

Zwischenbericht

**Belval – Square Mile:
Aktualisierung der Verkehrsuntersuchung
Esch-sur-Alzette / Sanem**

**Belval – Square Mile:
Aktualisierung der Verkehrsuntersuchung:
Aktualisierung der Verkehrsuntersuchung
Esch-sur-Alzette / Sanem**

22.04.2020

Auftraggeber

Agora s.à.r.l. et Cie
Urbanisme et Infrastructure
Ansprechpartner:
Herr Thomas Rau
Frau Beate Heigel
3, avenue du Rock'n Roll
L-4361 Esch-sur-Alzette
Luxembourg
Telefon: +352 26 53 44 40
Telefax: +352 26 53 44 45
thomas.rau@agora.lu
beate.heigel@agora.lu
www.agora.lu

Auftragnehmer

R+T Verkehrsplanung GmbH
Julius-Reiber-Straße 17
64293 Darmstadt
Telefon: 06151 / 2712 0
Telefax: 06151 / 2712 20
darmstadt@rt-verkehr.de
www.rt-verkehr.de

Bearbeitung durch:

Frank Schleicher-Jester, Dr.-Ing.
Alexa Rheinheimer, M.Sc.

Hinweis:

In allen von R+T verfassten Texten wird aus Gründen der besseren Lesbarkeit auf eine geschlechtsspezifische Unterscheidung verzichtet. Es sind stets alle Menschen jeden Geschlechts gleichermaßen gemeint.

Alle Inhalte dieses Berichts, insbesondere Texte, Fotografien und Grafiken, sind urheberrechtlich geschützt. Das Urheberrecht liegt, soweit nicht ausdrücklich anders gekennzeichnet, bei R+T Verkehrsplanung GmbH.

Inhalt

1	Aufgabe und Ziele	1
2	Aktualisierung der Verkehrserzeugung	2
3	Untersuchung der Leistungsfähigkeit des Straßennetzes 2009 (Variante 1)	4
4	Untersuchung der Leistungsfähigkeit veränderter Straßennetze (Varianten 2)	5
4.1	Aktualisierung des Straßennetzes	5
4.2	Konzeption von Verbesserungen im Straßennetz	5
4.3	Leistungsfähigkeitsuntersuchungen	8
5	Anordnung von Querungshilfen für Fußgänger	11
6	Zusammenfassung	13
	Verzeichnisse	14

1 Aufgabe und Ziele

Zur städtebaulichen Entwicklung des Konversionsgebiets Belval in den Gemeinden Esch-sur-Alzette und Sanem (Luxembourg) hat R+T im Juli 2007 ein Verkehrskonzept für das Teilgebiet Square Mile erstellt. Die Leistungsfähigkeitsuntersuchungen wurden zuletzt im Juli 2009 aktualisiert und vertieft.

Zwischenzeitlich haben sich einige Änderungen im Nutzungskonzept und in der Verkehrserschließung ergeben. Die Verkehrsbelastungen und Leistungsfähigkeitsuntersuchungen müssen deshalb fortgeschrieben werden. Dabei ist von einer unveränderten Verkehrsmittelwahl auszugehen.

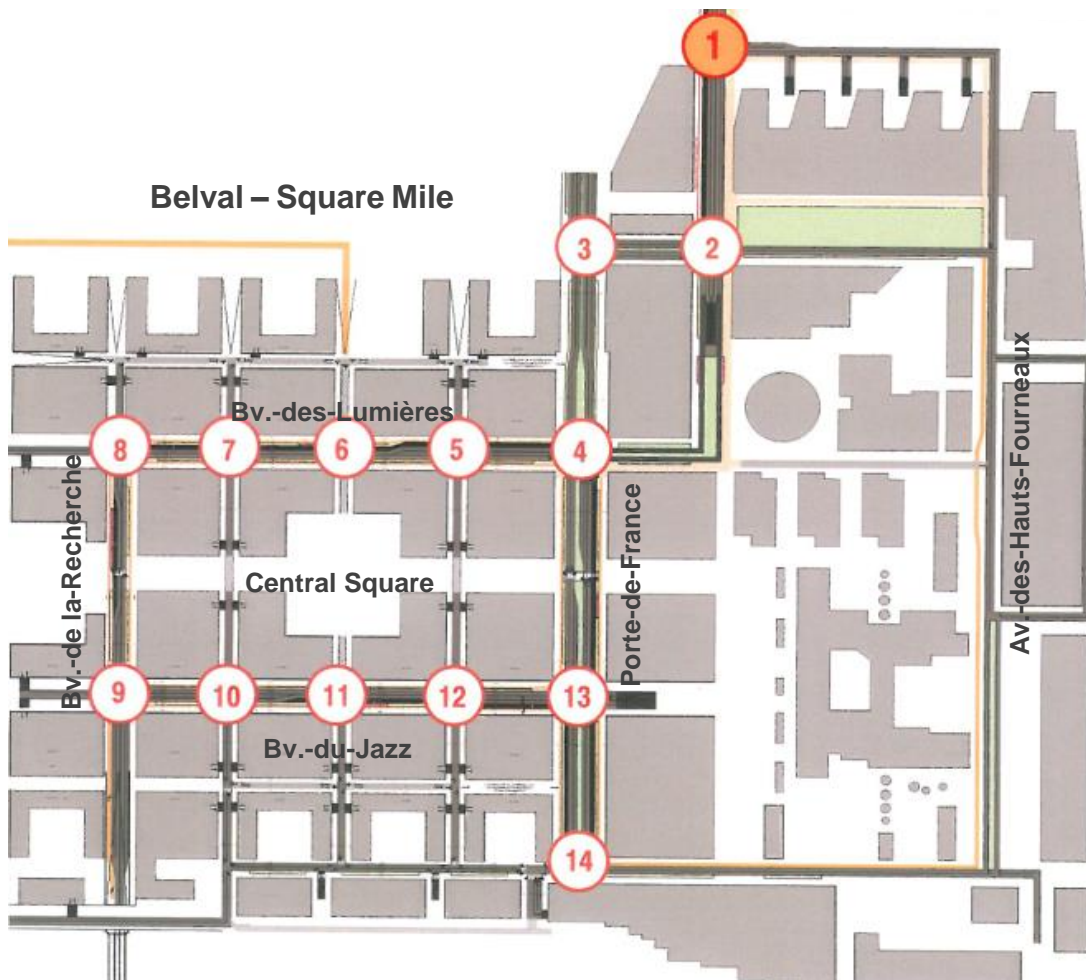


Abb.1: Belval – Knotenpunkte (nummeriert)

Nach den aktuellen planerischen Vorstellungen sollen entlang der Boulevards an den Zufahrtstraßen zum Central Square, die als „zones de rencontre“ ausgewiesen werden sollen, durchgehende Borde mit durchgehenden Geh- und Radwegen realisiert werden. Dies betrifft die Knotenpunkte 5, 7, 10 und 12. An den Seitenstraßen nördlich des Boulevards des Lumières (Knotenpunkte 5 und 7) sollen die Bordsteine optional ebenfalls durchgezogen werden.

Gleichzeitig soll die Anzahl an signalisierten Knotenpunkten in den Boulevards nach Möglichkeit reduziert werden, um einen freieren Verkehrsfluss für alle Verkehrsteilnehmer zu erreichen.

Es ist nach Möglichkeiten zu suchen, ob und wie diese Ideen verkehrsrechtlich und mit ausreichender Leistungsfähigkeit umgesetzt werden können.

Darüber hinaus sollen Empfehlungen zur Lage und Ausführung der Fußgängerquerungsstellen über die Boulevards gemacht werden.

2 Aktualisierung der Verkehrserzeugung

Die Verkehrsmengen des Kfz-Verkehrs in Square Mile wurden auf der Grundlage der aktuellen Nutzungsdaten für alle Gebäudeblöcke für einen Normalwerktag (24 Stunden und für die Spitzenstunden vor- und nachmittags) neu berechnet. Dabei wurden zunächst dieselben Kennziffern zur Verkehrserzeugung und Verkehrsmittelwahl verwendet wie in der Verkehrsuntersuchung 2009.

Die sich daraus ergebenden Verkehrsmengen wurden mit den Verkehrsmengen aus der Verkehrsuntersuchung 2009 verglichen. Daraus wurde eine Erstabschätzung hinsichtlich der Auswirkungen der Nutzungsänderungen auf die Qualität des Verkehrsablaufs im Gebiet abgeleitet.

Tabelle 1 zeigt einen Vergleich der Nutzungen 2009 und 2020.

	habitation	Bureau	service	PME	commerce	Loisir / autre	public	Gesamt
2009	114.683	222.123	26.315	35.940	26.315	0	64.754	490.130
2020	203.740	171.126	19.200	0	40.718	3.553	15.000	453.323

Tab.1: Veränderungen in der Nutzungsverteilung 2009/2020 (m² BGF)

Die Bruttogeschossfläche ist 2020 insgesamt zwar um etwa 10% niedriger als 2009, in den Spitzenstunden ergeben sich jedoch auf Grund der anderen Nutzungsverteilung andere Quell- und Zielverkehrsmengen. Vormittags sinkt durch den niedrigeren Anteil an Büros und Dienstleistungen das Zielverkehrsaufkommen, durch den deutlich höheren Anteil an Wohnnutzung steigt jedoch das Quellverkehrsaufkommen. Maßgebend ist allerdings die nachmittägliche Spitzenstunde. Die wesentlich höhere Bruttogeschossfläche an „commerce“ führt nachmittags im Ziel- und Quellverkehr zu einem deutlich erhöhten Fahrenaufkommen.

Da aus dem Nachbargebiet Terrasse HF bereits Erfahrungen mit der tatsächlichen Verkehrserzeugung von „commerce“ in Belval vorliegen, wurde untersucht, welche Verkehrsmengen, bezogen auf die Bruttogeschossfläche, das Belval Plaza erzeugt. Die Auswertung der dortigen Parkhausein- und -ausfahrten zeigt, dass der Tagesverkehr der Nutzung „commerce“ dort deutlich

geringer ist als nach den Annahmen zur Verkehrserzeugung von 2009. Es ist davon auszugehen, dass viele Einkäufe von Bewohnern, Beschäftigten und Studierenden aus dem Gebiet selbst getätigt werden, die zu Fuß zum Einkaufen gehen und so nur verhältnismäßig wenig Kfz-Verkehr erzeugen. In den Spitzenstunden, insbesondere nachmittags, wirkt sich dies allerdings schwächer aus, weil die aus den Parkhausein- und -ausfahrten ermittelten Spitzenstundenanteile höher liegen als 2009 angenommen.

Die Verkehrsmengen der Nutzung „commerce“ wurden für Square Mile an die heutigen Erfahrungen aus dem Belval Plaza angepasst. Die neuen Verkehrsmengen liegen aber, vor allem in der maßgebenden nachmittäglichen Spitzenstunde, immer noch merklich über den Werten von 2009. Der Mehrverkehr ist auf den deutlich höheren Anteil an „commerce“ zurückzuführen. Die neuen Verkehrsmengen wurden in die Ziel-/Quellmatrizen des Verkehrsmodells VI-SUM für die Spitzenstunden vor- und nachmittags implementiert.

Nachfolgend sind die gesamten Ziel-/Quellverkehre von Square Mile von 2009 und 2020 für die Spitzenstunden vor- und nachmittags vergleichend zusammengestellt.

Verkehrsmengen 2009:

- Vormittägliche Spitzenstunde
 - o Quellverkehr: **440 Kfz-Fahrten**
 - o Zielverkehr: **2100 Kfz-Fahrten**
- Nachmittägliche Spitzenstunde
 - o Quellverkehr: **2250 Kfz-Fahrten**
 - o Zielverkehr: **1040 Kfz-Fahrten**

Verkehrsmengen 2020 (mit Annahmen zur Verkehrserzeugung von 2009):

- Vormittägliche Spitzenstunde
 - o Quellverkehr: **ca. 710 Kfz-Fahrten** (+ 61%)
 - o Zielverkehr: **ca. 1970 Kfz-Fahrten** (-6%)
- Nachmittägliche Spitzenstunde
 - o Quellverkehr: **ca. 2960 Kfz-Fahrten** (+32%)
 - o Zielverkehr: **ca. 1845 Kfz-Fahrten** (+77%)

Verkehrsmengen 2020 (mit aktuellen Annahmen zur Verkehrserzeugung):

- Vormittägliche Spitzenstunde
 - o Quellverkehr: **ca. 550 Kfz-Fahrten** (+ 24%)
 - o Zielverkehr: **ca. 1720 Kfz-Fahrten** (-18%)
- Nachmittägliche Spitzenstunde
 - o Quellverkehr: **ca. 2800 Kfz-Fahrten** (+25%)
 - o Zielverkehr: **ca. 1430 Kfz-Fahrten** (+37%)

Für das Gebiet Terrasse HF wurden keine Aktualisierungen bei den Nutzungen und den verkehrlichen Kennwerten vorgenommen. Wenn die Nutzungsverteilung dort nicht ungünstiger ist als 2009 angenommen, ist dort aufgrund der tatsächlich geringeren Verkehrserzeugung aus „commerce“ möglicherweise mit weniger Kfz-Verkehr zu rechnen als im Verkehrsmodell abgebildet.

Es wird davon ausgegangen, dass sich die Struktur der Ziel-/Quellmatrix des Verkehrsmodells nicht verändert hat. Dies gilt auch für die Anbindung des Gebiets an das umliegende Straßennetz. Die Durchgangsverkehre durch Square Mile bleiben gegenüber 2009 unverändert.

3 Untersuchung der Leistungsfähigkeit des Straßennetzes 2009 (Variante 1)

Es wurde untersucht, ob das Straßennetz von 2009 mit den Verkehrsbelastungen von 2020 in der maßgebenden Spitzenstunde nachmittags noch ausreichend leistungsfähig ist. Den Berechnungen liegen die 2009 geplanten Knotenpunktgestaltungen zugrunde. Alle Knotenpunkte waren damals signalisiert geplant. Die Geh- und Radwege entlang des Boulevards-des-Lumières und des Boulevards-du-Jazz waren an den Einmündungen der Seitenstraßen unterbrochen.

Ergänzend wurde geprüft, ob und wo vorfahrtgeregelter Knotenpunkte möglicherweise ausreichen.

Zunächst wurden die Verkehrsmengen 2020 mit dem Verkehrsmodell auf das Straßennetz 2009 umgelegt und die Knotenstrombelastungen für die Spitzenstunde nachmittags ausgelesen.

Die anschließenden Leistungsfähigkeitsuntersuchungen¹ zeigen, dass in der Spitzenstunde nachmittags Leistungsfähigkeitsprobleme an den Knotenpunkten 12 und 13 zu erwarten sind. Außerdem sind an den Knoten 1, 2, 3, 4, 5, 9 und 10 Lichtsignalanlagen erforderlich. Teilweise sind die Rückstaulängen sehr lang.

¹ Die Leistungsfähigkeitsberechnungen wurden nach HBS (Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen, Ausgabe 2015; Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln) für Einzelknoten mit Festzeitprogrammen durchgeführt. Die Einflüsse von Nachbarknoten und verkehrsabhängige Steuerungen können damit nicht berücksichtigt werden.

4 Untersuchung der Leistungsfähigkeit veränderter Straßennetze (Varianten 2)

4.1 Aktualisierung des Straßennetzes

Als Grundlage für weitere Änderungen im Straßennetz wurden zunächst die bereits durchgeführten oder geplanten Veränderungen ins Verkehrsmodell implementiert.

Dies betrifft zum einen die Avenue-des-Hauts-Fourneaux. 2009 war sie noch an den Knoten 2 (Porte-de-France / Porte-des-Sciences) angebunden. Um eine stärkere Verkehrsberuhigung an der Place-de-l'Université zu ermöglichen, ist sie heute an Knoten 1 angebunden.

Zum anderen haben sich bei der Anbindung von Tiefgaragen ans Straßennetz einige Änderungen ergeben.

4.2 Konzeption von Verbesserungen im Straßennetz

Es wurde nach Möglichkeiten gesucht, wie der Wunsch durchgehender Borde und durchgehender Geh- und Radwege an den Boulevards umgesetzt und trotzdem eine ausreichende Leistungsfähigkeit erreicht werden kann.

Um die für das Straßennetz 2009 an den Knotenpunkten 12 und 13 festgestellten Leistungsfähigkeitsprobleme zu beheben, muss Verkehr vom Boulevards-du-Jazz in den Boulevard-des-Lumières verlagert werden.

Durchgehende Borde betreffen alle Anschlüsse des Central Square an den Boulevarding. An den Knotenpunkten 6 und 11, an denen die Fußgängerzone direkt an die Boulevards anschließt, sind durchgezogene Borde einfach möglich, da dort kein allgemeiner Kfz-Verkehr ein- und ausfährt.

An den Knotenpunkten 5, 7, 10 und 12 sind durchgezogene Borde nur dann möglich, wenn die einmündenden Straßen vorfahrtgeregelt sind. Bei Signalanlagen an durchgängigen Geh- und Radwegen besteht nämlich die Gefahr, dass Fußgänger und Radfahrer das Rotlicht übersehen, wenn die Straßeneinmündung aufgrund fehlender Borde nicht deutlich erkennbar ist. Probleme gibt es auch für sehgeschwache Personen, wenn sie wartepflichtig sind, aber nicht ertasten können, wo der Gehweg endet und die Fahrbahn beginnt.

Wie die Untersuchungen für das Straßennetz 2009 gezeigt haben, sind Vorfahrtregelungen an den Knotenpunkten 5, 10 und 12 nicht leistungsfähig genug. Um dort vorfahrtgeregelt Knotenpunkte zu ermöglichen, müssen die Knotenpunkte vereinfacht werden. Dies ist grundsätzlich durch eine Reduzierung von Abbiegebeziehungen oder durch Einbahnstraßen möglich. Vereinfachte Knotenpunkte sind durch ihre geringere Komplexität auch sicherer. Eine Gefahr besteht insbesondere für vorfahrtberechtigte Fußgänger und Radfahrer entlang der Boulevards, da sie von Fahrzeugen, die aus den Boulevards links in die Seitenstraßen abbiegen wollen, leicht übersehen werden,

wenn der Gegenverkehr stark ist und die Fußgänger und Radfahrer hinter parkenden Kfz geführt werden.

Im Folgenden werden die untersuchten Verkehrssysteme und ihre Wirkung auf die Verkehrsbelastungen dargestellt.

Einbahnstraßensystem

Geprüft wurde ein Einbahnstraßensystem im Boulevardring (Bv.-des-Lumières, Bv.-de-la-Recherche, Bv.-du-Jazz) entsprechend der Fahrtrichtung der Busse, d.h. gegen den Uhrzeigersinn.

Ein solches Einbahnstraßensystem ist nicht zweckmäßig, da es zu deutlichen Verkehrszunahmen vor allem an den Knoten 12 und 13 führt. Dies liegt an notwendigen Umwegfahrten im Gebiet Square Mile. Besonders nachteilig ist, dass von den Quartieren im Süden nicht mehr direkt in Richtung Tunnel West (Belvaux) gefahren werden kann, sondern der Umweg über den gesamten Boulevardring genommen werden muss.

Reduzierung von Abbiegebeziehungen

Hierzu wurden mehrere Varianten untersucht. Alle Varianten haben gemeinsam, dass auf Linksabbiegen aus den Boulevards in die Nebenstraßen verzichtet wird. Dies hat Vorteile sowohl für die Leistungsfähigkeit als auch für die Verkehrssicherheit. Außerdem kann dadurch auf Linksabbiegestreifen in den Boulevards (z.B. am Knoten 12) verzichtet werden.

In allen Varianten sind außerdem Geradeausverkehre in Nord-Süd- und Süd-/Nordrichtung der Nebenstraßen (Knoten 5, 7, 10 und 12) unterbunden. Variante 1 zeigt, dass diese Verbindungen im Verkehrssystem keine Rolle spielen. Vorfahrtberechtigte Fußgänger und Radfahrer entlang der Boulevards sind auch gefährdet, wenn die Geradeausverkehre schnell beschleunigen, um den Zweirichtungsverkehr der Boulevards kreuzen zu können und die Sicht auf Fußgänger und Radfahrer hinter parkenden Autos schlecht ist.

Variante 2-1

Variante 2-1 ist am restriktivsten. An den Anbindungen aller Nebenstraßen an die Knoten 5, 7, 10, 11 und 12 ist nur rechts rein / rechts raus zugelassen.

Ähnlich wie im Einbahnstraßensystem entstehen in Variante 2-1 insbesondere im Süden größere Umwege und damit verbunden deutliche Verkehrszuwächsen im Boulevard du Jazz und somit auch an den Knoten 12 und 13. Besonders nachteilig ist auch hier, dass von den Quartieren im Süden nicht mehr direkt in Richtung Tunnel West (Belvaux) gefahren werden kann, sondern der Umweg über die Knoten 12 oder 14 und 13 genommen werden muss.

Variante 2-2

Aus den südlichen Nebenstraßen (Avenue-du-Blues, Rue-John-Lennon, Rue-Le-Bataclan) wird auch Linkseinbiegen in den Boulevard du Jazz zugelassen, um Direktverbindungen zum Tunnel West (Belvaux) zu ermöglichen.

Am Knoten 8 wird ein Kreisverkehr eingerichtet (innerhalb der vorhandenen Borde ist ein Minikreis von ca. 18m Durchmesser möglich). Dadurch werden Verkehrsverlagerungen vom Boulevard-des-Lumières in den Boulevard-Du-Jazz und damit verbundene Umwege reduziert.

Die Knoten 12 und 13 werden durch die Maßnahmen der Variante 2-2 spürbar entlastet.

Variante 2-3

Zusätzlich zu den o.g. Maßnahmen wird Linkseinbiegen aus den Nebenstraßen des Boulevard-des-Lumières zugelassen, um weitere Umwege in Square Mile zu vermeiden und um Direktverbindungen auch aus den Quartieren im Norden zum Tunnel West (Belvaux) zu ermöglichen.

Die Knoten 12 und 13 werden durch die Maßnahmen der Variante 2-3 weiter entlastet.

Variante 2-4:

Linkseinbiegen aus den Nebenstraßen des Boulevard-des-Lumières wird nur aus den südlichen Nebenstraßen zugelassen, um für sie Direktverbindungen zum Tunnel West (Belvaux) zu ermöglichen. Linkseinbiegen aus den nördlichen Nebenstraßen ist nicht zulässig.

Die Verkehrssysteme und Knotenstrombelastungen der Varianten 1 und 2 befinden sich im **Anhang**. Nicht zulässige Verkehrsbedingungen sind darin rot dargestellt.

Möglichkeiten zur Busbeschleunigung an Kreisverkehren sind in nachfolgenden Skizzen dargestellt.

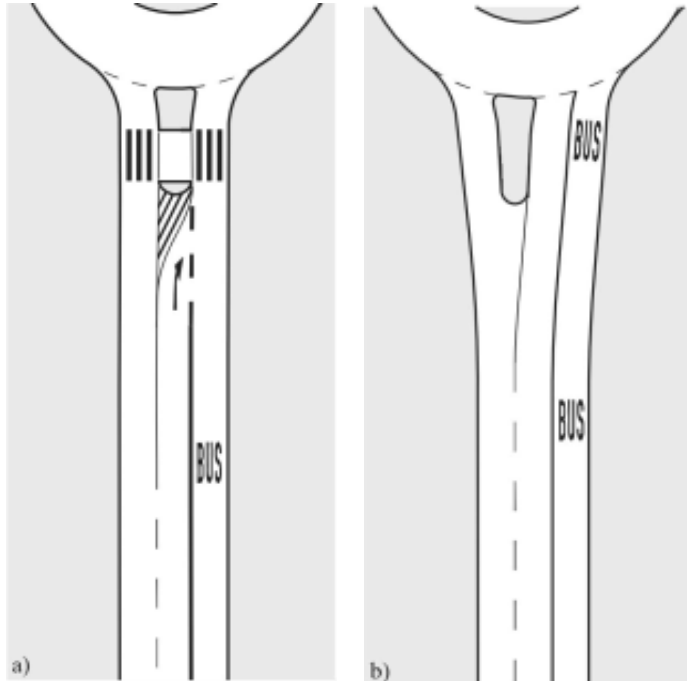


Abb.2: Busbeschleunigungsmaßnahmen an Kreisverkehren
(Quelle: Merkblatt für die Anlage von Kreisverkehren, Ausgabe 2006;
Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln)

4.3 Leistungsfähigkeitsuntersuchungen

Zunächst wurden die Leistungsfähigkeiten² in der Spitzenstunde nachmittags geprüft, die wegen der höheren Verkehrsbelastungen maßgebend ist. Auf eine Leistungsfähigkeitsuntersuchung für Variante 2-1 wurde verzichtet, da diese zu großen Umwegen und sehr hohen Verkehrsbelastungen im Boulevard-du-Jazz führt und keine ausreichende Leistungsfähigkeit erwarten lässt.

Die Varianten 2-2, 2-3 und 2-4 unterscheiden sich durch Unterschiede in den Abbiegebeziehungen an den Knotenpunkten 5, 7, 10 und 12. Deshalb wurde in einem ersten Schritt untersucht, ob die Vorfahrtregelung für die Boulevards an diesen Knotenpunkten möglich ist und welche Variante am besten geeignet ist, durchgängige Geh- und Radwege an den Boulevards zu ermöglichen.

² Die Leistungsfähigkeitsberechnungen wurden nach HBS (Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen, Ausgabe 2015; Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln) für Einzelknoten mit Festzeitprogrammen durchgeführt. Die Einflüsse von Nachbarknoten und verkehrsabhängige Steuerungen können damit nicht berücksichtigt werden.

Außerdem wurde geprüft, ob der Kreisverkehr an Knoten 8, der Bestandteil dieser Varianten ist, funktioniert.

Variante 2-4

Variante 2-4 ist nicht zweckmäßig, da die (eentlichen) Linkseinbieger aus den nördlichen Nebenstraßen am Knotenpunkt 8 (Kreisverkehr) wenden und anschließend zurück nach Osten fahren und somit den Geradeausverkehr im Boulevard-des-Lumières so stark erhöhen, dass an den Knoten 5 und 7 Linkseinbieger aus den südlichen Nebenstraßen nicht ausreichend leistungsfähig ist. Der Knoten 10 im Boulevard-du-Jazz ist ebenfalls überlastet. Die Knotenpunkte 8, 11 und 12 sind ausreichend leistungsfähig und benötigen keine Lichtsignalregelung.

Variante 2-3

Die Linkseinbieger aus den Nebenstraßen des Boulevard-des-Lumières sind auch in Variante 2-3 nicht leistungsfähig genug. Der Knoten 10 im Boulevard-du-Jazz ist ebenfalls überlastet.

Variante 2-2

In Variante 2-2 treten an den Knoten 5 und 7 keine Leistungsfähigkeitsprobleme mehr auf, da es aus den Nebenstraßen nur noch Rechtseinbieger in den Boulevard-des-Lumières gibt, die relativ unproblematisch sind.

Der Knotenpunkt 10 weist für Linkseinbieger aus der Avenue-de-Blues in den Boulevard-du-Jazz jedoch keine ausreichende Leistungsfähigkeit auf. Fußgängerschutzanlagen über den Boulevard können die Leistungsfähigkeit für Linkseinbieger erhöhen, da der Hauptstrom bei Fußgänger-GRÜN angehalten wird. Durch Fußgängerschutzanlagen im Verlauf des Boulevards entstehen auch Pulks, die ein Einbiegen aus den untergeordneten Strömen erleichtern. Des Weiteren können Fahrzeuge in der Spitzenstunde in die Rue-John-Lennon (Knoten 11)) ausweichen, wenn die Wartezeiten im starken Linksabbiegestrom der Avenue-du-Blues (Knoten 10) zu lang werden.

Eine weitere Verbesserung kann durch eine Kombination einer Fußgängerschutzanlage mit einer Teilsignalisierung des Knotenpunkts erzielt werden. Dabei wird die Hauptrichtung im Boulevard verkehrsabhängig signalisiert. Im Normalzustand ist die Signalisierung dunkel, die Hauptrichtung hat dann Vorfahrt. Wenn der Rückstau in der Nebenstraße eine definierte Länge überschreitet, erhält die Hauptrichtung ROT und wird angehalten. Der Verkehr aus der Nebenstraße kann dann ohne eigenes Signal vorfahrtsgeregelt in den Boulevard einbiegen. Diese Art der Verkehrssteuerung ist grundsätzlich auch an anderen Knotenpunkten mit vorfahrtsgeregelten Nebenstraßen möglich. Die Auswirkungen von Fußgängerschutzanlagen und Teilsignalisierungen auf die Leistungsfähigkeit der Knotenpunkte kann nur mit Hilfe einer Verkehrssimulation untersucht werden.

Im Variantenvergleich schneidet Variante 2.2 am besten ab. Sie wurde deshalb weiter verfolgt. In den nächsten Schritten wurden für diese Variante die Leistungsfähigkeiten aller Knotenpunkte in beiden Spitzenstunden vor- und nachmittags untersucht.

Dabei stellte sich heraus, dass in der vormittäglichen Spitzenstunde an keinem Knotenpunkt mit Leistungsfähigkeitsproblemen zu rechnen ist.

In der nachmittäglichen Spitzenstunde weist Knotenpunkt 4 allerdings nur eine mangelhafte Leistungsfähigkeit (QSV E) auf. Dies betrifft die nördliche und westliche Knotenpunktzufahrt. Hierfür konnte bisher keine Lösung gefunden, die zu einer ausreichenden Leistungsfähigkeit führt.

Zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit des Knotens 4 haben wir u.a. untersucht, ob auf das Linksabbiegen von der Porte de France in den Boulevard des Lumières evtl. verzichtet werden kann. Diese Maßnahme ist jedoch nicht sinnvoll, weil durch die Linksabbiegeverbote im Boulevard des Lumières die Gebäude auf der Nordseite des Boulevards aus dem Gebiet Square Mile und vom Tunnel West (Belvaux) nur schwer erreicht werden können.

QSV E bedeutet eine zeitweise Überlastung am Knotenpunkt 4, die sich jedoch immer wieder abbaut. In vielen Signalumläufen können nicht alle Fahrzeuge während einer Grünzeit abfließen, wodurch zum Teil sehr lange Wartezeiten und Rückstaus entstehen. Die rechnerisch ermittelten Rückstaulängen werden in 95% der Zeit nicht überschritten. Sie stellen damit also nicht den Normalfall, sondern einen seltenen Fall innerhalb der Spitzenstunde dar. Zu beachten ist jedoch, dass die Berechnung der Rückstaulänge im Boulevard-des-Lumières nicht berücksichtigt, dass die 2 Linksabbiegefahrstreifen nach ca. 110 m auf einen Fahrstreifen zusammengeführt werden. Dadurch verlängert sich der Rückstau noch.

Im Boulevard-des-Lumières ist der Bus von den Rückstaus nicht betroffen. In der nördlichen Zufahrt der Porte-de-France können die Wartezeiten und Rückstaus durch eine Koordinierung der Signalanlagen vermutlich reduziert werden.

Es sollte geprüft werden, ob am Knoten 4 eine mangelhafte Verkehrsqualität in der Spitzenstunde nachmittags in Kauf genommen werden kann oder ob die Verkehrsmengen durch weniger verkehrsintensive Nutzungen reduziert werden können. Nach Aussage von Agora kann sich die angenommene Bruttogeschossfläche für den besonders verkehrsintensiven Einzelhandel von ca. 40.000 m² in Square Mile noch um 5.000 bis 7.000 m² (12,5% bis 17,5%) reduzieren. Möglicherweise ist auch das Verkehrsaufkommen des Gebiets Terrasse HF geringer als angenommen, da die Verkehrserzeugung der Nutzung „commerce“ nach aktuellen Erkenntnissen unter den Annahmen von 2009 liegt.

Eine Möglichkeit zur Verbesserung der Verkehrsverhältnisse könnten eventuell weitere Minikreisel in den Boulevards sein, weil dadurch Umwege, die durch die unterbundenen Abbiegebeziehungen entstehen, vermieden werden können, was die Verkehrsbelastungen reduziert. Durch einen Minikreisel am Knoten 5 könnte am signalisierten Knoten 4 eventuell auch auf Linksabbiegen von der Porte-de-France in den Boulevard-des-Lumières verzichtet werden, was die Leistungsfähigkeit des Knotenpunktes erhöhen würde. An Minikreisverkehren können die Bordsteine an den Einmündungen ebenfalls durchgezogen werden, da sie vorfahr geregelt sind.

Lange Rückstaus treten zum Teil auch an den Knotenpunkten 2 und 9 auf.

Die Ergebnisse der Leistungsfähigkeitsberechnungen für Variante 2.2 befinden sich im **Anhang**.

5 Anordnung von Querungshilfen für Fußgänger

Wie Fußgänger an den vorfahr geregelten Knotenpunkten sicher über die Boulevards geführt werden können, hängt von den Verkehrsmengen im Kfz- und Fußgängerverkehr, der Anzahl an Fahrstreifen, der zulässigen Höchstgeschwindigkeit und den Anforderungen mobilitätseingeschränkter Personen ab. Als Querungshilfen kommen grundsätzlich Mittelinseln, Fußgängerüberwege (Zebrastreifen) und Fußgängerschutzanlagen (Fußgänger-Ampeln) in Frage.

Welche Maßnahme an welcher Stelle am besten geeignet ist, muss noch untersucht werden.

Fußgängerschutzanlagen sollten nur auf einer Knotenpunktseite angelegt werden. Dadurch können auf der anderen Seite Verkehre aus den Nebenstraßen ungehindert in die Boulevards einbiegen, wenn die Hauptrichtung ROT hat.

Am Knotenpunkt 10 wird eine Anordnung auf der Ostseite empfohlen. Dadurch ergeben sich vor allem nachmittags Vorteile für den Verkehrsablauf, da mehr Fahrzeuge in Richtung West (Boulevard-de-la-Recherche) einbiegen.

An den anderen Knotenpunkten wird eine Anordnung auf der Westseite empfohlen.

An den Knoten 5 und 12 bleiben dadurch auf der Ostseite längere Stauräume zu den signalisierten Nachbarknoten 4 und 13.

An den Knoten 6 und 11 werden gerade Fußgängerströme zwischen Nord und Süd ermöglicht. Auf der Ostseite wäre dies wegen des räumlichen Versatzes der Rue-Galileo-Galilei und Rue-Samuel-Becket bzw. Rue-John-Lennon nicht möglich.

Am Knoten 7 ergeben sich nachmittags Vorteile für den Verkehrsablauf, da mehr Fahrzeuge in Richtung Ost (Porte-de-France) einbiegen.

6 Zusammenfassung

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass durchgezogene Borde und durchgängige Geh- und Radwege an den Einmündungen der Nebenstraßen mit den vorgeschlagenen Verkehrsregelungen möglich sind. Außerdem können an vielen Knotenpunkten Signalsteuerungen vermieden werden.

An den vorfahrtgeregelten Knotenpunkten muss zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit und Verkehrssicherheit auf einige Fahrbeziehungen verzichtet werden. Variante 2-2 hat sich dabei als beste Lösung herausgestellt. Die zulässigen Verkehrsbeziehungen können aber zu jeder Zeit an die aktuellen Bedürfnisse und Verkehrsverhältnisse angepasst werden. Am Knoten 8 (Boulevard-des-Lumières / Boulevard-de-la-Recherche) wird ein Minikreisel empfohlen, um Wenden zu ermöglichen und längere Umwege zu vermeiden.

Weitere Verbesserungen der Verkehrsqualität der Nebenstraßen können an den vorfahrtgeregelten Knotenpunkten durch Fußgängerschutzanlagen über die Boulevards erreicht werden, da sie den Verkehr auf den Vorfahrtstraßen zeitweise unterbrechen. Weitere Verbesserungen lassen sich dort durch eine Teilsignalisierung erreichen, die den Verkehr in den Vorfahrtstraßen bei Bedarf öfter anhalten. Dies erscheint insbesondere für den überlasteten Linkseinbiegeverkehr aus der Rue-du-Blues am Knoten 10 zweckmäßig. Ob eine Teilsignalisierung auch dazu verwendet werden könnte, an den vorfahrtgeregelten Nebenstraßen weitere Linkseinbiegebeziehungen zu ermöglichen, kann ohne weitere Untersuchungen nicht beurteilt werden. Die konkrete Wirkung von Teilsignalisierungen kann nur mit Hilfe von Verkehrssimulationen untersucht werden.

Eine mangelhafte Verkehrsqualität liegt am Knoten 4 in der Spitzenstunde nachmittags vor. Hier stellt sich die Frage, ob diese zeitweise akzeptiert oder mit weniger verkehrsintensiven Nutzungen (insbesondere während der Spitzenstunden) vermieden werden kann. Lange Rückstaus treten auch an den Knoten 2 und 9 auf.

Verbesserungen im Verkehrsablauf können eventuell durch einen vermehrten Einsatz von Minikreisverkehren in den Boulevards erreicht werden, da dadurch Umwege entfallen und auf Linksabbiegen am Knoten 4 von der Porte-de-France eventuell verzichtet werden kann.

Es wird darauf hingewiesen, dass die Leistungsfähigkeiten mit analytischen Verfahren für Einzelknotenpunkte berechnet wurden. Gegenseitige Abhängigkeiten zwischen den Knotenpunkten sowie die Wirkung koordinierter und verkehrsabhängiger Signalsteuerungen können damit nicht beurteilt werden.

Verzeichnisse

Abbildungen

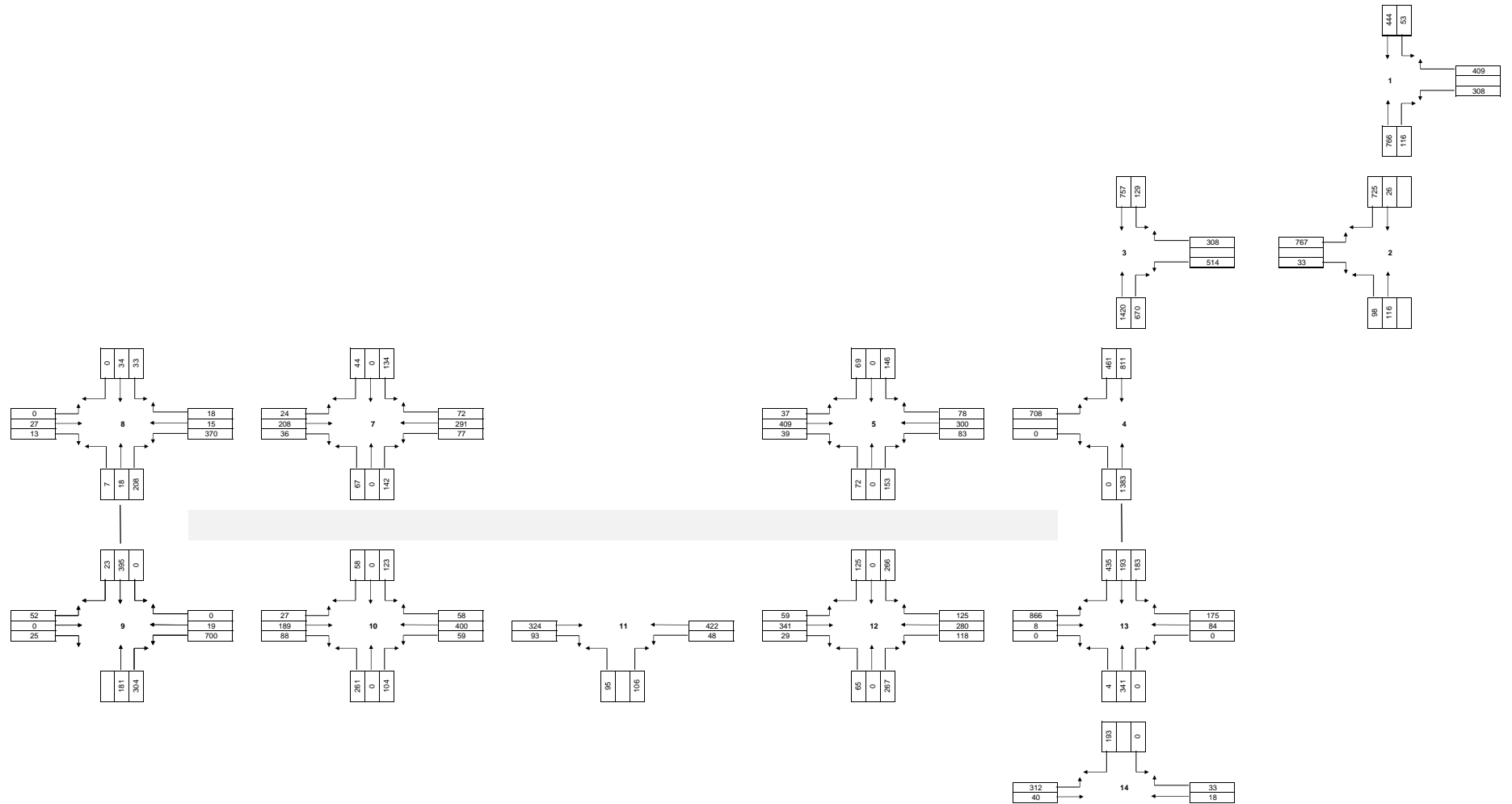
- Abbildung 1 Belval – Knotenpunkte (nummeriert)
- Abbildung 2 Busbeschleunigungsmaßnahmen an Kreisverkehren

Anlagen

- Anlage 1 Verkehrssysteme und Verkehrsbelastungen
 - Varianten 1, 2-1, 2-3, 2-4: Spitzenstunde nachmittags
 - Variante 2.2: Spitzenstunden vor- und nachmittags
- Anlage 2 Leistungsfähigkeiten Variante 2-2:
 Spitzenstunden vor- und nachmittags

Variante 1 - unterbrochene Gehwege - Nachmittägliche Spitzenstunde

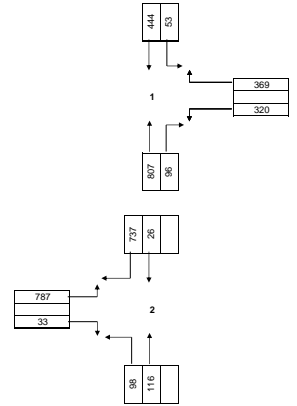
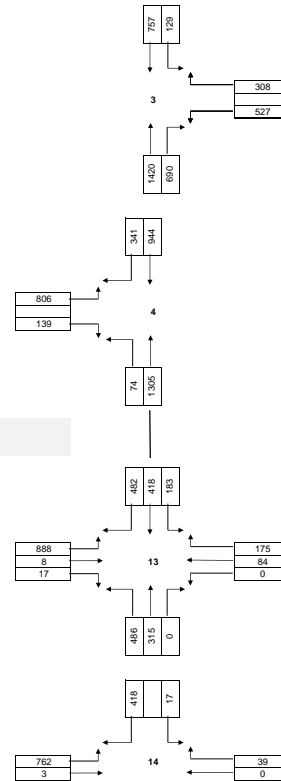
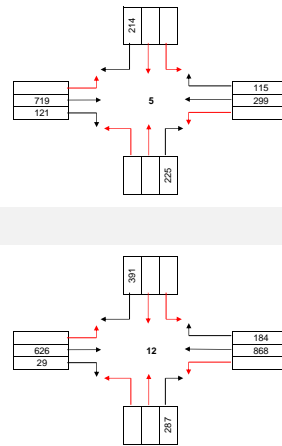
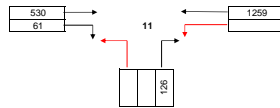
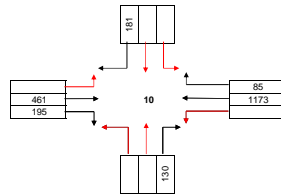
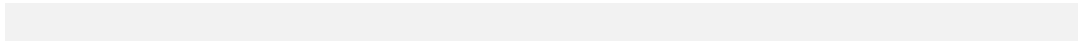
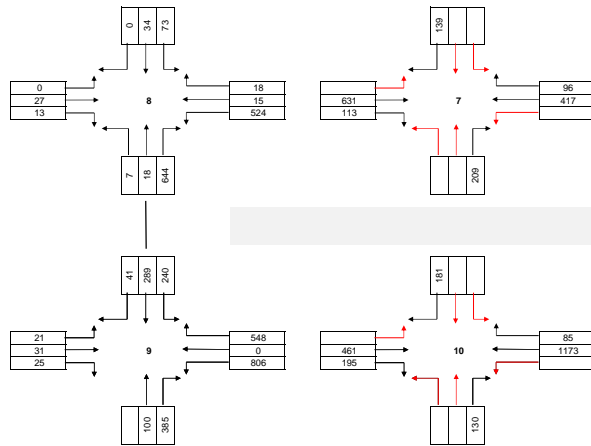
Anlage 1



Variante 2-1 - durchgehende Gehwege - Nachmittägliche Spitzenstunde

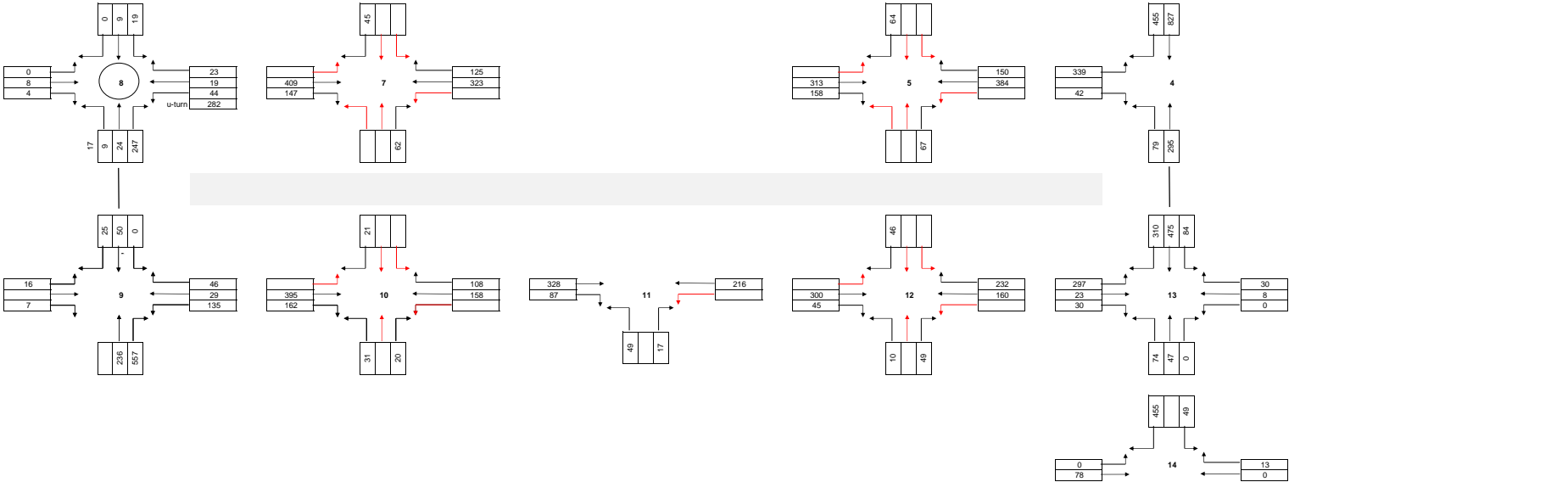
rechts rein, rechts raus

Anlage 1



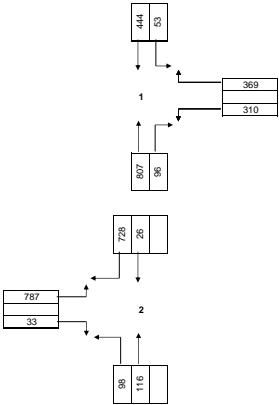
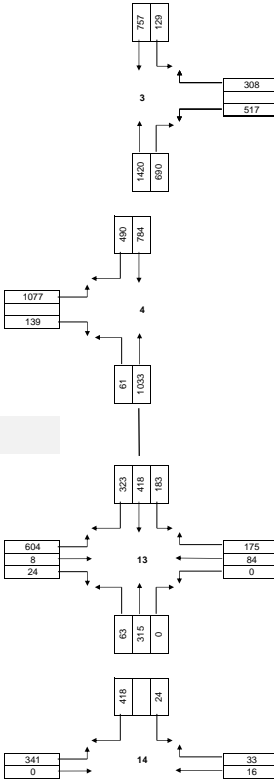
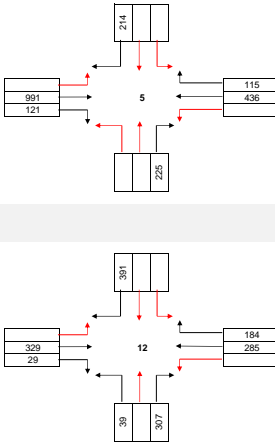
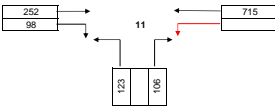
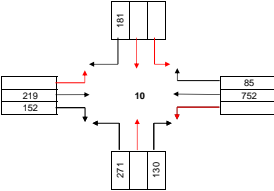
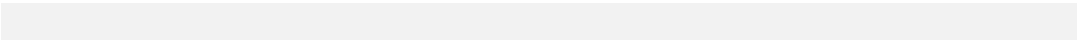
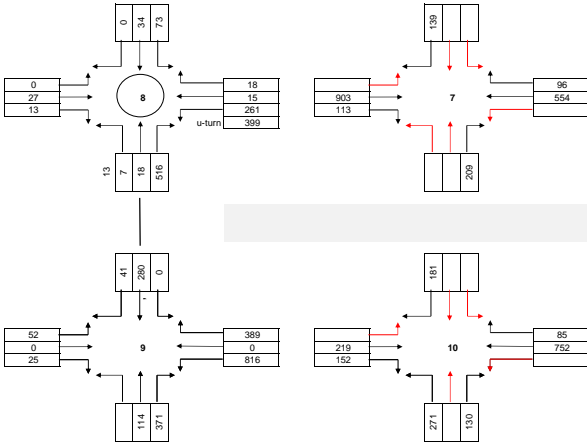
Variante 2.2 - durchgehende Gehwege - Vormittägliche Spitzenstunde

KP 8 als Kreisverkehr
Kp 10, 11 und 12 Linksabbiegen aus Nebenstraßen erlaubt, Abbiegen von der Hauptstraße aus nicht erlaubt
KP 5 und 7 nur rechts rein, rechts raus



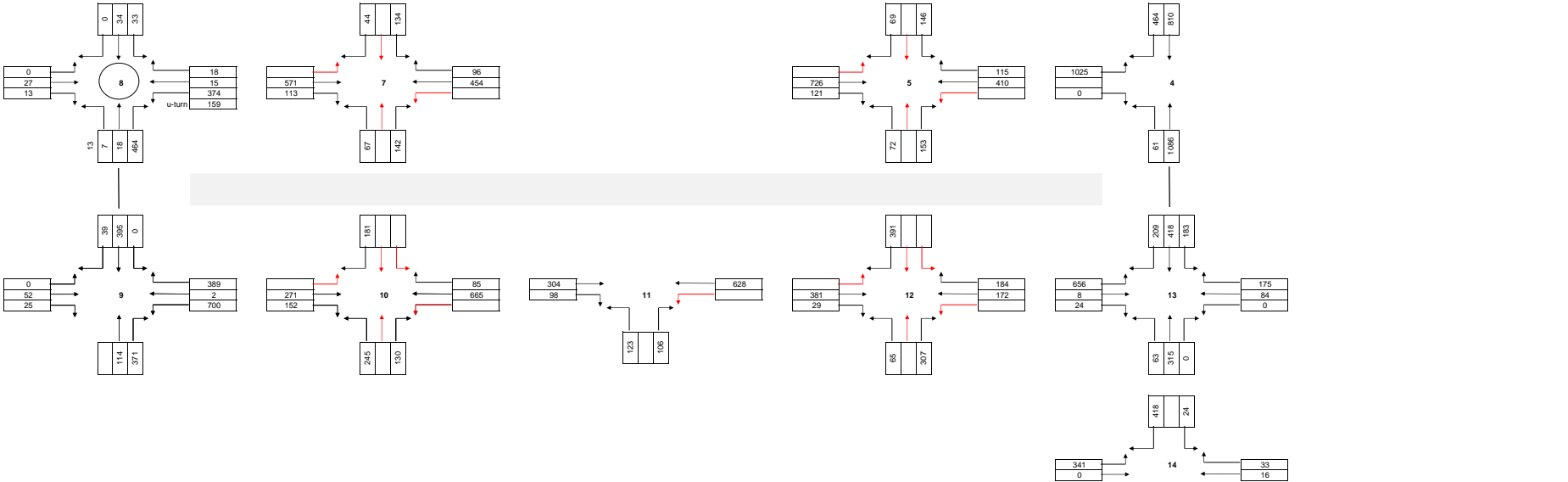
Variante 2.2 - durchgehende Gehwege - Nachmittägliche Spitzenstunde

KP 8 als Kreisverkehr
Kp 10, 11 und 12 Linksabbiegen aus Nebenstraßen erlaubt, Abbiegen von der Hauptstraße aus nicht erlaubt
KP 5 und 7 nur rechts rein, rechts raus



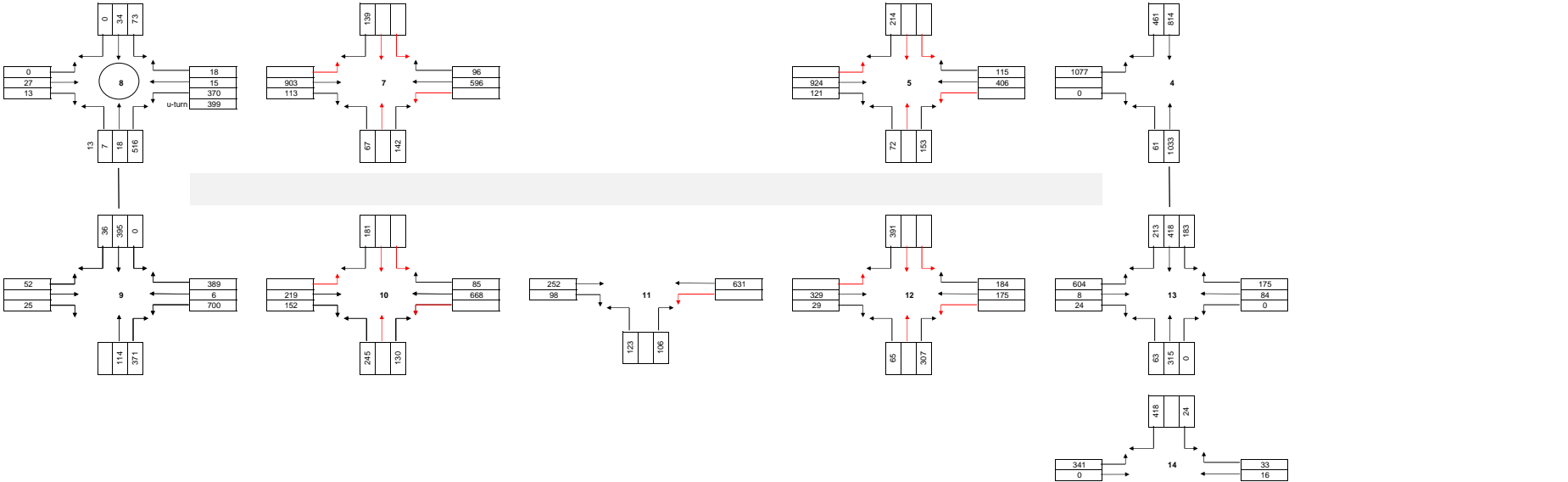
Variante 2.3 - durchgehende Gehwege - Nachmittägliche Spitzenstunde

KP 8 als Kreisverkehr
Kp 10, 11 und 12 Linksabbiegen erlaubt, Abbiegen von der Hauptstraße aus nicht erlaubt
KP 5 und 7 teils Linksabbiegen erlaubt



Variante 2.4 - durchgehende Gehwege - Nachmittägliche Spitzenstunde

KP 8 als Kreisverkehr
Kp 10, 11 und 12 Linksabbiegen erlaubt, Abbiegen von der Hauptstraße aus nicht erlaubt
KP 5 und 7 teils Linksabbiegen erlaubt



Knotenpunkt	Spitzenstunde vormittags	Knotenpunktform	Qualitätsstufe des Verkehrsablaufs / Leistungsfähigkeit			empfohlene Verkehrsregelung
			Vorfahrt geregelt	Lichtsignalanlage	Qualitätsstufe des Verkehrsablaufs (QSV) und Rückstaulängen	
1			aus Verkehrssicherheitsgründen ist eine Vorfahrtregelung mit dieser Fahrstreifenaufteilung und den Verkehrsbelastungen nicht empfehlenswert	vormittags: QSV C Verkehrsqualität befriedigend	Lichtsignalanlage 	Lichtsignalanlage
2			aus Verkehrssicherheitsgründen ist eine Vorfahrtregelung mit dieser Fahrstreifenaufteilung und den Verkehrsbelastungen nicht empfehlenswert	vormittags: QSV C Verkehrsqualität befriedigend	Lichtsignalanlage 	Lichtsignalanlage
3			aus Verkehrssicherheitsgründen ist eine Vorfahrtregelung mit dieser Fahrstreifenaufteilung und den Verkehrsbelastungen nicht empfehlenswert	vormittags: QSV C Verkehrsqualität befriedigend	Lichtsignalanlage 	Lichtsignalanlage
4			aus Verkehrssicherheitsgründen ist eine Vorfahrtregelung mit dieser Fahrstreifenaufteilung und den Verkehrsbelastungen nicht empfehlenswert	vormittags: QSV D Verkehrsqualität ausreichend	Lichtsignalanlage 	Lichtsignalanlage
5			vormittags: QSV A Verkehrsqualität sehr gut	Vollsignalisierung nicht möglich auf Grund durchgehender Gehwege	Vorfahrtregelung 	Vorfahrtregelung
7			vormittags: QSV A Verkehrsqualität sehr gut	Vollsignalisierung nicht möglich auf Grund durchgehender Gehwege	Vorfahrtregelung 	Vorfahrtregelung
8			Minikreisverkehr, Durchmesser 18m vormittags: QSV A Verkehrsqualität sehr gut	nicht notwendig	Minikreisverkehr 	Minikreisverkehr
9			aus Verkehrssicherheitsgründen ist eine Vorfahrtregelung mit dieser Fahrstreifenaufteilung und den Verkehrsbelastungen nicht empfehlenswert	vormittags: QSV C Verkehrsqualität befriedigend	Lichtsignalanlage 	Lichtsignalanlage

Knotenpunkt	Spitzenstunde vormittags	Knotenpunktform	Qualitätsstufe des Verkehrsablaufs / Leistungsfähigkeit			empfohlene Verkehrsregelung
			Vorfahrt geregelt	Lichtsignalanlage	Qualitätsstufe des Verkehrsablaufs (QSV) und Rückstaulängen	
10			vormittags: QSV A Verkehrsqualität sehr gut	Vollsignalisierung nicht möglich auf Grund durchgehender Gehwege	Vorfahrtregelung 	Vorfahrtregelung
11			vormittags: QSV A Verkehrsqualität sehr gut	Vollsignalisierung nicht notwendig auf Grund befriedigender Leistungsfähigkeit der Vorfahrtregelung	Vorfahrtregelung 	Vorfahrtregelung
12			vormittags: QSV A Verkehrsqualität sehr gut	Vollsignalisierung nicht möglich auf Grund durchgehender Gehwege	Vorfahrtregelung 	Vorfahrtregelung
13			aus Verkehrssicherheitsgründen ist eine Vorfahrtregelung mit dieser Fahrstreifenaufteilung und den Verkehrsbelastungen nicht empfehlenswert	vormittags: QSV C Verkehrsqualität befriedigend	Lichtsignalanlage 	Lichtsignalanlage
14			vormittags: QSV A Verkehrsqualität sehr gut Vorfahrtregelung Abknickende Vorfahrt (Nord- West)	Signalisierung nicht notwendig	Vorfahrtregelung Abknickende Vorfahrt 	Vorfahrtregelung Abknickende Vorfahrt

Knoten- punkt	Spitzenstunde nachmittags	Knotenpunktform	Qualitätsstufe des Verkehrsablaufs / Leistungsfähigkeit			empfohlene Verkehrs- regelung
			Vorfahrt geregelt	Lichtsignal- anlage	Qualitätsstufen des Verkehrsablaufs (QSV) und maßgebende Rückstaulängen	
1			aus Verkehrssicher- heitsgründen ist eine Vorfahrtregelung mit dieser Fahrstreifenauf- teilung und den Verkehrsbelas- tungen nicht empfehlenswert	nachmittags: QSV C (maßgebend) Verkehrsqualität befriedigend	Lichtsignalanlage 	Lichtsignalanlage
2			aus Verkehrssicher- heitsgründen ist eine Vorfahrtregelung mit dieser Fahrstreifenauf- teilung und den Verkehrsbelas- tungen nicht empfehlenswert	nachmittags: QSV D (maßgebend) Verkehrsqualität ausreichend, Fußgänger F1 und F4 QSV E (83 Sekunden Wartezeit), teils langer Rückstau Richtung Norden	Lichtsignalanlage 	Lichtsignalanlage
3			aus Verkehrssicher- heitsgründen ist eine Vorfahrtregelung mit dieser Fahrstreifenauf- teilung und den Verkehrsbelas- tungen nicht empfehlenswert	nachmittags: QSV D (maßgebend) Verkehrsqualität ausreichend, teils langer Rückstau (Richtung Süden 162m, Richtung Osten 116m)	Lichtsignalanlage 	Lichtsignalanlage
4			aus Verkehrssicher- heitsgründen ist eine Vorfahrtregelung mit dieser Fahrstreifenauf- teilung und den Verkehrsbelas- tungen nicht empfehlenswert	nachmittags: QSV E (maßgebend) Verkehrsqualität mangelhaft, teils langer Rückstau (Richtung Norden 270m, Richtung Westen 225m)	Lichtsignalanlage 	Lichtsignalan- lage; QSV E für westliche und nördliche Zufahrt Auslastung liegt bei 95%. Es sollte geprüft werden, ob dies zeitweise akzeptiert werden kann.
5			nachmittags: QSV A (maßgebend) Verkehrsqualität sehr gut	Vollsignalisier- ung nicht möglich auf Grund durchgehender Gehwege	Vorfahrtregelung 	Vorfahrtregelung
7			nachmittags: QSV C (maßgebend) Verkehrsqualität befriedigend	Vollsignalisier- ung nicht möglich auf Grund durchgehender Gehwege	Vorfahrtregelung 	Vorfahrtregelung
8			Minikreisverkehr, Durchmesser 18m nachmittags: QSV B (maßgebend)	nicht notwendig	Minikreisverkehr 	Minikreisverkehr
9			aus Verkehrssicher- heitsgründen ist eine Vorfahrtregelung mit dieser Fahrstreifenauf- teilung und den Verkehrsbelas- tungen nicht empfehlenswert	nachmittags: QSV D (maßgebend) Verkehrsqualität ausreichend; Rückstau nachmittags Richtung Osten sehr lang (224m)	Lichtsignalanlage 	Lichtsignalan- lage teils langer Rückstau Richtung Osten

Knoten- punkt	Spitzenstunde nachmittags	Knotenpunktform	Qualitätsstufe des Verkehrsablaufs / Leistungsfähigkeit			empfohlene Verkehrs- regelung
			Vorfahrt geregelt	Lichtsignal- anlage	Qualitätsstufen des Verkehrsablaufs (QSV) und maßgebende Rückstaulängen	
10			nachmittags: QSV F (maßgebend) Verkehrsqualität mangelhaft / Überlastung	Vollsignalisier- ung nicht möglich auf Grund durchgehender Gehwege	Vorfahrtregelung 	Erhöhung der Verkehrsqualität für Linkseinbieger möglich durch Fußgänger- schutzanlage und Teilsignalisierung im Bv. de Jazz und/oder Ausweichen über die Knoten 11 und 12.
11			nachmittags: QSV C (maßgebend) Verkehrsqualität befriedigend	Vollsignalisier- ung nicht notwendig auf Grund befriedigender Leistungsfähig- keit der Vorfahrtregelung	Vorfahrtregelung 	Vorfahrtregelung
12			nachmittags: QSV B (maßgebend) Verkehrsqualität gut	Vollsignalisier- ung nicht möglich auf Grund durchgehender Gehwege	Vorfahrtregelung 	Vorfahrtregelung
13			aus Verkehrssicher- heitsgründen ist eine Vorfahrtregelung mit dieser Fahrstreifenauf- teilung und den Verkehrsbelast- ungen nicht empfehlenswert	nachmittags: QSV D (maßgebend) Verkehrsqualität ausreichend	Lichtsignalanlage 	Lichtsignalanlage
14			nachmittags: QSV A (maßgebend) Verkehrsqualität sehr gut Vorfahrtregelung: Abknickende Vorfahrt (Nord- West)	Signalisierung nicht notwendig	Vorfahrtregelung Abknickende Vorfahrt 	Vorfahrtregelung Abknickende Vorfahrt