



Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH

im Auftrag der



Freien und Hansestadt Hamburg

Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation
Auftragsverwaltung für die Bundesfernstraßen

A 26, Hafenpassage Hamburg

AK HH-Hafen (A7) bis AD HH-Süderelbe (A1)

Abschnitt 6b (VKE 7052):

AK HH-Moorburg – AS HH-Hohe Schaar

Simulation AS HH-Hohe Schaar

April 2019

Simulation AS HH-Hohe Schaar

Ergebnisbericht

Auftraggeber: DEGES Deutsche Einheit Fernstraßenplanung- und -bau GmbH
Zimmerstraße 54
10117 Berlin

Auftragnehmer: **ARGUS**
STADT UND VERKEHR · PARTNERSCHAFT mbB
Admiralitätstraße 59
20459 Hamburg
Tel.: +49 (40) 309 709 - 0
Fax: +49 (40) 309 709 - 199
kontakt@argus-hh.de

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Christian Wiesner
Juliane Blohm M.Sc.

Projektnummer: 2018180

Stand: 04.04.2019

INHALTSVERZEICHNIS

1	ANLASS UND ZIEL	6
2	GRUNDLAGEN	6
2.1	Verkehrszahlen.....	7
2.2	Signalzeitenplan	10
2.3	Hinweistafeln	12
2.4	Weitere Grundlagen.....	13
3	DURCHFÜHRUNG SIMULATION	15
4	ERGEBNISSE SIMULATION.....	16
5	TAGESGANG RÜCKSTAULÄNGEN	22
6	ZUSAMMENFASSUNG UND FAZIT	25

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Simulationsbereich (Quelle: Basiskarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende).....	6
Abbildung 2: AS HH-Hohe Schaar auf drei Ebenen (Quelle: DEGES, 2018)	7
Abbildung 3: Prognoseverkehrszahlen 2030 Verteilerkreisverkehr Morgenspitze	8
Abbildung 4: Prognoseverkehrszahlen 2030 Verteilerkreisverkehr Abendspitze	9
Abbildung 5: Signalgruppen am Verteilerkreisverkehr (Quelle: DEGES, Untersuchung der Leistungsfähigkeit eines signalisierten Kreisverkehrs als Verteilerkreis an der AS HH-Hohe Schaar, 2016)	10
Abbildung 6: Signalzeitenplan Verteilerkreisverkehr (Quelle: DEGES, Untersuchung der Leistungsfähigkeit eines signalisierten Kreisverkehrs als Verteilerkreis an der AS HH-Hohe Schaar, 2016)	11
Abbildung 7: Phasenplan (Quelle: DEGES, Untersuchung der Leistungsfähigkeit eines signalisierten Kreisverkehrs als Verteilerkreis an der AS HH-Hohe Schaar, 2016).....	11
Abbildung 8: Übersicht der erforderlichen dWista- und DIVA-Standorte (Quelle: Verkehrsuntersuchung AS HH-Hohe Schaar/Rethebrücke, DEGES, 2018)	12
Abbildung 9: Lkw nutzen beim Abbiegen nur den rechten Fahrstreifen (KP Neuhöfer Damm/ Roßdamm Blickrichtung Köhlbrandbrücke)	13
Abbildung 10: Lkw parken auf rechtem Fahrstreifen (Rethedamm nördlich der Retheklappbrücke Fahrtrichtung Süden)	14
Abbildung 11: Aufnahme Anfahrverhalten mit Steigung bei Lkw (KP Breslauer Straße/ Köhlbrandbrücke)	14
Abbildung 12: Simulation Abendspitze ohne Brückensperrung	16
Abbildung 13: Simulation Morgenspitze ohne Brückensperrung	17
Abbildung 14: angepasster Signalzeitenplan des Verteilerkreisverkehrs	18
Abbildung 15: Simulation Morgenspitze mit Brückensperrung und 25% Befolgungsgrad der Hinweistafeln.....	19
Abbildung 16: Rückstau an der Retheklappbrücke	20
Abbildung 17: Simulation Morgenspitze mit Brückensperrung und 50% Befolgungsgrad der Hinweistafeln.....	20
Abbildung 18: Tagesganglinie Rethebrücke in Pkw-E (Quelle: Verkehrsuntersuchung AS HH-Hohe Schaar/Rethebrücke, DEGES, 2018)	22
Abbildung 19: Tagesganglinie Rückstaulänge Rethebrücke (Fahrtrichtung Nord) bei einer Sperrungsdauer von 25 min und einem Befolgungsgrad der Hinweistafeln von 50% ...	23
Abbildung 20: lineare Betrachtung der Rückstaulänge (Fahrtrichtung Nord) bezogen auf die Sperrungsdauer	24

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Grenzwerte für die Qualitätsstufen nach dem HBS	15
Tabelle 2: Bewertungsergebnis Abendspitze.....	16
Tabelle 3: Bewertungsergebnis Morgenspitze	17
Tabelle 4: Bewertungsergebnis Morgenspitze mit angepasstem Signalzeitenplan	18

1 ANLASS UND ZIEL

Im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens der A 26 Ost ist eine Verkehrsuntersuchung bzgl. der verkehrlichen Abhängigkeiten zwischen Retheklappbrücke und der geplanten Anschlussstelle (AS) HH-Hohe Schaar durchgeführt worden. Zur weiteren Detaillierung der Auswirkungen einer Brückenöffnung und der Untersuchung des Abbaus des Rückstaus sowie zur Bestätigung der Ergebnisse der Verkehrsuntersuchung wurde der Verkehrsfluss für den Bereich vom Neuhöfer Damm bis zur Georg-Wilhelm-Straße mit der Software PTV VISSIM simuliert. Die Verkehrsflusssimulation wurde für den Prognosehorizont 2030 und für insgesamt vier Szenarien erstellt. Es ist zum einen der Kreisverkehr im Normalzustand in der Morgen- und Abendspitze und zum anderen der Zustand bei Sperrung der Retheklappbrücke im Falle einer Schiffsdurchfahrt in der Morgenspitze für einen Befolgungsgrad der wegweisenden Hinweistafeln für Ausweichrouten von 25% und 50% simuliert worden. Die Retheklappbrücke verfügt nicht über feste Öffnungszeiten für den Schiffverkehr, sondern wird nach Bedarf geöffnet. Im Mittel gibt es etwa 3,2 Öffnungen je Werktag.

2 GRUNDLAGEN

Als Simulationsnetz wurde der Straßenzug der Hohen-Schaar-Straße vom Bereich Neuhöfer Damm im Norden über die Retheklappbrücke sowie die AS HH-Hohe Schaar bis zur Georg-Wilhelm-Straße im Süden aufgebaut. In Abbildung 1 ist dieser Bereich rot umrandet dargestellt.

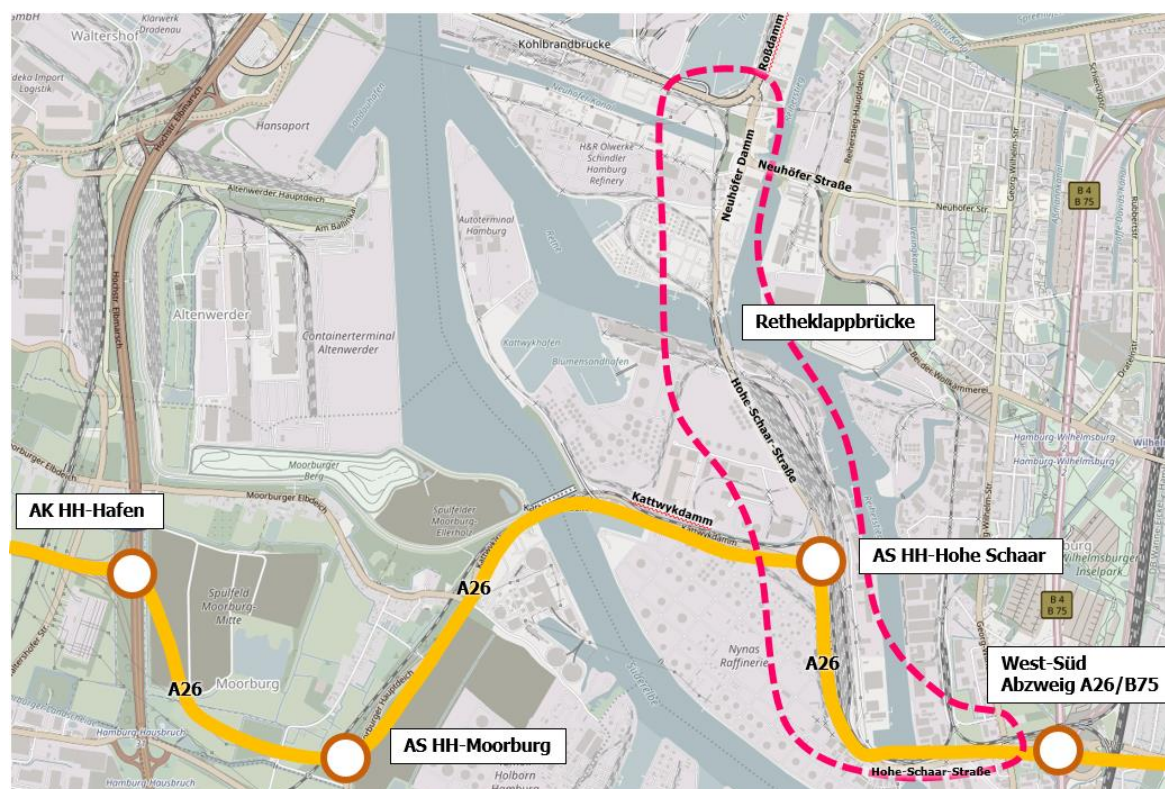


Abbildung 1: Simulationsbereich (Quelle: Basiskarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende)

Die AS HH-Hohe Schaar soll planfrei über drei Ebenen errichtet werden (siehe Abbildung 2). Die aufgeständerte A 26 verläuft auf oberster Ebene. Auf der mittleren Ebene befindet sich der sogenannte Verteilerkreisverkehr an den jeweils die Zu- und Abfahrten der A 26 in östliche und westliche Richtung, sowie die Rampen von der Hohe-Schaar-Straße aus Norden und Süden und des Kattwykdamm aus Richtung Westen anschließen. Die Hohe-Schaar-Straße und der Kattwykdamm befinden sich auf der untersten Ebene auf dem Nullniveau. Die Kreisfahrbahn des Verteilerkreisverkehrs ist überwiegend zweistreifig geplant, nur im Bereich zwischen der Zufahrt A 26 Richtung West und der Abfahrt A 26 Richtung Ost ist sie einstreifig. Die Zufahrten sind alle zweistreifig ausgeführt. Die Ausfahrten in Richtung Autobahn sind ebenfalls zweistreifig, die anderen Ausfahrten sind einstreifig geplant.

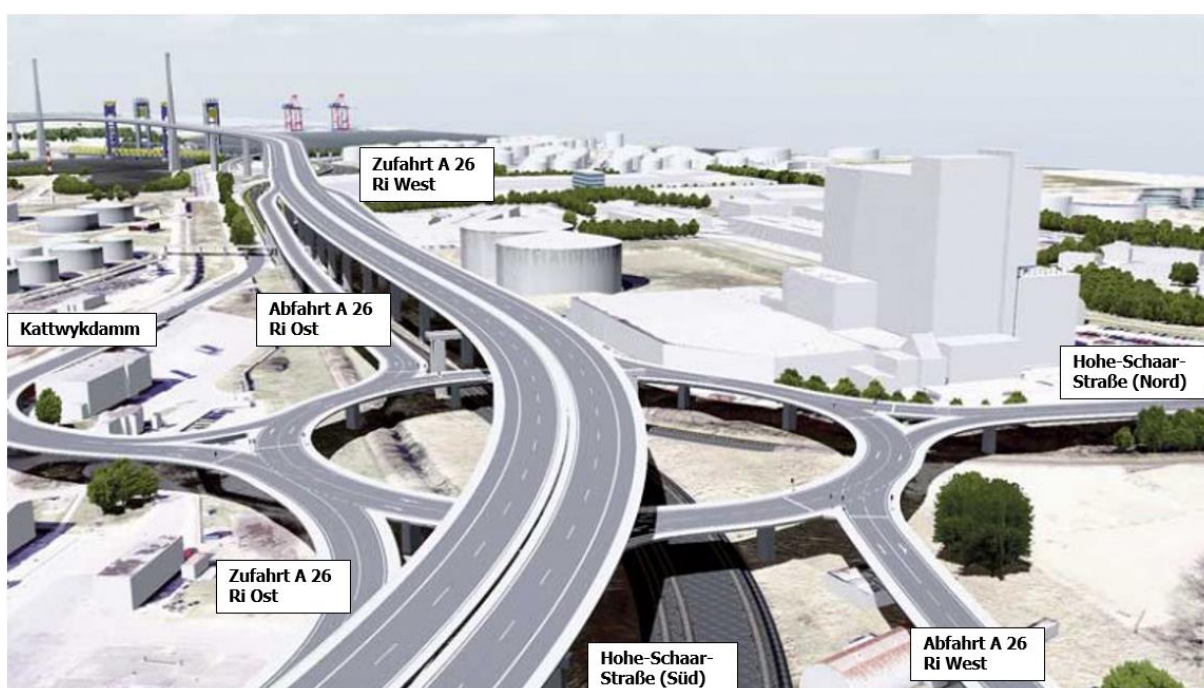


Abbildung 2: AS HH-Hohe Schaar auf drei Ebenen (Quelle: DEGES, 2018)

2.1 Verkehrszahlen

Grundlage für die verwendeten Prognoseverkehrszahlen bildet ein durch PTV erstelltes Verkehrsmodell, welches im Rahmen des Neubaus der A 26 Ost im Abschnitt AK HH-Hafen bis AD Süderelbe für den Prognosehorizont 2030 erstellt wurde. In Abstimmung mit dem Auftraggeber der DEGES wurde für die Simulation der Planfall 1 der Prognose verwendet, welcher die Fertigstellung der A 26 im gesamten Hafenbereich sowie die Verlegung der Wilhelmsburger Reichsstraße berücksichtigt.

Für die Knotenpunkte Neuhöfer Damm/ Roßdamm, Neuhöfer Damm/ Nippoldstraße, Neuhöfer Damm/ Neuhöfer Straße, AS HH-Hohe-Schaar, Hohe-Schaar-Straße/Eversween, Hohe-Schaar-Straße /Zufahrt NYNAS und Hohe-Schaar-Straße/Georg-Wilhelm-Straße konnten Spitzenstundenzahlen aus dem Verkehrsmodell von PTV zur Verfügung gestellt werden. Für die Einmündungen im Bereich der Zu- und

Abfahrten der Retheklappbrücke (Neuhöfer Brückenstraße, Alter Rethedamm, Blumensand und Auf der Hohen Schaar) wurden die Verkehrsmengen mit Hilfe von vorhandenen Zählungen der HPA sowie vorhandenen Zählungen, die im Rahmen der vorangegangenen Verkehrsuntersuchung durchgeführt wurden, sinnvoll abgeschätzt.

Die Prognoseverkehrszahlen für den Verteilerkreisverkehr weisen in der Morgenspitze die stärksten Verkehrsbelastungen auf den Fahrbeziehungen von der A 26 kommend in die Hohe Schaar-Schaar-Straße Nord bzw. Süd fahrend auf (siehe Abbildung 3). In der Abendspitzenstunde sind die stärksten Verkehrsbelastungen gegenläufig auf den Fahrbeziehungen von der Hohe-Schaar-Straße kommend auf die A 26 zu verzeichnen (siehe Abbildung 4).

Morgenspitze

von/nach	1	2	3	4	5	6	7
1			18	219	14		212
2	307			214			
3	36			5	103		254
4							
5	18		87	142			27
6	352	352		64			
7							

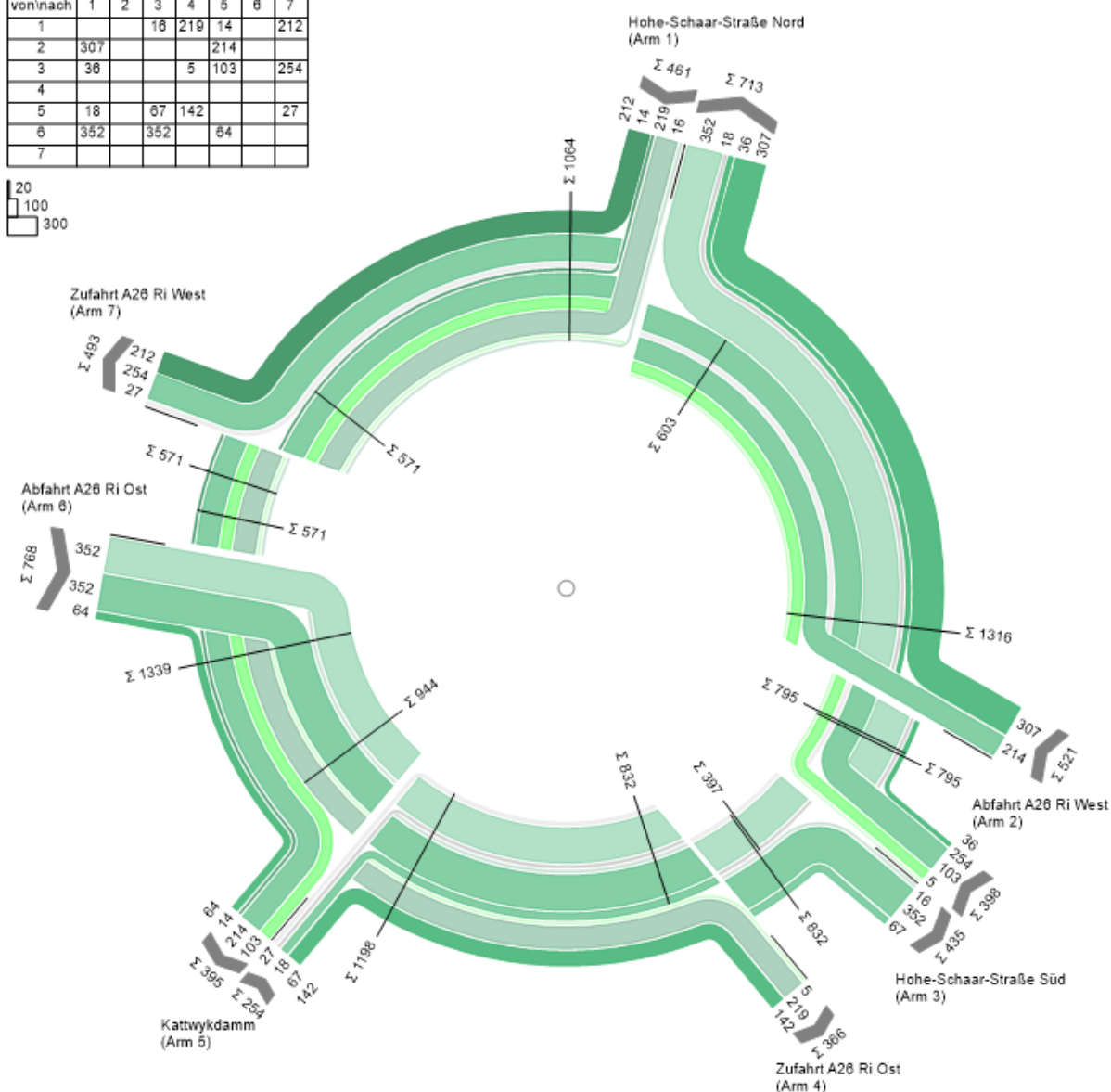


Abbildung 3: Prognoseverkehrszahlen 2030 Verteilerkreisverkehr Morgenspitze

Abendspitze

von/nach	1	2	3	4	5	6	7
1			25	228	30		332
2	189				141		
3	18			5	78		301
4							
5	13		65	148			28
6	195		265		37		
7							

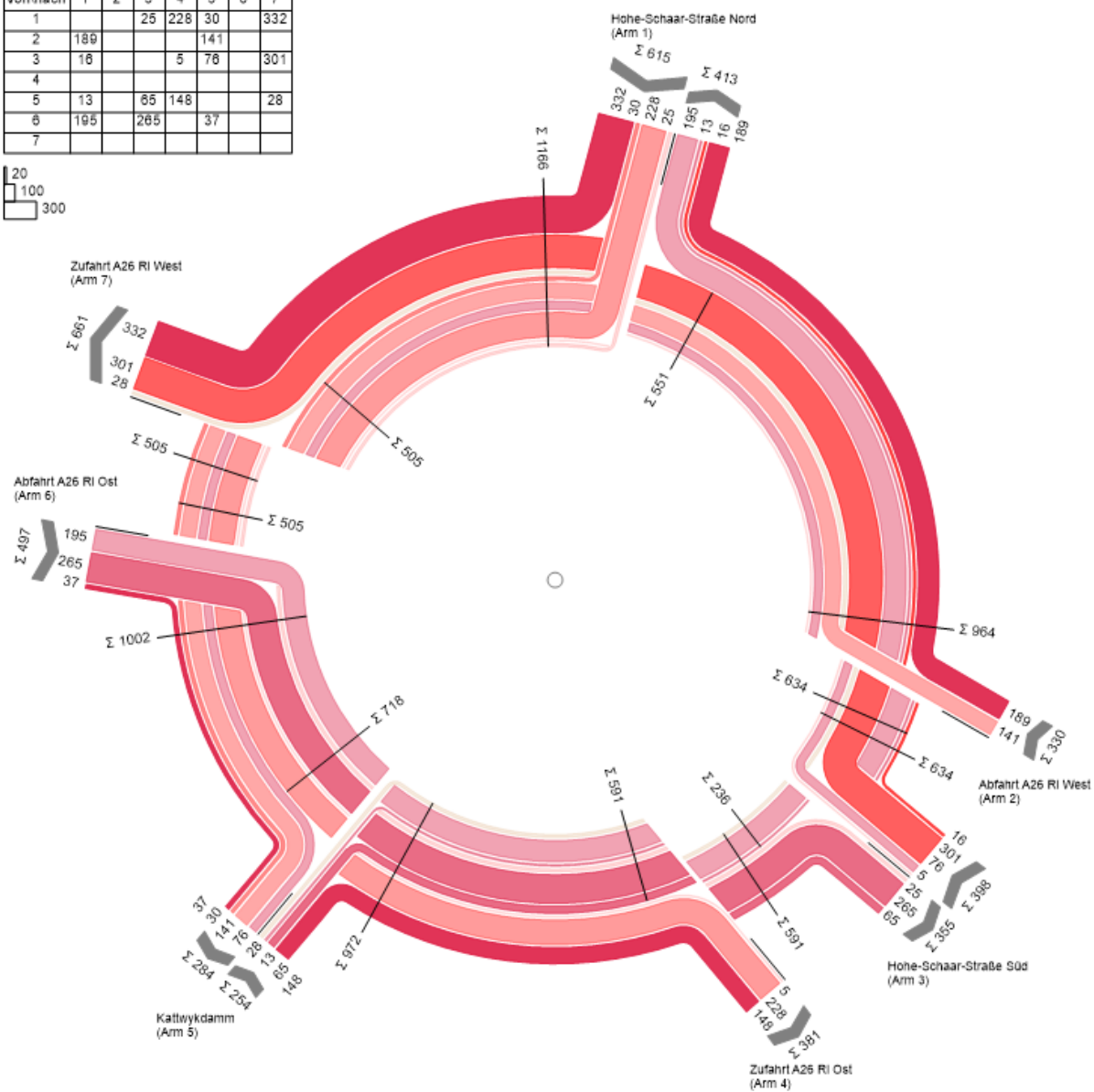


Abbildung 4: Prognoseverkehrszahlen 2030 Verteilerkreisverkehr Abendspitze

2.2 Signalzeitenplan

Für den Verteilerkreisverkehr wurde der Signalzeitenplan (SZP) aus der „Untersuchung der Leistungsfähigkeit des Kreisverkehrs als Verteilerkreisverkehr“ (DEGES, 2016) entnommen (siehe Abbildung 6). Er gilt sowohl für die Morgen- als auch Abendspitzenstunde und ist als Festzeitprogramm in die Simulation eingegangen. Der Phasenablauf wurde so konzipiert, dass die bedeutenden Relationen, vor allem von und auf die Autobahn, den Kreisverkehr nach Einfahrt möglichst ohne Halt durchfahren können. Der SZP wurde mit einer Umlaufzeit von 70s geplant, um möglichst geringe Wartezeiten zu generieren. Für die übrigen Knotenpunkte wurden jeweils die Festzeitprogramme für Morgen- und Abendspitze aus den aktuellen Schaltunterlagen übernommen.

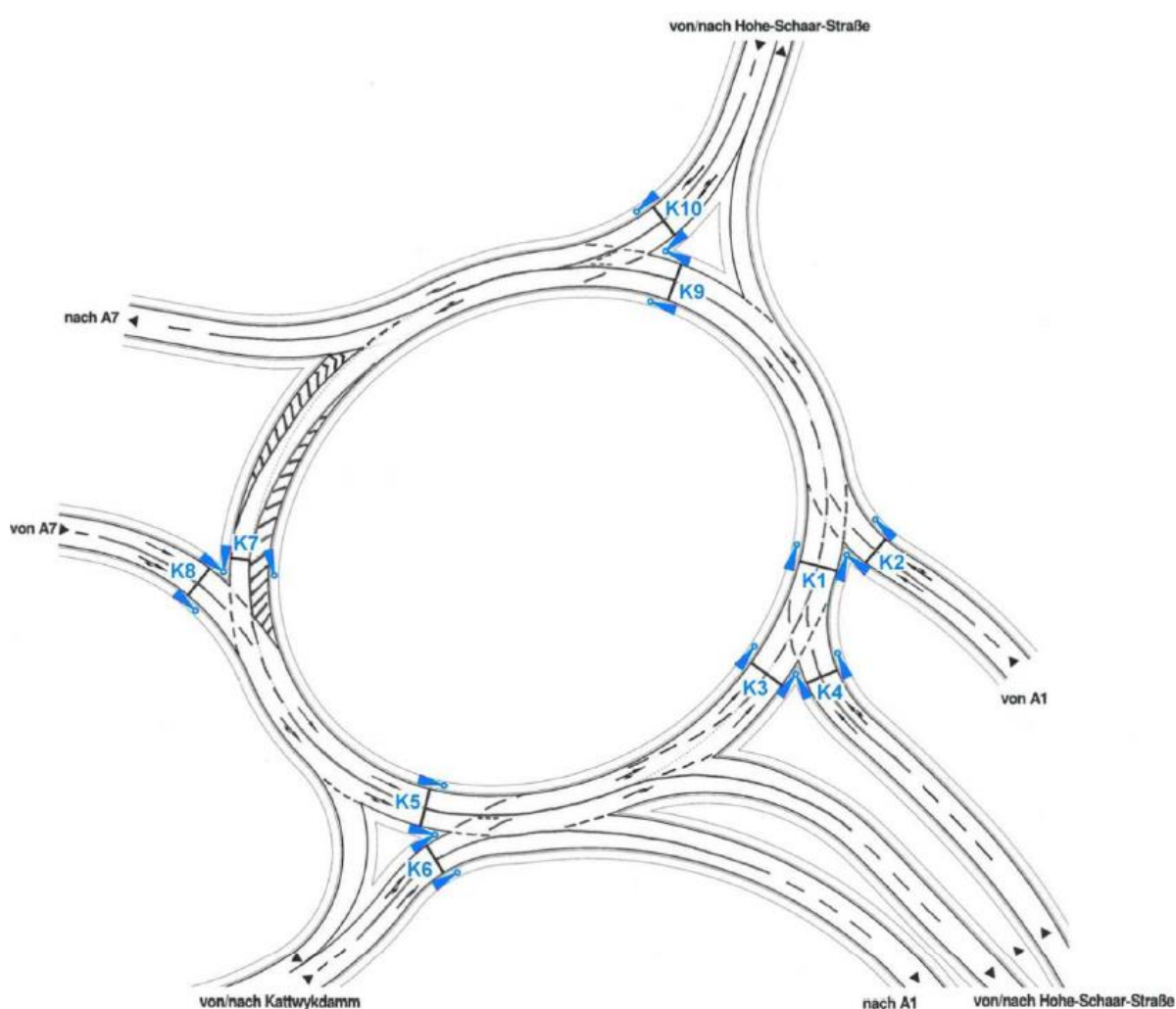


Abbildung 5: Signalgruppen am Verteilerkreisverkehr (Quelle: DEGES, Untersuchung der Leistungsfähigkeit eines signalisierten Kreisverkehrs als Verteilerkreis an der AS HH-Hohe-Schaar, 2016)

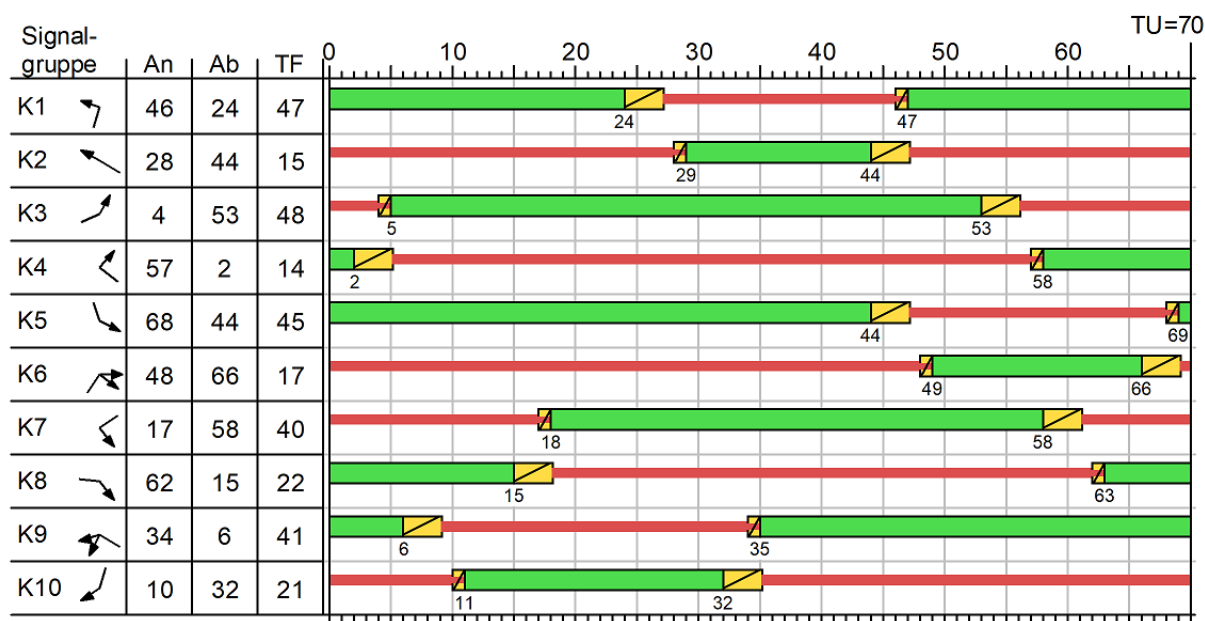


Abbildung 6: Signalzeitenplan Verteilerkreisverkehr (Quelle: DEGES, Untersuchung der Leistungsfähigkeit eines signalisierten Kreisverkehrs als Verteilerkreis an der AS HH-Hohe Schaar, 2016)

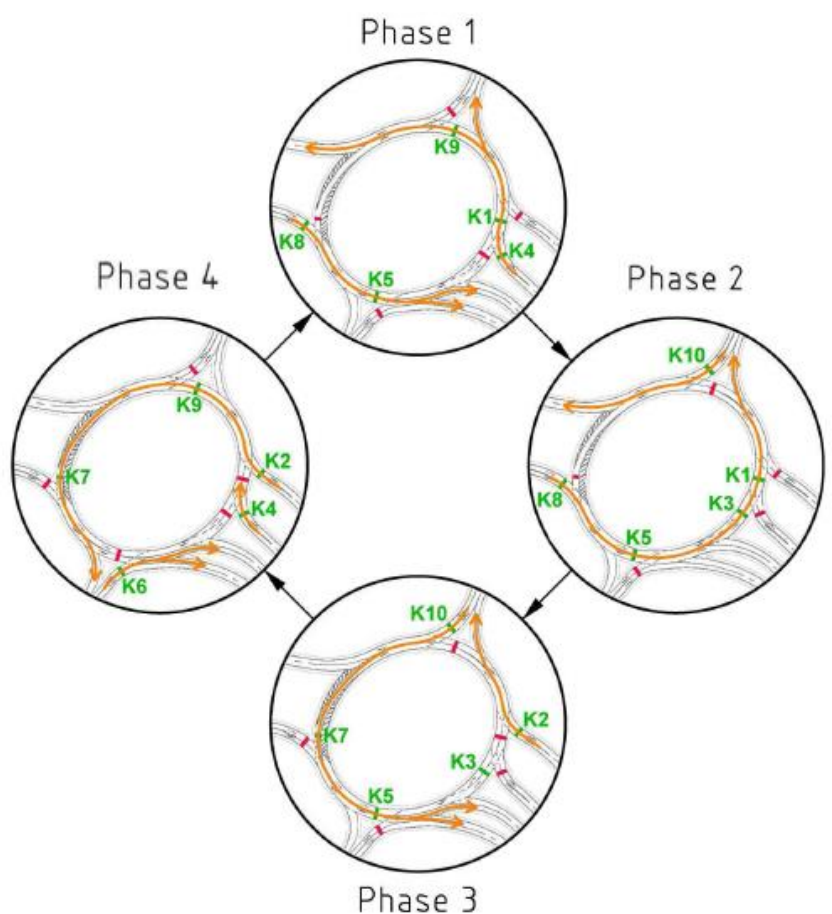


Abbildung 7: Phasenplan (Quelle: DEGES, Untersuchung der Leistungsfähigkeit eines signalisierten Kreisverkehrs als Verteilerkreis an der AS HH-Hohe Schaar, 2016)

2.3 Hinweistafeln

Im Hafengebiet befinden sich entlang der Zufahrtsstrecken zur Retheklappbrücke mehrere DIVA-Tafeln, welche im Falle einer Brückenöffnung die Sperrung für den Kfz-Verkehr und die verbleibende Restsperrdauer anzeigen. Sie ermöglichen so die Wahl von Alternativrouten im Fall von Streckensperrungen.

Im Rahmen der vorangegangenen Verkehrsuntersuchung wurde durch Literaturrecherche und einer Verkehrserhebung ein Befolgungsgrad der Hinweistafeln von rund 25% ermittelt. Durch die A 26 verlagern sich die Entscheidungspunkte zur Wahl von Alternativrouten vom Stadtstraßennetz auf die Bundesfernstraßen, sodass zusätzlich zu den bestehenden DIVA-Tafeln der HPA auch sogenannte dWiSta-Tafeln der Autobahnen erforderlich werden. Das Vorhandensein dieser empfohlenen Hinweistafeln (siehe Abbildung 8) wurde für das Brückensperrscenario der Simulation angenommen.

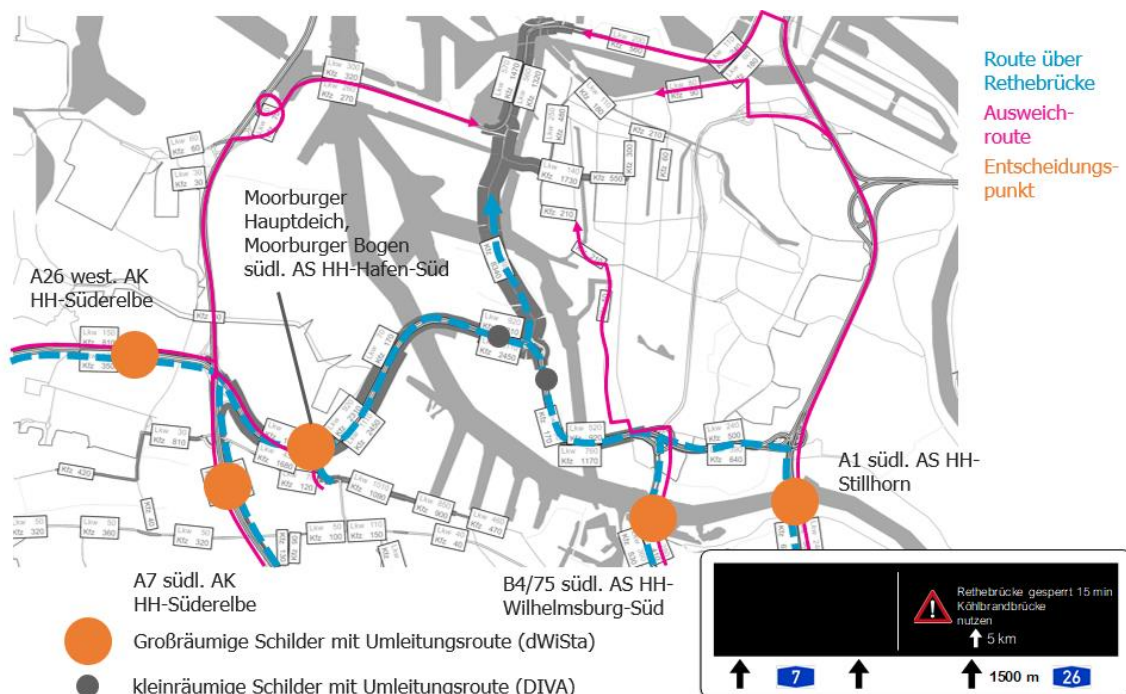


Abbildung 8: Übersicht der erforderlichen dWiSta- und DIVA-Standorte (Quelle: Verkehrsuntersuchung AS HH-Hohe Schaar/Rethebrücke, DEGES, 2018)

Der Befolgungsgrad der wegweisenden Beschilderung bei Öffnung der Brücke für den Schiffsverkehr wird entsprechend dem Ergebnis aus der VU AS Hohe-Schaar/Rethebrücke auf 50% festgelegt. Hiernach ist ein Befolgungsgrad von mindestens 50% erforderlich, um einen Rückstau auf den Kreisverkehr der AS zu verhindern. Zudem wird das Ergebnis mit 25% Befolgungsgrad überprüft. Die Hinweistafeln der wegweisenden Beschilderung werden zur Rückstauverringerung 10 Minuten vor der Brückenöffnung für den Schiffsverkehr aktiviert.

2.4 Weitere Grundlagen

Neben den genannten Grundlagen wurden darüber hinaus die Steigungs- und Gefälleverhältnisse an den Rampen des Kreisverkehrs aus den Höhenplänen in die Simulation übertragen.

Die Zusammensetzung des Schwerverkehrs ist im Hafengebiet aufgrund der hohen Logistikverkehre ebenfalls eine wichtige Kenngröße, die in die Simulation eingegangen ist. Die prozentualen Anteile wurden von der HPA genannt: 60% des Schwerverkehrs besteht aus Sattelzügen, 13% sind Lastzüge und 27% sind kleinere Lkw und Busse. Außerdem ist die jeweils zulässige Höchstgeschwindigkeit je Streckenabschnitt in die Simulation eingegangen. Diese wurde aus dem Bestand übernommen. Am Verteilerverkehr der AS wurde eine zulässige Höchstgeschwindigkeit von 50km/h angesetzt. Die tatsächlich im Kreisverkehr gefahrenen Geschwindigkeiten sind jedoch je nach Fahrzeugtyp geringer.

Darüber hinaus wurde auf dem Streckenabschnitt eine Videofahrt durchgeführt, um eventuelle zusätzliche Begebenheiten aufzunehmen. Aus der Videofahrt ist z.B. das Rechtsfahren der Lkw, wenn zwei Abbiegefahrstreifen vorhanden sind und die Tatsache, dass auf dem zweistreifig ausgebauten Stück nördlich der Retheklappbrücke der rechte Fahrstreifen zum Parken von Lkw genutzt wird in die Simulation übernommen worden. Zudem ist bei einer vergleichbaren Straßensituation (KP Breslauer Straße/ Köhlbrandbrücke), das Anfahren der Lkw an einer Steigung aufgenommen, ausgewertet und in die Simulation übertragen worden.

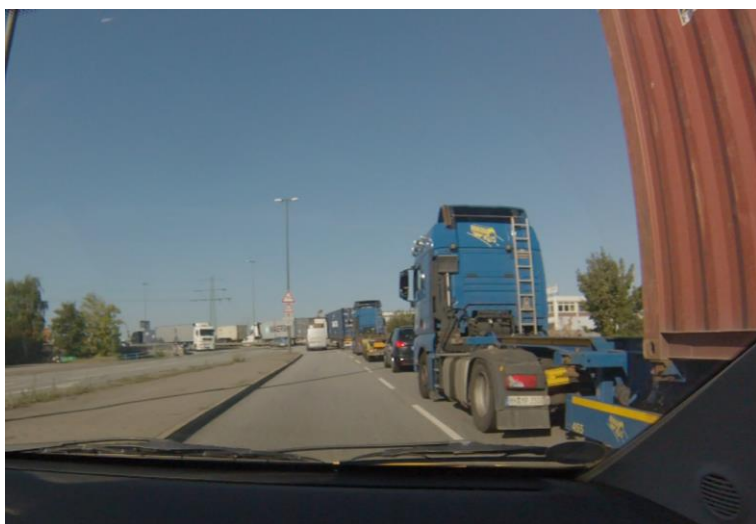


Abbildung 9: Lkw nutzen beim Abbiegen nur den rechten Fahrstreifen (KP Neuhöfer Damm/ Roßdamm Blickrichtung Köhlbrandbrücke)



Abbildung 10: Lkw parken auf rechtem Fahrstreifen (Rethedamm nördlich der Retheklappbrücke Fahrtrichtung Süden)



Abbildung 11: Aufnahme Anfahrverhalten mit Steigung bei Lkw (KP Breslauer Straße/ Köhlbrandbrücke)

Die maßgebliche Brückensperrungsdauer wurde auf 25 min festgelegt. Diese Dauer wird nach dem Untersuchungsergebnis der vorausgegangenen Verkehrsuntersuchung (DEGES, 2018) von 70% aller Öffnungsvorgänge der Retheklappbrücke unterschritten und entspricht der abgestimmten Bemessungsdauer.

3 DURCHFÜHRUNG SIMULATION

Die Verkehrsflusssimulation wurde mit dem Programm PTV Vissim erstellt. Es sind die folgenden vier Szenarien simuliert worden. Die Simulation der ersten beiden Szenarien ergab, dass die Morgenspitzenstunde maßgebend ist. Dementsprechend wurden die weiteren Szenarien nur für die Morgenspitzenstunde erstellt.

- Morgenspitzenstunde ohne Brückensperrung
- Abendspitzenstunde ohne Brückensperrung
- Morgenspitzenstunde mit Brückensperrung, Befolgungsgrad Hinweistafeln 25%
- Morgenspitzenstunde mit Brückensperrung, Befolgungsgrad Hinweistafeln 50%

Neben der objektiven Betrachtung des Verkehrsflusses wurde in den einzelnen Szenarien die Rückstaulängen an der Retheklappbrücke sowie die Verlustzeiten an den Zufahrten des Verteilerkreisverkehrs ausgewertet. Die Verlustzeit eines Fahrzeugs ergibt sich, indem die theoretische (ideale) Reisezeit von der tatsächlichen Reisezeit subtrahiert wird. Die theoretische Reisezeit ist die Reisezeit, die erreicht werden könnte, wenn es keine anderen Fahrzeuge und/oder keine Signalsteuerungen oder andere Gründe für Halte gäbe. Zur stochastischen Sicherung der Ergebnisse wurden die Simulationsläufe zehn Mal mit unterschiedlichen Startzufallszahlen durchgeführt.

Die Überprüfung der Kapazität des Knotenpunktes wurde in Anlehnung an das Verfahren nach dem Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS 2015) durchgeführt. Die ermittelten Verlustzeiten sind mit der dem HBS-Bewertungsverfahren zu Grunde gelegten durchschnittlichen Wartezeit gleichgesetzt und aus diesen dementsprechend die jeweiligen Qualitätsstufen abgeleitet worden. Für signalisierte Knotenpunkte gelten die folgenden in Tabelle 1 dargestellten Grenzwerte für die einzelnen Qualitätsstufen. Unter verkehrsplanerischen Gesichtspunkten und im Sinne einer effizienten Bemessung können die Qualitätsstufen A-D als zufriedenstellend betrachtet werden. Handlungsbedarf ist bei den Stufen E und F erforderlich.

Tabelle 1: Grenzwerte für die Qualitätsstufen nach dem HBS

Qualitätsstufe (QSV)	Mittlere Wartezeit t_w [s]
A	≤ 20
B	≤ 35
C	≤ 50
D	≤ 70
E	> 70
F	≥ 1

¹ Die QSV F ist erreicht, wenn die nachgefragte Verkehrsstärke q über der Kapazität C liegt ($q > C$).

4 ERGEBNISSE SIMULATION

Als Ergebnis der Simulation ergibt sich in der Abendspitze (Normalzustand ohne Brückensperrung), dass die prognostizierten Verkehrsmengen abgewickelt werden können. Es treten keine längeren Rückstaus auf (siehe Abbildung 12).

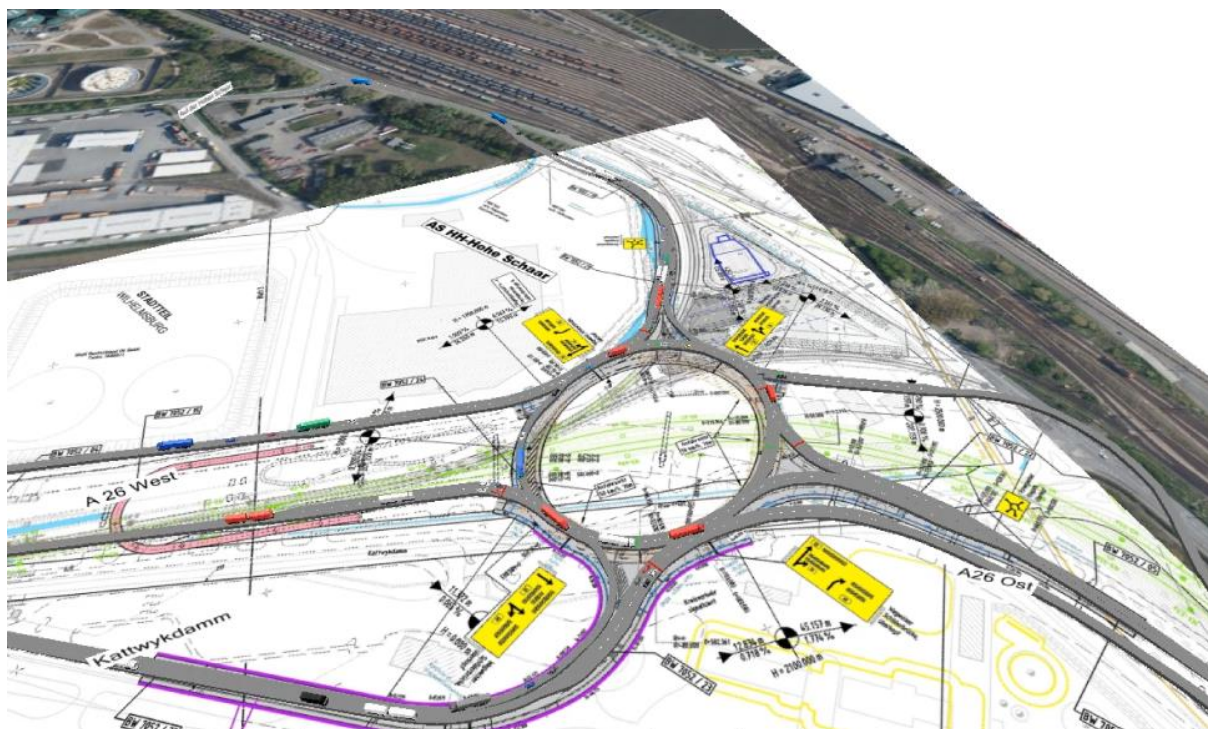


Abbildung 12: Simulation Abendspitze ohne Brückensperrung

Durch Auswertung der Verlustzeiten auf den Streckenabschnitten vor den Haltequerschnitten am Verteilerverkehr lassen sich die folgenden Qualitätsstufen nach dem HBS 2015 ableiten:

Tabelle 2: Bewertungsergebnis Abendspitze

Zufahrt Verteilerverkehr	Verlustzeit	Qualitätsstufe nach HBS
Abfahrt A 26 Ri West	33 s	B
Hohe-Schaar-Straße Nord	36 s	C
Abfahrt A 26 Ri Ost	24 s	B
Kattwykdamm	25 s	B
Hohe-Schaar-Straße Süd	28 s	B

In der maßgebenden Morgenspitzenstunde (Normalzustand ohne Brückensperrung) kommt es mit den Prognoseverkehrsmengen und dem genannten Festzeitprogramm (siehe Abschnitt 2.2) am signalisierten Kreisverkehr zu temporärem Rückstau auf den Abfahrtsrampen der A 26 (siehe Abbildung 13).

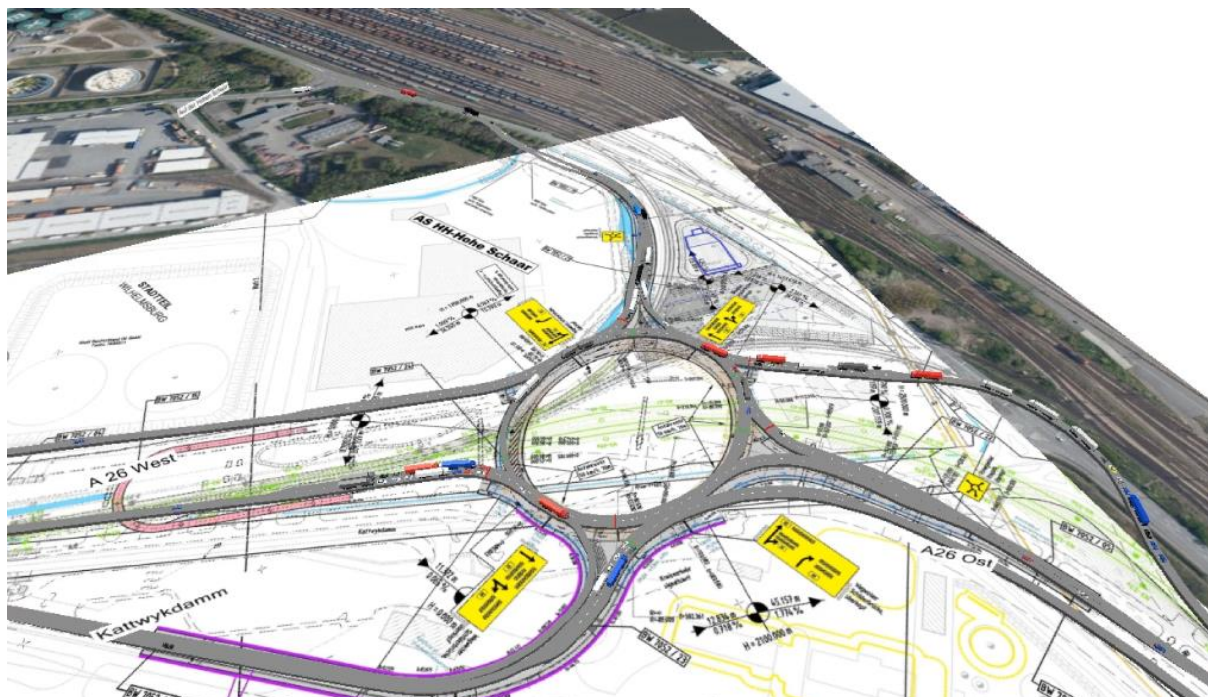


Abbildung 13: Simulation Morgenspitze ohne Brückensperrung

Es ergeben sich nach Auswertung der Verlustzeiten die folgenden Qualitätsstufen nach HBS 2015:

Tabelle 3: Bewertungsergebnis Morgenspitze

Zufahrt Verteilerkreisverkehr	Verlustzeit	Qualitätsstufe nach HBS
Abfahrt A 26 Ri West	136 s	E
Hohe-Schaar-Straße Nord	42 s	C
Abfahrt A 26 Ri Ost	67 s	D
Kattwykdamm	24 s	B
Hohe-Schaar-Straße Süd	29 s	B

Auf der Abfahrtsrampe A 26 aus Osten kommend ergibt sich mit einer Verlustzeit von 136s die nicht ausreichende Qualitätsstufe E.

Um die Verkehrsqualität am Kreisverkehr vor allem auf der Abfahrt A 26 in Fahrtrichtung Westen zu erhöhen, wurde der der Simulation zu Grunde gelegte Signalzeitenplan angepasst. Die Umlaufzeit ist insgesamt von 70s auf 75s erhöht und die Freigabezeit der Abfahrt A 26 in Fahrtrichtung Westen um 7s erhöht worden (siehe Abbildung 14). Die Versatzzeiten für die koordinierte Durchfahrt durch den Kreisverkehr werden weiterhin eingehalten.

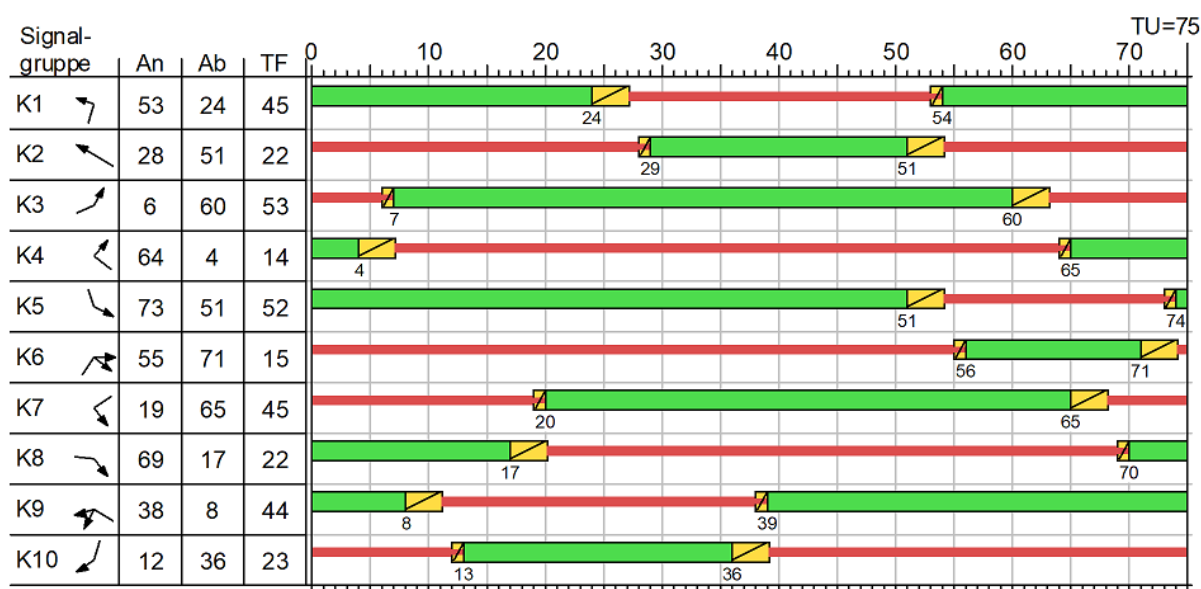


Abbildung 14: angepasster Signalzeitenplan des Verteilerkreisverkehrs

Durch diese Anpassung des SZP lässt sich der Rückstau auf der Abfahrtsrampe A 26 Richtung Westen deutlich verringern. Es ergeben sich die folgenden Verlustzeiten und daraus abgeleiteten Qualitätsstufen:

Tabelle 4: Bewertungsergebnis Morgenspitze mit angepasstem Signalzeitenplan

Zufahrt Verteilerkreisverkehr	Verlustzeit	Qualitätsstufe nach HBS
Abfahrt A 26 Ri West	42 s	C
Hohe-Schaar-Straße Nord	41 s	C
Abfahrt A 26 Ri Ost	35 s	B
Kattwykdamm	30 s	B
Hohe-Schaar-Straße Süd	35 s	B

Darüber hinaus sollte der Kreisverkehr zukünftig verkehrsabhängig gesteuert werden, sodass mittels Rückstaubemessung auf den Rampen längerer Rückstau verhindert und die Freigabezeiten dynamisch angepasst werden können.

Da die Morgenspitze maßgebend ist, wurde für diese die Szenarien mit Sperrung der Retheklappbrücke bzw. Öffnung für den Schiffsverkehr erstellt. Als Grundlage wurde der angepasste SZP mit 75s Umlaufzeit gewählt. Zunächst wird ein Befolgungsgrad der Hinweistafeln (DIVA/dWiSta-Tafeln) von 25% angenommen, d.h. 25% der Verkehre, die über die Brücke fahren, befolgen die Schilder und suchen sich eine Alternativroute. Diese werden dementsprechend nicht in die Simulation eingespeist. Für diesen Befolgungsgrad wird der Rückstauraum vor Kreisverkehr von etwa 1,35 km ab einer Sperrung von ca. 15-16 min überstaut. Wenige Minuten später reicht der Rückstau bereits bis auf die A 26 und es ergibt sich ein Zusammenbruch des Systems.

Dieses Ergebnis bestätigt das Resultat der vorangegangenen Verkehrsuntersuchung, in welcher bei einem Befolgungsgrad von nur 25% der Hinweistafeln ebenfalls ein Rückstau bis auf die Autobahn, d.h. ein Rückstau über etwa 1,75 km ermittelt wurde. Es ergibt sich von der Retheklappbrücke gesehen eine maximale Rückstaulänge von 1,1 km aus Richtung Norden und eine maximale Rückstaulänge von etwa 2,9 km aus Richtung Süden. Nach Ende der Brückensperrung beträgt die Rückstaulänge aus Süden zunächst 2,1 km. Da es dann etwa 3,5 bis 4 min dauert bis sich das letzte Fahrzeug vor dem Kreisverkehr wieder in Bewegung setzt, baut sich der Rückstau in dieser Zeit weiter bis auf 2,9 km auf.

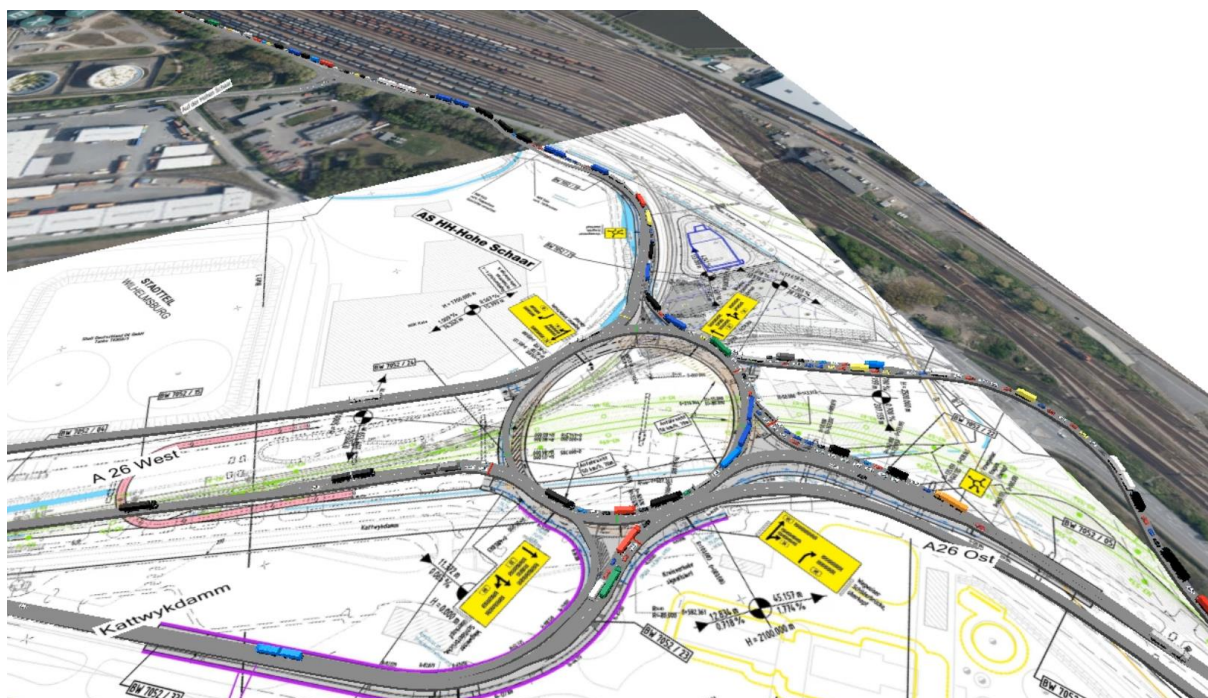


Abbildung 15: Simulation Morgenspitze mit Brückensperrung und 25% Befolgungsgrad der Hinweistafeln



Abbildung 16: Rückstau an der Retheklappbrücke

Wenn ein Befolgungsgrad von 50% der Hinweistafeln angenommen wird, zeigt die Simulation, dass der Rückstauraum vor dem Kreisverkehr erst ab einer Sperrung von etwa 21-23 min überstaut wird. Es ergibt sich eine maximale Rückstaulänge vor der Retheklappbrücke von 0,7 km aus Richtung Norden und 2,0 km aus Süden. Nach Ende der Brückensperrungsdauer von 25 min beträgt die Rückstaulänge etwa 1,6 km baut sich dann aber im Mittel noch auf bis zu 2,0 km auf, während im vorderen Bereich die Fahrzeuge bereits wieder fahren.

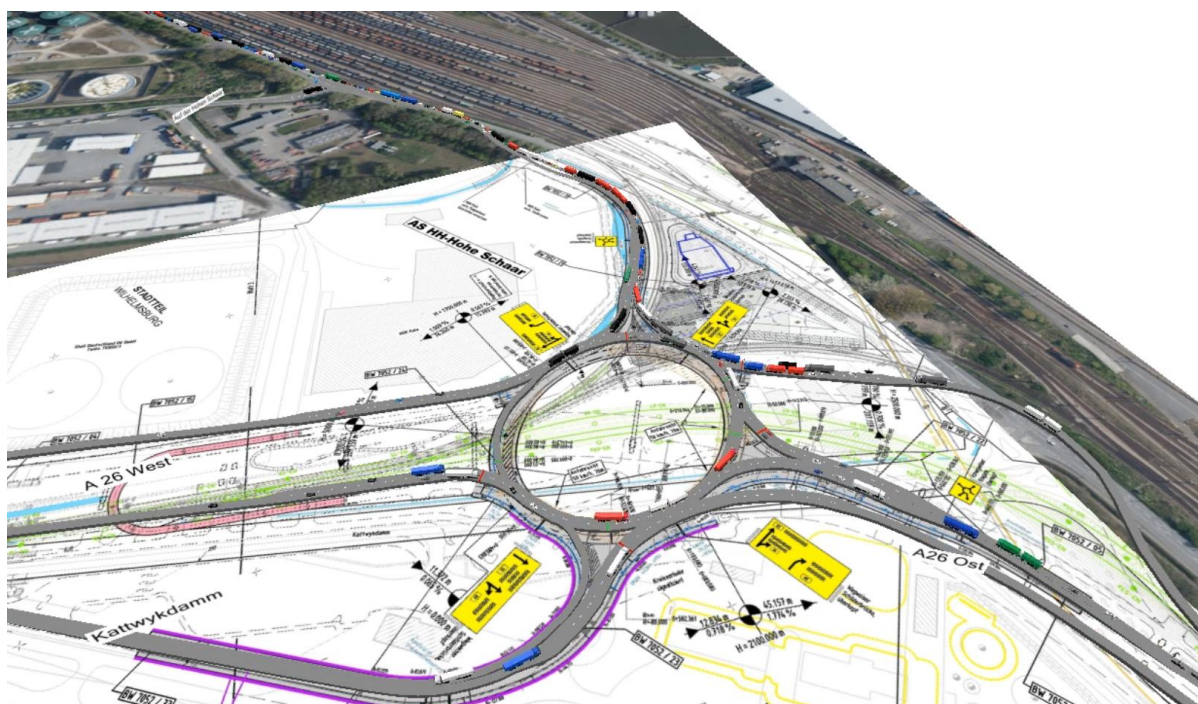


Abbildung 17: Simulation Morgenspitze mit Brückensperrung und 50% Befolgungsgrad der Hinweistafeln

Der Abbau des Rückstaus bis zum Normalzustand dauert in diesem Szenario zusätzlich mindestens die ganze Sperrungsdauer von 25 min. Das bedeutet, dass ohne weitere Maßnahmen ein höherer Befolgungsgrad der Hinweistafeln erforderlich wäre, um den Rückstau in den Kreisverkehr zu verhindern. Der Befolgungsgrad ist jedoch nicht in diesem Maße beeinflussbar. Dementsprechend wird empfohlen eine Rückstaudetektion in der Hohe-Schaar-Straße südlich der Brücke in einem noch zu ermittelnden Abstand vor dem Kreisverkehr zu berücksichtigen. Diese sollte dynamische Tafeln vor den Abfahrten der A 26 und im Kreisverkehr (z.B. VZ 250 Einfahrt Verboten + ggf. Anlieger frei) auslösen, um so weiteres Einfahren des Durchgangsverkehres über die Brücke ab einer gewissen Rückstaulänge und somit den Rückstau in den Kreisverkehr zu verhindern.

Alternativ könnten zusätzlich zur Beschilderung auch Schrankenanlagen eingesetzt werden. Diese würden jedoch auch den Zielverkehr in die Zufahrten Auf der Hohen Schaar und Blumensand verhindern, sodass die Gefahr bestünde, dass sich diese Verkehre vor den Schranken im Kreisverkehr aufstellen. Zudem würde ein zweistreifiger Ausbau der Hohe-Schaar-Straße südlich der Retheklappbrücke die Rückstaulänge verkürzen.

Darüber hinaus sollte ein Räumprogramm in die Signalsteuerung integriert werden, um nach Ende der Brückensperrung ein schnelleres Räumen zu ermöglichen.

5 TAGESGANG RÜCKSTAULÄNGEN

Die Tagesganglinie der Rethebrücke in Fahrtrichtung Nord ist in Abbildung 18 dargestellt. Sie wurde im Rahmen der vorausgegangenen Verkehrsuntersuchung (DEGES, 2018) aus der am 23.05.2018 durchgeführten Zählung ermittelt. Sie zeigt eine deutliche morgendliche Spitze im Intervall von 07:15 Uhr bis 08:15 Uhr sowie eine kleinere nachmittägliche Spitze im Intervall von 17:00 Uhr bis 18:00 Uhr.

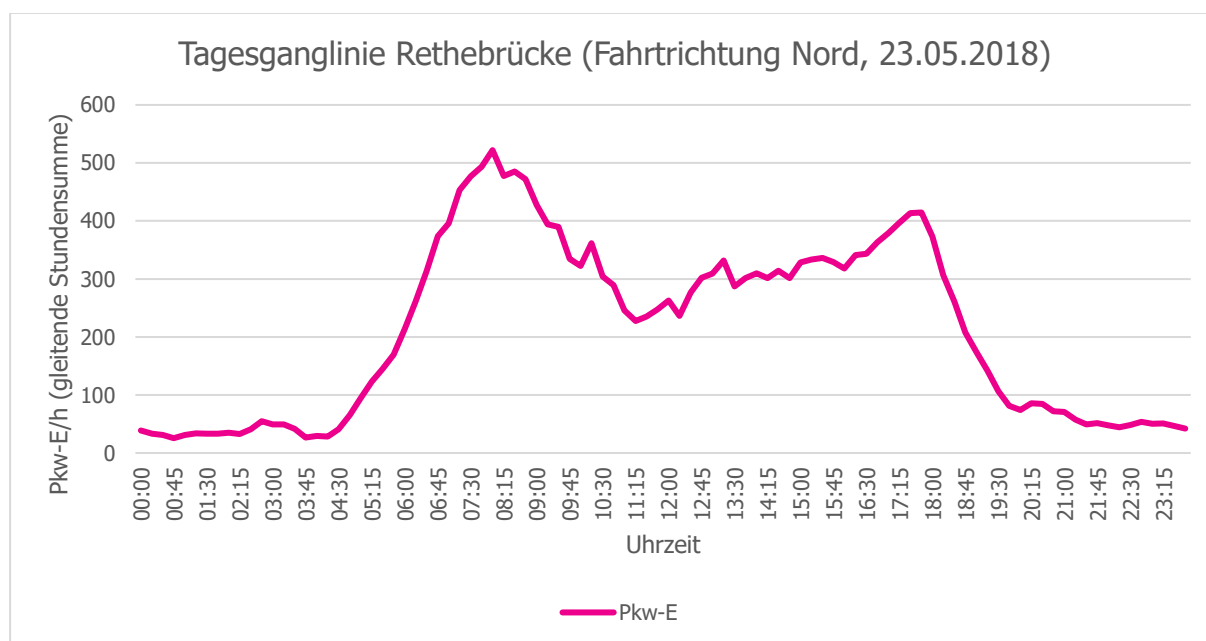


Abbildung 18: Tagesganglinie Rethebrücke in Pkw-E (Quelle: Verkehrsuntersuchung AS HH-Hohe Schaar/Rethebrücke, DEGES, 2018)

Die Simulation ergab bei einer Sperrungsdauer von 25 min und einem Befolgungsgrad der Hinweistafeln von 50% in der Morgenspitze bei Sperrungsende eine Rückstaulänge von im Mittel 1,6 km, die sich durch das träge Anfahrverhalten bei Sperrungsende in den weiteren Minuten auf bis zu 2,0 km erhöht.

Überträgt man dieses Ergebnis auf die gezeigte Tagesganglinie, ergibt sich die in folgender Abbildung 19 dargestellte Kurve. Da sich die maximale Rückstaulänge bezogen auf die Verkehrsmenge nicht ganz linear verhält, stellt dieses Verfahren nur einen groben Berechnungsansatz dar. In Realität wird die maximale Rückstaulänge, welche auch den zusätzlichen Rückstau nach Brückensperrungsende berücksichtigt, außerhalb der morgendlichen Spitzenstunde etwas geringer ausfallen als gezeigt.

Nach Abbildung 19 besteht morgens im Zeitbereich von 06:45 Uhr bis 09:30 Uhr bei einer Brückensperrung von 25 min die Gefahr, dass der Rückstau bis zum bzw. über den Verteilerkreisverkehr reicht. Bis auf die A 26 kann der Rückstau im kritischen Intervall von 07:15 Uhr bis 08:45 Uhr reichen. Am Nachmittag kann der Rückstau im Zeitbereich von 16:45 Uhr bis 18:00 Uhr bis zum bzw. über den Verteilerkreisverkehr reichen.

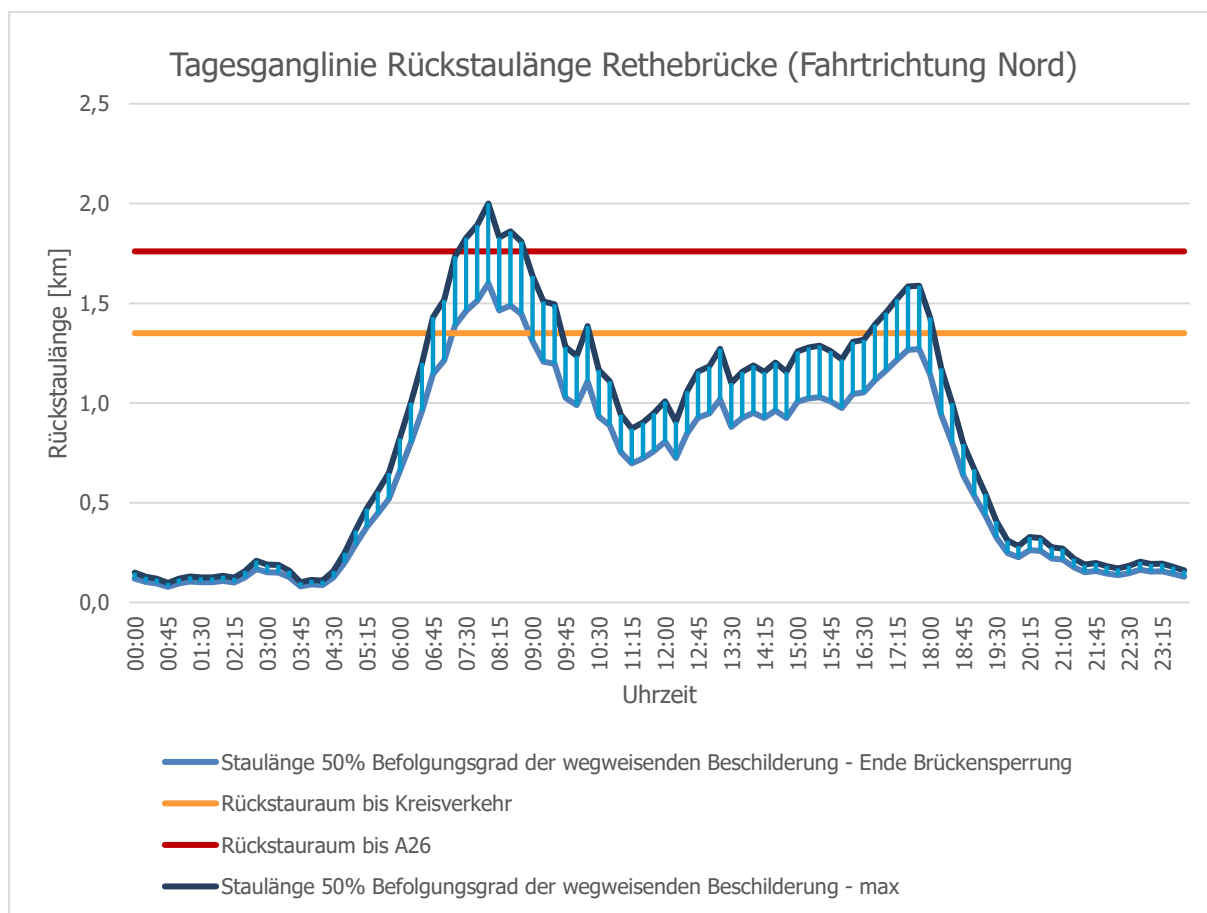


Abbildung 19: Tagesganglinie Rückstaulänge Rethebrücke (Fahrtrichtung Nord) bei einer Sperrungsdauer von 25 min und einem Befolgungsgrad der Hinweistafeln von 50%

Werden die aus der Simulation ermittelten maximalen Rückstaulängen in der Morgenspitze für einen Befolgungsgrad der Hinweisbeschilderung von 25% und 50% bezogen auf die Sperrungsdauer der Retheklappbrücke linear rückgerechnet, ergeben sich die maximalen Sperrungszeiten etwa 11 min bzw. etwa 17 min, um einen Rückstau in den Kreisverkehr zu verhindern (siehe Abbildung 20).

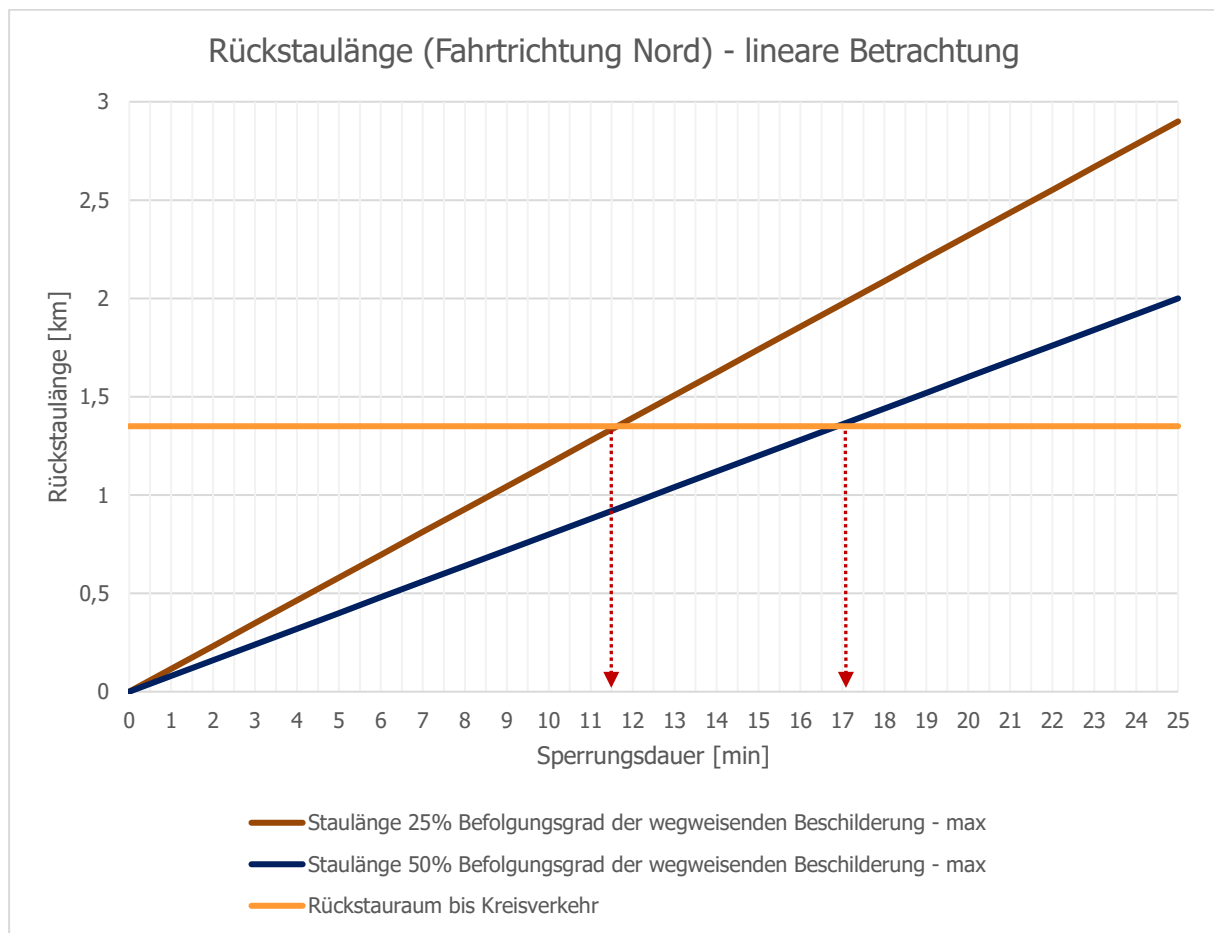


Abbildung 20: lineare Betrachtung der Rückstaulänge (Fahrtrichtung Nord) bezogen auf die Sperrungsdauer

6 ZUSAMMENFASSUNG UND FAZIT

Am geplanten signalisierten Verteilerkreisverkehr an der AS HH-Hohe Schaar können die prognostizierten Verkehre im Normalzustand sowohl in der Morgen- als auch Abendspitze abgewickelt werden. In der Morgenspitze sollte der Signalzeitenplan auf eine Umlaufzeit von 75s verlängert werden, um für die Fahrbeziehung von der A 26 in Fahrtrichtung Westen kommend eine ausreichende Freigabezeit zu gewährleisten. Darüber hinaus sollte der Kreisverkehr verkehrsabhängig gesteuert werden, sodass mittels Rückstaubemessung auf den Rampen längerer Rückstau verhindert und die Freigabezeiten dynamisch angepasst werden können. Im Rahmen der Ausführungsplanung wird daher die verkehrsabhängige Steuerung berücksichtigt.

Bei einer 25-minütigen Sperrung der Retheklappbrücke in der maßgebenden Morgenspitzenstunde und einem angenommenen Befolgungsgrad der Hinweistafeln für Alternativrouten entlang der Zufahrtsstrecken zur Retheklappbrücke von 25% wird der Rückstauraum vor dem Verteilerkreisverkehr ab einer Sperrungsdauer von ca. 15-16 min überstaut. Bei einem Befolgungsgrad von 50% der Hinweistafeln, wird der Rückstauraum vor dem Kreisverkehr erst ab einer Sperrung von etwa 21-23 min überstaut. Nach Ende der Brückensperrungsdauer von 25 min beträgt die Rückstaulänge etwa 1,6 km baut sich dann aber im Mittel noch auf bis zu 2,0 km, d.h. bis auf die A 26 auf, während im vorderen Bereich die Fahrzeuge bereits wieder fahren.

Da der Befolgungsgrad der Hinweisbeschilderung nicht vollständig planbar ist, wird empfohlen eine Rückstaudetektion in der Hohe-Schaar-Straße südlich der Brücke vor dem Kreisverkehr zu berücksichtigen, welche dynamische Tafeln vor den Abfahrtsrampen auf der A 26 und im Kreisverkehr mit dem VZ 250 auslösen. Dadurch soll weiteres Einfahren des Durchgangsverkehres über die Brücke ab einer gewissen Rückstaulänge und somit der Rückstau in den Kreisverkehr verhindert werden.

Überträgt man die ermittelten Rückstaulängen auf die Tagesganglinie der Retheklappbrücke in Fahrtrichtung Nord besteht bei einer 25-Minuten-Sperrung im Zeitbereich von 06:45 Uhr bis 09:30 Uhr und 16:45 Uhr bis 18:00 Uhr das Risiko, dass der Rückstau bis zum Kreisverkehr reicht. Bis auf die A 26 kann der Rückstau im kritischen Intervall von 07:15 Uhr bis 08:45 Uhr reichen.

Die zu Grunde gelegte Bemessungsdauer von 25 Minuten wird nach den Ergebnissen der vorausgegangenen Verkehrsuntersuchung AS HH-Hohe Schaar/Rethebrücke (DEGES, 2018) von 70% aller Öffnungsvorgänge der Klappbrücke unterschritten. Die durchschnittliche Sperrungsdauer der Klappbrücke beträgt an Werktagen 23 Minuten. Die Brücke wird im Mittel am Werktag 3,2 Mal für den Schiffsverkehr geöffnet. Die Wahrscheinlichkeit, dass in der Morgen- oder Abendspitze eine Brückensperrung eintritt, liegt unter 10%. Der simulierte Fall stellt dementsprechend ein Worst-Case-Szenario dar, dessen Eintrittswahrscheinlichkeit eher gering ist, aber dennoch verkehrlich berücksichtigt werden muss