

Entwurfsbearbeitung Planverfasser:  Schübler-Plan Ingenieurgesellschaft mbH Ludwigstraße 67-69 67059 Ludwigshafen	 Ingenieurgemeinschaft B 44	Projekt-Nr.: 3012407		
			Datum	Zeichen
		bearbeitet	04/2016	Hi
		gezeichnet	04/2016	Fra
		geprüft	04/2016	MH
	gez. i.A. Lorch	Ludwigshafen, den 01.08.2018		

Ludwigshafen Stadt am Rhein Dezernat für Bau, Umwelt und Verkehr, WBL Bereich Tiefbau		Datum	Zeichen
	bearbeitet		
	gezeichnet		
	geprüft		

c			
b			
a			
Nr.	Art der Änderung	Datum	Zeichen

FESTSTELLUNGSENTWURF

Ludwigshafen Stadt am Rhein Dezernat für Bau, Umwelt und Verkehr, WBL Bereich Tiefbau	Unterlage / Blatt-Nr.: 22/1
	Verkehrsuntersuchung
PROJIS-Nr.:	Maßstab :
Ersatzneubau Hochstraße Nord Ludwigshafen im Zuge der B44	
aufgestellt: Stadt Ludwigshafen am Rhein Bereich Tiefbau gez. Bohlender (Baudirektor) Ludwigshafen, den 01.08.2018	

Erneuerung Hochstraße Nord B44 in Ludwigshafen

Verkehrsuntersuchung

im Auftrag der Stadt Ludwigshafen am Rhein

Dipl.-Ing. Hans Joachim Fischer

Dipl.-Ing. Manuel Hitscherich

Dipl.-Ing. Stefan Bannert

M. Sc. Franziska Braun

Dipl.-Ing. Ulrike Hiller

Anja Frank

Ingenieurgesellschaft B44 bestehend
aus
SP / SSF / KUG / DRC
c/o
Durth Roos Consulting GmbH
Julius-Reiber-Straße 15
64293 Darmstadt

Darmstadt, 04.04.2016

Ingenieurgesellschaft B44



Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Darstellung des Vorhabens	1
2. Analyse	3
2.1 Verkehrsanlagen im Bestand	3
2.2 Analysemodell	4
2.3 Analyseverkehr - Bestandssituation	6
3. Prognosenullfall	8
3.1 Prognosemodell	8
3.2 Prognoseverkehr - Prognosenullfall	10
4. Planung	13
4.1 Geplante Verkehrsanlagen - Stadtstraße lang	13
4.2 Prognosemodell	17
4.3 Prognoseverkehr - Planfall Variante 6	18
4.3.1 Normalszenario	18
4.3.2 Worst-Case-Szenario	21
4.4 Nachweis der Verkehrsqualität	24
4.4.1 Normalszenario	24
4.4.1.1 Nachweis der Einzelknoten	24
4.4.1.2 Nachweis der Gesamtleistungsfähigkeit	28
4.4.2 Worst-Case-Szenario	31
4.4.2.1 Nachweis der Einzelknoten	31
4.4.2.2 Nachweis der Gesamtleistungsfähigkeit	33
5. Zusammenfassung	35
Literaturverzeichnis	36

Verzeichnis der Tabellen	39
Verzeichnis der Anlagen	40
Verzeichnis des Anhangs	42
Anlagen	
Anhang	

1. Darstellung des Vorhabens

Die Bundesstraße B44 als so genannte Hochstraße Nord ist ein wichtiger Bestandteil des übergeordneten Straßennetzes der Region Rhein-Neckar. Neben der B37 mit der Rheinquerung über die Konrad-Adenauer-Brücke ist sie die zweite wichtige Hauptverbindung zwischen Mannheim und der im Ludwigshafener Stadtgebiet endenden Bundesautobahn A650 (siehe Übersichtskarte in Anlage 1). Die Rheinquerung der B44 erfolgt über die an die Hochstraße Nord angrenzende Kurt-Schumacher-Brücke. Beide Verbindungsstraßen haben einen Stadtautobahncharakter.

Die Hochstraße Nord verbindet die A61 und A65 über die A650 mit dem Verbundstandort Ludwigshafen der BASF SE und der Stadt Mannheim. Sie ist der Hauptzubringer für die Ludwigshafener Innenstadt sowie zu den beiden Einkaufszentren Rathaus-Center und Rhein-Galerie.

Die bestehende Hochstraße ist baulich so stark beeinträchtigt, dass keine Sanierung mehr möglich ist und ein vollständiger Abbruch notwendig wird. Wesentliche Bauwerksteile weisen bereits Noten nach Bauwerksprüfung von 3,5 bzw. 4 auf. Da sofortige Maßnahmen zur Schadensbeseitigung nicht erfolversprechend sind, wurden im März 2010 Nutzungseinschränkungen in Form von Lkw-Sperren erforderlich. Seit Dezember 2010 sichern Netze die Bereiche unter der Hochstraße vor herabfallenden Betonbrocken. Neben den Schwächen der Konstruktion gibt es verkehrliche Sicherheitsdefizite verursacht durch zu kurze Verflechtungsfahstreifen, fehlende Einfädelefahrstreifen sowie veraltete passive Schutzeinrichtungen.

Im Zeitraum 2012 bis 2015 wurden eine Wiedererrichtung der Hochstraße und stadtverträgliche Alternativlösungen untersucht. In einer mehrstufigen Variantenuntersuchung wurden die verschiedenen Varianten nach bestimmten Kriterien (Umwelt, Raumstruktur, Verkehr, Technische Gestaltung / Städtebau und Kosten) beurteilt und miteinander mit dem Ziel verglichen, die Vielzahl der Varianten in den drei maßgebenden Teilabschnitten West, Mitte und Nordkopf jeweils auf eine überschaubare Anzahl von Varianten zu reduzieren. Im Ergebnis ergaben sich vier Varianten, die vertieft untersucht wurden:

- Variante 1: Hochstraße neu / Ersatzneubau in gleicher Achse
- Variante 2: Hochstraße versetzt
- Variante 3: Stadtstraße kurz
- Variante 4: Stadtstraße lang

Die Variantendiskussion brachte die Variante 4 "Stadtstraße lang" als eindeutige Vorzugslösung hervor, die vor allem bei den Kriterien Kosten, Bauzeit und Bürgervotum eindeutig nach den Wertungspunkten auf Rang 1 lag. Die Variante 4 "Stadtstraße lang" wurde daher nach Entscheidung der städtischen Gremien als weiter zu verfolgende Vorzugsvariante beschlossen. Einhergehend mit der Entscheidung wurden die weiterführenden Planungen zur Entwurfs- und Genehmigungsphase aufgenommen. Insbesondere am Nordkopf (Verknüpfung zwischen Rheinferstraße und Hochstraße) wurde die Variante 4 im Planungsprozess stark weiterentwickelt und optimiert. Die schlussendlich geplante Lösung trägt den Arbeitstitel "Variante 6 - Stadtstraße lang" (siehe Übersichtsplan in Anlage 2).

Die bisherigen, zunächst auf Vorplanungsniveau durchgeführten verkehrlichen Untersuchungen wurden auf Basis des aktuellen Standes der Entwurfsplanung vertieft. Gegenüber den bisherigen Planungen wurden folgende zusätzlichen Bearbeitungsschritte durchgeführt:

- Erstellung eines Prognosemodells für das Jahr 2030 (Tagesverkehr)
- Erstellung von Spitzenstundenmodellen für das Jahr 2030

Aufbauend auf dem so gewonnenen Zahlenmodell wurden folgende Bearbeitungsschritte für die Variante 6 durchgeführt:

- Überarbeitung der Signalpläne, Zwischenzeiten und Signalzeitenpläne auf Basis der neuen Knotenpunktgeometrien der Entwurfsplanung (Programmsystem Sitraffic)
- Nachweis der Verkehrsqualität der Einzelknotenpunkte nach HBS 2015 (Programmsystem Ampel)
- mikroskopische Simulation der Gesamtplanung (Programmsystem Vissim) und Auswertung der Wartezeiten und Rückstaulängen zum Nachweis der Verkehrsqualität des Gesamtsystems nach HBS 2015

Die Vorgehensweise und die Ergebnisse der verkehrlichen Untersuchungen sind nachfolgend beschrieben und dokumentieren die Machbarkeit und Verkehrsqualität der Variante 6 Stadtstraße lang.

2. Analyse

2.1 Verkehrsanlagen im Bestand

Die Hochstraße Nord ist eine autobahnähnlich ausgebaute Straße, welche den Verkehr auf einer Brückenkonstruktion auf einem Höhengniveau von ca. 12 - 15 m über dem Gelände über das Stadtgebiet von Ludwigshafen hinwegführt.

Die Hauptachse zwischen dem Autobahnende der A650 im Westen und dem Widerlager der Kurt-Schumacher-Brücke (Rheinquerung zwischen Mannheim und Ludwigshafen) im Osten hat eine Länge von ca. 1.870 m. Die Länge der zugehörigen Verbindungsrampen und Äste beträgt ca. 4.300 m. Die Hochstraße besteht aus 28 einzelnen Brücken, hinzu kommen Stützwände, Widerlager und sonstige Bauwerke.

Unter verkehrlichen Aspekten kann die bestehende Hochstraße Nord in Ludwigshafen als autobahnähnlich ausgebaut beschrieben werden. Die Hochstraße weist zwei Fahrstreifen je Richtung auf. Die Anschlüsse der Hochstraße sind ebenfalls hochleistungsfähig gestaltet und planfrei angeschlossen (siehe Bestandsübersicht in Anlage 3).

Der Anschluss an die B37 nach Westen erfolgt durch Fahrstreifenaddition, nach Osten ist der Abzweig von der B37 zur B44 als Ausfahrt mit Fahrstreifensubtraktion ausgebildet.

Am Anschluss an die Heinigstraße werden alle Rampen direkt geführt, auf der Westseite sind jedoch keine Ein- und Ausfädelungsstreifen vorhanden. Nach Osten hin erfolgt hingegen eine Fahrstreifenaddition bzw. -subtraktion mit den östlich anschließenden Rampen zur Rheinuferstraße. Dieser Bereich der B44 ist damit dreistreifig befahrbar. Alle anschließenden Straßen im nachgeordneten Netz (Rheinuferstraße, Pasadena-Allee, Lorientallee, Sumgaitallee, Bürgermeister-Grünzweig-Straße und Heinigstraße) sind mit 2 x 2 Fahrstreifen ausgebildet, alle Knotenpunkte sind - mit entsprechenden Aufweitungen für die Abbiegebeziehungen - lichtsignalgeregelt. Die Rheinuferstraße hat im Bereich des Nordkopfes im Unterschied zu den anderen nachgeordneten Straßen autobahnähnlichen Charakter und wird durch Fahrstreifenaddition - bzw. -subtraktion an die B44 angeschlossen. Die wichtigen Hauptfahrbeziehungen sind als leistungsfähige direkte Rampen ausgebildet. Diese dienen u.a. der Abwicklung der Verkehre von und zur BASF im Norden.

Eine Besonderheit am Nordkopf ist die Anbindung des Parkdecks des Rathaus-Centers an die B44 von und nach Osten. Über direkte Rampen besteht ein unmittelbarer Anschluss von und nach Mannheim zur Kurt-Schumacher-Brücke.

2.2 Analysemodell

Maßgebende Grundlage für die durchzuführenden Verkehrsuntersuchungen ist der Gesamtverkehrsplan (GVP) 2020 der Stadt Ludwigshafen am Rhein (MODUS CONSULT, Oktober 2005). Das Modell ist ein reines Verkehrsumlegungsmodell. Die Zellen beinhalten damit nur Pkw- und Lkw-Fahrten; Strukturdaten und Differenzierungen nach Fahrtzwecken sind im Modell nicht hinterlegt.

Das Analysemodell wurde im Rahmen des Projektes in Zusammenarbeit mit der PTV Traffic Consult verfeinert und so erweitert, dass neben dem Tagesmodell auch Verkehrsmodelle für die Spitzenstunden zur Verfügung stehen. Nachfolgend werden das Vorgehen und die Ergebnisse aus den Untersuchungen der PTV Traffic Consult sinngemäß zusammengefasst (PTV TRAFFIC CONSULT GMBH, 29.05.2015).

Zunächst galt es als Basis für die weiteren Betrachtungen den Analysefall so zu kalibrieren, dass für die drei Fälle Tag, Vormittagsspitze und Nachmittagsspitze mittels einer GEH-Auswertung nach HBS 2015 die Modellqualität nachgewiesen werden kann. Im Bereich Ludwigshafen / Mannheim liegen aus den letzten Jahren zahlreiche aktuelle Zählergebnisse vor. Sämtliche vorliegenden Zählenden sind ins Modell übernommen worden. Dazu zählen insbesondere:

- LSA-Detektordaten der Stadt Ludwigshafen aus dem Jahr 2012
- Verkehrszählung Mannheim (Kordon 2008)
- Einzelwerte der Stadt Mannheim (2011)
- Erhebung Ludwigshafen - diverse Knoten und Querschnitte (2011)
- Erhebung der Tagesganglinien auf den Rheinbrücken
- Erhebungen im Zuge der Planungen zur Hochstraße Nord auf der Hochstraße (2012)
- Modellergebnisse der Ingenieurgemeinschaft B44 mit Spitzenstundenanteilen (2013).

Anhand der eingefügten Zähl­daten wurde das Verkehrsmodell geeicht. Die Anpassung fand in zwei Schritten statt. Zuerst wurde eine netzweite Nachfragekorrektur durchgeführt, um die Belastungsunterschiede in größerer Entfernung zur Maßnahme anpassen zu können. Anschließend wurden einzelne, stark abweichende Zählwerte und Relationen detailliert analysiert, um manuelle Korrekturen der Streckeneigenschaften/Widerstände oder Anpassungen der Zählwerte vorzunehmen. Zudem wurden auch die Quell- und Zielverkehre einzelner Verkehrszellen plausibilisiert und mit vorhandenen Strukturdaten abgeglichen. Dies war insbesondere für den BASF-Verkehr und seine Verteilung auf die einzelnen Tore relevant. Hierfür wurde die BASF-Mobilitätsumfrage aus dem Jahr 2009 herangezogen und die daraus gewonnenen Erkenntnisse auf das Ludwigshafen-Modell übertragen.

Das vorliegende Modell der Stadt Ludwigshafen verfügt über kein hinterlegtes Nachfragemodell. Für die Ableitung der Stundenmatrizen wurde daher als zusätzliche Datenquelle PTV Validate verwendet. Das deutschlandweite Verkehrsnachfragemodell Validate der PTV Group umfasst das Straßennetz von ganz Deutschland sowie große Teile des europäischen Auslands und wird jährlich aktualisiert. Für das Nachfragemodell wurde Deutschland in mehr als ca. 10.000 Verkehrsbezirke unterteilt. Die dem Modell zugrundeliegenden Verkehrsnachfragedaten wurden aus Verkehrserhebungen (hauptsächlich der MiD) abgeleitet. Die Verkehrsnachfragematrizen wurden mit Hilfe des EVA-Modells (nach Lohse) ermittelt und umfassen neben einer Werktagematrix auch stündliche Matrizen der Verkehrsnachfrage für Pkw und Lkw. Ein Validate-Teilmodell für die Region (Ludwigshafen besteht aus ca. 15 Verkehrsbezirken) kann die räumliche Differenzierung des Ludwigshafen-Modells nicht ersetzen, kann aber als Meta-Ebene für die Erzeugung der Stundenmatrizen dienen, da wertvolle Informationen zur zeitlichen Verteilung des Verkehrs, differenziert nach Wegezwecken, in der Region bereits vorliegen.

Folgendes Vorgehen zur Ableitung der Spitzenstundenfaktoren wurde angewendet:

- Zuordnung der Ludwigshafen Bezirke zu den PTV-Validate Bezirken
- Ermittlung der zweckbezogenen Validate-Spitzenstundenfaktoren aus dem Validate-Modell getrennt für Pkw und Lkw für die beiden Spitzenstunden
- Übertragung der Validate-Faktoren auf die entsprechenden Ludwigshafen-Bezirksbeziehungen

- Berechnung der jeweiligen Spitzenstundenmatrix für die vor- und die nachmittägliche einheitliche Spitzenstunde getrennt für Pkw und Lkw; Grundlage ist hier die kalibrierte Tagesmatrix
- Plausibilisierung der ermittelten Stundenfaktoren anhand bestehender Informationen einzelner Verkehrszellen, z.B. aus der BASF-Mobilitätsumfrage 2009

Die ermittelten Stundenmatrizen können anschließend umgelegt werden. Dazu wurde im Ausgangsmodell die Tageskapazität der Strecken auf einen Spitzenstundenwert (pauschal 10 % der Tageskapazität) reduziert. Auf Basis vorliegender Zähldaten konnten im Anschluss die Spitzenstundenumlegungen kalibriert werden.

Da die Belastungszahlen der Strecken und die Verlagerungswirkungen durch die Maßnahme erheblichen Einfluss auf das Bewertungsergebnis haben, ist es erforderlich, die Verkehrssituation hinreichend genau abzubilden und die Modellgüte nachzuweisen. Die Kalibrierung des Analysemodells wird anhand vorhandener Zähldaten vorgenommen. Als Validierungsgröße wird gemäß HBS 2015 der GEH-Wert angesetzt, welcher Zählwerte und Umlegungsergebnisse an den jeweiligen Punkten in Relation setzt.

Als Richtgröße der Modellqualität gilt dabei bei Stundenumlegungen ein GEH-Wert kleiner 5 (bei Tagesumlegung <15), der für 85 % der Strecken erreicht werden soll.

Für die Tagesumlegung wurden 367 Zählwerte einbezogen, es ergibt sich für 88 % der Zählwerte ein GEH unter 15. Für die beiden Spitzenstunden wurden 331 bzw. 372 Werte einbezogen, es ergeben sich für 85 bzw. 87 % der Zählwerte GEH-Werte von unter 5. Eine ausreichende Modellqualität gemäß HBS wurde damit nachgewiesen.

2.3 Analyseverkehr - Bestandssituation

Die Verkehrsanlage ist im Bestand von einer hohen Leistungsfähigkeit gekennzeichnet. Die Hauptstrecke ist autobahnähnlich ausgebaut und in den Anschlüssen am Nordkopf und der Heinigstraße werden die Rampen in der Regel planfrei und direkt geführt und durch Addition an das nachgeordnete Netz angebunden - jedoch mit zum Teil zu geringen Verflechtungslängen, die die Verkehrssicherheit abmindern.

Bei kleineren Auffahrunfällen treten regelmäßig Staus auf, da der Straßenquerschnitt keine Seitenstreifen besitzt.

Auf der Hochstraße beträgt der Schwerverkehrsanteil über 24 Stunden 5 bis 7 %, auf der Rheinuferstraße sogar 8 bis 10 %. Auf dem Stadtstraßennetz liegt dieser Schwerverkehrsanteil dagegen mit Werten zwischen 3 und 5 % deutlich geringer.

Generell sind die Verkehre in den Spitzenstunden stark tageszeitabhängig ausgerichtet. Vormittags ist der Verkehr nach Osten in Richtung Mannheim und BASF orientiert, nachmittags stellt sich das Bild umgekehrt dar. Nachfolgend sind die Belastungen der Analysesituation im Tagesverkehr (siehe Anlage 4.1) sowie in den beiden Spitzenstunden (siehe Anlage 4.2 - 4.3) an markanten Querschnitten zusammenfassend erläutert.

Östlicher Abschnitt (Kurt-Schumacher-Brücke)

Im Bereich der Kurt-Schumacher-Brücke fahren 29.000 Kfz/24 h in östlicher Richtung, in westlicher ca. 22.000 Kfz/24 h. In der vormittäglichen Spitze fahren ca. 1.800 Kfz/h in westlicher Richtung und ca. 2.900 Kfz/h in östlicher Richtung auf jeweils 2 Fahrstreifen. Umgekehrt verhält es sich in der nachmittäglichen Spitzenstunde. Hier liegen die Belastungen bei ca. 2.300 Kfz/h in westlicher und ca. 2.100 Kfz/h in östlicher Richtung, insgesamt generell also etwas niedriger als zur vormittäglichen Spitzenstunde.

Mittlerer Abschnitt (östlich Heinigstraße)

Der mittlere Abschnitt der B44 vom Nordkopf bis zur AS Heinigstraße weist eine Tagesbelastung von ca. 16.000 bis 20.000 Kfz/24 h auf. Die maximalen Spitzen liegen hier bei 2.600 Kfz/h (nachmittags Richtung Westen) bis ca. 3.400 Kfz/h (vormittags Richtung Osten).

Westlicher Abschnitt (Anschluss zur B37)

Der westliche Teil der Hochstraße quert die Anlagen der Deutschen Bahn und schließt dann im Weiteren mit der B37 an die A650 an. Die Tagesbelastungen liegen bei ca. 17.000 Kfz/24 h Richtung Westen und ca. 22.000 Kfz/24 h Richtung Osten. Die Spitzen liegen bei 2.500 Kfz/h (nachmittags Richtung Westen) bis ca. 3.400 Kfz/h (vormittags Richtung Osten).

Die Verkehrsqualität nach HBS wurde in den vorangehenden Verkehrsuntersuchungen ermittelt und dokumentiert (DURTH ROOS CONSULTING GMBH, November 2013). Die Verkehrsqualität liegt für die bestehenden Verkehrsanlagen in der Regel zwischen A und C, an einzelnen Punkten (Ein- und Ausfahrten der Rampen) wird aufgrund der hohen Verkehrsstärken die Qualitätsstufe D erreicht. Durch die planfreie Führung ist generell ein nahezu ungehinderter Verkehrsfluss möglich.

3. Prognosenufall

3.1 Prognosemodell

Bezüglich der künftig zu erwartenden Verkehrsverhältnisse wurde das Jahr 2030 als Planungshorizont definiert. Hierfür galt es die Steigerungen im Verkehrsaufkommen im Planungsraum zu ermitteln und diese dann in den verkehrlichen Berechnungen zu berücksichtigen.

Für die Erarbeitung der Prognosematrizen 2030 lagen für die Prognoseerstellung durch die PTV Transport Consult GmbH (nachfolgend sinngemäß wiedergegeben) verschiedene Datenquellen vor, welche für unterschiedliche räumliche Ausprägungen verwendet wurden:

- Strukturdaten aus der "Integrierten Verkehrsnachfrageanalyse und Prognose der Verkehrsentwicklung in der Metropolregion Rhein-Neckar" (KIT) verwendet für den Binnenverkehr Ludwigshafen (BVWP Kreiskennziffer 7314)
- Bundesverkehrswegeplanung 2015 - Steigerungsfaktoren des Fahrtenaufkommens im Pkw- und Lkw-Verkehr auf Kreisebene für alle Quell-/Zielbeziehungen
- VERTEC Eckziffernprognose auf demografischer Grundlage - Verwendung zu Plausibilitätszwecken

Zunächst erfolge eine Zuordnung der Bezirke des Modells der Stadt Ludwigshafen und des regionalen Modells (KIT-Modell). Im Weiteren wurde bei der Bearbeitung differenziert nach Güterverkehrs- und Personenverkehrsmatrix.

Generell wurden keine Veränderungen im Modal-Split aufgrund möglicher Veränderungen im ÖPNV-Angebot im Rahmen der Prognoseerstellung berücksichtigt.

Güterverkehrsmatrix

Die Güterverkehrsmatrix wurde pauschal hochgerechnet. Die Abschätzung der Faktoren erfolgte unter Verwendung der Entwicklungsfaktoren der Bundesprognose. Eine Auswertung der Transportaufkommensentwicklung im Straßengüterverkehr der Bundesprognose ergibt für den Quell- und Zielverkehr Ludwigshafen einen Anstieg um ca. 20 %. Das Transportaufkommen im Binnenverkehr der schweren Lkw nimmt in Ludwigshafen ab, unter Berücksichtigung der leichten Lkw resultiert für den innerstädtischen Verkehr ein Faktor von 3 %. Daraus resultiert ein Anwachsen der Fahrten im Güterverkehr von 143.707 Lkw pro Tag um 26.481 Fahrten (+18 %).

Personenverkehrsmatrix

Zur Erstellung der Prognose-Personenverkehrsmatrix wurde für den Binnenverkehr Ludwigshafen eine strukturdatenabhängige Entwicklung auf Basis der Grundlagendaten des regionalen Verkehrsmodells (KIT-Modell) vorgenommen. Aus den kleinräumigen Strukturdaten des KIT-Modells wurden die Bevölkerungszahlen für verschiedene Altersgruppen der entsprechenden Verkehrszellen für Analyse und Prognose ermittelt. Ergänzend wurde eine ortgrößenspezifische Auswertung der Haushaltsbefragung MiD 2008 durchgeführt, um zu ermitteln, welche Altersgruppe welche Anzahl von Fahrten mit dem MIV am Tag durchführt. Durch Verbindung der beiden Informationen konnte die strukturdatenabhängige Entwicklung der MIV-Fahrten aller Altersgruppen von der Analyse zur Prognose ermittelt werden und für jede Verkehrszelle im Ludwigshafen-Modell ein Entwicklungsfaktor abgeleitet werden. Die Faktoren wurden anschließend plausibilisiert und zu einer Faktorenmatrix aufbereitet.

Für den Quell- und Zielverkehr Ludwigshafen und den Restverkehr wurden die BVWP-Wachstumsfaktoren übernommen und feinverteilt. Dabei wurden für die 20 BVWP-Zellen aus den aktuellen BVWP-Matrizen der Jahre 2010 und 2030 Steigerungsfaktoren ermittelt, die wiederum den entsprechenden Beziehungen im Ludwigshafen-Modell zugeordnet wurden. Die Entwicklungsfaktoren wurden auf die Gesamtmatrix des Ludwigshafen-Modells ausgeweitet. Dadurch bleiben die kleinräumigen Strukturinformationen erhalten. Diese Faktoren wurden ebenfalls in einer Faktorenmatrix aufbereitet, die den Binnenverkehr von Ludwigshafen ausklammert.

Beide Teilmatrizen ergeben in der Zusammenführung eine Faktorenmatrix, die den Dimensionen der Ludwigshafen-Matrix entspricht. Entsprechend der Vorgehensweise bei einem Marginalmodell wurde diese Faktorenmatrix mit der kalibrierten Analysematrix multipliziert. Daraus resultiert eine umlegungsfähige Prognosematrix.

Die Fahrtenanzahl im Modell erhöht sich von 1.489.619 Fahrten um 66.880 Fahrten bzw. +4,5 % gegenüber +18 % im Schwerverkehr (s.o.).

Bezogen auf die Verkehrsbezirke von Ludwigshafen fällt der Anstieg moderater aus: Der Quell- /Zielverkehr wächst im Pkw-Verkehr um 1,9 % und im Schwerverkehr um 9,6 %. Im Binnenverkehr fallen die Zuwächse noch geringer aus (1 % im Pkw-Verkehr und 3 % im Schwerverkehr).

Die entstandenen Prognosematrizen können mit den Spitzenstundenfaktoren multipliziert werden, sodass wiederum Spitzenstundenumlegungen für das Prognosejahr 2030 für die ausgewählten Spitzenstunden erstellt werden konnten. Um durch das Umlegungsverfahren hervorgerufene unplausible Belastungsänderungen an einzelnen Querschnitten zu vermeiden, werden die Prognosematrizen aufgeteilt in einen Analyseanteil und einen Differenzanteil zur Prognose. Dies führt zu plausibleren Streckenbelastungen, ist aber nur unter der Voraussetzung zulässig, dass keine nennenswerten Rückgänge in der Matrix enthalten sind.

3.2 Prognoseverkehr - Prognosenullfall

Im Prognosenullfall 2030 sind die Verkehrsanlagen identisch zur heutigen Ausgangssituation mit der bestehenden Hochstraße (siehe Analyse). Nachfolgend sind die Belastungen des Prognosenullfalls im Tagesverkehr (siehe Anlage 6.1) sowie in den beiden Spitzenstunden (siehe Anlage 6.2 - 6.3) an markanten Querschnitten zusammenfassend erläutert. Eine Gegenüberstellung der Differenzen zum Analysefall kann Tabelle 1 bis Tabelle 3 bzw. der Anlage 6.4 entnommen werden.

Östlicher Abschnitt (Kurt-Schumacher-Brücke)

Im Bereich der Kurt-Schumacher-Brücke fahren in der Prognose ca. 31.000 Kfz/24 h in östlicher Richtung (+4 %), in westlicher ca. 23.000 Kfz/24 h (+4 %). In der vormittäglichen Spitze fahren ca. 1.800 Kfz/h (+3 %) in westlicher Richtung und ca. 3.000 Kfz/h (+3 %) in östlicher Richtung. In der nachmittäglichen Spitzenstunde liegen die Belastungen bei ca. 2.300 Kfz/h (+4 %) in westlicher und ca. 2.200 Kfz/h (+4 %).

Mittlerer Abschnitt (östlich Heinigstraße)

Der mittlere Abschnitt der B44 vom Nordkopf bis zur AS Heinigstraße weist in der Prognose eine Tagesbelastung von ca. 17.000 (+3%) bis 21.000 Kfz/24 h (4%) auf. Die maximalen Spitzen liegen künftig bei 2.700 Kfz/h (+1%; nachmittags Richtung Westen) bis ca. 3.400 Kfz/h (+2%; vormittags Richtung Osten).

Westlicher Abschnitt (Anschluss zur B37)

Die Tagesbelastungen liegen in der Prognose hier bei ca. 18.000 Kfz/24 h (+4 %) Richtung Westen und ca. 23.000 Kfz/24 h (+4 %) Richtung Osten. Die Spitzen liegen bei 2.600 Kfz/h (+4 %; nachmittags Richtung Westen) bis ca. 3.500 Kfz/h (+2 %; vormittags Richtung Osten).

Straße	Richtung	Analyse	Prognose-nullfall	Veränderung zur Analyse
B44 West	Osten	22.260	23.204	104 %
	Westen	17.055	17.749	104 %
B44 Mitte	Osten	19.951	20.810	104 %
	Westen	16.226	16.706	103 %
B44 Rheinbrücke	Osten	29.466	30.786	104 %
	Westen	22.015	22.901	104 %
B37 West	Osten	22.555	23.280	103 %
	Westen	21.241	21.904	103 %
B37 Rheinbrücke	Osten	35.145	35.657	101 %
	Westen	37.799	38.533	102 %

Tabelle 1: Veränderungen im Prognose-Nullfall im Tagesverkehr (Kfz/24 h)

Straße	Richtung	Analyse	Prognose-nullfall	Veränderung zur Analyse
B44 West	Osten	3.422	3.479	102 %
	Westen	700	743	106 %
B44 Mitte	Osten	3.381	3.443	102 %
	Westen	946	992	105 %
B44 Rheinbrücke	Osten	2.929	3.017	103 %
	Westen	1.776	1.834	103 %
B37 West	Osten	1.812	1.910	105 %
	Westen	1.252	1.289	103 %
B37 Rheinbrücke	Osten	2.845	2.981	105 %
	Westen	2.597	2.716	105 %

Tabelle 2: Veränderungen im Prognose-Nullfall in der vormittäglichen Spitze (Kfz/h)

Straße	Richtung	Analyse	Prognose- nullfall	Veränderung zur Analyse
B44 West	Osten	1.244	1.326	107 %
	Westen	2.493	2.588	104 %
B44 Mitte	Osten	1.484	1.607	108 %
	Westen	2.617	2.651	101 %
B44 Rheinbrücke	Osten	2.064	2.160	105 %
	Westen	2.251	2.349	104 %
B37 West	Osten	1.581	1.604	101 %
	Westen	2.731	2.756	101 %
B37 Rheinbrücke	Osten	2.513	2.619	104 %
	Westen	3.971	4.134	104 %

Tabelle 3: Veränderungen im Prognose-Nullfall in der nachmittäglichen Spitze (Kfz/h)

Die Verkehrszunahmen liegen in den Hauptlastrichtungen in den Spitzenstunden im Allgemeinen mit 1 bis 4 % etwas niedriger als in den schwächeren Richtungen. Ein gesonderter verkehrlicher Nachweis wird für den Prognose-Nullfall nicht geführt. Es ist davon auszugehen, dass die guten Verkehrsqualitäten des Analysefalls aufgrund der geringen Steigerungen auch in der Prognose weitgehend unverändert erreicht werden.

4. Planung

4.1 Geplante Verkehrsanlagen - Stadtstraße lang

Überblick

Die geplante und hier untersuchte Variante 6 - Stadtstraße lang (siehe Anlage 2) unterscheidet sich signifikant von der bestehenden Hochstraße Nord.

Bereits im Osten zeigt sich der grundlegende Unterschied zum Bestand am Nordkopf. Die Veränderungen und die ebenerdige Führung werden durch die Aufgabe von Teilen des Rathaus-Centers möglich, welche heute unter der Hochstraße Nord liegen. Die B44 verschwenkt in der Variante 6 in großzügigen Radien von ca. 80 m von der Kurt-Schumacher-Brücke kommend auf eine neue Achse parallel zum Rathaus-Center. Mit moderaten Steigungsverhältnissen (6 %) wird bereits auf Höhe des Rathaus-Centers das Geländenniveau erreicht und der Verkehr nach Westen bis zur Lorientallee geführt. Alle Verknüpfungen mit den bestehenden querenden Straßen

- Rheiuferstraße (KP9.1 - 9.4)
- Bürgermeister-Grünzweig-Straße (KP4)
- Heinigstraße (KP3) und
- Lorientallee (KP1)

erfolgen niveaugleich mittels signalisierter Knotenpunkte. Weitere Signalisierungen dienen als Vorsignal zur Vorsortierung der Ströme (KP10, Vorsignal West) bzw. als zusätzliche Fußgängerquerungen über die B44 (KP5 FSA Europaplatz und KP6 FSA Rathaus-Center). Die Anbindung an die Jaegerstraße erfolgt in neuer Lage an die Heinigstraße ebenfalls signalisiert (KP2), die Anbindung der Gräfenaustraße an die Bürgermeister-Grünzweig-Straße (KP11) erfolgt analog dem Bestand.

Im Westen erfolgt schließlich in Lage der heutigen Pasadenaallee die Rückführung auf Hochstraßenniveau in weitgehend geradliniger Verlängerung bis zur unveränderten Verknüpfung mit der B37 (Hochstraße Süd).

Stadtstraße - B44

Die B44 weist im Planungsraum grundsätzlich zwei durchgehende Fahrstreifen auf. Diese weiten sich durch Fahrstreifenadditionen und Abbiegestreifen im Bereich der Knotenpunkte auf. Von Osten kommend erfolgt eine Addition der Ströme von der Rheinuferstraße zu insgesamt 4 Fahrstreifen. An der Hartmannstraße ist eine unsignalisierte rechts-rein/rechts-raus-Anbindung möglich. Der rechte Fahrstreifen wird wiederum an der Bürgermeister-Grünzweig-Straße subtrahiert. Zur Heinigstraße sind zwei Linksabbiegestreifen vorgesehen, nach Westen werden durchgängig drei Fahrstreifen bis zum Abzweig Lorientallee fortgeführt.

Von Westen kommend weiten sich die 2 Hauptfahrstreifen vor dem Vorsignal auf 3 Fahrstreifen auf und im Weiteren dann auf 4 Fahrstreifen. Das Vorsignal wird notwendig, um auf der kurzen zur Verfügung stehenden Länge die Ströme von der B44 West und der Lorientallee im Zulauf zur Heinigstraße bzw. zur Planstraße an der Benckiser Villa ("Henkel") geordnet zu verflechten. An der Heinigstraße wird der rechte Fahrstreifen subtrahiert. Im Zulauf zur Bürgermeister-Grünzweig-Straße weitet sich die Stadtstraße spiegelbildlich zur Gegenrichtung auf 5 Fahrstreifen mit 2 Linksabbiegern und 3 Geradeausfahrstreifen auf. Es erfolgt vor der Rheinuferstraße eine Subtraktion von 1 Fahrstreifen; die Hauptrichtung wird ab hier durchgehend zweistreifig zur Kurt-Schumacher-Brücke geführt. Der Strom von der Rheinuferstraße nach Mannheim wird hier addiert. Zusätzlich kann von dem vorherigen mittleren Fahrstreifen auf den zweiten sich fortsetzenden Fahrstreifen gewechselt werden (Typ A2 RAA, FGSV 2008).

Kreuzende Straßen / Signalisierung

Die an die B44 anschließenden Straßen werden in der Regel mittels Signalanlagen angebunden. Generell ist keine bedingt verträgliche Führung von Kfz-Verkehrsströmen vorgesehen. Fußgänger werden zu linksabbiegenden Kfz-Verkehrsströmen ebenfalls nicht bedingt verträglich geführt, ebenso nicht Fußgänger zu zweistreifig rechtsabbiegenden Strömen. Bei einstreifigen Rechtsabbiegeströmen werden die Fußgänger (und Radfahrer) dagegen in der Regel bedingt verträglich geführt, der Rechtsabbieger erhält für einen zusätzlichen ungestörten Abfluss eine Zusatzphase.

Die Rheinuferstraße wird im Bestand planfrei an die Hochstraße angeschlossen. In der Planung wird der autobahnähnliche Charakter der Rheinuferstraße ebenfalls aufgegeben und eine Gestaltung als Stadtstraße vorgenommen. Hier sind zwei durchgehende Fahrstreifen in beiden Richtungen vorgesehen. Im Norden ist der Verflechtungsbereich zwischen Hemshofkreisel und B44

dreistreifig ausgebildet. Die Verknüpfungen mit der B44 erfolgen generell signalisiert, die Abbiegestreifen von der Rheinuferstraße sind einstreifig ausgebildet.

Die Bürgermeister-Grünzweig-Straße weitet sich künftig nach der Gräfenastraße von 2 auf 4 Fahrstreifen auf, welche dann in 2 Links- und 2 Rechtsabbiegestreifen zur B44 übergehen. In Gegenrichtung erfolgt die Verkehrsführung analog zum Bestand mit Zusammenführung von 2 auf 1 Fahrstreifen nach der Gräfenastraße. Der Knotenpunkt mit der Gräfenastraße wird zunächst bestandsnah an die Planung angeschlossen. Hier ist unabhängig von den Planungen an die B44 ein Umbau mit verbesserter Führung für Radfahrer und Fußgänger und an den Bedarf bzw. aktuelle Richtlinien angepasster Knotenpunktgeometrie vorzusehen.

Die Heinigstraße weitet sich von Süden kommend vor der Jaegerstraße von 2 auf 4 Fahrstreifen mit einem gesonderten Rechtsabbiegestreifen in die Jaegerstraße auf. Ein Linksabbiegen in die Planstraße "Henkel" ist nicht möglich, da diese eine Einbahnstraße in Richtung Jaegerstraße ist. Im Zulauf zur B44 weist die Heinigstraße je 2 Links- und 2 Rechtsabbiegestreifen zur B44 auf. In Gegenrichtung ist die Heinigstraße ebenfalls durchgängig zweistreifig befahrbar und weist zusätzlich einen Linksabbiegestreifen auf.

Die Lorientallee bleibt von ihrem Charakter her weitgehend unverändert gegenüber dem Bestand. Der Knotenpunkt mit den Verbindungsrampen zur B44 (heutige Pasadenaallee) muss aufgrund der Überführung der B44 räumlich auseinandergezogen werden. Es ist daher nicht möglich, die Linksabbieger von der Lorientallee in einer klassischen Phaseneinteilung zu führen. Die Linksabbieger werden künftig mit dem Geradeausverkehr gemeinsam geführt. Die Phaseneinteilung sieht gesonderte Phasen für die beiden Hauptrichtungen vor. Die Rampen von und zur B44 sind zweistreifig ausgebildet.

Fußgänger und Radfahrer

Für die Fußgänger wird angestrebt, eine Querung in einem Zug über den gesamten Querschnitt einschließlich Mittelinsel zu ermöglichen. Insbesondere an den gesonderten Fußgängerquerungen am Europaplatz (KP5) und am Rathaus-Center (KP6) muss dies gewährleistet sein.

In den Spitzenstunden ist allerdings nicht überall eine Querung in einem Zug möglich. Dies ist der Fall an folgenden Punkten:

- KP1 Lorientallee/Pasadenaallee

Aufgrund der ausgedehnten Knotenpunktgeometrie des KP1 und der Phasenanteile mit wechselnder Freigabe je Knotenpunktarm kann den Fußgängern nur in einer Richtung das Queren des gesamten Astes in einem Zug ermöglicht werden. In der Gegenrichtung ist jeweils ein kurzes Warten bis zur nächsten Phase erforderlich.

- KP2 Heinigstraße / Jaegerstraße

Am KP2 ist an allen Furten ein Queren in einem Zug möglich. Einzige Ausnahme ist im nördlichen Ast die Querung von Ost nach West, diese ist nur in 2 Zügen möglich.

- KP3 B44 / Heinigstraße

Am KP4 ist vormittags ein Queren von Nord nach Süd über die B44 und nachmittags von Süd nach Nord nicht in 1 Zug möglich. Alle anderen Querungen sind in 1 Zug möglich.

- KP4 B44 / Bürgermeister-Grünzweig Straße

Am KP4 ist eine Querung der B44 in 1 Zug in beiden Richtungen grundsätzlich nicht möglich. Eine Querung der Bürgermeister-Grünzweig-Straße kann hingegen in 1 Zug erfolgen.

- KP5 FSA Europaplatz / KP6 FSA Rathauscenter

An den beiden gesonderten Fußgängerquerungen über die B44 ist grundsätzlich ein Queren in 1 Zug über die B44 möglich.

- KP9.1 B44 / Rheinuferstraße Süd

Am KP9.1 ist nur nachmittags ein Queren von Nord nach Süd nicht in 1 Zug möglich. Alle anderen Querungen können in 1 Zug erfolgen.

- KP 9.2 Rheinuferstraße Nord 1 / KP 9.3 Rheinuferstraße Nord 2

An den beiden Querungen zur Straßenbahnhaltestelle in Mittellage der Rheinuferstraße sieht das Konzept vor, dass nur eine Querung bis Haltestelle ermöglicht wird, was einen Großteil der Nachfrage abdecken dürfte.

Die Freigabezeiten sind generell so ausgelegt, dass unter Beachtung einer Mindestfreigabezeit von 5 s bei Querung von 1 Furt mehr als die Hälfte der Fahrbahn bei grün gequert werden kann, bei 2 Furten muss mindestens die Hälfte der zweiten Furt bei grün erreicht werden.

Radfahrern ist es generell möglich, alle Querungen in einem Zug zu überqueren.

Bezüglich der Konzeption der Fußgänger- und Radverkehrsanlagen ist darauf hinzuweisen, dass der vorliegende Entwurf im Planungsverlauf noch zu optimieren und an die gültigen Regelwerke im Sinne einer fußgänger- und radfahrerfreundlichen Führung anzupassen ist. Dies kann im Rahmen der durchgeführten Berechnungen und Simulationen nicht berücksichtigt werden.

4.2 Prognosemodell

Basis für die Erstellung des Prognosemodells im Planfall Variante 6 ist der Prognosenullfall. Dementsprechend ist die Prognosematrix im Planfall identisch zum Nullfall.

Der Planfall Variante 6 enthält damit keine zusätzlichen Nutzungen im Planungsraum der Stadtstraße lang. Langfristig sind hier städtebauliche Nutzungen angedacht, für die aktuell jedoch nur Grobkonzepte existieren. Die Konzepte sind im weiteren Planungsprozess zu präzisieren. Deren Machbarkeit ist gesondert verkehrlich nachzuweisen. Das mögliche Maß und die Art der Nutzungen hängen von den vorhandenen Reserven des Verkehrsnetzes ab.

Auf Basis des vorliegenden Entwurfs für die Variante 6 wurde die geplante Stadtstraße lang in das makroskopische Verkehrsmodell eingearbeitet. Die Modellierung erfolgte dabei an vergleichbaren Streckenelementen bzw. der bestehenden Hochstraße Nord orientiert. Im vorhandenen Verkehrsmodell für den Analyse- bzw. Prognosenullfall erfolgte eine Kalibrierung des Modells durch - zum Teil richtungsbezogene - Anpassung von Kapazitäten und Geschwindigkeiten. Diese entsprechen nicht zwangsläufig den tatsächlichen Kapazitäten und Geschwindigkeit, sind aber sinngemäß auf den Planfall zu übertragen, um die Kalibrierungseffekte zu erhalten. Darüber hinaus wurden als weiteres Kalibrierungsinstrument in der Ausgangslage Zeitzu- oder -abschläge für einzelne Strecken eingefügt (Z-Werte). Diese wurden ebenfalls identisch auf die entsprechenden Netzelemente des Planfalls übertragen. Die verwendeten Modellparameter können dem Anhang 1.3 entnommen werden.

Im Worst-Case-Szenario wird eine modellmäßig abgeleitete Maximalbetrachtung durchgeführt, in welcher das Modell gegenüber dem Normalfall so modifiziert wird, dass zwischen den beiden Rheinbrücken B37 und B44 keine wesentlichen Verlagerungen gegenüber dem Prognosenullfall

in den Spitzenstunden auftreten. Die Justierung wurde durch Anpassung von Widerständen an den Knotenpunkten sowie der Kapazitäten und Geschwindigkeiten der Strecken vorgenommen. Die Modellparameter für den Worst-Case sind im Anhang 1.4 dokumentiert.

Der hier als Worst-Case bezeichnete Fall wurde im Planungsprozess als der maßgebende Referenzfall für die Dimensionierung der Verkehrsanlagen definiert, da nicht davon ausgegangen werden kann, dass die B37 und das daran anschließende Mannheimer Straßennetz ohne weiteres zusätzlichen Verkehr aufnehmen können.

4.3 Prognoseverkehr - Planfall Variante 6

Im Rahmen der Untersuchung wurde in einem ersten Schritt angenommen, dass die anhand der Umlegungsergebnisse ermittelten Verkehrsverlagerungen von der B44 auf die B37 bzw. das Mannheimer Straßennetz möglich sind. Ein Nachweis über die Reserven und die Leistungsfähigkeit der Verlagerungsstrecken wird im Rahmen der Untersuchung nicht geführt. Der Nachweis zur Funktionsfähigkeit des Gesamtsystems aus neuer B44 und B37 wird daher indirekt erbracht. Untersucht wurde hierfür in einem Worst-Case-Szenario, wie sich die Situation auf der Stadtstraße lang darstellt, wenn die B37 keinen zusätzlichen Verkehr aufnehmen kann und der verlagerte Verkehr auf der B44 verbleibt. Dieser Fall stellt den maßgebenden Fall dar.

4.3.1 Normalszenario

Die Stadtstraße lang unterscheidet sich in ihrer Charakteristik wesentlich von der heutigen Hochstraße Nord. Dementsprechend kommt es je nach Strecke und Tageszeit zu Verkehrsverlagerungen. Nachfolgend sind die Belastungen und die Verlagerungen der Variante 6 im Tagesverkehr (siehe Anlage 8.1) sowie in den beiden Spitzenstunden (siehe Anlage 8.2 - 8.3) an markanten Querschnitten zusammenfassend erläutert. Eine Gegenüberstellung der Differenzen zum Prognosenullfall kann Tabelle 4 bis Tabelle 6 bzw. der Anlage 8.4 entnommen werden. Eine Zusammenfassung der beiden Spitzenstunden ist in Anlage 9 dargestellt.

Östlicher Abschnitt (Kurt-Schumacher-Brücke)

Im Bereich der Kurt-Schumacher-Brücke fahren in der Variante 6 ca. 28.000 Kfz/24 h in östlicher Richtung gegenüber 31.000 Kfz im Nullfall (- 10 %), in westlicher Richtung ca. 22.000 Kfz/24 h gegenüber 23.000 Kfz (-3 %). In der vormittäglichen Spitze fahren ca. 1.800 Kfz/h (ca. +/- 0 %) in westlicher Richtung und ca. 2.600 Kfz/h (-13 %) in östlicher Richtung. In der

nachmittäglichen Spitzenstunde liegen die Belastungen bei ca. 1.900 Kfz/h (-11 %) in westlicher und ca. 2.400 Kfz/h (+/-0 %).

Dementsprechend kommt es zu Verlagerungen auf die südliche gelegene B37 (Hochstraße Süd) mit der Konrad-Adenauer Brücke. Im Tagesverkehr nimmt der Verkehr nach Osten um ca. 3.000 Fahrten auf 38.600 Kfz/24 h zu (+8 %), nach Westen um 1.000 Fahrten auf 39.500 Kfz/24 h (+2 %). In den Spitzenstunden nimmt der Verkehr in der Hauptlastrichtung vormittags nach Osten um 300 Kfz/h auf 3.300 Kfz/h (+11 %) zu. Nachmittags hat der Verkehr nach Westen bereits die Kapazitätsgrenze erreicht, der Verkehr bleibt konstant bei 4.100 Kfz/h.

Mittlerer Abschnitt

Der mittlere Abschnitt der B44 westlich vom neuen Nordkopf weist in der Variante 6 eine Tagesbelastung von ca. 18.000 (+6 %) bis 20.000 Kfz/24 h (-2 %) auf. Die maximalen Spitzen liegen künftig bei 2.600 Kfz/h (-2 %; nachmittags Richtung Westen) bis ca. 3.300 Kfz/h (-5 %; vormittags Richtung Osten). Im mittleren Abschnitt treten damit kaum Veränderungen gegenüber der Ausgangslage auf.

Westlicher Abschnitt (Anschluss zur B37)

Die Tagesbelastungen liegen in der Variante 6 hier bei ca. 16.000 Kfz/24 h (-8 %) Richtung Westen und ca. 20.000 Kfz/24 h (-13 %) Richtung Osten. Die Spitzen liegen bei 2.300 Kfz/h (-10 %; nachmittags Richtung Westen) bis ca. 3.100 Kfz/h (-11 %; vormittags Richtung Osten).

Die nachfolgenden Tabellen geben einen zusammenfassenden Überblick über die oben beschriebenen Belastungen und Veränderungen.

Straße	Richtung	Prognose- nullfall	Planfall Variante 6	Veränderung zum Nullfall
B44 West	Osten	23.204	20.211	87 %
	Westen	17.749	16.364	92 %
B44 Mitte	Osten	20.810	20.380	98 %
	Westen	16.706	17.663	106 %
B44 Rheinbrücke	Osten	30.786	27.588	90 %
	Westen	22.901	22.216	97 %
B37 West	Osten	23.280	26.086	112 %
	Westen	21.904	23.477	107 %
B37 Rheinbrücke	Osten	35.657	38.615	108 %
	Westen	38.533	39.447	102 %
BGM-Grünzweig-Str.	Süden	13.934	15.915	114 %
	Norden	15.123	14.168	94 %
Rohrlachstraße	Süden	9.827	8.930	91 %
	Norden	9.676	9.268	96 %
Heinigstraße	Süden	10.988	9.547	87 %
	Norden	11.262	8.612	76 %
Rheinuferstraße Nord	Süden	24.417	22.586	93 %
	Norden	24.466	24.179	99 %
Rheinuferstraße Süd	Süden	14.627	14.429	99 %
	Norden	14.921	15.635	105 %

Tabelle 4: Veränderungen in der Variante 6 im Tagesverkehr (Kfz/24 h)

Straße	Richtung	Prognose- nullfall	Planfall Variante 6	Veränderung zum Nullfall
B44 West	Osten	3.479	3.113	89%
	Westen	743	559	75%
B44 Mitte	Osten	3.443	3.260	95%
	Westen	992	997	101%
B44 Rheinbrücke	Osten	3.017	2.639	87%
	Westen	1.834	1.815	99%
B37 West	Osten	1.910	2.235	117%
	Westen	1.289	1.463	114%
B37 Rheinbrücke	Osten	2.981	3.319	111%
	Westen	2.716	2.734	101%
BGM-Grünzweig-Str.	Süden	529	746	141%
	Norden	680	449	66%
Rohrlachstraße	Süden	533	459	86%
	Norden	791	879	111%
Heinigstraße	Süden	819	623	76%
	Norden	746	480	64%
Rheinuferstraße Nord	Süden	1.557	1.477	95%
	Norden	3.039	3.107	102%
Rheinuferstraße Süd	Süden	815	798	98%
	Norden	1.009	1.010	100%

Tabelle 5: Veränderungen in der Variante 6 in der vormittäglichen Spitze (Kfz/h)

Straße	Richtung	Prognose nullfall	Planfall Variante 6	Veränderung zum Nullfall
B44 West	Osten	1.326	980	74%
	Westen	2.588	2.323	90%
B44 Mitte	Osten	1.607	1.627	101%
	Westen	2.651	2.601	98%
B44 Rheinbrücke	Osten	2.160	1.930	89%
	Westen	2.349	2.360	100%
B37 West	Osten	1.604	1.912	119%
	Westen	2.756	2.903	105%
B37 Rheinbrücke	Osten	2.619	2.830	108%
	Westen	4.134	4.126	100%
BGM-Grünzweig-Str.	Süden	1.174	1.183	101%
	Norden	701	837	119%
Rohrlachstraße	Süden	988	1.047	106%
	Norden	622	647	104%
Heinigstraße	Süden	1.040	482	46%
	Norden	645	587	91%
Rheinuferstraße Nord	Süden	2.703	2.627	97%
	Norden	2.182	2.095	96%
Rheinuferstraße Süd	Süden	1.275	1.439	113%
	Norden	1.072	1.015	95%

Tabelle 6: Veränderungen in der Variante 6 in der nachmittäglichen Spitze (Kfz/h)

Es zeigt sich, dass sich die in der Variante 6 auftretenden Verkehrsverlagerungen vor allem auf die B37 (Hochstraße Süd) konzentrieren. Im restlichen Netz treten dagegen kaum Steigerungen auf. Im Umfeld der Stadtstraße kommt es ebenfalls eher zu Abnahmen im Verkehr, am deutlichsten wird dies an der Heinigstraße mit einer Abnahme im Tagesverkehr (beide Richtungen) um ca. 18 %.

4.3.2 Worst-Case-Szenario

Das Straßennetz ist im Worst-Case-Szenario identisch zum Normalszenario. Das Szenario unterscheidet sich durch die veränderten Widerstände im Netz, so dass in den Spitzenstunden keine Verlagerungen zwischen den beiden Rheinbrücken gegenüber dem Nullfall auftreten.

Nachfolgend sind die Belastungen und die Verlagerungen der Variante 6 -Worst-Case im Tagesverkehr (siehe Anlage 10.1) sowie in den beiden Spitzenstunden (siehe Anlage 10.2 - 10.3) an markanten Querschnitten zusammenfassend erläutert. Eine Gegenüberstellung der Differenzen zum Prognosenullfall kann Tabelle 4 bis Tabelle 6 bzw. der Anlage 10.4 entnommen werden. Eine Zusammenfassung der beiden Spitzenstunden ist in Anlage 11 dargestellt.

Straße	Richtung	Prognose- nullfall	Planfall Variante 6 WCS	Veränderung zum Nullfall
B44 West	Osten	23.204	22.017	95%
	Westen	17.749	17.091	96%
B44 Mitte	Osten	20.810	19.118	92%
	Westen	16.706	19.328	116%
B44 Rheinbrücke	Osten	30.786	28.859	94%
	Westen	22.901	22.502	98%
B37 West	Osten	23.280	24.814	107%
	Westen	21.904	23.094	105%
B37 Rheinbrücke	Osten	35.657	37.566	105%
	Westen	38.533	39.198	102%
BGM-Grünzweig-Str.	Süden	13.934	12.228	88%
	Norden	15.123	14.839	98%
Rohrlachstraße	Süden	9.827	8.694	88%
	Norden	9.676	8.547	88%
Heinigstraße	Süden	10.988	9.595	87%
	Norden	11.262	9.178	81%
Rheinuferstraße Nord	Süden	24.417	27.825	114%
	Norden	24.466	24.271	99%
Rheinuferstraße Süd	Süden	14.627	14.260	97%
	Norden	14.921	14.575	98%

Tabelle 7: Veränderungen in der Variante 6 (Worst-Case) im Tagesverkehr (Kfz/24 h)

Im Bereich der Kurt-Schumacher-Brücke fahren im Worst-Case ca. 28.500 Kfz/24 h in östlicher Richtung gegenüber 30.800 Kfz im Nullfall (- 6 %), in westlicher Richtung ca. 22.500 Kfz/24 h gegenüber 22.900 Kfz (-2 %). Über den Tag gesehen treten damit weiterhin Verlagerungen auf, lediglich in den Spitzenstunden, in denen im Worst-Case unterstellt wird, dass die B37 und das Mannheimer Straßennetz an der Kapazitätsgrenze ausgelastet sind, sind die Verlagerungen vernachlässigbar und liegen bei unter 100 Kfz/h. In der vormittäglichen Spitze fahren ca. 1.900 Kfz/h (+2 %) in westlicher Richtung und ca. 2.900 Kfz/h (-3,5 %) in östlicher Richtung. In der nachmittäglichen Spitzenstunde liegen die Belastungen bei ca. 2.300 Kfz/h (-3 %) in westlicher und ca. 2.100 Kfz/h (-1 %) in östlicher Richtung.

Die Zunahmen auf der B37 liegen zwischen 1 und 3 % in den Spitzenstunden und liegen bei maximal 100 Kfz/h (vormittags). Die Differenznetze für den Worst-Case zum Prognosenullfall (siehe Anlage 10.4) verdeutlichen, wie gering die verbleibenden Verlagerungen sind.

Straße	Richtung	Prognose nullfall	Planfall Variante 6	Veränderung zum Nullfall
B44 West	Osten	3.479	3.552	102%
	Westen	743	721	97%
B44 Mitte	Osten	3.443	3.664	106%
	Westen	992	1.152	116%
B44 Rheinbrücke	Osten	3.017	2.911	96%
	Westen	1.834	1.878	102%
B37 West	Osten	1.910	1.933	101%
	Westen	1.289	1.343	104%
B37 Rheinbrücke	Osten	2.981	3.079	103%
	Westen	2.716	2.672	98%
BGM-Grünzweig-Str.	Süden	529	598	113%
	Norden	680	632	93%
Rohrlachstraße	Süden	533	432	81%
	Norden	791	736	93%
Heinigstraße	Süden	819	553	68%
	Norden	746	723	97%
Rheinuferstraße Nord	Süden	1.557	1.627	104%
	Norden	3.039	3.126	103%
Rheinuferstraße Süd	Süden	815	853	105%
	Norden	1.009	923	91%

Tabelle 8: Veränderungen in der Variante 6 in der vormittäglichen Spitze (Kfz/h)

Straße	Richtung	Prognose nullfall	Planfall Variante 6	Veränderung zum Nullfall
B44 West	Osten	1.326	1.251	94%
	Westen	2.588	2.541	98%
B44 Mitte	Osten	1.607	1.558	97%
	Westen	2.651	2.591	98%
B44 Rheinbrücke	Osten	2.160	2.138	99%
	Westen	2.349	2.288	97%
B37 West	Osten	1.604	1.682	105%
	Westen	2.756	2.917	106%
B37 Rheinbrücke	Osten	2.619	2.640	101%
	Westen	4.134	4.189	101%
BGM-Grünzweig-Str.	Süden	1.174	920	78%
	Norden	701	919	131%
Rohrlachstraße	Süden	988	936	95%
	Norden	622	563	91%
Heinigstraße	Süden	1.040	448	43%
	Norden	645	773	120%
Rheinuferstraße Nord	Süden	2.703	3.069	114%
	Norden	2.182	2.106	97%
Rheinuferstraße Süd	Süden	1.275	1.389	109%
	Norden	1.072	926	86%

Tabelle 9: Veränderungen in der Variante 6 in der nachmittäglichen Spitze (Kfz/h)

4.4 Nachweis der Verkehrsqualität

4.4.1 Normalszenario

Die Dimensionierung der Verkehrsanlagen und der Nachweis der Verkehrsqualität erfolgten in mehreren Schritten. Die generelle Dimensionierung der Verkehrsanlagen wurde im Rahmen der Vorplanung durchgeführt (DRC, November 2013) und im Zuge der Entwurfsplanung anhand der hier zuvor beschriebenen Verkehrsbelastungen verfeinert und optimiert.

Die verkehrlichen Nachweise der Einzelknotenpunkte wurden nach HBS 2015 mit dem Programmsystem AMPEL 6.1 (BPS GMBH ETTLINGEN) durchgeführt.

Die Variante 6 Stadtstraße lang besteht jedoch aus einer dichten Folge von koordinierten Signalanlagen. Eine Einzelknotenpunkt Betrachtung würde jedoch unterstellen, dass alle Ströme an jedem Knotenpunkt von neuem aufgehalten werden und die entsprechenden Rückstaulängen und Wartezeiten entstehen. Ziel einer koordinierten Signalsteuerung ist es jedoch, die Hauptströme mit möglichst wenigen Halten durch das Netz zu führen. Dementsprechend können diese koordinierten Knotenpunktfolgen aufgrund der komplexen Gesamtsituation gemäß HBS 2015 nur mittels einer mikroskopischen Verkehrsflusssimulation nachgewiesen werden.

In einem zweiten Schritt wurden die mittels AMPEL 6.1. konzipierten Signalprogramme mit den detaillierten Verkehrstechnischen Unterlagen (VTU) der einzelnen Knotenpunkte in einem iterativen Prozess abgeglichen. Die VTU wurden mit dem Programmsystem SITRAFFIC OFFICE (SIEMENS AG, München) erstellt. Hierin berücksichtigt sind die tatsächlichen Knotenpunktgeometrien und die daraus resultierenden Zwischenzeitenmatrizen (siehe Anhang 2).

Die mittels SITRAFFIC erstellten Signalprogramme sind wiederum Basis für die Mikroskopische Verkehrsflusssimulation.

4.4.1.1 Nachweis der Einzelknoten

Grundlagen der Berechnungen

Die Leistungsfähigkeit der Einzelknotenpunkte wurde nach HBS 2015 mit dem Programmsystem AMPEL 6.1 nachgewiesen. Die Ergebnisse können zusammenfassend der Tabelle 10 sowie im Detail der Anlage 10 (grafische Übersicht) sowie dem Anhang 3 entnommen werden.

Bei der Ermittlung der Sättigungsverkehrsstärken wurde nach HBS 2015 zunächst von einem Zeitbedarfswert von 1,8 s entsprechend einer Sättigungsverkehrsstärke von 2.000 Kfz/h ausgegangen. Der Zeitbedarfswert wird unter Berücksichtigung konkreter Bedingungen mittels Anpassungsfaktoren abgemindert:

- fsv: Die bekannten Schwerverkehrsanteile werden differenziert nach Knotenpunkt-zufahrten berücksichtigt.
- fb: Ein Anpassungsfaktor zur Berücksichtigung schmaler Fahrstreifen (< 3,00 m) ist nicht erforderlich, da alle geplanten Fahrstreifen eine Breite von mindestens 3,25 m aufweisen.
- fR: Für alle Abbiegeströme werden die geplanten tatsächlichen Abbiegeradien berücksichtigt. Abbiegeradien von unter 20 m wirken sich abmindernd auf den Zeitbedarfswert aus. Bei mehrstreifigen Zufahrten wurde der Mittelwert der relevanten Fahrstreifen angesetzt.
- fS: Der Anpassungsfaktor zur Berücksichtigung der Fahrbahnlängsneigung kann nach HBS bei Längsneigungen zwischen -2 und + 2 % vernachlässigt werden. Da die geplante Stadtstraße ohne größere Längsneigungen ausgebildet ist, wird der Faktor fS generell einheitlich nicht berücksichtigt.

Eine Anpassung der Zeitbedarfswerte gegenüber dem Standard nach HBS 2015 aufgrund von örtlichen Besonderheiten erfolgt nicht. Parallel zur Bearbeitung wurden die Zeitleücken an zwei großen Knotenpunkten in Ludwigshafen gemessen. Die gemessenen Werte lagen leicht unter den Standardwerten, so dass diese auf der sicheren Seite liegend nicht verändert werden.

Des Weiteren ist für die Ermittlung der Kapazität zu prüfen, ob der Abfluss unbehindert ist oder nicht. Behinderungen können in der Regel bei Linksabbiegern mit bedingt verträglicher Signalisierung zum Gegenverkehr sowie generell bei bedingt verträglicher Führung zu Fußgänger- und Radfahrerverkehr entstehen. Für die geplanten Knotenpunkte können jedoch folgende Randbedingungen festgehalten werden:

- Linksabbiegende Ströme werden generell nicht mit Gegenverkehr durchsetzt.
- Linksabbiegende Ströme werden generell nicht bedingt verträglich zum Fußgängerverkehr geschaltet.

- Nur bei einstreifigen rechtsabbiegenden Strömen werden situationsabhängig die Fußgänger zeitweise parallel bedingt verträglich geschaltet. Ein späteres Eintreffen der Fußgänger an der Furt als der bedingt verträgliche Konfliktstrom ist nicht zulässig. Die hierbei entstehende rechnerische Belegungszeit der Furt der Fußgänger wird nach HBS 2015 im Programmsystem AMPEL berücksichtigt. Es wird von einer Fußgängerstärke von 100 Fußgängern/h ausgegangen.

Die Aufteilung der Verkehrsmengen auf mehrere Fahrstreifen gleicher Richtung kann von den möglichen Fahrbeziehungen und der entsprechenden Verteilung der Verkehre am dahinterliegenden Knotenpunkt abhängen. Zur Berücksichtigung möglicher Ungleichverteilungen wurden - wo relevant - die in der mikroskopischen Verkehrsflusssimulation gemessenen Verteilungen näherungsweise berücksichtigt. In AMPEL wurde hierfür die Verkehrsstärke des höchstbelasteten Fahrstreifens multipliziert mit der Anzahl Fahrstreifen eingegeben. Diese Betrachtung war für folgende Ströme von besonderer Relevanz:

- KP3 B44 / Heinigstraße - Strom K1 von West nach Ost
- KP4 B44 / Bürgermeister-Grünzweig-Straße - Strom K4 von Ost nach West

Eine ungleichmäßige Verteilung durch Kombination mit Mischfahrstreifen (z.B. 2 x geradeaus und 1 x geradeaus-rechts) wird im Programmsystem AMPEL automatisch berücksichtigt.

Die Berücksichtigung von kurzen Fahrstreifen bei Zufahrten mit mehr als 2 Fahrstreifen ist im HBS nicht vorgesehen und auch mit dem Programmsystem AMPEL nicht möglich. (siehe Straßenverkehrstechnik 11/2015, S.743, FGSV, November 2015). Dies betrifft insbesondere den Zulauf zum Vorsignal am KP10. Hier kann der Nachweis nur mittels Mikrosimulation abschließend erbracht werden (siehe Kapitel 4.4.2).

Im Rahmen der Berechnungen finden Linien des ÖPNV bzw. eine mögliche Priorisierung keine Berücksichtigung. Nach Abstimmung mit der Stadt Ludwigshafen ist dies auch an anderen Knotenpunkten in Ludwigshafen aktuell nicht üblich und ist auch für die Stadtstraße nicht angedacht.

Eine Verlängerung der Freigabezeiten bzw. eine Reduzierung der Räumgeschwindigkeiten unter dem Aspekt der Blindensignalisierung erfolgt in der Planung nicht und ist in Ludwigshafen nicht vorgesehen. Für Fußgänger wird gemäß RiLSA mit einer Räumgeschwindigkeit von 1,2 m/s gerechnet.

Ergebnisse

An den untersuchten Knotenpunkten stellen sich beim statischen Einzelnachweis der Knotenpunkte in der Regel ausreichende Verkehrsqualitäten D oder besser ein. Eine Zusammenfassung kann der Tabelle 10 entnommen werden, eine ausführliche Übersicht ist in Anlage 12 enthalten. Die Berechnungen können im Einzelnen dem Anhang 3 entnommen werden.

KP	Bezeichnung	QSV Gesamt	
		VM	NM
KP1	Lorientallee/Pasadenaallee	C	C
KP2	Heinigstraße/ Jaegerstraße	D	C
KP3	B44/ Heinigstraße	D	D
KP4	B44/ Bürgermeister-Grünzweig Straße	D	D
KP 5	B44 FSA Europaplatz	A	A
KP 6	B44 FSA Rathauscenter	A	A
KP 9-1	B44/Rheinuferstraße Süd	D	D
KP 9-2	Rheinuferstraße Nord 1	A	A
KP 9-3	Rheinuferstraße Nord 2	B	B
KP 9-4	B44 Linksabbieger Rheinuferstraße	D	C
KP 10	B44 Vorsignal	C	B

Tabelle 10: Verkehrsqualität der Einzelknotenpunkte nach HBS 2015, Normalszenario

Für Fußgänger ergibt sich dagegen an zahlreichen Punkten die Qualitätsstufe E (maximale Wartezeit > 70 s; beim Kfz-Verkehr Beurteilung der mittleren Wartezeit). An hoch belasteten innerstädtischen Hauptverkehrsstraßen ist in Großstädten das Ziel von maximalen Wartezeiten von unter 70 s kaum erreichbar. Bei einer Umlaufzeit von 90 s und einer Freigabe für den Fußgänger von etwa 10 s entsteht unweigerlich eine nicht ausreichende Qualität. Das Queren in einem Zug über 2 Furten ist jedoch in vielen Fällen gewährleistet, insbesondere an den beiden Fußgängeranlagen über die B44 (KP5 und KP6) ist dies stets in beiden Richtungen gewährleistet. An der Fußgängeranlage über die Rheinuferstraße (KP9.2) ist dies nicht erforderlich, da der Querungsbedarf hier nur im Erreichen der Straßenbahnhaltestelle besteht. Die Querung in 1 Zug wurde daher nur für Radfahrer konzipiert

Neben den Qualitätsstufen ist die Betrachtung der Rückstaulängen für die Abwickelbarkeit der Verkehrsströme von Relevanz. Die bei der Einzelbetrachtung nach HBS ermittelten Längen können der zusammenfassenden Übersicht in Anlage 14 entnommen werden, die Berechnungen sind in Anhang 3 enthalten.

Generell ist hierbei jedoch anzumerken, dass die Rückstaulängen bzw. die Rückstaufreiheit der Nachbarknoten aufgrund der komplexen Gesamtsituation nur mittels Mikrosimulation qualifiziert nachgewiesen werden können. Wie schon bei der Ermittlung der Qualitätsstufen wird deutlich, dass vor allem die starken Hauptströme in West-Ost- und Ost-West-Richtung in der jeweiligen Hauptlastrichtung der B44 zunächst zu großen Rückstaulängen bzw. zu einer theoretischen Überstauung der Nachbarknoten führen. Hier entstehen rechnerische Staulängen von 144 m (KP 3), 173 m (KP 5) und 166 m (KP 6) in West-Ost-Richtung und 203 m (KP 4) in Ost-West-Richtung (siehe Anlage 14). Mittels Mikrosimulation (siehe Kapitel 4.4.2) kann aufgezeigt werden, dass die tatsächlichen Rückstaulängen zwischen 40 und 100 m in West-Ost-Richtung und 30 bis 105 m in Ost-West-Richtung liegen (siehe Anlage 15). Eine signifikante Überstauung tritt damit nicht auf, da die Signalisierung so geregelt ist, dass vor Eintreffen eines Fahrzeugpulk der Pulk am Nachbarknoten bereits abfließt.

4.4.1.2 Nachweis der Gesamtleistungsfähigkeit

Grundlagen der Berechnungen

Mittels der mikroskopischen Verkehrssimulation kann die geplante Stadtstraße lang im Gesamtzusammenhang betrachtet werden. Neben einem Gesamteindruck liefert die Simulation auch Auswertungen für Verlustzeiten und Rückstaulängen. Die Verlustzeiten können mit den Wartezeiten nach HBS annähernd gleich gesetzt werden. Für die Auswertungen wurden für die vor- und die nachmittägliche Spitzenstunde jeweils 10 Simulationsläufe mit unterschiedlichen Startzufallszahlen durchgeführt.

Folgende grundsätzlichen Einstellungen wurden im Programmsystem VISSIM vorgenommen:

- Für das Fahrverhalten bei Rot-Gelb wird abweichend von den Standardeinstellungen ein Fahrverhalten "wie bei rot" gewählt. D.h. dass die Fahrzeuge sich tatsächlich erst bei grün zum Losfahren entscheiden.

- Anpassung der Zeitbedarfswerte durch Änderung der Parameter "additiver und multiplikativer Einfluss Sicherheitsabstand" im Fahrzeugfolgemodell nach Wiedemann 74.
- Für die Verflechtungsvorgänge wird ein kooperatives Fahrverhalten gewählt.
- Für Abbiegeströme werden Langsamfahrbereiche eingefügt. Hierbei wird zwischen großzügig trassierten Fahrbeziehungen und engen Abbiegeradien differenziert:
 - enge Radien: Pkw 25 km/h, Lkw 20 km/h
 - große Radien: Pkw 40 km/h, Lkw 30 km/h

Darüber hinaus ergeben sich bei parallel geführten Fußgängern und Radfahrern grundsätzlich ein Abbremsen und eine noch weiter reduzierte Geschwindigkeit.

- Für die Wunschgeschwindigkeit wurde zunächst die Standardverteilung gewählt. Gemäß Handbuch zum Programmsystem VISSIM ist die "...Wunschgeschwindigkeit [...] die Geschwindigkeit, mit der ein Fahrer fahren würde, wenn er nicht durch andere Fahrzeuge oder Netzobjekte wie beispielsweise Signalanlagen oder Stoppschilder daran gehindert würde". Die geringen Abstände der Knotenpunkte untereinander sowie das hohe Verkehrsaufkommen in den beiden betrachteten Spitzenstunden führen dazu, dass die Fahrzeuge zu einem Großteil nie die definierten Wunschgeschwindigkeiten erreichen werden. Es ist weiter davon auszugehen, dass es bedingt durch die starke Beeinflussung der Fahrzeuge untereinander zur Bildung von Fahrzeugpulks kommt, die die tatsächlich gefahrenen Geschwindigkeiten weiter beeinflussen und die Realität in ausreichendem Maß widerspiegeln. Tatsächlich zeigt sich, dass selbst bei einer angepassten Wunschgeschwindigkeitsverteilung keine signifikanten Veränderungen in der Simulation auftreten. Hierbei wurde für 2 Teilbereiche differenziert:
 - B44: Bandbreite zwischen 43 und 58 km/h mit Schwerpunkt bei 50 km/h
 - Sonstige Straßen: Bandbreite zwischen 38 und 53 km/h mit Schwerpunkt bei 48 km/h

Die angepasste Verteilung wurde in allen durchgeführten und ausgewerteten Simulationen zugrunde gelegt.

Ergebnisse

Mittels der mikroskopischen Verkehrsflusssimulation konnte die Leistungsfähigkeit des Gesamtsystems nachgewiesen werden. An allen untersuchten Knotenpunkten stellen sich wie beim statischen Einzelnachweis der Knotenpunkte ausreichende Verkehrsqualitäten D oder besser ein. Für verschiedene Ströme können zumeist infolge der Koordinierung Verbesserungen im Verkehrsablauf gegenüber der Einzelbetrachtung erzielt werden.

Eine Zusammenfassung kann der Tabelle 11 entnommen werden, eine ausführliche Übersicht ist in Anlage 13 enthalten. Eine Zusammenstellung der Auswertungen aus den Vissim-Simulationen kann im Detail dem Anhang 4 entnommen werden.

KP	Bezeichnung	QSV Gesamt	
		VM	NM
KP1	Lorientallee/Pasadenaallee	D	C
KP2	Heinigstraße/ Jaegerstraße	C	C
KP3	B44/ Heinigstraße	D	D
KP4	B44/ Bürgermeister-Grünzweig Straße	B	C
KP 5	B44 FSA Europaplatz	A	A
KP 6	B44 FSA Rathauscenter	B	A
KP 9-1	B44/Rheinuferstraße Süd	C	C
KP 9-2	Rheinuferstraße Nord 1	A	A
KP 9-3	Rheinuferstraße Nord 2	A	B
KP 9-4	B44 Linksabbieger Rheinuferstraße	D	C
KP 10	B44 Vorsignal	C	B

Tabelle 11: Verkehrsqualität bei Betrachtung des Gesamtsystems nach HBS 2015, Normalszenario (Auswertung Vissim)

Anhand der Mikrosimulation können neben der Auswertung der Verlustzeiten zur Ermittlung der Qualitätsstufen auch die Rückstaulängen ermittelt werden. Analog der Vorgaben des HBS ist hier eine 95 %ige Sicherheit gegen Überstauung nachzuweisen. Hierfür wurden 10 Simulationläufe mit je 40 Umläufen ausgewertet. Maßgebend für den Nachweis der 95 %-Staulänge ist

damit der 380. Wert. Die ermittelten Längen können der zusammenfassenden Übersicht in Anlage 15 entnommen werden, die Ergebnisauswertung ist in Anhang 4 enthalten.

Die Übersicht zeigt, dass insbesondere durch die Koordinierung der Ströme deutlich geringere Rückstaulängen als bei einer Einzelbetrachtung entstehen. Bei den gemessenen Rückstaulängen wird keiner der gemessenen Werte als kritisch eingeschätzt. Vereinzelt kann es im Zuge der B44 zur Messung von Überstauungen kommen, was jedoch damit zusammenhängt, dass einfahrende Ströme im Extremfall auf das Stauende des Nachbarknotens auflaufen können und es hier zu einem kurzzeitigen Stillstand des ankommenden Pulks kommen kann, während der eigentliche Rückstau sich auflöst. Dieser Effekt führt jedoch nicht zur Beeinträchtigung kreuzender Kfz- oder Fußgängerströme, da dieser in der Regel bei Freigabezeitbeginn auftritt.

4.4.2 Worst-Case-Szenario

Im Rahmen der Untersuchung wurde in einem ersten Schritt unterstellt, dass die anhand der Umlegungsergebnisse ermittelten Verkehrsverlagerungen von der B44 auf die B37 bzw. das Mannheimer Straßennetz möglich sind. Ein Nachweis über die Reserven und die Leistungsfähigkeit der Verlagerungsstrecken wird im Rahmen der Untersuchung nicht geführt, da in Abstimmung mit der Stadt Ludwigshafen und dem LBM davon auszugehen ist, dass entsprechende Reserven vorhanden sind. Der Nachweis zur Funktionsfähigkeit des Gesamtsystems aus neuer B44 und B37 wird daher indirekt erbracht. Untersucht wird in einem modellmäßig abgeleiteten Worst-Case-Szenario, wie sich die Situation auf der Stadtstraße lang darstellt, wenn die B37 keinen zusätzlichen Verkehr aufnehmen kann und der verlagerte Verkehr auf der B44 verbleibt. Kritischster Fall ist hierbei die vormittägliche Spitzenstunde. Das Worst-Case-Szenario war maßgebend für die Dimensionierung der Verkehrsanlagen.

4.4.2.1 Nachweis der Einzelknoten

An den untersuchten Knotenpunkten stellen sich beim statischen Einzelnachweis der Knotenpunkte ausreichende Verkehrsqualitäten D oder besser ein. Eine Zusammenfassung kann der Tabelle 11 entnommen werden, eine ausführliche Übersicht ist in Anlage 16 enthalten. Die Berechnungen können im Einzelnen dem Anhang 3 entnommen werden.

Es gelten ansonsten die gleichen Aussagen zur Verkehrsqualität für Fußgänger wie im Normalszenario. An verschiedenen Punkten wird auch hier nur die Qualitätsstufe E erreicht. Das Queren in einem Zug über 2 Furten ist jedoch auch im Worst-Case-Szenario in vielen Fällen

gewährleistet, insbesondere an den beiden Fußgängeranlagen über die B44 (KP5 und KP6) in beiden Richtungen.

Neben den Qualitätsstufen ist die Betrachtung der Rückstaulängen für die Abwickelbarkeit der Verkehrsströme von Relevanz. Die bei der Einzelbetrachtung nach HBS ermittelten Längen können der zusammenfassenden Übersicht in Anlage 18 entnommen werden, die Berechnungen sind in Anhang 3 enthalten.

KP	Bezeichnung	QSV Gesamt	
		VM	NM
KP1	Lorientallee/Pasadenaallee	C	D
KP2	Heinigstraße/ Jaegerstraße	D	C
KP3	B44/ Heinigstraße	D	D
KP4	B44/ Bürgermeister-Grünzweig Straße	D	D
KP 5	B44 FSA Europaplatz	B	A
KP 6	B44 FSA Rathauscenter	B	A
KP 9-1	B44/Rheinuferstraße Süd	D	C
KP 9-2	Rheinuferstraße Nord 1	A	A
KP 9-3	Rheinuferstraße Nord 2	B	C
KP 9-4	B44 Linksabbieger Rheinuferstraße	D	C
KP 10	B44 Vorsignal	C	C

Tabelle 12: Verkehrsqualität der Einzelknotenpunkte nach HBS 2015, Worst-Case-Szenario

Analog dem Normalszenario gilt auch für den Worst-Case, dass die Rücktaulängen bzw. die Rückstaufreiheit der Nachbarknoten aufgrund der komplexen Gesamtsituation nur mittels Mikrosimulation qualifiziert nachgewiesen werden können. Wie schon bei der Ermittlung der Qualitätsstufen wird deutlich, dass vor allem die starken Hauptströme in West-Ost- und Ost-West-Richtung in der jeweiligen Hauptlastrichtung der B44 zunächst zu großen Rückstaulängen bzw. zu einer theoretischen Überstauung der Nachbarknoten führen. Hier entstehen rechnerische Staulängen von 110 bis 240 m in West-Ost-Richtung und 90 bis 220 m in Ost-West-Richtung (siehe Anlage 18). Mittels Mikrosimulation (siehe Kapitel 4.4.2) kann aufgezeigt werden, dass die tatsächlichen Rückstaulängen zwischen 40 und 110 m in West-Ost-Richtung und 30 bis 100 m in Ost-West-Richtung liegen (siehe Anlage 19). Eine signifikante Überstauung tritt damit

nicht auf, da die Signalisierung so geregelt ist, dass vor Eintreffen eines Fahrzeugpulk der Pulk am Nachbarknoten bereits abfließt.

4.4.2.2 Nachweis der Gesamtleistungsfähigkeit

Dem aktuellen Planungsstand und Straßenentwurf ging ein iterativer Planungsprozess voraus. Im Zuge der Rückkopplung der statischen Berechnungen und der mikroskopischen Simulation des Worst-Case-Szenarios wurden zunächst an verschiedenen Verkehrsbeziehungen im Straßennetz sehr hohe Auslastungen und zum Teil Überstauungen ermittelt. Zur Verbesserung des Verkehrsablaufs wurden folgende leistungsfähigkeitssteigernde Maßnahmen im Entwurf umgesetzt:

- Zusätzlicher Geradeaus-Fahrstreifen zwischen Bürgermeister-Grünzweig Straße (KP4) und Abfahrt Lorientallee (3 statt 2 durchgehende Fahrstreifen)
- Zusätzlicher Geradeaus-Fahrstreifen zwischen Heinigstraße (KP3) und Bürgermeister-Grünzweig Straße (KP4) (3 statt 2 durchgehende Fahrstreifen)
- Zusätzlicher Links-Abbiegestreifen von der Heinigstraße (von der B44 kommend) in die Jaegerstraße (KP2) (2 statt 1 Fahrstreifen)
- "Henkel" als Einbahnstraße nach Osten zwischen B44 und Heinigstraße (KP2)
- Kein Linkseinbiegen vom Henkel auf die B44 nach Osten
- Entfall der Fußgängerquerung über die B44 östlich der Heinigstraße (KP3)

In Kombination mit einer geeigneten Koordinierung kann auch für das Worst-Case-Szenario eine ausreichende Verkehrsqualität nachgewiesen werden. Die Verkehrsqualität liegt für alle Ströme bei mindestens D (siehe Anlage 17). Auch die Rückstaulängen wurden für das Worst-Case-Szenario ausgewertet und sind in Anlage 18 dokumentiert. Eine Rückstaufreiheit der Nachbarknoten ist gewährleistet, es gelten die gleichen Aussagen wie im Normalszenario. Die Einzelknotenbetrachtung (siehe Anlage 16) ist für den Worst-Case-Fall nicht relevant.

Der für den Worst-Case relevante Straßenentwurf liegt auch dem zuvor beschreibenden Normalszenario zu Grunde.

KP	Bezeichnung	Normal-szenario		Worst-Case-Szenario	
		VM	NM	VM	NM
KP1	Lorientallee/Pasadenaallee	D	C	D	C
KP2	Heinigstraße/ Jaegerstraße	C	C	D	D
KP3	B44/ Heinigstraße	D	D	C	D
KP4	B44/ Bürgermeister-Grünzweig Straße	B	C	B	B
KP 5	B44 FSA Europaplatz	A	A	A	A
KP 6	B44 FSA Rathauscenter	B	A	B	A
KP 9-1	B44/Rheinuferstraße Süd	C	C	C	C
KP 9-2	Rheinuferstraße Nord 1	A	A	A	A
KP 9-3	Rheinuferstraße Nord 2	A	B	A	A
KP 9-4	B44 Linksabbieger Rheinuferstraße	D	C	C	C
KP 10	B44 Vorsignal	C	B	D	B

Tabelle 13: Verkehrsqualität bei Betrachtung des Gesamtsystems nach HBS 2015 (Auswertung Vissim) - Vergleich Normalszenario und Worst-Case-Szenario

Zum Vergleich der verkehrlichen Auswirkungen der beiden untersuchten Varianten ist ein Reisezeitvergleich für den Weg von West nach Ost (Vormittag) durch das Netz aufschlussreich:

- Planfall 6 - "Normalszenario" 3:32 min
- Planfall 6 - "Wort-Case-Szenario" 3:50 min

Die detaillierte Betrachtung der Qualitätsstufen ALLER Haupt- und Nebenströme der einzelnen Knotenpunkte zeigt auf, dass zahlreiche Ströme sehr gute und gute Qualitätsstufen (A-C) erreichen. Damit wird deutlich, dass noch ausreichend Kapazitäten für zusätzliche Verkehre, z.B. durch städtebauliche Nutzungen vorhanden sind. Der Nachweis der Abwickelbarkeit des Durchgangsverkehrs gemäß Prognosenullfall ohne Verlagerung auf die B37 kann damit für die Stadtstraße lang als erbracht angesehen werden.

5. Zusammenfassung

Im Rahmen der vorliegenden Verkehrsuntersuchung wurden die verkehrlichen Grundlagen für die Variante 6 - Stadtstraße lang erarbeitet und die Nachweise der Verkehrsqualität nach HBS 2015 erbracht.

Aufbauend auf den Spitzenstundenmodellen für das Prognosejahr 2030 wurden zunächst statische Leistungsfähigkeitsnachweise an Einzelknotenpunkten durchgeführt. Aufgrund des komplexen Gesamtsystems ist ein abschließender verkehrlicher Nachweis jedoch nur mittels einer mikroskopischen Verkehrsflusssimulation möglich. Dabei wurden zwei Fälle betrachtet:

- Normalszenario mit Prognosebelastungen 2030 gemäß Variante 6
- Worst-Case-Szenario mit erhöhten Prognosebelastungen 2030 ohne Verdrängung von Durchgangsverkehr auf die B37

Für beide Fälle konnte eine ausreichende Verkehrsqualität und Funktionsfähigkeit des Gesamtsystems erreicht werden. **Im Normalszenario wird an allen Knotenpunkten mindestens die Qualitätsstufe D erreicht, die Rückstaufreiheit der Knotenpunkte wurde aufgezeigt. Im modellmäßig abgeleiteten Worst-Case-Szenario kann ebenfalls an allen Knotenpunkten mindestens die Qualitätsstufe D erreicht** werden. Der hier als Worst-Case bezeichnete Fall wurde im Planungsprozess als der maßgebende Referenzfall für die Dimensionierung der Verkehrsanlagen definiert, da nicht davon ausgegangen werden kann, dass die B37 und das daran anschließende Mannheimer Straßennetz ohne weiteres zusätzlichen Verkehr in den Spitzenstunden aufnehmen können.

Der Nachweis Verkehrsqualität für die Variante 6 - Stadtstraße lang ist damit erbracht.

Literaturverzeichnis

BPS GMBH

Programmsystem AMPEL

Version 6.1

Ettlingen, 2015

DURTH ROOS CONSULTING GMBH

Erneuerung Hochstraße Nord - B44 in Ludwigshafen- Verkehrsuntersuchung

Darmstadt, November 2013

FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRASSEN- UND VERKEHRSWESEN

Richtlinien für die Anlage von Straßen

Teil: Knotenpunkte Abschnitt 1: Plangleiche Knotenpunkte (RAS-K-1)

Köln 1988

FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRASSEN- UND VERKEHRSWESEN e.V.

RaSt06 - Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen

Köln, 2007

FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRASSEN- UND VERKEHRSWESEN e.V. FGSV

RAA - Richtlinien für die Anlage von Autobahnen

Köln, 2008

FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRASSEN- UND VERKEHRSWESEN

Richtlinien für integrierte Netzgestaltung (RIN)

Ausgabe 2008

Köln, 2008

FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRASSEN- UND VERKEHRSWESEN

Richtlinien für die Anlage von Landstraßen RAL

Köln 2012

FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRASSEN- UND VERKEHRSWESEN

Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen HBS

Ausgabe 2015

Köln 2015

FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRASSEN- UND VERKEHRSWESEN

Straßenverkehrstechnik 11/2015

"Verkehrsqualität an Knotenpunkten mit Lichtsignalanlage - Kommentar zum HBS 2015", HARDERS, Jürgen, SCHMOTZ, Martin

Ausgabe November 2015

Köln 2015

MODUS CONSULT ULM GMBH

Gesamtverkehrsplan 2020 (Verkehrsentwicklungsplan 2020) der Stadt Ludwigshafen am Rhein

Ulm, Oktober 2005

MODUS CONSULT ULM GMBH

Verkehrsuntersuchung Ludwigshafen - Sanierung der Hochstraße Nord

Ulm, 17.11.2010

MODUS CONSULT ULM GMBH

Verkehrsuntersuchung Ludwigshafen - Sanierung der Hochstraße Nord - Weitere Varianten

Ulm, 15.03.2011

PLANUNGSGEMEINSCHAFT INSTANDSETZUNG HOCHSTRASSE NORD

Bauwerksübersicht der Stadt Ludwigshafen am Rhein - Hochstraße Nord (B44)

Ludwigshafen / Saarbrücken

PTV TRANSPORT CONSULT GMBH

Erweiterte Modellarbeiten

Prognoseableitung Stadtstraße lang

Karlsruhe, 29.05.2015

PTV AG

Programmsystem VISSIM mit Handbuch

Version 8

Karlsruhe, 2015

SIEMENS AG

Programmsystem SITRAFFIC OFFICE mit Handbuch

Version 4.6.8

München, 2015

STADT LUDWIGSHAFEN AM RHEIN

Verkehrszählungen, verschiedene

Ludwigshafen am Rhein

VERTEC INGENIEURSOZITÄT FÜR VERKEHRSPLANUNG UND –TECHNIK

Pkw-Bestand und Verkehrsentwicklung außerorts

Teil I Rheinland Pfalz gesamt

Teil II Landkreise, kreisfreie Städte

Koblenz, April / Juli 2008

Verzeichnis der Tabellen

	Seite
Tabelle 1: Veränderungen im Prognose-Nullfall im Tagesverkehr (Kfz/24 h)	11
Tabelle 2: Veränderungen im Prognose-Nullfall in der vormittäglichen Spitze (Kfz/h)	11
Tabelle 3: Veränderungen im Prognose-Nullfall in der nachmittäglichen Spitze (Kfz/h)	12
Tabelle 4: Veränderungen in der Variante 6 im Tagesverkehr (Kfz/24 h)	20
Tabelle 5: Veränderungen in der Variante 6 in der vormittäglichen Spitze (Kfz/h)	20
Tabelle 6: Veränderungen in der Variante 6 in der nachmittäglichen Spitze (Kfz/h)	21
Tabelle 7: Veränderungen in der Variante 6 (Worst-Case) im Tagesverkehr (Kfz/24 h)	22
Tabelle 8: Veränderungen in der Variante 6 in der vormittäglichen Spitze (Kfz/h)	23
Tabelle 9: Veränderungen in der Variante 6 in der nachmittäglichen Spitze (Kfz/h)	23
Tabelle 10: Verkehrsqualität der Einzelknotenpunkte nach HBS 2015, Normalszenario	27
Tabelle 11: Verkehrsqualität bei Betrachtung des Gesamtsystems nach HBS 2015, Normalszenario (Auswertung Vissim)	30
Tabelle 12: Verkehrsqualität der Einzelknotenpunkte nach HBS 2015, Worst-Case-Szenario	32
Tabelle 13: Verkehrsqualität bei Betrachtung des Gesamtsystems nach HBS 2015 (Auswertung Vissim) - Vergleich Normalszenario und Worst-Case-Szenario	34

Verzeichnis der Anlagen

Anlage 1:	Übersichtskarte
Anlage 2:	Planfall Variante 6 - Übersichtsplan
Anlage 3:	Bestandssituation
Anlage 4.1	Analysefall - Tagesverkehr
Anlage 4.2	Analysefall - vormittägliche Spitzenstunde
Anlage 4.3	Analysefall - nachmittägliche Spitzenstunde
Anlage 5	Analysefall - Spitzenstunden - Zusammenfassung
Anlage 6.1	Prognosenullfall - Tagesverkehr
Anlage 6.2	Prognosenullfall - vormittägliche Spitzenstunde
Anlage 6.3	Prognosenullfall - nachmittägliche Spitzenstunde
Anlage 6.4	Prognosenullfall - Differenz zum Analysefall
Anlage 7	Prognosenullfall - Spitzenstunden - Zusammenfassung
Anlage 8.1	Planfall Variante 6 - Tagesverkehr
Anlage 8.2	Planfall Variante 6 - vormittägliche Spitzenstunde
Anlage 8.3	Planfall Variante 6 - nachmittägliche Spitzenstunde
Anlage 8.4	Planfall Variante 6 - Differenz zum Prognosenullfall
Anlage 9	Planfall Variante 6 - Spitzenstunden - Zusammenfassung
Anlage 10.1	Planfall Variante 6 - Worst-Case-Szenario - Tagesverkehr
Anlage 10.2	Planfall Variante 6 - Worst-Case-Szenario - vormittägliche Spitzenstunde
Anlage 10.3	Planfall Variante 6 - Worst-Case-Szenario - nachmittägliche Spitzenstunde

- Anlage 10.4 Planfall Variante 6 - Worst-Case-Szenario - Differenz zum Prognosenullfall
- Anlage 11 Planfall Variante 6 - Worst-Case-Szenario - Spitzenstunden - Zusammenfassung
- Anlage 12 Planfall Variante 6 - Verkehrsqualität - Einzelknoten nach HBS - statische Berechnung
- Anlage 13 Planfall Variante 6 - Verkehrsqualität - Gesamtsystem nach HBS - Auswertung Verlustzeiten aus Simulation (VISSIM)
- Anlage 14 Planfall Variante 6 - Rückstaulängen - Einzelknoten nach HBS - statische Berechnung
- Anlage 15 Planfall Variante 6 - Rückstaulängen - Gesamtsystem nach HBS - Auswertung aus Simulation
- Anlage 16 Planfall Variante 6 - Worst-Case-Szenario - Verkehrsqualität - Einzelknoten nach HBS - statische Berechnung
- Anlage 17 Planfall Variante 6 - Worst-Case-Szenario - Verkehrsqualität - Gesamtsystem nach HBS - Auswertung Verlustzeiten aus Simulation (VISSIM)
- Anlage 18 Planfall Variante 6 - Worst-Case-Szenario - Rückstaulängen - Gesamtsystem nach HBS - Auswertung aus Simulation

Verzeichnis des Anhangs

Auf Datenträger:

Anhang 1: Modellparameter

Anhang 2: Prognoseplanfall Variante 6 - Zwischenzeitenberechnungen

Anhang 3: Prognoseplanfall Variante 6 - Leistungsfähigkeitsnachweise nach HBS
2015

Anhang 4: Prognoseplanfall Variante 6 - Auswertung Mikrosimulation

Anhang 5: Verkehrsmodelle VISUM

Anhang 6: Verkehrsmodelle VISSIM mit Filmsequenzen

Anlagen

Anhang