

Simulationsstudie Hauptbahnhof Nord in Heidelberg

Mikroskopische Verkehrsflusssimulation

Aufgabenstellung

Die Straßenbahn- und Bushaltestelle des Heidelberger Hauptbahnhofs befindet sich derzeit in einer Insellage zwischen den Richtungsströmen des motorisierten Individualverkehrs.

Im Rahmen des Projektes „Mobilitätsnetz Heidelberg“ sieht die auf die Bedürfnisse des ÖPNV ausgerichtete Umplanung des Bereiches das Heranrücken der Haltestelle an den Hauptbahnhof vor - aus Insel- in Seitenlage, um einen direkten Zugang vom/zum Bahnhofsgebäude zu erreichen. Mit der Umplanung sind Auswirkungen auf die Verkehrsführung bzw. den Verkehrsablauf des motorisierten Individualverkehrs (MIV) und auf die Wechselwirkungen sämtlicher Verkehrsträger zu erwarten.

Aufgabe der durchgeführten Untersuchung war es, im Rahmen einer mikroskopischen Verkehrsflusssimulation Sicherheit in der Fragestellung zu schaffen, ob im Zusammenhang mit den geplanten Trassenführungen für die Straßenbahn - insbesondere im Bereich der Haltestelle Hauptbahnhof - eine hinreichend gute Verkehrsabwicklung, auch unter Berücksichtigung der Bevorrechtigung des ÖPNV, gewährleistet werden kann. Die Verbesserung der Leistungsfähigkeit einer einzelnen Verkehrsart stand dabei nicht im Fokus der Betrachtung. Ziel war eine gesamtheitliche und für alle Verkehrsarten leistungsfähige, verträgliche und nachhaltige Lösung zu erreichen, wobei signifikante Nachteile für die einzelnen Verkehrsträger vermieden bzw. ausgeschlossen werden sollen.

Für die Bearbeitung wurden das Verkehrsmodell der Stadt Heidelberg (Stand 2012) sowie die dazugehörige Dokumentation herangezogen. Das Modell wurde hinsichtlich Genauigkeit und Detailliertheit geprüft und auf der Grundlage aktueller Zählungen aktualisiert. Grundlage der Prognoseberechnung bilden die im bestehenden Prognosemodell enthaltenen Prognoseannahmen. Die Prognose des Verkehrsaufkommens erfolgte für das Jahr 2025.

Die somit aktualisierte Datengrundlage wurde in die mikroskopische Verkehrsflusssimulation übernommen.



Untersuchungsvarianten

Ausgehend von der Bestandssituation lagen der Untersuchung zwei Varianten (Basisvarianten) zugrunde, die Untersuchungsvariante 1 und 2.

- Bestandssituation:
 - Führung des MIV sowie des ÖPNV entsprechend dem Bestand
- Untersuchungsvariante 1:
 - Führung des MIV im Norden der Kurfürsten-Anlage stadtein- und stadtauswärts zwischen Hauptbahnhof und Römerkreis
 - Führung der Stadt- und Regionalbusse gemeinsam mit der Straßenbahn
- Untersuchungsvariante 2:
 - Führung des MIV richtungsbezogen beidseitig der Kurfürsten-Anlage, wie im Bestand
 - Führung der Stadt- und Regionalbusse erfolgt gemeinsam mit der Straßenbahn

Aufgrund der sich einstellenden Untersuchungsergebnisse wurde die Untersuchungsvariante 1 verworfen. Die Untersuchungsvariante 2 an sich wurde aus Gründen der Leistungsfähigkeit - insbesondere des ÖPNV - ebenfalls verworfen, jedoch gingen aus dieser Variante im Zusammenhang mit den vorgenommenen geometrischen und gestalterischen Anpassungen, insbesondere im Bereich der Haltestelle Hauptbahnhof, die Untersuchungsvarianten A, B und C hervor. Im Rahmen der Untersuchung ergab sich auch für diese Untersuchungsvarianten keine hinreichende Qualität der Verkehrsabwicklung. Trotz weiterer Verfeinerung und Anpassung der Variante B in einem weiteren Bearbeitungsschritt konnte keine hinreichend gute Qualität der Verkehrsabwicklung erzielt werden. Der mit dieser Variante verbundene Lösungsansatz wurde ebenfalls verworfen.

Für die Varianten A und C wurden weitere Anpassungen, insbesondere im Bereich der Haltestelle Hauptbahnhof vorgenommen, so dass im Weiteren die folgenden Untersuchungsvarianten entwickelt wurden:

- Untersuchungsvariante A (aus der ursprünglichen Variante A)
- Untersuchungsvariante C (aus der ursprünglichen Variante C)
- Untersuchungsvariante Z (aus der weiterentwickelten Variante C).

Vor diesem Hintergrund erfolgte eine mehrfache, umfangreiche Überplanung des Verkehrsanlagenentwurfes, verbunden mit bedarfsgerechten Anpassungen bzw. Neuentwicklung der Lichtsignalsteuerungen.

Ausgehend von der Untersuchungsvariante C wurden zwei weitere Varianten G und Z entwickelt. Ziel der Untersuchungsvariante G dabei war es, durch einen zusätzlichen „Durchbruch im Bereich der Grünanlage im Zuge der Kurfürsten-Anlage“ die Verkehrsströme am Knotenpunkt K 99/K 100 Kurfürsten-Anlage/Lessingstraße/Mittermaierstraße zu entflechten. Damit verbunden ist eine Verringerung der Anzahl von Konflikten zwischen dem MIV und dem ÖPNV an diesem Knotenpunkt, welche letztendlich zu einer verbesserten Verkehrsabwicklung, insbesondere für den ÖPNV führen kann.

Die Ertüchtigung des bestehenden Durchbruchs am Knotenpunkt K 227 Kurfürsten-Anlage/Stadtwerke sowie K 228 Kurfürsten-Anlage/Belfortstraße wurde aufgrund städtebaulicher Aspekte nicht weiter verfolgt.

Der wesentliche Unterschied der Untersuchungsvariante Z gegenüber der Untersuchungsvariante C besteht darin, dass die Führung des MIV auf 3 Fahrstreifen stadteinwärts und auf 1 Fahrstreifen stadtauswärts erfolgt (im Bereich des Knotenpunktes K 99/K 100 Kurfürsten-Anlage/Lessingstraße/Mittermaierstraße)

Darüber hinaus wurden auf der Grundlage der Varianten C und Z sowie im Zusammenhang mit weiteren Anpassungen der Verkehrsführung nördlich der Haltestelle Hauptbahnhof in einem weiteren Bearbeitungsschritt die nachfolgend aufgeführten Varianten untersucht:

- Untersuchungsvariante C1 (aus der ursprünglichen Variante C)
- Untersuchungsvariante C2 (aus der ursprünglichen Variante C)
- Untersuchungsvariante Z1 (aus der ursprünglichen Variante Z).

Bei diesen Untersuchungsvarianten bleibt die Steuerungssoftware an den einzelnen Knotenpunkten gegenüber den bisherigen Untersuchungsvarianten unverändert und entspricht denen in den Varianten C und Z. Lediglich die Grünzeiten für die Fußgängerquerung bei Entfall der Mittelinsel müssen aufgrund der RiLSA-Konformität bedarfsgerecht angepasst werden.

Die einzelnen Untersuchungsvarianten sind wie folgt charakterisiert:

- Untersuchungsvariante A:
 - Führung des MIV richtungsbezogen beidseitig der Kurfürsten-Anlage, wie im Bestand
 - Führung der Stadtbusse gemeinsam mit dem MIV im Bereich der Kurfürsten-Anlage, Einschleifen der Stadtbusse vor der Haltestelle Hauptbahnhof auf die Straßenbahntrasse, Verbleib in der Straßenbahntrasse zur gemeinsamen Führung mit der Straßenbahn bis Haltestelle Hauptbahnhof (stadtauswärts)
 - Führung der Stadtbusse gemeinsam mit der Straßenbahn ab Haltestelle Hauptbahnhof und im Bereich der Kurfürsten-Anlage (stadteinwärts)
 - parallele Führung von Stadtbussen zur Straßenbahnen im Bereich der Haltestelle Hauptbahnhof (stadtaus- und stadteinwärts)
 - Führung der Regionalbusse getrennt von Straßenbahn und Stadtbussen (stadtaus- und stadteinwärts)
 - getrennte Haltestellen für Stadtbuslinien im Bereich Haltestelle Hauptbahnhof (stadtaus- und stadteinwärts).

- Untersuchungsvariante C:
 - Führung des MIV richtungsbezogen beidseitig der Kurfürsten-Anlage, wie im Bestand
 - Führung der Stadtbusse gemeinsam mit dem MIV im Bereich der Kurfürsten-Anlage, Einschleifen der Stadtbusse vor der Haltestelle Hauptbahnhof auf die Straßenbahntrasse, Verbleib in der Straßenbahntrasse zur gemeinsamen Führung mit der Straßenbahn bis Haltestelle Hauptbahnhof (stadtauswärts)
 - Führung der Stadtbusse gemeinsam mit der Straßenbahn ab Haltestelle Hauptbahnhof und im Bereich der Kurfürsten-Anlage (stadteinwärts)
 - Führung der Regionalbusse getrennt von Straßenbahn und Stadtbussen (stadtaus- und stadteinwärts)
 - Stadtbuslinien halten im Bereich Hauptbahnhof in gemeinsamer Haltestelle, Busse haben die Möglichkeit des Überholens wartender Straßenbahnen (stadtaus- und stadteinwärts)
 - Einkürzung des Haltestellenbereiches am Hauptbahnhof auf 60 m
 - Andienung der Haltestelle Hauptbahnhof mit 4 Gleisen (Stadtbusse und Straßenbahnen).

- Untersuchungsvariante Z:
 - in Anlehnung an Straßennetzfall C
 - Führung des MIV auf 3 Fahrstreifen stadteinwärts und 1 Fahrstreifen stadtauswärts (im Bereich des Knotenpunktes K 99/K 100 Kurfürsten-Anlage/Lessingstraße/Mittermaierstraße).

- Untersuchungsvariante G:
 - in Anlehnung an Straßennetzfall C
 - Führung des MIV mittels 1 Fahrstreifen auf der nördlichen Kurfürsten-Anlage und auf 2 Fahrstreifen in Fahrtrichtung Süd (am Knotenpunkt K 99/K 100 Kurfürsten-Anlage/Lessingstraße/Mittermaierstraße) sowie anschließend auf der südlichen Kurfürsten-Anlage mit Spureinzug vor der Bushaltestelle (stadteinwärts) und Weiterführung auf 1 Fahrstreifen
 - 3 Fahrstreifen stadtauswärts auf der nördlichen Kurfürsten-Anlage (am Knotenpunkt K 99/K 100 Kurfürsten-Anlage/Lessingstraße/ Mittermaierstraße)
 - Spuraufweitung von 1 auf 2 Fahrstreifen (nördlich der Haltestelle Hauptbahnhof) stadtauswärts zur Vergrößerung des Aufstellbereiches vor dem Knotenpunkt K 215 Kurfürsten-Anlage/Karl-Metz-Straße bzw. der Fußgängerquerung nördlich der Haltestelle Hauptbahnhof.

- Untersuchungsvariante C1
 - (angepasste Variante C mit 2+2 Fahrstreifen im Bereich nördlich der Haltestelle Hauptbahnhof):
 - 2 Fahrstreifen in Richtung Westen, sowie ab der Fußgängerquerung (zwischen den Knotenpunkten K99/100 Kurfürsten-Anlage/Lessingstraße/Mittermaierstraße und K215 Kurfürsten-Anlage/Karl-Metz-Straße) mit Spuraufteilung 1 Fahrstreifen für Geradeausfahrer und Rechtsabbieger sowie 1 Fahrstreifen für Linksabbieger in Fahrtrichtung Süd (Bahnhof)
 - 2 Fahrstreifen in Richtung Osten, sowie ab der Fußgängerquerung (zwischen den Knotenpunkten K99/100 Kurfürsten-Anlage/Lessingstraße/Mittermaierstraße und K215 Kurfürsten-Anlage/Karl-Metz-Straße) Verzicht auf den dritten Fahrstreifen (Rechtsabbieger in Fahrtrichtung Süd)
 - Verzicht auf die Mittelinsel der signalisierten Fußgängerquerung (zwischen den Knotenpunkten K99/100 Kurfürsten-Anlage/Lessingstraße/Mittermaierstraße und K215 Kurfürsten-Anlage/Karl-Metz-Straße) bei vier zu querenden Fahrstreifen.

- Untersuchungsvariante C2
 - (angepasste Variante C mit 3+1 Fahrstreifen im Bereich nördlich der Haltestelle Hauptbahnhof):
 - 2 Fahrstreifen in Richtung Westen, sowie ab der Fußgängerquerung (zwischen den Knotenpunkten K99/100 Kurfürsten-Anlage/Lessingstraße/Mittermaierstraße und K215 Kurfürsten-Anlage/Karl-Metz-Straße) mit Spuraufweitung um 1 Fahrstreifen für Linksabbieger in Fahrtrichtung Süd (Bahnhof), d.h. 2 Fahrstreifen geradeaus bzw. geradeaus/rechts und 1 Fahrstreifen links
(Der aus Richtung Osten kommende Verkehr wird bereits vor dem Knotenpunkt K215 Kurfürsten-Anlage/Karl-Metz-Straße einstreifig geführt und nach der Fußgängerquerung - zwischen den Knotenpunkten K99/100 Kurfürsten-Anlage/Lessingstraße/Mittermaierstraße und K215 Kurfürsten-Anlage/Karl-Metz-Straße - auf 2 Fahrstreifen aufgeweitet)
 - ab der Fußgängerquerung (zwischen den Knotenpunkten K99/100 Kurfürsten-Anlage/Lessingstraße/Mittermaierstraße und K215 Kurfürsten-Anlage/Karl-Metz-Straße) Verzicht auf den dritten Fahrstreifen (Rechtsabbieger in Fahrtrichtung Süd)
 - Verzicht auf die Mittelinsel der signalisierten Fußgängerquerung (zwischen den Knotenpunkten K99/100 Kurfürsten-Anlage/Lessingstraße/Mittermaierstraße und K215 Kurfürsten-Anlage/Karl-Metz-Straße) bei vier zu querenden Fahrstreifen.
- Untersuchungsvariante Z1:
 - (angepasste Variante Z):
 - Stauüberwachung nördlich der Haltestelle Hauptbahnhof im Bereich zwischen Knotenpunkt K215 Kurfürsten-Anlage/Karl-Metz-Straße und K99/100 Kurfürsten-Anlage/Lessingstraße/Mittermaierstraße zur Verringerung der maximalen Rückstaulänge in diesem Bereich.

Für die Untersuchungsvarianten A, C, Z und G wurde sowohl die maßgebende Spitzenstunde am Nachmittag als auch die Morgenspitzenstunde (aufgrund des verdichteten Taktes der Straßenbahn) untersucht. Aufgrund der sich einstellenden Ergebnisse der einzelnen Untersuchungsvarianten erfolgte hinsichtlich der Untersuchungsvarianten C1, C2 und Z1 die Betrachtung der verkehrsreichsten Spitzenstunde des Tages, d.h. die Nachmittagsspitzenstunde. Die Ergebnisse können als wesentliche Aussagen für den zeitlichen Bereich der Morgenspitzenstunde übernommen werden.

Zur Beurteilung der mittels mikroskopischer Verkehrsflusssimulation erzielten Ergebnisse erfolgte die Kalibration des Bestandsmodells. Hierbei zeigte sich, dass im Zusammenhang mit den streckenbezogenen Reisezeiten und Geschwindigkeiten für den ÖPNV (Vergleich mit RBL-Aufzeichnungen, beigestellt durch den Auftraggeber) eine hinreichend gute Kalibrierung des Netzes erreicht wurde (mittlere Geschwindigkeit < 3 km/h und mittlere Reisezeit < 30s). Die Einstellungen des Bestandsmodells dienten als Grundlage für die erstellten bzw. angepassten Modelle der Untersuchungsvarianten, so dass die Ergebnisse der Untersuchungsvarianten als zuverlässig angesehen werden können.

Beurteilung der Untersuchungsergebnisse und Schlussfolgerungen

Für eine Beurteilung der Funktionsfähigkeit und Kapazität der Knotenpunkte werden die sich einstellenden verkehrlichen Abläufe anhand der Qualitätsstufen nach HBS bewertet. Darüber hinaus erfolgt eine Beurteilung anhand weiterer Bewertungsgrößen (verkehrstechnische Kenngrößen) für den Kfz-Verkehr, den ÖPNV sowie den Fußgängerverkehr:

- Kfz-Verkehr
 - mittlere Wartezeiten in den Zufahrten (Qualitätsstufen nach HBS)
 - mittlere Geschwindigkeiten auf den Streckenabschnitten
 - maximale Rückstaulängen in den einzelnen Zufahrten

- ÖPNV
 - mittlere Reisezeiten und mittlere Geschwindigkeiten auf den Streckenabschnitten
 - mittlere Verlustzeiten auf den Streckenabschnitten, an den Lichtsignalanlagen (Qualitätsstufen nach HBS)

- Fußgänger
 - mittlere Wartezeiten an signalisierten und unsignalisierten Überwegen – ausgewählt bzw. abgestimmt mit dem Auftraggeber - (Qualitätsstufen nach HBS).

Aufgrund des abzuwickelnden Verkehrsaufkommens sowie der komplexen Steuerungsabläufe an den Knotenpunkten K 99/K 100 Kurfürsten-Anlage/Lessingstraße/Mittermaierstraße und K 127/K 128 Römerkreis ist eine Flexibilisierung der verkehrsabhängigen Steuerungsverfahren kaum möglich. Durch die Einrichtung von bis zu 2 Bedienfenstern je Umlauf kann zumindest für den ÖPNV eine sekundengenaue und bedarfsgerechtere Schaltung als bisher ermöglicht werden, welche eine verbesserte Bedienungsqualität an den Signalquerschnitten gewährleisten soll.



Flexibilisierung der Steuerung bedeutet in diesem Zusammenhang die Möglichkeit der verbesserten Bemessung der Freigabezeit der einzelnen Verkehrsströme sowie eine weniger eingeschränkte Bevorrechtigung des ÖPNV.

Vor diesem Hintergrund steht die Gewährleistung einer hinreichend guten Qualität der Verkehrsabläufe der einzelnen Verkehrsarten, d.h. zumindest entsprechend dem Bestand, bzw. mit darüber hinausgehenden leichten Verbesserungen, z.B. der mittleren Warte- und Verlustzeiten im zeitlichen Sekundenbereich im Fokus der Betrachtung. Derartige Verbesserungen ergeben sich dabei vorrangig für den ÖPNV und begründen sich maßgeblich in der Gestaltung der Haltestelle Hauptbahnhof, den damit verbundenen Betriebsabläufen, der getrennten Führung von MIV und ÖPNV auf den entsprechenden Streckenabschnitten sowie der Fahrgastbedienung (siehe Ausführungen im Weiteren). Zwar werden für den ÖPNV zeitliche Gewinne auf den Streckenabschnitten erzielt, jedoch ergeben sich durch die komplexen Steuerungsabläufe, insbesondere am Knotenpunkt K 99/K 100 Kurfürsten-Anlage/Lessingstraße/Mittermaierstraße, keine Verbesserungen in der Qualität der Verkehrsabläufe an den Signalquerschnitten der Knotenpunkte.

Der MIV kann insgesamt annähernd mit der Qualität entsprechend des Bestands abgewickelt werden. Signifikante Verbesserungen ergeben sich jedoch nicht.

Hinsichtlich der Fußgängerquerungen (Querung zur Kurfürstenpassage, östliche Querung in Mittermaierstraße sowie Querung über Lessingstraße) werden regelkonforme (nach RiLSA 2010) Freigabezeiten geschaltet, welche sich an den Freigabezeiten des Bestandes orientieren. Signifikante Einschränkungen entstehen in der Folge nicht.

Vor diesem Hintergrund kann die Qualität der verkehrlichen Abläufe an den einzelnen Knotenpunkten sowie in Bezug auf die Streckenabschnitte wie nachfolgend beschrieben beurteilt werden.

Bereits im Bestand erfolgt die Abwicklung des Verkehrsaufkommens an der Grenze der Leistungsfähigkeit, insbesondere an den Knotenpunkten K 99/K 100 Kurfürsten-Anlage/Lessingstraße/Mittermaierstraße und K 127/K 128 Römerkreis.

Für die Untersuchungsvarianten A, C, Z und G lassen sich die Ergebnisse wie folgt zusammenfassen:

- Zwischen den untersuchten Varianten ergeben sich keine signifikanten Unterschiede bzw. nur teilweise Verbesserungen gegenüber dem Bestand, insbesondere für den ÖPNV.
- Für den MIV führen die steuerungstechnischen Abläufe gegenüber dem Bestand tendenziell zu geringeren mittleren Geschwindigkeiten auf den einzelnen Streckenabschnitten (Verringerung der mittleren Geschwindigkeiten über alle Streckenabschnitte von ca. 27 km/h auf ca. 23 km/h am Morgen und auf ca. 21 km/h am Nachmittag). Diese differieren zwischen den einzelnen Untersuchungsvarianten kaum und begründen sich in den erforderlichen steuerungstechnischen Abläufen einerseits. Andererseits sind die geringeren mittleren Geschwindigkeiten des MIV mit dessen Verschwenkung im Knotenpunktbereich am K 99/K 100 Kurfürsten-Anlage/Lessingstraße/Mittermaierstraße (Ost-West-Verkehr) verbunden. Hieraus resultieren verlängerte Wege; zudem muss gegenüber dem Bestand ein zusätzlicher Signalquerschnitt passiert werden. Aufgrund des dabei geschalteten zeitlichen Versatzes (Freigabezeitpunkte der einzelnen Signalquerschnitte) und der damit verbundenen Koordinierung ist dieser Einfluss als gering einzuschätzen. Einen größeren Einfluss in diesem Zusammenhang hat die Häufigkeit der Anforderungen des ÖPNV, insbesondere am Knotenpunkt K 99/ K 100 Kurfürsten-Anlage/Lessingstraße/Mittermaierstraße aufgrund der 2 Bedienfenster.

Im Vergleich zum Bestand ergeben sich für den ÖPNV, bis auf wenige Ausnahmen, tendenziell höhere mittlere Geschwindigkeiten bzw. geringere mittlere Reisezeiten auf den einzelnen Streckenabschnitten

- Erhöhung der mittleren Geschwindigkeiten über alle Streckenabschnitte von ca. 14 km/h auf 15 km/h
- Verringerung der mittleren Reisezeiten (Reisezeitgewinne) von ca. 20s bis ca. 80s auf den einzelnen Streckenabschnitten (siehe nachstehende Tabelle 1).

		in Richtung Osten								in Richtung Westen							
		Bestand	Variante 1	Variante 2	Variante A	Variante B	Variante C	Variante Z	Variante G	Bestand	Variante 1	Variante 2	Variante A	Variante B	Variante C	Variante Z	Variante G
Linie 5	Straßenbahn	375	-2	-34	-71	-79	-77	-77	-74	396	-29	-45	-77	-76	-86	-86	-80
Linie 5 ohne Römerkreis		287	-12	-40	-76	-89	-81	-85	-83	281	-33	-48	-80	-78	-86	-89	-85
Linie 21	Straßenbahn	358	-37	-50	-59	-62	-73	-73	-76	259	46	34	13	35	10	8	6
Linie 24	Straßenbahn	333	30	25	-23	-8	-33	-29	-19	338	-27	-12	-53	-55	-65	-63	-50
Linie 32	Bus	363	-36	-43	-59	-64	-76	-72	-60	261	49	23	8	1	-2	-7	32
Linie 34	Bus	340	-19	-31	-18	-44	-46	-33	-42	286	18	6	49	7	39	47	46
Linien zw. Betriebshof und Römerkreis		254	-22	-33	-40	-36	-52	-50	-49	201	6	13	-16	-17	-20	-22	-20
Linie 23	Straßenbahn	123	5	-2	-5	-6	-5	-5	-5	120	3	1	1	2	3	3	2
Linie 26	Straßenbahn	150	1	-1	5	6	5	5	5	119	54	41	35	36	37	34	38
Linie 720	Bus	193	150	118	76	69	72	75	79	229	204	158	52	57	54	50	58

Tabelle 1: vergleichende Betrachtung der mittleren Reisezeiten (Reisezeitgewinne)

Die mittleren Geschwindigkeiten und mittleren Reisezeiten des ÖPNV differieren zwischen den einzelnen Untersuchungsvarianten kaum und begründen sich in den baulichen Veränderungen der Haltestelle Hauptbahnhof sowie den daraus resultierenden Veränderungen in der Organisation der betrieblichen Abläufe und der bedarfsgerechten und komfortablen Fahrgastbedienung.

Trotz der Schaltung von bis zu 2 Bedienfenstern für den ÖPNV ist die Möglichkeit der flexiblen ÖPNV-Bevorrechtigung, insbesondere an den Knotenpunkten K 99/ K 100 Kurfürsten-Anlage/Lessingstraße/Mittermaierstraße und K 127/K 128 Römerkreis aufgrund der komplexen Steuerungsabläufe als eingeschränkt zu beurteilen. Dies spiegelt sich letztendlich in der Qualität der Verkehrsabläufe an den Knotenpunkten wider.

Für die Variante G ergeben sich ähnliche Qualitäten für die Verkehrsabwicklung des MIV wie in der Variante C und leicht verbesserte Qualitäten in der Verkehrsabwicklung des ÖPNV. Grund hierfür ist die Verringerung der Konflikte zwischen MIV und ÖPNV am Knotenpunkt K 99/K 100 Kurfürsten-Anlage/Lessingstraße/Mittermaierstraße. Wesentlich in diesem Zusammenhang ist, dass der aus Richtung Westen stadteinwärts fließende Verkehr erst nach dem Knotenpunkt K 99/K 100 Kurfürsten-Anlage/Lessingstraße/Mittermaierstraße mittels des vorgesehenen zusätzlichen Durchbruchs auf die südliche Kurfürsten-Anlage in Richtung K 127/K 128 Römerkreis geführt wird.

Aus der angepassten Verkehrsführung resultiert eine Entflechtung der Konflikte zwischen MIV und ÖPNV in der Untersuchungsvariante G gegenüber der Untersuchungsvariante C. Die dabei gewonnen Verbesserungen für die Abwicklung des ÖPNV, insbesondere am Knotenpunkt K 99/K 100 Kurfürsten-Anlage/Lessingstraße/Mittermaierstraße verdeutlicht die nachfolgende Tabelle 2 (Vergleich der Untersuchungsvarianten C und G).

	Morgenspitze				Nachmittagspitze			
	Variante C		Variante G		Variante C		Variante G	
	Wartezeiten [s]	Qualitätsstufen	Wartezeiten [s]	Qualitätsstufen	Wartezeiten [s]	Qualitätsstufen	Wartezeiten [s]	Qualitätsstufen
Bahn - Zufahrt West	24,5	C	24,8	C	31,7	D	33,6	D
Bahn - Zufahrt Ost	22,9	C	22,0	C	22,0	C	22,0	C
Bus - Zufahrt West	25,9	D	21,2	C	26,0	D	24,6	C
Bus - Zufahrt Ost	19,5	C	37,4	C	26,8	D	45,4	C
Bus - Zufahrt Ost:	Variante C - Bus mit Bahn; Variante G - Bus mit IV							

Tabelle 2: vergleichende Betrachtung der mittleren Wartezeiten der Untersuchungsvarianten C und G

Die einzelnen Untersuchungsvarianten A, C und Z weisen zwar unterschiedliche bauliche Veränderungen auf, insbesondere hinsichtlich der Anzahl und Lage der Haltestellenbereiche sowie der Anzahl der Gleise und Busspuren in der Haltestelle Hauptbahnhof. Dennoch differieren die Ergebnisse kaum, so dass bezüglich der einzelnen Untersuchungsvarianten tendenziell dieselben Schlussfolgerungen gezogen werden können.

Mit den baulichen Veränderungen der Haltestelle Hauptbahnhof gehen Veränderungen in der Organisation der betrieblichen Abläufe sowie der Fahrgastbedienung bzw. Fahrgastwechsel innerhalb der Haltestelle Hauptbahnhof einher. D.h. mit der parallelen Führung der Straßenbahnen und Busse können Wege für Umsteigebeziehungen reduziert, Anschlüsse gesichert und Standzeiten für den ÖPNV verringert werden. Gleichzeitig stoßen aufgrund der damit verbundenen erforderlichen steuerungstechnischen Abläufe (bis zu 2 Bedienfenster) die Knotenpunkte, insbesondere im Bereich der Haltestelle Hauptbahnhof, an ihre Leistungsfähigkeitsgrenzen und bestimmen daher die Leistungsfähigkeit des Gesamtsystems.

Die Vorteile der Untersuchungsvarianten A, C, Z und G besteht in der Optimierung der betrieblichen Abläufe im Bereich der Haltestelle Hauptbahnhof, woraus resultiert:

- Verfügbarkeit mehrerer Bahnsteige für die Straßenbahnen und Busse
- räumliche Trennung der Haltestellen der Straßenbahnen und Busse bei der Untersuchungsvariante A, verbunden mit optimierten Betriebsabläufen

Kurzfassung

Simulationsstudie Hauptbahnhof Nord in Heidelberg Mikroskopische Verkehrsflusssimulation

- räumliche Trennung der Haltestellen der Straßenbahnen und Busse bei den Untersuchungsvarianten C, Z und G sowie darüber hinaus Verteilung der Straßenbahnlinien auf 2 Gleisen je Richtung, verbunden mit optimierten Betriebsabläufen und Fahrgastwechselforgängen
- kurze Wege für die Fußgänger im Haltestellenbereich.

Durch die räumliche Trennung von Straßenbahn und Bus im Haltestellenbereich kann ein paralleles Ein- und Ausfahren in bzw. aus der Haltestelle Hauptbahnhof erfolgen, wodurch:

- an der Haltestelle Hauptbahnhof eintreffende Straßenbahnen und Busse in die Haltestelle einfahren können und nicht durch in der Haltestelle stehende Straßenbahnen und Busse an der Einfahrt gehindert werden
- Fahrzeuge, welche den Fahrgastwechsel beendet haben, aus der Haltestelle Hauptbahnhof ausfahren bzw. an Fahrzeugen, welche den Fahrgastwechsel noch durchführen, vorbeigefahren werden kann
- eine Entflechtung der Fahrgastwechselforgänge erreicht werden kann, wobei durch eine entsprechende Bahnsteigbelegung lange Wege für die Fahrgäste vermieden werden.

Die damit verbundenen Effekte können durch eine gezielte Umsetzung im Rahmen einer optimierten Linienplanung bzw. Fahrplangestaltung ausgebaut werden.

Für die Untersuchungsvarianten C1, C2 und Z1 lassen sich die Ergebnisse wie folgt zusammenfassen:

- die Untersuchungsvariante C1 eine leistungsfähige Verkehrsabwicklung entsprechend der Untersuchungsvariante C ermöglicht
- die Untersuchungsvariante C2, speziell aufgrund der einstreifigen Verkehrsführung in den westlichen Zufahrten der Knotenpunkte K 215 Kurfürsten-Anlage/Karl-Metz-Straße und K 117 Kurfürsten-Anlage/Emil-Maier-Straße, eine nur eingeschränkt leistungsfähige Verkehrsabwicklung des MIV gewährleistet (aufgrund vergleichsweise hoher maximaler Rückstaulängen)



- die Untersuchungsvariante Z1 eine leistungsfähige Verkehrsabwicklung gewährleistet, verbunden mit einer Reduktion der maximalen Rückstaulänge im Bereich nördlich der Haltestelle Hauptbahnhof zwischen den Knotenpunkten K 99/K 100 Kurfürsten-Anlage/Lessingstraße/Mittermaierstraße und K 215 Kurfürsten-Anlage/Karl-Metz-Straße sowie einer damit verbundenen wirksamen Vermeidung der Überstauung des Knotenpunktes K 99/K 100 Kurfürsten-Anlage/Lessingstraße/Mittermaierstraße. Gleichzeitig ergeben sich geringe Zunahmen der maximalen Rückstaulänge im Bereich der östlichen Zufahrt am Knotenpunkt K 99/K 100 Kurfürsten-Anlage/Lessingstraße/Mittermaierstraße.

Für die Untersuchungsvarianten C1, C2 und Z1 ergeben sich im Zusammenhang mit den mittleren Reisezeiten und Geschwindigkeiten ähnliche Werte wie für die Variante C, d.h. ohne signifikante Unterschiede, so dass auf eine Darstellung im Rahmen dieses Kurzberichtes verzichtet wird (vergleiche Tabelle 1 und 2).

Neben den oben beschriebenen verkehrstechnischen Kenngrößen wurden aufgrund der sich einstellenden Ergebnisse für die Untersuchungsvarianten C, C1 und C2 die Auslastungsgrade sowie die möglichen Kapazitätsreserven für die im Bereich der Haltestelle Hauptbahnhof gelegenen Knotenpunkte K 99/K 100 Kurfürsten-Anlage/Lessingstraße/Mittermaierstraße und K 215 Kurfürsten-Anlage/Karl-Metz-Straße ermittelt (siehe Tabelle 3).

	Variante C			Variante C1			Variante C2		
	l_{Stau} [m]	Auslastung [%]	$\Delta T_{\text{maxStau}}$ [min/h]	l_{Stau} [m]	Auslastung [%]	$\Delta T_{\text{maxStau}}$ [min/h]	l_{Stau} [m]	Auslastung [%]	$\Delta T_{\text{maxStau}}$ [min/h]
K215 Ost gerade	25	25%	4,1	120	51%	3,5	65	25%	3,5
K215 Ost links	20	34%	5,3	30	32%	3,0	20	36%	5,9
K215 West	90	42%	3,8	80	44%	3,9	160	77%	3,5
K100 West	50	70%	4,0	65	95%	5,6	55	92%	5,4
K100 Nord gerade	160	106%	6,5	160	109%	10,3	160	109%	9,7
K100 Ost gerade/rechts	25	21%	4,2	35	20%	3,0	25	20%	3,6
K100 Ost links	35	61%	4,0	30	67%	4,7	35	66%	3,4
K99 Süd gerade/rechts	60	50%	3,7	60	51%	3,7	60	51%	3,7
K99 Süd links	60	84%	3,7	60	84%	3,7	60	83%	3,7

Tabelle 3: vergleichende Betrachtung von Auslastungsgrad, maximale Rückstaulängen und zeitliche Dauer der kritischen Staulänge der Untersuchungsvarianten C, C1 und C2

Die Tabelle 3 verdeutlicht für die einzelnen Zufahrten der Knotenpunkte K 99/K 100 Kurfürsten-Anlage/Lessingstraße/Mittermaierstraße und K 215 Kurfürsten-Anlage/Karl-Metz-Straße anschaulich den Auslastungsgrad sowie die korrespondierenden maximalen Rückstaulängen sowie zeitliche Dauer der kritischen Staulänge (bezogen auf die betrachtete Spitzenstunde).

Insbesondere für die Untersuchungsvariante C2 zeigt sich, dass die verkehrlichen Auswirkungen der vorgesehenen Verkehrsführung aus Richtung West am Knotenpunkt K 215 Kurfürsten-Anlage/Karl-Metz-Straße von Knotenpunkt K 117 Kurfürsten-Anlage/Emil-Maier-Straße kommend sowie am Knotenpunkt K 99/K 100 Kurfürsten-Anlage/Lessingstraße/Mittermaierstraße signifikant sind. Die ermittelten Werte aller anderen Zufahrten differieren kaum, d.h. die entsprechenden Verkehrsführungen in den Untersuchungsvarianten C, C1 und C2 haben nur begrenzte Auswirkungen auf die verkehrlichen Abläufe.

Zusammenfassend verdeutlichen die Ergebnisse der mikroskopischen Verkehrsflusssimulation, dass:

- die prognostizierte Verkehrszunahme 2025 auf den einzelnen Streckenabschnitten vergleichsweise gering ist, einschließlich geringer Lastrichtungswirkung - insbesondere in Nord-Süd-Richtung
- aufgrund des abzuwickelnden Verkehrsaufkommens sowie der komplexen Steuerungsabläufe an den Knotenpunkten K 99/K 100 Kurfürsten-Anlage/Lessingstraße/Mittermaierstraße und K 127/K 128 Römerkreis die erforderliche Flexibilisierung der steuerungstechnischen Abläufe gegenüber dem Bestand nur eingeschränkt möglich ist
- die Untersuchungsvarianten A, C, Z und G sowie C1, C2 und Z1 eine Verkehrsabwicklung entsprechend dem Bestand bzw. besser ermöglichen (C2 allerdings mit signifikant höheren maximalen Rückstaulängen), wodurch
 - die Bedienung des ÖPNV an der Haltestelle Hauptbahnhof mit bis zu zwei Bedienfenstern und damit flexibler als im Bestand
 - die parallele Abwicklung von Ein- und Ausfahrt der Straßenbahnen und Busse durch die Anordnung der Haltestellenbereiche in der Haltestelle Hauptbahnhof, verbunden mit optimierten Betriebsabläufen

- die kundenfreundlichen Fahrgastwechsellvorgänge durch die Anordnung der Haltestellenbereiche in der Haltestelle Hauptbahnhof, aus denen geringe Wege für die Fahrgäste resultieren,

sichergestellt werden kann.

Aufgrund der Verkehrsführung der Straßenbahnen und Busse im Bereich der Haltestelle Hauptbahnhof, aber auch im Zusammenhang mit deren Ein- und Ausfahrt aus der Haltestelle Hauptbahnhof kann die Umsetzung der Untersuchungsvarianten A, C, Z und G sowie C1 und Z1 prinzipiell empfohlen werden. Mit den dabei vorgesehenen geometrischen Anpassungen der Haltestelle Hauptbahnhof und der damit einhergehenden Neuordnung der Verkehrsführung des ÖPNV (Anzahl der Bahnsteige und deren Belegung, parallele Ein- und Ausfahrt von Straßenbahn und Bus) ist jedoch keine Verbesserung der Verkehrsabwicklung des MIV am Knotenpunkt K 99/K 100 Kurfürsten-Anlage/Lessingstraße/Mittermaierstraße bzw. den benachbarten Knotenpunkten verbunden.

Vielmehr zeigt sich der Nutzen in den optimierten Betriebsabläufen sowie der optimierten Fahrgastbedienung innerhalb der Haltestelle Hauptbahnhof.

Eine Realisierung der Untersuchungsvariante C2 erfordert zusätzliche Maßnahmen zur entlastenden Wirkung im Bereich der Haltestelle Hauptbahnhof und speziell der Knotenpunkte K215 Kurfürsten-Anlage/Karl-Metz-Straße und K117 Kurfürsten-Anlage/Emil-Maier-Straße, wie z.B. dauerhafte Verlagerung des Verkehrs, Alternativrouten mit bedarfsgerechter Aktivierung, bedarfsgerechte wegweisende statische/dynamische Beschilderung.

Bei der Untersuchungsvariante G ergeben sich aufgrund der Verringerung der Konflikte zwischen MIV und ÖPNV am Knotenpunkt K 99/K 100 Kurfürsten-Anlage/Lessingstraße/Mittermaierstraße und den daraus resultierenden verbesserten steuerungstechnischen Abläufen für den ÖPNV geringere mittlere Reisezeiten und höhere mittlere Geschwindigkeiten. Die verbesserte Verkehrsabwicklung wird sowohl im Vergleich zum Bestand als auch im Vergleich zu den anderen Untersuchungsvarianten erzielt. D.h. die Untersuchungsvariante G ermöglicht eine Verbesserung der Qualität der Verkehrsabläufe für den ÖPNV bei zumindest gleichbleibender Qualität der Verkehrsabläufe für den MIV.

Im Zusammenhang mit der Untersuchungsvariante Z resultiert aus der Führung des MIV auf 3 Fahrstreifen in Richtung Osten und auf 1 Fahrstreifen in Richtung Westen ein Rückstau in der östlichen Zufahrt des Knotenpunktes K 215 Kurfürsten-Anlage/Karl-Metz-Straße, welcher bis zum Knotenpunkt K 99/K 100 Kurfürsten-Anlage/Lessingstraße/Mittermaierstraße und somit über die Fußgängerquerung im westlichen Bereich der Haltestelle Hauptbahnhof zurückreichen kann. Aufgrund der wirksamen Stauüberwachung bei der Untersuchungsvariante Z1 kann eine Überstauung des Knotenpunktes K 99/K 100 Kurfürsten-Anlage/Lessingstraße/Mittermaierstraße vermieden werden. Ansonsten entspricht die Qualität der verkehrlichen Abläufe der des Bestandes bzw. ist geringfügig besser.

Vor diesem Hintergrund weisen die Untersuchungsvarianten C und G sowie C1 und Z1 die meisten Potenziale für eine Umsetzung auf. Die 4-gleisige Variante des Umbaus der Haltestelle Hauptbahnhof bietet neben optimierten Betriebsabläufen sowie verbesserter Fahrgastbedienung zudem Kapazitätsreserven im Zusammenhang mit einer Taktverdichtung von Linien bzw. der Integration weiterer Straßenbahn- bzw. Buslinien.

Anzumerken ist, dass im Rahmen einer späteren Umsetzung der geplanten Maßnahmen durch weitere Optimierungen bedarfsgerechte Verbesserungen der steuerungstechnischen Abläufe erzielt werden können, jedoch in vergleichsweise geringem Umfang. Da die Knotenpunkte K 99/K 100 Kurfürsten-Anlage/Lessingstraße/Mittermaierstraße und K 127/K 128 Römerkreis als leistungslimitierende Faktoren im Gesamtsystem angesehen werden müssen, sind signifikante Verbesserungen der Verkehrsqualität des MIV und damit auch des ÖPNV nur mit einer Reduktion des Verkehrsaufkommens im Bereich Kurfürsten-Anlage und Mittermaierstraße möglich. Dies betrifft insbesondere die Nord-Süd-Achse im Zuge der Mittermaierstraße bzw. Lessingstraße am Knotenpunkt K 99/K 100 Kurfürsten-Anlage/Lessingstraße/Mittermaierstraße sowie die Ost-West-Achse im Zuge der Kurfürsten-Anlage am Knotenpunkt K 127/K 128 Römerkreis.