

BERICHT

Mikroskopische Verkehrsflusssimulation DeltaPort-Häfen Voerde und Wesel

Auftraggeber/-in:

DeltaPort GmbH & Co. KG
Moltkestr. 8
46483 Wesel

Auftragnehmer/-in:

PTV
Transport Consult GmbH
Harffstraße 43
40591 Düsseldorf

Düsseldorf, 29.11.2023



ppa. Jan Malik
Niederlassungsleiter
Verkehrsplanung und Verkehrstechnik
PTV Transport Consult GmbH



i.A. Sebastian Reichert
Projektleiter
Verkehrsplanung und Verkehrstechnik
PTV Transport Consult GmbH

Dokumentinformationen

Kurztitel	Mikroskopische Verkehrsflusssimulation DeltaPort-Häfen Voerde und Wesel
Auftraggeber/-in	DeltaPort GmbH & Co.KG
Auftrags-Nr.	
Auftragnehmer/-in	PTV Transport Consult GmbH
PTV-Projekt-Nr.	TC2100232
Autor/-in	Jan Malik, Sebastian Reichert, Sebastian Merks
Erstellungsdatum	28.09.2023
zuletzt gespeichert	29.11.2023

Inhalt

1	Aufgabenstellung	6
2	Mikroskopische Verkehrsflusssimulation	8
2.1	Aufbau des Simulationsmodells & Kalibrierung.....	8
2.2	Simulationsergebnisse Analyse.....	13
2.3	Prognoseplanfall 1	22
2.4	Prognoseplanfall 1 optimiert	30
2.5	Prognoseplanfall 2 optimiert	38
3	Zusammenfassung.....	48

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Kalibrierung des Simulationsmodells für die Morgenspitzenstunde.....	12
Tabelle 2:	Kalibrierung des Simulationsmodells für die Abendspitzenstunde	13
Tabelle 3:	Einteilung der QSV für Knotenpunkte mit LSA gemäß HBS 2015.....	14

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Lage der Knotenpunkte [Karte: maps.google.de].....	6
Abbildung 2:	Simulationsmodell	8
Abbildung 3:	Verkehrsbelastungen Analyse [Quelle: abvi (2023): Bebauungsplan Nr. 232 „Rhein-Lippe-Hafen“ der Stadt Wesel - Verkehrsuntersuchung zusätzlicher gewerblicher Reserveflächen]	10
Abbildung 4:	Stromnummerierung nach HBS 2015	15
Abbildung 5:	Verkehrsqualität KP B8/Frankfurter Straße (01) Analyse Morgenspitze	15
Abbildung 6:	Verkehrsqualität KP B8/Neue Hünxer Straße/Emmelsumer Straße (02) Analyse Morgenspitze	16
Abbildung 7:	Verkehrsqualität KP Frankfurter Straße/Emmelsumer Straße (03) Analyse Morgenspitze	16

Abbildung 8:	Mittlere Rückstaulängen Analyse Morgenspitze _____	17
Abbildung 9:	95%-Rückstaulängen Analyse Morgenspitze _____	18
Abbildung 10:	Verkehrsqualität KP B8/Frankfurter Straße (01) Analyse Abendspitze _____	19
Abbildung 11:	Verkehrsqualität KP B8/Neue Hünxer Straße/Emmelsumer Straße (02) Analyse Abendspitze _____	19
Abbildung 12:	Verkehrsqualität KP Frankfurter Straße/Emmelsumer Straße (03) Analyse Abendspitze _____	20
Abbildung 13:	Mittlere Rückstaulängen Analyse Abendspitze _____	21
Abbildung 14:	95%-Rückstaulängen Analyse Abendspitze _____	21
Abbildung 15:	Verkehrsbelastungen Prognoseplanfall 1 [Quelle: abvi (2023): Bebauungsplan Nr. 232 „Rhein-Lippe-Hafen“ der Stadt Wesel - Verkehrsuntersuchung zusätzlicher gewerblicher Reserveflächen] _____	23
Abbildung 16:	Verkehrsqualität KP B8/Frankfurter Straße (01) Prognoseplanfall 1 Morgenspitze _____	24
Abbildung 17:	Verkehrsqualität KP B8/Neue Hünxer Straße/Emmelsumer Straße (02) Prognoseplanfall 1 Morgenspitze _____	24
Abbildung 18:	Verkehrsqualität KP Frankfurter Straße/Emmelsumer Straße (03) Prognoseplanfall 1 Morgenspitze _____	25
Abbildung 19:	Mittlere Rückstaulängen Prognoseplanfall 1 Morgenspitze _____	26
Abbildung 20:	95%-Rückstaulängen Prognoseplanfall 1 Morgenspitze _____	26
Abbildung 21:	Verkehrsqualität KP B8/Frankfurter Straße (01) Prognoseplanfall 1 Abendspitze _____	27
Abbildung 22:	Verkehrsqualität KP B8/Neue Hünxer Straße/Emmelsumer Straße (02) Prognoseplanfall 1 Abendspitze _____	28
Abbildung 23:	Verkehrsqualität KP Frankfurter Straße/Emmelsumer Straße (03) Prognoseplanfall 1 Abendspitze _____	28
Abbildung 24:	Mittlere Rückstaulängen Prognoseplanfall 1 Abendspitze _____	29
Abbildung 25:	95%-Rückstaulängen Prognoseplanfall 1 Abendspitze _____	29
Abbildung 26:	Bauliche Optimierung KP02 – Prognoseplanfall 1 optimiert _____	30
Abbildung 27:	Verkehrsqualität KP B8/Frankfurter Straße (01) Prognoseplanfall 1 Morgenspitze optimiert _____	31
Abbildung 28:	Verkehrsqualität KP B8/Neue Hünxer Straße/Emmelsumer Straße (02) Prognoseplanfall 1 Morgenspitze optimiert _____	31
Abbildung 29:	Verkehrsqualität KP Frankfurter Straße/Emmelsumer Straße (03) Prognoseplanfall 1 Morgenspitze optimiert _____	32

Abbildung 30:	Mittlere Rückstaulängen Prognoseplanfall 1 Morgenspitze optimiert _____	33
Abbildung 31:	95%-Rückstaulängen Prognoseplanfall 1 Morgenspitze optimiert _____	33
Abbildung 32:	95%-Rückstaulängen (fahrstreifenfein / ohne Berücksichtigung des Nachbarfahrstreifens) Prognoseplanfall 1 Morgenspitze optimiert _____	34
Abbildung 33:	Verkehrsqualität KP B8/Frankfurter Straße (01) Prognoseplanfall 1 Abendspitze optimiert _____	35
Abbildung 34:	Verkehrsqualität KP B8/Neue Hünxer Straße/Emmelsumer Straße (02) Prognoseplanfall 1 Abendspitze optimiert _____	35
Abbildung 35:	Verkehrsqualität KP Frankfurter Straße/Emmelsumer Straße (03) Prognoseplanfall 1 Abendspitze optimiert _____	36
Abbildung 36:	Mittlere Rückstaulängen Prognoseplanfall 1 Abendspitze optimiert _____	37
Abbildung 37:	95%-Rückstaulängen Prognoseplanfall 1 Abendspitze optimiert _____	37
Abbildung 38:	95%-Rückstaulängen (fahrstreifenfein / ohne Berücksichtigung des Nachbarfahrstreifens) Prognoseplanfall 1 Abendspitze optimiert _____	38
Abbildung 39:	Verkehrsbelastungen Prognoseplanfall 2 [Quelle: abvi (2023): Verkehrsuntersuchung greenfield Logistikpark Voerde] _____	39
Abbildung 40:	Verkehrsqualität KP B8/Frankfurter Straße (01) Prognoseplanfall 2 Morgenspitze optimiert _____	40
Abbildung 41:	Verkehrsqualität KP B8/Neue Hünxer Straße/Emmelsumer Straße (02) Prognoseplanfall 2 Morgenspitze optimiert _____	41
Abbildung 42:	Verkehrsqualität KP Frankfurter Straße/Emmelsumer Straße (03) Prognoseplanfall 2 Morgenspitze optimiert _____	41
Abbildung 43:	Mittlere Rückstaulängen Prognoseplanfall 2 Morgenspitze optimiert _____	42
Abbildung 44:	95%-Rückstaulängen Prognoseplanfall 2 Morgenspitze optimiert _____	43
Abbildung 45:	95%-Rückstaulängen (fahrstreifenfein / ohne Berücksichtigung des Nachbarfahrstreifens) Prognoseplanfall 2 Morgenspitze optimiert _____	43
Abbildung 46:	Verkehrsqualität KP B8/Frankfurter Straße (01) Prognoseplanfall 2 Abendspitze optimiert _____	44
Abbildung 47:	Verkehrsqualität KP B8/Neue Hünxer Straße/Emmelsumer Straße (02) Prognoseplanfall 2 Abendspitze optimiert _____	45
Abbildung 48:	Verkehrsqualität KP Frankfurter Straße/Emmelsumer Straße (03) Prognoseplanfall 2 Abendspitze optimiert _____	45
Abbildung 49:	Mittlere Rückstaulängen Prognoseplanfall 2 Abendspitze optimiert _____	46
Abbildung 50:	95%-Rückstaulängen Prognoseplanfall 2 Abendspitze optimiert _____	47
Abbildung 51:	95%-Rückstaulängen Prognoseplanfall 2 (fahrstreifenfein / ohne Berücksichtigung des Nachbarfahrstreifens) Abendspitze optimiert _____	47

1 Aufgabenstellung

Die ambrosius.blanke verkehr.infrastruktur (abvi) begleitet aus verkehrlicher Sicht die Anbindung und den geplanten Ausbau der DeltaPort-Häfen in Voerde und Wesel. Der Hafen Emmelsum wird zusammen mit dem Stadthafen Wesel und dem Rhein-Lippe-Hafen von der DeltaPort Niederrhein-häfen GmbH betrieben. Eine Anbindung des Areals an das bestehende Straßennetz ist über die B8, die B58 sowie die nahe gelegene A3 gegeben. In Ergänzung zu den Verkehrsuntersuchungen von abvi sollen für den weiteren Ausbau der Hafenbereiche die Knotenpunkte

- Willy-Brandt-Straße (B8) / Frankfurter Straße (L296),
- Willy-Brandt-Straße (B8) / Emmelsumer Straße / Neue Hünxer Straße (K12) und
- Frankfurter Straße (L396) / Emmelsumer Straße (K12)

mittels einer mikroskopischen Verkehrsflusssimulation auf ihre Leistungsfähigkeit untersucht werden. Aufgrund der Nähe des dritten Knotenpunktes zur Einmündung Emmelsumer Straße / Zum Rhein-Lippe-Hafen wurde dieser Knotenpunkt ebenfalls im Simulationsmodell berücksichtigt. Die räumliche Lage der relevanten Knotenpunkte ist in der folgenden Abbildung veranschaulicht.

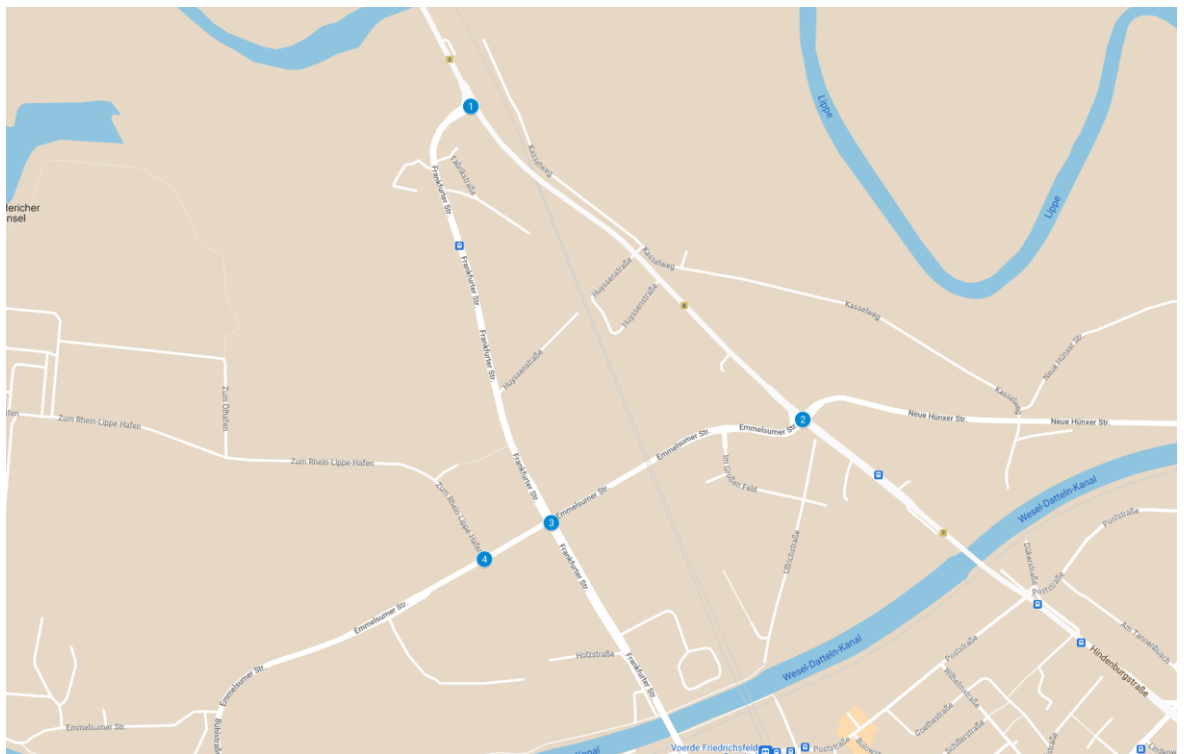


Abbildung 1: Lage der Knotenpunkte [Karte: maps.google.de]

Die mikroskopische Verkehrssimulation wird mit der hauseigenen Software PTV Vissim durchgeführt. Als Simulationsgrundlage dienen die für das Untersuchungsgebiet bereits durchgeführten Verkehrsuntersuchungen von abvi aus dem Jahr 2023. In diesen wurden die aufgeführten Knotenpunkte bereits mittels rechnerischer HBS-Nachweise geprüft. Da auf Grundlage der HBS-Berechnungen Leistungsfähigkeitsdefizite ermittelt wurden, erfolgt die zusätzliche Betrachtung mithilfe der mikroskopischen Verkehrsflusssimulation. Da mit der Mikrosimulation eine Berücksichtigung der vorliegenden verkehrsabhängigen Steuerungen möglich ist, können so die bereits bestehenden Untersuchungsergebnisse verfeinert werden. Berücksichtigt werden, neben einem Analysefall als Referenzgrundlage, zwei Prognoseplanfälle. Die beiden Prognoseplanfälle unterscheiden sich in der Berücksichtigung größerer Reserveentwicklungsflächen auf dem Gebiet der Stadt Wesel.

Insgesamt werden die folgenden Untersuchungsschritte durchgeführt:

- Übernahme der relevanten Verkehrsuntersuchungen von abvi als Datengrundlage
- Übernahme/Nachbildung der verkehrsabhängigen Steuerungen der Lichtsignalanlagen
- Aufbau des mikroskopischen Simulationsmodells & Kalibrierung des Analysefalls
- Anpassung des Simulationsmodells für zwei Prognoseplanfälle
- Simulation & Auswertung der Prognoseplanfälle

2 Mikroskopische Verkehrsflusssimulation

In den folgenden Abschnitten werden der Aufbau des Simulationsmodells sowie die Simulationsergebnisse für den Analyse- sowie die beiden Prognoseplanfälle vorgestellt. Betrachtet werden jeweils die Morgen- und die Abendspitzenstunde.

2.1 Aufbau des Simulationsmodells & Kalibrierung

Modellaufbau

Die mikroskopische Verkehrsflusssimulation wird mit der hauseigenen Software PTV Vissim (Version 2023) durchgeführt. Mithilfe von realitätsnahen Orthofotos wurden die in Abbildung 1 dargestellten Knotenpunkt sowie die dazwischenliegenden Netzabschnitte modelliert. An allen relevanten Stellen wurden die Vorfahrtsregelungen über Konfliktflächen oder Querverkehrsstörungen abgebildet. Das Simulationsmodell ist in der folgenden Abbildung veranschaulicht.



Abbildung 2: Simulationsmodell

Für die Dauer einer simulierten Stunde (Morgen- & Abendspitzenstunde) wird der Zeitbereich von 900 bis 4.500 Simulationssekunden gewählt. Da das Simulationsnetz eine gewisse Vorlaufzeit benötigt, werden in den ersten 900 Sekunden keine Auswertungen durchgeführt. Währenddessen wird das Modell allerdings mit Fahrzeugen gefüllt, um eine Grundverkehrsbelastung zu generieren.

Wie in der Realität weisen die über eine Simulation ermittelten Daten zufällige Streuungen auf. Um belastbare Ergebnisse zu erhalten, basiert die Bewertung deshalb auf den Werten, die sich aus jeweils zehn Simulationsdurchläufen (mit variierenden Startzufallszahlen) ergeben. Bei der Auswertung werden schließlich die (Mittel-)Werte aus diesen zehn Simulationsläufen im Intervall von 900 - 4.500 Sekunden betrachtet.

Die Verkehrsbelastungen für den Analyse- sowie die Prognoseplanfälle werden jeweils aus den bestehenden Gutachten von abvi übernommen. Die Simulation wird für die Morgen- sowie die Abendspitzenstunde durchgeführt. Um die Verkehrsverhältnisse möglichst realitätsnah abzubilden, werden die an den Knotenpunkten 1 – 3 vorliegenden verkehrsabhängigen Steuerungen in das Simulationsmodell implementiert. Hierzu sind die Bestandssteuerungen vom zuständigen Planungsunternehmen übernommen worden.

Modellkalibrierung

Als Grundlage für jedes Modell stellt die Kalibrierung einen essenziellen Arbeitsschritt dar, da nur auf diese Weise aussagekräftige Ergebnisse erzielt werden können. Im Verlauf der Kalibrierung erfolgt ein Abgleich zwischen den Modellbelastungen und den erhobenen Verkehrsdaten (in diesem Fall die Verkehrsstärken der maßgebenden Spitzenstunden aus den Untersuchungen von abvi) an zuvor festgelegten Punkten (Messquerschnitte). Dabei werden die Fahrverhaltensparameter und Routenbelastungen so lange angepasst, bis die realen Verhältnisse bestmöglich abgebildet werden und die Abweichungen minimal sind.

Für die Beurteilung der Modellqualität nennt die FGSV in den Hinweisen zur mikroskopischen Verkehrsflusssimulation unter anderem den RMSPE-Faktor (Root Mean Square Percentage Error) oder auch RMSP-Fehler, der über die Formel 1 berechnet wird. Die Verkehrsstärke der Erhebung wird dabei mit $q_{Z,n}$, die Verkehrsstärke im Simulationsmodell mit $q_{M,n}$ bezeichnet.

$$\text{RMSPE} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \left(\frac{q_{M,n} - q_{Z,n}}{q_{Z,n}} \right)^2}$$

Formel 1: Berechnungsformel für den RMSP-Fehler

Der RMSP-Fehler bildet einen Abgleich zwischen Modell- und Zählwert ab. Je kleiner der Faktor, desto näher liegen beide Werte beieinander. Eine ausreichende Genauigkeit liegt gemäß der FGSV vor, wenn die Abweichung zwischen Realität und Simulation in der Regel weniger als 5 % beträgt. Dabei ist allerdings immer die absolute Abweichung bezogen auf die Gesamtverkehrsstärke zu berücksichtigen. Bei kleineren Verkehrsstärken kann der RMSPE schnell höhere Werte annehmen.

Die zugrundeliegenden Verkehrsstärken wurden aus der Verkehrsuntersuchung von abvi zum Bebauungsplan Nr. 232 „Rhein-Lippe-Hafen“ der Stadt Wesel (Stand Juni 2023) übernommen und sind in der folgenden Abbildung dargestellt.

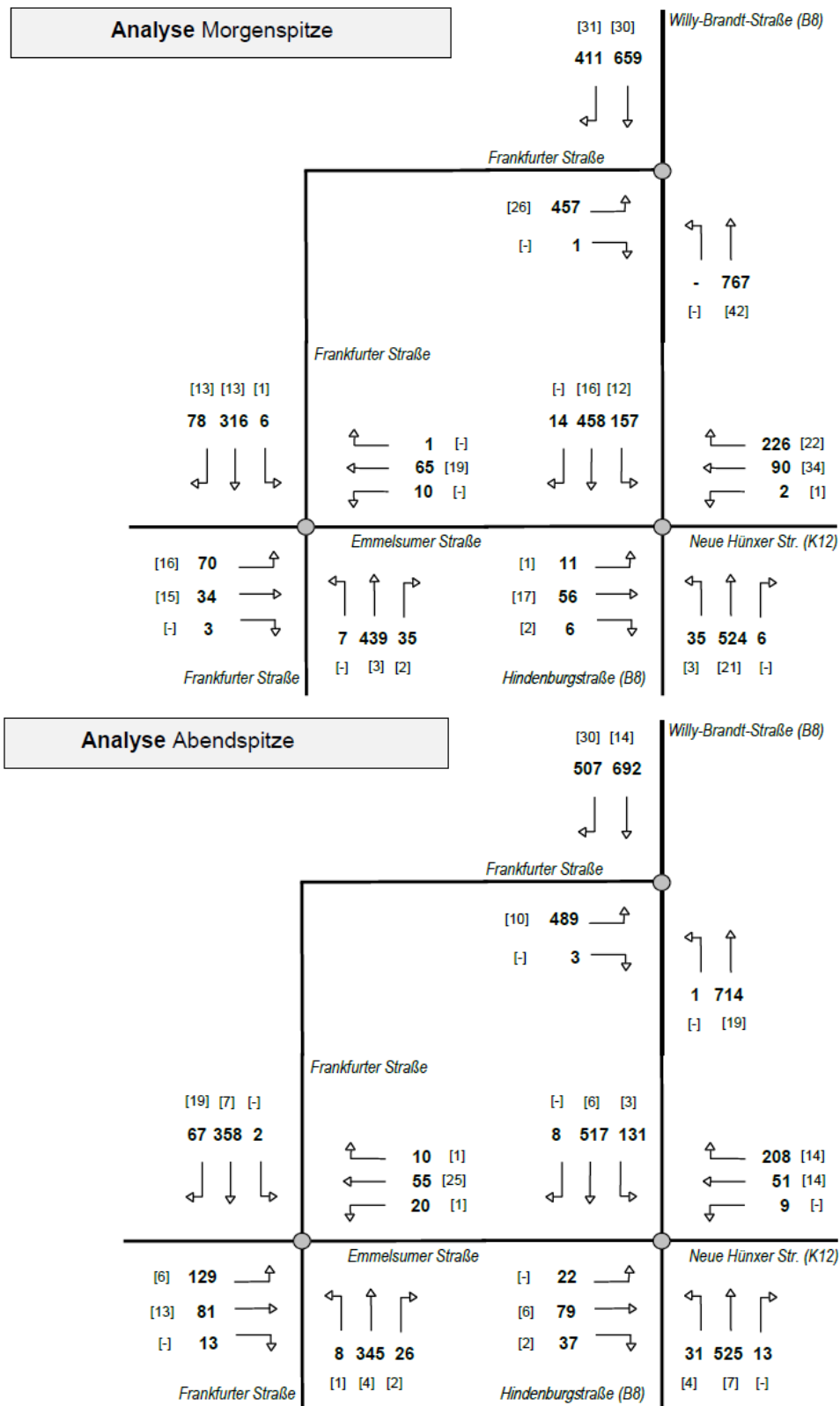


Abbildung 3: Verkehrsbelastungen Analyse [Quelle: abvi (2023): Bebauungsplan Nr. 232 „Rhein-Lippe-Hafen“ der Stadt Wesel - Verkehrsuntersuchung zusätzlicher gewerblicher Reserveflächen]

Das Simulationsmodell wurde für die Morgen- sowie für die Abendspitze auf diese Zielwerte kalibriert. Die Kalibrierungsergebnisse sind in den beiden folgenden Tabellen zusammengefasst.

Messpunkt	Soll-Wert	Ist-Wert	Absolute Abweichung	RMSPE
Zufluss KP 4 - West	107	104	-3	2,80 %
Abfluss KP 4- West	150	149	-1	0,67 %
Zufluss KP 3 - Süd	481	477	-4	0,83 %
Abfluss KP 3 - Süd	329	331	2	0,61 %
Zufluss KP 2 - Süd	565	559	-6	1,06 %
Abfluss KP 2 - Süd	466	484	18	3,86 %
Zufluss KP 2 - Ost	318	313	-5	1,57 %
Abfluss KP 2 - Ost	219	223	4	1,83 %
Zufluss KP 1 - Nord	1.070	1.075	5	0,47 %
Abfluss KP 1 - Nord	1.224	1.201	-23	1,88 %
KP 1 - Strom 1	457	447	-10	2,19 %
KP 1 - Strom 3	1	1	0	0,00 %
KP 1 - Strom 4	0	0	0	0,00 %
KP 1 - Strom 5	767	755	-12	1,56 %
KP 1 - Strom 8	659	656	-3	0,46 %
KP 1 - Strom 9	411	417	6	1,46 %
KP 2 - Strom 1	11	13	2	18,18 %
KP 2 - Strom 2	56	55	-1	1,79 %
KP 2 - Strom 3	6	5	-1	16,67 %
KP 2 - Strom 4	35	33	-2	5,71 %
KP 2 - Strom 5	524	519	-5	0,95 %
KP 2 - Strom 6	6	7	1	16,67 %
KP 2 - Strom 7	2	2	0	0,00 %
KP 2 - Strom 8	90	93	3	3,33 %
KP 2 - Strom 9	226	217	-9	3,98 %
KP 2 - Strom 10	157	160	3	1,91 %
KP 2 - Strom 11	458	477	19	4,15 %
KP 2 - Strom 12	14	16	2	14,29 %
KP 3 - Strom 1	70	68	-2	2,86 %
KP 3 - Strom 2	34	33	-1	2,94 %
KP 3 - Strom 3	3	3	0	0,00 %
KP 3 - Strom 4	7	6	-1	14,29 %

Messpunkt	Soll-Wert	Ist-Wert	Absolute Abweichung	RMSPE
KP 3 - Strom 5	439	437	-2	0,46 %
KP 3 - Strom 6	35	34	-1	2,86 %
KP 3 - Strom 7	10	13	3	30,00 %
KP 3 - Strom 8	65	66	1	1,54 %
KP 3 - Strom 9	1	2	1	100,00 %
KP 3 - Strom 10	6	6	0	0,00 %
KP 3 - Strom 11	316	314	-2	0,63 %
KP 3 - Strom 12	78	76	-2	2,56 %

Tabelle 1: Kalibrierung des Simulationsmodells für die Morgenspitzenstunde

Messpunkt	Soll-Wert	Ist-Wert	Absolute Abweichung	RMSPE
Zufluss KP 4 - West	223	222	-1	0,45 %
Abfluss KP 4- West	130	120	-10	7,69 %
Zufluss KP 3 - Süd	379	374	-5	1,32 %
Abfluss KP 3 - Süd	391	388	-3	0,77 %
Zufluss KP 2 - Süd	569	564	-5	0,88 %
Abfluss KP 2 - Süd	563	574	11	1,95 %
Zufluss KP 2 - Ost	268	267	-1	0,37 %
Abfluss KP 2 - Ost	223	219	-4	1,79 %
Zufluss KP 1 - Nord	1.199	1.204	5	0,42 %
Abfluss KP 1 - Nord	1.203	1.183	-20	1,66 %
KP 1 - Strom 1	489	476	-13	2,66 %
KP 1 - Strom 3	3	3	0	0,00 %
KP 1 - Strom 4	1	1	0	0,00 %
KP 1 - Strom 5	714	707	-7	0,98 %
KP 1 - Strom 8	692	697	5	0,72 %
KP 1 - Strom 9	507	508	1	0,20 %
KP 2 - Strom 1	22	21	-1	4,55 %
KP 2 - Strom 2	79	77	-2	2,53 %
KP 2 - Strom 3	37	39	2	5,41 %
KP 2 - Strom 4	31	27	-4	12,90 %
KP 2 - Strom 5	525	525	0	0,00 %
KP 2 - Strom 6	13	14	1	7,69 %
KP 2 - Strom 7	9	10	1	11,11 %

Messpunkt	Soll-Wert	Ist-Wert	Absolute Abweichung	RMSPE
KP 2 - Strom 8	51	50	-1	1,96 %
KP 2 - Strom 9	208	205	-3	1,44 %
KP 2 - Strom 10	131	129	-2	1,53 %
KP 2 - Strom 11	517	524	7	1,35 %
KP 2 - Strom 12	8	8	0	0,00 %
KP 3 - Strom 1	129	129	0	0,00 %
KP 3 - Strom 2	81	79	-2	2,47 %
KP 3 - Strom 3	13	14	1	7,69 %
KP 3 - Strom 4	8	7	-1	12,50 %
KP 3 - Strom 5	345	343	-2	0,58 %
KP 3 - Strom 6	26	26	0	0,00 %
KP 3 - Strom 7	20	20	0	0,00 %
KP 3 - Strom 8	55	48	-7	12,73 %
KP 3 - Strom 9	10	12	2	20,00 %
KP 3 - Strom 10	2	3	1	50,00 %
KP 3 - Strom 11	358	354	-4	1,12 %
KP 3 - Strom 12	67	66	-1	1,49 %

Tabelle 2: Kalibrierung des Simulationsmodells für die Abendspitzenstunde

Die Kalibrierung zeigt, dass der Zielwert in aller Regel eingehalten wird. In den Fällen, in denen der RMSPE-Wert über 5 % liegt, ist die absolute Abweichung zwischen Soll- und Ist-Wert verhältnismäßig gering. Das Simulationsmodell ist damit ausreichend kalibriert und bildet die realen Verkehrsverhältnisse hinreichend genau ab.

2.2 Simulationsergebnisse Analyse

Mithilfe des kalibrierten Simulationsmodells für den Analysefall erfolgt die verkehrstechnische Bewertung für die Morgen- sowie die Abendspitzenstunde. Somit wird ein Referenzfall für die späteren Prognoseplanfälle geschaffen.

Die Leistungsfähigkeitsbewertung der Knotenpunkte orientiert sich an den Qualitätsstufen (QSV) nach dem HBS 2015¹. Die Beschreibung und Einteilung der Verkehrsqualität erfolgt in sechs Klassen von QSV A (sehr gut) bis QSV F (ungenügend). Eine Bewertung bis einschließlich QSV D wird allgemein als ein Nachweis ausreichender Leistungsfähigkeit angesehen. Der Übergang von QSV E zu QSV F kennzeichnet die Kapazitätsgrenze einer Verkehrsanlage. Als maßgebendes

¹ Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2015): Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen.

Kriterium gilt die mittlere Wartezeit des schlechtesten Stroms am jeweiligen Knotenpunkt. Die genaue Einteilung der Qualitätsstufen ist in der folgenden Tabelle veranschaulicht.

QSV	Knotenpunkte mit Lichtsignalanlagen	
	Mittlere Wartezeit	Beschreibung
A	≤ 20 s	Die Wartezeiten sind für die jeweils betroffenen Verkehrsteilnehmer sehr kurz.
B	≤ 35 s	Die Wartezeiten sind für die jeweils betroffenen Verkehrsteilnehmer kurz. Alle während der Sperrzeit auf dem betrachteten Fahrstreifen ankommenden Fahrzeuge können in der nachfolgenden Freigabezeit weiterfahren.
C	≤ 50 s	Die Wartezeiten sind für die Verkehrsteilnehmer spürbar. Nahezu alle während der Sperrzeit auf dem betrachteten Fahrstreifen ankommenden Kraftfahrzeuge können in der nachfolgenden Freigabezeit weiterfahren. Auf dem betrachteten Fahrstreifen tritt im Kfz-Verkehr am Ende der Freigabezeit nur gelegentlich ein Rückstau auf.
D	≤ 70 s	Die Wartezeiten sind für die jeweils betroffenen Verkehrsteilnehmer beträchtlich. Auf dem betrachteten Fahrstreifen tritt im Kfz-Verkehr am Ende der Freigabezeit häufig ein Rückstau auf.
E	> 70 s	Die Wartezeiten sind für die jeweils betroffenen Verkehrsteilnehmer lang. Auf dem betrachteten Fahrstreifen tritt im Kfz-Verkehr am Ende der Freigabezeit in den meisten Umläufen ein Rückstau auf.
F	Verkehrsstärke größer als Kapazität ($q > C$)	Die Wartezeiten sind für die jeweils betroffenen Verkehrsteilnehmer sehr lang. Auf dem betrachteten Fahrstreifen wird die Kapazität im Kfz-Verkehr überschritten. Der Rückstau wächst stetig. Die Kraftfahrzeuge müssen bis zur Weiterfahrt mehrfach vorrücken.

Tabelle 3: Einteilung der QSV für Knotenpunkte mit LSA gemäß HBS 2015

Neben den Wartezeiten werden mithilfe der Mikrosimulation Aussagen zu potenziellen Stauereignissen getroffen. Für alle Betrachtungsfälle werden die folgenden Kenngrößen dargestellt:

- Die **mittlere Rückstaulänge** bildet die durchschnittlich über die Zeit der Spitzenstunde bestehende Rückstaulänge ab. Sie enthält sowohl Phasen längerer als auch kürzerer Stausituationen innerhalb aller Simulationsdurchläufe.
- Die **95 %-Rückstaulänge²** stellt die Rückstaulänge innerhalb der zehn Simulationsdurchläufe dar, die in 95 % der Umläufe nicht überschritten wird. Bei zum Beispiel 40 Umläufen in der Stunde (entspricht einer theoretischen Umlaufzeit von $t_u = 90$ s) wird dieser Wert in 38 Umläufen nicht überschritten. Sie tritt in der gesamten Zeit mit durchgängiger Spitzenbelastung somit entsprechend kurzzeitig auf. Bei den hier vorliegenden verkehrsabhängigen LSA-Steuerungen ist keine feste Umlaufzeit vorgegeben. Daher wird überschlägig eine durchschnittliche Umlaufzeit abgeschätzt, für die die 95 %-Rückstaulänge ermittelt wird.

² Bei signalisierten Knotenpunkten wird die 95 %-Rückstaulänge mit Umlaufbezug ausgewertet, die gemäß HBS auch zur Bemessung der Länge von Abbiegefahrstreifen dient. Für nicht-signalisierte Knotenpunkte wird anstelle dieses Werts die 95 %-Rückstaulänge mit Zeitbezug angegeben.

Morgenspitze

Im ersten Schritt werden die Simulationsergebnisse für die Morgenspitze vorgestellt. Die mittleren Wartezeiten der einzelnen Ströme sowie die daraus resultierenden Qualitätsstufen nach HBS 2015 sind in den folgenden Abbildungen dargestellt. Die Kennzeichnung der Ströme orientiert sich an der Standardnummerierung nach HBS 2015, welche ebenfalls nachfolgend veranschaulicht ist.

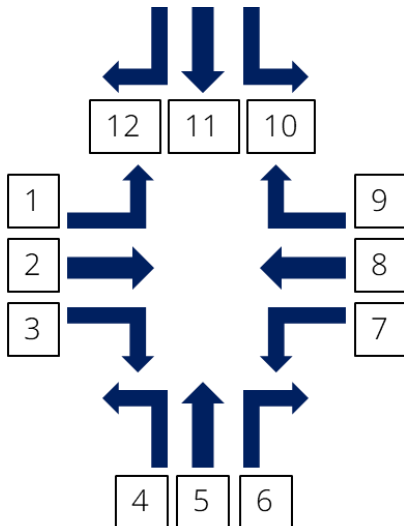


Abbildung 4: Stromnummerierung nach HBS 2015

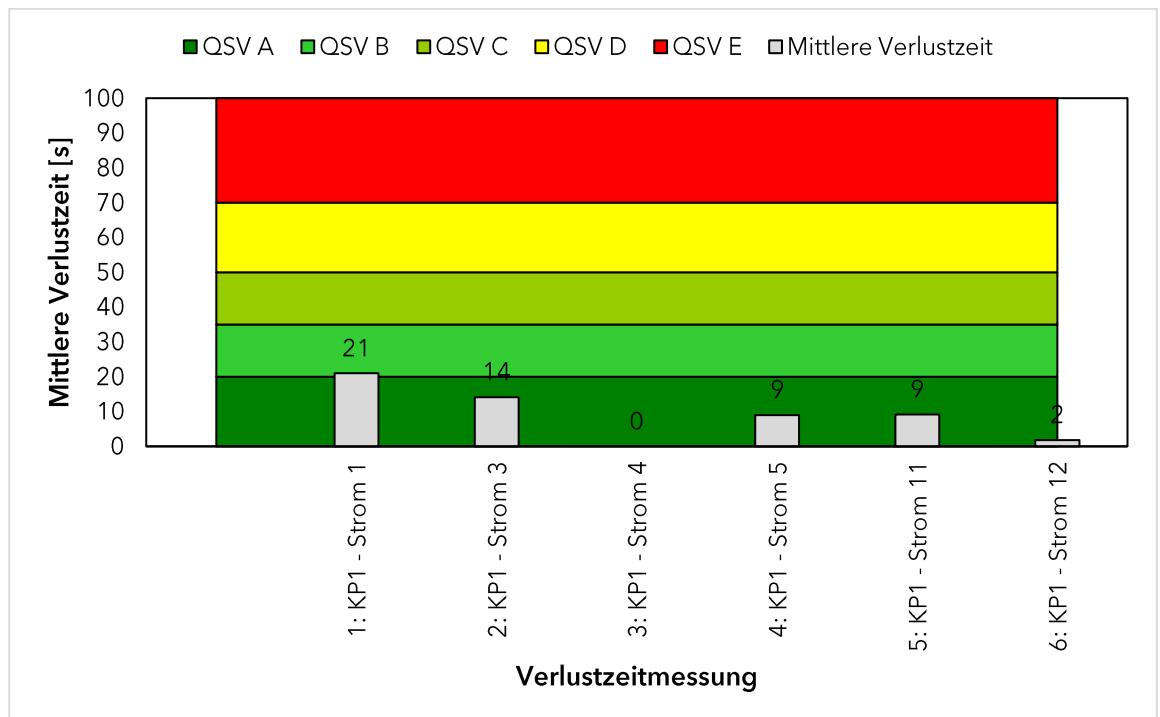


Abbildung 5: Verkehrsqualität KP B8/Frankfurter Straße (01) Analyse Morgenspitze

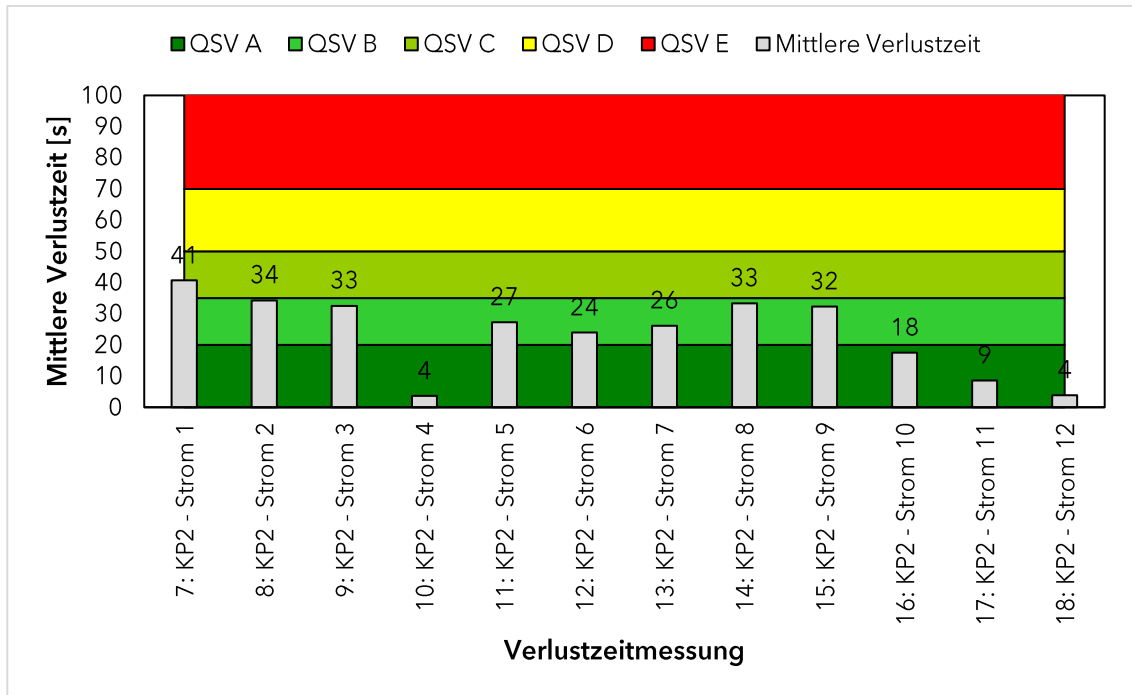


Abbildung 6: Verkehrsqualität KP B8/Neue Hünxer Straße/Emmelsumer Straße (02) Analyse Morgenspitze

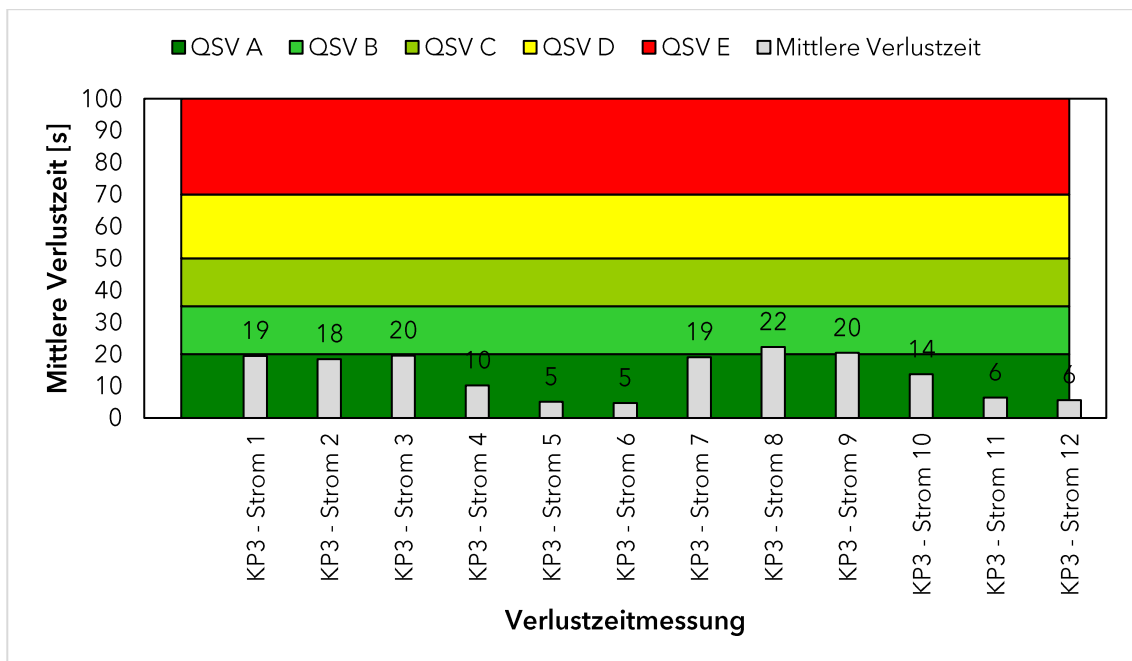


Abbildung 7: Verkehrsqualität KP Frankfurter Straße/Emmelsumer Straße (03) Analyse Morgenspitze

Die Darstellungen zeigen, dass während der Morgenspitze für alle Knotenpunkte ein leistungsfähiger Verkehrsablauf gewährleistet werden kann. Die verhältnismäßig höchsten mittleren Verlustzeiten treten am Knoten B8/Neue Hünxe Straße/Emmelsumer Straße in der westlichen Zufahrt (Emmelsumer Straße) auf. Für die linksabbiegenden Fahrzeuge wird hier ein Wert von 41 Sekunden ermittelt, was QSV C entspricht.

Ergänzend werden die Ergebnisse für die mittlere sowie für die 95%-Rückstaulänge vorgestellt. Hierzu fassen die beiden folgenden Abbildungen die Kennwerte zusammen. Die verhältnismäßig höchste mittlere Rückstaulänge beträgt ca. 23 m und wird in der südlichen Zufahrt (B8) am Knoten B8 / Neue Hünxer Straße / Emmelsumer Straße ermittelt. Für die 95%-Rückstaulänge beträgt der Höchstwert ca. 107 m. Gemessen wird der Wert auf dem Mischfahrstreifen (GA/RA) der südlichen Zufahrt von Knotenpunkt 2.

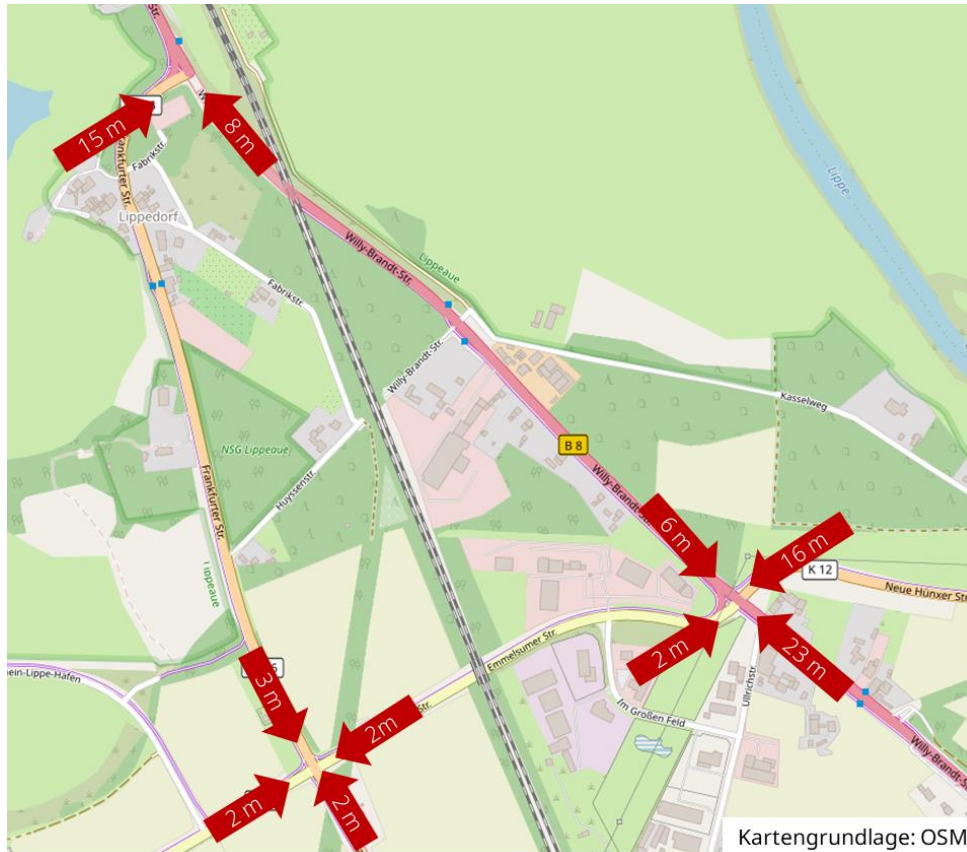


Abbildung 8: Mittlere Rückstaulängen Analyse Morgenspitze

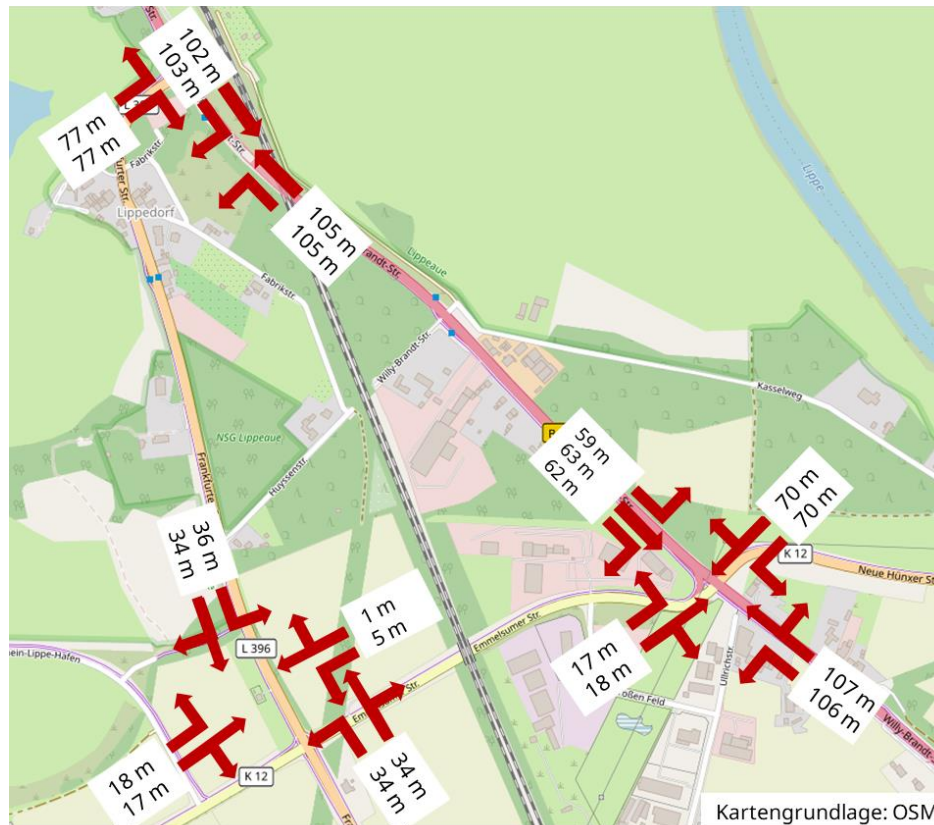


Abbildung 9: 95%-Rückstaulängen Analyse Morgenspitze

Abendspitze

Auch zum Zeitpunkt der Abendspitzenstunde kann an allen relevanten Messpunkten ein leistungsfähiger Verkehrsablauf verzeichnet werden. Die Ergebnisse der mittleren Wartezeiten sind nachfolgend dargestellt.

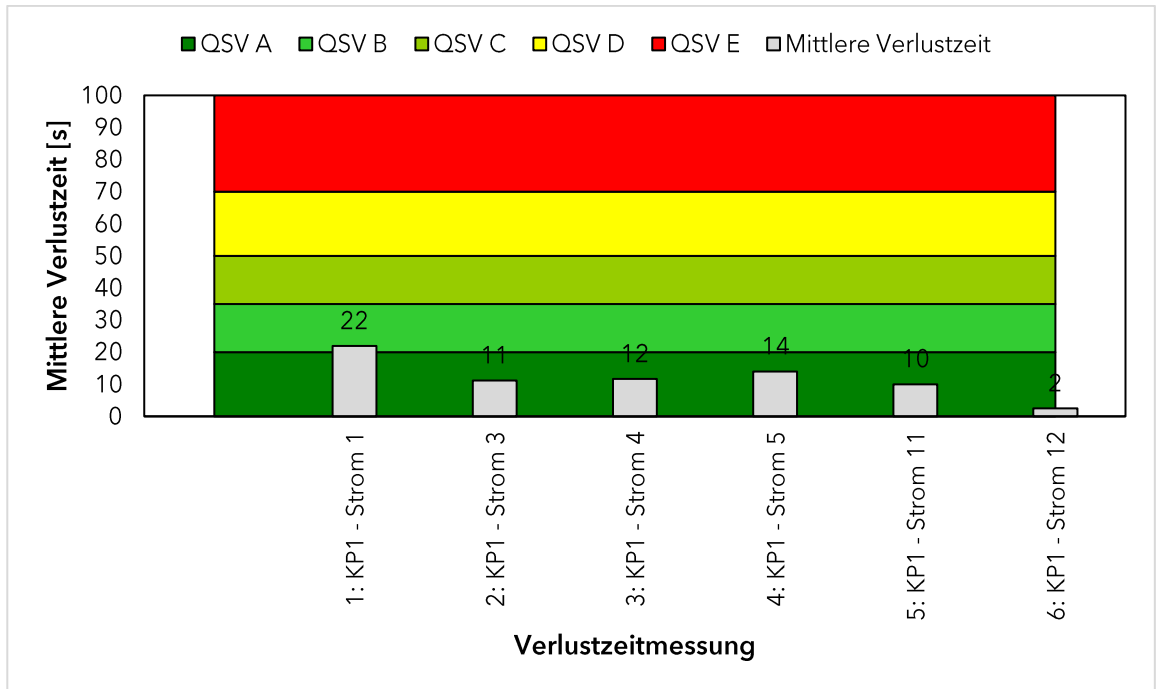


Abbildung 10: Verkehrsqualität KP B8/Frankfurter Straße (01) Analyse Abendspitze

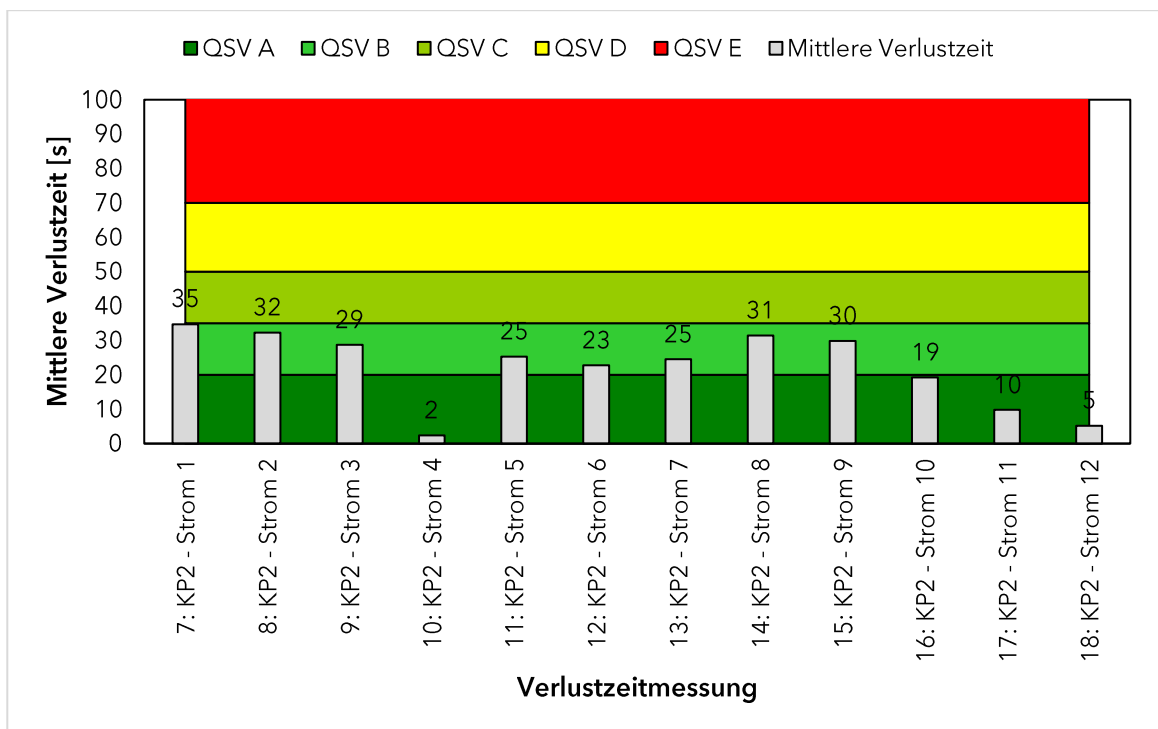


Abbildung 11: Verkehrsqualität KP B8/Neue Hünxer Straße/Emmelsumer Straße (02) Analyse Abendspitze

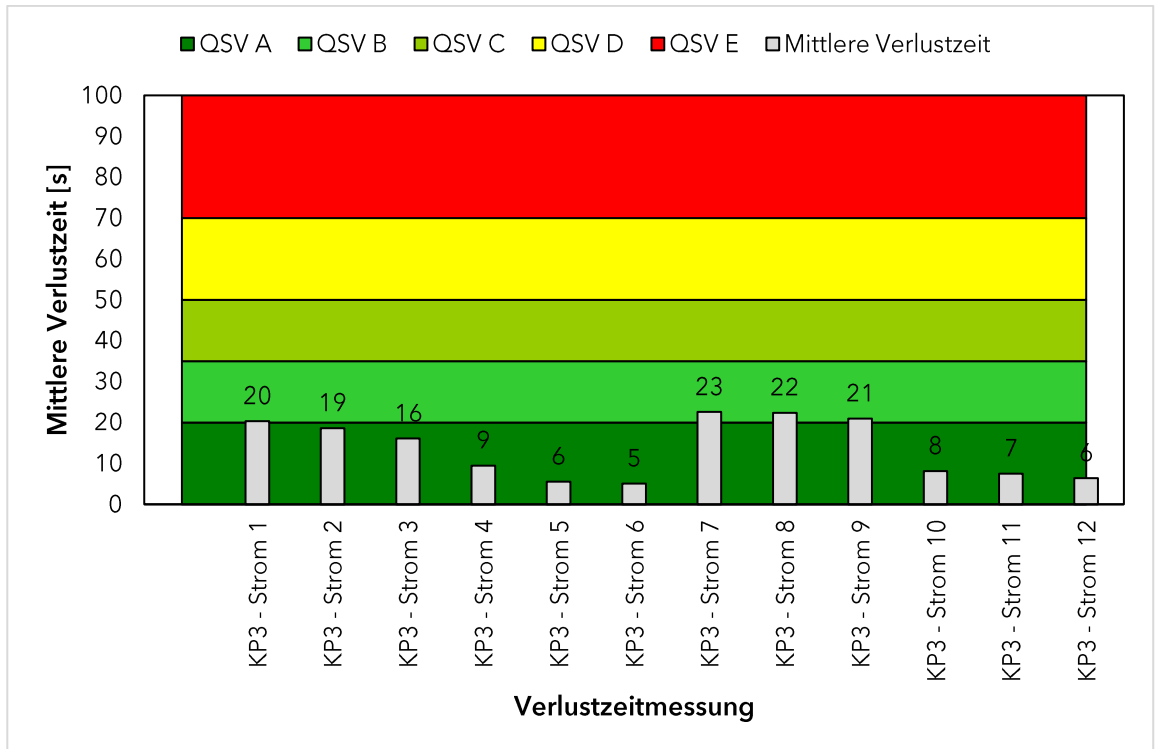


Abbildung 12: Verkehrsqualität KP Frankfurter Straße/Emmelsumer Straße (03) Analyse Abendspitze

Analog zur Morgenspitze treten die verhältnismäßig höchsten mittleren Verlustzeiten am Knotenpunkt B8/Neue Hünxer Straße/Emmelsumer Straße auf. Für die linksabbiegenden Fahrzeuge in der westlichen Zufahrt wird eine mittlere Wartezeit von ca. 35 Sekunden ermittelt. Alle anderen Messstellen weisen geringere Werte auf.

Die Auswertung der Stauzähler lässt ebenfalls auf keine maßgebenden Verzögerungen schließen. Mit ca. 21 m wird die höchste mittlere Rückstaulänge an Knotenpunkt 2 in der südlichen Zufahrt (B8) gemessen. Der Maximalwert der 95%-Rückstaulänge beträgt 134 m für die rechtsabbiegenden Fahrzeuge der nördlichen Zufahrt an KP01 (B8 / Frankfurter Straße).

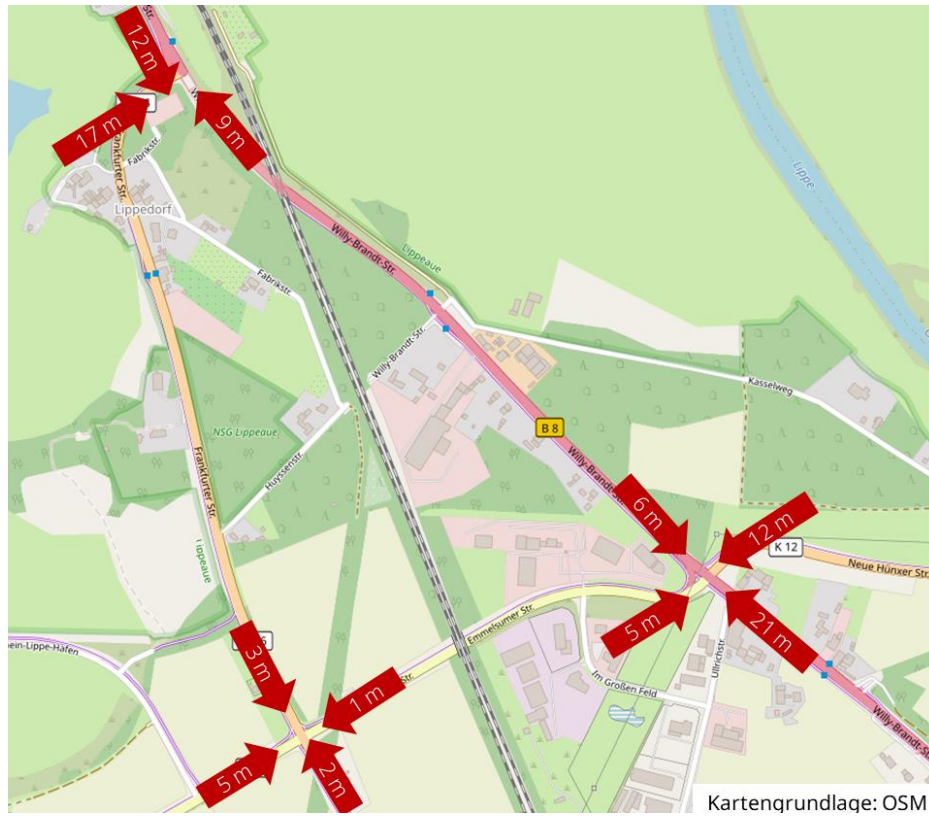


Abbildung 13: Mittlere Rückstaulängen Analyse Abendspitze

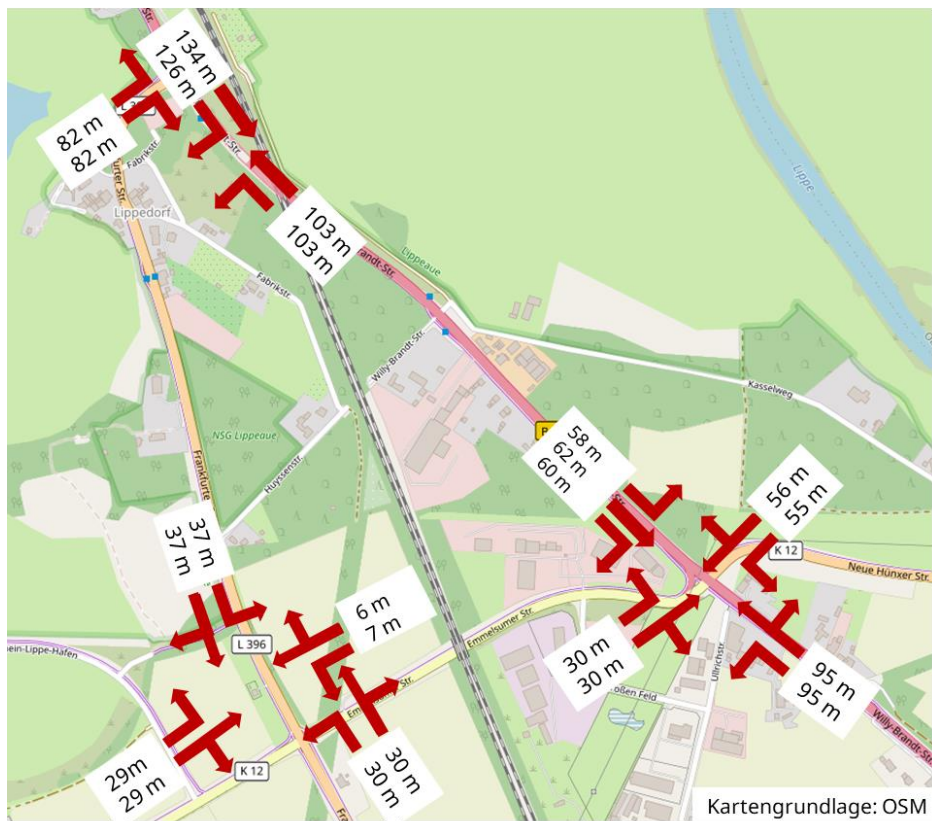


Abbildung 14: 95%-Rückstaulängen Analyse Abendspitze

2.3 Prognoseplanfall 1

Für die Simulation des Prognoseplanfalls 1 werden die Verkehrsbelastungen aus dem Prognosefall der bestehenden Untersuchung von abvi („Rhein-Lippe-Hafen“ der Stadt Wesel - Verkehrsuntersuchung zusätzlicher gewerblicher Reserveflächen, Stand Juni 2023) zugrunde gelegt. Neben den Hafentwicklungen werden hier weitere potenzielle gewerbliche Entwicklungsflächen (Reserveflächen) auf dem Gebiet der Stadt Wesel berücksichtigt. Die Verkehrsfrequenzen für die Morgen- sowie die Abendspitzenstunde sind in den folgenden Abbildungen veranschaulicht. Dargestellt wird die Summe der Kfz innerhalb der Spitzenstunden. Die darin enthaltenen Fahrzeuge des Schwerverkehrs (>3,5t) sind in Klammern angegeben.

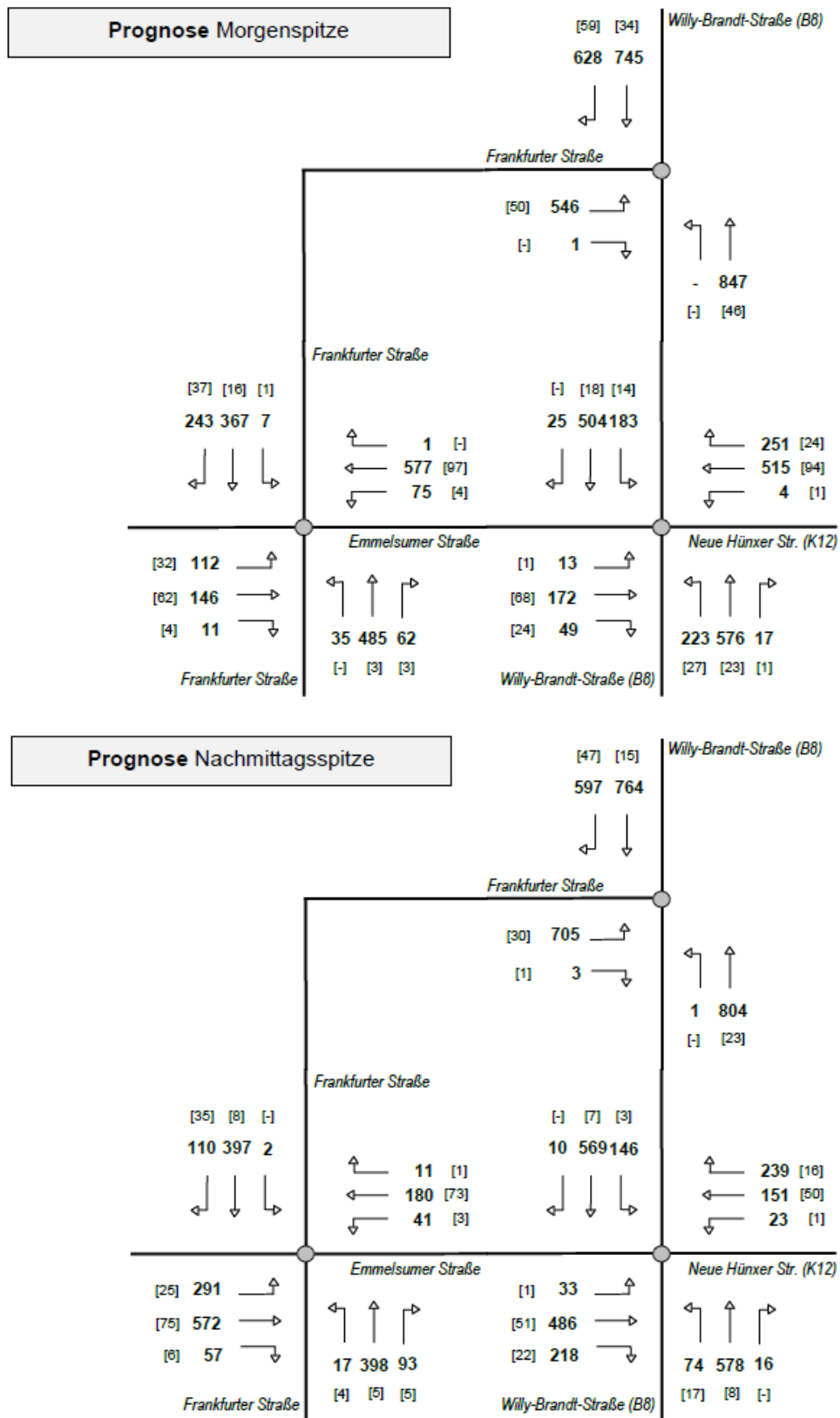


Abbildung 15: Verkehrsbelastungen Prognoseplanfall 1 [Quelle: abvi (2023): Bbauungsplan Nr. 232 „Rhein-Lippe-Hafen“ der Stadt Wesel - Verkehrsuntersuchung zusätzlicher gewerblicher Reserveflächen]

Morgenspitze

Zunächst sollen, analog zum Vorgehen im Analysefall, die mittleren Wartezeiten einen Überblick über die Verkehrsverhältnisse verschaffen. Die Ergebnisse sind nachfolgend veranschaulicht.

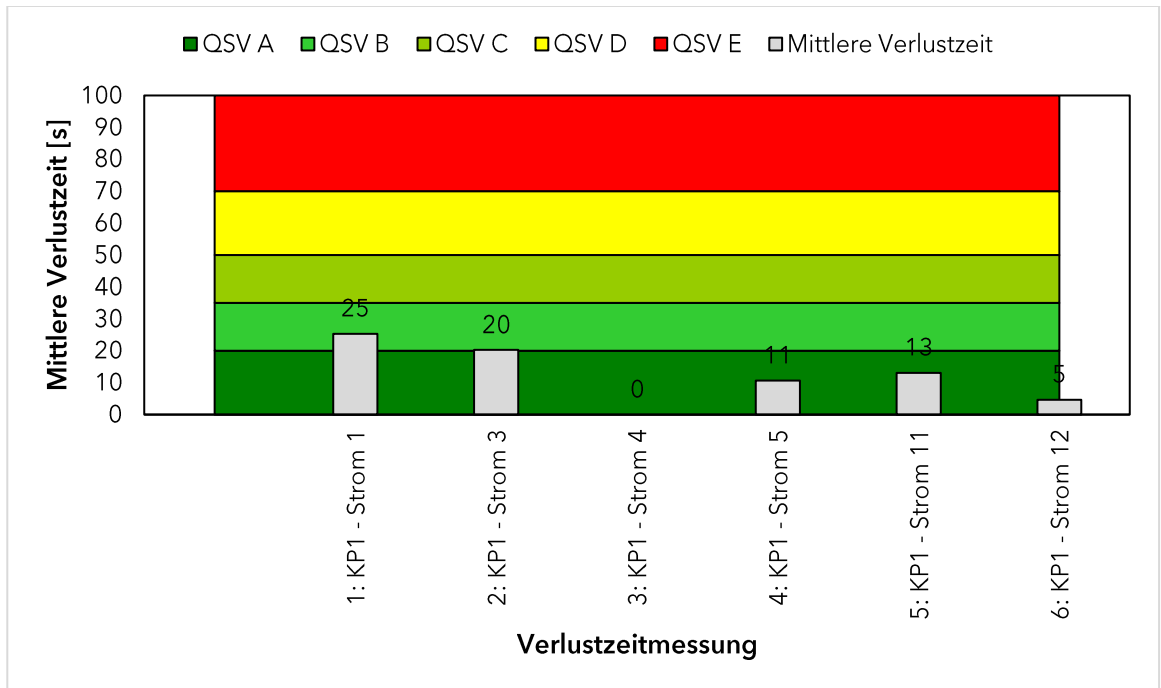


Abbildung 16: Verkehrsqualität KP B8/Frankfurter Straße (01) Prognoseplanfall 1 Morgenspitze

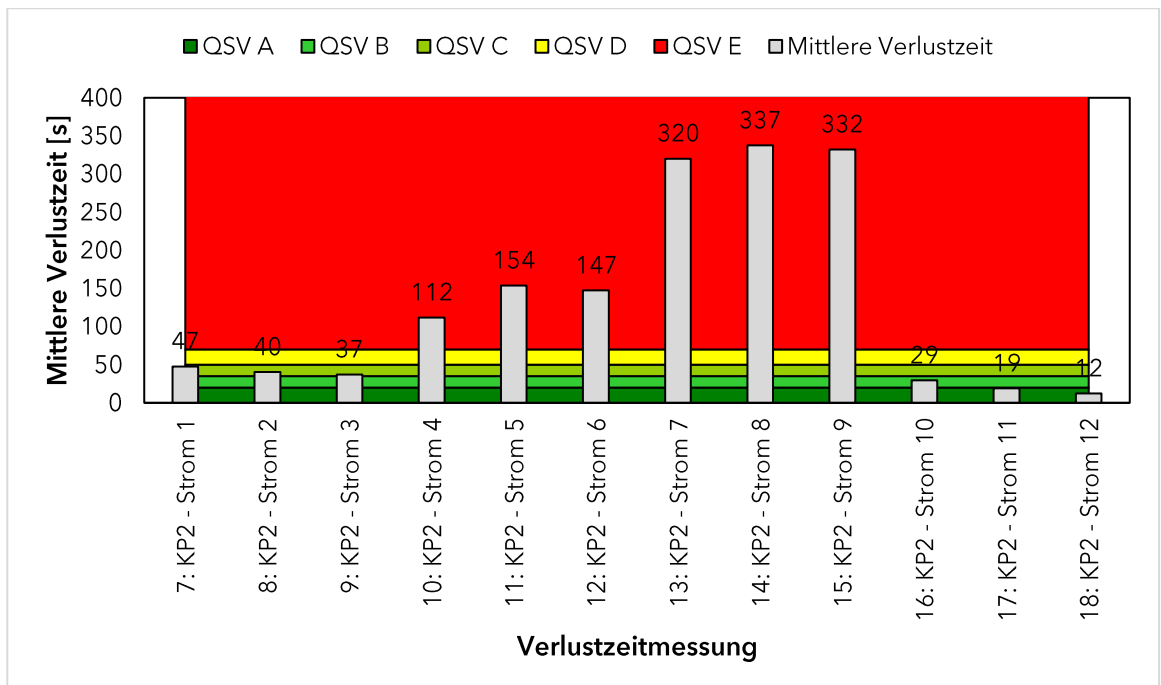


Abbildung 17: Verkehrsqualität KP B8/Neue Hünxer Straße/Emmelsumer Straße (02) Prognoseplanfall 1 Morgenspitze

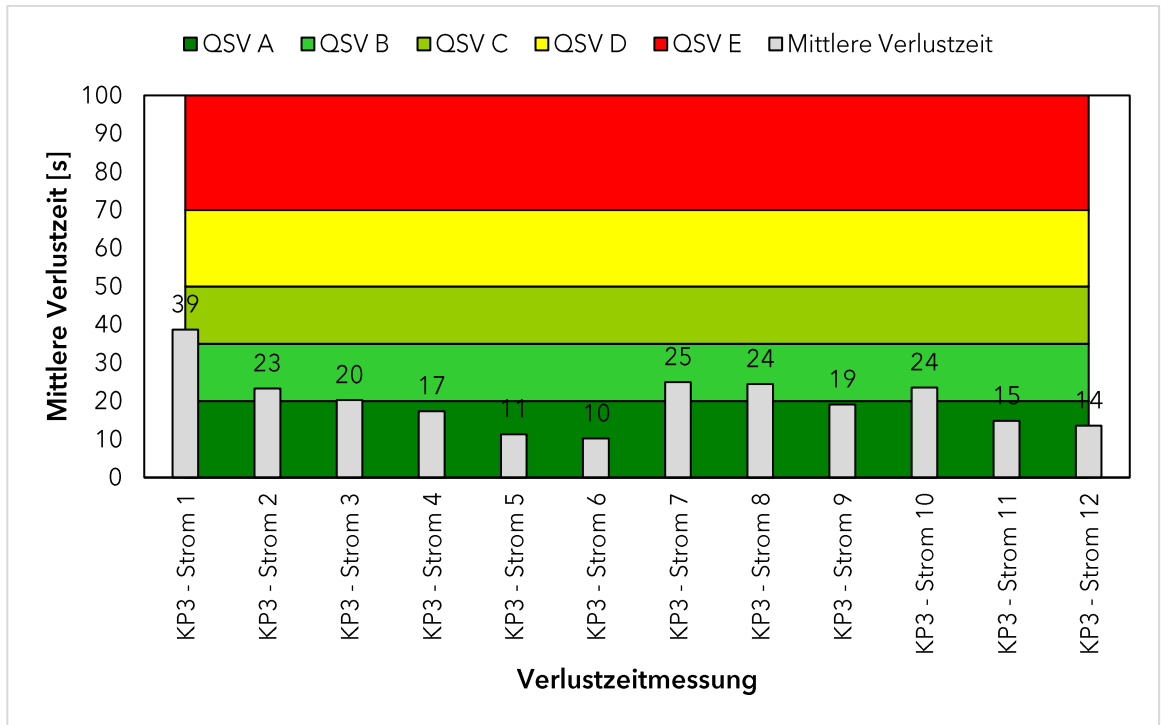


Abbildung 18: Verkehrsqualität KP Frankfurter Straße/Emmelsumer Straße (03) Prognoseplanfall 1 Morgenspitze

An den Knotenpunkten 1 und 3 können alle Ströme leistungsfähig (mindestens QSV C) abgewickelt werden. Am Knoten 2 (B8 / Neue Hünxer Straße / Emmelsumer Straße) treten dagegen deutliche Defizite auf. In der südlichen Zufahrt (B8) liegen die mittleren Wartezeiten bei bis zu ca. 154 Sekunden, in der östlichen Zufahrt (Neue Hünxer Straße) werden bis zu ca. 337 Sekunden ermittelt. Die Auswertung der Stauzähler stützt das Bild der Verlustzeiten. Auch für diese Messgröße werden die höchsten Werte am Knotenpunkt B8 / Neue Hünxer Straße / Emmelsumer Straße ermittelt. In der östlichen Zufahrt liegt die mittlere Rückstaulänge hier bei ca. 448 m, in der südlichen Zufahrt werden etwa 237 m gemessen. Die 95%-Rückstaulängen liegen an diesen Punkten bei ca. 505 m bzw. bei ca. 341 m. Zusammenfassend sind in den folgenden Abbildungen die Werte der mittleren sowie der 95%-Rückstaulänge veranschaulicht.

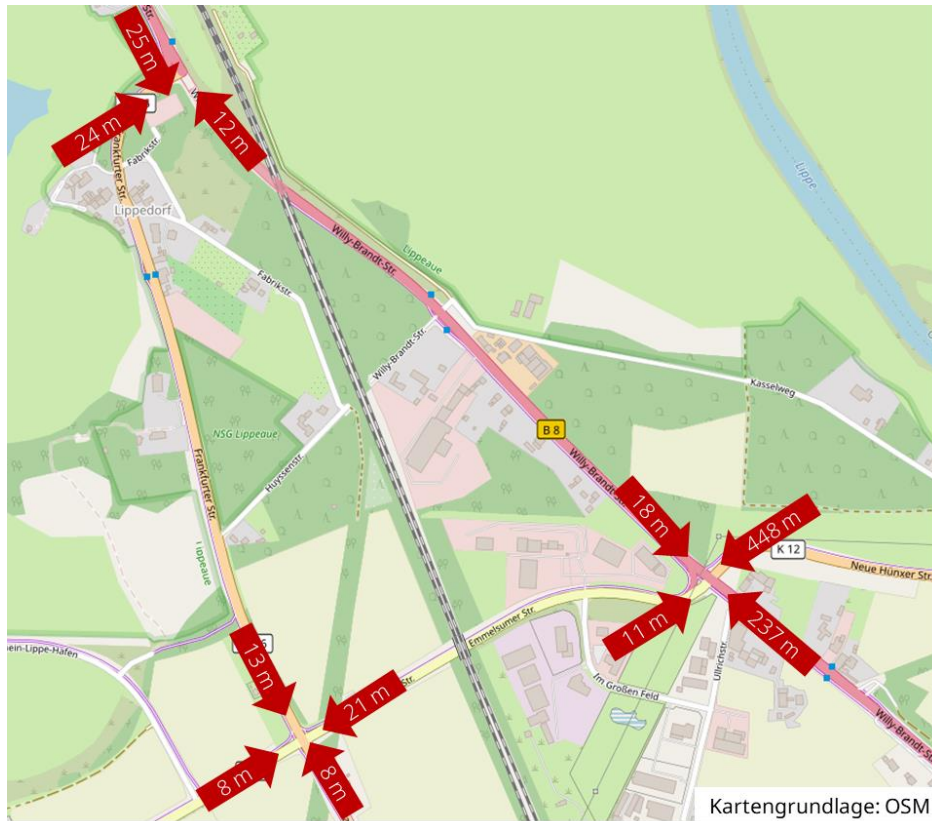


Abbildung 19: Mittlere Rückstaulängen Prognoseplanfall 1 Morgenspitze

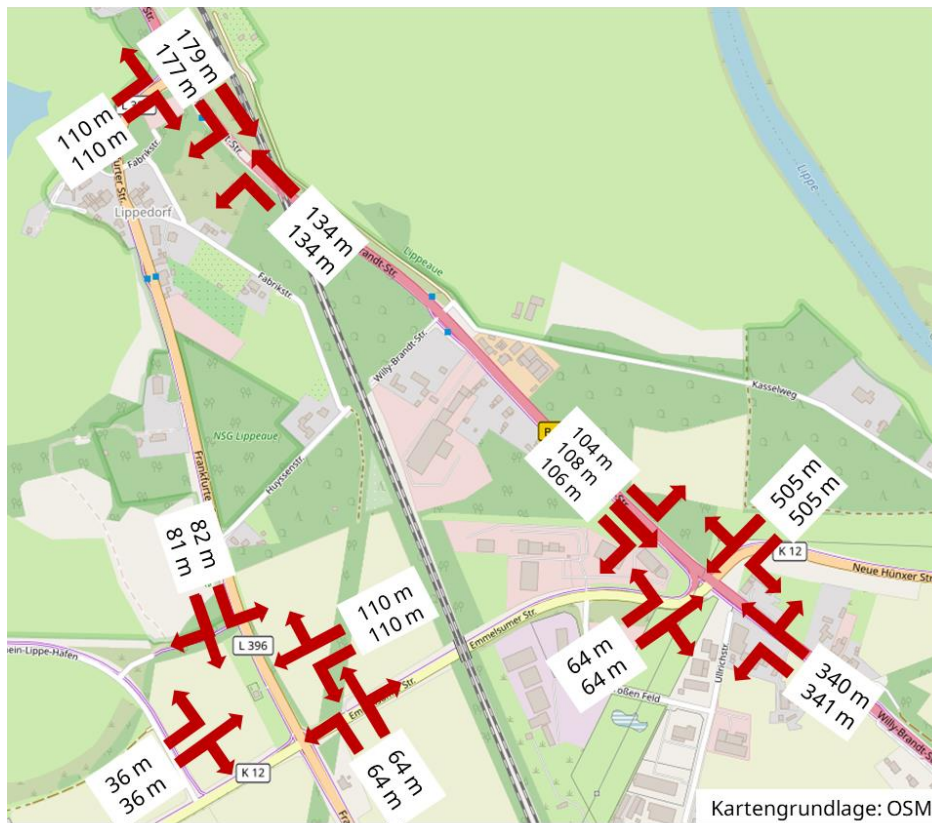


Abbildung 20: 95%-Rückstaulängen Prognoseplanfall 1 Morgenspitze

Abendspitze

Während der Abendspitzenstunde werden insgesamt niedrigere mittlere Verlustzeiten im Vergleich zur Morgenspitze ermittelt. Allerdings tritt auch in diesem Zeitraum ein Defizit am Knoten B8 / Neue Hünxer Straße / Emmelsumer Straße auf (westliche Zufahrt / Emmelsumer Straße). Mit maximal 85 Sekunden liegen die mittleren Wartezeiten allerdings nur verhältnismäßig knapp über der Leistungsfähigkeitsgrenze nach HBS. An den übrigen Knotenpunkten werden mindestens ausreichende Leistungsfähigkeiten erreicht. Die mittleren Verlustzeiten der einzelnen Ströme sind nachfolgend veranschaulicht.

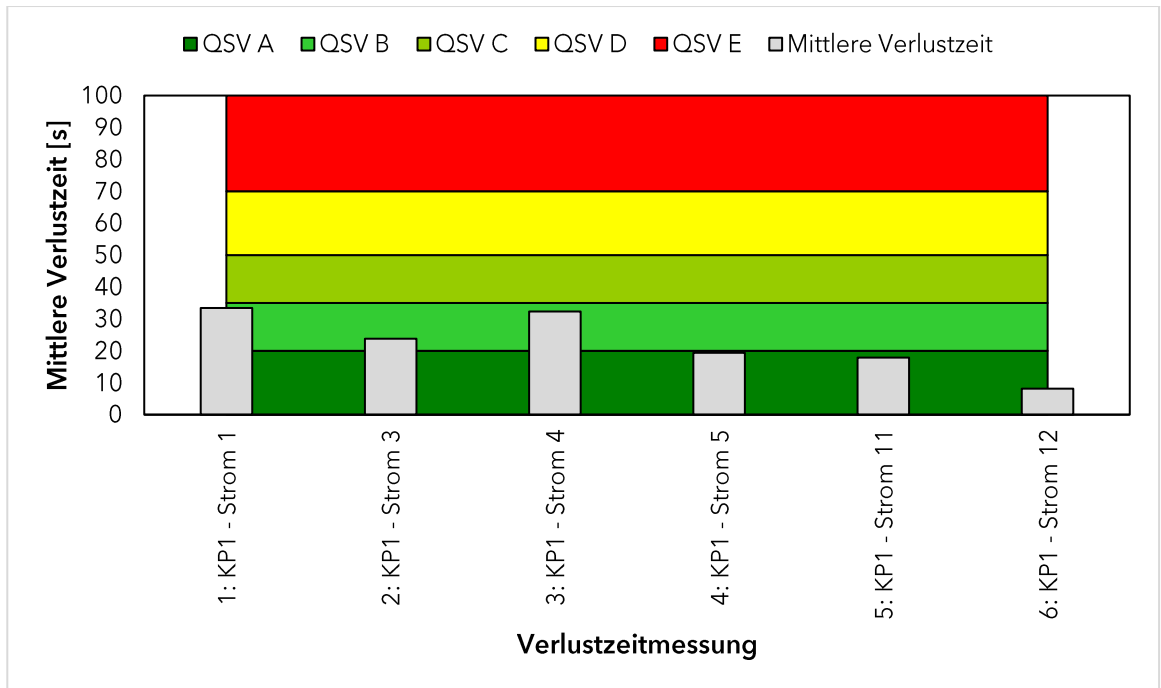


Abbildung 21: Verkehrsqualität KP B8/Frankfurter Straße (01) Prognoseplanfall 1 Abendspitze

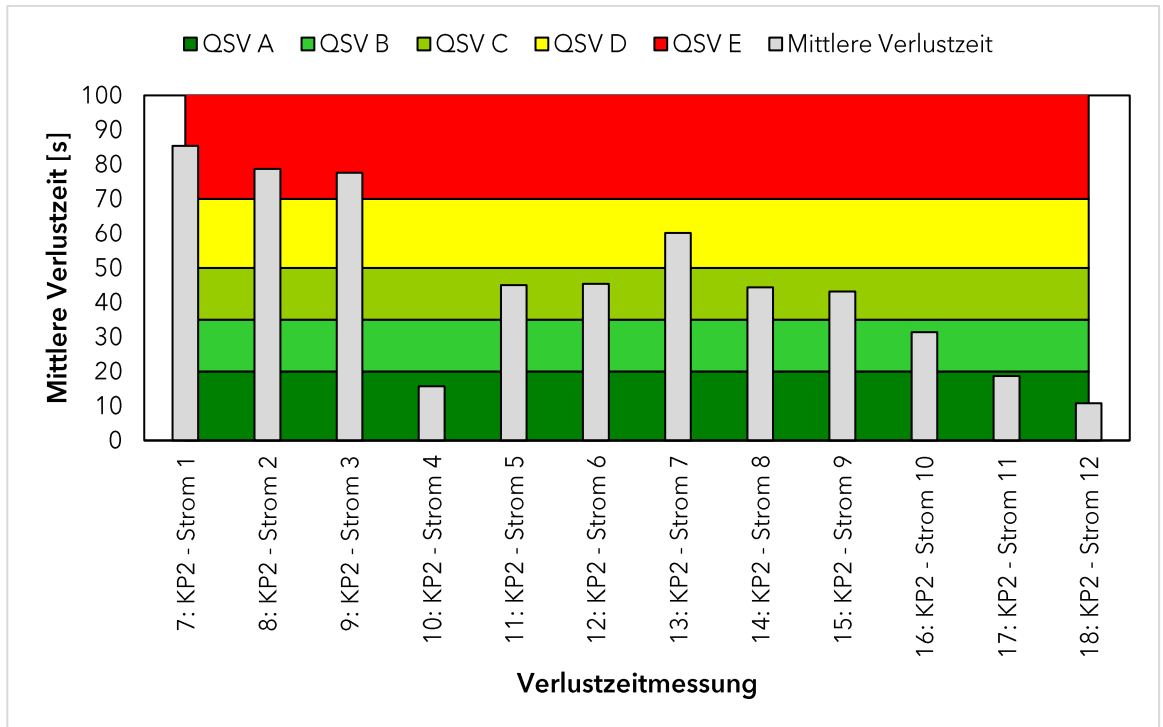


Abbildung 22: Verkehrsqualität KP B8/Neue Hünxer Straße/Emmelsumer Straße (02) Prognoseplanfall 1 Abendspitze

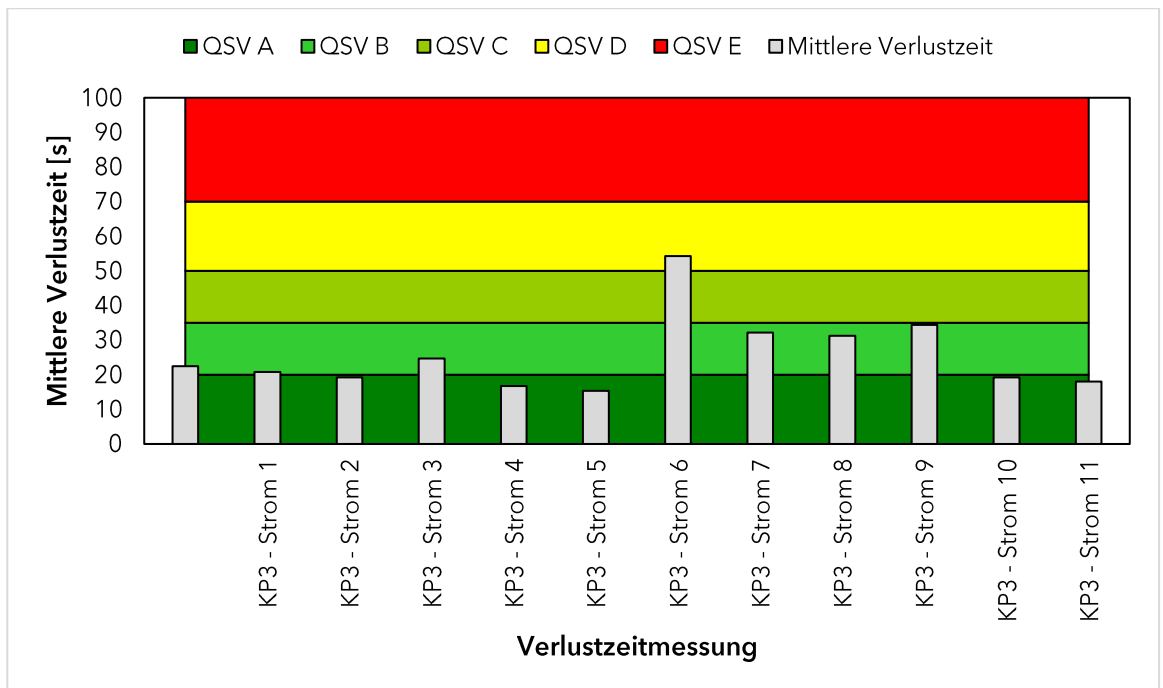


Abbildung 23: Verkehrsqualität KP Frankfurter Straße/Emmelsumer Straße (03) Prognoseplanfall 1 Abendspitze

Entsprechend den Ergebnissen der mittleren Wartezeiten fallen auch die Rückstaulängen geringer aus als zum Zeitpunkt der Morgenspitzenstunde. Die höchste mittlere Rückstaulänge liegt bei ca. 108 m und tritt in der westlichen Zufahrt (Emmelsumer Straße) an Knotenpunkt 02 auf. Auch

die 95%-Rückstaulänge erreicht mit ca. 241 m an dieser Stelle ihren Maximalwert. Alle relevanten Werte können in den beiden folgenden Abbildungen nachvollzogen werden.

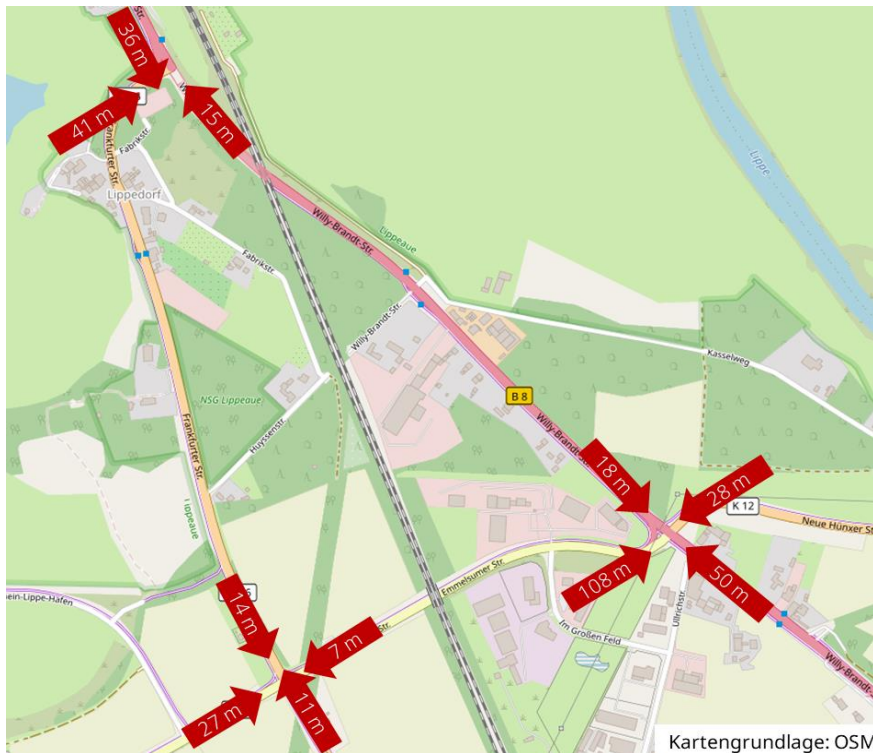


Abbildung 24: Mittlere Rückstaulängen Prognoseplanfall 1 Abendspitze

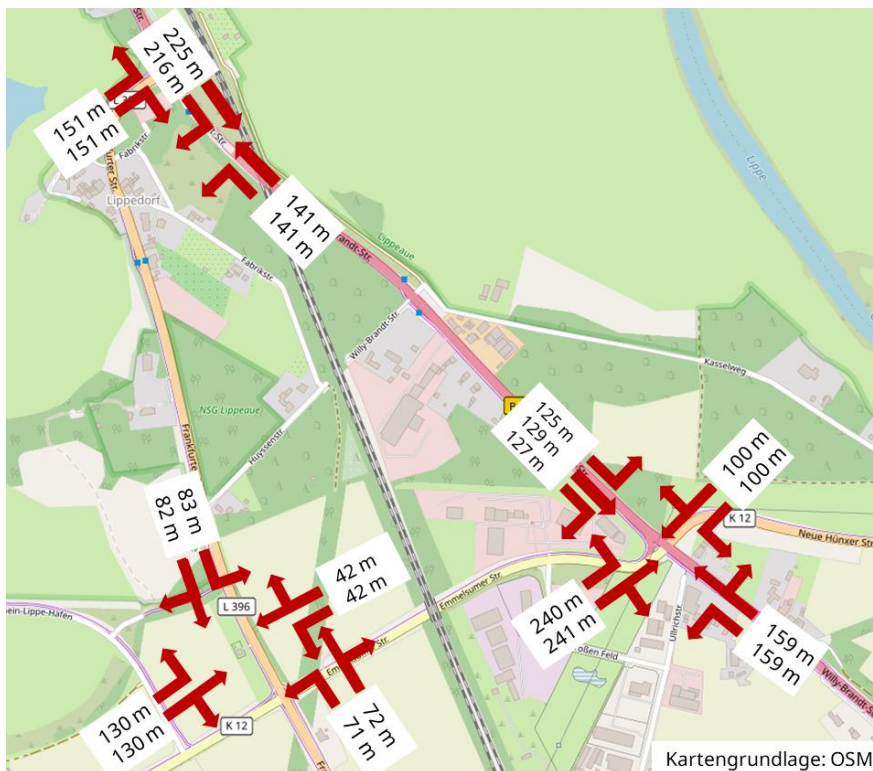


Abbildung 25: 95%-Rückstaulängen Prognoseplanfall 1 Abendspitze

2.4 Prognoseplanfall 1 optimiert

Um für den Prognoseplanfall 1 einen leistungsfähigen Verkehrsablauf wiederherzustellen, wurden am Knotenpunkt 2 (B8 / Neue Hünxer Straße / Emmelsumer Straße) sowohl ein betrieblicher als auch ein baulicher Optimierungsvorschlag geprüft.

Aus betrieblicher Sicht wurde die verkehrsunabhängige LSA-Steuerung des Knotenpunktes (LSA 268) vollständig überplant. Hierzu ist ein neues Signalisierungskonzept mit zusätzlichen Signalgruppen und einer neuen Phasendefinition und -folge (1->2->3->4/5->1) erstellt worden. Für die östliche Zufahrt (Neue Hünxer Straße) ist daneben eine bauliche Anpassung in die Simulation eingegangen. Durch die Berücksichtigung eines zusätzlichen Abbiegefahrstreifens für die rechtsabbiegenden Fahrzeuge wird der bestehende Mischfahrstreifen (GA/RA) aufgelöst. Damit verfügt jede Fahrbeziehung über einen separaten Abbiegefahrstreifen. Der zusätzliche Fahrstreifen (RA) besitzt eine Länge von ca. 60 m, analog zum bestehenden Abbiegefahrstreifen für die linksabbiegenden Fahrzeuge. Der folgende Ausschnitt aus dem Simulationsmodell veranschaulicht die bauliche Anpassung des Knotenpunktes.

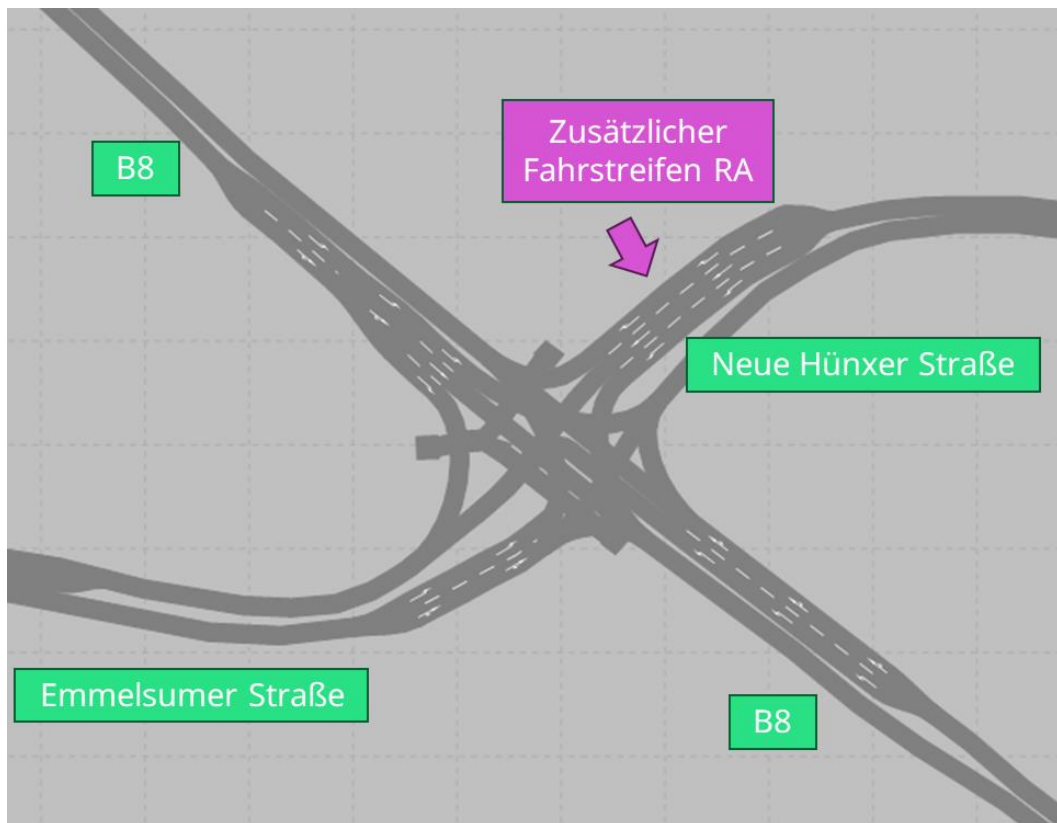


Abbildung 26: Bauliche Optimierung KP02 – Prognoseplanfall 1 optimiert

Unter Berücksichtigung dieser Optimierungen ist eine erneute Simulation der Morgen- sowie der Abendspitzenstunde im Prognoseplanfall 1 durchgeführt worden.

Morgenspitze

Für den Zeitpunkt der Morgenspitzenstunde werden zunächst erneut die Ergebnisse der mittleren Verlustzeiten für alle Ströme der relevanten Knotenpunkte vorgestellt. Die Werte sind in den folgenden Darstellungen veranschaulicht.

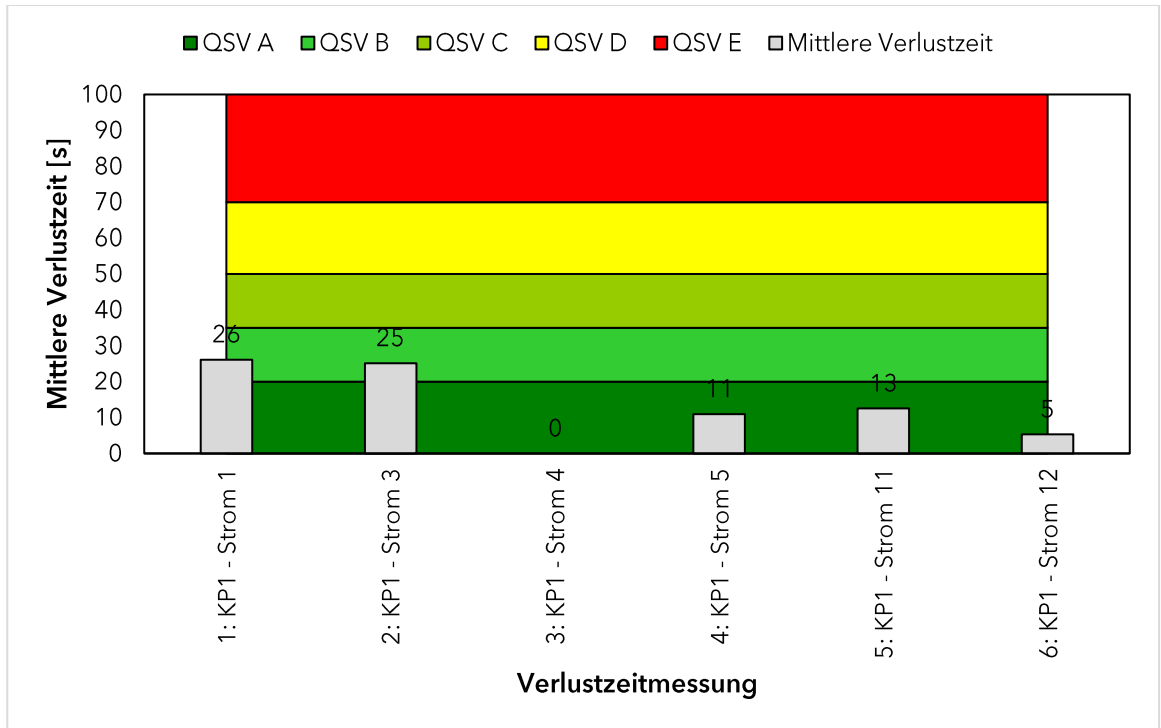


Abbildung 27: Verkehrsqualität KP B8/Frankfurter Straße (01) Prognoseplanfall 1 Morgenspitze optimiert

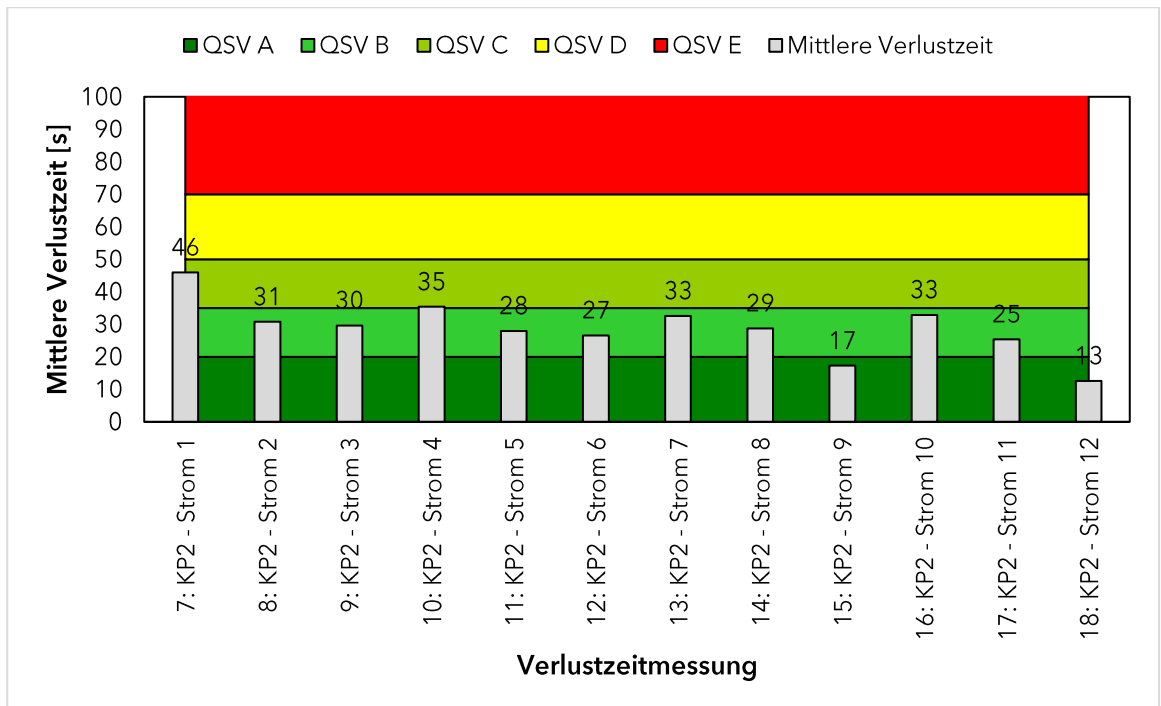


Abbildung 28: Verkehrsqualität KP B8/Neue Hünxer Straße/Emmelsumer Straße (02) Prognoseplanfall 1 Morgenspitze optimiert

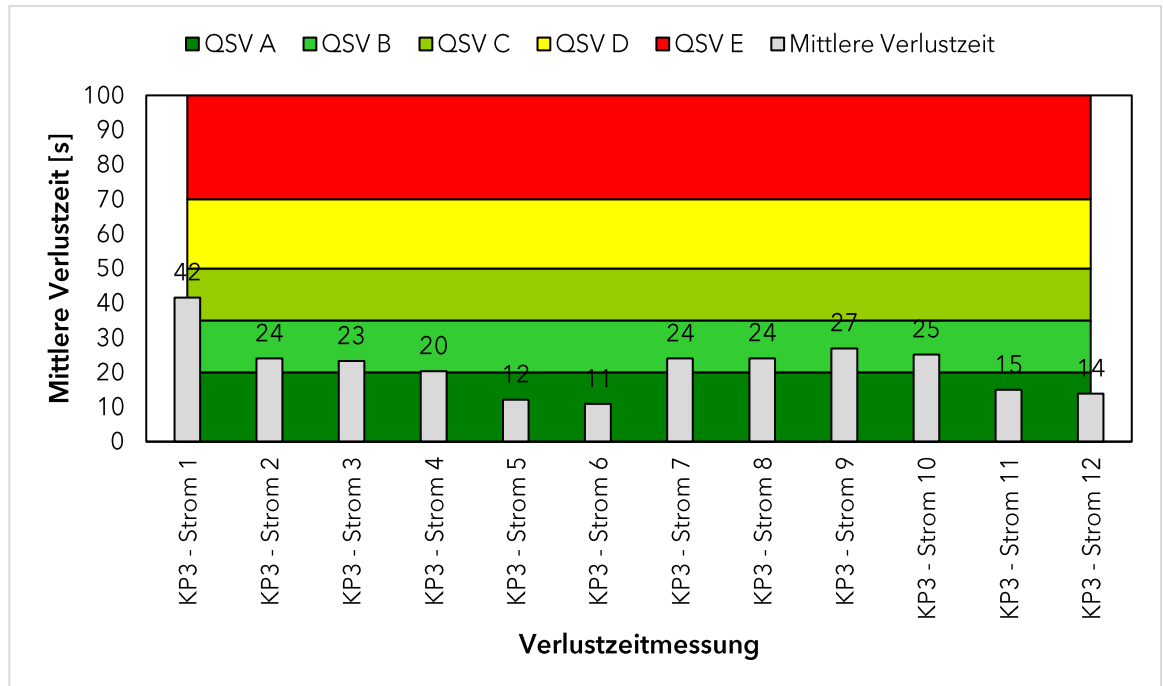


Abbildung 29: Verkehrsqualität KP Frankfurter Straße/Emmelsumer Straße (03) Prognoseplanfall 1 Morgenspitze optimiert

Mithilfe der Optimierungen kann an allen Knoten ein leistungsfähiger Verkehrsablauf erreicht werden. Die verhältnismäßig höchsten mittleren Verlustzeiten werden mit ca. 46 Sekunden an Knotenpunkt 2 für die linksabbiegenden Fahrzeuge der westlichen Zufahrt (Emmelsumer Straße) ermittelt.

Auch die Staumessungen fallen in der optimierten Variante deutlich geringer aus. Die höchste mittlere Rückstaulänge tritt mit ca. 34 m in der südlichen Zufahrt des Knotenpunktes 2 auf. Alle anderen Werte liegen darunter. Am Knotenpunkt 1 (B8 / Frankfurter Straße) werden die Maximalwerte der 95%-Rückstaulänge ermittelt. Mit ca. 171 m liegt der verhältnismäßig höchste Wert in der nördlichen Zufahrt (B8) vor.

Für die optimierten Planfälle werden ergänzend die 95%-Rückstaulängen ohne Berücksichtigung des Nachbarfahrstreifens betrachtet. In diesem Fall erfolgt die Auswertung fahrstreifenfein, sodass mögliche Stauereignisse auf einzelnen Abbiegefahrstreifen genauer ermittelt werden können. In der Morgenspitze wird der Maximalwert von ca. 193 m in der nördlichen Zufahrt von Knotenpunkt 1 gemessen. Alle Werte der Staumessungen sind in den folgenden Abbildungen dargestellt.

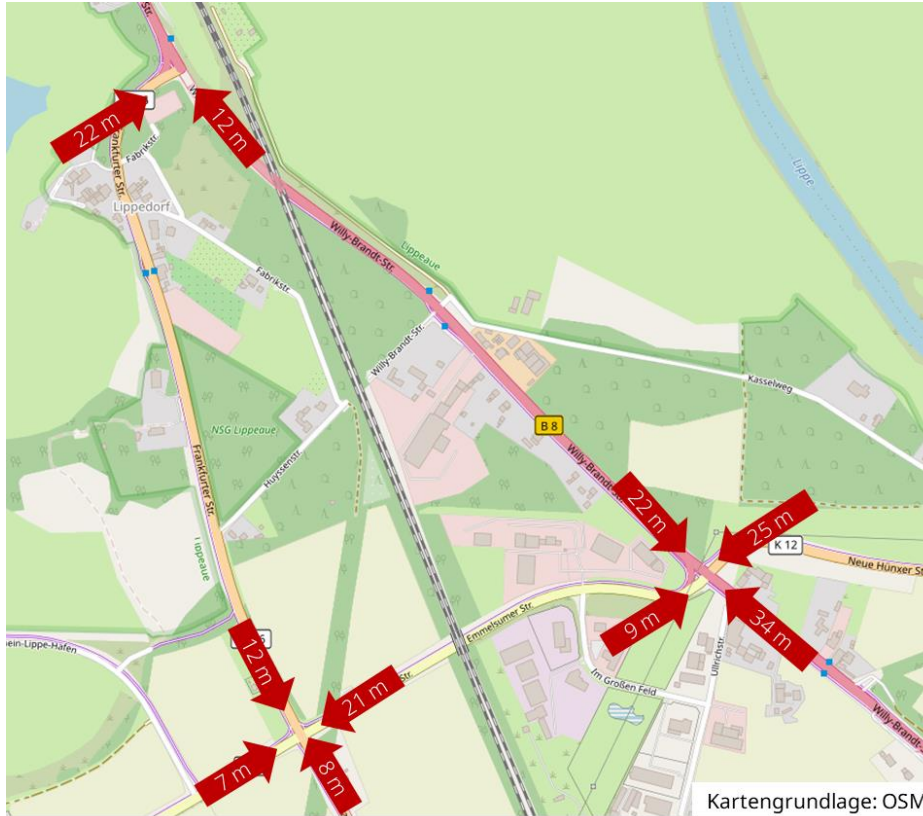


Abbildung 30: Mittlere Rückstaulängen Prognoseplanfall 1 Morgenspitze optimiert

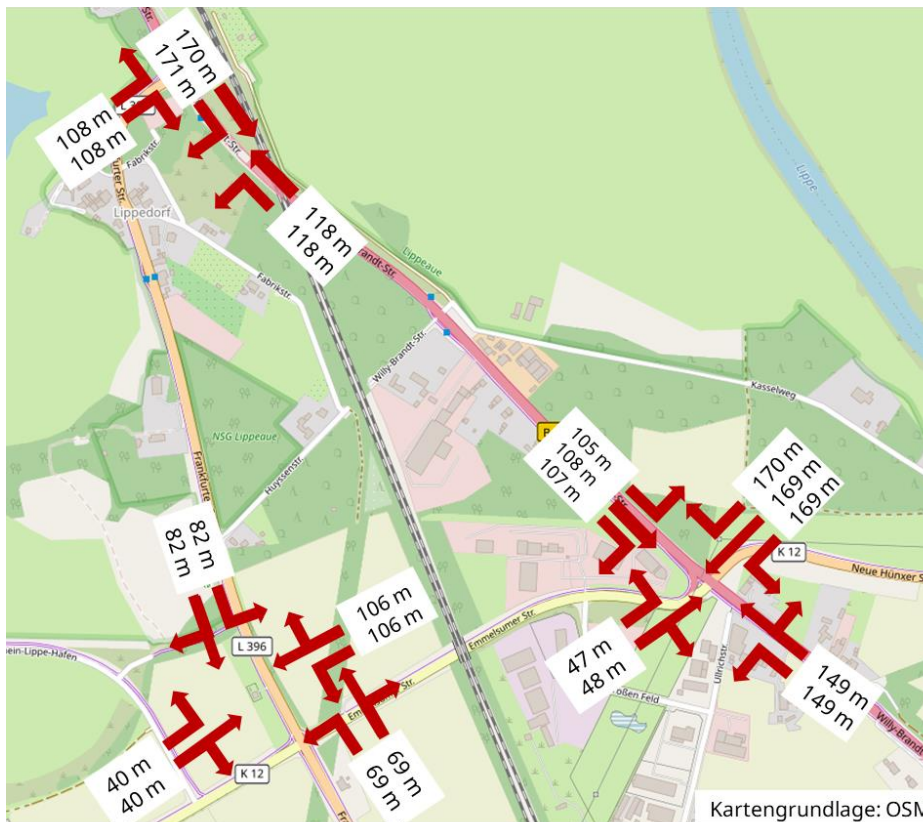


Abbildung 31: 95%-Rückstaulängen Prognoseplanfall 1 Morgenspitze optimiert

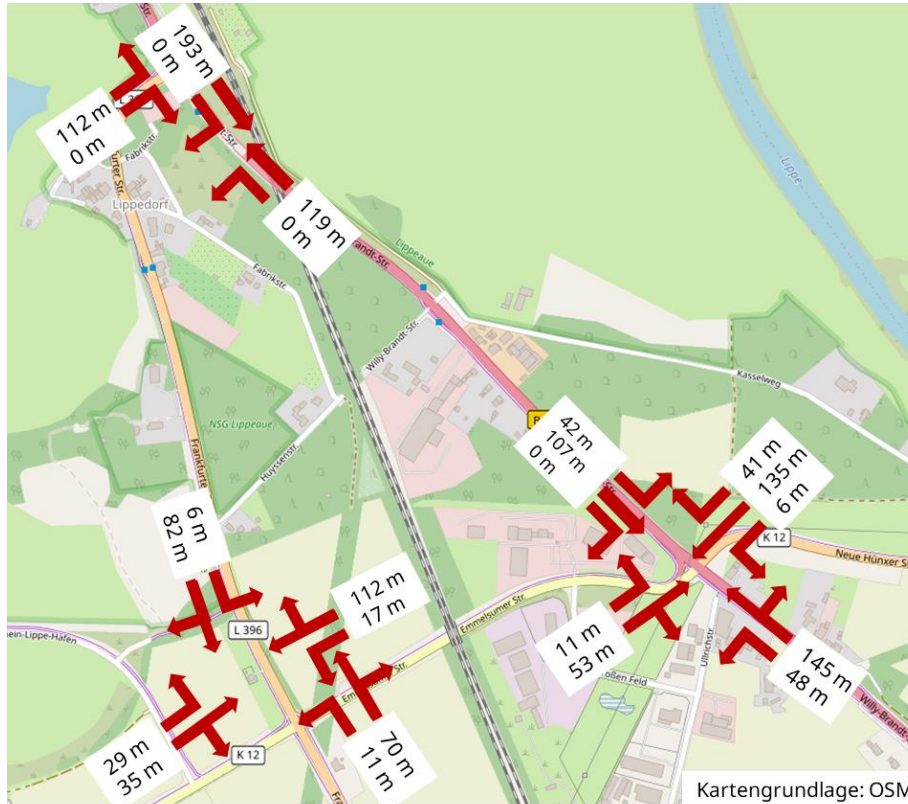


Abbildung 32: 95%-Rückstaulängen (fahrstreifenfein / ohne Berücksichtigung des Nachbarfahrstreifens) Prognoseplanfall 1 Morgenspitze optimiert

Abendspitze

Auch zum Zeitpunkt der Abendspitzenstunde kann ein leistungsfähiger Verkehrsablauf an allen Knotenpunkten erreicht werden. Die verhältnismäßig höchsten mittleren Verlustzeiten treten am Knotenpunkt 3 (Emmelsumer Straße / Frankfurter Straße) auf. Hier wird für die linksabbiegenden Fahrzeuge der südlichen Zufahrt ein Wert von ca. 56 Sekunden ermittelt. Für alle anderen Ströme liegen die mittleren Wartezeiten darunter. Nachfolgend sind die Ergebnisse für alle relevanten Ströme veranschaulicht.

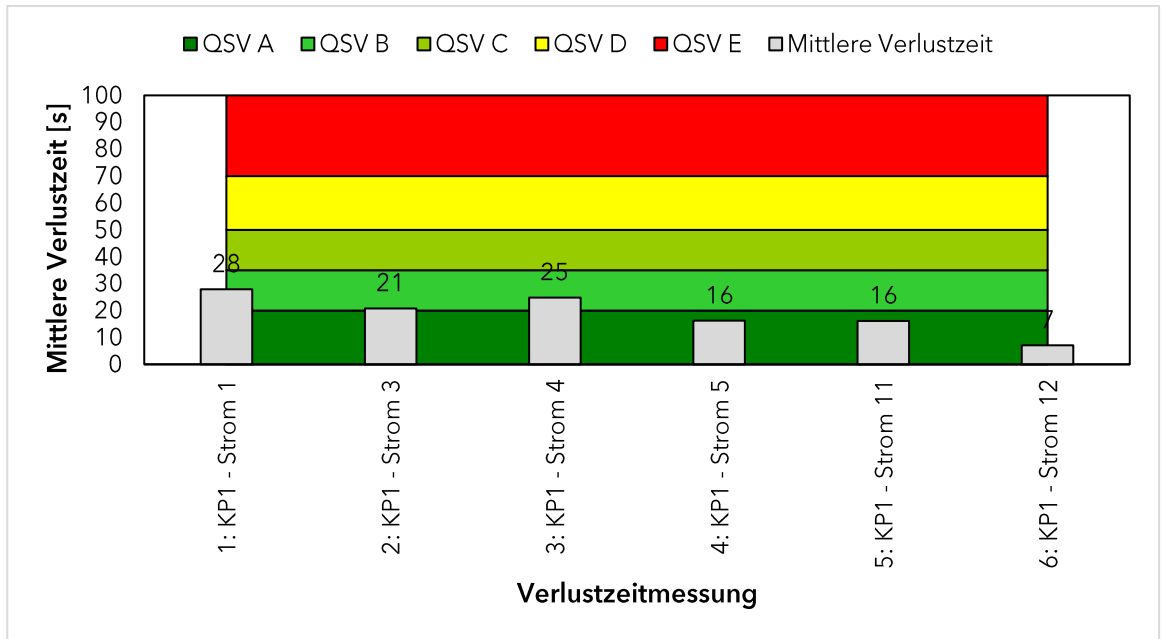


Abbildung 33: Verkehrsqualität KP B8/Frankfurter Straße (01) Prognoseplanfall 1 Abendspitze optimiert

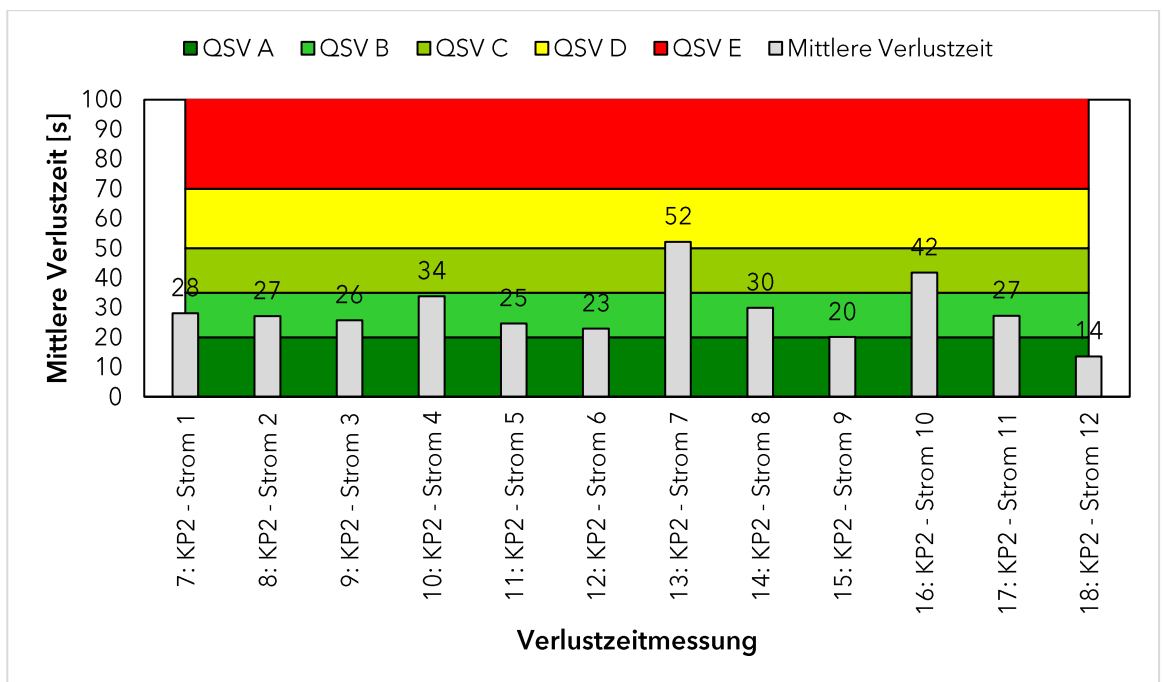


Abbildung 34: Verkehrsqualität KP B8/Neue Hünxer Straße/Emmelsumer Straße (02) Prognoseplanfall 1 Abendspitze optimiert

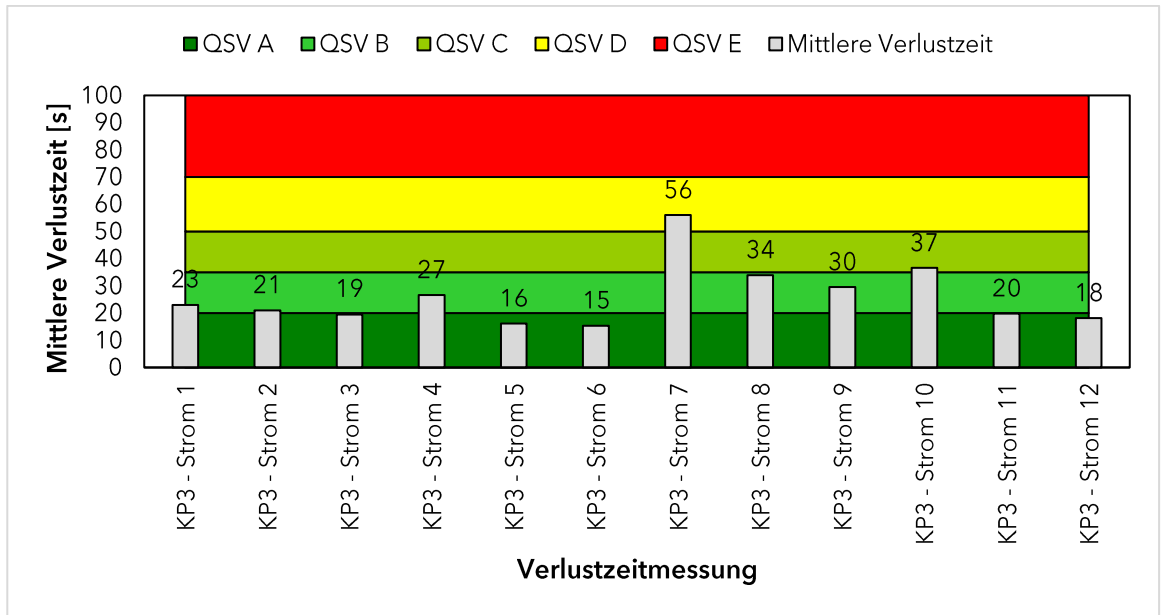


Abbildung 35: Verkehrsqualität KP Frankfurter Straße/Emmelsumer Straße (03) Prognoseplanfall 1 Abendspitze optimiert

Auch die mittleren Rückstaulängen lassen auf keine maßgebenden Beeinträchtigungen des Verkehrsablaufs schließen. Hier liegt der verhältnismäßig höchste Wert mit ca. 34 m in der westlichen Zufahrt an Knoten 1 (B8 / Frankfurter Straße) vor. Der Maximalwert der 95%-Rückstaulänge (mit Bezug auf die gesamte jeweilige Zufahrt) von ca. 210 m wird ebenfalls an diesem Knotenpunkt ermittelt. Betroffen sind hier die geradeausfahrenden Fahrzeuge der nördlichen Zufahrt.

Auch die fahrfreiflächenfeine Auswertung der 95%-Rückstaulängen zeigt einen Höchstwert von ca. 210 m für die geradeausfahrenden Fahrzeuge der nördlichen Zufahrt an Knotenpunkt 1. Beim Blick auf die einzelnen Abbiegefahrfahrfreiflächen fällt vor allem der Fahrfreifläche für die linksabbiegenden Fahrzeuge der westlichen Zufahrt an Knotenpunkt 3 (Emmelsumer Straße / Frankfurter Straße) auf. Die 95%-Rückstaulänge liegt hier bei ca. 117 m und übersteigt damit deutlich die Länge des Abbiegefahrfreiflächen von ca. 30 m. Bei der Interpretation sollte allerdings berücksichtigt werden, dass sich der Messwert lediglich auf sehr begrenzte Zeiträume innerhalb der Spitzenstunden bezieht. Die Leistungsfähigkeit nach HBS 2015, welche sich an den mittleren Verlustzeiten orientiert, ist trotzdem gegeben. Um die Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs zu gewährleisten wird allerdings empfohlen, den Linksabbiegefahrfreiflächen der westlichen Zufahrt am Knotenpunkt Emmelsumer Straße / Frankfurter Straße zu verlängern. Alle Werte können im Detail in den nächsten Abbildungen nachvollzogen werden.

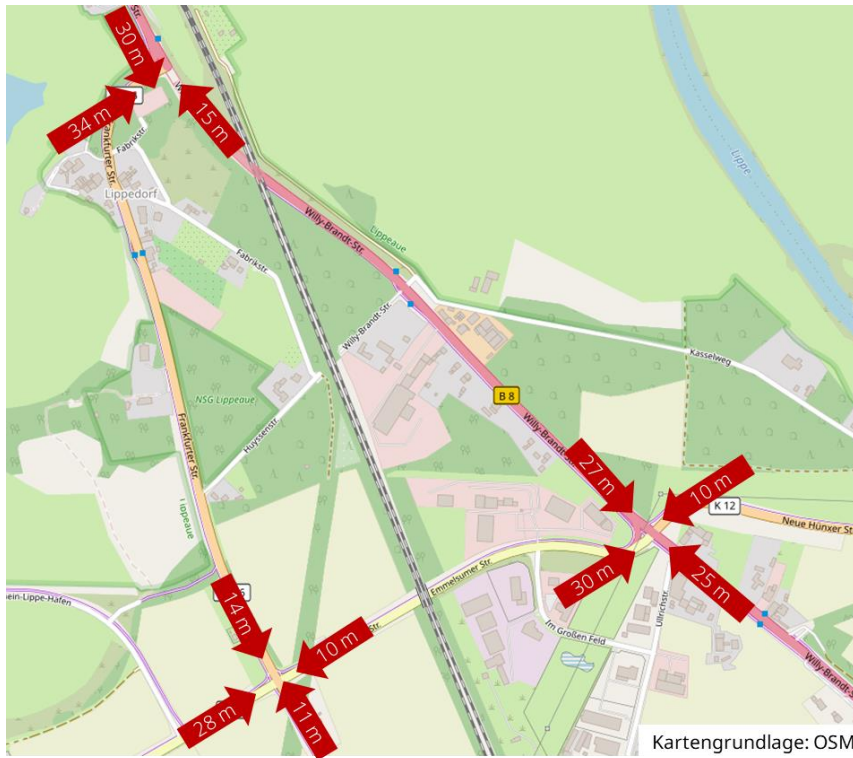


Abbildung 36: Mittlere Rückstaulängen Prognoseplanfall 1 Abendspitze optimiert

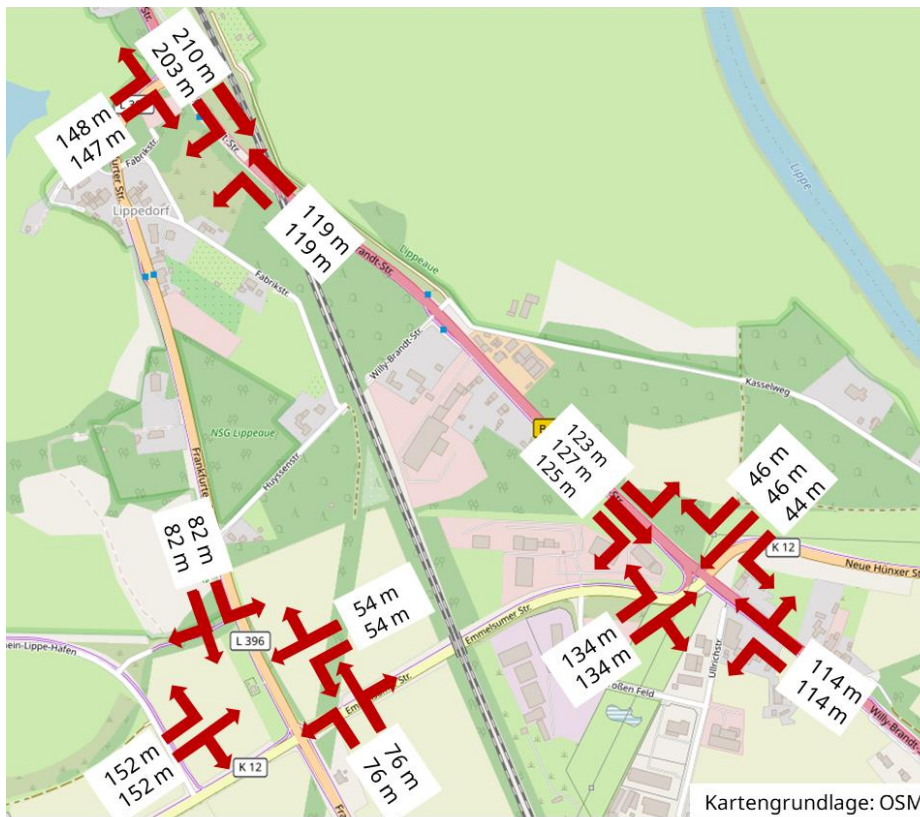


Abbildung 37: 95%-Rückstaulängen Prognoseplanfall 1 Abendspitze optimiert

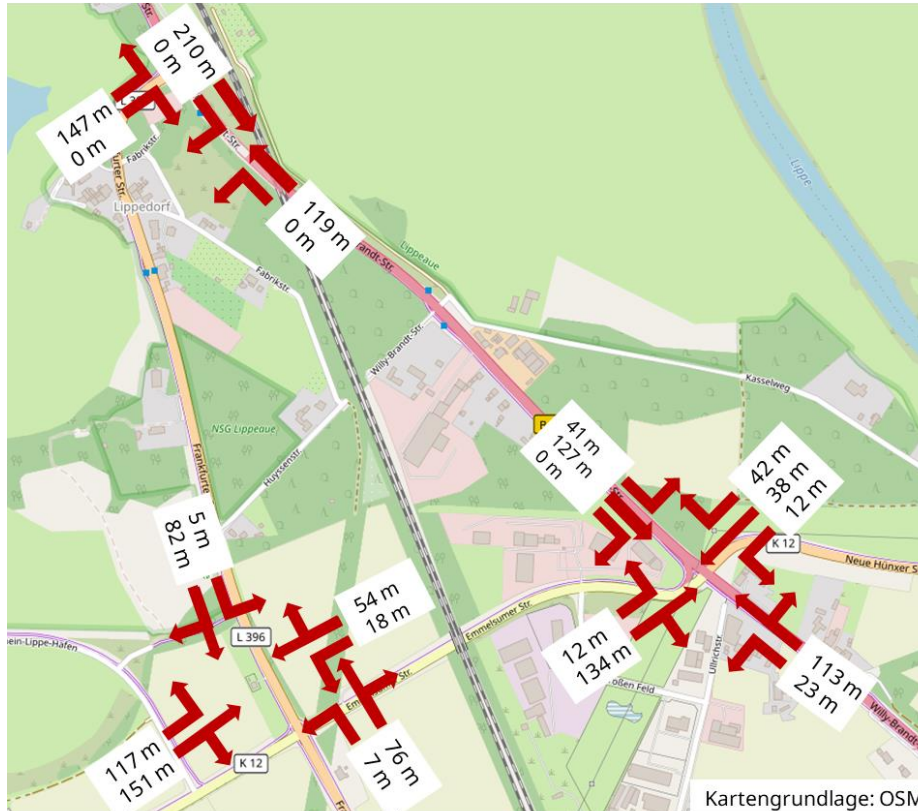


Abbildung 38: 95%-Rückstaulängen (fahrstreifenfein / ohne Berücksichtigung des Nachbarfahrstreifens) Prognoseplanfall 1 Abendspitze optimiert

2.5 Prognoseplanfall 2 optimiert

Der Prognoseplanfall 2 betrachtet ebenfalls die Erweiterungen des Hafengebietes. Im Gegensatz zum Prognoseplanfall 1 werden die gewerblichen Reservelächen auf dem Gebiet der Stadt Wesel allerdings nicht berücksichtigt. Die im Prognoseplanfall 2 berücksichtigten Verkehrsmengen entsprechen damit dem Prognosefall der bestehenden Verkehrsuntersuchung zum greenfield Logistikpark Voerde von abvi (vgl. abvi: Verkehrsuntersuchung greenfield Logistikpark Voerde, Stand 05.05.2023). Die für beide Spitzenstunden implementierten Verkehrsbelastungen sind nachfolgend veranschaulicht.

Im Gegensatz zum Prognoseplanfall 1 (optimiert) wird die bauliche Anpassung am Knotenpunkt 2 (B8 / Neue Hünxer Straße / Emmelsumer Straße) nicht berücksichtigt. Auf baulicher Ebene finden damit keinen Änderungen gegenüber dem Bestand statt. Die optimierte Signalsteuerung der LSA 268 (KP B8 / Neue Hünxer Straße / Emmelsumer Straße) aus dem Prognoseplanfall 1 wird allerdings auch in diesem Fall in die Simulation miteinbezogen. Damit findet lediglich eine betriebliche Anpassung statt.

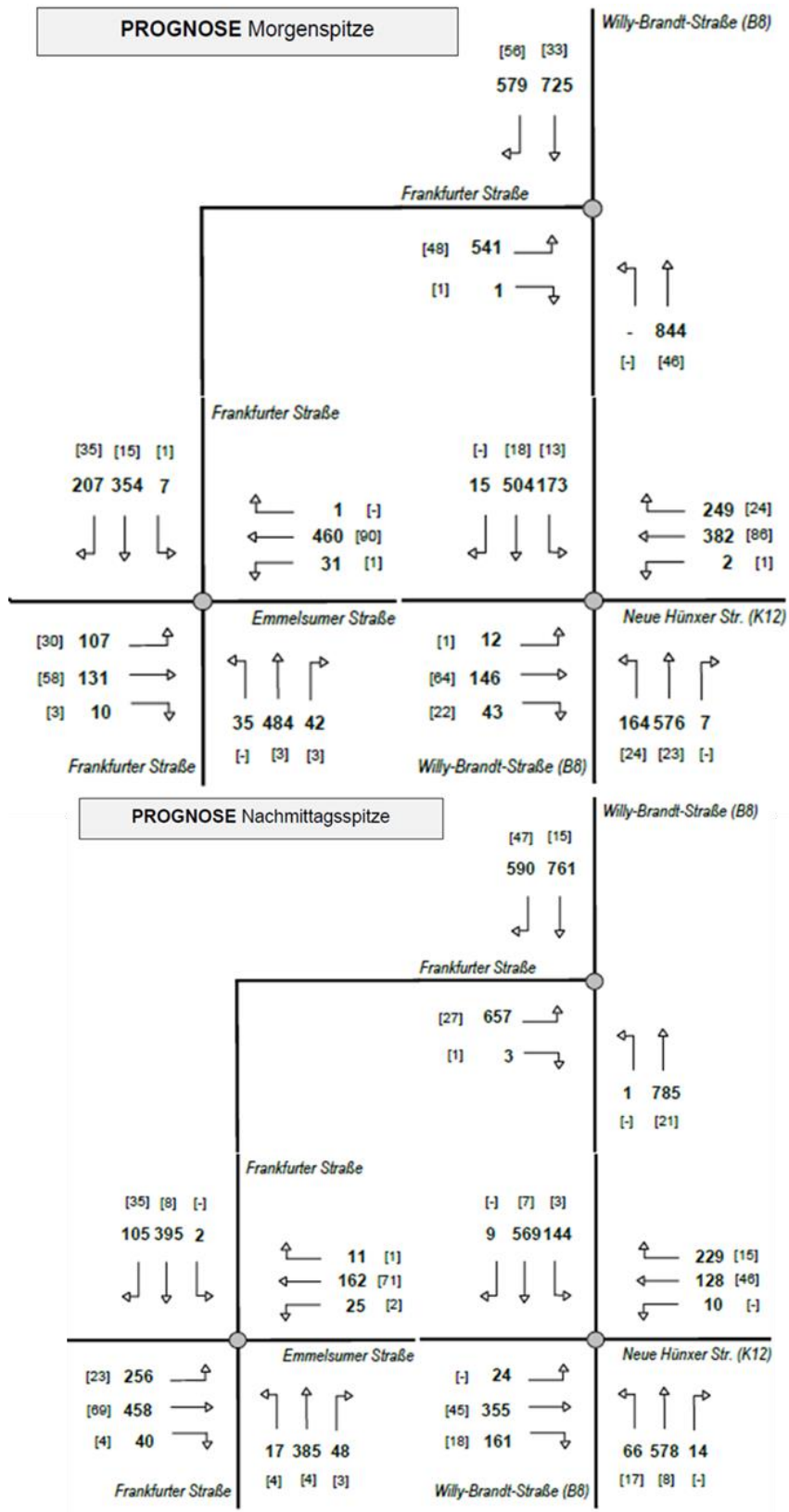


Abbildung 39: Verkehrsbelastungen Prognoseplanfall 2 [Quelle: abvi (2023): Verkehrsuntersuchung greenfield Logistikpark Voerde]

Morgenspitze

Analog zum Vorgehen in den vorherigen Betrachtungsfällen wurden auch für den Prognoseplanfall 2 zehn Simulationsläufe mit unterschiedlichen Startzufallszahl durchgeführt. Zunächst erfolgt die Darstellung der Ergebnisse für die Morgenspitzenstunde.

Die mittleren Verlustzeiten zum Zeitpunkt der Morgenspitze zeigen, dass mithilfe der betrieblichen Optimierung ein leistungsfähiger Verkehrsablauf an allen betrachteten Knotenpunkten gewährleistet werden kann. Mit ca. 44 Sekunden tritt die verhältnismäßig höchste mittlere Verlustzeit an Knotenpunkt 2 (B8 / Neue Hünxer Straße / Emmelsumer Straße) auf. Die folgenden Abbildungen veranschaulichen die mittleren Verlustzeiten für alle relevanten Ströme.

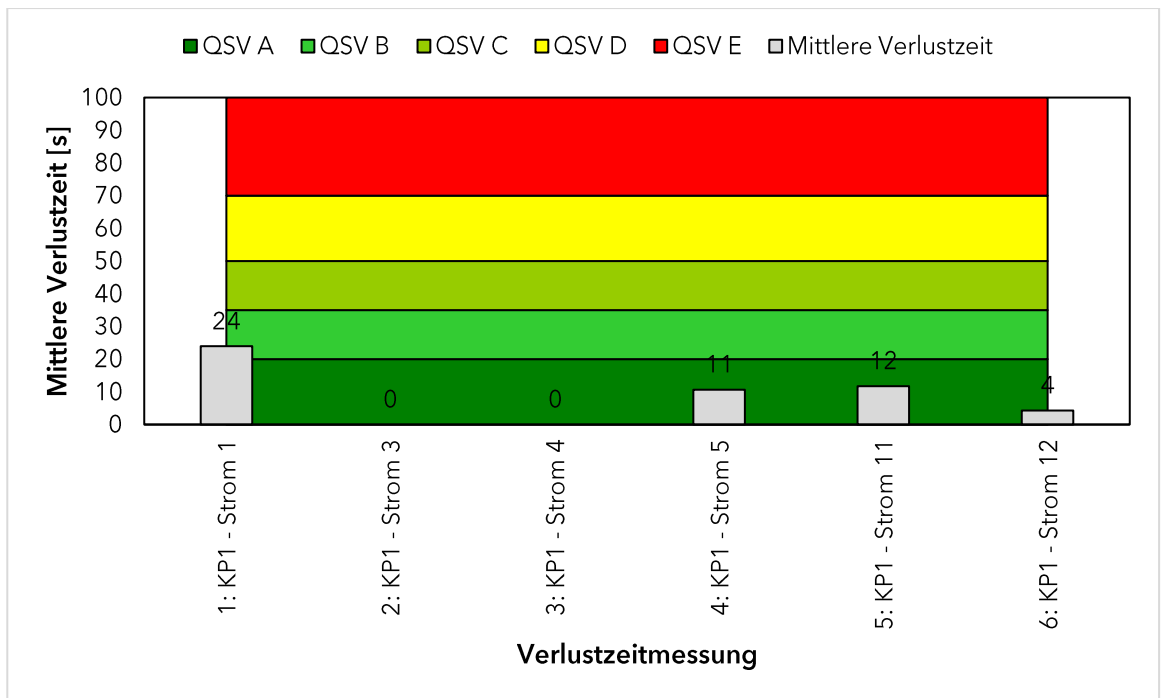


Abbildung 40: Verkehrsqualität KP B8/Frankfurter Straße (01) Prognoseplanfall 2 Morgenspitze optimiert

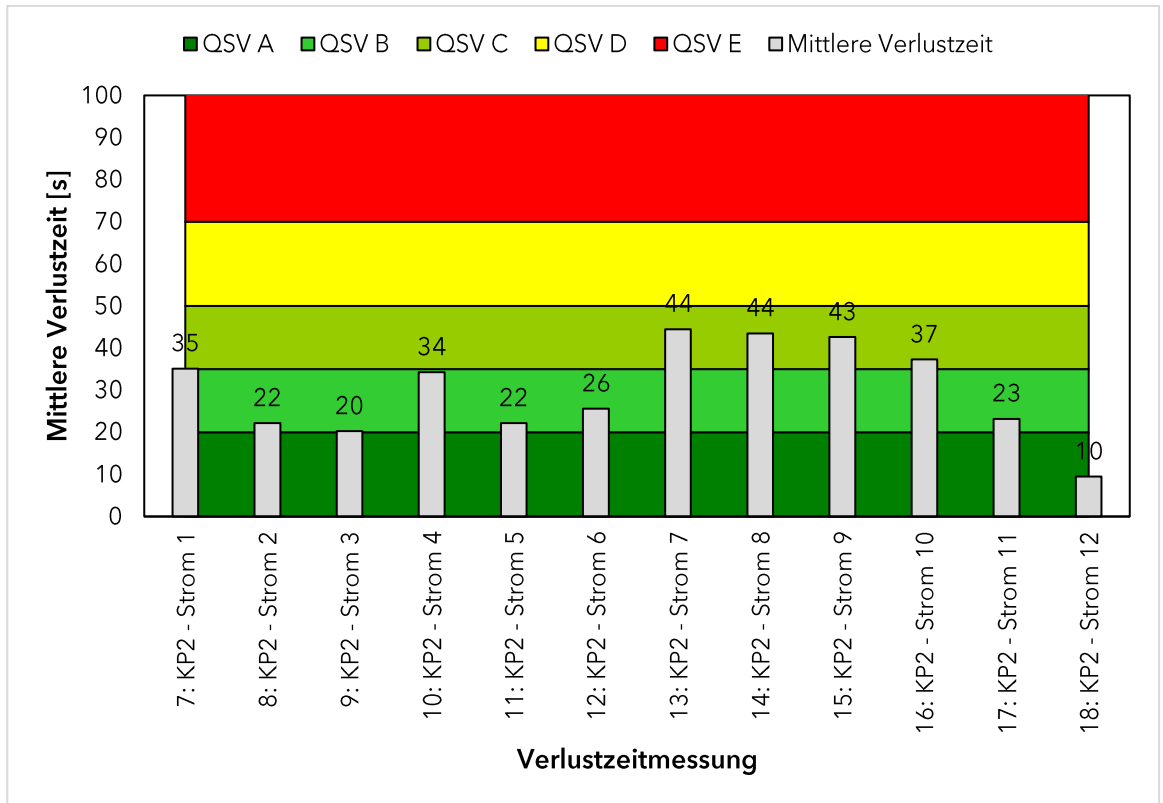


Abbildung 41: Verkehrsqualität KP B8/Neue Hünxer Straße/Emmelsumer Straße (02) Prognoseplanfall 2 Morgenspitze optimiert

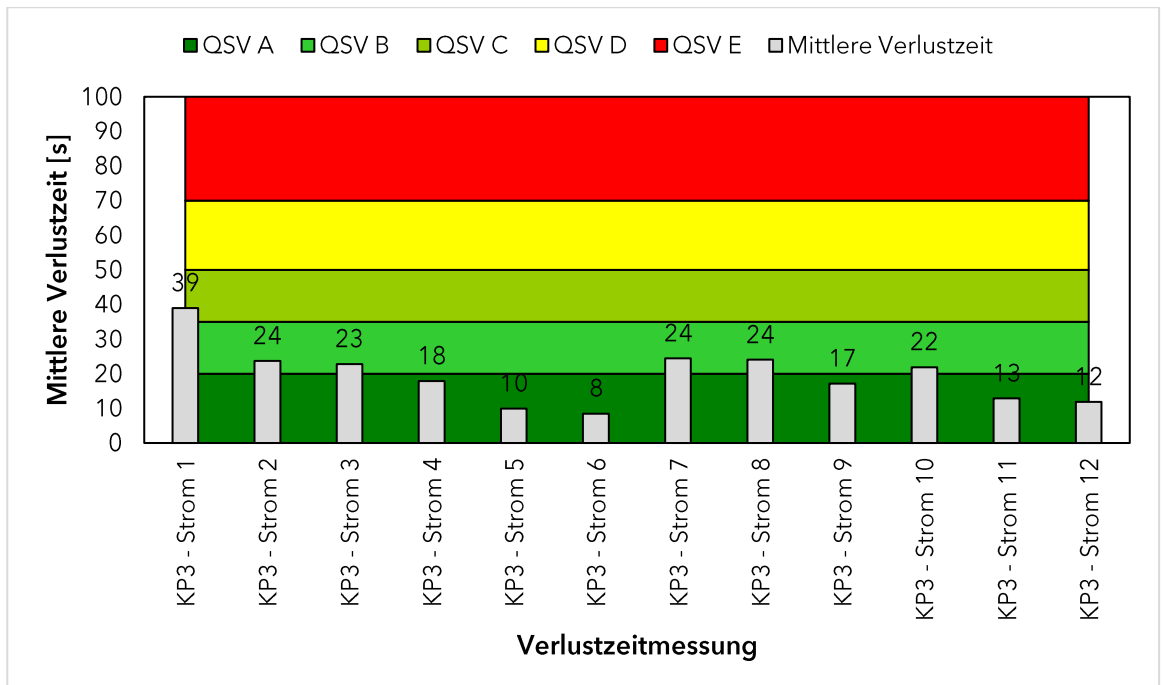


Abbildung 42: Verkehrsqualität KP Frankfurter Straße/Emmelsumer Straße (03) Prognoseplanfall 2 Morgenspitze optimiert

Auch die Betrachtung der Staumessungen lassen auf keine maßgebenden Einschränkungen des Verkehrsablaufs schließen. Die höchste mittlere Rückstaulänge liegt bei etwa 50 m und wird in der östlichen Zufahrt (Neue Hünxer Straße) von Knotenpunkt 2 gemessen. Für diesen Punkt wird ebenfalls der Höchstwert der 95%-Rückstaulänge (mit Bezug auf die gesamte Zufahrt) von ca. 187 m ermittelt. Alle übrigen Messwerte befinden sich in einem niedrigeren Bereich. Der Maximalwert der 95%-Rückstaulängen ohne Berücksichtigung des Nachbarfahrstreifens (fahrstreifenfein) liegt bei etwa 160 m in der nördlichen Zufahrt von Knotenpunkt 1. Die Werte der separaten Abbiegefahrstreifen lassen auf keine relevanten Überstauungen schließen. Alle Kennwerte sind nachfolgend zusammenfassend dargestellt.

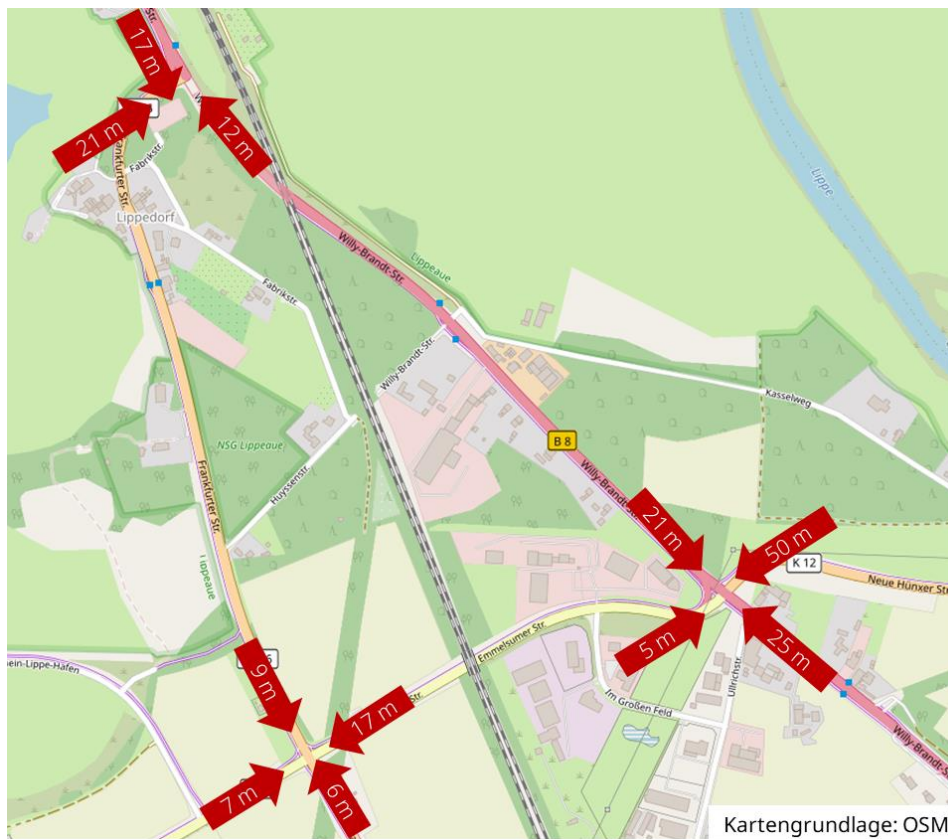


Abbildung 43: Mittlere Rückstaulängen Prognoseplanfall 2 Morgenspitze optimiert

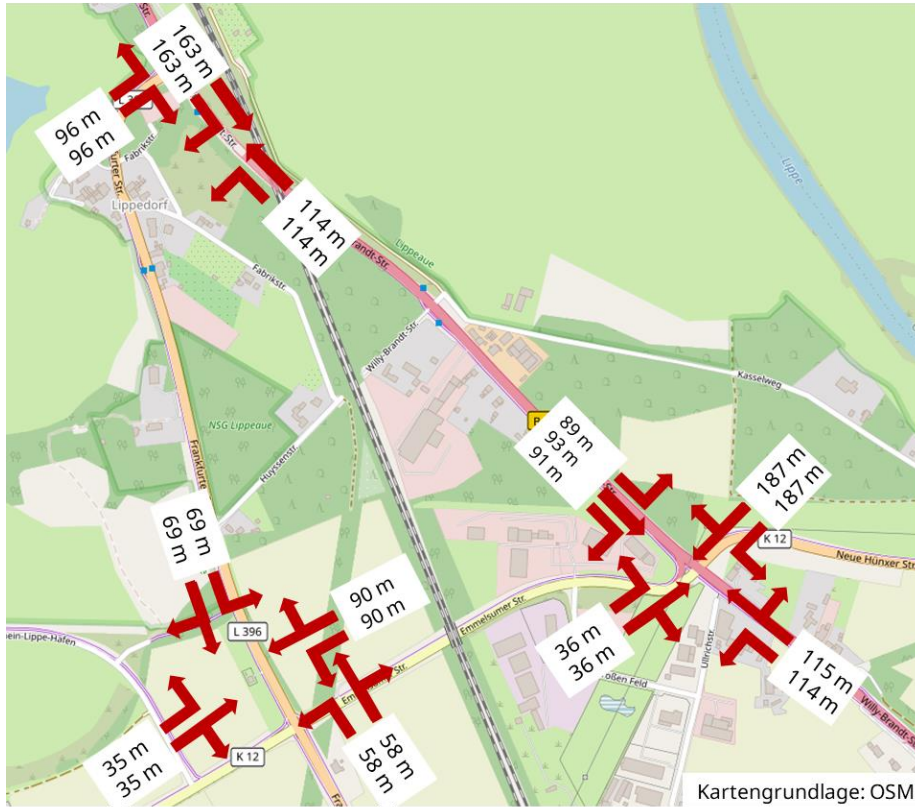


Abbildung 44: 95%-Rückstaulängen Prognoseplanfall 2 Morgenspitze optimiert

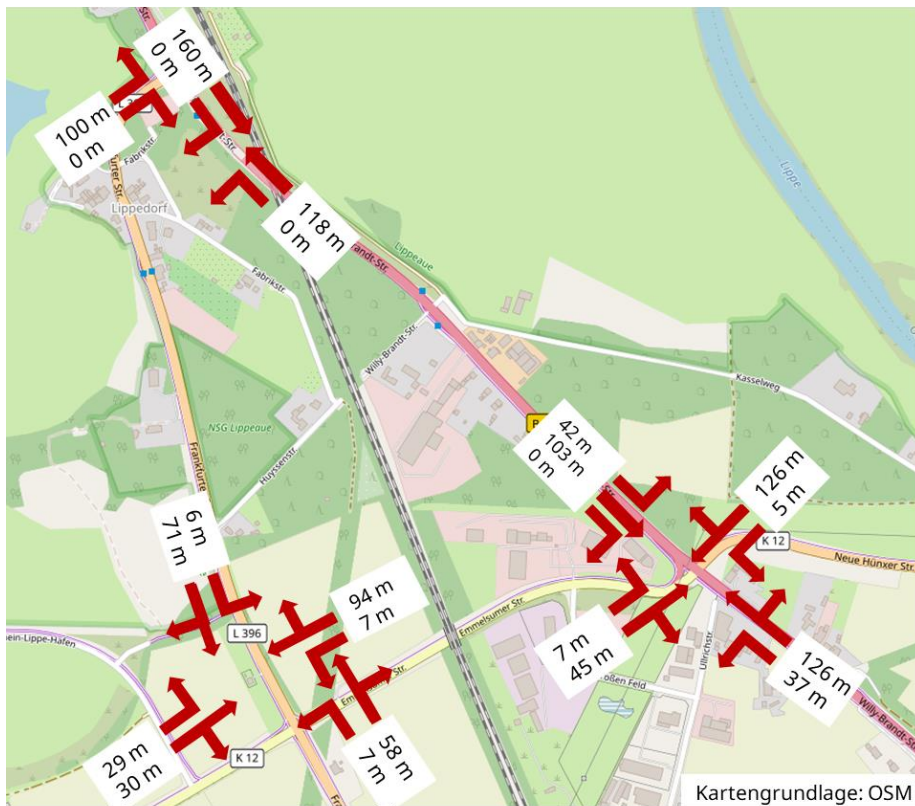


Abbildung 45: 95%-Rückstaulängen (fahrstreifenfein / ohne Berücksichtigung des Nachbarfahrstreifens) Prognoseplanfall 2 Morgenspitze optimiert

Abendspitze

Zum Zeitpunkt der Abendspitzenstunde wird, unter Berücksichtigung der betrieblichen Optimierung am Knotenpunkt B8 / Neue Hünxer Straße / Emmelsumer Straße, ebenfalls ein leistungsfähiger Verkehrsablauf an allen relevanten Knotenpunkten erreicht. Die verhältnismäßig höchsten mittleren Wartezeiten verzeichnet der Knotenpunkt Frankfurter Straße / Emmelsumer Straße (03). Für die linksabbiegenden Fahrzeuge der östlichen Zufahrt liegt die mittlere Verlustzeit hier bei ca. 42 Sekunden. Alle übrigen Ströme erreichen noch geringere Werte. Die folgenden Abbildungen fassen die Verkehrsverhältnisse während der Abendspitze zusammen.

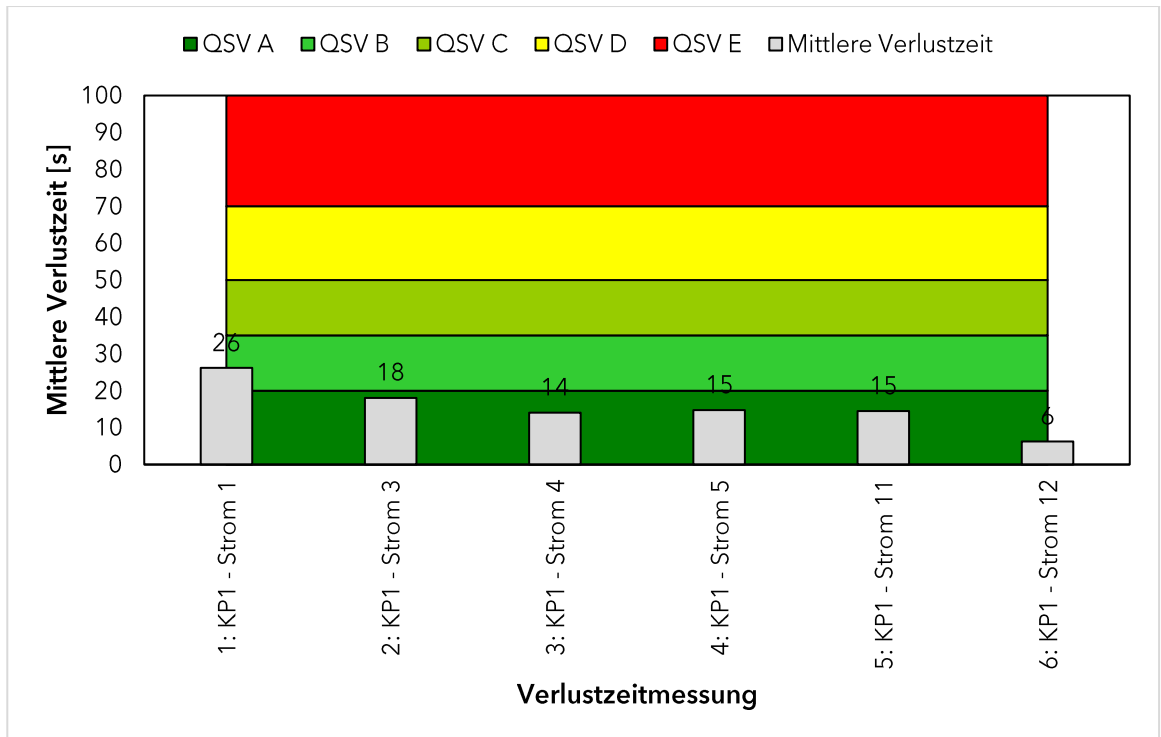


Abbildung 46: Verkehrsqualität KP B8/Frankfurter Straße (01) Prognoseplanfall 2 Abendspitze optimiert

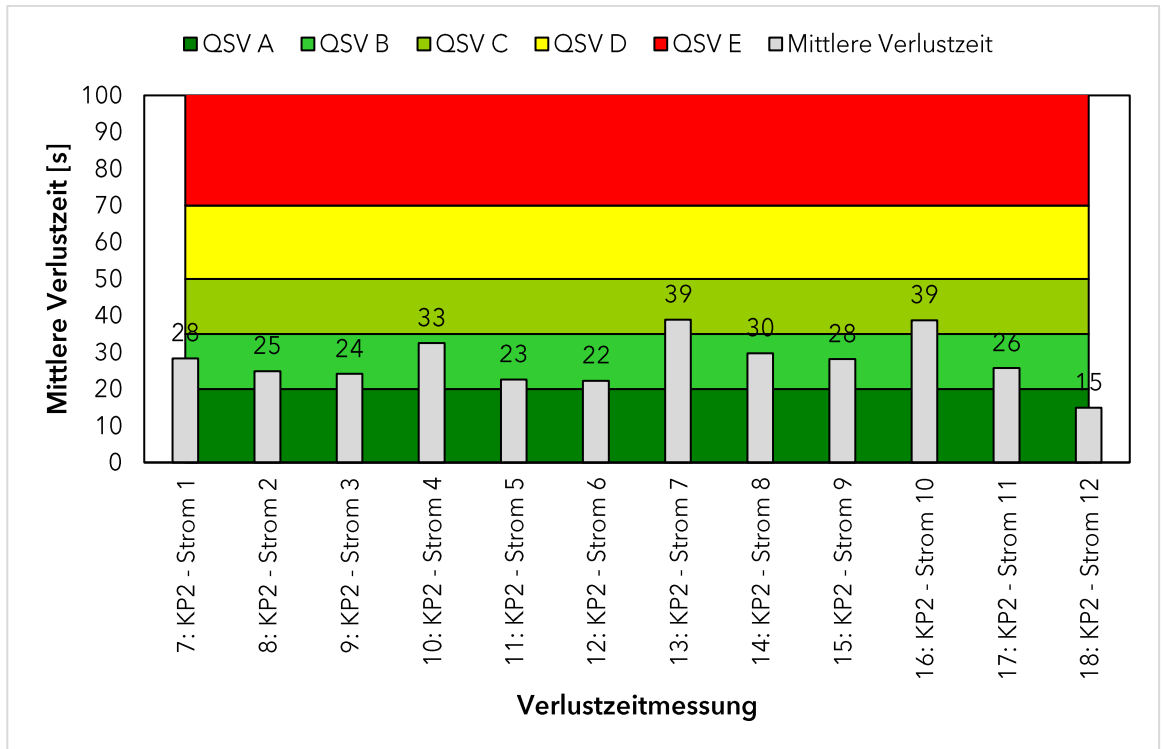


Abbildung 47: Verkehrsqualität KP B8/Neue Hünxer Straße/Emmelsumer Straße (02) Prognoseplanfall 2 Abendspitze optimiert

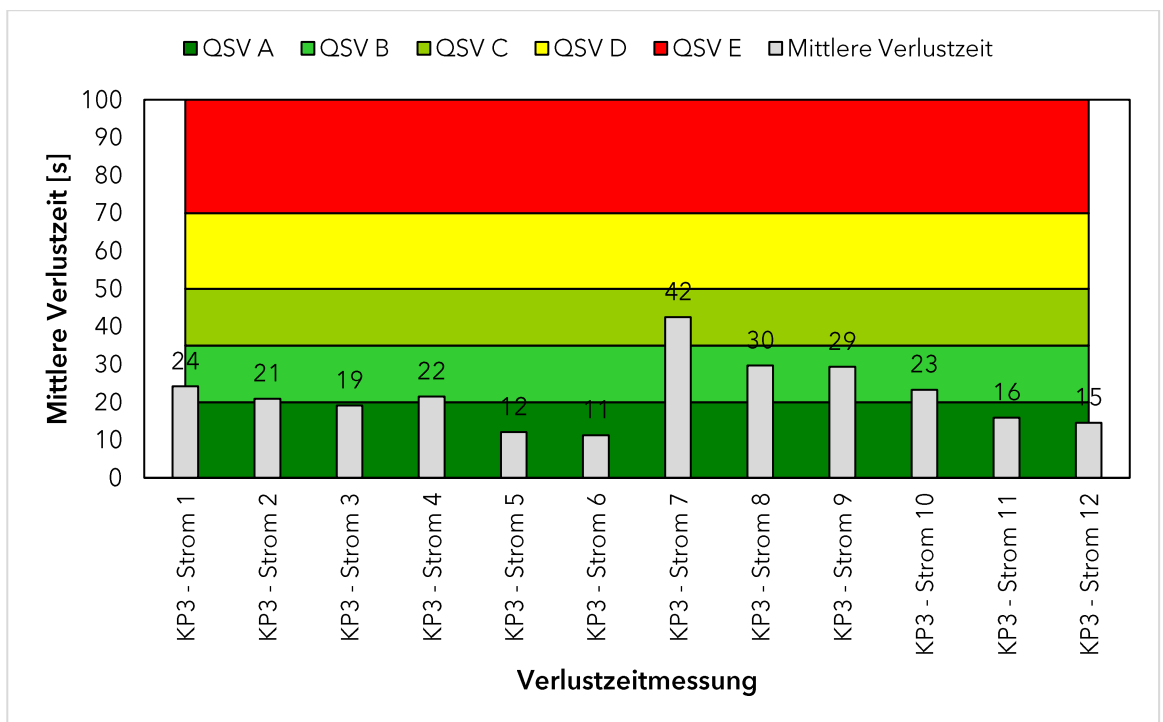


Abbildung 48: Verkehrsqualität KP Frankfurter Straße/Emmelsumer Straße (03) Prognoseplanfall 2 Abendspitze optimiert

Die ergänzende Betrachtung der Stauzähler zeigt eine maximale mittlere Staulänge von ca. 29 m. Dieser Wert wird für die westliche Zufahrt am Knotenpunkt B8 / Frankfurter Straße berechnet. Mit etwa 217 m befindet sich die höchste 95%-Rückstaulänge ebenfalls an diesen Knotenpunkt, allerdings in der nördlichen Zufahrt. Ergänzend erfolgt die Betrachtung der 95%-Rückstaulängen ohne gegenseitige Berücksichtigung des Nachbarfahrstreifens (fahrstreifenfein). Auch hier wird der Höchstwert am Knotenpunkt 1 gemessen, für die geradeausfahrenden Fahrzeuge der nördlichen Zufahrt. Die abschließende Betrachtung der separaten Abbiegefahrstreifen zeigt, dass die 95%-Rückstaulänge der linksabbiegenden Fahrzeuge am Knotenpunkt 2 (westliche Zufahrt) mit ca. 85 m die Länge des vorhandenen Abbiegefahrstreifens übersteigt. Es sollte allerdings berücksichtigt werden, dass sich dieser Messwert nur auf einen sehr begrenzten Zeitraum innerhalb der Spitzenstunden bezieht. Um die Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs zu gewährleisten wird allerdings empfohlen, den Linksabbiegefahrstreifen der westlichen Zufahrt am Knotenpunkt Emmelsumer Straße / Frankfurter Straße zu verlängern. Alle Werte der Kenngrößen zur Staumessung sind in den folgenden Abbildungen zusammengefasst.

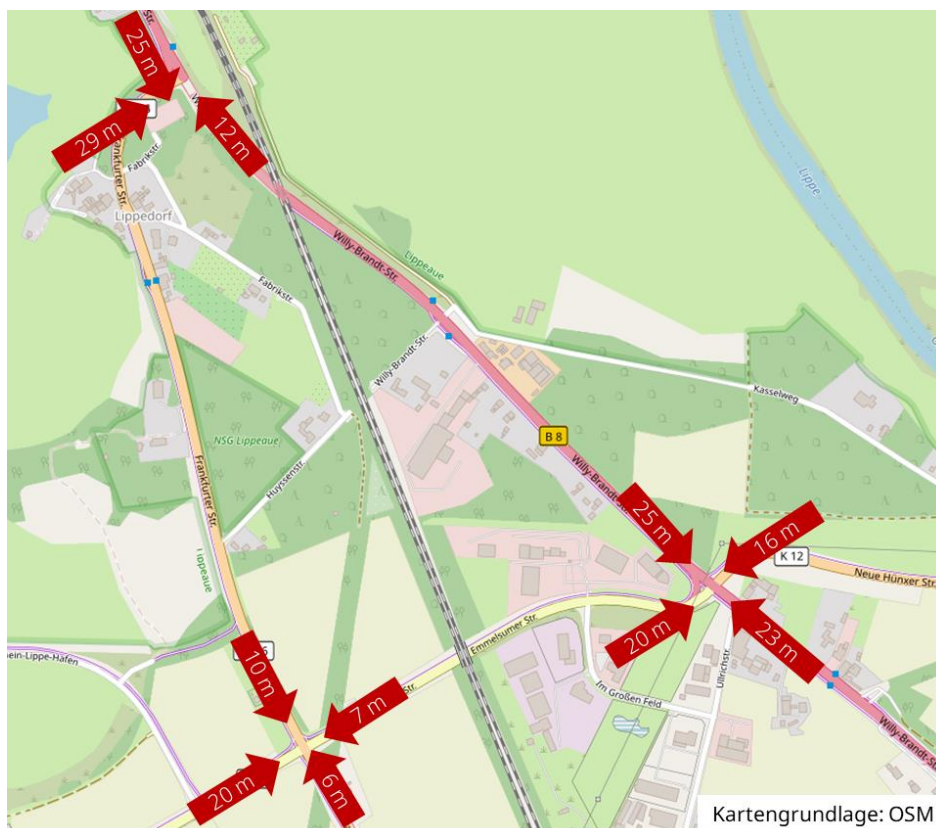


Abbildung 49: Mittlere Rückstaulängen Prognoseplanfall 2 Abendspitze optimiert

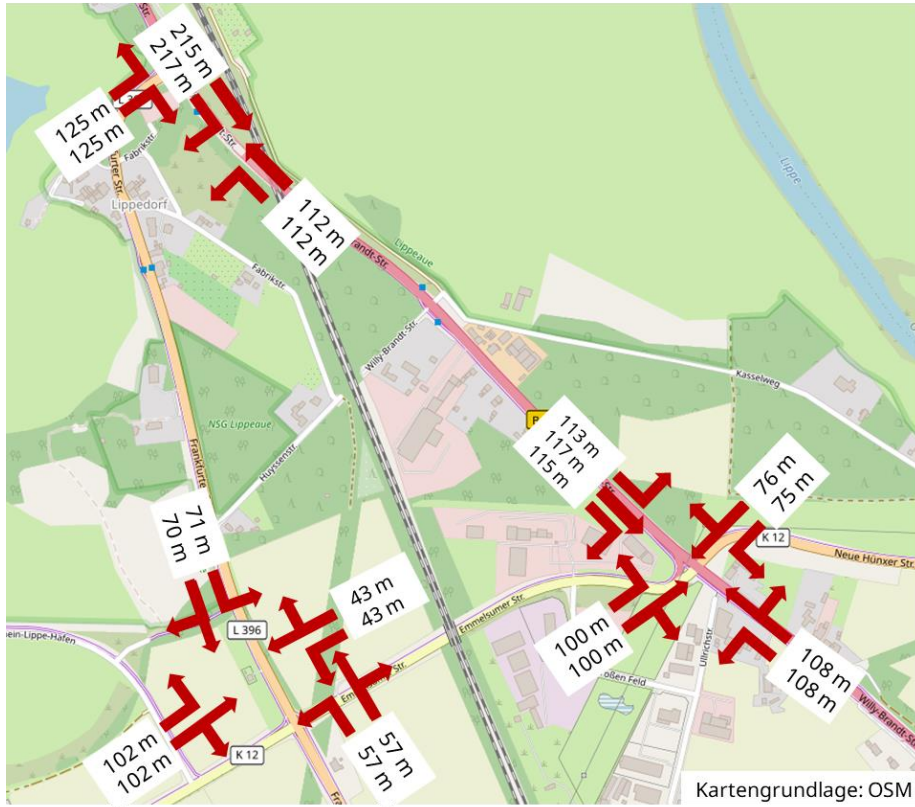


Abbildung 50: 95%-Rückstaulängen Prognoseplanfall 2 Abendspitze optimiert

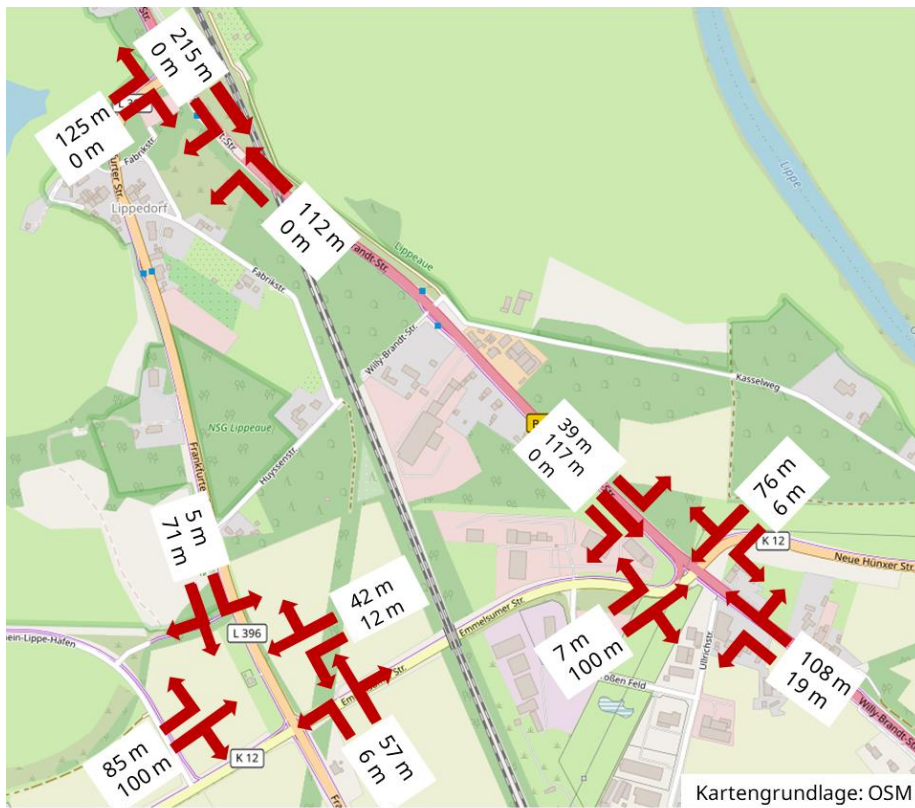


Abbildung 51: 95%-Rückstaulängen Prognoseplanfall 2 (fahrstreifenfein / ohne Berücksichtigung des Nachbarfahrstreifens) Abendspitze optimiert

3 Zusammenfassung

Die bereits bestehenden Hafenable auf den Gebieten der Städte Voerde (Hafen Emmelsum) und Wesel (Stadthafen Wesel und Rhein-Lippe-Hafen) sollen zukünftig durch die DeltaPort NiederrheinHäfen GmbH erweitert werden. Zur Prüfung der verkehrlichen Erschließung sind bereits mehrere Untersuchungen von ambrosius blanke verkehr.infrastruktur (abvi) durchgeführt worden.

Die dortigen Berechnungen, auf Grundlage von rechnerischen Leistungsfähigkeitsnachweisen nach HBS 2015, ergaben vor allem am Knotenpunkt B8 / Neue Hünxer Straße / Emmelsumer Straße kritische Defizite. Daher werden mithilfe dieser mikroskopischen Verkehrsflusssimulation die bereits bestehenden Untersuchungsergebnisse ergänzt. Im Gegensatz zu den rechnerischen Leistungsfähigkeitsnachweisen nach HBS kann durch die Berücksichtigung der verkehrsabhängigen Steuerungen der Lichtsignalanlagen im Rahmen der Mikrosimulation eine noch größere Annäherung an die realen Verkehrsverhältnisse gewährleistet werden. Zudem werden alle relevanten Knotenpunkte im Netzzusammenhang betrachtet, wodurch mögliche gegenseitige Beeinflussungen zwischen den Knotenpunkten sichtbar werden.

Untersucht wurden ein Analyse- sowie zwei Prognoseplanfälle zum Zeitpunkt der Morgen- sowie der Abendspitze. Die beiden Prognoseplanfälle unterscheiden sich in der Berücksichtigung von zusätzlichen perspektivischen Gewerbeflächen der Stadt Wesel. Alle Verkehrsbelastungen wurden aus den bestehenden Untersuchungen von abvi übernommen. Der Prognoseplanfall 1 bezieht die gewerblichen Reserveflächen ein und entspricht damit dem Prognosefall aus der Untersuchung „Bebauungsplan Nr. 232 „Rhein-Lippe-Hafen“ der Stadt Wesel - Verkehrsuntersuchung zusätzlicher gewerblicher Reserveflächen“ von abvi mit Stand Juni 2023. Im Prognoseplanfall 2 werden diese Reserveflächen nicht berücksichtigt. Die Verkehrsbelastungen dieser Betrachtung entsprechen damit dem Prognosefall der Verkehrsuntersuchung „greenfield Logistikpark Voerde“ aus dem Mai 2023.

Die Simulationsergebnisse für den Analysefall (Ist-Zustand) zeigen, dass alle relevanten Knotenpunkte leistungsfähig abgewickelt werden können. In den Prognoseplanfällen treten dagegen Leistungsdefizite am Knotenpunkt B8 / Neue Hünxer Straße / Emmelsumer Straße auf. Sowohl zum Zeitpunkt der Morgen- als auch während der Abendspitzenstunde kann hier keine ausreichende Leistungsfähigkeit für alle Ströme erreicht werden.

Um das Defizit zu beheben, wurden für den Prognoseplanfall 1 eine bauliche sowie eine betriebliche Optimierung für den Knoten B8 / Neue Hünxer Straße / Emmelsumer Straße entwickelt. Hierzu wurde der Mischfahrstreifen der östlichen Zufahrt (Neue Hünxer Straße) aufgelöst. Durch das Hinzufügen eines separaten Rechtsabbiegestreifens verfügen so alle Fahrbeziehungen dieser Zufahrt über einen eigenen Abbiegestreifen. Auf betrieblicher Seite wurde die bisherige verkehrsabhängige Steuerung des Knotenpunktes (LSA 268) weitestgehend überplant. So wurde ein neues Signalisierungskonzept mit zusätzlichen Signalgruppen erstellt. Auch die Phasendefinition und -folge ist in diesem Zusammenhang überarbeitet worden. Mithilfe dieser Anpassungen kann im Prognoseplanfall 1 ein leistungsfähiger Verkehrsablauf für alle Knotenpunkte erreicht werden.

Im Prognoseplanfall 2 (ohne gewerbliche Reserveflächen) genügt die betriebliche Optimierung der LSA 268, um eine mindestens ausreichende Verkehrsqualität an allen Knotenpunkten zu gewährleisten. Die bauliche Optimierung (zusätzlicher Abbiegefahrstreifen in der Zufahrt Neue Hünxer Straße) ist in diesem Betrachtungsfall nicht erforderlich.

Neben der Leistungsfähigkeit auf Grundlage der mittleren Wartezeiten sind unterschiedliche Kenngrößen zum Stauaufkommen ausgewertet worden, um noch genauere Aussagen über die Verkehrsverhältnisse treffen zu können. In den beiden optimierten Prognoseplanfällen zeigt die Auswertung der fahrstreifenfeinen 95%-Rückstaulängen (ohne Berücksichtigung des Nachbarfahrstreifens), dass zum Zeitpunkt der Abendspitzenstunde die Länge eines Abbiegefahrstreifens überschritten wird. Betroffen ist der Abbiegefahrstreifen der linksabbiegenden Fahrzeuge der westlichen Zufahrt (Emmelsumer Straße) am Knotenpunkt 2 (Emmelsumer Straße / Frankfurter Straße). In beiden optimierten Prognoseplanfällen liegt der Wert hier mit ca. 117 m bzw. ca. 85 m über der bestehenden Länge des Abbiegefahrstreifens. Bei der Interpretation der Werte sollte allerdings beachtet werden, dass sich die 95%-Staulängen nur auf einen begrenzten Zeitraum innerhalb der Spitzenstunden beziehen. Die Leistungsfähigkeit nach HBS 2015 ist trotzdem gegeben. Um die Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs zu gewährleisten wird allerdings empfohlen, den Linksabbiegefahrstreifen der westlichen Zufahrt am Knotenpunkt Emmelsumer Straße / Frankfurter Straße zu verlängern. Im Zuge einer Anpassung des Knotenpunktes wird auch eine Überplanung der LSA-Steuerung empfohlen. Aktuell wird der Knoten über eine 2-Phasen-Schaltung (je eine Phase für die Richtungen Nord-Süd und Ost-West) abgewickelt. Durch die in Zukunft ansteigenden Abbiegebeziehungen bietet sich die Berücksichtigung einer dritten Phase an, die vor allem die Fahrbeziehung West-Nord abdeckt. Auf diese Weise ist, unabhängig von der baulichen Ertüchtigung des Knotens, eine Verbesserung der hier vorgestellten Verkehrsverhältnisse zu erwarten.