

RHEIN-NECKAR-VERKEHR GMBH

VERKEHRSGUTACHTEN UMBAU HALTESTELLE

MANNHEIM HAUPTBAHNHOF



Karlsruhe, 14. Februar 2019

RHEIN-NECKAR-VERKEHR GMBH

VERKEHRSGUTACHTEN UMBAU HALTESTELLE

MANNHEIM HAUPTBAHNHOF

Auftraggeber:

Rhein-Neckar-Verkehr GmbH
Möhlstraße 27
68165 Mannheim

Auftragnehmer:

PTV
Transport Consult GmbH
Stumpfstr. 1
76131 Karlsruhe

Karlsruhe, 14. Februar 2019

Dokumentinformationen

Kurztitel	Verkehrsgutachten Umbau Haltestelle Mannheim Hbf
Auftraggeber:	rnv GmbH
Auftragnehmer:	PTV Transport Consult GmbH
Auftragsnummer:	822070
Autor:	Christoph Schulze, Fabian Weinstock, Martin Schenk
Erstellungsdatum:	14.02.2019

Das Titelbild entstammt der Seite www.google.de

Inhalt

1	Ausgangssituation und Aufgabenstellung	5
2	Situation im Bestand	7
2.1	Verkehrsanalyse.....	7
2.2	Signalisierung.....	7
2.3	Überschlägige Leistungsfähigkeit nach dem AKF-Verfahren	8
3	Variantenuntersuchung.....	10
3.1	Übersicht Varianten	10
3.2	Knotenpunktconzepte a, b, c als Grundlage für die Varianten.....	11
3.2.1	Übersicht Knotenpunktconzepte	11
3.2.2	Vergleich der Knotenpunktconzepte und Auswahl eines Vorzugs-Konzepts	13
3.3	Detaillierte Betrachtung der Varianten	14
3.3.1	Variante 1	14
3.3.2	Variante 2	18
3.3.3	Vergleich der Varianten und Auswahl einer Vorzugsvariante	20
4	Zusammenfassung	24
5	Anlagen	25

1 Ausgangssituation und Aufgabenstellung

Die Stadtbahnhaltestelle Mannheim Hauptbahnhof ist eine der Haltestellen mit dem höchsten Fahrgastaufkommen im gesamten rnv-Netz. In der heutigen Bestandssituation besteht sie aus drei Straßenbahn-Bahnsteigen, von denen zwei zusätzlich durch Busse bedient werden.



Abbildung 1: Bestandssituation Bahnhofsumfeld Mannheim (Quelle Kartengrundlage: www.googlemaps.de)

In Fahrrichtung Beckenbuckel/Universität ist die Kapazitätsgrenze inzwischen erreicht. Ursächlich hierfür ist, dass nur ein Bahnsteig für Busse und Stadtbahnen zur Verfügung steht und dieser den Nachfrageverhältnissen nicht genügt. Vor dem Hintergrund der Erweiterung des Stadtbahnnetzes im Mannheimer Nordosten mit korrespondierender Fahrgastzunahme nach der Umsetzung der 2. Ausbaustufe der S-Bahn Rhein-Neckar ab 2019 ist davon auszugehen, dass sich die Situation noch verschärfen wird. Zur Sicherstellung einer auch zukünftig leistungsfähigen Abwicklung des Öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) ist deshalb ein Ausbau der Haltestelle notwendig. Geplant ist eine Erweiterung um einen weiteren Bahnsteig. Als Grundlage für die weiteren Planungen sollen zwei Planungsvarianten der Bahnsteigerweiterung bzw. -verlegung näher beleuchtet werden:

- ▶ Variante 1: vier neue Parallelbahnsteige (zwei pro Richtung) auf dem Kaiserring und Rückbau der derzeit vorhandenen drei Bahnsteige vor dem Hauptbahnhof
- ▶ Variante 2: Erhaltung von zwei existierenden Bahnsteigen (Fahrtrichtung Innenstadt) und Neubau von zwei Bahnsteigen auf dem Kaiserring (Fahrtrichtung Beckenbuckel/Universität).

Im Zuge des zu erstellenden Gutachtens sollen beide Varianten im Hinblick auf verkehrsplanerische sowie -technische Aspekte geprüft werden. Aus einem Vergleich der beiden Varianten miteinander sowie der Gegenüberstellung der Ergebnisse zur heutigen Verkehrsabwicklung ist eine Vorzugsvariante zu bestimmen.

2 Situation im Bestand

2.1 Verkehrsanalyse

Motorisierter Individualverkehr (MIV)

Von der Stadt Mannheim wurden für den Knotenpunkt Bismarckstr./Kaiserring Zähl-daten aus den Jahren 2010 und 2016 bereitgestellt. Die Auswertungen dieser Daten haben ergeben, dass die gezählten Verkehrsmengen 2016 deutlich niedriger sind als die aus dem Jahr 2010 (Knotensumme 2010: 50.411 Kfz vs. Knotensumme 2016: 44.598 Kfz von 6-22 Uhr; Randbedingung 2016: Baustelle über einen längere Zeitraum (Februar bis Mitte November) in der Bismarckstr. Diese wurde ca. eine Woche vor der Zählung aufgelöst). Der Rückgang der Verkehrsmengen kann aus verkehrlichen Verlagerungen auf die im Jahr 2013 fertiggestellte Südtangente B36 resultieren. Diese verläuft südlich des Hauptbahnhofs.

Vor dem Hintergrund der Diskrepanz zwischen den Zähl-daten wurde eine Nacherhebung der Verkehrsmengen am Knotenpunkt durchgeführt:

- Videogestützte Verkehrserhebung vom 15. bis 17.05.2018 (Dienstag bis Donnerstag) jeweils im Zeitbereich von 15:00 Uhr bis 19:00 Uhr (der Knoten weist in diesem Zeitbereich höhere Belastungen auf als vormittags)
- Erhebung von sieben Fahrzeugarten (Rad, Kraftrad, Pkw, Lkw, Lieferwagen, Bus, Lastzug/Sonderfahrzeuge)

Auf Basis der erhobenen Verkehrsmengen wird die abendliche Spitzenstunde ermittelt. Sie liegt analog zur Zählung 2016 im Zeitraum von 17:00 bis 18:00 Uhr, die Knotensumme beträgt rund 3.320 Kfz (Mittelwertbildung Dienstag und Mittwoch). Für die weitere Untersuchung werden diese aktuellen Zähl-daten verwendet. Sie sind im Anhang des Berichts dokumentiert.

2.2 Signalisierung

Das signaltechnische Konzept für die Anlage am Knotenpunkt Bismarckstr./Kaiserring basiert auf der aktuellen verkehrstechnischen Unterlage (VTU; gültig seit 25. August 2016). Die Kfz-Verkehrsströme werden grundsätzlich nach einem 4-phasigen Ablauf verkehrsabhängig geschaltet:

- Phase 1: Hauptrichtung Bismarckstr. + Reichskanzler-Müller-Str.
- Phase 2: Hauptrichtung Bismarckstr. + Linksabbieger Bismarckstr. + Rechtsabbieger Kaiserring
- Phase 3: Nebenrichtung Hauptbahnhof + Kaiserring
- Phase 4: Nebenrichtung Kaiserring + Linksabbieger Kaiserring

Der ÖPNV (drei Straßenbahnsignale und ein Bussignal) wird verkehrsabhängig und auf Anforderung geschaltet. Während der Phase der Nebenrichtung (Phase 3) kann der ÖPNV parallel zum Kfz-Verkehr freigegeben werden, die Freigabezeit verlängern oder verkürzen. Zusätzlich sind zwei Sonderphasen zur Freigabe des ÖPNV vor und nach der Hauptrichtung (Phase 1) möglich. Hierzu können feindliche Phasen verkürzt oder verlängert werden.

Die Radfahrer im Zuge der Hauptrichtung Bismarckstr./Reichskanzler-Müller-Str. werden durch separate Radsignale gesondert gesichert. In Richtung Kaiserring wird das indirekte Abbiegen aus der Bismarckstr. signaltechnisch gesichert.

Alle vorhandenen Fußgängerfurten werden durch 2-feldige Signalgeber vollgesichert. Zur Vermeidung von zusätzlichen Halten auf dem Fahrbahnteil erfolgt im Zuge der Querung Bismarckstr. eine progressive Steuerung der Fußgänger.

2.3 Überschlägige Leistungsfähigkeit nach dem AKF-Verfahren

Methodisches Vorgehen

Mit dem definierten Ziel, die Leistungsfähigkeit zu überprüfen, soll im Hinblick auf die Einsatzgrenzen und Einsatzvoraussetzungen für Leistungsfähigkeitsberechnungen nach dem HBS 2015¹ das darin vorgeschlagene alternative Verfahren - AKF-Verfahren (Addition kritischer Fahrströme, Verfahrensbeschreibung², in erweiterter Form) zum Einsatz kommen.

Das AKF-Verfahren bilanziert die vorhandene und mögliche Verkehrsnachfrage je Fahrstrom/Fahrstreifen und berücksichtigt in der Gesamtbilanzierung die maßgebenden Verkehrsströme. Da die Lichtsignalanlage (LSA) im Untersuchungsgebiet als verkehrsabhängige ÖPNV-beschleunigte Steuerung betrieben wird, erfolgt eine Ermittlung der Freigabezeiten unter Berücksichtigung der tatsächlich geschalteten Signalzustände (Silp-online Daten Verkehrsrechner Mannheim). Die Auslastung eines Verkehrsstroms/Fahrstreifens ermittelt sich aus der vorhandenen Verkehrsbelastung und der möglichen Verkehrsbelastung anhand der nutzbaren Freigabezeit.

Hinweise zum erweiterten AKF-Verfahren:

- Berücksichtigung der nutzbaren Verkehrsfläche durch den Fahrstreifenfaktor.
- Beachtung des zusätzlichen Zeitbedarfs (Behinderung durch bedingt verträgliche Fußgänger/ Radfahrer, Gegenverkehr, ÖPNV im Mischverkehr) für die erforderliche Freigabezeit.
- Berücksichtigung des abweichenden Zeitbedarfswerts für den Verkehrsstrom/ Fahrstreifen durch den Schwerverkehr ($\leq 5\%$ 1,8 s, $\leq 10\%$ 1,9 s, $\leq 15\%$ 2,0 s).

¹ FGSV: Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen, Ausgabe 2015

² Hessisches Landesamt für Straßen- und Verkehrswesen: Handbuch für Verkehrssicherheit und Verkehrstechnik (Kapitel 4.5), Ausgabe 2007

- Ermittlung durchschnittlicher Rückstaulängen für die im Mittel pro Umlauf eintreffenden Fahrzeuge (Fahrzeuglänge 6 m + 20 % Aufschlag).
- Die Gelbzeit wird nicht als nutzbare Freigabezeit berücksichtigt. Bei hoch ausgelasteten Verkehrsströmen können sich in der Realität/Verkehrssimulation höhere Kapazitäten einstellen.
- Positiv auf den Verkehrsablauf auswirkende Effekte der Grünen-Welle werden teilweise nicht abgebildet.

Ergebnis

Im Ergebnis zu den Leistungsfähigkeitsberechnungen (Anlage C-1) zeigt sich, dass im Bestand:

- der Knotenpunkt mit ca. 80 % ausgelastet ist.
- die Zufahrt Bismarckstr. an der Leistungsfähigkeitsgrenze hoch ausgelastet ist. Aufgrund der begrenzten 2-Streifigkeit stellen sich für den Linksabbiegestrom immer wieder Situationen an der Leistungsfähigkeitsgrenze ein (Auslastung ca. 100 %).
- der Geradeausverkehr in der Zufahrt Reichskanzler-Müller-Str. mit ca. 80 % gut ausgelastet ist. Dies führt zur Überstauung des angrenzenden Rechtsabbiegefahrstreifens und des vorgelagerten Knotenpunkts Bismarckplatz/Tattersallstr.
- die Zufahrten Kaiserring und Hauptbahnhof für alle Verkehrsströme ausreichend leistungsfähig sind.

3 Variantenuntersuchung

3.1 Übersicht Varianten

Planungsvariante 1 sieht vier neue Parallelbahnsteige (zwei pro Richtung) im südlichen Kaiserring/Hauptbahnhof vor. Damit einhergehend werden die derzeit vorhandenen drei Bahnsteige vor dem Hauptbahnhof zurückgebaut.

Die Ausfahrt aus der Tiefgarage wird verlegt, während die Tiefgarageneinfahrt sowie der Zugang zur Tiefgarage unverändert bleiben.

In der nachfolgenden Abbildung ist die Situation schematisch dargestellt:

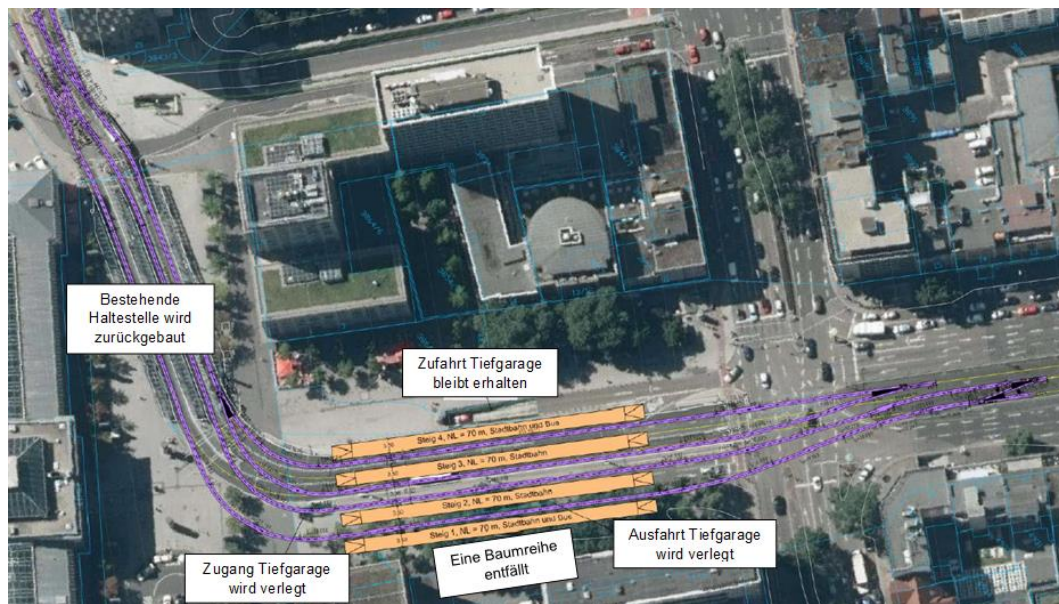


Abbildung 2: Planungsvariante 1 (Quelle: rnv)

In Planungsvariante 2 werden die existierenden zwei Bahnsteige in Fahrtrichtung Innenstadt erhalten. Im südlichen Kaiserring werden zwei neue Bahnsteige für die Fahrtrichtung Universität angelegt. Damit einhergehend wird der bestehende (dritte) Bahnsteig auf der Höhe des Bahnhofsgebäudes zurückgebaut.

Wie in Planungsvariante 1 wird die Tiefgaragenausfahrt verlegt, während die Tiefgarageneinfahrt und der Zugang zur Tiefgarage unverändert bleiben.

Planungsvariante 2 ist in Abbildung 3 skizziert.

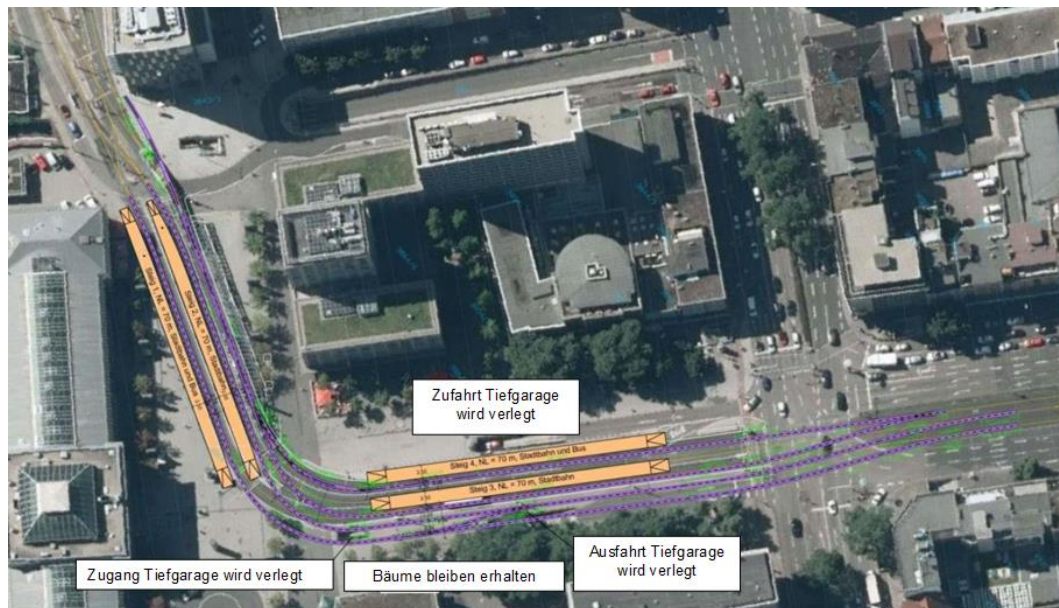


Abbildung 3: Planungsvariante 2 (Quelle: rnv)

3.2 Knotenpunktconzepte a, b, c als Grundlage für die Varianten

Vor der detaillierten Untersuchung der Varianten 1 und 2 werden drei denkbare Konzepte der Verkehrsführung im Kaiserring für den Knotenpunkt Bismarckstr./Kaiserring einander gegenübergestellt. Im Ergebnis wird ein Vorzugs-Konzept ausgewählt. Dieses geht in die weiterführende Variantenuntersuchung ein.

3.2.1 Übersicht Knotenpunktconzepte

Bei allen drei Knotenpunktconzepten werden wie in der Bestandssituation die beiden rechten Fahrstreifen im Kaiserring als Rechtsabbieger geführt (Fahrtrichtung Hauptbahnhof).

In Knotenpunktconzept a (Abbildung 4) entspricht die Fahrstreifenaufteilung im Kaiserring in Fahrtrichtung Hauptbahnhof der Bestandssituation: die beiden linken Fahrstreifen sind als Linksabbiege-Fahrstreifen konzipiert, der danebenliegende Fahrstreifen für die Geradeausfahrer bestimmt. Über diesen wird auch der Bus geführt.

Konzept b (Abbildung 5) sieht neben dem linken Fahrstreifen für die Linksabbieger einen Mischfahrstreifen für die Linksabbieger und Geradeausfahrer vor. Der danebenliegende Fahrstreifen ist als reiner Busfahrstreifen konzipiert.

In Konzept c (Abbildung 6) wird der linke Fahrstreifen als Busfahrstreifen geführt, der zweite Fahrstreifen von links als Linksabbiege-Fahrstreifen und der dritte von links als Mischfahrstreifen für die Geradeausfahrer/Linksabbieger.

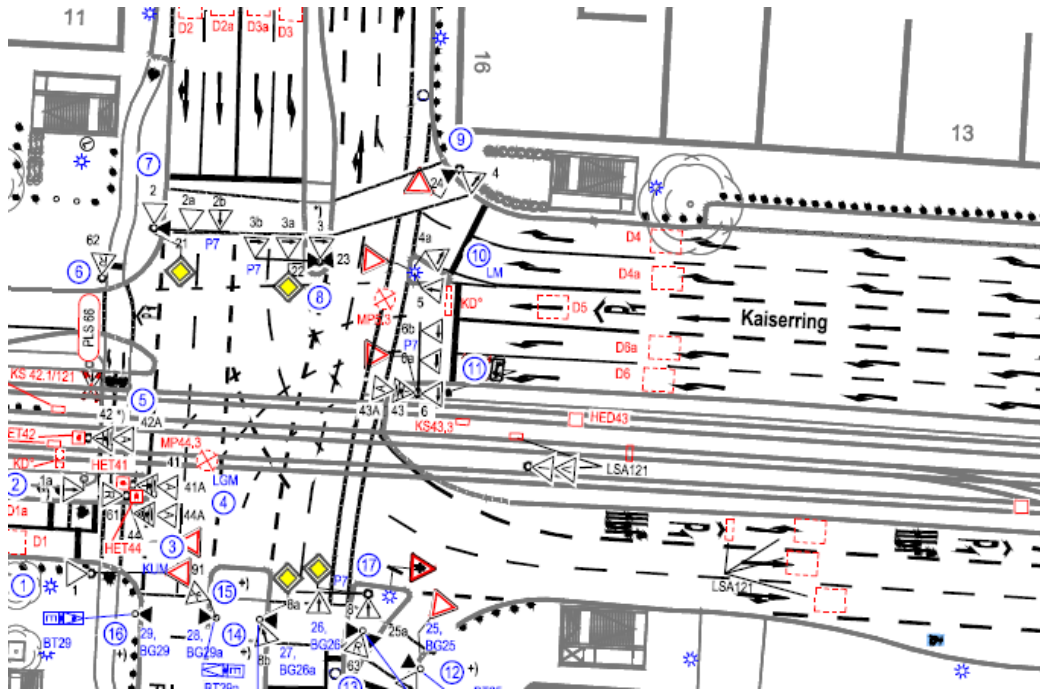


Abbildung 4: Knotenpunktkonzept a (Verkehrsführung wie im Bestand; Quelle: rnv)



Variante b Busspur mittig
P3 10.11.2018

Abbildung 5: Knotenpunktkonzept b (Quelle: rnv)



Variante c Busspur links
P3 10.11.2018

Abbildung 6: Knotenpunktkonzept c (Quelle: rnv)

3.2.2 Vergleich der Knotenpunktkonzepte und Auswahl eines Vorzugskonzepts

Bei Konzept c wird der Bus im Unterschied zu den Konzepten a und b auf dem linken Fahrstreifen geführt. Von der Haltestelle Kunsthalle kommende Busse müssen damit auf dem kurzen Streckenabschnitt bis zum Beginn des Busfahrstreifens vom rechten über drei Fahrstreifen auf den linken Fahrstreifen wechseln. Vor dem Hintergrund der hohen Verkehrsbelastungen im Kaiserring und der Tatsache, dass z. B. die Warteschlange der an der Lichtsignalanlage Bismarckstr./Kaiserring stehenden Linksabbieger in Rotphasen gekreuzt werden müsste, erscheint dies nicht bzw. nur schwer realisierbar. Auch unter Gesichtspunkten der Verkehrssicherheit sind die für den Bus notwendigen Fahrstreifenwechsellvorgänge als höchst kritisch anzusehen. Unter Berücksichtigung dieser Argumente ist Konzept c aus verkehrlicher Sicht nicht weiterzuverfolgen.

Konzept a entspricht der Bestandssituation. Es sieht die Führung des Busverkehrs zusammen mit dem Geradeausverkehr vor. Damit zusammenhängend ergeben sich bei der Signalisierung für die Ströme im Kfz-Verkehr keine zusätzlichen Feindlichkeiten. Die Freigabe des Busses zur Einfahrt in die Haltestelle erfordert eine gesonderte Signalisierung (VD-Signal), indem die parallele Straßenbahn mit dem gleichen Haltestellenziel und die Fußgängerfurt gesperrt werden müssen. Eine vollständige Erfassung (An- und Abmeldung via Meldepunkte) aller verkehrenden Busse kann

aufgrund der unvollständigen Kommunikationsausstattung der Busunternehmen jedoch nicht gewährleistet werden. Haltliniennahe Masseschleifen als Rückfallebene zur Erfassung der Busse sind wegen des Kfz-Verkehrs nicht möglich.

Anders ist der Fall bei Konzept b gelagert: die Erfassung der Busse kann durch eine Rückfallebene erfolgen, da sie auf einem separaten Busfahrstreifen geführt werden. Im Vergleich zur Bestandssituation ergeben sich in Konzept b zusätzliche Feindlichkeiten (der Bus kann nicht zusammen mit dem Geradeausstrom Freigabe an der Lichtsignalanlage erhalten, weil er diesen kreuzt).

Die separate Busspur in Konzept b bietet hingegen den Vorteil, dass der Bus unbeeinflusst vom Geradeausverkehr bleibt und von diesem entkoppelt wird. Weiterhin kann die Freigabezeit für den Bus bei der verkehrsabhängigen Steuerung der Lichtsignalanlage nur im Fall einer tatsächlichen Busanmeldung erfolgen, während der restlichen Zeit ist das Signal gesperrt.

Im Hinblick auf die geometrischen Verhältnisse zeigt Konzept a deutliche Nachteile gegenüber Konzept b. Die Schleppkurven des im Knotenpunktbereich zu verschwenkenden Busfahrstreifens und der gemeinsam signalisierten Linksabbieger liegen sehr dicht beieinander (Hinweis aus Objektplanung). Weiterhin sind diese fahrgeometrisch als sehr ambitioniert anzusehen. Es kann daher nicht ausgeschlossen werden, dass es in der Praxis zu Konfliktsituationen zwischen den Linksabbiegern und Bussen kommt. Unter sicherheitstechnischen Aspekten ist Konzept a deshalb als kritisch anzusehen und nicht weiterzuverfolgen.

Fazit:

Unter Würdigung der genannten Punkte wird das **Knotenpunkt-konzept b als Vorzugs-Konzept** ausgewählt. Es wird der weiteren Variantenuntersuchung zu Grunde gelegt.

3.3 Detaillierte Betrachtung der Varianten

3.3.1 Variante 1

Verkehrstechnischer Entwurf und Netzsituation

Am Knotenpunkt Bismarckstr./Kaiserring wird die Ausfahrt aus der Tiefgarage auf Straßenniveau nach der Rampe einstreifig ausgeführt (Mischfahrstreifen für Geradeausfahrer und Rechtsabbieger). Weiterhin ist im Anschluss an die Ausfahrt im südlichen Knotenarm eine Furt für Fußgänger und Radfahrer geplant. Diese sieht auch Inseln als Aufstellfläche im Bereich der Bahngleise vor.

In der östlichen Knotenzufahrt (Reichskanzler-Müller-Str.) wird die Querung für Fußgänger aus baulichen Gründen schräg ausgebildet.

Die Knotengeometrie und Verkehrsführung orientieren sich in Fahrtrichtung Norden (Tattersall/Kunsthalle) an den Planungen zum Boulevard Kaiserring. In der Nord-

Süd-Achse (Kaiserring in Fahrtrichtung Hauptbahnhof) wird hingegen die Verkehrsführung aus Kapitel 3.2 (Knotenpunktconcept b) für den MIV zu Grunde gelegt.

In der nachfolgenden Abbildung sind die beschriebenen Aspekte nochmals dargestellt.

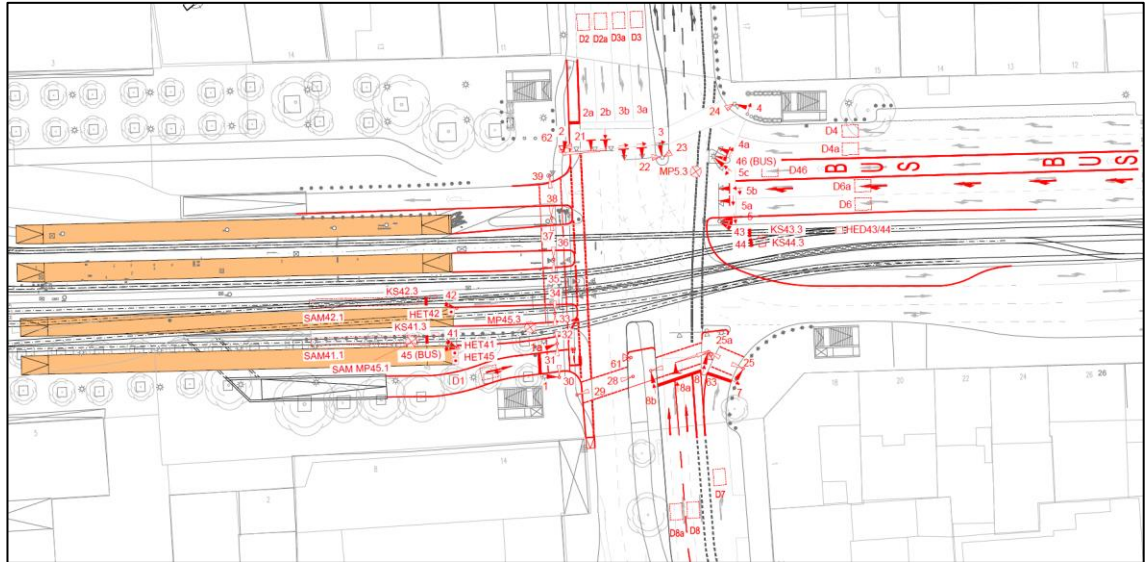


Abbildung 7: Signallageplanentwurf Variante 1

Signalisierung

Für den erarbeiteten Ausbautorschlag wurde folgendes verkehrs- und signaltechnisches Konzept zugrunde gelegt:

- Die Kfz-Verkehrsströme werden außer in der Zufahrt Kaiserring wie im Bestand signalisiert.
- In der Zufahrt Kaiserring wird aufgrund der Mischspur (geradeaus/links) eine Zufahrtssignalisierung erforderlich. Eine gemeinsame Freigabe der parallelen Verkehrsströme im Kfz-Verkehr in der Zufahrt Hauptbahnhof und aller ÖPNV-Verkehre ist damit nicht mehr möglich.
- Alle Straßenbahnen und Busse erhalten die Freigabe auf Anforderung.
 - Straßenbahnen aus Richtung Tattersall/Kunsthalle melden sich über Fernanmeldungen bei Haltestellenausfahrt oder über die Rückfallebenen an. Die neu eingerichtete Weiche beeinflusst das Fahrprofil und ist bei der Signalprogrammierung (Signalgruppendefinition und Zwischenzeiten) zu berücksichtigen.
 - Busse aus Richtung Tattersall/Kunsthalle steht ein separater Busstreifen zur Annäherung zur Verfügung. Die Busse bedienen die Haltestelle Steig 4 und sind daher im Fahrverlauf feindlich zu den parallelen Kfz- und Straßenbahnverkehren in Richtung Hauptbahnhof.

- ▶ Straßenbahnen/Busse in Richtung Tattersall/Kunsthalle werden über Standardforderungsschleifen im Haltestellebereich erfasst und erhalten die Freigabe nach abgeschlossenem Fahrgastwechsel und Fertigmeldung.
- ▶ Der Radverkehr wird grundsätzlich wie im Bestand signalisiert. Für den Radverkehr aus Richtung Bismarckstr. ist eine straßenbündige Führung als Radweg vorgesehen.
- ▶ Alle Fußgängerströme werden signalisiert und sind gegenüber feindlichen Strömen vollgesichert. Die progressive Fußgängersignalisierung zur Querung der Bismarckstr. wird beibehalten. Die Querung des Knotenarms Hauptbahnhof kann nicht in einem Zuge gewährleistet werden. Hier ist die Zugangs- und Abgangsfunktion der Haltestellen maßgebend.

Das grundsätzliche koordinierte LSA-Steuerungsprinzip wird aufrechterhalten. Die Zufahrtssignalisierung Kaiserring erfordert eine Trennung der Nebenrichtungsfreigabe in zwei Phasen. Dies wirkt nachteilig auf die Leistungsfähigkeit im Kfz-Verkehr.

Der ÖPNV (vier Straßenbahn- und zwei Bussignale) wird verkehrabhängig und auf Anforderung geschaltet. Während der Nebenrichtungs-Phase Zufahrt Hauptbahnhof kann der ÖPNV parallel zum Kfz-Verkehr und zusätzlich durch zwei Sonderphasen vor und nach der Hauptrichtung freigegeben werden. Der Bus in der Zufahrt Kaiserring kann bei Abwesenheit einer Straßenbahn mit Ziel Steig 4 während dieser Zeit freigegeben oder über zusätzliche Freigabezeiten bedient werden.

Überschlägige Leistungsfähigkeit nach dem AKF-Verfahren

Im Ergebnis der Leistungsfähigkeitsberechnungen (Anlage C-2) zeigt sich, dass in der Variante 1:

- ▶ der Knotenpunkt mit ca. 97 % hoch ausgelastet ist. Dies entspricht einer Erhöhung der Auslastung um ca. 17 % im Vergleich zum Bestand.
 - ▶ Die Reduzierung der Gesamtleistungsfähigkeit ist auf die baulichen und betrieblichen Änderungen mit deren Auswirkungen auf den LSA-Ablauf und die Signalprogrammgestaltung (Erhöhung Zwischenzeiten, Reduzierung Flexibilität der LSA-Steuerung) zurückzuführen.
- ▶ die Zufahrt Bismarckstr. weiterhin an der Leistungsfähigkeitsgrenze hoch ausgelastet ist und sich vergleichbare Auslastungen wie im Bestand einstellen.
- ▶ in der Zufahrt Kaiserring durch die Spurreduzierung und der Führung als Mischverkehr die Leistungsfähigkeitsgrenze erreicht wird (Auslastung ca. 109 %). Es kann zu Rückstausituationen bis zum vorgelagerten Knotenpunkt Tattersall kommen.
- ▶ der Geradeausverkehr in der Zufahrt Reiskanzler-Müller-Str. mit ca. 96 % hoch ausgelastet ist.

- ▶ die Zufahrt Hauptbahnhof (Tiefgaragenausfahrt) durch die Spurreduzierung im Vergleich zum Bestand deutlich höher ausgelastet ist (um +30 % auf 80 %). Dies wirkt sich auf die Gesamtleistungsfähigkeit des Knotenpunktes nachteilig aus.
- ▶ die Qualität der ÖPNV-Beschleunigung mit dem Bestand vergleichbar ist. Aufgrund der Haltestellenlage unmittelbar vor der LSA ist im realen Betrieb davon auszugehen, dass sich Abweichungen von der erwarteten Abfahrt nachteilig auf die Qualität der ÖPNV-Beschleunigung und der Leistungsfähigkeit am Knotenpunkt auswirken.

3.3.2 Variante 2

Verkehrstechnischer Entwurf und Netzsituation

Planungsvariante 2 sieht den Erhalt der zwei existierenden Bahnsteige in Fahrtrichtung Innenstadt vor. Im südlichen Kaiserring werden zwei neue Bahnsteige für die Fahrtrichtung Universität angelegt. Damit einhergehend wird der bestehende Bahnsteig auf der Höhe des Bahnhofsgebäudes zurückgebaut.

Die Ausfahrt aus der Tiefgarage ist am Knotenpunkt Bismarckstr./Kaiserring im ebenerdigen Bereich nach der Rampe zweistreifig ausgeführt (jeweils ein Fahrstreifen für Geradeausfahrer und Rechtsabbieger). Weiterhin ist im Anschluss an die Ausfahrt im südlichen Knotenarm eine signalisierte Furt für Fußgänger und Radfahrer mit dazugehörigen Aufstellflächen (Inseln) im Bereich der Bahngleise geplant.

In der östlichen Knotenzufahrt (Reichskanzler-Müller-Str.) wird die Querung für Fußgänger aus baulichen Gründen schräg ausgebildet.

Die Knotengeometrie und Verkehrsführung orientieren sich in Fahrtrichtung Norden (Tattersall/Kunsthalle) an den Planungen zum Boulevard Kaiserring. In der Nord-Süd-Achse (Kaiserring in Fahrtrichtung Hauptbahnhof) wird hingegen die Verkehrsführung aus Kapitel 3.2 (Knotenpunktconcept b) für den MIV zu Grunde gelegt.

In der nachfolgenden Abbildung sind die beschriebenen Aspekte nochmals dargestellt.

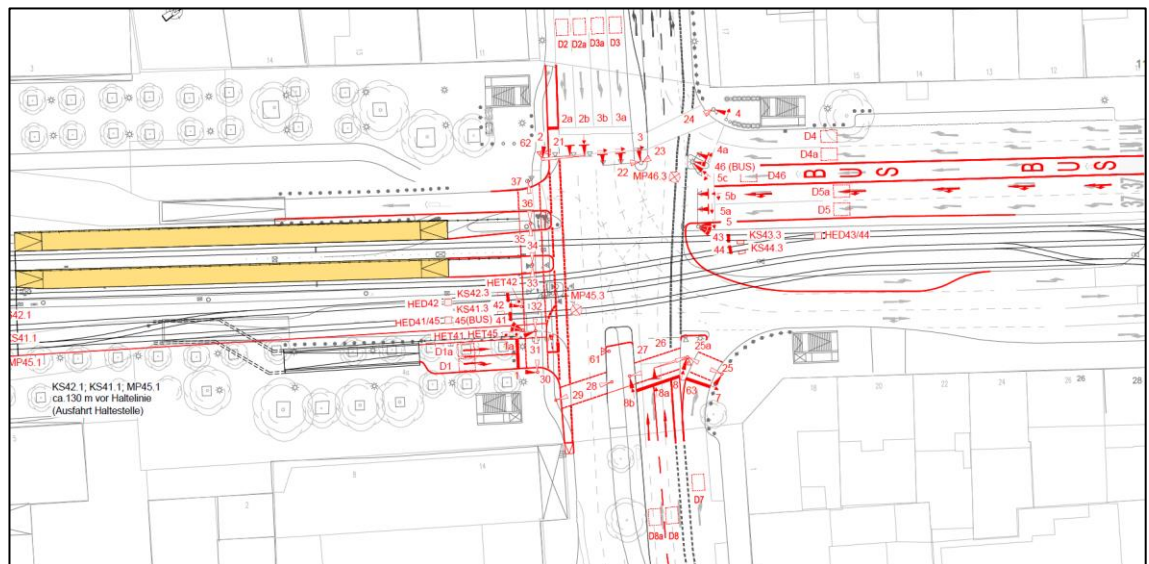


Abbildung 8: Signallageplanentwurf Variante 2

Signalisierung

Für den erarbeiteten Ausbauvorschlag wurde folgendes verkehrs- und signaltechnisches Konzept zugrunde gelegt:

- Die Kfz-Verkehrsströme werden wie in der Variante 1 signalisiert.
- Für die Zufahrt Hauptbahnhof (Tiefgaragenausfahrt) stehen zwei Fahrstreifen (gerade + rechts) mittels einer Vollscheibe signalisiert zur Verfügung.
- Alle Straßenbahnen und Busse erhalten die Freigabe auf Anforderung.
 - Straßenbahnen und Busse aus Richtung Tattersall/Kunsthalle wie Variante 1.
 - Straßenbahnen/Busse in Richtung Tattersall/Kunsthalle melden sich über Fernanmeldungen bei Haltestellenausfahrt oder über die Rückfallebenen an.
- Der Radverkehr wird wie in Variante 1 geführt und signalisiert
- Alle Fußgängerströme werden signalisiert und sind gegenüber feindlichen Strömen vollgesichert.

Das grundsätzliche koordinierte LSA-Steuerungsprinzip wird aufrechterhalten. Die Zufahrtssignalisierung Kaiserring erfordert eine Trennung der Nebenrichtungsfreigabe in zwei Phasen. Dies wirkt nachteilig auf die Leistungsfähigkeit im Kfz-Verkehr.

Der ÖPNV (vier Straßenbahn- und zwei Bussignale) wird verkehrsabhängig und auf Anforderung nach dem gleichen Grundprinzip wie in Variante 1 geschaltet. Für die Straßenbahnen und Busse aus Richtung Hauptbahnhof ergeben sich aufgrund der störungsfreien Zufahrt auf den Knotenpunkt stabile und konstante Annäherungszeiten zur tatsächlichen Nutzung der Freigabezeiten.

Überschlägige Leistungsfähigkeit nach dem AKF-Verfahren

Im Ergebnis der Leistungsfähigkeitsberechnungen (Anlage C-3) zeigt sich, dass in der Variante 2:

- der Knotenpunkt mit ca. 91 % hoch ausgelastet ist. Dies entspricht einer Erhöhung der Auslastung um ca. 11 % im Vergleich zum Bestand.
 - Die Reduzierung der Gesamtleistungsfähigkeit ist auf die baulichen und betrieblichen Änderungen mit deren Auswirkung auf den LSA-Ablauf und die Signalprogrammgestaltung (Erhöhung Zwischenzeiten, Reduzierung Flexibilität der LSA-Steuerung) zurückzuführen.
- die Zufahrt Bismarckstr. weiterhin an der Leistungsfähigkeitsgrenze hoch ausgelastet ist und sich vergleichbare Auslastungen wie im Bestand einstellen.
- in der Zufahrt Kaiserring durch die Spurreduzierung und der Führung als Mischverkehr die Leistungsfähigkeitsgrenze erreicht wird (Auslastung ca. 100 %). Es kann zu Rückstausituationen bis zum vorgelagerten Knotenpunkt Tattersall kommen.

- der Geradeausverkehr in der Zufahrt Reichskanzler-Müller-Str. mit ca. 96 % hoch ausgelastet ist.
- die Qualität der ÖPNV-Beschleunigung mit dem Bestand vergleichbar ist.

3.3.3 Vergleich der Varianten und Auswahl einer Vorzugsvariante

Im Folgenden werden die Vor- und Nachteile der beiden Varianten 1 und 2 zusammenfassend gegenübergestellt.

Leistungsfähigkeit Kfz

In Tabelle 1 sind die in den beiden vorigen Unterkapiteln beschriebenen Aspekte zur Signalisierung und Leistungsfähigkeit mit dem Fokus auf den Kfz-Verkehr nochmals dargestellt:

Kriterium Kfz-Verkehr	Variante 1	Variante 2
Tiefgaragenausfahrt Hbf.	1 Fahrstreifen (-)	2 Fahrstreifen (+)
Anzahl signalisierte Fußgängerfurten im Knotenarm Hbf.	5 Fußgängerfurten (-)	4 Fußgängerfurten (+)
Signalisierung Zufahrt Kaiserring	Mischspur für Geradeaus- und Linksabbiegeverkehr → Feindlichkeit zu Parallelverkehren (Kfz/Strab/Bus) (-)	
Leistungsfähigkeit Auslastungsgrad gesamter Knotenpunkt	97 %	91 %
Zufahrten (Bismarckstr., Kaiserring, Reichskanzler-Müller-Str.)	Leistungsfähigkeitsgrenze wird in allen 3 Zufahrten erreicht. Zeitweise sind Überlastungen und Rückstauungen in vorgelagerte Knotenpunkte möglich.	
Beurteilung unter Berücksichtigung des verkehrsabhängigen Ablaufs/ÖPNV-Beschleunigung	Die Leistungsfähigkeit im Kfz-Verkehr wird an diesem Knotenpunkt wesentlich von der Qualität und Wirksamkeit der ÖPNV-Beschleunigung beeinflusst. Fehlerhafte und ungenaue ÖPNV-Eingriffe bei der LSA-Steuerung wirken sich negativ auf den Kfz-Verkehr aus. Die Störanfälligkeit für die Wirksamkeit der ÖPNV-Beschleunigung (siehe Tabelle 2) ist bei der Variante 1 höher als bei der Variante 2. Aufgrund der hohen Auslastung des Knotenpunkts können diese Störeinflüsse maßgebend für den Gesamtablauf des Kfz-Verkehrs sein.	
	(-)	(+)

Auslastungsgrad Zufahrt Tiefgarage Hbf.	80 %	40 %
Rückstausituation	Die Rückstausituation ist für beide Varianten vergleichbar. Gegenüber dem Bestand ist mit einer deutlichen Verschlechterung in der Zufahrt Kaiserring zu rechnen (-)	

Tabelle 1: Vergleich Variante 1 und 2 - Kfz

Leistungsfähigkeit und Störanfälligkeit ÖPNV

Die ÖPNV-relevanten Aspekte aus den beiden vorigen Unterkapitel fasst Tabelle 2 zusammen:

Kriterium ÖPNV	Variante 1	Variante 2
ÖPNV Kapazität	Erweiterung um einen zusätzlichen Haltestellensteig erhöht die Durchlassfähigkeit und stabilisiert die Betriebsabläufe (+)	
Busführung	Bus aus Richtung Hauptbahnhof auf der Gleistrasse (-) Busse aus Richtung Tattersall über einen separaten Busfahrstreifen (+) und verschwenkt im Knotenpunktbereich zur Haltestelleneinfahrt (Steig 4) (-)	
Bussignalisierung	Busse aus Richtung Tattersall feindlich zu Parallelverkehren in gleicher Richtung (Kfz, Strab) (-)	
Anforderung ÖPNV aus Richtung Hbf.	als Standanforderung nach Fahrgastwechsel (FGW). Im täglichen Betrieb sind durch zusätzlichen FGW Störungen und ungenutzte Freigaben zu erwarten. (-)	Anmeldung mit Haltestellenausfahrt, stabile und konstante Annäherungszeiten (+)
	Fahrgastwechsel in 1. Position kann zu Störungen und Fehlbeeinflussung des LSA-Ablauf führen (-)	
Beschleunigungsqualität	Die Flexibilität der LSA-Steuerung ist in beiden Varianten vergleichbar. Gegenüber dem Bestand ist eine geringe Verschlechterung zu erwarten.	

Tabelle 2: Vergleich Variante 1 und 2 - ÖPNV

Umsteigebeziehungen im ÖPNV

Bei Variante 1 liegen alle vier Bahnsteige auf Höhe der Tiefgaragenausfahrt. In Variante 2 sind hingegen die zwei Bahnsteige für Bahnen in Fahrtrichtung Tattersall/Kunsthalle auf dem Bahnhofsvorplatz lokalisiert (analog der heutigen Situation). Die aus dem Bahnhofsgebäude kommenden Fahrgäste mit Fahrtzielen in Richtung Tattersall/Kunsthalle haben in Variante 2 folglich kürzere Gehzeiten und -wege zur Bahn/Bus als in Variante 1. In der entgegengesetzten Fahrtrichtung Beckenbuckel/Universität gibt es hingegen keine Unterschiede zwischen den Varianten 1 und 2 – bei beiden sind die Bahnsteige ungefähr im selben Bereich geplant.

Verkehrssicherheit

In Variante 1 muss die Tiefgaragenausfahrt im südlichen Kaiserring auf Grund des notwendigen Platzbedarfs für die vier Parallelbahnsteige deutlich weiter nach rechts in Richtung der Bebauung verlegt werden als in Variante 2. Wegen der geringen verbleibenden Fläche zwischen dem äußeren, rechten Bahnsteig und des vorhandenen Treppenaufgangs kann die Tiefgaragenausfahrt im Bereich vor der Lichtsignalanlage nur einstreifig (als Mischfahrstreifen) ausgeführt werden. Eine Aufweitung des Querschnitts wie in der Bestandssituation bzw. Variante 2 ist nicht möglich. Damit zusammenhängend kann es vorkommen, dass die sich in der Warteschlange befindenden Fahrzeuge aus der Tiefgarage zeitweise in der Rampenneigung stehen. In diesem Bereich ist mit eingeschränkten Sichtverhältnissen zu rechnen, was hinsichtlich ggf. querender Fußgänger/Radfahrer ein erhöhtes Gefahrenpotenzial mit sich bringt. Auf Grund der Querschnittsaufweitung und der sich dadurch ergebenden größeren Aufstellfläche für die aus der Tiefgarage kommenden Fahrzeuge ist die Situation in Variante 2 weniger kritisch. Aus verkehrssicherheitstechnischen Aspekten ist sie deshalb als günstiger zu bewerten.

Zusammenfassende Darstellung

In der folgenden Tabelle 3 sind die geprüften Kriterien mit Bewertungsergebnis für beide Varianten aufgeführt. Neutral gewichtete Kriterien (keine signifikante Verbesserung/Verschlechterung im Vergleich zur anderen Variante) sind als Kreise dargestellt (0), positiv gewichtete als + und negativ gewertete als -.

Kriterien	Varianten	
	1 (vier Parallelbahnsteige)	2 (je zwei Parallelbahnsteige)
Leistungsfähigkeit Kfz	0	0
Leistungsfähigkeit ÖPNV	+	+
Störanfälligkeit ÖPNV-Beschleunigung	-	0
Umsteigebeziehungen im ÖPNV	-	0
Verkehrssicherheit	-	0

Tabelle 3: Übersicht Variantenbewertung

Fazit:

Unter Berücksichtigung aller Untersuchungskriterien schneidet **Variante 2** besser ab und wird daher als **Vorzugsvariante** angesehen.

4 Zusammenfassung

In der vorliegenden Untersuchung waren die folgenden beiden Varianten zum Umbau der Haltestelle Mannheim Hauptbahnhof zu prüfen:

- Variante 1: vier neue Parallelbahnsteige (zwei pro Richtung) auf dem Kaiserring und Rückbau der derzeit vorhandenen drei Bahnsteige vor dem Hauptbahnhof
- Variante 2: Erhaltung von zwei existierenden Bahnsteigen (Fahrtrichtung Innenstadt) und Neubau von zwei Bahnsteigen auf dem Kaiserring (Fahrtrichtung Beckenbuckel/Universität).

Für beide Varianten wurden hierzu in einem ersten Schritt zunächst drei unterschiedliche Konzepte für die Verkehrsführung auf dem Kaiserring in Richtung Hauptbahnhof geprüft. Im Ergebnis wurde Konzept b mit einem separaten Busfahrstreifen im Kaiserring als Vorzugs-Konzept ausgewählt und der weiteren Variantenuntersuchung zugrunde gelegt.

In Schritt zwei wurde dann für beide Varianten ein Signalisierungskonzept für die Lichtsignalanlage am Knotenpunkt Kaiserring/Bismarckstr. in Anlehnung an die Bestandssteuerung entwickelt. Aufbauend darauf wurden die Varianten anschließend mittels überschlägigen Leistungsfähigkeitsbetrachtungen miteinander verglichen. Hierbei zeigte sich, dass beide Varianten ähnlich hoch ausgelastet sind und unter den genannten statischen Rahmenbedingungen vergleichbar abschneiden. Wie in der Bestandssituation befindet sich der Knotenpunkt an der Leistungsfähigkeitsgrenze. Berücksichtigt werden muss hierbei, dass im Planfall im Vergleich zum Bestand mehr Bahnen und Busse den Knotenpunkt passieren; insgesamt betrachtet wird also die Gesamtkapazität im ÖPNV auch erhöht. Weiterhin sollte bei der Interpretation des Ergebnisses beachtet werden, dass die verkehrabhängige Steuerung des Knotenpunkts und der komplexe Verkehrsablauf nur vereinfacht analysiert werden konnte. Deshalb ist für weitere Planungen und belastbare Aussagen zur Leistungsfähigkeit eine tiefergehende Untersuchung der Varianten, z. B. im Zuge von Mikrosimulationen, notwendig.

Im dritten Schritt wurden die Varianten auf weitere Aspekte wie die Störanfälligkeit der ÖPNV-Beschleunigung, Umsteigebeziehungen im ÖPNV sowie die Verkehrssicherheit geprüft. Der Teilaspekt der ÖPNV-Störanfälligkeit zeigt bei Variante 1 deutliche Nachteile gegenüber Variante 2. Durch temporär ungenutzte Freigabezeiten und mögliche Fehlbeeinflussungen des LSA-Ablaufs kann die Umsetzung der Variante 1 die Leistungsfähigkeit im Kfz-Verkehr weiter verschlechtern.

Unter Berücksichtigung aller Aspekte schneidet Variante 2 etwas besser als Variante 1 ab und wird deshalb als Vorzugsvariante ausgewählt.

5 Anlagen

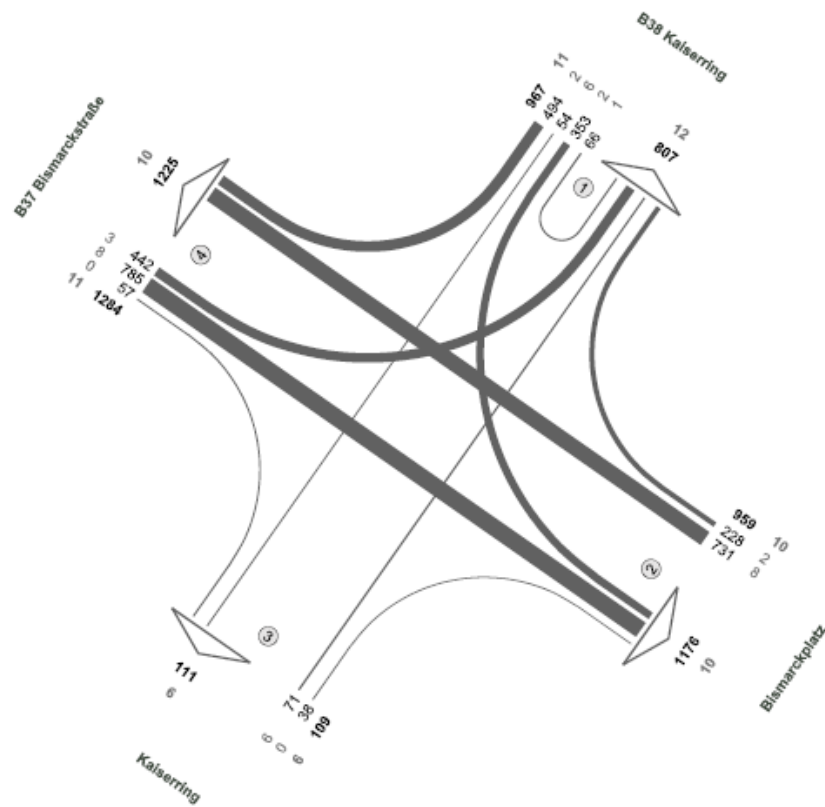
A Ergebnisse Knotenpunkterhebung Dienstag, 15.05.2018

Verkehrserhebung Mannheim



B38 Kaiserring / B37 Bismarckstraße

Zst.: 01
15.05.2018
16:30 - 17:30 Uhr
Abendspitze



Fz-Klassen	Kfz	SV>3,5t
Arm 1	1774	23
Arm 2	2135	20
Arm 3	220	12
Arm 4	2509	21
Zst.: 01	3319	38

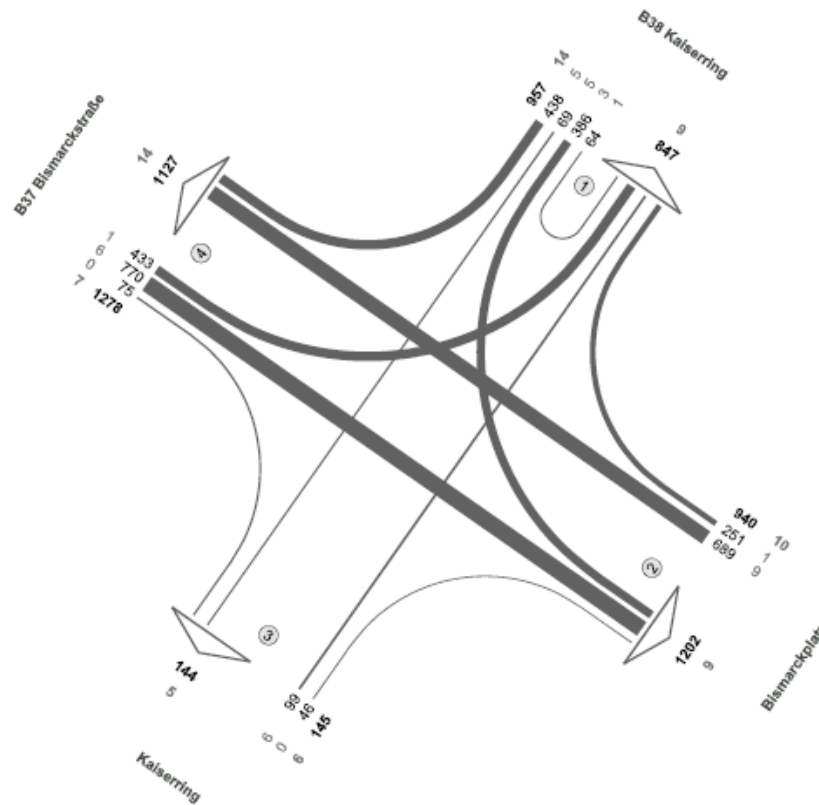
B Ergebnisse Knotenpunkterhebung Mittwoch, 16.05.2018

Verkehrserhebung Mannheim



B38 Kaiserring / B37 Bismarckstraße

Zst.: 01
16.05.2018
17:00 - 18:00 Uhr
Abendspitze



Fz-Klassen	Kfz	SV>3.5t
Arm 1	1804	23
Arm 2	2142	19
Arm 3	289	11
Arm 4	2405	21
Zst.: 01	3320	37

C-1 Überschlägige Leistungsfähigkeit nach dem AKF-Verfahren – Bestand

Leistungsfähigkeitsberechnung															PTV GROUP	
Erweitertes AKF-Verfahren															the mind of movement	
Projekt		Kapazitätserweiterung Hbf Mannheim														
Stadt		Mannheim														
Lichtsignalanlage		120 Bismarckstr./Kaiserring														
Variante		Bestand, VZ 15./17.05.2018														
Zeitbereich		Abend 17:00-18:00														
Signalprogramm		P4 Abend, opl-Daten														
t ₀ [s]		90		t _g [s]		1,80		t _{MB,GNB} [s]		1,00						
Verkehrsstrom	Fahrstreifenfaktor	Aufstellmögk. im KP	Zeitmehrbedarf	t _a abweich.	Verkehrsbelastung vorh.	Kfz pro Umlauf	Ø Rückst. 6m, 20%	Freigabe erforderl.	maßg. Verkehrsströme		Freigabe mögl.	Verkehrsbelastung mögl.	Auslastung	Ø t _w Gleichv.	Σ Rückst. bei Überl. 6m, 20%	Bemerkungen
									Var. 1	Var. 2						
[-]	[-]	[m]	[s]	[s]	[Kfz/h]	[Kfz/U/FS]	[m]	[s]	[-]	[-]	[s]	[Kfz/h]	[%]	[s]	[m]	
Zufahrt 1 - Hbf																
K1, r	1,00		3		47	1,2	9	6	1		10	133	35	36		
K1, g	1,00				96	2,4	17	5			10	200	48	36		
Zufahrt 2 - Bismarckstr.																
K2, r+g	0,50				818	10,2	73	19			25	1.067	77	23		
K3, L	0,55				445	6,1	44	12	1		12	444	100	k. A.	28	
Zufahrt 3 - Kaiserring																
K4, R	0,50				469	5,9	42	12			19	800	59	28		
K5, g	1,00				68	1,7	12	4			31	667	10	19		
K6, L	0,50				414	5,2	37	10	1		14	578	72	32		
Zufahrt 4 - Reichskanzler Müller Straße																
K7, R	1,00				238	6,0	43	12			22	467	51	26		
K8, g	0,50				728	9,1	66	17	1		21	889	82	26		
Knotenauswertung																
					Var. 1]	1.634			45			57	2.044	80		
maßg. Verkehrsströme					Var. 2]											

C-2 Überschlägige Leistungsfähigkeit nach dem AKF-Verfahren - Variante 1

Leistungsfähigkeitsberechnung															PTV GROUP	
Erweitertes AKF-Verfahren															the mind of movement	
Projekt		Kapazitätserweiterung Hbf Mannheim													Legende leistungsfähig, deutliche Reserven < 70 ausreichend leistungsfähig, Reserven 70 - 80 leistungsfähig, mäßige Reserven 80 - 90 noch leistungsfähig, zeitw. Rückstau möglich 90 - 100 überlastet, Rückstaugefahr 100 - 110 deutlich überlastet, Rückstau baut sich auf > 110	
Stadt		Mannheim														
Lichtsignalanlage		120 Bismarckstr./Kaiserring														
Variante		Variante 1, VZ 15./17.05.2018														
Zeitbereich		Abend 17:00-18:00														
Signalprogramm		P4 Abend, tgr-Annahme														
t ₀ [s]		90		t _g [s]		1,80		t _{MB,GNB} [s]		1,00						
Verkehrsstrom	Fahstreifenfaktor	Aufstellmögk. im KP	Zeitmehrbedarf	t _a abweich.	Verkehrsbelastung vorh.	Kfz pro Umlauf	Ø Rückst. 6m, 20%	Freigabe erforderl.	maßg. Verkehrsströme		Freigabe mögl.	Verkehrsbelastung mögl.	Auslastung	Ø t _w Gleichv.	Σ Rückst. bei Überl. 6m, 20%	Bemerkungen
[-]	[-]	[m]	[s]	[s]	[Kfz/h]	[Kfz/U/FS]	[m]	[s]	[-]	[-]	[s]	[Kfz/h]	[%]	[s]	[m]	
Zufahrt 1 - Hbf																
K1, r+g	1,00		3		143	3,6	26	10	1		12	178	80	34		
Zufahrt 2 - Bismarckstr.																
K2, r+g	0,50				818	10,2	73	19			22	933	88	26		
K3, L	0,55				445	6,1	44	12	1		13	485	92	33		
Zufahrt 3 - Kaiserring																
K4, R	0,50				469	5,9	42	12			17	711	66	30		
K5, g+I	0,50				482	6,0	43	12	1		11	444	109	k. A.	158	
Zufahrt 4 - Reichskanzler Müller Straße																
K7, R	1,00				238	6,0	43	12			18	378	63	29		
K8, g	0,50				728	9,1	66	17	1		18	756	96	29		
Knotenauswertung																
					Var. 1]	1.798			51			54	1.863	97		
maßg. Verkehrsströme					Var. 2]											

C-3 Überschlägige Leistungsfähigkeit nach dem AKF-Verfahren - Variante 2

Leistungsfähigkeitsberechnung														PTV GROUP		the mind of movement									
Erweitertes AKF-Verfahren																									
Projekt		Kapazitätserweiterung Hbf Mannheim																							
Stadt		Mannheim																							
Lichtsignalanlage		120 Bismarckstr./Kaiserring																							
Variante		Variante 2, VZ 15./17.05.2018																							
Zeitbereich		Abend																							
Signalprogramm		P4 Abend, tgr-Annahme																							
t ₀ [s]		90		t _g [s]		1,80		t _{MB,GNB} [s]		1,00															
Verkehrsstrom	Fahrstreifenfaktor	Aufstellmögk. im KP	Zeitmehrbedarf	t _a abweich.	Verkehrsbelastung vorh.	Kfz pro Umlauf	Ø Rückst. 6m, 20%	Freigabe erforderl.	maßg. Verkehrsströme		Freigabe mögl.	Verkehrsbelastung mögl.	Auslastung	Ø t _w Gleichv.	Σ Rückst. bei Überl. 6m, 20%	Bemerkungen									
									Var. 1	Var. 2															
[-]	[-]	[m]	[s]	[s]	[Kfz/h]	[Kfz/U/FS]	[m]	[s]	[-]	[-]	[s]	[Kfz/h]	[%]	[s]	[m]										
Zufahrt 1 - Hbf																									
K1, r	1,00		3		47	1,2	9	6	1		12	178	26	34											
K1, g	1,00				96	2,4	17	5			12	244	39	34											
Zufahrt 2 - Bismarckstr.																									
K2, r+g	0,50				818	10,2	73	19			23	978	84	25											
K3, L	0,55				445	6,1	44	12	1		12	444	100	k. A.	28										
Zufahrt 3 - Kaiserring																									
K4, R	0,50				469	5,9	42	12			16	667	70	30											
K5, g+I	0,50				482	6,0	43	12	1		12	489	99	34											
Zufahrt 4 - Reichskanzler Müller Straße																									
K7, R	1,00				238	6,0	43	12			19	400	60	28											
K8, g	0,50				728	9,1	66	17	1		18	756	96	29											
Knotenauswertung																									
														Var. 1		1.702		47		54		1.867		91	
maßg. Verkehrsströme														Var. 2											