B+S
INGENIEURE UND PLANER

Zürich, 18.05.2018

Stadt Zürich, Tiefbauamt

Bellerivestrasse

Verkehrsgutachten

B+S AG
Eggbühlstrasse 36 | Postfach 5449
CH-8050 Zürich | +41 43 422 40 40

www.bs-ing.ch

Impressum

Auftraggeber **Stadt Zürich,**
Tiefbauamt Zürich
Projektleitung Marcel Lippuner

Projektbeteiligte **Tiefbauamt Zürich (TAZ)**
Stefano Canepa
Reto Kurt

Dienstabteilung Verkehr (DAV)
Julie Stempfel
Urs Birchmeier

Projektbearbeitung **B+S AG**
Matthias Schauwecker, +41 43 422 40 56, m.schauwecker@bs-ing.ch
Daniel Fagone, +41 43 422 40 52, d.fagone@bs-ing.ch
Stefan Beutler, +41 31 356 81 47, s.beutler@bs-ing.ch

Änderungsverzeichnis

VERSION	DATUM	VERFASSER	BEMERKUNGEN
0.1	07.12.2017	Matthias Schauwecker	Zwischenstand
1.0	29.02.2018	Matthias Schauwecker	1. Entwurf
1.1	13.03.2018	Matthias Schauwecker	Einarbeitung Rückmeldungen M. Lippuner
1.2	06.04.2018	Matthias Schauwecker	Einarbeitung Workshop TAZ/DAV ENTWURF
1.3	18.05.2018	Matthias Schauwecker	Einarbeitung Rückmeldungen Projektbeteiligte

Inhalt

1 Zusammenfassung 4

2 Ausgangslage 11

3 Situationsanalyse 12

3.1 Strassenraum 12
3.2 Fussverkehr 16
3.3 Veloverkehr 18
3.4 Öffentlicher Verkehr 20
3.5 Motorisierter Individualverkehr 21

4 Grundlagen Leistungsfähigkeit 29

4.1 Übergeordnete Vorgaben 29
4.2 Praktische Leistungsfähigkeit 29
4.3 Theoretische Leistungsfähigkeit der einzelnen Knoten 31
4.4 Einfluss der Umlaufzeit auf die Leistungsfähigkeit 32
4.5 Einfluss der Länge der Fussgängerstreifen auf die Leistungsfähigkeit 33
4.6 Leistungsfähigkeit Grüne Welle 33
4.7 Einfluss der Geschwindigkeit auf die Leistungsfähigkeit 36
4.8 Einfluss des Veloverkehrs auf die Leistungsfähigkeit 37
4.9 Einfluss der Fahrstreifenbreiten auf die Leistungsfähigkeit 37
4.10 Praktische Sättigungsrate 37
4.11 Knotenform 39
4.12 Erkenntnisse Leistungsfähigkeit 41

5 Verkehrstechnische Machbarkeit Richtungswechselbetrieb 42

5.1 Realisierte Beispiele 42
5.2 Anforderungen 45
5.3 Signalisation und Markierung auf freier Strecke 46
5.4 Beginn/Ende des Richtungswechselbetriebs 46
5.5 Knoten ohne Linksabbiegen 47
5.6 Knoten mit Linksabbiegen 49
5.7 Veloführung 57
5.8 Optik 57
5.9 Verkehrsüberwachung 57
5.10 Kosten 57
5.11 Erkenntnisse Richtungswechselbetrieb 59

6 Varianten 60

6.1 Methodik 61
6.2 Variante A1: zwei Fahrstreifen in der Bellerivestrasse 62
6.3 Variante A2: zwei Fahrstreifen in der Bellerivestr. von Kreuz- bis Horneggstr. 67
6.4 Variante A3: zwei Fahrstreifen in der Bellerivestr. mit Aufhebung LSA 70
6.5 Variante B: drei Fahrstreifen Utoquai/Bellerivestrasse 74
6.6 Variante C1: drei Fahrstreifen im Richtungswechselbetrieb 78
6.7 Variante C2: drei Fahrstreifen im RWB zwischen Kreuz- und Bindschedlerstr. 81
6.8 Variante C3: drei Fahrstreifen im RWB zwischen Dufourstr. und Tiefenbrunnen 84
6.9 Variante D: Optimierungen im Utoquai 86
6.10 Variante T40 Seefeldquai bis Ida-Bindschedlerstrasse 89
6.11 Variante T30 Seefeldquai bis Ida-Bindschedlerstrasse 91
6.12 Variante T30/T40 Seefeldquai bis Stadtgrenze 93
6.13 Geschwindigkeitsbeschränkungen Nacht 94

7 Fazit 95

1 Zusammenfassung

Ausgangslage

Auf der Achse Utoquai – Bellerivestrasse sind derzeit drei Projekte geplant. Die Sanierung der Bellerivestrasse, die Realisierung eines Zweirichtungsradwegs am Utoquai und die Sanierung des Lehnenviadukts. Gegen die Projekte hat sich verschiedentlich Widerstand formiert. Mehrfach wurden Spur- und Geschwindigkeitsreduktionen sowie Lösungen für den Veloverkehr gefordert. Ausserdem werden die Eingriffe in die Quaianlage am Utoquai im Zusammenhang mit dem geplanten Zweirichtungsradweg kritisch gesehen. Eine gemeinderätliche Motion fordert zudem ein Verkehrsversuch mit einem Richtungswechselbetrieb (RWB). Das Spurlayout würde auf drei Fahrstreifen reduziert, je ein Fahrstreifen stadteinwärts und ein Fahrstreifen stadtauswärts sowie den mittleren Fahrstreifen, der im Richtungswechselbetrieb jeweils in Hauptlastrichtung freigegeben wird.

Aus diesen Gründen hat das Tiefbauamt beschlossen, die Machbarkeit und die verkehrliche Wirkung von Spur- und Geschwindigkeitsreduktionen auf der Achse Utoquai – Bellerivestrasse im Rahmen eines Verkehrsgutachtens untersuchen zu lassen, mit dem Ziel die verschiedenen Möglichkeiten und die damit verbundenen Vor- und Nachteile zusammengefasst aufzuzeigen.

Situationsanalyse

Die vierspurige (teilweise fünfspurige) Achse Bellerivestrasse – Utoquai verläuft entlang des Zürichseeufer und stellt eine wichtige Einfallsachse ins Stadtzentrum dar. Auf ihr verkehren (Je nach Abschnitt) pro Tag rund 30'000 – 50'000 Fahrzeuge. Als Grundlage für die Leistungsfähigkeitsbewertung wurde ein Mengengerüst erhoben, das die mittleren und maximalen Verkehrsstärken im betrachteten Perimeter angibt.

Stadteinwärts, vor dem Bellevue, ist häufig mit Rückstau zu rechnen. Entlang der gesamten Achse ist in beide Richtungen eine Grüne Welle eingerichtet, die den Autofahrer bei guten Verkehrsverhältnissen erlaubt, ohne Halte von der Stadtgrenze bis zum Bellevue zu gelangen.

Die Bellerivestrasse weist keine Velostreifen auf und ist (abgesehen vom Abschnitt Dufourstrasse bis Stadtgrenze) im Richtplan nicht als Veloroute vorgesehen. Ein gewisser Bedarf für den Veloverkehr wird allerdings, aufgrund der Schwächen der Parallelrouten, durchaus ausgemacht. Im Utoquai verläuft eine Haupt- und Komfortroute gemäss dem Masterplan Velo, der Bedarf für einen Zweirichtungsradweg ist also zweifelslos vorhanden. Gemäss den Velostandards der Stadt Zürich ist eine alternative Führung der Komfortroute mittels Velostreifen auf der Fahrbahn aufgrund der hohen Verkehrsmengen im Utoquai nicht möglich.

Neben dem Veloverkehr und dem motorisierten Individualverkehr werden im Kapitel Situationsanalyse die wichtigsten Rahmenbedingungen hinsichtlich des Strassenraums, des Fussverkehrs und des öffentlichen Verkehrs aufgezeigt.

Grundlagen Leistungsfähigkeit

Als Grundlage für die Leistungsfähigkeitsbewertung wurde die Leistungsfähigkeit aller LSA-Knoten (Lichtsignalanlagen) im Perimeter im Ist-Zustand berechnet. Im Weiteren wurden die verschiedenen Einflüsse auf die Leistungsfähigkeit untersucht. Auf Basis dieser Grundlagen ist eine einheitliche Bewertung der Leistungsfähigkeit der verschiedenen Varianten möglich. Nachfolgend die wichtigsten Erkenntnisse:

- Die übergeordneten Vorgaben zur Leistungsfähigkeit können dann erfüllt werden, wenn die heute vorhandenen, maximalen Verkehrsstärken auf den Gesamtabschnitt bezogen auch weiterhin verarbeitet werden können.
- An den einzelnen Knoten sind derzeit teilweise noch Leistungsreserven vorhanden. Massgebend für das Gesamtsystem ist die Leistungsfähigkeit des Bellevues.
- Durch Erhöhung der LSA-Umlaufzeiten von heute 45 s auf beispielsweise 60 s kann die Leistungsfähigkeit in der Bellerivestrasse deutlich erhöht werden. Allerdings werden auch die Wartezeiten für die Fussgänger und die querenden Ströme erhöht. Umlaufzeiten von mehr als 60 s sind deshalb problematisch.
- Bei LSA-geregelten Fussgängerübergängen ist die Leistungsfähigkeit (pro Fahrspur) umso tiefer, je mehr Fahrspuren ohne Mittelinseln überquert werden müssen. D.h. ein vierspuriges Spurlayout ist nicht grundsätzlich doppelt so leistungsfähig wie ein zweispuriges Layout.

- Im speziellen Fall der Bellerivestrasse kann die Leistungsfähigkeit der Grünen Welle durch eine Reduktion der Koordinationsgeschwindigkeit erhöht werden.
- Knoten ohne LSA kommen in der Bellerivestrasse aus Leistungsfähigkeitsgründen an den meisten Knoten nicht in Betracht.

Richtungswechselbetrieb

In Kapitel 5 wurde geprüft, wie ein Richtungswechselbetrieb (RWB), wie er in der Motion gefordert wird, hinsichtlich der Markierung und Signalisation ausgestaltet werden könnte. Es wird davon ausgegangen, dass für die Einführung eines Richtungswechselbetriebs eine Ausnahmegenehmigung durch das ASTRA zwingend ist.

Ein Richtungswechselbetrieb kann zwar auf freier Strecke verkehrstechnisch klar und verständlich signalisiert und markiert werden. Bei innerörtlichen Gegebenheiten, insbesondere bei Knoten mit starken Linksabbiegeströmen, bestehen aber starke Vorbehalte bezüglich der Verkehrssicherheit und der Leistungsfähigkeit.

Zwar sind bei Knoten mit Linksabbiegestrom verschiedene Lösungsansätze denkbar, vor allem aber bei grossen Verkehrsstärken und einem hohen Anteil an ortsunkundigen Verkehrsteilnehmern (eine solche Situation besteht am Knoten Utoquai / Kreuzstrasse), konnten kein vorbehaltlos überzeugender Lösungsansatz gefunden werden.

Würde, wie in der Motion gefordert, vom Bellevue bis zum Bahnhof Tiefenbrunnen ein Richtungswechselbetrieb umgesetzt, wird damit gerechnet, dass insgesamt in etwa 50 Portale mit FLS-Anzeigen (Fahrstreifen-Lichtsignale) und/oder Wechselsignalen erstellt werden müssen. Daraus resultieren gegenüber einer "konventionellen" Lösung Zusatzkosten von 4 bis 7 Mio. CHF. Zudem ist auch zu beachten, dass durch die nicht unerhebliche Anzahl an Anzeigen und Signalen auch eine optische Beeinträchtigung, ein sogenannter "Schilderwald", entstehen kann.

Auch wenn ein Richtungswechselbetrieb nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden kann, so stellt dieser doch ein erheblicher und risikobehafteter Eingriff in das Verkehrsgefüge und die städtebauliche Situation dar, der sich nur mit dem Erzielen eines hohen Nutzens rechtfertigen kann. Ob sich ein solcher erzielen lässt, ist jedoch hinsichtlich der (vgl. Abschnitt Variante C1-C2) gewonnen Erkenntnisse zumindest fragwürdig.

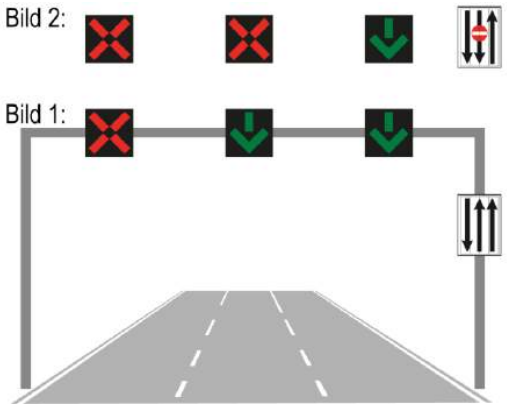


Abbildung 5-6: Fahrstreifen-Lichtsignal-System mit Wechselsignalisation (Variante C1-C3)

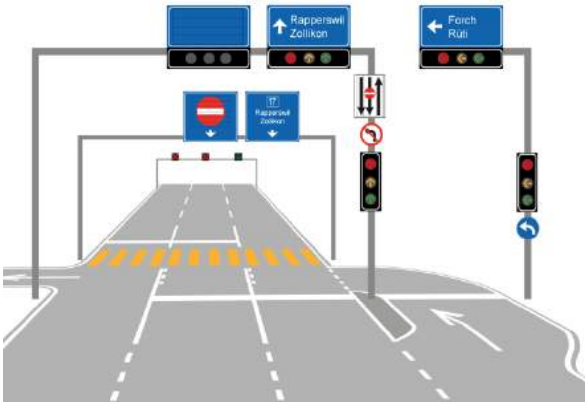


Abbildung 5-17: Signalisation "indirekter" Linksabbiegestreifen mittels Wechselsignalen

Varianten Spurlayout

Ausgehend von den Forderungen der Einsprecher und der Motion im Gemeinderat, wurden die Varianten A1, A2, B, und C1 bezüglich des Spurlayouts definiert. Bei der Bearbeitung wurde erkannt, dass Untervarianten oder anderweitige Optimierungen sinnvoll sein können, woraus die Varianten A3, C2, C3 und D abgeleitet wurden.

In Tabelle 1-1 sind die Potentiale und Risiken der verschiedenen Spur-Varianten hinsichtlich der verkehrlichen Wirkung und ausgewählter städtebaulicher Aspekte stichwortartig zusammengestellt. Mit ↯ gekennzeichnete Punkte werden als besonders kritisch eingeschätzt. Die ausführliche Tabelle ist in Kapitel 7 - Fazit ersichtlich.

	Variante A1 **2FS**	**Variante A2** **2 FS**	**Variante A3** **2 FS**	**Variante B** **3 FS** (fix)	**Variante C1** **3 FS RWB**	**Variante C2** **3 FS RWB**	**Variante C3** **3 FS RWB**	**Variante D** **4 FS** optimiert
	Kreuzstr. bis Stadtgrenze	Kreuz- bis Horneggstr.	Kreuz- bis Horneggstr.	Bellevue bis Stadtgrenze	Bellevue bis Tiefen-brunnen	Kreuz- bis Ida-Bind-schedlerstr.	Dufourstr. bis Tiefen-brunnen	Utoquai
Potentiale / Stärken	■ Velostreifen in Bellerivestr. ■ Gestaltungs-spielraum in Bellerivestr. ■ Alleenkonzept ■ Velolösung Lehnenviadukt	■ Velostreifen in Bellerivestr. ■ Gestaltungs-spielraum in Bellerivestr. ■ Alleenkonzept	■ Velostreifen in Bellerivestr. ■ Gestaltungs-spielraum in Bellerivestr. ■ Alleenkonzept ■ Grüne Welle	■ Veloweg im Utoquai ■ Velostreifen in Bellerivestr. ■ Grüne Welle	■ Veloweg im Utoquai ■ Velostreifen in Bellerivestr. ■ Velolösung Lehnenviadukt ■ Grüne Welle	■ Velostreifen in Bellerivestr. ■ Grüne Welle	■ Velolösung Lehnenviadukt ■ Grüne Welle	■ Veloweg im Utoquai ■ Grüne Welle
Risiken / Schwächen	↯ Leistungs-defizit Tiefen-brunnnen ↯ Grüne Welle ■ Ausweich-verkehr	↯ Grüne Welle ■ Hochbelastet ■ Rückstau ■ Ausweich-verkehr	■ Aufhebung Knoten / FG-Übergänge ■ Hochbelastet ■ Rückstau	■ Hochbelastet ■ Verbreiterung Fahrbahn	↯ Leistungs-defizit Bellevue ↯ Vorbehalte Verkehrs-sicherheit und Leistung ■ Fehlende Erfahrungswerte ■ Verbreiterung Fahrbahn ■ Schilderwald	■ Fehlende Erfahrungswerte ■ Verbreiterung Fahrbahn ■ Schilderwald	■ Fehlende Erfahrungswerte ■ Schilderwald	■ Geringfügige Verlustzeiten
Abzuklären	■ Verkehrs-simulation	■ Verkehrs-simulation	■ Verkehrs-simulation	■ Verkehrs-simulation ■ Plafonierung	■ Verkehrs-simulation ■ Vertiefung RWB	■ Vertiefung RWB	■ Vertiefung RWB	■ Verkehrs-simulation ■ Optimierungs-möglichkeiten

Tabelle 1-1: Erkenntnisse aus Variantenstudium (Stichworte)

Variante A1 (2 FS)

Variante A1 sieht zwei Fahrstreifen in der Bellerivestrasse von Kreuzstrasse bis Stadtgrenze mit Abbiegestreifen vor (Variante Einsprache). Zwar ist mit der Reduktion auf zwei Fahrstreifen eine durchgehende Velolösung von der Stadtgrenze bis zum Bellevue sowie die Umsetzung des Alleenkonzepts und die Realisierung eines Mehrzweckstreifens oder von breiten Gehwegen möglich. Die Variante muss aber als nicht leistungsneutral gegenüber dem Ist-Zustand beurteilt werden. Leistungskritisch sind hierbei die Knoten im Bereich des Bahnhofs Tiefenbrunnen.

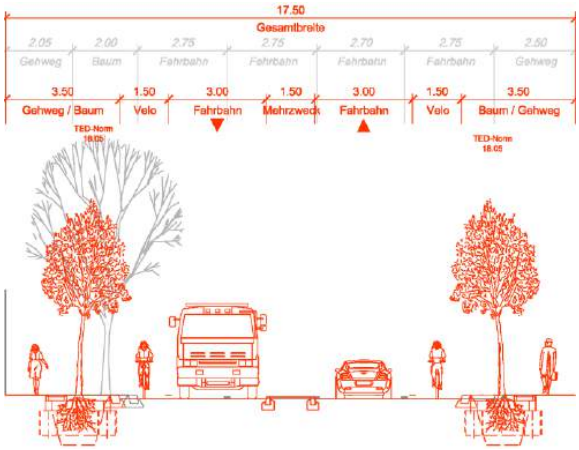


Abbildung 6-5: Regelquerschnitt Bellerivestr. mit 2 Fahrstreifen und Mehrzweckstreifen (Blickrichtung Süd)



Abbildung 6-7: Beispiel Mehrzweckstreifen (Seebahnstr.)

Variante A2 (2 FS)

Mit Variante A2 wird nur auf dem Abschnitt Kreuzstrasse bis Horneggstrasse eine Reduktion auf zwei Fahrspuren vorgesehen, dadurch wird der in Variante A1 leistungskritische Abschnitt beim Bahnhof Tiefenbrunnen ausgeklammert.

Mit dieser Variante wird der Spurabbau vor der Dufourstrasse stadteinwärts leistungsbestimmend, entfaltet aber auch eine dosierende Wirkung, wodurch auf den nachfolgenden Knoten ein stabiler Verkehrsablauf trotz sehr hoher Auslastung möglich ist und die Rückstausituation am Bellevue reduziert werden kann. Auf dem gesamten Abschnitt betrachtet ist somit voraussichtlich ein leistungsneutrales Verkehrssystem möglich und die Verlustzeiten sind insgesamt nicht wesentlich höher als heute. Um diese Erkenntnisse zu fundieren, wird aber die Durchführung einer Verkehrssimulation empfohlen.

Nachteilig bei dieser Variante ist aber, dass aufgrund der hohen Auslastung die Grüne Welle nur noch in Hauptlastrichtung (morgens stadteinwärts, abends stadtauswärts) angeboten werden kann. In Gegenrichtung werden bis zu vier Halte notwendig mit entsprechenden Emissionen und längeren Reisezeiten für MIV und ÖV.

Variante A3 (2 FS)

Mit Variante A3 wurde auf Basis von Variante A2 untersucht, ob eine grüne Welle in beide Richtungen auch für ein zweispuriges Layout möglich ist und welche Massnahmen hierzu nötig sind.

Tatsächlich kann mit der Aufhebung einzelner Lichtsignalanlagen eine grüne Welle in beide Richtungen eingerichtet werden. Abhängig von der anzustrebenden Koordinierungsgeschwindigkeit wären unterschiedliche LSA aufzuheben. Die Aufhebung einzelner LSA bedeutet jedoch voraussichtlich auch, dass an den betreffenden Knoten die Fussgängerstreifen aufgehoben werden müssten. Durch Einrichtung von geregelten Fussgängerstreifen an anderer Stelle und die Anordnung eines Mehrzweckstreifens können aber die dadurch für den Fussverkehr entstehenden Nachteile zum Teil kompensiert werden.

Somit dürfte es voraussichtlich möglich sein auf dem Abschnitt Kreuzstrasse bis Horneggstrasse ein zweispuriges Spurlayout einzurichten, das leistungsneutral und mit einer Grünen Welle in beide Richtungen betrieben werden kann. Um diesbezüglich aber detailliertere Aussagen machen zu können, wird die Durchführung einer Verkehrssimulation empfohlen.

Variante B (3 FS)

Variante B sieht ein dreistreifiges Spurlayout vor, aber ohne Richtungswechselbetrieb mit einem Fahrstreifen stadteinwärts und zwei Fahrstreifen stadtauswärts (plus Abbiegespuren). Zudem wird an der Stadtgrenze eine Dosierung eingeführt, um den Rückstau vor dem Bellevue teilweise vor die Stadtgrenzen zu verlagern. Insgesamt kann so ein leistungsneutrales Verkehrsangebot realisiert werden, auch eine Grüne Welle kann in beide Richtungen angeboten werden. Allerdings ist offen, ob eine Plafonierung am Stadtrand überhaupt wünschenswert ist und wie der Bus an dieser Stelle priorisiert werden kann.

Ziel der Spurreduktion auf drei Fahrstreifen ist es, zusätzlich je Richtung ein Velostreifen zu realisieren. Im Gegensatz zum Ist-Zustand mit vier Fahrstreifen, muss allerdings bei einem dreistreifigen Querschnitt der Begegnungsfall Bus (bzw. LW) – PW – Bus möglich sein, weshalb die Fahrstreifenbreite mindestens drei Meter betragen muss. Aus diesem Grund muss die Fahrbahnbreite gegenüber dem Ist-Zustand um rund einem Meter verbreitert werden, um beidseitige Velostreifen anbieten zu können.

Dies hat zur Folge, dass entsprechend weniger Fläche für die Fussgänger zur Verfügung steht und dass das Alleenkonzept nicht umgesetzt werden kann. Auf den Abschnitten der Bellerivestrasse, die eine Breite von lediglich 17.0 m aufweisen, müsste auf einen Ersatz der heute bestehenden Baumreihe verzichtet werden.

Ebenfalls können die Engstellen des geplanten Veloweges im Utoquai entschärft und die Eingriffe in die Quaianlage vermindert werden (vgl. auch Variante D).

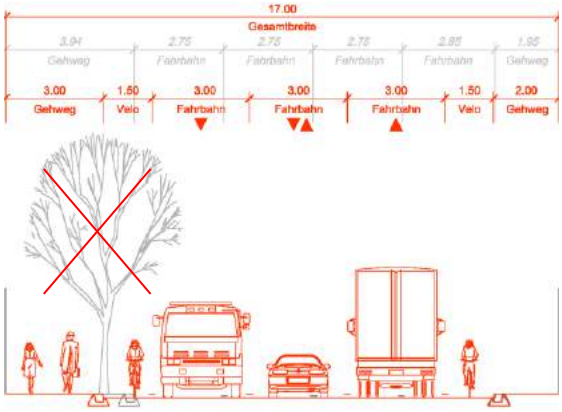


Abbildung 6-14: Engstelle Bellerivestr. (Variante B/C1/C2) mit 3 Fahrstreifen (Blickrichtung Süd)

Variante C1 (3 FS)

Variante C1 (Variante Motion) sieht ein dreistreifiges Spurlayout mit Richtungswechselbetrieb vom Bellevue bis zum Bahnhof Tiefenbrunnen vor.

Ein dreistreifiges Spurlayout mit Richtungswechselbetrieb würde aber zu starken verkehrlichen Beeinträchtigungen beim Bellevue führen und kann voraussichtlich nicht leistungsneutral betrieben werden. Zudem stellt der Linksabbieger in die Kreuzstrasse bezüglich Leistungsfähigkeit und Verkehrssicherheit eine Unsicherheit dar.

Variante C2 (3 FS)

Aus diesem Grund wurde mit Variante C2 eine Variante mit Richtungswechselbetrieb auf dem verkürzten Abschnitt von der Kreuzstrasse bis zur Ida-Bindschedlerstrasse definiert. Dadurch können sowohl die Beeinträchtigungen beim Bellevue als auch die Unsicherheiten bezüglich des Linksabbiegers in die Kreuzstrasse umgangen werden, allerdings lassen sich so auch keine Verbesserungen hinsichtlich des Radweges im Utoquai erzielen.

Ein Richtungswechselbetrieb auf diesem Abschnitt kann leistungsneutral und stabil betrieben werden. Eine Grüne Welle in beide Fahrrichtungen ist möglich.

Wie schon bei Variante B können zusätzliche Velostreifen bei Variante C1 und C2 aber nur realisiert werden, wenn die Fahrbahn um einen Meter verbreitert wird, was entsprechende Folgen hat (weniger Fussgängerflächen, keine Umsetzung Alleenkonzept).

Variante C3 (3 FS)

Variante C3 sieht ein dreistreifiges Spurlayout mit Richtungswechselbetrieb nur auf dem Abschnitt von der Dufourstrasse bis zum Bahnhof Tiefenbrunnen vor.

Dadurch kann die Velonetzlücke im Bereich des Lehnenviadukts geschlossen werden, ohne dass das Lehnenviadukt verbreitert wird. Entsprechend können die Kosten für eine Verbreiterung des Lehnenviadukts vermieden werden. Da der Abschnitt nur rund 500 m lang ist, sind entsprechend auch die Projektrisiken und die zusätzlichen Kosten kleiner.

Ein Richtungswechselbetrieb auf diesen kurzen Abschnitt kann leistungsneutral und stabil betrieben werden. Die bestehende Grüne Welle muss nur leicht angepasst werden. Variante C3 kann auch in Kombination mit anderen Varianten, z.B. Variante A3 umgesetzt werden.

Variante D (4 FS)

Mit Variante D wurde untersucht, ob im Utoquai ausgehend vom heutigen Spurlayout Optimierungen möglich sind. Geprüft wurde:

- Reduktion der Spurbreiten auf 3.0 m auf dem Abschnitt Bellevue bis Falkenstr.
- Reduktion auf eine Geradeausspur stadtauswärts beim Knoten Kreuzstrasse

Wie sich gezeigt hat, können mit diesen vergleichsweise geringen Anpassungen zusätzliche Flächen generiert werden, ohne dass sich die Leistungsfähigkeit des Abschnitts reduziert oder längere Reisezeiten entstehen. Dadurch können die Engstellen des geplanten Veloweges (z.B. beim Pumpwerk) entschärft werden und die Eingriffe in die Quaianlage (insbesondere Rodungen) vermindert werden.

Variante D kann auch in Kombination mit anderen Varianten, z.B. C2, umgesetzt werden.

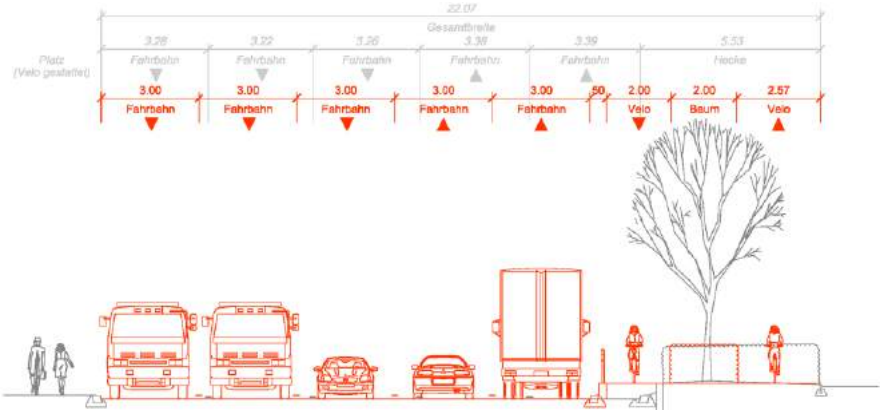


Abbildung 6-26: Querschnitt Utoquai (Abschnitt Bellevue bis Falkenstrasse) mit angepassten Fahrstreifenbreiten, Querschnitt mit bestehenden Baum (Blickrichtung Süd)

Varianten Geschwindigkeit

Die Einführung von Geschwindigkeitsreduktionen auf der Bellerivestrasse wurde mehrfach gefordert. Es wurden deshalb verschiedene Geschwindigkeitsvarianten geprüft, unterschieden nach Höhe der Temporeduktion (Tempo 30 oder 40) und nach betroffenem Abschnitt (nur auf dem Abschnitt Seefeldquai - Ida-Bindschedlerstrasse oder auf der gesamten Länge Seefeldquai bis Stadtgrenze). Zudem auch steht auch eine Temporeduktion nur in der Nacht zur Diskussion. Die Tempovarianten können mit den Spurlayout-Varianten kombiniert werden.

	Tempo 40	**Tempo 30**	**Tempo 40/30 ganze Bellerivestr.**	**Tempo 40/30 Nachts**
	Kreuz- bis Ida-Bindschedlerstr.	Kreuz- bis Ida-Bindschedlerstr.	Kreuz- bis Stadtgrenze	Kreuz- bis Ida-Bindschedlerstr.
Potentiale/Stärken	■ Keine Leistungseinbussen ■ Keine Folgekosten Bus ■ Positive Effekte (Lärm, etc.)	■ Geringe Leistungseinbussen möglich ■ Keine Folgekosten Bus ■ Positive Effekte (Lärm, etc.)	■ Geringe Leistungseinbussen möglich ■ Positive Effekte (Lärm, etc.)	■ Keine relevanten Leistungseinbussen ■ Keine Folgekosten Bus ■ Positive Effekte (Lärm, etc.) in der Nacht
Risiken/Schwä-	■ Geringfügiger Ausweichverkehr ■ Geringfügig längere Reisezeiten	■ Starker Ausweichverkehr ■ Widerspruch zw. Geschwindigkeit und Strassenbild ■ Längere Reisezeiten	■ Starker Widerspruch zw. Geschwindigkeit und Strassenbild ■ Ausweichverkehr verstärkt ■ Folgekosten für Bus	■ Wie übrige Tempo-Varianten ■ Ausweichverkehr nachts heikel
Abzuklären	■ Ausweichverkehr ■ Positive Effekte	■ Ausweichverkehr ■ Positive Effekte ■ Evtl. Leistungsfähigkeit	■ Ausweichverkehr ■ Positive Effekte ■ Evtl. Leistungsfähigkeit	■ Ausweichverkehr ■ Positive Effekte

Tempo 40 Seefeldquai – Ida-Bindschedlerstr.

Durch die Einführung von Tempo 40 geht keine wesentliche Beeinträchtigung auf die Leistungsfähigkeit aus. Eine Grüne Welle ist bei Tempo 40 in beide Richtungen mit einer Erhöhung der Umlaufzeit auf 60 s möglich. Eine höhere Umlaufzeit führt wiederum zu einer Erhöhung der Leistungsfähigkeit, aber auch zu höheren Wartezeiten für die Fussgänger.

Bei Tempo 40 auf dem Abschnitt Seefeldquai - Ida-Bindschedlerstrasse wird sich die mittlere Reisezeit um ca. 30 s auf 3 min 10 s erhöhen. Es ist jedoch anzumerken, dass die Verlustzeiten, die durch den bereits heute (und auch zukünftig zu erwarteten) Rückstau vor dem Bellevue um ein Mehrfaches höher sind, als die länge

ren Reisezeiten durch Tempo 40. Auch wird die Bellerivestrasse dank der Grünen Welle nach wie vor für den MIV attraktiv sein. Es ist dürfte deshalb (zumindest tagsüber) kaum Ausweichverkehr entstehen.

Wie eine Auswertung der VBZ ergab, würden durch eine Geschwindigkeitsreduktion in der Bellerivestrasse auf dem Abschnitt Seefeldquai bis Ida-Bindschedlerstrasse zwar längere Fahrzeiten für die Buslinien 912 und 916 resultieren, da aber genügend Fahrplanreserven vorhanden sind, wären keine zusätzlichen Kurse notwendig. Es entstehen folglich keine Zusatzkosten. Auch die Anschlüsse am Bahnhof Tiefenbrunnen können eingehalten werden. Dies gilt sowohl bei Tempo 40 wie auch bei Tempo 30.

Tempo 30 Seefeldquai – Ida-Bindschedlerstr.

Hinsichtlich Tempo 30 sind derzeit sind keine Untersuchungen bekannt, die eine Reduktion der Leistungsfähigkeit an Knoten bei innerstädtischen Verhältnissen nachweisen. Es ist aber nicht auszuschliessen, dass Tempo 30 zu einer geringfügige Reduktion der praktischen Sättigungsrate führen könnte, sofern genügend Leistungsreserven vorhanden sind, ergibt sich dadurch aber kein Leistungsdefizit für den MIV.

Eine Grüne Welle ist auch bei Tempo 30 in beide Richtungen mit einer Erhöhung der Umlaufzeit auf 60 s möglich.

Wie die Analyse mit dem Gesamtverkehrsmodell des Kantons Zürich (GVM ZH) gezeigt hat, kann die Einführung von Tempo 30 auf der Bellerivestrasse zu starkem Ausweichverkehr im Quartier (v.a. Dufour- und Seefeldstrasse) führen. Die Resultate des GVM sind aber aufgrund von Modellunsicherheiten als Tendenz zu verstehen. Sollte sich die festgestellte Tendenz aus dem GVM jedoch erhärten, müssten entsprechende Massnahmen (Fahrverbote, Einbahnen, etc.) ergriffen werden, was wiederum mit Folgekosten und Nachteilen für die Erreichbarkeit im Quartier verbunden wäre.

Tempo 30/40 Seefeldquai – Stadtgrenze

Der Abschnitt Ida-Bindschedlerstrasse bis Stadtgrenze weist einen Ausserortscharakter auf. Derzeit gilt Tempo 60, mit dem Projekt ist die Einführung von Tempo 50 geplant. Es ist deshalb möglich, dass Tempo 40 bzw. Tempo 30 hier verstärkt auf Widerstand stossen wird. Auch ist das Ausmass des Ausweichverkehrs aufgrund des längeren Abschnittes deutlich grösser.

Würde Tempo 30 oder 40 auch auf dem Abschnitt Ida-Bindschedlerstrasse bis Stadtgrenze umgesetzt, erfährt die dort verkehrende Buslinie 910 ebenfalls längere Reisezeiten. Da aber die Linie 910 im Gegensatz zu den Linien 912 und 916 keine Fahrplanreserven aufweist, wäre ein zusätzlicher Kurs notwendig mit zusätzlichen Betriebskosten von 850'00 CHF pro Jahr sowie einmaligen Investitionskosten von 450'000 CHF.

Tempo 30/40 Nachts

Eine Geschwindigkeitsbeschränkung nur in der Nachtzeit wäre hinsichtlich der Leistungsfähigkeit unproblematisch. Da Ausweichverkehr aber auch in der Nacht auftreten kann, müsste dieser Aspekt vertieft untersucht werden.

Weiteres Vorgehen

Der Bericht gibt bewusst keine Empfehlung zur Bestvariante ab. Alle Variante (unter Ausnahme der Varianten A1 und C1) können voraussichtlich leistungsneutral betrieben werden. Sämtliche Variante weisen verkehrliche Vor- und Nachteile auf, die schlussendlich gegeneinander abgewogen werden müssen. Abgesehen davon sind auch lärmtechnische und städtebauliche Aspekte zu berücksichtigen, die im Rahmen dieses Verkehrsgutachtens nicht vertieft werden können. Je nachdem welche Variante weiterverfolgt wird, wird aber die Durchführung vertiefter Abklärungen empfohlen.

2 Ausgangslage

Auf der Achse Utoquai – Bellerivestrasse sind derzeit drei Projekte geplant. Das Tiefbauamt plant die Sanierung der Bellerivestrasse sowie die Realisierung eines separaten Zweirichtungsradwegs am Uto- und am Seefeldquai. Ausserdem ist die Sanierung des Lehnenviadukts vorgesehen.

Gegen die Projekte hat sich verschiedentlich Widerstand formiert. Mehrfach wurden Spur- und Geschwindigkeitsreduktionen sowie Lösungen für den Veloverkehr gefordert.

Aus diesen Gründen hat das Tiefbauamt beschlossen, die Machbarkeit und die verkehrliche Wirkung von Spur- und Geschwindigkeitsreduktionen auf der Achse Utoquai – Bellerivestrasse im Rahmen eines Verkehrsgutachtens untersuchen zu lassen.

Ziel des Verkehrsgutachtens ist es, die verschiedenen Möglichkeiten und die damit verbundenen Vor- und Nachteile zusammengefasst aufzuzeigen. Auf dieser Basis sollen Entscheidungen für das weitere Vorgehen getroffen werden können.

Neubau Zweirichtungsradweg im Utoquai

Der Zweirichtungsradweg in der Quaianlage am Utoquai, zwischen Bellevue und Kreuzstrasse, wurde zur formellen Mitwirkung nach Strassengesetz (§13)[1] aufgelegt. Es sind mehrere Einwendungen eingegangen, die eine Spur- und Temporeduktion auf dem Utoquai verlangen. Auch werden die Eingriffe in die Quaianlage, insbesondere die mit dem Projekt verbundenen Rodungen, zum Teil kritisch gesehen.



Abbildung 2-1: Projekte

Sanierung Bellerivestrasse

Mit dem Sanierungsprojekt der Bellerivestrasse (Abschnitt Kreuzstrasse bis zur Stadtgrenze) sind mehrere neue Querungen für den Fussverkehr vorgesehen. Die Spuraufteilung bleibt hingegen wie bestehend mit je zwei Fahrspuren stadtein- und stadtauswärts sowie streckenweise separaten Abbiegespuren. Vom 30. Juni bis 31. Juli 2017 erfolgte die Planauflage nach Strassengesetz (§16)[2]. Mit der Planauflage sind mehrere Einsprachen eingegangen. Gefordert werden unter anderem ein Spurabbau, die Einführung von Tempo 30 (evtl. 40) sowie die Markierung von Velostreifen. Ziel der Einsprecher ist es unter Anderem die durch die Bellerivestrasse verursachten Lärmüberschreitungen an der Quelle zu eliminieren.

Am 6. September 2017 überwies der Gemeinderat der Stadt Zürich eine Motion[3] an den Stadtrat, die einen Versuch für eine zeitlich wechselnde Nutzung der Fahrspuren auf der Bellerivestrasse verlangt. Von den bestehenden 4 Spuren sollen 3 beibehalten werden. Davon sind jeweils 2 Spuren am Morgen stadteinwärts und eine stadtauswärts zu nutzen. Am Abend wechselt entsprechend dem Verkehrsaufkommen die Spuraufteilung mit 2 Spuren stadtauswärts und einer Spur stadteinwärts.

[1] Stadt Zürich, Tiefbauamt, Projektpläne §13 Veloweg Utoquai
[2] Stadt Zürich, Tiefbauamt, Projektpläne §16 Bellerivestrasse
[3]

Die mit dem Spurabbau gewonnene Fläche sei für die Umsetzung beidseitiger Velostreifen zu nutzen.

Sanierung Lehnenviadukt

Das Lehnenviadukt erstreckt sich zwischen der Horneggstrasse und dem Bahnhof Tiefenbrunnen. Da das Viadukt landseitig bündig zum Ufer verläuft, wird das Lehnenviadukt optisch nicht als Brücke wahrgenommen. Derzeit wird die Sanierung des Lehnenviadukts projektiert. Das Lehnenviadukt wird gleichzeitig mit den Hauptarbeiten an der Bellerivestrasse saniert und verbreitert. Neu weist es einen Velostreifen stadteinwärts auf und schliesst damit eine entsprechende Lücke im Velonetz. Seeseitig ist ein getrennter Fuss- und Veloweg geplant. Dies ermöglicht eine bessere und sicherere Verkehrsführung während der Bauzeit.

3 Situationsanalyse

3.1 Strassenraum

3.1.1 Umfeld und Anrainer

Ostseitig der Bellerivestrasse erstreckt sich eine Quartiererhaltungszone mit einem hohen Anteil an Wohnnutzungen.

Westseitig schliesst die Freihaltezone rund um das Zürichhorn an. Dieser Bereich mit der Chinawiese, Chinagarten, Corbusierhaus und dem Strandbad Tiefenbrunnen zieht insbesondere im Sommer eine grosse Menge an Besucher an. An schönen Sommertagen sind das Parkhaus Zürichhorn und der Parkplatz Lakeside entsprechend stark nachgefragt.

Entlang des nördlichen Abschnitts der Bellerivestrasse und des Utoquai erstreckt sich eine Kernzone mit den Luxus-Hotels Eden au lac und Steigenberger, der Klinik Pyramide am See und dem Johan Jacobs Museum. Ebenfalls befinden sich die Parkhäuser Utoquai und Opera in der Nähe.

Beim Bahnhof Tiefenbrunnen befindet sich das Mühlerama-Museum und die P&R-Anlage Tiefenbrunnen.



Abbildung 3-1: Zonenplan und Anrainer

3.1.2 Strassenquerschnitte

Die Fahrbahnbreiten im Utoquai bewegen sich im Bereich von 16.5 m auf dem Abschnitt Sechseläutenplatz/Oper, westseitig schliesst die Quaianlage und westseitig der Platz mit Veloweg bzw. ein Laubengang (unter dem Bernhardtheater) an.

Auf dem Abschnitt Falken- bis Kreuzstrasse ist eine Fahrbahnbreite von 15 m vorhanden, ostseitig ist ein Trottoir von 2.5 m vorhanden.

Im nördlichen Abschnitt der Bellerivestrasse, der grösstenteils beidseitig bis an die Strassengrenzen bebaut ist, können zwei Strassenbreiten unterschieden werden. Im Regelquerschnitt beträgt die Strassenbreite ca. 17.5 m. Dazwischen sind Engstellen vorhanden mit Breiten von ca. 17.0 m, wobei bei der Engstelle beim Restaurant Frascati (Höhe Florastrasse) und bei der ehemaligen Elektrowatt (Höhe Lindestrasse) die privaten Vorzonen in die Gestaltung miteinbezogen werden können, wodurch die tatsächlich nutzbare Strassenbreite 17.5 m oder mehr beträgt. Die Engstelle zwischen der Feldegg- und Klausstrasse kann aufgrund der vorhandenen Bebauung nicht verbreitert werden.



Abbildung 3-2: Strassenbreiten Utoquai/Bellerivestrasse

Auf dem südlichen Abschnitt der Bellerivestrasse (ab Höschgasse) ist die Bellerivestrasse nur noch einseitig bebaut. Seeseitig sind Parkanlagen o.Ä. vorhanden. Dieser Abschnitt weist variable Breiten auf von 18.5 m oder mehr.

Nachfolgend sind die bestehenden Querschnitte vermasst aufgezeigt (Blickrichtung Süd, ca. 1:200). Sämtliche im Bericht gezeigten Querschnitte sind im Anhang im Format 1:100 beigelegt.

Abbildung 3-3: Querschnitt Utoquai (Höhe Opernhaus / Bernhard Theater)

(Blickrichtung Süd)

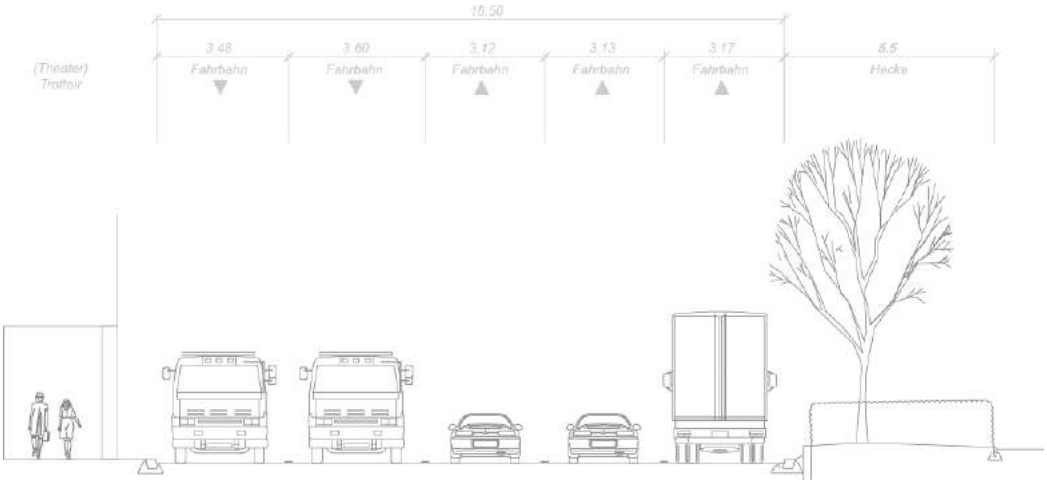


Abbildung 3-4: Querschnitt Utoquai (Abschnitt Falken- bis Kreuzstrasse, Höhe Pumpwerk)

(Blickrichtung Süd)

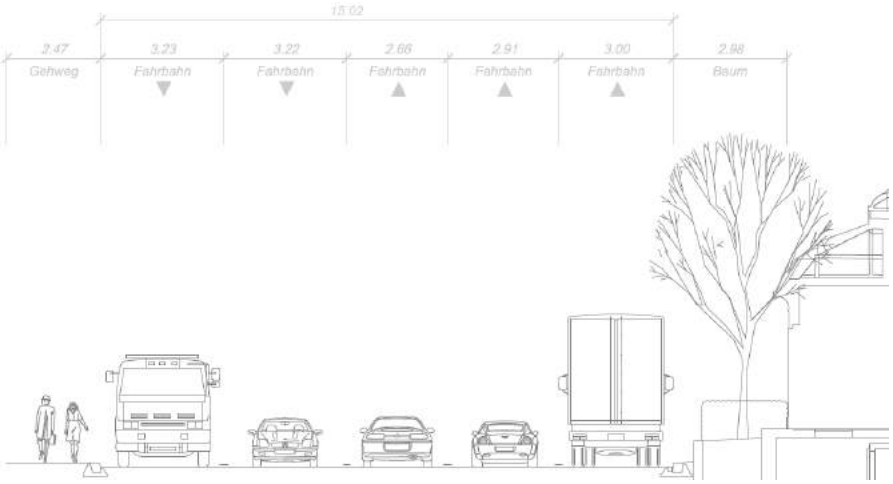


Abbildung 3-5: Regelquerschnitt Bellerivestrasse

(Blickrichtung Süd)

Richtungspfeile

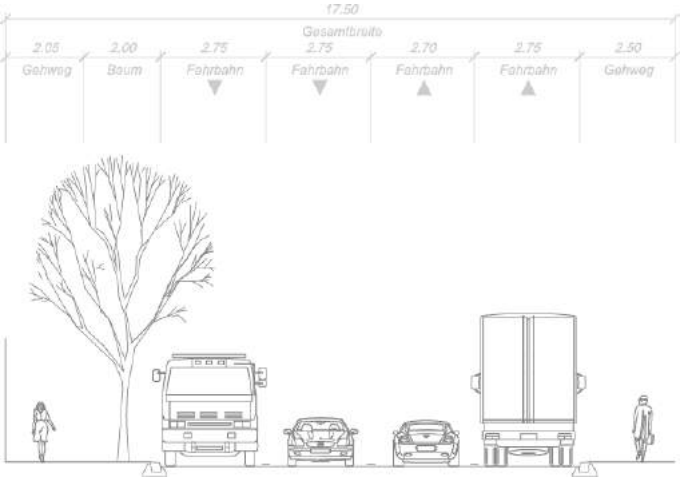


Abbildung 3-6: Querschnitt Engstelle Bellerivestrasse

(Blickrichtung Süd)

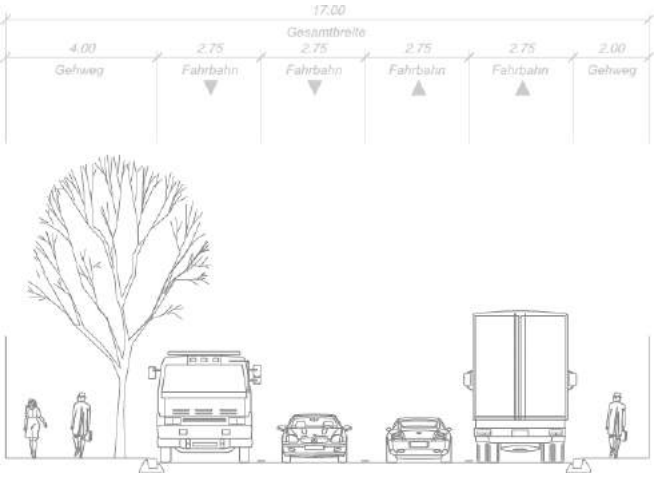
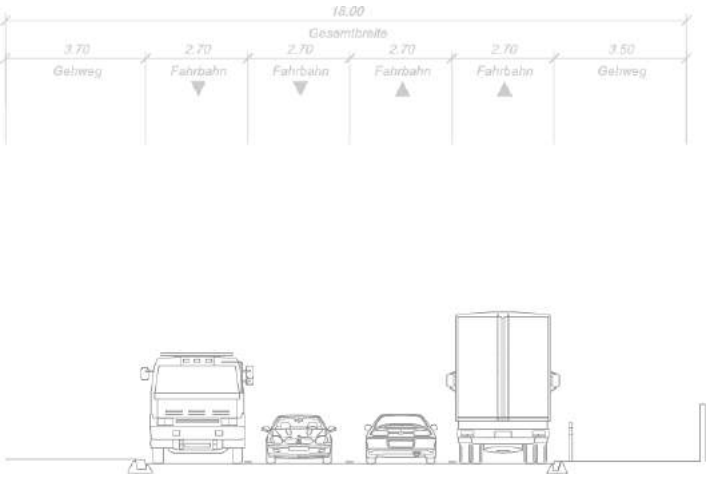


Abbildung 3-7: Querschnitt Lehnenviadukt
(Blickrichtung Süd)



3.1.3 Alleenkonzept

In der Bellerivestrasse sind gemäss dem Alleenkonzept der Stadt Zürich auf der gesamten Länge vom Seefeldquai bis zur Stadtgrenze beidseitige Baumreihen vorgesehen. Diese bestehen bereits zu einem grossen Teil. Durch das Projekt ist ein Teilersatz der Baumreihen und Neupflanzungen vorgesehen.

Im Utoquai sind zusätzlich zur Quaianlage keine weiteren Baumreihen vorgesehen.

Um eine Baumreihe in Kombination mit dem Gehweg erstellen zu können, muss der Gehweg gemäss TED Norm 18.05 eine Mindestbreite von 3.4 m aufweisen.

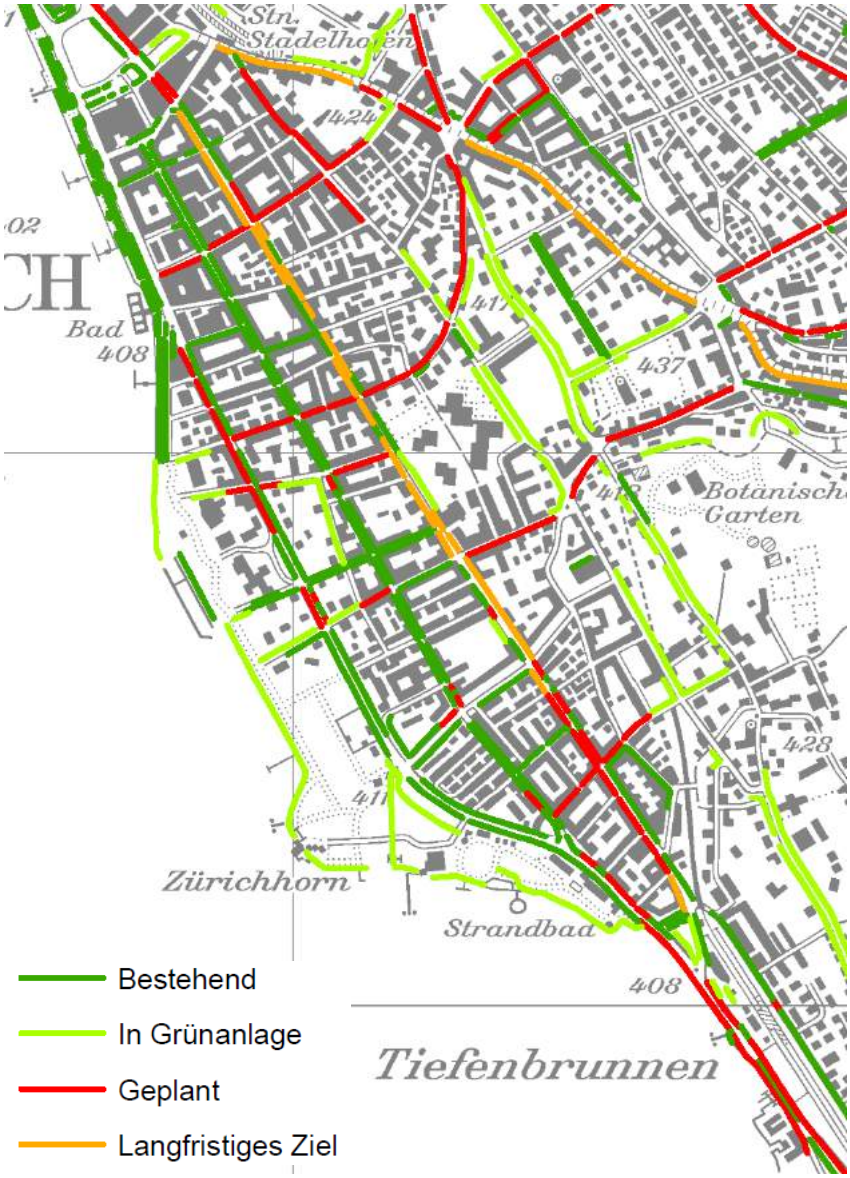


Abbildung 3-8: Auschnitt Alleenkonzept

3.2 Fussverkehr

3.2.1 Fusswege

Die wichtigste Fusswegverbindung im Perimeter ist die Verbindung entlang des Seeufers (Seeuferweg). Diese führt entlang des Utoquais auf der Uferpromenade und ein kurzes Stück auf dem Trottoir entlang der Bellerivestrasse (im Bereich Lehnenviadukt und Bhf. Tiefenbrunnen).

Die Bellerivestrasse selber stellt nur auf dem Abschnitt Horneggstrasse bis Stadtgrenze ein Wander-/Fussweg dar.

Auf dem Abschnitt Kreuzstrasse bis Horneggstrasse stehen bezüglich des Fussverkehrs v.a. die Querbeziehungen im Vordergrund, da diese die wichtige Beziehung vom Seefeld zum See ermöglichen. Wie auch der Richtplan zeigt (siehe nebenstehende Abbildung), teilt sich diese Beziehung aber auf mehrere Routen auf.

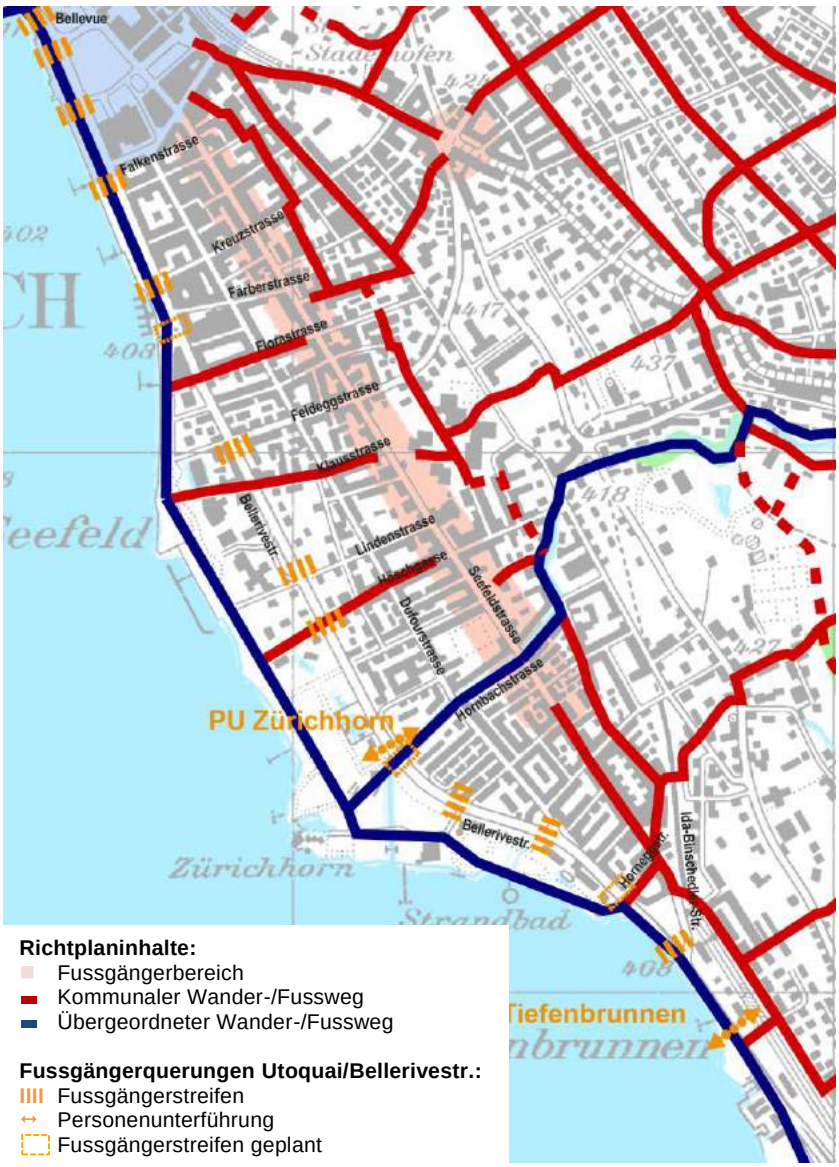


Abbildung 3-9: Richtplan Fussverkehr und Fussgängerquerungen in der Bellerivestr.

3.2.2 Querungsmöglichkeiten

Zwischen dem Bellevue und der Stadtgrenze gibt es insgesamt 14 Querungsmöglichkeiten der Achse Utoquai/Bellerivestrasse. Es fällt jedoch auf, dass die Querungsmöglichkeiten nicht immer den kommunalen Fusswegen übereinstimmen, namentlich bei der Flora-, der Klaus- und der Horneggstrasse fehlt eine Querungsmöglichkeit, stattdessen sind jeweils in 100 m bis 150 m Entfernung Fussgängerübergänge vorhanden.

Von besonderer Bedeutung sind die folgenden Querungsmöglichkeiten:

- Fussgängerstreifen beim Bellevue und Sechseläutenplatz: Verbindung zwischen dem ÖV-Knoten Bellevue und Stadelhoden und der Quaibrücke und Uferpromenade
- Fussgängerstreifen Feldeggstrasse, Lindenstrasse und Höschgasse: Diese Fussgängerstreifen verbinden das Seeufer mit dem Seefeldquartier und stellen die Anbindung an den ÖV (Tram 2/4 in der Seefeldstrasse) sicher. An schönen Sommertagen sind die Fussgängerstreifen daher viel begangen. In der Höschgasse verläuft zudem ein kommunaler Fuss/Wanderweg.
- PU Hornbachstrasse: Entlang des Hornbachs verläuft ein regionaler Wanderweg bis zum Seeufer. Dieser quert die Bellerivestrasse mittels der Personenunterführung bei der Horn-

bachstrasse. Die Personenunterführung verbindet zudem das Seefeldquartier mit dem Zürichhorn und der Blatterwiese und ist an schönen Sommertagen viel begangen. Im Rahmen des Hochbauprojekts an der Hornbachstrasse wurde die Unterführung durch einen lichtsignalgeregelten Fussgängerstreifen ergänzt.

- PU Tiefenbrunnen: Die Personenunterführung verbindet die seeseitigen Bushaltestellen mit der Tram- und S-Bahnhaltestelle. Zudem stellt sie die direkte Verbindung von der S-Bahnhaltstelle zum See dar. In der PU verläuft zudem ein kommunaler Fuss/Wanderweg.

3.2.3 Schulwege

Es sind keine Schulwege über oder entlang der Bellerivestrasse vorhanden. Es ist aber zu beachten, dass allenfalls durch Ausweichverkehr Konflikte mit den Schulwegen in der Dufour- und Seefeldstrasse entstehen können.



Abbildung 3-10: Schulwege (www.maps.stadt-zuerich.ch)

3.3 Veloverkehr

3.3.1 Richtplanung und Masterplan Velo

Das Utoquai stellt auf dem Abschnitt Limmatquai bis Seefeldquai eine Haupt- und Komfortroute gem. Masterplan Velo sowie eine kantonale Veloroute für den Erholungs-Radverkehr dar.

Die Bellerivestrasse selber stellt nur auf dem Abschnitt Fröhlichstrasse bis Stadtgrenze eine Veloroute (Komfortroute) dar.



Hauptroute
Komfortroute

Abbildung 3-11: Masterplan Velo (Stand 2018)



Kommunale Veloroute allg. Radverkehr
Übergeordnete Veloroute allg. Radverkehr
Übergeordnete Veloroute Erholungs-Radverkehr

Abbildung 3-12: Richtplan Veloverkehr

3.3.2 Bestehende Infrastruktur / Planungen

Entlang des Utoquai ist das Radfahren auf der Uferpromenade gestattet. Die Führung als gemeinsamen Rad-/Fussweg entspricht aber nicht den Anforderungen einer Haupt- und Komfortroute gemäss Velostandards der Stadt Zürich. Aus diesem Grund ist vorgesehen, einen separaten Zweirichtungsradweg zu erstellen (Projekt Veloweg Utoquai).

Da die Bellerivestrasse auf dem Abschnitt Kreuzstrasse bis Fröhlichstrasse keine Veloroute darstellt, ist keine Veloinfrastruktur vorhanden und im Projekt Bellerivestrasse auch nicht geplant.

Auf dem Abschnitt Fröhlichstrasse bis Stadtgrenze wird die Veloroute als gemeinsamer Rad-/Fussweg angeboten, stadteinwärts ist aber eine Lücke von rund 200 m vorhanden (Im Bereich Knoten Bellerive-/Ida-Bindschedlerstrasse), auf der keine Velolösung angeboten wird. Da dieser Abschnitt nicht Teil des Projekts Bellerivestrasse (sondern des Projekts Lehnenviadukt) ist, sind zunächst auch keine Verbesserungen für den Veloverkehr auf diesem Abschnitt vorgesehen. Im Rahmen des Projekts Lehnenviadukts werden aber verschiedene Möglichkeiten geprüft.

In der Höschgasse und Feldeggstrasse sind ebenfalls Velorouten vorhanden, die die Bellerivestrasse queren. In der Kreuz- und Falkenstrasse sind übergeordnete Velorouten geplant.

3.3.3 Anforderungen Velostandards Zürich[4]

Haupt- und Komfortroute Utoquai

Die Velostandards der Stadt Zürich fordern bei einer überlagernden Haupt- und Komfortroute für einen Zweirichtungsradweg eine Breite von mindestens 4.0 m (Qualitätsstufe A) bzw. 3.5 m (Qualitätsstufe B), wobei örtliche Engstellen von 2.5m zugelassen sind. Das geplante Projekt erfüllt die Anforderungen für Qualitätsstufe B knapp.

Velostreifen (wie in der Motion gefordert) sind bei Komfortrouten bei einem DTV von mehr als 5'000 Fz/Tag im Einzelfall zu prüfen. Da auf der Achse Utoquai-/Belleriverstrasse je nach Abschnitt ein DTV von ca. 30'000 bis 50'000 Fz/Tag (vgl. Kapitel 3.5.2) vorhanden ist, wird im Rahmen dieses Gutachtens davon ausgegangen, dass die Komfortroute im Utoquai nicht mit Velostreifen realisiert werden kann und ein separater Radweg zwingend ist. Ob eine alternative Führung möglich und sinnvoll ist, müsste im Rahmen eines separaten Gutachtens zur Radführung geprüft werden.

Komfortroute Bellerivestrasse Stadtgrenze bis Dufourstrasse

Da dieser Abschnitt eine Komfortroute darstellt, ist ein gemeinsamer Fuss-/Radweg (so wie es heute grösstenteils der Fall ist) gemäss den Velostandards zwar zulässig, die vorhandenen Breiten sind aber nicht ausreichend.

Die Führung des Veloverkehrs mittels Velostreifen wäre, wie auch im Utoquai, aufgrund der sehr hohen Verkehrsmengen kritisch.

3.3.4 Bedarfsanalyse

Die Lückenschliessung im Velonetz zwischen der Dufourstrasse und dem Bahnhof Tiefenbrunnen stellt zweifelsohne einen Bedarf dar und ist im Richtplan wie auch im Masterplan Velo (als Komfortroute) eingetragen.

Ebenfalls stellt der Zweirichtungsradweg entlang der Quaianlage im Utoquai ein wichtiges Element des Masterplans Velo dar. Diese Komfortroute kann (vgl. oben) auch nicht als Velostreifen auf der Fahrbahn umgesetzt werden.

Der Abschnitt Seefeldquai bis Dufourstrasse auf der Bellerivestrasse ist hingegen weder im Richtplan noch im Masterplan vermerkt. Auch bestehen hier mit der Komfortroute entlang des Seeufers, der Dufourstrasse und der Seefeldstrasse drei alternative Routen zur Verfügung.

Allerdings bestehen auf allen drei Alternativrouten Defizite:

- Entlang des Seeufers kann, gerade bei schönem Wetter, aufgrund des hohen Fussgängeraufkommens nur im Schritttempo gefahren werden. Diese Route eignet sich somit nur für den Freizeitverkehr, nicht aber für den Alltagsverkehr.
- Die Dufourstrasse ist zwar eine funktionierende Veloroute dar (verkehrsberuhigte Quartierstrasse mit Tempo 30), mit einer Fahrbahnbreite von ca. 7.5 m und beidseitiger Parkierung, erfüllt sie aber die Anforderungen gemäss den Velostandards nicht. Um diese zu erfüllen müsste die Parkierung auf eine Parkreihe reduziert werden, was mit einem Verlust an Parkplätzen einhergehen würde.
- Die Seefeldstrasse ist zwar für den Veloverkehr (im Gegensatz zum MIV) durchgehend befahrbar, jedoch erfüllt auch die Seefeldstrasse die Anforderungen gemäss den Velostandards ebenfalls nicht. Insbesondere fehlen Velostreifen in den Knotenbereichen, so dass der Veloverkehr häufig durch den Rückstau des MIV behindert wird.

Durch ein Veloangebot in der Bellerivestrasse könnte für den Alltagsverkehr ein attraktives Angebot geschaffen werden, um schnell und sicher von der Stadtgrenze (Seestrasse, Zollikon) bis zum Utoquai zu gelangen. Durch einen Ausbau der alternativen Routen (insbesondere der Dufourstrasse), könnte jedoch ein ebenso attraktives Angebot geschaffen werden.

[4] Tiefbauamt Stadt Zürich, Velostandards der Stadt Zürich, Grundsätze und Details zur Infrastrukturplanung, 17.11.2015

3.4 Öffentlicher Verkehr

3.4.1 Tram

In der Seefeld- und Ida-Bindschedler-Strasse verkehren die Tramlinien 2 und 4 bis zum Bahnhof Tiefenbrunnen. Der Tramverkehr soll durch den MIV nicht beeinträchtigt werden. Da die Tramlinien im Bereich des Bahnhofs Tiefenbrunnen über ein strassenunabhängiges Eigentrasse verfügen, sind aber auch keine Einschränkungen zu erwarten. Es ist aber zu beachten, dass keine Überlastsituationen durch Ausweichverkehr auf Abschnitten im Mischverkehr (Tram/MIV) entstehen.

3.4.2 Bus

In der Bellerivestrasse zwischen der Stadtgrenze und der Kreuzstrasse verkehren die Buslinie 912 und 916, jedoch werktags bis 20.00 Uhr nur in Richtung stadtauswärts. Stadteinwärts verkehren die Buslinien zu diesen Zeiten über die Seefeldstrasse. Ab 20.00 Uhr und am Wochenende verkehren die Buslinien in beide Richtungen über die Bellerivestrasse, stadteinwärts wird nur die Haltestelle Chinagarten bedient.



Abbildung 3-13: Bus- und Tramlinien

Die Buslinie 910 verkehrt über Bahnhof Zollikon bis zum Bahnhof Tiefenbrunnen, wo diese wendet.

Die Buslinie 33 verkehrt ab Hegibachplatz über die Höschgasse und Seefeldstarsse bis zum Bahnhof Tiefenbrunnen. Beim Bahnhof Tiefenbrunnen verkehrt die Buslinie 33 auf einem Stück von gut 100 m über die Bellerivestrasse.

Die Buslinie N18 verkehrt vom Bellevue über die Seefeldstrasse zum Bahnhof Tiefenbrunnen und weiter über die Rampen Richtung Zollikon bis Küsnacht mit Bedienung aller Haltestellen. In Gegenrichtung verkehrt die Buslinie ohne Halt zwischen Küsnacht und Bhf. Tiefenbrunnen.

Takt [min]	Tram 2 / 4	Bus 33	Bus 910	Bus 912	Bus 916	N18
HVZ	7.5	7.5	15	15	15	
NVZ	7.5	7.5	30	30	30	
Sonntag	10	10	30	30	-	
Fr/Sa Nacht						30

Tabelle 3-1: Taktfrequenzen Bus und Tram

3.5 Motorisierter Individualverkehr

3.5.1 Klassierung

Bei der Bellerivestrasse und der Kreuzstrasse handelt es sich um kantonale Hauptverkehrsstrassen (HVS), die Höschgasse ist eine regionale Verbindungsstrasse (RVS). Bei den übrigen Strassen im Perimeter handelt es sich um kommunale Strassen. Auf den Quartierstrassen zwischen der Seefeldstrasse und der Bellerivestrasse besteht eine Tempo-30-Zone.

3.5.2 Verkehrsstärken

Als Grundlage für die Leistungsfähigkeitsbewertung wurde ein Mengengerüst hergeleitet, das die mittleren und maximalen Verkehrsstärken an den jeweiligen Elementen des Abschnittes angibt. Hierfür wurden Verkehrszählungen und Werte aus Detektoren und automatischen Verkehrszählstellen herangezogen.

Zählungen

Als Basis für das Mengengerüst konnten Zählungen verwendet werden, die im Frühjahr 2017 im Rahmen des "Verkehrskonzepts für die Bauzeit"[5] erhoben wurde. Gezählt wurde entlang der Bellerivestrasse an den Knoten Ida-Bindschedler-Strasse, Dufourstrasse, Hornbachstrasse und Kreuzstrasse. Die Zählungen erfolgten abends am Donnerstag 16.03.2017 zwischen 17:00 und 18:15 und morgens am Montag 20.03.2017 zwischen 7:30 und 8:30.

Wie der Vergleich mit den vorhandenen Dauerzählstellen zeigt, war an diesen Tagen ein durchschnittliches Verkehrsaufkommen vorhanden. Die Werte sind auf 50 Fz/h genau gerundet, da eine feinere Angabe von Verkehrsstärken aufgrund der naturgemäss vorhandenen Unsicherheiten nicht zweckmässig ist. Die massgebenden (maximalen) Verkehrsstärken liegen in etwa 10% höher. Daher wurden zur Herleitung des massgebenden Mengengerüstes die Werte aus den Handzählungen vom Frühjahr 2017 um 10% hochgerechnet und wo möglich mit den Zählstellenwerten abgeglichen.

Ebenfalls konnten Erhebungen für die Bellerivestrasse von 2012[6] sowie das für den Bereich General-Guisan-Quai, Quaibrücke, Bellevue von 2013[7] (nur ASP) beigezogen werden. Beim Vergleich der Werte aus dem Frühjahr 2017 mit den Daten von 2012 bzw. 2013 konnte festgestellt werden, dass nur geringfügige Veränderungen im Bereich von 50 bis 100 Fz/h stattgefunden haben.

Detektoren

Ergänzend konnte ebenfalls eine Reihe von Detektoren ausgewertet werden. Zwar bestehen auf der Bellerivestrasse selber keine Fahrzeugdetektoren, dafür konnten die Detektoren in der Seefeldstrasse, der Falkenstrasse, der Kreuzstrasse und dem Utoquai herangezogen werden.

Dauerzählstellen

Zur Bestimmung der mittleren und maximalen Verkehrsstärken konnten die städtischen Verkehrszählstellen in der Bellerivestrasse und der Quaibrücke herangezogen werden. Hierbei wurden insgesamt 90 Tagesganglinien in repräsentativen Zeiträumen (April – Juni bzw. September – November, ohne Schulferien / Feiertage) aus den Jahren 2016 und 2017 ausgewertet.

[5] Stadt Zürich, DAV, Bellerivestrasse, Verkehrskonzept für die Bauzeit, B+S AG, 12.10.2017
[6] Sanierung Bellerivestrasse, Verkehrsmanagement für die Bauzeit, Buchhofer AG, 28.11.2013
[7] Verkehrsmengengerüst ASP General-Guisan-Quai, Quaibrücke, Bellevue, DAV 16.09.2013

1) Zählstelle Bellerivestrasse

Für die Zählstelle Bellerivestrasse (Zählstelle 21) ergab sich folgendes Bild:

	Stadtauswärts			Stadteinwärts		
	MSP 7-8 Uhr [Fz/h]	**ASP 17-18 Uhr [Fz/h]**	**Ganzer Tag [Fz/Tag]**	**MSP 7-8 Uhr [Fz/h]**	**ASP 17-18 Uhr [Fz/h]**	**Ganzer Tag [Fz/Tag]**
Mittelwert	731	1'470	15'108	1'528	814	14'457
98%-Perzentil	788	1'620	16'171	1'653	912	15'582
Maximalwert	791	1'636	16'318	1'674	924	15'927
Mittelwert + 10%	*804*	*1'617*		*1'681*	*895*	

Tabelle 3-2: Auswertung Bellerivestrasse (ZST 21)

Wie die Auswertung zeigt, ist auf der Bellerivestrasse (Höhe Seepolizei, nahe Stadtgrenze) eine ausgeprägte Lastrichtung vorhanden. Sowohl zur MSP wie auch zur ASP ist die Verkehrsstärke in Lastrichtung fast doppelt so hoch wie in die Gegenrichtung. Die höchsten mittleren Werte stadteinwärts sind zwischen 07:30 und 08:00 mit rund 1'550 Fz/h zu beobachten, in Richtung stadtauswärts treten diese zwischen 17:30 und 18:15 mit ebenfalls rund 1'450 Fz/h auf.

Die rote Fläche zeigt den Schwankungsbereich der gemessenen Verkehrsstärken zwischen dem 2%-Perzentil und dem 98%-Perzentil der Auswertungsperiode.

Die maximalen Verkehrsstärken von 1'674 Fz/h (stadteinwärts) und 1'636 Fz/h (stadtauswärts) entsprechen in etwa dem Mittelwert plus 10%.

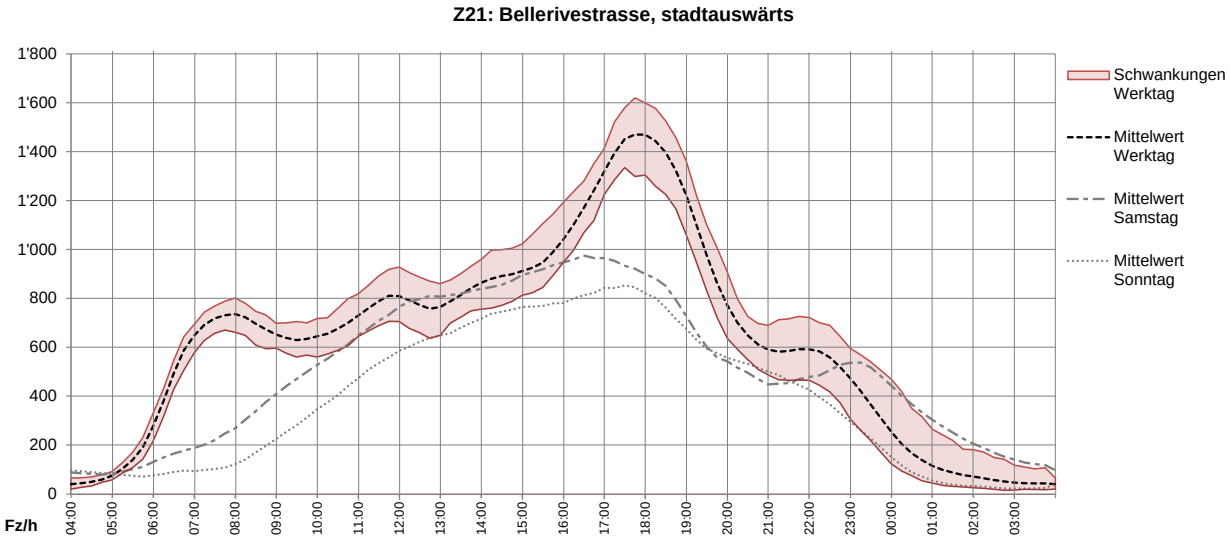


Abbildung 3-14: Auswertung Tagesganglinie ZST Bellerivestrasse stadtauswärts

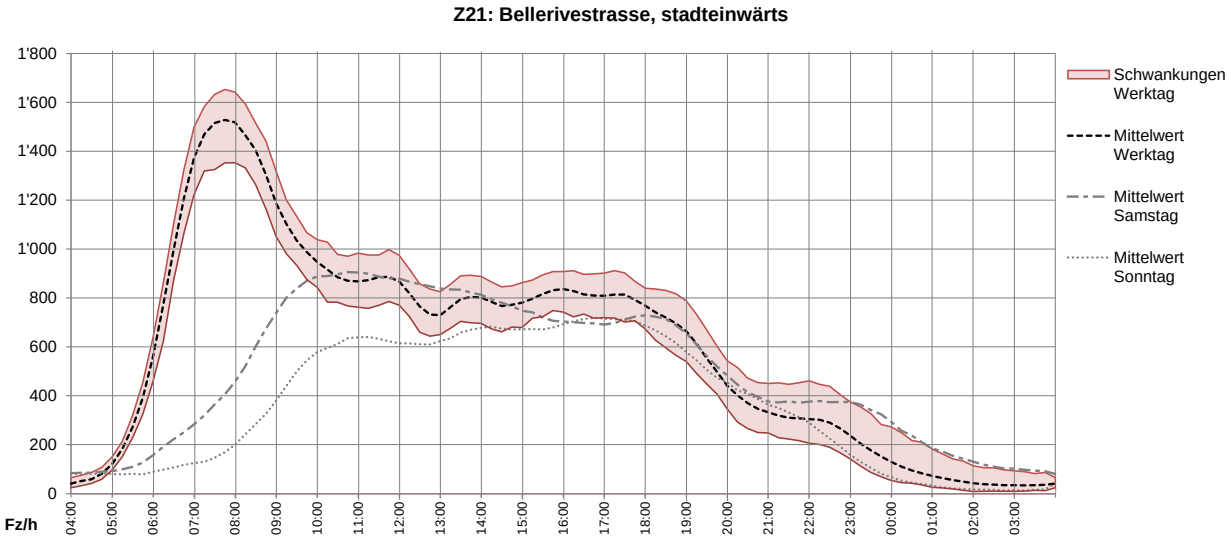


Abbildung 3-15: Auswertung Tagesganglinie ZST Bellerivestrasse stadteinwärts

Unter der Woche ist eine ausgeprägte, breite Verkehrsspitze auszumachen, die jeweils rund 3 Stunden andauert. Morgens ca. von 6.30 bis 9.30 Uhr und abends von 16.00 bis 19.30 Uhr.

Zwischen 21.00 bis 00.30 Uhr sind deutlich tiefere Verkehrsmengen vorhanden im Bereich von 600 Fz/h (auswärts) bzw. 400 Fz/h (einwärts). Zwischen 00.30 und 05.00 gehen die Verkehrsmengen auf unter 200 Fz/h je Richtung zurück.

2) Zählstelle Quaibrücke

Für die Zählstelle Quaibrücke (Zählstelle 31) ergab sich folgendes Bild:

	Richtung Bürkliplatz			**Richtung Bellevue**		
	MSP 7-8 Uhr [Fz/h]	**ASP 17-18 Uhr [Fz/h]**	**Ganzer Tag [Fz/Tag]**	**MSP 7-8 Uhr [Fz/h]**	**ASP 17-18 Uhr [Fz/h]**	**Ganzer Tag [Fz/Tag]**
Mittelwert	1'573	1'474	23'004	1'494	1'663	24'155
98%-Perzentil	1'680	1'594	24'941	1'576	1'765	25'897
Maximalwert	1'710	1'607	24'962	1'606	1'795	26'089
Mittelwert + 10%	*1'730*	*1'622*		*1'643*	*1'829*	

Tabelle 3-3: Auswertung Bellerivestrasse (ZST 31)

Wie die Auswertung zeigt, ist auf der Quaibrücke keine ausgeprägte Lastrichtung vorhanden, sowohl Richtung Bürkliplatz wie auch Richtung Bellevue bewegen sich die Verkehrsstärken in der MSP und ASP in einem ähnlichen Bereich. Die höchsten mittleren Werte Richtung Bürkliplatz sind in zwischen 07:30 und 08:00 mit rund 1'550 Fz/h zu beobachten, in Richtung Bellevue treten diese in zwischen 17:30 und 18:00 mit rund 1'650 Fz/h auf.

Die rote Fläche zeigt den Schwankungsbereich der gemessenen Verkehrsstärken zwischen dem 2%-Perzentil und dem 98%-Perzentil der Auswertungsperiode.

Die maximalen Verkehrsstärken von 1'795 Fz/h (Ri. Bellevue) und 1'710 Fz/h (Ri. Bürkliplatz) entsprechen in etwa dem Mittelwert plus 8 bis 9%.

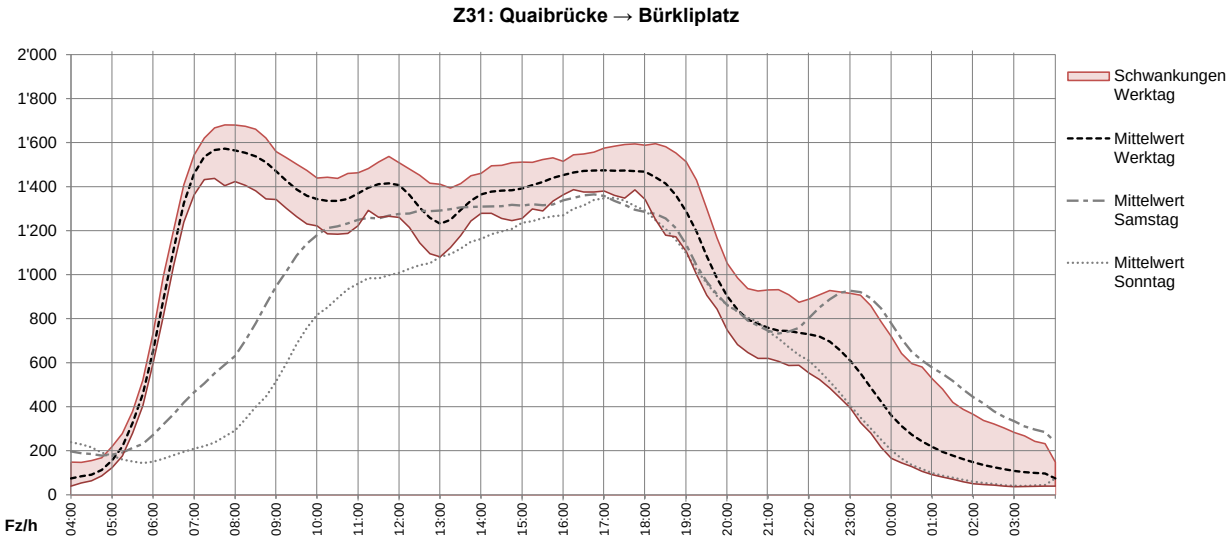


Abbildung 3-16: Auswertung Tagesganglinie ZST Quaibrücke Richtung Bürkliplatz

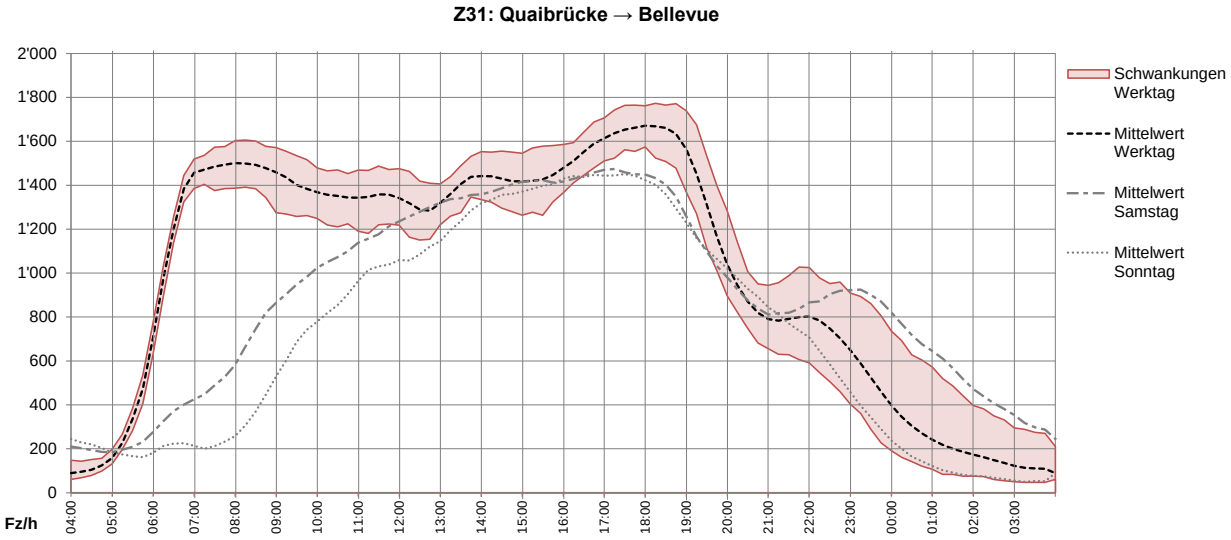


Abbildung 3-17: Auswertung Tagesganglinie ZST Quaibrücke Richtung Bellevue

Unter der Woche sind in beide Richtungen zwischen 7:00 und 19:00 konstant hohe Verkehrsstärken zu beobachten.

3.5.3 Mengengerüst MSP

Die nebenstehende Abbildung zeigt die mittleren Verkehrsstärken im Raum Bellerivestrasse/Utoquai in der Morgenspitzenstunde (ca. 07:00 bis 08:00). In Klammern gesetzt sind die maximalen Verkehrsstärken angegeben, sofern diese deutlich von den mittleren Verkehrsstärken abweichen. Teilweise treten die höchsten Verkehrsstärken etwas Zeitversetzt (zwischen 08:00 und 08:30) auf, dies wurden bei der Angabe der Maximalwerte berücksichtigt.

Der grösste Verkehrsstrom ist auf der Bellerivestrasse in der Morgenspitzenstunde auf Höhe Bahnhof Tiefenbrunnen stadteinwärts mit rund 1'550 Fz/h zu beobachten (Maximalwert: 1'700 Fz/h). Der Verkehr stammt jeweils in etwa hälftig aus dem Dorfkern Zollikon (über die Rampen) und hälftig von der Seestrasse.

Von diesen 1'550 Fz/h biegt ein Teil ins Seefeldquartier ab, wobei sich die Abbieger in die Ida-Bindschedler-Strasse, die Höschgasse, die Feldeggstrasse sowie weitere Quartierstrassen aufteilen. Die Verteilung der Abbieger kann je nach Verkehrssituation variieren. Es wird vermutet, dass nur ein Teil dieser Abbieger im Quartier verbleibt, der grösste Teil dürfte weiter Richtung Kreuz- oder Hegibachplatz verkehren.

Rund 800 Fz/h verkehren nach der Bellerivestrasse weiter über das Utoquai zum Bellevue. Die Kapazitätsgrenzen am Bellevue sind ausgereizt. Deshalb ist die Abflussmenge aus der Bellerivestrasse Richtung Bellevue am Morgen auf ca. 850 Fz/h und in der Falkenstrasse auf ca. 450 Fz/h beschränkt. Als Folge dessen können die Verkehrsstärken nicht vollständig verarbeitet werden und es bilden sich jeweils Rückstaus in der Falkenstrasse und der Bellerivestrasse.

Je nach Verkehrssituation kann Schleichverkehr beobachtet werden, der über die Dufour- und Färberstrasse den Rückstau in der Bellerivestrasse umfährt, dieser wurde bewusst nicht berücksichtigt, da dieser weder erwünscht ist noch einen Einfluss auf die Leistungsfähigkeit des Gesamtsystems aufweist.

Stadtauswärts verkehren ca. 500 Fz/h bis 650 Fz/auf der Bellerivestrasse. Die einzige Abbiegemöglichkeit ins Seefeldquartier (neben der Kreuzstrasse) befindet sich bei der Hornbachstrasse, die in etwa 100 Fz/h benutzen. Rund 200 Fz/h biegen aus der Ida-Bindschedler-Strasse in die Bellerivestrasse Richtung stadtauswärts ein. Ein-/ und Abbieger von der Bellerivestrasse in Richtung See bzw. in Gegenrichtung sind nur vereinzelt (<50Fz/h) zu beobachten.

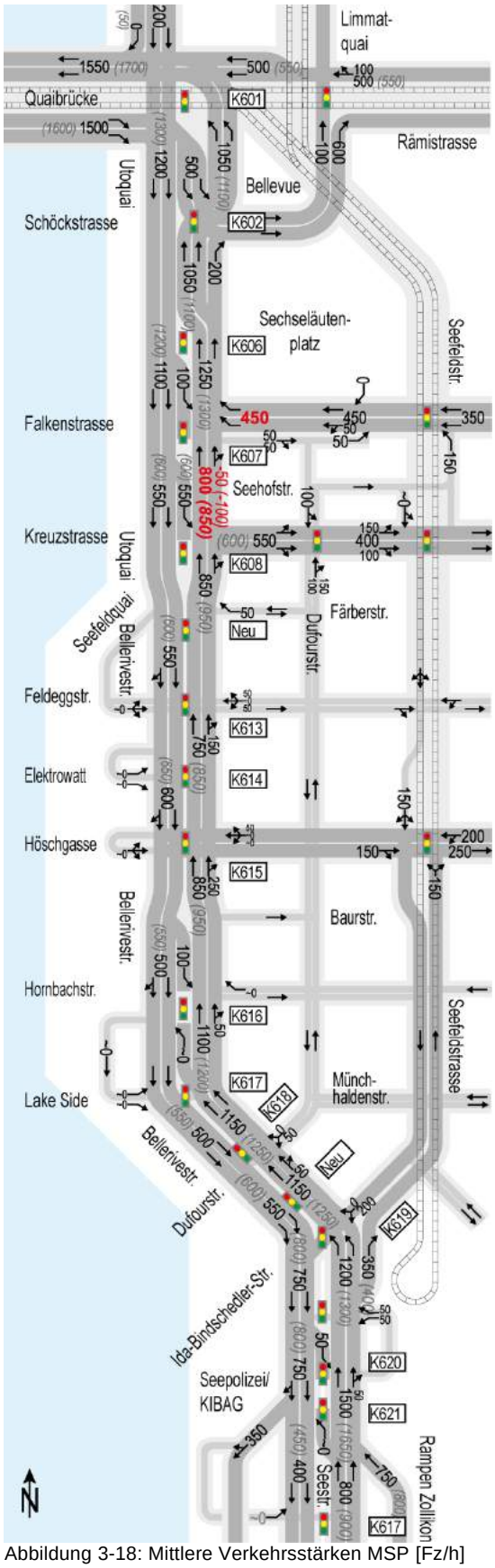


Abbildung 3-18: Mittlere Verkehrsstärken MSP [Fz/h] (in Klammern: Maximalwerte), **rot: Dosiert**

3.5.4 Mengengerüst ASP

Die nebenstehende Abbildung zeigt die mittleren Verkehrsstärken im Raum Bellerivestrasse/Utoquai in der Abendspitze (ca. 17:00 bis 18:00). In Klammern gesetzt sind die maximalen Verkehrsstärken angegeben, sofern diese deutlich von den mittleren Verkehrsstärken abweichen. Teilweise treten die höchsten Verkehrsstärken etwas zeitversetzt (zwischen 18:00 und 18:30) auf, dies wurden bei der Angabe der Maximalwerte berücksichtigt.

In der Abendspitzenstunde ist der grösste Verkehrsstrom auf der Bellerivestrasse stadtauswärts mit rund 1'450 Fz/h auf Höhe Bahnhof Tiefenbrunnen zu beobachten (Maximalwert: 1'600 Fz/h). Davon stammen ca. 950 Fz/h vom Bellevue und ca. 550 Fz/h biegen aus dem Seefeldquartier in die Bellerivestrasse ein. Die meisten Einbieger stammen aus der Ida-Bindschedler-Strasse (350 bis 400 Fz/h), die übrigen 200 Fz/h verteilen sich in etwa gleichmässig auf die Feldeggstrasse, die Höschgasse und die Dufourstrasse. Ca. 100 Fz/h biegen links in die Hornbachstrasse ein.

In die Gegenrichtung verkehren auf Höhe Tiefenbrunnen ca. 800 Fz/h (Maximalwert: 900 Fz/h), wovon ca. 350 Fz/h ins Seefeldquartier abbiegen.

Rund 650 Fz/h verkehren nach der Bellerivestrasse weiter über das Utoquai zum Bellevue. Vom Bellevue ausgehend bilden sich am Abend ebenfalls Rückstausituationen.

3.5.5 Schwerverkehrsanteil

Auf der Seestrasse nahe der Stadtgrenze besteht die kantonale Verkehrszählstelle 1009, die nach Fahrzeugkategorie unterscheiden kann. Demnach beträgt der Schwerverkehrsanteil auf der Seestrasse rund 2%, was folglich auch in etwa dem Schwerverkehrsanteil auf der Bellerivestrasse entspricht. Der Anteil am Abend ist tendenziell leicht geringer als am Morgen.

Für den Raum Bellevue liegen keine Daten zum Schwerverkehr vor, es kann jedoch angenommen werden, dass der Wert auch hier im gleichen Bereich liegt, da im Seefeldquartier keine Industrieanlagen vorhanden sind, die als Quell- oder Zielpunkt von Schwerverkehr dienen könnten. Dies konnte durch Stichprobenzählungen bestätigt werden.

3.5.6 Stausituation

Die Stausituationen sind in den nachfolgenden Schemas mit dem Symbol ⬭⬭ angegeben. Diese wurden anhand von Beobachtungen ermittelt. Die abgebildeten Stausituationen sind nicht mit den maximalen Rückstaulängen zu verwechseln, diese können bei jedem Knoten kurzfristig auftreten. Hier dargestellt sind aber nur die Stausituationen, die während der gesamten Spitzenstunde nicht abge-

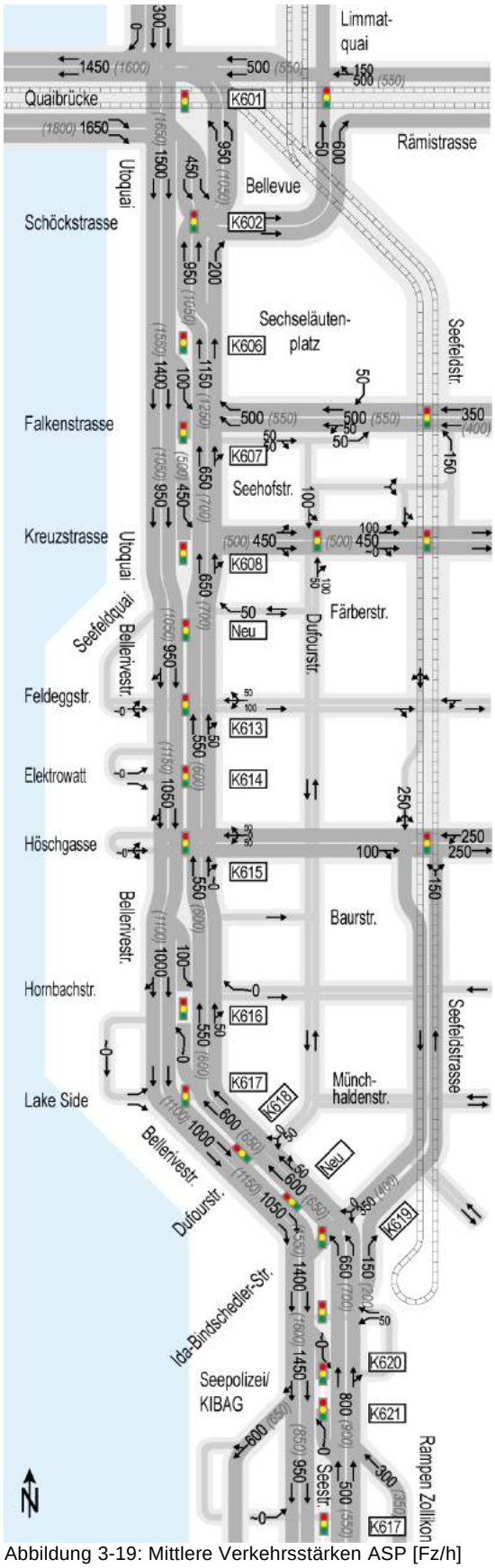


Abbildung 3-19: Mittlere Verkehrsstärken ASP [Fz/h]
(in Klammern: Maximalwerte)

baut werden können. Hierbei handelt es sich um bewusst genutzte Stauräume, die so bewirtschaftet werden, dass die Knotenbereiche nicht überstellt werden und ein freier Verkehrsfluss am Knoten gewährleistet ist.

Es sind nur die Stausituationen auf der Achse Utoquai - Bellerivestrasse sowie den wichtigsten Zuflüssen dargestellt. Weitere Stausituationen, z.B. rund ums Bellevue, sind nicht dargestellt.

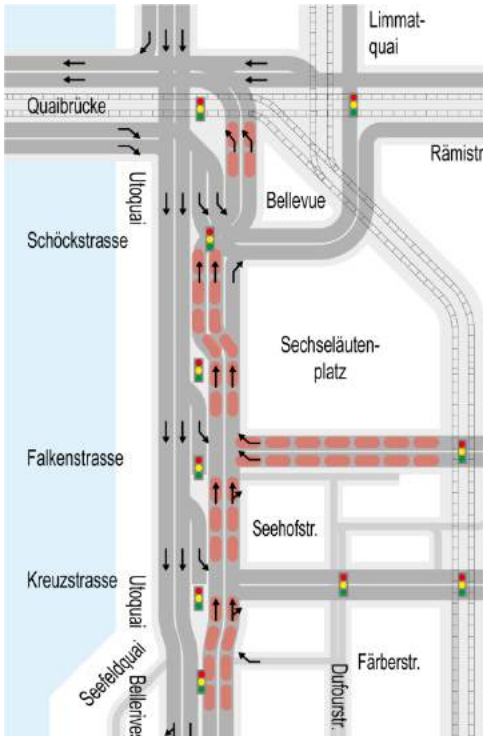


Abbildung 3-20: Beobachtbare Stausituation MSP

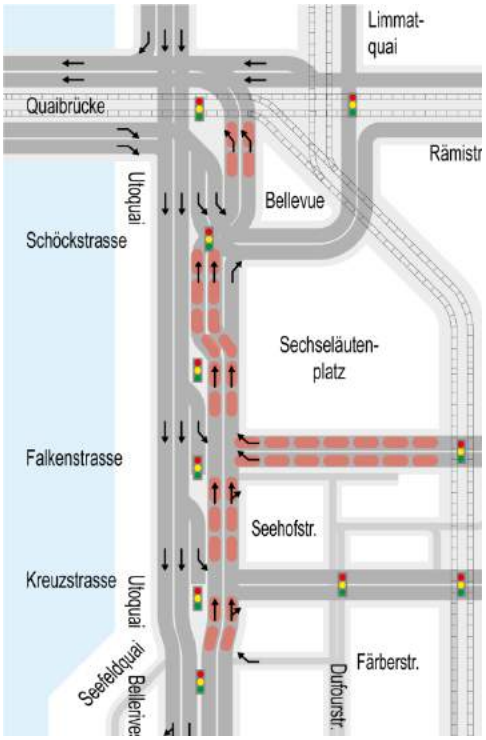


Abbildung 3-21: Beobachtbare Stausituation ASP

In der Ist-Situation bilden sich sowohl am Morgen wie am Abend stadteinwärts vom Bellevue ausgehend Rückstaus, die in die Bellerivestrasse und Falkenstrasse zurückreichen. Grund dafür ist die beschränkte Kapazität am Bellevue (vgl. Kapitel 3.5.3 / 3.5.4).

Die Länge der Rückstaus ist unterschiedlich, das Rückstauende bildet sich morgens in der Regel zwischen der Kreuzstrasse und der Feldeggstrasse. Abends sind die Rückstaus tendenziell etwas kürzer.

Die Verlustzeiten zwischen der Stadtgrenze und dem Bellevue stadteinwärts variieren je nach Verkehrssituation. Wie die Auswertung von Routenplanern[8] zeigt, liegen diese sowohl am Morgen wie am Abend im Bereich von 4 bis 10 Minuten.

Auf den übrigen Abschnitten der Bellerivestrasse (Feldstrasse bis Stadtgrenze) sind, abgesehen von aussergewöhnlichen Ereignissen, keine Stausituationen zu beobachten.

3.5.7 Parkierungsanlagen

Entlang der Bellerivestrasse befinden sich einige Parkierungsanlagen. Neben den Parkhäusern Opera, Utoquai und Zürichhorn sind beim Lake Side und beim Seefeldquai öffentliche Parkplätze vorhanden. Die Parkierungsanlagen werden an schönen Sommertagen verstärkt aufgesucht, allerdings v.a. am Wochenende und nach Feierabend, zu den Spitzenstunden ist kaum mit zusätzlichem Verkehr zu rechnen.

[8] GoogleMaps, TomTom Mydrive

Beim Bahnhof Tiefenbrunnen befindet sich eine P&R-Anlage und Kurzzeitparkplätze, die gerade in den Spitzenstunden stark frequentiert sind, es ist mit einem Verkehr von 50 bis 100 Fz/h zu rechnen.

In der weiteren Umgebung befinden sich die Parkhäuser Hohe Promenade und Feldegg.

3.5.8 Verkehrssteuerung (Grüne Welle)

Praktisch alle Knoten in der Bellerivestrasse werden mit Lichtsignalanlangen gesteuert. Ausnahmen bilden lediglich untergeordnete Knoten im Rechts-Rechts-Regime ohne Fussgängerübergang.

Die gesamte Achse Bellerivestrasse-Utoquai wird zwischen der Stadtgrenze und dem Bellevue koordiniert gesteuert (Grüne Welle, vgl. Kapitel 4.6). Der Abstand zwischen den Knoten und die Steuerungen auf der ganzen Achse sind hierbei so optimiert, dass die Grüne Welle in beide Richtungen, stadtein- und auswärts, gleichzeitig möglich ist.

Die Knoten auf der Bellerivestrasse (im Plan rot markiert) weisen eine Umlaufzeit von 45 s auf, die Knoten im Raum Bellevue bis und mit dem Knoten Utoquai/Falkenstrasse (grüne Knoten) weisen eine Umlaufzeit von 90 s auf. Die Koordinierung ist aber auf der ganzen Länge durchgehend vorhanden. Sämtliche Knoten laufen mit einer Festzeitsteuerung, wobei am Bellevue und im Bereich des Bahnhofs Tiefenbrunnen eine ÖV-Priorisierung vorhanden ist.

Bei idealen Verkehrsverhältnissen kann der 2.260 km lange Abschnitt zwischen der Haltelinie beim Knoten an der Stadtgrenze (Knoten 622) und der Haltelinie bei der Kreuzstrasse (Knoten 608) innerhalb von 2 min und 36 s zurückgelegt werden, sofern man sich mit der Grünen Welle mitbewegt. Hierzu ist eine Geschwindigkeit von konstant 52 km/h notwendig.

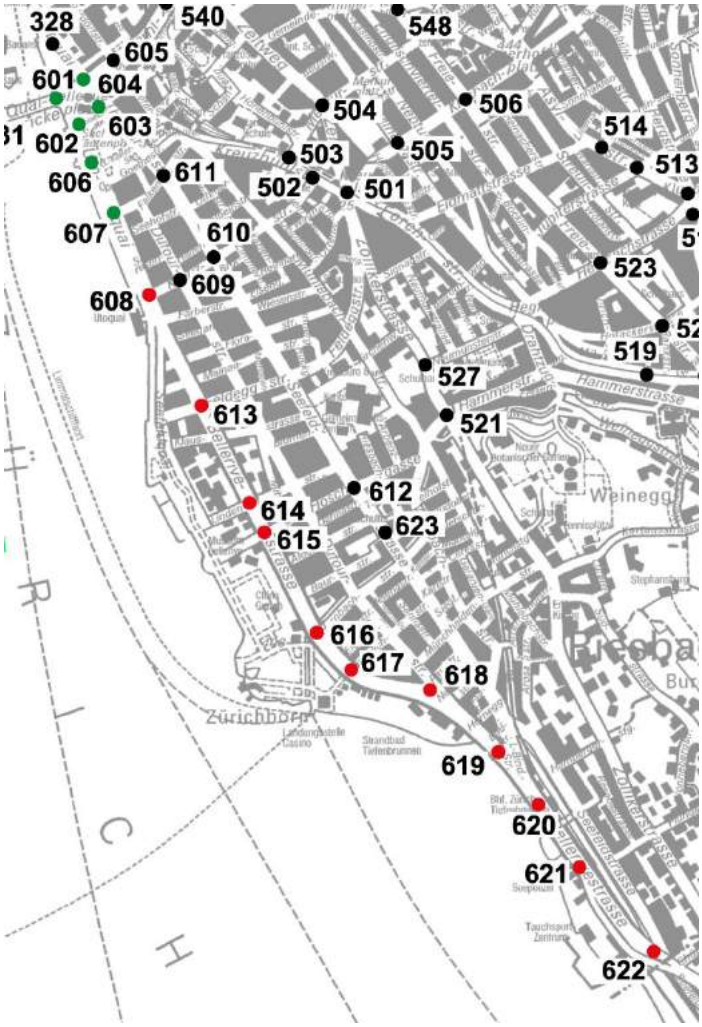


Abbildung 3-22: Ausschnitt Knotenplan

- Koordination Bellevue mit tu = 90 s
- Koordination Bellerivestrasse mit tu = 45 s

4 Grundlagen Leistungsfähigkeit

4.1 Übergeordnete Vorgaben

Die anzubietende Leistungsfähigkeit ist mit Art. 104 Abs. 2bis der Kantonsverfassung (Gegenvorschlag zur Anti-Stauinitiative) festgelegt:

Kantonsverfassung (KV) Art. 104

Abs. 1

Kanton und Gemeinden sorgen für eine sichere, wirtschaftliche und umweltgerechte Ordnung des gesamten Verkehrs und für ein leistungsfähiges Verkehrsnetz.

Abs. 2

Der Kanton übt die Hoheit über die Staatsstrassen aus.

Abs. 2bis

Der Kanton sorgt für ein leistungsfähiges Staatsstrassennetz für den motorisierten Privatverkehr. Eine Verminderung der Leistungsfähigkeit einzelner Abschnitte ist im umliegenden Strassennetz mindestens auszugleichen.

Abs. 3

Kanton und Gemeinden fördern den öffentlichen Personenverkehr im ganzen Kantonsgebiet.

Da eine Leistungssteigerung im umliegenden Strassennetz im vorliegenden Fall ausgeschlossen ist, darf folglich die Leistungsfähigkeit der Achse Utoquai-Bellerivestrasse auf dem betrachteten Abschnitt (Bellevue bis Stadtgrenze) gegenüber heute nicht vermindert werden.

Für Art. 104 Abs. 2bis nachzuweisen ist die praktische Leistungsfähigkeit, also die heute tatsächlich auf einem Abschnitt abgewickelten Verkehrsmenge (Fahrzeuge pro Stunde).

Die praktische Leistungsfähigkeit der einzelnen Elemente (Knoten, Strecken) eines Abschnitts entspricht folglich den heute messbaren maximalen Verkehrsmengen an den jeweiligen Elementen, sofern kein leistungsbestimmendes Element mit einem Leistungsdefizit auf dem Abschnitt vorhanden ist. Wenn ein leistungsbestimmendes Element ein Leistungsdefizit aufweist, so entspricht die praktische Leistungsfähigkeit der vorgelagerten Elementen derjenigen Verkehrsmenge, die am leistungsbestimmenden Element gerade noch verarbeitet werden kann. Wenn zwischen dem vorgelagerten Element und dem leistungsbestimmenden Element ein wesentlicher Verkehrsab- oder zufluss vorhanden ist, so muss dieser entsprechend zusätzlich berücksichtigt werden.

Die theoretische Leistungsfähigkeit der einzelnen Elemente kann somit in Vereinbarung mit Art. 104 Abs. 2bis reduziert werden, wenn die praktische Leistungsfähigkeit nachgewiesen werden kann und das Element selber nicht leistungsbestimmend wird. Im diesen Falle kann von einer "leistungsneutralen" Massnahme gesprochen werden.

Eine Leistungsreduktion (also eine nicht leistungsneutrale Massnahme) könnte im Rahmen einer Interessensabwägung nur dann vorgenommen werden, wenn diese aufgrund von gleichgestellten Interessen (z.B. die ÖV-Förderung gem. Art. 104 Abs. 3) und/oder übergeordneten Bestimmungen (z.B. der auf Bundesebene geregelte Lärmschutz) unumgänglich ist.

4.2 Praktische Leistungsfähigkeit

Stadteinwärts bildet der zweispurige Linksabbiegerstrom beim Bellevue vom Utoquai auf die Quaibrücke das leistungsbestimmende Element des betrachteten Abschnitts. Die hier bei den zurzeit gegebenen Betriebsbedingungen erreichbare Leistungsfähigkeit von maximal ca. 1'100 Fz/h (MSP/ASP) gibt die Leistungsfähigkeit der gesamten Achse vor. Der Zufluss am Morgen (MSP) von der Bellerivestrasse liegt ca. 100 Fz/h über dem, was am Bellevue verarbeitet werden kann, der Strom muss deshalb heute vor der Falken- und der Kreuzstrasse dosiert werden. Die praktische Leistungsfähigkeit in der Bellerivestrasse stadteinwärts liegt folglich ca. 100 Fz/h unter den heute maximal auftretenden Verkehrsstärken (in der Abbildung rot markiert), da ein höherer Zufluss am Bellevue gar nicht verarbeitet werden kann.

Stadtauswärts definiert der Zufluss von der Quaibrücke auf das Utoquai beim Bellevue die auf den nachfolgenden Elementen benötigte Leistungsfähigkeit. Der maximal gemessene Zufluss von 1'800 Fz/h (ASP) wird durch die vorgelagerten Knoten bestimmt, ein höherer Zufluss ist unter den zurzeit gegebe-

nen Betriebsbedingungen nicht möglich. Stadtauswärts ist keine Leistungsdefizit vorhanden, die praktische Leistungsfähigkeit entspricht folglich den heute maximal gemessenen Verkehrsstärken (vgl. Kapitel 3.5.2). In den nachstehenden Abbildungen ist praktische Leistungsfähigkeit angegeben.



Abbildung 4-1: Praktische Leistungsfähigkeit (MSP)

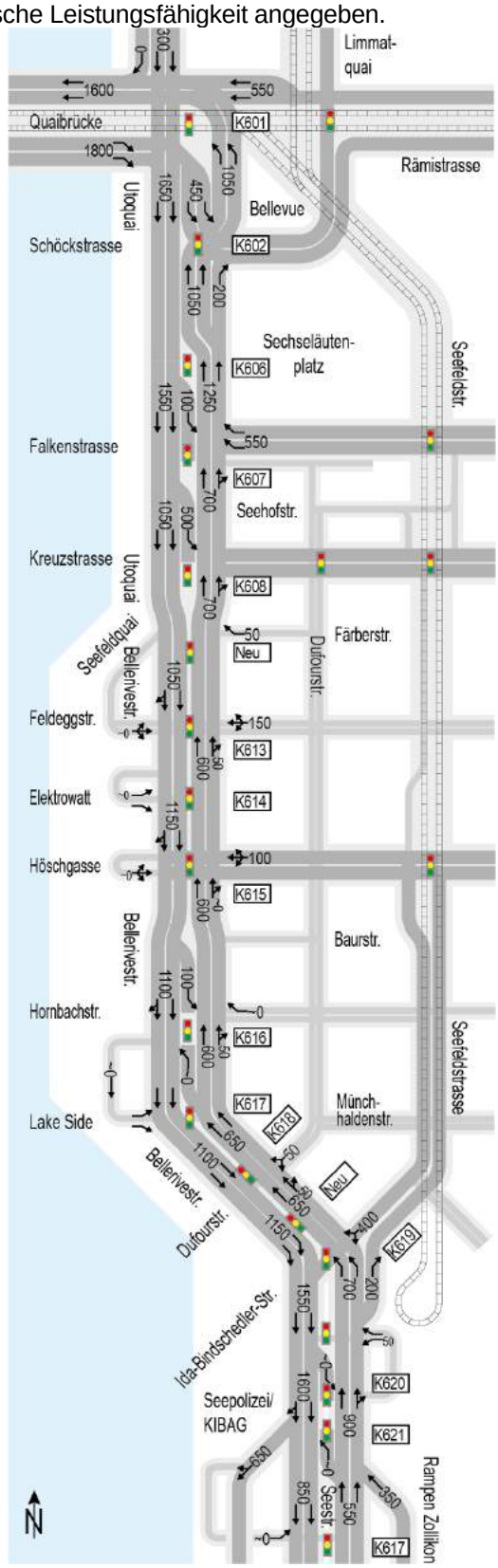


Abbildung 4-2: Praktische Leistungsfähigkeit (ASP)

Rot: Praktische Leistungsfähigkeit aufgrund fehlender Abflusskapazität (beim Bellevue) gegenüber maximal gemessenen Verkehrsstärken reduziert (ca. 100 Fz/h)

4.3 Theoretische Leistungsfähigkeit der einzelnen Knoten

Als Grundlage für die Leistungsfähigkeitsbewertung wurde die theoretische Leistungsfähigkeit aller LSA-Knoten im Perimeter untersucht. Die theoretische Leistungsfähigkeit darf nicht mit der praktischen Leistungsfähigkeit, die nachgewiesen werden muss, verwechselt werden.

Die Angabe zu den Farben bezieht sich auf die Farbcodierung, die in der nebenstehenden Abbildung verwendet wurde:

- **K601 und 602:** Die Koordination der Knoten beim Bellevue (K601 und K602) weist, bedingt durch zahlreiche Abhängigkeiten, beschränkte Rückstauräume, ÖV-Linien und starken Fussgängerströmen, eine hohe Komplexität auf und muss für die hier gemachten Leistungsfähigkeitsbetrachtungen als gegeben betrachtet werden. Allenfalls sind Anpassungen im Bereich von wenigen Sekunden an den Grünzeiten möglich. Die Angaben der Leistungsfähigkeit für diese Knoten entstammen der Auswertung der tatsächlich geschalteten Grünzeiten.
- **K617, 620 und 621:** Für diese Knoten sind die Mindestgrünzeiten und Zwischenzeiten der einmündenden oder abbiegenden Ströme massgebend, da keine Fussgängerübergänge vorhanden sind.
- **K607, 608 und 619:** An diesen Knoten bestimmen die Verkehrsstärken auf den feindlichen Strömen die Leistungsfähigkeit. Hierbei wurde die Leistungsfähigkeit gemäss Norm SN 640 023a abgeschätzt unter der Voraussetzung, dass auch für die untergeordneten Ströme (unter Berücksichtigung einer Reserve von 10%) mindestens Verkehrsqualitätsstufe D erreicht werden kann.
- **Übrige Knoten:** Für diese Knoten sind die Mindestgrünzeiten und Zwischenzeiten der Fussgängerströme massgebend (vgl. Kapitel 4.5).
- Grau hinterlegte Knoten liegen ausserhalb des Perimeters und haben keinen massgebenden Einfluss auf die Leistungsfähigkeit der Achse Utoquai/Belle-rivestrasse.

In der Abbildung ist die Leistungsfähigkeit pro Fahrstreifen angegeben. Die Leistungsfähigkeit wurde für die heute vorhandene Umlaufzeit in der Bellerivestrasse von 45 s untersucht. Im Bereich der Koordination Bellevue (K601, K602, K606 und K607) wurde die heutige Umlaufzeit von 90 s angesetzt. Durch eine Erhöhung der Umlaufzeiten können höhere Leistungsfähigkeiten entstehen (vgl. Kapitel 4.4). Die Abbildung zeigt die Situation, wie sie sich in der MSP darstellt. Wo in der ASP aufgrund anderer Verkehrsbelastungen auf den feindlichen Strömen wesentlich abweichende Leistungsfähigkeiten

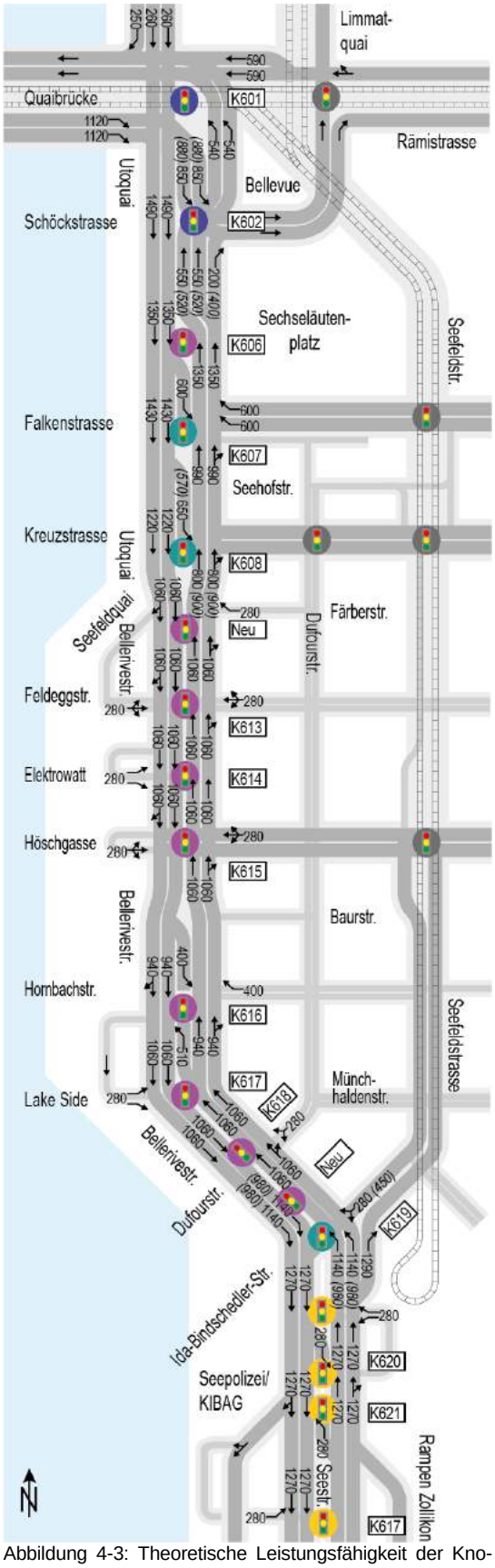


Abbildung 4-3: Theoretische Leistungsfähigkeit der Knoten MSP (in Klammern: ASP, wenn unterschiedlich)

resultieren, sind diese in Klammern angegeben.

Es wurde von einem Lastwagenanteil von 2% für alle Ströme ausgegangen.

4.4 Einfluss der Umlaufzeit auf die Leistungsfähigkeit

Da die Zwischen- und Mindestzeiten auch bei kurzen Umlaufzeiten (t_u) erfüllt sein müssen, ist die Leistungsfähigkeit folglich bei kurzen Umlaufzeiten geringer als bei langen Umlaufzeiten.

Für den auf der Bellerivestrasse häufig anzutreffenden Fall eines Knotens mit einem Fussgängerstreifen über 4 Fahrstreifen und eines schwachbelasteten Nebenstroms beträgt die Sperrzeit für den MIV 18 s und setzt sich wie folgt zusammen:

- Räumzeit MIV-Strom: 4 s
- Mindestgrünzeit: 6 s (gem. SN Norm 640 837, vgl. Kapitel 4.5)
- Räumzeit Fussgänger: 9 s
- Einfahrzeit MIV-Strom: -1 s

In der nachfolgenden Tabelle wurde ausgewertet, wie sich die Leistungsfähigkeiten für den MIV-Hauptstrom (pro Fahrstreifen) und die Wartezeiten für die Fussgänger (bei Beschränkung auf die Mindestgrünzeit für die Fussgänger) für gängige Umlaufzeiten entwickeln. Im Prinzip können für die Umlaufzeit aber beliebige Werte gewählt werden.

Umlaufzeit	**t_u = 30 s**	**t_u = 45 s**	**t_u = 60 s**	**t_u = 72 s**	**t_u = 90 s**
Leistungsfähigkeit MIV (VQS D)	700 Fz/h	1'060 Fz/h	1'240 Fz/h	1'330 Fz/h	1'410 Fz/h
Mittlere Wartezeit Fussgänger	10 s	17 s	24 s	30 s	39 s
Maximale Wartezeit Fussgänger	24 s	39 s	54 s	66 s	84 s
Verkehrsqualität Fussgänger gem. HBS[9]	A Sehr gut	B Gut	C Zufriedenstellend	D Ausreichend	E Mangelhaft

Tabelle 4-1 Umlaufzeiten, Leistungsfähigkeit und Wartezeit FG

Zwar kann durch eine längere Umlaufzeit die Leistungsfähigkeit erhöht werden. Längere Umlaufzeiten können aber auch zu längeren Wartezeiten für die Fussgänger führen, sofern lediglich die Mindestgrünzeit für die Fussgänger angeboten werden.

Im vorliegenden Beispiel entstehen bei einer Umlaufzeit von 90 s für die Fussgänger maximale Wartezeiten von bis zu 84 s, was als mangelhaft bezeichnet werden muss. Einerseits sind solch lange Wartezeiten für die Fussgänger sehr unkomfortabel und andererseits führen sie vermehrt dazu, dass die LSA missachtet wird. Dies stellt gerade bei einem Fussgängerübergang von 4 Fahrstreifen ohne Mittelinsel ein hohes Sicherheitsrisiko dar.

Sofern Fussgängerübergänge vorhanden sind, wird deshalb eine Umlaufzeit von ≥90 s in der Regel nur dann angeboten, wenn dies bei bestehenden Anlagen aus Leistungsfähigkeitsgründen zwingend notwendig ist, wie dies zum Beispiel beim Bellevue der Fall ist. Zudem wird beim Bellevue bei den Fussgängerübergängen eine Grünzeit angeboten, die grösser als die Mindestgrünzeit ist, wodurch die Wartezeiten reduziert werden. Dadurch wird allerdings auch die Leistungsfähigkeit des zum Fussgängerstrom feindlichen MIV-Stroms reduziert. Um einen hohen Fussgängerkomfort zu erreichen werden in der Stadt Zürich möglichst kurze Warte- bzw. Umlaufzeiten angestrebt, wenn dies hinsichtlich der Leistungsfähigkeit möglich ist.

[9] FGSV, Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS), Ausgabe 2015

4.5 Einfluss der Länge der Fussgängerstreifen auf die Leistungsfähigkeit

Bei LSA-geregelten Fussgängerübergängen können die Mindestgrünzeiten und Zwischenzeiten der Fussgängerströme für die Leistungsfähigkeit massgebend sein. Die Grünzeit muss so gewählt werden (vgl. SN Norm 640 837)[10], dass folgende drei Punkte erfüllt werden:

- Mit einer Gehgeschwindigkeit von 1.2 m/s müssen innerhalb der Grünzeit mindestens 2/3 des Fussgängerübergangs gequert werden können
- Mit einer Gehgeschwindigkeit von 0.8 m/s muss innerhalb der Grünzeit plus Räumzeit der gesamte Fussgängerübergang gequert werden können (Behindertengerechtigkeit)
- Die Grünzeit darf 5 Sekunden nicht unterschreiten

Je nach Länge des Fussgängerübergangs können unterschiedliche Bedingungen massgebend werden.

In der nachfolgenden Tabelle ist der Einfluss jeweils für den Fall einer Umlaufzeit von 45 s, 60 s und 90 s dargelegt. Der Einfluss der Länge der Fussgängerstreifen muss bei der Bewertung der jeweiligen Varianten berücksichtigt werden.

Layout FS = Fahrspur	**Länge FG-Übergang**	**Sperrzeit MIV**	**Theort. Leistungsfähigkeit pro FS**		
			t_u = 45 s	**t_u = 60 s**	**t_u = 90 s**
4 FS mit Mittelinsel	14 m	21 s	940 Fz/h	1150 Fz/h	1350 Fz/h
4 (schmale) FS	11 m	18 s	1060 Fz/h	1240 Fz/h	1410 Fz/h
3 FS	9 m	16 s*	1140 Fz/h	1290 Fz/h	1450 Fz/h
2 FS mit Mittelinsel	9 m	14 s*	1220 Fz/h	1350 Fz/h	1490 Fz/h
2 FS ohne Mittelinsel	7 m	14 s*	1220 Fz/h	1350 Fz/h	1490 Fz/h
1 FS	4 m	12 s*	1290 Fz/h	1410 Fz/h	1530 Fz/h

*Nur falls kein bedingt verträglicher Konflikt vorliegt

Tabelle 4-2 Fussgängerübergänge und Leistungsfähigkeit

Zu beachten ist, dass bei Fussgängerströmen, die mit abbiegenden MIV-Strömen in einem bedingt verträglichen Konflikt stehen, ein Vorstart für die Fussgänger ermöglicht werden muss. D.h. der Fussgängerübergang muss einige Sekunden vor dem MIV-Strom grün geschaltet werden, damit die abbiegenden Verkehrsteilnehmenden den Konfliktpunkt besser erkennen können. Dadurch wird bei kurzen Fussgängerübergängen (<10m) die Summe aus Zwischenzeiten, Zeit für den Vorstart und Mindestgrünzeit für den MIV-Strom massgebend und nicht die minimale Grünzeit für die Fussgänger. Sofern also die Fussgängerströme mit den abbiegenden MIV-Strömen in Konflikt laufen (was in der Bellerivestrasse bei der Feldeggstrasse, Höschgasse, Dufourstrasse und der Ida-Bindschedlerstrasse der Fall ist), sind Sperrzeiten von weniger als 18 s auch bei kurzen Fussgängerübergängen nicht realisierbar.

Ebenfalls zu beachten ist, dass an komplexen Knoten es der Fall sein kann, dass es bei Fussgängerübergängen mit Mittelinseln nicht möglich ist beide Fahrbahnhälften für die Fussgänger gleichzeitig grün zu schalten. In diesem Fall können kürzere Sperrzeiten für den MIV erreicht werden. Dies bedingt jedoch, dass die Fussgänger auf der Mittelinsel warten müssen. Sofern dies hinsichtlich der Leistungsfähigkeit möglich ist, sollte dieser Fall daher vermieden werden.

4.6 Leistungsfähigkeit Grüne Welle

Das Vorhandensein einer Grünen Welle an sich hat keinen Einfluss auf die maximale Leistungsfähigkeit der einzelnen Anlagen. Jedoch besteht ein Zusammenhang mit der Leistungsfähigkeit, da einerseits eine Grüne Welle je nach Situation eine bestimmte Umlaufzeit bedingt, die wiederum Einfluss auf die Leistungsfähigkeit hat, und andererseits eine Grüne Welle nur für eine gewisse Verkehrsstärke angeboten werden kann, die unter der theoretisch maximalen Leistungsfähigkeit der einzelnen Anlagen liegt.

[10] Gem. SN Norm 640 837 Lichtsignalanlagen, Übergangszeiten und Mindestzeiten, 2015

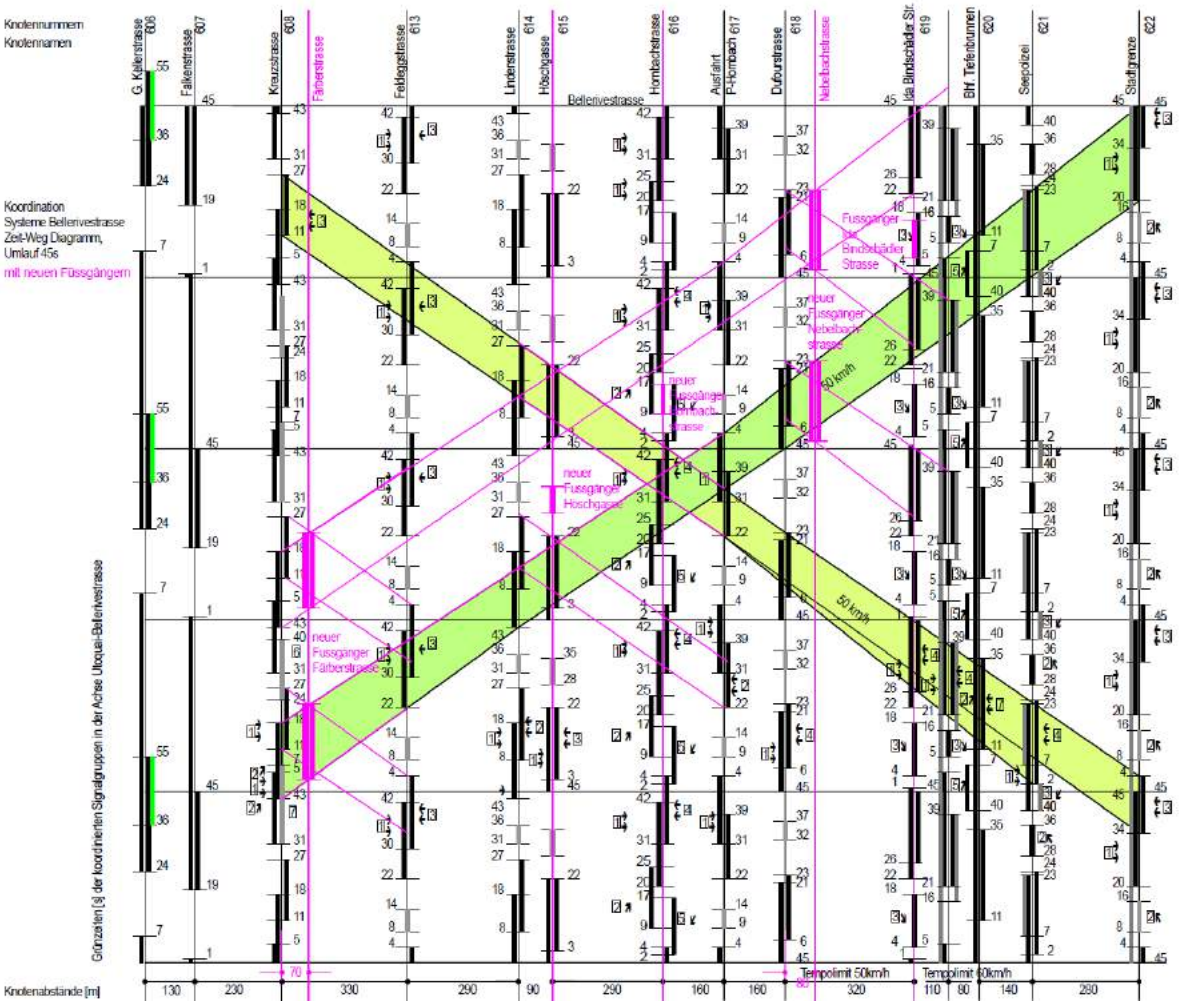


Abbildung 4-4: Koordination Bellerivestrasse (Magenta: Ergänzungen durch Projekt), Quelle: Dr. Pitzinger 2010

Die Anzahl Fahrzeuge, die im koordinierten Strom "mitschwimmen" können (die also vom Startpunkt bis zum Endpunkt des Abschnitts mit Grüner Welle ohne Halt durchfahren können, vorausgesetzt dass die hinterlegte Koordinationsgeschwindigkeit konstant eingehalten wird) kann aus der Breite des Grünbandes (vgl. obige Abbildung) abgelesen werden (nachfolgend koordinierte Verkehrsstärke genannt). Es können auch höhere Verkehrsstärken verarbeitet werden, sofern diese unter der maximalen Leistungsfähigkeit der Knoten liegt. Dadurch werden für die Verkehrsteilnehmer mehrere Halte notwendig, bis der gesamte Abschnitt durchfahren ist, wodurch die Verlustzeiten und die Verkehrsemissionen (Start-/Stopp-Emissionen) erhöht werden.

Bei der Bellerivestrasse besteht derzeit die Situation, dass die Grüne Welle in beide Fahrrichtungen durchgängig angeboten werden kann. Dies ist bei gesetzten Knotenabständen nur für bestimmte Koordinationsgeschwindigkeit und Umlaufzeiten möglich. Die nachstehende Tabelle zeigt mögliche Formen von Grünen Wellen mit verschiedenen Umlaufzeiten und Geschwindigkeiten. Die Grüne Welle wurde anhand von Zeit-Weg-Diagrammen untersucht, diese sind in Anhang 4 beigelegt.

Umlaufzeit	**t_u = 45 s (bestehende Koordination)**	**t_u = 60 s**	**t_u = 60 s**	**t_u = 60 s**
Signalisiert	**Tempo 50**	**Tempo 50**	**Tempo 40 / 50**	**Tempo 30 / 50**
	Anhang 4.1	**Anhang 4.2**	**Anhang 4.3**	**Anhang 4.4**
Koordinationsgeschw. Kreuzstrasse – Ida-Bindschedlerstr.	52 km/h	49 km/h	41 km/h	32 km/h
Ida-Bindschedlerstr. – Stadtgrenze	52 km/h	52 km/h	52 km/h	52 km/h
Breite des Grünbandes	14 s	23 s	23 s	23 s
Koordinierte Verkehrsstärke (pro FS)	550 Fz/h	680 Fz/h	680 Fz/h	680 Fz/h
Anzahl Halte	0	1 stadteinwärts bei PP Hornbach	0	0
Fahrzeit Kreuzstrasse bis Stadtgrenze	2 min 36 s	stadtauswärts: 2 min 44 s stadteinwärts: 3 min 01 s	3 min 09 s	3 min 47 s

Tabelle 4-3 Mögliche Grüne Wellen

Bezüglich Koordinationsgeschwindigkeit wurde zwischen dem Abschnitt mit Ausserortscharakter zwischen Ida-Bindschedlerstrasse und Stadtgrenze (heute signalisiert T60, zukünftig T50) und dem Abschnitt Kreuzstrasse bis Ida-Bindschedlerstrasse (heute signalisiert T50) unterschieden (vgl. Geschwindigkeitsvarianten, Kapitel 0).

Die koordinierte Verkehrsstärke erhöht sich tendenziell mit zunehmenden Umlaufzeiten, da der Einfluss von Mindestgrünzeiten und Zwischenzeiten abnehmen und somit mehr Flexibilität bezüglich Phasenabläufe entsteht. Die Angaben der Reisezeiten beziehen sich jeweils auf den Fall, dass freie Fahrt möglich ist.

- **Umlaufzeit 45 s**

  Bei der bestehenden Koordination mit 45 s Umlaufzeit können ca. 550 Fz/h pro Fahrstreifen (1'100 Fz/h bei 2 FS) in der Grünen Welle "mitschwimmen". Die Koordinationsgeschwindigkeit ist mit 52 km/h jedoch relativ hoch, so dass für langsam fahrende Fahrzeuge teilweise zusätzliche Halte entstehen. Zudem kann die signalisierte Geschwindigkeit von 60 km/h im Abschnitt Tiefenbrunnen bis Stadtgrenze nicht ausgenutzt werden, da eine grüne Welle auf diesem Abschnitt bei einer Umlaufzeit von 45 s nur mit 52 km/h möglich ist.

- **Umlaufzeit 60 s**

  Würde man die Umlaufzeit auf 60 s erhöhen, würde sich die koordinierte Verkehrsstärke auf 680 Fz/h (1'360 Fz/h bei 2 FS) erhöhen. Die Koordinationsgeschwindigkeit würde auf 41 km/h innerorts sinken. Ebenfalls wäre eine grüne Welle mit einer Umlaufzeit von 60 s und von 32 km/h innerorts möglich, mit einer koordinierten Verkehrsstärke von 680 Fz/h.

  Würde man in Kauf nehmen, dass die Grüne Welle stadteinwärts vor dem Knoten PP Hornbach unterbrochen wird, wäre eine Koordinationsgeschwindigkeit von 49 km/h möglich.

- **Andere Umlaufzeiten**

  Höhere Umlaufzeiten ermöglichen zwar eine höhere Leistungsfähigkeit, jedoch wird auch die Koordinierungsgeschwindigkeit geringer. So wäre z.B. bei einer Umlaufzeit von 72 s eine grüne Welle in beide Richtungen nur für eine Geschwindigkeit von 34 km/h möglich. Auch stellt sich das Problem (wie bei allen anderen Umlaufzeiten als 45 s, 60 s und 90 s), dass eine Abstimmung auf die Koordinierung beim Bellevue (Umlaufzeit 90 s) nicht mehr möglich ist (vgl. nach-

stehende Ausführungen). Ebenfalls entstehen durch höhere Umlaufzeiten längere Wartezeiten für die Fussgänger.

Die Koordinationsgeschwindigkeiten können leicht variiert werden. Ebenso besteht ein gewisser Spielraum, die koordinierte Verkehrsstärke für eine Richtung zu Lasten der Gegenrichtung zu erhöhen, dieser Spielraum ist mit höheren Umlaufzeiten deutlich grösser als mit tiefen Umlaufzeiten.

Falls die Grüne Welle nur in eine Fahrrichtung (z.B. in die Hauptlastrichtung) durchgehend angeboten wird, so kann diese für alle möglichen Umlaufzeiten und Koordinationsgeschwindigkeiten umgesetzt werden. Dies hat allerdings den Nachteil, dass in Gegenrichtung für die Verkehrsteilnehmer mehrere Halte notwendig sind bis der gesamte Abschnitt durchfahren werden kann, wodurch die Verlustzeiten, die Staubildung und die Verkehrsemissionen erheblich erhöht werden können.

Abstimmung Grüne Welle Bellevue (90s) mit Bellerivestrasse (45s)

Da die Umlaufzeit der Koordination des Bellevues mit 90s nicht gleich der Umlaufzeit der Koordination in der Bellerivestrasse ist, entsteht zwangsläufig ein Bruch in der Grünen Welle. Dieser ist beim Knoten Kreuzstrasse verortet.

Für den Ist-Zustand beträgt die Wahrscheinlichkeit, dass ein Fahrzeug aus der Grünen Welle des Bellevues ohne Halt in der Grünen Welle der Bellerivestrasse (oder in umgekehrt) verbleiben kann ca. 50%, da bei jedem Zeiten Umlauf der Bellerivestrasse der Anschluss an die Grüne Welle des Bellevues ohne Einschränkung möglich ist.

Mit einer Umlaufzeit von 60 s in der Bellerivestrasse, besteht nur bei jedem drittem Umlauf ein direkter Übergang zur Grünen Welle des Bellevues. Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Fahrzeug aus der in der Grünen Welle verbleiben kann sinkt aber nicht wesentlich, je nachdem welche Variante gewählt wird, kann sie sich auch leicht erhöhen. Dies kommt daher, dass bei einer Erhöhung der Umlaufzeit auch die Spielräume der Grünen Welle grösser werden und dadurch auch mehr Spielräume für die Synchronisation der beiden Grünen Wellen vorhanden sind.

Bei allen anderen Umlaufzeiten in der Bellerivestrasse (ausser 45 s, 60 s und 90 s) würde sich aber das Problem stellen, dass eine Synchronisation der beiden Grünen Wellen je nach Umlaufzeit gar nicht mehr oder nur noch sehr beschränkt möglich ist. Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Fahrzeug aus der in der Grünen Welle verbleibt, sinkt deshalb auf ca. 25% bis 30%. Wodurch folglich auch der Rückstau, verbunden mit den entsprechenden Emissionen, vor der Kreuzstrasse länger würde.

Es ist aber zu beachten, dass stadteinwärts aufgrund der Stausituationen vor dem Bellevue zu den meisten Tageszeiten stadteinwärts ohnehin mehrere Halten unvermeidlich sind, die Abstimmung zwischen den Grünen Wellen ist folglich nur zu den Randzeiten relevant.

Stadtauswärts ist zu beachten, dass die Fahrzeuge nicht gleichverteilt über das gesamte Grünband der Grünen Welle des Bellevues eintreffen, sondern dass zu Beginn des Grünbandes die Verkehrsdichte deutlich höher ist als gegen Ende des Grünbandes. Wenn folglich der Beginn des Grünbandes der Grünen Welle des Bellevues mit der grünen Welle der Bellerivestrasse synchronisiert werden kann, können Anteilsmässig mehr Fahrzeuge davon profitieren. Dies ist aber nur bei Umlaufzeiten in der Bellerivestrasse mit 45s oder 60s möglich, und auch bei 60s nur dann, wenn das Grünband stadtauswärts auf Kosten des Grünbandes stadteinwärts verbreitert wird, was wiederum nur zeitweise möglich wäre (ausserhalb der MSP).

4.7 Einfluss der Geschwindigkeit auf die Leistungsfähigkeit

Bei innerstädtischen Verhältnissen ist i.d.R. die Leistungsfähigkeit von den jeweiligen Knoten ausschlaggebend, die wiederum gemäss den theoretischen Berechnungsgrundsätzen der Norm nicht von der Geschwindigkeit abhängig ist. Zwar müssen bei lichtsignalgesteuerten Knoten aufgrund der tieferen Geschwindigkeiten die Räumzeiten leicht erhöht werden, da sich jedoch auch die Anfahrzeiten erhöhen, gleicht sich dieser Effekt in der Regel aus. Es ist jedoch nicht auszuschliessen, dass durch Tempo 30 die Verkehrsdichte geringfügig reduziert wird, was wiederum dazu führt, dass die praktische Sättigungsrate leicht reduziert würde. Dies würde wiederum bedeuten, dass eine geringere maximale Leistungsfähigkeit am Knoten erreicht werden könnte. Wobei eine geringere maximale Leistungsfähigkeit nicht zwingend zu einem Leistungsdefizit führen muss, sofern noch Leistungsreserven am Knoten vorhanden sind. Es stehen derzeit aber keine detaillierten Studien zum Einfluss von Tempo 30 auf die Leistungsfähigkeit von innerstädtischen Knoten zur Verfügung.

Seit 2017 gilt in der Stadt Zürich auf insgesamt 27 Abschnitten von Hauptverkehrsstrassen Tempo 30 zur Lärmsanierung. Vereinzelt sind auch LSA davon betroffen. Erste Resultate aus dem Verkehrsmonitoring werden in der zweiten Hälfte 2018 erwartet. Voraussichtlich können dann verfeinerte Aussagen zum Thema Leistungsfähigkeit von LSA bei Tempo 30 gemacht werden.

Dies gilt analog auch für Tempo 40. Wobei der Einfluss von Tempo 40 auf die Leistungsfähigkeit noch einmal deutlich geringer sein dürfte, da auch so an vielen LSA-Knoten die gefahrenen Geschwindigkeiten tatsächlich eher im Bereich von 40 km/h liegen als bei 50 km/h, ohne dass ein Effekt auf die Leistungsfähigkeit beobachtet werden könnte.

4.8 Einfluss des Veloverkehrs auf die Leistungsfähigkeit

Bei Markierung von Radstreifen muss für den entsprechenden Strom eine längere Räumzeit angesetzt werden, wodurch sich die Zwischenzeiten erhöhen und sich die Leistungsfähigkeit der Lichtsignalanlage entsprechend reduziert. Dieser Effekt wirkt sich jedoch erst bei Räumlängen von 30 m oder mehr aus, was bei der Bellerivestrasse für die massgebenden Ströme nicht der Fall ist.

4.9 Einfluss der Fahrstreifenbreiten auf die Leistungsfähigkeit

Auf der Achse Utoquai-Bellerivestrasse sind je nach Abschnitt unterschiedliche Fahrstreifenbreiten vorhanden.

Während auf dem Abschnitt Schöckstrasse bis Falkenstrasse eher komfortable Breiten vorhanden sind, sind die im Abschnitt Falkenstrasse bis Tiefenbrunnen im Bereich des minimal möglichen.

Der Einfluss der Fahrstreifenbreiten auf die Leistungsfähigkeit wird in der Norm SN 640 835 mit dem nebenstehend dargestellten Diagramm angegeben.

Für die Leistungsfähigkeit der Achse Utoquai-Bellerivestrasse wären folglich Korrekturen im Bereich von +1% bis -3% vorzunehmen. Da die Korrekturen somit unter dem für die Verkehrstärken angesetzten Rundungsbereich liegen, wird der Einfluss der Fahrstreifenbreiten für eine erste Leistungsfähigkeitsprüfung vernachlässigt.

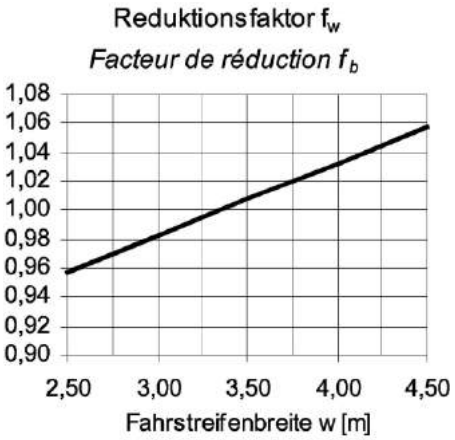


Abbildung 4-5: Reduktionsfaktor Fahrstreifenbreite (Norm SN 640 835)

Abschnitt	Fahrbahnbreite	Fahrstreifenbreite	Reduktionsfaktor
Schöckstrasse bis Falkenstrasse	16.5 m	3.2 bis 3.5 m	0.99 bis 1.00
Falkenstrasse bis Kreuzstrasse	15.0 m	2.8 bis 3.1 m	0.97 bis 0.99
Kreuzstrasse bis Bahnhof Tiefenbrunnen	10.8 bis 11.2 m	2.7 bis 2.8 m	0.97
Bahnhof Tiefenbrunnen bis Stadtgrenze	2x 6.3 m	3.15 m	0.99

Tabelle 4-4 Fahrstreifenbreiten Utoquai/Bellerivestrasse

4.10 Praktische Sättigungsrate

Die praktische Fahrstreifensättigung, also die grösste Verkehrsmenge, die auf einen Fahrstreifen einer Lichtsignalanlage während der effektiven Grünzeit verarbeitet werden können, ist für die Berechnung der Leistungsfähigkeit nach Norm von zentraler Bedeutung. Die praktische Sättigungsrate ist jedoch schwierig zu bestimmen, da diese von vielen örtlichen Bedingungen und auch ein Stück

weit vom Fahrverhalten der einzelnen Verkehrsteilnehmer abhängig ist. In der Regel wird daher der Richtwert gem. Norm SN 640 023a von 1'800 PWE/h verwendet.

Nachfolgend wird am Strom Utoquai Richtung Quaibrücke (K602, S4) aufgezeigt, dass der Richtwert gemäss Norm im vorliegenden Fall verwendet werden kann.

Wie die nachfolgende Tabelle zeigt, liegt die Sättigungsrate am Knoten 602 auf dem Strom Utoquai Richtung Quaibrücke während der Morgen- und Abendspitzenstunde im Bereich von 1'523 bis 1'858 PWE/h.

	07:00-07:15	07:15-07:30	07:30-07:45	07:45-08:00	17:00-17:15	17:15-17:30	17:30-17:45	17:45-18:00
Messung Detektor 11	126 Fz	137 Fz	135 Fz	146 Fz	124 Fz	119 Fz	122 Fz	113 Fz
Messung Detektor 12	115 Fz	118 Fz	115 Fz	129 Fz	121 Fz	116 Fz	120 Fz	111 Fz
Fz pro FS	121 Fz	128 Fz	125 Fz	138 Fz	123 Fz	118 Fz	121 Fz	112 Fz
PWE pro FS*	123 PWE	130 PWE	128 PWE	140 PWE	125 PWE	120 PWE	123 PWE	114 PWE
Grünzeit S4	276 s	252 s	288 s	288 s	260 s	250 s	260 s	270 s
Mittlere Zeitlücke	2.2 s	1.9 s	2.3 s	2.1 s	2.1 s	2.1 s	2.1 s	2.4 s
Sättigungsrate	**1603 PWE/h**	**1858 PWE/h**	**1594 PWE/h**	**1753 PWE/h**	**1730 PWE/h**	**1726 PWE/h**	**1709 PWE/h**	**1523 PWE/h**

*2% LW

Tabelle 4-5 Auswertung praktische Sättigungsrate 601.S4, am 10.11.2017, rot umrandet: gesättigter Verkehrsfluss

Es ist jedoch zu beachten, dass nicht während der gesamten Spitzenstunde ein gesättigter, frei fliessender Verkehrsfluss vorhanden war, der für die Bestimmung der praktischen Sättigungsrate massgebend ist. Dies zeigt auch die Betrachtung der Ganglinie der Zählstelle auf der Quaibrücke und der Detektorenauswertung (vgl. nachfolgende Abbildung). Nur zwischen 07:45 und 08:00 sowie zwischen 17:00 und 17:45 kann von einem gesättigten Verkehrsfluss gesprochen werden, vor und nach diesen Zeiten sind die Verkehrsspitzen noch nicht erreicht bzw. schon wieder im Rückgang befindlich oder der der Verkehrsfluss ist durch einen stockenden Abfluss behindert. Dies bestätigte auch der Vergleich mit den Verkehrsstärken der Auswertung 2016/17 (vgl. Kapitel 3.5), da nur zu diesen Zeiten der Jahresmittelwert der Spitzenstunde erreicht oder übertroffen wird.

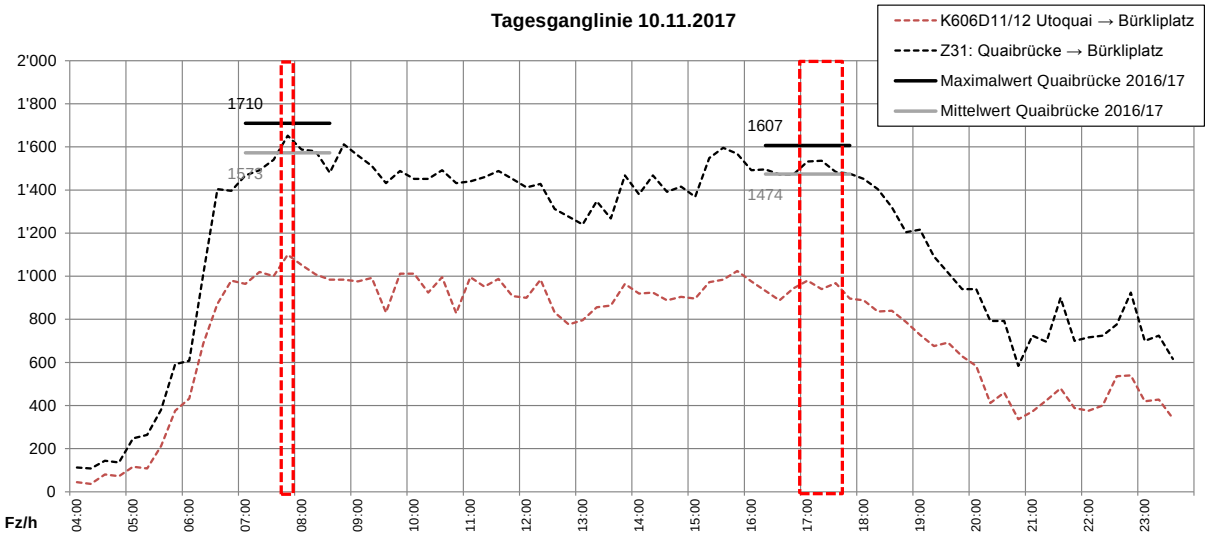


Abbildung 4-6: Verkehrsstärken am 10.11.2017

Bei einem gesättigten, gut abfliessenden Verkehrsstrom können folglich im vorliegenden Fall praktische Fahrstreifensättigungen von 1'709 bis 1'753 PWE/h erzielt werden. Der Richtwert für die Fahrstreifensättigung gemäss Norm SN 640 023a (2008) beträgt aber 1'800 PWE/h. Die praktische Fahrstreifensättigung auf diesem Strom liegt also 3% bis 5% unter dem Richtwert.

Für die Leistungsfähigkeitsabschätzung kann der Richtwert für die Fahrstreifensättigung von 1'800 PWE/h dennoch mit Vorsicht verwendet werden. Es ist aber im zu Bedenken, dass die prakti-

sche Fahrstreifensättigung an einigen Knoten (je nach örtlichen Gegebenheiten) leicht tiefer oder höher liegen kann.

Der rechnerischen Unsicherheit, die durch den Unterschied zwischen theoretischen und effektiven Fahrstreifensättigungen entsteht, wird Rechnung getragen, indem für die Leistungsfähigkeitsbeurteilung die maximal gemessenen Spitzenwerte anstelle der mittleren Verkehrsstärken verwendet werden. Die Spitzenwerte liegen etwa 10% über den Mittelwerten und fallen zeitlich mit ebendiesen hohen Fahrstreifensättigungen zusammen.

4.11 Knotenform

Die Wahl der Knotenform hat einen massgebenden Einfluss auf die Leistungsfähigkeit. Exemplarisch wurde untersucht, ob am Knoten Hornbachstrasse ein Kreisverkehr und ob am Knoten Feldeggstrasse und am Knoten Höschgasse ein Knoten ohne LSA (mit Vortrittsregelung) bezüglich Leistungsfähigkeit möglich wäre.

4.11.1 Kreisverkehr

Die Leistungsfähigkeit von Kreisverkehren kann anhand der Norm SN 640 024a berechnet werden. Leistungsbestimmend sind in der Regel die Knoteneinfahrten. Im vorliegenden Fall, beim Knoten Bellerive-/Hornbachstrasse, sind relativ schwache Linksabbiegeströme vorhanden (ca. 100 Fz/h). Die maximale Leistungsfähigkeit der Einfahrt bemisst sich deshalb auf ca. 1080 PWE/h bzw. 1060 Fz/h. Da jedoch am Morgen Verkehrsstärken von bis zu 1'250 Fz/h stadteinwärts bzw. am Abend von bis zu 1'200 Fz/h auftreten, wäre folglich die Leistungsfähigkeit eines einstreifigen Kreisverkehrs stark überschritten. Länge Rückstausituationen und hohe Wartezeiten wären die Folge. Hinzu kommt, dass aufgrund von Fussgängerstreifen in den Einfahrten, die Leistungsfähigkeit weiter reduziert würde.

Ein Kreisel als Betriebsform der Knoten in der Bellerivestrasse kann deshalb ausgeschlossen werden.

4.11.2 Knoten ohne LSA

Abschätzung Leistungsfähigkeit nach Norm

Die Leistungsfähigkeit von vortrittsgeregelten Knoten kann anhand der Norm SN 640 022 berechnet werden. Die Bellerivestrasse ist vortrittsberechtigt. Es wird davon ausgegangen, dass weiterhin ein Linksabbiegeverbot aus der Bellerivestrasse vorhanden ist. Leistungsbestimmend sind in diesem Fall die Nebenströme.

Bei der Leistungsfähigkeitsberechnung ist zu unterscheiden, ob die Bellerivestrasse 4, 3 oder 2 Fahrstreifen aufweist, da die Gesamtbelastung (beide Richtungen) in der Bellerivestrasse von maximal 1'750 Fz/h je nachdem nur zu Teilen berücksichtigt werden muss. Es wurde davon ausgegangen, dass bei mehrstreifigen Strömen ca. 2/3 der Fahrzeuge den rechten Fahrstreifen benutzen.

In der Feldeggstrasse sind diese mit 150 Fz/h (davon ca. 100 Linkseinbieger und 50 Rechtseinbieger) nur schwach belastet. In der Höschgasse ca. 100 Fz/h (davon je ca. 50 links und 50 rechts). Alle anderen Ströme (Gegenrichtung und Geradeausströme in der Bellerivestrasse) weisen kaum Verkehr auf und können deshalb vernachlässigt werden.

Anzahl Fahrstreifen im Hauptstrom	**2 Fahrstreifen**	**3 Fahrstreifen (RWB)***	**4 Fahrstreifen (Ist)**
Wartezeit Nebenstrom	55 s	30 s	20 s
Verkehrsqualitätsstufe (VQS)	E – kritisch	D – ausreichend	C – gut

*RWB: Richtungswechselbetrieb, vgl. Kapitel 5
Tabelle 4-6 Leistung Knoten ohne LSA Feldeggstrasse (ohne Berücksichtigung Fussgängerstreifen)

Anzahl Fahrstreifen im Hauptstrom	**2 Fahrstreifen**	**3 Fahrstreifen (RWB)**	**4 Fahrstreifen (Ist)**
Wartezeit Nebenstrom	25 s	15 s	8 s
Verkehrsqualitätsstufe (VQS)	D – ausreichend	C – gut	A – sehr gut

Tabelle 4-7 Leistung Knoten ohne LSA Höschgasse (ohne Berücksichtigung Fussgängerstreifen)

Beim Knoten Feldeggstrasse ergibt sich für die Variante mit nur zwei Fahrstreifen in der Bellerivestrasse eine mittlere Wartezeit von etwa 55 s. Die Verkehrsqualitätsstufe entspricht somit E (ab Wartezeiten > 45 s), der Verkehrszustand müsste folglich als kritisch beurteilt werden. Die Sicherheit nimmt dadurch deutlich ab, da aufgrund der langen Wartezeiten die Wahrscheinlichkeit von riskanten Einbiegemanövern steigt.

Für die übrigen Varianten, wie auch für den Knoten Höschgasse mit geringeren Verkehrsstärken in den Nebenströmen wird mindestens eine ausreichende Verkehrsqualität erzielt.

Es ist allerdings zu beachten, dass sich bei den Wartezeiten um eine Abschätzung handelt. Mit der Norm lässt sich weder der Einfluss eines Fussgängerstreifens im Hauptstrom (der voraussichtlich massgebend wird) noch der Einfluss von Tempo 40 oder 30 abbilden.

Einfluss eines Fussgängerstreifen im Hauptstrom

Aufgrund der Verkehrssicherheit sollte ein Fussgängerstreifen nur dann ohne LSA geregelt werden, wenn eine Mittelinsel zwischen jedem Fahrstreifen (auch zwischen Fahrstreifen in gleicher Fahrrichtung, vgl. SN 640 241) vorhanden ist. Dies ist im Ist-Zustand mit 4 Fahrstreifen aber aus Platzgründen nicht möglich. Bei der Variante mit 3 Fahrstreifen mit zusätzlichen Velostreifen steht ebenfalls nicht genügend Breite zur Verfügung (vgl. Kapitel 6.5 ff.). Bei einer Variante mit 2 Fahrstreifen mit Velostreifen ist grundsätzlich genügend Platz für eine Mittelinsel vorhanden.

Wie gross der Einfluss eines ungeregelten Fussgängerstreifens auf die Leistungsfähigkeit ist, kann derzeit nicht abschliessend beantwortet werden. Da gerade bei Varianten mit nur zwei Fahrstreifen keine Leistungsreserven vorhanden sind und auf den Fussgängerübergängen teilweise ein mittleres bis hohes Fussgängeraufkommen zu beobachten ist, würde von ungeregelten Fussgängerstreifen (mit Vortritt für die Fussgänger) ein hohes Rückstaurisiko ausgehen, das durch die Normberechnungen nicht vorhergesagt werden kann (vgl. Kapitel 6.4). Die Fragestellung wäre folglich bei einer Weiterverfolgung dieser Varianten mit einer Verkehrssimulation weiter zu vertiefen. Bei Varianten mit 3 oder 4 Fahrstreifen ist die Verkehrsstärke pro Fahrstreifen geringer, weshalb auch das Rückstaurisiko deutlich geringer ist.

Einfluss Tempo 30 / 40

Wie bereits erwähnt, liegen derzeit keine Studien vor, die den Einfluss von Tempo 30 oder 40 vertieft untersuchen. Es ist jedoch nicht auszuschliessen, dass durch Tempo 30 die Zeitlücke zwischen den Fahrzeuge geringfügig erhöht wird (also die Verkehrsdichte geringfügig reduziert wird), was dazu führt, dass sich für einbiegende Fahrzeuge mehr Gelegenheiten für ein sichere Einbiegemanöver ergeben, wodurch die Leistungsfähigkeit der Nebenäste erhöht wird.

Bei einer Weiterverfolgung einer solchen Variante, müsste dies entsprechend vertieft werden.

Fazit

Bei Varianten mit 3 oder 4 Fahrstreifen sind ungeregelte Fussgängerstreifen ohne Mittelinsel (die aus Platzgründen nicht realisierbar ist) aus Gründen der Verkehrssicherheit kritisch, während bei einer Variante mit 2 Fahrstreifen voraussichtlich die Leistungsfähigkeit kritisch wird. Aus diesen Gründen, wird davon ausgegangen, dass bei Knoten mit einem Fussgängerstreifen über die Bellerivestrasse voraussichtlich eine LSA zwingend ist.

Bei Knoten, wo keine Fussgängerstreifen über die Bellerivestrasse vorhanden ist und die nur geringe Verkehrsbelastungen (<100 Fz/h) aufweisen (wie z.B. die Klausstrasse) kann eine Vortrittsregelung sinnvoll sein. Ebenfalls ist eine Vortrittsregelung möglich wenn ein Rechtsabbiegegebot besteht (wie z.B. bei der Färberstrasse).

4.12 Erkenntnisse Leistungsfähigkeit

Nachfolgend sind die wichtigsten Erkenntnisse zu den Grundlagen der Leistungsfähigkeit zusammengefasst:

- Die übergeordneten Vorgaben zur Leistungsfähigkeit können dann erfüllt werden, wenn die heute vorhandenen Verkehrsstärken auf dem Gesamtabschnitt bezogen auch weiterhin verarbeitet werden können.
- An den einzelnen Knoten sind teilweise noch Leistungsreserven vorhanden. Massgebend für das Gesamtsystem ist die Leistungsfähigkeit des Bellevues.
- Durch Erhöhung der Umlaufzeit in der Bellerivestrasse (heute 45 s) kann die Leistungsfähigkeit pro Fahrstreifen erhöht werden. Umlaufzeiten von mehr als 60 s sind aber hinsichtlich des Fussgängerkomforts (Wartezeiten) problematisch.
- Bei LSA-geregelten Fussgängerübergängen ist die Leistungsfähigkeit (pro Fahrspur) umso tiefer, je mehr Fahrspuren ohne Mittelinseln überquert werden müssen. D.h. ein vierspuriges Spurlayout ist nicht grundsätzlich doppelt so leistungsfähig wie ein zweispuriges Layout.
- Die Leistungsfähigkeit der Grünen Welle kann durch Erhöhung der Umlaufzeiten und Reduktion der Koordinationsgeschwindigkeit erhöht werden.
- Der Einfluss der Geschwindigkeit, des Veloverkehrs und der Fahrstreifenbreite auf die Leistungsfähigkeit ist für eine erste Beurteilung vernachlässigbar.
- Kreisverkehre kommen in der Bellerivestrasse aus Leistungsfähigkeitsgründen nicht in Frage.
- Knoten ohne LSA können je nach Situation kritisch sein (insbesondere mit Fussgängerstreifen) und sind im Einzelfall zu prüfen. Knoten ohne LSA und ohne Fussgängerstreifen mit Rechtsabbiegegebot sind hingegen unkritisch.

5 Verkehrstechnische Machbarkeit Richtungswechselbetrieb

Die gemeinderätlichen Motion fordert, dass auf dem Abschnitt Bahnhof Tiefenbrunnen bis Schöckstrasse eine Reduktion der Fahrstreifen vorgenommen und ein wechselseitiges Verkehrsregime eingeführt wird. Es sollen durchgehend drei Fahrstreifen angeboten werden, je ein Fahrstreifen stadteinwärts und ein Fahrstreifen stadtauswärts. Der mittlere Fahrstreifen wird im Richtungswechselbetrieb (RWB) jeweils in Lastrichtung freigegeben.

In diesem Kapitel wird die mögliche Ausgestaltung eines solchen Verkehrsregimes diskutiert. Es wird davon ausgegangen, dass für die Einführung eines Richtungswechselbetriebs eine Ausnahmegenehmigung durch das ASTRA zwingend ist. Im Rahmen dieser Ausnahmegenehmigung müssten die Signalisation und Markierungen nochmals vertieft werden.

5.1 Realisierte Beispiele

Als Beispiel für realisierte Strassenabschnitte mit Richtungswechselbetrieb werden nachfolgend zwei Beispiele aus Deutschland und ein Beispiel aus Grossbritannien vorgestellt. Unter dem Namen "Tidal Flow" oder "Reversible Lane" sind v.a. in den USA und Grossbritannien Richtungswechselbetriebe relativ häufig anzutreffen. Oft handelt es sich aber nur um kurze Abschnitte über Brücken, wo Themen wie die Ausgestaltung von Abbiegestreifen und die Signalisation bei LSA-Knoten nicht auftreten. In den USA und GB werden solche Verkehrsführungen umgangssprachlich auch als "Suicide Lane"[11] bezeichnet, was schon darauf hinweist, dass der Verkehrssicherheit bei einem solchen System eine besonders hohe Beachtung geschenkt werden muss.

5.1.1 Heerstrasse, Berlin



Abbildung 5-1: Heerstrasse, Berlin (Quelle. Google Streetview)

Die fünfstreifige Heerstrasse in Berlin-Spandau ist eine wichtige Ein-/Ausfallsachse und verläuft teilweise innerorts. Die Heerstrasse wird vom Theodor-Heuss-Platz bis zur Pichelsdorferstrasse auf ca. 5.2 km im Richtungswechselbetrieb betrieben.

Der Richtungswechselbetrieb wurde in den Jahren 1970/71 eingeführt, um starken Verkehrsbelastungen zu den werktäglichen Spitzenzeiten und die Verkehrsspitzen bei Veranstaltungsverkehr des nahegelegenen Olympiastadion, Messegelände, etc. abfangen zu können. 2002 wurde die Anlage erneuert. Die Signalisation erfolgt grundsätzlich mit Fahrstreifen-Lichtsignal-Systemen, ergänzt mit Wechselsignalisationen. Die Signalisation wird in Abständen von 100 m bis 200 m wiederholt.

Der mittlere Fahrstreifen ist im Grundzustand gesperrt oder wird als Aufstellfläche für die Linksabbieger genutzt. Bedarfsabhängig kann dieser dann der jeweiligen Hauptlastrichtung hinzugeschaltet werden (drei Fahrstreifen in Hauptlastrichtung, zwei in Gegenrichtung).
Auf der Länge von 5.2 km sind an insgesamt 26 Standorten Fahrstreifen-Lichtsignal-Systeme (FLS) angebracht, welche die geöffneten Fahrstreifen anzeigen.

[11] https://en.wikipedia.org/wiki/Reversible_lane, aufgerufen am 08.01.2018

Die Problematik der Linksabbieger wird auf verschiedene Arten gelöst:

- Bei starken Linksabbiegerströmen, wie beim Scholzplatz, wird der Richtungswechselbetrieb kurzzeitig unterbrochen und die Strasse auf sieben Fahrstreifen aufgeweitet (drei Fahrstreifen je Richtung plus einen Linksabbiegestreifen).
- An anderer Stelle wird der Linksabbieger indirekt geführt. D.h. er wird Rechts angeordnet (meistens abgetrennt von einem Trennstreifen).
- Bei schwachen Linksabbiegeströmen, wird das Linksabbiegen nur im Grundzustand angeboten, der mittlere Fahrsteifen wird dann als Aufstellfläche für die Linksabbieger genutzt. Sobald in Hauptlastrichtung drei Fahrstreifen angeboten werden, wird das Linksabbiegen mittels Wechselsignalisation untersagt.

Die Ausgangslage der Heerstrasse in Berlin stellt sich ähnlich wie bei der Bellerivestrasse. Verschiedene Lösungsansätze, die bei der Heerstrasse in Berlin verwendet wurden, können deshalb auch für die Bellerivestrasse geprüft werden.


Indirekter Linksabbieger


Fussgängerübergang


Beginn Richtungswechselbetrieb

Abbildung 5-2: Markierungslösungen Heerstrasse, Berlin (Quelle: Google Maps)

5.1.2 Europa-Park-Strasse, Rust



Abbildung 5-3: Europa-Park-Strasse, Rust

Die dreistreifige Zufahrtsstrasse von der Autobahn zum Europa-Park wird seit dem Umbau 2012 auf rund 3 km im Richtungswechselbetrieb betrieben. Die Strasse verläuft ausserorts. Am Morgen werden jeweils zwei Fahrstreifen zum Europa-Park hin und am Abend zwei Fahrstreifen vom Europa-Park weg angeboten. Die Signalisation erfolgt mit Fahrstreifen-Lichtsignal-Systemen (alle 50 bis 200 m) und Wechselsignalen, zusätzlich sind zur Verdeutlichung LED in der Fahrbahn eingelassen.



Überführung Linksabbieger



Unterführung Kreisel Ortseingang

Abbildung 5-4: Verkehrsführung Europa-Parkstrasse, Rust (Quelle: Google Maps)

Die Problematik der Linksabbieger wird mit über Über- und Unterführungen gelöst. Den Kreisel am Ortseingang von Rust quert die Europa-Parkstrasse zweistreifig mit einer Unterführung, wobei beide Fahrstreifen der Hauptlastrichtung angeboten werden. Die Gegenrichtung wird über den Kreisel geführt.
Aufgrund der Ausserortslage ist die Europa-Park-Strasse nur bedingt mit der Bellerivestrasse vergleichbar. So sind z.B. bauliche Lösungen möglich, die für die Bellerivestrasse nicht in Betracht kommen.

5.1.3 A12, Lowestoft



Abbildung 5-5: A12, Lowestoft (Google Streetview)

Beim Beispiel in Lowestoft (England) handelt es sich um einen kurzen Abschnitt von rund 250 m über eine Brücke und durch den dicht bebauten Hafenbereich, der im Richtungswechselbetrieb geführt wird. Im Bereich des Richtungswechselbetriebs sind keine Abbiegestreifen vorhanden. Im Abstand von 50 m bis 100 m sind FLS vorhanden. Eine ergänzende Signalisation (z.B. mittels Wechselsignalen) ist nicht vorhanden, die mittlere Fahrspur ist aber zur Verdeutlichung des speziellen Verkehrsregimes rot eingefärbt.

Wie das Beispiel jedoch zeigt, muss bei den Anfangs- und Endbereichen einer klaren Markierung und Signalisation grosse Aufmerksamkeit geschenkt werden. In der ersten Aufnahme aus Google Streetview ist ersichtlich, dass der rot umkreiste Wagen zu früh aus dem einspurigen Bereich ausschert um auf dem rechten Fahrstreifen einzuspuren. Dadurch kommt dieser in der nächsten Aufnahme dem korrekt fahrenden Google-Fahrzeug frontal entgegen.

Wie die Abbildungen zeigen, wird der mittlere Fahrstreifen durch die Markierungen nicht eindeutig geführt. Auch endet die rote Einfärbung des mittleren Fahrstreifens bereits in einem Bereich, der noch dreistreifig ist. Dadurch ist die Situation nicht eindeutig und es können Missverständnisse entstehen, die zu einer entsprechenden Beeinträchtigung der Verkehrssicherheit führen können. Es ist allerdings nicht bekannt, ob es sich hierbei um einen Unfallschwerpunkt handelt.

5.2 Anforderungen

Da bei einem Richtungswechselbetrieb die Verkehrsführung mehrmals täglich angepasst wird, Markierungen aber nicht mehrmals täglich angepasst werden können, bestehen für einen Richtungswechselbetrieb erhöhte Anforderungen an die Signalisation und Markierung. Die Markierung muss dergestalt gewählt werden, dass diese für beide möglichen Verkehrsführungen widerspruchsfrei ist. Die Signalisation wiederum muss mittels Wechselsignalisation und Lichtsignalen so angepasst werden, dass die jeweils gültige Verkehrsführung eindeutig und klar verständlich ist.

Im Beispiel der Europa-Park-Strasse werden die Markierungen mittels im Boden eingebrachter LED ergänzt. Jedoch haben LED-Markierungen einige Nachteile:

- In der Signalisationsverordnung sind LED-Markierungen nicht vorgesehen. Diese bedingten eine entsprechende Ausnahmebewilligung bzw. entfalten keine rechtliche Wirkung.
- LED-Markierungen sind am Tage nur schwer erkennbar.
- LED-Markierungen sind ungewohnt, folglich besteht die Gefahr einer Fehlinterpretation durch die Verkehrsteilnehmer

Aus diesem Grund werden LED-Markierungen zunächst nicht berücksichtigt. Allenfalls können sie als zusätzliche Elemente die Markierung verdeutlichen. Grundsätzlich muss aber die Situation ohne LED-Markierungen eindeutig erkennbar sein.

Ebenfalls noch nicht im Detail behandelt sind die Übergangszustand bei Wechsel der Fahrrichtungen und die Rückfallebene bei Anlagenausfall. Diese Themen müssten bei einer weiteren Bearbeitung des RWB behandelt werden.

Nachfolgend werden für die auf der Bellerivestrasse notwendigen Verkehrselemente Vorschläge für eine mögliche Markierung und Signalisation vorgestellt. Um die Wirkung auf die Verkehrsteilnehmer besser abschätzen zu können, sind die Strassenmarkierungen in den nachfolgenden Abbildungen perspektivisch, also aus Sicht der Verkehrsteilnehmer, dargestellt.

5.3 Signalisation und Markierung auf freier Strecke

Für die Signalisation des Richtungswechselbetriebs ist in erster Linie ein Fahrstreifen-Lichtsignal-System (FLS, Signal 2.65 gem. Signalisationsverordnung) vorzusehen. Zwar ist gemäss Norm SN 640 802 ein Einsatz von FLS nur auf Autobahnen und Autostrassen vorgesehen, in der Signalisationsverordnung wird aber ein Einsatz eines FLS auf Hauptstrassen nicht ausgeschlossen.

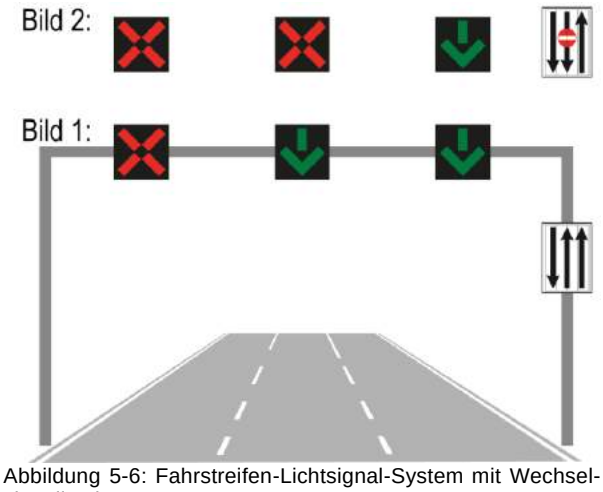


Abbildung 5-6: Fahrstreifen-Lichtsignal-System mit Wechselsignalisation

Gerade da auf Autobahnen FLS für temporäre Fahrstreifen-Nutzungen genutzt werden und somit den Verkehrsteilnehmer deren Zweck bekannt ist, kann folglich einen Wiedererkennungseffekt generiert werden. Dadurch wird die spezielle Verkehrsführung erkannt und es besteht keine Verwechslungsgefahr. Die Signalisation sollte aufgrund der innerstädtischen Verhältnisse in deutlich kürzeren Abständen als auf Autobahnen (gem. Norm max. 600 m) wiederholt werden. Empfehlenswert scheinen Abstände von 50 m bis 200 m, wie dies auch in den innerstädtischen Beispielen aus dem Ausland der Fall ist.

Zur zusätzlichen Verdeutlichung der Situation, kann das Spurbild mittels Wechselsignalisation angezeigt werden (Signal 4.77 gem. Signalisationsverordnung). Dadurch ist auch sichergestellt, dass auch bei einem Ausfall des Fahrstreifen-Lichtsignal-Systems (z.B. Aufgrund eines Stromausfalls), die Verkehrsführung eindeutig dargestellt wird.

5.4 Beginn/Ende des Richtungswechselbetriebs

Der Beginn des Richtungswechselbetriebs kann mit den gleichen Mitteln wie auf freier Strecke, also mithilfe eines FLS und der Anzeige des Spurbildes mit einem Wechselsignal, klar verständlich signalisiert werden (vgl. nachstehende Abbildungen). Im Bereich des Beginns des RWB sollten wo möglich Sicherheitslinien markiert werden, um falsche Spurwechsel zu verhindern.

Um gefährliche Frontalkollisionen möglichst auszuschliessen, wird empfohlen, eine Barriere vorzusehen, die die gesperrte Spur zusätzlich abriegelt.

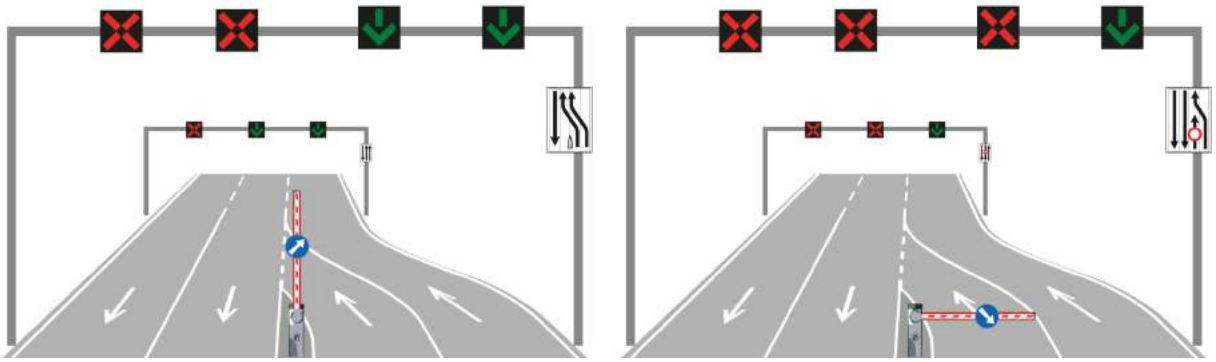


Bild 1: Mittlere Spur in Fahrrichtung geöffnet

Bild 2: Mittlere Spur in Fahrrichtung gesperrt

Abbildung 5-7: Signalisation bei Beginn des Richtungswechselbetrieb

In Gegenrichtung (also beim Ende des Richtungswechselbetriebs) kann mithilfe des FLS, der Anzeige des Spurbildes und der Markierung ebenfalls ein unmissverständliches Bild generiert werden.

Die Gefahr, dass ein Verkehrsteilnehmer von der mittleren Fahrspur aus Versehen in die Gegenfahrbahn gelangt, kann durch eine geeignete Spurführung (möglichst gerade) und durch die Barriere praktisch ausgeschlossen werden.

Allerdings besteht die Gefahr, dass ein Verkehrsteilnehmer bereits vor dem Ende des RWB auf die mittlere Fahrspur ausschert (z.B. um ein langsam fahrendes Fahrzeug zu überholen) und somit auf

die Gegenfahrbahn gelangt. Um dem entgegen zu wirken, sollte beim ersten FLS nach Ende des RWB die linke Fahrspur nach wie vor gesperrt sein. Frühestens beim übernächsten FLS sollte die linke Fahrspur freigegeben werden. Vollständig verhindert werden kann ein solches Fehlverhalten aber nicht.

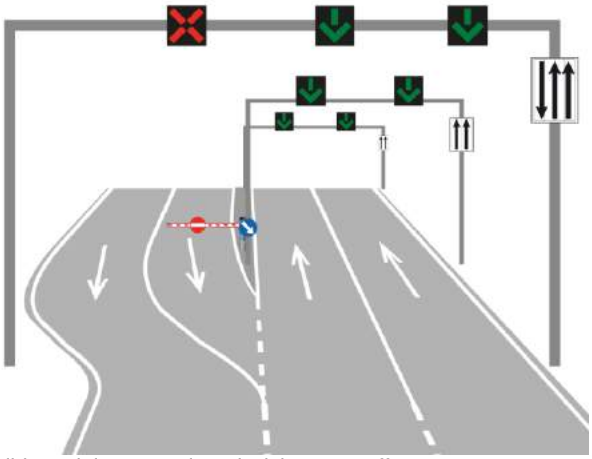


Bild 1: Mittlere Spur in Fahrrichtung geöffnet

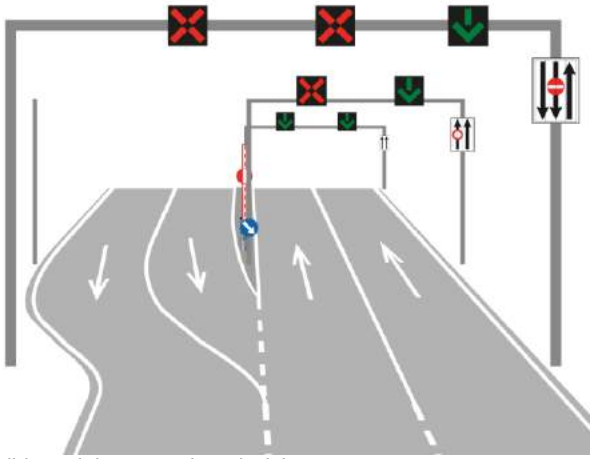


Bild 2: Mittlere Spur in Fahrrichtung gesperrt

Abbildung 5-8: Signalisation bei Ende des Richtungswechselbetrieb

Fazit:

Das Element "Beginn bzw. Ende des RWB" kann sicher und im Einklang mit der Signalisationsverordnung realisiert werden, wenn es auch für den Verkehrsteilnehmer eine anspruchsvolle Verkehrslösung darstellt. Für das Element wird eine Länge von ca. 100 bis 150 m benötigt, auf der keine LSA-geregelte Knoten oder Fussgängerübergänge vorhanden sind. Die möglichen Lagen des Beginn bzw. Endes eines RWB sind somit begrenzt.

5.5 Knoten ohne Linksabbiegen

Der Nachteil eines Fahrstreifen-Lichtsignal-Systems ist, dass dieses nicht mit einem Lichtsignal an Knoten kombiniert werden kann, da sich die Signale von LSA und FLS unter Umständen wiedersprechen würden und somit die Gefahr von Verwechslungen besteht. Dies gilt nicht nur am Masten mit den Signalgebern selber, sondern auch auf der andern Seite des Knotens (vgl. Abbildung 5-9). Dies deshalb, da gemäss Signalisationsverordnung Art. 71 Ampeln nicht nur über den Fahrstreifen, sondern auch auf der andern Seite des Knotens (wiederholend) angebracht werden können. Somit wäre die Signalisation nicht eindeutig und es bestünde Verwechslungsgefahr.

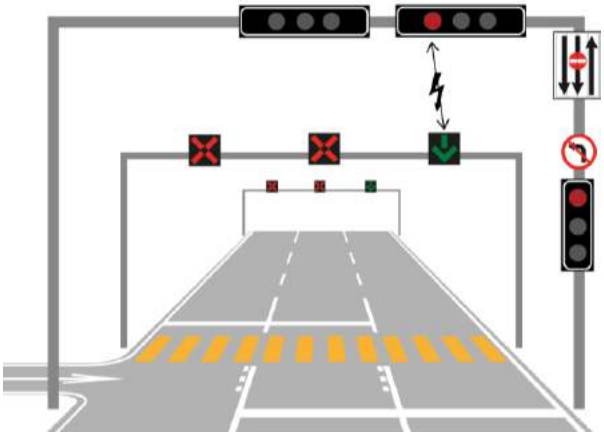


Abbildung 5-9: Verwechslungsgefahr FLS und LSA an Knoten

Aus diesem Grund sollte in einem gewissen Abstand vor und nach einem Knoten mit LSA kein FLS angebracht werden. Der Abstand des FLS zum Knoten muss mindestens so gross gewählt sein, dass die Signalisation klar als nicht mehr zum Knoten zugehörig erkannt wird.

Da jedoch gerade an Knoten die Gefahr hoch ist, auf den gesperrten Fahrstreifen zu gelangen, muss die Verkehrsführung auch dort klar signalisiert werden. Hierbei besteht in Kombination mit einer LSA nur die Möglichkeit einer Wechselsignalisation. Diese kann auf zwei Arten ausgebildet werden:

1. Mit einer Anzeige des Spurbildes seitlich der Fahrbahn (Signal 4.77).
2. Einspurtafeln oder Wegweiser über den Fahrstreifen (Signal 4.41 bzw. 4.35).



Bild 1: Mittlere Spur in Fahrrichtung geöffnet

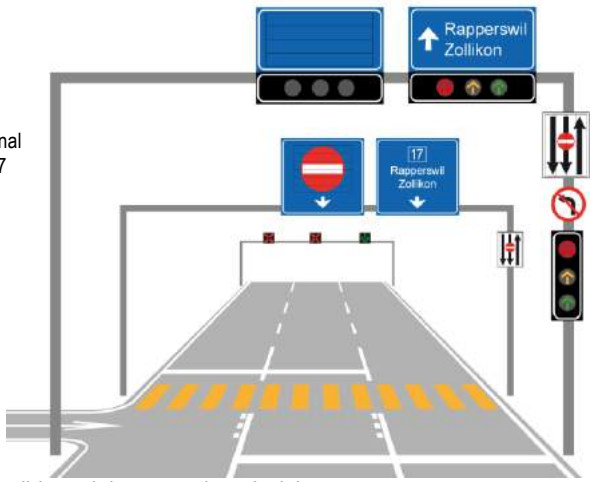


Bild 2: Mittlere Spur in Fahrrichtung gesperrt

Abbildung 5-10: Signalisation mittels Wechselsignalen an einem Knoten mit LSA

Mit Einspurtafeln und Wegweisern über den Fahrstreifen kann klar verständlich gezeigt werden welcher Fahrstreifen genutzt werden darf und auf welcher nicht. Die Wechselsignale sollten auf beiden Seiten des Knoten angebracht werden, um die Verkehrsführung bestmöglich wiederzugeben. Somit ist auch für die Fahrzeuge auf dem einmündenden Knotenast klar ersichtlich, welche Fahrstreifen genutzt werden können.

Jedoch stellt sich das Problem, dass das Einbahn-Signal (Signal 2.02) gemäss Signalisationsverordnung Art. 53 üblicherweise nicht in Kombination mit einer Einspurtafel bezogen auf einen Fahrstreifen angewandt wird. Ausnahmen und Abweichungen von der Signalisationsverordnung können aber in Absprache mit dem ASTRA in besonderen Fällen vorgesehen werden. Ob die Signalisation über den Fahrstreifen in dieser Form zulässig ist, müsste folglich mit dem ASTRA abgeklärt werden.

Ebenfalls wäre für das Ausschalten eines Signalgebers, wie dies im Fall der gesperrten mittleren Spur notwendig wäre, eine Ausnahmelösung nötig, da dies im Normalbetrieb technisch nicht möglich ist.



Abbildung 5-11: Beispiel mit Ausnahmefall Einbahn-Signal über Fahrspur beim Autoverlad Kandersteg (Google Streetview)

Zur Unterstreichung der Situation sollte in einem gewissen Abstand zum Knoten bereits das nächste FLS sichtbar sein. Der Abstand des FLS zum Knoten muss aber so gross sein, dass die Signalisation klar als nicht mehr zum Knoten zugehörig erkannt wird.

Fazit:

An Knoten (ohne Linksabbieger) ist eine eindeutige Signalisation möglich, die auch für ortsunkundigen Verkehrsteilnehmer verständlich ist. Jedoch ist eine Sonderlösung notwendig und die Situation ist für die Verkehrsteilnehmer, insbesondere die Einbieger, anspruchsvoll.

5.6 Knoten mit Linksabbiegen

Bei Richtungswechselbetrieben sind für Knoten mit Linksabbiegen spezielle Lösungen zu suchen, da keine fixen Linksabbiegespuren zwischen den Fahrbahnen möglich sind. Nachfolgenden werden verschiedene Lösungsansätze kurz vorgestellt.

5.6.1 "Wandernde" Linksabbiegespur in Mittelage

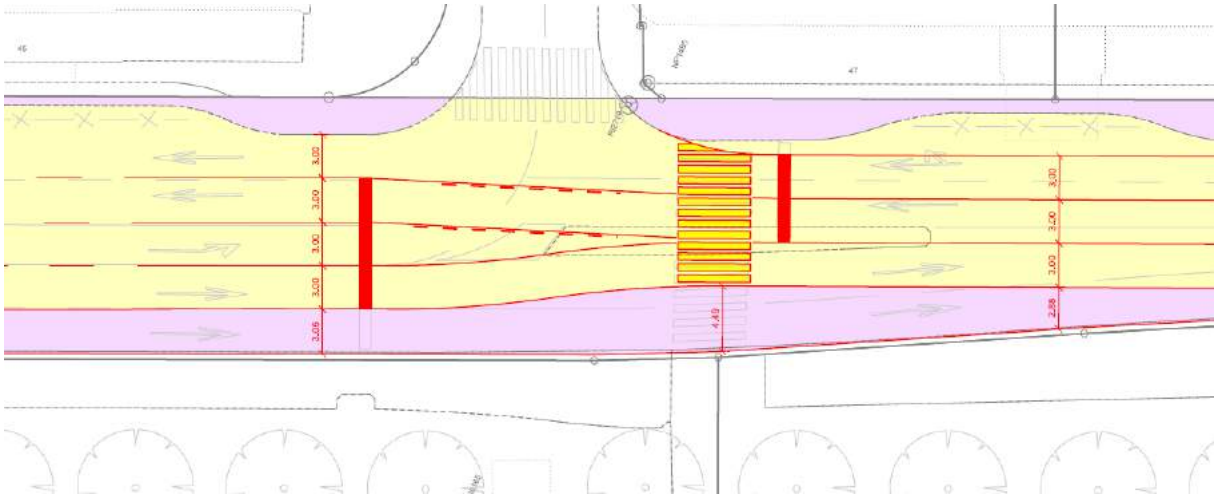


Abbildung 5-12: Markierung "wandernde" Linksabbiegespur am Beispiel Utoquai/Kreuzstrasse (Plan 1:200 im Anhang)

Da sich die Linksabbiegespur in diesem Lösungsansatz zwischen den beiden Geradeausspuren befinden muss, befindet sich diese bei Richtungswechselbetrieben je nach aktueller Verkehrsführung an einer anderen Stelle. Diese "wandert" folglich zwischen der zweiten und dritten Fahrspur. Entsprechend kann die Linksabbiegespur nicht eindeutig (z.B. mit einem Richtungspfeil) als solche markiert werden. Folglich muss mit signalisatorischen Massnahmen erreicht werden, dass diese eindeutig als Linksabbiegespur erkannt wird.

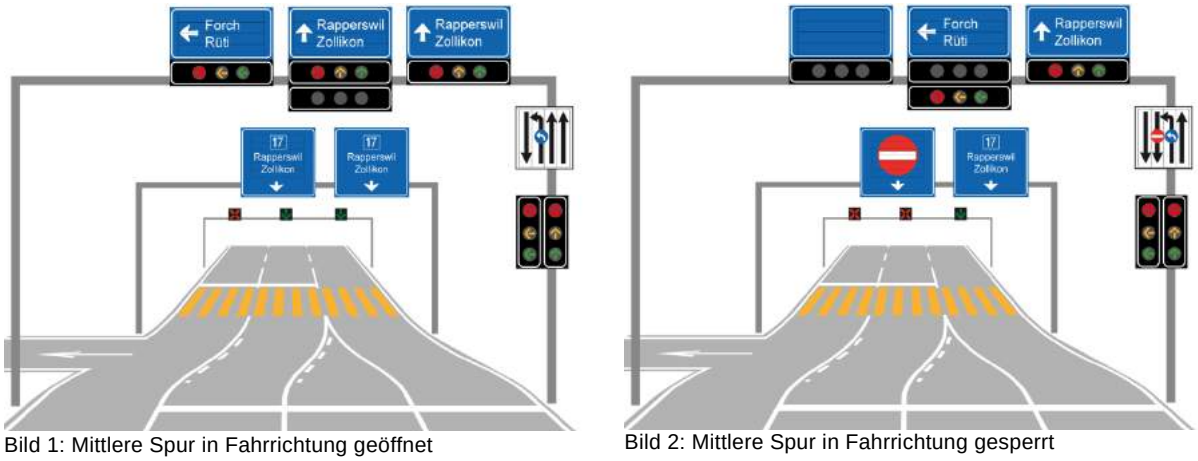


Bild 1: Mittlere Spur in Fahrrichtung geöffnet

Bild 2: Mittlere Spur in Fahrrichtung gesperrt

Abbildung 5-13: Signalisation "wandernder" Linksabbiegestreifen mittels Wechselsignalen

Beim Knoten selber (siehe Abbildung 5-13) kann mit der Kombination von Wegweisung, Einspurtafeln und Angabe des Spurbildes die Situation angezeigt werden. Die Pfeilrichtungen in den LSA-Signalgebern verdeutlichen die Situation zusätzlich. Da jedoch bei der zweiten Spur von rechts, je nach Verkehrsführung beim Signalgeber ein anderes Signalbild angezeigt werden muss, sind zwei Signalgeber unter einander notwendig. Eine technische Möglichkeit, je nach Situation mit dem gleichen Signalgeber ein unterschiedliches Signalbild anzuzeigen, ist nicht bekannt.

Zur Unterstreichung der Verkehrsführung sollte in einem gewissen Abstand zum Knoten bereits das nächste FLS sichtbar sein. Der Abstand des FLS zum Knoten muss aber so gross sein, dass die Signalisation klar als nicht mehr zum Knoten zugehörig erkannt wird (vgl. Kapitel 5.5).

Obwohl eine eindeutige Signalisation möglich ist, ist die Situation auf Grund der Vielzahl an Signalen dennoch relativ unübersichtlich, was zu Überforderung einzelner Verkehrsteilnehmer führen kann wodurch wiederum Fehlverhalten entstehen kann. Eine Reduktion der Signale erscheint jedoch nicht möglich, da dies wiederum dazu führen könnte, dass Fehlinterpretationen entstehen.

Eine Möglichkeit, um die Situation übersichtlicher zu machen, wäre das Weglassen des Fussgängerübergangs. Dadurch kann ein Teil der Signalisation weggelassen werden und das einfach zu lesende FLS kann direkt am Knoten angebracht werden. Allerdings muss so für die Fussgänger eine alternative Führung gefunden werden (z.B. Unterführung) oder der Fussgängerübergang muss in einem Abstand von ca. 50 m versetzt angeordnet werden. Auch so bleibt aber der Knoten für die Verkehrsteilnehmer anspruchsvoll.

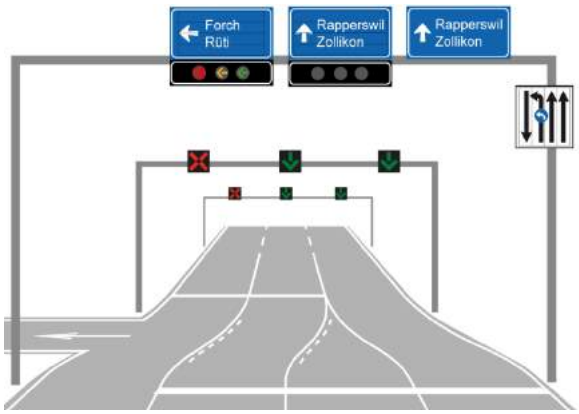


Bild 1: Mittlere Spur in Fahrrichtung geöffnet

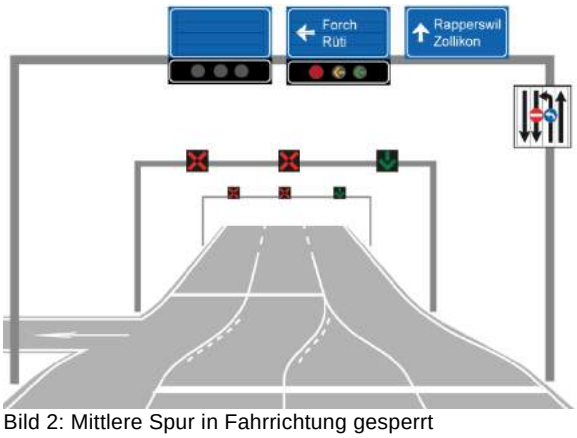


Bild 2: Mittlere Spur in Fahrrichtung gesperrt

Abbildung 5-14: Signalisation "wandernder" Linksabbiegestreifen mittels Wechselsignalen ohne Fussgängerübergang

Durch die Reduktion von 4 auf 3 Fahrstreifen ist zudem eine Verschwenkung der Fahrspuren zwingend nötig. Zwar kann diese durch Sicherheitslinien eindeutig angezeigt werden, dennoch wird die Lesbarkeit des Knotens durch die Verschwenkung, v.a. bei schlechten Witterungsbedingungen, zusätzlich erschwert. Die Markierung müsste allenfalls mit im Belag eingelassenen LED-Anzeigen verdeutlicht werden.

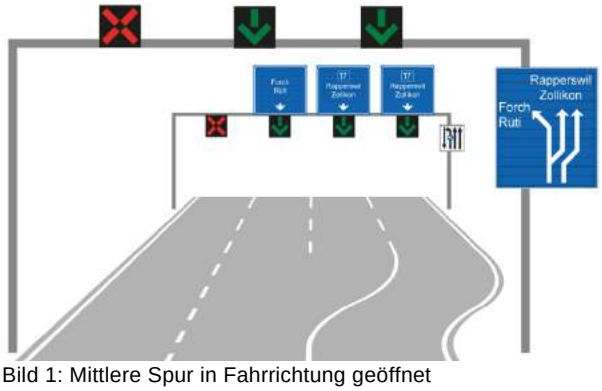


Bild 1: Mittlere Spur in Fahrrichtung geöffnet

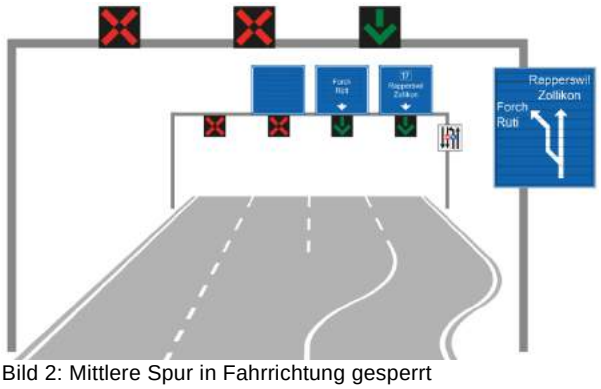


Bild 2: Mittlere Spur in Fahrrichtung gesperrt

Abbildung 5-15: Einspurtafeln und Vorwegweiser bei Beginn Linksabbiegespur

Bei Beginn der Linksabbiegerspur kann mithilfe eines FLS in Kombination mit einem Vorwegweiser die Situation angezeigt werden. Um bei langen Linksabbiegespuren klarzustellen, dass es sich um eine Linksabbiegespur und nicht um eine Überholmöglichkeit handelt, werden die verschiedenen Ziele mittels Einspurtafeln noch einmal angeben. Jedoch kann auch hier die Linksabbiegespur nicht wie gewohnt mit einem Markierungspfeil angezeigt werden, wodurch die Situation gerade für Ortsunkundige schwierig interpretierbar ist.

5.6.2 "Indirekte" Linksabbiegespur (Lage Rechts)

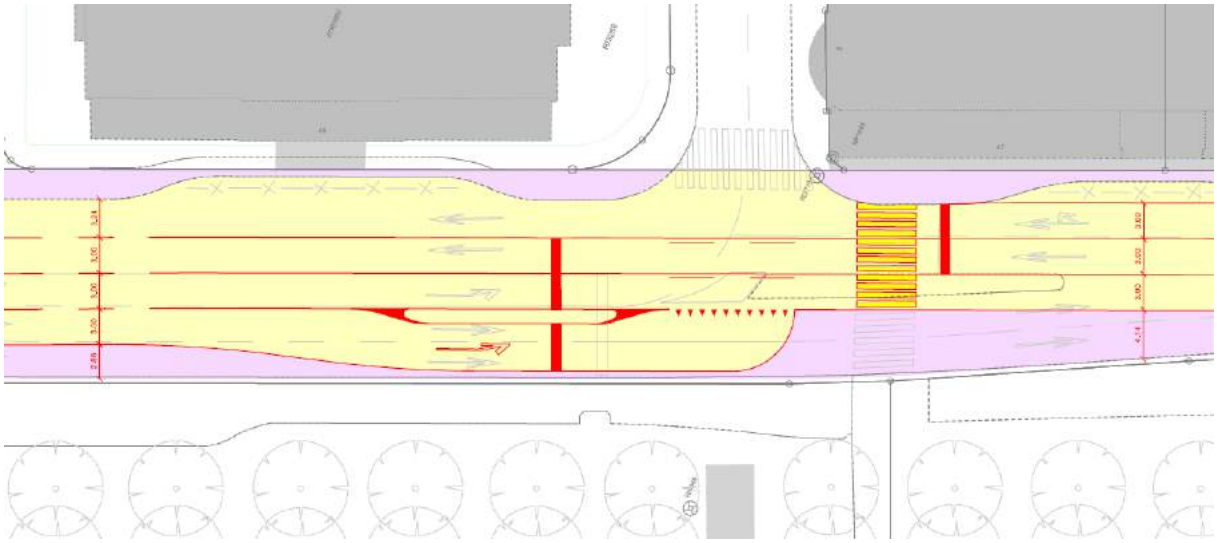


Abbildung 5-16: Markierung "indirekte" Linksabbiegespur am Beispiel Utoquai/Kreuzstrasse (Plan 1:200 im Anhang)

Als Alternative für die Linksabbiegespur kann ebenfalls eine Lösung mit "indirekter Führung" der Linksabbieger angedacht werden, ähnlich wie dies z.T. für Velolösungen angeboten wird. Die Linksabbiegespur wird hierbei rechts angeordnet und die Geradeausspuren in der Mitte der Fahrbahn. Dadurch kommt die Linksabbiegespur unabhängig von der gerade geltenden Spurführung immer in gleicher Lage zu liegen. Sofern die Situation den Verkehrsteilnehmern bekannt ist, ist es somit einfacher, korrekt einzuspuren. Auch erlaubt es die Signalisation und die Markierung fix anzubringen.

Da der Linksabbiegestrom den Geradeausstrom kreuzen muss, ist die Leistungsfähigkeit des Geradesausstroms bei einem hohen Verkehrsaufkommen auf dem Linksabbiegestrom aber reduziert. Auch beschränkt eine solche Lösung den Spielraum zum Einrichten einer grünen Welle, da sich so ein zusätzlicher Fixpunkt ergibt.

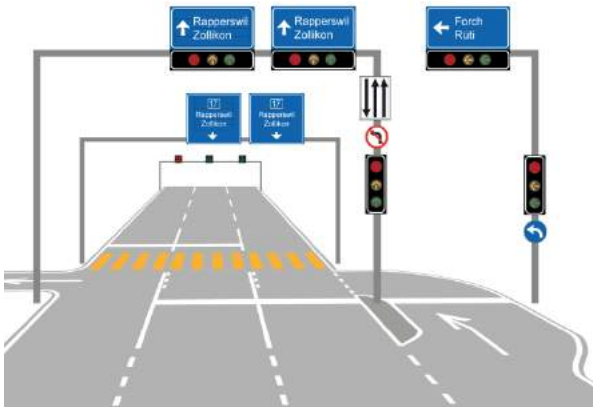


Bild 1: Mittlere Spur in Fahrrichtung geöffnet

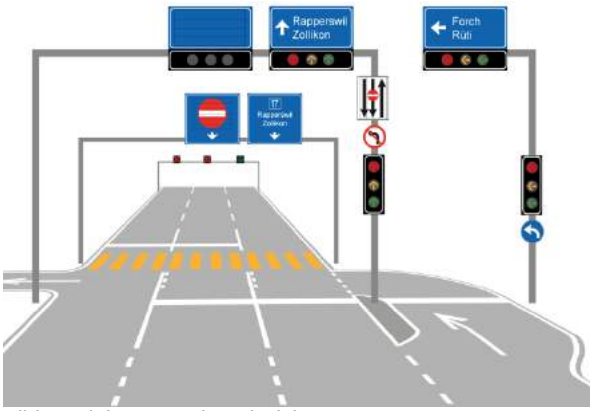


Bild 2: Mittlere Spur in Fahrrichtung gesperrt

Abbildung 5-17: Signalisation "indirekter" Linksabbiegestreifen mittels Wechselsignalen

Am Knoten selber kann die Linksabbiegespur mithilfe der Wegweiser, dem Markieren eines Linksabbiegepfeils und dem Signal 2.38 "Linksabbiegen" angezeigt werden. Die Geradeausspuren können analog dem Fall "Knoten ohne Linksabbiegen" (vgl. Kapitel 5.5) signalisiert werden.

Um eine eindeutige Situation schaffen zu können, wird es aber als zwingend angesehen, dass die Linksabbiegespur mit einer Trenninsel von der Geradeausspur abgetrennt wird. Somit kann jeweils an der rechten Seite der Fahrspuren ein Signalgeber mit dem eindeutigen Richtungspfeil angebracht werden. Da keine Verschwenkung notwendig ist, ist die Gefahr klein beim Geradeausfahren auf die Gegenfahrbahn zu geraten.

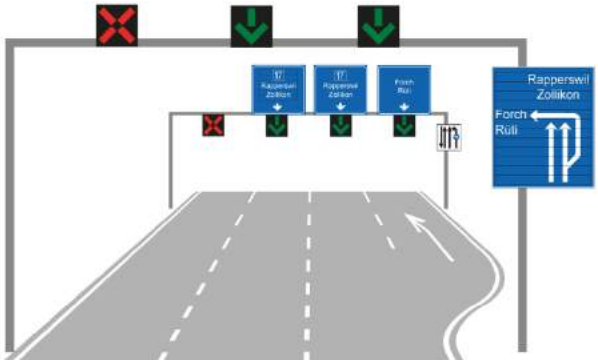


Bild 1: Mittlere Spur in Fahrrichtung geöffnet

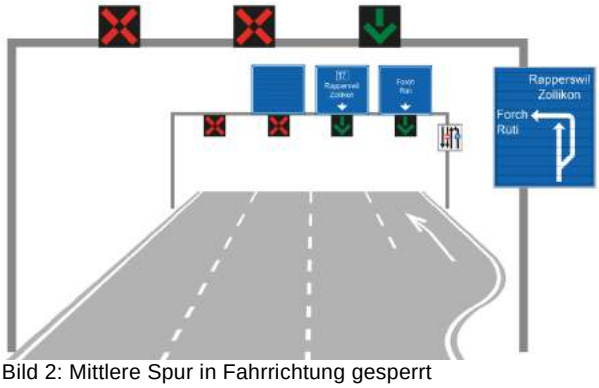


Bild 2: Mittlere Spur in Fahrrichtung gesperrt

Abbildung 5-18: Einspurtafeln und Vorwegweiser bei Beginn Linksabbiegespur

Bei Beginn der Linksabbiegerspur kann mithilfe eines FLS in Kombination der Markierung des Linksabbiegepfeils und einem Vorwegweiser die Situation angezeigt werden. Um bei langen Linksabbiegespuren klarzustellen, welche Spur zum Linksabbiegen benutzt werden soll, werden die verschiedenen Ziele mittels Einspurtafeln noch einmal angeben. Allerdings ist die Situation für die Linksabbieger gerade für ortsunkundige Verkehrsteilnehmer ungewohnt und kann dazu führen, dass zu spät oder falsch eingespurt wird. Dadurch können abrupte und gefährliche Spurwechsel auftreten. Auch ist es möglich, dass fälschlicherweise von der Geradeausspur links abgebogen wird.

5.6.3 "Wandernde" Linksabbiegespur mit 4-Spuriger Weiterführung

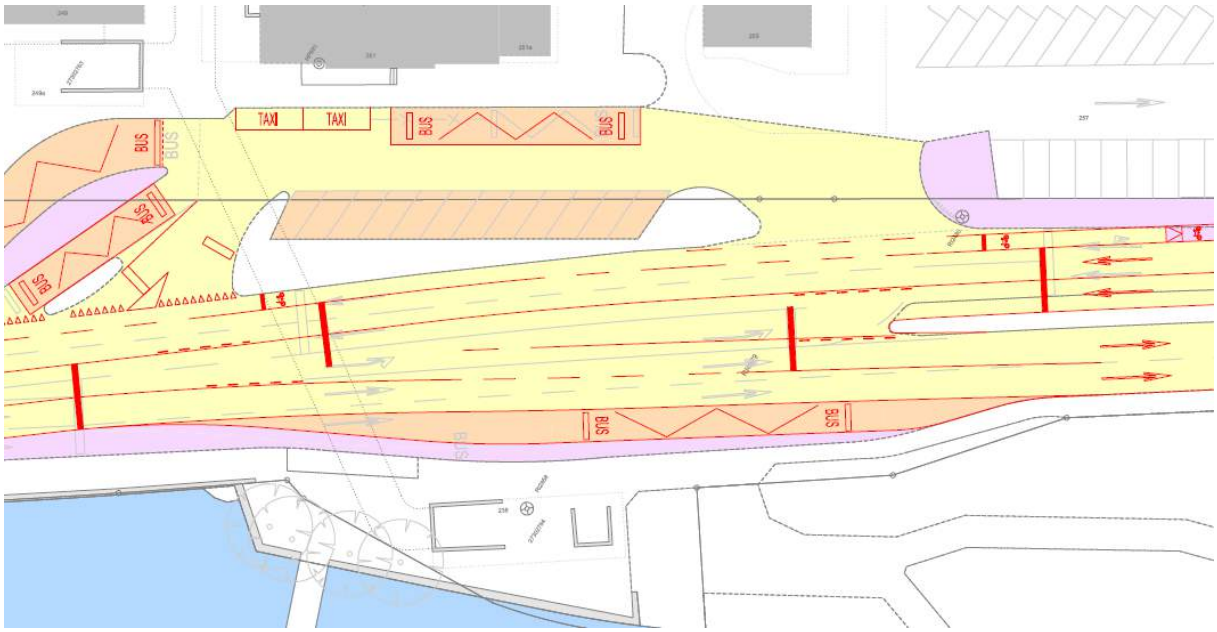


Abbildung 5-19: Markierung "wandernde" Linksabbiegespur mit 4-spuriger Weiterführung am Beispiel Bahnhof Tiefenbrunnen (Plan 1:200 im Anhang)

Eine Kombination der "wandernden" Linksabbiegespur und der 4-spurigen Weiterführung, kann einige kritische Punkte der "wandernden" Linksabbiegespur entschärfen. Die Lösung bedingt aber, dass sich die Situation entweder ohnehin am Ende des RWB befindet, z.B. beim Bahnhof Tiefenbrunnen, oder aber die 4 Fahrspuren müssen anschliessend wieder auf 3 Fahrspuren zusammengeführt werden (vgl. Beginn RWB, Kapitel 5.4).

Blickrichtung stadtauswärts

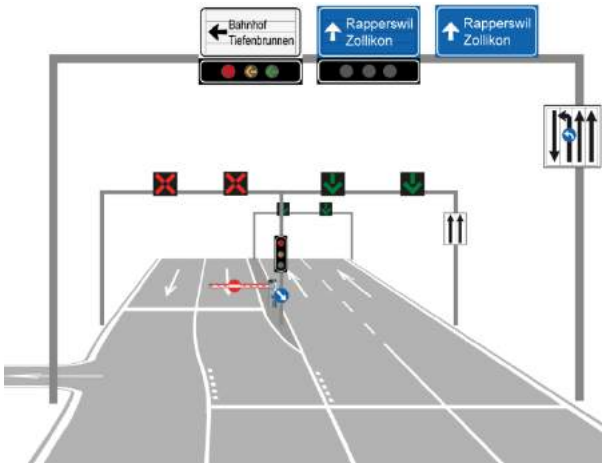


Bild 1: Mittlere Spur in Fahrrichtung geöffnet

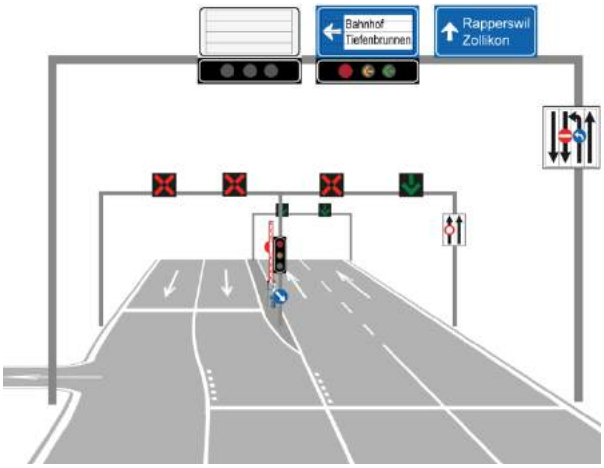


Bild 2: Mittlere Spur in Fahrrichtung gesperrt

Abbildung 5-20: Signalisation "Wandernde" Linksabbiegerspur bei Beginn des Richtungswechselbetrieb

Dadurch, dass das Spurbild vor und nach dem Knoten vierspurig bleibt, sind keine Verschwenkungen nötig, wodurch die Gefahr verringert wird, auf die falsche Fahrspur zu gelangen. Die Möglichkeit, dass ein Verkehrsteilnehmer auf der Linksabbiegespur fälschlicherweise weiterhin geradeaus fährt, besteht weiterhin, jedoch wird der potentielle Schaden verringert. Der sich falsche verhaltende Verkehrsteilnehmer gelangt entweder auf die zweite Fahrspur von links und wird durch die Barriere auf das Fehlverhalten aufmerksam oder er gelangt auf die zweite Fahrspur von rechts, die ohnehin für jeglichen Verkehr gesperrt ist.

Auch für den Fall, dass ein Verkehrsteilnehmer bereits vor dem Ende des RWB ausschert wird der potentielle Schaden verringert, da dieser dann lediglich auf die Linksabbiegespur gerät, anstatt auf die Gegenfahrbahn. Sofern der Linksabbieger nur wenig befahren wird, befinden sich die meiste Zeit über keine Fahrzeuge auf dieser Fahrspur. Dadurch kann eine Art räumlicher Puffer zwischen den beiden Hauptströmen geschaffen werden.

5.6.4 Linksabbieger auf Mischstreifen

Ebenfalls denkbar ist es, auf eine separate Linksabbiegespur zu verzichten, und die Linksabbieger auf einem Mischstreifen mit dem Geradeausstrom zu führen.

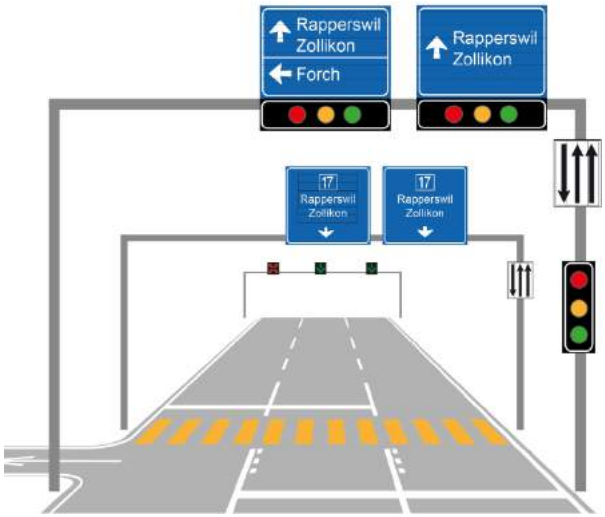


Bild 1: Mittlere Spur in Fahrrichtung geöffnet

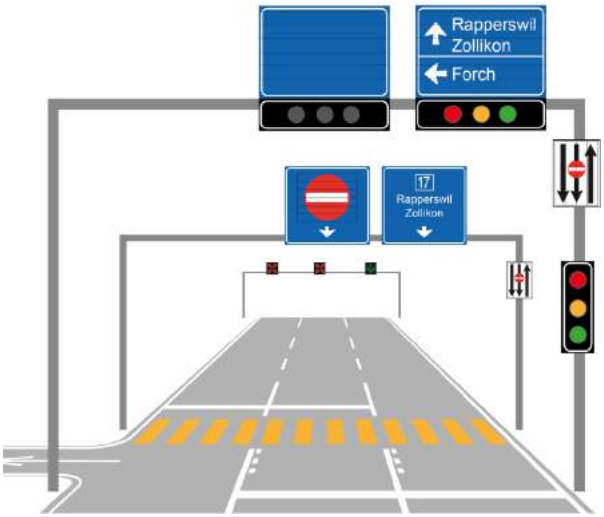


Bild 2: Mittlere Spur in Fahrrichtung gesperrt

Abbildung 5-21: Signalisation Linksabbieger auf Mischstreifen

Dadurch könnte eine geradlinige Spurführung und eine vergleichsweise übersichtliche Signalisation erreicht werden.

Problematisch bei dieser Lösung ist jedoch die Behinderung des Geradeausstroms durch abbiegende Fahrzeuge, wenn die mittlere Spur in Fahrrichtung gesperrt ist (in obiger Abbildung Bild 2). Aus Gründen der Leistungsfähigkeit ist es zwingend, dass die Geradeausströme auf der Achse Bellerivestrasse - Utoquai gleichzeitig grün erhalten. D.h. die Linksabbieger, die mit dem Geradeausstrom geführt werden, erhalten ebenfalls grün, müssen aber den entgegenkommenden, geradeausfahrenden Fahrzeugen den Vortritt gewähren (bedingter Konflikt). Dadurch können aber die Linksabbieger nicht frei abfliessen und blockieren wiederum den Geradeausstrom, wodurch die Leistungsfähigkeit des Knotens massgebend reduziert wird.

Mit der Norm SN 640 835 lässt sich der Einfluss auf die Leistungsfähigkeit abschätzen. Dieser hängt von den Verkehrsstärken auf den jeweiligen Spuren ab. In einer ersten Grobabschätzung, wurden vortrittsberechtigte Fussgängerströme in den Nebenästen vernachlässigt. Es wurde von Umlaufzeiten von 60 s ausgegangen, ausser beim Knoten Falkenstrasse mit 90 s.

Knoten	**K607**	**K608**	**K616**	**K616**	**K620**
Linksabbiegen in:	Falken-strasse	Kreuz-strasse	Horn-bachstr.	PP Lake Side	Tiefen-brunnen
Massgebend	MSP	MSP	MSP	ASP	MSP
Vortrittsberechtigter Strom (2 FS)	850 Fz/h	950 Fz/h	1250 Fz/h	1100 Fz/h	1650 Fz/h
Geradeaus auf Mischstreifen	1200 Fz/h	600 Fz/h	550 Fz/h	600 Fz/h	800 Fz/h
Linksabbieger auf Mischstreifen	100 Fz/h	600 Fz/h	100 Fz/h	< 50	50 Fz/h
Gesamtbelastung Mischstreifen	1300 Fz/h	1200 Fz/h	650 Fz/h	600 Fz/h	850 Fz/h
Leistung Mischstreifen	1318 Fz/h	678 Fz/h	875 Fz/h	1108 Fz/h	638 Fz/h
Auslastung Mischstreifen	**97%**	**173%**	**73%**	**53%**	**131%**

Tabelle 5-1 Abschätzung der Leistungsfähigkeit des Mischstreifen

Wie aus der obigen Tabelle hervorgeht, würde bei dieser Lösung beim Knoten Kreuzstrasse und beim Linksabbieger zum Bahnhof Tiefenbrunnen ein massives Leistungsdefizit entstehen. Der Mischstreifen mit Linksabbiegern in die Falkenstrasse wäre zwar theoretisch knapp Leistungsfähig. Hier stellt sich aber das Problem, dass aufgrund der hohen Verkehrsbelastung bei einem blockierten Geradeausstrom durch ein linksabbiegendes Fahrzeug schnell ein Rückstau von 200 bis 300 m entstehen kann, wodurch in der Folge das Bellevue überstaut würde. Aus diesen Gründen kommt die Lösung mit Mischstreifen nur für den Knoten Hornbachstrasse in Frage.

Da die Linksabbieger zudem beim Abbiegemanöver zwei vortrittsberechtigte Fahrstreifen (evtl. mit Velostreifen) und (ausser beim Bhf. Tiefenbrunnen) ein vortrittsberechtigter Fussgängerstreifen im Nebenast im bedingten Konflikt kreuzen, ist das Fahrmanöver anspruchsvoll und es können unter Umständen gefährliche Situationen entstehen, wenn z.B. Velofahrer oder Fussgänger übersehen werden.

5.6.5 Unterbruch des RWB

Der RWB wird vor dem Knoten mit Linksabbiegen aufgelöst (mit dem Element "Ende RWB") und der Knoten mit Linksabbiegespur wird wie im Ist-Zustand mit fünf Fahrspuren geführt. Nach dem Knoten wird der RWB wieder eingeleitet (mit dem Element "Beginn RWB").

Dies ermöglicht zwar ein einfaches Linksabbiegen auch bei stark belasteten Strömen, jedoch wird beim Knoten selber kein Flächengewinn erzielt. Da die Linksabbiegespur, wie z.B. beim Knoten Kreuzstrasse, teilweise sehr lang sein muss, würde eine solche Lösung folglich den Nutzen deutlich schmälern.

Zudem stellen auch die Elemente "Beginn/Ende RWB" für den Verkehrsteilnehmer anspruchsvolle Verkehrslösungen dar, wenn auch weniger anspruchsvoll als eine "wandernde" oder "indirekte" Linksabbiegespur. Ebenfalls sind so tendenziell mehr Verkehrsschilder u.Ä. notwendig, als bei den alternativen Lösungen.

5.6.6 Umleitung der Linksabbieger

Die von der Spurführung her einfachste Lösung ist, die Linksabbiegespur aufzuheben und die Fahrzeuge umzuleiten. Dies wäre z.B. bei der Falkenstrasse oder bei der Einfahrt zum Parkplatz Lake Side möglich, stellt jedoch eine Mehrbelastung im Quartier dar.

5.6.7 Linksabbiegen via Wendemanöver

Untergeordnete Linksabbiegebeziehungen könnten auch als Wendemanöver realisiert werden.

Würde z.B. an der Kreuzstrasse eine indirekte Linksabbiegespur realisiert, so könnte die Linksabbiegebeziehung in die Falkenstrasse auch als Wendemanöver bei der Kreuzstrasse wahrgenommen werden.

Die Nachteile einer solchen Lösung sind aber, dass die Signalisation noch komplexer wird, als dies ohnehin der Fall ist und dass die indirekte Linksabbiegespur dadurch zusätzlich belastet wird.

5.6.8 Fazit Knoten mit Linksabbiegen

Für Knoten mit Linksabbiegen kommen verschiedene Lösungen in Fragen, die eindeutig signalisiert und markiert werden können. Alle Lösungen sind aber für die Verkehrsteilnehmer anspruchsvoll und stellen ungewohnte Verkehrslösungen dar, wobei sämtliche Lösungen teilwiese gravierende Schwachpunkte aufweisen. Aufgrund fehlender Erfahrungswerte ist es aber schwierig vorherzusehen, wie stark der Einfluss der jeweiligen Lösungen auf die Verkehrssicherheit sein wird. Als nachfolgenden Effekt kommt hinzu, dass durch zögerliches Fahrverhalten aufgrund von Unsicherheiten letztendlich auch die Leistungsfähigkeit negativ beeinflusst wird. Die Ausmasse dieses Effekts können aber nicht beziffert werden.

Grundsätzlich kann festgehalten werden, dass je höher die Verkehrsbelastung und je höher der Anteil an ortsunkundigen Verkehrsteilnehmern am Knoten ist, desto kritischer werden ungewohnte oder anspruchsvolle Verkehrslösungen. Deshalb ist für jeden Knoten mit Linksabbiegen abhängig von seiner Bedeutung im Strassennetz, von der Verkehrsbelastung und dem Anteil an Ortsunkundigen einzeln zu entscheiden, welche Lösung zu bevorzugen ist.

In der folgenden Tabelle sind für die verschiedenen Lösungen die kritischen Punkte zusammengefasst.

	"Wandernde" Linksabbiegespur	**"indirekte" Linksabbiegespur**	**"Wandernde" Linksabbiegespur mit 4-spuriger Weiterführung**	**Linksabbieger auf Mischstreifen**	**Unterbruch RWB**	**Umleitung Linksabbieger, Wenden an anderem Knoten**
Linksabbiegestrom	■ Anspruchsvolles Einspuren ■ Unübersichtliche Signalisation	■ Ungewohntes Einspuren ■ Komplexe Wegweisung	■ Anspruchsvolles Einspuren	■ Anspruchsvolle bedingte Konflikte		■ Komplexe Wegweisung
Geradeausstrom	■ Anspruchsvolle Spurführung wegen Verschwenkung	■ Feindlich zum Linksabbiegestrom				
Flächenbeanspruchung		■ Im Knotenbereich höhere Flächenbeanspruchung	■ Mehr Flächenbeanspruchung wegen anschliessender vierspuriger Weiterführung		■ Kein Flächengewinn im Bereich Abbiegespur / Knoten ■ Zusätzliches Element "Beginn / Ende RWB nötig"	
Verkehrsbelastung		■ Geringere Leistungsfähigkeit bei hohen Verkehrsbelastungen auf Linksabbieger ■ Beeinflusst Grüne Welle		■ Leistungsfähigkeit ungenügend (ausser beim Knoten Hornbachstrasse)		■ Erzeugt Mehrverkehr ■ Nur bei geringen Verkehrsbelastungen auf Linksabbiegespur tauglich

Tabelle 5-2 Zusammenstellung der kritischen Punkte bei Lösungen Knoten mit Linksabbiegen im RWB

Nachstehend sind Überlegungen ausgeführt, bei welchen Knoten mit Linksabbiegen jeweils welche Lösung zu präferieren wäre. Diese müssten allerdings im Rahmen einer allfälligen Vorstudie nochmals vertieft geprüft werden:

Linksabbieger Falkenstrasse:

- "Wandernde" Linksabbiegespur mit 4-spuriger Weiterführung
- Umleitung

Der Geradeausstrom ist an dieser Stelle stark belastet. Der Linksabbieger dient hauptsächlich der Erschliessung des Parkhauses Opera, die Verkehrsbelastungen sind mit maximal rund 100 Fz/h entsprechend gering. Das Parkhaus dürfte aber zum Teil auch von ortsunkundigen Personen genutzt werden (z.B. Touristen). Mit einer "wandernden" Linksabbiegespur mit 4-spuriger Weiterführung könnte einerseits die stark belastete Geradeausspur ohne Verschwenkung angeboten werden und andererseits kann dennoch auf ein "indirektes" Linkseinbiegen auf der rechten Spur verzichtet werden, das gerade für Ortsunkundige ungewohnt sein kann. Eine 4-spurige Weiterführung bietet sich ohnehin an, da die Linksabbiegespur in die Kreuzstrasse bereits unmittelbar nach dem Knoten beginnt. Aufgrund der geringen Belastung wäre allenfalls auch eine Umleitung über die Kreuz- und Dufourstrasse denkbar, bedürfte aber entsprechender Anpassungen am Verkehrsregime (Einbahn) in der Dufourstrasse.

Linksabbieger Kreuzstrasse:

- Unterbruch des Richtungswechselbetriebs

Da sowohl der Geradeausstrom in die Bellerivestrasse wie auch der Linksabbieger in die Kreuzstrasse stark belastet sind und aufgrund ihrer überregionalen Bedeutung (kantonale Hauptverkehrsstrasse) wohl auch einen gewissen Anteil ortsunkundiger Verkehrsteilnehmer aufweisen, ist dieser Linksabbiegestrom auf der gesamten Achse am kritischsten. Ob eine ungewohnte Verkehrslösung wie eine "wandernde" oder "indirekte" Linksabbiegespur an dieser Stelle verkehrssicher betrieben werden kann ist offen. Im Beispiel Heeresstrasse in Berlin wird beim Scholzplatz der RWB unterbrochen, um eine "gewöhnliche" Linksabbiegespur einrichten zu können. Diese Lösung kann auch hier empfohlen werden, da dadurch keine Unsicherheiten durch eine ungewohnte Verkehrslösung entstehen. Dies bedeutet aber auch, dass auf diesem Abschnitt keine Flächengewinne zu Gunsten einer Velolösung erreicht werden können, was folglich den Nutzen des gesamten RWB deutlich schmälert. Noch zu klären wäre, wie lange die Linksabbiegespur ausgebildet werden muss.

Linksabbieger Hornbachstrasse:

- "Indirekte" Linksabbiegespur

Die Linksabbiegespur in die Hornbachstrasse ist relativ schwach belastet und dürfte hauptsächlich von Quartierbewohnern, also Ortskundigen, benützt werden. Der Geradeausstrom in der Bellerivestrasse ist aber stark belastet. Aus diesem Grund dürfte an dieser Stelle eine indirekte Linksabbiegespur zu präferieren sein. Der Geradeausstrom wird somit nicht beeinträchtigt und für Ortskundige dürfte die spezielle Situation nicht zu Problemen führen.

Linksabbieger PP Lakeside:

- Umleitung

Die Linksabbiegespur zum Parkplatz Lakeside ist zwar ebenfalls relativ schwach belastet, dürfte aber auch von Badegästen benützt werden, die den Parkplatz nur gelegentlich nutzen, also ortsunkundig sind. Als Alternative zu einer Linksabbiegespur könnte über die Dufour- und Höschgasse eine Umleitung eingerichtet werden, so dass auf ein Linksabbiegen verzichtet werden kann.

Linksabbieger Bhf. Tiefenbrunnen:

- "Wandernde" Linksabbiegespur mit 4-spuriger Weiterführung

Die Linksabbiegespur zum Bahnhof Tiefenbrunnen wird v.a. von den Bussen der VBZ, Taxis und Benutzer der P&R-Anlange befahren. Folglich handelt es sich grösstenteils um Ortskundige. Da zudem ungefähr an dieser Stelle ohnehin das Ende des RWB zu liegen käme, könnte diese Linksabbiegespur gut als "wandernde" Linksabbiegespur mit 4-spuriger Weiterführung konzipiert werden.

5.7 Veloführung

Die Veloführung wurde der Einfachheit halber in den Schemas nicht dargestellt. Die Veloführung kann entweder als Velostreifen links und rechts auf der Fahrbahn oder als Zweirichtungsradweg ausserhalb der Fahrbahn umgesetzt werden. Auf freier Strecke und auch bei Knoten ohne Linksabbiegen ergibt sich beim RWB grundsätzlich keine Unterschied bezüglich der Veloführung gegenüber einem konventionellen Betrieb.

Heikel kann aber die Situation bei Knoten mit Linksabbiegen sein. Bei der Lösung "wandernde" Linksabbiegespur besteht das Problem, dass die bereits nicht sehr übersichtliche Situation durch Velostreifen noch unübersichtlicher zu werden droht. Die Verschwenkung der Spuren und der Umstand, dass die Signalisation und Markierung hier die Konzentration der Verkehrsteilnehmenden zu einem grösseren Teil als üblich absorbieren dürfte, kann zu heiklen Situationen führen. Auch können keine Velostreifen auf den Abbiegespuren markiert werden. Die linksabbiegenden Velos müssen in diesem Fall zwingend indirekt zusammen mit den Fussgängern geführt werden.

Bei der Lösung "indirekte" Linksabbiegespur wäre es naheliegend, dass der geradeausführende Velostreifen zwischen der Geradeausspur und der Linksabbiegespur (die ganz rechts angeordnet ist) zu liegen kommt. Da aufgrund der ungewohnten Situation aber teilweise abrupte und gefährliche Spurwechsel auftreten können, wäre diese Lage des Velostreifens kaum zu verantworten. Alternativ könnte ein Velostreifen am rechten Fahrbahnrand (rechts der Linksabbiegespur) geführt werden. Hierzu müssten aber am Knoten eine Signalisation für die Velofahrer gewählt werden, damit diese auch geradeaus weiterfahren können. Dadurch wird der bereits ungewohnte Knoten aber noch komplexer.

Aus diesen Gründen kann voraussichtlich bei Knoten mit Linksabbiegen nur die Veloführung als Ein- oder Zweirichtungsradweg ausserhalb der Fahrbahn umgesetzt werden.

5.8 Optik

Für die sichere Umsetzung eines RWB ist ein beachtlicher Umfang an Verkehrsschildern, Lichtsignalen und Wechselsignalen notwendig. Diese sind zudem in relativ dichter Abfolge notwendig. Dadurch entsteht eine optische Beeinträchtigung des Stadtbildes, umgangssprachlich auch als "Schilderwald" bezeichnet. Die Einrichtung eines RWB steht somit im krassen Gegensatz zu den Bestrebungen der Stadt, die Signalisation und Wegweisungen auf ein Minimum zu beschränken.

Ob die Signalisation eines RWB überhaupt städtebaulich verträglich umgesetzt werden kann, kann in diesem Verkehrsgutachten nicht geklärt werden und muss bei Weiterverfolgung des RWB in einem separaten Gutachten vertieft untersucht werden.

5.9 Verkehrsüberwachung

Um den RWB im Rahmen eines Testbetriebs sicher betreiben zu können wird von der Notwendigkeit einer durchgehenden Verkehrsüberwachung ausgegangen. Entsprechend ist der gesamte Abschnitt mit Videokameras auszurüsten.

5.10 Kosten

Die nachfolgenden Kostenangaben beziehen sich lediglich auf die Zusatzkosten für die Signalisation, die durch den Richtungswechselbetrieb entstehen. Nicht eingerechnet sind Ohnehin-Kosten, die in ähnlicher Grössenordnung auch bei allen anderen Varianten und bei der Sanierung der Bellerivestrasse mit dem heutigen Spurlayout anfallen würden, dies sind insbesondere:

- Kosten Markierung
- Kosten "normale" LSA und Signalgeber
- Kosten Tiefbau
- Planungskosten

Ebenfalls nicht eingerechnet sind allfällige LED-Markierungen, die als Ergänzung zur Verdeutlichung der Spurführung eingesetzt werden können.

Zur Berechnung der Kosten wurden die in diesem Kapitel getroffenen Annahmen auf die im nachfolgenden Kapitel definierten Spurlayouts (Variante C1, Variante C2 und Variante C3) übertragen. Daraus werden die folgenden Mengenangaben abgeleitet:

Anzahl:	**Variante C1**	**Variante C2**	**Variante C3**
Portale	51	38	17
FLS-Anzeigen	136	101	58
Wechselsignale Seitlich	98	72	33
Wechselsignale Überkopf	60	36	16
Signale (fix) Überkopf	47	32	15
Wechselsignale Vorsignal	3	2	0
Barrieren	2	2	2
Verkehrsüberwachung (Standorte Kamera)	10	8	4

Tabelle 5-3 Zusammenstellung Anzahl signalisationstechnischer Einrichtungen

Anhand von ASTRA-Projekte (v.a. Pannenstreifenumnutzung) wurden die ungefähren Kosten für die folgenden Positionen ermittelt:

Position	**Kosten**	
Portal Stahlbau + Fundament	CHF	30'000
Verkabelung (pro Portal)	CHF	10'000
FLS-Anzeigen	CHF	5'000
Wechselsignale Seitlich	CHF	10'000
Wechselsignale Überkopf	CHF	15'000
Signale (fix) Überkopf	CHF	5'000
Wechselsignale Vorsignal	CHF	10'000
Barriere inkl. Anschluss	CHF	20'000
Überwachungskameras inkl. Anschluss (pro Standort)	CHF	10'000
Programmierung	CHF	500'000

Tabelle 5-4 Kosten pro Position

Die Kosten verstehen sich inklusive Montage. Die Kostengenauigkeit der Stückkosten beträgt +/- 30%. Da jedoch der genaue Umfang an benötigten Signalen noch nicht abschliessend bekannt ist, ist die Kostengenauigkeit der Gesamtkosten schlechter.

Hinsichtlich der Programmierung der Steuerung kann keine verlässliche Kostenschätzung abgeben werden, da Vergleichsprojekte fehlen. Wenn davon ausgegangen wird, dass eine komplett neue Steuerungslogik für den Abschnitt programmiert werden muss und noch keine geeignete Software-Lösung auf dem Markt vorhanden ist, dürften die Kosten hierfür nicht unwesentlich sein. In der Kostenschätzung wurde der Betrag von 0.5 Mio. CHF angesetzt.

	Variante C1	Variante C2	Variante C3
Portale	2.04 Mio. CHF	1.52 Mio. CHF	0.68 Mio. CHF
FLS-Anzeigen	0.68 Mio. CHF	0.51 Mio. CHF	0.29 Mio. CHF
Wechselsignale Seitlich	0.98 Mio. CHF	0.72 Mio. CHF	0.33 Mio. CHF
Wechselsignale Überkopf	0.90 Mio. CHF	0.54 Mio. CHF	0.24 Mio. CHF
Signale (fix) Überkopf	0.24 Mio. CHF	0.16 Mio. CHF	0.08 Mio. CHF
Wechselsignale Vorsignal	0.03 Mio. CHF	0.02 Mio. CHF	0.00 Mio. CHF
Barriere	0.04 Mio. CHF	0.04 Mio. CHF	0.04 Mio. CHF
Verkehrsüberwachung	0.10 Mio. CHF	0.08 Mio. CHF	0.04 Mio. CHF
Programmierung	0.50 Mio. CHF	0.50 Mio. CHF	0.50 Mio. CHF
Total	**4 - 7 Mio. CHF**	**3 - 5 Mio. CHF**	**2 - 3 Mio. CHF**

Tabelle 5-5 Kosten pro Variante

Für die Variante C1 mit einem Richtungswechselbetrieb auf dem gesamten Abschnitt vom Bellevue bis zum Tiefenbrunnen wären folglich mit 4 bis 7 Mio. CHF an Zusatzkosten gegenüber einer "konventionellen" Lösung zu rechnen. Zum Vergleich, für die Sanierung der Bellerivestrasse inklusive der Verbreiterung des Lehnenviadukts werden Kosten von 64 Mio. CHF prognostiziert.

Für die Variante C2 eines Richtungswechselbetriebs auf dem Abschnitt Kreuzstrasse bis Ida-Bindschedlerstrasse würden Zusatzkosten von 3 bis 5 Mio. CHF entstehen.

Beschränkt man den Richtungswechselbetrieb auf dem Abschnitt Dufourstrasse bis Tiefenbrunnen würden Zusatzkosten von 2 bis 3 Mio. CHF entstehen.

5.11 Erkenntnisse Richtungswechselbetrieb

Ein Richtungswechselbetrieb kann zwar auf freier Strecke verkehrstechnisch klar und verständlich signalisiert und markiert werden. Es wird aber davon ausgegangen, dass für die Einführung eines Richtungswechselbetriebs eine Ausnahmegenehmigung durch das ASTRA zwingend ist. Auf freier Strecke kann ein RWB relativ problemlos umgesetzt werden. Bei innerörtlichen Gegebenheiten mit LSA-Knoten, Fussgängerquerungen und Velolösungen, kann aber aufgrund von fehlenden Erfahrungswerten in der Schweiz ein RWB aber nicht abschliessend beurteilt werden. Deshalb bestehen (insbesondere bei Knoten mit starken Linksabbiegeströmen) Vorbehalte bezüglich der Verkehrssicherheit und der Leistungsfähigkeit.

Zwar sind bei Knoten mit Linksabbiegestrom verschiedene Lösungsansätze denkbar, vor allem aber bei grossen Verkehrsstärken und einem hohen Anteil an ortsunkundigen Verkehrsteilnehmern (eine solche Situation besteht am Knoten Utoquai / Kreuzstrasse), konnten keine überzeugenden Lösungen gefunden werden.

Würde, wie in der Motion gefordert, vom Bellevue bis zum Bahnhof Tiefenbrunnen ein Richtungswechselbetrieb umgesetzt, wird damit gerechnet, dass insgesamt in etwa 50 Portale mit FLS-Anzeigen (Fahrstreifen-Lichtsignale) und/oder Wechselsignalen erstellt werden müssen. Daraus resultieren gegenüber einer "konventionellen" Lösung Zusatzkosten von 4 bis 7 Mio. CHF. Zudem ist auch zu beachten, dass durch die nicht unerhebliche Anzahl an Anzeigen und Signalen auch eine optische Beeinträchtigung, ein sogenannter "Schilderwald", entstehen kann.

Auch wenn ein Richtungswechselbetrieb aus verkehrstechnischer Sicht nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden kann, so stellt dieser doch ein erheblicher und risikobehafteter Eingriff in das Verkehrsgefüge und die städtebauliche Situation dar, der sich nur mit dem Erzielen eines hohen Nutzens rechtfertigen kann.

Sollte eine Variante Richtungswechselbetrieb weiterverfolgt werden, müssten (in Absprache mit dem ASTRA) die Ausgestaltung der Markierung und Signalisation (z.B. in Form einer Vorstudie) und die Steuerungsthematik des Richtungswechselbetriebs detailliert werden. Ebenfalls muss das Thema der Verkehrssicherheit eines bei innerörtlichen Gegebenheiten vertieft werden (z.B. durch eine Unfallauswertung bei realisierten Beispielen im Ausland).

6 Varianten

Ausgehend von den Forderungen der Einsprecher und der Motion im Gemeinderat, wurden die Varianten A1, A2, B, und C1 bezüglich des Spurlayouts definiert. Bei der Untersuchung dieser Varianten wurde erkannt, dass teilweise Untervarianten oder anderweitige Optimierungen sinnvoll sein können, woraus die Varianten A3, C2, C3 und D abgeleitet wurden.

- **Variante A1 (2FS)**: zwei Fahrstreifen in der Bellerivestrasse von Kreuzstrasse bis Stadtgrenze mit Abbiegestreifen (Variante Einsprache)
- **Variante A2 (2FS)**: zwei Fahrstreifen in der Bellerivestrasse von Kreuzstrasse bis Horneggstrasse mit Abbiegestreifen (Variante Einsprache)
- **Variante A3 (2FS)**: zwei Fahrstreifen in der Bellerivestrasse von Kreuzstrasse bis Horneggstrasse mit Aufhebung einzelner LSA
- **Variante B (3FS)**: drei Fahrstreifen (1 FS stadteinwärts, 2 FS stadtauswärts) ohne Richtungswechselbetrieb von Kreuzstrasse bis Stadtgrenze mit Abbiegestreifen und Dosierung
- **Variante C1 (3FS)**: drei Fahrstreifen in Richtungswechselbetrieb (Variante Motion) Utoquai/Bellerivestrasse von Schöckstrasse bis Tiefenbrunnen
- **Variante C2 (3FS)**: drei Fahrstreifen in Richtungswechselbetrieb von Kreuzstrasse bis Ida-Bindschedler-Strasse
- **Variante C3 (3FS)**: drei Fahrstreifen in Richtungswechselbetrieb von Dufourstrasse bis Tiefenbrunnen
- **Variante D (4FS)**: vier Fahrstreifen mit Optimierungen im Utoquai von Schöckstrasse bis Kreuzstrasse

Im Rahmen der Planauflage nach §16 forderten mehrere Einsprecher die Einführung von Tempo 30 oder 40, entsprechend sollen auch verschiedene Geschwindigkeitsvarianten hinsichtlich der Auswirkungen auf die Grüne Welle und der Reisezeiten geprüft werden. Eine Einsprache forderte eine Temporeduktion auf der Bellerivestrasse vom Seefeldquai bis Horneggstrasse, evtl. nur in den Nachtzeiten. Es werden folglich folgende Varianten untersucht:

- **Variante T40:** Tempo 40 auf der Bellerivestrasse von Seefeldquai bis Ida-Bindschedlerstr.
- **Variante T30:** Tempo 30 auf der Bellerivestrasse von Seefeldquai bis Ida-Bindschedlerstr.
- **Variante T30/40:** Tempo 30 oder 40 auf der gesamten Bellerivestrasse von Seefeldquai bis Stadtgrenze
- **Variante T30/40 Nachts:** Geschwindigkeitsreduktion auf der Bellerivestrasse nur zu den Nachtzeiten

6.1 Methodik

Leistungsfähigkeit

Als Bemessungsverkehrsstärke zur Bewertung der Leistungsfähigkeit wurden die maximalen Verkehrsstärken gem. Kapitel 3.5.2 auf die jeweiligen Spurbilder der Varianten umgelegt. Durch die Berücksichtigung der maximalen Verkehrsstärken, wird den Unsicherheiten bezüglich realisierbarer Sättigungsraten Rechnung getragen (vgl. Kapitel 4.10).

Die Prüfung erfolgte anhand den in Kapitel 4 erarbeiteten Grundlagen. Hierzu wurde für jeden LSA-Knoten beurteilt, ob die Bemessungsverkehrsstärke (MSP und ASP) am Knoten verarbeitet werden kann. Zudem wurden die folgenden Fälle unterschieden und in den jeweiligen Spurdiagramme (siehe nachfolgende Abbildungen bzw. Anhang):

- **Grün:** Die Verkehrsstärken können am Knoten mit den heutigen Umlaufzeiten (90 s im Bereich Bellevue bis Falkenstrasse und 45 s von Kreuzstrasse bis Stadtgrenze) verarbeitet werden.
- **Hellgrün:** Die Verkehrsstärken können am Knoten mit den heutigen Umlaufzeiten nur knapp verarbeitet werden (Auslastung > 90%).
- **Orange:** Die Verkehrsstärken können am Knoten bei einer Erhöhung der Umlaufzeiten auf 60 s verarbeitet werden.
- **Rot:** Die Verkehrsstärken können am Knoten nur bei einer Erhöhung der Umlaufzeiten auf mehr als 60 s (maximal 90 s) verarbeitet werden, was aus Gründen des Fussgängerkomforts aber wenn möglich vermieden werden sollte.
- **Violette:** Die Verkehrsstärken können am Knoten nicht verarbeitet werden.

Hinsichtlich der Leistungsfähigkeit nicht betrachtet wurden die Nebenverkehrszeiten (NVZ) und der Zustand in der Nacht bei ausgeschalteten LSA.

Stausituation

: Die ständigen Stausituationen, also die Rückstaus vor Knoten, die während der gesamten Spitzenstunde nicht abgebaut werden, sind in den Schemas der jeweiligen Varianten mit dem links dargestellten Symbol qualitativ angegeben. Diese wurden anhand der beobachtbaren Ist-Situation und den Veränderungen der Leistungsfähigkeit abgeschätzt. Um genauere Angaben zu den zu erwartenden Stausituationen machen zu können, müsste eine detaillierte Mikrosimulation des Verkehrsflusses durchgeführt werden.

Auswirkungen der Reisezeit

Zudem wurde abgeschätzt, ob und in welcher Form eine Grüne Welle mit den jeweiligen Spurbildern angeboten werden kann. Für die Beurteilung der Grünen Welle und der Angabe der Reisezeiten wurde die Rückstausituation vor dem Bellevue vernachlässigt. Die Angaben der Reisezeiten beziehen sich jeweils auf den Fall, dass freie Fahrt möglich ist.

Nutzen Fuss- und Veloverkehr

Anhand der Strassenquerschnitte wurde bewertet, ob und in welcher Form für den Fuss- und Veloverkehr Lösungen umgesetzt werden können.

Städtebauliche Aspekte

Ebenfalls anhand der Strassenquerschnitte werden städtebauliche Aspekte ausgeführt (z.B. Umsetzung Alleenkonzept, Flächen für den Fussverkehr, etc.). Eine Wertung dieser städtebaulichen Aspekte kann im Rahmen dieses Verkehrsgutachtens jedoch nicht erfolgen.

Geschwindigkeitsreduktionen

Die geforderten Geschwindigkeitsreduktionen (Tempo 40 / Tempo 30) wurde auf die verkehrlichen Auswirkungen hin untersucht. Die Folgekosten (volkwirtschaftlicher Schaden durch Verlustzeiten) und der nicht verkehrliche Nutzen (Reduktion des Strassenlärms, Erschütterungen, Luftemissionen) aber auch die allfälligen Verbesserungen hinsichtlich der Verkehrssicherheit wurden nicht näher untersucht und wären allenfalls im Rahmen eines Lärmgutachtens oder Tempo-30-Gutachtens zu betrachten.

6.2 Variante A1: zwei Fahrstreifen in der Bellerivestrasse

Die Variante entspricht mehreren Einsprachen, die im Rahmen der Planauflage gem. §16 gemacht wurden. Das Spurbild in der Bellerivestrasse wird in ganzer Länge von der Kreuzstrasse bis zur Stadtgrenze in beide Fahrrichtungen auf einen Fahrstreifen pro Richtung reduziert.

Bei der Feldeggstrasse, der Höschgasse und der Hornbach-strasse der Fall, wird ein separater Rechtsabbiegestreifen vorgesehen, um zu verhindern, dass der Geradeausstrom durch rechtsabbiegende Fahrzeuge (die die Fussgänger auf dem Fussgängerstreifen abwarten müssen) blockiert wird. Die Abbiegespur muss aber aufgrund der Verkehrsstärken nur kurz ausgebildet werden (ca. 20 m). Auf den übrigen Knoten ist hingegen das Verkehrsaufkommen des Rechtsabbiegestroms so klein, dass die Gefahr des Blockierens in Kauf genommen werden kann oder der Knoten ist so ausgestaltet (z.B. Dufourstrasse), das die Gefahr des Blockierens nicht besteht.

Die bereits bestehenden Links- und Rechtsabbiegestreifen müssen ebenfalls beibehalten werden.

Der Spurabbau stadtauswärts erfolgt vor der Kreuzstrasse, wo der linke Fahrstreifen direkt auf den Linksabbieger geführt wird. Stadteinwärts wird der Spurabbau so umgesetzt, dass auf eine Aufweitung auf zwei Fahrstreifen in der Seestrasse verzichtet wird.

6.2.1 Auswirkungen MIV/ÖV

Leistungsfähigkeit MSP

Die nebenstehende Abbildung zeigt die maximalen Verkehrsstärken für die Morgenspitzen.

In der Morgenspitzenstunde sind die Verkehrsströme stadteinwärts massgebend. Beim Bahnhof Tiefenbrunnen können mit einer einstreifigen Spurführung die Verkehrsstärken nicht verarbeitet werden. Selbst bei einer massiven Erhöhung der Umlaufzeit auf 90 s können maximal rund 1'500 Fz/h verarbeitet werden, was einen Leistungsdefizit von 50 Fz/h (Mittelwert) bis 200 Fz/h (Maximalwert) entspricht (in der Abbildung in roter Schrift). Ein Leistungsdefizit an dieser Stelle kann unter Umständen toleriert werden, da einerseits hier lange Rückstauräume zur Verfügung stehen und andererseits so ein Dosierungseffekt entsteht. Da bereits beim Bahnhof Tiefenbrunnen die Verkehrsmenge stadteinwärts reduziert wird, kann somit der Verkehr an den nachfolgenden Knoten besser fliessen. Somit wird der Rückstau vor dem Bellevue zu einem Teil vor die Stadtgrenze verlagert. Jedoch müsste in diesem Fall eine Lösung für die auf diesen Strecken verkehrenden Buslinien gefunden werden. Zudem ist es so, dass das entstehende Leistungsdefizit beim Bahnhof Tiefenbrunnen voraussichtlich grösser ist, als das bestehende Leistungsdefizit beim Bellevue.

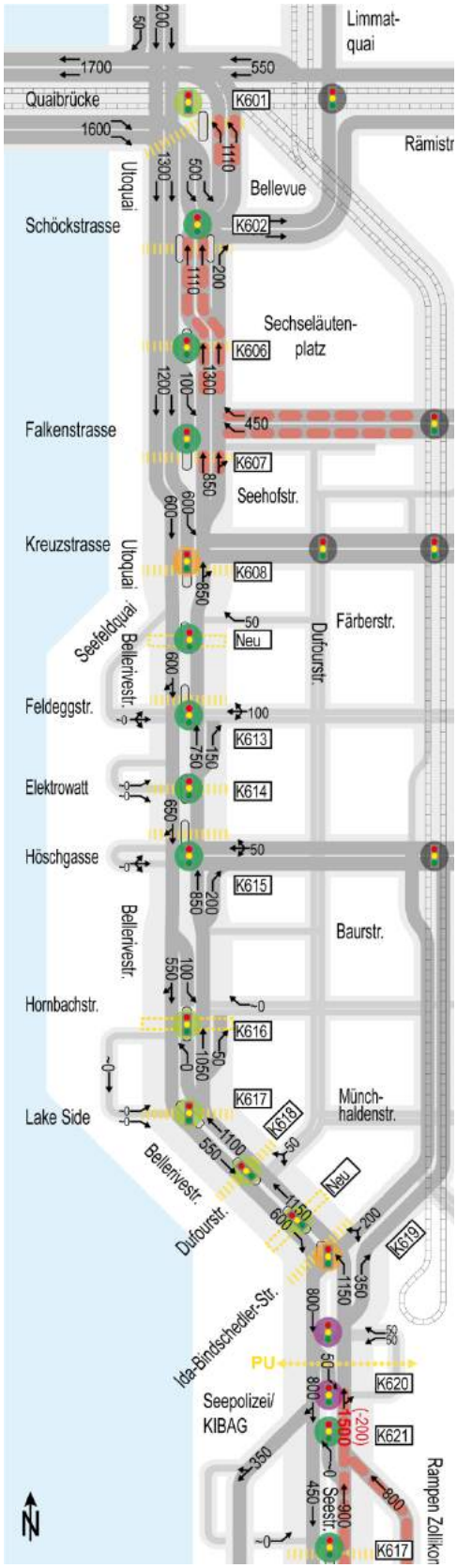


Abbildung 6-1: Variante A1, MSP [Fz/h]

Die nachfolgenden Knoten von der Ida-Bindschedlerstrasse bis zur Kreuzstrasse können davon profitieren, dass durch den Dosierungseffekt geringere maximale Verkehrsstärken auftreten. Zudem

reduziert sich dank der schmäleren Fahrbahn die Länge der Fussgängerübergänge, was die Leistungsfähigkeit erhöht. Bei einer Erhöhung der Umlaufzeit auf 60 s können die dosierten Verkehrsstärken auch mit einer einstreifigen Verkehrsführung verarbeitet werden. Zwischen der Kreuzstrasse und dem Bellevue entspricht die Situation dem Ist-Zustand.

In Gegenrichtung können die Verkehrsströme der Morgenspitze gut verarbeitet werden.

Leistungsfähigkeit ASP

Die nebenstehende Abbildung zeigt die maximalen Verkehrsstärken für die Abendspitzen.

Im Wesentlichen zeigt sich in der Abendspitzenstunde das gleiche Bild wie in der Morgenspitzenstunde, mit dem Unterschied, dass die Verkehrsströme stadtauswärts massgebend sind.

Zwischen der Kreuzstrasse und der Nebelbachstrasse (neuer FG-Übergang) können die Verkehrsstärken mit einer Umlaufzeit von 45 s nur knapp verarbeitet werden (unter Ausnahme des Knotens Höschgasse, bei dem die Verkehrsstärken knapp nicht verarbeitet werden können). Um eine stabile Verkehrssituation zu erhalten, wäre eine Erhöhung der Umlaufzeit auf 60 s notwendig.

Zwischen der Ida-Bindschedlerstrasse und dem Abzweigen des Stroms auf die Rampe können mit einer einstreifigen Spurführung die maximalen Verkehrsstärken nicht verarbeitet werden. Bei einer Erhöhung der Umlaufzeit auf 90 s können die mittleren Verkehrsstärken ganz knapp verarbeitet werden, für die maximalen Verkehrsstärken resultiert ein Leistungsdefizit von bis zu 100 Fz/h. Zudem ist zu beachten, dass an diesen Knoten mehrere Buslinien verkehren. Durch die Busspriorisierung entstehen weitere Leistungseinbussen am Knoten. Da hohe Verkehrsstärken vorhanden sind, können auch bei leichten Leistungsdefiziten schnell lange Rückstaus entstehen, die unter Umständen die vorgelagerten Knoten überstauen können. Da sich diese Knoten ebenfalls knapp an der Leistungsfähigkeitsgrenze bewegen, kann dies dort somit ebenfalls zu einer Überlastsituation führen. Somit kann dies zu langen Rückstausituationen über die gesamte Länge der Bellerivestrasse führen kann.

In Gegenrichtung können die Verkehrsströme gut verarbeitet werden.

Reisezeiten (Grüne Welle)

Eine Grüne Welle wie heute in beide Fahrrichtungen kann auch mit erhöhten Grünzeiten nicht angeboten werden. Die Grüne Welle könnte lediglich jeweils in Lastrichtung durchgehend realisiert werden. Auch mit einer reduzierten Koordinationsgeschwindigkeit von 41 km/h und einer Umlaufzeit von 60 s sind in Gegenrichtung so bis zu vier Halte notwendig mit entsprechenden Rückstausituationen und längeren Reisezeiten von durchschnittlich

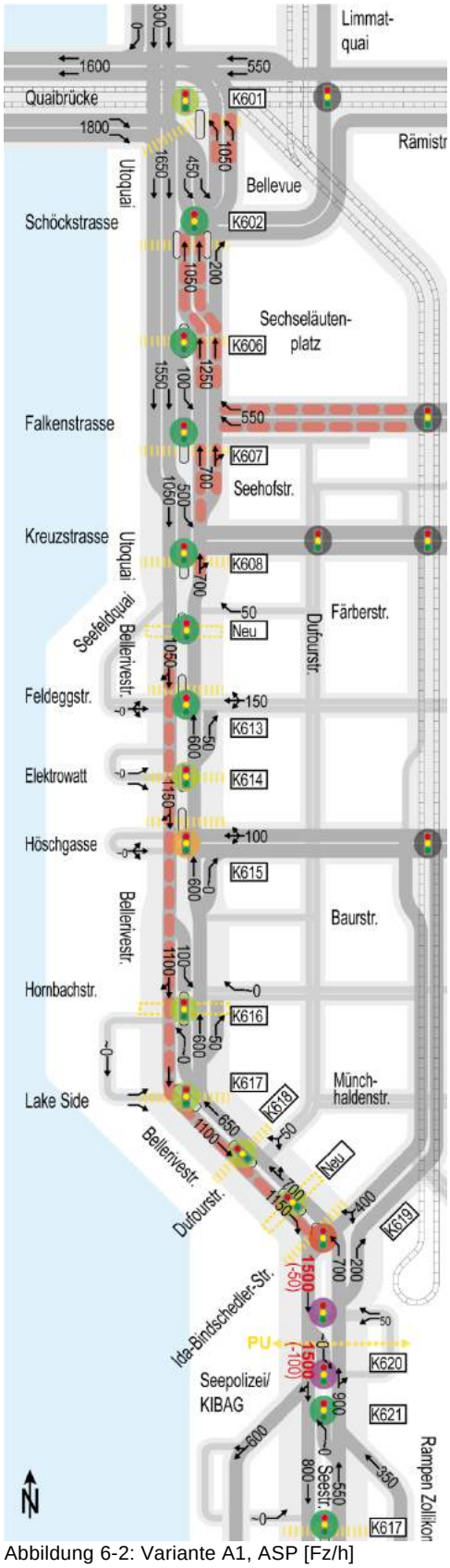


Abbildung 6-2: Variante A1, ASP [Fz/h]

3 min 40 s (1 min länger als heute), die auch den Busverkehr betreffen. Eine Priorisierung des Busverkehrs ist aufgrund der nicht vorhandenen Leistungsreserven zwischen der Kreuzstrasse und der Nebelbachstrasse nicht möglich.

Allenfalls können bei einzelnen Knoten (z.B. Ausfahrt Parkplatz Lake Side oder der Linksabbieger zum Bahnhof Tiefenbrunnen) die feindlichen Ströme nur auf Anmeldung geschalten werden, dadurch könnte sich die Anzahl erzwungener Halte reduzieren lassen. Diese Möglichkeit besteht grundsätzlich bei allen Varianten.

In Lastrichtung kommen zusätzliche Verlustzeiten aufgrund der Rückstausituationen hinzu. Dieses können aber nicht plausibel abgeschätzt werden, da die Normberechnung keine zuverlässige Abschätzung bei derart hohen Leistungsdefiziten zulässt. Die Verlustzeiten dürften aber in der Grössenordnung von 10 Minuten liegen.

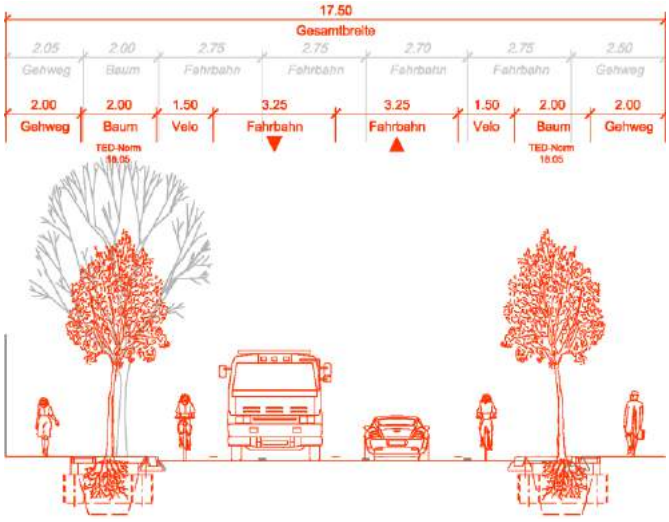


Abbildung 6-3: Regelquerschnitt Bellerivestr. mit 2 Fahrstreifen

(Blickrichtung Süd)

Ausweichverkehr

Aufgrund der erwarteten Rückstausituationen und der damit einhergehenden deutlich längeren Reisezeiten, ist von einem nicht unerheblichen Ausweichverkehr auszugehen. Dieser dürfte sowohl die Duofur- und Seefeldstrasse als auch grossräumige Routen (z.B. Forchstrasse) betreffen. Eine qualitative Abschätzung des Ausweichverkehrs kann aber im Rahmen dieser Grobbetrachtungen nicht gemacht werden.

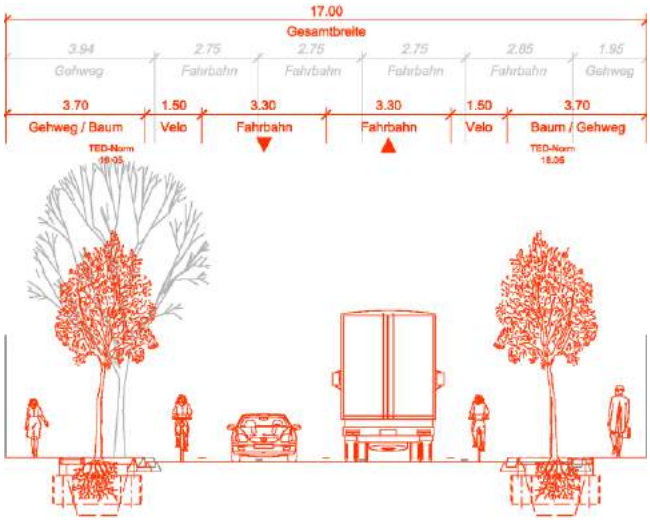


Abbildung 6-4: Engstelle Bellerivestr. mit 2 Fahrstreifen

(Blickrichtung Süd)

Fahrstreifenbreiten

Die Reduktion auf zwei Fahrspuren erlaubt die Anpassung der Fahrstreifenbreiten von heute sehr schmalen 2.75 m auf 3.3 m (vgl. nebenstehende Abbildungen). Dadurch wird der Fahrkomfort erhöht und der Verkehrsfluss verstetigt. Bei der Variante mit Mehrzweckstreifen (vgl. Abbildung 6-5 / Abbildung 6-6) beträgt die Fahrstreifenbreite zwar nur 3.0 m, da aber 0.3 m des Mehrzweckstreifens vom Normalprofil des MIV mitbeansprucht werden können, steht insgesamt die gleiche Breite für den MIV zur Verfügung.

6.2.2 Nutzen Fuss- und Veloverkehr

Durchgängig beidseitige Velostreifen Bellerivestrasse

Wie die nebenstehenden Querschnitte zeigen, sind durchgehende, beidseitige Velostreifen gut möglich. Bei Knoten, bei denen eine zusätzliche kurze Abbiegespur notwendig ist, kann diese ohne Unterbrechung der Velostreifen angeboten werden (vgl. Abbildung 6-14 / Abbildung 6-15, S. 76).

Damit kann auch die Lücke im Velonetz im Bereich des Lehnenviadukts und dem Bahnhof Tiefenbrunnen geschlossen werden und für den Alltagsverkehr ein attraktives Angebot von der Stadtgrenze bis zum Utoquai realisiert werden.

Radweg im Utoquai

Da zwischen der Falken- und der Kreuzstrasse nur noch eine Fahrspur Richtung Zollikon angeboten wird, kann die Fahrbahnbreite reduziert werden. Dadurch kann der geplante Radweg im Utoquai breiter dimensioniert werden bei gleichzeitig geringeren Eingriffen in die Quaianlage (vgl. Variante D, Kapitel 6.9.2)

Auf dem Abschnitt Bellevue bis Falkenstrasse bleibt aber das heutige Spurbild bestehen und es kann kein Flächengewinn erzielt werden.

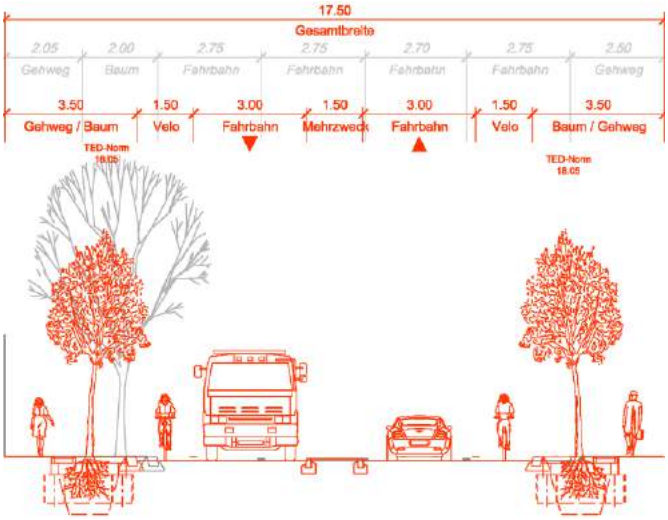


Abbildung 6-5: Regelquerschnitt Bellerivestr. mit 2 Fahrstreifen und Mehrzweckstreifen

Mehrzweckstreifen als Querungshilfe

Zusätzlich zu den durchgehenden Velostreifen und Baumreihen könnte als weiteres Element auch ein Mehrzweckstreifen in der Bellerivestrasse realisiert werden.

Ein Mehrzweckstreifen verbessert die Querungsmöglichkeiten für den Fussverkehr abseits der geregelten Fussgängerstreifen. Dadurch wird die Trennwirkung der Bellerivestrasse verringert.

Ebenfalls kann er als Linksab- und einbiegehilfe für den Velo- und Mofaverkehr dienen.

Sowie als Linksabbiegehilfe für den MIV bei ungeregelten Knoten oder privaten Zufahrten, wobei dieser Fall in der Bellerivestrasse nur selten vorhanden ist.

Die Realisierung eines Mehrzweckstreifens geht allerdings zum Teil zu Lasten der Fussgängerflächen, da die Gehwegbreiten entsprechend reduziert werden.

Im Bereich der Engstelle ist zudem nicht genügend Breite für einen Mehrzweckstreifen vorhanden, die Funktion reduziert sich hier auf einen baulich ausgebildeten Trennstreifen mit gestalterischer Wirkung.

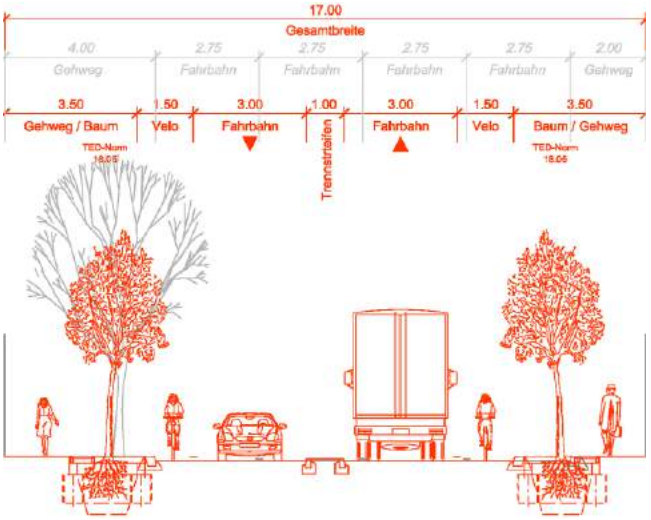


Abbildung 6-6: Engstelle Bellerivestr. mit 2 Fahrstreifen und Trennstreifen



Abbildung 6-7: Beispiel Mehrzweckstreifen (Seebahnstrasse), Quelle: Google Maps

6.2.3 Städtebauliche Aspekte

Der Querschnitt erlaubt die Realisierung von beidseitigen Baumreihen auf der gesamten Länge der Bellerivestrasse, auch im Bereich der Engstelle mit 17.0 m Strassenbreite. Das Allenkonzept kann damit umgesetzt werden.

Einzig bei den Knoten, die eine kurze Rechtsabbiegespur benötigen, müssen die Baumreihen einseitig auf einer Länge von ca. 20 m unterbrochen werden.

Mit den breiteren Trottoirs oder mit einem Mehrzweckstreifen kann eine gestalterische Aufwertung des Strassenraums erzielt werden.

Zwischen der Falken- und der Kreuzstrasse sind für den Bau des Radwegs geringere Eingriffe in die Quaianlage und weniger Rodungen notwendig.

6.2.4 Fazit

Die Variante A1 mit nur einem Fahrstreifen je Richtung auf der ganzen Länge der Bellerivestrasse muss als nicht leistungsneutral gegenüber dem Ist-Zustand beurteilt werden. Lange Rückstausituationen sind die Folge. Leistungskritisch sind die Knoten im Bereich des Bahnhofs Tiefenbrunnen. Zwischen dem Knoten Ida-Bindschedlerstrasse und Kreuzstrasse, könnte eine Variante mit nur einem Fahrstreifen hingegen evtl. leistungsneutral betrieben werden (vgl. Variante A2).

Neben den durch die Rückstausituationen entstehenden höheren Reisezeiten sind aufgrund der unterbrochenen Grünen Welle mit nochmals zusätzlich höheren Reisezeiten für MIV und ÖV zu rechnen.

Durch die Umsetzung des Allekonzepts und der Realisierung eines Mehrzweckstreifens oder von breiten Gehwegen, kann in der Bellerivestrasse eine deutliche städtebauliche Aufwertung und eine Verbesserung der Situation für den Fussverkehr erzielt werden. Für den Veloverkehr kann ein attraktives, durchgehendes Angebot von der Stadtgrenze bis zum Utoquai geschaffen werden.

6.3 Variante A2: zwei Fahrstreifen in der Bellerivestr. von Kreuz- bis Horneggstr.

Eine Einsprache, die im Rahmen der Planauflage gem. §16 gemacht wurde, fordert zwischen der Kreuzstrasse bis zur Horneggstrasse in beide Fahrrichtungen eine Reduktion auf einen Fahrstreifen pro Richtung. Der Spurabbau stadtauswärts erfolgt vor der Kreuzstrasse, wie bei der vorherigen Variante. Stadteinwärts erfolgt der Spurabbau erst zwischen der Ida-Bindschedler und der Nebelbachstrasse (neuer FG-Übergang), ungefähr auf Höhe Horneggstrasse, wodurch der leistungskritische Bereich bei Variante A1 ausgeklammert wird.

6.3.1 Auswirkungen MIV/ÖV

Leistungsfähigkeit MSP

Dadurch, dass im Bereich des Bahnhofs Tiefenbrunnen kein Fahrstreifenabbau erfolgt, können die Verkehrsstärken dort gut verarbeitet werden. Dadurch dass stadteinwärts an der Stadtgrenze kein Leistungsdefizit besteht, sind auf den nachfolgenden Knoten höhere Verkehrsstärken zu verarbeiten, als bei Variante A1. Deshalb können die Verkehrsstärken an diesen Knoten auch bei einer Erhöhung der Umlaufzeit auf 60 s nur knapp verarbeitet werden. Am Knoten Kreuzstrasse müssen stadteinwärts zwei Fahrstreifen angeboten werden, da ansonsten mit einem Umlauf von 60 s die Verkehrsstärken nicht verarbeitet werden können.

Leistungsbestimmend wird der Knoten Dufourstrasse in Kombination mit dem vorgängigen Spurabbau. Dadurch können Stausituationen auftreten, die Wartezeiten sind jedoch aufgrund der langen Grünzeiten gering. Singulär betrachtet sind am Knoten Dufourstrasse nach den Berechnungsansätzen der Norm stadteinwärts mit Staulängen von 50 bis 100 m zu rechnen und es sind Wartezeiten von ca. 40 s zu erwarten, was immer noch Qualitätsstufe C (zufriedenstellend) entsprechen würde. Da der Knoten jedoch in die Grüne Welle eingebunden ist, dürften die Staulängen und die Wartezeiten tendenziell geringer sein.

Der Spurabbau in Kombination mit dem nachfolgenden LSA-Knoten hat aber auch eine dosierende Wirkung, wodurch die Verkehrsspitzen abgeflacht werden und auf den nachfolgenden Knoten ein stabiler Verkehrsablauf trotz sehr hoher Auslastung möglich ist. Auch hat die Dosierung zur Folge, dass der Rückstau vor der Kreuzstrasse (bzw. dem Bellevue) entsprechend reduziert wird, wodurch auf dem Gesamtabschnitt betrachtet keine oder nur geringe Verlustzeiten entstehen.

Um hierzu detailliertere Angaben machen zu können, muss eine Verkehrssimulation durchgeführt werden.

Wichtig ist bei allen hochbelasteten Knoten, dass beim Entwurf der Knoten dem Aspekt der Leistungsfähigkeit hohe Beachtung geschenkt wird. Nur so lässt sich im Betrieb auch die theoretisch berechenbare Leistungsfähigkeit erreichen.

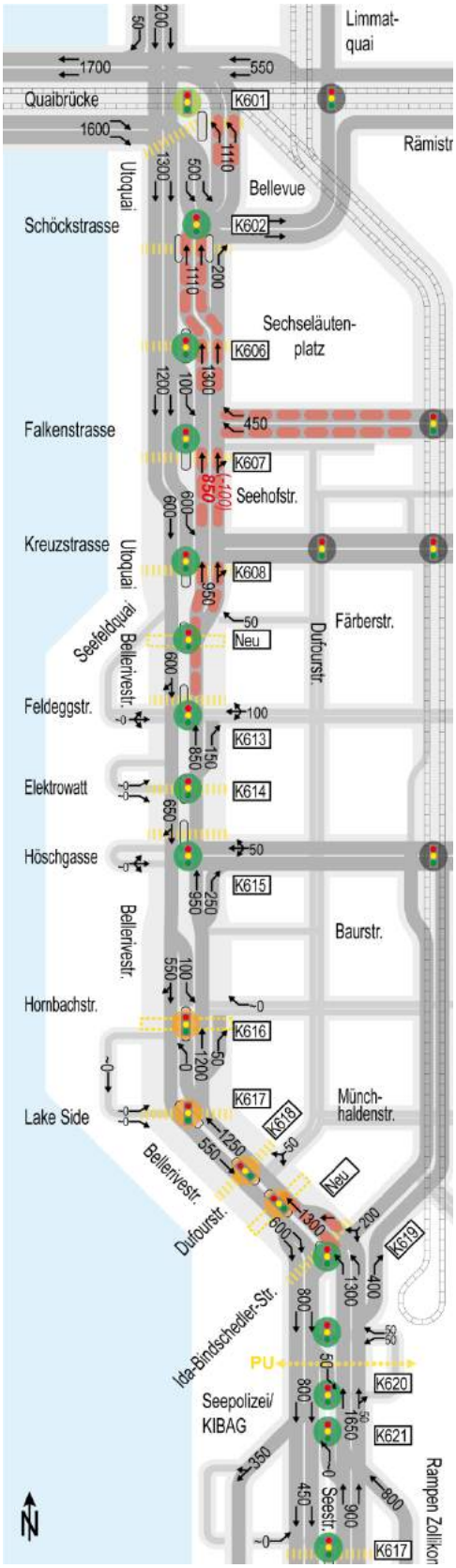


Abbildung 6-8: Variante A2, MSP [Fz/h]

Abgesehen hiervon, entspricht die Stausituation weitgehend der Ist-Situation, in der Bellerivestrasse kann die Staulänge leicht zunehmen, da neu nur noch ein Fahrstreifen vorhanden ist. Dies wirkt sich aber nicht auf die Reisezeit aus, da sich der Rückstau auch schneller abbaut.

Leistungsfähigkeit ASP

Zur Abendspitze zeigt sich in das gleiche Bild wie in Variante A1 (vgl. Abbildung 6-2), mit dem Unterschied, dass der Leistungsengpass im Bereich des Bahnhofs Tiefenbrunnen wegfällt. Mit einer Erhöhung der Umlaufzeit bei

den Knoten Kreuzstrasse bis Nebelbachstrasse auf 60 s können die Verkehrsstärken verarbeitet werden bei.

Reisezeiten (Grüne Welle)

Wie auch in Variante A1 könnte die Grüne Welle lediglich in Lastrichtung durchgehend realisiert werden. Da in Lastrichtung aber ein noch höherer Grünzeitanteil als in Variante A1 erforderlich ist, besteht kein Spielraum, um eine Grüne Welle auch in Gegenrichtung zu realisieren, auch nicht mit einer reduzierten Koordinationsgeschwindigkeit von 41 km/h und einer Umlaufzeit von 60 s. In Gegenrichtung sind so bis zu vier Halte notwendig mit entsprechenden Rückstausituationen und längeren Reisezeiten von durchschnittlich 3 min 40 s (1 min länger als heute), die auch den Busverkehr betreffen. Eine Priorisierung des Busverkehrs ist aufgrund der nicht vorhandenen Leistungsreserven zwischen der Kreuzstrasse und der Nebelbachstrasse nicht möglich.

Zur Morgenspitze stadteinwärts kommen Verlustzeiten am Knoten Dufourstrasse hinzu, die jedoch nur schwer abzuschätzen sind. Tendenziell wahrscheinlich weniger als 40 s betragen.

6.3.2 Nutzen Fuss- und Veloverkehr /

Wie bereits bei Variante A1 kann mit Variante A2 durch die Umsetzung des Alleenkonzepts und der Realisierung eines Mehrzweckstreifens oder von breiten Gehwegen in der Bellerivestrasse eine Aufwertung das Strassenraums erzielt werden und die Situation für den Fussverkehr verbessert werden. Auch kann für den Veloverkehr ein attraktives Angebot geschaffen werden und durch die Anpassungen der Fahrstreifenbreiten auch der Fahrkomfort für den MIV erhöht werden. Allerdings kann im Bereich Lehnenviadukt mit dieser Varianten (ohne Verbreiterung des Lehnenviadukts) keine Lösung zur Schliessung der Lücke im Velonetz geboten werden. Dadurch ist kein durchgehendes Veloangebot von der Stadtgrenze bis zum Utoquai vorhanden, was den Nutzen für den Veloverkehr entsprechend schmälert.

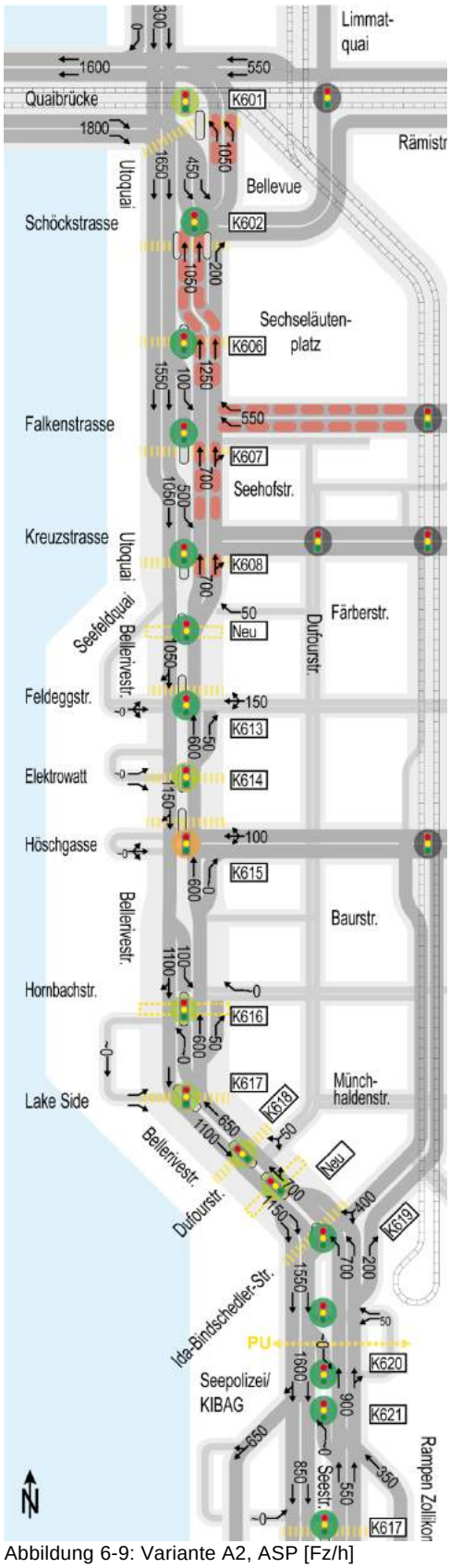


Abbildung 6-9: Variante A2, ASP [Fz/h]

6.3.3 Fazit

Mit nur einem Fahrstreifen je Richtung auf der Bellerivestrasse zwischen der Kreuzstrasse und der Horneggstrasse können die maximalen Verkehrsstärken auf dem betrachteten Abschnitt nur knapp verarbeitet werden. Stadteinwärts wird der Spurab-

bau vor der Dufourstrasse leistungsbestimmend, entfaltet aber auch eine dosierende Wirkung, wodurch auf den nachfolgenden Knoten ein stabiler Verkehrsablauf trotz sehr hoher Auslastung möglich ist. Auf dem gesamten Abschnitt betrachtet ist voraussichtlich ein leistungsneutrales Verkehrssystem möglich und die Verlustzeiten sind nicht wesentlich höher als heute. Um diese Erkenntnisse zu fundieren, wird aber die Durchführung eine Verkehrssimulation empfohlen.

Wichtig ist, dass beim Entwurf der Knoten dem Aspekt Leistungsfähigkeit hohe Beachtung geschenkt wird. Nur so lässt sich im Betrieb auch die theoretisch berechenbare Leistungsfähigkeit erreichen.

Aufgrund der unterbrochenen Grünen Welle in Gegenrichtung zur Hauptlastrichtung wäre mit längeren Reisezeiten für MIV und ÖV zu rechnen.

Wie bereits bei Variante A1 kann mit Variante A2 eine Aufwertung des Strassenraums erzielt werden. Die Lücke im Velonetz im Bereich Lehnenviadukt - Bahnhof Tiefenbrunnen kann jedoch mit dieser Variante nicht gelöst werden.

6.4 Variante A3: zwei Fahrstreifen in der Bellerivestr. mit Aufhebung LSA

Mit Variante A3 wird untersucht, ob sich die Defizite der Variante A2 durch Aufhebung von einzelnen LSA-Knoten so optimieren lässt, dass einerseits die grüne Welle in beide Richtungen angeboten werden kann und andererseits die Leistungsreserven erhöht werden können.

6.4.1 Auswirkungen MIV/ÖV

Um eine grüne Welle in beide Richtungen umsetzen zu können, sind in regelmässigen Abständen längere Abschnitte notwendig, die keine geregelten Knoten aufweisen. Dies lässt sich nur erreichen, wenn einzelne LSA aufgehoben werden. Die Machbarkeit einer Grünen Welle wurde anhand der Weg-Zeit-Diagramme untersucht, diese sind im Anhang 4.5 bis Anhang 4.8 beigelegt.

Wie in Kapitel 4.11.2 aufgezeigt wurde, sind für die Knoten Höschgasse, Hornbachstrasse, Dufourstrasse und Feldeggstrasse LSA zwingend, sofern das Linksein- oder abbiegen auch weiterhin angeboten werden soll. Ebenso sind die Knoten Ida-Bindschedler-Str. und Bahnhof Tiefenbrunnen zwingend mit LSA zu regeln, da dort einbiegende Buslinien vorhanden sind.

Abgeleitet aus diesen Fixpunkten kann folglich abgeleitet werden, welche LSA aufgehoben werden müssen. Bei unterschiedlichen Richtgeschwindigkeiten sind allerdings unterschiedliche Abstände zwischen LSA notwendig. Aus diesem Grund werden zwei Fälle unterschieden:

Grüne Welle mit Richtgeschwindigkeit v=50km/h:

Bei folgenden Knoten oder Fussgängerstreifen müsste für eine grüne Welle bei Tempo 50 auf eine LSA verzichtet werden:

- Färberstrasse (Verzicht auf geplanten Fussgängerübergang)
- Elektrowatt / Lindenstrasse (Aufhebung Fussgängerübergang / Linkseinbieger)
- Hornbachstrasse (Verzicht auf geregelten Fussgängerübergang)
- Dufourstr. (verschieben Fussgängerübergang / Aufhebung Linkseinbieger)
- Nebelbachstrasse (Verzicht auf geplanten Fussgängerübergang)
- Stadtgrenze (nur auf Anmeldung)

Beim Knoten Hornbachstrasse muss nur auf den geregelten Fussgängerübergang verzichtet werden, die Linksabbieger können nach wie vor mit LSA betrieben werden, da diese nicht zwingend gleichzeitig grün geschaltet werden müssen. Die Querung für die Fussgänger und Velofahrer ist mit der bestehenden Personenunterführung auch ohne den geplanten Fussgängerstreifen möglich, wenn auch weniger komfortabel.

Beim Knoten Dufourstrasse kann der Fussgängerübergang nach wie vor mit LSA angeboten werden, dieser muss aber um 40 m stadteinwärts verschoben werden.

Der Knoten Stadtgrenze kann allenfalls auch beibehalten werden, sofern dieser nur auf Anmeldung geschaltet wird, da die Belastungen der Nebenströme und das Fussgängeraufkommen hier sehr klein sind.

Als Ersatz ergeben sich aber eine Reihe zusätzlicher Standorte, an denen geregelte Fussgängerübergänge geschaffen werden können. Dies sind:

- Klausstrasse
- Alderstrasse
- Badstrasse

Dank den optimalen Abständen zwischen den LSA-Knotenpunkten kann somit trotz den in Lastrichtung hoch belasteten Fahrstreifen eine grüne Welle in beide Richtungen ermöglicht werden. Die Koordinationsgeschwindigkeit beträgt 50 km/h und die Umlaufzeit 60 s. Gegenüber der heutigen Situation entstehen keine Zeitverluste, die Reisezeiten betragen in etwa 2 min 40 s, dies gilt jedoch nur, solange ein freier Verkehrsfluss herrscht.

Eine Priorisierung des Busverkehrs ist aufgrund der nicht vorhandenen Leistungsreserven zwischen der Kreuzstrasse und der Nebelbachstrasse nicht möglich.

Grüne Welle mit Richtgeschwindigkeit v=40km/h:

Für eine grüne Welle mit Tempo 40 müsste lediglich auf die folgenden LSA verzichtet werden:

- Ausfahrt PP Hornbach (Lakeside)
- Seepolizei

Die Ausfahrt aus dem Parkplatz Hornbach müsste um gut 80 m Richtung stadteinwärts verschoben werden, damit eine LSA mit Linkseinbieger trotzdem angeboten werden könnte. Dies ist grundsätzlich möglich, würde aber mit dem Verlust einiger Parkplätze einhergehen. Im Prinzip könnte auch ein Fussgängerstreifen an dieser Stelle realisiert werden, es ist allerdings fraglich, ob für diesen in so kurzem Abstand zum Fussgängerstreifen bei der Hornbachstrasse ein Bedürfnis besteht.

Die Ausfahrt aus der Seepolizei könnte allenfalls beibehalten werden, dürfte aber lediglich auf Anmeldung geschaltet werden. Da das Verkehrsaufkommen gering ist, wären die Störungen gering.

Ungeregelte Knoten

Bei den Knoten, bei denen auf eine LSA verzichtet werden muss, muss aus Sicherheitsüberlegungen das Linkseinbiegen und das Queren untersagt werden (vgl. Kapitel 4.11.2). Allenfalls sind einzelne Ausnahmen möglich.

Ob die Fussgängerstreifen ungeregelt angeboten werden können, kann derzeit nicht abschliessend beantwortet werden. Da aber bei Varianten mit nur zwei Fahrstreifen keine Leistungsreserven vorhanden sind und auf den Fussgängerübergängen gerade im Sommer teilweise ein mittleres bis hohes Fussgängeraufkommen zu beobachten ist, würde von ungeregelten Fussgängerstreifen (mit Vortritt für die Fussgänger) ein hohes Rückstaurisiko ausgehen. Bereits kleinere Störungen im Verkehrsablauf könnten aber bei so hoch belasteten Verkehrssystemen zu langen Rückstausituationen führen, die unter Umständen einen Dominoeffekt auslösen können. Die gängigen Normberechnungen können aber diese Effekte zu wenig abbilden. Die Fragestellung wäre folglich bei einer Weiterverfolgung dieser Varianten mit einer Verkehrssimulation weiter zu vertiefen.

Leistungsprüfung MSP

Die vorhandenen Verkehrsstärken können wie bei Variante A2 nur mit einer Erhöhung der Umlaufzeiten auf 60 s verarbeitet werden. Wie auch bei Variante A2 wird der Knoten Dufourstrasse in Kombination mit dem Spurabbau leistungsbestimmend, entfaltet aber auch eine dosierende Wirkung (vgl. Variante A2).

Insgesamt handelt es sich um ein hochbelastetes System, dass schon bei geringfügigen Störungen instabil werden kann. Wichtig ist, dass beim Entwurf der Knoten dem Aspekt der Leistungsfähigkeit hohe Beachtung geschenkt wird. Nur so lässt sich im Betrieb auch die theoretisch berechenbare Leistungsfähigkeit erreichen.

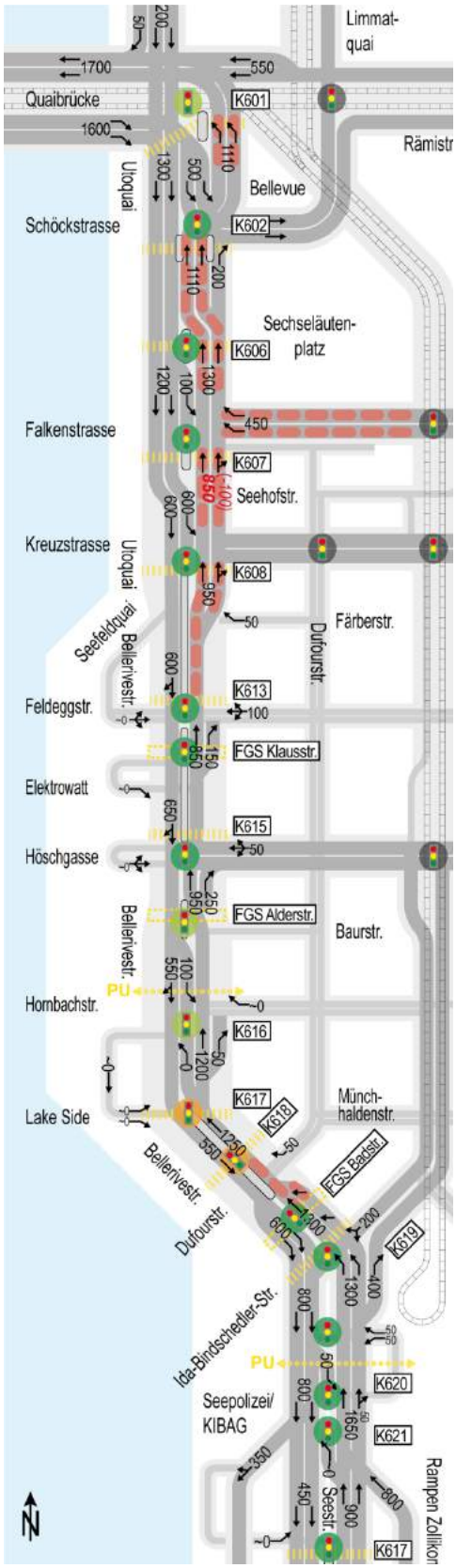


Abbildung 6-10: Variante A3, MSP [Fz/h]

Aufgrund der aus der theoretischen Leistungsfähigkeitsberechnung resultierenden geringen Leistungsreserven, wird aber bei einer Weiterverfolgung dieser Variante empfohlen, eine detaillierte Verkehrssimulation durchzuführen, um mit einer genügenden Sicherheit vorsagen zu können, ob ein stabiles und leistungsneutrales Verkehrssystem erreicht werden kann.

Leistungsprüfung ASP

Wie auch bei Variante A2 können die Verkehrsstärken der Abendspitze weitgehend gut verarbeitet werden. Voraussetzung für einen stabilen Verkehrsfluss ist jedoch die Erhöhung der Umlaufzeiten auf 60 s.

6.4.2 Nutzen Fuss- und Veloverkehr / Städtebauliche Wirkung

Wie bereits bei Variante A1 kann mit Variante A3 durch die Umsetzung des Alleenkonzepts und der Realisierung eines Mehrzweckstreifens oder von breiten Gehwegen in der Bellerivestrasse eine deutliche städtebauliche Aufwertung erzielt werden und die Situation für den Fussverkehr verbessert werden. Auch kann für den Veloverkehr ein attraktives Angebot geschaffen werden und durch die Anpassungen der Fahrstreifenbreiten auch der Fahrkomfort für den MIV erhöht werden. Allerdings kann wie auch bei Variante A2 im Bereich Lehnenviadukt - Bahnhof Tiefenbrunnen keine Lösung zur Schliessung der Lücke im Velonetz geboten werden. Dadurch ist kein durchgehendes Veloangebot von der Stadtgrenze bis zum Utoquai vorhanden. Die Lücke müsste folglich auf andere Art (z.B. Verbreiterung des Lehnenviadukts) geschlossen werden.

Je nach Richtgeschwindigkeit wären einzelne geregelte Fussgängerstreifen aufzuheben. Als Alternative kann ein baulich ausgebildeter Mehrzweckstreifen als Querungshilfe für den Fuss- und Veloverkehr dienen, ohne den Verkehrsfluss zu beeinträchtigen (vgl. Kapitel 6.2.2, S. 64). Ein Mehrzweckstreifen hat zudem den Vorteil, dass dadurch ein Queren auf der ganzen Länge möglich ist und nicht nur punktuell. Allerdings stellen Mehrzweckstreifen für Menschen mit Behinderungen keinen gleichwertigen Ersatz für einen geregelten Fussgängerstreifen dar.

6.4.3 Fazit

Durch Aufhebung einzelner LSA können optimale Abstände zwischen den restlichen LSA-Knotenpunkten geschaffen werden, wodurch eine grüne Welle in beide Richtungen möglich wird. Stadteinwärts wird der Spurabbau vor der Dufourstrasse leistungsbestimmend, entfaltet aber auch eine dosierende Wirkung, wodurch auf den nachfolgenden Knoten ein stabiler Verkehrsablauf trotz hoher Belastung möglich ist. Auf dem gesamten Abschnitt betrachtet, ist voraussichtlich ein leistungsneutrales Verkehrssystem möglich und die Verlustzeiten sind nicht wesentlich höher als heute. Um diese Erkenntnisse zu fundieren, wird aber die Durchführung einer Verkehrssimulation empfohlen.

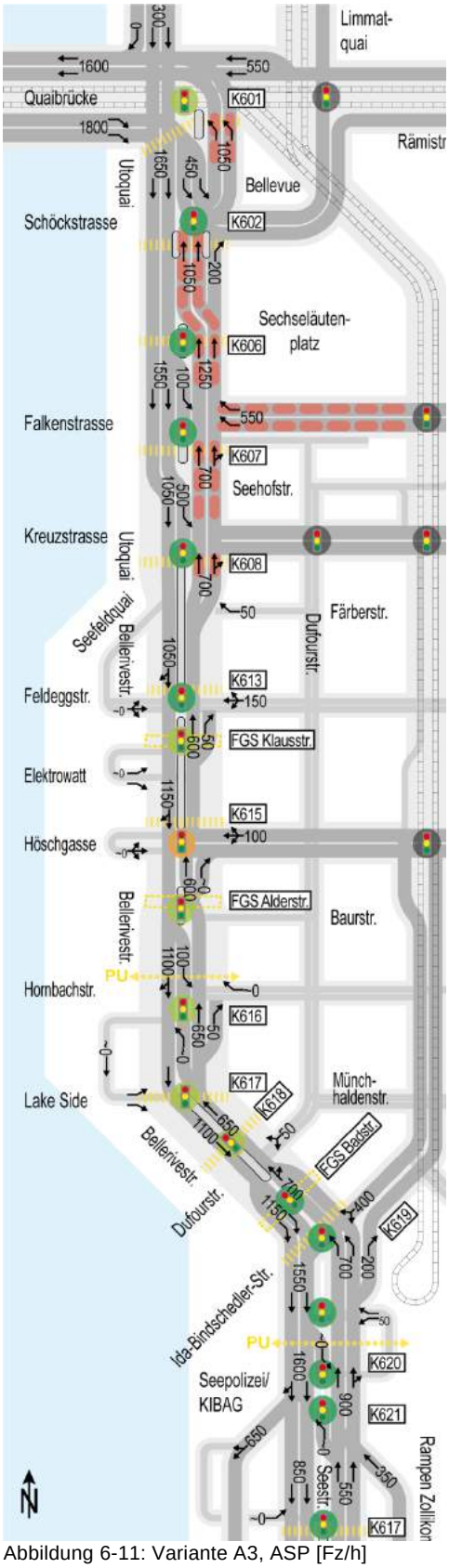


Abbildung 6-11: Variante A3, ASP [Fz/h]

Die Aufhebung einzelner LSA bedeutet auch, dass an den betreffenden Knoten die Fussgängerstreifen aufgehoben werden müssen bzw. geplante Fussgängerstreifen nicht umsetzbar sind.

Durch Einrichtung von geregelten Fussgängerstreifen an anderer Stelle und die Anordnung eines Mehrzweckstreifens können aber die dadurch für den Fussverkehr entstehenden Nachteile weitgehend kompensiert werden.

Wie bereits bei Variante A1 kann mit Variante A3 eine Aufwertung des Strassenraums erzielt werden. Die Lücke im Velonetz im Bereich Lehnenviadukt - Bahnhof Tiefenbrunnen kann jedoch mit dieser Variante nicht gelöst werden.

6.5 Variante B: drei Fahrstreifen Utoquai/Bellerivestrasse

Mit Variante B wird die Reduktion um einen Fahrstreifen stadteinwärts zwischen der Ida-Bindschedlerstrasse und dem Fussgängerübergang beim Sechseläutenplatz geprüft. Somit stehen ganztags eine Fahrspur stadteinwärts und zwei Fahrspuren stadtauswärts zur Verfügung.

Zusätzlich wird der Strom von der Seestrasse stadteinwärts mit einer neuen LSA bei der Rampe von Zollikon plafoniert. Mit einer Plafonierung des Stroms stadteinwärts kann erreicht werden, dass sich der Rückstau vor dem Bellevue reduziert, da eine Teilverlagerung des Rückstaus aus der Innenstadt in den weniger heiklen Bereich beim Bahnhof Tiefenbrunnen stattfindet. Zudem kann so eine Leistungsreserve an den Knoten zwischen der Ida-Bindschedlerstrasse und der Kreuzstrasse geschaffen werden.

Der Spurabbau kann umgesetzt werden, indem der rechte Fahrstreifen im Bereich Tiefenbrunnen direkt in den Rechtsabbiegestreifen am Knoten Ida-Bindschedlerstrasse geführt wird.

6.5.1 Auswirkungen MIV/ÖV

Leistungsfähigkeit MSP

In der Morgenspitzenstunde wird der Strom Zollikon mit einer neuen LSA bei der Rampe von Zollikon auf ca. 1'600 Fz/h plafoniert. Dieser Wert liegt etwas über dem an dieser Stelle gemessenen Mittelwert von 1'550 Fz/h, reduziert aber die maximal gemessenen Spitzenbelastung von 1'700 Fz/h um rund 100 Fz/h. An Tagen mit durchschnittlichem Verkehrsaufkommen dürfte die Plafonierung deshalb kaum bemerkbar sein, während an verkehrsstarken Tagen eine Überlast an den nachfolgenden Knoten verhindert werden kann. Gegenüber der Situation in Variante A1, die eine systembedingte Dosierung des Stroms stadteinwärts mit sich bringt, kann so der Wert der Plafonierung der aktuellen Verkehrssituation angepasst werden.

Es müsste allerdings eine Lösung gefunden werden, wie der Busverkehr auf der Rampe von Zollikon bzw. auf der Seestrasse stadteinwärts priorisiert werden kann.

Die nachfolgenden Knoten von der Ida-Bindschedlerstrasse bis zur Kreuzstrasse erhalten durch die Plafonierung im Vergleich zu Variante A2 kleine Leistungsreserven. Im die Verkehrsstärken verarbeiten zu können, ist aber nach wie vor eine Erhöhung der Umlaufzeit auf 60 s unvermeidlich. Dennoch handelt es sich um ein hochbelastetes System, dass schon bei kleineren Störungen instabil zu werden droht. Aus diesem Grund sind auch die Rechtsabbiegespuren in die Feldeggstrasse, Höschgasse und Hornbachstrasse wichtig, da ansonsten der Geradeausstrom durch abbiegende Fahrzeuge gestört werden könnte.



Abbildung 6-12: Variante B, MSP [Fz/h]

Der Knoten Utoquai/Falkenstrasse ist in die Koordination beim Bellevue eingebunden und weist deshalb eine Umlaufzeit von 90 s auf, deshalb können die vorhandenen Verkehrsstärken sowohl in der Belleri-

vestrasse wie in der Falkenstrasse stadteinwärts auch mit nur einem Fahrstreifen verarbeitet werden.

Allerdings geht durch die Reduktion eines Fahrstreifens Stauraum verloren (auch in der Falkenstrasse). Da jedoch eine Plafonierung des Stroms stadteinwärts vor dem Bahnhof Tiefenbrunnen vorgesehen ist, wird sich der Rückstau vor dem Bellevue entsprechend reduzieren. Aus diesem Grund dürfte auch der Schleichverkehr im Quartier (Dufour- / Färberstrasse) etwas zurückgehen.

Welchen Einfluss die Plafonierung und der wegfallende Stauraum auf den Verkehrsablauf und die Rückstausituation hat, müsste aber im Detail mit einer Verkehrssimulation geprüft werden.

Im Bereich des Sechseläutenplatzes wird wieder das heutige Spurbild vorgesehen, wodurch die Leistungsfähigkeit des Bellevues nicht beeinträchtigt wird.

In Gegenrichtung wird das gleiche Spurbild wie im Ist-Zustand angeboten.

Leistungsfähigkeit ASP

Da im Unterschied zur Morgenspitzenstunde, das Spurbild der Lastsituation zur Abendspitzenstunde entspricht, können die maximalen Verkehrsstärken an allen Knoten gut verarbeitet werden. Eine Plafonierung wie zur Morgenspitze ist nicht notwendig. Die Verkehrssituation entspricht im Wesentlichen dem Ist-Zustand. Aufgrund des reduzierten Stauraums, werden die Staulängen allerdings entsprechend zunehmen.

Reisezeiten (Grüne Welle)

In der Morgenspitzenstunde sind wie auch in Variante A1 für den Strom stadteinwärts hohe Grünzeitanteile erforderlich, weshalb der Spielraum für eine in beide Richtung durchgehende Grüne Welle auch bei einer Erhöhung der Umlaufzeit auf 60 s klein ist. Da jedoch in Gegenrichtung aufgrund der zweistreifigen Verkehrsführung nur eine geringe Verkehrsstärke pro Fahrstreifen vorhanden ist, wird auch nur ein kurzes Grünfenster von ca. 10 s benötigt. Sofern die Koordinationsgeschwindigkeit auf 41 km/h reduziert wird, kann deshalb in beide Richtungen eine durchgehende Grüne Welle ohne Halt angeboten werden. Durch die tiefere Geschwindigkeit erhöht sich die Reisezeit um rund 30 s.

In der Abendspitzenstunde kann in beide Richtungen eine durchgehende Grüne Welle angeboten werden, sofern die Umlaufzeit auf 60 s erhöht wird. Hierzu müsste entweder die Koordinationsgeschwindigkeit auf 41 km/h (Grüne Welle ohne Halt in beide Richtungen) oder 48 km/h (bedingt stadteinwärts ein Halt) gesenkt werden (vgl. Kapitel 4.6). Mit der bestehenden Koordination mit einer Umlaufzeit von 45 s können die Verkehrsstärken stadteinwärts nicht vollständig innerhalb der Grünen Welle verarbeitet werden.

Fahrstreifenbreiten

Bei einer dreistreifigen Verkehrsführung muss die Fahr-

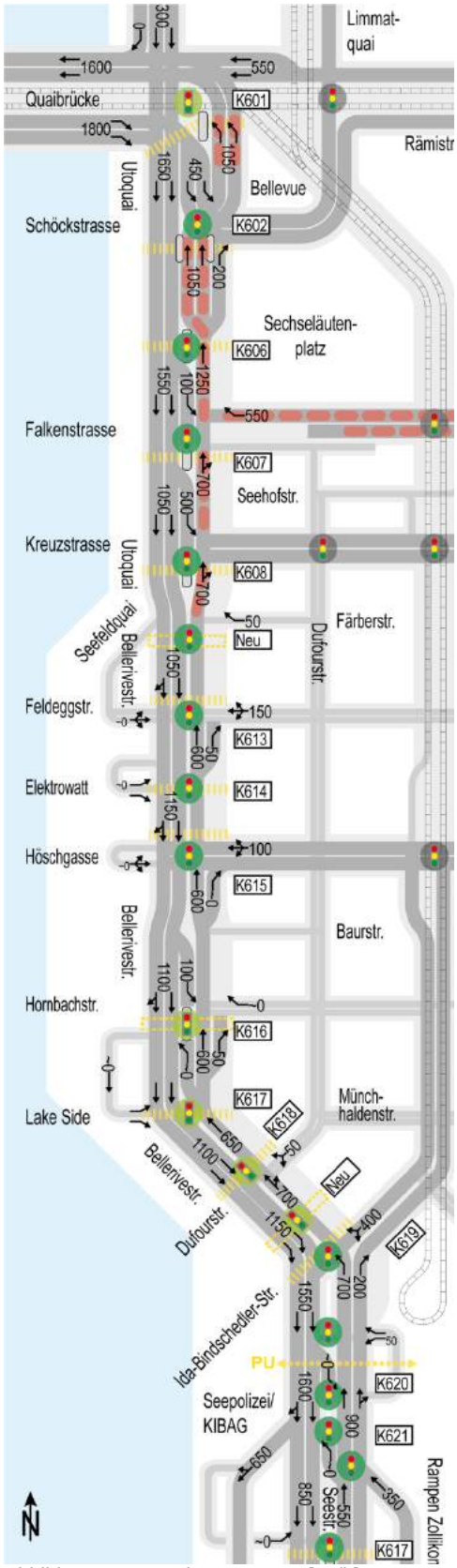


Abbildung 6-13: Variante B, ASP [Fz/h]

streifenbreite mindestens 3.0 m betragen. Zwar beträgt die Fahrstreifenbreite im Bestand lediglich rund 2.75 m, dies ist aber nur möglich, da die inneren beiden Fahrstreifen hauptsächlich als Überholspuren dienen und somit nicht vom Schwer- oder Busverkehr befahren werden müssen. Deshalb muss im Bestand der Begegnungsfall auf den inneren Spuren nicht auf Lastwagen ausgelegt sein. Bei einer dreistreifigen Verkehrsführung muss hingegen der Begegnungsfall mit Lastwagen möglich sein, weshalb für alle Fahrspuren eine Breite von mindestens 3.0 m vorhanden sein muss. Die Fahrstreifenbreite von 3.0 m liegt bereits unter dem gemäss Norm SN 640 201 benötigten Normalprofil. Jedoch entspricht die Fahrstreifenbreite von 3.0 m dem im innerstädtischen Bereich üblichen Mindestmass.

6.5.2 Nutzen Fuss- und Veloverkehr

Beidseitige Velostreifen Bellerivestrasse

Wie die nebenstehenden Querschnitte zeigen, sind durchgehende, beidseitige Velostreifen möglich. Bei Knoten, bei denen eine zusätzliche kurze Abbiegespur notwendig ist, ist aber nicht genügend Breite vorhanden, um sowohl die Abbiegespur wie auch den Velostreifen anzubieten. Sofern kein Landerwerb möglich ist, müssten somit die Velostreifen vor den Knoten unterbrochen werden.

Beim Lehnenviadukt können zwar mit dieser Variante Verbesserungen für den Veloverkehr erzielt werden, da jedoch auf dem Abschnitt Bahnhof Tiefenbrunnen bis Ida-Bindschedler nach wie vor vier Fahrstreifen angeboten werden müssen, können keine durchgehende Velostreifen realisiert werden.

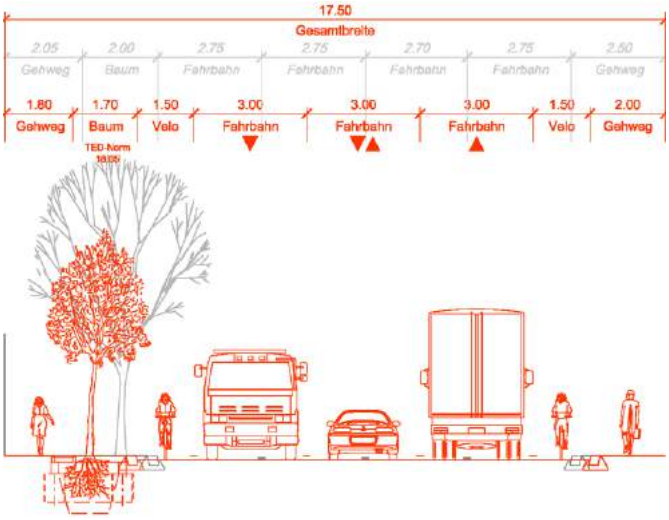


Abbildung 6-14: Regelquerschnitt Bellerivestr. mit 3 Fahrstreifen (Blickrichtung Süd)

Radweg im Utoquai

Da in dieser Variante im Utoquai auf dem stadteinwärts nur ein Fahrstreifen angeboten wird, kann folglich ein Flächengewinn erzielt werden. Wie auch bei Variante A1 kann dadurch der geplante Radweg im Utoquai breiter dimensioniert werden bei gleichzeitig geringeren Eingriffen in die Quaianlage. Auch Rodungen können somit vermindert werden. Während bei Variante A1 der Flächengewinn nur im Abschnitt Falken- bis Kreuzstrasse resultiert, kann mit Variante B bis Höhe Sechseläutenplatz ein Flächengewinn erzielt werden.

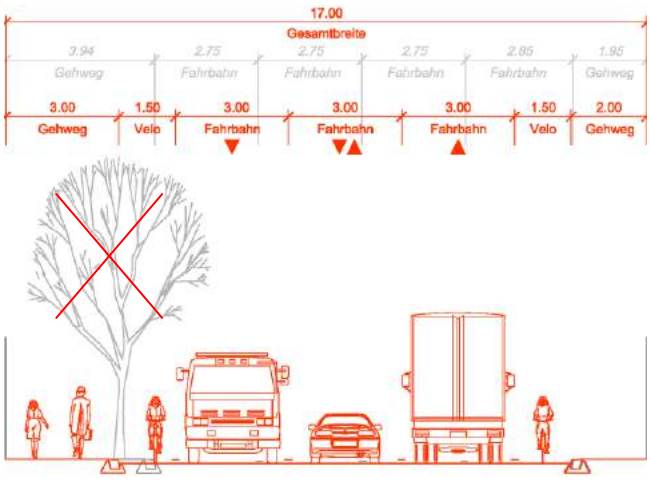


Abbildung 6-15: Engstelle Bellerivestr. mit 3 Fahrstreifen (Blickrichtung Süd)

6.5.3 Städtebauliche Aspekte

Aufgrund der benötigten Fahrstreifenbreiten von 3.0 m und den beidseitigen Velostreifen von mindestens 1.25 m (besser 1.5 m) verbleibt im Regelquerschnitt kein Platz für beidseitige Baumreihen in der Bellerivestrasse. Lediglich die bestehende einseitige Baumreihe kann ersetzt werden. Im Bereich der Engstelle könnte selbst der Ersatz der bestehenden Baumreihe nur realisiert werden, wenn die Velostreifen auf das Mindestmass von 1.25 m reduziert würden.

Insgesamt ist eine Verbreiterung der Fahrbahnfläche zulasten der Fussgängerflächen notwendig.

6.5.4 Fazit

Die Achse Bellerivestrasse-Utoquai kann stadteinwärts mit nur einem Fahrstreifen zwischen der Ida-Bindschedlerstrasse und dem Sechseläutenplatz leistungsneutral betrieben werden. Um allerdings einen stabilen Verkehrsfluss zu gewährleisten, muss der Strom stadteinwärts morgens vor dem Bahnhof Tiefenbrunnen plafoniert werden. Somit wird ein Teil des Rückstaus vor dem Bellevue in den Bereich vor dem Bahnhof Tiefenbrunnen verlagert. Jedoch steht durch den Wegfall eines Fahrstreifens auch weniger Stauraum zur Verfügung. Ob mit nur einem Fahrstreifen ein funktionierendes Staumanagement vor dem Bellevue betrieben werden kann, wäre bei einer Weiterverfolgung der Variante im Detail zu prüfen. Die Grüne Welle lässt sich bei reduzierter Geschwindigkeit (Tempo 40) in beide Fahrrichtungen aufrechterhalten, die Reisezeiten für MIV und ÖV werden somit nur leicht erhöht.

Für den Veloverkehr können in der Bellerivestrasse zwar Velostreifen realisiert werden, diese können aber nicht durchgehend angeboten werden, da bei den Knoten mit Rechtsabbiegespuren und im Bereich des Lehnenviadukts nicht genügend Platz für die nötigen Fahrspuren und Velostreifen vorhanden ist. Ausserdem muss die Fahrbahnbreite auf Kosten der Fussgängerflächen und Baumreihen vergrössert werden.

6.6 Variante C1: drei Fahrstreifen im Richtungswechselbetrieb

Die Variante entspricht der gemeinderätlichen Motion, die fordert, dass auf dem Abschnitt Bahnhof Tiefenbrunnen bis Schöckstrasse eine Reduktion der Fahrstreifen vorgenommen und ein wechselseitiges Verkehrsregime eingeführt wird. Es werden durchgehend drei Fahrstreifen angeboten, je ein Fahrstreifen stadteinwärts und ein Fahrstreifen stadtauswärts, der mittlere Fahrstreifen wird im Richtungswechselbetrieb jeweils in Lastrichtung freigegeben. Für eine Bewertung der Leistungsfähigkeit wurde davon ausgegangen, dass alle Linksabbieger indirekt geführt werden und eine verkehrssichere und verständliche Lösung diesbezüglich möglich ist. Auf diese Fragen wird in Kapitel 5.6 näher eingegangen.



Abbildung 6-16: Variante C1, MSP [Fz/h]

6.6.1 Auswirkungen MIV/ÖV

Leistungsfähigkeit MSP

In der Morgenspitzenstunde können an den Knoten zwischen der Stadtgrenze und der Kreuzstrasse die Verkehrsstärken gut verarbeitet werden, da in Hauptlastrichtung zwei Fahrstreifen zur Verfügung stehen.

Fraglich ist aber, ob auf den indirekten Linksabbieger die theoretisch vorhandene Leistungsfähigkeit auch realisiert werden kann, da eine solche Verkehrsführung ungewöhnlich ist und daher zu Missverständnissen und zögerlichem Verhalten führen kann. Insbesondere der Linksabbieger in die Kreuzstrasse, der am Morgen wie am Abend relativ stark belastet ist, stellt diesbezüglich eine Unsicherheit dar.

Stadtauswärts sind die Knoten Schöckstrasse, FG-Übergang Sechseläutenplatz und Falkenstrasse aufgrund der nur einstreifigen Verkehrsführung sehr stark belastet, die Verkehrsstärken können aber aufgrund der Umlaufzeit von 90 s theoretisch knapp verarbeitet werden. Kritisch ist aber die Kombination des Spurabbausvor der Schöckstrasse im Bereich des Bellevues mit dem nachfolgenden LSA-Knoten. Auch wenn die Verkehrsstärken theoretisch knapp verarbeitet werden können, so ist dennoch mit einem längerem Rückstau zu rechnen. Da an dieser Stelle nur kurze Stauräume zur Verfügung stehen, würde dies zu einer Überstauung des Bellevues (Knotens K601) führen. Wie stark der daraus resultierende Leistungsverlust wäre, kann aufgrund der Vielzahl an Abhängigkeiten und Wechselwirkungen nicht im Detail angegeben werden, es wären aber deutliche Leistungseinbussen hinzunehmen.

Alternativ zu einem Spurabbau beim Bellevue wäre eine Vorsortierung bereits auf der Quaibrücke (linker Fahrstreifen Richtung Rämistrasse, rechter Fahrstreifen Richtung Utoquai) möglich. Da der Strom von der Quaibrücke Richtung Utoquai mit 1'150 Fz/h[12] viel stärker belastet ist, als der Strom Richtung Rämistrasse mit 400 Fz/h, wäre der rechte Fahrstreifen so viel stärker belastet als der linke. Am Knoten 601 steht aber nur eine Leistungsfähig-

[12] Maximalwerte aus Zählung vom 02.02.2018

keit von 1'120 Fz/h pro Fahrstreifen zur Verfügung, somit würde ein (geringes) Leistungsdefizit entstehen. Aufgrund der hohen Verkehrsstärken ist aber auch bei einem geringem Leistungsdefizit ein langer Rückstau zu erwarten, der wiederum die Leistungsfähigkeit der vorgelagerten Knoten beim Bürkliplatz beeinträchtigen würde.

Um die genauen Ausmasse des Leistungsdefizits und der verkehrlichen Auswirkungen im Detail quantifizieren zu können, ist eine Verkehrssimulation notwendig.

Leistungsfähigkeit ASP

Abends können, wie auch am Morgen, die Verkehrsstärken an den Knoten zwischen der Stadtgrenze und der Kreuzstrasse gut verarbeitet werden, da in Hauptlastrichtung zwei Fahrstreifen zur Verfügung stehen. Vorbehalten bleibt auch hier die Leistungsfähigkeit der indirekten Linksabbieger.

Am Knoten K602 kann der Strom Richtung Quaibrücke mit nur einem Fahrstreifen in der ASP mit der derzeitigen Steuerung aber nicht verarbeitet werden. Um diese zu ermöglichen müsste die Grünzeit für den Strom Richtung Quaibrücke auf ca. 50 s pro Umlauf verdoppelt werden. Dies hätte folglich eine starke Reduktion der Leistungsfähigkeit des Stroms von der Quaibrücke zur Rämistrasse zur Folge, was aufgrund des kurzen Rückstauraums für diesen Strom auch den Verkehrsablauf des Stroms von der Quaibrücke Richtung Bellerivestrasse stören würde. Wie stark die Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit insgesamt wären, lässt sich aufgrund der komplexen Situation nur schwer abschätzen, es wären aber wohl deutliche Leistungseinbussen hinzunehmen.

Um den Strom Richtung Quaibrücke am Knoten K602 leistungsneutral in die bestehende Koordination einbinden zu können, müssen für diesen Strom auf einer Länge von ca. 100 m zwei Fahrstreifen angeboten werden. Dadurch könnte der Richtungswechselbetrieb mit drei Fahrstreifen erst nach dem Fussgängergang beim Sechseläutenplatz (K606) auf Höhe des Opernhauses begonnen werden. Dadurch könnte auch die Rückstauproblematik beim Spurabbau am Morgen entschärft werden. Allerdings kann so zwischen der Schöckstrasse und dem Opernhaus kein Flächengewinn zugunsten eines Veloweges erzielt werden.

Reisezeiten (Grüne Welle)

Sowohl am Morgen wie am Abend kann zwischen der Kreuzstrasse und der Stadtgrenze in beide Richtungen eine durchgehende Grüne Welle angeboten werden, sofern die Umlaufzeit auf 60 s erhöht wird. Hierzu müsste entweder die Koordinationsgeschwindigkeit auf 41 km/h (Grüne Welle ohne Halt in beide Richtungen) oder 48 km/h (bedingt stadteinwärts ein Halt) gesenkt werden (vgl. Kapitel 4.6). Mit der bestehenden Koordination mit einer Umlaufzeit von 45 s können die Verkehrsstärken stadteinwärts nicht vollständig innerhalb der Grünen Welle verarbeitet werden.

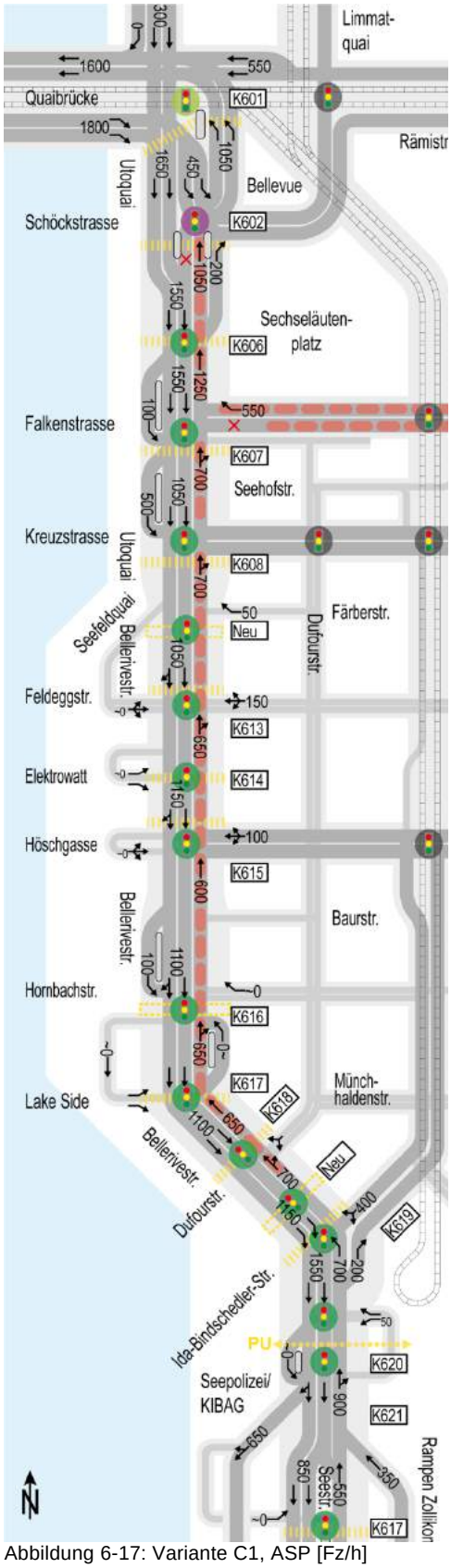


Abbildung 6-17: Variante C1, ASP [Fz/h]

6.6.2 Nutzen Fuss- und Veloverkehr

Beidseitige Velostreifen Bellerivestrasse

Wie auch bei Variante B sind beidseitige Velostreifen möglich. Im Unterschied zu Variante B können aber mit dieser Variante durchgehende Velostreifen angeboten werden, da keine Rechtsabbiegespuren notwendig sind.

Beim Lehnenviadukt (vgl. Abbildung 6-22, S. 85) können im Unterschied zu Variante B ebenfalls durchgehende Velostreifen angeboten werden, da auf dem Abschnitt Bahnhof Tiefenbrunnen bis Ida-Bindschedler nur drei Fahrstreifen (abgesehen von der bestehenden Rechtsabbiegespur) angeboten werden müssen. Somit kann für den Alltagsverkehr ein attraktives Angebot von der Stadtgrenze bis zum Utoquai realisiert werden.

Radweg im Utoquai

Da auch im Utoquai ein Fahrstreifen reduziert wird, kann folglich ein Flächengewinn erzielt werden, wodurch der geplante Radweg im Utoquai breiter dimensioniert werden kann bei gleichzeitig geringeren Eingriffen in die Quaianlage und weniger Rodungen. Im Gegensatz zu Variante A1 und B kann dies mit dieser Variante A1uf dem gesamten Utoquai realisiert werden. Sofern jedoch der Richtungswechselbetrieb erst ab Höhe Opernhaus oder später begonnen würde, wie dies voraussichtlich aus Leistungsfähigkeitsgründen notwendig ist, entfällt dieser Vorteil.

6.6.3 Städtebauliche Aspekte

Wie auch bei Variante B muss die Fahrbahnbreite auf Kosten der Fussgängerflächen und Baumreihen vergrössert werden.

Hinzu kommt, dass für die Umsetzung des Richtungswechselbetriebs eine erhebliche Anzahl von Signalportalen und Schilder notwendig ist, wodurch die Gefahr eines "Schilderwaldes" besteht (vgl. Kapitel 5.8).

6.6.4 Kosten

Für die Variante C1 mit einem Richtungswechselbetrieb auf dem gesamten Abschnitt vom Bellevue bis zum Tiefenbrunnen wären mit 5 bis 6 Mio. CHF an Zusatzkosten gegenüber einer "konventionellen" Lösung zu rechnen (vgl. Kapitel 5.10).

Da aber auf dem Lehnenviadukt auch ohne eine Verbreiterung eine durchgehende Velolösung möglich ist, könnten entsprechende Kosten eingespart werden.

6.6.5 Fazit

Die Variante, so wie sie hier vorgesehen ist, führt zu starken verkehrlichen Beeinträchtigungen beim Bellevue und kann deshalb voraussichtlich nicht leistungsneutral betrieben werden. Dies wäre nur möglich, wenn die Spurreduktion und der Richtungswechselbetrieb erst ab Höhe Opernhaus oder später begonnen würde (vgl. Variante C2).

Der Linksabbiegestrom in die Kreuzstrasse, der am Morgen wie am Abend relativ stark belastet ist, stellt bezüglich Leistungsfähigkeit und Verkehrssicherheit jedoch eine Unsicherheit dar.

Für den Veloverkehr kann ein attraktives, durchgehendes Angebot von der Stadtgrenze bis zum Bellevue geschaffen werden. Hierzu muss die Fahrbahnbreite aber auf Kosten der Fussgängerflächen und Baumreihen vergrössert werden, zudem besteht die Gefahr eines "Schilderwaldes".

6.7 Variante C2: drei Fahrstreifen im RWB zwischen Kreuz- und Bindschedlerstr.

Variante C2 beinhaltet wie in Variante C1 eine dreistreifige Verkehrsführung im Richtungswechselbetrieb. Allerdings nur auf dem Abschnitt Kreuzstrasse bis und mit Ida-Bindschedlerstrasse

Dadurch können gegenüber Variante C1 folgende Vorteile erzielt werden:

- Der heikle Spurabbau beim Bellevue kann vermieden werden.
- Das Spurbild beim Bellevue verbleibt unverändert.
- Die Linksabbieger in die Falkenstrasse und in die Kreuzstrasse können unverändert bleiben.
- Der Linksabbieger zum Bahnhof Tiefenbrunnen kann ebenfalls unverändert bleiben.

Wobei zum letztgenannten Punkt zu ergänzen ist, dass der Linksabbieger zum Bahnhof Tiefenbrunnen voraussichtlich nicht problematisch ist (vgl. Kapitel 5.6). Somit wäre auch eine kombinierte Variante mit einem RWB auf dem Abschnitt Kreuzstrasse bis Bahnhof Tiefenbrunnen denkbar.

6.7.1 Auswirkungen MIV/ÖV

Leistungsfähigkeit MSP

Morgens können die maximalen Verkehrsstärken an allen Knoten in der Bellerivestrasse mit einer ausreichenden Leistungsreserve verarbeitet werden, da in Hauptlastrichtung zwei Fahrstreifen zur Verfügung stehen.

Stadtauswärts ist zwischen der Kreuzstrasse und der Ida-Bindschedlerstrasse ein Fahrstreifen ausreichend, um die Verkehrsstärken zu verarbeiten. Der Spurabbau kann dadurch gelöst werden, dass der linke Fahrstreifen direkt in den Linksabbieger Richtung Kreuzstrasse geführt wird. Da morgens die Ströme vom Bellevue Richtung Kreuzstrasse und Richtung Bellerivestrasse in etwa gleich stark sind, stellt die Vorsortierung bzgl. Leistungsfähigkeit keine Beeinträchtigung dar.



Abbildung 6-18: Variante C2, MSP [Fz/h]

Leistungsfähigkeit ASP

Die Verkehrsstärken der Abendspitze können an allen Knoten der Bellerivestrasse mit einer ausreichenden Leistungsreserve verarbeitet werden, da in Hauptlastrichtung zwei Fahrstreifen zur Verfügung stehen.

Stadteinwärts ist zwischen der Ida-Bindschedlerstrasse und der Kreuzstrasse ein Fahrstreifen ausreichend, um die Verkehrsstärken zu verarbeiten. Vor der Kreuzstrasse steht aufgrund der Einstreifigkeit etwas weniger Stauraum zur Verfügung, was jedoch die Leistungsfähigkeit des Systems nicht beeinträchtigt.

Der Spurabbau beim Bahnhof Tiefenbrunnen stellt aufgrund der vorhandenen Verkehrsstärke bzgl. Leistungsfähigkeit kein Problem dar.

Reisezeiten (Grüne Welle)

Sowohl am Morgen wie am Abend kann zwischen der Kreuzstrasse und der Stadtgrenze in beide Richtungen eine durchgehende Grüne Welle angeboten werden, sofern die Umlaufzeit auf 60 s erhöht wird. Hierzu müsste entweder die Koordinationsgeschwindigkeit auf 41 km/h (Grüne Welle ohne Halt in beide Richtungen) oder 48 km/h (bedingt stadteinwärts ein Halt) gesenkt werden (vgl. Kapitel 4.6). Mit der bestehenden Koordination mit einer Umlaufzeit von 45 s können die Verkehrsstärken stadteinwärts nicht vollständig innerhalb der Grünen Welle verarbeitet werden.

6.7.2 Nutzen Fuss- und Veloverkehr

Wie auch bei Variante C1 sind durchgehende Velostreifen möglich.

Beim Lehnenviadukt können aber keine Velostreifen angeboten werden, da auf dem Abschnitt Bahnhof Tiefenbrunnen bis Ida-Bindschedler vier Fahrstreifen angeboten werden müssen. Dadurch kann die Lücke im Velonetz nicht geschlossen werden.

Ebenfalls kann mit dieser Variante kein Flächengewinn im Utoquai zu Gunsten eines Radweges erzielt werden.

6.7.3 Städtebauliche Aspekte

Wie auch bei Variante C1 muss die Fahrbahnbreite auf Kosten der Fussgängerflächen und Baumreihen vergrössert werden, zudem besteht die Gefahr eines "Schilderwaldes".

6.7.4 Kosten

Für die Variante C2 wären mit 3 bis 5 Mio. CHF an Zusatzkosten gegenüber einer "konventionellen" Lösung zu rechnen (vgl. Kapitel 5.10).

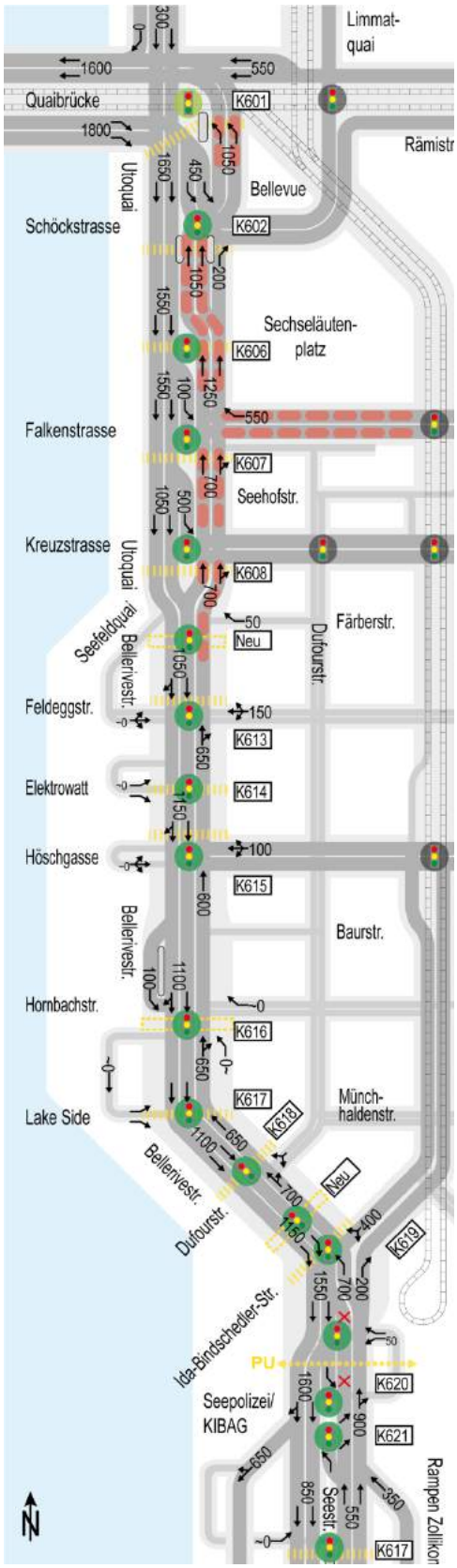


Abbildung 6-19: Variante C2, ASP [Fz/h]

6.7.5 Fazit

Eine dreistreifige Verkehrsführung im Richtungswechselbetrieb auf der Bellerivestrasse zwischen der Kreuzstrasse und der Ida-Bindschedlerstrasse kann leistungsneutral und stabil betrieben werden. Aufgrund einer durchgehenden Grünen Welle werden die Reisezeiten für den MIV und den ÖV auf der Achse nicht merklich erhöht. Beim Utoquai und beim Bahnhof Tiefenbrunnen kann mit dieser Variante aber kein Flächengewinn zugunsten einer Velolösung erzielt werden.

6.8 Variante C3: drei Fahrstreifen im RWB zwischen Dufourstr. und Tiefenbrunnen

Als TeilVariante C3 wird untersucht, welche Auswirkungen eine dreistreifige Verkehrsführung im Richtungswechselbetrieb nur auf dem Abschnitt Dufourstrasse bis Tiefenbrunnen hätte. Hierzu muss aber der Linksabbiegestrom beim Bahnhof Tiefenbrunnen in den RWB miteinbezogen werden, was jedoch aufgrund des geringen Verkehrsaufkommens auf diesem Strom als unkritisch erscheint (vgl. Kapitel 5.6).

Eine dreistreifige Verkehrsführung nur auf diesem Abschnitt hat den Vorteil, dass die Lücke im Velonetz ohne Verbreiterung des Lehnenviadukts möglich wäre. Denkbar wäre auch eine Kombination von Variante C3 mit Variante A3, womit ein durchgehendes Veloangebot in der Bellerivestrasse vom Tiefenbrunnen bis zur Kreuzstrasse möglich wäre.

6.8.1 Auswirkungen MIV/ÖV

Leistungsfähigkeit MSP/ASP

Die benötigte Leistungsfähigkeit kann mit einem RWB zwischen der Dufourstr. und Tiefenbrunnen problemlos erreicht werden. Der Spurabbau stellt in beide Fahrrichtungen keinen Leistungsengpass dar.

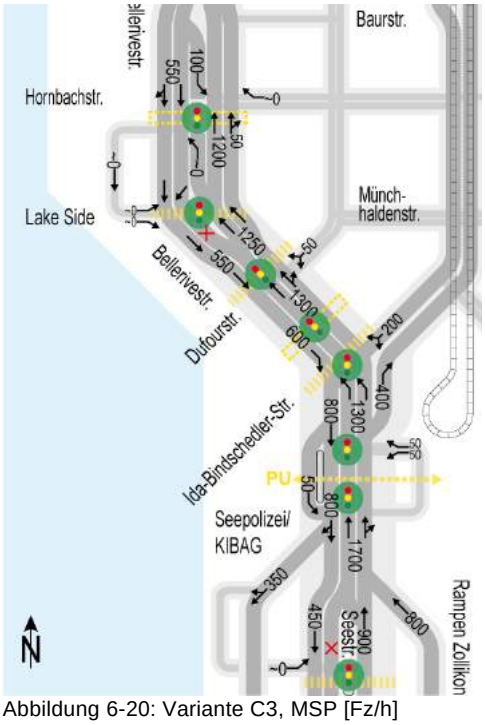


Abbildung 6-20: Variante C3, MSP [Fz/h]

Reisezeiten (Grüne Welle)

Um Gegensatz zur Variante C2 muss bei dieser Variante die Umlaufzeit nicht auf 60 s erhöht werden, um eine grüne Welle zu ermöglichen. Dies daher, da die Knoten auf dem Abschnitt Dufourstrasse bis Tiefenbrunnen in einem optimalen Abstand zueinander liegen, so dass genügend Spielraum in der bestehende grünen Welle besteht, um die nötigen Anpassungen vorzunehmen.

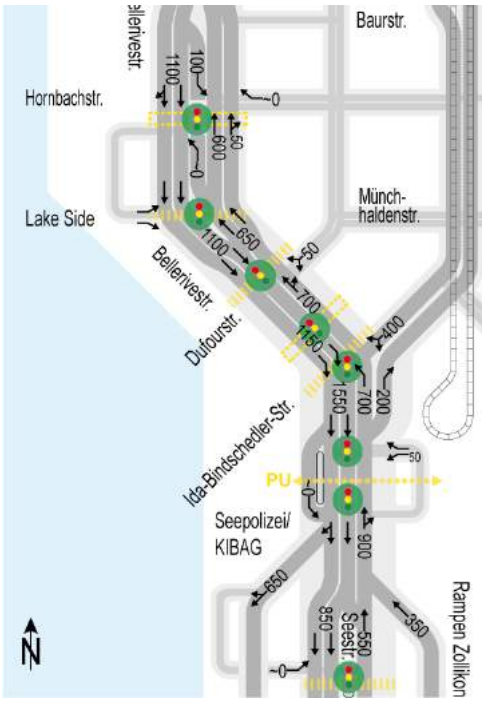


Abbildung 6-21: Variante C3, MSP [Fz/h]

6.8.2 Nutzen Fuss- und Veloverkehr

Mit Variante C3 könnten im Bereich des Lehnenviadukts durchgehende Velostreifen angeboten werden. Aufgrund der hohen Verkehrsmengen sind diese in der nebenstehenden Abbildung von der Fahrbahn abgesetzt vorgesehen.

Alternativ könnte auch ein getrennter Radweg angeboten werden, um so den Anforderungen an die Komfortroute gerecht zu werden. Noch zu klären wäre in diesem Fall wo und wie die Bellerivestrasse gequert werden kann.

Der seeseitige Gehweg, der eine wichtige Fussverbindung ist (Seeuferweg), kann so vom Mischverkehr Velo/Fussgänger befreit werden. Der bestehende landseitige Gehweg aber müsste verschmälert werden.

Da aber die Dufourstrasse in ihrem heutigen Querschnitt nicht den Velostandards entspricht (vgl. Kapitel 3.3.4), müsste die Dufourstrasse angepasst werden, um ein durchgehendes Angebot für den Veloverkehr von der Stadtgrenze bis zum Utoquai zu schaffen.



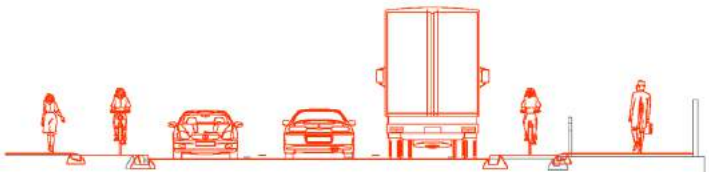


Abbildung 6-22: Lehnenviadukt mit 3 Fahrstreifen und Velostreifen (Blickrichtung Süd)





Abbildung 6-23: Lehnenviadukt mit 3 Fahrstreifen und Veloweg (Blickrichtung Süd)

6.8.3 Städtebauliche Aspekte

Wie auch bei Variante C1 besteht die Gefahr eines "Schilderwaldes" auf dem entsprechenden Abschnitt.

6.8.4 Kosten

Für die Variante C3 wären mit 2 bis 3 Mio. CHF an Zusatzkosten gegenüber einer "konventionellen" Lösung zu rechnen (vgl. Kapitel 5.10).

Durch die geringere Länge des RWB gegenüber Variante C1 oder C2 wären auch die Projektrisiken des Testbetriebes geringer.

Da zudem auf dem Lehnenviadukt auch ohne eine Verbreiterung eine durchgehende Velolösung möglich ist, könnten die Kosten für eine Verbreiterung vermieden werden.

6.8.5 Fazit

Eine dreistreifige Verkehrsführung im Richtungswechselbetrieb auf der Bellerivestrasse zwischen der Dufourstrasse und dem Bahnhof Tiefenbrunnen kann leistungsneutral und stabil betrieben werden. Die bestehende Grüne Welle muss nur punktuell geringfügig angepasst werden.

Dadurch können Schwachstellen des bestehenden Velowegnetzes behoben werden und mehr Fussgängerflächen im Bereich des Seeuferweges angeboten werden. Dies könnte jedoch auch durch eine bauliche Verbreiterung des Lehnenviadukts erreicht werden.

Gegenüber den Varianten C1 und C2 entstehen mit dieser verkürzten Variante zudem deutlich weniger Kosten und die Projektrisiken wären kleiner.

6.9 Variante D: Optimierungen im Utoquai

Mit Variante D werden die folgenden beiden Optimierungen im Utoquai geprüft:

- Reduktion der Spurbreiten auf 3.0 m
- Reduktion von zwei auf eine Geradeausspur stadtauswärts beim Knoten Kreuzstrasse

Mit diesen Optimierungsmassnahmen soll erreicht werden, dass ein Flächengewinn für Velomassnahmen im Utoquai entsteht, ohne dass Leistungseinbussen entstehen.

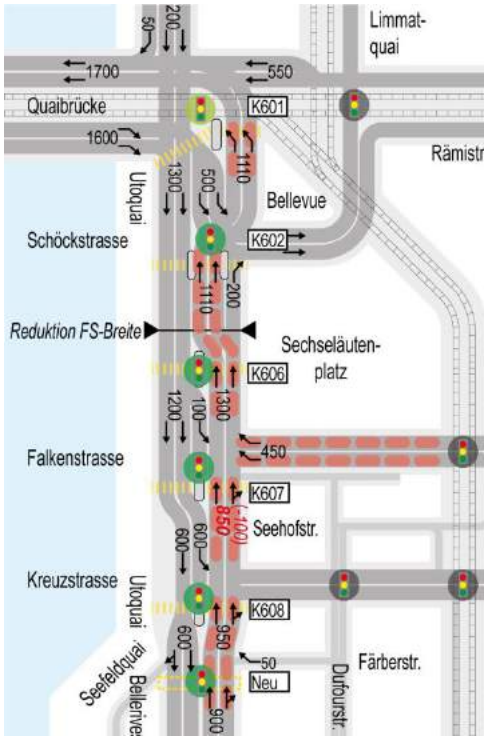


Abbildung 6-24: Variante D, MSP [Fz/h]

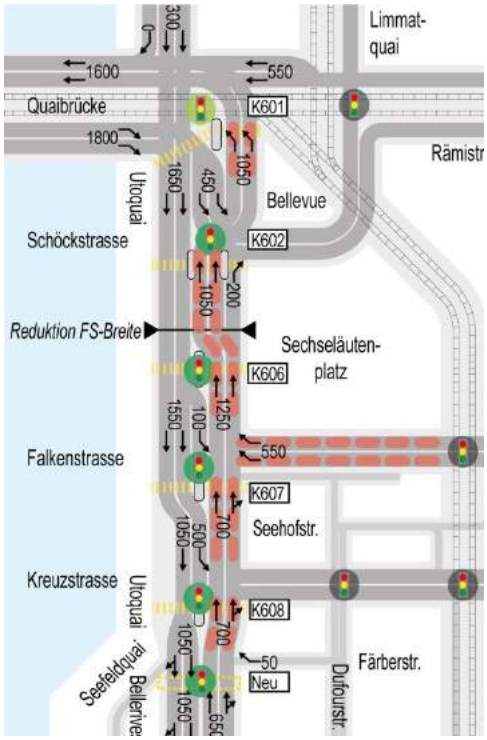


Abbildung 6-25: Variante D, ASP [Fz/h]

6.9.1 Auswirkungen MIV/ÖV

Leistungsprüfung Reduktion Spurbreiten

Die Fahrstreifen im Utoquai bewegen sich auf dem Abschnitt Schöckstrasse bis Falkenstrasse zwischen 3.22 bis 3.39 m (vgl. Abbildung 6-26). Wird die Fahrstreifenbreite zwischen der Schöckstrasse und Falkenstrasse auf die übliche Mindestfahrstreifenbreite von 3.0 m angepasst, würde dies gemäss Norm SN 640 835 (vgl. Kapitel 4.9) eine Reduktion der Leistungsfähigkeit um 0.8% bis 1.0% nach sich ziehen. Da aber auf allen Fahrstreifen auf dem Utoquai grosse Leistungsreserven vorhanden sind, fällt dies nicht ins Gewicht. Einzig beim Strom stadteinwärts vom Utoquai Richtung Quaibrücke vor dem Knoten 602 ist die angebotene Leistungsfähigkeit vollständig ausgeschöpft. Die entsprechende Leistungsreduktion könnte aber mit einer zusätzlichen Sekunde Grünzeit pro Umlauf bereits überkompensiert werden. Diese minimale Anpassung der Grünzeit am Knoten 602 wäre grundsätzlich möglich, da der Knoten 602 in der Koordination Bellevue nicht das leistungsbestimmende Element darstellt.

Eine Reduktion der Spurbreiten kann folglich leistungsneutral umgesetzt werden.

Leistungsprüfung Reduktion Geradeausspur

Wie bereits in Variante A1 geprüft, ist die zweite Geradeausspur beim Knoten 608 stadtauswärts bezüglich Leistungsfähigkeit nicht notwendig. Eine Reduktion von zwei auf einen Fahrstreifen stadtauswärts auf der ganzen Länge der Bellerivestrasse, wie in Variante A1, würde jedoch dazu führen, dass die Grüne Welle nicht mehr angeboten werden kann.

Aus diesem Grund wurde untersucht, ob eine Reduktion der Geradeausspur nur auf dem Abschnitt Falkenstrasse bis Kreuzstrasse möglich wäre, ohne dass dadurch die Grüne Welle wesentlich gestört würde. Der Abschnitt Falkenstrasse bis Kreuzstrasse ist für eine Spurreduktion deshalb besonders interessant, da auf diesem Abschnitt die so frei werdende Fläche, für die Erstellung des Veloweges im Utoquai genutzt werden könnte.

Die Grünzeit für den Strom im Utoquai stadtauswärts, könnte gegenüber heute von 22 s auf 31 s verlängert werden, wenn die Grünzeit für die Fussgänger auf die Mindestgrünzeit gemäss SN 640 837 reduziert würde. Dadurch würde sich die maximale Wartezeit für die Fussgänger von heute 31 s

auf 40 s erhöhen. Die Verkehrsqualitätsstufe für die Fussgänger nach HBS wäre so nach wie vor "B - gut". Die Verkehrsqualitätsstufe für den MIV wäre für die maximale Verkehrsstärke von 1'050 Fz/h "A – sehr gut".

Dank der Verlängerung der Grünzeit kann nun ein Teil der Fahrzeuge, die bisher am Knoten Kreuzstrasse halten mussten, ohne zu halten weiterfahren, bis sie zu einem Knoten gelangen, wo sie dann stattdessen warten müssen. Für diese Fahrzeuge ändert sich folglich bezgl. der Anzahl Halte und Reisezeit gegenüber heute nichts, sie müssen lediglich an einem anderen Knoten warten (siehe Diagramm Grüne Welle, Anhang 4.9).

Nur für ca. 10% der Fahrzeuge wird neu aufgrund der Reduktion der Geradeausspur ein zusätzlicher Halt notwendig, wodurch sich die Reisezeit um rund 25 s verlängert. Im Durchschnitt über alle Verkehrsteilnehmer (Richtung stadtauswärts) entsteht somit eine erhöhte Reisezeit um ca. 3 s.

Somit könnte die zweite Geradeausspur stadtauswärts am Knoten K608 leistungsneutral aufgehoben werden. Die Grüne Welle könnte weitgehend aufrechterhalten werden, nur für ca. 10% der Fahrzeuge ergäbe sich leicht verlängerte Reisezeiten aufgrund eines zusätzlichen Halts.

6.9.2 Nutzen Fuss- und Veloverkehr / Städtebauliche Aspekte

Utoquai Abschnitt Bellevue bis Falkenstrasse

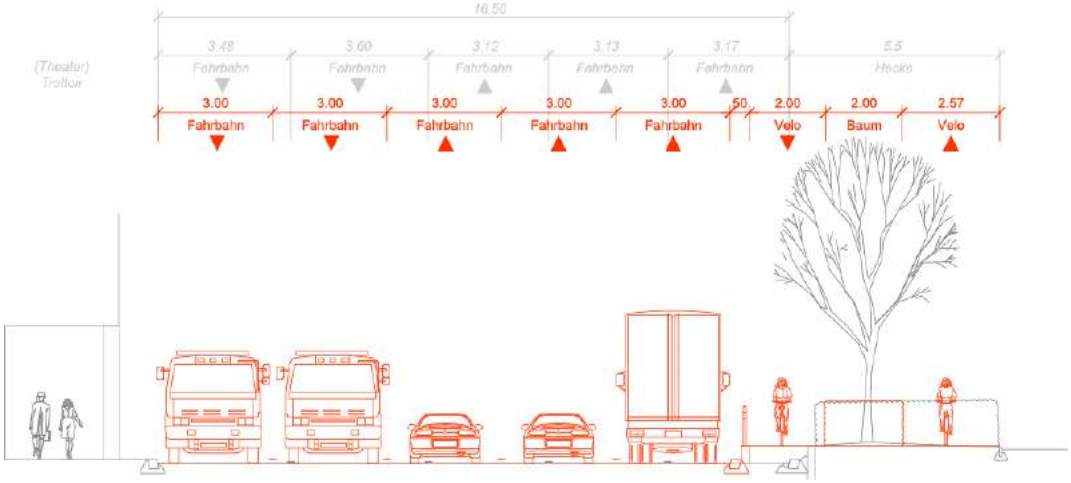


Abbildung 6-26: Querschnitt Utoquai (Abschnitt Bellevue bis Falkenstrasse mit bestehenden Baum) mit angepassten Fahrstreifenbreiten (Blickrichtung Süd)

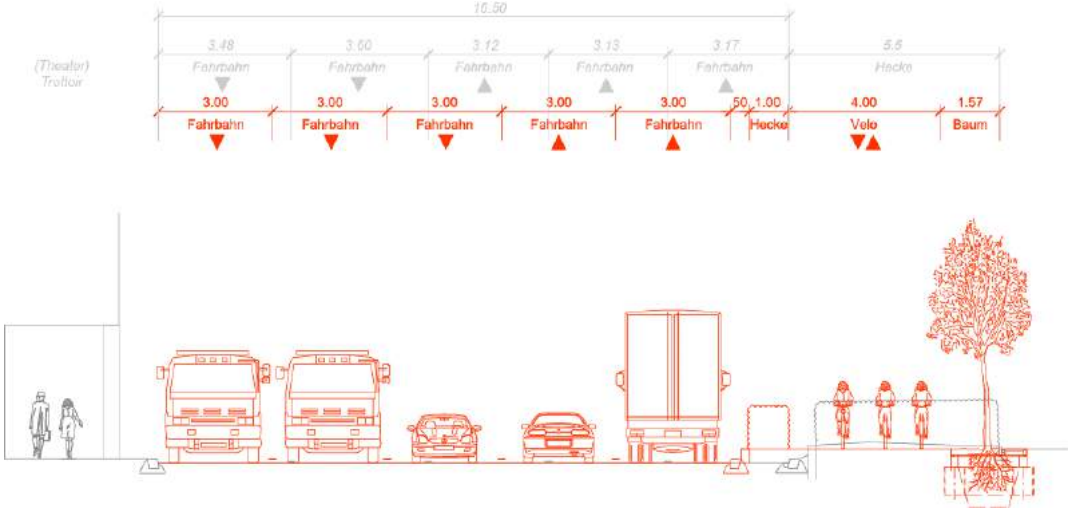


Abbildung 6-27: Querschnitt Utoquai (Abschnitt Bellevue bis Falkenstrasse) mit angepassten Fahrstreifenbreiten (Blickrichtung Süd)

Würde die Fahrstreifenbreite auf dem Abschnitt Bellevue bis Falkenstrasse auf die übliche Mindestfahrstreifenbreite von 3.0 m angepasst, könnte die Fahrbahnbreite um 1.5 m reduziert werden.

Durch diese zusätzlichen 1.5 m bieten sich neue Freiheiten bei der Querschnittsgestaltung des neuen Radweges. Die obenstehenden Abbildungen sind lediglich beispielhaft zu verstehen.

So könnten z.B. die bestehenden Bäume erhalten bleiben, indem der Radweg links und rechts am Baumbestand verbeigeführt wird (Abbildung 6-26).

Dort wo keine bestehenden Bäume vorhanden sind, kann ein 4.0 m breiter Radweg umgesetzt werden, wobei gleichzeitig eine zusätzliche Baumreihe und als Abgrenzung zur Strasse eine Hecke realisiert werden könnten (Abbildung 6-27).

Somit kann der Radweg entsprechend den Vorgaben der Velostandards, Qualitätsstufe A, umgesetzt werden bei geringeren Eingriffen in die Quaianlagen.

Utoquai Abschnitt Falken- bis Kreuzstrasse

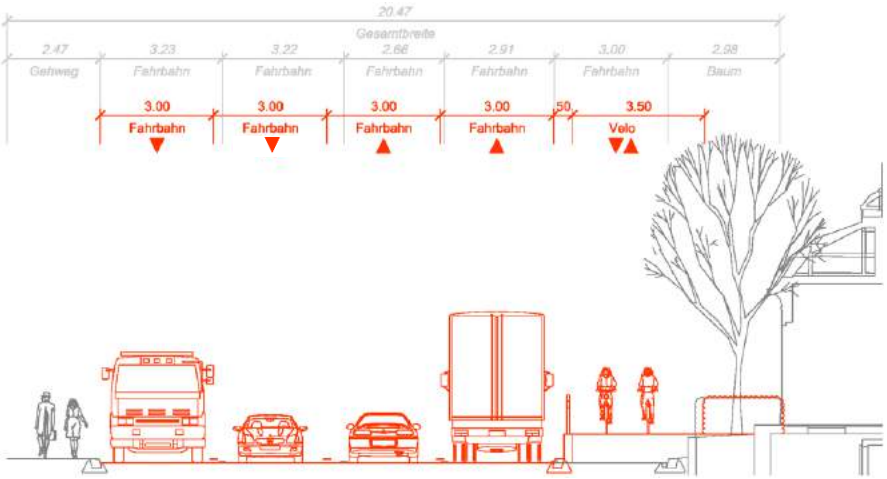


Abbildung 6-28: Querschnitt Utoquai (Abschnitt Falken- bis Kreuzstrasse, Höhe Pumpwerk) mit 4 Fahrstreifen (Blickrichtung Süd)

Durch die Reduktion auf 4 Fahrstreifen auf dem Abschnitt Falken- bis Kreuzstrasse, kann die Fahrbahnbreite reduziert werden. Dadurch kann der geplante Radweg mit 4.0 m Breite umgesetzt werden bzw. bei der Engstelle Pumpwerk mit 3.5 m (vgl. Abbildung 6-28). Gleichzeitig ist es möglich die bestehenden Bäume und Teile der Hecke, die die Uferanlage zur Strasse hin abgrenzt, zu erhalten.

6.9.3 Fazit

Mit einer Reduktion der Fahrstreifenbreite im Utoquai und der Aufhebung der zweiten Geradeausspur stadtauswärts am Knoten K608 können zusätzliche Flächen generiert werden, ohne dass sich die Leistungsfähigkeit des Abschnitts reduziert oder merklich längere Reisezeiten entstehen. Dadurch können Engstellen des geplanten Veloweges (z.B. beim Pumpwerk) entschärft werden und die Eingriffe in die Quaianlage können vermindert werden.

Die Optimierungsmöglichkeiten im Utoquai wurden aber nicht abschliessend untersucht, evtl. bestehen weitere Möglichkeiten zur Flächenoptimierung des Verkehrsraums.

6.10 Variante T40 Seefeldquai bis Ida-Bindschedlerstrasse

Eine Einsprache fordert die Einführung einer Geschwindigkeitsreduktion zwischen dem Seefeldquai und der Horneggstrasse. Da jedoch zwischen der Horneggstrasse und der Ida-Bindschedlerstrasse ebenfalls Wohnhäuser an die Bellerivestrasse grenzen, wird hier konsequenterweise die Einführung von Tempo 40 auf dem Abschnitt Seefeldquai bis Ida-Bindschedlerstrasse geprüft.

6.10.1 Auswirkungen MIV

Leistungsfähigkeit

Wie bereits in Kapitel 4.7 ausgeführt, wird aufgrund von Tempo 40 keine wesentliche Beeinträchtigung auf die Leistungsfähigkeit erwartet. Im Gegenteil verhält es sich für den speziellen Fall der Bellerivestrasse so, dass durch eine Anpassung der Grünen Welle auf Tempo 40 auch eine Erhöhung der Umlaufzeit auf 60 s notwendig würde. Eine Erhöhung der Umlaufzeit kann wiederum zu einer Erhöhung der Leistungsfähigkeit genutzt werden, führt aber auch zu längeren Wartezeiten für die querenden Fussgängerströme.

Für den Ist-Zustand bringt einer Erhöhung der Leistungsfähigkeit in der Bellerivestrasse keinen Nutzen, da das Bellevue das leistungsbestimmende Element darstellt. Sollte aber eine Reduktion auf zwei oder drei Fahrstreifen in der Bellerivestrasse (Varianten A1 bis C) vorgesehen werden, wäre die Reduktion der Koordinierungsgeschwindigkeit auf ca. 40 km/h zweckdienlich.

Wenn die Koordinierungsgeschwindigkeit entsprechend angepasst werden kann, wird auch die Gefahr von Geschwindigkeitsübertretungen geringer, da höhere Geschwindigkeiten lediglich dazu führen würden, dass man beim nächsten Knoten bei Rot warten muss.

Im Prinzip, wäre es sogar denkbar, auf eine Signalisation von Tempo 40 zu verzichten, und die Reduktion der gefahrenen Geschwindigkeiten lediglich durch die Einrichtung einer entsprechenden Grünen Welle zu erreichen, evtl. mit einem Hinweisschild mit einer empfohlenen Richtgeschwindigkeit für die Grüne Welle.

Reisezeiten

Die Reisezeit von der Kreuzstrasse bis zur Stadtgrenze würde sich durch Einführung von Tempo 40 bei Einrichtung einer entsprechenden Grünen Welle um ca. 30 s auf 3 min 10 s erhöhen. Vorausgesetzt ist ein freier Verkehrsfluss. Stadteinwärts sind aber tagsüber häufig Rückstausituationen mit Verlustzeiten von mehreren Minuten (vgl. 3.5.6) anzutreffen sind, die Reisezeitverluste aufgrund der Geschwindigkeit fallen deshalb deutlich weniger ins Gewicht. Stadtauswärts ist aber in der Regel in freier Verkehrsfluss vorhanden.

Ausweichverkehr

Anhand des Gesamtverkehrsmodells des Kantons Zürich[13] wurde der potentielle Ausweichverkehr (DWV) aufgrund der längeren Fahrzeit abgeschätzt (vgl. Abbildung 6-29).

Demnach wäre durch eine Geschwindigkeitsreduktion auf der Bellerivestrasse auf 40 km/h Ausweichverkehr auf der Achse Seefeldstrasse – Höschgasse – Zollikerstrasse – Zeltweg und der Achse Forchstrasse – Falkenstrasse bzw. Kreuzstrasse zu erwarten. Auch auf weitere Strassenzüge (z.B. Mühlebachstrasse, Bergstrasse und Hegibachstrasse) kann Ausweichverkehr im geringen Masse nicht ausgeschlossen werden.

Die Grössenordnung des Ausweichverkehrs beziffert sich im GVM auf rund 2'500 bis 3'000 Fahrzeuge pro Tag, was rund 10% des Verkehrs auf der Bellerivestrasse entspricht.

Ob aber tatsächlich ein Ausweichverkehr in dieser Grössenordnung entsteht, ist fraglich. Insbesondere stellt sich das Problem, dass Rückstausituationen im GVM nicht berücksichtigt werden. Würde tatsächlich ein Ausweichverkehr in dieser Grössenordnung in der Zollikerstrasse und Forchstrasse auftreten, würde dies zu mehr Rückstau vor dem Kreuzplatz und gleichzeitig weniger Rückstau vor dem Bellevue führen, wodurch die Ausweichrouten gegenüber der Bellerivestrasse wieder unattraktiv würden. Ausweichverkehr wird deshalb v.a. dann entstehen, wenn (zu Randzeiten) im gesamten Stadtgebiet wenig Verkehr und somit ein freier Verkehrsfluss vorhanden ist.

[13] Gesamtverkehrsmodell Kt. ZH, Zustand 2013 (Juni 2015) DWV, Korrigiert DAV 2016

Auch kann die Grüne Welle im GVM nicht abgebildet werden. Die Reisezeitgewinne, die durch die Grüne Welle auf der Bellerivestrasse entstehen, werden somit im GVM zu wenig berücksichtigt.

Sofern in der Bellerivestrasse eine funktionierende Grüne Welle angeboten werden kann, dürfte diese Route aber für den MIV auch bei Tempo 40 nach wie vor attraktiv sein.

Tagsüber dürften die im Modell nicht abgebildeten Effekte der Grünen Welle und der Rückstausituationen dazu führen, dass deutlich weniger als 10% des Verkehrs in der Bellerivestrasse verdrängt wird.

Gerade in der Nacht (freier Verkehrsfluss, keine Reisezeitgewinne durch Grüne Welle, da die meisten LSA ausgeschaltet sind) ist aber nicht auszuschliessen, dass ca. 10% des Verkehrs von der Bellerivestrasse auf Ausweichrouten verdrängt wird. Bei einer Weiterverfolgung dieser Variante wäre folglich zu klären, ob dies zu Lärmüberschreitungen auf den Ausweichrouten führen kann.



Abbildung 6-29: GVM-ZH DWV 2016 Ausweichverkehr aufgrund Tempo 40 auf Bellerivestrasse (Seefeldquai – Ida-Bindschedlerstr.)

6.10.2 Auswirkungen ÖV

Die Auswirkungen von Tempo 40 bzw. 30 auf den Busverkehr in der Bellerivestrasse wurden von den VBZ[14] analysiert. Für Tempo 40 auf dem Abschnitt Kreuzstrasse bis Ida-Bindschedlerstrasse konnten zusammengefasst folgende Erkenntnisse gewonnen werden:

- Da die betroffenen Regionalbuslinien 912 und 916 beträchtliche Fahrplanreserven aufweisen, sind aufgrund der Fahrzeitverluste keine zusätzlichen Kurse nötig und es entstehen somit keine Zusatzkosten
- Die Anschlüsse am Bahnhof Tiefenbrunnen könnten weiterhin gewährleistet werden.
- Die Attraktivität des Busverkehrs wird aufgrund der längeren Fahrzeit vermindert.

Zum letztgenannten Punkt ist zu ergänzen, dass die Attraktivität des MIV durch Tempo 40 mindestens im gleichen Mass geschmälert wird. Folglich sind tendenziell keine Umsteigeeffekte vom Busverkehr auf den MIV zu erwarten. Allerdings können Umsteigeeffekte vom Busverkehr auf den S-Bahn- und Veloverkehr auftreten.

6.10.3 Fazit

Die Einführung von Tempo 40 auf dem Abschnitt Seefeldquai bis Ida-Bindschedlerstrasse ist voraussichtlich ohne Leistungseinbussen für den MIV und ohne Zusatzkosten für den Busverkehr möglich. Es entstehen aber Fahrzeitverluste von ca. 30 s. Ausweichverkehr ist tagsüber nur in sehr geringem Masse zu erwarten, da die Bellerivestrasse aufgrund der Grünen Welle nach wie vor sehr attraktiv ist. In der Nacht ist aber nicht auszuschliessen, dass ca. 10% des Verkehrs von der Bellerivestrasse auf Ausweichrouten verdrängt wird.

[14] Stellungnahme VBZ zu Einsprachen Bellerivestrasse, VBZ, 02.11.2017

6.11 Variante T30 Seefeldquai bis Ida-Bindschedlerstrasse

6.11.1 Auswirkungen MIV

Leistungsfähigkeit

Wie bereits in Kapitel 4.7 ausgeführt, sind derzeit keine Untersuchungen bekannt, die eine Reduktion der Leistungsfähigkeit bei innerstädtischen Verhältnissen durch die Einführung von Tempo 30 auf Hauptstrassen nachweisen. Es ist jedoch nicht auszuschliessen, dass durch Tempo 30 die Verkehrsdichte geringfügig reduziert wird, was dazu führen würde, dass die praktische Sättigungsrate leicht reduziert würde. Dies wiederum würde zu einer geringeren maximalen Leistungsfähigkeit führen. Sofern genügend Leistungsreserven vorhanden sind (wie dies in der Bellerivestrasse im Ist-Zustand, aber auch bei den Spurlayout-Varianten C1, C2, C3 und D der Fall wäre) ergibt sich dadurch aber kein Leistungsdefizit für den MIV. Bei Variante A1, A2, A3 oder B wären aber praktisch keine Leistungsreserven vorhanden, weshalb Tempo 30 bei diesen Varianten evtl. zu einem geringfügigen Leistungsdefizit führen könnte.

Wie bei Tempo 40 wäre auch bei Einführung von Tempo 30 eine Erhöhung der Umlaufzeit auf mindestens 60 s notwendig, um in der Bellerivestrasse weiterhin eine Grüne Welle in beide Fahrrichtungen anbieten zu können. Diese Erhöhung der Umlaufzeit kann wiederum zu einer Erhöhung der Leistungsfähigkeit genutzt werden kann.

Sollten allerdings zusätzlich bauliche Massnahmen zur Verkehrsberuhigung (vertikaler oder horizontaler Versatz, Einengung, o.Ä.) vorgesehen werden, kann dies je nach gewählter Massnahme zu einer Leistungseinbusse führen. Wie stark die Leistungseinbusse sein wird, kann ohne konkretes Projekt nicht vorgesehen werden. Geht man von einer zweispurigen Verkehrsführung aus (Variante A1), so würden schon geringe Störungen im Verkehrsfluss zu einer Überlastsituation führen. Bauliche Massnahmen würden somit zwangsläufig zu einem Leistungsdefizit führen.

Dadurch würde sich in der Bellerivestrasse zwangsläufig ein Widerspruch zwischen dem Strassenbild (breite Fahrbahn, geradlinige Verkehrsführung) und dem Geschwindigkeitsregime ergeben.

Es stellt sich deshalb die Frage, wie die Geschwindigkeitsbeschränkung durchgesetzt werden können. Regelmässige Kontrollen auf der Bellerivestrasse wären voraussichtlich unumgänglich.

Reisezeit

Die Reisezeit vom Seefeldquai bis zur Ida-Bindschedlerstrasse würde sich durch Einführung von Tempo 30 bei Einrichtung einer entsprechenden Grünen Welle aber ohne bauliche Massnahmen um ca. 1 min 20 s auf rund 4 min erhöhen.

Ausweichverkehr

Wie auch bei Tempo 40 ist bei Tempo 30 Ausweichverkehr auf der Seefeldstrasse, der Zollikerstrasse und der Forchstrasse zu erwarten. Aufgrund der relativ hohen Fahrzeitverluste ist nun aber der Ausweichverkehr beträchtlich höher, als bei Tempo 40.

Die Prognose des Ausweichverkehrs anhand des GVM (vgl. Abbildung 6-30) ist wie schon bei Tempo 40 mit Vorbehalt zu betrachten. Auch wenn das Ausmass des Ausweichverkehrs gem. GVM mit rund 7'000 – 9'000 Fahrzeugen pro Tag (ca. 30%) aufgrund der modellbedingten Unsicherheiten wohl als zu extrem zu bewerten ist, so zeigt sich doch deutlich die Problematik, dass aufgrund der geringen Geschwindigkeitsunterschiede nun die Ausweichrouten im Quartier deutlich attraktiver werden.

Insbesondere die Ausweichroute stadtauswärts über die Kreuz- und Seefeldstrasse ist nun zeitlich gesehen eine attraktive Alternative mit Tempo 50. Starker Ausweichverkehr auf der Seefeldstrasse kann jedoch zu Konflikten mit dem Tramverkehr auf dieser Route führen. Folglich müssten auf der Seefeldstrasse ebenfalls Tempo 30 eingeführt werden (wiederum verbunden mit Folgekosten für die VBZ) oder der Durchgangsverkehr auf der Seefeldstrasse müsste unterbunden werden.

Auf der Dufourstrasse ist bereits heute Schleichverkehr zu beobachten, um die Rückstausituationen stadteinwärts zwischen der Falken- und Feldeggstrasse zu umfahren. Durch eine Beschränkung auf Tempo 30 in der Bellerivestrasse wird die Route über die Dufourstrasse noch attraktiver, wodurch auch auf der Dufourstrasse und den übrigen Quartierstrassen im Seefeld Ausweichverkehr zu er

warten ist. Dem müsste mit Durchfahrtssperren und Einbahnregimen im Quartier entgegengewirkt werden.

Bei einer Weiterverfolgung von Tempo 30 müsste folglich dem Aspekt des Ausweichverkehrs starke Beachtung geschenkt werden, insbesondere wäre zu klären, ob dies zu Lärmüberschreitungen auf den Ausweichrouten führen kann.

6.11.2 Auswirkungen ÖV

Bezüglich ÖV in der Bellerivestrasse entstehen dieselben Zusatzkosten wie bei Tempo 40. Da die Regionalbuslinien 912 und 916 grosse Fahrplanreserven aufweisen, wäre selbst bei Tempo 30 kein zusätzlicher Kurs notwendig.

6.11.3 Fazit

Die Einführung von Tempo 30 auf der Bellerivestrasse könnte evtl. zu einer geringfügigen Reduktion der praktischen Sättigungsrate führen, sofern genügend Leistungsreserven vorhanden sind, ergibt sich dadurch aber kein Leistungsdefizit für den MIV. Die Fahrzeitverluste betragen ca. 1 min und 20 s (Abschnitt Seefeldquai – Ida-Bindschedlerstrasse). Es entsteht aber zwangsläufig ein Widerspruch zwischen dem Geschwindigkeitsregime und dem Strassenbild (breite Fahrbahn, geradlinige Verkehrsführung), da aus Leistungsfähigkeitsgründen keine baulichen verkehrsberuhigenden Massnahmen umgesetzt werden können



Abbildung 6-30: GVM-ZH DWV 2016 Ausweichverkehr aufgrund Tempo 30 auf Bellerivestrasse (Seefeldquai – Ida-Bindschedlerstrasse)

Die Einführung von Tempo 30 auf der Bellerivestrasse dürfte zu starkem Ausweichverkehr führen, der jedoch schwer zu quantifizieren ist. Betroffen wären v.a. die Seefeldstrasse und die Dufourstrasse. Auf diesen Strassen müssten entsprechende Massnahmen ergriffen werden, was wiederum mit Folgekosten und Nachteilen für die Erreichbarkeit im Quartier verbunden wäre.

6.12 Variante T30/T40 Seefeldquai bis Stadtgrenze

Mehrere Einsprachen fordern die Einführung von Temporeduktionen, ohne einen bestimmten Abschnitt zu benennen. Da auf dem Abschnitt Ida-Bindschedlerstrasse bis Stadtgrenze ebenfalls Lärmüberschreitungen vorhanden sind, muss dieser Abschnitt folglich auch betrachtet werden.

Allerdings sind auf diesem Abschnitt lediglich 9 Gebäude von Lärmüberschreitungen betroffen, und zwar das Bahnhofsgebäude, die Seepolizei sowie 7 Wohnhäuser an der Seefeldstrasse auf der gegenüberliegenden Gleisseite. Ob diese Lärmüberschreitungen gegenüber den Lärmüberschreitungen auf dem Abschnitt Seefeldquai bis Ida-Bindschedlerstrasse, wo deutlich mehr Gebäude betroffen sind, eher in Kauf genommen werden können, kann im Rahmen dieses Verkehrsgutachtens nicht erörtert werden.

Es ist aber zu bedenken, dass die Einführung einer Geschwindigkeitsreduktion auf dem Abschnitt Ida-Bindschedlerstrasse bis Stadtgrenze aufgrund des Ausserortscharakters dieses Abschnittes und den fehlenden direkten Anwohnern auf besonders starken Widerstand stossen könnte.

6.12.1 Auswirkungen MIV

Leistungsfähigkeit

Bezüglich Leistungsfähigkeit ergibt sich kein Unterschied zur Variante mit Tempo 30/40 nur zwischen Seefeldquai und Ida-Bindschedlerstrasse.

Reisezeiten

Zurzeit gilt auf diesem Abschnitt Tiefenbrunnen bis Stadtgrenze Tempo 60. Im Rahmen des Projektes Bellerivestrasse ist aber ohnehin eine Reduktion auf Tempo 50 vorgesehen, die Fahrzeitverluste werden deshalb bezogen auf einen Ausgangszustand mit Tempo 50 angegeben.

Die Reisezeiten würden bei Tempo 40 auf dem Abschnitt Ida-Bindschedlerstrasse bis Stadtgrenze um weitere 10 s erhöht.

Bei einer Beschränkung von Tempo 30 auf den Abschnitt Seefeldquai bis Ida-Bindschedlerstrasse würden nochmals 30 s längere Fahrzeiten entstehen.

Ausweichverkehr

Hinsichtlich Ausweichverkehrs ergibt sich ein ähnliches Bild wie bei den Varianten Seefeldquai bis Ida-Bindschedlerstrasse, wobei das Ausmass an Ausweichverkehr grösser ist. Auch hier sind aber die Ergebnisse aus dem GVM mit Vorbehalten behaftet.

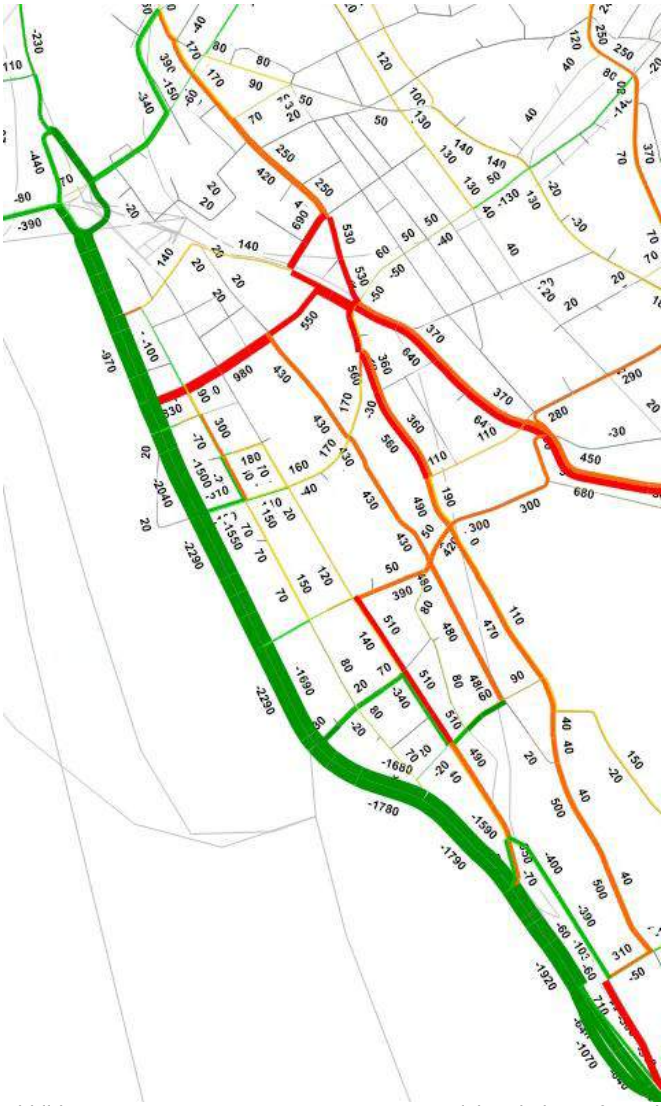


Abbildung 6-31: GVM-ZH DWV 2016 Ausweichverkehr aufgrund Tempo 40 auf Bellerivestrasse (Seefeldquai – Stadtgrenze)

6.12.2 Auswirkungen ÖV

Bezüglich der Regionalbuslinien 912 und 916 gelten dieselben Erkenntnisse wie bei Tempo 40 auf dem Abschnitt Seefeldquai bis Ida-Bindschedlerstrasse.

Da nun aber auf dem Abschnitt Bahnhof Tiefenbrunnen bis Stadtgrenze auch die Buslinie 910 betroffen wäre, die keine Fahrplanreserven aufweist, müsste ein zusätzlicher Kurs auf dieser Linie

eingesetzt werden mit zusätzlichen Betriebskosten von 850'00 CHF pro Jahr sowie einmaligen Investitionskosten von 450'000 CHF.

6.12.3 Fazit

Bezüglich Leistungsfähigkeit ergibt sich kein Unterschied zur Variante mit Tempo 30/40 nur zwischen Seefeldquai und Ida-Bindschedlerstrasse. Die Gefahr von Ausweichverkehr ist aber deutlich grösser und es entstehen für die VBZ hohe Zusatzkosten. Auch besteht die Gefahr, dass Tempo 40 auf dem Abschnitts Ida-Bindschedlerstrasse bis Stadtgrenze aufgrund des Ausserortscharakters auf Widerstand stösst. Der Nutzen ist indes auf dem Abschnitt Ida-Bindschedlerstrasse - Stadtgrenze weniger hoch als auf dem Abschnitt Seefeldquai - Ida-Bind-schedlerstrasse, da weniger Gebäude von Lärmüberschreitungen betroffen sind.

6.13 Geschwindigkeitsbeschränkungen Nacht

6.13.1 Auswirkungen MIV

Leistungsfähigkeit

Eine Geschwindigkeitsbeschränkung nur in der Nachtzeit (22:00 bis 06:00) wäre hinsichtlich Leistungsfähigkeit unproblematisch. Da zu dieser Zeit die meisten LSA in der Bellerivestrasse ausgeschaltet (gelb Blinken) sind, ergeben sich auch keine Wechselwirkungen mit der Grünen Welle.

Ausweichverkehr

Da in der Nacht in der Regel ein freier Verkehrsfluss vorhanden ist und die meisten LSA ausser Betrieb sind (wodurch sich keine Reisezeitgewinne bei einer Grünen Welle ergeben), dürften die Resultate aus dem GVM bezüglich des Ausmasse an Ausweichverkehrs besser mit den tatsächlichen Verhältnissen übereinstimmen als tagsüber.

Bei Tempo 40 würde somit rund 10% und bei Tempo 30 rund 30% des Verkehrs in der Bellerivestrasse auf die Ausweichrouten der Dufour-, Seefeld-, Zolliker-, Berg- und Forchstrasse verlagert werden. Bei einer Weiterverfolgung dieser Variante wäre folglich zu klären, ob dies zu Lärmüberschreitungen auf den Ausweichrouten führen kann.

6.13.2 Auswirkungen ÖV

Die Zusatzkosten für den ÖV wären entsprechend geringer, da weniger Kurse betroffen wären. Dies VBZ schätzt die zusätzlichen Kosten auf 100'000 CHF pro Jahr.

6.13.3 Fazit

Hinsichtlich Leistungsfähigkeit ist eine Geschwindigkeitsbeschränkung nur in der Nachtzeit unproblematisch. Da Ausweichverkehr aber auch in der Nacht verstärkt auftreten kann, müsste dieser Aspekt vertieft untersucht werden.

7 Fazit

Der Bericht gibt bewusst keine Empfehlung zur Bestvariante ab. Alle Varianten (unter Ausnahme der Varianten A1 und C1) können voraussichtlich leistungsneutral betrieben werden. Sämtliche Variante weisen verkehrliche Vor- und Nachteile auf, die schlussendlich gegeneinander abgewogen werden müssen. Abgesehen davon sind auch lärmtechnische und städtebauliche Aspekte zu berücksichtigen, die im Rahmen dieses Verkehrsgutachtens nicht vertieft werden konnten. Je nachdem welche Variante weiterverfolgt wird, wird die Durchführung vertiefter Abklärungen empfohlen.

Zwei Fahrpuren in der Bellerivestrasse (Varianten A1-A3)

Der gewichtige Vorteil aller zweispurigen Layout-Varianten (Varianten A1-A3) ist der freigespielte Gestaltungsspielraum in der Bellerivestrasse, der durch den Flächengewinn aufgrund der Aufhebung zweier Fahrspuren entsteht. Dieser kann z.B. für Velowege oder Velostreifen, Breite Trottoirs, die Umsetzung des Alleenkonzepts und/oder einem Mehrzweckstreifen genutzt werden kann.

Da im Utoquai (Bellevue bis Kreuzstrasse) ein zweispuriges Layout unmöglich auch nur annähernd leistungsneutral umgesetzt werden kann, wurde dies nicht vertieft. Folglich kann hier auch kein Nutzen generiert werden. Für Variante A1-A3 wären deshalb anderweitige Optimierungsmassnahmen im Utoquai zu prüfen (vgl. Abschnitt "Massnahmen im Utoquai").

Wie die Leistungsfähigkeitsprüfung gezeigt hat, kann ein zweispuriges Layout aber auch in der Bellerivestrasse nicht auf der ganzen Länge (Variante A1: Kreuzstrasse bis Stadtgrenze) betrieben werden. Eine leistungsneutrale Lösung ist nur auf dem Abschnitt Kreuzstrasse bis Horneggstrasse (Variante A2 / A3) möglich. Die nötige Leistungsfähigkeit kann aber nur mit einer Erhöhung der Umlaufzeit in der Bellerivestrasse erzielt werden und ist auch dann noch nur knapp ausreichend. Es entsteht folglich eine hochbelastete Verkehrssituation. Entsprechend können bereits kleinere Störungen zu langen Rückstausituationen führen. Beim Beginn des zweispurigen Abschnittes (Spurabbau) kann es zu (voraussichtlich kurzen) Rückstausituationen kommen. Gleichzeitig kommt es dadurch aber auch zu einer Reduktion des Rückstaus vor dem Bellevue (Verlagerung des Rückstaus). Um die Erkenntnisse hinsichtlich der Rückstauentwicklung und den Verlustzeiten vertiefen zu können, wäre in einem nächsten Schritt die Durchführung einer Verkehrssimulation zu empfehlen, sollte eine dieser Varianten weiterverfolgt werden.

Nachteilig bei Variante A2 ist aber, dass eine so stark belastete Verkehrssituation entsteht, dass bei den LSA-Steuerungen keinen Spielraum mehr für die Einrichtung einer Grünen Welle in beide Richtungen besteht. Die Grüne Welle kann deshalb jeweils nur in Hauptlastrichtung angeboten werden. In Gegenrichtung sind jeweils bis zu vier zusätzliche Halte mit entsprechenden Reisezeitverlusten und Verkehrsemissionen notwendig, wobei aufgrund der hohen Verkehrsbelastung auch keine ÖV-Priorisierung möglich ist, d.h. dass auch der Busverkehr von diesen Zeitverlusten betroffen ist.

Folglich wurde mit Variante A3 untersucht, ob durch eine Optimierung der Abstände zwischen den LSA-Knoten eine Grüne Welle in beide Richtungen dennoch möglich wäre. Tatsächlich kann durch Aufhebung einzelner LSA-Knoten eine Grüne Welle in beide Richtungen realisiert werden, in Abhängigkeit der Richtgeschwindigkeit (Tempo 50 oder 40) sind jeweils andere Knoten betroffen. Die Aufhebung einzelner LSA bedeutet voraussichtlich aber auch, dass an den betreffenden Knoten die Fussgängerstreifen aufgehoben werden müssten. Durch Einrichtung von geregelten Fussgängerstreifen an anderer Stelle und die Anordnung eines Mehrzweckstreifens, können aber die für den Fussverkehr entstehenden Nachteile zum Teil kompensiert werden. Schlussendlich muss eine Abwägung zwischen einem stetigen Verkehrsablauf für den MIV und Busverkehr (Grüne Welle) und dem Fussgängerkomfort (Aufhebung bzw. Verschiebung von Fussgängerstreifen) gemacht werden.

Insgesamt wird aber in Variante A2 bzw. A3 ein möglicher Ansatz gesehen, mit dem einerseits Gestaltungsspielraum in der Bellerivestrasse gewonnen und andererseits dennoch ein effizientes und leistungsneutrales, aber hoch belastetes (und entsprechend anfälliges) Verkehrssystem geschaffen werden kann

Drei Fahrpuren in der Bellerivestrasse (Variante B und C1-C2)

Auch bei den Varianten mit einem dreispurigen Layout-Varianten in der Bellerivestrasse (Variante B und C1-C2) kann ein Flächengewinn erzielt werden, dieser alleine ist aber nicht genügend gross, um beidseitige Velostreifen zu ermöglich. Um dennoch durchgehende Velostreifen anbieten zu können, müsste die Fahrbahn folglich verbreitert werden. Dies hat wiederum den Nachteil, dass die

Fussgängerflächen verkleinert werden und auf Alleebäume teilweise verzichtet werden muss, die Umsetzung des Alleenkonzepts wäre somit nicht möglich.

Alle dreispurigen Varianten können auf dem Abschnitt Kreuzstrasse bis Ida-Bindschedlerstrasse leistungsneutral betrieben werden. Mit einer fixen Zuteilung der Fahrspuren (Variante B: Zwei Fahrspuren stadtauswärts und eine Fahrspur stadteinwärts) entsteht aber gerade am Morgen ein starkes Ungleichgewicht bei der Belastung der einzelnen Fahrspuren. Während die Fahrspur stadteinwärts (analog Varianten A2 bzw. A3) hoch belastet ist, sind die beiden Fahrspuren stadtauswärts nur wenig belastet. Dennoch können so (insbesondere in Kombination mit einer Plafonierung an der Stadtgrenze) bei den LSA-Steuerungen etwas mehr Spielräume geschaffen werden, wodurch die Grüne Welle auch entgegen der Lastrichtung besser funktioniert als bei Variante A2. Mit Varianten B können somit die Risiken von Variante A2 bzw. A3 etwas entschärft werden, allerdings ist auch der gewonnen Gestaltungsspielraum bedeutend kleiner.

Mit einem Richtungswechselbetrieb in der Bellerivestrasse (Variante C1 / C2) kann das Spurlayout immer dem gerade vorherrschenden Verkehrsaufkommen angepasst werden. Entsprechend kann eine stabile Verkehrssituation mit Leistungsreserven und auch eine Grüne Welle in beide Fahrrichtungen erreicht werden. Wie schon in Kapitel 5 ausgeführt, beinhaltet ein Richtungswechselbetrieb aber auch gewisse verkehrliche Risiken und stellt ein erheblicher Eingriff in das Verkehrsgefüge und die städtebauliche Situation dar. Es stellt sich folglich die Frage, ob der in der Bellerivestrasse mit einer dreispurigen Lösung erzielbare Nutzen, einen solchen Eingriff rechtfertigen kann.

Richtungswechselbetrieb auf dem Lehenviadukt (Variante C3)

Als Untervariante C3 wurde untersucht, ob mit einem dreispurigen Richtungswechselbetrieb nur auf dem Lehnenviadukt, genügend Fläche gewonnen werden kann, um eine Velolösung ohne Verbreiterung des Viadukts realisieren zu können. Dies ist grundsätzlich möglich und es könnte ein leistungsneutrales und stabiles Verkehrssystem geschaffen werden. Es wäre jedoch Abzuwägen, ob die Initialkosten und Risiken eines Richtungswechselbetriebs in Kauf genommen werden sollen, nur um auf eine Verbreiterung des Viaduktes verzichten zu können.

Massnahmen im Utoquai (Variante B, C1 und D)

Mit der Aufhebung einer Fahrspur im Utoquai auf dem Abschnitt Bellevue bis Kreuzplatz (Variante B, C1 und teilweise D), also einem dreispurigen Layout mit zusätzlicher Abbiegespur, könnten die Engstellen des geplanten Veloweges (z.B. beim Pumpwerk) entschärft und die Eingriffe in die Quaianlage (insbesondere Rodungen) vermindert werden.

Ein Richtungswechselbetrieb im Utoquai (Variante C1) erweist sich aber aus zwei Gründen als problematisch. Das Bellevue ist, anders als die Bellerivestrasse, während des gesamten Tages auf praktisch allen Strömen stark belastet. Mit einem Richtungswechselbetrieb müsste aber stark in die Abläufe am Bellevue eingegriffen werden (z.B. müsste am Morgen beim Bellevue ein Spurabbau stadtauswärts umgesetzt werden), wodurch ein Leistungsdefizit entsteht. Aufgrund der komplexen Verkehrsabläufe rund um das Belleuve, wäre aber eine Verkehrssimulation notwendig, um die genauen Ausmasse des Leistungsdefizits und der verkehrlichen Auswirkungen im Detail quantifizieren zu können. Ebenfalls problematisch bei Variante C1 ist der Knoten Utoquai/Kreuzstrasse, der einen starken Linksabbiegestrom aufweist. Dies stellt eine Situation dar, für die keine überzeugende verkehrstechnische Lösung mit einem Richtungswechselbetrieb gefunden werden konnte (vgl. Kapitel 5).

Mit Variante B wird auf dem Abschnitt Kreuzstrasse bis auf Höhe Opernhaus stadteinwärts nur ein Fahrstreifen angeboten. Dies ist zwar bzgl. der Leistungsfähigkeit der Knoten ohne weiteres machbar, da diese Ströme aufgrund der beschränkten Leistungsfähigkeit beim Bellevue ohnehin stark dosiert werden müssen, allerdings wird somit auch Stauraum vernichtet. Dadurch entsteht zwar nicht mehr, aber ein deutlich längerer Rückstau, wodurch wiederum die Gefahr einer Überstauung vorgelagerter Knoten entsteht. Dem könnte mit einer Dosierung am Stadtrand begegnet werden. Allerdings ist noch offen, wie stark die Plafonierung genau sein müsste und wie der Bus an dieser Stelle priorisiert werden kann. Auch wäre abzuklären, ob eine Plafonierung am Stadtrand überhaupt wünschenswert ist. Dies müsste bei einer Weiterverfolgung dieser Variante vertieft untersucht werden.

Wie mit Variante D gezeigt wird, können aber auch mit vergleichsweise geringen Anpassungen zusätzliche Flächen generiert werden, ohne dass sich die Leistungsfähigkeit des Abschnitts reduziert

oder deutlich längere Reisezeiten entstehen. Z.B. mit einer Reduktion der Spurbreiten auf konsequent 3.0 m im Utoquai oder der Aufhebung der zweiten Geradeausspur stadtauswärts beim Knoten Kreuzstrasse. Die Optimierungsmöglichkeiten im Utoquai wurden aber nicht abschliessend untersucht, evtl. bestehen weitere Möglichkeiten zur Flächenoptimierung des Verkehrsraums.

Geschwindigkeitsreduktionen

Tempo 30 und auch Tempo 40 würde zweifelsohne in vielerlei Hinsicht einen Nutzen generieren (z.B. Reduktion des Strassenlärms, Erschütterungen, Luftemissionen und allfällige Verbesserungen hinsichtlich der Verkehrssicherheit), dieser konnten aber im Rahmen dieses Gutachten nicht näher untersucht werden (und wären allenfalls im Rahmen eines Lärmgutachtens oder Tempo-30-Gutachtens zu betrachten).

Demgegenüber sind allerdings auch einige Nachteile zu nennen. Insbesondere kann der Ausweichverkehr bei Geschwindigkeitsreduktionen auf Hauptstrassen (gerade Nachts) zu Problemen führen. Hierbei gilt, je stärker die Massnahme (also je länger der Abschnitt und je tiefer das Tempo) desto mehr Ausweichverkehr ist zu erwarten. Während der Ausweichverkehr bei Tempo 40 zwischen der Kreuzstrasse bis Tiefenbrunnen voraussichtlich (deutlich) weniger als 10% beträgt, könnte dieser bei Tempo 30 auf dem gesamten Abschnitt von der Kreuzstrasse bis zur Stadtgrenze allerdings gravierender sein. Bei Weiterverfolgung einer Geschwindigkeitsreduktion, wären die Auswirkungen des Ausweichverkehrs, insbesondere auch bzgl. des Strassenlärms, näher zu untersuchen.

Die Leistungsfähigkeit des Gesamtabschnitts würde durch Tempo 40 nicht beeinträchtigt. Auch bei Tempo 30 ist der Effekt, wenn überhaupt, nur sehr gering. Wird aber Tempo 30 in Kombination mit einer Spurlayout-Variante mit wenig Leistungsreserven in der Bellerivestrasse gewählt (zweispurige Variante oder Variante B), so könnte dies dennoch entscheiden werden. Entsprechend wäre in diesem Fall zu empfehlen, das Thema Leistungsfähigkeit von LSA bei Tempo 30 zu vertiefen (sobald hierzu entsprechende Untersuchungen vorliegen).

Insbesondere bei Tempo 30 bestünde aber das grundsätzliche Dilemma, dass bauliche Massnahmen zur Verkehrsberuhigung (z.B. vertikaler oder horizontaler Versatz, Einengung, o.Ä.) nicht vorgesehen werden können, ohne dass eine erheblichen Leistungseinbusse hingenommen werden muss. Dadurch ergibt sich in der Bellerivestrasse zwangsläufig ein Widerspruch zwischen dem Strassenbild (breite Fahrbahn, geradlinige Verkehrsführung) und dem Geschwindigkeitsregime.

Ein besonders starker Widerspruch zwischen Strassenbild und Geschwindigkeit würde sich auf dem Abschnitt Tiefenbrunnen bis Stadtgrenze aufgrund des Ausserortscharakters dieses Abschnitts ergeben. Auch dürfte die Akzeptanz einer Geschwindigkeitsreduktion aufgrund der fehelenden direkten Anwohner hier besonders tief sein. Aus diesen Gründen ist Tempo 30 oder 40 auf dem Abschnitt Tiefenbrunnen bis Stadtgrenze deshalb kritisch zu sehen.

Ebenfalls müsste die Koordinierungsgeschwindigkeit der Grünen Welle an das Temporegime angepasst werden, was grundsätzlich möglich ist, allerdings die Erhöhung der Umlaufzeit bedingt. Durch die Grüne Welle wird auch die Gefahr von Geschwindigkeitsübertretungen geringer, da höhere Geschwindigkeiten lediglich dazu führen würden, dass man beim nächsten Knoten bei Rot warten muss. Im Prinzip, wäre es sogar denkbar, auf eine Signalisation (v.a. bei Tempo 40) zu verzichten, und die Reduktion der gefahrenen Geschwindigkeiten lediglich durch die Einrichtung einer entsprechenden Grünen Welle zu erreichen, evtl. mit einem Hinweisschild mit einer empfohlenen Richtgeschwindigkeit für die Grüne Welle.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Potentiale und Stärken sowie die Risiken und Schwächen aller untersuchten Varianten noch einmal zusammengestellt. Ebenfalls ist aufgeführt, welche weiteren Abklärungen im Falle einer Weiterverfolgung anstehen würden.

	Variante A1 **2FS**	**Variante A2** **2 FS**	**Variante A3** **2 FS**	**Variante B** **3 FS** (fix)
	Kreuzstrasse bis Stadtgrenze	Kreuz- bis Horneggstrasse	Kreuz- bis Horneggstrasse	Bellevue bis Stadtgrenze
	Kombinierbar mit D	Kombinierbar mit C3 und D	Kombinierbar mit C3 und D	Plafonierung auch bei allen anderen Varianten möglich
Potentiale / Stärken	■ **Velostreifen** in der Bellerivestrasse durchgehend umsetzbar ■ Mehr **Gestaltungsspielraum** in der Bellerivestrasse (z.B. Breite Trottoir oder Mehrzweckstreifen) ■ **Alleenkonzept** in der Bellerivestrasse umsetzbar ■ Velolösungen beim **Lehnenviadukts** auch ohne Verbreiterung möglich	■ **Velostreifen** in der Bellerivestrasse durchgehend umsetzbar ■ Mehr **Gestaltungsspielraum** in der Bellerivestrasse (z.B. Breite Trottoir oder Mehrzweckstreifen) ■ **Alleenkonzept** in der Bellerivestrasse umsetzbar	■ **Velostreifen** in der Bellerivestrasse durchgehend umsetzbar ■ Mehr **Gestaltungsspielraum** in der Bellerivestrasse (z.B. Breite Trottoir oder Mehrzweckstreifen) ■ **Alleenkonzept** in der Bellerivestrasse umsetzbar ■ **Grüne Welle** in beide Fahrrichtungen ist möglich	■ **Veloweg im Utoquai** ohne Engstellen umsetzbar bei gleichzeitig geringeren Eingriffe in die Quaianlage (weniger Rodungen) ■ **Velostreifen** in der Bellerivestrasse grösstenteils umsetzbar ■ **Grüne Welle** in beide Fahrrichtungen ist möglich, wobei (nur bei Tempo 50) ein zusätzlicher Halt stadteinwärts notwendig wird.
Risiken / Schwächen	↯ **Leistungsdefizit** von 100 bis 200 Fz/h in beide Richtungen beim Bhf. Tiefenbrunnen mit entsprechendem Rückstau und Verlustzeiten (auch für den Busverkehr). Auch an übrigen Knoten in der Bellerivestrasse entsteht eine hochbelastete Verkehrssituation ↯ **Grüne Welle** nur in Hauptlastrichtung umsetzbar; In Gegenrichtung bis zu 4 Halte notwendig mit entsprechend längeren Fahrzeiten (auch für den Busverkehr) ■ **Ausweichverkehr** aufgrund Leistungsdefizit und unterbrochener Grüner Welle	↯ **Grüne Welle** nur in Hauptlastrichtung umsetzbar; In Gegenrichtung bis zu 4 Halte notwendig mit entsprechend längeren Fahrzeiten (auch für den Busverkehr) ■ **Hochbelastete Verkehrssituation** in der Bellerivestrasse, nur bei Erhöhung der Umlaufzeiten knapp Leistungsfähig, separate Rechtsabbiegespuren nötig ■ **Rückstau** beim Spurabbau, evtl. mit kleinen Verlustzeiten und evtl. lokalen Ausweichverkehr ■ Allenfalls **Ausweichverkehr** aufgrund unterbrochener Grüner Welle	■ Für die Umsetzung der Grünen Welle ist die **Aufhebung von einzelnen Knoten und FG-Übergängen** nötig. Als Ersatz können FG-Übergänge an anderer Stelle und ein Mehrzweckstreifen (Querungshilfe) angeboten werden. ■ **Hochbelastete Verkehrssituation** in der Bellerivestrasse, nur bei Erhöhung der Umlaufzeiten knapp Leistungsfähig, separate Rechtsabbiegespuren nötig ■ **Rückstau** beim Spurabbau, evtl. mit kleinen Verlustzeiten und evtl. lokalen Ausweichverkehr	■ **Hochbelastete Verkehrssituation** in der Bellerivestrasse, nur bei Erhöhung der Umlaufzeiten knapp Leistungsfähig, separate Rechtsabbiegespuren nötig ■ Für Velostreifen ist trotz Spurabbau eine **Verbreiterung der Fahrbahn** notwendig (Reduzierte Trottoirbreiten / nur teilweise Umsetzung Alleenkonzept)
Weitere Abklärungen	■ Durchführung einer **Verkehrssimulation** für verfeinerte Erkenntnisse bzgl. Rückstau und Verlustzeiten	■ Durchführung einer **Verkehrssimulation** für verfeinerte Erkenntnisse bzgl. Rückstau und Verlustzeiten	■ Durchführung einer **Verkehrssimulation** für verfeinerte Erkenntnisse bzgl. Rückstau und Verlustzeiten	■ Durchführung einer **Verkehrssimulation** für verfeinerte Erkenntnisse bzgl. Rückstau und Verlustzeiten ■ Prüfung der Umsetzbarkeit einer **Plafonierung** an der Stadtgrenze (insbesondere hinsichtlich des Busverkehrs)

	Variante C1 **3 FS RWB**	**Variante C2** **3 FS RWB**	**Variante C3** **3 FS RWB**	**Variante D** **4 FS** mit Optimierungen
	Bellevue bis Tiefenbrunnen	Kreuz- bis Ida-Bindschedlerstr.	Dufourstr. bis Tiefenbrunnen	Utoquai
		Kombinierbar mit C3, D	Kombinierbar mit A2, A3, C2, D	Kombinierbar mit A1, A2, A3, C2, C3
Potentiale / Stärken	■ **Veloweg im Utoquai** ohne Engstellen umsetzbar bei gleichzeitig geringeren Eingriffe in die Quaianlage (weniger Rodungen) ■ **Velostreifen** in der Bellerivestrasse durchgehend umsetzbar ■ Velolösungen beim **Lehnenviadukts** auch ohne Verbreiterung möglich ■ **Grüne Welle** in beide Fahrrichtungen ist möglich, wobei (nur bei Tempo 50) ein zusätzlicher Halt stadteinwärts notwendig wird.	■ **Velostreifen** in der Bellerivestrasse durchgehend umsetzbar ■ **Grüne Welle** in beide Fahrrichtungen ist möglich, wobei (nur bei Tempo 50) ein zusätzlicher Halt stadteinwärts notwendig wird.	■ Velolösungen beim **Lehnenviadukts** auch ohne Verbreiterung möglich ■ **Grüne Welle** in beide Fahrrichtungen ohne Einschränkungen möglich	■ Veloweg Utoquai ohne Engstellten umsetzbar bei gleichzeitig geringeren Eingriffe in die Quaianlage (weniger Rodungen) ■ **Grüne Welle** in beide Fahrrichtungen ohne Einschränkungen möglich
Risiken / Schwächen	↯ **Leistungsdefizit** beim Bellevue (in beide Fahrrichtungen) mit entsprechendem Rückstau und Verlustzeiten ↯ **Verkehrssicherheit und Leistungsfähigkeit** bei Knoten mit starken **Linksabbiegeströmen** nicht gesichert (betrifft Knoten Utoquai/Kreuzstrasse) ■ Aufgrund von **fehlenden Erfahrungswerten** in der Schweiz kann die Verkehrssicherheit nicht abschliessend beurteilt werden ■ Für Velostreifen ist trotz Spurabbau eine **Verbreiterung der Fahrbahn** notwendig (Reduzierte Trottoirbreiten / nur teilweise Umsetzung Alleenkonzept) ■ Beeinträchtigung des Strassenbildes (**Schilderwald**) durch viele Signale	■ Aufgrund von **fehlenden Erfahrungswerten** in der Schweiz kann die Verkehrssicherheit nicht abschliessend beurteilt werden ■ Für Velostreifen ist trotz Spurabbau eine **Verbreiterung der Fahrbahn** notwendig (Reduzierte Trottoirbreiten / nur teilweise Umsetzung Alleenkonzept) ■ Die notwendige Vielzahl an Signalen kann zu einer optischen Beeinträchtigung des Strassenbildes führen (**Schilderwald**)	■ Aufgrund von **fehlenden Erfahrungswerten** in der Schweiz kann die Verkehrssicherheit nicht abschliessend beurteilt werden ■ Die notwendige Vielzahl an Signalen kann zu einer optischen Beeinträchtigung des Strassenbildes führen (**Schilderwald**)	■ **Geringfügige Verlustzeiten** am Knoten Utoquai/ Kreuzstrasse möglich
Weitere Abklärungen	■ Durchführung einer **Verkehrssimulation** für verfeinerte Erkenntnisse bzgl. Rückstau und Verlustzeiten ■ **Vertiefung RWB** in Absprache mit ASTRA bzgl. Markierung, Signalisation und Steuerung	■ **Vertiefung RWB** in Absprache mit ASTRA bzgl. Markierung, Signalisation und Steuerung	■ **Vertiefung RWB** in Absprache mit ASTRA bzgl. Markierung, Signalisation und Steuerung	■ Durchführung einer **Verkehrssimulation** für verfeinerte Erkenntnisse bzgl. Rückstau und Verlustzeiten ■ Evtl. sind **weitere Optimierungsmöglichkeiten** vorhanden (keine abschliessend Untersuchung)

	Tempo 40	**Tempo 30**	**Tempo 40/30 ganze Bellerivestrasse**	**Tempo 40/30 Nachts**
	Kreuz- bis Ida-Bindschedlerstr.	Kreuz- bis Ida-Bindschedlerstr.	Kreuzstr. bis Stadtgrenze	Kreuz- bis Ida-Bindschedlerstr.
	Kombinierbar mit allen Spurvarianten	Kombinierbar mit allen Spurvarianten	Kombinierbar mit allen Spurvarianten	Kombinierbar mit allen Spurvarianten
Potentiale / Stärken	■ **Keine Leistungseinbussen** ■ **Keine Folgekosten** für den **Busverkehr** ■ Positive Effekte hinsichtlich des Strassenlärms, Erschütterungen, Luftemissionen und der Verkehrssicherheit wurden im Rahmen des Gutachten nicht betrachtet und quantifiziert, wären aber in der Bellerivestrasse zweifelslos vorhanden	■ Keine oder **nur geringe Leistungseinbussen** ■ **Keine Folgekosten** für den **Busverkehr** ■ Positive Effekte hinsichtlich des Strassenlärms, Erschütterungen, Luftemissionen und der Verkehrssicherheit wurden im Rahmen des Gutachten nicht betrachtet und quantifiziert, wären aber in der Bellerivestrasse zweifelslos vorhanden	■ Keine oder **nur geringe Leistungseinbussen** ■ Positive Effekte auch auf Abschnitt Tiefenbrunnen bis Stadtgrenze (allerdings weniger direkte Anwohner)	■ Eventuelle **Leistungseinbussen** in der Nacht **nicht relevant** ■ **Keine Folgekosten** für den **Busverkehr** ■ Positive Effekte gleich wie übrige Tempo-Varianten, aber nur in der Nacht
Risiken / Schwächen	■ **Geringfügiger Ausweichverkehr** zu Randzeiten auf parallelen Hauptrouten möglich ■ **Geringfügig längere Reisezeiten** im Bereich von 30 s	↯ **Starker Ausweichverkehr** im Quartier und auf parallelen Hauptrouten möglich, voraussichtlich Massnahmen im Quartier nötig ■ **Widerspruch** zwischen Geschwindigkeitsregime und Strassenbild (breite Fahrbahn, geradlinige Verkehrsführung) ■ L**ängere Reisezeiten** im Bereich von 1 min 20 s	↯ **Starker Widerspruch** zwischen Geschwindigkeitsregime und Strassenbild (Ausserortscharakter auf dem Abschnitt Tiefenbrunnen bis Stadtgrenze), kann auch vermehrt zu politischem Widerstand führen ■ **Ausweichverkehr** analog bei Variante mit T40/T30 nur auf Abschnitt Kreuz- bis Ida-Bindschedlerstr aber **verstärkt** ■ **Folgekosten für den Busverkehr** aufgrund fehlender Fahrplanreserven auf dem Abschnitt Tiefenbrunnen - Stadtgrenze	■ **Risiken** gleich wie übrige Tempo-Varianten, aber nur in der Nacht. ■ **Ausweichverkehr** ist hinsichtlich des Strassenlärms besonders in der Nacht heikel
Weitere Abklärungen	■ Untersuchung der Auswirkungen des **Ausweichverkehrs**, insbesondere auch bzgl. des Strassenlärms ■ **Quantifizierung der positiven Effekte** durch separates Gutachten	■ Untersuchung der Auswirkungen des **Ausweichverkehrs**, insbesondere auch bzgl. des Strassenlärms ■ **Quantifizierung der positiven Effekte** durch separates Gutachten ■ Vertiefte Untersuchung bzgl. **Leistungsfähigkeit** bei T30 in Kombination mit hochbelasteten Varianten (A1, A2, A3 oder B)	■ Untersuchung der Auswirkungen des **Ausweichverkehrs**, insbesondere auch bzgl. des Strassenlärms ■ **Quantifizierung der positiven Effekte** durch separates Gutachten ■ Vertiefte Untersuchung bzgl. **Leistungsfähigkeit** bei T30 in Kombination mit hochbelasteten Varianten (A1, A2, A3 oder B)	■ Untersuchung der Auswirkungen des **Ausweichverkehrs**, insbesondere auch bzgl. des Strassenlärms ■ **Quantifizierung der positiven Effekte** durch separates Gutachten

Anhang

Anhang 1 Strassenquerschnitte

Anhang 1.1 Bestehender Querschnitt Utoquai (Höhe Sechseläutenplatz)
Anhang 1.2 Bestehender Querschnitt Utoquai (Abschnitt Falken- bis Kreuzstrasse)
Anhang 1.3 Bestehender Regelquerschnitt Bellerivestrasse
Anhang 1.4 Bestehender Querschnitt Engstelle Bellerivestrasse
Anhang 1.5 Bestehender Querschnitt Lehnenviadukt
Anhang 1.6 Regelquerschnitt Bellerivestr. mit 2 Fahrstreifen
Anhang 1.7 Engstelle Bellerivestr. mit 2 Fahrstreifen
Anhang 1.8 Regelquerschnitt Bellerivestr. mit 2 Fahrstreifen und Mehrzweckstreifen
Anhang 1.9 Engstelle Bellerivestr. mit 2 Fahrstreifen und Trennstreifen
Anhang 1.10 Regelquerschnitt Bellerivestr. mit 3 Fahrstreifen
Anhang 1.11 Engstelle Bellerivestr. mit 3 Fahrstreifen
Anhang 1.12 Lehnenviadukt mit 3 Fahrstreifen und Velostreifen
Anhang 1.13 Lehnenviadukt mit 3 Fahrstreifen und Veloweg
Anhang 1.14 Utoquai (Abschnitt Bellevue bis Falkenstrasse mit Baum) angepasste Breiten
Anhang 1.15 Utoquai (Abschnitt Bellevue bis Falkenstrasse) angepasste Breiten
Anhang 1.16 Utoquai (Abschnitt Falken- bis Kreuzstrasse) mit 4 Fahrstreifen

Anhang 2 Pläne 1:200

Anhang 2.1 Markierung "wandernde" Linksabbiegespur am Beispiel Utoquai/Kreuzstrasse
Anhang 2.2 Markierung "indirekte" Linksabbiegespur am Beispiel Utoquai/Kreuzstrasse
Anhang 2.3 Markierung "wandernde" Linksabbiegespur mit 4-spuriger Weiterführung am Beispiel Bahnhof Tiefenbrunnen

Anhang 3 Mengengerüste / Leistungsfähigkeit

Anhang 3.1 Ist-Zustand: Mengengerüst Verkehrsstärken MSP/ASP
Anhang 3.2 Ist-Zustand: Stausituationen
Anhang 3.3 Praktische Leistungsfähigkeit des Abschnittes
Anhang 3.4 Theoretische Leistungsfähigkeit der Knoten
Anhang 3.5 Mengengerüste / Leistungsfähigkeit Variante A1
Anhang 3.6 Mengengerüste / Leistungsfähigkeit Variante A2
Anhang 3.7 Mengengerüste / Leistungsfähigkeit Variante A3
Anhang 3.8 Mengengerüste / Leistungsfähigkeit Variante B
Anhang 3.9 Mengengerüste / Leistungsfähigkeit Variante C1
Anhang 3.10 Mengengerüste / Leistungsfähigkeit Variante C2
Anhang 3.11 Mengengerüste / Leistungsfähigkeit Variante C3
Anhang 3.12 Mengengerüste / Leistungsfähigkeit Variante D

Anhang 4 Zeit-Weg-Diagramme Grüne Welle

Anhang 4.1 Umlaufzeit 45 s, Tempo 50 (Ist-Zustand)
Anhang 4.2 Umlaufzeit 60 s, Tempo 50
Anhang 4.3 Umlaufzeit 60 s, Tempo 40
Anhang 4.4 Umlaufzeit 60 s, Tempo 30
Anhang 4.5 Variante A3 MSP, Tempo 50
Anhang 4.6 Variante A3 ASP, Tempo 50
Anhang 4.7 Variante A3 MSP, Tempo 40
Anhang 4.8 Variante A3 ASP, Tempo 40
Anhang 4.9 Variante D