



## Multimodale mikroskopische Verkehrsflusssimulation von vier Promenadenquerungen in Münster (Westfalen)

### **Auftraggeber:**

Stadt Münster  
Amt für Mobilität und Tiefbau  
Albersloher Weg 33  
48155 Münster

### **Auftragnehmer:**

PTV  
Transport Consult GmbH  
Harffstr. 43  
40591 Düsseldorf

Düsseldorf, 06.03.2020

# Dokumentinformationen

---

|                     |   |
|---------------------|---|
| Kurztitel           | Simulationsstudie Promenadenquerungen Münster |
| Auftraggeber        | Stadt Münster, Amt für Mobilität und Tiefbau  |
| Auftrags-Nr.        | C821116                                       |
| Auftragnehmer       | PTV Transport Consult GmbH                    |
| Bearbeiter          | Daniel Muthmann                               |
| zuletzt gespeichert | 08.03.2020                                    |

---

## Inhalt

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | Ausgangssituation und Aufgabenstellung                 | 6  |
| 2     | Mikroskopische Verkehrsflusssimulation                 | 8  |
| 2.1   | Eingangsdaten  | 8  |
| 2.2   | Modell, Kalibrierung und Simulation                    | 9  |
| 2.3   | Methodik der HBS-Nachweise                             | 10 |
| 3     | Ergebnisse der mikroskopischen Verkehrsflusssimulation | 12 |
| 3.1   | Am Kreuztor  | 12 |
| 3.1.1 | Morgenspitzenstunde Planfall                           | 12 |
| 3.1.2 | Nachmittagsspitzenstunde                               | 13 |
| 3.1.3 | Zwischenfazit I  | 14 |
| 3.2   | Am Kreuztor mit busbeeinflusster Lichtsignalanlage     | 15 |
| 3.2.1 | Morgenspitzenstunde                                    | 15 |
| 3.2.2 | Nachmittagsspitzenstunde                               | 16 |
| 3.2.3 | Zwischenfazit II                                       | 17 |
| 3.3   | Neubrückentor Analyse                                  | 17 |
| 3.3.1 | Morgenspitzenstunde                                    | 18 |
| 3.3.2 | Nachmittagsspitzenstunde                               | 19 |
| 3.3.3 | Zwischenfazit III                                      | 20 |
| 3.4   | Neubrückentor Planfall                                 | 20 |
| 3.4.1 | Morgenspitzenstunde                                    | 21 |
| 3.4.2 | Nachmittagsspitzenstunde                               | 22 |
| 3.4.3 | Zwischenfazit IV                                       | 23 |
| 3.5   | Neubrückentor mit busbeeinflusster Lichtsignalanlage   | 23 |
| 3.5.1 | Morgenspitzenstunde                                    | 23 |
| 3.5.2 | Nachmittagsspitzenstunde                               | 24 |
| 3.5.3 | Zwischenfazit V  | 25 |
| 3.6   | Neubrückentor Verkehrsversuch                          | 26 |
| 3.6.1 | Morgenspitzenstunde                                    | 26 |
| 3.6.2 | Nachmittagsspitzenstunde                               | 27 |

|       |                                      |    |
|-------|--------------------------------------|----|
| 3.6.3 | Zwischenfazit VI _____               | 28 |
| 3.7   | Hörstertor Planfall _____            | 29 |
| 3.7.1 | Morgenspitzenstunde _____            | 29 |
| 3.7.2 | Nachmittagsspitzenstunde _____       | 30 |
| 3.7.3 | Zwischenfazit VII _____              | 32 |
| 3.8   | Salzstraße Planfall _____            | 32 |
| 3.8.1 | Morgenspitzenstunde _____            | 33 |
| 3.8.2 | Nachmittagsspitzenstunde _____       | 34 |
| 3.8.3 | Zwischenfazit VIII _____             | 35 |
| 4     | Zusammenfassung und Fazit _____      | 36 |
| 5     | Anhang Kalibrierungsergebnisse _____ | 38 |

## Tabellenverzeichnis

|            |   |    |
|------------|---|----|
| Tabelle 1: | Geschwindigkeitsverteilung für die Radfahrer _____  | 8  |
| Tabelle 2: | Verteilung der Fußgängerpopulation im Simulationsmodell _____   | 9  |
| Tabelle 3: | Vergleich der Verkehrsqualitätsstufen für Knotenpunkte ohne<br>Lichtsignalanlage [Quelle: HBS 2015, Tabelle S5-1] _____ | 11 |
| Tabelle 4: | Übersicht Verkehrsqualitäten der untersuchten Querungsstellen _____   | 37 |

## Abbildungsverzeichnis

|              |  |    |
|--------------|--|----|
| Abbildung 1: | Innenstadt Münster mit Promenadenring (Karte: maps.google.de) _____                                      | 6  |
| Abbildung 2: | Lage der simulierten Querungsstellen (Karte: maps.google.de) _____                                       | 7  |
| Abbildung 3: | Verteilfunktion der Geschwindigkeiten für Radfahrer _____  | 9  |
| Abbildung 4: | Ausschnitt Simulationsmodell Querungsstelle Am Kreuztor (Hintergrund:<br>Bing-Map) _____                 | 12 |
| Abbildung 5: | Qualitätsstufen nach HBS an der Querung Am Kreuztor, Morgenspitze _____                                  | 13 |
| Abbildung 6: | Qualitätsstufen nach HBS an der Querung am Kreuztor, Nachmittagsspitze _____                             | 14 |
| Abbildung 7: | Qualitätsstufen nach HBS an der Querung Am Kreuztor mit<br>busbeeinflusster LSA, Morgenspitze _____      | 16 |
| Abbildung 8: | Qualitätsstufen nach HBS an der Querung Am Kreuztor mit<br>busbeeinflusster LSA, Nachmittagsspitze _____ | 17 |

|  |    |
|--|----|
| Abbildung 9: Ausschnitt aus dem Simulationsmodell Querung Neubrückentor<br>(Hintergrund: Bing-Map)                 | 18 |
| Abbildung 10: Qualitätsstufen nach HBS an der Querung Neubrückentor, Analyse<br>Morgenspitze                       | 19 |
| Abbildung 11: Qualitätsstufen nach HBS an der Querung Neubrückentor, Analyse<br>Nachmittagsspitze                  | 20 |
| Abbildung 12: Qualitätsstufen nach HBS an der Querung Neubrückentor, Morgenspitze                                  | 21 |
| Abbildung 13: Qualitätsstufen nach HBS an der Querung Neubrückentor,<br>Nachmittagsspitze                          | 22 |
| Abbildung 14: Qualitätsstufen nach HBS an der Querung Neubrückentor mit<br>busbeeinflusster LSA, Morgenspitze      | 24 |
| Abbildung 15: Qualitätsstufen nach HBS an der Querung Neubrückentor mit<br>busbeeinflusster LSA, Nachmittagsspitze | 25 |
| Abbildung 16: Qualitätsstufen nach HBS an der Querung Neubrückentor für den<br>Verkehrsversuch, Morgenspitze       | 27 |
| Abbildung 17: Qualitätsstufen nach HBS an der Querung Neubrückentor für den<br>Verkehrsversuch, Nachmittagsspitze  | 28 |
| Abbildung 19: Ausschnitt aus dem Simulationsmodell Querungsstelle Hörstertor<br>(Hintergrund: Bing-Maps)           | 29 |
| Abbildung 20: Qualitätsstufen nach HBS an der Querung Hörstertor, Morgenspitze                                     | 30 |
| Abbildung 21: Qualitätsstufen nach HBS an der Querung Hörstertor, Nachmittagsspitze                                | 31 |
| Abbildung 22: Ausschnitt aus dem Simulationsmodell für die Querungsstelle Salzstraße<br>(Hintergrund: Bing-Maps)   | 32 |
| Abbildung 23: Qualitätsstufen nach HBS an der Querung Salzstraße, Morgenspitze                                     | 33 |
| Abbildung 24: Qualitätsstufen nach HBS an der Querung Salzstraße, Nachmittagsspitze                                | 34 |

# 1 Ausgangssituation und Aufgabenstellung

Der Promenadenring in Münster ist ein rund 4,5 km langer autofreier Verteilerring, der für den Radverkehr in Münster eine zentrale Bedeutung besitzt. Für die Zukunft ist anzunehmen, dass die Bedeutung weiterhin steigt, da der Promenadenring als Ausgangs- und Endpunkt für 13 Velorouten dienen soll. Diese Velorouten verbinden die Innenstadt Münsters mit Außenstadtteilen und Umlandgemeinden.

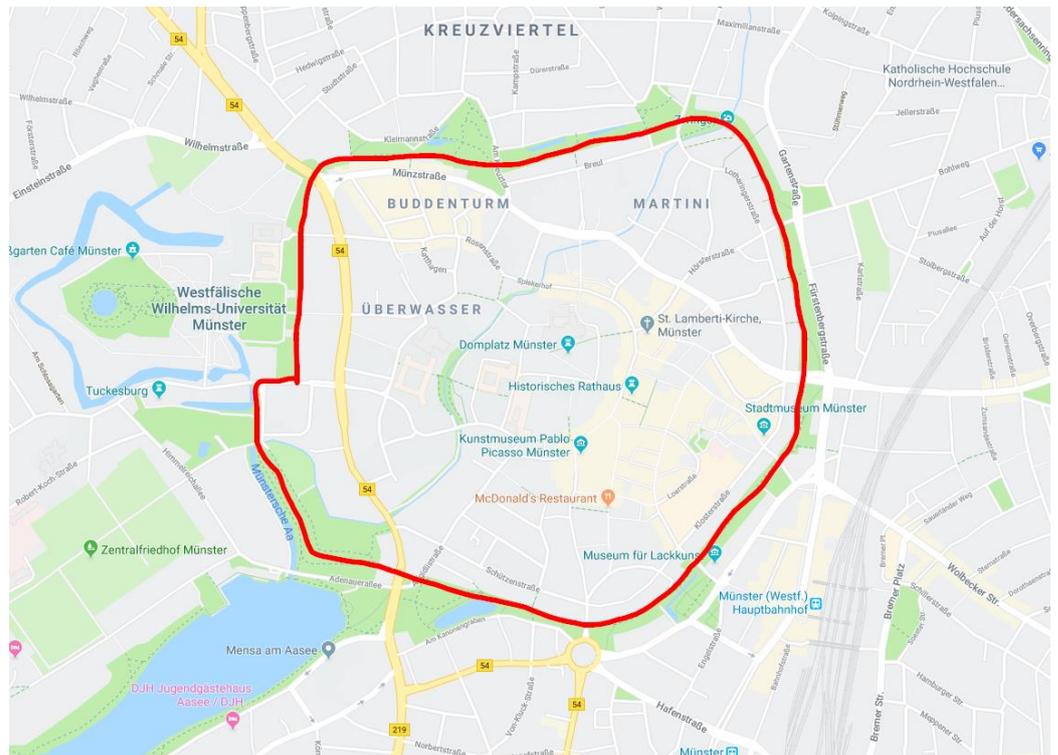


Abbildung 1: Innenstadt Münster mit Promenadenring (Karte: maps.google.de)

Im Bestand wird die Promenade an fast allen Querungsstellen untergeordnet geführt. Da an vielen Querungsstellen der Radverkehr sich aufgrund der großen Verkehrsmenge faktisch bereits selbst die Priorität geschaffen hat, soll die Auswirkungen einer dauerhaften verkehrlich geregelten Priorisierung für alle Verkehrsteilnehmer untersucht werden.

Mit einer mikroskopischen multimodalen Verkehrsflusssimulation sollen für vier ausgewählte Knotenpunkte des Promenadenrings die Auswirkungen auf den gesamtverkehrlichen Ablauf untersucht, sowie die Leistungsfähigkeiten über die Qualitätsstufen des Verkehrsablaufs nach dem HBS 2015<sup>1</sup> bestimmt werden. Ausgewählt wurden hierfür die Querungsstellen

- Am Kreuztor,
- Neubrückentor,

<sup>1</sup> Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen, Teil S Stadtstraßen, Ausgabe 2015

- Hörstertor und
- Salzstraße.

Für diese Querungsstellen liegen Planungen vor, die die Promenade als Vorfahrtsrichtung ausweisen. Für die Querungsstellen am Kreuztor und Neubrückentor ist ergänzend zu untersuchen, ob eine auf Anforderung durch den ÖPNV geschaltete Lichtsignalanlage die Wartezeiten reduzieren könnte.

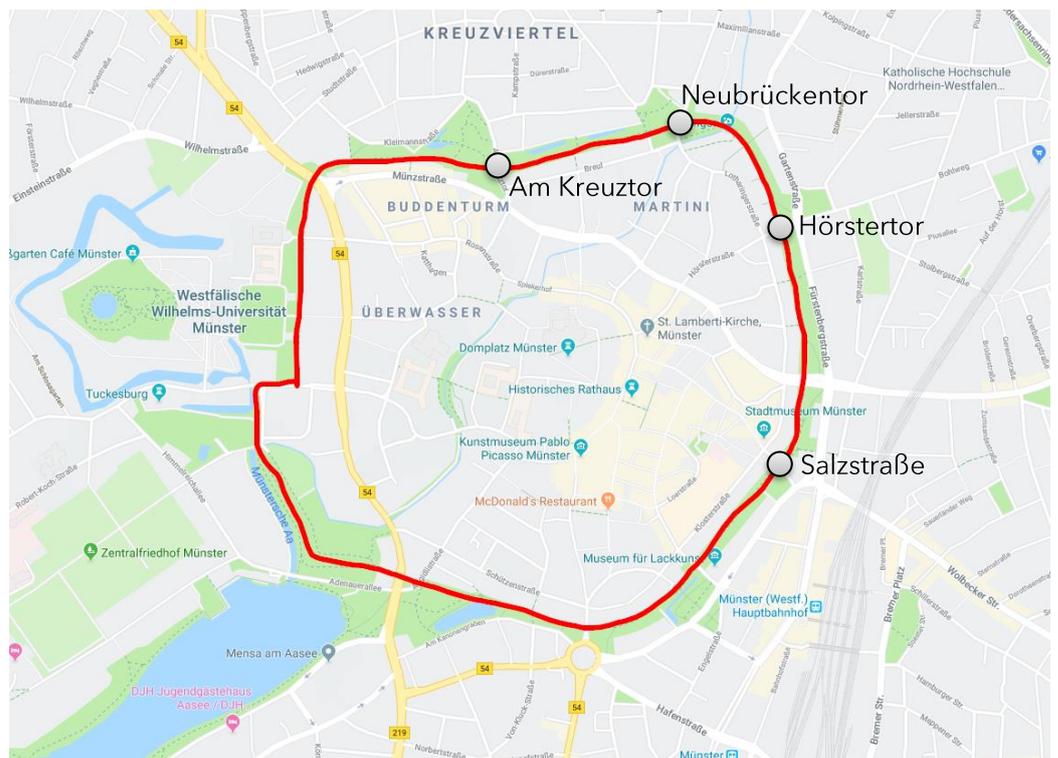


Abbildung 2: Lage der simulierten Querungsstellen (Karte: maps.google.de)

## 2 Mikroskopische Verkehrsflusssimulation

Rechnerische Nachweise nach dem HBS 2015 beziehen sich auf Einzelknoten. Auswirkungen auf den Verkehrsablauf auf Grund hoher Rückstaulängen, vorhandener Koordinierungen und benachbarter Knotenpunkte lassen sich so nicht bzw. nur näherungsweise darstellen. Weiterhin lassen sich die Abhängigkeiten der einzelnen Verkehrsmodi in einer Mikrosimulation detaillierter abbilden. Das Simulationsmodell wurde mit der PTV-eigenen Software Vissim 2020 umgesetzt.

Mit der Simulationssoftware Vissim ist es möglich auch komplexe Verkehrsabläufe nachzubilden, anschaulich zu visualisieren und somit die Verkehrszustände veränderter Verkehrsführungen darzustellen.

Das System ermöglicht realitätsgetreue Messungen des Verkehrsablaufs in einem beliebigen Zustand hinsichtlich Verkehrsqualität und Leistungsfähigkeit. Im Gegensatz zu deterministischen Rechenverfahren, die in der Regel für die Dimensionierung von Verkehrsanlagen ausgelegt sind, lassen sich so auch Reserven jenseits theoretischer Bedingungen identifizieren und die Verkehrsqualität unmittelbar beurteilen.

### 2.1 Eingangsdaten

Die Verkehrsmengen für die vier zu betrachtenden Knotenpunkte wurden durch die nts Ingenieurgesellschaft mbH am 26.06.2018 bei einer Verkehrszählung erhoben. Die so ermittelten Spitzenstunden für die morgendliche und nachmittägliche Hauptverkehrszeit wurden als Eingangswerte in das Modell übernommen und im Weiteren nicht separat abgebildet.

Für die Radfahrer wurde im Simulationsmodell die in der folgenden Abbildung und Tabelle dargestellte Verteilungsfunktion der Geschwindigkeit angenommen.

| Geschwindigkeit [km/h] | Anteil [%] |
|------------------------|------------|
| 14                     | 0          |
| 18                     | 9          |
| 22                     | 44         |
| 26                     | 77         |
| 30                     | 93         |
| 35                     | 100        |

Tabelle 1: Geschwindigkeitsverteilung für die Radfahrer

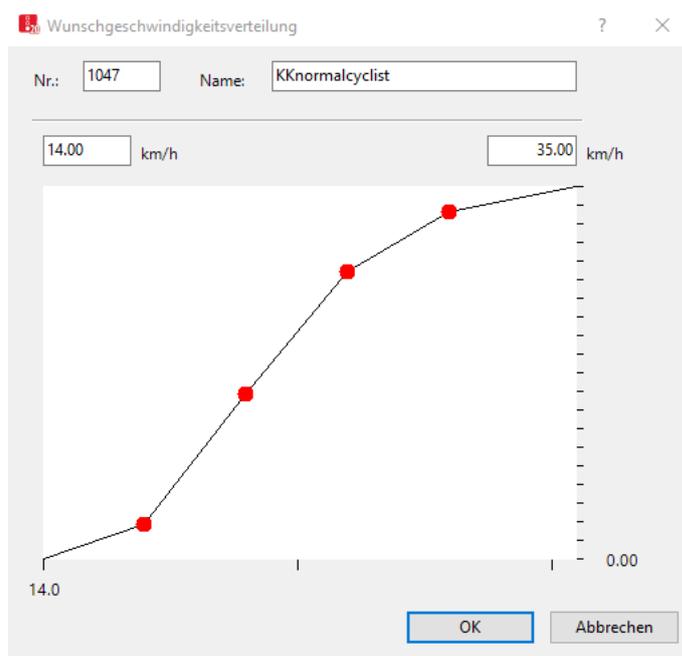


Abbildung 3: Verteilfunktion der Geschwindigkeiten für Radfahrer

Für die im Modell implementierten Fußgänger wurde die in Tabelle 2 dargestellte Verteilung der Altersklassen und Geschwindigkeiten gewählt.

| Altersgruppe                 | Geschlecht | Anteil [%] | mittlere Geschwindigkeit [m/s] |
|------------------------------|------------|------------|--------------------------------|
| < 30                         | weiblich   | 14,25      | 1,24                           |
|                              | männlich   | 14,25      | 1,48                           |
| 30 - 50                      | weiblich   | 19         | 0,95                           |
|                              | männlich   | 19         | 1,29                           |
| > 50                         | weiblich   | 14,25      | 0,75                           |
|                              | männlich   | 14,25      | 1,12                           |
| mobilitäts-<br>eingeschränkt | weiblich   | 2,5        | 0,49                           |
|                              | männlich   | 2,5        | 0,73                           |

Tabelle 2: Verteilung der Fußgängerpopulation im Simulationsmodell

Für die Kraftfahrzeuge wurde im Bereich der Querungen des Promenadenrings 30 km/h als Geschwindigkeit angenommen. Dies gilt sowohl für PKW, LKW als auch für die hier zum Teil verkehrenden Busse.

## 2.2 Modell, Kalibrierung und Simulation

Die zu untersuchenden Planfälle wurden jeweils in Vissim modelliert, Routen und Verkehrsmengen im Modell hinterlegt und Steuerungsunterlagen der Lichtsignalanlagen verkehrsabhängig implementiert.

Im Zuge der Kalibrierung des Modells wurden die Soll-Werte, basierend auf den Verkehrserhebungen, mit den Ist-Werten aus der jeweiligen Simulation verglichen. Die Kalibrierungsergebnisse einschließlich der Abweichungen sind im Anhang des Gutachtens hinterlegt.

Die Simulationen der einzelnen Planfälle erfolgte jeweils in 10 Simulationsläufen mit unterschiedlichen Startzufallszahlen.

## 2.3 Methodik der HBS-Nachweise

Auf Grundlage der erhobenen und ermittelten Dimensionierungsbelastungen an den Knotenpunkten wurden mithilfe der Simulation Leistungsfähigkeiten inklusive einer Einschätzung der Verkehrsqualität ermittelt. Die Nachweise wurden an allen vier zu untersuchenden Knotenpunkten durchgeführt.

Die Bewertung der Verkehrsqualität erfolgte in Anlehnung an das HBS 2015. Maßgebend zur Einstufung der Verkehrsqualität eines Knotenpunktes in der betrachteten Ausbauf orm ist die mittlere Wartezeit des Verkehrsstroms mit der schlechtesten Bedienqualität. Die Beschreibung und Einteilung der Qualitätsstufen des Verkehrsablaufs erfolgt in den Klassen (QSV) A bis F und sind in der nachfolgenden Tabelle 3 dargestellt.

| QSV Knotenpunkte ohne Lichtsignalanlagen: Regelung durch Vorfahrtsbeschilderung |   |   |   |
|---|---|---|---|
|   |   |   |   |
|   | Fahrzeugverkehr auf der Fahrbahn                | Radverkehr auf Radverkehrsanlagen und Fußgänger | Beschreibung  |
| <b>A</b>  | ≤ 10 s  | ≤ 5 s   | Die Mehrzahl der Verkehrsteilnehmer kann nahezu ungehindert den Knotenpunkt passieren. Die Wartezeiten sind sehr gering.  |
| <b>B</b>  | ≤ 20 s  | ≤ 10 s  | Die Abflussmöglichkeiten der wartepflichtigen Verkehrsströme werden vom bevorrechtigten Verkehr beeinflusst. Die dabei entstehenden Wartezeiten sind gering.  |
| <b>C</b>  | ≤ 30 s  | ≤ 15 s  | Die Verkehrsteilnehmer in den Nebenströmen müssen auf eine merkbare Anzahl von bevorrechtigten Verkehrsteilnehmern achten. Die Wartezeiten sind spürbar. Es kommt zur Bildung von Stau, der jedoch weder hinsichtlich seiner räumlichen Ausdehnung noch bezüglich der zeitlichen Dauer eine starke Beeinträchtigung darstellt.  |
| <b>D</b>  | ≤ 45 s  | ≤ 25 s  | Die Mehrzahl der Verkehrsteilnehmer in den Nebenströmen muss Haltevorgänge, verbunden mit deutlichen Zeitverlusten, hinnehmen. Für einzelne Verkehrsteilnehmer können die Wartezeiten hohe Werte annehmen. Auch wenn sich vorübergehend ein merklicher Stau in einem Nebenstrom ergeben hat, bildet sich dieser wieder zurück. Der Verkehrszustand ist noch stabil.   |
| <b>E</b>  | > 45 s  | ≤ 35 s  | Es bilden sich Staus, die sich bei der vorhandenen Belastung nicht mehr abbauen. Die Wartezeiten nehmen sehr große und dabei stark streuende Werte an. Geringfügige Verschlechterungen der Einflussgrößen können zum Verkehrszusammenbruch (d.h. ständige zunehmende Staulänge) führen. Die Kapazität wird erreicht.  |
| <b>F</b>  | Verkehrsstärke $q$ liegt über der Kapazität $C$ | > 35 s  | Die Anzahl der Verkehrsteilnehmer, die in einem Verkehrsstrom dem Knotenpunkt je Zeiteinheit zufließen, ist über eine Stunde größer als die Kapazität für diesen Verkehrsstrom. Es bilden sich lange, ständig wachsende Staus mit besonders hohen Wartezeiten. Diese Situation löst sich erst nach einer deutlichen Abnahme der Verkehrsstärken im zufließenden Verkehr wieder auf. Der Knotenpunkt ist überlastet. |

Tabelle 3: Vergleich der Verkehrsqualitätsstufen für Knotenpunkte ohne Lichtsignalanlage [Quelle: HBS 2015, Tabelle S5-1]

## 3 Ergebnisse der mikroskopischen Verkehrsflusssimulation

### 3.1 Am Kreuztor

An der Querungsstelle Am Kreuztor quert der Promenadenradweg die Straße Am Kreuztor. Zu berücksichtigen sind hier die Radfahrer und Fußgänger auf der Promenade, sowie die Radfahrer, Fußgänger und der Fahrzeugverkehr auf der Straße Am Kreuztor. Auf der Straße Am Kreuztor verkehren zusätzlich noch mehrere Buslinien, die in der Simulation ebenfalls berücksichtigt wurden. Es wurde sowohl die Morgenspitzenstunde als auch die Nachmittagspitzenstunde untersucht. Bei der Erhebung trat die Morgenspitzenstunde an diesem Knotenpunkt zwischen 7:30 und 8:30 Uhr auf, die Nachmittagspitzenstunde zwischen 17:00 und 18:00 Uhr.

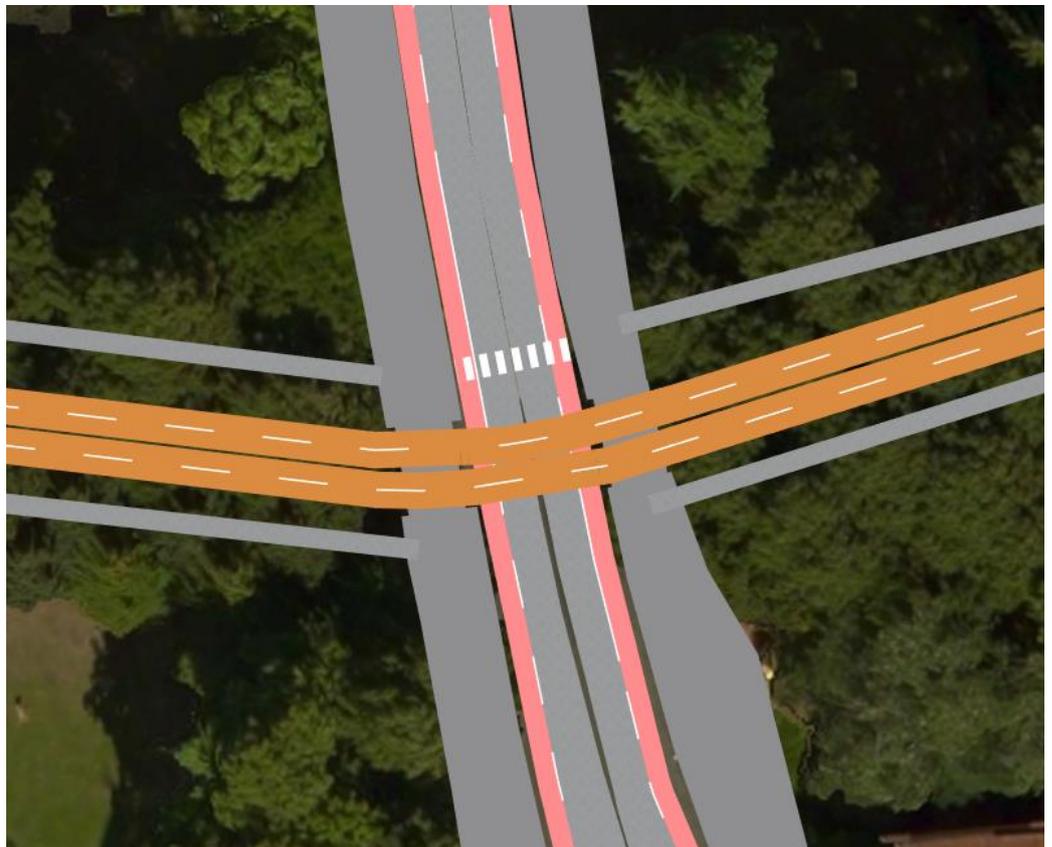


Abbildung 4: Ausschnitt Simulationsmodell Querungsstelle Am Kreuztor (Hintergrund: Bing-Map)

#### 3.1.1 Morgenspitzenstunde Planfall

Die Ergebnisse sind nach den einzelnen Verkehrsteilnehmern unterteilt. Auf der Straße Am Kreuztor soll der Radverkehr perspektivisch nicht auf einem baulich getrennten Radweg geführt werden, deswegen ist die Beurteilung der Qualitätsstufe des Verkehrs nach dem HBS für den Radverkehr hier zusammen mit dem Kfz-Verkehr vorzunehmen.

Die Ergebnisse der Kalibrierung sind im Anhang A auf den Seiten 2 und 3 dargestellt. Der Vergleich der Werte aus der Verkehrszählung mit den Werten der Simulation zeigt eine sehr geringe Abweichung. Durch den stochastischen Ansatz der Simulation ergeben sich zwar leichte Abweichungen, Werte größer als 5% treten jedoch fast nur aufgrund der sehr geringen gesamten Menge auf und sind deswegen zu vernachlässigen. Einzig auf der Verkehrsbeziehung Promenade West nach Am Kreuztor Süd tritt auch nach absoluten Zahlen eine größere Abweichung auf, was jedoch insgesamt keinen Einfluss auf das Ergebnis hat. Auch die Anzahl der Fußgänger an den Querungen entsprechen den Werten der Verkehrszählung.

Abbildung 5 ist die Bewertung der Qualitätsstufen des Verkehrsablaufs nach dem HBS zu entnehmen. Sie ergibt hier für den Promenadenring auf allen Verkehrsbeziehungen die Stufe A. Es tritt somit keine Beeinträchtigung der hier verkehrenden Radfahrer, Kfz und Fußgänger durch die Bevorrechtigung des Radverkehrs auf dem Promenadenring auf.

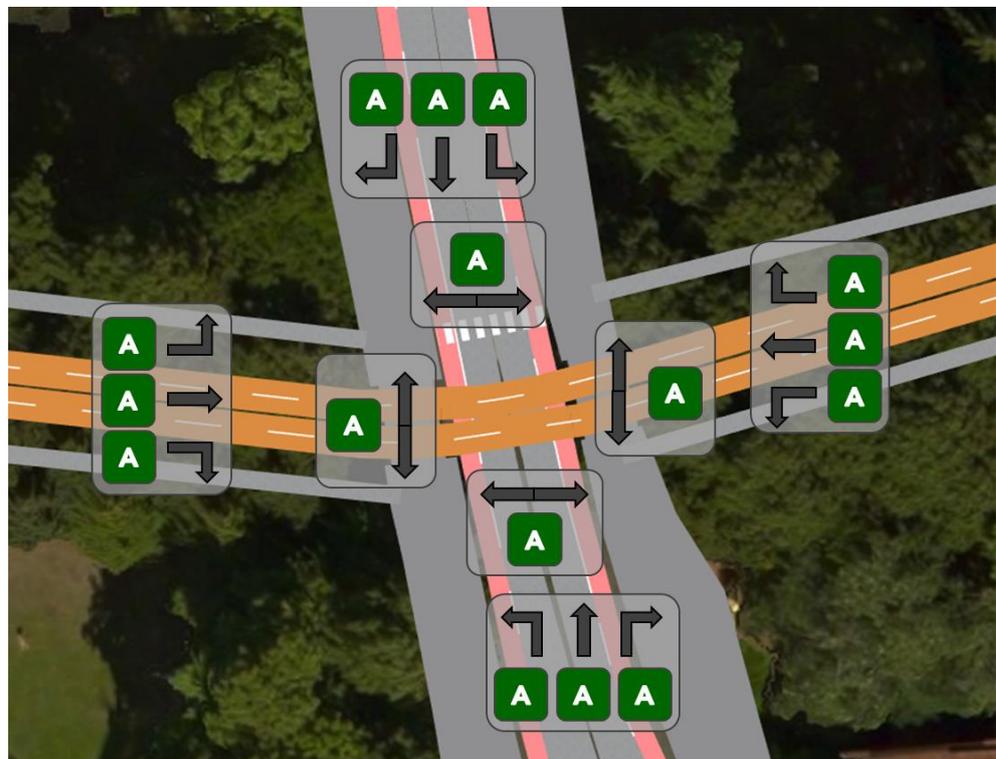


Abbildung 5: Qualitätsstufen nach HBS an der Querung Am Kreuztor, Morgenspitze

Die hier verkehrenden Busse haben in Fahrtrichtung Süden durchschnittlich 4,4 s Verlustzeit und in Fahrtrichtung Norden 6,7 s.

### 3.1.2 Nachmittagsspitzenstunde

Die Ergebnisse der Kalibrierung sind im Anhang A auf den Seiten 4 und 5 dargestellt. Der Vergleich der Werte aus der Verkehrszählung mit den Werten der Simulation zeigt eine sehr geringe Abweichung. Durch den stochastischen Ansatz der Simulation ergeben sich zwar leichte Abweichungen, Werte größer als 5% treten jedoch fast nur

aufgrund der sehr geringen gesamten Menge auf und sind deswegen zu vernachlässigen. Einzig auf der Verkehrsbeziehung Promenade West nach Am Kreuztor Süd tritt auch nach absoluten Zahlen eine größere Abweichung auf, was jedoch insgesamt keinen Einfluss auf das Ergebnis hat. Auch die Anzahl der Fußgänger an den Querungen entsprechen den Werten der Verkehrszählung.

Abbildung 6 ist die Bewertung der Qualitätsstufen des Verkehrsablaufs nach dem HBS zu entnehmen. Sie ergibt hier für den Promenadenring auf allen Verkehrsbeziehungen die Stufe A. Es tritt somit keine Beeinträchtigung der hier verkehrenden Radfahrer, Kfz und Fußgänger durch die Bevorrechtigung des Radverkehrs auf dem Promenadenring auf.

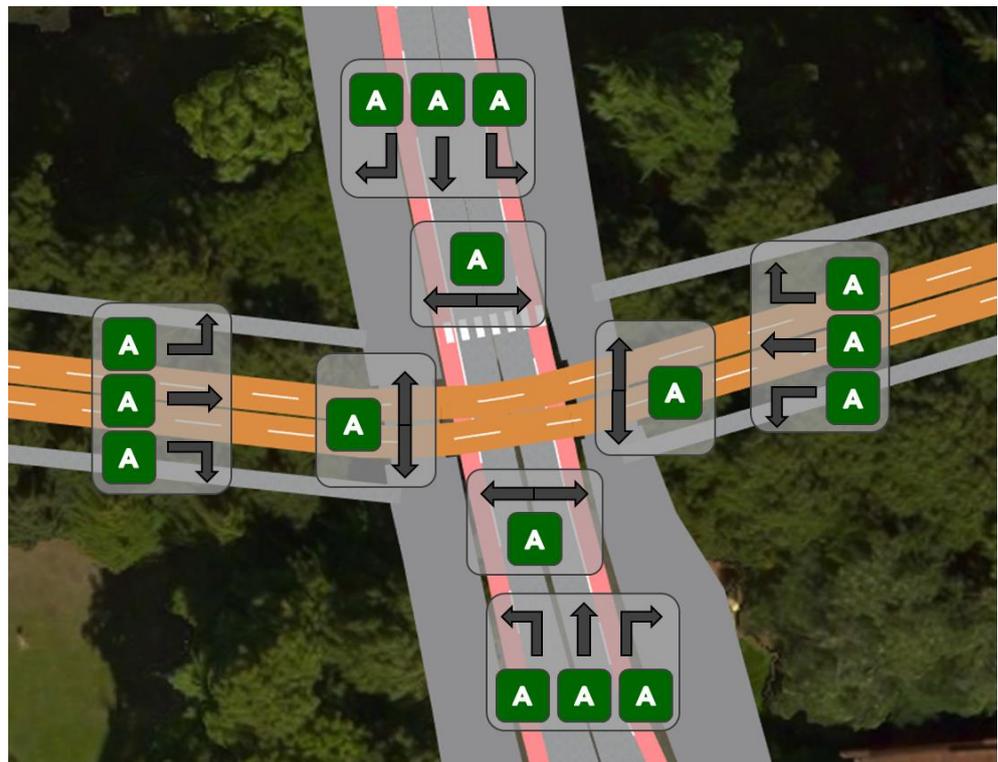


Abbildung 6: Qualitätsstufen nach HBS an der Querung am Kreuztor, Nachmittagsspitze

Die hier verkehrenden Busse haben in Fahrtrichtung Süden durchschnittlich 2,8 s Verlustzeit und in Fahrtrichtung Norden 4,7 s.

### 3.1.3 Zwischenfazit I

In beiden betrachteten Spitzenstunden sind alle Verkehrsbeziehungen mit sehr gut (QSV A) zu bewerten. Eine Bevorrechtigung des Radverkehrs wird aus gutachterlicher Sicht für diesen Knotenpunkt empfohlen.

## 3.2 Am Kreuztor mit busbeeinflusster Lichtsignalanlage

An diesem Knotenpunkt wurde zusätzlich noch der Einfluss einer Lichtsignalanlage untersucht, die durch die hier verkehrenden Busse freigeschaltet werden kann. Die Lichtsignalanlage ist hierzu auf dunkel geschaltet, sobald ein Bus sich der Kreuzung nähert und den hierfür vorgesehenen Detektor auslöst, wechselt der Signalgeber für den Verkehr auf der Promenade nach einer Übergangszeit mit Gelb auf Rot. Sobald der Rad- und Fußverkehr auf der Promenade gesperrt ist, wird der Signalgeber für den Verkehr auf der Straße am Kreuztor durch Schaltung des Signalgebers auf Grün freigegeben. Nachdem der Bus die Querungsstelle passiert hat, erfolgt die Abmeldung durch Überfahren eines weiteren Detektors und die Signalgeber werden wieder dunkel geschaltet.

Da die Vorrangschaltung für den Busverkehr nur gelegentlich eingreift, wird der Knotenpunkt weiterhin nach der Leistungsfähigkeit für vorfahrtgeregeltete Knotenpunkte bewertet.

Sollte die busbeeinflusste Lichtsignalanlage eingerichtet werden, entfällt an dieser Stelle der markierte Fußgängerüberweg zugunsten einer markierten Furt.

### 3.2.1 Morgenspitzenstunde

Die Ergebnisse sind nach den einzelnen Verkehrsteilnehmern unterteilt. Auf der Straße Am Kreuztor soll der Radverkehr perspektivisch nicht auf einem baulich getrennten Radweg geführt werden, deswegen ist die Beurteilung der Qualitätsstufe des Verkehrs nach dem HBS für Radverkehr hier zusammen mit dem KFZ-Verkehr vorzunehmen.

Die Ergebnisse der Kalibrierung sind im Anhang A auf den Seiten 6 und 7 dargestellt. Der Vergleich der Werte aus der Verkehrszählung mit den Werten der Simulation zeigt eine sehr geringe Abweichung. Durch den stochastischen Ansatz der Simulation ergeben sich zwar leichte Abweichungen, Werte größer als 5% treten jedoch fast nur aufgrund der sehr geringen gesamten Menge auf und sind deswegen zu vernachlässigen. Einzig auf der Verkehrsbeziehung Promenade West nach Am Kreuztor Süd tritt auch nach absoluten Zahlen eine größere Abweichung auf, was jedoch insgesamt keinen Einfluss auf das Ergebnis hat. Auch die Anzahl der Fußgänger an den Querungen entsprechen den Werten der Verkehrszählung.

Die Bewertung der Qualitätsstufen des Verkehrsablaufs nach dem HBS ergibt hier für den Promadenring auf allen Verkehrsbeziehungen die Stufe A, eine sehr gute Verkehrsqualität. Es tritt somit keine Beeinträchtigung der hier verkehrenden Radfahrer, Kfz und Fußgänger auf.

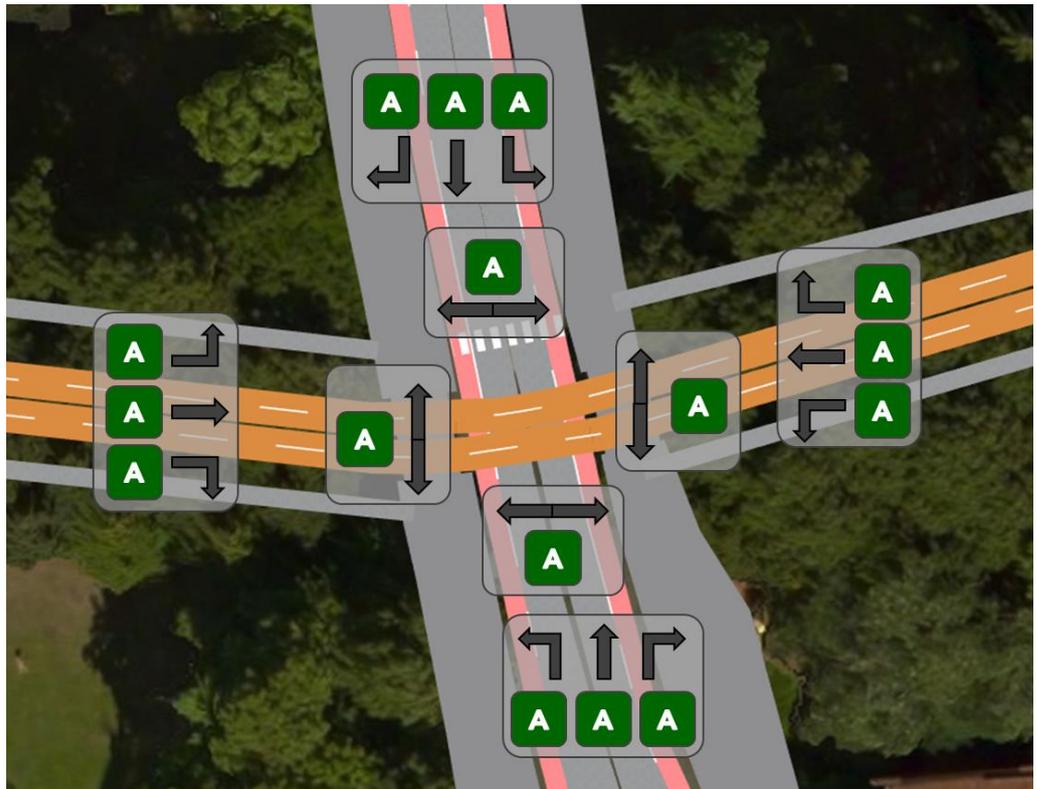


Abbildung 7: Qualitätsstufen nach HBS an der Querung Am Kreuztor mit busbeeinflusster LSA, Morgenspitze

Die hier verkehrenden Busse haben in Fahrtrichtung Süden durchschnittlich 0,2 s Verlustzeit und in Fahrtrichtung Norden weisen diese eine negative Verlustzeit von 0,9 s auf, sie sind somit etwas schneller als ihre Wunschgeschwindigkeit.

### 3.2.2 Nachmittagsspitzenstunde

Die Ergebnisse der Kalibrierung sind im Anhang A auf den Seiten 8 und 9 dargestellt. Der Vergleich der Werte aus der Verkehrszählung mit den Werten der Simulation zeigt eine sehr geringe Abweichung. Durch den stochastischen Ansatz der Simulation ergeben sich zwar leichte Abweichungen, Werte größer als 5% treten jedoch nur aufgrund der sehr geringen gesamten Menge auf und sind deswegen zu vernachlässigen. Das gleiche gilt für die Fußgängerquerungen

Abbildung 8 ist die Bewertung der Qualitätsstufen des Verkehrsablaufs nach dem HBS zu entnehmen. Sie ergibt hier für den Promenadenring auf allen Verkehrsbeziehungen die Stufe A. Es tritt somit keine Beeinträchtigung der hier verkehrenden Radfahrer, Kfz und Fußgänger durch die Bevorrechtigung des Radverkehrs auf dem Promenadenring auf.

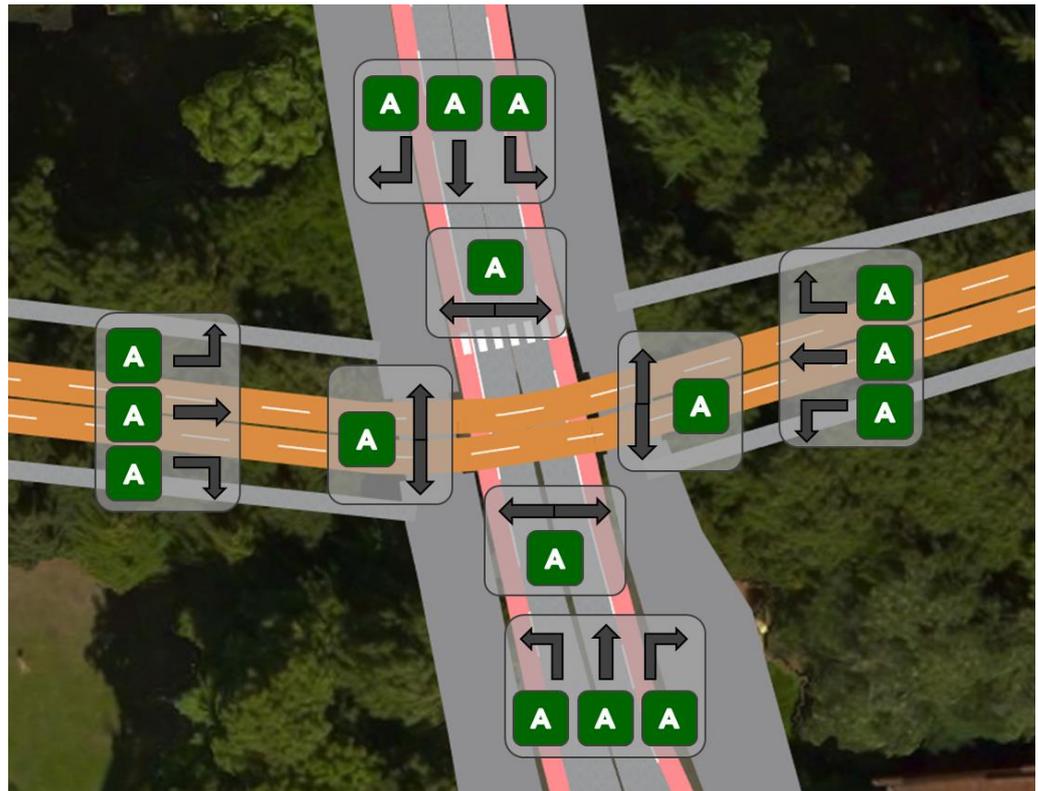


Abbildung 8: Qualitätsstufen nach HBS an der Querung Am Kreuztor mit busbeeinflusster LSA, Nachmittagsspitze

Die hier verkehrenden Busse haben in Fahrrichtung Süden durchschnittlich 0,2 s Verlustzeit und in Fahrrichtung Norden 0,9 s.

### 3.2.3 Zwischenfazit II

In beiden simulierten Spitzenstunden sind alle Verkehrsbeziehungen mit sehr gut (QSV A) zu bewerten. Durch die busbeeinflusste Lichtsignalanlage können die Busse diesen Bereich um 4 bis 6 Sekunden schneller und nahezu ohne Zeitverlust passieren. Dennoch sind die Zeitverluste ohne die auf Anforderung geschaltete Lichtsignalanlage nicht groß genug, um die Errichtung der Lichtsignalanlage in Betracht zu ziehen.

## 3.3 Neubrückentor Analyse

Die Analyse untersucht die Querungsstelle im Bestand mit Bevorrechtigung des Verkehrs auf der Straße Neubrückentor.

An der Querungsstelle Neubrückentor quert der Promenadenradweg die Straße Neubrückentor. Zu berücksichtigen sind hier die Radfahrer und Fußgänger auf der Promenade, sowie die Radfahrer, Fußgänger und der Fahrzeugverkehr auf der Straße Neubrückentor. Auf der Straße Neubrückentor verkehren zusätzlich noch mehrere Buslinien, die in der Simulation ebenfalls berücksichtigt wurden. Es wurde sowohl die

Morgenspitzenstunde als auch die Nachmittagspitzenstunde untersucht. Bei der Erhebung trat die Morgenspitzenstunde an diesem Knotenpunkt zwischen 7:30 und 8:30 Uhr auf, die Nachmittagspitzenstunde zwischen 15:45 und 16:45 Uhr.

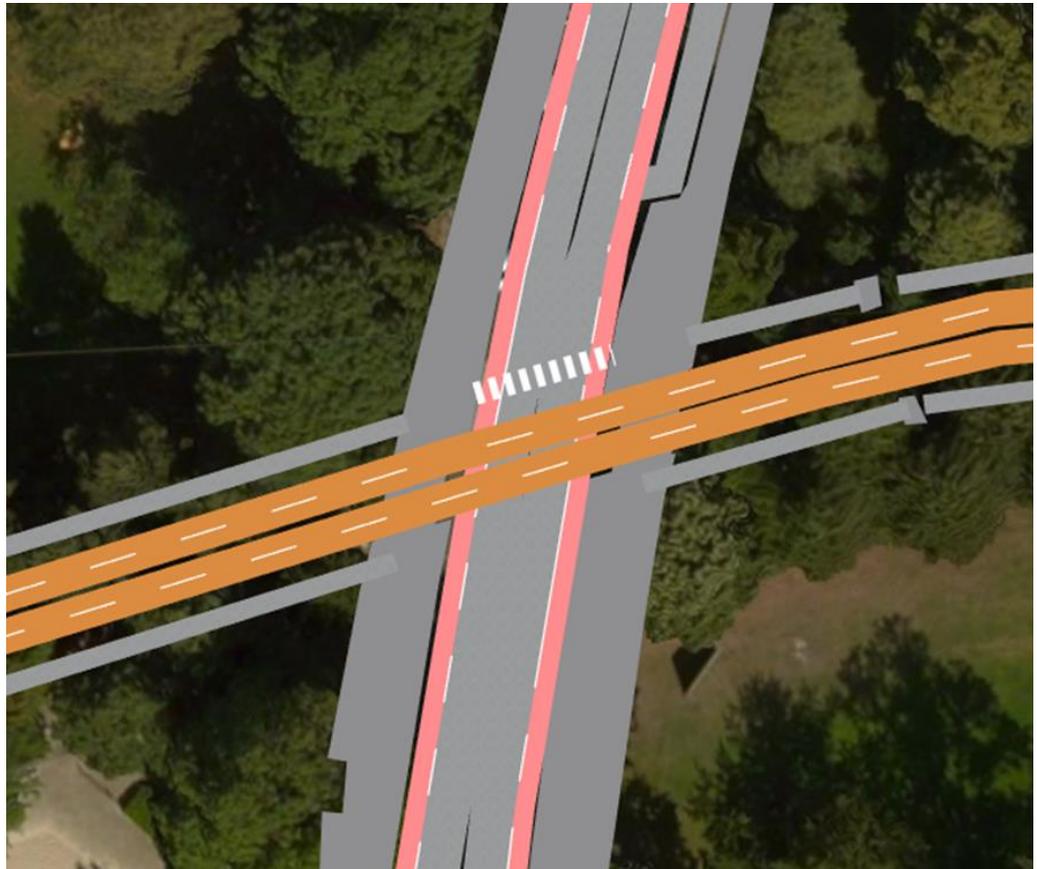


Abbildung 9: Ausschnitt aus dem Simulationsmodell Querung Neubrückentor (Hintergrund: Bing-Map)

### 3.3.1 Morgenspitzenstunde

Die Ergebnisse sind nach den einzelnen Verkehrsteilnehmern unterteilt. Auf der Straße Neubrückentor wird der Radverkehr nicht auf einem baulich getrennten Radweg geführt, deswegen ist die Beurteilung der Qualitätsstufe des Verkehrs nach dem HBS für Radverkehr hier zusammen mit dem KFZ-Verkehr vorzunehmen.

Die Ergebnisse der Kalibrierung sind im Anhang A auf den Seiten 10 und 11 dargestellt. Der Vergleich der Werte aus der Verkehrszählung mit den Werten der Simulation zeigt eine sehr geringe Abweichung. Durch den stochastischen Ansatz der Simulation ergeben sich zwar leichte Abweichungen, Werte größer als 5% treten jedoch nur aufgrund der sehr geringen gesamten Menge auf und sind deswegen zu vernachlässigen. Gleiches gilt für die Simulationsergebnisse der Fußgänger.

Die Querung des Promenadenrings an der Straße Neubrückentor ist in der Morgenspitzenstunde im Analysefall insgesamt als befriedigend (QSV C) zu bewerten. Wie in



Linksabbieger auf die Straße Neubrückentor maßgeblich. Die weiteren Verkehrsbeziehungen sind als sehr gut oder gut zu bewerten (QSV A und B)

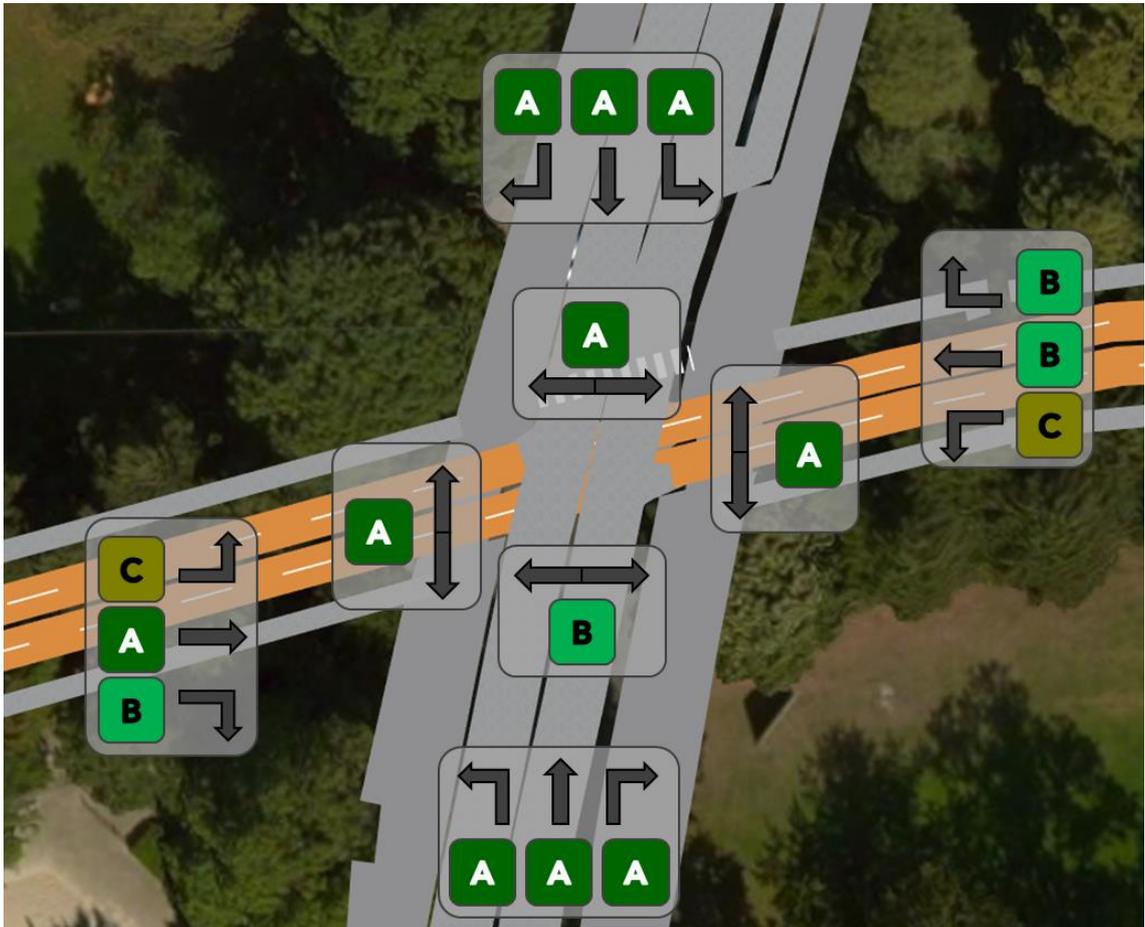


Abbildung 11: Qualitätsstufen nach HBS an der Querung Neubrückentor, Analyse Nachmittagsspitze

Die hier verkehrenden Busse haben in Fahrtrichtung Süden durchschnittlich 1,9 s Verlustzeit und in Fahrtrichtung Norden 2,6 s.

### 3.3.3 Zwischenfazit III

In beiden Spitzenstunden treten in der Analyse an der Querung der Straße Neubrückentor durch den Promenadenring keine Defizite bezüglich der Leistungsfähigkeit auf.

## 3.4 Neubrückentor Planfall

Der Planfall untersucht die Querungsstelle mit Bevorrechtigung des Verkehrs auf dem Promenadenring.

### 3.4.1 Morgenspitzenstunde

Die Ergebnisse sind nach den einzelnen Verkehrsteilnehmern unterteilt. Auf der Straße Neubrückentor wird der Radverkehr nicht auf einem baulich getrennten Radweg geführt, deswegen ist die Beurteilung der Qualitätsstufe des Verkehrs nach dem HBS für Radverkehr hier zusammen mit dem KFZ-Verkehr vorzunehmen.

Die Ergebnisse der Kalibrierung sind im Anhang A auf den Seiten 14 und 15 dargestellt. Der Vergleich der Werte aus der Verkehrszählung mit den Werten der Simulation zeigt eine sehr geringe Abweichung. Durch den stochastischen Ansatz der Simulation ergeben sich zwar leichte Abweichungen, Werte größer als 5% treten jedoch nur aufgrund der sehr geringen gesamten Menge auf und sind deswegen zu vernachlässigen. Die Simulationsergebnisse der Fußgänger weichen an den zwei Querungen des Promenadenringes leicht ab. Diese Abweichungen traten auf, da die Auswerteflächen teilweise sehr eng aneinander liegen und so auch Fußgänger der anderen Querungsrichtungen diese Messflächen betreten haben könnten.

Die Querung des Promenadenringes an der Straße Neubrückentor ist in der Morgenspitzenstunde bei Bevorrechtigung des Radverkehrs insgesamt als befriedigend (QSV C) zu bewerten. Wie in Abbildung 12 dargestellt sind hierfür maßgeblich der von Westen kommende Linksabbieger auf die Straße Neubrückentor und der von Norden kommende Linksabbieger. Die weiteren Verkehrsbeziehungen sind als sehr gut oder gut zu bewerten (QSV A und B).

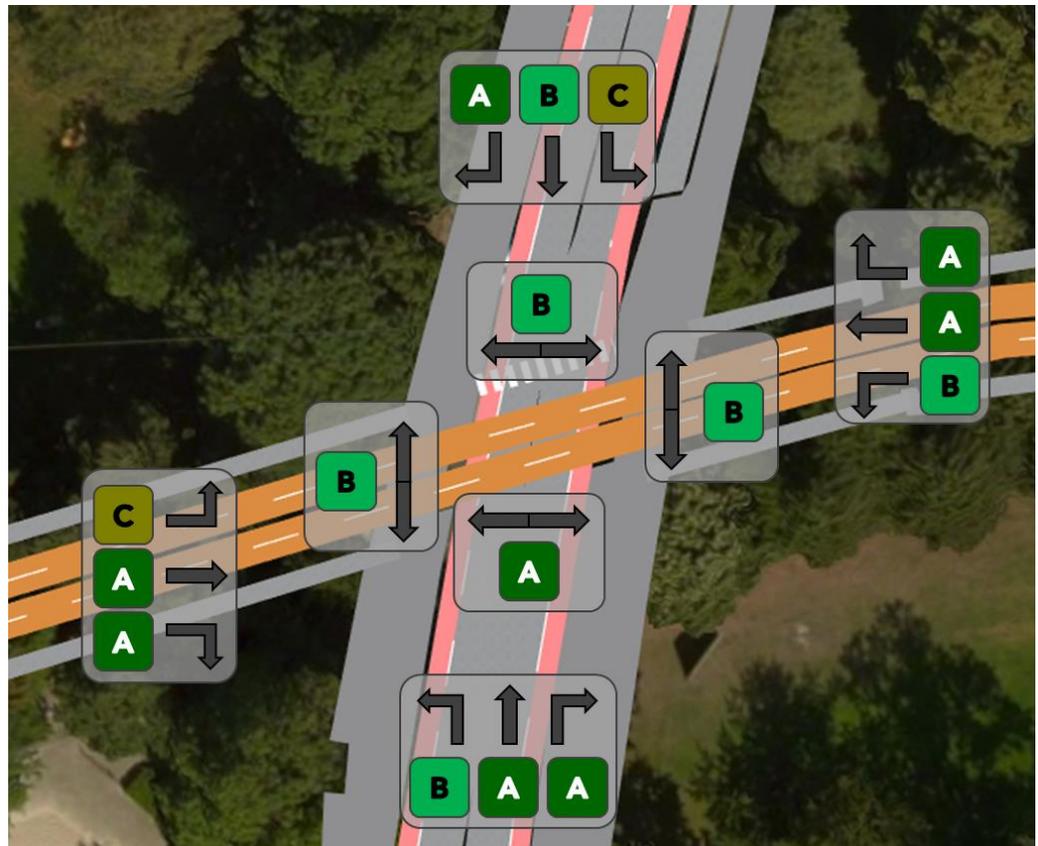


Abbildung 12: Qualitätsstufen nach HBS an der Querung Neubrückentor, Morgenspitze

Die hier verkehrenden Busse haben in Fahrtrichtung Süden durchschnittlich 10,6 s Verlustzeit und in Fahrtrichtung Norden 7,1 s.

### 3.4.2 Nachmittagsspitzenstunde

Die Ergebnisse der Kalibrierung sind im Anhang A auf den Seiten 16 und 17 dargestellt. Der Vergleich der Werte aus der Verkehrszählung mit den Werten der Simulation zeigt eine sehr geringe Abweichung. Durch den stochastischen Ansatz der Simulation ergeben sich zwar leichte Abweichungen, Werte größer als 5% treten jedoch nur aufgrund der sehr geringen gesamten Menge auf und sind deswegen zu vernachlässigen. Die Simulationsergebnisse der Fußgänger weichen an den zwei Querungen des Promenadenringes leicht ab. Diese Abweichungen traten auf, da die Auswerteflächen teilweise sehr eng aneinander liegen und so auch Fußgänger der anderen Querungsrichtungen diese Messflächen betreten haben könnten.

Die Querung des Promenadenringes an der Straße Neubrückentor ist in der Nachmittagsspitzenstunde bei Bevorrechtigung des Radverkehrs insgesamt als befriedigend (QSV C) zu bewerten. Wie in Abbildung 13 dargestellt sind hierfür maßgeblich der von Westen kommende Linksabbieger auf die Straße Neubrückentor und der von Norden kommende Linksabbieger. Die weiteren Verkehrsbeziehungen sind als sehr gut oder gut zu bewerten (QSV A und B)

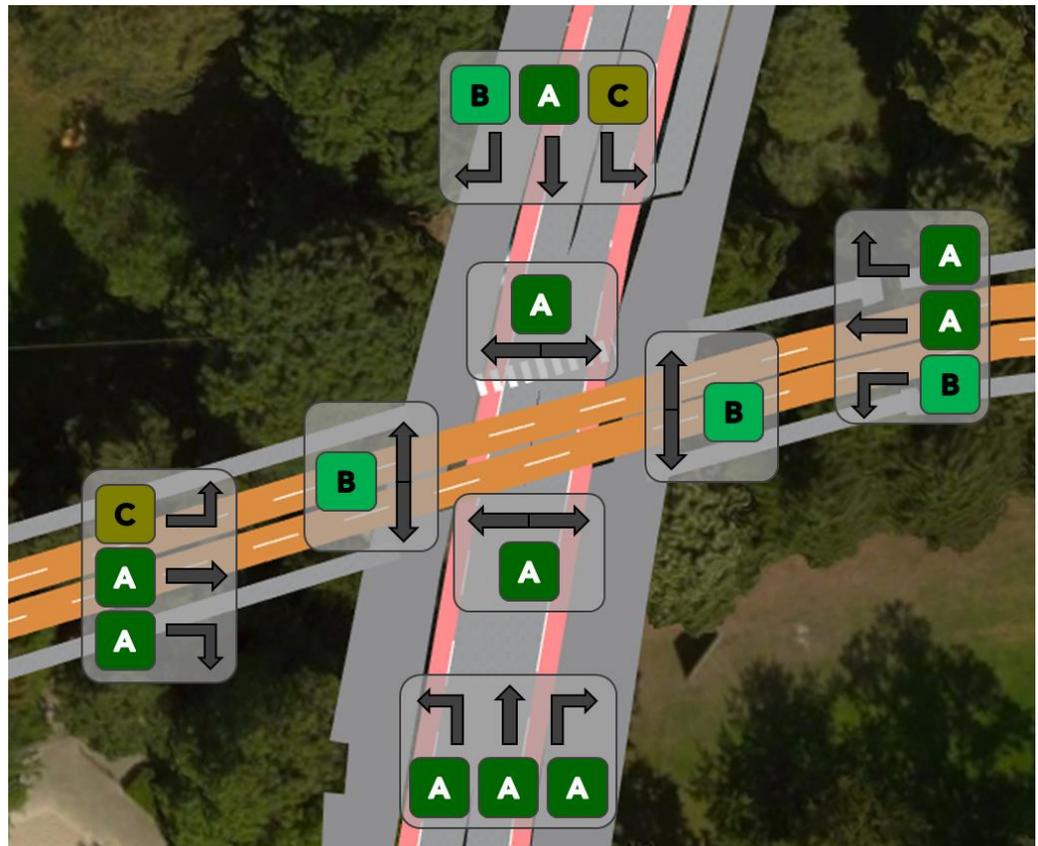


Abbildung 13: Qualitätsstufen nach HBS an der Querung Neubrückentor, Nachmittagsspitze

Die hier verkehrenden Busse haben in Fahrtrichtung Süden durchschnittlich 16,86 s Verlustzeit und in Fahrtrichtung Norden 12,4 s.

### 3.4.3 Zwischenfazit IV

Bis auf zwei Verkehrsbeziehungen weisen alle Verkehrsbeziehungen in beiden Spitzenstunden eine sehr gute oder gute Verkehrsqualität auf. In beiden Spitzenstunden weisen jeweils zwei Linksabbieger die Qualitätsstufe C auf. Dennoch kann aus gutachterlicher Sicht die Bevorrechtigung des Radverkehrs an dieser Querung empfohlen werden.

## 3.5 Neubrückentor mit busbeeinflusster Lichtsignalanlage

An diesem Knotenpunkt wurde zusätzlich noch der Einfluss einer Lichtsignalanlage untersucht, die durch die hier verkehrenden Busse freigeschaltet werden kann. Die Lichtsignalanlage ist hierzu auf dunkel geschaltet, sobald ein Bus sich der Kreuzung nähert und den hierfür vorgesehenen Detektor auslöst, wechselt der Signalgeber für den Verkehr auf der Promenade nach einer Übergangszeit mit Gelb auf Rot. Sobald der Rad- und Fußverkehr auf der Promenade gesperrt ist, wird der Signalgeber für den Verkehr auf der Straße Neubrückentor durch Schaltung des Signalgebers auf Grün freigegeben. Nachdem der Bus die Querungsstelle passiert hat, erfolgt die Abmeldung durch Überfahren eines weiteren Detektors und die Signalgeber werden wieder dunkel geschaltet.

Da die Vorrangschaltung für den Busverkehr nur gelegentlich eingreift, wird der Knotenpunkt weiterhin nach der Leistungsfähigkeit für vorfahrtgeregeltete Knotenpunkte bewertet.

Sollte die busbeeinflusste Lichtsignalanlage eingerichtet werden, entfällt an dieser Stelle der markierte Fußgängerüberweg zugunsten einer markierten Furt.

### 3.5.1 Morgenspitzenstunde

Die Ergebnisse der Kalibrierung sind im Anhang A auf den Seiten 18 und 19 dargestellt. Der Vergleich der Werte aus der Verkehrszählung mit den Werten der Simulation zeigt eine sehr geringe Abweichung. Durch den stochastischen Ansatz der Simulation ergeben sich zwar leichte Abweichungen, Werte größer als 5% treten jedoch nur aufgrund der sehr geringen gesamten Menge auf und sind deswegen zu vernachlässigen. Die Simulationsergebnisse der Fußgänger weichen an der westlichen Querung des Promadenringes leicht ab. Diese Abweichung trat auf, da die Auswerteflächen teilweise sehr eng aneinander liegen und so auch Fußgänger der anderen Querungsrichtungen diese Messflächen betreten haben könnten.

Der Knotenpunkt ist mit der busbeeinflussten Lichtsignalanlage in der Morgenspitzenstunde mit einem ausreichenden (QSV D) zu bewerten. Wie in Abbildung 14

dargestellt ist hierfür der von Westen kommende Linksabbieger maßgeblich. Die weiteren Verkehrsbeziehungen sind weitestgehend mit sehr gut oder gut zu bewerten (QSV A und B), der von Norden kommende Linksabbieger weist eine befriedigende Qualitätsstufe (QSV C) auf.

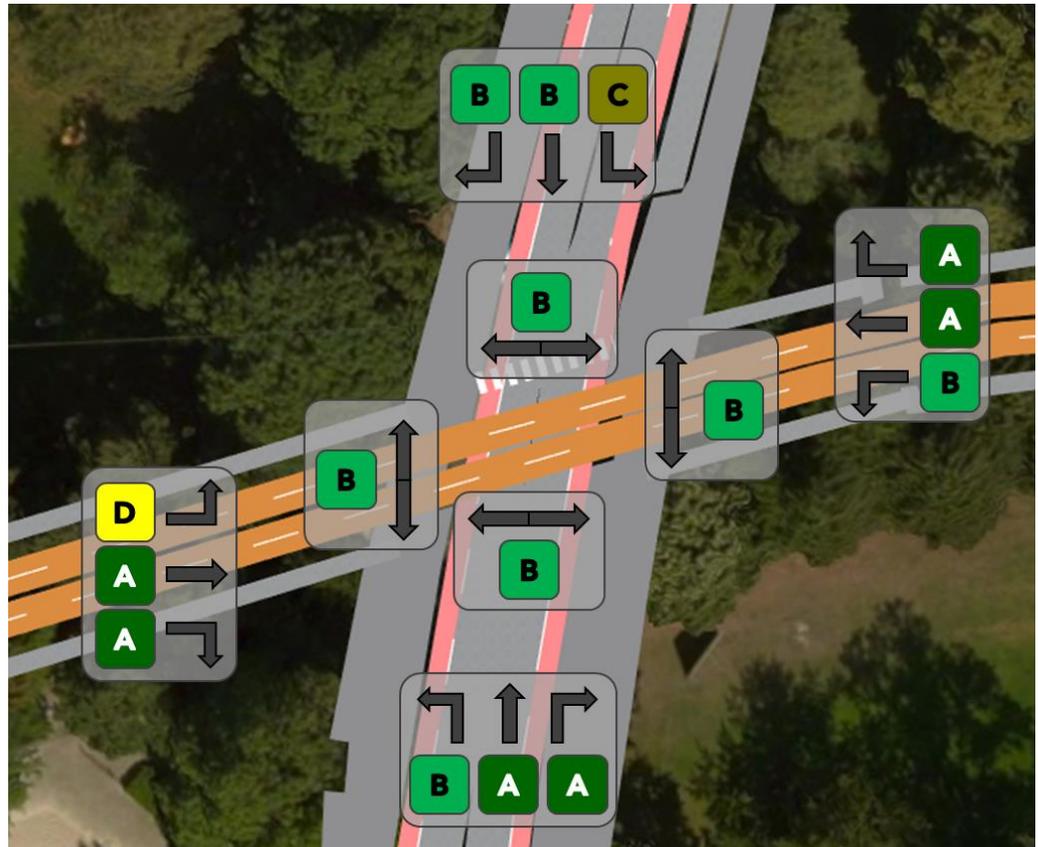


Abbildung 14: Qualitätsstufen nach HBS an der Querung Neubrückentor mit busbeeinflusster LSA, Morgenspitze

Die hier verkehrenden Busse haben in beiden Fahrtrichtungen durchschnittlich 1,0 s Verlustzeit.

### 3.5.2 Nachmittagsspitzenstunde

Die Ergebnisse der Kalibrierung sind im Anhang A auf den Seiten 20 und 21 dargestellt. Der Vergleich der Werte aus der Verkehrszählung mit den Werten der Simulation zeigt eine sehr geringe Abweichung. Durch den stochastischen Ansatz der Simulation ergeben sich zwar leichte Abweichungen, Werte größer als 5% treten jedoch nur aufgrund der sehr geringen gesamten Menge auf und sind deswegen zu vernachlässigen. Auch die in der Simulation gemessenen Verkehre auf den Fußgängerquerungen passen gut zu den Eingabewerten. Nur auf der westlichen Seite der Promenadenquerung wurden zu viele Fußgänger in der Simulation gemessen, dies ist wahrscheinlich durch die Art der Messung geschuldet, da hier Personen den Messbereich auch mehrmals betreten haben könnten, oder auch Personen die die Straße

Neubrückequeren sollten den Messbereich betreten haben können. Die hier ermittelten Werte sind dennoch plausibel und können verwendet werden.

Der Knotenpunkt ist mit der busbeeinflussten Lichtsignalanlage in der Morgenspitzenstunde mit einem ausreichen (QSV D) zu bewerten. Wie in Abbildung 15 dargestellt ist hierfür der von Westen kommende Linksabbieger maßgeblich. Die weiteren Verkehrsbeziehungen sind mit sehr gut oder gut zu bewerten (QSV A und B).

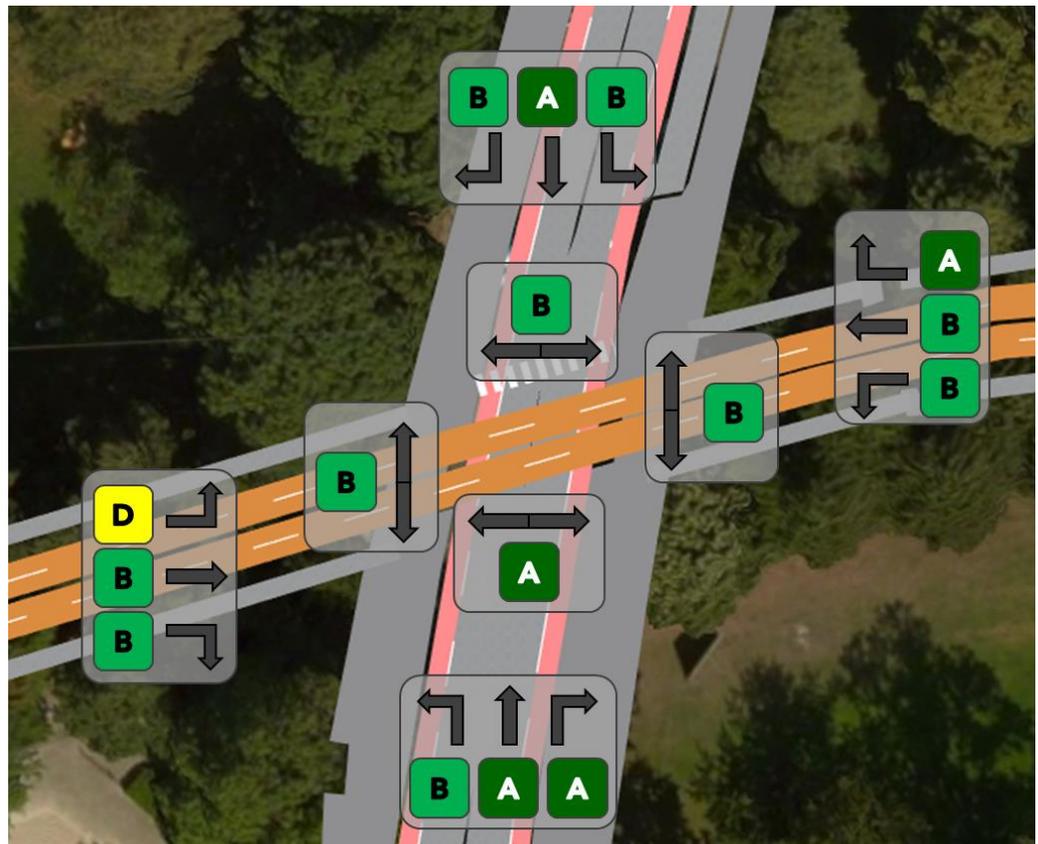


Abbildung 15: Qualitätsstufen nach HBS an der Querung Neubrückentor mit busbeeinflusster LSA, Nachmittagsspitze

Die hier verkehrenden Busse haben in beiden Fahrtrichtungen durchschnittlich 4,2 s Verlustzeit.

### 3.5.3 Zwischenfazit V

In der Morgenspitzenstunde weisen zwei Verkehrsbeziehungen nicht mindestens die Qualitätsstufen A oder B auf, in der Nachmittagsspitzenstunde eine Verkehrsbeziehung. Dabei hat jeweils der Linksabbieger aus westlicher Richtung des Promenadenrings durch die gelegentliche Schaltung der Lichtsignalanlage für die Busse eine ausreichende Verkehrsqualität. Durch die Vorrangschaltung können die Busse teilweise bis zu 12 Sekunden schneller den Bereich räumen. Insgesamt ist aber die Verlustzeit der Busse ohne Vorrangschaltung in diesem Bereich zu gering, um diese als notwendig zu erachten.

## 3.6 Neubrückentor Verkehrsversuch

Die Querungsstelle Promenadenring – Neubrückentor soll für einen Verkehrsversuch genutzt werden. Hierfür ist geplant, die Bevorrechtigung des Radverkehrs auf dem Promenadenring mit Stoppschildern auf der querenden Straße herzustellen. Dies wurde im bestehenden Simulationsmodell eingefügt und ausgewertet. Aufgrund des großen Rückstaus in Nord-Süd-Richtung wurden die hier linksabbiegenden Fahrräder beim Einordnen auf die Fahrbahn gegenüber dem Kfz-Verkehr bevorrechtigt. Bei einem Stau kann eher angenommen werden, dass sich die Radfahrer leichter einordnen können und ansonsten wäre es in der Simulation zu einer Blockade aller Fahrradfahrer gekommen.

### 3.6.1 Morgenspitzenstunde

Die Ergebnisse der Kalibrierung sind im Anhang A auf den Seiten 22 und 23 dargestellt. Der Vergleich der Werte aus der Verkehrszählung mit den Werten der Simulation zeigt eine sehr geringe Abweichung. Durch den stochastischen Ansatz der Simulation ergeben sich zwar leichte Abweichungen, Werte größer als 5% treten jedoch nur aufgrund der sehr geringen gesamten Menge auf und sind deswegen zu vernachlässigen. Einzig bei den Fahrzeugen in Richtung Süden wurde eine deutliche Abweichung gemessen, dies ist bedingt durch einen Rückstau. Auch die in der Simulation gemessenen Verkehre auf den Fußgängerquerungen passen gut zu den Eingabewerten.

Im Vergleich zum Modell mit der Vorfahrtsbeschilderung verbessert sich die Leistungsfähigkeit für die Radfahrer auf dem Promenadenring, jedoch verschlechtert sich die Leistungsfähigkeit für den von Norden kommenden Verkehr auf der Kanalstraße erheblich. Der hier geradeausfahrende Verkehr kann nur mit einem ungenügend (QSV F) bewertet werden. Dies ist hauptsächlich durch den Kfz-Verkehr bedingt. Durch das Abstoppen jedes Fahrzeuges vor der Querung kommt es zu einem deutlichen Rückstau von über 80 m, der sich in der Simulation nicht abbaut. Dies lässt darauf schließen, dass die Kapazität an der Querungsstelle für diesen Verkehrsstrom geringer als die Nachfrage ist. In der Gegenrichtung verändern sich die Verkehrsqualitäten nur gering. Dies ist bedingt durch den deutlichen Unterschied der Verkehrsströme. In Nord-Süd-Richtung verkehren hier in der Morgenspitzenstunde 313 Fahrzeuge und in Süd-Nord-Richtung nur 94.

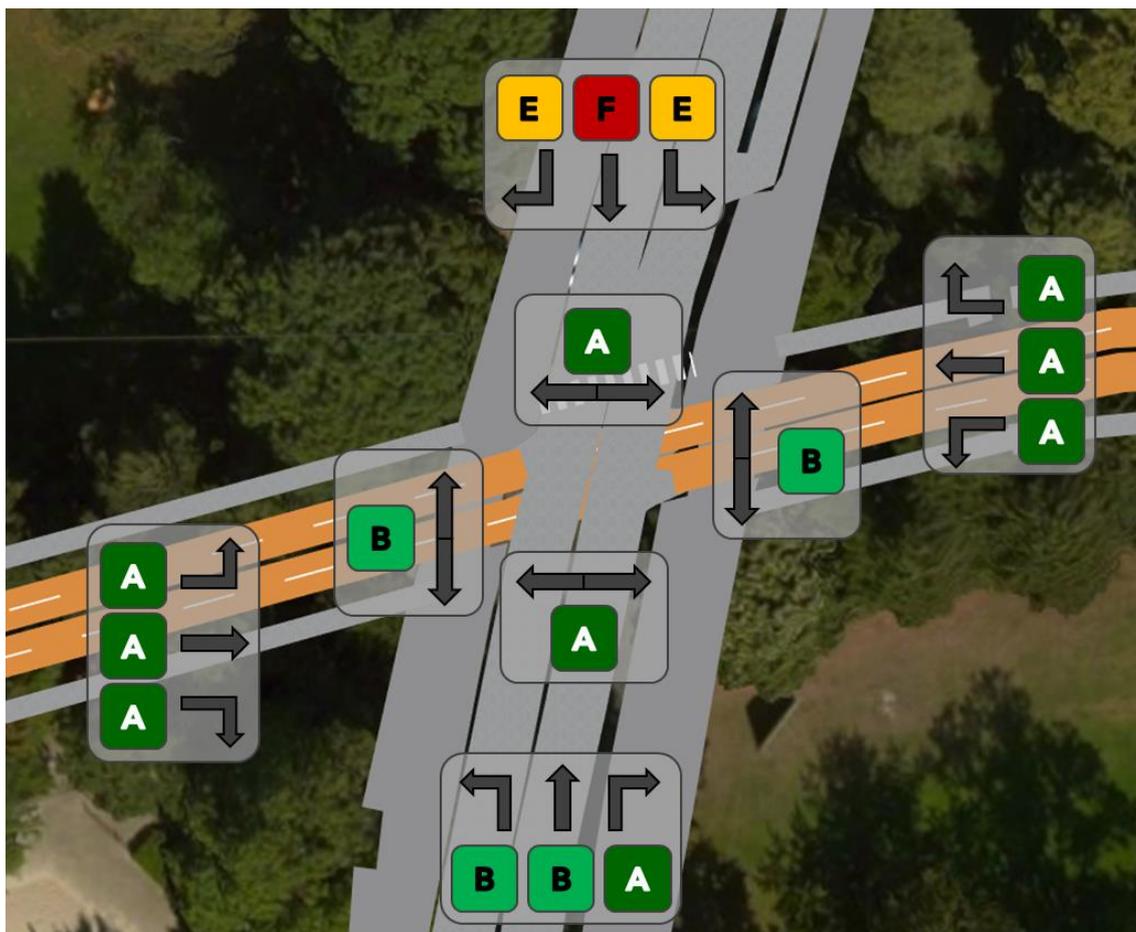


Abbildung 16: Qualitätsstufen nach HBS an der Querung Neubrückentor für den Verkehrsversuch, Morgenspitze

Die hier verkehrenden Busse haben in Fahrtrichtungen Süden durchschnittlich 113,9 s Verlustzeit und in Fahrtrichtung Norden 28,4 s.

### 3.6.2 Nachmittagsspitzenstunde

Die Ergebnisse der Kalibrierung sind im Anhang A auf den Seiten 24 und 25 dargestellt. Der Vergleich der Werte aus der Verkehrszählung mit den Werten der Simulation zeigt eine sehr geringe Abweichung. Durch den stochastischen Ansatz der Simulation ergeben sich zwar leichte Abweichungen, Werte größer als 5% treten jedoch nur aufgrund der sehr geringen gesamten Menge auf und sind deswegen zu vernachlässigen. Auch die in der Simulation gemessenen Verkehre auf den Fußgängerquerungen passen gut zu den Eingabewerten.

Auch in der Nachmittagsspitzenstunde verschlechtert sich in der Simulation die Leistungsfähigkeit für Verkehr auf der Kanalstraße und der Straße Neubrückentor. Die Nord-Süd-Richtung kann so nur noch mit einem ausreichend (QSV D) bewertet werden. Die Leistungsfähigkeit des Radverkehrs auf dem Promenadenring wird verbessert.

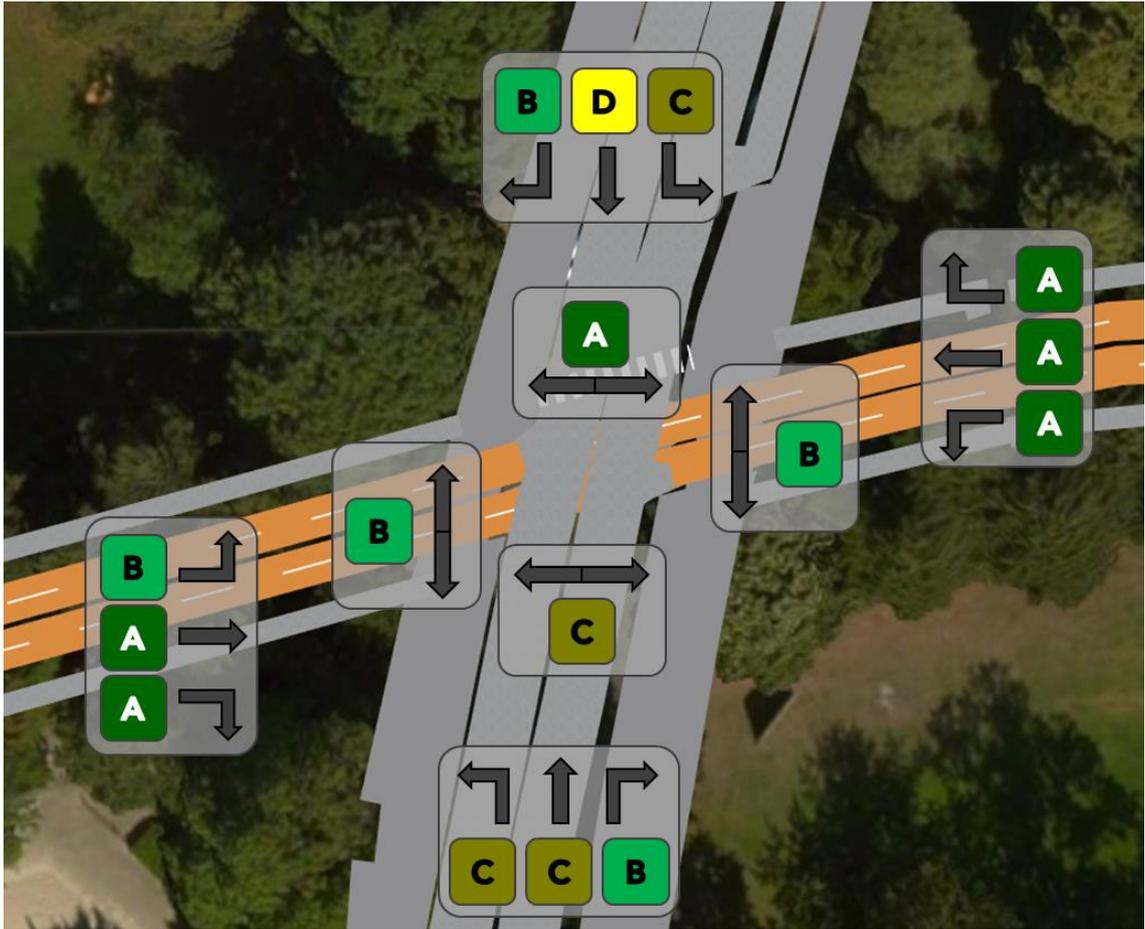


Abbildung 17: Qualitätsstufen nach HBS an der Querung Neubrückentor für den Verkehrsversuch, Nachmittagsspitze

Die hier verkehrenden Busse haben in Fahrrichtungen Süden durchschnittlich 50,0 s Verlustzeit und in Fahrrichtung Norden 32,6 s.

### 3.6.3 Zwischenfazit VI

In der Morgenspitzenstunde weist der Verkehr in Nord-Süd-Richtung nur eine ungenügende Leistungsfähigkeit auf. Durch die zusätzlichen Stoppschilder erhöht sich die Wahrscheinlichkeit, dass ein Kfz bei der Querung einen Radfahrer Vorfahrt gewähren muss, was bei der hier vorliegenden Verkehrsstärke zu einem deutlichen Rückstau führt, der sich in der Simulation nicht abbaut. In der Nachmittagsspitzenstunde ist die Leistungsfähigkeit mit ausreichend besser als in der Morgenspitzenstunde. Dennoch kann aus gutachterlicher Sicht die Bevorrechtigung des Radverkehrs an dieser Querung mit Stoppschildern nicht ohne weitere, die Verkehrsstärke reduzierende Maßnahmen empfohlen werden.

## 3.7 Hörstertor Planfall

An der Querungsstelle Hörstertor quert der Promenadenradweg die Straße Hörstertor. Zu berücksichtigen sind hier die Radfahrer und Fußgänger auf der Promenade, sowie die Radfahrer, Fußgänger und der Fahrzeugverkehr auf der Straße Hörstertor. Es wurde sowohl die Morgenspitzenstunde als auch die Nachmittagspitzenstunde untersucht. Bei der Erhebung trat die Morgenspitzenstunde an diesem Knotenpunkt zwischen 7:30 und 8:30 Uhr auf, die Nachmittagspitzenstunde zwischen 15:45 und 16:45 Uhr.



Abbildung 18: Ausschnitt aus dem Simulationsmodell Querungsstelle Hörstertor (Hintergrund: Bing-Maps)

### 3.7.1 Morgenspitzenstunde

Die Ergebnisse der Kalibrierung sind im Anhang A auf den Seiten 26 und 27 dargestellt. Der Vergleich der Werte aus der Verkehrszählung mit den Werten der Simulation zeigt eine sehr geringe Abweichung. Durch den stochastischen Ansatz der Simulation ergeben sich zwar leichte Abweichungen, Werte größer als 5% treten beim Radverkehr jedoch nur aufgrund der sehr geringen gesamten Menge auf und sind deswegen zu vernachlässigen. Die deutlichen Abweichungen beim Kfz-Verkehr sind dem Rückstau aufgrund des in unmittelbarer Nähe gelegenen Knotenpunktes geschuldet. Die Simulationsergebnisse der Fußgänger weichen an der östlichen Querung der Straße Hörstertor leicht ab. Diese Abweichung trat auf, da die Auswerteflächen teilweise sehr eng aneinander liegen und so auch Fußgänger der anderen Querungsrichtungen diese Messflächen betreten haben könnten.

Die Verkehrsqualität des Knotenpunktes ist insgesamt als ungenügend (QSV F) zu bewerten. Maßgeblich hierfür ist der Verkehr auf der Straße Hörstertor. Aufgrund der

geringen Entfernung von rund 50 m zwischen der Querung des Promenadenrings zum mit einer Lichtsignalanlage geregelten Knotenpunkt Hörstertor/Gartenstraße/Fürstenbergstraße/Bohlweg ist der Aufstellbereich für Kfz und Radfahrer vor dem nachfolgenden Signalgeber nicht ausreichend, um einen kontinuierlichen Verkehrsfluss zu gewährleisten. In Fahrtrichtung Osten können sobald der Aufstellbereich gefühlt ist keine weiteren Fahrzeuge den Promenadenring überqueren, obwohl dies aufgrund des Verkehrs möglich wäre. Erhalten die Fahrzeuge auf der Straße Hörstertor die Freigabe, kann die vorhandene Freigabezeit nicht immer komplett genutzt werden, da die Fahrzeuge dem Radverkehr auf dem Promenadenring Vorrang geben. In Fahrtrichtung Westen werden die Fahrzeuge durch den Radverkehr auf dem Promenadenring ebenfalls behindert und der Rückstau kann sich auch bis über den lichtsignalgeregelten Knotenpunkt ausdehnen.

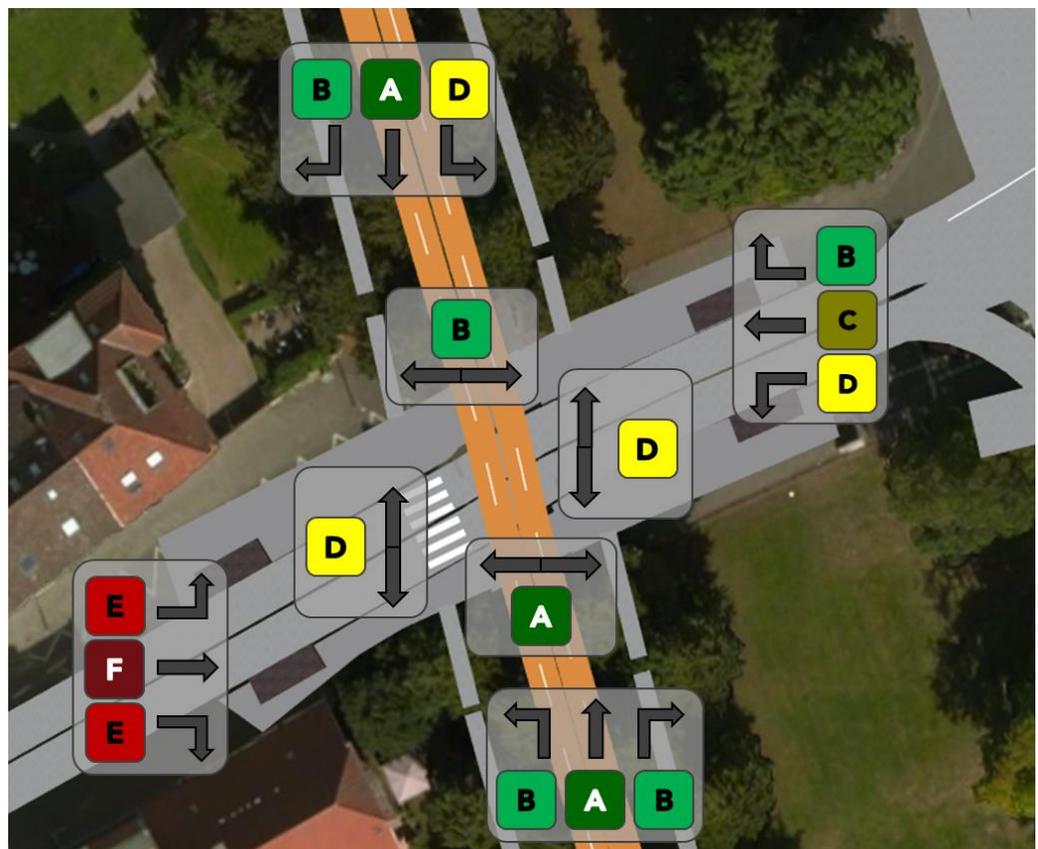


Abbildung 19: Qualitätsstufen nach HBS an der Querung Hörstertor, Morgenspitze

### 3.7.2 Nachmittagsspitzenstunde

Die Ergebnisse der Kalibrierung sind im Anhang A auf den Seiten 28 und 29 dargestellt. Der Vergleich der Werte aus der Verkehrszählung mit den Werten der Simulation zeigt eine sehr geringe Abweichung. Durch den stochastischen Ansatz der Simulation ergeben sich zwar leichte Abweichungen, Werte größer als 5% treten beim Radverkehr jedoch nur aufgrund der sehr geringen gesamten Menge auf und sind deswegen zu vernachlässigen. Die deutlichen Abweichungen beim Kfz-Verkehr sind dem Rückstau aufgrund des in unmittelbarer Nähe gelegenen Knotenpunktes

geschuldet. Die Simulationsergebnisse der Fußgänger weichen an der östlichen Querung der Straße Hörstertor leicht ab. Diese Abweichung trat auf, da die Auswerteflächen teilweise sehr eng aneinander liegen und so auch Fußgänger der anderen Querungsrichtungen diese Messflächen betreten haben könnten.

Die Verkehrsqualität des Knotenpunktes ist insgesamt als ungenügend (QSV F) zu bewerten. Maßgeblich hierfür ist der Verkehr auf der Straße Hörstertor. Aufgrund der geringen Entfernung von rund 50 m zwischen der Querung des Promenadenrings zum mit einer Lichtsignalanlage geregelten Knotenpunkt Hörstertor/Gartenstraße/Fürstenbergstraße/Bohlweg ist der Aufstellbereich für Kfz und Radfahrer vor dem nachfolgenden Signalgeber nicht ausreichend, um einen kontinuierlichen Verkehrsfluss zu gewährleisten. In Fahrtrichtung Osten können sobald der Aufstellbereich gefüllt ist keine weiteren Fahrzeuge den Promenadenring überqueren, obwohl dies aufgrund des Verkehrs möglich wäre. Erhalten die Fahrzeuge auf der Straße Hörstertor die Freigabe, kann die vorhandene Freigabezeit nicht immer komplett genutzt werden, da die Fahrzeuge dem Radverkehr auf dem Promenadenring Vorrang geben. In Fahrtrichtung Westen werden die Fahrzeuge durch den Radverkehr auf dem Promenadenring ebenfalls behindert und der Rückstau kann sich auch bis über den lichtsignalgeregelten Knotenpunkt ausdehnen.

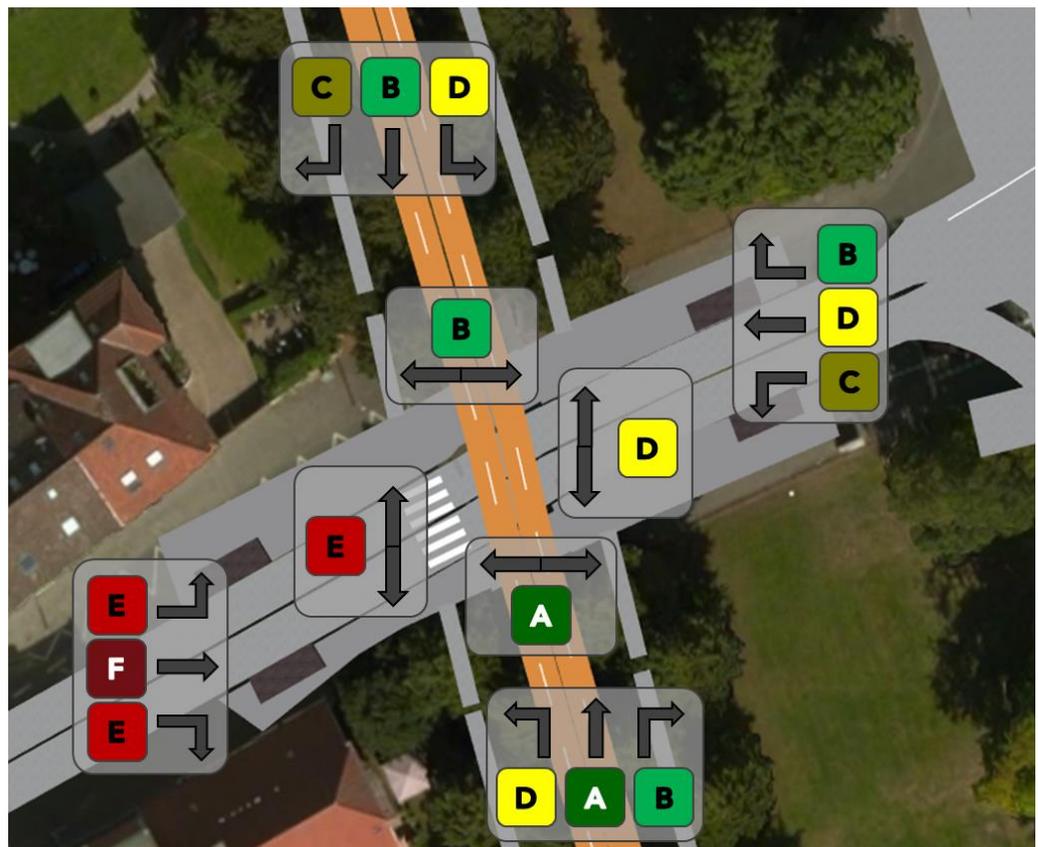


Abbildung 20: Qualitätsstufen nach HBS an der Querung Hörstertor, Nachmittagsspitze

### 3.7.3 Zwischenfazit VII

Die Bevorrechtigung des Radverkehrs an der Querungsstelle des Promenadenrings mit der Straße Hörstertor wird nicht empfohlen. Durch den in kurzem Abstand gelegenen lichtsignalgesteuerten Knotenpunkt kommt es in der Simulation in beiden Spitzenstunden zu keinem Zeitpunkt zu einem kontinuierlichen Abfluss des aus Westen kommenden Verkehrs, da die Grünphasen der Lichtsignalanlage nicht entsprechend genutzt werden können. Auch in der Gegenrichtung kommt es gelegentlich zu einem Rückstau, der bis in den Knotenpunkt hineinragt oder sogar über diesen hinaus geht. Die Verkehrsqualität aufgrund der Verlustzeit ist hier zwar noch ausreichend, jedoch wird diese nur über eine Strecke von 25 m direkt zwischen den Knotenpunkten erfasst. Deswegen wird empfohlen, an dieser Stelle die verkehrsabhängige Steuerung über beide Knotenpunkte beizubehalten.

### 3.8 Salzstraße Planfall

An der Querungsstelle Salzstraße quert der Promenadenradweg die Salzstraße. Zu berücksichtigen sind hier die Radfahrer und Fußgänger auf der Promenade, sowie die Radfahrer, Fußgänger und der Fahrzeugverkehr auf der Salzstraße. Es wurde sowohl die Morgenspitzenstunde als auch die Nachmittagspitzenstunde untersucht. Bei der Erhebung trat die Morgenspitzenstunde an diesem Knotenpunkt zwischen 7:30 und 8:30 Uhr auf, die Nachmittagspitzenstunde zwischen 15:45 und 16:45 Uhr.

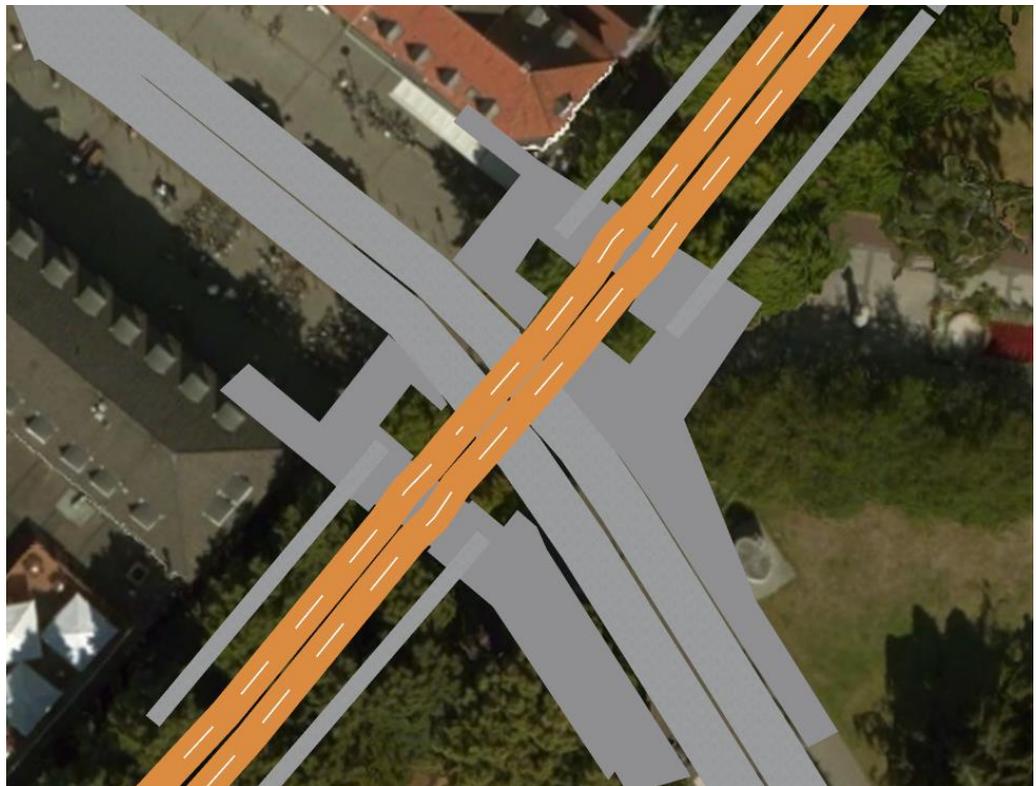


Abbildung 21: Ausschnitt aus dem Simulationsmodell für die Querungsstelle Salzstraße (Hintergrund: Bing-Maps)

### 3.8.1 Morgenspitzenstunde

Die Ergebnisse der Kalibrierung sind im Anhang A auf den Seiten 30 und 31 dargestellt. Der Vergleich der Werte aus der Verkehrszählung mit den Werten der Simulation zeigt eine sehr geringe Abweichung. Durch den stochastischen Ansatz der Simulation ergeben sich zwar leichte Abweichungen, Werte größer als 5% treten jedoch nur aufgrund der sehr geringen gesamten Menge auf und sind deswegen zu vernachlässigen. Das Gleiche gilt für die Fußgängerverkehre.

Wie in Abbildung 22 dargestellt ist die Querung des Promenadenrings mit der Salzstraße in der Morgenspitzenstunde insgesamt als ausreichend (QSV D) zu bewerten. Maßgeblich hierfür ist der von der von Osten kommende Verkehr auf der Salzstraße, der anschließend entweder geradeaus in Richtung Innenstadt fahren möchte, oder links auf den Promenadenring abbiegen möchte. Auch der auf dieser Seite querende Fußgänger weist nur eine ausreichende Verkehrsqualität auf (QSV D). Aufgrund der hohen Verkehrsstärken aus allen Richtungen kommt es hier vermehrt zu größeren Wartezeiten bis die Fahrt oder der Weg fortgesetzt werden kann. Die anderen Verkehrsbeziehungen sind großenteils mit sehr gut oder gut zu bewerten (QSV A und B), der von Süden kommende Linksabbieger vom Promenadenring mit befriedigend (QSV C).

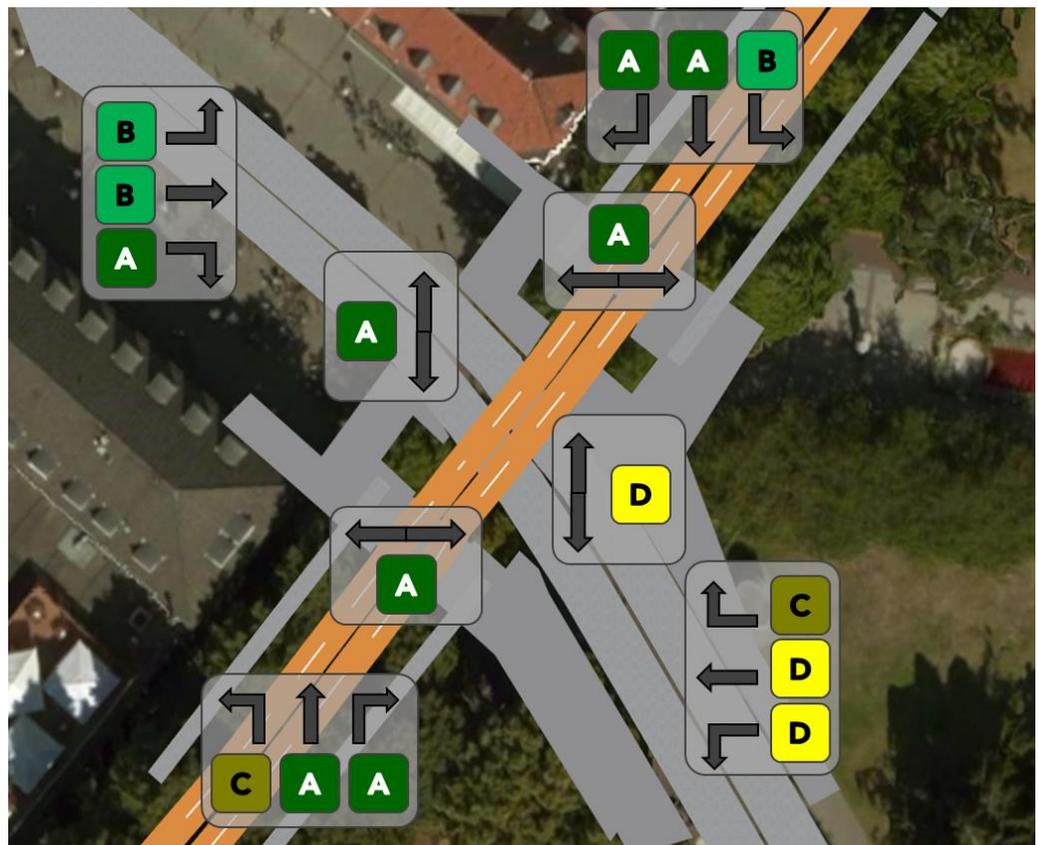


Abbildung 22: Qualitätsstufen nach HBS an der Querung Salzstraße, Morgenspitze

### 3.8.2 Nachmittagsspitzenstunde

Die Ergebnisse der Kalibrierung sind im Anhang A auf den Seiten 32 und 33 dargestellt. Der Vergleich der Werte aus der Verkehrszählung mit den Werten der Simulation zeigt eine sehr geringe Abweichung. Durch den stochastischen Ansatz der Simulation ergeben sich zwar leichte Abweichungen, Werte größer als 5% treten jedoch nur aufgrund der sehr geringen gesamten Menge auf und sind deswegen zu vernachlässigen. Die Simulationsergebnisse der Fußgänger weichen an der nördlichen Promenadenquerung und der östlichen Querung der Salzstraße leicht ab. Diese Abweichung trat auf, da die Auswerteflächen teilweise sehr eng an anderen Wegebeziehungen liegen und so auch Fußgänger der anderen Querungsrichtungen diese Messflächen betreten haben könnten.

Wie in Abbildung 23 dargestellt ist die Querung des Promenadenrings mit der Salzstraße in der Nachmittagsspitzenstunde insgesamt als ausreichend (QSV D) zu bewerten. Maßgeblich hierfür ist der von der von Osten kommende Verkehr auf der Salzstraße, der anschließend links auf den Promenadenring abbiegen möchte und der auf der östlichen Seite querende Fußgängerverkehr. Aufgrund der hohen Verkehrsstärken aus allen Richtungen kommt es hier vermehrt zu größeren Wartezeiten bis die Fahrt fortgesetzt werden kann. Die anderen Verkehrsbeziehungen sind zum Teil mit sehr gut oder gut zu bewerten (QSV A und B), einige Verkehrsbeziehungen aber auch mit befriedigend (QSV C).

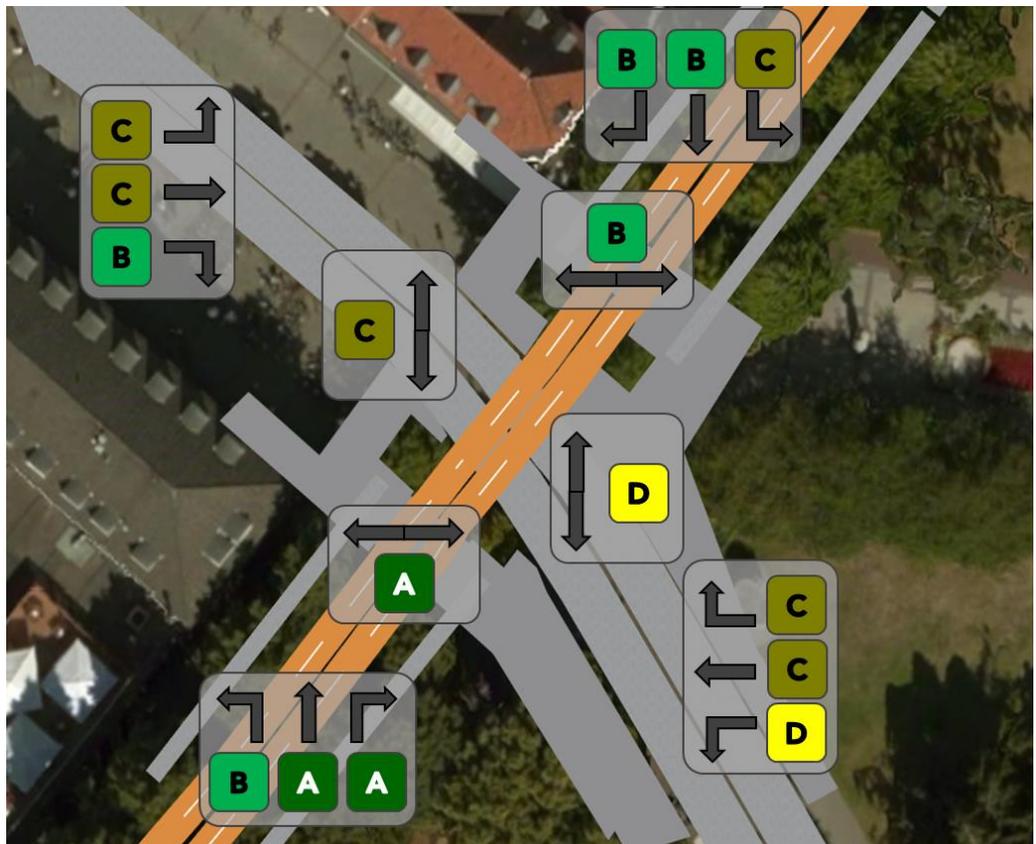


Abbildung 23: Qualitätsstufen nach HBS an der Querung Salzstraße, Nachmittagsspitze

### 3.8.3 Zwischenfazit VIII

An der Querungsstelle des Promenadenring mit der Salzstraße treten in der Morgenspitzenstunde an drei Verkehrsbeziehungen und in der Nachmittagspitzenstunde an zwei Verkehrsbeziehungen eine ausreichende Verkehrsqualität auf (QSV D). Dies betrifft jeweils die von Osten kommenden Verkehre auf der Salzstraße und die Fußgänger, die diese hier queren wollen. Auf den anderen Verkehrsbeziehungen ist in der Morgenspitzenstunde weitestgehend eine sehr gute bis gute Verkehrsqualität (QSV A und B), in der Nachmittagspitzenstunde eine befriedigende Verkehrsqualität (QSV C). Da die Verkehrsbeziehungen mit höchstens befriedigender Verkehrsqualität hauptsächlich auf der Salzstraße auftreten, auf dem Promenadenring in beiden Spitzenstunden nur jeweils ein Linksabbieger ein QSV C aufweist und der Kfz-Verkehr auf der Salzstraße höchstens 50 Fahrzeuge pro Stunde im Querschnitt beträgt, kann an dieser Querung auch der Radverkehr auf dem Promenadenring bevorrechtigt werden.

## 4 Zusammenfassung und Fazit

Die Ergebnisse der durchgeführten mikroskopischen Simulationen zeigen, dass an einigen der Querungsstellen die Bevorrechtigung des Radverkehrs auf dem Promenadenring umgesetzt werden kann.

An der Querung mit der Straße Am Kreuztor sind die Verkehrsqualitäten im Planfall aufgrund der geringen Verkehrsstärken durchweg sehr gut (QSV A). Auch die hier verkehrenden Busse werden durch die Bevorrechtigung des Radverkehrs nicht benachteiligt, so dass eine von den Bussen nach Bedarf angesteuerte Lichtsignalanlage nicht notwendig ist.

An der Querung mit der Straße Neubrückentor sind die Verkehrsqualitäten im Analysefall für die Straße Neubrückentor in beiden Spitzenstunden mit sehr gut zu bewerten. Der Radverkehr auf dem Promenadenring ist morgens und nachmittags mit befriedigend (QSV C) zu bewerten.

Im Planfall ist die Querung mit der Straße Neubrückentor in beiden Spitzenstunden mit mindestens befriedigend zu bewerten (QSV C). Durch die von den Bussen bei Bedarf geschaltete Lichtsignalanlage verbessert sich zwar die Verlustzeit der Busse, gleichzeitig verschlechtert sich aber auch die Verkehrsqualität auf dem Promenadenring auf ausreichend (QSV D). Da die Verlustzeit der Busse insgesamt nur maximal 16 Sekunden beträgt, wird für diese Querung die Einrichtung der Bevorrechtigung der Radfahrer auf dem Promenadenring ohne die Lichtsignalanlage bevorzugt.

Die Ergebnisse der Simulation mit Stoppschildern an der Querung mit der Straße Neubrückentor ergeben in der Morgenspitzenstunde nur eine ungenügende Leistungsfähigkeit (QSV F) für den Verkehr in Nord-Süd-Richtung. In der Nachmittagspitzenstunde ist dieser ausreichend (QSV D). Obwohl der Radverkehr auf dem Promenadenring hierdurch hinsichtlich der Leistungsfähigkeit verbessert wird, ist diese Regelung wegen des sich nicht abbauenden Rückstaus in der Morgenspitzenstunde bei den vorhandenen Verkehrsstärken nicht zu empfehlen.

Die Querung des Promenadenrings mit der Straße Hörstertor sollte aufgrund des sehr geringen Abstandes zum lichtsignalgeregelten Nachbarknotenpunkt keine Bevorrechtigung des Radverkehrs erhalten. Aufgrund des geringen Abstandes und der damit einhergehenden kurzen Aufstellfläche zwischen den Knotenpunkten kommt es ansonsten zu großen Wartezeiten und Rückstaulängen.

An der Querung des Promenadenrings mit der Salzstraße treten im Planfall zwar bei den aus Osten kommenden Verkehren auf der Salzstraße in beiden Spitzenstunden ausreichende Verkehrsqualitäten auf, da der Kfz-Verkehr an dieser Stelle jedoch deutlich geringer als der Radverkehr ist, weniger als 10%, kann hier trotzdem eine Bevorrechtigung des Radverkehrs auf dem Promenadenring erfolgen.

Für den Einsatz der Bevorrechtigung des Radverkehrs auf dem Promenadenring ist auf den querenden Straßen für den Verkehr eine maximale Geschwindigkeit von 30

km/h vorzusehen. Außerdem ist auf eine Erkennbarkeit der Querungsstelle und auf ausreichende Sichtverhältnisse zu achten. Insbesondere bei einer eingeschränkten Sichtbarkeit durch Gebäude oder Bepflanzung ist die Sichtbarkeit der Querungsstelle sicher zu stellen und gegebenenfalls weiter hervorzuheben. Hierzu empfiehlt sich die Ergänzung durch zusätzliche Ausstattungsmerkmale zur Beschilderung, beispielsweise eine Fahrbahnanhebung oder Leiteinrichtung durch eine entsprechende Markierung. Auch eine Einfärbung der Radverkehrsfurt dient der Erhöhung der Sichtbarkeit.

In der Tabelle 4 sind abschließend nochmal alle Querungsstellen mit den jeweiligen Verkehrsqualitäten zusammenfassend dargestellt.

| Querung<br>Promenadenring              | Verkehrsqualität Morgenspitze |               | Verkehrsqualität Nachmittagspitze |               |
|--|-------------------------------|---------------|-----------------------------------|---------------|
|  | Promenadenring                | Nebenrichtung | Promenadenring                    | Nebenrichtung |
| Am Kreuztor -<br>Planfall              | A                             | A             | A                                 | A             |
| Am Kreuztor -<br>Planfall (mit LSA)    | A                             | A             | A                                 | A             |
| Neubrücktortor -<br>Analyse            | C                             | A             | C                                 | A             |
| Neubrücktortor -<br>Planfall           | C                             | C             | C                                 | C             |
| Neubrücktortor -<br>Planfall (mit LSA) | D                             | C             | D                                 | B             |
| Neubrücktortor -<br>Verkehrsversuch    | A                             | F             | B                                 | D             |
| Hörstertor -<br>Planfall               | D                             | F             | D                                 | F             |
| Salzstraße -<br>Planfall               | C                             | D             | C                                 | D             |

Tabelle 4: Übersicht Verkehrsqualitäten der untersuchten Querungsstellen

## 5 Anhang Kalibrierungsergebnisse