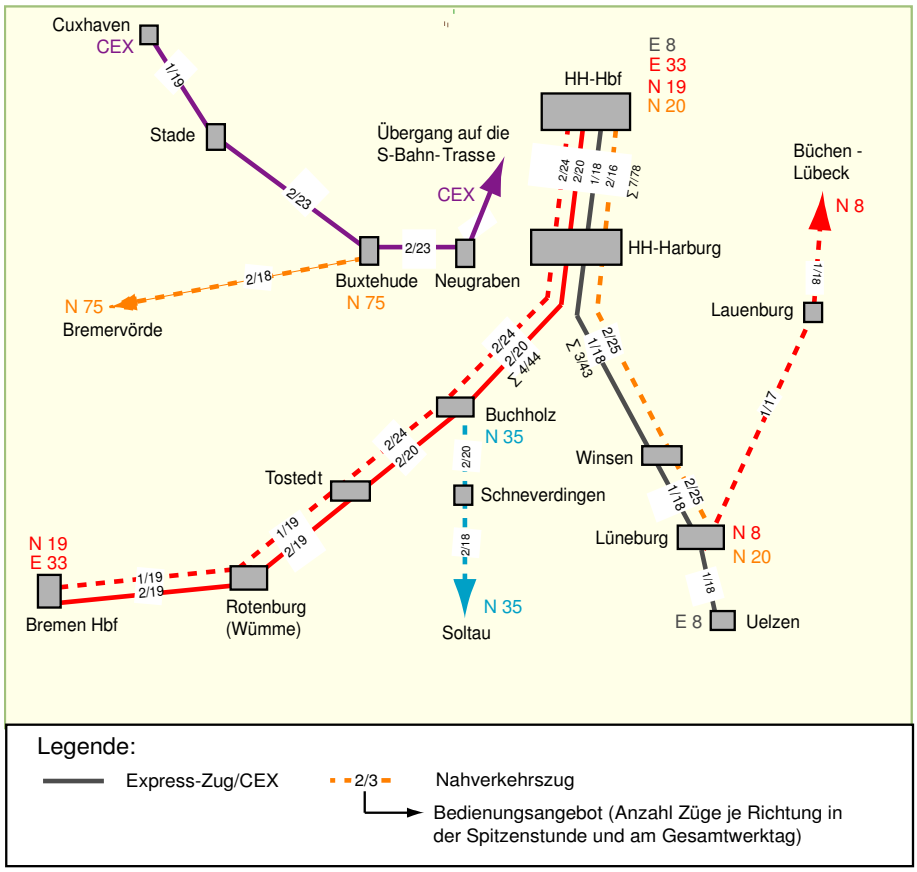


Abb. 8.3: Bedienungsangebot der Express- und Nahverkehrszüge im Bereich Niedersachsen/Hamburg im Planfall KHH 3

Beim SPFV wird durch die freiwerdenden Kapazitäten im Hamburger Hauptbahnhof eine Kurzwende der 8 zwischen Dresden und Hamburg verkehrenden Züge der Linie HGV 3 möglich. Dies führt zu einer Entlastung der Verbindungsbahn und damit zur Verbesserung der Betriebsqualität. Die Bedienungsangebote des SPFV im Planfall KHH 3 zeigt Abbildung 8.4.

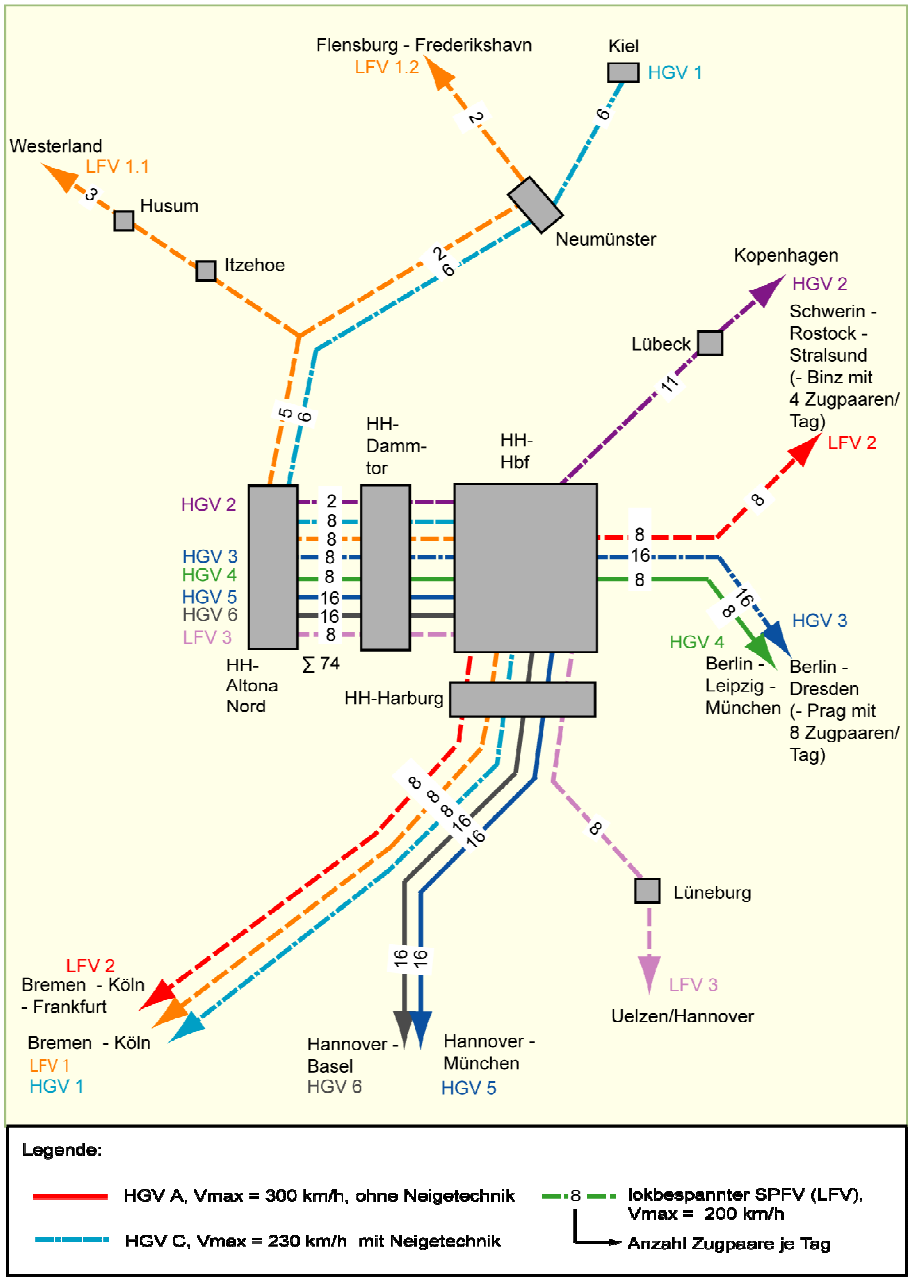


Abb. 8.4: Bedienungsangebot des SPFV im Planfall KHH 3

8.3 Nachfrageprognose für die Güterverkehr

Der Planfall KHH 3 führt im Vergleich zum Planfall KHH 1im Schienengüterverkehr zu einer zusätzlichen Nachfrage nach Verkehrsaufkommen in Höhe von knapp 0,4 Mio Tonnen und nach Verkehrsleistung in Höhe von rund 200 Mio Tonnenkilometern. Unter Ansatz einer durchschnitt-

lichen Nettobeladung von 13,3 t je hafenbezogenem Lkw entspricht dies einer Entlastung des Straßennetzes um etwa 15 Mio Lkw-Kilometer je Jahr. Dieser steht eine jährliche Mehrbelastung des Schienennetzes um eine halbe Mio Zugkilometer gegenüber (vgl. Tab. 8.1).

Auswertegröße	Veränderung
Verlagerte Tonnen (Mio/Jahr)	0,35
Tonnenkilometer Schiene (Mio/Jahr)	200,6
Fahrzeugkilometer Straße (Mio/Jahr)	15,1
Zugkilometer (Mio/Jahr)	0,5

Tab. 8.1: Eckwerte der Aufkommens- und Verkehrsleistungsänderungen bei den Verkehrsträgern Schiene und Straße im Planfall KHH 3

8.4 Nachfrageprognose für die Personenverkehr

Die Personenverkehrsnachfrage im Planfall KHH 3 wurde aus der des Planfalles KHH 2 abgeleitet. Die Eckwerte der Aufkommens- und Verkehrsleistungsänderungen in den konkurrierenden Verkehrsmitteln Pkw und Schienenpersonenverkehr sind in Tabelle 8.2 zusammengestellt.

Verkehrsmittel	Aufkommensänderungen in 1.000 Personenfahrten/Jahr		Verkehrsleistungsänderungen in Mio Personen-km/Jahr	
	Reiseweite ≤ 50 km	Reiseweite > 50 km	Reiseweite ≤ 50 km	Reiseweite > 50 km
Pkw	-2.211	-145	-25,1	-11,9
Schienenpersonenverkehr	2.875	177	32,2	14,0
Summe (induzierter SPV)	664	32	7,1	2,1

Tab. 8.2: Eckwerte der Aufkommens- und Verkehrsleistungsänderungen in den konkurrierenden Verkehrsmitteln Pkw und Schienenpersonenverkehr

Bei den Nachfrageänderungen zwischen den Planfällen KHH 3 und KHH 2 wurde hinsichtlich der Nachfragesegmente mit einer Reiseweite ≤ 50 km und denen mit einer Reiseweite > 50 km unterschieden. Diese Differenzierung erfolgte vorsorglich, um die verkehrlichen Nutzen dem Fernverkehr (Zuständigkeitsbereich Bund) und dem Nahverkehr (Zuständigkeitsbereich Länder) zuscheiden zu können.

Maßgebend für die gesamtwirtschaftliche Bewertung sind aber nicht das vom MIV verlagerte Verkehrsaufkommen, sondern die vom MIV verlagerten Verkehrsleistungen. Im Nachfragesegment „Nahverkehr“ werden 25,1 Mio Pkm/Jahr vom MIV auf den SPV verlagert. Diese wurden unter Ansatz eines mittleren Pkw-Besetzungsgrades im Nahverkehr in Höhe von 1,2 Personen/Pkw (Wertansatz gemäß Standardisierter Bewertung) in verlagerte Betriebsleistungen in Höhe von 20,9 Mio Pkw-km/Jahr umgerechnet. Für das Nachfragesegment „Fernverkehr“ wurden verlagerte Verkehrsleistungen in Höhe von 11,9 Mio Pkm/Jahr ermittelt. Bei einem mittleren Pkw-Besetzungsgrad im Fernverkehr von 1,7 Personen/Pkw sind dies 7,0 Mio Pkw-km/Jahr.

Die für den Planfall KHH 3 maßgebende Matrix des Schienenpersonenverkehrs wurde auf das entsprechende Netzmodell umgelegt. Bemessungsrelevante Unterschiede in den Querschnittsbelastungen ergaben sich nur beim SPNV. Die Querschnittsbelastungen des SPNV sind in Abbildung 8.5 dargestellt.

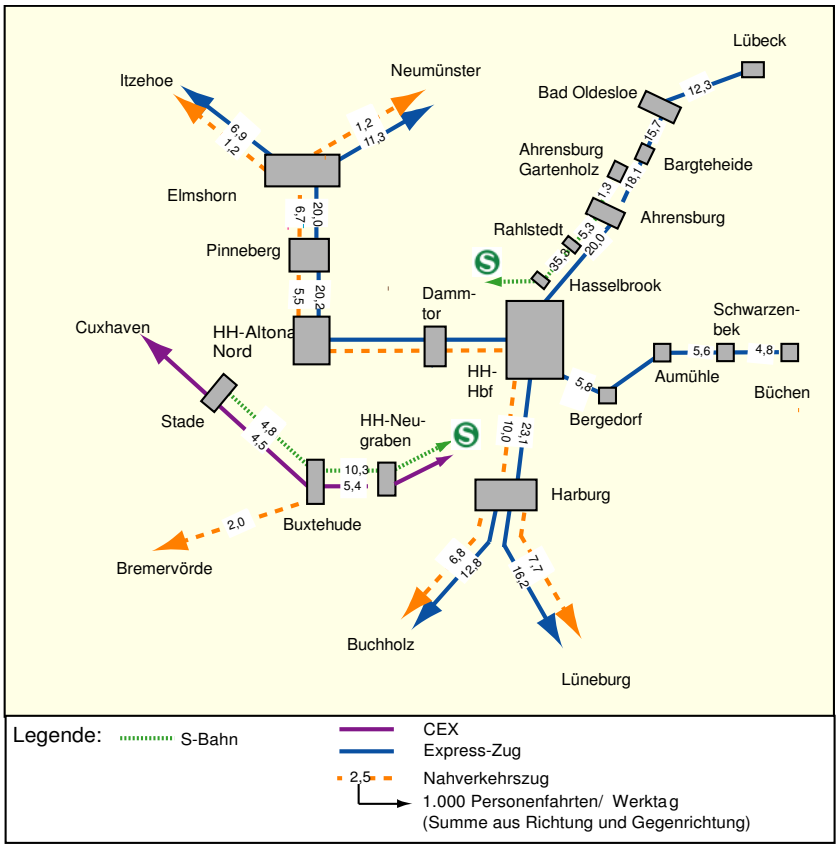


Abb. 8.5: Verkehrsnachfrage des SPNV im Planfall KHH 3

Bei den Querschnittsbelastungen des SPFV ergaben sich keine dimensionierungsrelevanten Unterschiede. Auf eine entsprechende Darstellung wurde daher an dieser Stelle verzichtet.

Anhand der in Abbildung 8.5 dargestellten Querschnittsbelastungen erfolgte ein Abgleich mit den im SPNV angebotenen Platzkapazitäten (vgl. Tabelle 8.3).

Querschnitt	Linie	Eingesetzter Fahrzeugtyp	Gesamtplatzkapazität	Anzahl Züge in der Spitzenstunde in Lastrichtung	Prognostizierte Verkehrsnachfrage in Personenfahrten		Spitzenstundenanteil in %	Gesamtplatzausnutzungsgrad in %
					je Tag und Richtung	je Stunde und Richtung		
Hasselbrook – Claudiusstr.	S4	2xET474	1.028	6	17.650	2.650	15	43
Querschnitt	**Linie**	**Eingesetzter Fahrzeugtyp**	**Sitzplatzkapazität**	**Anzahl Züge in der Spitzenstunde in Lastrichtung**	**Prognostizierte Verkehrsnachfrage in Personenfahrten**		**Spitzenstundenanteil in %**	**Sitzplatzausnutzungsgrad in %**
					je Tag und Richtung	**je Stunde und Richtung**		
Rahlstedt – Ahrensburg	S4	2xET474	416	3	2.650	530	20	42

Tab. 8.3: Dimensionierungsprüfung der im Planfall KHH 3 angebotenen Platzkapazitäten des SPNV

Für den Querschnitt Hasselbrook – Claudiusstraße erfolgte eine Bemessung anhand der verfügbaren Gesamtplatzkapazität mit einem Richtwert des maximalen Ausnutzungsgrades von 65 % und am Querschnitt Rahlstedt – Ahrensburg aufgrund der höheren Reisezeiten in die Hamburger City anhand des maximalen Sitzplatzausnutzungsgrades von 100 %. Die betreffenden Richtwerte werden an beiden Bemessungsquerschnitten unterschritten.

8.5 Verkehrliche Nutzen

In Tabelle 8.4 sind die eingesparten Pkw- bzw. Lkw-Betriebskosten als Funktion der vom Verkehrsträger Straße auf den Verkehrsträger Schiene verlagerten Betriebsleistungen hergeleitet.

Verkehrsmittel	Verlagerte Betriebsleistungen in Mio Fahrzeug-km/Jahr	Einheitskostensatz in €/Fahrzeug-km	Eingesparte Betriebskosten in Mio €/Jahr
Pkw-Fernverkehr	7,0	0,38	2,7
Pkw-Nahverkehr	20,9	0,38	7,9
Lkw	15,1	1,48	22,3
Summe	**43,0**		**32,9**

Tab. 8.4: Verkehrlich Nutzen des Planfalles KHH 3 aus eingesparten Betriebskosten im Straßenverkehr

Insgesamt entstehen aus eingesparten Betriebskosten im Straßenverkehr gesamtwirtschaftliche Nutzen in Höhe von etwa 33 Mio €/Jahr. Diese sind zu etwa einem Drittel auf den Personenverkehr und zu etwa zwei Dritteln auf den Güterverkehr zurückzuführen.

Die Ermittlung der Reisezeitersparnisse im Planfall KHH 3 gegenüber dem Planfall KHH 2 erfolgte nach der „Rule of the Half“. Die Reisezeitnutzen im Nachfragesegment „Fernverkehr“ sind in Tabelle 8.5 unter Ansatz der fortgeschriebenen Zeitwerte des BVWP 2003 hergeleitet.

Nachfragesegment	Reisezeitersparnis in Tsd Std/Jahr auf dem Nachfrageniveau des Planfalles			Zeitwert in €/Std	Reisezeitnutzen in Mio €/Jahr
	KHH 2	KHH 3	Mittelwert aus Planfall KHH 2 und KHH 3		
Fahrtzweck „Geschäft“	4	4	4	23,53	0,1
Fahrtzweck „Rest“	26	26	26	6,29	0,2
Summe	**30**	**30**	**30**		**0,3**

Tab. 8.5: Herleitung der Reisezeitnutzen im Planfall KHH 3 gegenüber dem Planfall KHH 2 im Nachfragesegment „Fernverkehr“

Die Reisezeitersparnisse belaufen sich auf etwa 30 Tsd Std/Jahr. Tabelle 8.6 zeigt die Herleitung der Reisezeitnutzen im Nachfragesegment „Nahverkehr“ aufgrund der Wertansätze der Standardisierten Bewertung.

Nachfragesegment	Reisezeitersparnis in Tsd Std/Jahr auf dem Nachfrageniveau des Planfalles			Zeitwert in €/Std	Reisezeit-nutzen in Mio €/Jahr
	KHH 2	KHH 3	Mittelwert aus Planfall KHH2 und KHH 3		
Erwachsene	470	720	600	7,50	4,5
Schüler	50	50	50	2,00	0,1
Summe	**520**	**770**	**650**		**4,6**

Tab. 8.6: Herleitung der Reisezeitnutzen im Planfall KHH 3 gegenüber dem Planfall KHH 2 im Nachfragesegment „Nahverkehr“

Aufgrund der hohen Verlagerungen vom MIV auf den S-Bahn im Nachfragesegment „Nahverkehr“ sind die Reisezeitersparnisse auf dem Nachfrageniveau des Planfalles KHH 3 um 250 Tsd Stunden/Jahr höher als die auf dem Nachfrageniveau des Planfalles KHH 2. Im Mittel können 650 Tsd Stunden/Jahr eingespart werden. Zusammen mit den Reisezeitersparnissen des Nachfragesegmentes „Fernverkehr“ ergeben sich monetarisierte Reisezeitersparnisse in Höhe von rund 4,9 Mio €/Jahr.

In Tabelle 8.7 sind die aus Verlagerungen vom Lkw und Pkw auf den Schienenverkehr zu erwartenden Einsparungen von Abgasemissions- und Unfallfolgekosten hergeleitet.

Verkehrsmittel	Verlagerte Betriebsleistungen in Mio Fahrzeug-km/Jahr	Wertansatz in €/Fahrzeug-km		Nutzenbeitrag in Mio €/Jahr	
		Abgasemissionskosten	Unfallfolgekosten	Abgasemissionskosten	Unfallfolgekosten
Pkw-Fernverkehr	7,0	0,043	0,04	0,3	0,3
Pkw-Nahverkehr	20,9	0,043	0,04	0,9	0,8
Lkw	15,1	0,210	0,04	3,2	0,6
Summe	**43,0**			**4,4**	**1,7**

Tab. 8.7: Nutzen aus vermiedenen Abgasemissionen und Unfallfolgekosten im Planfall KHH 3

Insgesamt können durch die verlagerten Betriebsleistungen vom Straßen- auf den Schienenverkehr Abgasemissionskosten in Höhe von 4,4 Mio €/Jahr und Unfallfolgekosten in Höhe von knapp 2 Mio €/Jahr eingespart werden.

Neben den vermiedenen CO_2-Emissionskosten des Straßenverkehrs sind in der gesamtwirtschaftlichen Bewertung auch die Änderungen der CO_2-Emissionskosten für die Erzeugung der Traktionsenergie des SPV und des SGV zu berücksichtigen (vgl. Tabelle 8.8).

Kostenkomponente	Kostensaldo zwischen Planfall KHH 3 und Planfall KHH 2 in Mio €/Jahr
CO_2-Emissionen des SPFV	-0,1
CO_2-Emissionen des SPNV	1,0
CO_2-Emissionen des Metrobus	-0,2
CO_2-Emissionen des SGV	0,8
Summe	**1,5**

Tab. 8.8: Saldo der CO_2-Emissionskosten zwischen den Planfällen KHH 3 und KHH 2

Während im Planfall KHH 3 infolge der Kurzwende eines Teils der Linie HGV 3 CO_2-Emissionskosten in Höhe von 0,1 Mio €/Jahr eingespart werden können, erhöhen sich die CO_2-Emissionskosten des SPNV und des SGV aufgrund der Traktionsenergie für die zusätzlichen Betriebsleistungen um 1,0 bzw. 0,8 Mio €/Jahr. Hinzu kommen noch Einsparungen in Höhe von 0,2 Mio €/Jahr, die sich aus Reduktion der Bedienungshäufigkeiten des parallel zur S4 verkehrenden Metrobusses ergeben.

8.6 Betriebskostenänderungen im SGV

In Tabelle 8.9 sind die saldierten Mehrkosten zwischen Projekt- und Basisszenario für den SGV in Höhe von insgesamt 11 Mio € je Jahr in der Differenzierung nach Kostenarten aufgeführt.

Kostenkomponente	Kostensaldo zwischen Planfall KHH 3 und Planfall KHH 2 in Mio €/Jahr
Fahrzeugvorhaltekosten	0,8
Betriebsführungskosten, davon	10,3
Abfertigungskosten	3,9
Transaktionskosten	5,4
Zugbildungskosten	0,4
Zugförderkosten	0,5
Summe	11,1

Tab. 8.9: Saldo der laufleistungsabhängigen Unterhaltungs- und Energiekosten zwischen den Planfällen KHH 3 und KHH 2

8.7 Betriebskostenänderungen im SPV

Die Einführung der S-Bahn-Linie S4 nach Ahrensburg Gartenholz als Ersatz für die im Bezugsfall 2025 unterstellte Bedienung mit Nahverkehrszügen sowie die Reduktion der Bedienungshäufigkeiten in dem parallel zur S4 verkehrenden Metrobus führen zu den in Tabelle 8.10 zusammengestellten Betriebskostenänderungen.

Kostenkomponente	Kostensaldo zwischen Planfall KHH 3 und Planfall KHH 2 in Mio €/Jahr
Kapitaldienst Fahrzeuge	1,3
Unterhaltung Fahrzeuge (zeitabhängig)	0,4
Energie Fahrzeuge	0,6
Unterhaltung Fahrzeuge (laufleistungsabhängig)	0,5
Betriebskosteneinsparungen Metrobus	-0,8
Fahrpersonal (Triebfahrzeugführer und Zugbegleiter)	0,0
Summe	**2,0**

Tab. 8.10: Betriebskostenänderungen des SPNV zwischen den Planfällen KHH 3 und KHH 2

Insgesamt erhöhen sich die SPNV-Betriebskosten im Planfall KHH 3 gegenüber dem Planfall KHH 2 um 2,0 Mio €/Jahr. Beim SPFV entstehen im Planfall KHH 3 durch die Einführung der Kurzwende eines Teils der Linie HGV 3 Einsparungen in Höhe von 0,4 Mio €/Jahr.

8.8 Zusammenstellung der Nutzen- und Kostenkomponenten

Da keine aktuelle Ermittlung der Investitionskosten für die systemeigene S-Bahn-Infrastruktur bis Ahrensburg Gartenholz vorliegt, ist für den Planfall KHH 3 die Berechnung eines Nutzen-Kosten-Verhältnisses nicht möglich. Daher erfolgt an dieser Stelle eine Zusammenstellung der Nutzen- und Kostenkomponenten für die drei Netznutzer SGV, SPFV und SPNV. Aus dieser Zusammenstellung kann auf ein maximal mögliches Investitionsvolumen rückgeschlossen werden. Darüber hinaus können die betreffenden Nutzen Hinweise auf ein mögliches Aufteilungsverhältnis zwischen SGV und SPFV einerseits (BSchwAG) und SPNV andererseits (GVFG) geben. In Tabelle 8.11 sind die Nutzen- und Kostenkomponenten des Netznutzers SGV zusammengestellt.

Nutzen- bzw. Kostenelemente	Nutzen (+)/ Kosten (-) in Mio €/Jahr
Eingesparte Lkw-Betriebskosten	22,3
Vermiedene Abgasemissionen Lkw	3,2
Vermiedene Unfallfolgekosten Lkw	0,6
Betriebsführungskosten und Fahrzeugvorhaltungskosten SGV	-11,1
CO_2-Emissionskosten SGV	-0,8
Summe	**14,3**

Tab. 8.11: Nutzen- und Kostenkomponenten des SGV im Planfall KHH 3

Insgesamt ergeben sich für den Bereich SGV jährliche Nutzen in Höhe von 14,3 Mio €. Ebenfalls der Finanzierungsquelle BSchwAG zuzuordnen sind die in Tabelle 8.12 dargestellten Nutzen im Bereich SPFV.

Nutzen- bzw. Kostenelemente	Nutzen (+)/ Kosten (-) in Mio €/Jahr
Eingesparte Pkw-Betriebskosten	2,7
Vermiedene Abgasemissionen Pkw	0,3
Vermiedene Unfallfolgekosten Pkw	0,3
Reisezeitnutzen	0,3
Betriebsführungskosten und Fahrzeugvorhaltungskosten SPFV	0,4
CO_2-Emissionskosten SPFV	0,1
Summe	**4,1**

Tab. 8.12: Nutzen- und Kostenkomponenten des SPFV im Planfall KHH 3

Der Finanzierungsquelle GVFG zuzuordnen sind die in Tabelle 8.13 dargestellten Nutzen- und Kostenkomponenten des SPNV bzw. des Metrobusses.

Nutzen- bzw. Kostenelemente	Nutzen (+)/ Kosten (-) in Mio €/Jahr
Eingesparte Pkw-Betriebskosten	7,9
Vermiedene Abgasemissionen Pkw	0,9
Vermiedene Unfallfolgekosten Pkw	0,8
Reisezeitnutzen	4,6
Betriebsführungskosten und Fahrzeugvorhaltungskosten SPNV	-2,8
Eingesparte Betriebskosten Metrobus	0,8
CO_2-Emissionskosten SPNV/Metrobus	-0,8
Summe	**11,4**

Tab. 8.13: Nutzen- und Kostenkomponenten des SPNV im Planfall KHH 3

In Abbildung 8.6 sind die Nutzensummen für die drei Netznutzer noch einmal vergleichend gegenübergestellt.

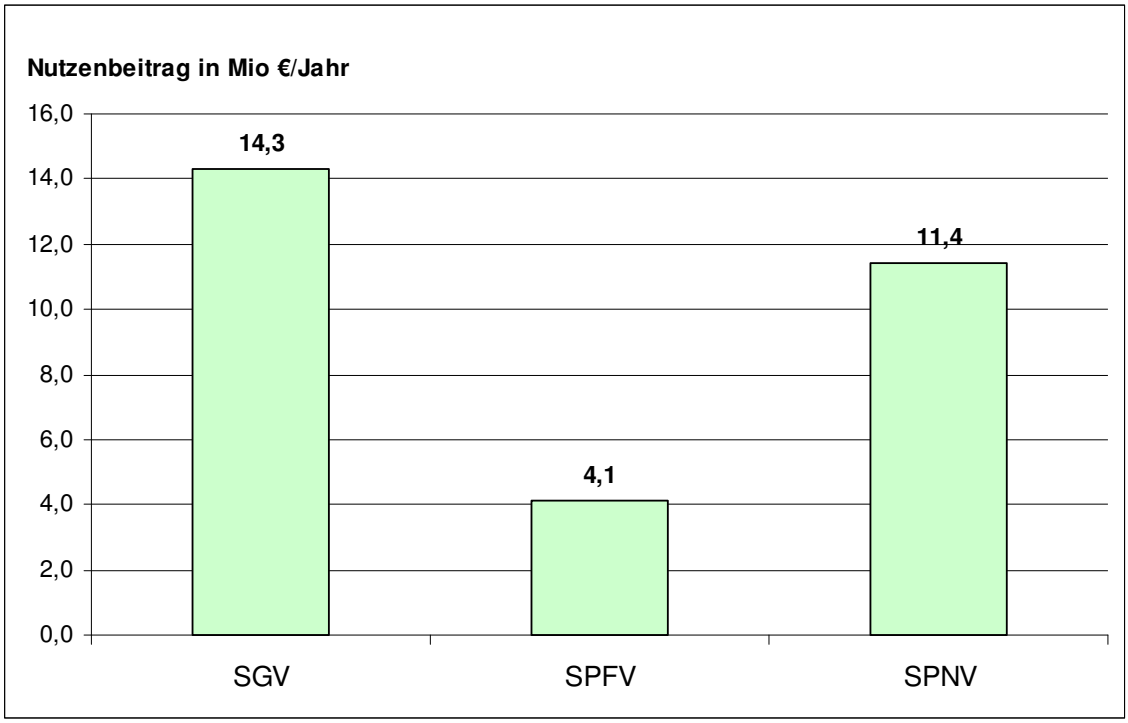


Abb. 8.6: Gegenüberstellung der Nutzenbeiträge aus den Bereichen SGV, SPFV und SPNV

Insgesamt werden vom Planfall KHH 3 gegenüber dem Planfall KHH 2 gesamtwirtschaftliche Nutzen in Höhe von 29,8 Mio €/Jahr hervorgerufen. Hiervon entfallen knapp 40 % auf den SPNV und der Rest auf die Summe aus SGV und SPFV. Bei einem angenommenen Nutzen-Kosten-Verhältnis von 1,0 wäre mit den oben dargestellten gesamtwirtschaftlichen Nutzen ein Investitionsvolumen in Höhe von etwa 550 Mio € möglich. Dieser Abschätzung liegen die folgenden weiteren Annahmen zugrunde:

- Durchschnittliche Nutzungsdauer aller Anlagenteile: 40 Jahre,
- Mittlerer Unterhaltungskostensatz: 1,0 %.

9 FAZIT

Angesichts des dynamischen Wachstums der Seehafen-Hinterlandverkehre bestehen im Knoten Hamburg zum Prognosehorizont 2025 für den Schienengüterverkehr Engpässe insbesondere in den Bereichen HH Harburg / Maschen / Buchholz und Veddel / Wilhelmsburg. Zu deren Beseitigung wurde ein Maßnahmenpaket mit einem Investitionsvolumen von etwa 430 Mio € konzipiert und als Planfall Knoten Hamburg 1 (KHH 1) bewertet. Aufgrund des hohen Nachfrageüberhangs im Bezugsfall 2025 (Szenario ohne Ausbaumaßnahmen im Knotenbereich Hamburg) ergab sich ein weit überdurchschnittliches Nutzen-Kosten-Verhältnis in Höhe von 17,0.

Während durch die Realisierung dieses Maßnahmenpaketes im Bereich Veddel / Wilhelmsburg sämtliche im Bezugsfall 2025 bestehenden Engpässe beseitigt werden können, sind im Bereich HH Harburg / Maschen / Buchholz nach wie vor 5 SGV-Züge je Tag nicht konstruierbar. Darüber hinaus müssen weitere Züge aus Richtung Lauenbrück zeitlich verschoben oder via Maschen umgeleitet werden. Dies führt zu entsprechend negativen modalen Wirkungen und damit zusätzlich zu den ohnehin schon prognostizierten Nachfragesteigerungen zu einem weiteren deutlichen Anstieg der Belastung des Straßennetzes im Hafenbereich um rund 360 Lkw-Fahrten je Tag.

Diese Engpässe sind insbesondere auf Kreuzungskonflikte des Schienengüterverkehrs mit der Express-Linie Cuxhaven – Hamburg zurückzuführen. Einzige Möglichkeit zur Beseitigung dieser Konflikte ist eine Überführung dieser Linie auf die S-Bahn-Gleise in Neugraben. Die alternativ geprüfte Realisierung geeigneter Überwerfungsbauwerke ist in Anbetracht der beengten Verhältnisse im Knoten HH Harburg nicht möglich. Als weitere Lösungsmöglichkeit wurde eine Führung der Express-Linie über die Hafenbahn untersucht. Aufgrund der bestehenden eingleisigen Abschnitte ist die Aufrechterhaltung eines Taktfahrplans über diese Route betrieblich jedoch nicht machbar.

Die Überführung der Express-Linie Cuxhaven – Hamburg auf die S-Bahn erfordert den Einsatz von Zweistrom-Fahrzeugen (Gleich-/Wechselstrom). Ähnlich geartete Fahrzeuge sind bereits heute auf der S3 Stade – HH Altona im Einsatz. Bezüglich der Innenausstattung dieser Fahrzeuge wurde von einem Standard entsprechend dem heute zwischen Cuxhaven und Hamburg eingesetzten Wagenmaterial ausgegangen. Die neue Zweistrom-Linie wird im Folgenden als „Cuxhaven-Express“ (CEX) bezeichnet.

Die Einführung eines Zweistrombetriebes bis Cuxhaven erfordert eine Wechselstromelektrifizierung und die Anhebung der Bahnsteighöhen auf 76 cm auf dem Streckenabschnitt Stade – Cuxhaven. Die hierfür erforderlichen Investitionen in Höhe von 100 Mio € wurden im Planfall KHH 2 bewertet. Beim Personenverkehr ergaben sich positive gesamtwirtschaftliche Nutzen, da bei annähernd gleichen Fahrzeiten im Planfall KHH 2 aufgrund der Bedienung der zusätzlichen Unterwegshalte zwischen Stade und HH Sternschanze eine bessere Flächenerschließung durch den Cuxhaven-Express gegenüber der heutigen Express-Linie erfolgt. Die Bereitstellung weiterer Kapazitäten für den Schienengüterverkehr führt zu einem Verlagerungseffekt vom Straßen- auf den Schienengüterverkehr auf die Eisenbahn. Der Planfall erzielte ein Nutzen-Kosten-Verhältnis von 8,2.

Der mit dem Planfall KHH 2 verbundene Eingriff in das Angebotsgefüge des Schienenpersonennahverkehrs wird von dem betreffenden Aufgabenträger als äußerst problematisch angesehen. Dies ist insbesondere durch die bestehenden vertraglichen Bindungen mit dem für die Express-Linie Cuxhaven – Hamburg maßgebenden Eisenbahnverkehrsunternehmen und die Festlegung auf die dort verkehrenden lokbespannten Züge mit Dieseltraktion begründet. Diese Züge wurden gerade erst für den Fahrzeugpool des Landes Niedersachsen beschafft. Für den Fall, dass diese nicht mehr benötigt werden, dürfte nur schwer eine andere Verwendungsmöglichkeit gefunden werden können.

Die Engpässe im Knoten Hamburg für den Schienenpersonenverkehr sind weniger bei den Streckenkapazitäten, sondern vielmehr bei den Kapazitäten des Hamburger Hauptbahnhofs zu suchen. Diese sind aufgrund der baulichen Gegebenheiten nur sehr begrenzt erweiterbar. Die einzige Möglichkeit hierzu besteht in der Überbauung des bestehenden Gleises 10 mit einer neuen Bahnsteigkante für das Gleis 9.

Nachhaltige Verbesserungen der Leistungsfähigkeit des Hamburger Hauptbahnhofes können nur durch Ersatz von Nahverkehrsleistungen durch S-Bahn-Leistungen auf systemeigenen Gleisen erzielt werden. Daher wurde im Planfall KHH 3 der Ersatz der Nahverkehrslinie (Bad Oldesloe –) Ahrensburg – Hamburg Hbf durch eine S-Bahn-Linie von Ahrensburg Gartenholz via Hamburg Hbf und City-S-Bahn nach HH Altona mit der Einführung von systemeigenen S-Bahn-Gleisen untersucht.

Hierbei wurde ebenfalls von einem Zweistrombetrieb (Gleich-/Wechselstrom) ausgegangen. Damit wird eine mögliche Verlängerung der S-Bahn nach Bad Oldesloe offen gehalten. Die theoretisch denkbare Einrichtung einer systemreinen Gleichstrom-S-Bahn auf der Achse nach Ah-

rensburg wurde nicht weiter untersucht, da die neuen Gleise sowohl nördlich als auch südlich der bestehenden Gleise realisiert werden müssen. Die gerade erst realisierte Wechselstromelektrifizierung der Strecke Hamburg – Lübeck würde damit zumindest für ein Gleis eine verlorene Investition darstellen.

Durch den Entfall der Nahverkehrslinie Bad Oldesloe – Hamburg Hbf werden im Hamburger Hauptbahnhof zusätzliche Bahnsteigkanten frei, die eine Durchbindung sämtlicher Express-Linien aus Richtung Schleswig-Holstein sowie sämtlicher Nahverkehrs- und Express-Linien aus Richtung Niedersachsen/Bremen nach Hamburg Hbf möglich machen. Für die Nahverkehrszüge aus Richtung Schleswig-Holstein ist dies aus Gründen der mangelnden Trassenkapazitäten auf der Verbindungsbahn nicht möglich. Diese müssen wie im Bezugsfall 2025 in HH Altona Nord enden.

Eine Weiterführung der Nahverkehrslinien in die Hamburger City ist nur im Zweistrombetrieb mit Übergang auf die S-Bahn-Gleise entweder im Bereich des Bahnhofs HH Altona Nord oder nordöstlich des Betriebswerkes HH Eidelstedt möglich. Die hierzu erforderlichen Überprüfungen der betrieblichen Machbarkeit und die Untersuchung der Auswirkungen auf die Fahrplanstabilität des Hamburger S-Bahn-Systems waren nicht Gegenstand der Knotenstudie Hamburg und sind ggf. in einer weiterführenden Studie zu überprüfen.

Für den im Planfall KHH 3 untersuchten Neubau systemeigener S-Bahn-Gleise nach Ahrensburg Gartenholz liegen keine Vorplanungen mit der erforderlichen Bearbeitungstiefe und keine hierauf aufbauenden Kostenschätzungen vor. Daher beschränkte sich die Bewertung dieses Planfalles auf die Ermittlung der zu erwartenden gesamtwirtschaftlichen Nutzen und die Abschätzung des hierbei möglichen Investitionsbedarfes. Bei einem angenommenen Nutzen-Kosten-Verhältnis von 1,0 lassen sich Investitionen in die Eisenbahninfrastruktur in Höhe von etwa 550 Mio € rechtfertigen.

In Anbetracht dieses Investitionsvolumens ist zu erwarten, dass eine spätere Nutzen-Kosten-Untersuchung zu einem positiven Bewertungsergebnis führen wird. Dies ist unter anderem dadurch begründet, dass der Investitionsbedarf für die eigenen S-Bahn-Gleise in einer Machbarkeitsstudie für die S-Bahn Hamburg GmbH aus dem Jahr 2002 mit etwa 210 Mio € abgeschätzt wurde. Damit bestehen noch ausreichende Reserven sowohl für inflationsbedingte Erhöhungen des Investitionsbedarfes als auch für Erhöhungen, die sich aus einer detaillierteren Vorplanung ergeben könnten.