



Schlussbericht
Mai 2023

**Nutzen-Kosten-Untersuchung
für die U-Bahn-Linie U5 in
Hamburg**

Auftragnehmer

Intraplan Consult GmbH

Dingolfinger Straße 2
81673 München

Geschäftsführung

Frank Schäfer
Tobias Kluth
Bernd Kollberg

Ansprechpartner

Bernd Kollberg
T +49 (89) 459 11 – 122
bernd.kollberg@intraplan.de

Peter Jordan
T +49 (89) 459 11 – 114
peter.jordan@intraplan.de

Auftraggeber

Hamburger Hochbahn AG
Steinstraße 20
20095 Hamburg

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	6
2	Beschreibung des Investitionsvorhabens und des Untersuchungsgebiets	7
2.1	Beschreibung des Investitionsvorhabens	7
2.2	Beschreibung des Untersuchungsgebiets	8
3	Verkehrsangebot und Verkehrsnachfrage in der Analyse	10
3.1	Verkehrsangebot	10
3.1.1	ÖPNV-Netz	10
3.1.2	MIV-Netz	11
3.2	Verkehrsnachfrage	11
3.2.1	Quelle-Ziel-Matrix für den ÖPNV	11
3.2.2	Quelle-Ziel-Matrix für den MIV	11
3.2.3	Matrixeckwerte	11
3.2.4	Abgleich modellierter und gezählter Querschnittsbelastungen ÖPNV	13
4	Verkehrsangebot und Verkehrsnachfrage im Ohnefall	14
4.1	Verkehrsangebote	14
4.1.1	ÖPNV-Netz	14
4.1.2	MIV-Netz	15
4.1.3	Parkplatzverfügbarkeiten	15
4.1.4	Für den Einsatz vorgesehene Fahrzeugtypen	16
4.2	Strukturprognosen	18
4.2.1	Einwohnerentwicklung	18
4.2.2	Erwerbstätigenentwicklung	19
4.3	Verkehrsnachfrage	19
4.3.1	Matrixeckwerte	19
4.3.2	ÖPNV-Umlegung Ohnefall	20
4.4	Dimensionierungsprüfung	21
5	Verkehrsangebot und Verkehrsnachfrage im Mitfall	23
5.1	Verkehrsangebote	23
5.1.1	U-Bahn	23
5.1.2	Bus	25
5.2	Verkehrsnachfrage	26
5.2.1	Eckwerte der Verkehrsnachfrage	26
5.2.2	ÖPNV-Umlegung Mitfall	26
5.3	Dimensionierungsprüfung	28

6	Gesamtwirtschaftliche Bewertung	29
6.1	Saldo Fahrgastnutzen ÖPNV und Saldo ÖPNV-Fahrgeld	29
6.2	Saldo ÖPNV-Betriebskosten	30
6.2.1	Fahrzeugkosten ÖPNV	30
6.2.2	Energiekosten ÖPNV	31
6.2.3	Personalkosten ÖPNV	32
6.2.4	Summe Betriebskosten ÖPNV	32
6.3	Saldo der Unfallfolgekosten	32
6.4	Saldo der CO₂-Emissionen	33
6.4.1	Saldo CO ₂ -Emissionen Betrieb	33
6.4.2	Saldo CO ₂ -Emissionen Fahrzeugherstellung	33
6.4.3	Saldo CO ₂ -Emissionen Infrastrukturherstellung	33
6.4.4	Zusammenstellung Saldo CO ₂ -Emissionen	33
6.5	Saldo der Schadstoffemissionskosten	34
6.6	Nutzen gesellschaftlich auferlegter Investitionen	34
6.7	Nutzenbeiträge aus nutzwertanalytischen Teilindikatoren	34
6.7.1	Funktionsfähigkeit der Verkehrssysteme	34
6.7.2	Primärenergieverbrauch	36
6.7.3	Resilienz von Schienennetzen	36
6.8	Fakultativer Modellbaustein Dynamisierung der Nutzen- und Kostenbeiträge innerhalb des Betrachtungszeitraumes / Wachstumsreserven	38
6.9	Investitionen, Kapitaleinsatz und Unterhaltungskosten für die ortsfeste Infrastruktur	38
6.10	Veranstaltungsverkehre	39
6.10.1	Veranstaltungsverkehr Stadion	39
6.10.2	Veranstaltungsverkehr Barclays-Arena	40
6.11	Ermittlung des gesamtwirtschaftlichen Beurteilungsindikators	41
7	Zusammenfassung	42
A	Anhang	
A.1	Abgleich der Umlegungsergebnisse ÖPNV mit Zählwerten	
A.2	Dimensionierungsprüfung	
A.3	Formblätter der Standardisierten Bewertung (Version 2016+)	

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1	Übersichtslageplan des Investitionsvorhabens	7
Abbildung 2-2	Verkehrszelleneinteilung Verkehrsmodell Hamburg	8
Abbildung 2-3	Verkehrszelleneinteilung im Einzugsgebiet	9
Abbildung 3-1	Relevantes Schnellbahnnetz in der Analyse	10
Abbildung 3-2	Zonierung Hamburgs für die Auswertungen von Grobrelationen	12
Abbildung 3-3	Umlegungsergebnisse ÖPNV in der Analyse	13
Abbildung 4-1	Relevantes ÖPNV-Netz im Ohnefall	14
Abbildung 4-2	Parkplatzverfügbarkeiten im Prognosejahr 2035 unter Berücksichtigung des VEP-Handlungskonzepts	16
Abbildung 4-3	Umlegungsergebnisse ÖPNV im Ohnefall	21
Abbildung 5-1	Relevantes ÖPNV-Netz im Mitfall	24
Abbildung 5-2	Umlegungsergebnisse ÖPNV im Mitfall	26
Abbildung 5-3	Differenzbetrachtung der Umlegungsergebnisse ÖPNV im Mit- und Ohnefall	27
Abbildung 6-1	Übersichtskarte Funktionsfähigkeit der Verkehrssysteme	35
Abbildung 6-2	Resilienz von Schienennetzen Störungsszenario Mitfall	37

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1	Matrizeckwerte des Quell-, Ziel- und Binnenverkehrs Hamburgs in der Analyse	11
Tabelle 3-2	Matrizeckwerte des Quell-, Ziel- und Binnenverkehr im engeren Einzugsbereich der Maßnahme	12
Tabelle 4-1	Veränderungen im ÖPNV-Angebot vom Istzustand zum Ohnefall	14
Tabelle 4-2	Für den Einsatz vorgesehene Fahrzeugtypen	17
Tabelle 4-3	Prognose der Einwohner	18
Tabelle 4-4	Prognose der Erwerbstätigen	19
Tabelle 4-5	Matrizeckwerte des Quell-, Ziel- und Binnenverkehrs Hamburgs im Ohnefall	19
Tabelle 4-6	Eckdaten aus Matrizen der Verkehrsbeziehungen und Widerstandsmatrizen	20
Tabelle 5-1	Fahrzeiten Linie U5	23
Tabelle 5-2	Bedienungshäufigkeit Linie U5 nach Abschnitten	24
Tabelle 5-3	Anpassungen Busnetz im Mitfall	25
Tabelle 6-1	Mengengerüste der Standardisierten Bewertung	30
Tabelle 6-2	Zusammenstellung Betriebskosten ÖPNV	32
Tabelle 6-3	Saldo der CO ₂ -Emissionen	34
Tabelle 6-4	Saldo der Schadstoffemissionskosten	34
Tabelle 6-5	Ergebnisse Funktionsfähigkeit der Verkehrssysteme	35
Tabelle 6-6	Saldo des Primärenergieverbrauchs	36
Tabelle 6-7	Herleitung des Nutzen-Kosten-Indikators	41

1 Einführung

Das bestehende U-Bahn-Netz der Freien und Hansestadt Hamburg soll durch den Bau einer zusätzlichen U-Bahn-Linie ergänzt werden. Ziel der neuen Linie U5 ist einerseits die verbesserte Erschließung von Stadtteilen im Osten und Westen des Stadtzentrums, welche bisher nicht an das Schnellbahnnetz Hamburgs angeschlossen sind, andererseits aber auch die spürbare Entlastung des Busnetzes, welches teilweise die Kapazitätsgrenze erreicht hat. Die Linie U5 soll dabei auf einer Länge von 23,3 Kilometern vollautomatisch und überwiegend im Tunnel von Bramfeld im Osten über City Nord, Hauptbahnhof, Universitätsklinikum Eppendorf und Hagenbecks Tierpark bis zu den Arenen im Volkspark verkehren und insgesamt 23 Haltestellen bedienen.

Das Standardisierte Bewertungsverfahren wurde für den Bau der U5 durchgeführt, um Fördermittel nach dem Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz (GVFG) beantragen zu können. Angewendet wurde die Version 2016+ des Standardisierten Bewertungsverfahrens.

Die Bearbeitung in dieser Standardisierten Bewertung erfolgte in den vier Schritten Analyse, Ohnefall, Mitfall und Bewertung:

- » Arbeitsschritt 1:
Im Arbeitsschritt „Analyse“ wurden eine Aktualisierung des Verkehrsangebots im engeren Untersuchungsraum und eine Netzezeichnung vor allem im U-Bahn-Netz und im engeren Untersuchungsraum vorgenommen. Des Weiteren wurde die Verkehrsnachfrage anhand von Mobilfunkdaten kalibriert.
- » Arbeitsschritt 2:
Der Ohnefall dieser Standardisierten Bewertung berücksichtigte neben der Strukturdatenentwicklung weitere wichtige ÖPNV-Ausbauvorhaben wie u. a. die S21 bis Kaltenkirchen, die S4 bis Bad Oldesloe, die Verlängerung der U4 zur Horner Geest und die Entwicklung des Busnetzes.
- » Arbeitsschritt 3:
Der Mitfall umfasste die Einführung der U5 von Bramfeld zu den Arenen über City Nord, Hauptbahnhof, Jungfernstieg, Universitätsklinikum Eppendorf, Hagenbecks Tierpark und damit verbundene Anpassungen im Busnetz.
- » Arbeitsschritt 4:
Die Bewertung der Maßnahme erfolgte nach den Regularien der Standardisierten Bewertung Version 2016+ mit der Berechnung des Nutzen-Kosten-Verhältnisses.

Die Untersuchung wurde von einem Arbeitskreis begleitet, in dem

- » das Bundesministerium für Digitales und Verkehr,
 - » die Freie und Hansestadt Hamburg (FHH), vertreten durch die Behörde für Verkehr und Mobilitätswende,
 - » die Hamburger Hochbahn AG und
 - » der Gutachter Intraplan Consult GmbH
- vertreten waren.

2 Beschreibung des Investitionsvorhabens und des Untersuchungsgebiets

2.1 Beschreibung des Investitionsvorhabens

Der Bau der neuen U5 umfasst eine 23,3 km lange U-Bahn-Neubaustrecke, wobei die Linie überwiegend unterirdisch geführt wird. Lediglich der Abschnitt im Bereich der Haltestelle Sengelmannstraße, an welcher eine Verknüpfung mit der Linie U1 besteht und das vorhandene oberirdische Stationsbauwerk genutzt werden kann, befindet sich an der Oberfläche. Weitere Umsteigeknoten mit den Bestands-U-Bahn-Linien werden darüber hinaus an den Haltestellen Borgweg (U3), Hauptbahnhof (U1-U4), Jungfernstieg (U1, U2 und U4), Stephansplatz (U1), Hoheluftbrücke (U3) und Hagenbecks Tierpark (U2) geschaffen. Als erste Linie des Hamburger U-Bahn-Netzes wird die U5 vollautomatisch betrieben werden. Der genaue Verlauf sowie die einzelnen Stationen der neuen Linie sind in der nachfolgenden Abbildung 2-1 ersichtlich. Die U5 kann grundsätzlich in zwei Abschnitte unterteilt werden: U5 Ost (Bramfeld – City Nord) und U5 Mitte (Jarrestraße – Arenen Volkspark). Die U5 Ost ist in der Abbildung mit einer durchgezogenen Linie dargestellt, da zum Zeitpunkt der Berichtsverfassung für diesen Abschnitt der Planfeststellungsbeschluss vorliegt und die Bauarbeiten bereits begonnen wurden. Der Teilabschnitt CityNord – Jarrestraße befindet sich in der Entwurfsplanung. Für den verbleibenden Streckenabschnitt befindet sich die Entwurfsplanung in der Vorbereitung. Die Nutzen-Kosten-Untersuchung berücksichtigt die Nutzen und Kosten der Gesamtlinie U5.

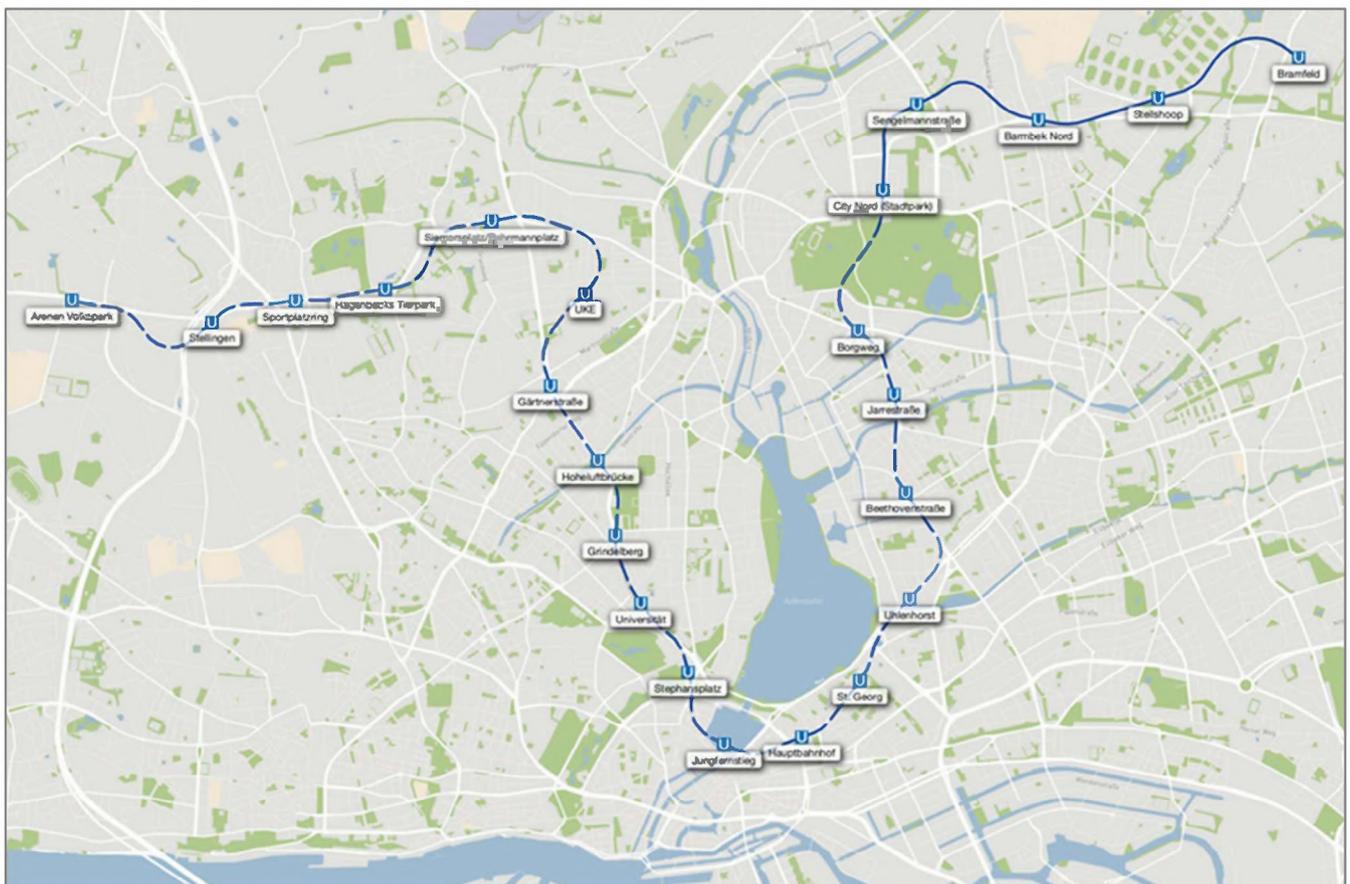


Abbildung 2-1 Übersichtslageplan des Investitionsvorhabens
(Quelle: Hamburger Hochbahn)

2.2 Beschreibung des Untersuchungsgebiets

Das Untersuchungsgebiet und damit das Verkehrsmodell umfasst das gesamte Gebiet des Hamburger Verkehrsverbunds (HVV), welches in Abbildung 2-2 dargestellt ist. Der Schwerpunkt des Untersuchungsgebiets liegt auf dem Hamburger Stadtgebiet und den direkt an Hamburg angrenzenden Städten und Gemeinden.

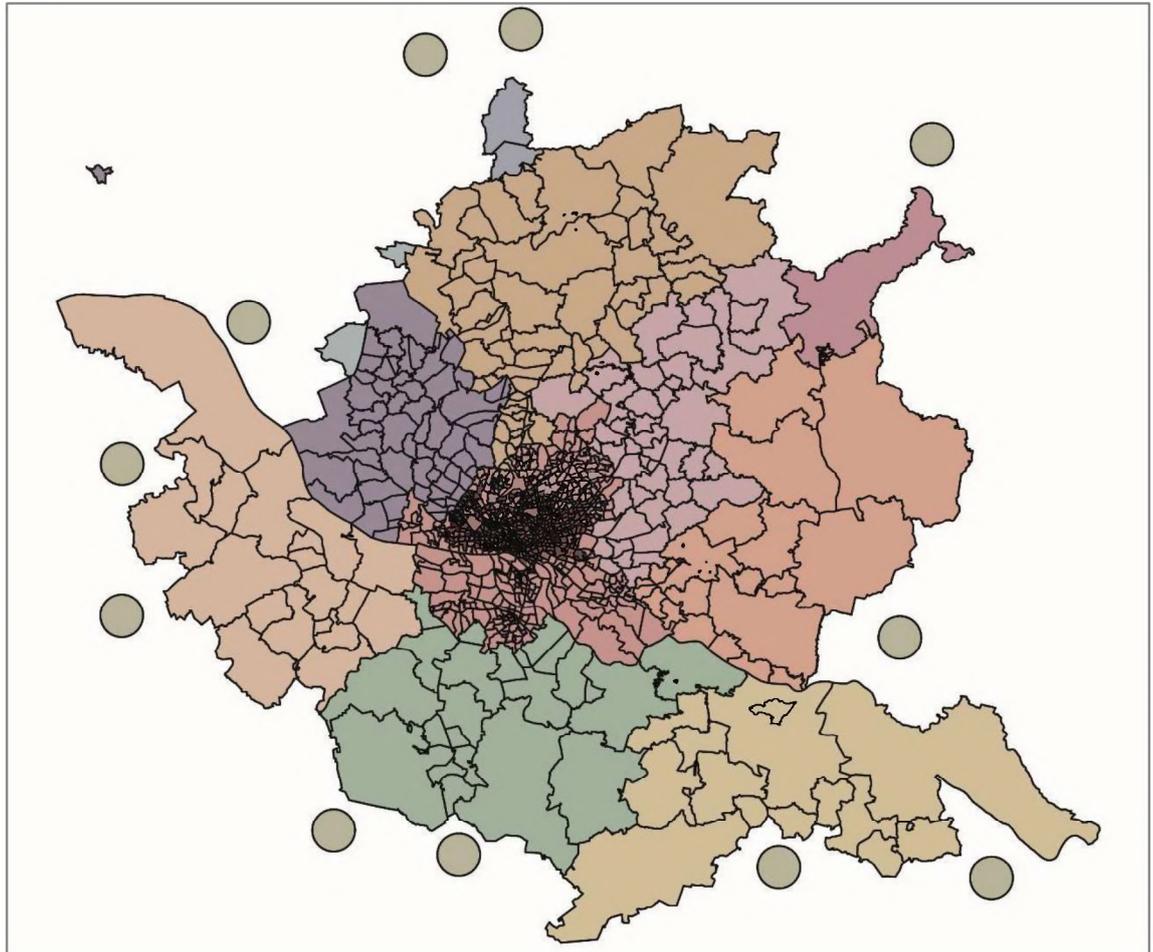


Abbildung 2-2 Verkehrszelleneinteilung Verkehrsmodell Hamburg

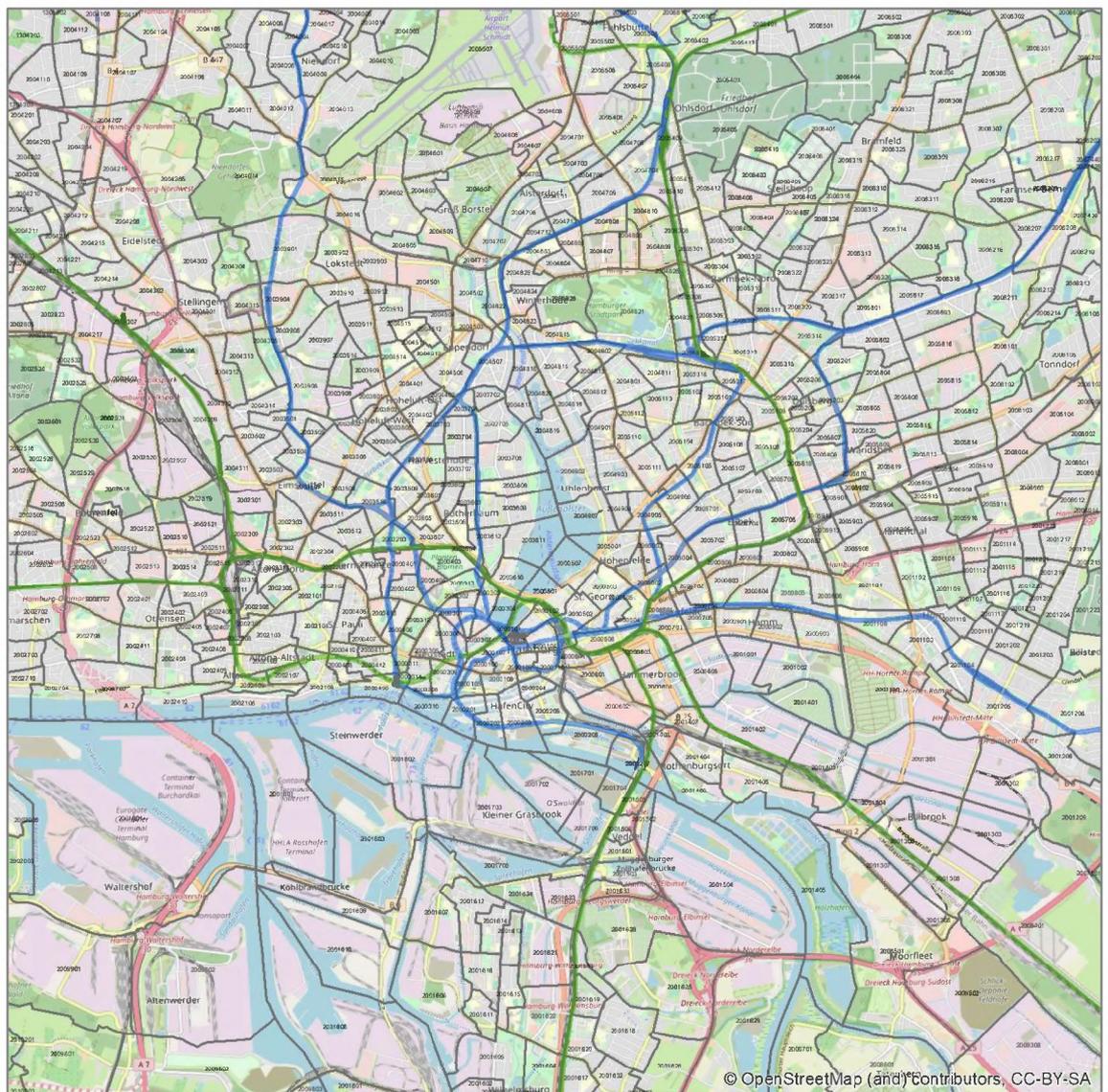


Abbildung 2-3 Verkehrszelleneinteilung im Einzugsgebiet

Die Verkehrszelleneinteilung wurde aus den vorausgegangenen Untersuchungen übernommen und teilweise verfeinert und entlang der zu bewertenden neuen U-Bahn-Linie so vorgenommen, dass jeder neuen U-Bahn-Haltestelle Verkehrszellen mit geeigneten Einzugsbereichen zugeordnet sind. Somit kann das Verkehrsaufkommen den Haltestellen eindeutig zugeordnet werden.

Als Basis für die Verkehrszelleneinteilung wurden in Hamburg die Stadtteile mit weiteren Unterteilungen in statistische Gebiete und außerhalb Hamburgs die Gemeinden (teilweise mit zusätzlicher räumlicher Unterteilung) verwendet.

Die Anzahl der Verkehrszellen beträgt

- » in Hamburg: 950
- » in Schleswig-Holstein: 205
- » in Niedersachsen: 56
- » Fernzellen: 11
- » in der Summe: 1.222

3 Verkehrsangebot und Verkehrsnachfrage in der Analyse

3.1 Verkehrsangebot

3.1.1 ÖPNV-Netz

Das ÖPNV-Netzmodell enthält knotenpunktbezogene, teilstreckenbezogene und linienbezogene Informationen:

- » Die knotenpunktbezogenen Informationen beziehen sich auf die Koordinaten,
- » die teilstreckenbezogenen Informationen bestehen aus den Teilstreckenzeiten und Teilstreckenlängen differenziert nach Betriebszweigen und
- » die linienbezogenen Informationen beinhalten die Haltestellenfolgen je Linie und die Bedienungshäufigkeiten je Linie für den Durchschnittswerktag und die Spitzenstunde in der werktäglichen Hauptverkehrszeit (HVZ).

Diese Informationen wurden aus dem bei dem Gutachter vorliegenden ÖPNV-Netzmodell für die vorangegangenen Standardisierten Bewertungen abgeleitet und anhand der Fahrpläne für das Analysejahr 2016 aktualisiert.

Das Analysejahr 2016 wurde verwendet, da zu Bearbeitungsbeginn der Untersuchung die aktuellsten Fahrgastzählungen für dieses Jahr vorlagen.

Das Schnellbahn-Liniennetz des Istzustands ist in der nachfolgenden Abbildung 3-1 dargestellt.

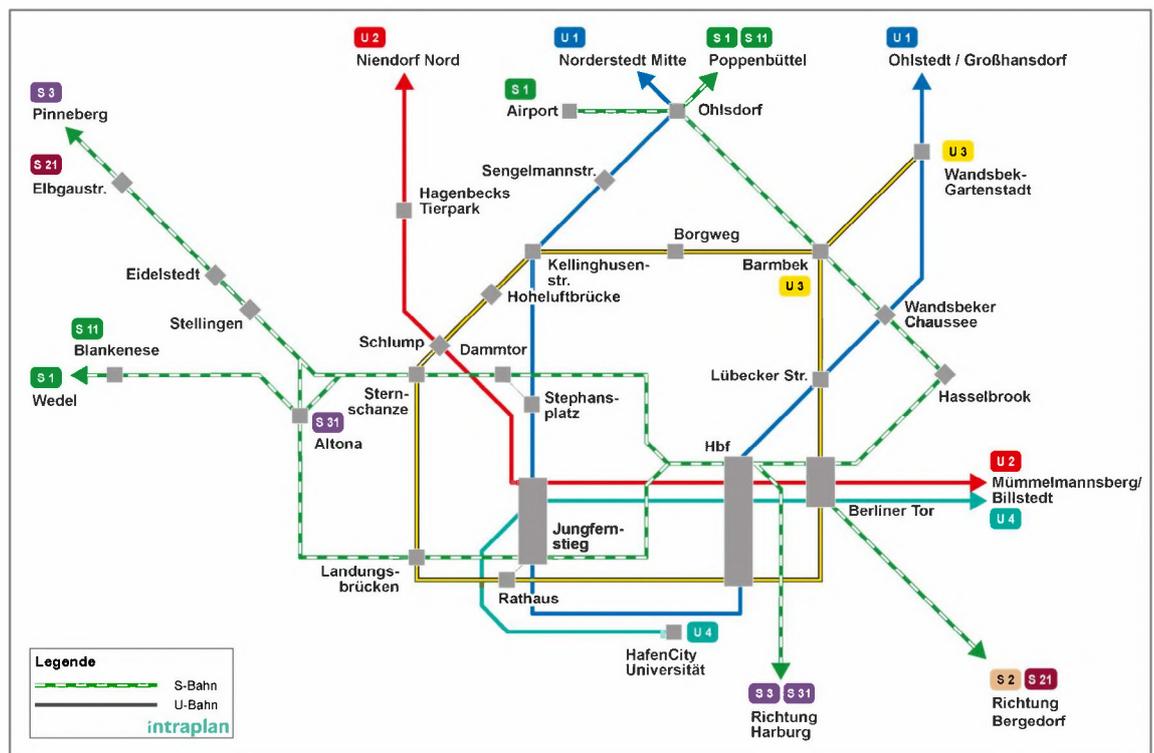


Abbildung 3-1 Relevantes Schnellbahnnetz in der Analyse

3.1.2 MIV-Netz

Das MIV-Netzmodell wurde aus der Standardisierten Bewertung der S4 Hamburg – Bad Oldesloe übernommen und auf das Analysejahr 2016 fortgeschrieben. Das Verkehrsangebot basiert auf den Informationen eines routenfähigen NAVTEQ-Netzes und wurde in das MIV-Modell übernommen.

3.2 Verkehrsnachfrage

3.2.1 Quelle-Ziel-Matrix für den ÖPNV

Die ÖPNV-Verkehrsnachfrage wurde aus vorangegangenen Untersuchungen übernommen und auf das Analysejahr angepasst. Zurückführen lässt sich die ÖPNV-Matrix einerseits auf die HVV-Busbefragungen, die für diesen Zweck ausgewertet werden konnten, und andererseits auf eine auf verschiedenen Quellen und Modellrechnungen basierende Matrix reiner Schnellbahnnutzer (Regionalverkehr, AKN, S-Bahn oder U-Bahn).

Die Umlegungen der Verkehrsmatrizen ÖPNV auf das ÖPNV-Netzmodell wurden mit den zur Verfügung gestellten Zählenden abgeglichen und das Modell in mehreren Iterationsschritten kalibriert oder die Matrizen validiert (siehe auch Kap. 3.2.4).

3.2.2 Quelle-Ziel-Matrix für den MIV

Die Verkehrsnachfrage im MIV wurde aus Mobilfunkdaten abgeleitet und mit Informationen aus der MID und sonstigen Quellen abgeglichen.

Hierbei wurde die bestehende Analysematrix aus dem Projekt NKU Horner Geest auf Postleitzahlen umgeschlüsselt (Aggregation) und den auf Ebene der Postleitzahlen gelieferten Mobilfunkdaten gegenübergestellt. Anschließend wurde die Analysematrix in Entfernungsklassen untergliedert und partiell mit den Mobilfunkdaten ergänzt. Nach der anschließenden Aufteilung der auf Postleitzahlebene vorliegenden Analysematrix auf Verkehrszellenebene (Disaggregation) wurde die Verkehrsnachfrage mit den Strukturdaten abgeglichen (Plausibilisierung Mobilitätsraten).

3.2.3 Matrixeckwerte

Der ÖPNV-Anteil von 42,3 % im motorisierten Verkehr im Binnenverkehr Hamburgs liegt im Bereich der Bandbreiten der Verfahrensanleitung zum Standardisierten Bewertungsverfahren.

Relation	[1.000 Fahrten je Werktag]					
	Summe aus Richtung und Gegenrichtung					
	ÖPNV			MIV	Summe	ÖPNV-Anteil
	Erwachsene	Schüler	Summe			[%]
Binnenverkehr Hamburg	1.588,4	237,7	1.826,1	2.494,7	4.320,7	42,3
Hamburg – Schleswig-Holstein	157,2	15,7	172,8	989,7	1.162,5	14,9
Hamburg – Niedersachsen	79,9	5,3	85,2	401,1	486,2	17,5
Summe relevante Relationen	1.825,4	258,6	2.084,1	3.885,4	5.969,5	34,9

Tabelle 3-1 Matrixeckwerte des Quell-, Ziel- und Binnenverkehrs Hamburgs in der Analyse

Bezogen auf den motorisierten Verkehr Hamburgs dominiert der Binnenverkehr mit 72 % aller Fahrten.

Die Verkehrsbeziehungen des engeren Einzugsgebiets der Maßnahme sind auf der Ebene von Grobrelationen in der Tabelle 3-2 wiedergegeben. Die dem Ausweis von Grobrelationen zugrunde liegende Zonierung des Hamburger Stadtgebiets in Raumeinheiten in Anlehnung an die Grenzen der Stadtbezirke zeigt die nachfolgende Abbildung 3-2.

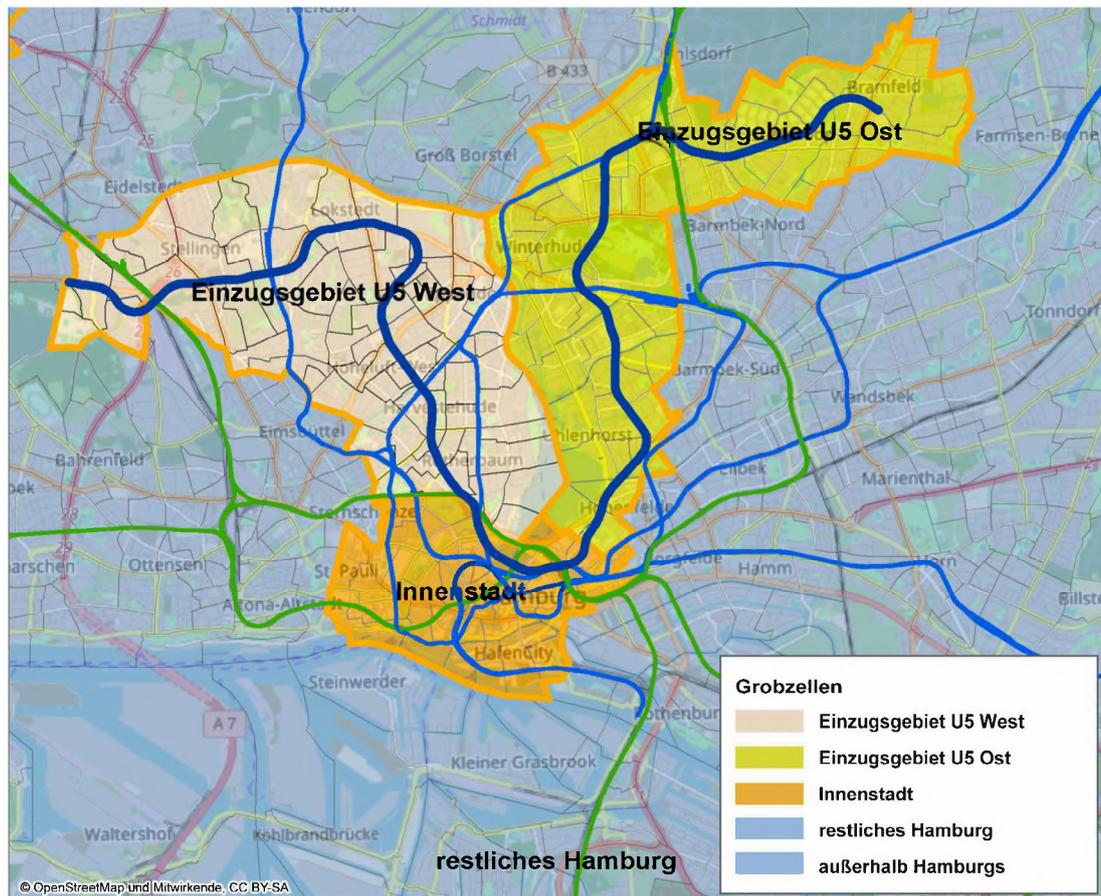


Abbildung 3-2 Zonierung Hamburgs für die Auswertungen von Grobrelationen

Das höchste Verkehrsaufkommen besteht zwischen dem Einzugsbereich U5 und den restlichen Bezirken Hamburgs (Altona, Eimsbüttel, Nord, Mitte, Wandsbek, Bergedorf und Harburg) mit insgesamt 1,5 Mio. motorisierten Fahrten oder einem Anteil von rund 60 % am Verkehrsaufkommen mit U5-Bezug. Das zweithöchste Fahrtenaufkommen weist die Relation Einzugsbereich U5 mit Zielen außerhalb Hamburgs mit 369.000 Fahrten oder 15 % auf. In Summe liegt der ÖPNV-Anteil am motorisierten Verkehr bei rund 45 %, wobei auf den Relationen Innenstadt – Innenstadt bzw. Innenstadt zum Einzugsgebiet U5 West ÖPNV-Anteile von über 60 % erreicht werden. Am niedrigsten ist der ÖPNV-Anteil im Verkehr von und nach den untersuchungsrelevanten Zielen außerhalb des Stadtgebiets mit knapp unter 30 %.

Relation im Bezug zu	[1.000 Fahrten je Werktag] Summe aus Richtung und Gegenrichtung					ÖPNV-Anteil [%]
	ÖPNV			MIV	Summe	
	Erwachsene	Schüler	Summe			
Innenstadt – Einzugsgebiet U5 Ost	41,7	2,4	44,1	34,7	78,8	55,9
Innenstadt – Einzugsgebiet U5 West	83,7	3,7	87,3	55,9	143,2	61,0
Einzugsgebiet U5 West – Einzugsgebiet U5 Ost	22,6	2,3	24,9	56,5	81,4	30,6
Innenstadt – Innenstadt	71,9	2,9	74,8	37,7	112,5	66,5
Einzugsgebiet U5 Ost – Einzugsgebiet U5 Ost	21,8	4,4	26,2	39,7	65,9	39,8
Einzugsgebiet U5 West – Einzugsgebiet U5 West	44,5	6,0	50,5	80,9	131,4	38,4
Einzugsbereich U5 – restliches Hamburg	620,2	56,0	676,2	784,3	1460,5	46,3
Einzugsbereich U5 – außen	105,3	4,6	109,8	259,2	369,0	29,8
Summe	1.011,6	82,2	1.093,8	1.348,7	2.442,7	44,8

Tabelle 3-2

Matrixeckwerte des Quell-, Ziel- und Binnenverkehr im engeren Einzugsbereich der Maßnahme

3.2.4 Abgleich modellierter und gezählter Querschnittsbelastungen ÖPNV

Der Abgleich der Querschnittslasten im Verkehrsmodell mit Zählwerten erfolgte für die U-Bahn mit Zählwerten der Hamburger Hochbahn AG und für die übrigen Verkehrssysteme mit Zählwerten des HVV.

Die Quelle-Ziel-Matrix für den ÖPNV wurde differenziert nach Schülern und Erwachsenen aus den vorangegangenen Untersuchungen für diese Standardisierte Bewertung übernommen und in das Netzmodell eingespeist.

Die Umlegungen der Verkehrsmatrizen ÖPNV auf das ÖPNV-Netzmodell wurden mit den zur Verfügung gestellten Zählwerten abgeglichen und das Modell in mehreren Iterationsschritten kalibriert. Das Ergebnis dieses Iterationsprozesses zeigt die folgende Abbildung 3-3 für das engere Untersuchungsgebiet.

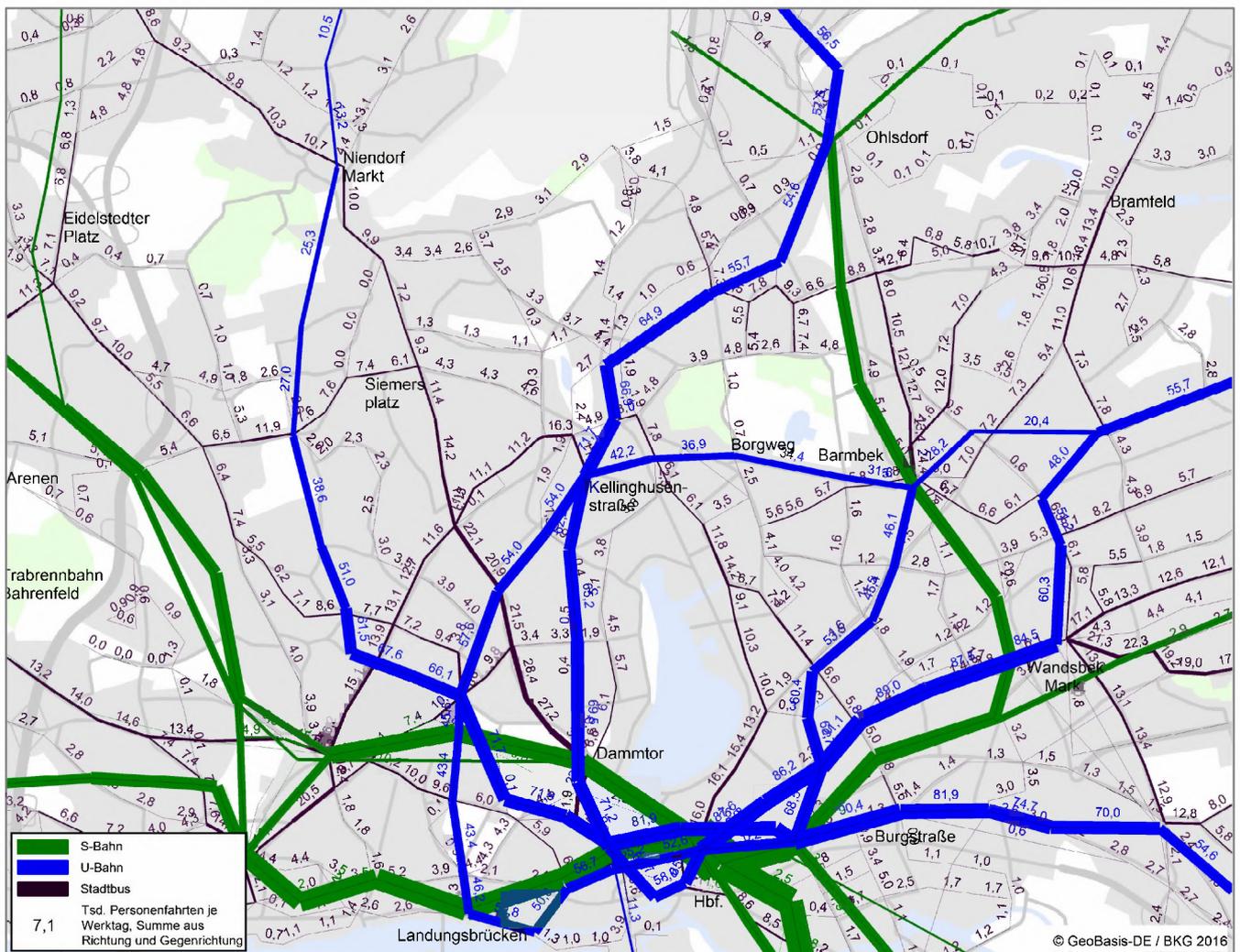


Abbildung 3-3 Umlegungsergebnisse ÖPNV in der Analyse

Bei den meisten Querschnitten liegen die Abweichungen zwischen den Zählwerten und den Umlegungsergebnissen lediglich im niedrigen einstelligen Prozentbereich. Im Anhang A.1 werden die Querschnittslasten den Zählwerten gegenübergestellt.

4 Verkehrsangebot und Verkehrsnachfrage im Ohnefall

4.1 Verkehrsangebote

4.1.1 ÖPNV-Netz

In den Ohnefall wurden in einem ersten Schritt die gesicherten Maßnahmen bis zum Prognosezeitpunkt im Jahr 2035 übernommen. Dies bedeutet auf der einen Seite, die Änderungen vom Fahrplan 2016 (Analyse) bis zum Fahrplan 2020 (Beginn der Bearbeitung) zu übernehmen und auf der anderen Seite die gesicherten Maßnahmen bis 2035 in das ÖPNV-Netzmodell einzubauen. Im Einzelnen sind die Änderungen der folgenden Tabelle 4-1 zu entnehmen.

Änderung im Verkehrsangebot	
Fern- und Regionalverkehr	Fern- und Regionalbahnhof Altona Nord einschließlich Anpassungen im Busnetz
S-Bahn	S21 Aumühle – Hauptbahnhof – Kaltenkirchen einschließlich Anpassungen im Busnetz S4 Ost Altona Nord – Hauptbahnhof – Bad Oldesloe einschließlich Anpassungen im Busnetz S-Bahn-Stationen Ottensen, Altona Nord (statt Diebsteich), Elbbrücken
U-Bahn	U4 Verlängerung zur Horner Geest bzw. Elbbrücken
Angebotsoffensive II	u. a. Taktverdichtungen S-Bahn, Einführung von sechs neuen, zugschlagfreien XpressBus-Linien, Taktverdichtungen MetroBus und Stadtbus

Tabelle 4-1 Veränderungen im ÖPNV-Angebot vom Istzustand zum Ohnefall

In der nachfolgenden Abbildung 3-1 ist das Schnellbahn-Netz im Ohnefall dargestellt, in welchem bereits die oben erläuterten Anpassungen abgebildet sind.

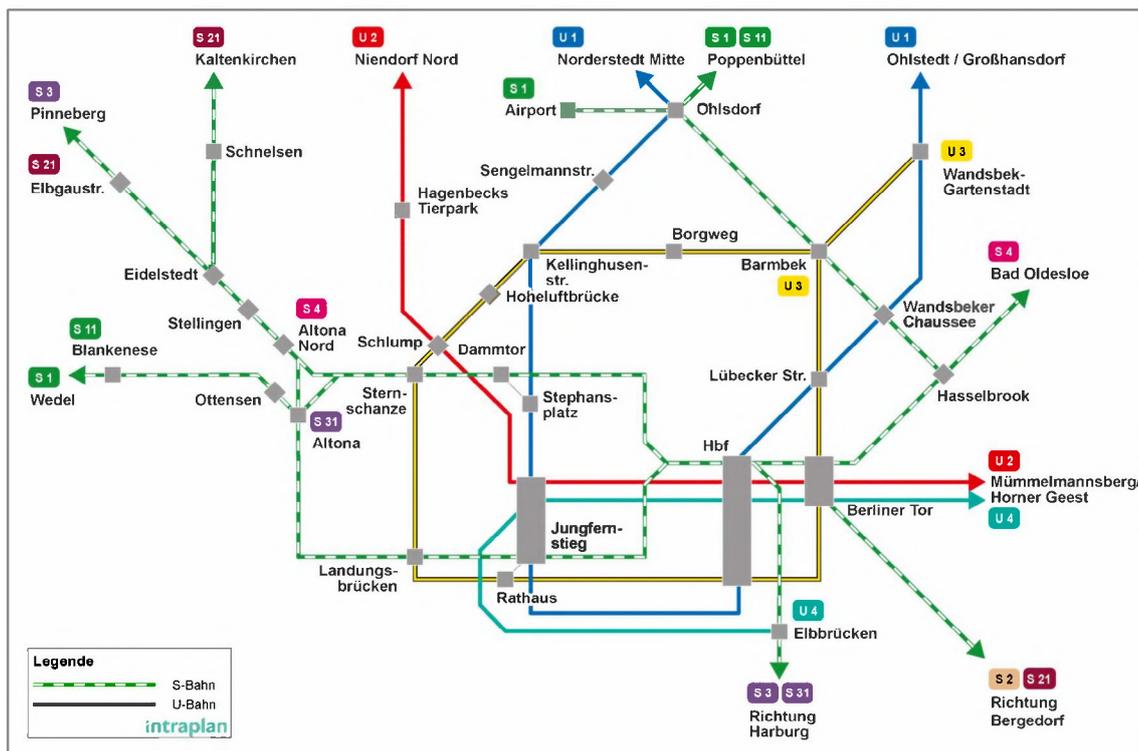


Abbildung 4-1 Relevantes ÖPNV-Netz im Ohnefall

4.1.2 MIV-Netz

Für das Prognosejahr 2035 wurde das MIV-Netz des verwendeten Verkehrsmodells um die Maßnahmen im Großraum Hamburg des vordringlichen Bedarfs des BVWP 2030 sowie um ausgewählte Maßnahmen auf Landesebene ergänzt. Dieses MIV-Netz wurde dann gemäß Verfahrensanleitung sowohl für den Ohnefall als auch für den Mitfall verwendet, d. h. im Bereich MIV finden keine Veränderungen zwischen Mit- und Ohnefall statt.

Folgende Maßnahmen wurden u. a. im MIV-Prognosenetz 2035 berücksichtigt:

- » im Bereich Bundesautobahnen:
 - A20 Lübeck – Bad Segeberg – Bad Bramstedt – Glückstadt – Elbquerung – Niedersachsen
 - A26 Stade – HH-Süderelbe – HH-Stillhorn (Hafenquerspange)
- » im Bereich Bundesstraßen:
 - Ortsumgehung Geesthacht
 - Ortsumgehung Schwarzenbek
 - Ortsumgehung Wedel

Im MIV-Netz wurde außerdem eine Erweiterung der Straßen mit einer Geschwindigkeitsbeschränkung von 30 km/h berücksichtigt. Für Hamburg ist momentan ein Verkehrsentwicklungsplan (VEP) in Abstimmung. Dieses Handlungskonzept sieht die u. a. die deutliche Ausweitung der Tempo-30-Regelungen vor. Gemäß VEP wird hier von einer deutlichen Ausweitung von Tempo 30 im untergeordneten Straßennetz (Bezirksstraßennetz) sowie auf ausgewählten Abschnitten im übergeordneten Netz (Hauptverkehrsstraße) im Kontext der Lärmaktionsplanung ausgegangen. Von der Ausweitung ausgenommen werden in der Regel Strecken, auf welchen Metrobus- oder Expressbuslinien verkehren, sowie Strecken im dünn besiedelten Bereich und im Hafengebiet. Gleichzeitig werden für den übrigen Stadtbusverkehr Kompensationsmaßnahmen wie LSA-Bevorrechtigung sowie Bussonderfahrstreifen vorgesehen, um Fahrzeitverluste im straßengebundenen ÖPNV auszugleichen bzw. zu vermeiden. Die betroffenen Strecken wurden an den Gutachter übermittelt und die geänderte Höchstgeschwindigkeit im betroffenen MIV-Netz des Verkehrsmodells dementsprechend abgebildet.

4.1.3 Parkplatzverfügbarkeiten

Laut dem VEP-Handlungskonzept ist eine Ausweitung des Parkraummanagements vorgesehen. Bis 2035 soll in Gebieten mit hohem Parkdruck die stufenweise Erweiterung der Bewohnerparkgebiete mit ausschließlich kostenpflichtigen Stellplätzen umgesetzt werden. Damit verbunden ist auch eine digitale Parkraumüberwachung mit flächendeckender Kontrolle.

Die Parkplatzverfügbarkeit ist neben der Reisezeit eine entscheidende Einflussgröße für die Verkehrsmittelwahl in der Standardisierten Bewertung. Für die Berücksichtigung dieses Aspekts wird ein Koeffizient verwendet, welcher für die Grobklassifizierung der Verkehrszellen den Grad der Einschränkung bei der Verfügbarkeit von Parkplätzen beschreibt. Der Kehrwert des Koeffizienten wird mit der Tür-zu-Tür-Reisezeit auf einer Relation multipliziert, um den Verkehrswiderstand der Relation zu ermitteln. Je größer die Einschränkungen sind, desto niedriger wird der Koeffizient eingestuft. Falls keine Einschränkungen vorliegen, gilt eine Parkplatzverfügbarkeit von 1,0. Hier besteht somit kein Einfluss auf den Gesamtwiderstand der Relation und damit die Verkehrsmittelwahl. Der Einfluss des Koeffizienten bei der Berechnung des Gesamtwiderstands schmilzt dabei ab einer Reisezeit von mehr als 30 Minuten ab. Beträgt die Reisezeit mehr als zwei Stunden wird die Parkplatzverfügbarkeit nicht mehr bei der Gesamtwiderstandsberechnung berücksichtigt. Für die Bewertung der U5 wurden die Koeffizienten in der Höhe von 0,6, 0,7 und 0,8 festgelegt, um den Grad der Einschränkungen zu bewerten. Hierbei fließen neben den o. g. Bewohnerparkgebieten auch weitere Faktoren ein, welche den Parkdruck bzw. die Parkplatzverfügbarkeit beeinflussen (z. B. Siedlungs- und Verkehrsdichte). In der nachfolgenden Abbildung 4-2 sind die Parkplatzverfügbarkeiten für den Prognosezustand 2035 abgebildet.

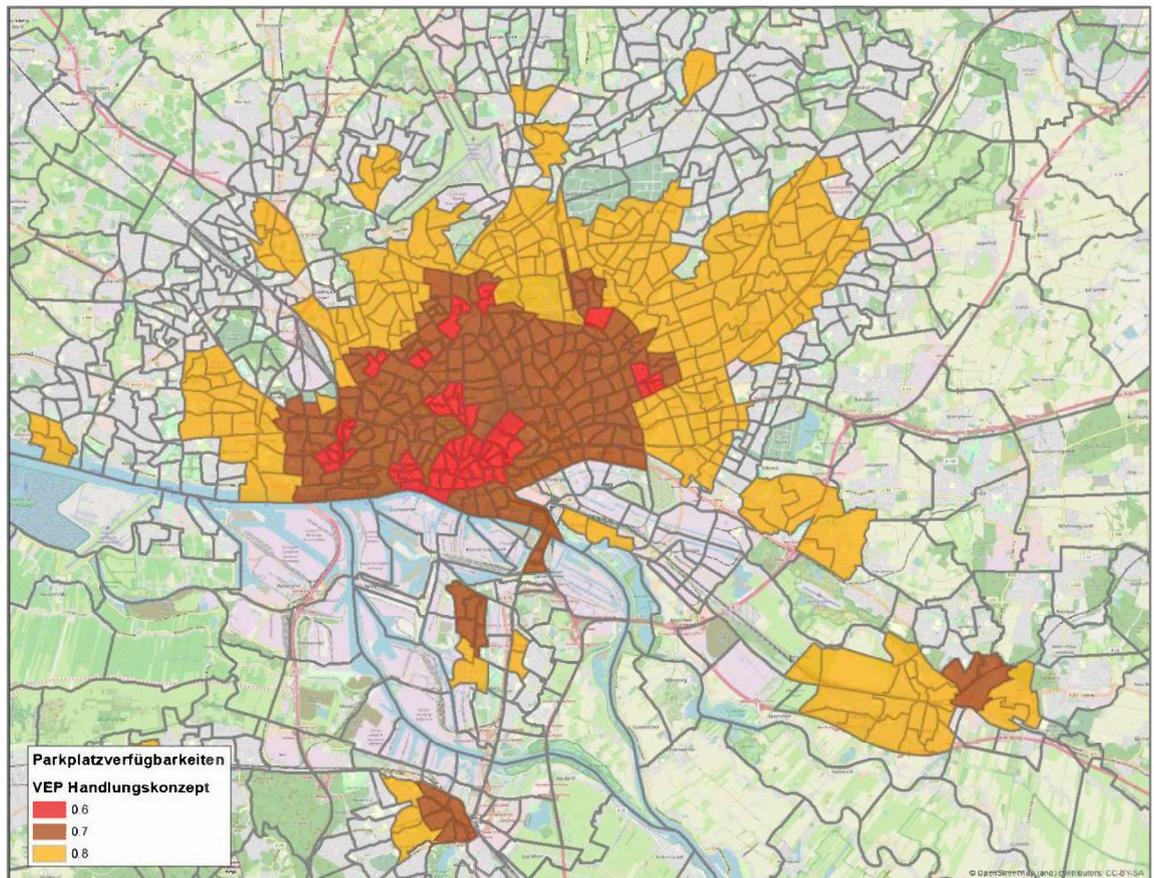


Abbildung 4-2 Parkplatzverfügbarkeiten im Prognosejahr 2035 unter Berücksichtigung des VEP-Handlungskonzepts

Für alle nicht eingefärbten Zellen gilt eine Parkplatzverfügbarkeit von 1,0. Es zeigt sich, dass vor allem im Innenstadtbereich starke Einschränkungen bestehen und diese mit größerer Entfernung vom Zentrum abnehmen. In den Außenbezirken liegen überwiegend keine Einschränkungen bezüglich der Verfügbarkeit von Parkplätzen vor. Aber auch in den Stadtteilzentren in Wilhelmsburg, Bergedorf und Harburg sind erhebliche Restriktionen vorhanden (Parkplatzverfügbarkeit von 0,7).

Die Parkplatzverfügbarkeiten werden sowohl im Ohnefall als auch im Mitfall gleichermaßen berücksichtigt.

4.1.4 Für den Einsatz vorgesehene Fahrzeugtypen

Für die Standardisierte Bewertung ist eine Definition der zukünftig eingesetzten Fahrzeuge erforderlich. Zum einen werden über die eingesetzten Fahrzeuge die Betriebskosten nach dem Verfahren der Standardisierten Bewertung mit Hilfe von Einheitskostensätzen errechnet, zum anderen müssen im Sinne einer wirtschaftlichen Betriebsführung Dimensionierungsprüfungen sowohl im Ohne- als auch im Mitfall erfolgen. Zudem wird in der Untersuchung auch der Modellbaustein „Kapazitätsengpässe in der Hauptverkehrszeit“ verwendet, so dass die Platzangebote auch bei der Berechnung der Widerstände im Ohne- und Mitfall berücksichtigt werden.

Bis zum Jahr 2035 ist der gesamte Busbetrieb in Hamburg auf ausschließlich alternative Antriebe umgestellt worden. Dabei wird für die Bewertung von einem Betrieb mit Batteriebusen als Depotlader ausgegangen. Im Untersuchungsraum sind Batteriebusse in den Varianten Solobus (E-NL), Gelenkbus (E-NGL), Doppelgelenkbus (E-GGL) sowie das vollautomatische U-Bahn-Fahrzeug DT6-A auf der U5 in Verwendung. Auf den U-Bahn-Linien U1-U4, für welche zwischen Mit- und Ohnefall keine Unterschiede im Betriebskonzept bestehen, werden die Fahrzeuge DT6-F (baugleich mit DT6-A, jedoch für herkömmlichen Betrieb mit Triebfahrzeugführer ausgestattet) und DT5 verwendet. Auf den Linien U2 und U4 kommen dabei Fahrzeuge für einen teilautomatisierten Betrieb (GoA2) zum Einsatz.

Die Anschaffungskosten sind für Batteriebusse zum Zeitpunkt der Erstellung der Verfahrensanleitung im Vergleich zu Bussen mit herkömmlichen Antrieben deutlich höher. Da davon auszugehen ist, dass sich die Kosten aufgrund der mittlerweile stark nachgefragten Technologie in den nächsten Jahren verringern werden, wird diese erwartete Preisdegression im Zuge der Standardisierten Bewertung mit Abschlagsfaktoren berücksichtigt. Die Preisdegression ist bei den Fahrzeugtypen E-NL, E-NGL und E-GGL gemäß den Vorschriften der Verfahrensanleitung miteinberechnet.

In der Standardisierten Bewertung wird bei der Festlegung der Platzkapazitäten bei Stehplätzen einheitlich von einem Platzbedarf von 0,25 m²/Person ausgegangen. Bei dieser definierten Eigenschaft für Busse und U-Bahnen werden Aspekte der über die Jahre geänderten Nutzungsanforderungen der Kunden nicht berücksichtigt. Diese beinhalten u. a. neue Anforderungen im Bereich Sondernutzung durch Rollstuhlfahrer oder Kinderwagen, welche dazu führen, dass die Gesamtkapazität der Fahrzeuge gemäß der Verfahrensanleitung bisher höher eingestuft wird, als dies in der Praxis umsetzbar ist. In der Version 2016+ sind diese Erkenntnisse aus der Praxis berücksichtigt, so dass bei Sondernutzungsflächen jetzt von einer Person je Quadratmeter ausgegangen wird. Für den Bus E-NL sind dabei zwei Plätze (insgesamt 2 m²), für das Fahrzeug E-NGL 4 Plätze und für den Bus E-GGL 6 Plätze mit Sondernutzung vorgesehen. Im U-Bahn-Triebwagen DT6-A und DT6-F sind 8 Plätze für eine Sondernutzung definiert. In der nachfolgenden Tabelle 4-2 sind die beschriebenen Anpassungen sowie die allgemeinen Fahrzeugparameter ersichtlich.

	E-NL	E-NGL	E-GGL	DT6-A	DT6-F
Fahrzeugtyp	Solobus	Gelenkbus	Großraumbus	Triebwagen	Triebwagen
Leermasse [t]	–	–	–	62	62
Länge [m]	12	18	21	40	40
Nutzungsdauer in Jahren	12	12	12	30	30
Stehfläche gesamt [m ²]	10	15,5	21,4	57,3	55,1
Stehfläche reduziert [m ²]	8	11,5	15,4	49,3	47,1
Anzahl Stehplätze	32	46	62	197	189
Anzahl Sitzplätze	24	37	37	66	58
Anzahl Plätze Sondernutzung	2	4	6	8	8
Anzahl Gesamtplätze	58	87	105	271	255

Tabelle 4-2 Für den Einsatz vorgesehene Fahrzeugtypen

4.2 Strukturprognosen

4.2.1 Einwohnerentwicklung

Das Prognosejahr des Bewertungsverfahrens ist das Jahr 2035. Für dieses mussten demnach die Einwohnerzahlen im Untersuchungsraum ermittelt werden. Die verwendete Einwohnerprognose auf Bundesländerebene (Statistisches Bundesamt, Ergebnisse der 14. Koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung) berücksichtigt jedoch keine regionale Differenzierung oder örtlich vorliegende, kleinräumige Prognosen. Aus diesem Grund wurden für Hamburg zusätzlich differenziertere regionale Prognosen herangezogen:

- » Einwohnerprognose 2030 (Statistik Nord)
- » PAUL (Potenzialflächenauskuft Wohnungsbau der Landesplanung der FHH)
- » Zukunftsplan Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf (UKE)
- » Forschungscampus DESY (International Science Park Hamburg)
- » Entwicklungen Hafen-City und Horner Geest

Im Auftrag der Hamburger Behörde für Gesundheit und Verbraucherschutz (BGV) wurde vom Statistikamt Nord eine Prognose für das Jahr 2030 (Basisjahr 2016) mit 67 Prognosegebieten auf dem Stadtgebiet Hamburgs erstellt. Diese Prognosegebiete wurden nach Größe, Stadtteilen und sozialer Lage gebildet. Anschließend erfolgte durch die Gutachter von Intraplan Consult eine gleichmäßige Fortschreibung bis zum Jahr 2035.

In der Potenzialflächenauskuft der Landesplanung der FHH sind künftige Wohnungsbaupotenziale für die Zeiträume 2020 bis 2024 sowie nach 2024 hinterlegt. Ergänzt wurden diese um die Entwicklung von 2017 bis 2019 aus der bisherigen Potenzialflächenauskuft. Dabei erfolgt eine Differenzierung nach Lage, Geschößwohnungsbau (GWB) oder Einfamilienhaus (EFH) sowie nach dem Jahr. Für GWB wurden 2,5 Personen je Einheit und für EFH 3 Personen je Einheit angenommen. Die Entwicklungen nach 2024 wurden vom Gutachter nur zu 30 % berücksichtigt, da die prognostizierten Veränderungen bei Einhaltung des Einwohnereckwertes so zu deutlichen Reduktionen im verbleibenden Stadtgebiet führen würden.

Die folgende Tabelle 4-3 zeigt die Einwohnerzahlen im Untersuchungsraum für die Analyse und die Prognose, in welcher die oben beschriebenen Datenquellen berücksichtigt wurden.

Einwohner	Analyse 2016	Prognose 2035	Veränderung 2035 zu 2016 [%]
	[1.000 EW]	[1.000 EW]	
Hamburg	1.810,4	1.959,0	8,2
Pinneberg	310,6	325,0	4,6
Segeberg	272,2	276,9	1,7
Neumünster (Stadt)	79,7	79,6	-0,1
Stormarn	241,8	254,1	5,1
Lübeck (Stadt)	216,7	225,0	3,8
Hzgt. Lauenburg	195,1	196,7	0,8
Stade	201,6	202,0	0,2
Harburg	250,3	258,0	3,1
Lüneburg	181,6	187,4	3,2
Insgesamt	3.760,0	3.963,7	5,4

Tabelle 4-3 Prognose der Einwohner

4.2.2 Erwerbstätigenentwicklung

Die Entwicklung der Erwerbstätigen am Arbeitsort wurde für die Gebietseinheiten an die Entwicklung der Einwohner gekoppelt, da valide Prognosen in diesem Segment nicht vorhanden sind.

Für UKE und DESY wurden von den Institutionen entwickelte Zukunfts- bzw. Entwicklungspläne, welche einen weiteren Ausbau sowie die Nachverdichtung beinhalten, bei der Fortschreibung der Strukturdaten berücksichtigt. Dabei ist zu beachten, dass aufgrund der Entwicklungen bei UKE und DESY die Erwerbstätigenentwicklung bei den restlichen Verkehrszellen in Hamburg etwas reduziert wurde (7,2 % statt 8,2 %), um den Gesamteckwert zu erreichen. Die Entwicklung der Erwerbstätigenzahlen ist in der nachfolgenden Tabelle 4-4 einsehbar.

Erwerbstätige	Analyse 2016	Prognose 2035	Veränderung 2035 zu 2016 [%]
	[1.000 EWT]	[1.000 EWT]	
Hamburg	1.225,4	1.326,0	8,2
Pinneberg	128,2	134,1	4,6
Segeberg	123,5	125,6	1,7
Neumünster (Stadt)	50,7	50,6	-0,1
Stormarn	112,7	118,4	5,1
Lübeck (Stadt)	126,2	131,0	3,8
Hzgt. Lauenburg	69,1	69,7	0,8
Stade	89,0	89,2	0,2
Harburg	93,2	96,1	3,1
Lüneburg	82,4	85,0	3,2
Insgesamt	2.100,4	2.225,8	6,0

Tabelle 4-4 Prognose der Erwerbstätigen

4.3 Verkehrsnachfrage

Die Verkehrsnachfrage für den Prognosehorizont wird errechnet aus den Strukturdatenänderungen zwischen dem Zustand in der Analyse 2016 und dem Ohnefall 2035 sowie den Änderungen im MIV- und ÖPNV-Angebot zwischen Analyse und Ohnefall.

4.3.1 Matrixeckwerte

Im Ohnefall steigt der auf Hamburg bezogene Gesamtverkehr gegenüber der Analyse um 10 % auf 6,6 Mio. Personenfahrten und der ÖV-Anteil im Binnenverkehr Hamburgs von 42,3 % auf 49,3 %.

Relation	[1.000 Fahrten je Werktag] Summe aus Richtung und Gegenrichtung					ÖPNV-Anteil [%]
	ÖPNV			MIV	Summe	
	Erwachsene	Schüler	Summe			
Binnenverkehr Hamburg	2.110,1	289,4	2.399,4	2.466,3	4.865,8	49,3
Hamburg – Schleswig-Holstein	225,6	17,9	243,5	985,1	1.228,6	19,8
Hamburg – Niedersachsen	97,4	6,1	103,6	390,9	494,4	20,9
Summe relevante Relationen	2.433,1	313,4	2.746,5	3.842,3	6.588,8	41,7

Tabelle 4-5 Matrixeckwerte des Quell-, Ziel- und Binnenverkehrs Hamburgs im Ohnefall

In der folgenden Tabelle werden die Entwicklung des Verkehrsgeschehens im motorisierten Verkehr innerhalb Hamburgs und die daraus resultierenden Kenngrößen dargestellt. Hierbei werden nur Fahrten ausgewertet, die im Verkehrsmodell den MIV oder ÖPNV nutzen, unberücksichtigt bleibt dabei der Binnenverkehr der einzelnen Verkehrszellen.

Eckdaten aus Matrizen der Verkehrsbeziehungen und Widerstandsmatrizen		Analyse	Ohnefall
motorisierte Fahrten	[Personenfahrten/ Werktag]	4.235.800	4.778.300
Anteil Schülerfahrten	[%]	5,3	5,8
Mobilitätsrate	[-]	2,30	2,44
ÖPNV-Anteil	[%]	41,8	49,0
mittlere Reiseweite MIV	[km]	8,8	9,5
mittlere Reiseweite ÖPNV	[km]	7,0	7,7
mittlere Beförderungsweite ÖPNV	[km]	6,5	7,2
mittlere Reisezeit MIV	[min]	22,9	24,2
mittlere Reisezeit ÖPNV	[min]	27,7	29,4
mittlere Beförderungszeit ÖPNV	[min]	13,1	14,6
mittlere Reisegeschwindigkeit MIV	[km/h]	23,1	23,6
mittlere Reisegeschwindigkeit ÖPNV	[km/h]	15,2	15,7
mittlere Beförderungsgeschwindigkeit ÖPNV	[km/h]	29,8	29,6
mittlerer Zeitaufwand für motorisierte Fahrten	[min]	57,3	65,3

Tabelle 4-6 Eckdaten aus Matrizen der Verkehrsbeziehungen und Widerstandsmatrizen

Die motorisierte Mobilität bezogen auf die Einwohnerzahl Hamburgs steigt um 6 %, der mittlere Zeitaufwand um 14 %. Damit bewegen sich die Mobilitätsraten am oberen Rand der in der Standardisierten Bewertung hinterlegten Erfahrungswerte (1,8 bis 2,4 Personenfahrten pro Tag) und der mittlere Zeitaufwand für motorisierte Fahrten liegt über den Erfahrungswerten der Standardisierten Bewertung (40 bis 60 Minuten je Einwohner und Werktag). Zu berücksichtigen ist aber, dass auch innerhalb Hamburgs nicht einwohnerbezogene Fahrten stattfinden (z. B. Fahrten der Touristen).

4.3.2 ÖPNV-Umlegung Ohnefall

Die Matrix der Verkehrsbeziehungen ÖPNV im Ohnefall wurde auf das entsprechende Netzmodell umgelegt. Die ÖPNV-Routen und -widerstände für den Ohnefall wurden unter Anwendung des fakultativen Modellbausteins „Kapazitätsengpässe in der Hauptverkehrszeit“ ermittelt. Hohe Auslastungen über einen längeren Zeitraum führen grundsätzlich zu einer Komforteinbuße der Fahrgäste. Eine mögliche Beseitigung der Kapazitätsengpässe im Mitfall kann also dazu beitragen, das Verkehrsnachfragepotenzial zu steigern. Die hieraus resultierenden Querschnittsbelastungen sind in Abbildung 4-3 für den engeren Untersuchungsraum dargestellt.

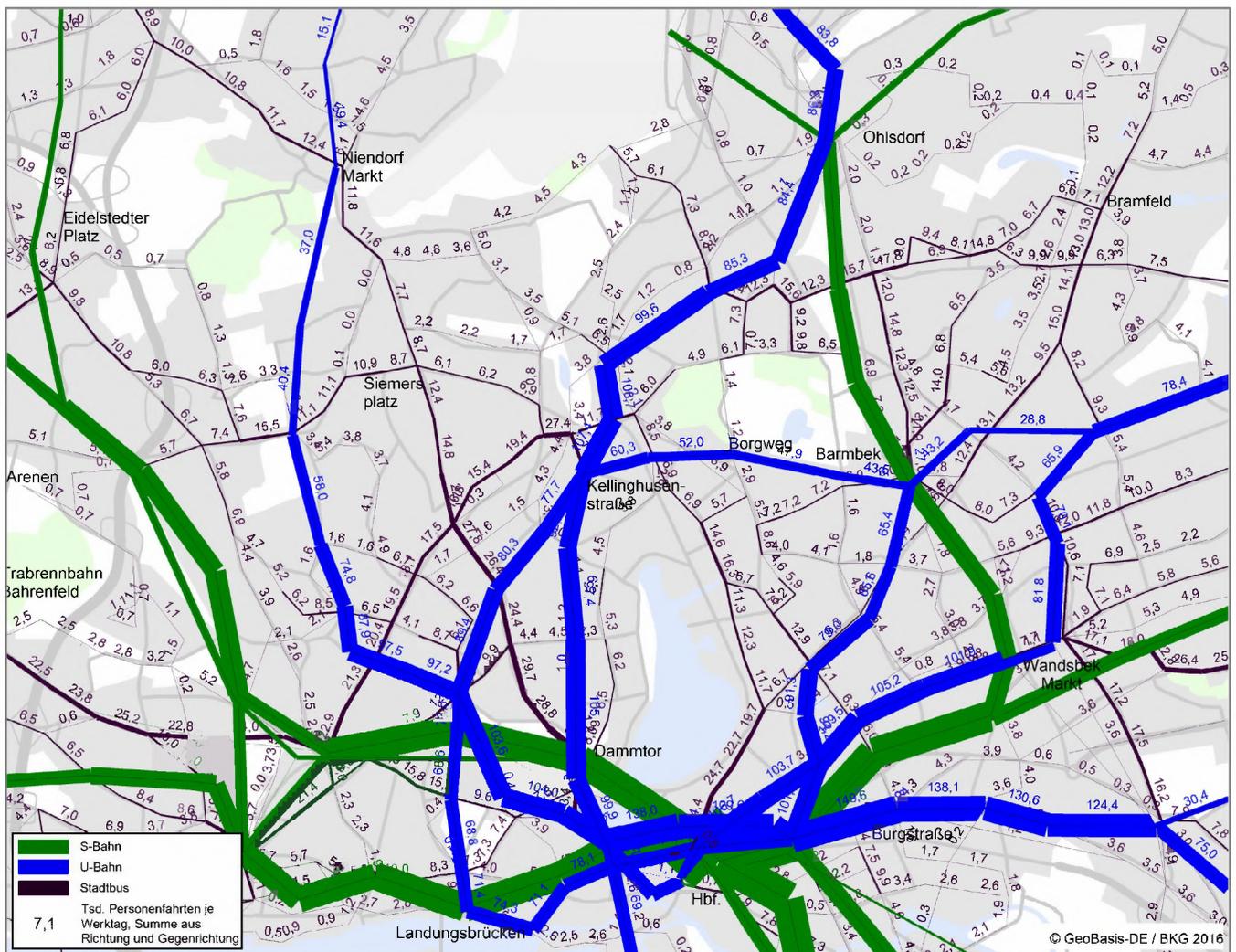


Abbildung 4-3 Umlegungsergebnisse ÖPNV im Ohnefall

Das Umlegungsergebnis im Ohnefall zeigt die hohe Nachfrage auf den wichtigsten Achsen des Busnetzes. Dazu gehören insbesondere die Abschnitte Siemersplatz – Dammtor (u. a. Linie 5), Eppendorf – Altona (u. a. Linien 20 und 25) sowie Hauptbahnhof – Mundsburger Brücke (Linien 6, 17 und 37), welche durch die Linienführung der U5 entlastet werden sollen. Außerdem ist die fehlende Schnellbahnverbindung im Stadtteil Bramfeld nordöstlich der Außenalster ersichtlich, welcher bisher nur durch stark nachgefragte Buslinien erschlossen wird.

4.4 Dimensionierungsprüfung

Sowohl im Ohne- als auch im Mitfall ist ein gemäß den Vorgaben der Standardisierten Bewertung rationalisiertes Verkehrsangebot zu unterstellen. Zum Nachweis eines wirtschaftlich sinnvollen Personal- und Fahrzeugeinsatzes ist eine Dimensionierungsprüfung vorzunehmen. Es sollen keine zu geringen Auslastungen auf den Linien vorgefunden werden, ansonsten sind Anpassungen im ÖPNV-Verkehrsangebot entweder durch Einsatz geringerer Gefäßgrößen oder Taktverdünnungen vorzunehmen. Ebenso sind bei Auslastungen über 65 % der Gesamtplatzkapazität entsprechende Anpassungen vorzunehmen. Bei Änderungen des Verkehrsangebots sind die Nachfrageänderungen gegenüber dem Istzustand neu zu berechnen.

Insgesamt wurden über den Einzugsbereich der Maßnahme verteilt 61 Querschnitte definiert, an welchen die Querschnittsbelastung in der Spitzenstunde ausgewertet wurde. Für die Ermittlung der Spitzenstundenanteile an diesen Querschnitten stellte der HVV-Zählwerte an ausgewählten Querschnitten zur Verfügung. Die Ergebnisse sämtlicher Querschnitte sind im Anhang A.2 einsehbar.

Bei insgesamt acht Querschnitten kommt es zu einer Überschreitung des definierten Grenzwertes von 65 %. Für die Querschnitte 22, 36 und 57 gilt, dass dieser Grenzwert der Auslastung nur

leicht überschritten wurde und die Nachbarabschnitte unter einer Auslastung von 65 % liegen. Aus diesem Grund kann die Überschreitung gemäß der Abstimmung im Rahmen des projektbegleitenden Arbeitskreises toleriert werden. Bei den Querschnitten 32, 33, 43, 45 und 71 ist es betrieblich und planerisch nicht umsetzbar, eine weitere Angebotsverdichtung durchzuführen. Dies konnte durch die Hamburger Hochbahn AG belegt werden, so dass der projektbegleitende Arbeitskreis die Auslastungsüberschreitung an den betroffenen Querschnitten ohne weitere Gegenmaßnahmen akzeptiert hat.

5 Verkehrsangebot und Verkehrsnachfrage im Mitfall

Das ÖPNV-Verkehrsangebot unterscheidet sich in Folge der Einführung der U5 und der umfangreichen Anpassung des Busnetzes deutlich von der Ausgangssituation im Ohnefall. Die Strukturdaten und das MIV-Modell ändern sich hingegen nicht gegenüber dem Ohnefall. Die so ermittelten Ergebnisse erlauben eine Beurteilung der Investition im ÖPNV, indem außer der Maßnahme selbst und den direkt in Zusammenhang stehenden Anpassungen alle anderen Größen der Prognose konstant gehalten werden.

5.1 Verkehrsangebote

5.1.1 U-Bahn

Im Mitfall wird die neue U-Bahn-Linie U5 von Bramfeld zu den Arenen eingeführt. Auf einer Länge von 23,3 km werden dabei insgesamt 23 Haltestellen bedient. Die nachfolgende Tabelle 5-1 zeigt die Fahrzeiten der einzelnen Abschnitte der U5. In Summe beträgt die Fahrzeit zwischen den beiden Endstationen 37,2 Minuten.

	Gesamtfahrzeit und Haltezeiten [min]
Arenen – Stellingen	1,9
Stellingen – Hagenbecks Tierpark	3,1
Hagenbecks Tierpark – Hoheluftbrücke	7,1
Hoheluftbrücke – Jungfernstieg	6,1
Jungfernstieg – Hauptbahnhof	1,5
Hauptbahnhof – Borgweg	8,1
Borgweg – Sengelmannstraße	3,7
Sengelmannstraße – Bramfeld Dorfplatz	5,7
Summe	37,2

Tabelle 5-1 Fahrzeiten Linie U5

Das Bedienungsangebot der U5 beruht auf einem Grundtakt von 3 Fahrten je 10 Minuten zwischen Bramfeld und den Arenen. Auf den zentralen Abschnitten kommt es zu einer Verdichtung des Angebots, um die größere Fahrgastnachfrage befriedigen zu können. Zwischen Sengelmannstraße und Hagenbecks Tierpark verkehren in der Spitzenstunde U-Bahnen im 2-Minuten-Takt, während auf dem Abschnitt Jarrestraße – Universität das Angebot noch weiter verdichtet wird. Hier besteht in der HVZ eine Verbindung alle 100 Sekunden. An Wochenenden wird die U5 auf der gesamten Linienlänge grundsätzlich in einem 5-Minuten-Takt betrieben, wobei am Samstag 204 und am Sonntag 198 Fahrten am Gesamttag (GT) angeboten werden. Alle Verbindungen werden mit einer Einfachtraktion des Fahrzeugs DT6-A durchgeführt. Die exakten Bedienungshäufigkeiten nach Abschnitten sind in der nachfolgenden Tabelle 5-2 ersichtlich.

	Werktag		Samstag		Sonntag	
	HVZ	GT	HVZ	GT	HVZ	GT
	[Fahrten/h]		[Fahrten/h]		[Fahrten/h]	
Bramfeld – Sengelmannstraße	18	240	12	204	12	198
Sengelmannstraße – Jarrestraße	30	294	12	204	12	198
Jarrestraße – Universität	36	444	12	204	12	198
Universität – Hagenbecks Tierpark	30	366	12	204	12	198
Hagenbecks Tierpark – Arenen	18	240	12	204	12	198

Tabelle 5-2 Bedienungshäufigkeit Linie U5 nach Abschnitten

Bei den übrigen U- und S-Bahn-Linien kommt es zu keinen Änderungen im Vergleich zum Ohnefall. Das gesamte Schnellbahn-Netz im Mitfall ist in der nachfolgenden Abbildung 5-1 abgebildet.

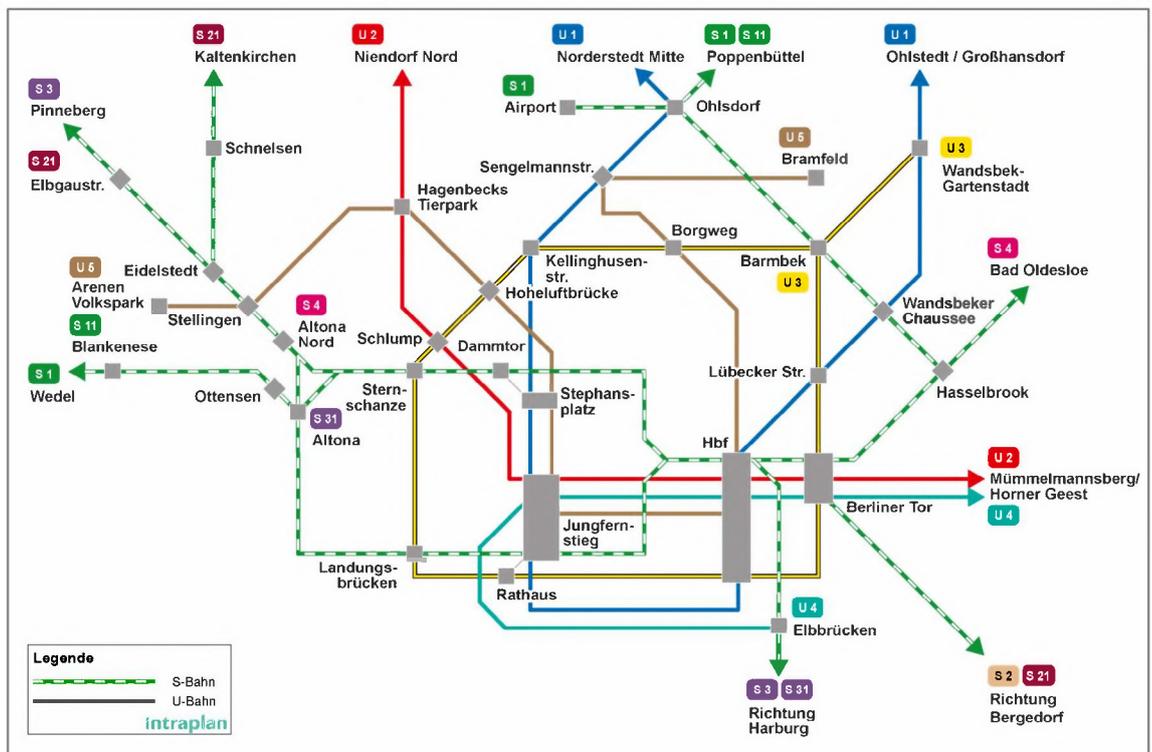


Abbildung 5-1 Relevantes ÖPNV-Netz im Mitfall

5.1.2 Bus

In Folge der Einführung der U5 kommt es zu einer umfangreichen Anpassung des Busnetzes, um unwirtschaftliche Parallelverkehre mit der neuen U-Bahn-Linie zu vermeiden sowie die Zubringerfunktion der Buslinien zu optimieren. Die Änderungen sind in der nachfolgenden Tabelle 5-3 zusammengefasst.

Bus- linie	Abschnitt	neuer Linien- abschnitt	Linienweg	Takt	Entfall	Sonstiges	Anmerkung
3	Rathausmarkt – Auf dem Sande		x				bisheriger Linienweg 6 in der HafenCity
4	Bezirksamt Eimsbüttel – Brandstwiete				x		Ersatz durch U5
5	Siemersplatz – Bf. Altona	x					ersetzt die Linie 20
	Siemersplatz – Hbf.				x		Ersatz durch U5
6	HafenCity – Borgweg				x		Gesamtlinie entfällt
7	Borchertring – Wandsbek Markt				x		Bramfeld Dorfplatz – Wandsbek Markt wird von der Linie 8 übernommen
8	Bramfelder Dorfplatz – Barmbek				x		Abschnitt wird durch Linie 173 bedient
	Bramfeld Dorfplatz – Wandsbek Markt	x					wie aktueller Linienweg, ersetzt Linie 7
17	Barmbek – Feldstraße				x		Ersatz durch U5; Rathausmarkt – Feldstraße wird von Linie 106 übernommen
	Karlshöhe – Barmbek			x			
20	Bf. Altona – Gärtnerstraße				x		Ersatz durch Linie 5
	Nedderfeld – Gärtnerstraße	x					ersetzt die Linie 5
22	Stellingen – Siemersplatz				x		Ersatz durch U5
	Siemersplatz – Kellinghusenstraße				x		Ersatz durch Linie 281 im östlichen Abschnitt
23	Alsterdorf – Lauensteinstraße		x				Führung über City Nord
25	Bf. Altona – Kellinghusenstraße			x			
37	Bramfeld Dorfplatz – Hbf				x		Ersatz durch U5
106	Rathausmarkt – Feldstraße	x					ersetzt Teilabschnitt der Linie 17
118	Fuhlsbüttel – Sengelmannstraße					x	Teillinie 118a
118	Sengelmannstraße – Bramfelder Dorfplatz				x		
118	Bramfelder Dorfplatz – Wandsbek Gartenstadt					x	neue Teillinie 118 b
166	Barmbek – Wandsbek-Gartenstadt				x		Gesamtlinie entfällt
172	Barmbek – Mundsburger Brücke				x		Ersatz durch U5
173	Am Stühm-Süd – Barmbek	x					ersetzt die Linie 8
173	Barmbek – Mundsburger Brücke				x		Ersatz durch U5
177	Hallenbad Bramfeld – Am-Stühm-Süd				x		Bramfeld Dorfplatz – Am-Stühm-Süd durch 173 bedient
177	Hallenbad Bramfeld – Borchertring	x					
179	City Nord – U Borgweg				x		Ersatz durch U5
281	Siemersplatz – UKE				x		Ersatz durch U5
281	Siemersplatz – Kellinghusenstraße	x					Fahrweg und Fahrzeit wie Linie 22; Angebot wie 281 UKE
X22	Flotowstraße – Winterhuder Marktplatz		x				über Borgweg und Jarrestraße

Tabelle 5-3 Anpassungen Busnetz im Mitfall

5.2 Verkehrsnachfrage

5.2.1 Eckwerte der Verkehrsnachfrage

Die Modal-Split-Änderungen in Folge des zwischen Ohnefall und Mitfall geänderten ÖPNV-Netztes führen zu verlagerten Fahrten vom MIV zum ÖPNV sowie zu induzierten Fahrten, die im Mitfall aufgrund der verbesserten ÖPNV-Erreichbarkeit – also der besseren Angebotsqualität – zusätzlich unternommen werden. Im Formblatt 4-4 der Standardisierten Bewertung werden diese Effekte dargestellt.

Insgesamt werden durch die Einführung der U5 zwischen Bramfeld und Arenen

- » 58.900 Fahrten verlagert und
- » 21.700 Fahrten induziert.

Die ÖPNV-Verkehrsleistung steigt in der Summe um gut 958.300 Pkm/Werktag, während die MIV-Verkehrsleistung um rund 615.600 Pkm/Werktag sinkt.

Dies führt zu einer Einsparung von 142 Mio. Pkw-km/Jahr, einem Anstieg der Beförderungsleistung von 250 Mio. Pkm/Jahr im ÖPNV und einer Einsparung von knapp 17 Mio. Widerstandsstunden je Jahr.

5.2.2 ÖPNV-Umlegung Mitfall

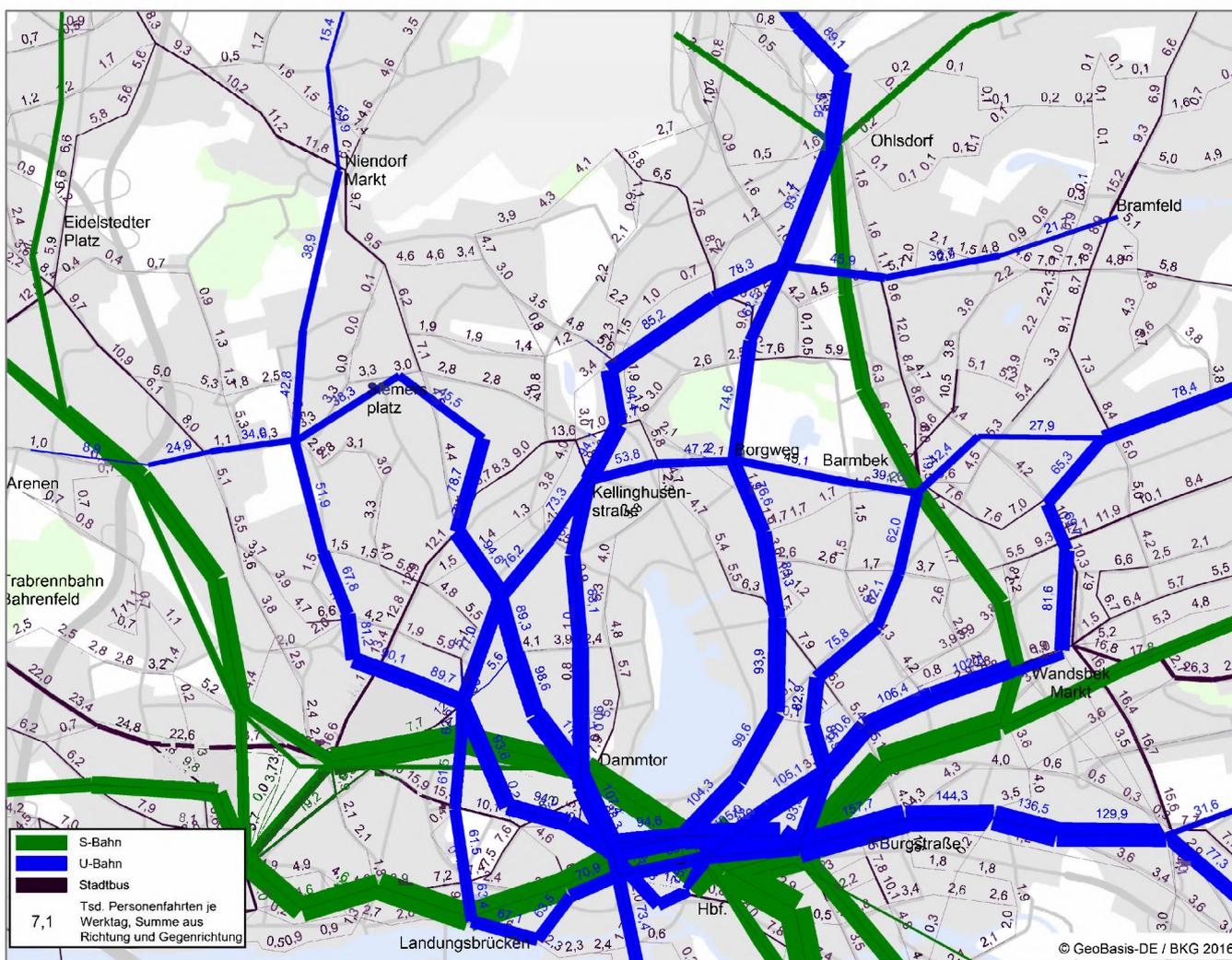


Abbildung 5-2 Umlegungsergebnisse ÖPNV im Mitfall

Die Umlegungsergebnisse im Mitfall zeigen die hohe Nachfrage auf der neu eingeführten Linie U5. Im zentralen Abschnitt sind die Fahrgastzahlen mit über 100.000 Personenfahrten je Werktag (Summe aus Richtung und Gegenrichtung) am höchsten. Um diese Nachfrage in dem betroffenen Bereich ohne eine Überschreitung der Kapazitätsgrenze zu stillen, ist es, unter Beibehaltung der Einfachtraktion, erforderlich, in einem 100-Sekunden-Takt zu verkehren. Die beiden im Ohnefall von nachfragestarken Buslinien bedienten Achsen Siemersplatz – Dammtor bzw. Hauptbahnhof Mundsburger Brücke werden nun durch die U5 erschlossen. Im Vergleich zum Ohnefall zeigt sich auch eine Entlastung manch stark nachgefragter Buslinien. So zum Beispiel auf der Achse Eppendorf – Holstenstraße oder Hebebrandstraße – Barmbek. Auf der S1 und der U1 kommt es zwischen City Nord und Hauptbahnhof durch die teilweise parallel verkehrende U5 ebenfalls zu einem Rückgang der Nachfrage. Die Unterschiede zwischen Mit- und Ohnefall sind in der nachfolgenden Differenzbetrachtung (Abbildung 5-3) einsehbar.

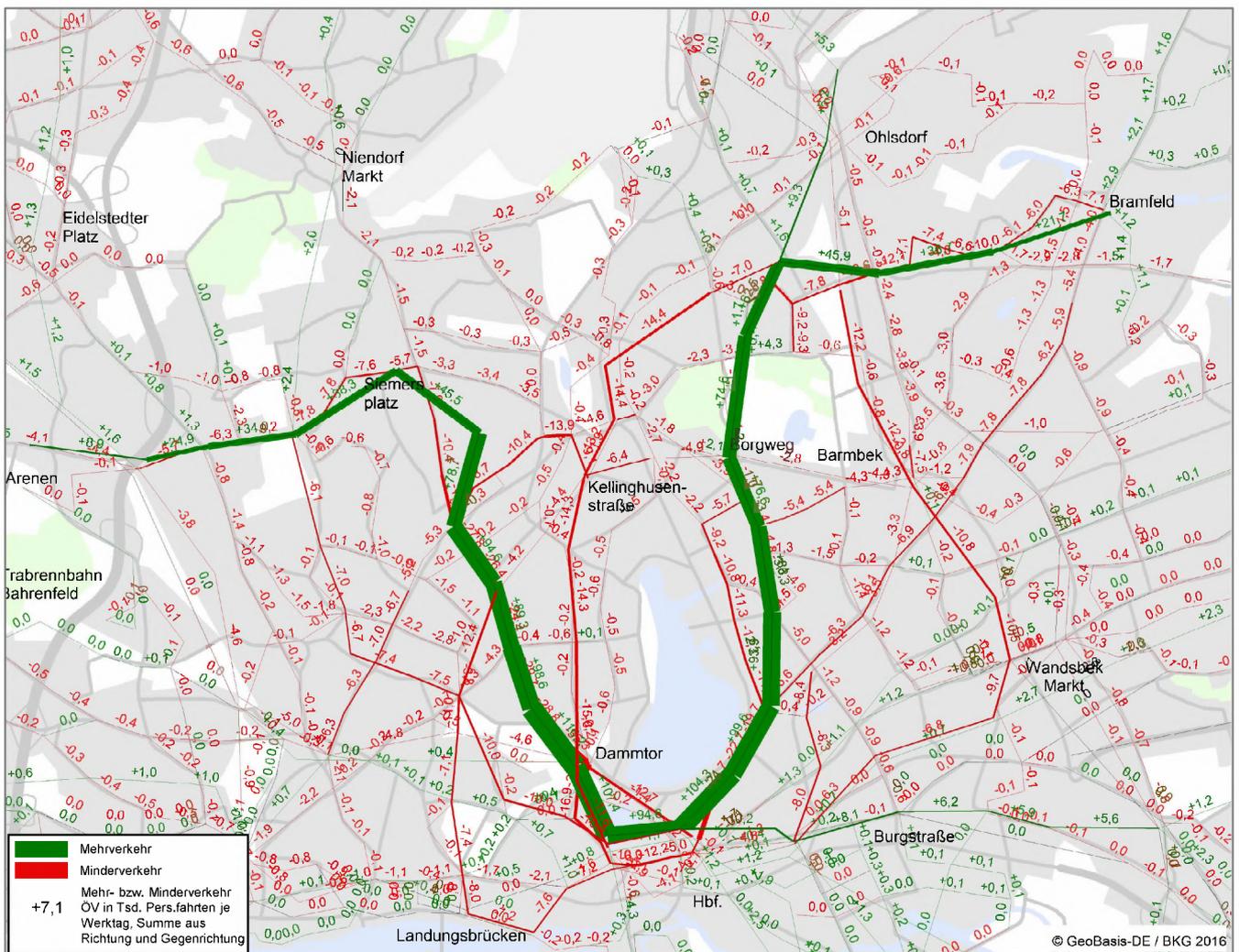


Abbildung 5-3 Differenzbetrachtung der Umlegungsergebnisse ÖPNV im Mit- und Ohnefall

5.3 Dimensionierungsprüfung

Mit der Dimensionierungsprüfung im Mitfall soll sichergestellt werden, dass das angedachte ÖPNV-Betriebskonzept auch in der Lage ist, die erwartete Nachfrage zu befriedigen. Die neue U5 wurde insgesamt an neun Querschnitten hinsichtlich einer ausreichenden Dimensionierung überprüft. An den Querschnitten Nordheimstraße – Sengelmannstraße, Universität – Stephansplatz sowie Universität – Grindelberg kommt es zu leichten Überschreitungen des in der Standardisierten Bewertung definierten maximalen Platzausnutzungsgrades von 65 %. Diese geringfügigen Unterschreitungen wurden vom projektbegleitenden Arbeitskreis akzeptiert, da an den angrenzenden Abschnitten ein geringeres Fahrgastaufkommen besteht und somit keine Überlastung mehr vorliegt.

Das Busnetz des Mitfalls wurde ebenfalls einer Dimensionierungsprüfung unterzogen. Durch die Einführung der U5 zeigt sich hier eine spürbare Entlastung. In Summe bestehen noch zwei Querschnitte, mit einer Auslastung von über 65 %. Beim Querschnitt Wandsbek-Gartenstadt – Haldedorfer Straße (Linie 8) wird ein Auslastungsgrad von 66 % erreicht. Da die Nachbarabschnitte jedoch unter dem Grenzwert liegen, wurde in diesem Fall die Überschreitung vom Arbeitskreis akzeptiert. Im Bereich Beethovenstraße – U Mundsburg (Linie 25 und 172) wird der errechnete Auslastungsgrad von 66 % ebenfalls ohne weitere Anpassungen übernommen, da eine weitere Taktverdichtung auf diesem Abschnitt betrieblich nur sehr schwer umsetzbar wäre. Die Ergebnisse der übrigen Dimensionierungsquerschnitte sind im Anhang einsehbar.

6 Gesamtwirtschaftliche Bewertung

Das Standardisierte Bewertungsverfahren beruht auf dem Mitfall/Ohnefall-Prinzip. Demnach werden für die Beurteilung des Investitionsvorhabens die Veränderungen ermittelt, welche durch Realisierung der zu bewertenden Maßnahme (Mitfall) gegenüber den Verhältnissen ohne Realisierung der Maßnahme (Ohnefall) hervorgerufen werden. Dies führt dazu, dass die sogenannten Teilindikatoren in ihren originären Messgrößen jeweils in Form von Salden ausgewiesen werden. Diese Teilindikatoren werden in den folgenden Kapiteln näher erläutert:

- » Saldo Fahrgastnutzen ÖPNV und ÖPNV-Fahrgeld
- » Saldo ÖPNV-Betriebskosten
- » Saldo der Unfallfolgekosten
- » Saldo der CO₂-Emissionen
- » Saldo der Schadstoffemissionskosten
- » Nutzen gesellschaftlich auferlegter Investitionen
- » Funktionsfähigkeit der Verkehrssysteme
- » Primärenergieverbrauch
- » Resilienz von Schienennetzen
- » Wachstumsreserven
- » Investitionen, Kapitaldienst und Unterhaltungskosten

Der Saldo der Nutzen wird im Zähler geführt. Im Nenner erscheint der Kapitaldienst der Infrastrukturmaßnahme bestehend aus Abschreibung und Verzinsung.

6.1 Saldo Fahrgastnutzen ÖPNV und Saldo ÖPNV-Fahrgeld

Die vorhabenbedingte Änderung des Fahrgastnutzens im ÖPNV wird mit Hilfe der Widerstands- und Verkehrsnachfragematrizen im Mit- und Ohnefall ermittelt. Dazu wird die Widerstandsdifferenz der maßgebenden ÖPNV-Fahrten in Stunden je Werktag relationsweise bestimmt.

Die „maßgebenden Fahrten im ÖPNV“ bestehen aus den „verbleibenden Fahrten“ und der Hälfte des Mehr- bzw. Minderverkehrs. Verbleibende Fahrten sind solche, die sowohl im Ohne- als auch im Mitfall mit dem ÖPNV vorgenommen werden. All diese Fahrten profitieren in vollem Umfang von der Widerstandsänderung im ÖPNV. Der Mehr- bzw. Minderverkehr umfasst Fahrten, die aufgrund von Widerstandssenkungen im Mitfall zusätzlich durchgeführt werden oder aufgrund von Widerstandserhöhungen im Mitfall weniger durchgeführt werden. Der Mehr- bzw. Minderverkehr geht jeweils zur Hälfte in die maßgebenden Fahrten ein. Rechnerisch wird daher beim gesamten Mehr- bzw. Minderverkehr nur die Hälfte der Widerstandsänderung als Fahrgastnutzen angesetzt.

Für das Vorhaben der neuen U-Bahn-Linie U5 wurde eine Widerstandsdifferenz im ÖPNV von etwa 16,9 Mio. Stunden je Jahr ermittelt (vgl. Formblatt 5-1). Nach Multiplikation mit dem Wertansatz für die Widerstandsbewertung gemäß Verfahrensanleitung wird damit ein positiver Nutzenbeitrag für den ÖPNV-Fahrgastnutzen von 111,7 Mio. € je Jahr in der Bewertung berücksichtigt (vgl. Formblatt 20).

Kommt es vorhabenbedingt zu Mehrverkehr im ÖPNV, stellen die dadurch generierten Fahrgelderlöse einen Zusatznutzen dar, indem finanzielle Belastungen der Finanzierungs- und Aufgabenträger im ÖPNV verringert werden. Umgekehrt wirken die vorhabenbedingt entgangenen Fahrgelderlöse durch Minderverkehr im ÖPNV nutzenmindernd. Zur Berechnung dieser Nutzenkomponente ist in Formblatt 5-1 die Beförderungsleistungsänderung durch Mehrverkehr sowie durch Minderverkehr im ÖPNV ausgewiesen.

Die Darstellung erfolgt nach Widerstandsdifferenzklassen: Steigt im Mitfall der Widerstand (positive Widerstandsdifferenzklasse), so führt dies zu einem Minderverkehr im ÖPNV. Sinkt der Widerstand im Mitfall (negative Widerstandsdifferenzklasse), resultiert ein Mehrverkehr im ÖPNV,

welcher zusätzliche Fahrgeldeinnahmen generiert. Die so berechnete Beförderungsleistungsänderung durch zusätzliche oder verringerte Fahrten im ÖPNV (ca. 250 Mio. Personenkilometer (Pkm) je Jahr) wird in der Standardisierten Bewertung mit einem kilometerabhängigen ÖPNV-Fahrgeld in Höhe von 0,13 €/Pkm bewertet. Mit dieser Multiplikation ergibt sich ein positiver Nutzenbeitrag für den Saldo ÖPNV-Fahrgeld von 32,6 Mio. € je Jahr.

6.2 Saldo ÖPNV-Betriebskosten

Für die Ermittlung der ÖPNV-Betriebskosten werden die Salden des Fahrzeugbedarfs, der Umlaufzeiten und der Kilometer differenziert nach den eingesetzten Fahrzeugtypen für die betroffenen Linien ermittelt. Welche Linien von der Maßnahme betroffen sind, ist im Formblatt 8 der Standardisierten Bewertung zusammen mit den Bedienungshäufigkeiten am Werktag, Samstag und Sonntag hinterlegt.

Die Differenzierung der verschiedenen Verkehrstage dient der Hochrechnung der Betriebsleistungen auf ein Jahr. Hierbei wird der Werktag mit dem Faktor 254, der Samstag mit 52 und der Sonn- und Feiertag mit 59 Tagen auf das Jahr hochgerechnet.

Für das mit der Einführung der U5 zwischen Bramfeld und Arenen verbundene ÖPNV-Betriebskonzept ergibt sich folgendes Bild für die Salden zwischen Mit- und Ohnefall:

	Mitfall	Ohnefall	Saldo Mitfall – Ohnefall
Fahrzeugbedarf (ohne 10 % Reserve)			
DT6-A	37	0	+37
E-NL	69	75	-6
E-NGL	171	244	-73
E-GGL	10	28	-18
1.000 Fahrzeug-/Bus-km je Jahr			
DT6-A	5.038	0	+5.038
E-NL	3.763	4.334	-571
E-NGL	11.579	14.981	-3.402
E-GGL	856	1.709	-853
1.000 Umlauf-/Personalstunden je Jahr			
ÖSPV-Schiene (automatisierter Betrieb)	144	0	+144
ÖSPV-Bus	1.185	1.554	-369

Tabelle 6-1 Mengengerüste der Standardisierten Bewertung

Aus diesem Mengengerüst werden in der Folge die Ergebnisse der ÖPNV-Betriebskosten ermittelt, welche in den nachfolgenden Kapiteln im Detail erläutert werden.

6.2.1 Fahrzeugkosten ÖPNV

Der Kapitaldienst für die Fahrzeuge steigt im Mitfall leicht an. Das liegt daran, dass die hohen Investitionen in neue U-Bahn-Fahrzeuge nicht durch Einsparungen durch den gesunkenen Bedarf an Busfahrzeugen kompensiert werden können. Bei den in der Standardisierten Bewertung vorgeschriebenen Nutzungsdauern von 30 Jahren bei Schienenfahrzeugen und von 12 Jahren bei Bussen ergibt sich eine jährliche Erhöhung der Abschreibung und Verzinsung in Höhe von 828 T€ (Formblatt 9-5).

In den Unterhaltungskosten für die ÖPNV-Fahrzeuge sind folgende Kostenbestandteile enthalten:

- » Fahrfertigmachen
- » Fahrzeugreinigung
- » Fahrzeugabstellung
- » regelmäßige Werkstattarbeiten
- » Reparaturen
- » Hauptuntersuchungen
- » Kosten der Werkstatt (Gebäude und Einrichtung) sowie Abstellanlagen

Die Unterhaltungskosten werden getrennt nach einem Fixkostenanteil (zeitabhängige Unterhaltung), der je Jahr und Fahrzeug anfällt, und einem laufleistungsabhängigen Anteil ermittelt. In diesen Unterhaltungskosten sind die Vorhaltungskosten für die Betriebshöfe der Busse, aber auch die Vorhaltungskosten für den Betriebshof der U-Bahn anteilig enthalten.

Bei Bussen sind die jährlichen zeitabhängigen Unterhaltungskosten für die verschiedenen Busstypen in der Tabelle B-12 im Anhang 1 der Verfahrensanleitung zur Standardisierten Bewertung zu finden (E-NL 11.200, E-NGL 12.800 und E-GGL 14.400 € je Fahrzeug und Jahr). Bei U-Bahnen ergeben sich die zeitabhängigen Unterhaltungskosten aus der Multiplikation der Leermasse des Fahrzeugs und den spezifischen Unterhaltungskosten von 610 € je Fahrzeug und Jahr (Tabelle B-11 im Anhang 1 der Verfahrensanleitung). Die jeweiligen Unterhaltungskostensätze werden anschließend mit dem Fahrzeugbedarf multipliziert und der Saldo der zeitabhängigen Unterhaltungskosten je Fahrzeugtyp zwischen Mit- und Ohnefall bestimmt. Dieser beträgt für das Betriebskonzept der U5 rund 187 T€.

Die laufleistungsabhängigen Unterhaltungskostensätze wurden der Verfahrensanleitung entnommen: Für den Betriebszweig Batteriebusse gilt für die drei in Einsatz befindlichen Busse ein vorgegebener Satz von 0,35 bis 0,45 € je Fahrzeugkilometer. Bei der U-Bahn errechnet er sich über einen spezifischen Unterhaltungskostensatz von 12,2 € je 1.000 Tonnenkilometer (Tabelle B-11 und B-12 im Anhang 1 der Verfahrensanleitung) und beträgt beim relevanten DT6-A 0,76 € je Fahrzeugkilometer.

Die jährliche Betriebsleistung im Bereich der Busse sinkt um 4,8 Mio. Fahrzeugkilometer, während im Betriebszweig U-Bahn gut 5 Mio. Fahrzeugkilometer zusätzlich gefahren werden. Dadurch steigen die laufleistungsabhängigen Unterhaltungskosten der betroffenen Linien im Mitfall insgesamt auf rund 10,1 Mio. € je Jahr. Dies entspricht einer Steigerung von rund 1,9 Mio. € je Jahr im Vergleich zum Ohnefall.

6.2.2 Energiekosten ÖPNV

Die Energiekosten berechnen sich bei allen Fahrzeugen dieser Untersuchung aus der Laufleistung. Bei den hier eingesetzten Schienenfahrzeugen (DT6-A) errechnet sich der Energieverbrauch nach dem Gewicht der Fahrzeuge: Der streckenbezogene Energieverbrauch der U-Bahn beträgt 80 kWh je 1.000 Tonnenkilometer (Tabelle B-11 im Anhang 1 der Verfahrensanleitung) bzw. 4,96 € je Fahrzeugkilometer DT6-A. Bei den Batteriebussen werden je nach Fahrzeugart 1,96 (NL), 2,70 (NGL) oder 3,43 (GGL) kWh je Fahrzeugkilometer angesetzt (Tabelle B-12 im Anhang 1 der Verfahrensanleitung). Die Energiekosten ergeben sich dann aus der Multiplikation der Verbräuche mit dem spezifischen Energiepreis von 12 Cent je kWh Strom aus regenerativen Quellen. In der Bewertung wurde für sämtliche Linien des Betriebskonzepts sowohl im Ohne- als auch Mitfall Strom aus regenerativen Quellen angesetzt.

Zwischen Ohne- und Mitfall ergibt sich mit den angegebenen Kostensätzen und der entsprechenden Laufleistung ein positiver Saldo von 1,6 Mio. € bei den Energiekosten. Die Aufschlüsselung der Energiekosten ist in Formblatt 9-3 dargestellt.

6.2.3 Personalkosten ÖPNV

Die Personalkosten lassen sich direkt aus den Umlaufzeiten einschließlich der Wendezeiten der Linien und ihrer jährlichen Umlaufhäufigkeit ermitteln. Auch durch den automatisierten U-Bahn-Betrieb entsteht noch Personalaufwand außerhalb des reinen Fahrdienstes. So wurde für diese Aufgaben ein anteiliger Personalkostensatz von 8,50 €/Umlaufstunde bei der automatisierten U-Bahn zugrunde gelegt, bzw. 39 €/Stunde im Betriebszweig Bus (gemäß Verfahrensanleitung). Der Dienstplanwirkungsgrad sowie die Lohnnebenkosten und Verwaltungsgemeinkosten sind bei diesen Kostensätzen mit eingerechnet.

Bei dem unterstellten Betriebskonzept können die Personalstunden der betroffenen Linien im Mitfall aufgrund der Einsparungen von Leistungen im Busbetrieb von 1,55 auf 1,33 Mio. Stunden je Jahr reduziert werden. In Verbindung mit dem deutlich niedrigeren Personalkostensatz für den Betrieb der vollautomatischen U5 ergibt sich zwischen Mit- und Ohnfall ein jährlicher Saldo der Betriebskosten von -13,1 Mio. €. Die Kennzahlen bezüglich der Personalkosten ÖPNV sind in Formblatt 9-4 einsehbar.

6.2.4 Summe Betriebskosten ÖPNV

Die folgende Tabelle 6-2 zeigt die Zusammenstellung sowie die Salden der in den vorherigen Kapiteln beschriebenen Teilindikatoren der Betriebskosten ÖPNV, welche dann mit umgekehrten Vorzeichen in die Nutzen-Kosten-Untersuchung einfließen. Ein positives Vorzeichen bedeutet, dass ein Mehr an ÖPNV-Betriebskosten zu einer Minderung der Nutzen führt. Diese Werte finden sich auch im Formblatt 9-5 der Standardisierten Bewertung wieder.

	Mitfall	Ohnfall	Saldo Mitfall – Ohnfall
Kapitaldienst Fahrzeuge	28.188	27.360	+828
zeitabhängige Unterhaltungskosten	4.999	4.812	+187
lauleistungsabhängige Unterhaltungskosten	10.163	8.278	+1.885
Energiekosten ÖPNV	9.319	7.673	+1.646
Personalkosten ÖPNV	47.448	60.602	-13.155
Summe Betriebskosten ÖPNV	100.117	108.725	-8.608

Tabelle 6-2 Zusammenstellung Betriebskosten ÖPNV

Die Übersicht zeigt, dass insbesondere im Bereich der Personalkosten die Kosten deutlich reduziert werden können. Dies lässt sich insbesondere durch die umfangreichen Einsparungen bei den Busleistungen sowie den automatisierten Betrieb der U5 begründen. Durch den Bedarf an zusätzlichen U-Bahn-Fahrzeugen und die höheren Unterhaltungskosten ergeben sich jedoch teilweise auch erhebliche Mehrkosten im Mitfall. In Summe entsteht in der Bewertung im Bereich der ÖPNV-Betriebskosten eine Einsparung von rund 8,6 Mio. €.

6.3 Saldo der Unfallfolgekosten

Im Rahmen der gesamtwirtschaftlichen Bewertung werden die Auswirkungen der untersuchten Maßnahme auf die Unfallhäufigkeiten untersucht. Die Unfallhäufigkeiten werden beeinflusst durch die veränderte ÖPNV-Angebotssituation und durch die vom MIV zum ÖPNV verlagerten Verkehre (Saldo Pkw-Fahrleistung) zwischen Mit- und Ohnfall.

Die Auswirkungen des Vorhabens auf die Unfallkosten sind in Formblatt 11 zusammengestellt. Aus der geänderten Betriebsleistung im Mitfall und der spezifischen Unfallkostenrate je Verkehrsmittel/Verkehrssystem errechnet sich in der Summe über alle saldierten Unfallschäden ein monetär bewerteter Nutzen in Höhe von 12,1 Mio. €/Jahr.

6.4 Saldo der CO₂-Emissionen

Der Saldo der CO₂-Emissionen setzt sich aus den Bereichen Betrieb, Fahrzeugherstellung und Infrastrukturherstellung zusammen. Diese werden in den nachfolgenden Unterkapiteln im Detail erläutert.

6.4.1 Saldo CO₂-Emissionen Betrieb

Mit einer Emissionsrate von 127 g/Pkw-Kilometer ergibt sich bei der entsprechenden Verlagerung der Pkw-Fahrleistung eine CO₂-Einsparung von 18.041 t je Jahr (Formblatt 6). Im ÖPNV wird der Saldo auf Basis des geänderten Energieverbrauchs und dem Emissionsfaktor CO₂ (abhängig von Energieart und -quelle) berechnet. Für den ÖPNV ergibt sich somit durch die Einführung der U5 eine leichte Erhöhung der Emissionen aus dem Betrieb von 247 t CO₂/Jahr. Die U5 verursacht im Betrieb somit mehr CO₂-Emissionen als durch das reduzierte Busangebot eingespart werden können. In der Summe (MIV und ÖPNV) beträgt der Saldo zum Ohnefall rund -17.794 t CO₂ je Jahr.

6.4.2 Saldo CO₂-Emissionen Fahrzeugherstellung

Aus der im Mitfall reduzierten MIV-Fahrleistung lässt sich grundsätzlich auch ein reduzierter Bedarf an Pkw-Fahrzeugen ableiten, welche in weiterer Konsequenz nicht angeschafft und damit nicht produziert werden müssen und somit keine Emissionen in der Fahrzeugherstellung entstehen. Durch eine Multiplikation mit den spezifischen Emissionen, welche bei der Produktion von Pkw freigesetzt werden, lässt sich aus der Verkehrsverlagerung eine jährliche Einsparung von CO₂-Emissionen aus der Fahrzeugherstellung berechnen. Im konkreten Fall ergibt sich im Saldo zum Ohnefall eine Reduktion der Emissionen um 5.825 t CO₂/Jahr.

Das gleiche Verfahren kann für die Fahrzeuge im ÖPNV angewendet werden. Hier sind je nach Fahrzeugtyp spezifische Emissionen hinterlegt, welche für die Produktion einer Fahrzeugeinheit anfallen. Multipliziert mit der Anzahl an benötigten Fahrzeugen für das hinterlegte Betriebskonzept errechnen sich für die U5 in Hamburg Einsparungen bei den Emissionen für die Fahrzeugherstellung im ÖV in Höhe von 1.256 t CO₂ im Vergleich zum Ohnefall.

6.4.3 Saldo CO₂-Emissionen Infrastrukturherstellung

Bei der Errichtung sowie der Entsorgung am Ende der Nutzungsdauer von Verkehrsinfrastruktur werden Treibhausgase emittiert. Diese werden im Zuge der Standardisierten Bewertung mit Hilfe der Annuitätenmethode auf jährliche Emissionen umgerechnet. Da insbesondere der Bau von Kunstbauwerken mit erheblichen CO₂-Emissionen verbunden ist, werden diese Anlagenteile gesondert erfasst und eine exakte Massenermittlung durchgeführt. Für Streckeninfrastruktur ohne maßgebliche Kunstbauten ist die Kostenstruktur in der Regel ähnlich und standardisiert, wodurch sich für diese Anlagenteile mittlere Treibhausgasemissionen nach Länge oder Stückzahl angeben lassen. In Summe konnten für die Errichtung der U5 CO₂-Emissionen in der Höhe von 15.440 t CO₂ je Jahr ermittelt werden.

6.4.4 Zusammenstellung Saldo CO₂-Emissionen

In der nachfolgenden Tabelle 6-3 sind die einzelnen Teilindikatoren bezüglich der CO₂-Emissionen ersichtlich (vgl. Formblatt 12-3). Durch die Einführung der U5 können in Summe rund 9.400 t CO₂ je Jahr eingespart werden. Mit dem in der Standardisierten Bewertung Version 2016+ hinterlegten Kostensatz von 670 €/t CO₂ ergibt sich so ein Nutzen von rund 6,3 Mio. € je Jahr.

		MIV	ÖPNV	Summe
Saldo CO ₂ -Emissionen Betrieb	[t CO ₂ /Jahr]	-18.041	+247	-17.794
Saldo CO ₂ -Emissionen Fahrzeugherstellung	[t CO ₂ /Jahr]	-5.825	-1.256	-7.081
Saldo CO ₂ -Emissionen Infrastrukturherstellung	[t CO ₂ /Jahr]		+15.440	+15.440
Saldo CO₂-Emissionen gesamt	[t CO₂/Jahr]	-23.866	+14.431	-9.435

Tabelle 6-3 Saldo der CO₂-Emissionen

6.5 Saldo der Schadstoffemissionskosten

Aufgrund von zum Teil geringen Emissionsmengen und gleichzeitig hohen Schadenskosten werden Schadstoffemissionskosten in der Standardisierten Bewertung separat erfasst. Die Schadstoffemissionen beruhen beim ÖPNV auf dem Energieverbrauch je Jahr und einem von der Energiequelle abhängigen definierten Emissionskostensatz. Für den MIV werden die Schadstoffemissionskosten auf Basis der Pkw-Fahrleistung und mit einem Kostensatz je Pkw-km hochgerechnet. In der nachfolgenden Tabelle 6-4 ist die Saldenbetrachtung der Schadstoffemissionskosten aus Mit- und Ohnefall ersichtlich. Durch die Einführung der U5 ergibt sich demnach eine jährliche Einsparung von rund 562 T€ je Jahr.

		MIV	ÖPNV	Summe
Saldo CO₂-Emissionen gesamt	[T€/Jahr]	-568,2	+5,9	-562,3

Tabelle 6-4 Saldo der Schadstoffemissionskosten

6.6 Nutzen gesellschaftlich auferlegter Investitionen

Bei diesem Teilindikator können Investitionen geltend gemacht werden, welche einen gesamtgesellschaftlichen Nutzen aufweisen. Die zwei wesentlichen Anwendungsbereiche sind hierfür Investitionen in die Barrierefreiheit sowie den Brandschutz, wobei entsprechende Investitionen bzw. deren Aufnahme in die Bewertung mit dem Zuwendungsgeber abgesprochen wurden. Sämtliche Investitionen in Brandschutz und Barrierefreiheit fließen dabei vollständig auf der Kostenseite in die Ermittlung des Kapitaldienstes der ortsfesten Infrastruktur ein. Anlagenteile, für welche ein gesellschaftlicher Nutzen besteht, werden jedoch zusätzlich erfasst (Formblatt 14) und fließen in der Höhe des entsprechend ermittelten Kapitaldienstes und der Unterhaltungskosten auf der Nutzenseite in die Bewertung mit ein. Für den Bau der U5 wurde in der Standardisierten Bewertung ein jährlicher gesellschaftlicher Nutzen in Höhe von 3,4 Mio. € in die Berechnung aufgenommen. Als notwendig für die Barrierefreiheit wurden die Kosten der Aufzüge angesetzt.

6.7 Nutzenbeiträge aus nutzwertanalytischen Teilindikatoren

Für die Standardisierte Bewertung der U5 in Hamburg wurden folgende nutzwertanalytische Teilindikatoren untersucht:

- » Funktionsfähigkeit der Verkehrssysteme
- » Primärenergieverbrauch
- » Resilienz von Schienennetzen

Die Ergebnisse werden in den nachfolgenden Kapiteln erläutert.

6.7.1 Funktionsfähigkeit der Verkehrssysteme

Verkehrsverlagerungen vom MIV zum ÖPNV schaffen Kapazitätsreserven im straßengebundenen Verkehrsraum, welche z. B. für Nachverdichtungen, Staureduktion oder die Umwidmung von

Verkehrsflächen für andere Zwecke genutzt werden können. Dadurch kann ein Vorhaben zur Stärkung der Funktionsfähigkeit der Verkehrssysteme und einer Senkung des verkehrlich bedingten Flächenverbrauchs beitragen.

Der gesamtwirtschaftliche Nutzwert dieser Effekte ist abhängig von der räumlichen Lage der Straßeninfrastruktur und wird deshalb differenziert nach Raumtypen bewertet. Dazu wird auf die regionalstatistischen Raumtypen des BMDV (RegioStaR7) zurückgegriffen. In Abbildung 6-1 ist die Einteilung des Untersuchungsraums nach den jeweiligen verwendeten Raumtypen ersichtlich.

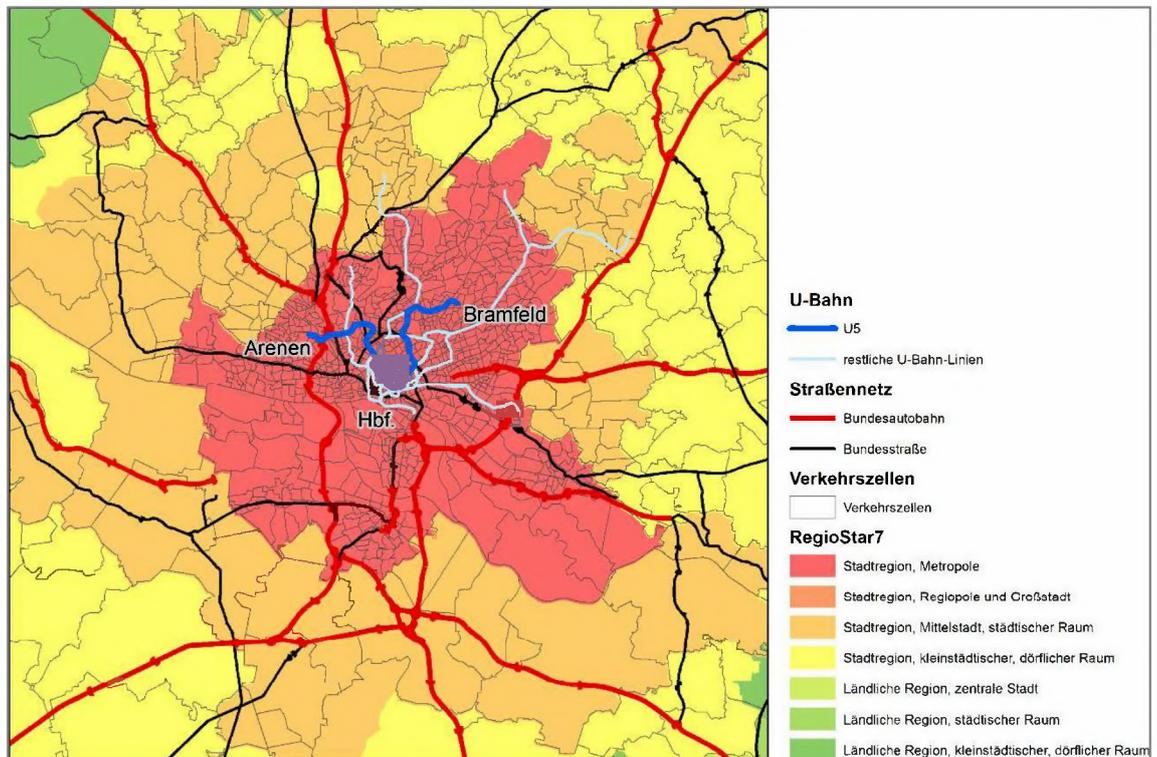


Abbildung 6-1 Übersichtskarte Funktionsfähigkeit der Verkehrssysteme

Für die Berücksichtigung des Modellbausteins wurde die Pkw-Fahrleistung im Mit- und Ohnefall differenziert nach sieben Raumtypen mittels einer Umlegung des MIV auf das nach Raumtypen gemäß RegioStaR7 typisierte Straßennetz unter Berücksichtigung eines Pkw-Besetzungsgrads von 1,3 ausgewertet. Die Ergebnisse dieser Zuordnung und Auswertung sind in der nachfolgenden Tabelle 6-5 (vgl. Formblatt 16) einsehbar. Je nach RegioStaR7-Raumtyp wird der Saldo anschließend mit einem vorgegebenen Punktwert multipliziert und in weiterer Folge mit einem Bewertungssatz von 15,50 € je 1000 Nutzwertpunkten als positiver Nutzenbeitrag in die Bewertung aufgenommen. Im konkreten Fall ergibt sich für das Vorhaben der U5 so ein Nutzen von rund 14,1 Mio. € je Jahr.

	Punktwert	Saldo zum OF	Nutzwertpunkte
	[Punkte/1.000 Pkw-km]		[1.000 Punkte]
Stadtregion, Metropole	-7,1	-123.466,4	+876,6
Stadtregion, Regiopole und Großstadt	-5,2	-495,7	+2,6
Stadtregion, Mittelstadt, städtischer Raum	-1,9	-12.414,6	+23,6
Stadtregion, kleinstädtischer, dörflicher Raum	-1,3	-4.957,4	+6,4
Ländliche Region, zentrale Stadt	-1,9	-305,8	+0,6
Ländliche Region, städtischer Raum	-1,3	-62,2	+0,1
Ländliche Region, städtischer Raum	-0,6	-355,8	+0,2
Summe			+910,1

Tabelle 6-5 Ergebnisse Funktionsfähigkeit der Verkehrssysteme

6.7.2 Primärenergieverbrauch

Ziel der Berücksichtigung des Primärenergieverbrauchs ist es, den grundsätzlich anzustrebenden sparsamen Umgang mit Energie in der Bewertung zu etablieren, um den gesellschaftlichen Gesamtenergieverbrauch zu reduzieren. Der Primärenergieverbrauch des MIV wird durch die Multiplikation der Pkw-Fahrleistung mit einem durchschnittlichen Primärenergieverbrauchsfaktor je Pkw-km ermittelt. Für den ÖPNV wird analog zur Vorgehensweise bei den Emissionen der Energieverbrauch mit einem Primärenergiefaktor (abhängig von der Energiequelle) multipliziert. In Summe erhält man in der Saldenbetrachtung den Verbrauch in GJ je Jahr. Mit dem Bewertungssatz von 15,50 € je 1000 Nutzwertpunkten als positiver Nutzenbeitrag ergibt sich eine monetäre Bewertung von 2,8 Mio. €/Jahr.

	Saldo Primärenergieverbrauch [GJ/Jahr]	Punktwert [Punkte/(GJ/Jahr)]	Nutzwertpunkte [1.000 Punkte]
ÖPNV	+52.919		
MIV	-255.704		
Summe	-202.785	-0,9	+183

Tabelle 6-6 Saldo des Primärenergieverbrauchs

6.7.3 Resilienz von Schienennetzen

Alternative Fahrtrouten bzw. Fahrtrouten bilden die Fähigkeit eines Verkehrsnetzes ab, außerplanmäßigen Ereignissen zu widerstehen bzw. sich daran anzupassen und dabei seine Funktionsfähigkeit zu erhalten oder schnell wiederzuerlangen. Bei auftretenden Störungen auf Schienenstrecken werden Aspekte der Netzresilienz über die Quantifizierung des Nutzens dank alternativer Fahrtrouten bzw. Fahrtrouten abgebildet.

Im Rahmen der Standardisierten Bewertung werden solche Störungen betrachtet, die als Unterbrechungen der Schienenstrecken definiert sind, die mindestens 30 Minuten anhalten und zu mehr als nur einem Fahrtausfall je Fahrtrichtung führen. Dazu zählen z. B. Streckensperrungen

- » wegen Personen im Gleis,
- » aufgrund von Beschädigungen der Infrastruktur durch technische Defekte oder
- » infolge von Bauarbeiten.

Zur Ermittlung der Nutzenwirkungen wird ein Störungsszenario definiert, welches die Sperrung einer zu der neuen bzw. ausgebauten Infrastruktur parallel verlaufenden Schienenstrecke beinhaltet.

Für die U5 in Hamburg wurde dementsprechend ein Störungsszenario mit einer nicht zur Verfügung stehenden Infrastruktur zwischen Kellinghusenstraße und Stephansplatz auf der Linie U1 definiert, welches für den Mitfall in der nachfolgenden Abbildung 6-2 im Liniennetzplan dargestellt ist.

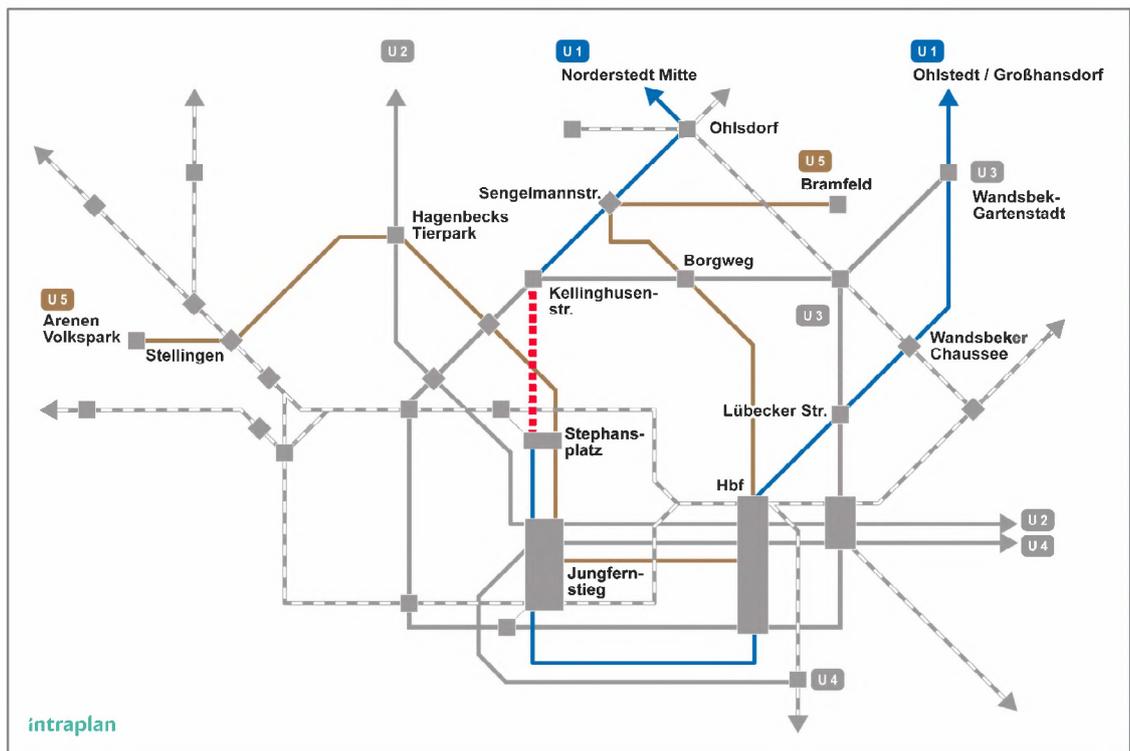


Abbildung 6-2 Resilienz von Schienennetzen Störungsszenario Mitfall

Im Ohnefall wurde für dieses Störungsszenario ein Betriebskonzept festgelegt und in einem gesonderten Verkehrsmodell als Störungs-Ohnefall abgebildet. Das entsprechende Betriebskonzept sieht die Trennung der U1 in einen nördlichen und einen südlichen Linienteil vor. Auf der nördlichen Linie findet lediglich zwischen den U1-Haltestellen Norderstedt Mitte und Kellinghusenstraße planmäßiger Betrieb statt, wobei die Züge dabei in der Haltestelle Kellinghusenstraße wenden. Auf der südlichen Linie U1 verkehren die Züge zwischen Ohlstedt bzw. Großhansdorf und der Haltestelle Stephansplatz, in welchem die betriebliche Möglichkeit zur Wende besteht. Die Bedienungshäufigkeiten und Fahrzeiten bleiben auf den beiden entstehenden Linien im Vergleich zum störungsfreien Betrieb unverändert.

Im Mitfall besteht grundsätzlich dasselbe Betriebskonzept für den Störfall, mit dem Unterschied, dass durch die parallel verlaufende Linie U5 nun bessere Alternativen für betroffene Fahrgäste vorliegen.

Nach Ermittlung aller Widerstandsänderungen zwischen Störungs-Mitfall und Störungs-Ohnefall verbleibt nach Gewichtung mit der Ohnefall-Nachfrage eine Widerstandsdifferenz von rund -27.800 Stunden je Jahr bzw. 13.900 Nutzwertpunkten (siehe Formblatt 19). Diese Nutzenwirkung ist gemäß Verfahrensanleitung bereits auf 1 % der ursprünglichen Nutzenwirkung abgemindert.

Mit einem Bewertungsansatz von 15,50 € je 1.000 Nutzwertpunkten resultiert daraus ein positiver Nutzenbeitrag für die Resilienz von Schienennetzen durch die Linie U5 von etwa 215 T€ je Jahr.

Weitere Störfallszenarien wurden in dieser Untersuchung nicht unterstellt, da das BMDV die Möglichkeit der Berücksichtigung von mehreren, unterschiedlichen Störfallszenarien in diesem Projekt derzeit nicht als gegeben sieht.

6.8 Fakultativer Modellbaustein Dynamisierung der Nutzen- und Kostenbeiträge innerhalb des Betrachtungszeitraumes / Wachstumsreserven

In Hamburg ist eine dynamische Entwicklung der ÖPNV-Nachfrage auch über das Jahr 2035 hinaus zu erwarten. Dies wird auf der einen Seite durch die politische Zielsetzung eines 60 %-igen ÖPNV-Anteils im motorisierten Verkehr erreicht und auf der anderen Seite wird in Hamburg eine weitere allgemeine Zunahme des Verkehrs durch Einwohner und Touristen erwartet. Die Anwendung des Bausteins wurde im Rahmen dieser Untersuchung bisher nicht durchgeführt. Der Antragsteller behält sich vor, zu einem späteren Zeitpunkt eine Bewertung mit dem Modul Wachstumsreserven nachzuholen.

6.9 Investitionen, Kapitaldienst und Unterhaltungskosten für die ortsfeste Infrastruktur

Die Vorhaltungskosten für den Fahrweg und die ortsfesten Einrichtungen setzen sich aus den folgenden Bestandteilen zusammen:

- » Kapitaldienst (Abschreibung und Verzinsung) und
- » Unterhaltungskosten

Hierbei geht der Kapitaldienst des Ohnefalls und des Mitfalls in die Ermittlung des Nutzen-Kosten-Verhältnisses als einziger Bestandteil des Nenners bzw. der Kosten ein. Der Saldo der Unterhaltungskosten ist ein, meist negativer, Bestandteil des Zählers bzw. der Nutzen.

Für die Ermittlung der Vorhaltungskosten müssen die Investitionen ohne Planungs- und Vorbereitungskosten und getrennt nach den Anlagenteilen der Standardisierten Bewertung vorliegen. In diesen Anlagenteilen werden einerseits die Nutzungsdauern und Restwerte der Investitionen festgelegt und als jährlicher Kapitaldienst nach der Annuitätenmethode in Abhängigkeit von der Bauzeit ermittelt sowie jährliche Unterhaltungskosten als Prozentsatz der Investitionssumme festgelegt.

Die Investitionssumme der Maßnahme beträgt ohne Planungs- und Vorbereitungskosten 5.824,7 Mio. € zum Preisstand 2019. Umgerechnet auf den maßgeblichen Preisstand 2016 ergeben sich 5.076,0 Mio. €. Mit dem nach der Verfahrensanleitung der Standardisierten Bewertung vorgeschriebenen Zuschlag von 10 % für Planung und Vorbereitung ergibt sich eine Gesamtsumme von 5.583,6 Mio. € zum Preisstand 2016.

Hieraus errechnet sich – wie in Formblatt 10-2 im Anhang abgebildet – bei einer technisch angemessenen Bauzeit (gemäß Kapitel B.5.2.5 der Verfahrensanleitung) von acht Jahren ein jährlicher Kapitaldienst für den Fahrweg und die ortsfesten Einrichtungen von 142.452,6 T€ sowie Unterhaltungskosten von 17.532,4 T€ je Jahr. Bei Ersatz von Bestandsanlagen wird hierbei angenommen, dass die Unterhaltungskosten vor Ersatz und nach Ersatz im Saldo neutral gestellt sind und nicht berücksichtigt werden.

Durch den Bau der U5 in Hamburg ist es möglich, Investitionen, welche ohne die neue U-Bahn-Linie zwingend getätigt werden müssten, einzusparen. So kann durch die neue U5 unter anderem auf den weiteren Bau und die Instandhaltung von Busspuren und Technik zur Busbevorrechtigung verzichtet werden. Daraus ergeben sich bei Investitionen in Höhe von 40,7 Mio. € (Preisstand 2019) ein Kapitaldienst von 1.869,7 T€ je Jahr sowie Unterhaltungskosten von 365 T€ je Jahr (Formblatt 10-3). Der Kapitaldienst fließt mit einem negativen Vorzeichen in die Bewertung ein, während die Unterhaltungskosten mit einem positiven Vorzeichen den Nutzen der Maßnahme zugerechnet werden. Somit tragen die Teilindikatoren zu einer Reduktion der Kosten bzw. der Erhöhung der Nutzen bei.

6.10 Veranstaltungsverkehre

Beim fakultativen Modellbaustein Veranstaltungsverkehre bietet sich die Möglichkeit, touristische oder Sonderverkehre für Veranstaltungen, welche zu einer erhöhten Nachfrage führen und daher in der Regel durch ein ausgeweitetes Bedienungsangebot abgedeckt werden müssen, in der Standardisierten Bewertung zu erfassen. Dabei soll berücksichtigt werden, wie sich die Investitionsmaßnahme auf die Abwicklung bzw. Verlagerung des erhöhten Verkehrsaufkommens auswirkt.

Durch den Bau der U5 werden mit dem Volksparkstadion und der Barclays-Arena (BC-Arena) zwei der größten Veranstaltungsorte im Westen Hamburgs erstmalig durch eine direkte Schnellbahnverbindung erschlossen. Diese Erschließung erfolgt durch die in unmittelbarer Nähe befindliche westliche Endstation Arenen. Im Zuge der Standardisierten Bewertung werden demnach die beiden folgenden Szenarien für den Modellbaustein Veranstaltungsverkehre definiert:

- » Stadion
- » BC-Arena

Für die Abdeckung der erhöhten Nachfrage ist es erforderlich, ein zusätzliches Angebot im öffentlichen Verkehr zu schaffen. Analog zum Regelverfahren wird auch hier nach dem Mitfall-Ohnefall-Prinzip vorgegangen, mit dem Unterschied, dass die Ergebnisse lediglich mit der Anzahl der Veranstaltungen pro Jahr hochgerechnet und in das Gesamtergebnis integriert werden. In den nachfolgenden Kapiteln werden die Details der Szenarien, betriebliche Konzepte sowie die verkehrlichen Wirkungen erläutert. Die Berechnungs- und Bewertungsergebnisse sind in den Formblättern beider Module der Veranstaltungsverkehre im Anhang ersichtlich.

6.10.1 Veranstaltungsverkehr Stadion

Das Volksparkstadion in Hamburg weist ein Fassungsvermögen von 57.000 Besuchern auf, wobei für das Szenario eine Prognose von 51.100 Besuchern sowie 34 Großveranstaltungen je Jahr angenommen wurden. Für eine realistische Nachbildung des Verkehrsaufkommens im Veranstaltungsfall wurden 50 % der Nachfrage gemäß einer Auswertung eines veranstalteten Fußballspiels und die restlichen 50 % gemäß der Entfernung und Einwohner verteilt.

Um das zusätzliche Verkehrsaufkommen zu bewältigen, werden im Ohnefall fünf S-Bahn-Züge auf der Relation Poppenbüttel – Dammtor – Stellingen geführt. Außerdem verkehren auf der S3 fünf Züge als Lang- statt als Vollzug. Im Bereich des Busangebotes verkehrt die Linie 380 als Pendelbus zwischen der S-Bahnstation Stellingen und der Haltestelle Sylvesterallee am Stadion mit 90 Fahrten vor der Veranstaltung und 75 Fahrten nach der Veranstaltung, die Linie 386 auf der Relation S-Bahnstation Othmarschen und der Haltestelle Luftbadweg wird mit einem 10-Minuten-Takt zwei Stunden vor und nach dem Spiel betrieben. Außerdem gibt es insgesamt acht Verstärkerfahrten der Linie 22 zwischen Hagenbecks Tierpark und Hellgrundweg (Arenen).

Im Mitfall verkehrt die U5 in Doppeltraktion ab den Arenen mit 96 Fahrten bis Jarrestraße und dann mit 48 Fahrten bis Bramfeld (jeweils zwei Stunden vor und nach der Veranstaltung), während im Regelbetrieb im Vergleichszeitraum lediglich 48 Fahrten zwischen Arenen und Bramfeld in Einfachtraktion stattfinden. Die Verstärkerfahrten der Bus- und S-Bahn-Linien entfallen bis auf die Linie 386. Bei der S3 wird die zusätzliche Behängung zurückgenommen, womit diese wie im Regelbetrieb als Vollzug verkehrt.

Für das Betriebskonzept im Fall von Veranstaltungen im Volksparkstadion ergibt sich durch die Einführung der U5 im Mitfall eine Widerstandsdifferenz im ÖPNV von etwa 250.000 Stunden je Jahr (bei 34 Veranstaltungen je Jahr, vgl. Formblatt 5-1 „Stadion“). Nach Multiplikation mit dem Wertansatz von 6,60 €/Stunde für die Widerstandsbewertung gemäß Verfahrensanleitung wird damit ein positiver Nutzenbeitrag für den ÖPNV-Fahrgastnutzen von etwa 1,7 Mio. € je Jahr in der Bewertung abgebildet (vgl. Formblatt 20). Durch die große Anzahl an Fahrten der U5 zur Abwicklung des Verkehrsaufkommens ergeben sich in der Summe trotz der Einsparungen im Bereich der Busse und S-Bahnen Mehrkosten. Auch müssen für die Abwicklung der Veranstaltungsverkehre keine zusätzlichen Fahrzeuge angeschafft werden, so dass sich die Betriebskosten aus den laufeistungsabhängigen Unterhaltungskosten, den Energiekosten und den Personalstunden ergeben. Insgesamt steigen die ÖPNV-Betriebskosten im Mitfall um rund 184.000 €

je Jahr. In Summe ergibt sich ein Einzelnutzen von etwa 2,29 Mio. € je Jahr, welcher in das Gesamtbewertungsergebnis aufgenommen wird. Da für das Betriebskonzept im Mitfall keine weiteren Infrastrukturinvestitionen erforderlich sind, müssen hier keine Kostenpositionen in die Bewertung integriert werden. Die einzelnen Ergebnisse der Teilindikatoren sind in der Übersicht in Tabelle 6-7 dargestellt.

6.10.2 Veranstaltungsverkehr Barclays-Arena

In der BC-Arena können Veranstaltungen mit bis zu 16.000 Zuschauern abgehalten werden. Für den Modellbaustein im Zuge der Standardisierten Bewertung wurden 93 Veranstaltungen mit einer Besucherzahl von 11.000 betrachtet, wobei die Nachfrage nach Entfernung und Einwohner verteilt wird.

Das Betriebskonzept im Ohnefall sieht vor, dass auf der Relation Poppenbüttel – Dammtor – Stellingen vier S-Bahn-Sonderzüge verkehren und die Buslinie 380 zwischen Stellingen und Sylvesterallee mit insgesamt 35 Fahrten eingerichtet wird.

Im Mitfall werden diese zusätzlichen Angebote zurückgenommen und durch ein Mehrangebot der U5 ersetzt. Im Vergleich zum Regelbetrieb verkehren hier 24 zusätzliche Fahrten zwischen Arenen und Jarrestraße in Einfachtraktion. Das Grundangebot von 48 Fahrten zwischen Bramfeld und Arenen bleibt unverändert zum Regelbetrieb.

Durch das angepasste Betriebskonzept im Mitfall ergibt sich eine Widerstandsdifferenz im ÖPNV von etwa 210.000 Stunden je Jahr (93 Veranstaltungen je Jahr). Mit dem Wertansatz von 6,60 €/Stunde errechnet sich daraus eine monetäre Bewertung von rund 1,4 Mio. € je Jahr. In Summe ergeben sich Nutzen mit einer monetären Bewertung von 2,25 Mio. € je Jahr, welche in das Gesamtbewertungsergebnis einfließen.

6.11 Ermittlung des gesamtwirtschaftlichen Beurteilungsindikators

In den Nutzen-Kosten-Indikator werden alle gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen einbezogen, soweit sie in originären Messgrößen vorliegen oder durch konventionell abgesicherte Umrechnungsmethoden monetarisierbar sind.

In der folgenden Übersicht werden die einzelnen Komponenten der Bewertung gegenübergestellt und der Nutzen-Kosten-Quotient ermittelt. Dabei sind auch die beiden Szenarien aus dem Modul Veranstaltungsverkehre separat dargestellt.

Position (Teilindikator)	Saldo zum Ohnefall [T€/Jahr]			
	Basis-szenario	Veranstaltungsverkehre		Gesamt
		Stadion	BC-Arena	
Saldo Fahrgastnutzen	+111.652	+1.657	+1.386	+114.695
Saldo ÖPNV-Fahrgeld	+32.562	+423	+371	+33.355
Saldo ÖPNV-Betriebskosten	+8.608	-184	+74	+8.498
Unterhaltungskosten für die ortsfeste Infrastruktur im Mitfall	-17.532			-17.532
Unterhaltungskosten für die ortsfeste Infrastruktur im Ohnefall	+365			+365
Saldo der Unfallfolgekosten	+12.105	+171	+157	+12.433
Saldo der CO ₂ -Emissionen	+6.322	+223	+210	+6.754
Saldo der Schadstoffemissionskosten	+562	+8	+8	+577
Nutzen gesellschaftlich auferlegter Investitionen	+3.408			+3.408
Summe monetär bewertete Einzelnutzen	+175.202	+2.289	+2.246	+179.738
Kapitaldienst für die ortsfeste Infrastruktur im Mitfall				+142.453
Kapitaldienst für die ortsfeste Infrastruktur im Ohnefall				-1.870
Saldo Kapitaldienst für die ortsfeste Infrastruktur				+140.583
Nutzen-Kosten-Differenz				+39.154
Nutzen-Kosten-Verhältnis				+1,28

Tabelle 6-7 Herleitung des Nutzen-Kosten-Indikators

Die Summe aller monetär bewerteten Einzelnutzen ergibt einen gesamtwirtschaftlichen Nutzen von **179,7 Mio. € / Jahr**. Dem gegenüber stehen Kosten aus Abschreibung und Verzinsung für die ortsfeste Infrastruktur im Mitfall von **142,4 Mio. € / Jahr**. Abzüglich der eingesparten Investitionen im Ohnefall ergibt sich ein Nutzen-Kosten-Verhältnis von **1,28**. Gleichzeitig bedeutet dies eine Nutzen-Kosten-Differenz von rund 39 Mio. € / Jahr. Somit sind die gesamtwirtschaftlichen Anforderungen an das Projekt erfüllt und es ist eine grundsätzliche Zuschussfähigkeit im Rahmen des GVFG-Bundesprogramms gegeben.

7 Zusammenfassung

Der im Rahmen der Standardisierten Bewertung untersuchte Bau der U5 in Hamburg umfasst die Errichtung einer rund 23 km langen, überwiegend unterirdisch geführten und vollautomatisch betriebenen U-Bahn-Linie zwischen Bramfeld und Arenen. Insgesamt bestehen entlang der Strecke 23 Stationen, welche an sieben Umsteigestationen mit dem bestehenden U-Bahn-Netz verknüpft werden. Ziel der neuen U5 ist einerseits die verbesserte Erschließung von Stadtteilen im Osten und Westen der Stadt, welche bisher nicht an das Schnellbahnnetz Hamburgs angeschlossen sind, andererseits aber auch die spürbare Entlastung des Busnetzes, welches teilweise die Kapazitätsgrenze erreicht bzw. überschritten hat.

Die neue U5 führt in Hamburg zu einer beträchtlichen Verkehrsverlagerung vom MIV hin zum ÖPNV. Der gesamte Mehrverkehr (inklusive induziertem Verkehr) beträgt rund 80.000 Fahrten je Werktag. Gleichzeitig bedeutet das eine Verringerung des Widerstands der maßgebenden Fahrten im ÖPNV-Netz um jährlich etwa 16,9 Mio. Stunden.

Durch die verkehrlichen Wirkungen zugunsten des ÖPNV ergeben sich erhebliche positive Nutzenbeiträge vor allem in den Bereichen Fahrgastnutzen, Betriebskosten, Unfallfolgekosten sowie für die Erhaltung der Funktionsfähigkeit der Verkehrssysteme. Ebenfalls positiv auf den Nutzen der Maßnahme wirkt sich die verbesserte Abwicklung der Veranstaltungsverkehre für das Volksparkstadion sowie die BarclayCard-Arena aus, wodurch im Veranstaltungsfall eine zusätzliche verkehrliche Wirkung sowie weitere monetäre Einzelnutzen bestehen. Demgegenüber stehen notwendige Aufwendungen für die geschaffene Infrastruktur in Form von Unterhaltungskosten und den Kapitaldienst. Die (bewertungsrelevanten) Investitionen für die Errichtung der U5 liegen bei 5,6 Mrd. € (inklusive 10 % Planungskostenzuschlag, Preisstand 2016). In Summe übersteigen bei der U5 die Nutzenpositionen jene der Kosten um rund 39 Mio. € pro Jahr. Eine eventuelle Berücksichtigung des fakultativen Modellbausteins Wachstumsreserven würde diese Differenz potenziell weiter erhöhen.

Die Berechnungen im Rahmen der Standardisierten Bewertung (Version 2016+) ergeben ein **Nutzen-Kosten-Verhältnis von 1,28**. Es ist demnach festzuhalten, dass die Summe der Nutzenbeiträge die Kosten für den Kapitaldienst der Investitionen klar überwiegen. **Damit ist eine grundsätzliche Zuwendungsfähigkeit der U-Bahn-Linie U5 in Hamburg nach dem Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz gegeben.**