

## Genehmigungsplanung für die Aufhebung Bahnübergang Linie 18 und Ausbau Knoten L 34 / B 265

Regierungsbezirk : Köln  
 Kreisfreie Stadt : Köln  
 Gemarkung : Köln-Efferen

### Verkehrsgutachten D1 bestehend aus 144 Seiten

	Der Leiter der Regionalniederlassung Ville-Eifel Euskirchen, den 14.12.2020 <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">                       _____                      i.A. Decker                 </div>	 <b>StraBen.NRW.</b> <small>Landesbetrieb Straßenbau Nordrhein-Westfalen Regionalniederlassung Ville-Eifel</small>
	Kölner Verkehrs-Betriebe AG Scheidtweilerstraße 38 50933 Köln-Braunsfeld	_____ Datum, Unterschrift
	Häfen und Güterverkehr Köln Aktiengesellschaft	_____ Datum
<u>Auslegungsvermerk der Gemeinde</u> (Anhörungsverfahren § 73 Abs. 3 Satz 1 VwVfG)  Der Plan hat satzungsgemäß ausgelegen in der Zeit vom ..... bis ..... in der Gemeinde .....  Zeit und Ort der Auslegung sind vorher ortsüblich bekanntgegeben worden.	<u>Auslegungsvermerk der Gemeinde</u> (Planfeststellungsbeschluss § 74 Abs. 4 VwVfG)  Planfeststellungsbeschluss und Ausfertigung des festgestellten Planes haben satzungsgemäß ausgelegen in der Zeit vom ..... bis ..... in der Gemeinde .....  Zeit und Ort der Auslegung sind vorher ortsüblich bekanntgegeben worden.	_____ Vorstand I
_____ Datum, Siegel, Unterschrift	_____ Vorstand II	_____ Datum, Siegel, Unterschrift

**LANDESBETRIEB STRAßENBAU NRW**

**LUXEMBURGER STRAßE / MILITÄRRINGSTRASSE**

## **Aktualisierung 2018**

### **Auftraggeber:**

Landesbetrieb Straßenbau NRW  
Regionalniederlassung Vile-Eifel  
Jülicher Ring 101-103  
53879 Euskirchen

### **Auftragnehmer:**

PTV  
Transport Consult GmbH  
Harffstraße 43  
40591 Düsseldorf

**Düsseldorf, 22.11.2018**

## Dokumentinformationen

Kurztitel	VU Luxemburger Straße / Militärringstraße - Aktualisierung 2018
Auftraggeber:	Landesbetrieb Straßenbau NRW
Auftrags-Nr.:	C821083
Auftragnehmer:	PTV Transport Consult GmbH
Bearbeiter:	Ann-Kathrin Lieven, Sebastian Reichert, Gunther Kesenheimer, Christian Oertel
Erstellungsdatum:	15.10.2018 von PTV
zuletzt gespeichert:	17.10.2019 von PTV
Speicherort:	Z:\Projekte\821083_Simulation Militärring_Luxemburger Straße\Bericht\190404_B_821083_Köln_LuxemburgerStr_Militärringstr.docx

# Inhalt

<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>5</b>
<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>5</b>
<b>1 Ausgangssituation und Aufgabenstellung .....</b>	<b>8</b>
<b>2 Verkehrserhebung .....</b>	<b>9</b>
<b>3 Anpassung der Verkehrsbelastung .....</b>	<b>11</b>
<b>4 Verkehrstechnische Untersuchung .....</b>	<b>12</b>
4.1 Grundlagen .....	12
4.2 Ausbau des Knotenpunktes .....	13
4.3 Signalprogramme für die Spitzenstunde .....	14
4.4 Rechnerische Leistungsfähigkeitsnachweise .....	15
<b>5 Mikroskopische Verkehrsflusssimulation .....</b>	<b>23</b>
5.1 Aufbau und Kalibrierung des Simulationsmodells .....	23
5.2 Bewertungsgrundlage .....	26
5.3 Simulationsergebnisse Analysefall 2017 .....	27
5.3.1 Morgenspitze .....	28
5.3.2 Abendspitze .....	30
5.4 Simulationsergebnisse Prognosenufall 2030 .....	33
5.4.1 Morgenspitze .....	33
5.4.2 Abendspitze .....	35
5.5 Simulationsergebnisse Prognoseplanfall 2030 - Variante 1 .....	37
5.5.1 Morgenspitze .....	39
5.5.2 Abendspitze .....	42
5.6 Simulationsergebnisse Prognoseplanfall 2030 - Variante 2 .....	44
5.6.1 Morgenspitze .....	46
5.6.2 Abendspitze .....	48
5.7 Simulationsergebnisse Prognoseplanfall 2030 - Variante 3 .....	51
5.7.1 Morgenspitze .....	52
5.7.2 Abendspitze .....	54
5.8 Zusammenfassung der Simulationsergebnisse .....	57
<b>6 Auswirkungen auf den Fuß- und Radverkehr .....</b>	<b>60</b>



6.1	Ausgangslage .....	60
6.2	Ergebnisse der Mikrosimulation .....	61
6.3	Zusammenfassung der Ergebnisse .....	63
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>64</b>
<b>8</b>	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>68</b>
<b>9</b>	<b>Anlagen</b> .....	<b>69</b>

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Vergleich der Verkehrsqualitätsstufen für Knotenpunkte mit Lichtsignalanlage [Quelle: HBS 2015, Tabelle S4-1]	12
Tabelle 2:	Kalibrierung Morgen- und Abendspitze	25
Tabelle 3:	Vergleich der Verkehrsqualitätsstufen für Knotenpunkte mit und ohne Lichtsignalanlage [Quelle: HBS 2015, Tabellen S4-1 und S5-1]	27
Tabelle 4:	Vergleich der mittleren Verlustzeiten	57
Tabelle 5:	Vergleich Fuß- und Radverkehrsaufkommen	62

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Ausschnitt Ausbautentwurf Knotenpunkt Luxemburger Straße / Militärringstraße [Quelle: Landesbetrieb Straßenbau NRW]	8
Abbildung 2:	Knotenstrombelastung Knotenpunkt Luxemburger Straße / Militärringstraße, Analysefall morgens	9
Abbildung 3:	Knotenstrombelastung Knotenpunkt Luxemburger Straße / Militärringstraße, Analysefall abends	10
Abbildung 4:	Verkehrsbelastung 2030 Luxemburger Straße / Militärringstraße	11
Abbildung 5:	Aktueller Entwurf des Knotenpunktes Militärringstraße/ Luxemburger Straße	13
Abbildung 6:	Festzeitsignalprogramm Morgenspitze	14
Abbildung 7:	Festzeitsignalprogramm Abendspitze	15
Abbildung 8:	Leistungsfähigkeitsnachweis für die Morgenspitze	16
Abbildung 9:	Leistungsfähigkeitsnachweis für die Abendspitze	16

Abbildung 10: Grafische Darstellung der ermittelten Verkehrsqualitäten in den Spitzenstunden	17
Abbildung 11: Erforderliche Stauraumlängen und vorhandene Aufstelllängen für die Abbiegefahrstreifen in den Spitzenstunden	18
Abbildung 12: Erforderliche Stauraumlängen und vorhandene Aufstelllängen für die Abbiegefahrstreifen unter Berücksichtigung der ermittelten Stauraumlängen der Grundfahrstreifen	21
Abbildung 13: Mittlere Verlustzeiten und Verkehrsqualitäten Analyse, Morgenspitze	28
Abbildung 14: Rückstaulängen Analyse, Morgenspitze	29
Abbildung 15: Staulängenentwicklung Militärringstr. Nord Analyse, Morgenspitze	30
Abbildung 16: Mittlere Verlustzeiten und Verkehrsqualitäten Analyse, Abendspitze	31
Abbildung 17: Rückstaulängen Analyse, Abendspitze	31
Abbildung 18: Staulängenentwicklung Militärringstr. Nord Analyse, Abendspitze	32
Abbildung 19: Mittlere Verlustzeiten und Verkehrsqualitäten Prognosenullfall, Morgenspitze	34
Abbildung 20: Rückstaulängen Prognosenullfall, Morgenspitze	34
Abbildung 21: Staulängenentwicklung Militärringstr. Nord Prognosenullfall, Morgenspitze	35
Abbildung 22: Mittlere Verlustzeiten und Verkehrsqualitäten Prognosenullfall, Abendspitze	36
Abbildung 23: Rückstaulängen Prognosenullfall, Abendspitze	36
Abbildung 24: Staulängenentwicklung Militärringstr. Nord Prognosenullfall, Abendspitze	37
Abbildung 25: Ausbautentwurf - Variante 1 [Quelle: Landesbetrieb Straßenbau NRW]	38
Abbildung 26: Mittlere Verlustzeiten und Verkehrsqualitäten Prognoseplanfall 1, Morgenspitze	40
Abbildung 27: Rückstaulängen Prognoseplanfall 1, Morgenspitze	41
Abbildung 28: Staulängenentwicklung Militärringstr. Nord Prognoseplanfall 1, Morgenspitze	41
Abbildung 29: Mittlere Verlustzeiten und Verkehrsqualitäten Prognoseplanfall 1, Abendspitze	43
Abbildung 30: Rückstaulängen Prognoseplanfall 1, Abendspitze	43
Abbildung 31: Staulängenentwicklung Militärringstr. Nord Prognoseplanfall 1, Abendspitze	44

Abbildung 32: Ausbautentwurf - Variante 2 [Quelle: Landesbetrieb Straßenbau NRW]	45
Abbildung 33: Mittlere Verlustzeiten und Verkehrsqualitäten Prognoseplanfall 2, Morgenspitze	47
Abbildung 34: Rückstaulängen Prognoseplanfall 2, Morgenspitze	47
Abbildung 35: Staulängenentwicklung Militärringstr. Nord Prognoseplanfall 2, Morgenspitze	48
Abbildung 36: Mittlere Verlustzeiten und Verkehrsqualitäten Prognoseplanfall 2, Abendspitze	49
Abbildung 37: Rückstaulängen Prognoseplanfall 2, Abendspitze	50
Abbildung 38: Staulängenentwicklung Militärringstr. Nord Prognoseplanfall 2, Abendspitze	50
Abbildung 39: Ausbautentwurf - Variante 3 [Quelle: Landesbetrieb Straßenbau NRW]	51
Abbildung 40: Mittlere Verlustzeiten und Verkehrsqualitäten Prognoseplanfall 3, Morgenspitze	53
Abbildung 41: Rückstaulängen Prognoseplanfall 3, Morgenspitze	53
Abbildung 42: Staulängenentwicklung Militärringstr. Nord Prognoseplanfall 3, Morgenspitze	54
Abbildung 43: Mittlere Verlustzeiten und Verkehrsqualitäten Prognoseplanfall 3, Abendspitze	55
Abbildung 44: Rückstaulängen Prognoseplanfall 3, Abendspitze	56
Abbildung 45: Staulängenentwicklung Militärringstr. Nord Prognoseplanfall 3, Abendspitze	56
Abbildung 46: Vergleich der mittleren Verlustzeiten, Morgenspitze	58
Abbildung 47: Vergleich der mittleren Verlustzeiten, Abendspitze	58
Abbildung 48: Vergleich der mittleren, maximalen Rückstaulängen, Morgenspitze	59
Abbildung 49: Vergleich der mittleren, maximalen Rückstaulängen, Abendspitze	59
Abbildung 50: Vergleich der mittleren Geschwindigkeiten Fuß- und Radverkehr, Morgenspitze	61
Abbildung 51: Vergleich der mittleren Geschwindigkeiten Fuß- und Radverkehr, Abendspitze	61
Abbildung 52: Zusammenfassende Darstellung zu den erforderlichen Stauraumlängen	65



## 1 Ausgangssituation und Aufgabenstellung

Die PTV Group hat im Dezember 2012 im Auftrag des Landesbetriebs Straßenbau Nordrhein-Westfalen eine Verkehrsuntersuchung<sup>1</sup> zum Umbau des Knotenpunktes Luxemburger Straße / Militärringstraße in Köln erstellt.

Diese im Vorfeld des Planfeststellungsverfahrens durchgeführte Untersuchung ist aufgrund von Einwänden im Verfahren zu aktualisieren. Insbesondere wird von Einwendern gefragt, ob die in den aktuellen Plandarstellungen enthaltenen Flächen für Fußgänger und Fahrradfahrer ausreichend bemessen sind. Der Landesbetrieb Straßenbau NRW hat die Planung zugunsten größerer Aufstellflächen für Fußgänger und Radfahrer überarbeiten lassen. Der überarbeitete Ausbauentwurf ist der folgenden Abbildung 1 zu entnehmen.

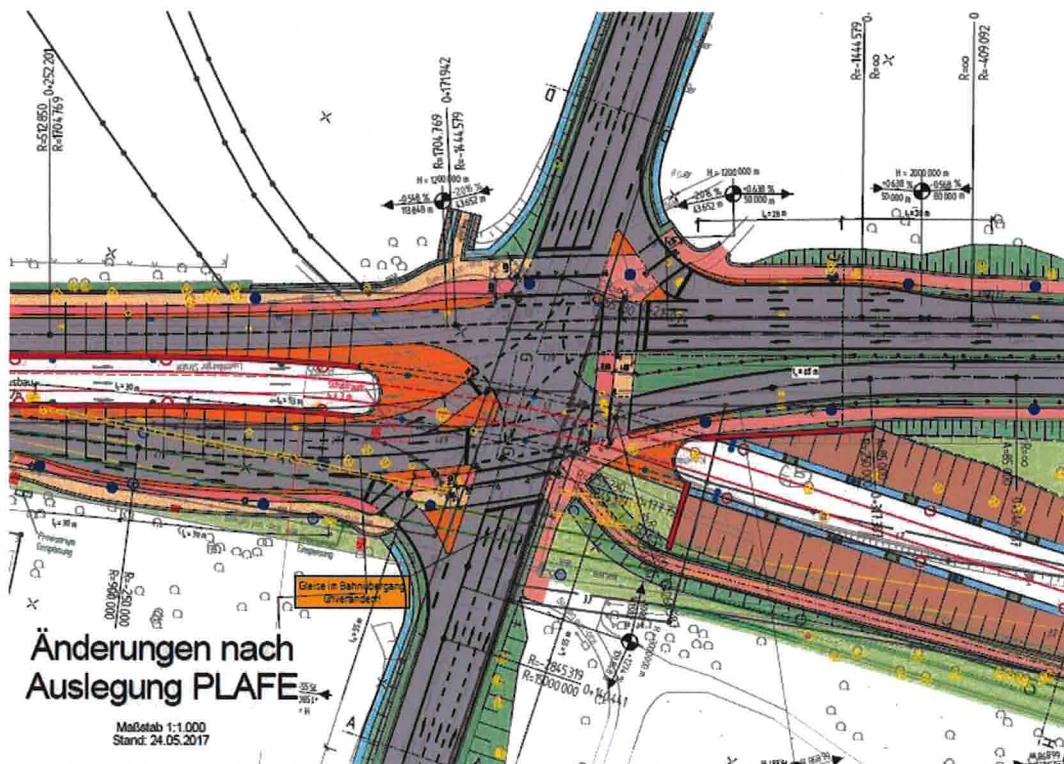


Abbildung 1: Ausschnitt Ausbauentwurf Knotenpunkt Luxemburger Straße / Militärringstraße [Quelle: Landesbetrieb Straßenbau NRW]

Im Zuge einer Aktualisierung der o.g. Verkehrsuntersuchung ist auf Basis einer aktuellen Verkehrserhebung und Anpassung der Verkehrsprognose zu prüfen, welches Verkehrsaufkommen für den Prognosehorizont 2030 zu erwarten ist und ob der Knoten auf Basis der überarbeiteten Entwurfsplanung weiterhin ausreichend leistungsfähig ist. Ergänzend wird außerdem eine Mikrosimulation durchgeführt.

<sup>1</sup> Verkehrsuntersuchung Luxemburger Str./Militärringstr. - Planfeststellung für den Landesbetrieb Straßenbau NRW, PTV Group, Düsseldorf, Dezember 2012

## 2 Verkehrserhebung

Als Grundlage der verkehrstechnischen Auswertungen wurden aktuelle Verkehrsbelastungszahlen für den Knotenpunkt Luxemburger Straße / Militärringstraße benötigt. Die Verkehrserhebung wurde kamerabasiert durchgeführt an einem Normalwerktag, Dienstag, 09.05.2017. Dabei wurden die Zeiträume zwischen 6:00 und 10:00 Uhr sowie zwischen 15:00 und 19:00 Uhr ausgewertet.

Die Intervallzeit beträgt bei den Auswertungen 15 Minuten, Fahrzeuge wurden differenziert nach folgenden Fahrzeuggruppen ausgewertet:

- ▀ Krad, Pkw und Kleintransporter bis 2,8t zul. Gesamtgewicht,
- ▀ Lfz von 2,8t bis 3,5t zul. Gesamtgewicht,
- ▀ Lkw über 3,5t zul. Gesamtgewicht und
- ▀ Lastzüge (Sattelzüge) und Busse.

Die Verkehrserhebung berücksichtigte die Zählung von Fußgängern und Radfahrern am Knotenpunkt für die Spitzenstunden. Die Ergebnisse der Verkehrserhebung wurden graphisch aufbereitet in Form von Knotenstromdarstellungen, differenziert in Kfz und SV, sowie in Excel-Darstellungen.

Zur Ermittlung der maximalen Analyseverkehrsbelastungen wurden aus den Ergebnissen der Verkehrszählungen die morgendliche und abendliche Spitzenstunde ermittelt. Die Knotenstromdarstellungen für die Zeitblöcke zwischen 06:00 und 10:00 Uhr sowie zwischen 15:00 und 19:00 Uhr sowie die ermittelten Spitzenstunden sind in den folgenden Abbildungen dargestellt.

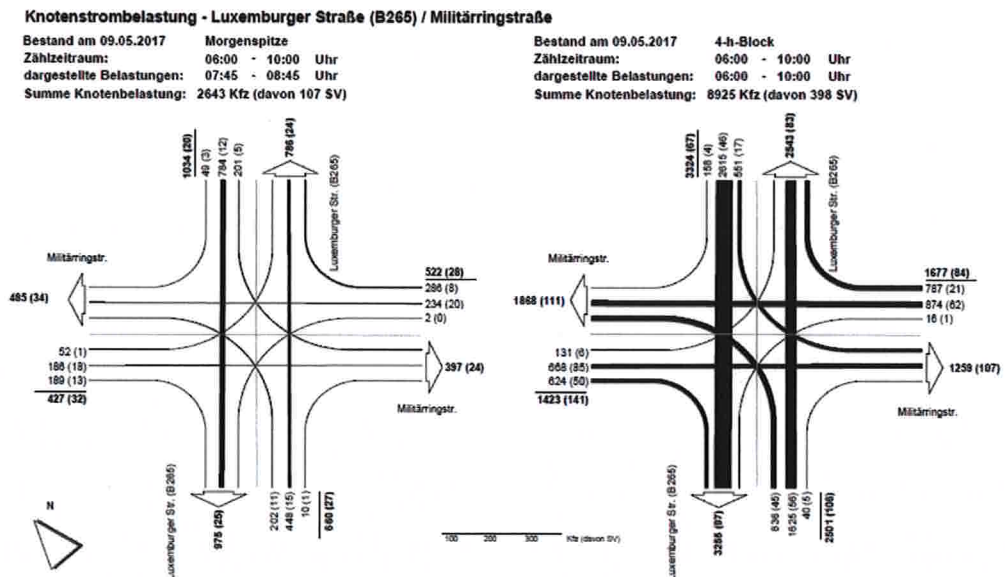


Abbildung 2: Knotenstrombelastung Knotenpunkt Luxemburger Straße / Militärringstraße, Analysefall morgens

**Knotenstrombelastung - Luxemburger Straße (B265) / Militärringstraße**

Bestand am 09.05.2017  
 Abendspitze  
 Zählzeitraum: 15:00 - 19:00 Uhr  
 dargestellte Belastungen: 17:15 - 18:15 Uhr  
 Summe Knotenbelastung: 2614 Kfz (davon 34 SV)

Bestand am 09.05.2017  
 4-h-Block  
 Zählzeitraum: 15:00 - 19:00 Uhr  
 dargestellte Belastungen: 15:00 - 19:00 Uhr  
 Summe Knotenbelastung: 9826 Kfz (davon 213 SV)

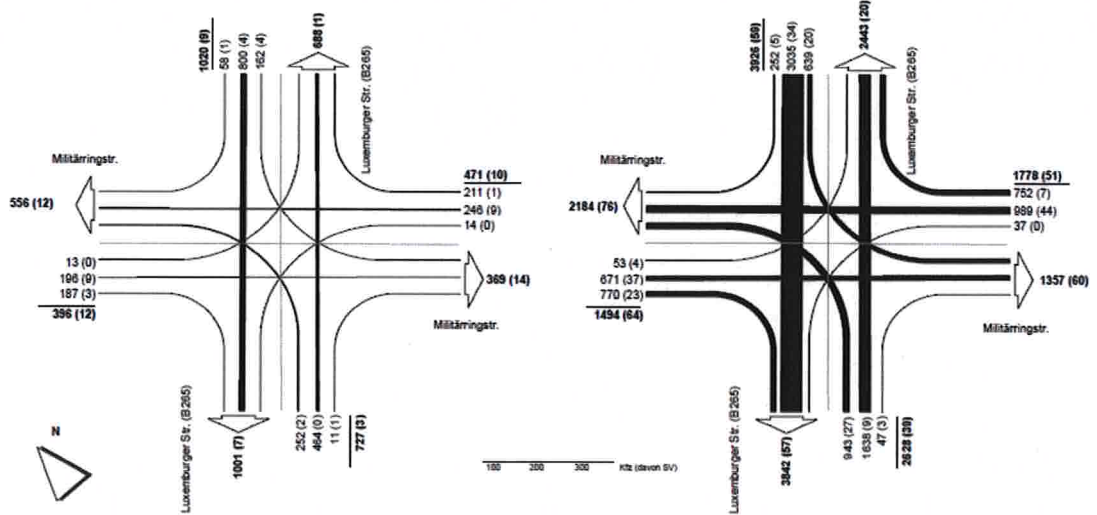


Abbildung 3: Knotenstrombelastung Knotenpunkt Luxemburger Straße / Militärringstraße, Analysefall abends

Diese Knotenstromdarstellungen befinden sich im ebenfalls im Anhang des Gutachtens. Die Verkehrszahlen für Fußgänger und Radfahrer für die beiden Spitzenstunden sind den Anlagen zu entnehmen.



### 3 Anpassung der Verkehrsbelastung

Für aktuelle Planungen im Bundesfernstraßennetz gilt der Prognosehorizont 2030, d.h. alle Entwicklungen, die bis dahin zu erwarten sind, sind in den Prognoseberechnungen zu berücksichtigen. In der vorliegenden Verkehrsuntersuchung wird in Abstimmung mit dem Auftraggeber aufgrund der Aufgabenstellung, d.h. nur punktuelle Betrachtung eines Einzelknotens, die Verkehrsentwicklung über die allgemein zu erwartende Entwicklung abgeleitet.

Relevant sind dabei die Verkehrsverflechtungen zwischen Köln und dem Rhein-Erft-Kreis. Zwischen 2010 und 2030 wird für den PKW-Verkehr mit einer Zunahme von ca. 12% gerechnet. Da das Bezugsjahr der aktuellen Erhebung 2017 ist, d.h. ca. ein Drittel des Betrachtungsintervalls vorbei ist, wird der Zuwachsfaktor um dieses Drittel abgemindert. D.h., gegenüber den aktuellen Analysezahlen wird eine Zunahme von 8% angenommen.

Für den LKW-Verkehr gibt es keine vergleichbare Grundlage, aus der sich entsprechende Faktoren ableiten lassen. Hier wird eine pauschale Erhöhung um 15% angenommen. Die folgende Abbildung 4 zeigt die aktualisierten Verkehrsbelastungen am Knotenpunkt Luxemburger Straße/ Militärringstraße 2030.

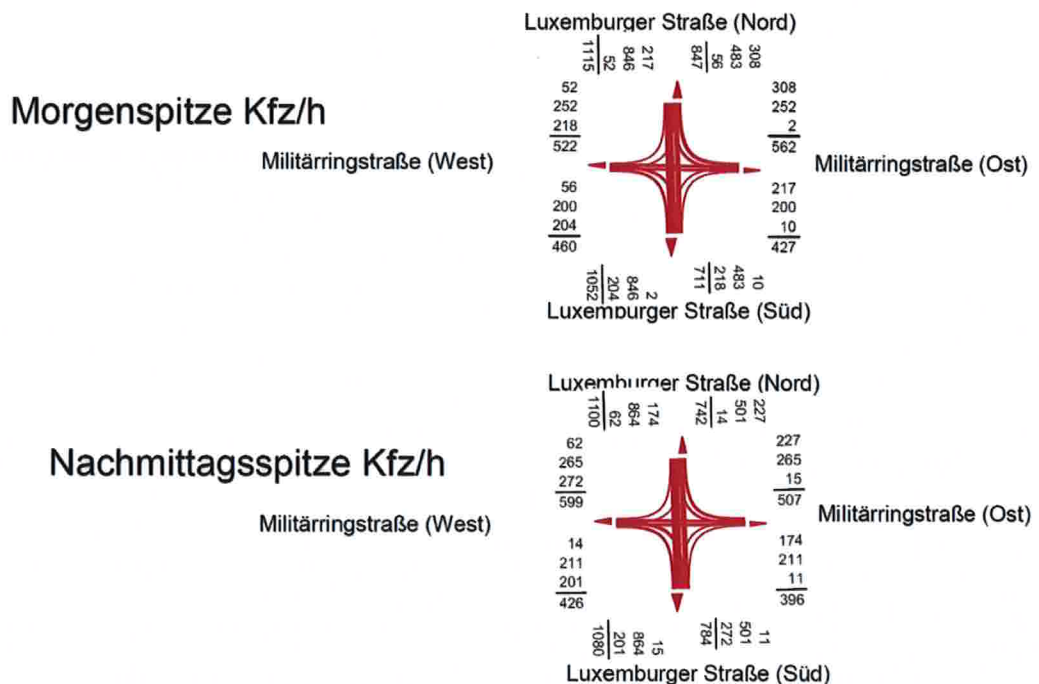


Abbildung 4: Verkehrsbelastung 2030 Luxemburger Straße / Militärringstraße

## 4 Verkehrstechnische Untersuchung

### 4.1 Grundlagen

Auf der Grundlage der ermittelten Dimensionierungsbelastungen werden nachfolgend, aufbauend auf dem aktuellen Ausbauentwurf, Leistungsfähigkeitsnachweise inklusive einer Einschätzung der Verkehrsqualität für jeden Verkehrsstrom erbracht.

Die rechnerische Bewertung der Verkehrsqualität erfolgt in Anlehnung an das HBS 2015<sup>2</sup>. 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 E und sind in der nachfolgenden Tabelle 1 dargestellt.

QSV	Knotenpunkte mit Lichtsignalanlagen	
	Mittl. Wartezeit	
<b>A</b>	≤ 20 s	Die Wartezeiten sind für die jeweils betroffenen Verkehrsteilnehmer sehr kurz.
<b>B</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.
<b>C</b>	≤ 50 s	Die Wartezeiten sind für die jeweils betroffenen 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.
<b>D</b>	≤ 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.
<b>E</b>	< 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.
<b>F</b>	Verkehrsstärke q liegt über der Kapazität 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 1: Vergleich der Verkehrsqualitätsstufen für Knotenpunkte mit Lichtsignalanlage [Quelle: HBS 2015, Tabelle S4-1]

<sup>2</sup> Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen, Teil S Stadtstraßen, Ausgabe 2015



Koordinierte Fahrzeugpulks bleiben bei der Leistungsfähigkeitsberechnung im vorliegenden Gutachten unberücksichtigt.

Die erstellten Leistungsfähigkeitsnachweise für die prognostizierte Morgen- und Abendspitzenstunde sind den Anlagen zu entnehmen.

## 4.2 Ausbau des Knotenpunktes

Die nachfolgende Abbildung 5 zeigt den für die Berechnung zu Grunde gelegten Ausbau des Knotenpunktes und die Einteilung der Signalgruppen.



Abbildung 5: Aktueller Entwurf des Knotenpunktes Militärringstraße/ Luxemburger Straße

Sowohl für die die nördliche als auch für die südliche Zufahrt der Luxemburger Straße sind jeweils eigene Fahrstreifen für den Links- und den Rechtsabbiegeverkehr vorgesehen. Der Geradeausverkehr erhält zwei Fahrstreifen.

Die westliche und östliche Zufahrt der Militärringstraße erhalten ebenfalls separate Abbiegefahrstreifen für die Links- und Rechtsabbieger, für die Geradeausverkehre ist hier jeweils ein Fahrstreifen vorgesehen.

Auf Basis des aktuellen Entwurfs wurden die Zwischenzeiten für die Festzeitsignalprogramme neu berechnet.

### 4.3 Signalprogramme für die Spitzenstunde

Für die Berechnung der Leistungsfähigkeiten wurden für die Morgenspitzenstunde und die Abendspitzenstunde die nachfolgend dargestellten Festzeit-Signalprogramme mit einer Umlaufzeit von 90 Sekunden erstellt.

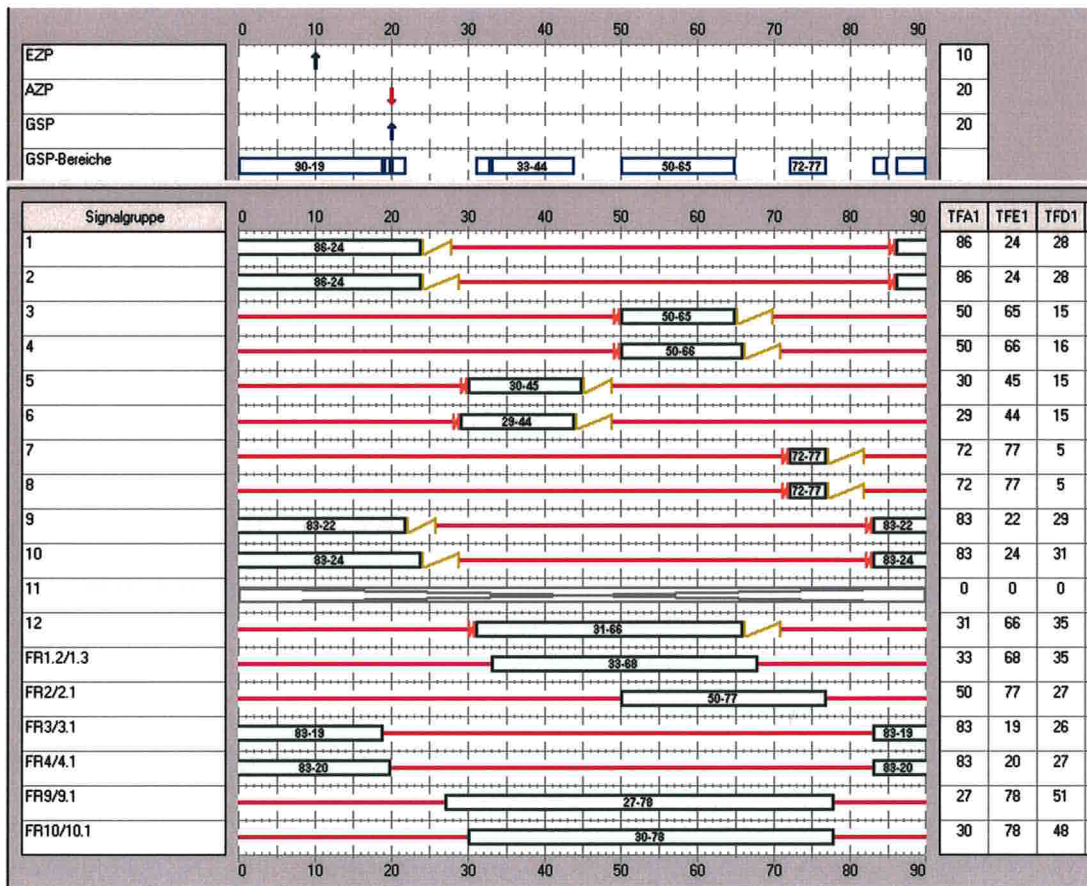


Abbildung 6: Festzeitsignalprogramm Morgenspitze



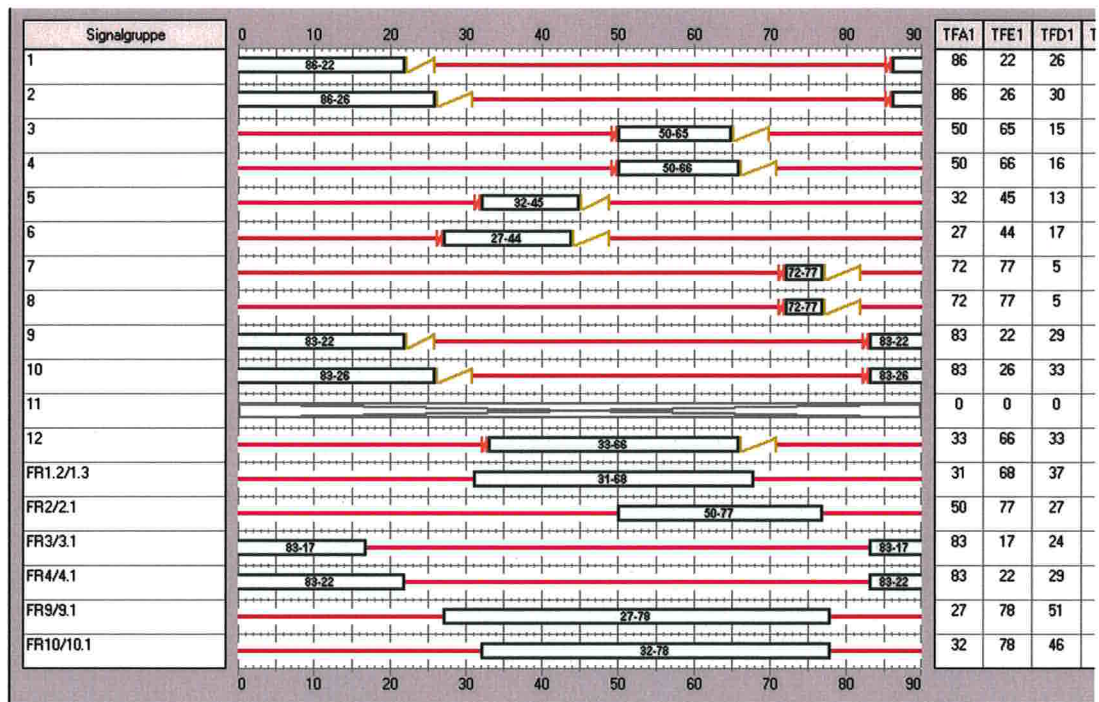


Abbildung 7: Festzeitsignalprogramm Abendspitze

Hinsichtlich einer leistungsfähigen Abwicklung der zukünftigen Verkehre wurden in den Signalprogrammen folgende vier Phasen vorgesehen:

- Phase 1: Freigabe der Hauptrichtung Luxemburger Straße (Signalgruppen 1 und 2)
- Phase 2: Freigabe der Linksabbieger (Signalgruppen 5 und 6)
- Phase 3: Freigabe der Nebenrichtung Militärringstraße (Signalgruppen 3 und 4)
- Phase 4: Freigabe der Linkseinbieger (Signalgruppen 7 und 8)

#### 4.4 Rechnerische Leistungsfähigkeitsnachweise

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die Ergebnisse der Leistungsfähigkeitsnachweise für die Morgen- und Abendspitzenstunde.

Knotenpunkt mit Lichtsignalanlage																
Bewertung der Verkehrsqualität im Kraftfahrzeugverkehr																
Projekt:		Verkehrsuntersuchung KP Luxemburger Str. / Militärring														
Stadt:		Köln														
Knotenpunkt:		Luxemburger Str. / Militärringstraße														
Zeitabschnitt:		Morgenspitze Prognose														
Bearbeiter:		oc														
t <sub>U</sub> =		90	[s]	f <sub>in</sub> =		1,100	[-]	T =		1,0	[h]					
lfd. Nr.	Bez.	q <sub>Kfz</sub>	q <sub>S</sub>	t <sub>F</sub>	t <sub>F</sub>	C	x	f <sub>A</sub>	N <sub>OE</sub>	N <sub>MS</sub>	S	N <sub>MS,S</sub>	f <sub>SV</sub>	L <sub>S</sub>	t <sub>W</sub>	QSV
		[Kfz/h]	[Kfz/h]	[s]	[s]	[Kfz/h]	[-]	[-]	[Kfz]	[Kfz]	[%]	[Kfz]	[-]	[m]	[s]	[-]
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}	{15}	{16}
Phase 1																
1	1g1	423	1971	26	28	635	0,666	0,322	1,335	10,461	95	15,931	1,015	97	33,9	B
2	1g2	423	1975	26	28	636	0,665	0,322	1,325	10,446	95	15,912	1,013	97	33,8	B
3	9r	52	1901	26	29	634	0,082	0,333	0,050	0,941	95	2,581	1,052	16	20,8	B
4	2g1	242	1935	26	28	624	0,388	0,322	0,371	5,058	95	8,861	1,033	55	25,8	B
5	2g2	241	1942	26	28	626	0,385	0,322	0,366	5,028	95	8,821	1,030	55	25,7	B
6	10r	10	1835	26	31	652	0,015	0,356	0,009	0,171	95	0,869	1,090	6	18,8	A
7																
Phase 2																
8	5l	217	1959	17	15	348	0,623	0,178	1,054	6,070	95	10,236	1,021	63	45,1	C
9	6l	218	1906	17	15	339	0,644	0,178	1,164	6,224	95	10,444	1,050	66	46,7	C
10																
11																
12																
13																
14																
Phase 3																
15	3g	200	1835	15	15	326	0,613	0,178	1,003	5,617	95	9,625	1,090	63	45,2	C
16	3r_11	204	1884	15	15	335	0,609	0,178	0,985	5,687	95	9,721	1,062	62	44,7	C
17	4g	252	1848	15	16	349	0,722	0,189	1,776	7,693	95	12,384	1,082	80	52,6	D
18	12r	308	1949	15	35	780	0,395	0,400	0,383	5,871	95	9,968	1,026	61	21,0	B
19																
Phase 4																
20	7l	56	1831	5	5	122	0,459	0,067	0,495	1,843	95	4,139	1,016	25	55,0	D
21	8l	2	1283	5	5	86	0,023	0,067	0,013	0,060	95	0,474	1,450	4	39,8	C

Abbildung 8: Leistungsfähigkeitsnachweis für die Morgenspitze

Knotenpunkt mit Lichtsignalanlage																
Bewertung der Verkehrsqualität im Kraftfahrzeugverkehr																
Projekt:		Verkehrsuntersuchung KP Luxemburger Str. / Militärring														
Stadt:		Köln														
Knotenpunkt:		Luxemburger Str. / Militärringstraße														
Zeitabschnitt:		Abendspitze Prognose														
Bearbeiter:		oc														
t <sub>U</sub> =		90	[s]	f <sub>in</sub> =		1,100	[-]	T =		1,0	[h]					
lfd. Nr.	Bez.	q <sub>Kfz</sub>	q <sub>S</sub>	t <sub>F</sub>	t <sub>F</sub>	C	x	f <sub>A</sub>	N <sub>OE</sub>	N <sub>MS</sub>	S	N <sub>MS,S</sub>	f <sub>SV</sub>	L <sub>S</sub>	t <sub>W</sub>	QSV
		[Kfz/h]	[Kfz/h]	[s]	[s]	[Kfz/h]	[-]	[-]	[Kfz]	[Kfz]	[%]	[Kfz]	[-]	[m]	[s]	[-]
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}	{15}	{16}
Phase 1																
1	1g1	432	1992	26	26	598	0,723	0,300	1,846	11,500	95	17,236	1,004	104	39,3	C
2	1g2	432	1992	26	26	598	0,723	0,300	1,846	11,500	95	17,236	1,004	104	39,3	C
3	9r	62	1971	26	29	657	0,094	0,333	0,058	1,125	95	2,918	1,015	18	21,0	B
4	2g1	251	1993	26	30	686	0,366	0,344	0,335	5,042	95	8,839	1,004	53	23,9	B
5	2g2	250	1993	26	30	686	0,364	0,344	0,333	5,018	95	8,807	1,004	53	23,9	B
6	10r	11	1849	26	33	698	0,016	0,378	0,009	0,181	95	0,900	1,082	6	17,6	A
7																
Phase 2																
8	5l	174	1959	17	13	305	0,571	0,156	0,823	4,855	95	8,581	1,021	53	44,9	C
9	6l	272	1987	17	17	397	0,685	0,200	1,450	7,753	95	12,462	1,007	75	46,5	C
10																
11																
12																
13																
14																
Phase 3																
15	3g	211	1918	15	15	341	0,619	0,178	1,032	5,905	95	10,015	1,043	63	45,1	C
16	3r_11	201	1973	15	15	351	0,573	0,178	0,834	5,434	95	9,377	1,013	57	42,4	C
17	4g	265	1934	15	16	365	0,725	0,189	1,819	8,045	95	12,842	1,034	80	52,2	D
18	12r	227	1992	15	33	753	0,302	0,378	0,248	4,233	95	7,713	1,004	46	20,8	B
19																
Phase 4																
20	7l	14	1748	5	5	117	0,120	0,067	0,076	0,405	95	1,482	1,064	9	41,9	C
21	8l	15	1755	5	5	117	0,128	0,067	0,082	0,435	95	1,550	1,060	10	42,1	C

Abbildung 9: Leistungsfähigkeitsnachweis für die Abendspitze



Mit den zu Grunde gelegten Prognoseverkehrsbelastungen lassen sich die Verkehre in beiden untersuchten Lastfällen leistungsfähig abwickeln.

Sowohl in der Morgenspitze als auch in der Abendspitze können mindestens ausreichende Verkehrsqualitäten (QSV = D) erreicht werden.

Die folgende Abbildung 10 zeigt eine grafische Zusammenfassung der errechneten Verkehrsqualitäten der einzelnen Verkehrsströme.

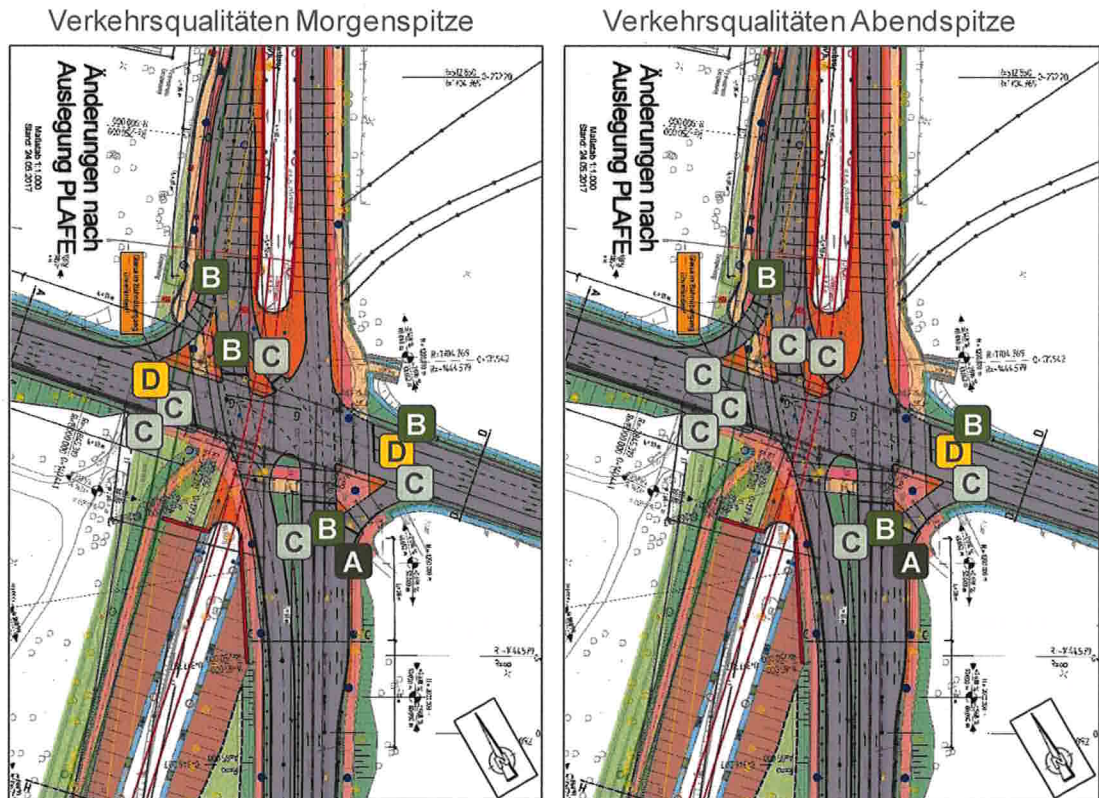
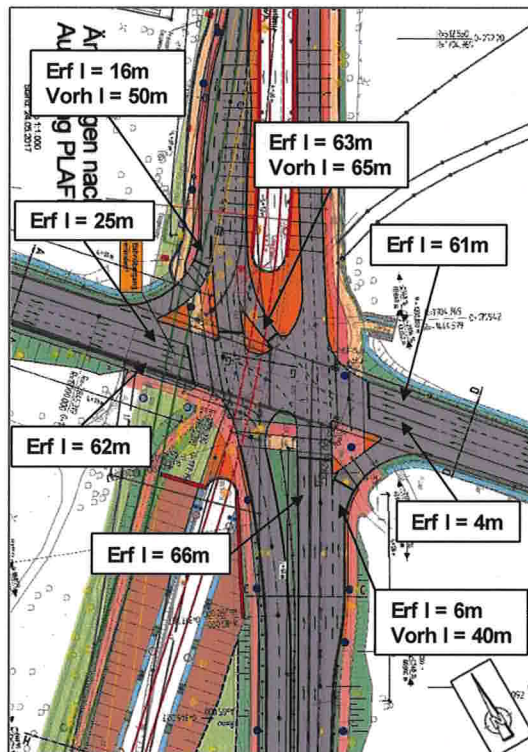


Abbildung 10: Grafische Darstellung der ermittelten Verkehrsqualitäten in den Spitzenstunden

Die folgende Abbildung 11 zeigt die Gegenüberstellung der nach dem HBS 2015 ermittelten erforderlichen Stauraumlängen für die Abbiegefahrstreifen in den Spitzenstunden. Die aus der vorliegenden Planung vorhandenen Aufstelllängen der Fahrstreifen sind ebenfalls mit angegeben. Die Bemessung der Abbiege- bzw. Aufstellstreifen wird gemäß HBS 2015 über ein festgelegtes Perzentil S von 95 % der Rückstaulänge bei Maximalstau zu Grunde gelegt. Als Bemessungsverkehrsstärken werden analog zur Verkehrsqualität die Spitzenstunden herangezogen.

Erf. Stauraumlängen Morgenspitze



Erf. Stauraumlängen Abendspitze

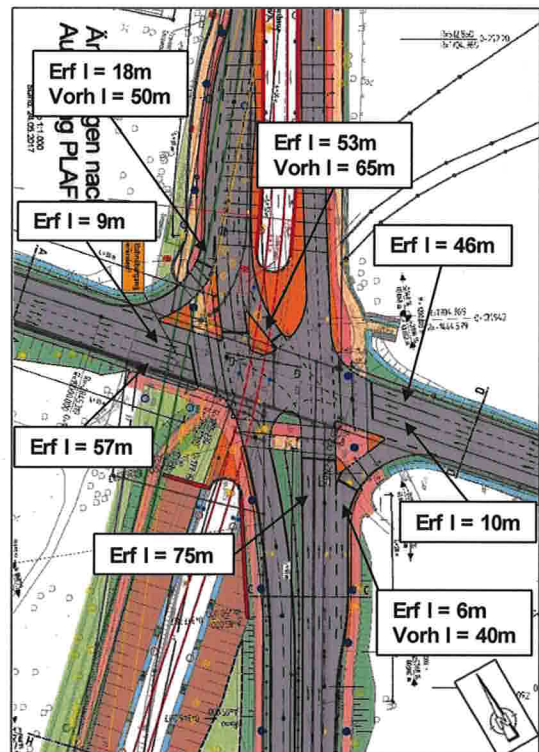


Abbildung 11: Erforderliche Stauraumlängen und vorhandene Aufstelllängen für die Abbiegefahrstreifen in den Spitzenstunden

In der nördlichen Zufahrt Luxemburger Straße sind sowohl in der Morgenspitze als auch in der Abendspitze die Längen der Abbiegefahrstreifen in der vorliegenden Planung ausreichend bemessen, so dass die Abbieger nicht in den Grundfahrstreifen stauen. Die Sicherheit gegen Überstauung beträgt 95%. Dies gilt auch für den Rechtsabbiegefahrstreifen in der südlichen Zufahrt Luxemburger Straße.

In den übrigen Zufahrten am Knotenpunkt, wo die vorhandenen Aufstelllängen nicht aus der Planung hervorgehen, sollten die erforderlichen Aufstelllängen mindestens entsprechend der oben dargestellten Längen ausgeführt werden. Mit einer Sicherheit von 95 % ist somit gewährleistet, dass die Abbieger nicht den Grundfahrstreifen überstauen.

Allerdings kann es jedoch in allen Zufahrten sowohl in der Morgenspitze als auch in der Abendspitze dazu kommen, dass die Abbiegefahrstreifen durch Fahrzeuge des Grundfahrstreifens überstaut werden. Im Folgenden wird daher im Detail auf die einzelnen Zufahrten eingegangen:



### **Nördliche Zufahrt Luxemburger Straße:**

In der kritischeren Abendspitze ergibt sich für die Geradeausfahrstreifen (Grundfahrstreifen) eine erforderliche Stauraumlänge von 104 m (vgl. Abbildung 9). Diese übersteigt die vorhandenen Aufstelllängen für den Linksabbiegefahrstreifen mit 65 m und den Rechtsabbiegefahrstreifen mit 50 m deutlich, so dass es hier zu Überstauungen der Abbiegefahrstreifen durch Fahrzeuge auf dem Grundfahrstreifen kommen kann. Dadurch können abbiegende Fahrzeuge ihre Fahrstreifen nicht erreichen und die Rückstaulänge bei Maximalstau auf dem Grundfahrstreifen verlängert sich entsprechend. Diese Auswirkungen auf den Verkehrsablauf können rechnerisch nicht nachgewiesen werden. Um diese Auswirkungen zu beziffern, bedarf es einer Verkehrsflusssimulation. Betrachtet man die kritische Verkehrsstärke des Rechtsabbiegers mit 62 Kfz/h in der Abendspitze (entspricht im Mittel ca. 2 Fz. Pro Umlauf), stellt diese im Vergleich zur Verkehrsstärke auf den Grundfahrstreifen von 864 Kfz/h in der Abendspitze einen verhältnismäßig geringen Anteil dar (vgl. Abbildung 4). Abschätzungsweise sind daher keine nennenswerten Verlängerungen auf die Rückstaulänge bei Maximalstau für den Grundfahrstreifen zu erwarten. Daher kann ggf. die geplante Länge des Rechtsabbiegefahrstreifens von 50 m auf das Mindestmaß gemäß gültiger Richtlinie verkürzt werden. Die erforderliche Aufstelllänge gemäß Abbildung 11 darf aber nicht unterschritten werden.

Beim Linksabbieger beträgt die kritische Verkehrsstärke 217 Kfz/h in der Morgenspitze. Dies entspricht ca. 6 Fz. Pro Umlauf und stellt im Vergleich zur Verkehrsstärke auf den Grundfahrstreifen (morgens 846 Kfz/h) einen spürbaren Anteil dar. Es ist abschätzungsweise davon auszugehen, dass sich daher die Rückstaulänge auf den Grundfahrstreifen durch linksabbiegende Fahrzeuge, welche ihren Fahrstreifen nicht erreichen, nennenswert verschlechtert. Daher und auch im Hinblick darauf, dass Linksabbieger und Grundfahrstreifen in beiden Spitzenstunden stark ausgeprägt sind, wird eine erforderliche Stauraumlänge für den Linksabbiegefahrstreifen von 104 m empfohlen (entspricht der erf. Stauraumlänge des Grundfahrstreifens), damit der Linksabbieger mit einer statistischen Sicherheit von 95 % seinen Aufstellstreifen erreichen kann.

### **Südliche Zufahrt Luxemburger Straße:**

In der kritischeren Morgenspitze ergibt sich für die Geradeausfahrstreifen (Grundfahrstreifen) eine erforderliche Stauraumlänge von 55 m (vgl. Abbildung 8). Diese übersteigt die vorhandene Aufstelllänge für den Rechtsabbiegefahrstreifen mit 40 m, so dass es hier zu Überstauungen der Abbiegefahrstreifen durch Fahrzeuge auf dem Grundfahrstreifen kommen kann. Dadurch können rechtsabbiegende Fahrzeuge ihre Fahrstreifen nicht erreichen und die Rückstaulänge bei Maximalstau auf dem Grundfahrstreifen verlängert sich entsprechend. Analog der Erläuterung oben, bedarf es einer Verkehrsflusssimulation um bezifferbare Ergebnisse zu erhalten. Betrachtet man jedoch die deutlich geringe Verkehrsstärke des Rechtsabbiegers mit 10 bzw. 11 Kfz/h (vgl. Abbildung 4) in beiden Spitzenstunden, sind keine Auswirkungen auf die

Rückstaulänge für den Grundfahrstreifen zu erwarten. Daher kann ggf. die geplante Länge des Rechtsabbiegefahrstreifens von 40 m auf das Mindestmaß gemäß gültiger Richtlinie verkürzt werden. Die erforderliche Aufstelllänge gemäß Abbildung 11 darf aber nicht unterschritten werden.

Die erforderliche Stauraumlänge für den Linksabbieger beträgt gemäß Abbildung 11 75 m (kritisch in der Abendspitze). Da diese die erforderliche Stauraumlänge für die Grundfahrstreifen von 55 m (kritisch in der Morgenspitze) deutlich übersteigt, sind keine Überstauungen des Linksabbiegefahrstreifens durch Fahrzeuge auf dem Grundfahrstreifen zu erwarten.

#### **Östliche Zufahrt Militärringstraße:**

In beiden Spitzenstunden ergibt sich für die Geradeausfahrstreifen (Grundfahrstreifen) eine erforderliche Stauraumlänge von 80 m (vgl. Abbildung 8 und Abbildung 9). Diese übersteigt die erforderliche Aufstelllänge für den Rechtseinbiegefahrstreifen mit 61 m, so dass es hier zu Überstauungen der Abbiegefahrstreifen durch Fahrzeuge auf dem Grundfahrstreifen kommen kann. Analog der Erläuterung oben, bedarf es einer Verkehrsflusssimulation um bezifferbare Ergebnisse zu erhalten. Betrachtet man die kritische Verkehrsstärke des Rechtseinbiegers mit 308 Kfz/h in der Morgenspitze (entspricht im Mittel ca. 8 Fz. Pro Umlauf), stellt diese im Vergleich zur Verkehrsstärke auf den Grundfahrstreifen mit 252 Kfz/h in der Morgenspitze sogar den größeren Anteil dar (vgl. Abbildung 4). Es ist abschätzungsweise davon auszugehen, dass sich daher die Rückstaulänge auf den Grundfahrstreifen durch rechtseinbiegende Fahrzeuge, welche ihren Fahrstreifen nicht erreichen, nennenswert verschlechtert. Daher und auch im Hinblick darauf, dass Rechtseinbieger und Grundfahrstreifen in beiden Spitzenstunden stark ausgeprägt sind, wird eine erforderliche Stauraumlänge für den Rechtseinbiegefahrstreifen von 80 m empfohlen (entspricht der erf. Stauraumlänge des Grundfahrstreifens), damit der Rechtseinbieger mit einer statistischen Sicherheit von 95 % seinen Aufstellstreifen erreichen kann.

Der Grundfahrstreifen mit erforderlicher Stauraumlänge von 80 m übersteigt ebenfalls die vorhandene Aufstelllänge für den Linkseinbiegefahrstreifen (laut vorliegender Planung größer 50 m, erforderlich sind mind. 10 m), so dass es hier zu Überstauungen durch Fahrzeuge auf dem Grundfahrstreifen kommen kann. Dadurch können linkseinbiegende Fahrzeuge ihren Fahrstreifen nicht erreichen und die Rückstaulänge bei Maximalstau auf dem Grundfahrstreifen verlängert sich entsprechend. Betrachtet man jedoch die deutlich geringe Verkehrsstärke des Linkseinbiegers mit 2 bzw. 15 Kfz/h (vgl. Abbildung 4) in beiden Spitzenstunden, sind keine Auswirkungen auf die Rückstaulänge für den Grundfahrstreifen zu erwarten.

#### **Westliche Zufahrt Militärringstraße:**

In beiden Spitzenstunden ergibt sich für die Geradeausfahrstreifen (Grundfahrstreifen) eine erforderliche Stauraumlänge von 63 m (vgl. Abbildung 8 und Abbildung 9). Die erforderliche Stauraumlänge für den Rechtseinbieger beträgt gemäß Abbildung 11 62 m (kritisch in der Morgenspitze). Da diese



weitestgehend der erforderlichen Stauraumlänge des Grundfahrstreifens entspricht, sind keine Überstauungen des Rechtseinbiegefahrstreifens durch Fahrzeuge des Grundfahrstreifens zu erwarten.

Der Grundfahrstreifen mit erforderlicher Stauraumlänge von 63 m übersteigt die vorhandene Aufstelllänge für den Linkseinbiegefahrstreifen (laut vorliegender Planung größer 50 m, erforderlich sind mind. 25 m), so dass es hier zu Überstauungen durch Fahrzeuge auf dem Grundfahrstreifen kommen kann. Dadurch können linkseinbiegende Fahrzeuge ihren Fahrstreifen nicht erreichen und die Rückstaulänge bei Maximalstau auf dem Grundfahrstreifen verlängert sich entsprechend. Betrachtet man jedoch die geringe Verkehrsstärke des Linkseinbiegers mit 14 bzw. 56 Kfz/h (vgl. Abbildung 4) in beiden Spitzenstunden, sind keine nennenswerten Auswirkungen auf die Rückstaulänge für den Grundfahrstreifen zu erwarten.

Die folgende Abbildung 12 Abbildung 11 fasst die erforderlichen Stauraumlängen für die Abbiegefahrstreifen unter Berücksichtigung der ermittelten Stauraumlängen der Grundfahrstreifen zusammen.

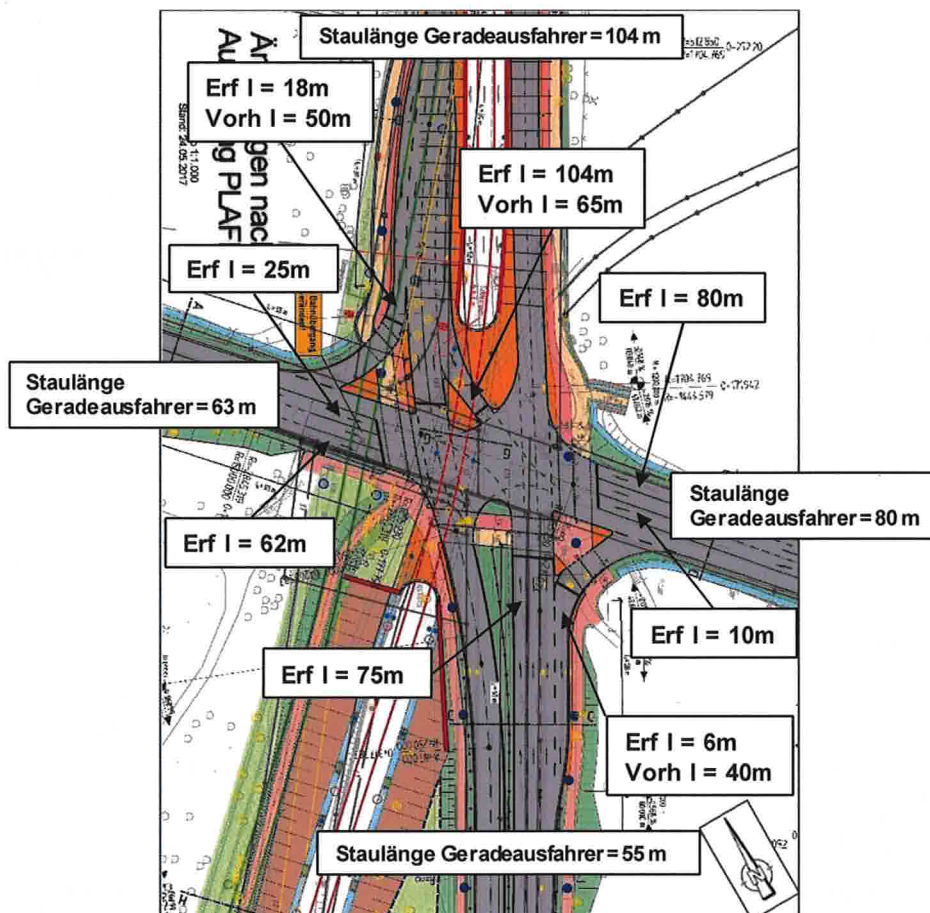


Abbildung 12: Erforderliche Stauraumlängen und vorhandene Aufstellängen für die Abbiegefahrstreifen unter Berücksichtigung der ermittelten Stauraumlängen der Grundfahrstreifen

Zusammenfassend lässt sich anhand der Abbildung 12 folgendes festhalten:

Mit Ausnahme der Rechtsabbiegefahrstreifen auf der Luxemburger Straße und der Linkseinbiegefahrstreifen auf der Militärringstraße wird mittels dem rechnerischen Verfahren nach HBS 2015 gewährleistet, dass die Abbiegefahrstreifen nicht durch Fahrzeuge des Grundfahrstreifens überstaut werden (Sicherheit gegen Überstauung in 95 % der Fälle).

Für die vor genannten Rechtsabbiegefahrstreifen auf der Luxemburger Straße und der Linkseinbiegefahrstreifen auf der Militärringstraße kann dies jedoch nicht gewährleistet werden. Hier übersteigt die ermittelte Staulänge der Geradeausfahrstreifen die vorhandenen Aufstelllängen der Abbiegestreifen, so dass es hier zu Überstauungen der Abbiegefahrstreifen durch Fahrzeuge auf dem Grundfahrstreifen kommen kann. Wie bereits oben erläutert, sind jedoch aufgrund der spürbar geringen Verkehrsmengen bei den Abbiegern abschätzungsweise keine nennenswerten Auswirkungen auf die Rückstaulänge für den Grundfahrstreifen zu erwarten und demnach eine leistungsfähige Abwicklung der prognostizierten Verkehre möglich ist. Um die Auswirkungen auf den Verkehrsablauf beziffern zu können, bedarf es einer Verkehrsflusssimulation (vgl. Kapitel 5), da diese rechnerisch nicht nachgewiesen werden können.

Wie bereits oben erläutert (vgl. Seite 18 und 19) können ggf. die geplanten Längen der Rechtsabbiegefahrstreifen auf der Luxemburger Straße mit 40 m und 50 m auf das Mindestmaß gemäß gültiger Richtlinie verkürzt werden. Die erforderlichen Aufstelllängen gemäß Abbildung 11 dürfen aber nicht unterschritten werden.

Eine Überprüfung der überarbeitenden Aufstellflächen für Fußgänger und Radfahrer ist nicht Bestandteil des vorliegenden Gutachtens. Um dennoch abschätzungsweise eine Aussage treffen zu können, werden die erhobenen Verkehrsmengen herangezogen. Aus den Daten der kritischeren Abendspitzenstunde geht hervor, dass pro Signalumlauf im Mittel ca. 3 Radfahrer und 1 Fußgänger die Dreiecksinseln bzw. Mittelinsel überqueren. Abschätzungsweise sind hierfür die Aufstellflächen ausreichend bemessen.



## 5 Mikroskopische Verkehrsflusssimulation

Im Zuge des Planfeststellungsverfahrens wird nun der Leistungsfähigkeitsnachweis des geplanten Knotenpunktes mittels einer mikroskopischen Verkehrsflusssimulation gewünscht. Insbesondere soll ein Vorher-Nachher-Vergleich der Leistungsfähigkeiten bzw. des Verkehrsablaufs zwischen Prognosenullfall und Prognoseplanfall für das Prognosejahr 2030 geprüft werden.

Zunächst wird dazu der Analysefall 2017 simuliert und anhand der erhobenen Zählwerte kalibriert. Darauf aufbauend wird der Prognosenullfall 2030 (Ist-Situation vor Ort mit Verkehrsbelastung 2030) geprüft. Daran anschließend wird der Umbau des Knotenpunktes und der Prognoseplanfall 2030 mit drei Varianten simuliert.

Die mikroskopische Verkehrsflusssimulation erfolgt mit der Simulationssoftware PTV VISSIM (Version 10.00-12), welche die Nachbildung komplexer Verkehrsabläufe ermöglicht, und in Anlehnung an die Hinweise für die mikroskopische Verkehrsflusssimulation der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen. Die Bewegung der Fahrzeuge wird durch ein wissenschaftlich fundiertes psycho-physisches Fahrzeugfolgemodell sowie einem regelbasierten Fahrstreifenwechselmodell abgebildet.

Für die mikroskopische Simulation wurden seitens der Stadt Köln die folgenden weiteren Daten zur Verfügung gestellt:

- ▀ Signallageplan des Knotenpunkts,
- ▀ Signaltechnische Unterlagen zur Nachbildung der verkehrabhängigen LSA-Steuerung,
- ▀ Planungsunterlagen für die zu betrachtenden Planfälle.

Der Knotenpunkt wurde entsprechend des Signallageplans sowie mittels Luftbildern modelliert. Die verkehrabhängige LSA-Steuerung wurde mit dem Verkehrsingenieurarbeitsplatz LISA+ nachgebildet.

Für die Simulationsdauer einer Spitzenstunde wurde ein Zeitbereich von 900 bis 4.500 Sekunden gewählt. Da das Simulationsnetz eine gewisse Einlaufzeit benötigt, werden innerhalb der ersten 900 Sekunden keine Auswertungen durchgeführt. Für eine kritische Betrachtung erfolgt die Auswertung in dem Intervall 900 - 4.500 Sekunden. Insgesamt werden pro Auswertung 10 Simulationsläufe durchgeführt, um eine gewisse Streuung der Verkehrsverhältnisse zu berücksichtigen. Die Ergebnisse repräsentieren jeweils die Mittelwerte aus den 10 Simulationsläufen.

### 5.1 Aufbau und Kalibrierung des Simulationsmodells

Die Modellierung des Streckenverlaufs erfolgte anhand von Luftbildern. Die Knotenpunktgeometrie wurde mittels des zur Verfügung gestellten Signallageplans nachgebildet. Die verkehrabhängige LSA-Steuerung wurde entsprechend der signaltechnischen im Verkehrsingenieurarbeitsplatz LISA+ nachgebildet.

Um die Aussagekraft der Simulationsergebnisse zu gewährleisten, wurde das Simulationsmodell anhand der Verkehrsstärken kalibriert. Dabei wurden die Modellparameter so angepasst, dass sie die Realität hinreichend genau abbilden. Zur Beurteilung der Modellierungsqualität nennt die FGSV in den Hinweisen zur mikroskopischen Verkehrsflusssimulation unter anderem den RMSP-Fehler, der sich nach Formel 1 berechnet. Die Verkehrsstärke in der Zählung ist dabei mit  $q_z$  und die Verkehrsstärke im Modell mit  $q_M$  bezeichnet.

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

Formel 1: Berechnung des RMSP-Fehlers [Quelle: FGSV Nr. 388, S. 34]

Eine ausreichende Genauigkeit liegt nach den Hinweisen zur mikroskopischen Verkehrsflusssimulation dann vor, wenn die Abweichung zwischen Realität und Simulation weniger als 5 % beträgt.<sup>3</sup>

Für das vorliegende Modell ergaben sich für die Morgen- und die Abendspitze die in Tabelle 2 gezeigten Fehlermaße für die Knotenpunktströme sowie für die zu- und abfließenden Verkehre.

Messquerschnitt	Morgenspitze (07:45 - 08:45 Uhr)			Abendspitze (17:15 - 18:15 Uhr)		
	Verkehr in Zählung $q_z$ [Kfz/h]	Verkehr in Simulation $q_M$ [Kfz/h]	RMSP-Fehler [%]	Verkehr in Zählung $q_z$ [Kfz/h]	Verkehr in Simulation $q_M$ [Kfz/h]	RMSP-Fehler [%]
Strom 1: Luxemburger Str. West > Militärringstr. Nord	202	203	0,50 %	252	253	0,40 %
Strom 2: Luxemburger Str. West > Luxemburger Str. Ost	448	452	0,89 %	464	454	2,16 %
Strom 3: Luxemburger Str. West > Militärringstr. Süd	10	11	10,00 %	11	13	18,18 %
Strom 4: Militärringstr. Süd > Luxemburger Str. West	2	2	0,00 %	14	15	7,14 %
Strom 5: Militärringstr. Süd > Militärringstr. Nord	234	238	1,71 %	246	252	2,44 %
Strom 6: Militärringstr. Süd > Luxemburger Str. Ost	286	281	1,75 %	211	204	3,32 %

<sup>3</sup> Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Hinweise zur mikroskopischen Verkehrsflusssimulation - Grundlagen und Anwendung (Nr. 388), Ausgabe 2006

Messquerschnitt	Morgenspitze (07:45 - 08:45 Uhr)			Abendspitze (17:15 - 18:15 Uhr)		
	Verkehr in Zählung q <sub>Z</sub> [Kfz/h]	Verkehr in Simulation q <sub>M</sub> [Kfz/h]	RMSF- Fehler [%]	Verkehr in Zählung q <sub>Z</sub> [Kfz/h]	Verkehr in Simulation q <sub>M</sub> [Kfz/h]	RMSF- Fehler [%]
Strom 7: Luxemburger Str. Ost > Militärringstr. Süd	201	197	1,99 %	162	163	0,62 %
Strom 8: Luxemburger Str. Ost > Luxemburger Str. West	784	777	0,89 %	800	811	1,38 %
Strom 9: Luxemburger Str. Ost > Militärringstr. Nord	49	47	4,08 %	58	57	1,72 %
Strom 10: Militärringstr. Nord > Luxemburger Str. Ost	52	57	9,62 %	13	14	7,69 %
Strom 11: Militärringstr. Nord > Militärringstr. Süd	186	186	0,00 %	196	188	4,08 %
Strom 12: Militärringstr. Nord > Luxemburger Str. West	189	186	1,59 %	187	180	3,74 %
Zufluss Luxemburger Str. West	660	660	0,00 %	727	719	1,10 %
Abfluss Luxemburger Str. West	975	964	1,13 %	1.001	1.005	0,40 %
Zufluss Militärringstr. Süd	522	522	0,00 %	471	471	0,00 %
Abfluss Militärringstr. Süd	397	392	1,26 %	369	364	1,36 %
Zufluss Luxemburger Str. Ost	1.034	1.034	0,00 %	1.020	1.020	0,00 %
Abfluss Luxemburger Str. Ost	786	792	0,76 %	688	664	3,49 %
Zufluss Militärringstr. Nord	427	427	0,00 %	396	395	0,25 %
Abfluss Militärringstr. Nord	485	486	0,21 %	556	561	0,90 %

Tabelle 2: Kalibrierung Morgen- und Abendspitze

Alle Zu- und Abflüsse weisen in der Morgenspitze Werte unter 5 % auf. Bei den Knotenpunktströmen 3 und 10 kommt es zu Werten über 5 %. Die absolute Abweichung beträgt hier jedoch ein bzw. fünf Fahrzeuge in der Stunde, wobei die Simulation den kritischeren Fall darstellt.



In der Abendspitze weisen ebenfalls alle Zu- und Abflüsse Werte unter 5 % auf. Werte über 5 % treten bei den Knotenpunktströmen 3, 4 und 10 auf. Die absolute Abweichung beträgt hier jedoch ein bzw. zwei Fahrzeuge in der Stunde, wobei die Simulation hier ebenfalls den kritischeren Fall darstellt.

Das Modell ist somit für die Morgen- und Abendspitze kalibriert.

## 5.2 Bewertungsgrundlage

Auf Grundlage der Simulation wurde eine Einschätzung der Verkehrsqualität durchgeführt. Die Bewertung der Verkehrsqualität erfolgte in Anlehnung an das HBS 2015<sup>4</sup>. 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 E und sind in der nachfolgenden Tabelle 3 dargestellt.

QSV	Knotenpunkte ohne Lichtsignalanlagen (Regelung durch Vorfahrtbeschilderung)		Knotenpunkte mit Lichtsignalanlagen	
	Mittl. Wartezeit		Mittl. Wartezeit	
<b>A</b>	≤ 10 s	Die Mehrzahl der Verkehrsteilnehmer kann nahezu ungehindert den Knotenpunkt passieren, Wartezeiten sind sehr gering.	≤ 20 s	Die Wartezeiten sind für die jeweils betroffenen Verkehrsteilnehmer sehr kurz.
<b>B</b>	≤ 20 s	Die Abflussmöglichkeiten der wartepflichtigen Verkehrsströme werden vom bevorrechtigten Verkehr beeinflusst. Die dabei entstehenden Wartezeiten sind gering.	≤ 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.
<b>C</b>	≤ 30 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 keine starke Beeinträchtigung darstellt.	≤ 50 s	Die Wartezeiten sind für die jeweils betroffenen 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.

<sup>4</sup> Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (Nr. 299), Teil S Stadtstraßen, Ausgabe 2015

QSV	Knotenpunkte ohne Lichtsignalanlagen (Regelung durch Vorfahrtbeschilderung)		Knotenpunkte mit Lichtsignalanlagen	
	Mittl. Wartezeit		Mittl. Wartezeit	
<b>D</b>	≤ 45 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.	≤ 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.
<b>E</b>	> 45 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 führen.	> 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.
<b>F</b>	Verkehrsstärke $q$ liegt über der Kapazität $C$	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. Der Knotenpunkt ist überlastet.	Verkehrsstärke $q$ liegt über der Kapazität $C$	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: Vergleich der Verkehrsqualitätsstufen für Knotenpunkte mit und ohne Lichtsignalanlage [Quelle: HBS 2015, Tabellen S4-1 und S5-1]

### 5.3 Simulationsergebnisse Analysefall 2017

Für die Beurteilung der Verkehrsqualität wurden je Simulationsfall die mittleren Verlustzeiten sowie die Rückstaulängen aus 10 Simulationsläufen ausgewertet. Zusätzlich erfolgte eine Auswertung der Reisezeiten für den Fußgänger- und Radverkehr an den entsprechenden Furten. Die Ergebnisse sind nachfolgend dargestellt und in den Anlagen dem Gutachten beigelegt.

### 5.3.1 Morgenspitze

Die nachfolgende Abbildung 13 zeigt die Auswertung der mittleren Verlustzeiten sowie die daraus resultierenden Verkehrsqualitäten für die Morgenspitze des Analysefalls.

- In der westlichen Zufahrt (Luxemburger Straße) weisen alle Verkehrsströme Leistungsfähigkeitsdefizite vor. Die mittleren Verlustzeiten liegen dort zwischen 79 und 151 Sekunden.
- Die südliche Zufahrt (Militärringstraße) weist für den Linksabbieger- und den Geradeausfahrstrom ein Leistungsfähigkeitsdefizit auf. Die mittleren Verlustzeiten liegen dort bei 107 Sekunden bzw. 93 Sekunden. Der freie Rechtsabbieger ist aufgrund der mittleren Verlustzeit von 7 Sekunden mit einer sehr guten Verkehrsqualität zu bewerten.
- In der östlichen Zufahrt (Luxemburger Straße) sind alle Verkehrsströme mit einer mangelhaften Verkehrsqualität der Stufe E zu bewerten. Die mittleren Verlustzeiten liegen dort zwischen 94 und 110 Sekunden.
- In der nördlichen Zufahrt (Militärringstraße) liegen für alle Abbiegebeziehungen Leistungsfähigkeitsdefizite vor. Die mittleren Verlustzeiten liegen zwischen 123 und 127 Sekunden.

Insgesamt ist der Knotenpunkt mit einer mangelhaften Verkehrsqualität der Stufe E zu bewerten. Der Linksabbieger der westlichen Zufahrt (Luxemburger Straße) weist dabei die schlechteste Bedienqualität auf.

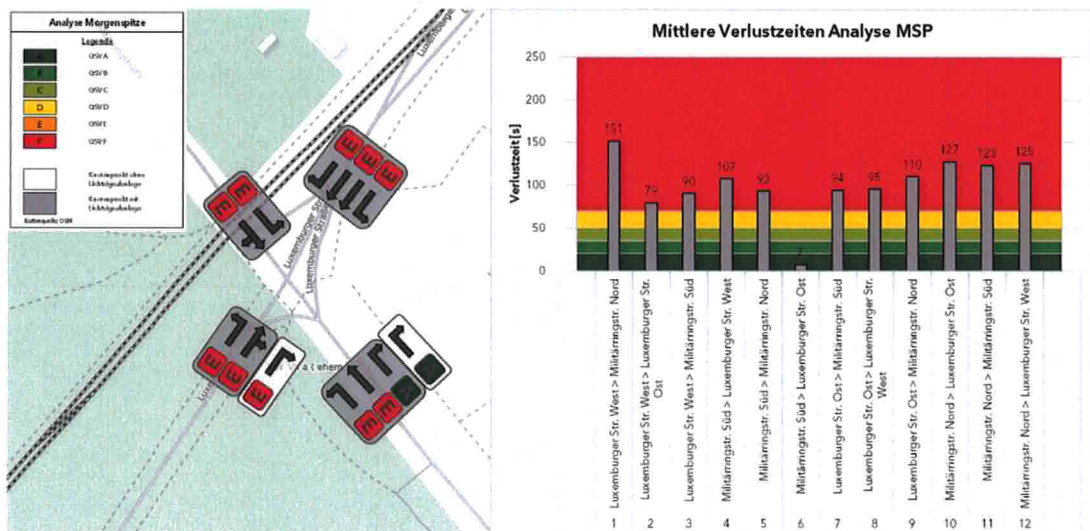


Abbildung 13: Mittlere Verlustzeiten und Verkehrsqualitäten Analyse, Morgenspitze

Zusätzlich zu den Verkehrsqualitäten wurden die Rückstaulängen an den Knotenpunktzufahrten ausgewertet. Für eine detaillierte Betrachtung der Staulängenentwicklung wurde eine Intervallgröße von einer Sekunde gewählt. Die Auswertung ist grafisch in der folgenden Abbildung 14 dargestellt. Die mittlere Staulänge entspricht dabei dem Mittelwert aus der maximalen Staulänge über alle



Intervalle. Die 95 % - Staulänge gibt die Rückstaulänge an, die in 95 % der Zeit nicht überschritten wird.

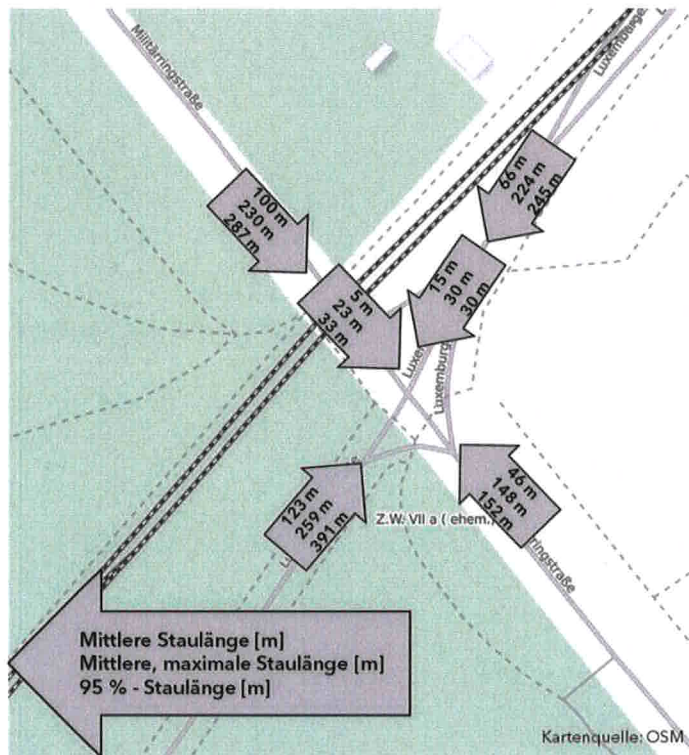


Abbildung 14: Rückstaulängen Analyse, Morgenspitze

In der nördlichen Zufahrt (Militärringstraße) und der östlichen Zufahrt (Luxemburger Straße) stehen die ersten Pfeile für die Stauzähler an den Haltelinien der regulären Signalgruppen (7, 12, 16, 17 und 19). Die dahinterliegenden Pfeile symbolisieren die Stauzähler auf Höhe der Haltelinien der Vorsignale bei einem Bahneingriff (1 und 10). In der östlichen Zufahrt liegt aufgrund der Bahnquerung noch ein zusätzliches Signal.

Die Staulängenauswertung korrespondiert mit den ermittelten Verkehrsqualitäten. In der westlichen Zufahrt (Luxemburger Straße) treten die maximalen Staulängen auf. Die mittlere Rückstaulänge beträgt dort 123 m, die mittlere, maximale Rückstaulänge 259 m und das 95. Perzentil 391 m.

Für die nördliche Knotenpunktzufahrt ist die Staulängenentwicklung im Mittel über alle Simulationsläufe beispielhaft in der folgenden Abbildung 15 dargestellt. Entsprechende Darstellungen der anderen Zufahrten sind im Anhang des Gutachtens zu finden. Anzumerken ist, dass aufgrund der verkehrsabhängigen Steuerung sowie der Streuung der Verkehrsverhältnisse innerhalb der Simulationsläufe die Phasenfolge variieren kann. Dies hat zur Folge, dass beispielsweise in einem Simulationslauf ein Rückstau abgebaut ist, während er zur selben Zeit in einem anderen Simulationslauf noch vorliegt. Der hier dargestellte Mittelwertlauf berücksichtigt all diese Schwankungen.

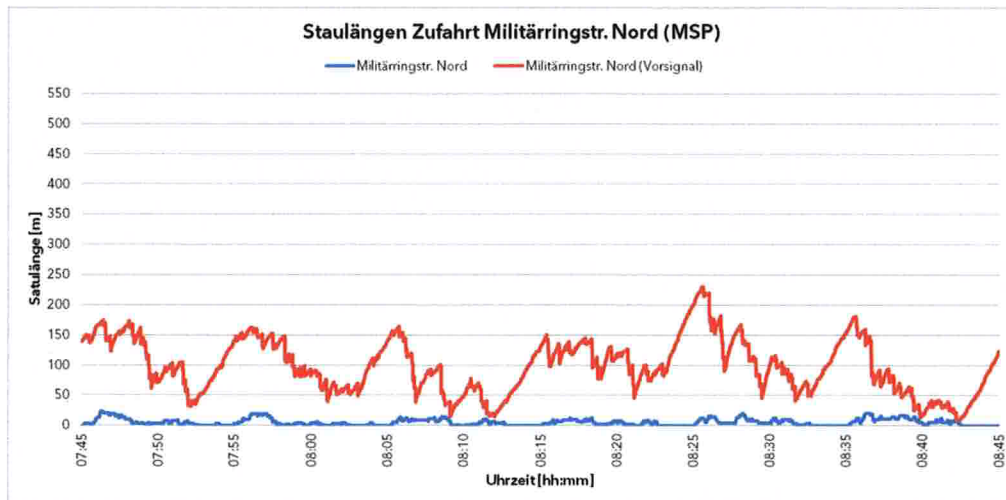


Abbildung 15: Staulängenentwicklung Militärringstr. Nord Analyse, Morgenspitze

Die regelmäßig auftretenden Bahneingriffe sind hier erkennbar. Im Mittelwertlauf kommt es an der Haltelinie des Vorsignals in der nördlichen Zufahrt während dieser Eingriffe zu Rückstaulängen bis 230 m.

Für den Fuß- und Radverkehr wurden die Reisezeiten zur richtungsbezogenen Überquerung der jeweiligen Knotenpunktarme ausgewertet. Anzumerken ist hier, dass die Reisezeiten aufgrund der unterschiedlichen Weglänge sowie des unterschiedlich hohen Fußgänger- und Radfahreraufkommens auf den Furten und der damit verbundenen Geschwindigkeitsdifferenzen nicht miteinander vergleichbar sind. Sie dienen im weiteren Verlauf zum Vergleich der einzelnen Simulationsfälle und werden daher erst in der Zusammenfassung betrachtet.

### 5.3.2 Abendspitze

Die Auswertung der mittleren Verlustzeiten sowie die daraus resultierenden Verkehrsqualitäten für die Abendspitze des Analysefalls sind in der folgenden Abbildung 16 dargestellt.

- In der westlichen Zufahrt (Luxemburger Straße) weisen alle Verkehrsströme Leistungsfähigkeitsdefizite vor. Die mittleren Verlustzeiten liegen dort zwischen 107 und 192 Sekunden.
- Die südliche Zufahrt (Militärringstraße) weist für den Linksabbieger- und den Geradeausfahrstrom ein Leistungsfähigkeitsdefizit auf. Die mittleren Verlustzeiten liegen dort bei 108 Sekunden bzw. 80 Sekunden. Der freie Rechtsabbieger ist aufgrund der mittleren Verlustzeit von 6 Sekunden mit einer sehr guten Verkehrsqualität zu bewerten.
- In der östlichen Zufahrt (Luxemburger Straße) sind alle Verkehrsströme mit einer mangelhaften Verkehrsqualität der Stufe E zu bewerten. Die mittleren Verlustzeiten liegen dort zwischen 93 und 155 Sekunden.

- In der nördlichen Zufahrt (Militärringstraße) liegen für alle Abbiegebeziehungen Leistungsfähigkeitsdefizite vor. Die mittleren Verlustzeiten liegen zwischen 135 und 156 Sekunden.

Insgesamt ist der Knotenpunkt mit einer mangelhaften Verkehrsqualität der Stufe E zu bewerten. Der Linksabbieger der westlichen Zufahrt (Luxemburger Straße) weist dabei die schlechteste Bedienqualität auf.

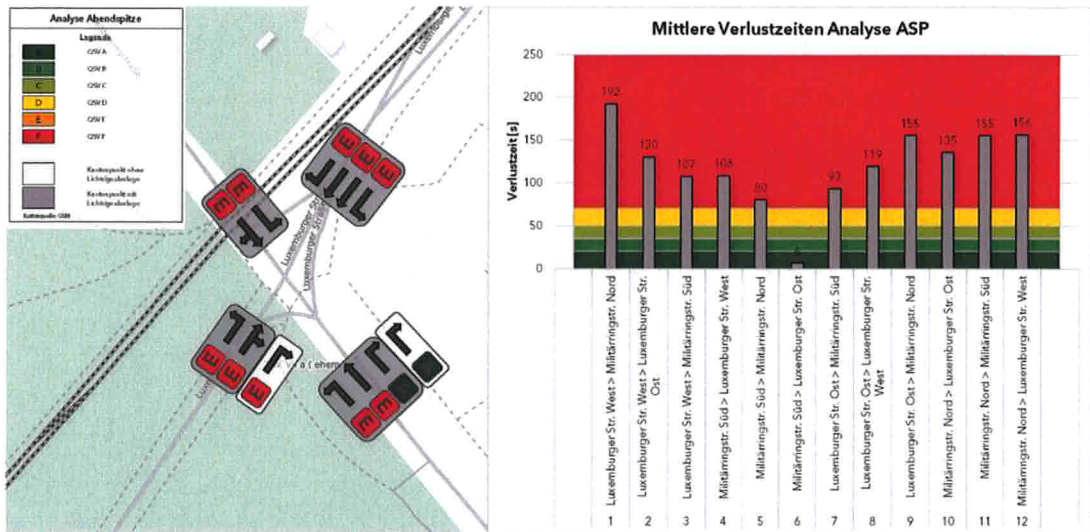


Abbildung 16: Mittlere Verlustzeiten und Verkehrsqualitäten Analyse, Abendspitze

Zusätzlich zu den Verkehrsqualitäten wurden ebenfalls die Rückstaulängen an den Knotenpunktzufahrten mit einer Intervallgröße von einer Sekunde ausgewertet. Die Auswertung ist grafisch in der folgenden Abbildung 17 dargestellt.

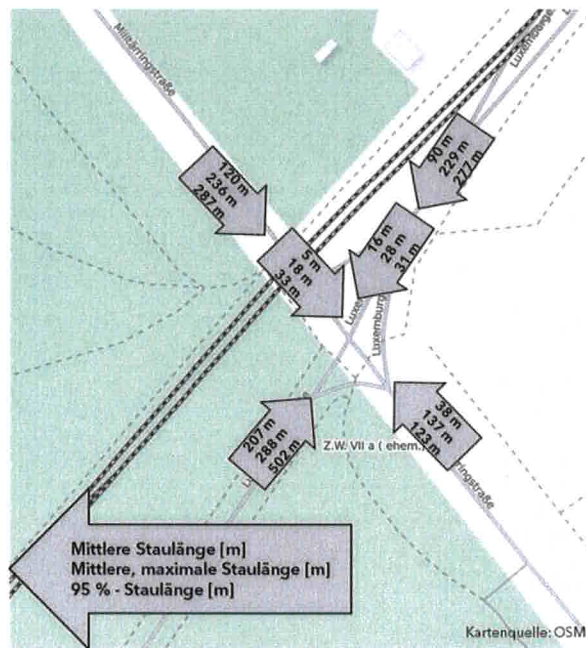


Abbildung 17: Rückstaulängen Analyse, Abendspitze



An den im Vergleich zur Morgenspitze höher belasteten Zufahrten treten höhere Rückstaulängen auf. In der westlichen Zufahrt (Luxemburger Straße) liegen die maximalen Staulängen vor. Die mittlere Rückstaulänge beträgt dort 207 m, die mittlere, maximale Rückstaulänge 288 m und das 95. Perzentil 502 m.

Für die nördliche Knotenpunktzufahrt ist die Staulängenentwicklung im Mittel über alle Simulationsläufe beispielhaft in der folgenden Abbildung 18 dargestellt. Entsprechende Darstellungen der anderen Zufahrten sind im Anhang des Gutachtens zu finden.

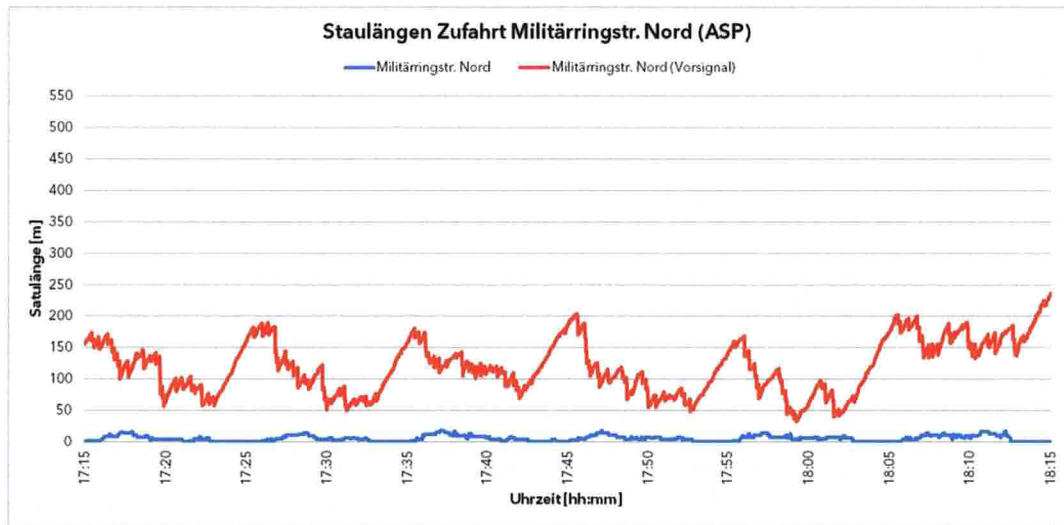


Abbildung 18: Staulängenentwicklung Militärringstr. Nord Analyse, Abendspitze

Die regelmäßig auftretenden Bahneingriffe sind wie bereits in der Morgenspitze auch hier deutlich erkennbar. Im Mittelwertlauf kommt es an der Haltelinie des Vorsignals in der nördlichen Zufahrt während dieser Eingriffe zu Rückstaulängen bis 236 m.

Die Auswertungen der Reisezeiten für den Fuß- und Radverkehr werden in der Zusammenfassung betrachtet.

## 5.4 Simulationsergebnisse Prognosenullfall 2030

Für die Simulation des Prognosenullfalls 2030 wurde die prognostizierten Verkehrsbelastungen in das kalibrierte Modell des Analysefalls 2017 implementiert. Die Knotenpunktgeometrie sowie die LSA-Steuerung entsprechen weiterhin der Bestandssituation.

Der Soll-Ist-Vergleich der Verkehrsmengen zeigt in der Morgenspitze für die Knotenpunktströme 4 und 9 Abweichungen über 5 %. Die absoluten Abweichungen betragen dort jedoch ein bzw. drei Fahrzeuge in der Stunde. In der Abendspitze kommt es aufgrund der höheren Verkehrsbelastung sowie entsprechenden Rückstaus zu größeren Abweichungen.

Für die Beurteilung der Verkehrsqualität wurden je Simulationsfall die mittleren Verlustzeiten sowie die Rückstaulängen aus 10 Simulationsläufen ausgewertet. Die Ergebnisse sind nachfolgend dargestellt und in den Anlagen dem Gutachten beigefügt.

### 5.4.1 Morgenspitze

Die nachfolgende Abbildung 19 zeigt die Auswertung der mittleren Verlustzeiten sowie die daraus resultierenden Verkehrsqualitäten für die Morgenspitze des Prognosenullfalls.

- In der westlichen Zufahrt (Luxemburger Straße) weisen alle Verkehrsströme Leistungsfähigkeitsdefizite vor. Die mittleren Verlustzeiten liegen dort zwischen 108 und 183 Sekunden.
- Die südliche Zufahrt (Militärringstraße) weist für den Linksabbieger- und den Geradeausfahrstrom ein Leistungsfähigkeitsdefizit auf. Die mittleren Verlustzeiten liegen dort bei 143 Sekunden bzw. 101 Sekunden. Der freie Rechtsabbieger ist aufgrund der mittleren Verlustzeit von knapp über 10 Sekunden mit einer guten Verkehrsqualität zu bewerten.
- In der östlichen Zufahrt (Luxemburger Straße) sind alle Verkehrsströme mit einer mangelhaften Verkehrsqualität der Stufe E zu bewerten. Die mittleren Verlustzeiten liegen dort zwischen 109 und 125 Sekunden.
- In der nördlichen Zufahrt (Militärringstraße) liegen für alle Abbiegebeziehungen Leistungsfähigkeitsdefizite vor. Die mittleren Verlustzeiten liegen zwischen 166 und 176 Sekunden.

Insgesamt ist der Knotenpunkt mit einer mangelhaften Verkehrsqualität der Stufe E zu bewerten. Der Linksabbieger der westlichen Zufahrt (Luxemburger Straße) weist dabei die schlechteste Bedienqualität auf.

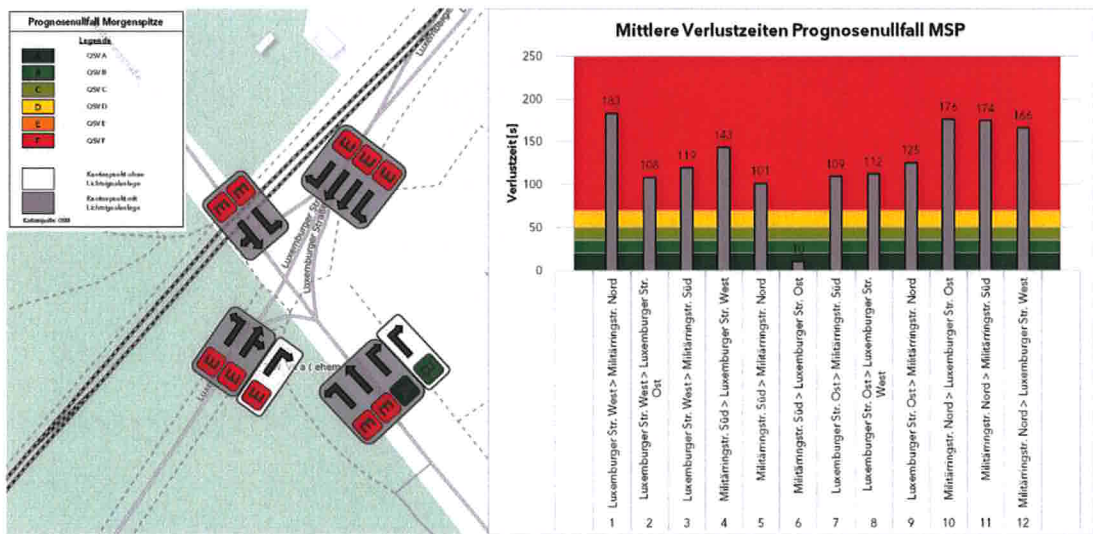


Abbildung 19: Mittlere Verlustzeiten und Verkehrsqualitäten Prognosenufall, Morgenspitze

Zusätzlich zu den Verkehrsqualitäten wurden ebenfalls die Rückstaulängen an den Knotenpunktzufahrten mit einer Intervallgröße von einer Sekunde ausgewertet. Die Auswertung ist grafisch in der folgenden Abbildung 20 dargestellt.

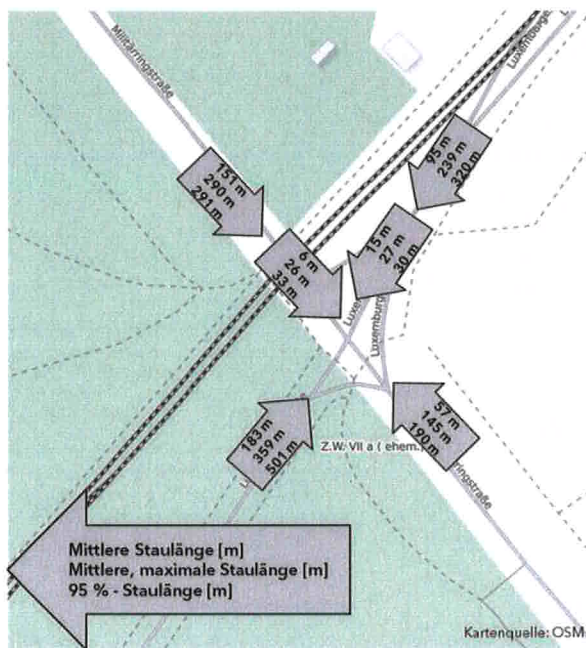


Abbildung 20: Rückstaulängen Prognosenufall, Morgenspitze

Aufgrund der im Vergleich zum Analysefall höheren Verkehrsbelastungen weisen die Knotenpunktzufahrten in der Morgenspitze des Prognosenufalls größere Rückstaulängen auf. In der westlichen Zufahrt (Luxemburger Straße) liegen analog zum Analysefall die maximalen Staulängen vor. Die mittlere Rückstaulänge beträgt dort 183 m, die mittlere, maximale Rückstaulänge 359 m und das 95. Perzentil 501 m.



Die Staulängenentwicklung in der nördlichen Knotenpunktzufahrt (Militärringstraße) ist im Mittel über alle Simulationsläufe beispielhaft in der folgenden Abbildung 21 dargestellt. Entsprechende Darstellungen der anderen Zufahrten sind im Anhang des Gutachtens zu finden.

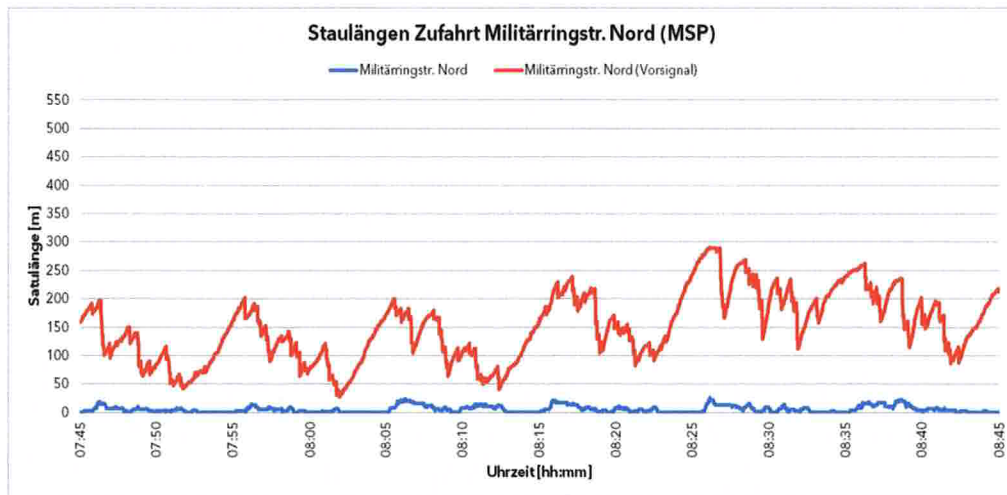


Abbildung 21: Staulängenentwicklung Militärringstr. Nord Prognosenullfall, Morgenspitze

Wie bereits im Analysefall sind auch hier die regelmäßig auftretenden Bahneingriffe deutlich erkennbar. Im Vergleich zum Analysefall treten höhere Rückstaulängen auf. Im Mittelwertlauf kommt es an der Haltelinie des Vorsignals in der nördlichen Zufahrt während der Bahneingriffe zu Rückstaulängen bis 290 m.

Die Auswertungen der Reisezeiten für den Fuß- und Radverkehr werden in der Zusammenfassung betrachtet.

#### 5.4.2 Abendspitze

Die Auswertung der mittleren Verlustzeiten sowie die daraus resultierenden Verkehrsqualitäten für die Abendspitze des Prognosenullfalls sind in der folgenden Abbildung 22 dargestellt.

- In der westlichen Zufahrt (Luxemburger Straße) weisen alle Verkehrsströme Leistungsfähigkeitsdefizite vor. Die mittleren Verlustzeiten liegen dort zwischen 113 und 200 Sekunden.
- Die südliche Zufahrt (Militärringstraße) weist für den Linksabbieger- und den Geradeausfahrstrom ein Leistungsfähigkeitsdefizit auf. Die mittleren Verlustzeiten liegen dort bei 146 Sekunden bzw. 86 Sekunden. Der freie Rechtsabbieger ist aufgrund der mittleren Verlustzeit von 9 Sekunden mit einer sehr guten Verkehrsqualität zu bewerten.
- In der östlichen Zufahrt (Luxemburger Straße) sind alle Verkehrsströme mit einer mangelhaften Verkehrsqualität der Stufe E zu bewerten. Die mittleren Verlustzeiten liegen dort zwischen 114 und 183 Sekunden.

- ▀ In der nördlichen Zufahrt (Militärringstraße) liegen für alle Abbiegebeziehungen Leistungsfähigkeitsdefizite vor. Die mittleren Verlustzeiten liegen zwischen 155 und 187 Sekunden.

Insgesamt ist der Knotenpunkt mit einer mangelhaften Verkehrsqualität der Stufe E zu bewerten. Der Linksabbieger der westlichen Zufahrt (Luxemburger Straße) weist dabei die schlechteste Bedienqualität auf.

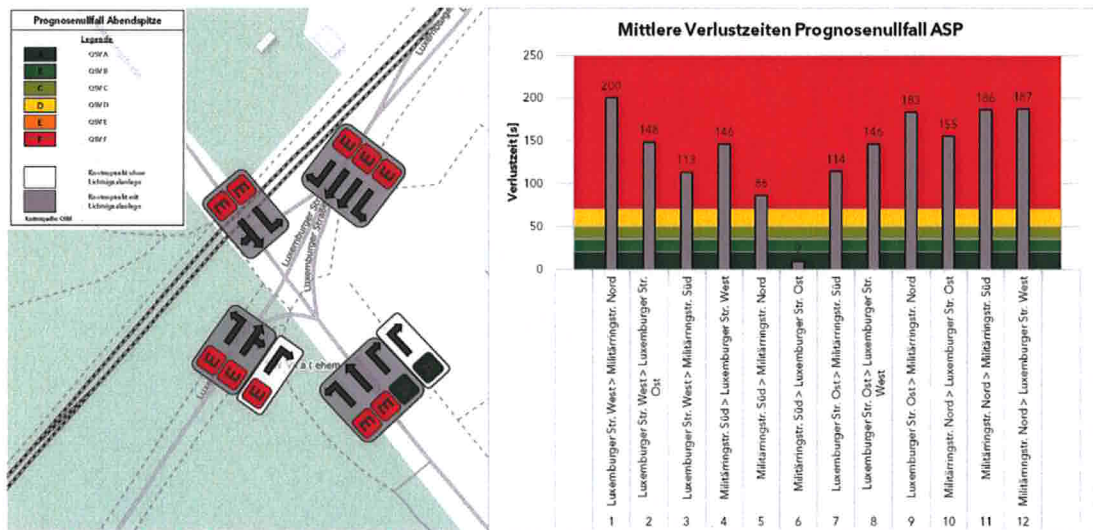


Abbildung 22: Mittlere Verlustzeiten und Verkehrsqualitäten Prognosenullfall, Abendspitze

Zusätzlich zu den Verkehrsqualitäten wurden ebenfalls die Rückstaulängen an den Knotenpunktzufahrten mit einer Intervallgröße von einer Sekunde ausgewertet. Die Auswertung ist grafisch in der folgenden Abbildung 23 dargestellt.

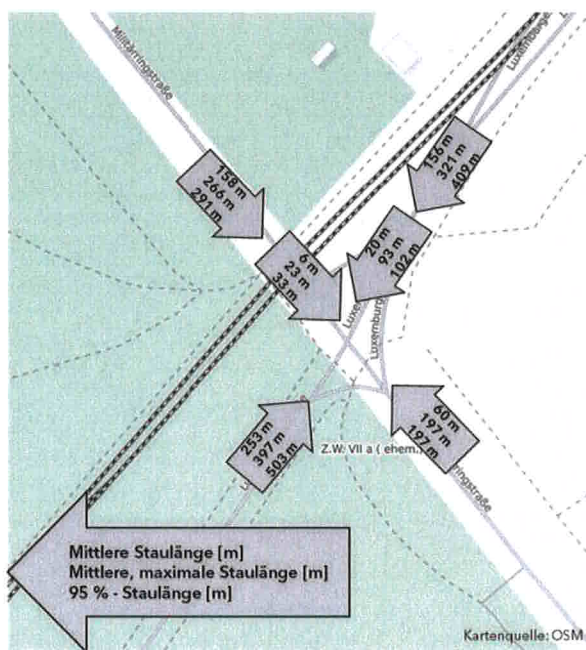


Abbildung 23: Rückstaulängen Prognosenullfall, Abendspitze

Aufgrund der im Vergleich zum Analysefall höheren Verkehrsbelastungen weisen die Knotenpunktzufahrten in der Abendspitze des Prognosenullfalls größere Rückstaulängen auf. In der westlichen Zufahrt (Luxemburger Straße) liegen die maximalen Staulängen vor. Die mittlere Rückstaulänge beträgt dort 253 m, die mittlere, maximale Rückstaulänge 397 m und das 95. Perzentil 503 m.

Die Staulängenentwicklung in der nördlichen Knotenpunktzufahrt (Militärringstraße) ist im Mittel über alle Simulationsläufe beispielhaft in der folgenden Abbildung 24 dargestellt. Entsprechende Darstellungen der anderen Zufahrten sind im Anhang des Gutachtens zu finden.

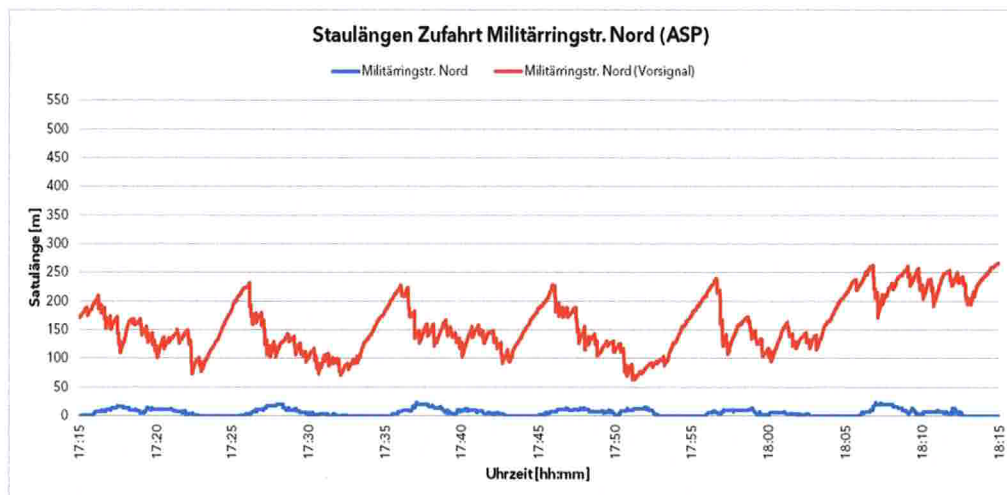


Abbildung 24: Staulängenentwicklung Militärringstr. Nord Prognosenullfall, Abendspitze

Wie bereits in der Morgenspitze sind auch hier die regelmäßig auftretenden Bahneingriffe deutlich erkennbar. Im Vergleich zum Analysefall liegen höhere Rückstaulängen vor. Im Mittelwertlauf kommt es an der Haltelinie des Vorsignals in der nördlichen Zufahrt während der Bahneingriffe zu Rückstaulängen bis 266 m.

Die Auswertungen der Reisezeiten für den Fuß- und Radverkehr werden in der Zusammenfassung betrachtet.

## 5.5 Simulationsergebnisse Prognoseplanfall 2030 - Variante 1

Für die Simulation des Prognoseplanfalls wird das Simulationsmodell entsprechend der vorliegenden Planunterlagen angepasst. Der Umbau des Knotenpunkts „Luxemburger Straße / Militärringstraße“ sieht unter anderem die Unterführung der Bahnlinie vor. Für den Umbau liegen drei verschiedene Ausbautwürfe vor. Die erste Variante ist in Abbildung 25 gezeigt.

Für die westliche Zufahrt der Luxemburger Straße sind jeweils ein Links- und ein Rechtsabbiegefahrstreifen sowie zwei Geradeausfahrstreifen vorgesehen. Die östliche Zufahrt der Luxemburger Straße bleibt bezüglich der Fahrstreifenanzahl und Abbiegevorschriften unverändert.



In der nördlichen Zufahrt der Militärringstraße ist ein zusätzlicher Rechtsabbiegefahrstreifen vorgesehen, sodass für jede Abbiegebeziehung ein separater Fahrstreifen vorliegt. In der südlichen Zufahrt der Militärringstraße bleibt für jede Abbiegebeziehung ein separater Fahrstreifen bestehen. Die vorhandene Dreiecksinsel entfällt jedoch.

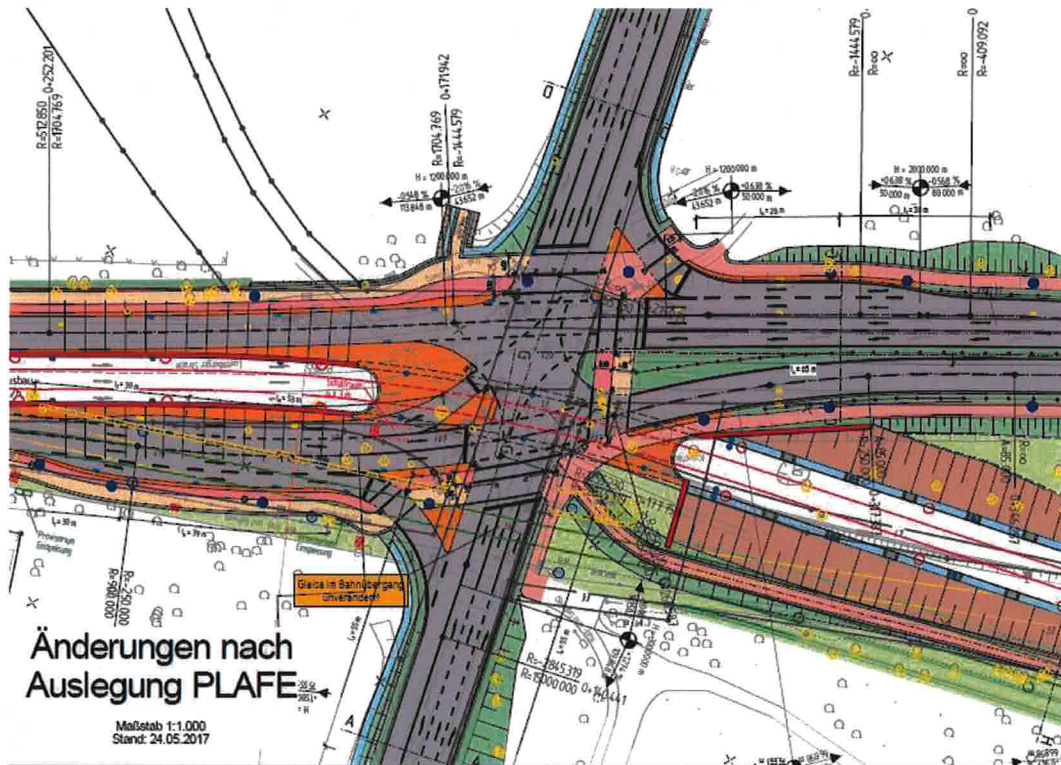


Abbildung 25: Ausbautentwurf - Variante 1 [Quelle: Landesbetrieb Straßenbau NRW]

Neben der Knotenpunktgeometrie wurde im Simulationsmodell ebenfalls die Signalsteuerung entsprechend angepasst. Dazu wurden sofern möglich bereits bestehende Signalgruppen genutzt oder neue Signalgruppen definiert:

- Der Rechtsabbiegefahrstreifen in der nördlichen Zufahrt der Militärringstraße wird mit der bestehenden Signalgruppe 19 signalisiert. Entsprechend wurden die Detektoren D19.2 und D1.2 hinzugefügt, die auf Höhe der bereits bestehenden Detektoren D19.1 und D1.1 liegen.
- In der westlichen Zufahrt der Luxemburger Straße wird der zweite Geradeausfahrstreifen analog zum ersten mit der Signalgruppe 13 signalisiert. Zusätzlich wurde der Detektor D13.2 auf Höhe des bestehenden Detektors D13.1 hinzugefügt.
- Der Rechtsabbiegefahrstreifen der westlichen Zufahrt der Luxemburger Straße erhält die neu hinzugefügte Signalgruppe 13R sowie die querende Fußgängerfurt die neue Signalgruppe FR13. Entsprechend wurden die Detektoren D13R.1, AHFR13.1 und AHFR13.2 hinzugefügt.

- In der südlichen Zufahrt der Militärringstraße wird der Rechtsabbiegefahrstreifen aufgrund der entfallenden Dreiecksinsel mit der bestehenden Signalgruppe 14 signalisiert. Hinzugefügt wurde der Detektor D14.2 auf Höhe des bestehenden Detektors D14.1.
- Die Fußgängerfurten über den nördlichen Knotenpunktarm (Militärringstraße) werden mit der bestehenden Signalgruppe FR1 sowie der neu hinzugefügten Signalgruppe FR1.2 signalisiert. Die Signalgruppe FR1 signalisiert dabei die den Strom der Signalgruppe 7 querenden Furt. Entsprechend wurden die Detektoren AHFR1\_2.1 und AHFR1\_2.2 hinzugefügt.
- Aufgrund der Mittelinsel werden die beiden Fußgängerfurten über den westlichen Knotenpunktarm (Luxemburger Straße) mit der bestehenden Signalgruppe FR15 sowie mit der neu hinzugefügten Signalgruppe FR15.2 signalisiert. Die Signalgruppe FR15 signalisiert dabei die Knotenpunktzufahrt querende Furt. Entsprechend wurden die Detektoren AHFR15\_2.1 und AHFR15\_2.2 hinzugefügt.

Basierend darauf erfolgte eine Anpassung der Feindlichkeiten sowie eine Neuberechnung der Zwischenzeiten. Entsprechend wurden die Phasendefinition und die Phasenübergänge überarbeitet. In der Steuerungslogik für die verkehrsabhängige Steuerung wurden die Anforderungs- und Bemessungsbedingungen gemäß den Definitionen angepasst.

Für die Simulation des Prognoseplanfalls 2030 wurden die Verkehrsbelastungen 2030 in das für die erste Variante angepasste Simulationsmodell implementiert.

Der Soll-Ist-Vergleich der Verkehrsmengen zeigt in der Morgenspitze für die Knotenpunktströme 3 und 10 Abweichungen über 5 %. Die absoluten Abweichungen betragen dort jedoch ein bzw. drei Fahrzeuge in der Stunde, wobei die Simulation den kritischeren Fall widerspiegelt. In der Abendspitze weisen die Knotenpunktströme 3, 4 und 10 Abweichungen über 5 % auf. Die absolute Abweichung beträgt dort jedoch gerade ein Fahrzeug in der Stunde, wobei die Simulation hier ebenfalls den kritischeren Fall darstellt.

Für die Beurteilung der Verkehrsqualität wurden je Simulationsfall die mittleren Verlustzeiten sowie die Rückstaulängen aus 10 Simulationsläufen ausgewertet. Die Ergebnisse sind nachfolgend dargestellt und in den Anlagen dem Gutachten beigefügt.

### 5.5.1 Morgenspitze

Die nachfolgende Abbildung 26 zeigt die Auswertung der mittleren Verlustzeiten sowie die daraus resultierenden Verkehrsqualitäten für die Morgenspitze der ersten Variante des Prognoseplanfalls.

- In der westlichen Zufahrt (Luxemburger Straße) weist der Linksabbiegerstrom eine mittlere Verlustzeit von 55 Sekunden und somit eine ausreichende Verkehrsqualität der Stufe D auf. Der Geradeausfahrstrom liegt mit einer



mittleren Verlustzeit von 51 Sekunden gerade über dem Grenzwert zu einer befriedigenden Verkehrsqualität (50 Sekunden). Der Rechtsabbiegerstrom ist mit einer guten Verkehrsqualität der Stufe B zu bewerten. Die mittlere Verlustzeit beträgt dort 32 Sekunden.

- Die südliche Zufahrt (Militärringstraße) ist für alle Verkehrsströme mit einer ausreichenden Verkehrsqualität der Stufe D zu bewerten. Die mittleren Verlustzeiten liegen dort zwischen 52 und 58 Sekunden.
- In der östlichen Zufahrt (Luxemburger Straße) sind der Linksabbieger- und der Geradeausfahrstrom mit einer befriedigenden Verkehrsqualität der Stufe C zu bewerten. Die mittleren Verlustzeiten liegen dort bei 41 bzw. 42 Sekunden. Der Rechtsabbiegerstrom weist eine mittlere Verlustzeit von 26 Sekunden und somit eine gute Verkehrsqualität auf.
- In der nördlichen Zufahrt (Militärringstraße) ist der Linksabbiegerstrom aufgrund der mittleren Verlustzeit von 58 Sekunden mit einer ausreichenden Verkehrsqualität zu bewerten. Für den Rechtsabbieger- und den Geradeausfahrstrom liegen die mittleren Verlustzeiten bei 35 bzw. 34 Sekunden. Diese sind somit mit einer guten Verkehrsqualität der Stufe B zu bewerten.

Insgesamt ist der Knotenpunkt mit einer ausreichenden Verkehrsqualität der Stufe D zu bewerten. Die Linksabbieger der nördlichen und südlichen Zufahrt (Militärringstraße) weisen dabei die schlechteste Bedienqualität auf.

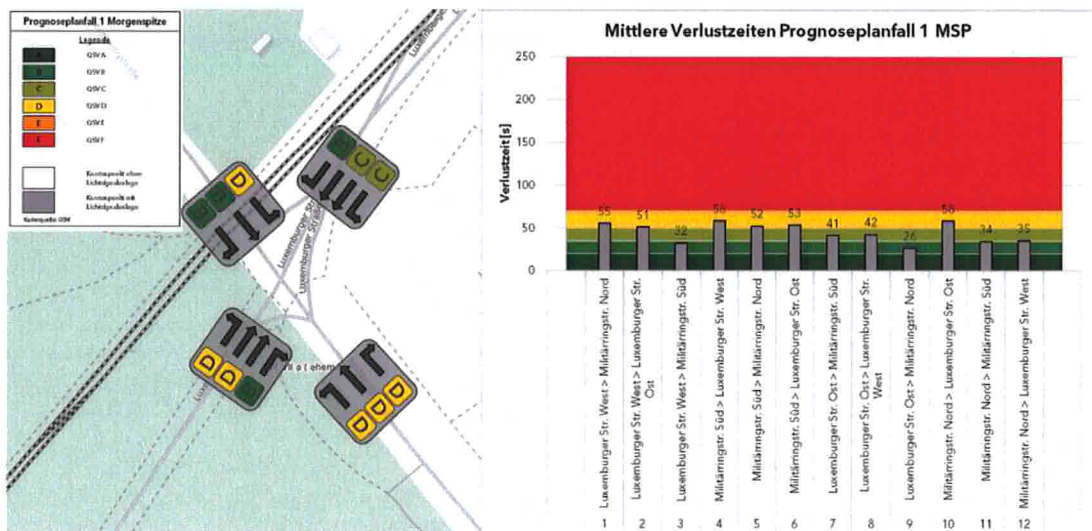


Abbildung 26: Mittlere Verlustzeiten und Verkehrsqualitäten Prognoseplanfall 1, Morgenspitze

Zusätzlich zu den Verkehrsqualitäten wurden ebenfalls die Rückstaulängen an den Knotenpunktzufahrten mit einer Intervallgröße von einer Sekunde ausgewertet. Die Auswertung ist grafisch in der folgenden Abbildung 27 dargestellt.



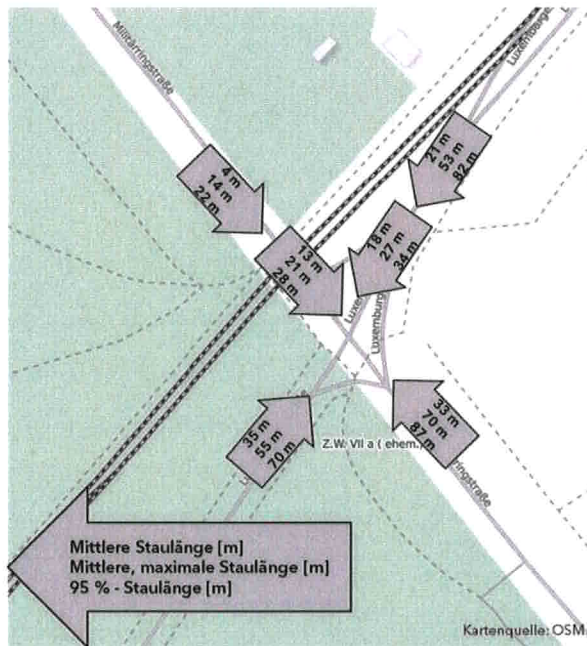


Abbildung 27: Rückstaulängen Prognoseplanfall 1, Morgenspitze

Im Vergleich zur Morgenspitze des Prognosenullfalls treten deutlich geringere Rückstaulängen auf. Die mittlere Rückstaulänge in der westlichen Zufahrt reduziert sich beispielsweise von 183 m auf 35 m.

Bezogen auf die mittlere Rückstaulänge liegt in der westlichen Zufahrt (Luxemburger Straße) die maximale Staulänge von 35 m vor. In der südlichen Zufahrt (Militärringstraße) liegen bezüglich der mittleren, maximalen Rückstaulänge sowie bezüglich des 95. Perzentils die maximalen Werte vor. Sie betragen dort 70 m bzw. 87 m.

Die Staulängenentwicklung ist im Mittel über alle Simulationsläufe beispielhaft für die nördliche Zufahrt (Militärringstraße) in der folgenden Abbildung 28 dargestellt.

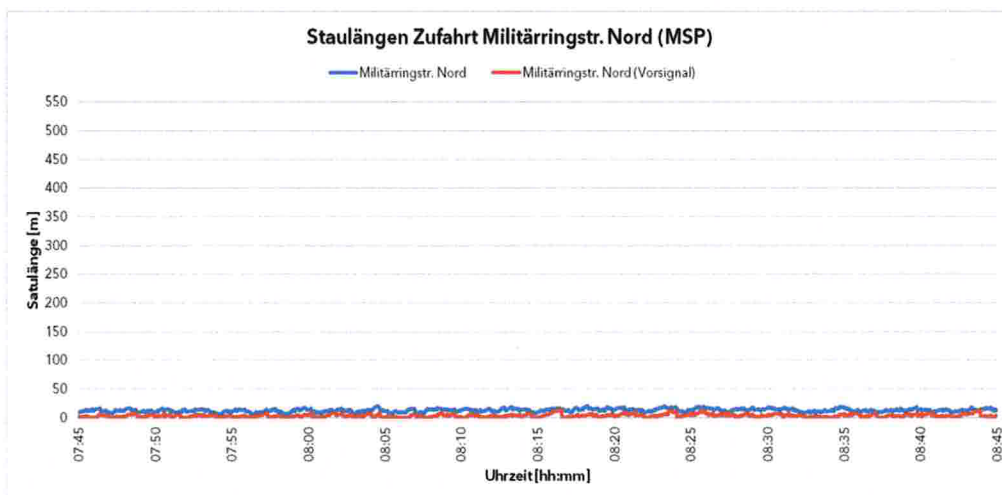


Abbildung 28: Staulängenentwicklung Militärringstr. Nord Prognoseplanfall 1, Morgenspitze

Es kommt im Vergleich zur Morgenspitze des Prognosenullfalls zu keinen signifikanten Rückstaus. Die mittlere, maximale Rückstaulänge beträgt 21 m sowie auf Höhe der Haltelinie des Vorseignals aus dem Bestand 14 m.

Die Auswertungen der Reisezeiten für den Fuß- und Radverkehr werden in der Zusammenfassung betrachtet.

## 5.5.2 Abendspitze

Die nachfolgende Abbildung 29 zeigt die Auswertung der mittleren Verlustzeiten sowie die daraus resultierenden Verkehrsqualitäten für die Abendspitze der ersten Variante des Prognoseplanfalls.

- In der westlichen Zufahrt (Luxemburger Straße) weist der Linksabbiegerstrom eine mittlere Verlustzeit von 60 Sekunden und somit eine ausreichende Verkehrsqualität der Stufe D auf. Der Geradeausfahrstrom liegt mit einer mittleren Verlustzeit von 50,06 Sekunden gerade im Grenzbereich zu einer befriedigenden Verkehrsqualität (50 Sekunden), ist jedoch mit einer ausreichenden Verkehrsqualität zu bewerten. Der Rechtsabbiegerstrom ist mit einer guten Verkehrsqualität der Stufe B zu bewerten. Die mittlere Verlustzeit beträgt dort 27 Sekunden.
- Die südliche Zufahrt (Militärringstraße) weist für den Linksabbiegerstrom eine ausreichende Verkehrsqualität auf. Die mittlere Verlustzeit beträgt dort 59 Sekunden. Der Rechtsabbieger- und der Geradeausfahrstrom sind mit einer befriedigenden Verkehrsqualität der Stufe C zu bewerten. Die mittleren Verlustzeiten liegen dort bei 43 bzw. 46 Sekunden.
- In der östlichen Zufahrt (Luxemburger Straße) sind der Linksabbieger- und der Geradeausfahrstrom mit einer befriedigenden Verkehrsqualität der Stufe C zu bewerten. Die mittleren Verlustzeiten liegen dort jeweils bei 40 Sekunden. Der Rechtsabbiegerstrom weist eine mittlere Verlustzeit von 30 Sekunden und somit eine gute Verkehrsqualität auf.
- In der nördlichen Zufahrt (Militärringstraße) ist der Linksabbiegerstrom aufgrund der mittleren Verlustzeit von 57 Sekunden mit einer ausreichenden Verkehrsqualität zu bewerten. Für den Rechtsabbieger- und den Geradeausfahrstrom liegen die mittleren Verlustzeiten bei jeweils 43 Sekunden. Diese sind somit mit einer befriedigenden Verkehrsqualität der Stufe C zu bewerten.

Insgesamt ist der Knotenpunkt mit einer ausreichenden Verkehrsqualität der Stufe D zu bewerten. Die Linksabbieger der westlichen Zufahrt (Luxemburger Straße) weist dabei die schlechteste Bedienqualität auf.



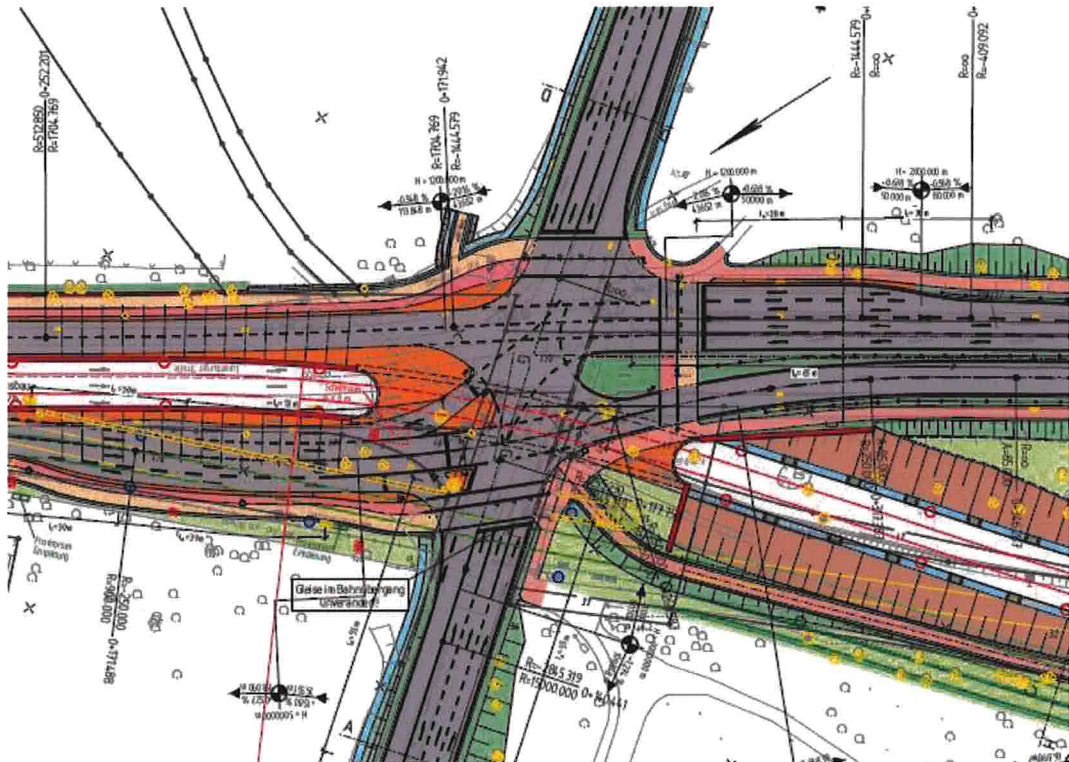


Abbildung 32: Ausbauentwurf - Variante 2 [Quelle: Landesbetrieb Straßenbau NRW]

Neben der Knotenpunktgeometrie wurde im Simulationsmodell ebenfalls die Signalsteuerung entsprechend angepasst. Dazu wurden im Vergleich zur ersten Variante folgende Änderungen vorgenommen:

- ▀ Aufgrund der entfallenden Dreiecksinsel in der westlichen Zufahrt (Luxemburger Straße) entfällt die Signalgruppe FR13 sowie entsprechend die Detektoren AHFR13.1 und AHFR13.2.
- ▀ Aufgrund der geänderten Lage der den nördlichen Knotenpunktarm querenden Fußgängerfurt entfällt die Signalgruppe FR1.2 sowie entsprechend die Detektoren AHFR1\_2.1 und AHFR1\_2.2. Die Fußgängerfurt wird mit der Signalgruppe FR1 signalisiert.
- ▀ Die Signalgruppe 13R wird bezüglich des Signaltyps von einem dreifeldigen Kfz-Signal zu einem zweifeldigen Kfz-Signal (Gelb-Grün) geändert. Der Rechtsabbiegefahrstreifen der westlichen Zufahrt (Luxemburger Straße) wird mit den Signalgruppen 13 und 13R signalisiert.

Basierend darauf erfolgte eine Anpassung der Feindlichkeiten sowie eine Neuberechnung der Zwischenzeiten. Entsprechend wurden die Phasendefinition und die Phasenübergänge überarbeitet. In der Steuerungslogik für die verkehrsabhängige Steuerung wurden die Anforderungs- und Bemessungsbedingungen gemäß den Definitionen angepasst.

Für die Simulation des Prognoseplanfalls 2030 wurden die Verkehrsbelastungen 2030 in das für die zweite Variante angepasste Simulationsmodell implementiert.



Der Soll-Ist-Vergleich der Verkehrsmengen zeigt in der Morgenspitze für die Knotenpunktströme 3 und 10 Abweichungen über 5 %. Die absoluten Abweichungen betragen dort jedoch ein bzw. vier Fahrzeuge in der Stunde, wobei die Simulation den kritischeren Fall widerspiegelt. In der Abendspitze weist nur der Knotenpunktstrom 4 eine Abweichung über 5 % auf. Die absolute Abweichung beträgt dort jedoch gerade ein Fahrzeug in der Stunde, wobei die Simulation hier ebenfalls den kritischeren Fall darstellt.

Für die Beurteilung der Verkehrsqualität wurden je Simulationsfall die mittleren Verlustzeiten sowie die Rückstaulängen aus 10 Simulationsläufen ausgewertet. Die Ergebnisse sind nachfolgend dargestellt und in den Anlagen dem Gutachten beigefügt.

### 5.6.1 Morgenspitze

Die nachfolgende Abbildung 33 zeigt die Auswertung der mittleren Verlustzeiten sowie die daraus resultierenden Verkehrsqualitäten für die Morgenspitze der zweiten Variante des Prognoseplanfalls.

- In der westlichen Zufahrt (Luxemburger Straße) weist der Linksabbiegerstrom eine mittlere Verlustzeit von 60 Sekunden und somit eine ausreichende Verkehrsqualität der Stufe D auf. Der Geradeausfahrstrom liegt mit einer mittleren Verlustzeit von 51 Sekunden gerade über dem Grenzwert zu einer befriedigenden Verkehrsqualität (50 Sekunden). Der Rechtsabbiegerstrom ist mit einer befriedigenden Verkehrsqualität der Stufe C zu bewerten. Die mittlere Verlustzeit beträgt dort 46 Sekunden.
- Die südliche Zufahrt (Militärringstraße) ist für alle Verkehrsströme mit einer ausreichenden Verkehrsqualität der Stufe D zu bewerten. Die mittleren Verlustzeiten liegen dort zwischen 55 und 57 Sekunden.
- In der östlichen Zufahrt (Luxemburger Straße) sind der Linksabbieger- und der Geradeausfahrstrom mit einer befriedigenden Verkehrsqualität der Stufe C zu bewerten. Die mittleren Verlustzeiten liegen dort bei 46 bzw. 42 Sekunden. Der Rechtsabbiegerstrom weist eine mittlere Verlustzeit von 31 Sekunden und somit eine gute Verkehrsqualität auf.
- In der nördlichen Zufahrt (Militärringstraße) ist der Linksabbiegerstrom aufgrund der mittleren Verlustzeit von 62 Sekunden mit einer ausreichenden Verkehrsqualität zu bewerten. Für den Rechtsabbieger- und den Geradeausfahrstrom liegen die mittleren Verlustzeiten jeweils bei 37 Sekunden. Diese sind somit mit einer befriedigenden Verkehrsqualität der Stufe C zu bewerten.

Insgesamt ist der Knotenpunkt mit einer ausreichenden Verkehrsqualität der Stufe D zu bewerten. Die Linksabbieger der nördlichen Zufahrt (Militärringstraße) weist dabei die schlechteste Bedienqualität auf.

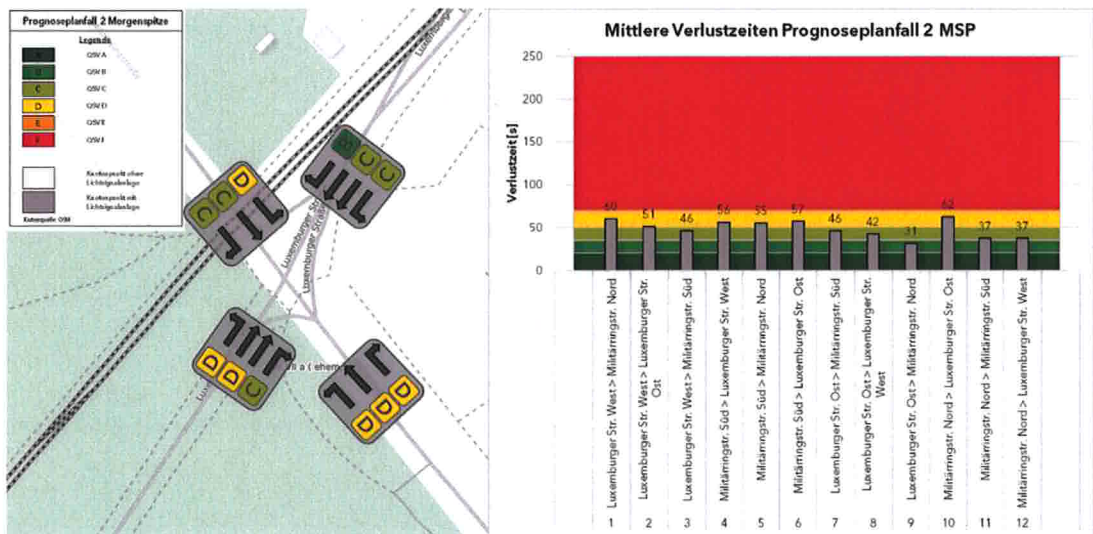


Abbildung 33: Mittlere Verlustzeiten und Verkehrsqualitäten Prognoseplanfall 2, Morgenspitze

Zusätzlich zu den Verkehrsqualitäten wurden ebenfalls die Rückstaulängen an den Knotenpunktzufahrten mit einer Intervallgröße von einer Sekunde ausgewertet. Die Auswertung ist grafisch in der folgenden Abbildung 34 dargestellt.

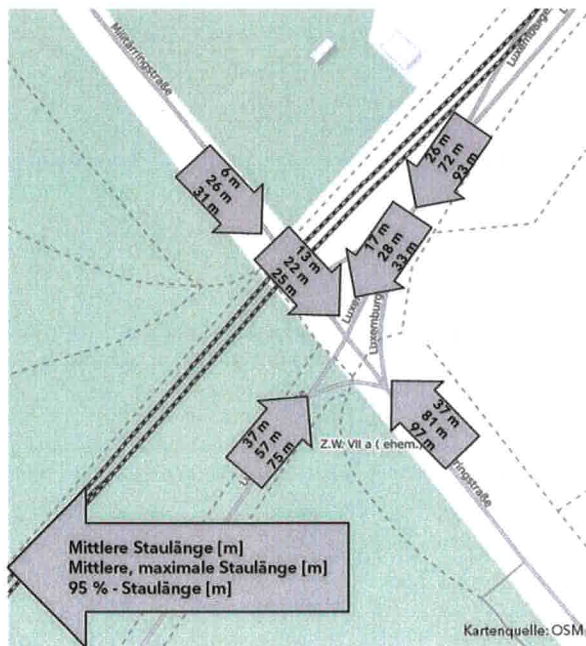


Abbildung 34: Rückstaulängen Prognoseplanfall 2, Morgenspitze

Bezogen auf die mittlere Rückstaulänge liegt in der westlichen Zufahrt (Luxemburger Straße) die maximale Staulänge von 37 m vor. In der südlichen Zufahrt (Militärringstraße) liegen bezüglich der mittleren, maximalen Rückstaulänge sowie bezüglich des 95. Perzentils die maximalen Werte vor. Sie betragen dort 81 m bzw. 97 m.

Die Staulängenentwicklung ist im Mittel über alle Simulationsläufe beispielhaft für die nördliche Zufahrt (Militärringstraße) in der folgenden Abbildung 35 dargestellt.

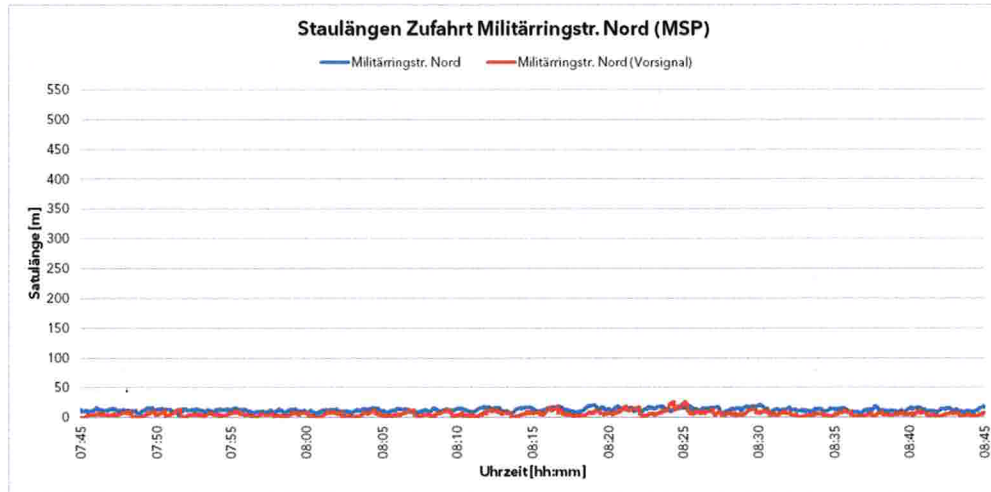


Abbildung 35: Staulängenentwicklung Militärringstr. Nord Prognoseplanfall 2, Morgenspitze

Es kommt wie bereits in der ersten Variante des Prognoseplanfalls zu keinen signifikanten Rückstaus. Die mittlere, maximale Rückstaulänge beträgt 22 m sowie auf Höhe der Haltelinie des Vorsignals aus dem Bestand 26 m.

Die Auswertungen der Reisezeiten für den Fuß- und Radverkehr werden in der Zusammenfassung betrachtet.

## 5.6.2 Abendspitze

Die nachfolgende Abbildung 36 zeigt die Auswertung der mittleren Verlustzeiten sowie die daraus resultierenden Verkehrsqualitäten für die Abendspitze der zweiten Variante des Prognoseplanfalls.

- ▀ In der westlichen Zufahrt (Luxemburger Straße) weist der Linksabbiegerstrom eine mittlere Verlustzeit von 61 Sekunden und somit eine ausreichende Verkehrsqualität der Stufe D auf. Der Geradeausfahrstrom liegt mit einer mittleren Verlustzeit von 49 Sekunden gerade unter dem Grenzwert zu einer ausreichenden Verkehrsqualität (50 Sekunden), ist jedoch mit einer befriedigenden Verkehrsqualität der Stufe C zu bewerten. Der Rechtsabbiegerstrom ist mit einer befriedigenden Verkehrsqualität der Stufe C zu bewerten. Die mittlere Verlustzeit beträgt dort 41 Sekunden.
- ▀ Die südliche Zufahrt (Militärringstraße) weist für den Linksabbiegerstrom eine ausreichende Verkehrsqualität auf. Die mittlere Verlustzeit beträgt dort 65 Sekunden. Der Geradeausfahrstrom liegt mit einer mittleren Verlustzeit von 51 Sekunden gerade über dem Grenzwert zu einer befriedigenden Verkehrsqualität (50 Sekunden). Der Rechtsabbiegerstrom ist mit einer befriedigenden Verkehrsqualität der Stufe C zu bewerten. Die mittlere Verlustzeit beträgt dort 48 Sekunden.



- In der östlichen Zufahrt (Luxemburger Straße) sind alle Verkehrsströme mit einer befriedigenden Verkehrsqualität der Stufe C zu bewerten. Die mittleren Verlustzeiten liegen dort zwischen 35 und 42 Sekunden. Der Rechtsabbiegerstrom liegt dabei mit der Verlustzeit von 35,16 Sekunden gerade im Grenzbereich zu einer guten Verkehrsqualität (35 Sekunden), ist jedoch mit einer befriedigenden Verkehrsqualität zu bewerten.
- In der nördlichen Zufahrt (Militärringstraße) ist der Linksabbiegerstrom aufgrund der mittleren Verlustzeit von 63 Sekunden mit einer ausreichenden Verkehrsqualität zu bewerten. Für den Rechtsabbieger- und den Geradeausfahrstrom liegen die mittleren Verlustzeiten bei jeweils 46 Sekunden. Diese sind somit mit einer befriedigenden Verkehrsqualität der Stufe C zu bewerten.

Insgesamt ist der Knotenpunkt mit einer ausreichenden Verkehrsqualität der Stufe D zu bewerten. Die Linksabbieger der südlichen Zufahrt (Militärringstraße) weist dabei die schlechteste Bedienqualität auf.

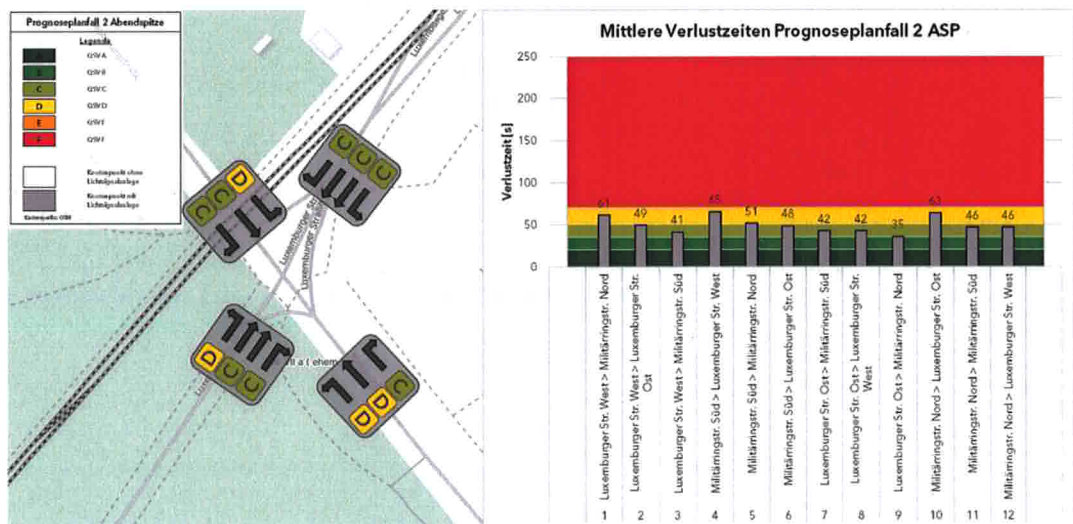


Abbildung 36: Mittlere Verlustzeiten und Verkehrsqualitäten Prognoseplanfall 2, Abendspitze

Zusätzlich zu den Verkehrsqualitäten wurden ebenfalls die Rückstaulängen an den Knotenpunktzufahrten mit einer Intervallgröße von einer Sekunde ausgewertet. Die Auswertung ist grafisch in der folgenden Abbildung 37 dargestellt.

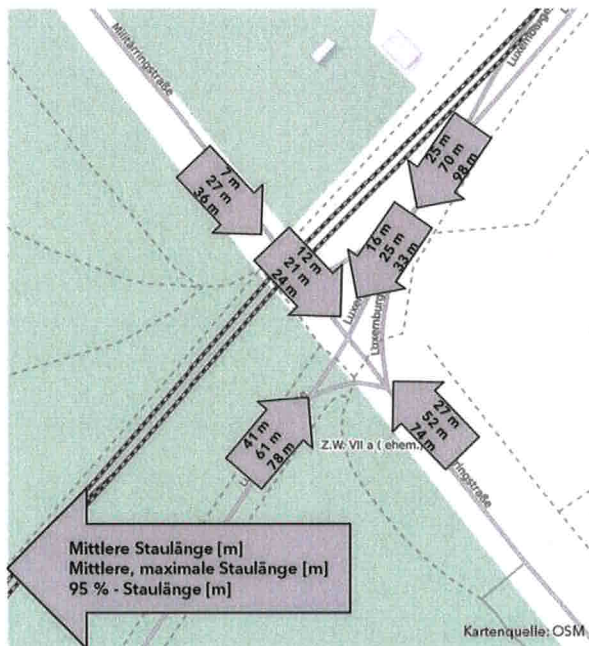


Abbildung 37: Rückstaulängen Prognoseplanfall 2, Abendspitze

Bezogen auf die mittlere Rückstaulänge liegt in der westlichen Zufahrt (Luxemburger Straße) die maximale Staulänge von 41 m vor. In der östlichen Zufahrt (Luxemburger Straße) liegen bezüglich der mittleren, maximalen Rückstaulänge sowie bezüglich des 95. Perzentils die maximalen Werte vor. Sie betragen dort 70 m bzw. 98 m.

Die Staulängenentwicklung ist im Mittel über alle Simulationsläufe beispielhaft für die nördliche Zufahrt (Militärringstraße) in der folgenden Abbildung 38 dargestellt.

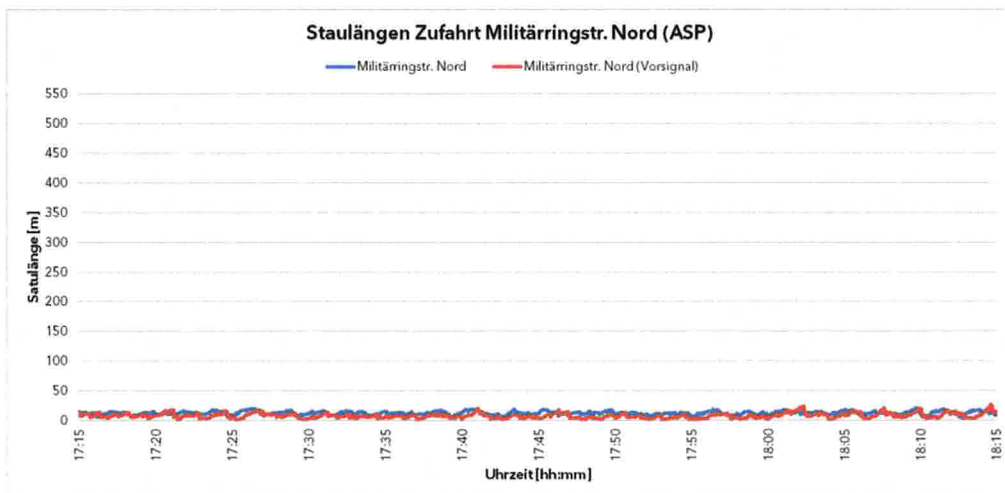


Abbildung 38: Staulängenentwicklung Militärringstr. Nord Prognoseplanfall 2, Abendspitze

Es kommt wie bereits in der ersten Variante des Prognoseplanfalls zu keinen signifikanten Rückstaus. Die mittlere, maximale Rückstaulänge beträgt 21 m sowie auf Höhe der Haltelinie des Vorsignals aus dem Bestand 27 m.

Die Auswertungen der Reisezeiten für den Fuß- und Radverkehr werden in der Zusammenfassung betrachtet.

## 5.7 Simulationsergebnisse Prognoseplanfall 2030 - Variante 3

Für die Simulation des Prognoseplanfalls wird das Simulationsmodell entsprechend der vorliegenden Planunterlagen angepasst. Der Umbau des Knotenpunkts „Luxemburger Straße / Militärringstraße“ sieht unter anderem die Unterführung der Bahnlinie vor. Für den Umbau liegen drei verschiedene Ausbautentwürfe vor. Die dritte Variante ist in Abbildung 39 gezeigt.

Die Anzahl der Fahrstreifen sowie die vorgesehen Abbiegebeziehungen in den jeweiligen Knotenpunktzufahrten entsprechen der ersten und zweiten Variante. Im Vergleich zur zweiten Variante ändern sich in der dritten Variante die folgenden Punkte:

- Die Dreiecksinsel des Rechtsabbiegefahrstreifens der östlichen Zufahrt (Luxemburger Straße) entfällt.

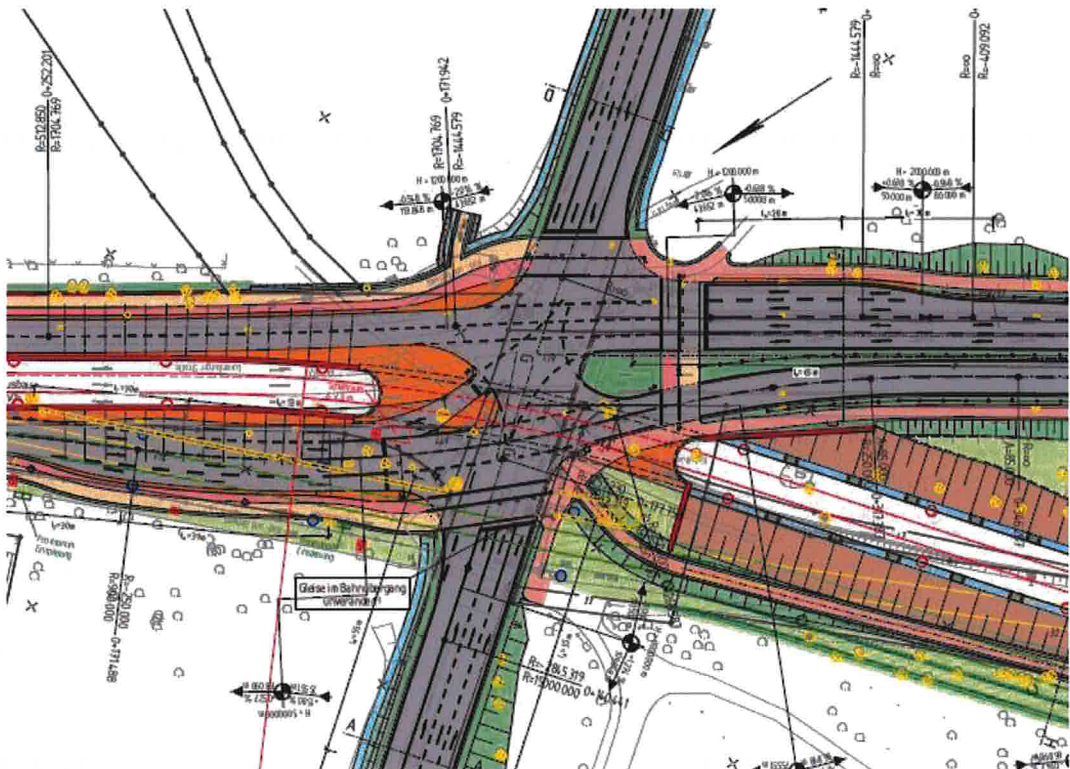


Abbildung 39: Ausbautentwurf - Variante 3 [Quelle: Landesbetrieb Straßenbau NRW]

Bezüglich der Signalgruppendefinition wurden im Vergleich zur zweiten Variante keine Änderungen vorgenommen. Aufgrund der geänderten Knotenpunkt-



geometrie wurden jedoch die Feindlichkeiten angepasst sowie die Zwischenzeiten neu berechnet. Basierend darauf wurden die Phasendefinitionen und -übergänge entsprechend angepasst. In der Steuerungslogik für die verkehrabhängige Steuerung wurden die Anforderungs- und Bemessungsbedingungen gemäß den Definitionen angepasst.

Für die Simulation des Prognoseplanfalls 2030 wurden die Verkehrsbelastungen 2030 in das für die dritte Variante angepasste Simulationsmodell implementiert.

Der Soll-Ist-Vergleich der Verkehrsmengen zeigt in der Morgenspitze für die Knotenpunktströme 9 und 10 Abweichungen über 5 %. Die absoluten Abweichungen betragen dort jedoch drei bzw. vier Fahrzeuge in der Stunde. In der Abendspitze weisen die Knotenpunktströme 3 und 4 Abweichungen über 5 % auf. Die absolute Abweichung beträgt dort jedoch gerade ein Fahrzeug in der Stunde, wobei die Simulation hier ebenfalls den kritischeren Fall darstellt.

Für die Beurteilung der Verkehrsqualität wurden je Simulationsfall die mittleren Verlustzeiten sowie die Rückstaulängen aus 10 Simulationsläufen ausgewertet. Die Ergebnisse sind nachfolgend dargestellt und in den Anlagen dem Gutachten beigefügt.

### 5.7.1 Morgenspitze

Die nachfolgende Abbildung 40 zeigt die Auswertung der mittleren Verlustzeiten sowie die daraus resultierenden Verkehrsqualitäten für die Morgenspitze der dritten Variante des Prognoseplanfalls.

- In der westlichen Zufahrt (Luxemburger Straße) weisen der Linksabbieger- und der Geradeausfahrstrom eine mittlere Verlustzeit von 64 bzw. 53 Sekunden und somit eine ausreichende Verkehrsqualität der Stufe D auf. Der Rechtsabbiegerstrom ist mit einer befriedigenden Verkehrsqualität der Stufe C zu bewerten. Die mittlere Verlustzeit beträgt dort 49 Sekunden.
- Die südliche Zufahrt (Militärringstraße) ist für alle Verkehrsströme mit einer ausreichenden Verkehrsqualität der Stufe D zu bewerten. Die mittleren Verlustzeiten liegen dort zwischen 59 und 61 Sekunden.
- In der östlichen Zufahrt (Luxemburger Straße) sind alle Verkehrsströme mit einer befriedigenden Verkehrsqualität der Stufe C zu bewerten. Die mittleren Verlustzeiten liegen dort zwischen 37 und 45 Sekunden.
- In der nördlichen Zufahrt (Militärringstraße) ist der Linksabbiegerstrom aufgrund der mittleren Verlustzeit von 67 Sekunden mit einer ausreichenden Verkehrsqualität zu bewerten. Für den Rechtsabbieger- und den Geradeausfahrstrom liegen die mittleren Verlustzeiten jeweils bei 39 Sekunden. Diese sind somit mit einer befriedigenden Verkehrsqualität der Stufe C zu bewerten.

Insgesamt ist der Knotenpunkt mit einer ausreichenden Verkehrsqualität der Stufe D zu bewerten. Die Linksabbieger der nördlichen Zufahrt (Militärringstraße) weist dabei die schlechteste Bedienqualität auf.

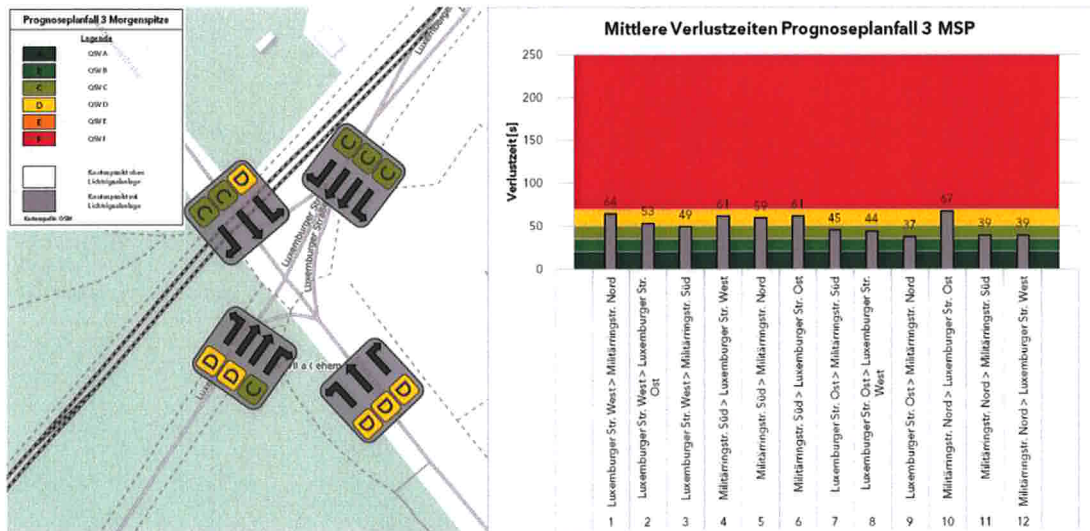


Abbildung 40: Mittlere Verlustzeiten und Verkehrsqualitäten Prognoseplanfall 3, Morgenspitze

Zusätzlich zu den Verkehrsqualitäten wurden ebenfalls die Rückstaulängen an den Knotenpunktzufahrten mit einer Intervallgröße von einer Sekunde ausgewertet. Die Auswertung ist grafisch in der folgenden Abbildung 41 dargestellt.

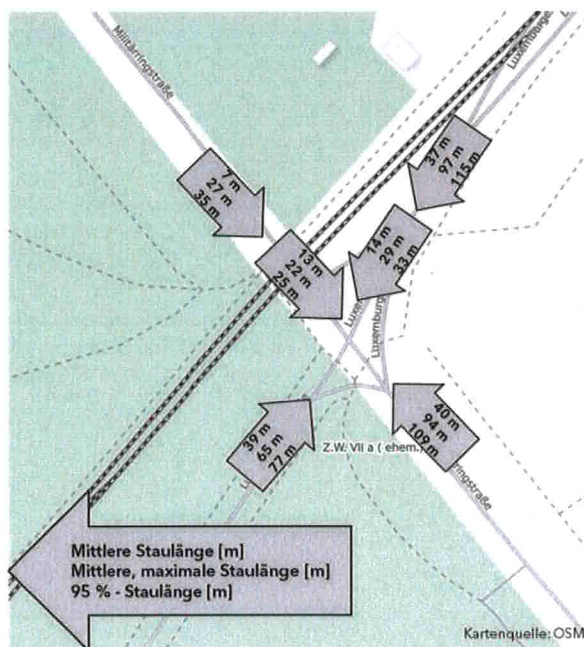


Abbildung 41: Rückstaulängen Prognoseplanfall 3, Morgenspitze

Bezogen auf die mittlere Rückstaulänge liegt in der südlichen Zufahrt (Militärringstraße) die maximale Staulänge von 40 m vor. In der östlichen Zufahrt

(Luxemburger Straße) liegen bezüglich der mittleren, maximalen Rückstaulänge sowie bezüglich des 95. Perzentils die maximalen Werte vor. Sie betragen dort 97 m bzw. 115 m.

Die Staulängenentwicklung ist im Mittel über alle Simulationsläufe beispielhaft für die nördliche Zufahrt (Militärringstraße) in der folgenden Abbildung 42 dargestellt.

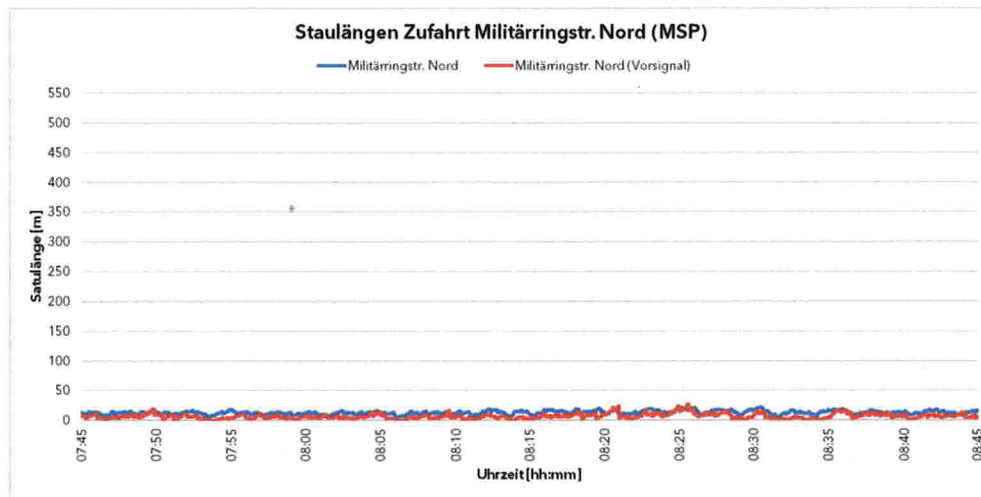


Abbildung 42: Staulängenentwicklung Militärringstr. Nord Prognoseplanfall 3, Morgenspitze

Es kommt wie bereits in der ersten und zweiten Variante des Prognoseplanfalls zu keinen signifikanten Rückstaus. Die mittlere, maximale Rückstaulänge beträgt 22 m sowie auf Höhe der Haltelinie des Vorsignals aus dem Bestand 27 m.

Die Auswertungen der Reisezeiten für den Fuß- und Radverkehr werden in der Zusammenfassung betrachtet.

## 5.7.2 Abendspitze

Die nachfolgende Abbildung 43 zeigt die Auswertung der mittleren Verlustzeiten sowie die daraus resultierenden Verkehrsqualitäten für die Abendspitze der dritten Variante des Prognoseplanfalls.

- In der westlichen Zufahrt (Luxemburger Straße) weisen der Linksabbieger- und der Geradeausfahrstrom eine mittlere Verlustzeit von 64 bzw. 52 Sekunden und somit eine ausreichende Verkehrsqualität der Stufe D auf. Der Rechtsabbiegerstrom ist mit einer befriedigenden Verkehrsqualität der Stufe C zu bewerten. Die mittlere Verlustzeit beträgt dort 41 Sekunden.
- Die südliche Zufahrt (Militärringstraße) ist für alle Verkehrsströme mit einer ausreichenden Verkehrsqualität der Stufe D zu bewerten. Die mittleren Verlustzeiten liegen dort zwischen 52 und 63 Sekunden.
- In der östlichen Zufahrt (Luxemburger Straße) sind alle Verkehrsströme mit einer befriedigenden Verkehrsqualität der Stufe C zu bewerten. Die mittleren Verlustzeiten liegen dort zwischen 41 und 47 Sekunden.



- In der nördlichen Zufahrt (Militärringstraße) ist der Linksabbiegerstrom aufgrund der mittleren Verlustzeit von 65 Sekunden mit einer ausreichenden Verkehrsqualität zu bewerten. Die mittlere Verlustzeit für den Geradeausfahrstrom liegt mit 49 Sekunden gerade unter dem Grenzwert zu einer ausreichenden Verkehrsqualität (50 Sekunden). Es liegt somit eine befriedigende Verkehrsqualität vor. Der Rechtsabbiegerstrom liegt mit einer mittleren Verlustzeit von 50,07 Sekunden gerade im Grenzbereich zu einer befriedigenden Verkehrsqualität (50 Sekunden), ist jedoch mit einer ausreichenden Verkehrsqualität zu bewerten.

Insgesamt ist der Knotenpunkt mit einer ausreichenden Verkehrsqualität der Stufe D zu bewerten. Die Linksabbieger der nördlichen Zufahrt (Militärringstraße) weist dabei die schlechteste Bedienqualität auf.

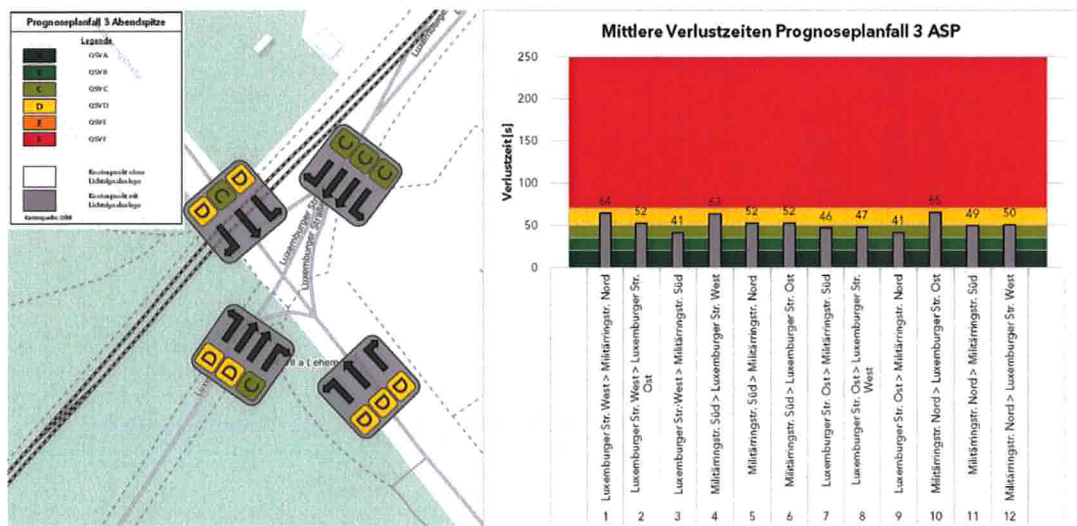


Abbildung 43: Mittlere Verlustzeiten und Verkehrsqualitäten Prognoseplanfall 3, Abendspitze

Zusätzlich zu den Verkehrsqualitäten wurden ebenfalls die Rückstaulängen an den Knotenpunktzufahrten mit einer Intervallgröße von einer Sekunde ausgewertet. Die Auswertung ist grafisch in der folgenden Abbildung 44 dargestellt.

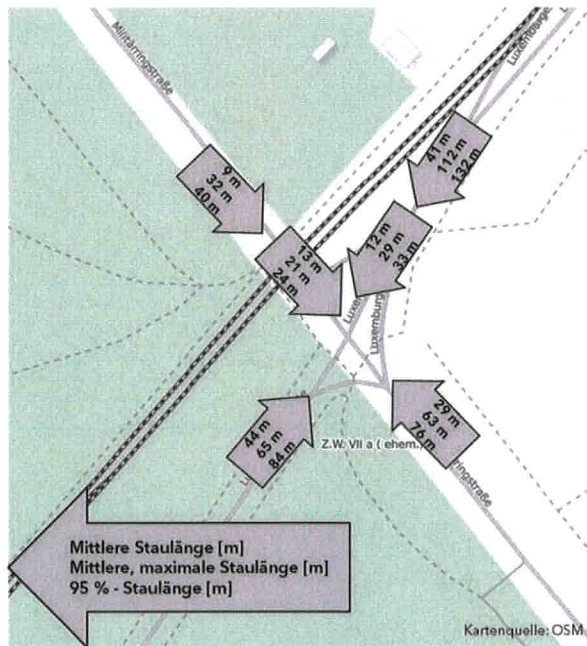


Abbildung 44: Rückstaulängen Prognoseplanfall 3, Abendspitze

Bezogen auf die mittlere Rückstaulänge liegt in der westlichen Zufahrt (Luxemburger Straße) die maximale Staulänge von 44 m vor. In der östlichen Zufahrt (Luxemburger Straße) liegen bezüglich der mittleren, maximalen Rückstaulänge sowie bezüglich des 95. Perzentils die maximalen Werte vor. Sie betragen dort 112 m bzw. 132 m.

Die Staulängenentwicklung ist im Mittel über alle Simulationsläufe beispielhaft für die nördliche Zufahrt (Militärringstraße) in der folgenden Abbildung 45 dargestellt.

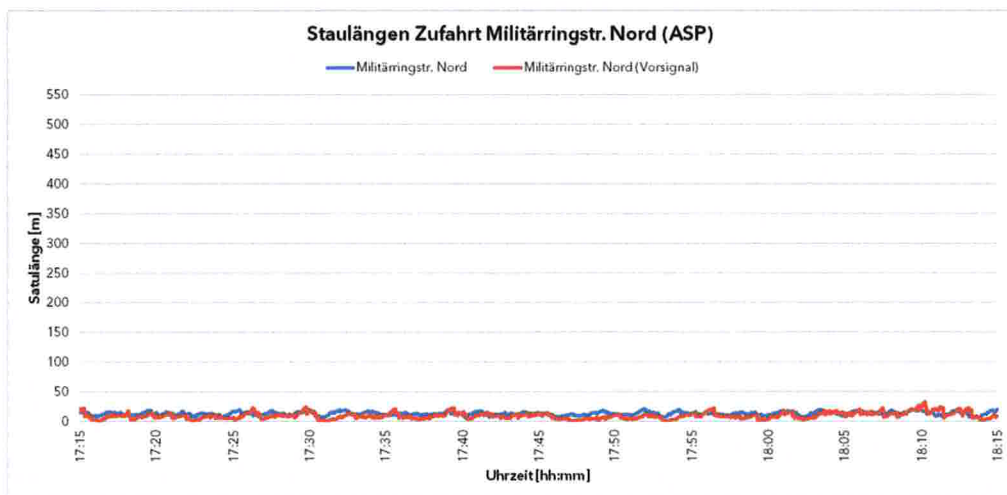


Abbildung 45: Staulängenentwicklung Militärringstr. Nord Prognoseplanfall 3, Abendspitze

Es kommt wie bereits in der ersten und zweiten Variante des Prognoseplanfalls zu keinen signifikanten Rückstaus. Die mittlere, maximale Rückstaulänge beträgt 21 m sowie auf Höhe der Haltelinie des Vorsignals aus dem Bestand 32 m.

Die Auswertungen der Reisezeiten für den Fuß- und Radverkehr werden in der Zusammenfassung betrachtet.

## 5.8 Zusammenfassung der Simulationsergebnisse

Nachfolgend ist die Zusammenfassung der Auswertung der mittleren Verlustzeiten tabellarisch sowie grafisch dargestellt. In der Tabelle 4 sind zusätzlich zu den mittleren Verlustzeiten der einzelnen Knotenströme auch der schlechteste Wert sowie der gewichtete Mittelwert angegeben. Der fett gedruckte Wert gibt den Planfall mit der minimalen Verlustzeit an.

Knotenstrom	Mittlere Verlustzeit Morgenspitze [s]					Mittlere Verlustzeit Abendspitze [s]				
	Analysefall	Prognose-nullfall	Prognose-planfall 1	Prognose-planfall 2	Prognose-planfall 3	Analysefall	Prognose-nullfall	Prognose-planfall 1	Prognose-planfall 2	Prognose-planfall 3
Strom 1: West > Nord	151,3	182,8	55,0	60,3	63,5	192,4	199,8	59,7	60,9	64,5
Strom 2: West > Ost	78,6	107,7	50,6	51,5	52,7	129,7	148,2	50,1	48,7	52,2
Strom 3: West > Süd	90,1	118,5	31,7	45,5	49,1	106,6	112,9	27,5	41,2	40,7
Strom 4: Süd > West	107,5	143,4	57,5	56,4	61,2	107,7	145,6	59,1	64,7	63,1
Strom 5: Süd > Nord	93,4	101,2	51,9	55,4	58,8	79,7	85,9	45,6	50,6	52,1
Strom 6: Süd > Ost*	7,1	10,1	52,9	57,2	61,2	5,8	8,6	43,3	48,2	52,4
Strom 7: Ost > Süd	94,5	109,2	41,3	46,3	45,4	93,0	114,1	39,9	41,6	46,1
Strom 8: Ost > West	94,9	112,3	41,6	42,4	43,6	118,9	146,4	39,8	42,0	46,9
Strom 9: Ost > Nord	109,7	124,8	26,3	31,0	36,7	154,7	183,5	30,4	35,2	41,0
Strom 10: Nord > Ost	126,7	175,8	58,2	62,1	67,5	135,2	155,2	56,9	63,3	65,5
Strom 11: Nord > Süd	122,8	173,8	33,9	37,4	38,6	154,8	186,3	43,4	45,9	49,4
Strom 12: Nord > West	124,7	166,0	34,7	36,7	38,8	156,1	187,2	42,8	46,0	50,1
Gewichteter Mittelwert	91,8	114,3	45,3	47,8	49,7	119,6	139,7	44,8	47,0	50,8
Maximale Verlustzeit	151,3	182,8	58,2	62,1	67,5	192,4	199,8	59,7	64,7	65,5

\* im Bestand ist dieser Strom ein freier Rechtsabbieger.

Tabelle 4: Vergleich der mittleren Verlustzeiten



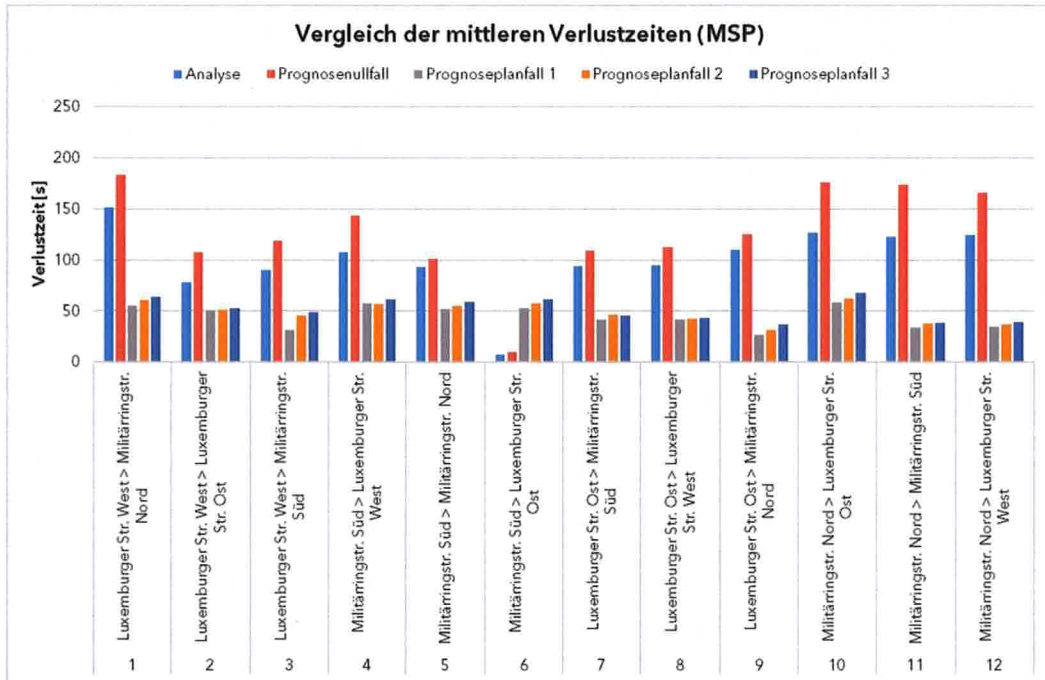


Abbildung 46: Vergleich der mittleren Verlustzeiten, Morgenspitze

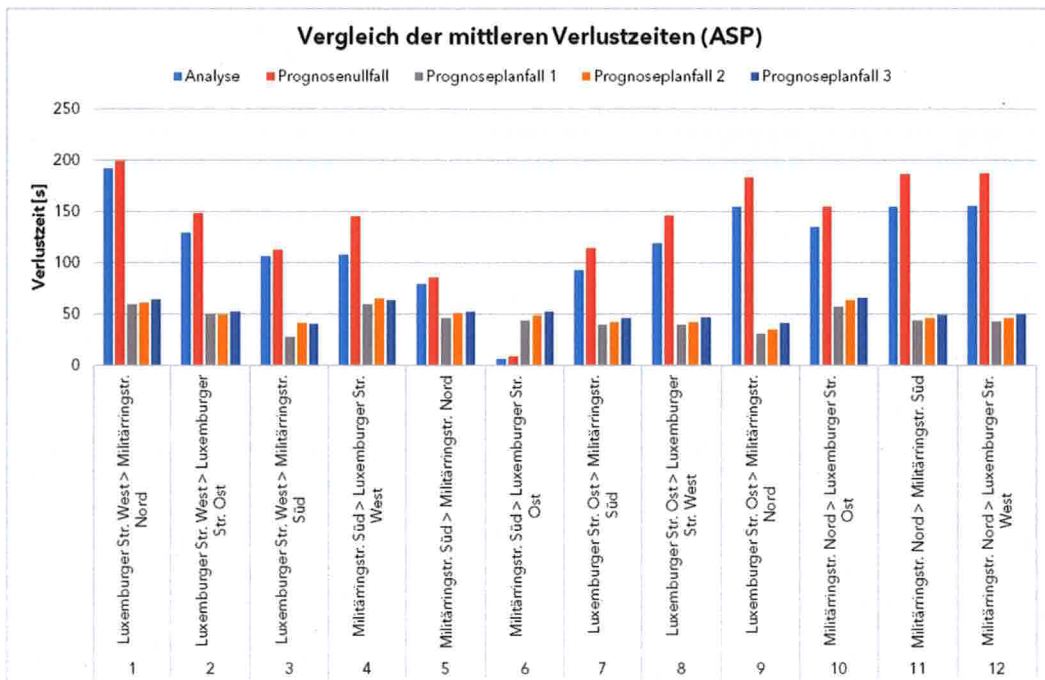


Abbildung 47: Vergleich der mittleren Verlustzeiten, Abendspitze

Der Prognosenullfall weist aufgrund der höheren Verkehrsbelastungen auch höhere Verlustzeiten auf. Durch den Umbau des Knotenpunkts reduzieren sich diese jedoch deutlich.

Der Knotenstrom 6 wird gegenüber dem Bestand, bei dem hier ein freier Rechtsabbieger vorliegt, signalisiert, sodass es dort zu höheren Verlustzeiten kommt. Der Knotenstrom 3 wird in den Prognoseplanfällen ebenfalls signalisiert, jedoch liegt hier im Bestand kein separater Rechtsabbiegefahrstreifen vor. Dies führt dazu, dass die Rechtsabbieger ebenfalls vom Rückstau des Geradeausfahrstroms betroffen sind und sich die Verlustzeit in den Prognoseplanfällen deutlich reduziert. Durch den Entfall der Dreiecksinsel in den Varianten 2 und 3 sowie den entsprechenden Anpassungen in der Signalisierung kommt es dort im Vergleich zur ersten Variante zu etwas höheren Verlustzeiten.

Bezogen auf die mittleren Verlustzeiten sowie die entsprechenden Verkehrsqualitäten in den Spitzenstunden stellt die erste Variante des Prognoseplanfalls die Vorzugsvariante dar.

Die folgenden Abbildungen zeigen die Zusammenfassung der Staulängen- auswertung für die Morgen- und die Abendspitze bezogen auf die mittlere, maximale Rückstaulänge. Im Ergebnis kann festgehalten werden, dass hier ebenfalls in der ersten Variante des Prognoseplanfalls die geringsten Rückstaulängen auftreten und diese somit die Vorzugsvariante darstellt. Dies korrespondiert auch mit den Ergebnissen der Verlustzeiteauswertung.

Die Auswertungen der mittleren Rückstaulänge sowie des 95. Perzentils liefern selbiges Ergebnis. Diese können dem Anhang entnommen werden.

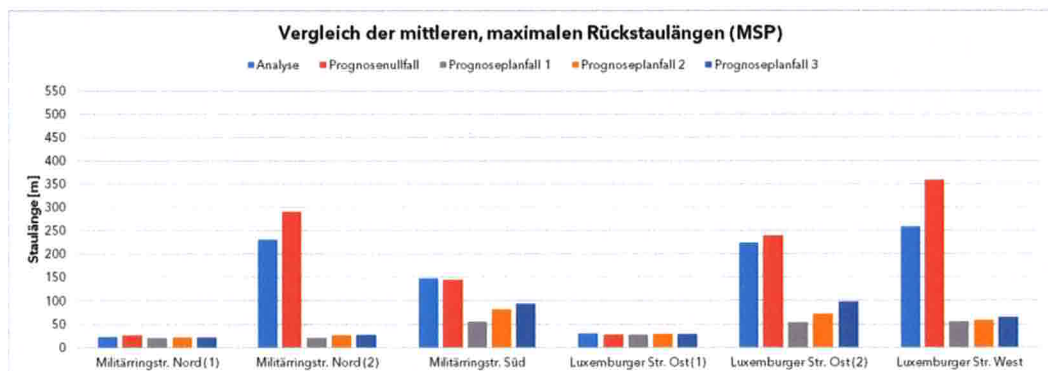


Abbildung 48: Vergleich der mittleren, maximalen Rückstaulängen, Morgenspitze

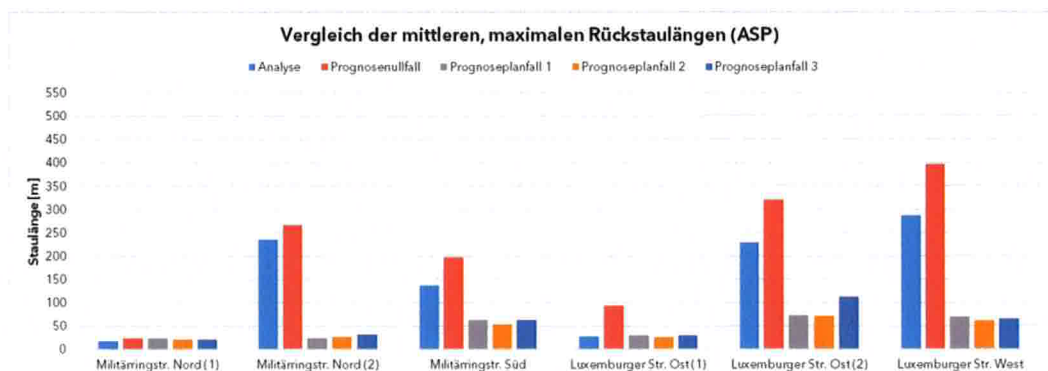


Abbildung 49: Vergleich der mittleren, maximalen Rückstaulängen, Abendspitze

## 6 Auswirkungen auf den Fuß- und Radverkehr

### 6.1 Ausgangslage

Die aufgeführte Planung für Radfahrer und Fußgänger wurden durch die Stadt Köln als unzureichend angesehen. Aufgrund der Einwände wurden durch StraßenNRW zwei Varianten zur Änderung des Radverkehrs vorgestellt. Die Problematik der Rechtsabbiegerstreifen mit Dreiecksinsel entspricht den Vorgaben der Richtlinie für die Anlage von Straßen. Bei der optimierten Planung (Variante 1) ist vorgesehen, dass die Fußgänger und Radfahrer mittels Signalisierung über die gesonderten Rechtsabbiegerstreifen mit Dreiecksinsel geführt werden.

Die Stadt Köln fordert nach wie vor, dass die geplanten Führungen der Rechtsabbiegestreifen mit Dreiecksinsel entfallen. Hintergrund der Forderung sind Vorgaben aus Politik und Stadtgesellschaft, wonach sämtliche freie Rechtsabbieger im Kölner Stadtgebiet verkehrssicher gestaltet werden oder gänzlich entfallen sollen. Dies gilt auch für Neuplanungen. Hintergrund sind schwerwiegende Unfallhäufungen die in mehreren Fällen tödlich ausgingen. Im Rahmen von Optimierungen oder Umplanungen sind Komforteinbußen zu Lasten des Fuß- und Radverkehrs, wie zum Beispiel längere Wartezeiten zu vermeiden. Diese werden erfahrungsgemäß nicht akzeptiert. Darüber hinaus wird auf die Bedeutung des Knotens für den Radverkehr verwiesen, da künftig mit sehr großer Wahrscheinlichkeit ein Radschnellweg aus Hürth anschließen wird.

Aus diesem Grund sind zwei weitere Varianten geplant worden, die Variante 2 weist dabei nur noch eine kleinere Dreiecksinseln im Bereich der Luxemburger Straße auf die Militärring Straße in FR Westen auf. Die Variante 3 kommt vollständig ohne Dreiecksinseln aus. Die Ergebnisse für den Kfz-Verkehr wurden bereits vorgestellt.

Grundsätzlich gilt gem. RASt, dass Mittelinseln das Unfallrisiko verringern und die Fahrbahnquerung erleichtern, da immer nur eine Fahrtrichtung zu beachten ist. Sie sollten in möglichst direkter Verbindung der häufigsten Fußgängerüberquerungslinien liegen, da eine Konzentration auf die Insel, wie auch auf andere punktuelle Überquerungsstellen, ohne Eingriff in die Freizügigkeit der Fußgängerbewegungen nicht zu erwarten ist. Dreiecksinseln in Verbindung mit Rechtsabbiegern ohne Signalisierung sind aus Gründen der problematischen Führung von Fuß- und Radfahrern nur in Ausnahmefällen zuzuwenden. Von großer Bedeutung sind kurze Ampelwartezeiten, da Fußgänger die Straßenquerungen in einem Zug bevorzugen. Sie haben zum Ziel, den Weg mit möglichst geringen Reise- oder Verlustzeiten und einer möglichst kleinen Anzahl an Halten zurückzulegen (Nutzeroptimum). Daher sollen die Unterschiede der Warte- und Verlustzeiten für den Fuß- und Radverkehr im Vergleich zur Analyse rausgestellt und bewertet werden.



## 6.2 Ergebnisse der Mikrosimulation

Nachfolgend wird die zusammenfassende Auswertung der Reisezeiten im Fuß- und Radverkehr beschrieben. Da die Streckenlänge der Reisezeitmessung aufgrund der Umbauplanungen zwischen den einzelnen Fällen variiert, können die Reisezeiten nicht direkt miteinander verglichen werden. Um ein vergleichbares Bild zu erhalten, wurden daher aus der Reisezeitmessung sowie der Streckenlänge die mittleren Geschwindigkeiten bestimmt. Diese sind in den nachfolgenden zwei Abbildungen für die Morgen- und Abendspitze dargestellt.

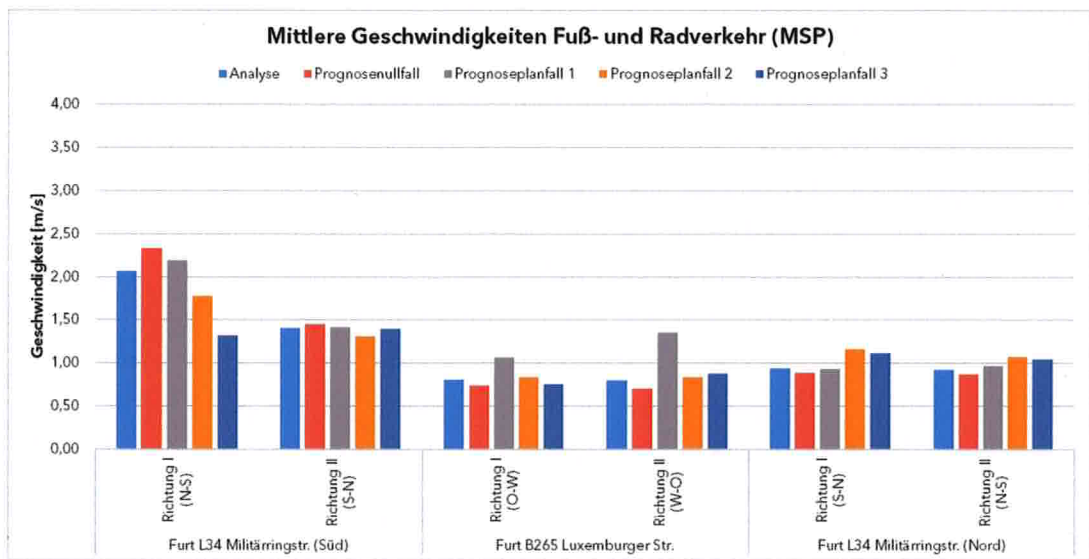


Abbildung 50: Vergleich der mittleren Geschwindigkeiten Fuß- und Radverkehr, Morgenspitze

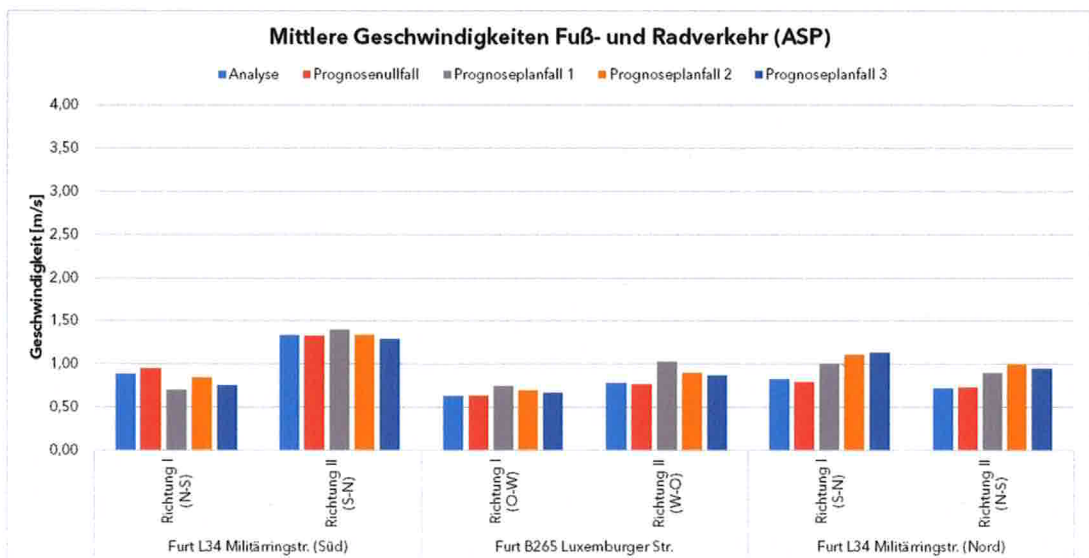


Abbildung 51: Vergleich der mittleren Geschwindigkeiten Fuß- und Radverkehr, Abendspitze

Anzumerken ist, dass die Reisezeit von der Eintrittszeit des Fußgänger- und des Radfahrers in das Simulationsmodell abhängt. Bei geringem Fuß- und Radverkehrsaufkommen kommt es daher im Mittel über die Spitzenstunde zu Schwankungen zwischen den einzelnen Fällen.

Bei der Betrachtung des Fuß- und Radverkehrsaufkommens (vgl. Tabelle 5) fällt beispielsweise auf, dass die Furt L34 Militärringstraße (Süd) in südlicher Gehrichtung (RI) ein Verkehrsaufkommen von 3 Radfahrern aufweist. Auf den einzelnen Messungen liegt somit ein wesentlich größeres Gewicht bei dem gewichteten Mittelwert, das zu den in Abbildung 50 gezeigten Schwankungen zwischen den Fällen führt. In der Abendspitze liegt ein höheres Aufkommen vor und es ist erkennbar, dass das Geschwindigkeitsniveau in allen Fällen nicht sehr stark voneinander abweicht. Das im Vergleich zur Morgenspitze generell niedrigere Niveau ergibt sich ebenfalls aus dem Verkehrsaufkommen. In der Morgenspitze besteht das Verkehrsaufkommen vollständig aus Radfahrern, die in der Simulation eine Wunschgeschwindigkeit von 15 km/h zugewiesen bekommen. In der Abendspitze gliedert sich das Verkehrsaufkommen nahezu zur Hälfte in Fußgänger und nahezu zur Hälfte in Radfahrer. Aufgrund der Geschwindigkeitsdifferenz zwischen Fußgänger und Radfahrer kommt es dann zu dem allgemeinen, niedrigeren Geschwindigkeitsniveau.

Furt	Gehrichtung	Signalgruppe	Morgenspitze			Abendspitze		
			Fußgänger	Radfahrer	Gesamt	Fußgänger	Radfahrer	Gesamt
L34 Militärringstr. (Süd)	RI	FR14, FR13	0	3	3	14	16	30
	RII		0	34	34	1	23	24
B265 Luxemburger Str.	RI	FR15, FR15.2, FR13	1	20	21	8	28	36
	RII		0	13	13	2	32	34
L34 Militärringstr. (Nord)	RI	FR1, FR1.2	5	34	39	2	32	34
	RII		5	31	36	20	68	88

Tabelle 5: Vergleich Fuß- und Radverkehrsaufkommen

Basierend auf dem Verkehrsaufkommen ist ersichtlich, dass die Abendspitze für den Fuß- und Radverkehr maßgebend ist. Daher erfolgt der Vergleich der Auswertungen ebenfalls nur für die Abendspitze.

Insgesamt kann festgehalten werden, dass es beim Geschwindigkeitsniveau zu keinen starken Abweichungen kommt. Gerade für die Furten B265 Luxemburger Straße und L34 Militärringstraße (Nord) ist jedoch erkennbar, dass aufgrund des Umbaus tendenziell höhere Geschwindigkeiten und entsprechend geringere Reisezeiten erreicht werden. Diese resultieren insbesondere aus der Unterführung der Bahnlinie.

Tendenziell steigt die Reisezeit mit der Anzahl der zu überquerenden Furten, wenn diese nicht als Fußgängerüberweg angelegt sind. Dies ist beispielsweise bei der Furt L34 Militärringstraße (Nord) erkennbar. In der ersten Variante des Prognoseplanfalls liegen dort zwei Furten, die mit den Signalgruppen FR1 und FR1.2 signalisiert werden, vor, sodass das Geschwindigkeitsniveau geringfügig niedriger ist als bei den Varianten 2 und 3. Dort liegt lediglich die mit der Signalgruppe FR1 signalisierte Furt vor.

### 6.3 Zusammenfassung der Ergebnisse

Während sich in der Mikrosimulation für den Kfz-Verkehr für den Planfall 1 die geringsten Verlustzeiten und Staulängen ergeben und diese Variante gegenüber den Varianten 2 und 3 als Vorzugsvariante angesehen werden kann, stellt sich diese Variante für den Fuß- und Radverkehr aufgrund der Anzahl der zu überquerenden Furten nicht als optimalste Variante dar. Ziel der Untersuchung soll es sein, sowohl den Kfz-Verkehr als auch den Rad- und Fußverkehr verträglich umzusetzen. Für den Rad- und Fußverkehr stellen sich die Varianten 2 und 3 aufgrund der geringeren Anzahlen an Furten besser dar. Grundsätzlich sind die Unterschiede jedoch sehr gering. Für den Kfz-Verkehr stellen sich alle Varianten als leistungsfähig dar, dementsprechend kann bei der Umsetzung der Fuß- und Radverkehr so berücksichtigt werden, dass die sicherste Variante gewählt wird.

Anzumerken ist hier, dass es in der endgültigen LSA-Planung aufgrund von anderen Phasendefinitionen und somit anderen Freigabezeiten zu Abweichungen bei den Reisezeiten und entsprechend den Geschwindigkeiten kommen kann.



## 7 Zusammenfassung

Die PTV Group hat im Dezember 2012 im Auftrag des Landesbetriebs Straßenbau Nordrhein-Westfalen eine Verkehrsuntersuchung zum Umbau des Knotenpunktes Luxemburger Straße / Militärringstraße in Köln erstellt. Diese im Vorfeld des Planfeststellungsverfahrens durchgeführte Untersuchung ist aufgrund von Einwänden im Verfahren zu aktualisieren. Insbesondere wird von Einwendern gefragt, ob die in den aktuellen Plandarstellungen enthaltenen Flächen für Fußgänger und Fahrradfahrer ausreichend bemessen sind. Der Landesbetrieb Straßenbau NRW hat die Planung zugunsten größerer Aufstellflächen für Radfahrer und Fußgänger überarbeiten lassen. Anhand der erhobenen Verkehrsmengen für Fußgänger und Radfahrer sind die geplanten Aufstellflächen abschätzungsweise ausreichend dimensioniert.

Im Zuge einer Aktualisierung der o.g. Verkehrsuntersuchung wurde auf Basis einer aktuellen Verkehrserhebung und Anpassung der Verkehrsprognose geprüft, welches Verkehrsaufkommen für den Prognosehorizont 2030 zu erwarten ist und ob der Knoten auf Basis der überarbeiteten Entwurfsplanung weiterhin ausreichend leistungsfähig ist.

Die Ergebnisse zeigen, dass sich die Verkehre beiden Spitzenstunden leistungsfähig abwickeln lassen. In der Morgenspitzenstunde und in der Abendspitzenstunde können mindestens ausreichende Verkehrsqualitäten erreicht werden (QSV = D).

In der nördlichen Zufahrt Luxemburger Straße sind in beiden Spitzenstunden die Längen der Abbiegefahrstreifen in der vorliegenden Planung ausreichend bemessen, so dass die Abbieger nicht in den Grundfahrstreifen stauen. Die Sicherheit gegen Überstauung beträgt 95%. Dies gilt auch für den Rechtsabbiegefahrstreifen in der südlichen Zufahrt Luxemburger Straße. In den übrigen Zufahrten am Knotenpunkt, wo die vorhandenen Aufstelllängen nicht aus der Planung hervorgehen, sollten die erforderlichen Aufstelllängen mindestens entsprechend der ermittelten Stauraumlängen ausgeführt werden. Mit einer Sicherheit von 95 % ist somit gewährleistet, dass die Abbieger nicht den Grundfahrstreifen überstauen.

Allerdings hat die Untersuchung gezeigt, dass in allen Zufahrten die Abbiegefahrstreifen durch Fahrzeuge des Grundfahrstreifens überstaut werden. Eine zusammenfassende Darstellung der erforderlichen Stauraumlängen unter Berücksichtigung der Rückstaulängen der Grundfahrstreifen zeigt die folgende Abbildung.

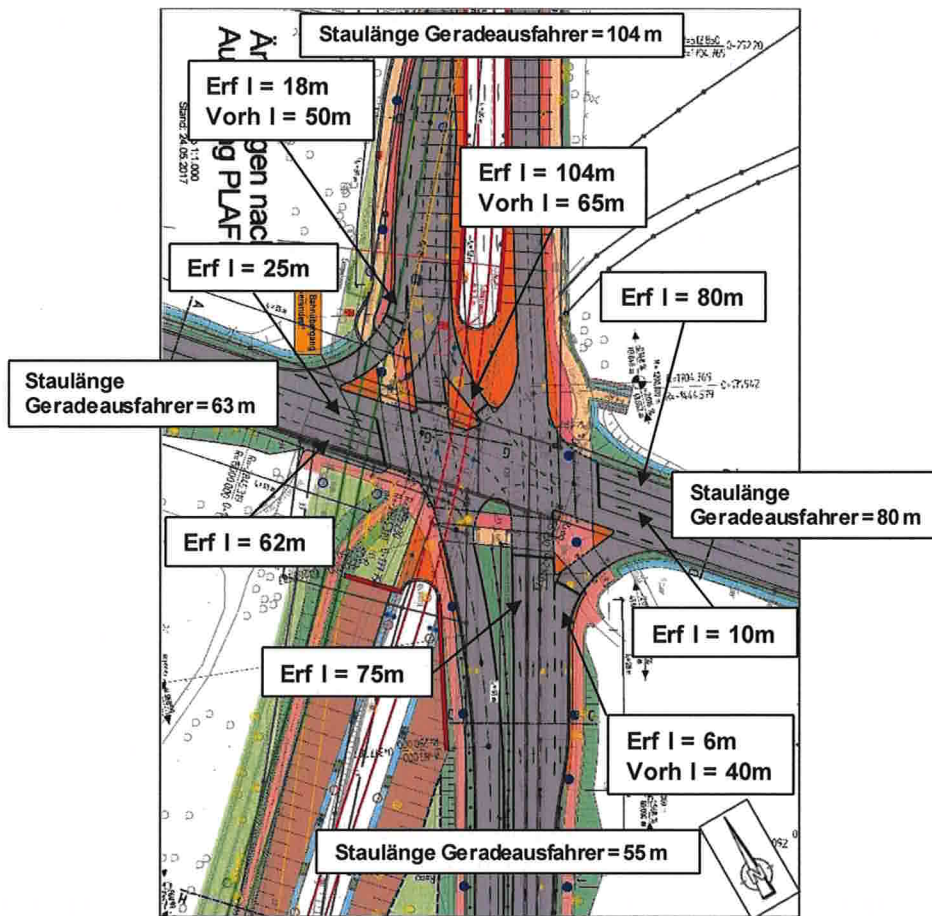


Abbildung 52: Zusammenfassende Darstellung zu den erforderlichen Stauraumlängen

Mit Ausnahme der Rechtsabbiegefahrstreifen auf der Luxemburger Straße und der Linkseinbiegefahrstreifen auf der Militärringstraße ist unter Zugrundelegung der ermittelten erforderlichen Stauraumlängen gewährleistet, dass alle anderen Abbiegefahrstreifen nicht durch Fahrzeuge des Grundfahrstreifens überstaut werden (Sicherheit gegen Überstauung in 95 % der Fälle).

Bei den vor genannten Rechtsabbiegefahrstreifen auf der Luxemburger Straße und der Linkseinbiegefahrstreifen auf der Militärringstraße übersteigt die ermittelte Staulänge der Geradeausfahrstreifen die vorhandenen Aufstelllängen der Abbiegestreifen, so dass es hier zu Überstauungen der Abbiegefahrstreifen durch Fahrzeuge auf dem Grundfahrstreifen kommen kann. Allerdings sind jedoch aufgrund der spürbar geringen Verkehrsmengen bei diesen Abbiegern abschätzungsweise keine nennenswerten Auswirkungen auf die Rückstaulänge für den Grundfahrstreifen zu erwarten. Daher kann davon ausgegangen werden, dass die prognostizierten Verkehre leistungsfähig abgewickelt werden können. Um die Auswirkungen auf den Verkehrsablauf beziffern zu können, bedarf es einer Verkehrsflusssimulation, da diese rechnerisch nicht nachgewiesen werden können.



Daher wurde eine mikroskopische Verkehrsflusssimulation durchgeführt, welche verkehrabhängig durchgeführt wurde, um die Realität am Knotenpunkt bestmöglich abzubilden. Aus der Simulation ergeben sich die nachfolgenden Ergebnisse für den Knotenpunkt „Militärring / Luxemburger Straße“:

- Leistungsfähigkeitsdefizite in der Morgen- und Abendspitze des Analysefalls. Der Linksabbieger der westlichen Zufahrt (Luxemburger Straße) weist dabei die schlechteste Bedienqualität mit einer mittleren Verlustzeit von 151 Sekunden in der Morgenspitze und 192 Sekunden in der Abendspitze auf.
- Leistungsfähigkeitsdefizite in der Morgen- und Abendspitze des Prognosenullfalls. Der Linksabbieger der westlichen Zufahrt (Luxemburger Straße) weist dabei die schlechteste Bedienqualität mit einer mittleren Verlustzeit von 183 Sekunden in der Morgenspitze und 200 Sekunden in der Abendspitze auf.
- Mindestens ausreichende Verkehrsqualitäten für die Morgen- und Abendspitze des Prognoseplanfalls in der ersten Variante. Die prognostizierten Verkehrsbelastungen können somit leistungsfähig abgewickelt werden. In der Morgenspitze weisen die Linksabbieger der nördlichen und südlichen Zufahrt (Militärringstraße) die schlechteste Bedienqualität mit einer mittleren Verlustzeit von 58 Sekunden auf. In der Abendspitze liegt die schlechteste Bedienqualität mit einer mittleren Verlustzeit von 60 Sekunden auf dem Linksabbieger der westlichen Zufahrt (Luxemburger Straße) vor.
- Mindestens ausreichende Verkehrsqualitäten für die Morgen- und Abendspitze des Prognoseplanfalls in der zweiten Variante. Die prognostizierten Verkehrsbelastungen können somit leistungsfähig abgewickelt werden. In der Morgenspitze weist der Linksabbieger der nördlichen Zufahrt (Militärringstraße) die schlechteste Bedienqualität mit einer mittleren Verlustzeit von 62 Sekunden auf. In der Abendspitze liegt die schlechteste Bedienqualität mit einer mittleren Verlustzeit von 65 Sekunden auf dem Linksabbieger der südlichen Zufahrt (Militärringstraße) vor.
- Mindestens ausreichende Verkehrsqualitäten für die Morgen- und Abendspitze des Prognoseplanfalls in der dritten Variante. Die prognostizierten Verkehrsbelastungen können somit leistungsfähig abgewickelt werden. Der Linksabbieger der nördlichen Zufahrt (Militärringstraße) weist dabei die schlechteste Bedienqualität mit einer mittleren Verlustzeit von 67 Sekunden in der Morgenspitze und 65 Sekunden in der Abendspitze auf.

Die Auswertungen der Staulängen korrespondiert ebenfalls mit den ermittelten Verlustzeiten und Verkehrsqualitäten. Bezüglich der Verlustzeiten- und Staulängenauswertung stellt die Variante 1 für den Kfz-Verkehr die Vorzugsvariante dar.

Für den Fuß- und Radverkehr wurden zur Vergleichbarkeit basierend auf den Reisezeitmessungen die mittleren Geschwindigkeiten ermittelt. Zwischen den einzelnen Simulationsfällen kommt es dabei zu keinen großen Abweichungen im



Geschwindigkeitsniveau. Es ist jedoch erkennbar, dass aufgrund der Unterführung der Bahn in den Prognoseplanfällen an der westlichen und südlichen Furt tendenziell höhere Geschwindigkeiten und somit geringere Reisezeiten erreicht werden können. Hier stellen sich die Varianten 2 und 3 als Vorzugsvarianten dar, da die Reisezeiten je überquerende Furt steigt.

Anzumerken ist hier, dass es in der endgültigen LSA-Planung aufgrund von anderen Phasendefinitionen und somit anderen Freigabezeiten zu Abweichungen bei den Reisezeiten und entsprechend den Geschwindigkeiten kommen kann.

Grundsätzlich sind alle drei Planungsvarianten sowohl für den Kfz-Verkehr als auch für den Fuß- und Radverkehr als leistungsfähig einzuschätzen.

## 8 Literaturverzeichnis

- [1] PTV Group, Verkehrsuntersuchung Luxemburger Straße / Militärringstraße - Planfeststellung, Düsseldorf, Dezember 2012.
- [2] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen, Teil S Stadtstraßen, Ausgabe 2015; Köln 2015

## 9 Anlagen

- ▶ Anlage A1: Verkehrserhebung
- ▶ Anlage A2: Verkehrsbelastungsbild Prognose
- ▶ Anlage A3: Leistungsfähigkeitsnachweise HBS 2015
- ▶ Anlage A4: Simulationsergebnisse Analysefall 2017
- ▶ Anlage A5: Simulationsergebnisse Prognosenullfall 2030
- ▶ Anlage A6: Simulationsergebnisse Prognoseplanfall 2030 - Variante 1
- ▶ Anlage A7: Simulationsergebnisse Prognoseplanfall 2030 - Variante 2
- ▶ Anlage A8: Simulationsergebnisse Prognoseplanfall 2030 - Variante 3
- ▶ Anlage A9: Zusammenfassung Simulationsergebnisse
- ▶ Anlage A10: Lärmkennwerte

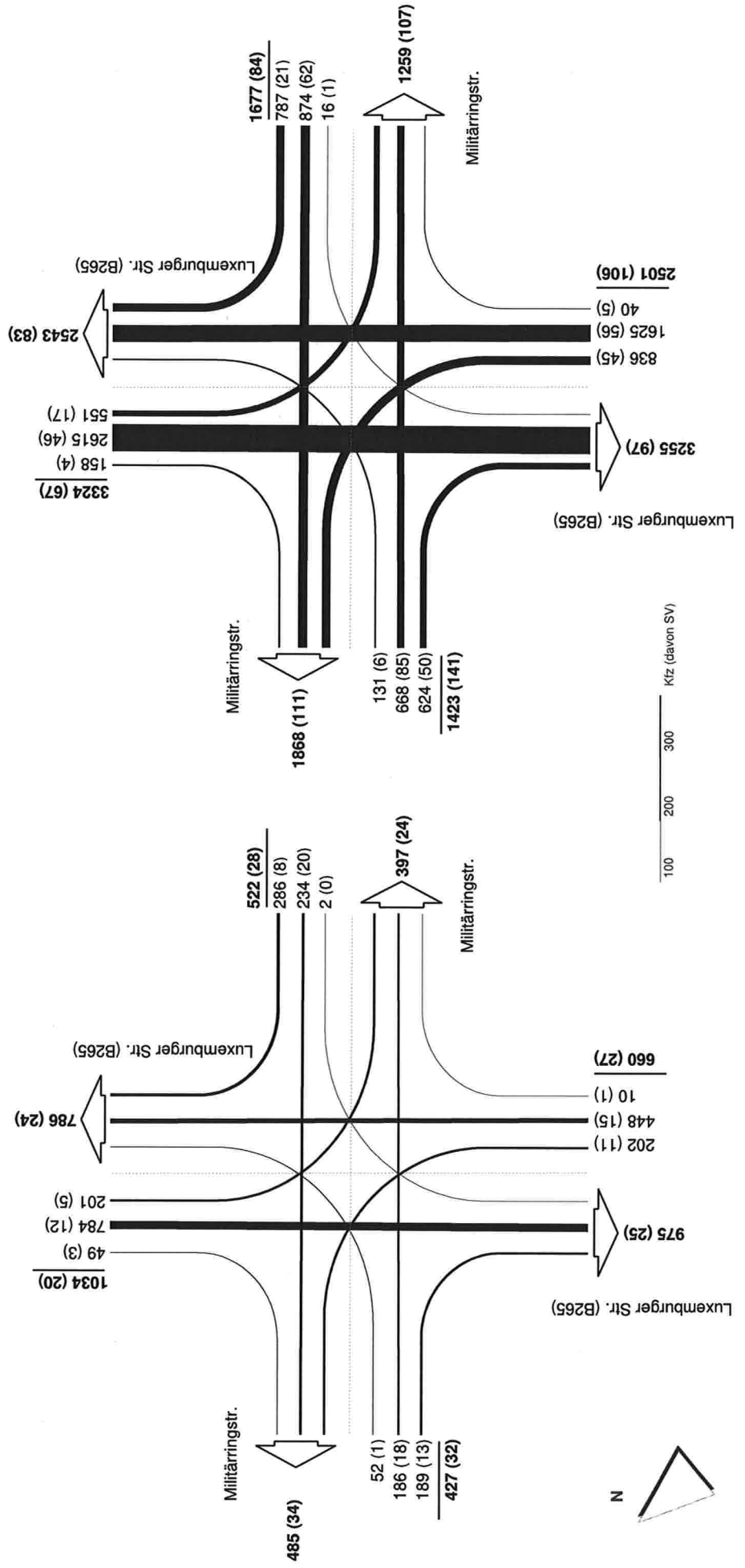


■ **Anlage A1: Verkehrserhebung**

**Knotenstrombelastung - Luxemburger Straße (B265) / Militärringstraße**

**Bestand am 09.05.2017** Morgenspitze  
**Zählzeitraum:** 06:00 - 10:00 Uhr  
**dargestellte Belastungen:** 07:45 - 08:45 Uhr  
**Summe Knotenbelastung:** 2643 Kfz (davon 107 SV)

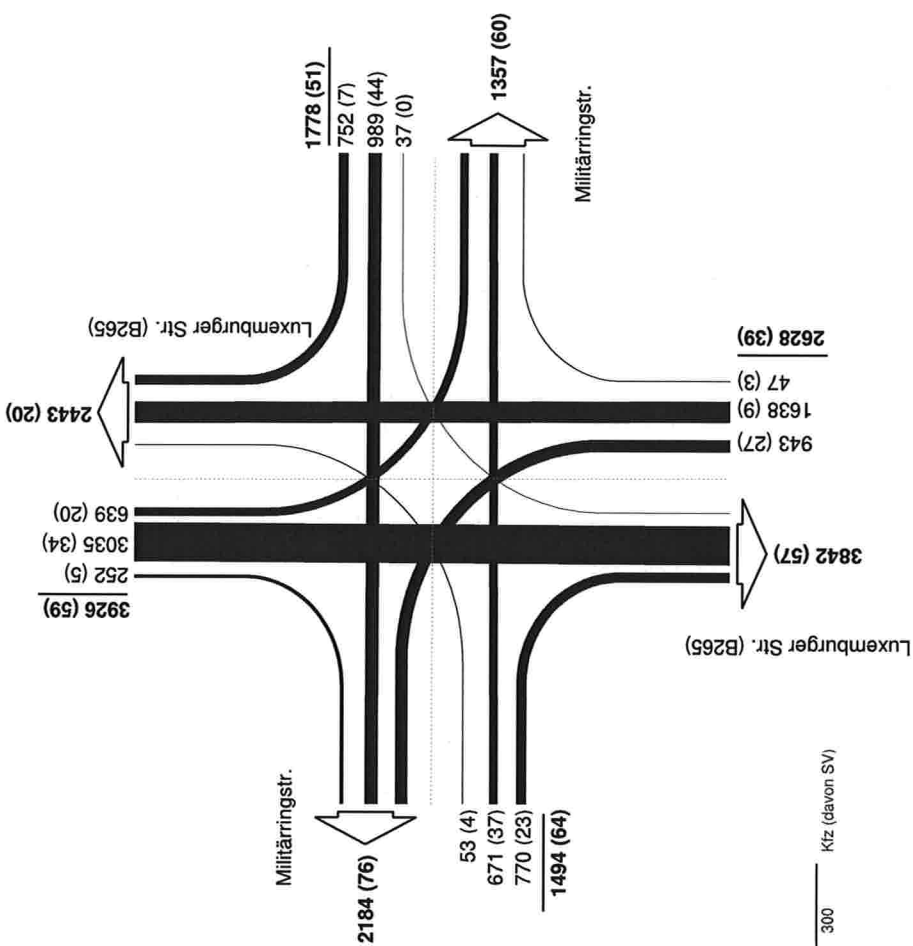
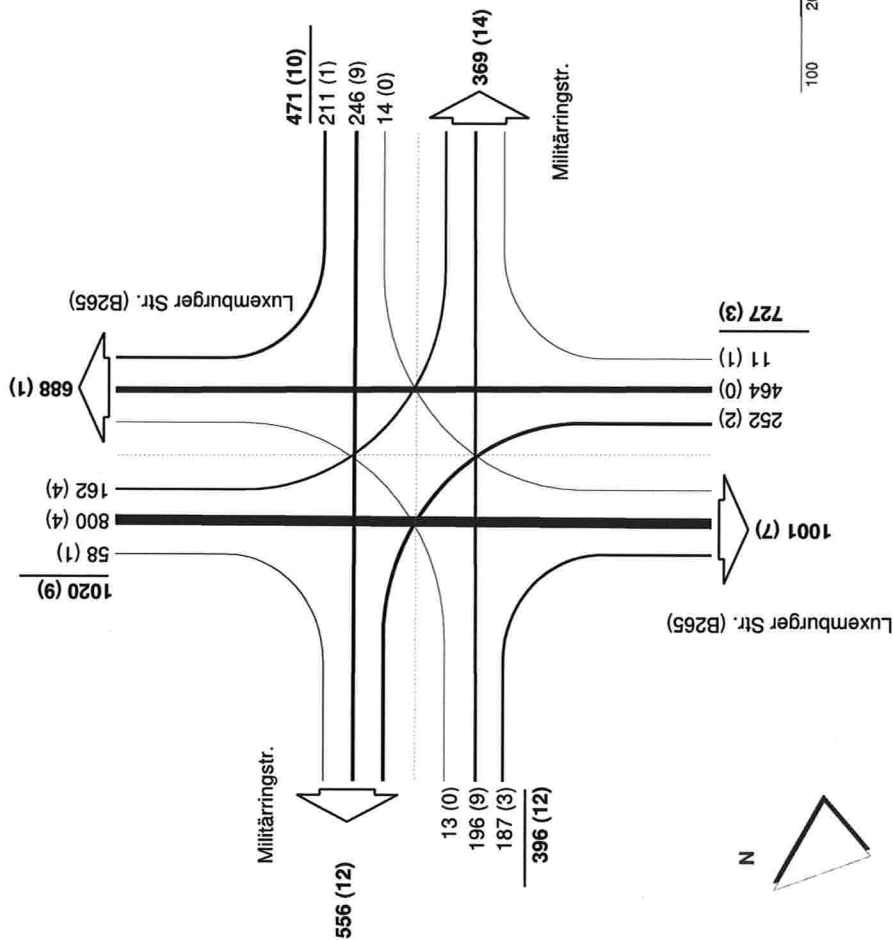
**Bestand am 09.05.2017** 4-h-Block  
**Zählzeitraum:** 06:00 - 10:00 Uhr  
**dargestellte Belastungen:** 06:00 - 10:00 Uhr  
**Summe Knotenbelastung:** 8925 Kfz (davon 398 SV)



**Knotenstrombelastung - Luxemburger Straße (B265) / Militärringstraße**

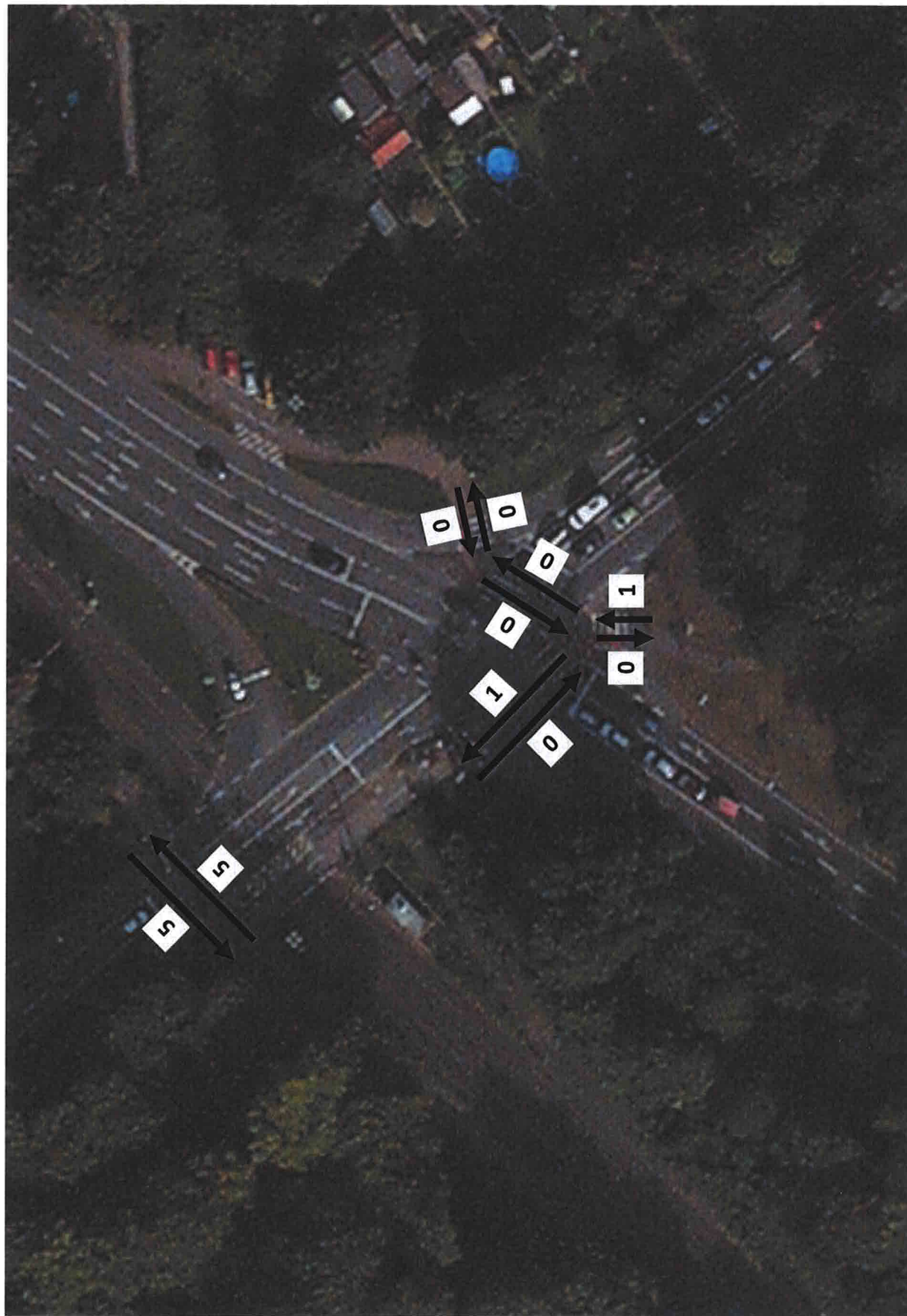
Bestand am 09.05.2017      **Abendspitze**  
 Zählzeitraum:      15:00 - 19:00 Uhr  
 dargestellte Belastungen:      17:15 - 18:15 Uhr  
 Summe Knotenbelastung:      2614 Kfz (davon 34 SV)

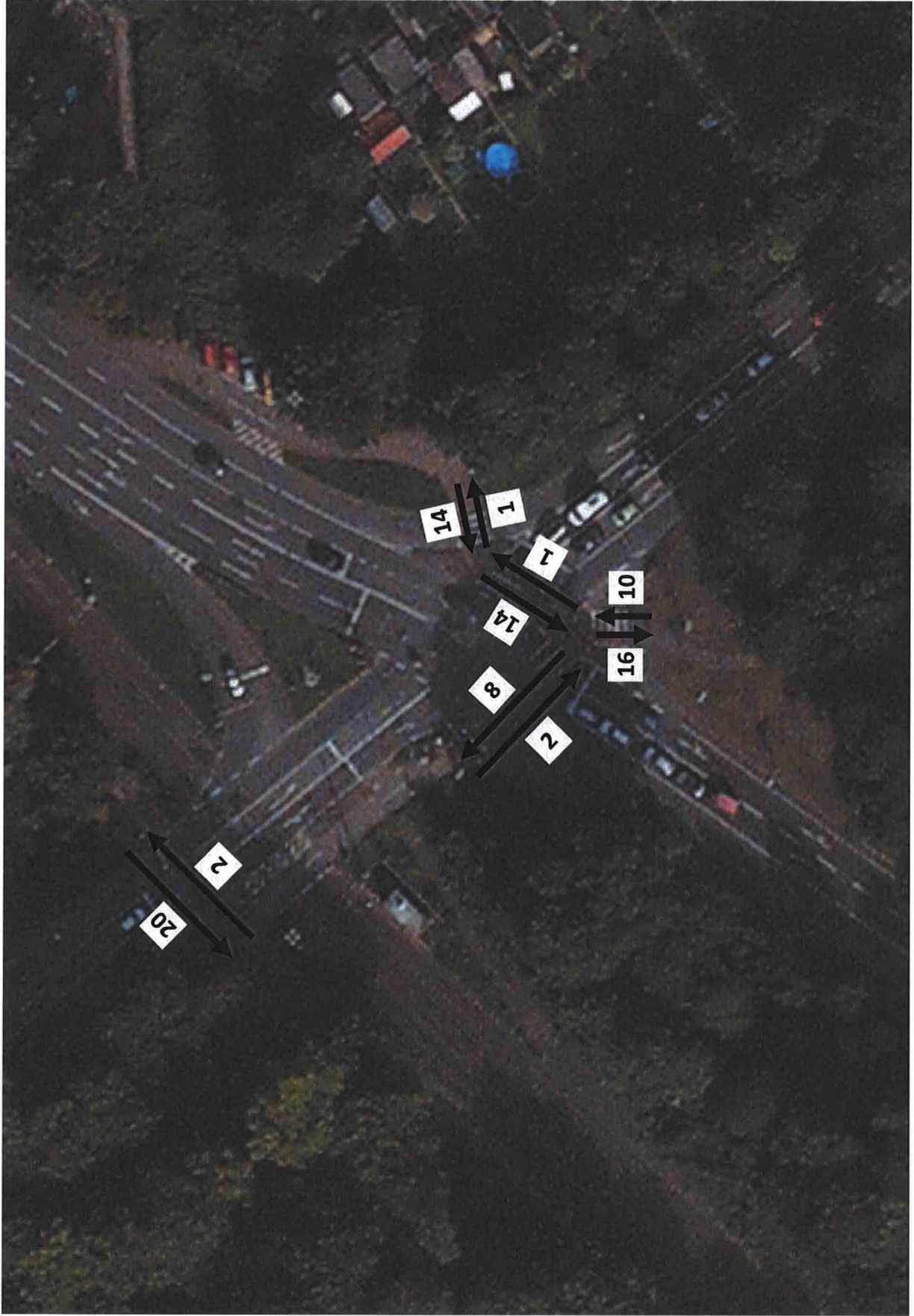
Bestand am 09.05.2017      **4-h-Block**  
 Zählzeitraum:      15:00 - 19:00 Uhr  
 dargestellte Belastungen:      15:00 - 19:00 Uhr  
 Summe Knotenbelastung:      9826 Kfz (davon 213 SV)





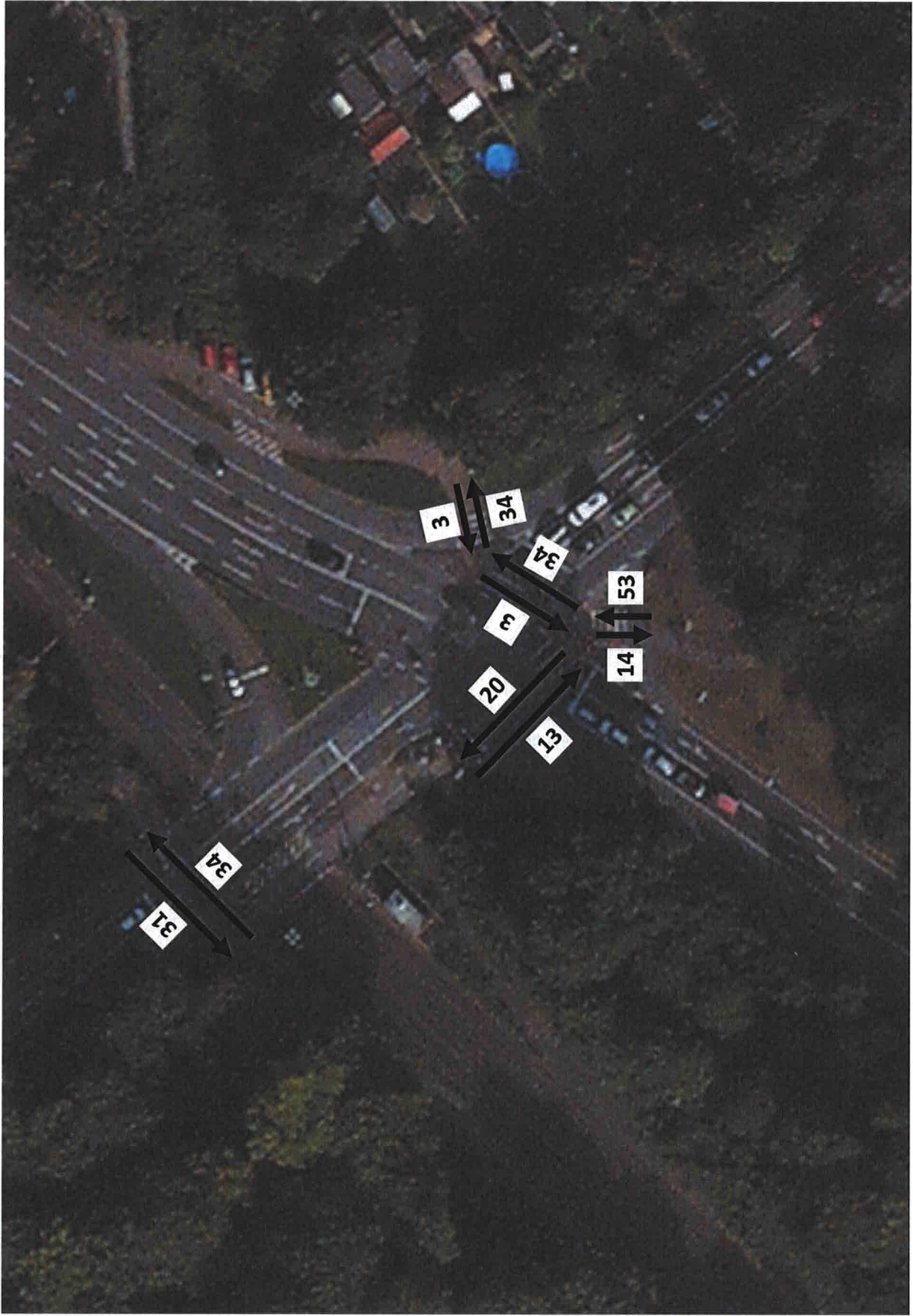
Fußverkehr  
Morgenspitze



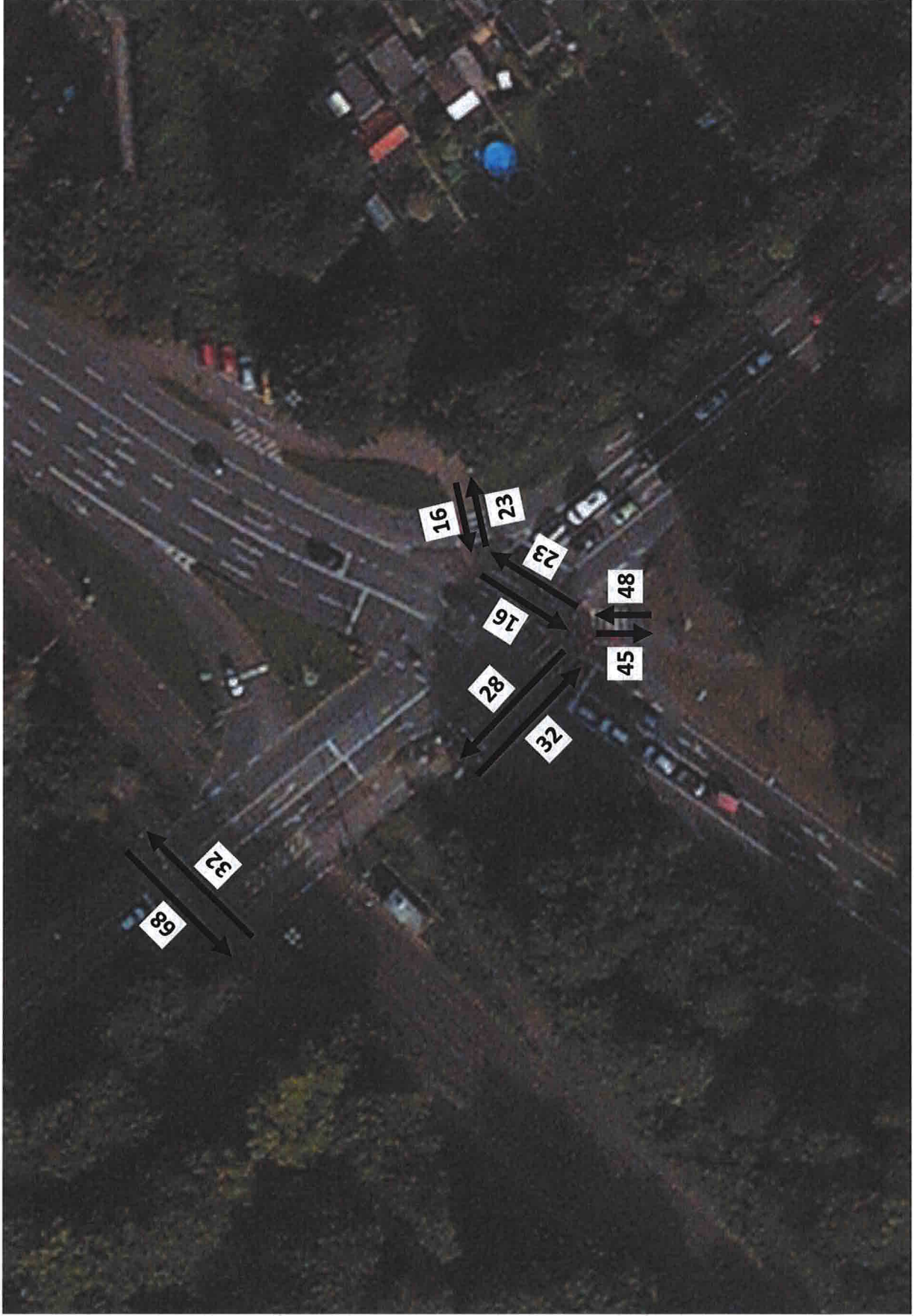


Fußverkehr  
Abendspitze

Radverkehr  
Morgenspitze



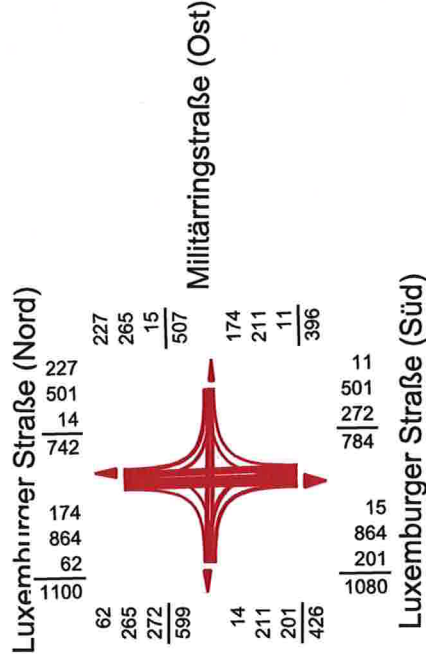
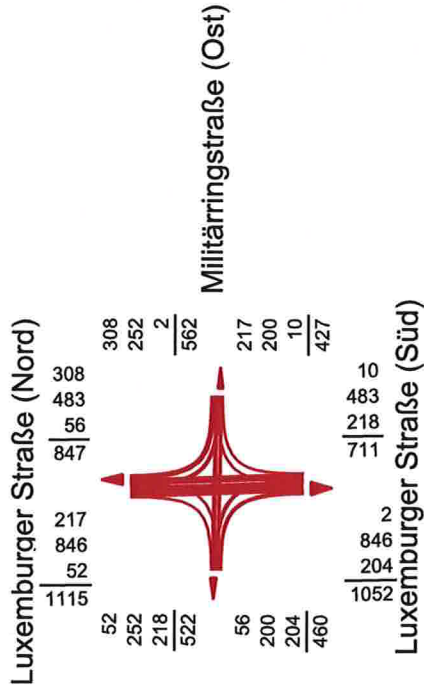




Radverkehr  
Abendspitze

■ **Anlage A2: Verkehrsbelastungsbild Prognose**

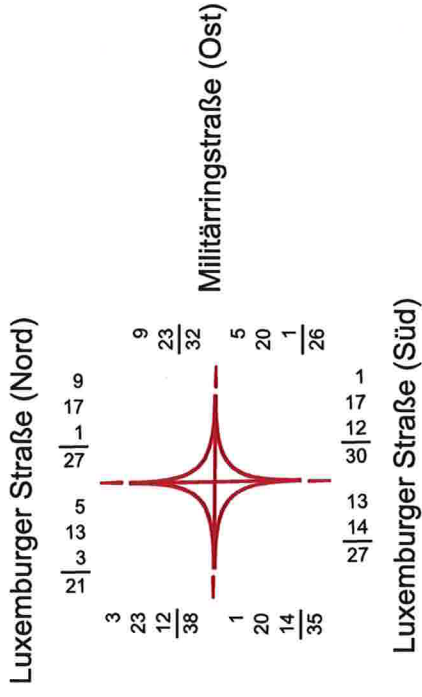
# Militärstraße / Luxemburger Straße



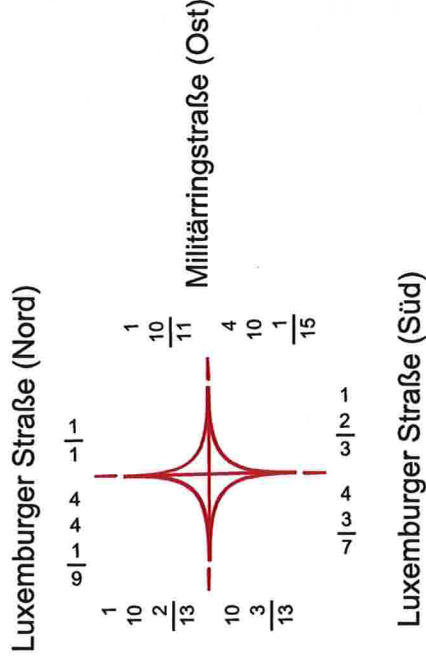


# Militärstraße / Luxemburger Straße

## Morgenspitze Kfz/h



## Nachmittagsspitze Kfz/h



▸ **Anlage A3: Leistungsfähigkeitsnachweise HBS 2015**





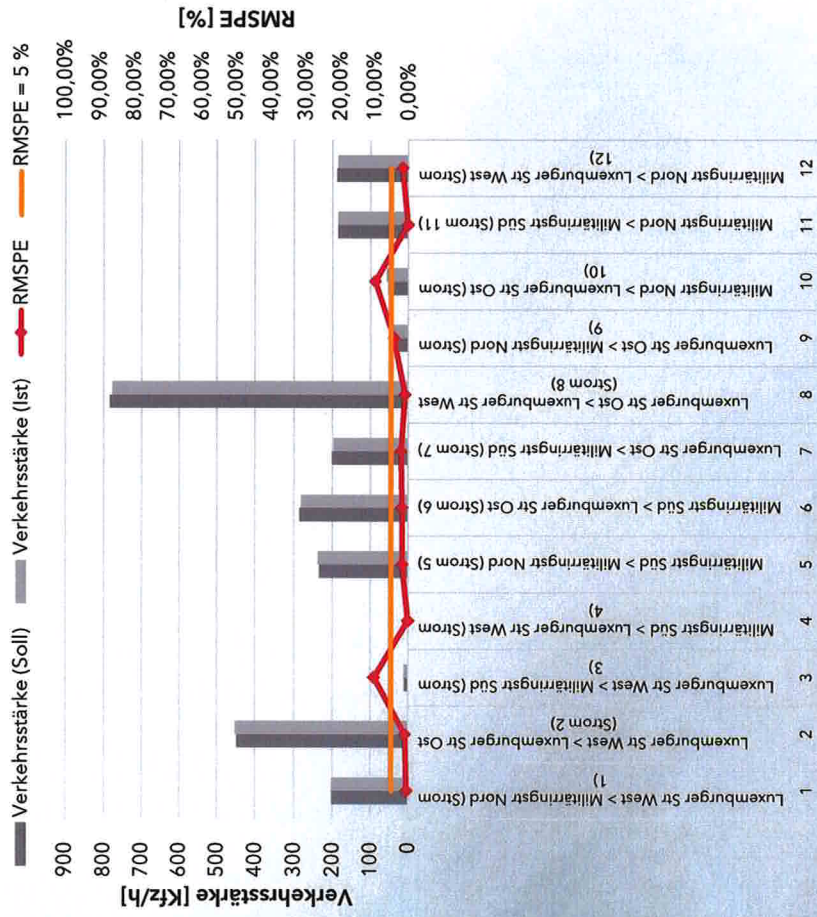


■ **Anlage A4: Simulationsergebnisse Analysefall 2017**

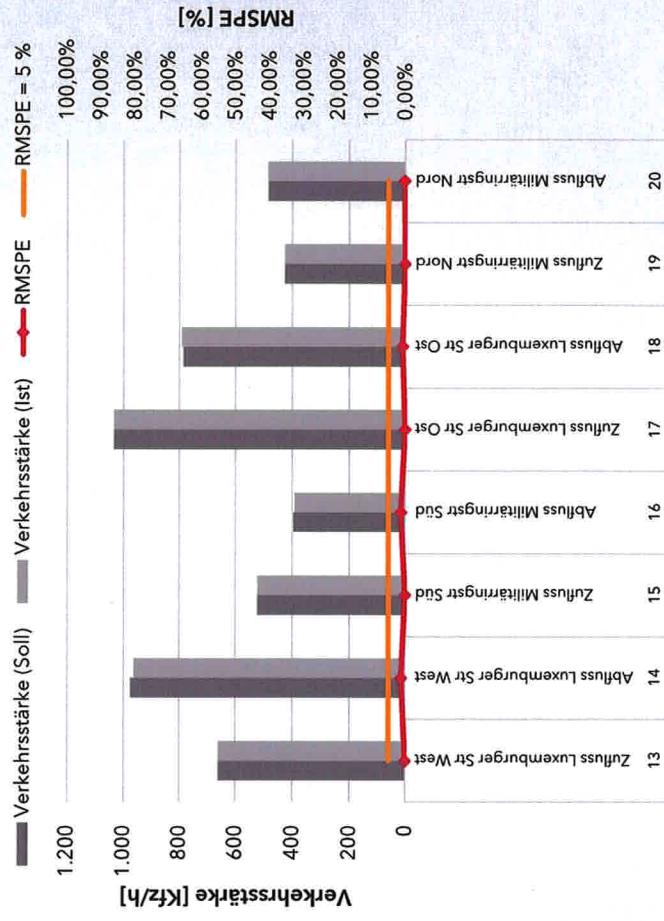
# Analysefall 2017

## Verkehrsmengen Morgenspitze

### Knotenpunktströme



### Zu- und Abflüsse

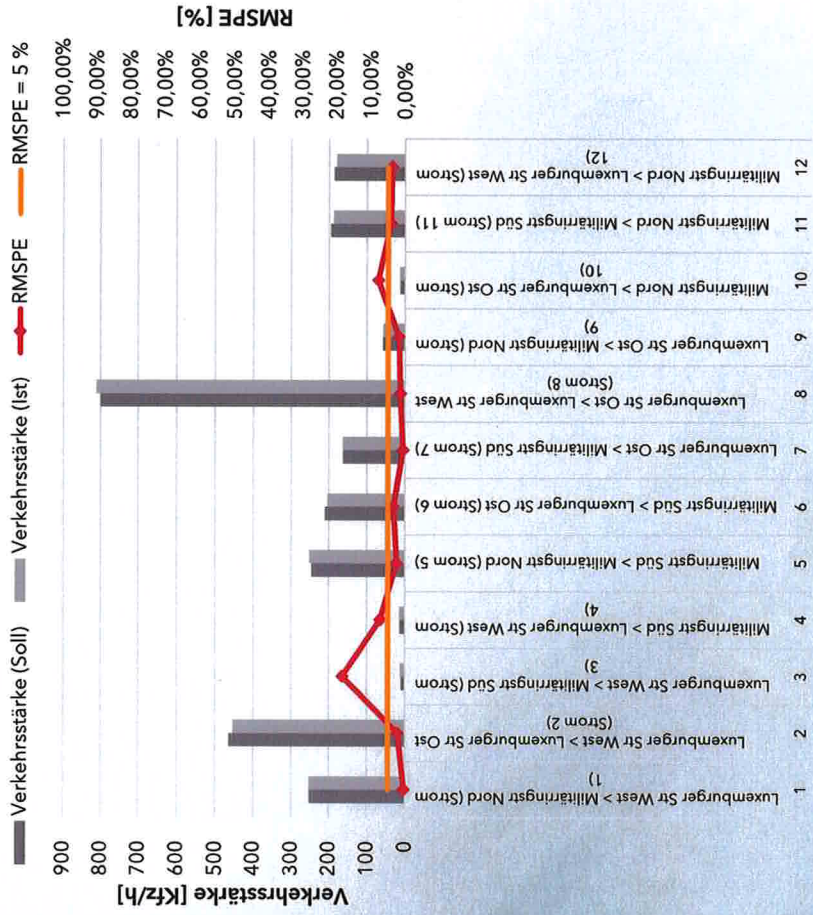




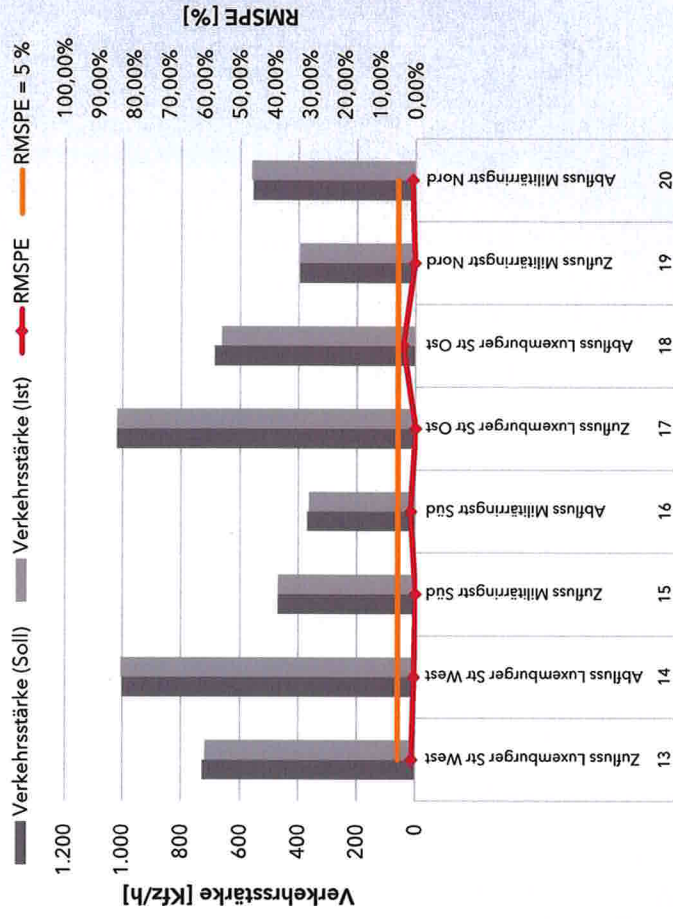
# Analysefall 2017

## Verkehrsmengen Abendspitze

### Knotenpunktströme

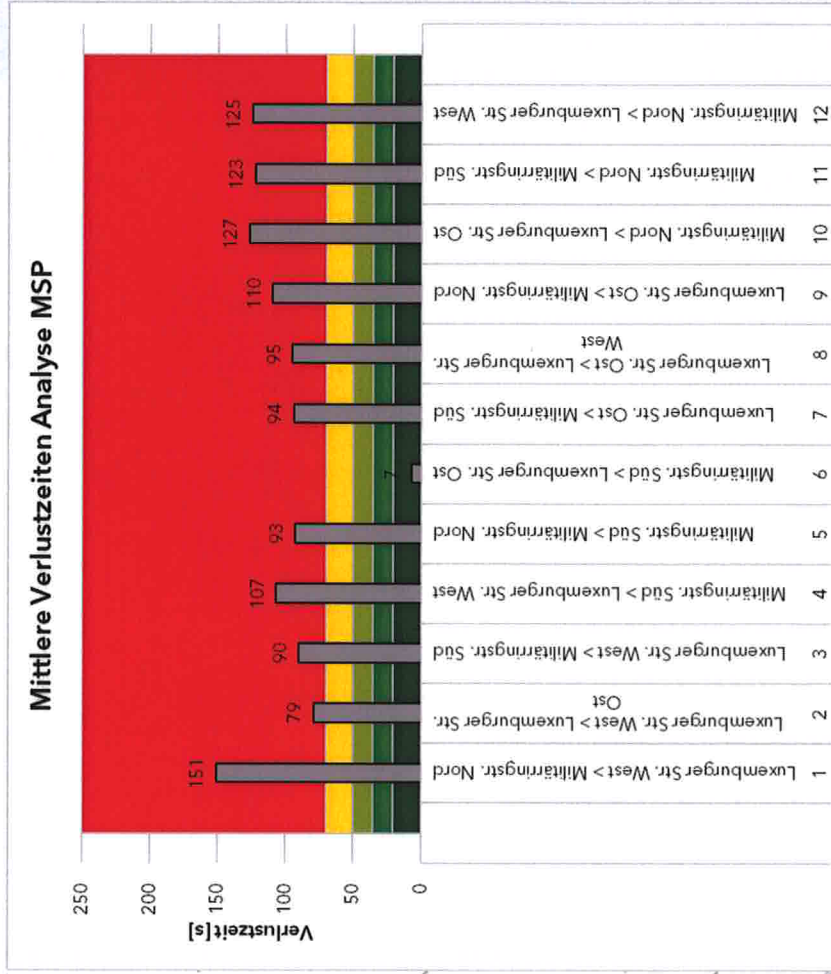
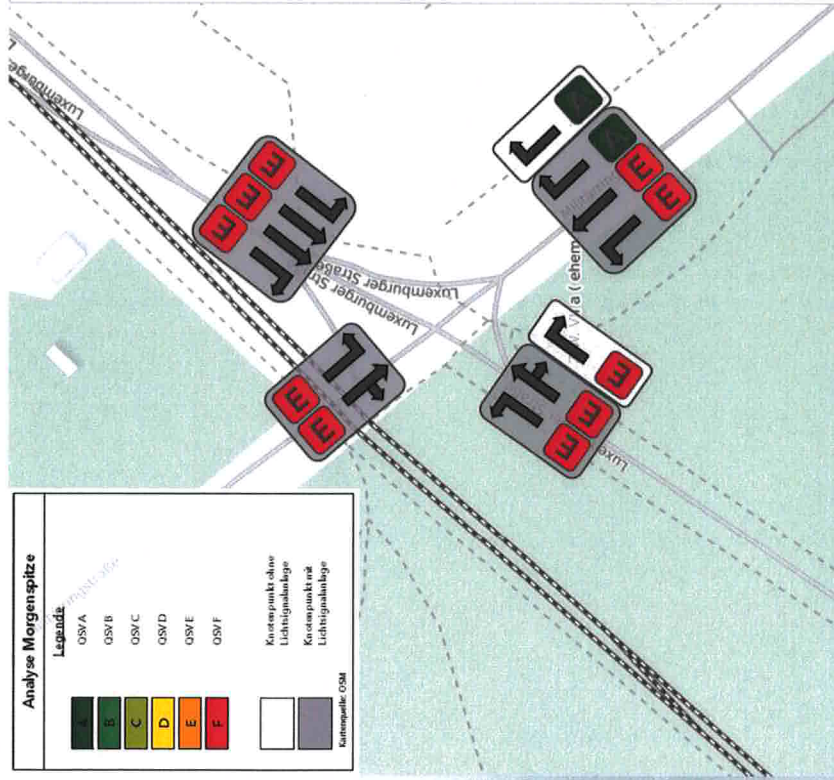


### Zu- und Abflüsse



# Analysefall 2017

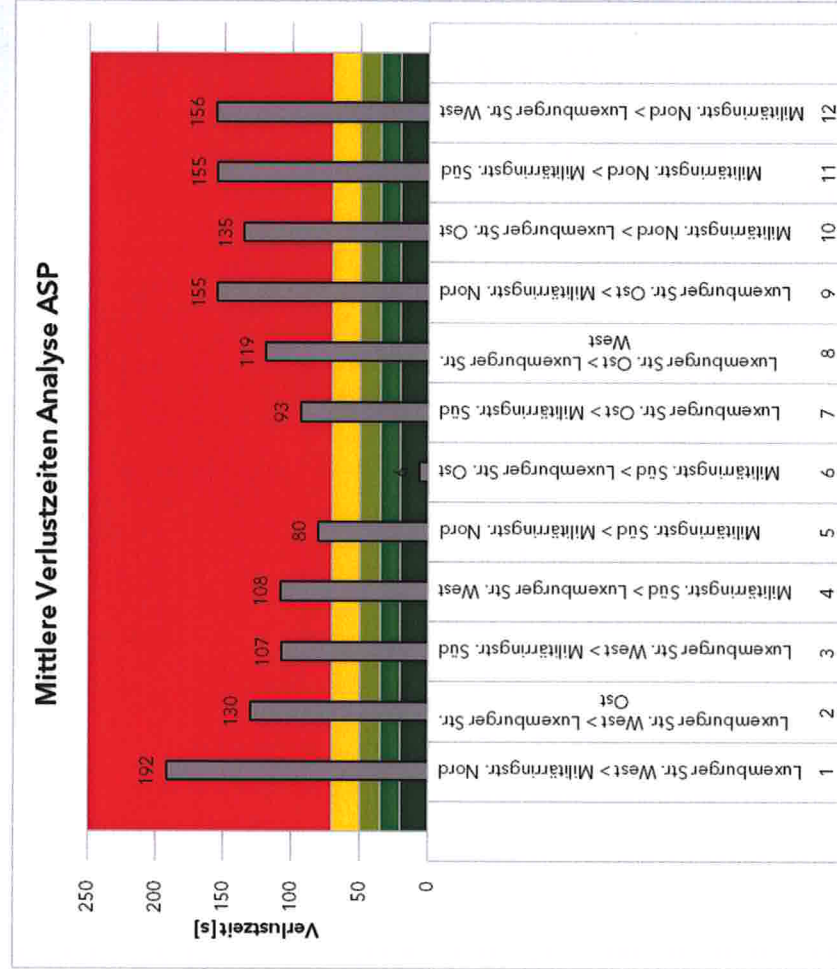
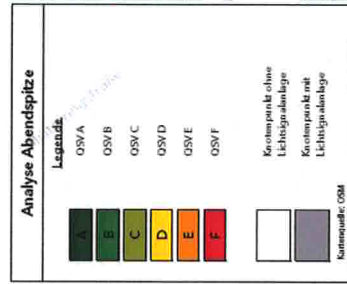
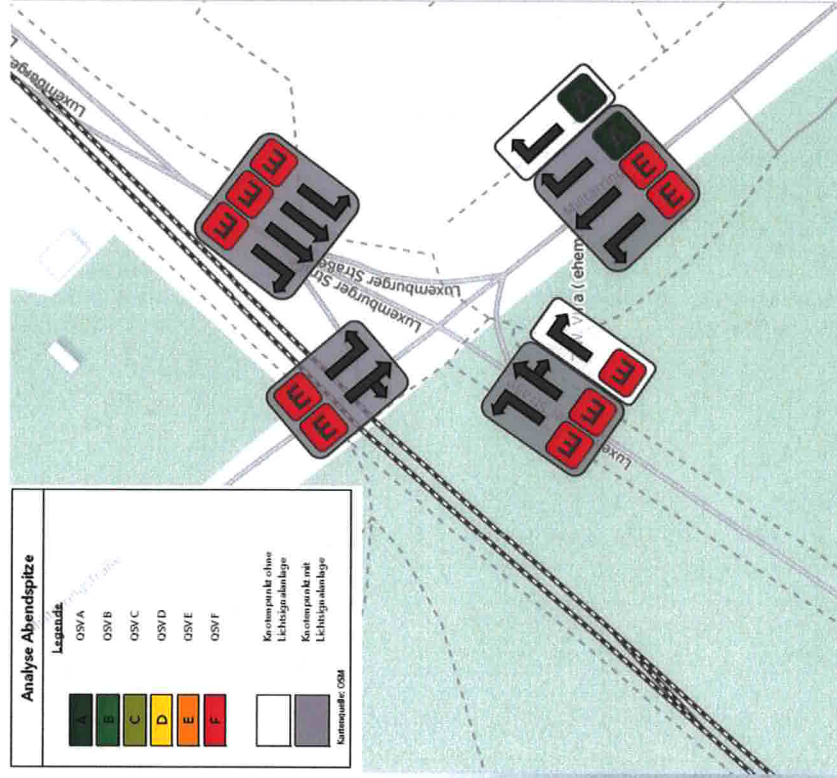
## Verkehrsqualitäten Morgenspitze





# Analysefall 2017

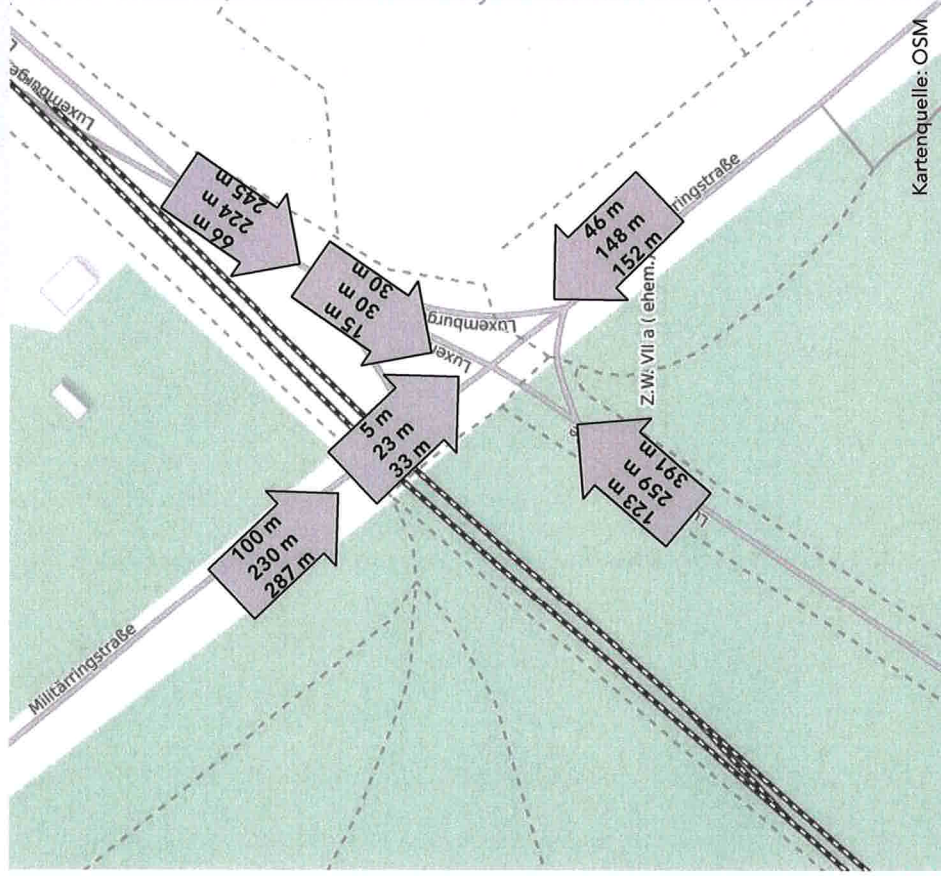
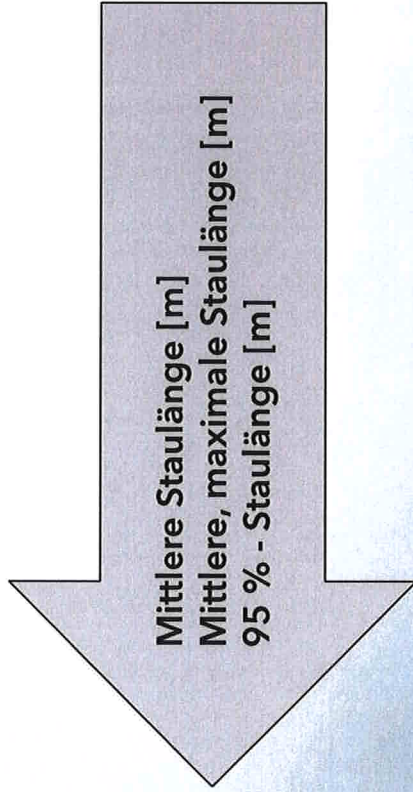
## Verkehrsqualitäten Abendspitze





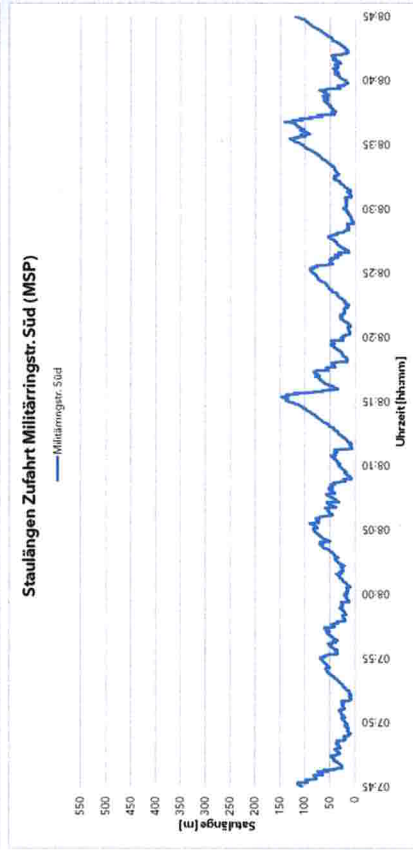
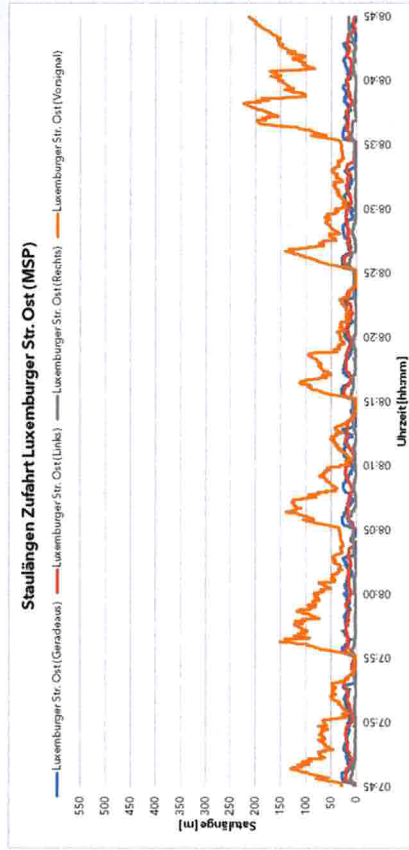
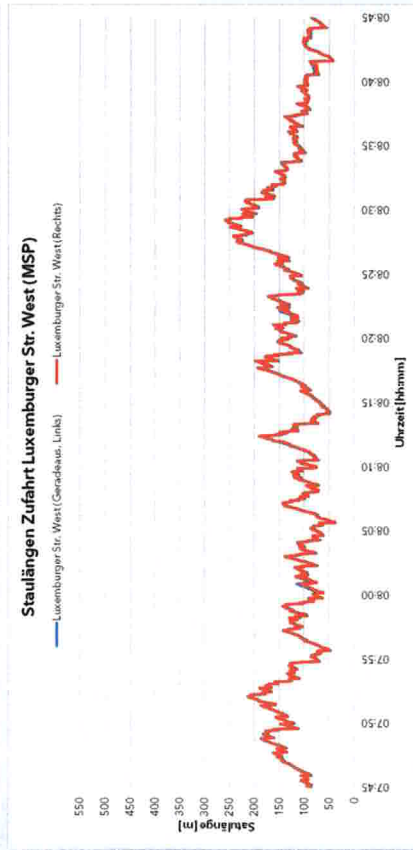
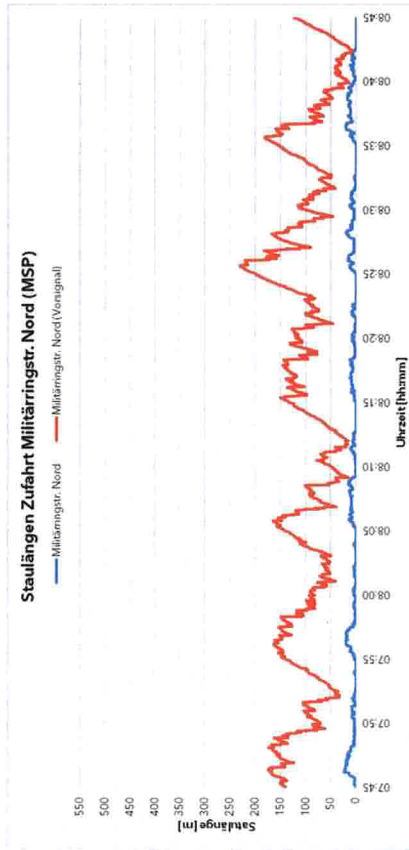
# Analysefall 2017

## Rückstaulängen Morgenspitze



# Analysefall 2017

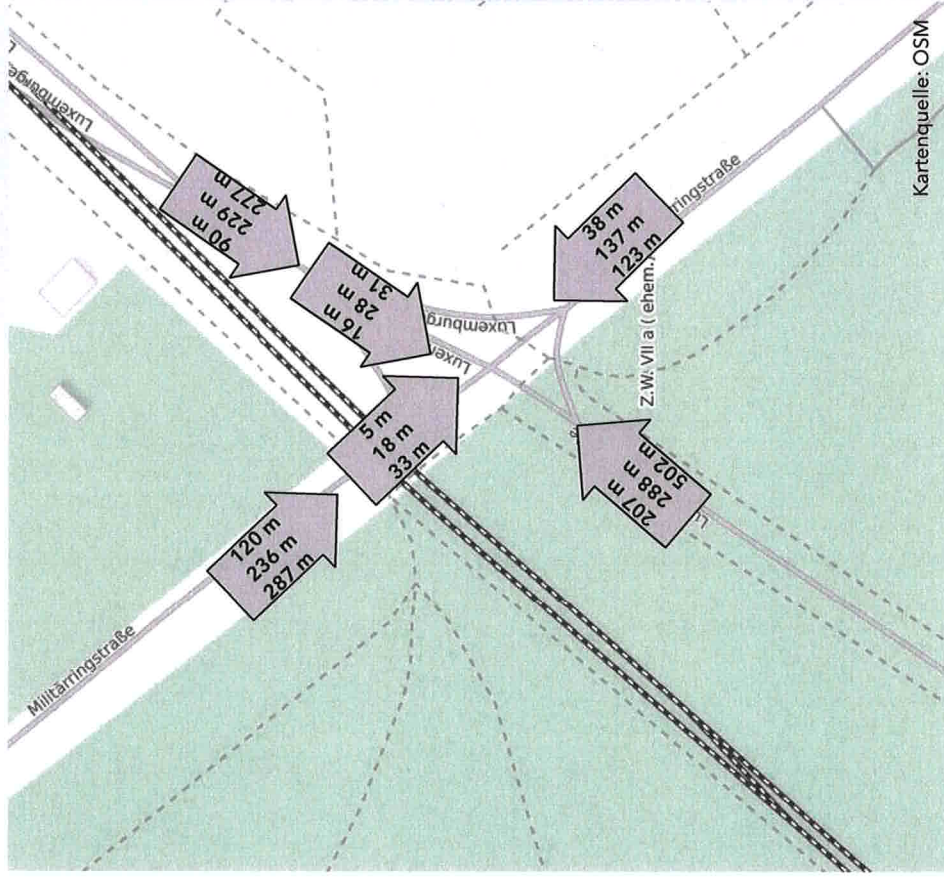
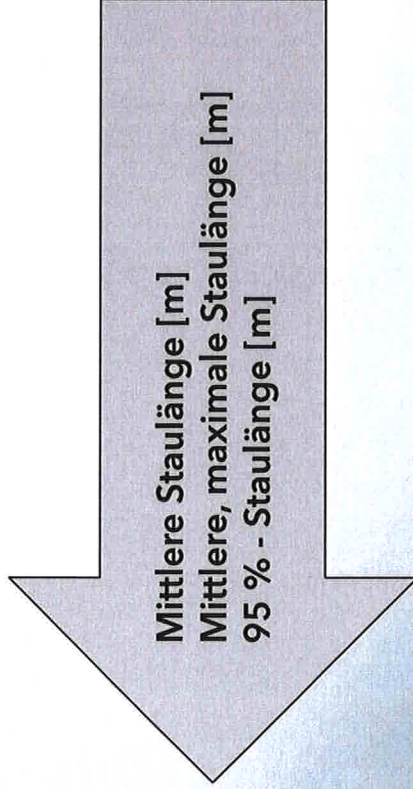
## Rückstaulängen Morgenspitze





# Analysefall 2017

## Rückstaulängen Abendspitze

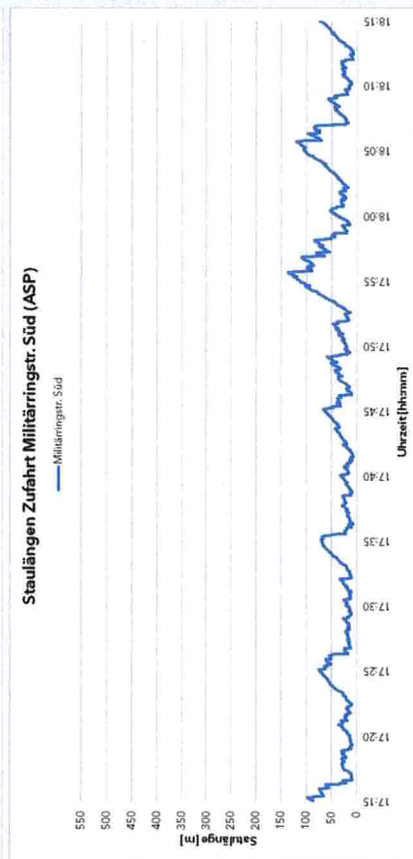
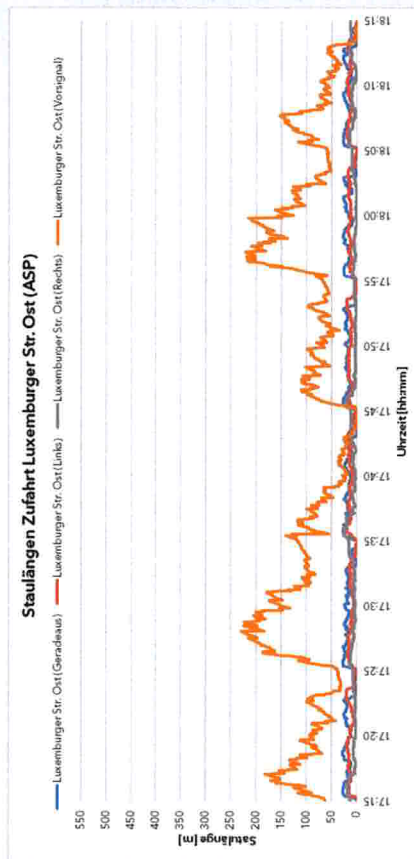
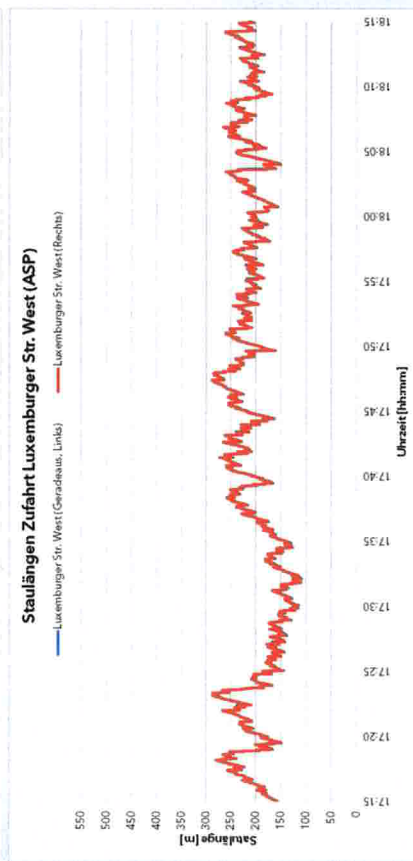
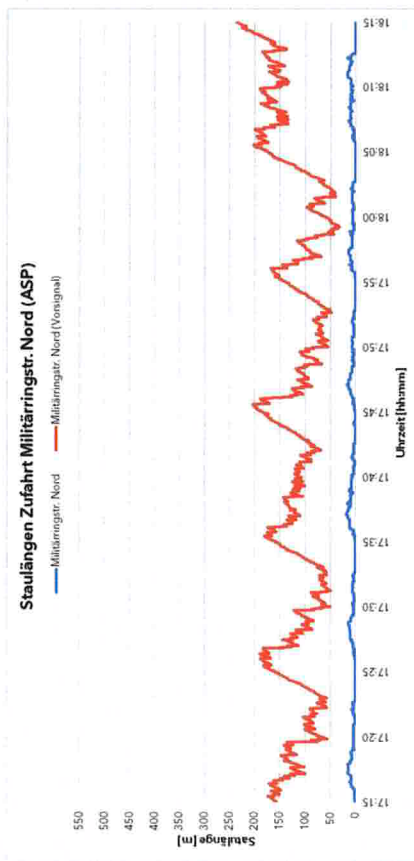


Kartenquelle: OSM



# Analysefall 2017

## Rückstaulängen Abendspitze

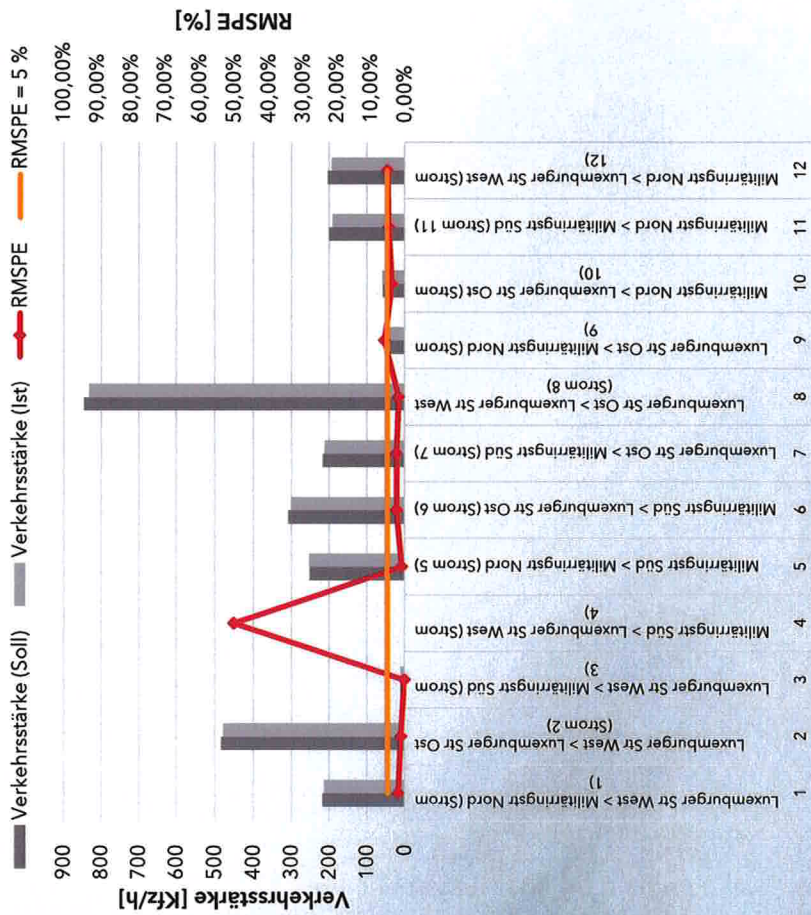


■ **Anlage A5: Simulationsergebnisse Prognosenullfall  
2030**

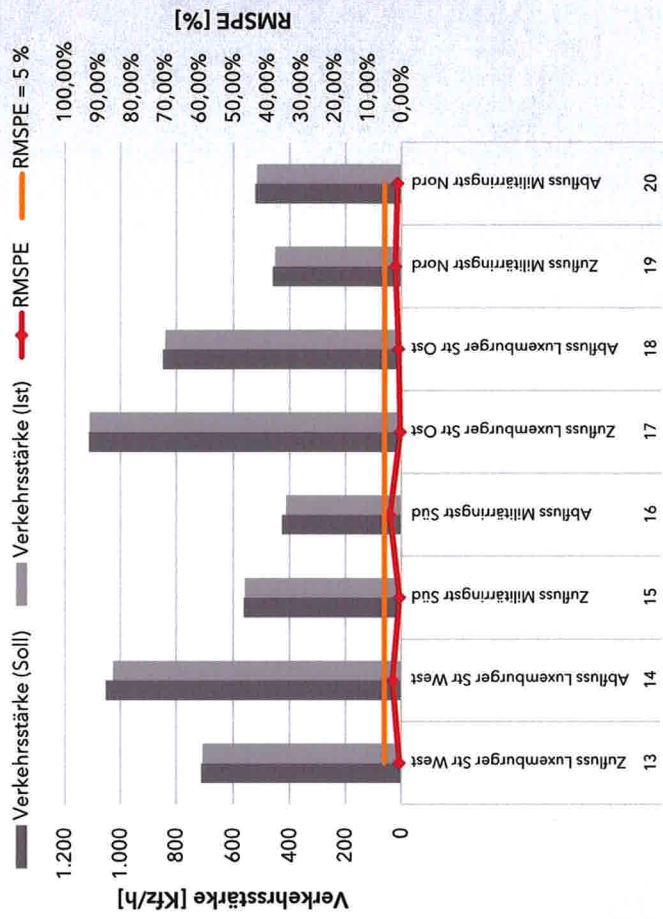
# Prognosenullfall 2030

## Verkehrsmengen Morgenspitze

### Knotenpunktströme



### Zu- und Abflüsse

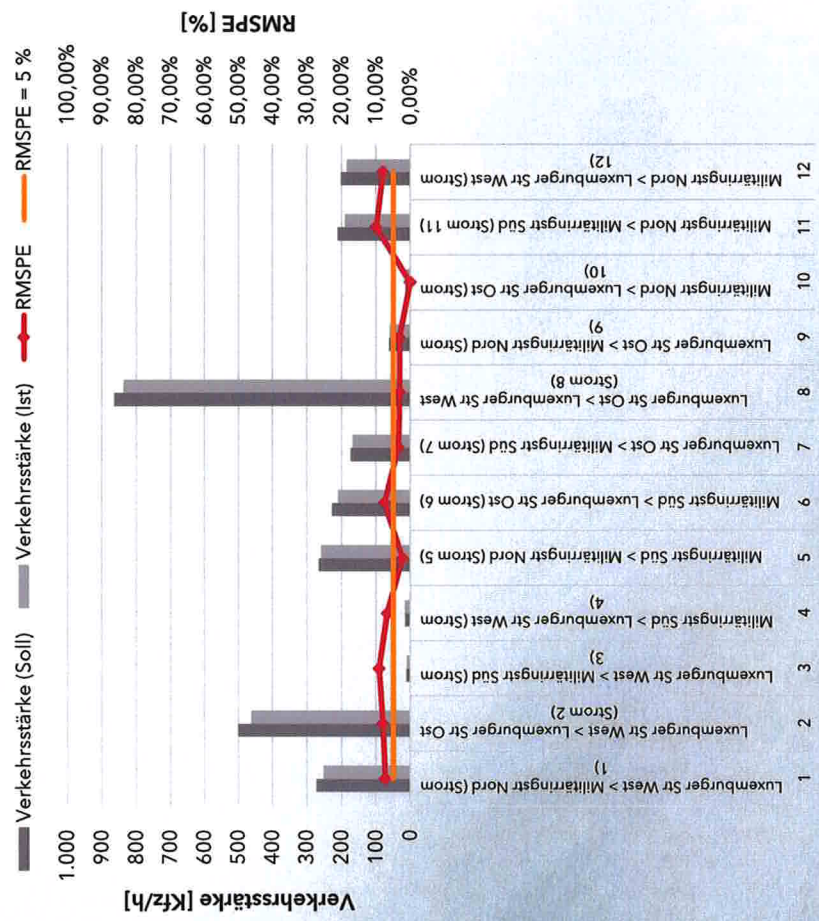




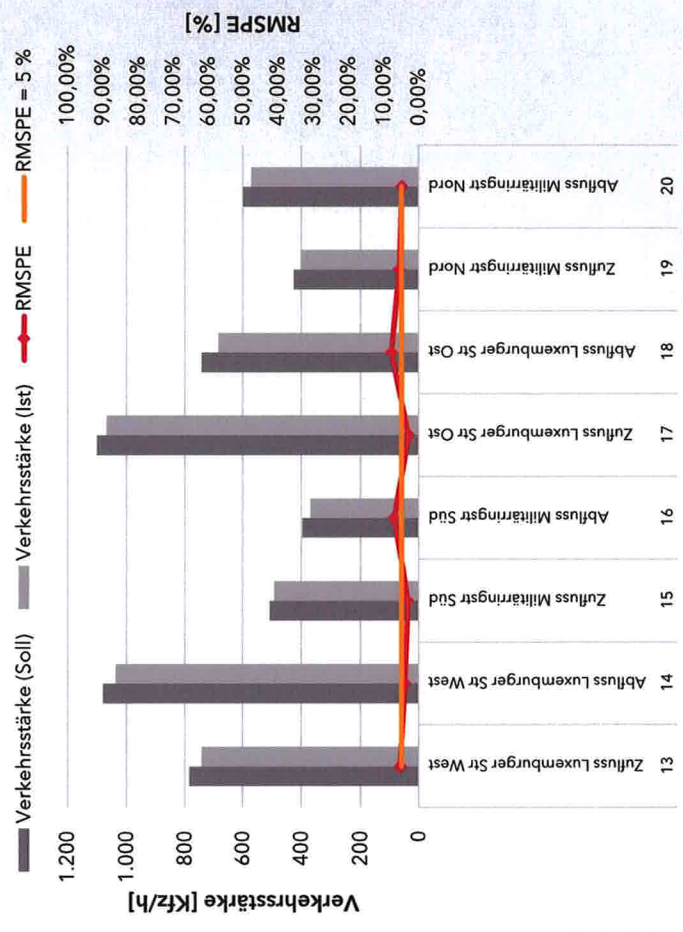
# Prognosenullfall 2030

## Verkehrsmengen Abendspitze

Knotenpunktströme

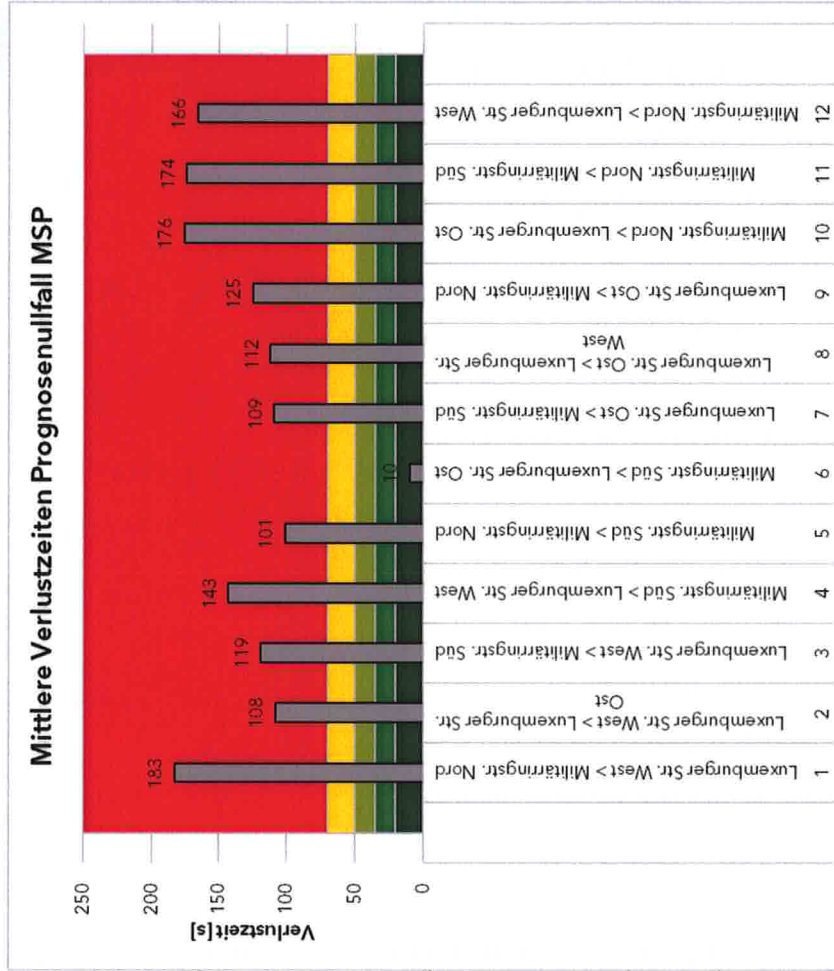
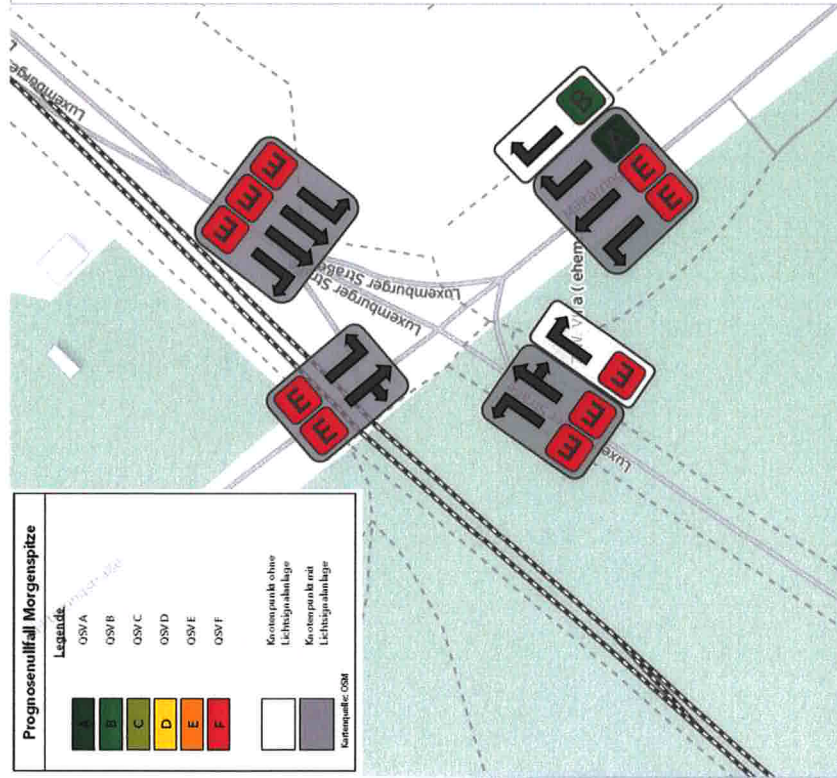


Zu- und Abflüsse



# Prognosenullfall 2030

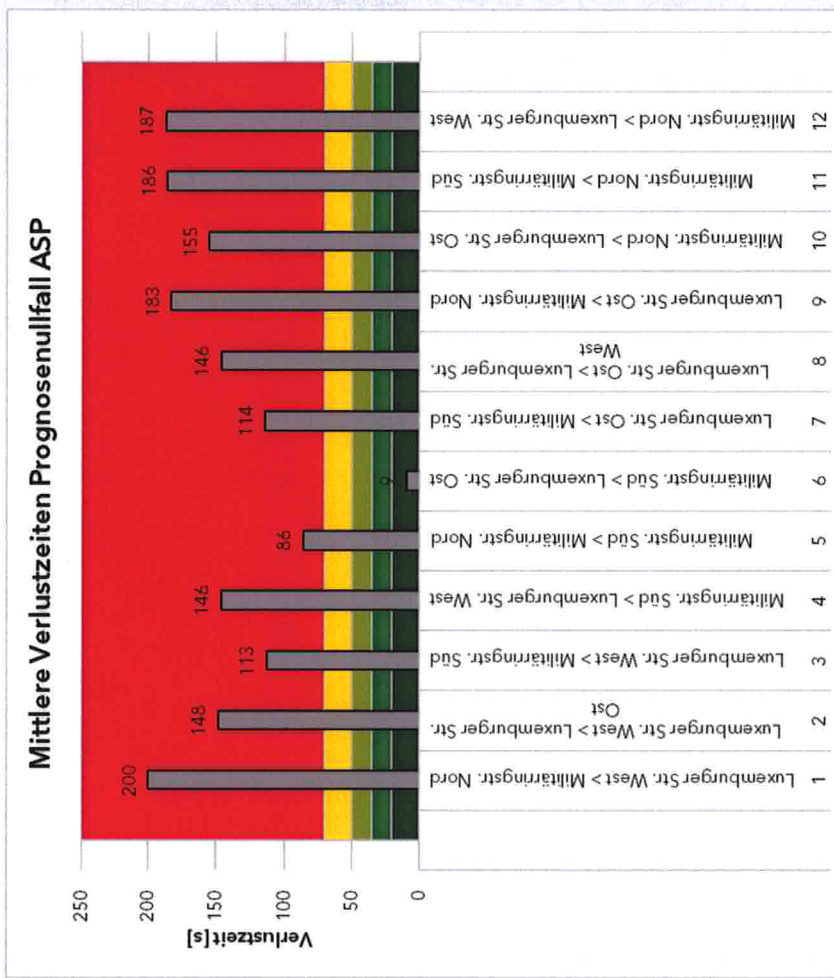
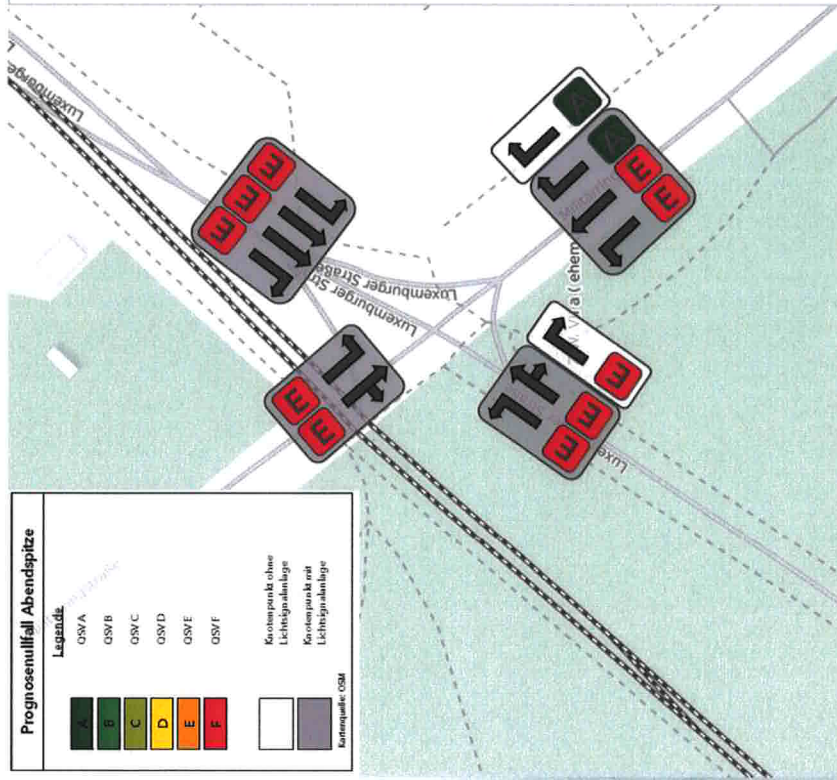
## Verkehrsqualitäten Morgenspitze





# Prognosenullfall 2030

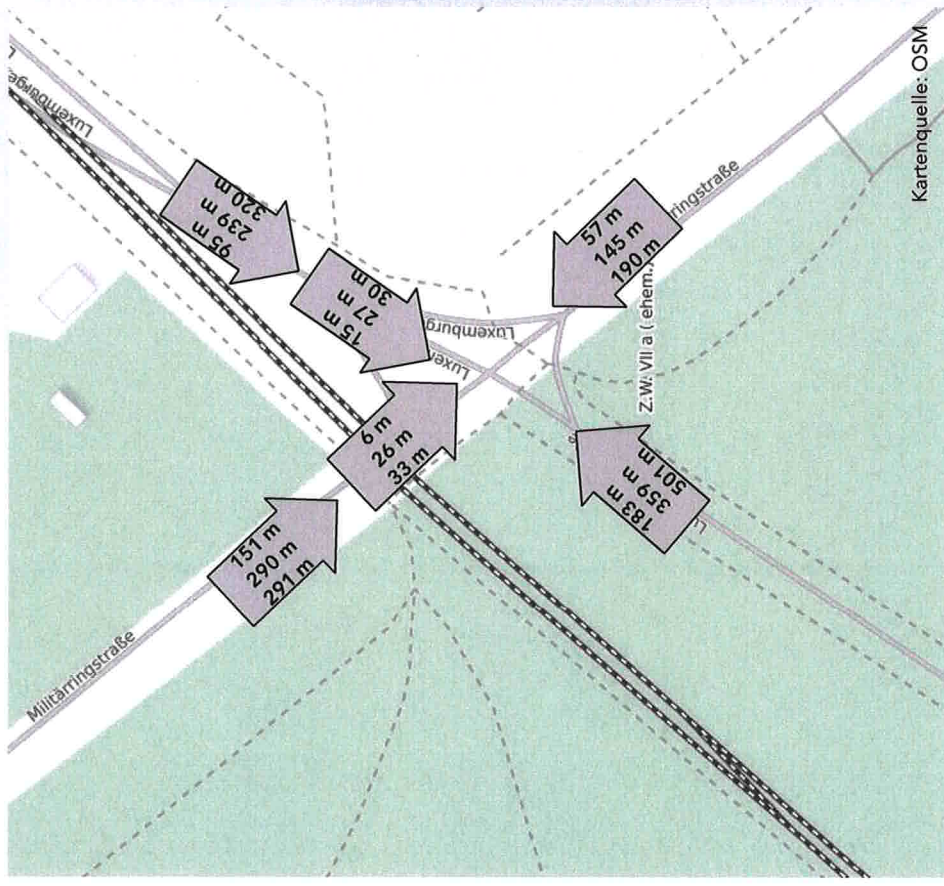
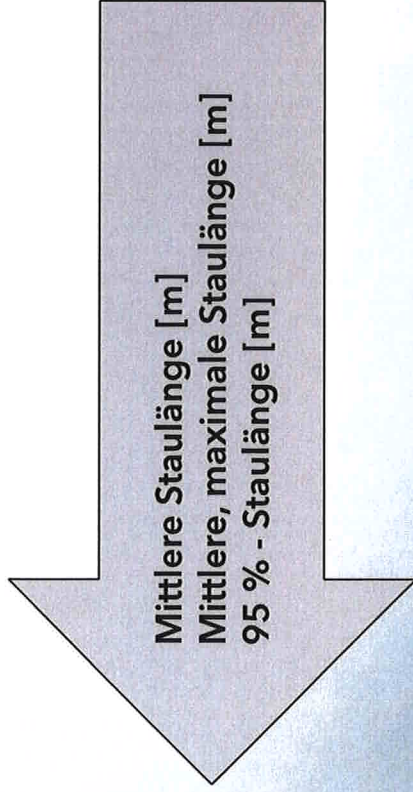
## Verkehrsqualitäten Abendspitze





# Prognosenullfall 2030

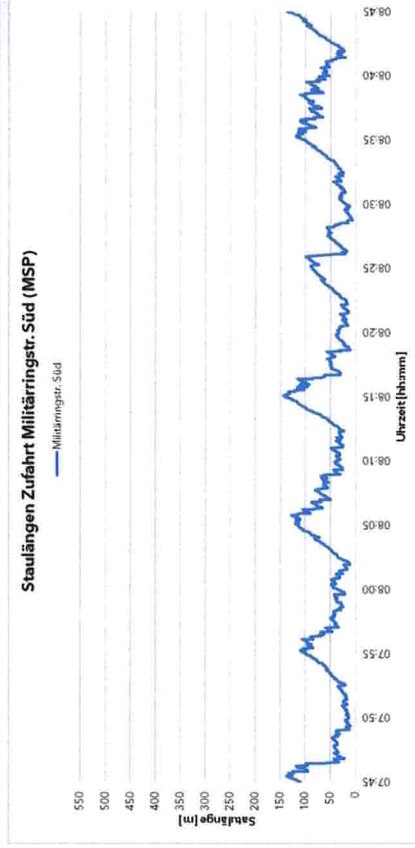
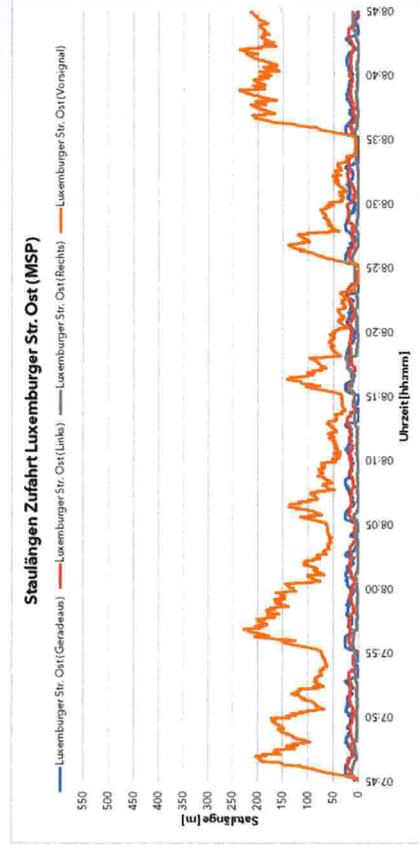
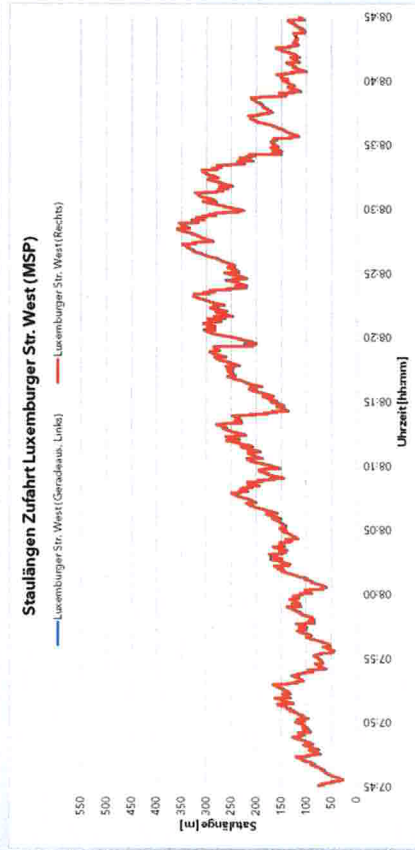
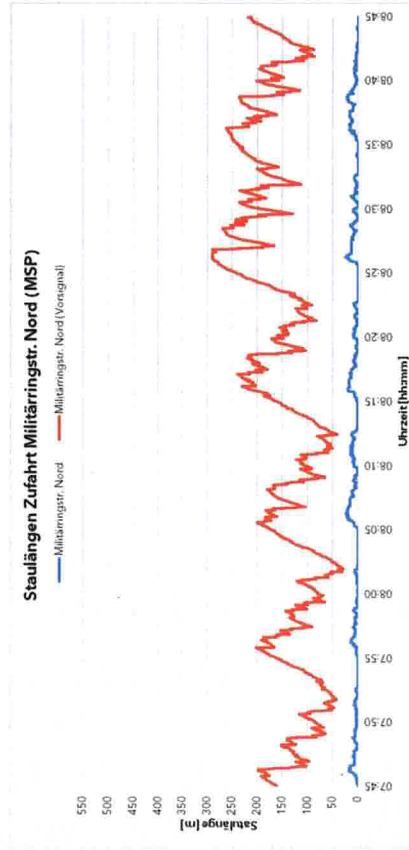
## Rückstaulängen Morgenspitze



Kartenquelle: OSM

# Prognosenullfall 2030

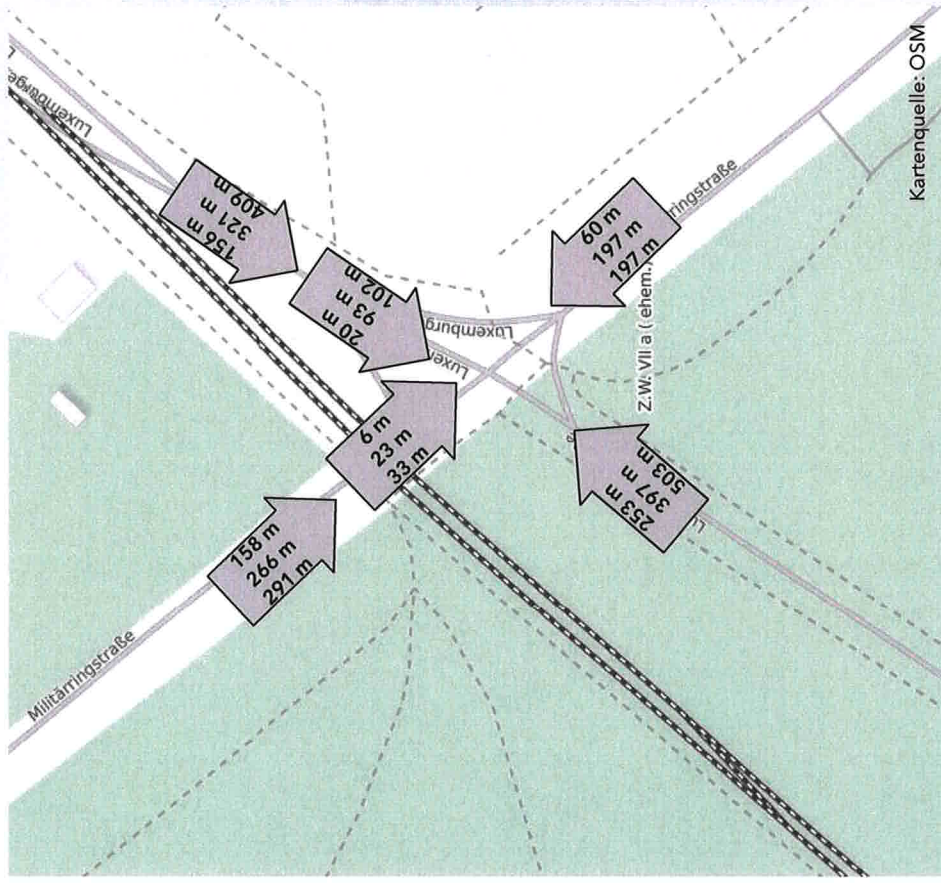
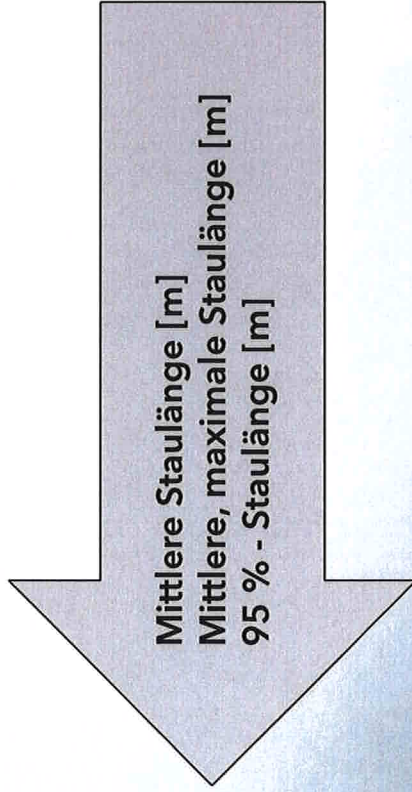
## Rückstaulängen Morgenspitze





# Prognosenullfall 2030

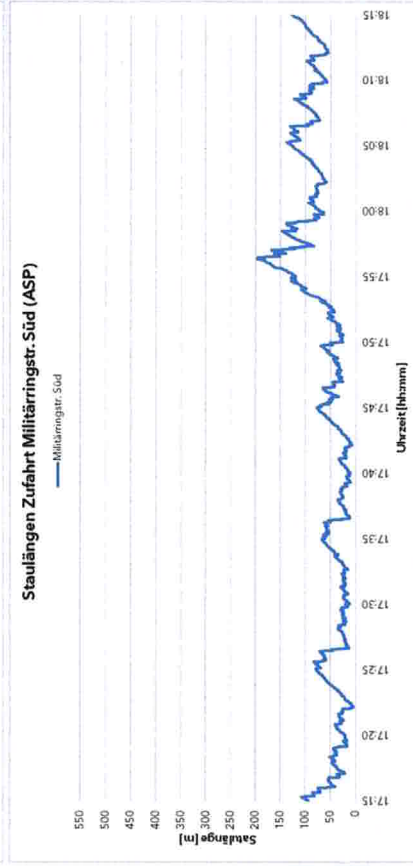
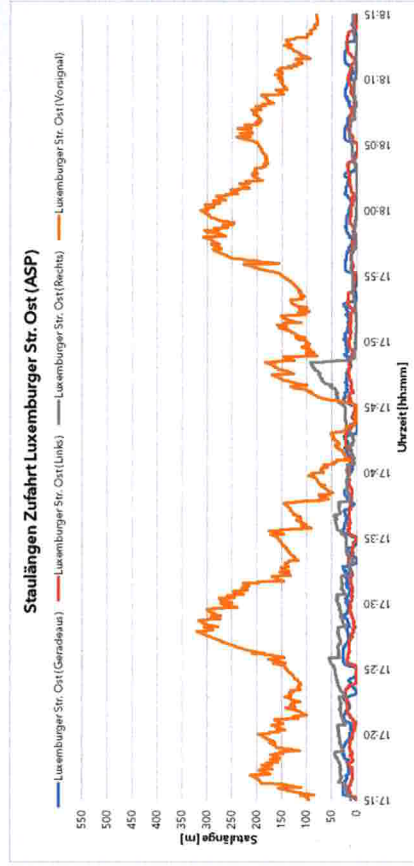
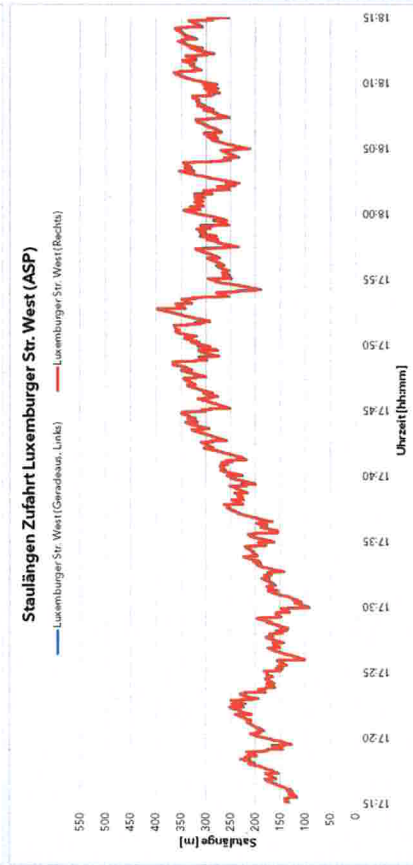
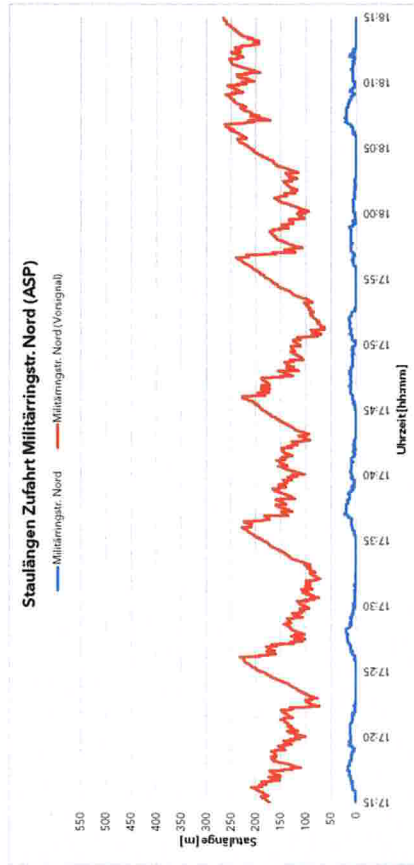
## Rückstaulängen Abendspitze





# Prognosenullfall 2030

## Rückstaulängen Abendspitze

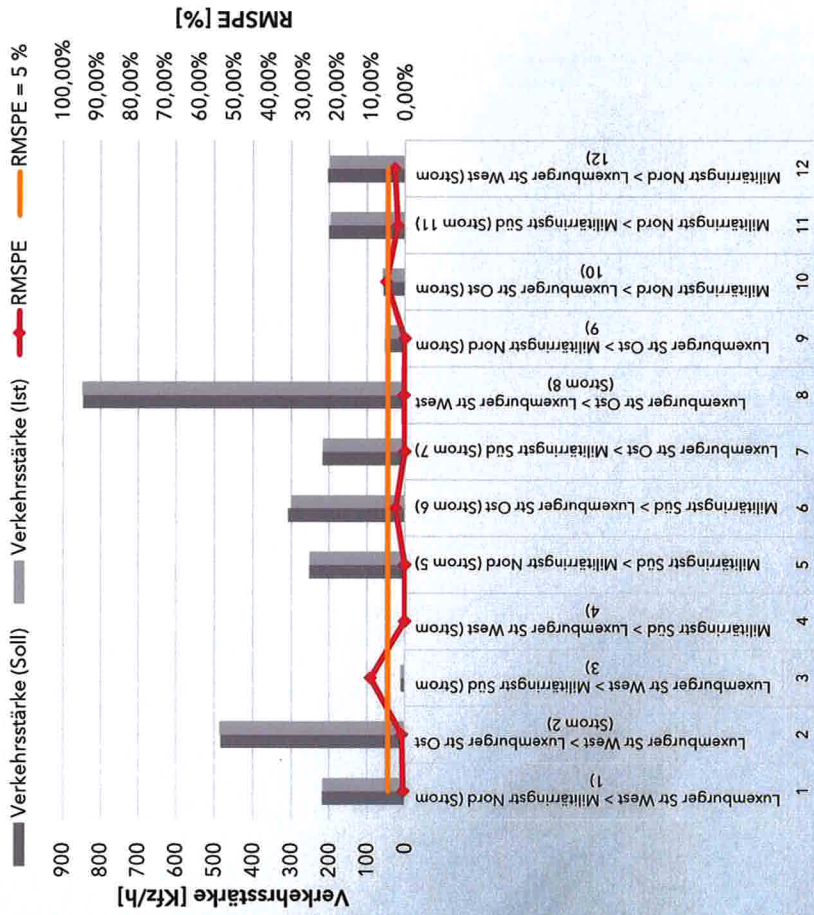


■ **Anlage A6: Simulationsergebnisse Prognoseplanfall  
2030 - Variante 1**

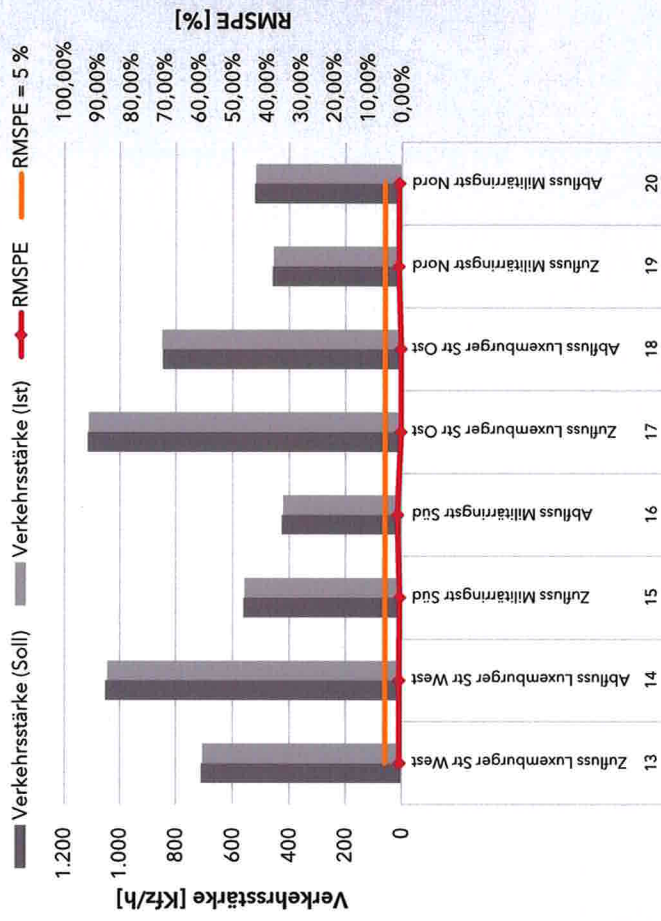
# Prognoseplanfall 2030 - Variante 1

## Verkehrsmengen Morgenspitze

Knotenpunktströme



Zu- und Abflüsse

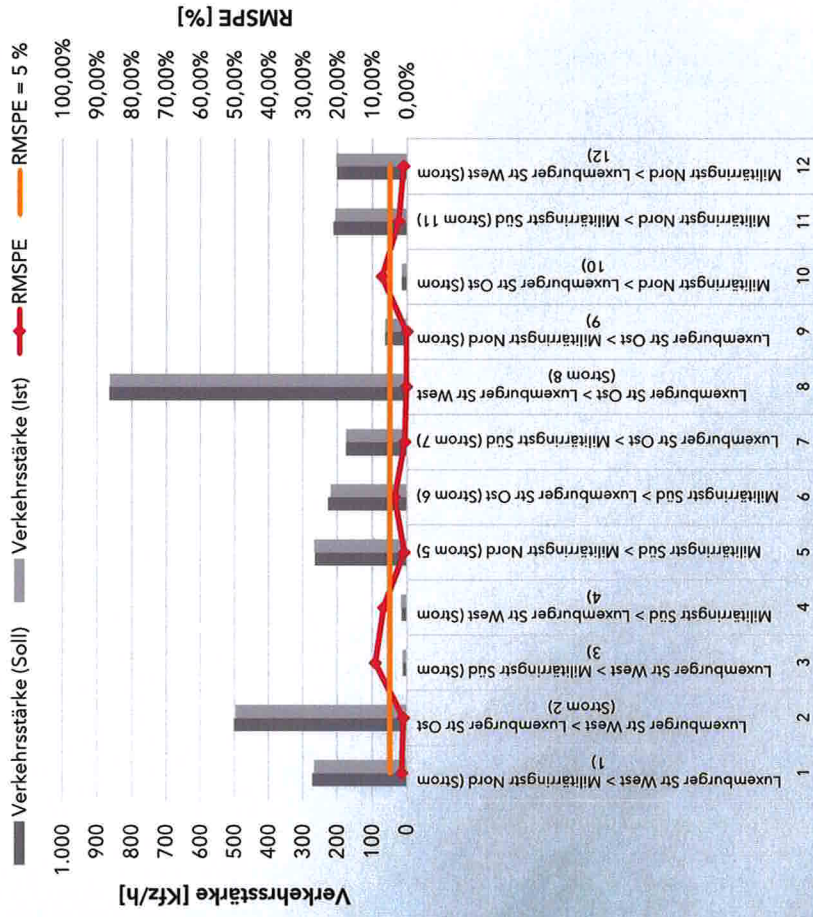




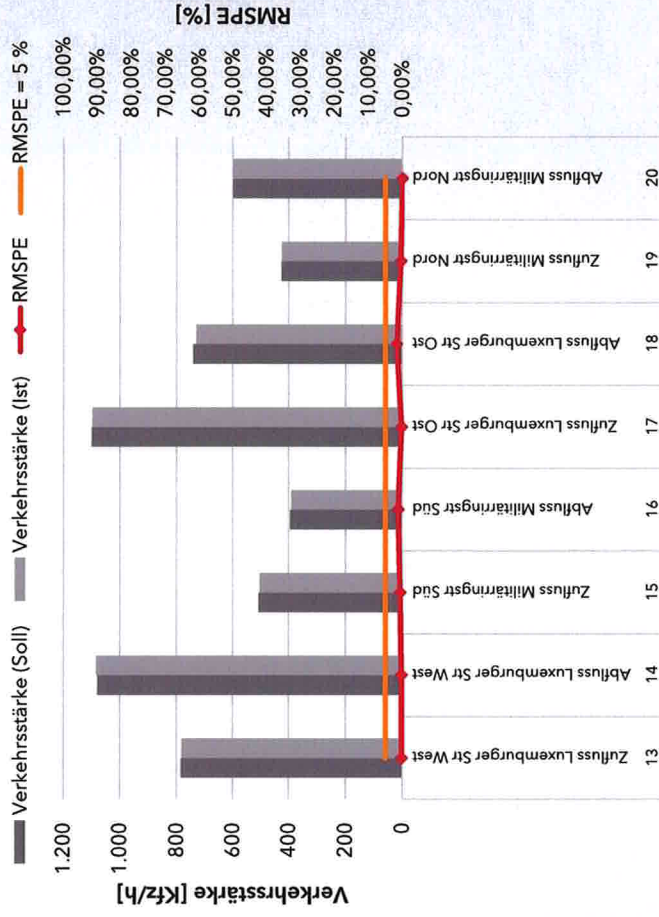
# Prognoseplanfall 2030 - Variante 1

## Verkehrsmengen Abendspitze

Knotenpunktströme

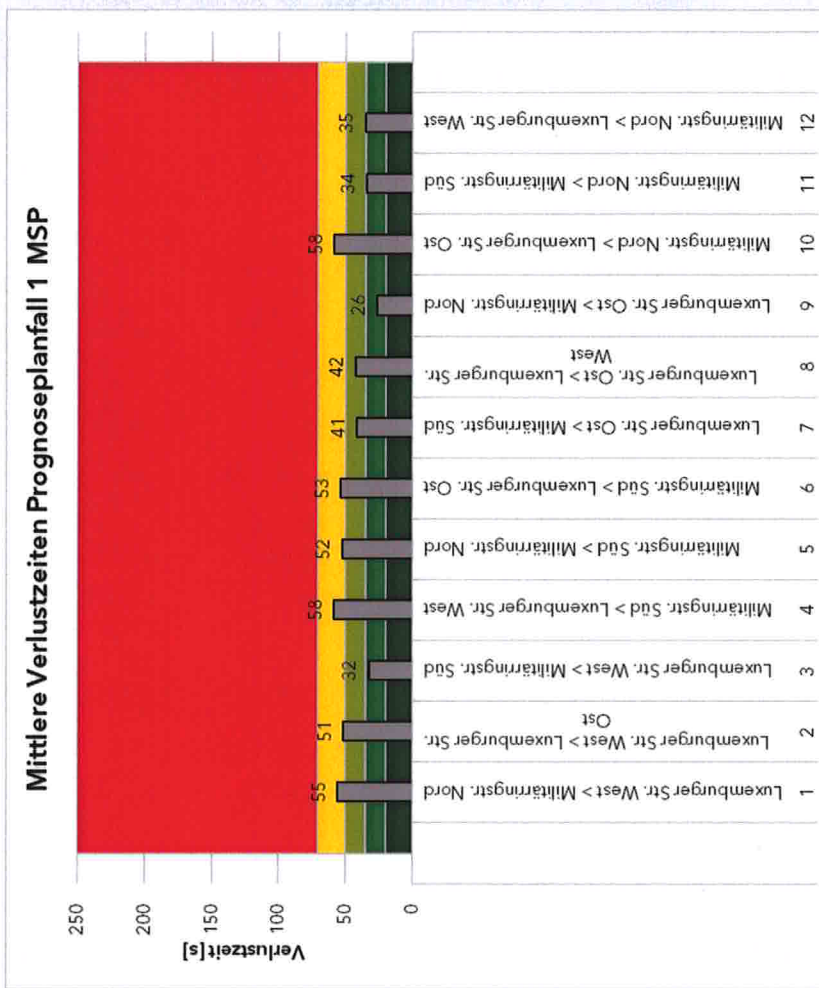
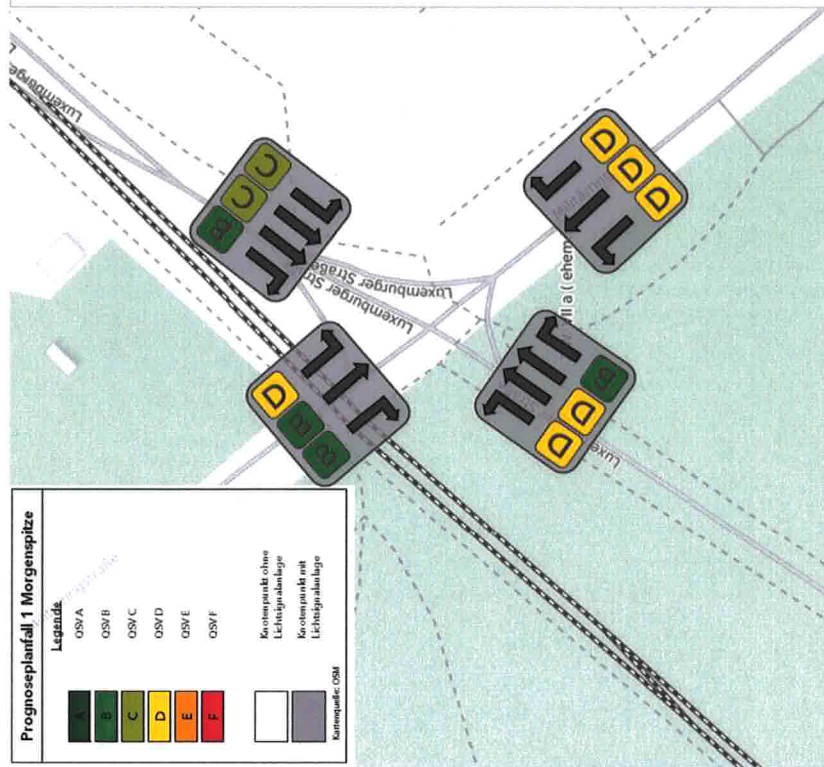


Zu- und Abflüsse



# Prognoseplanfall 2030 - Variante 1

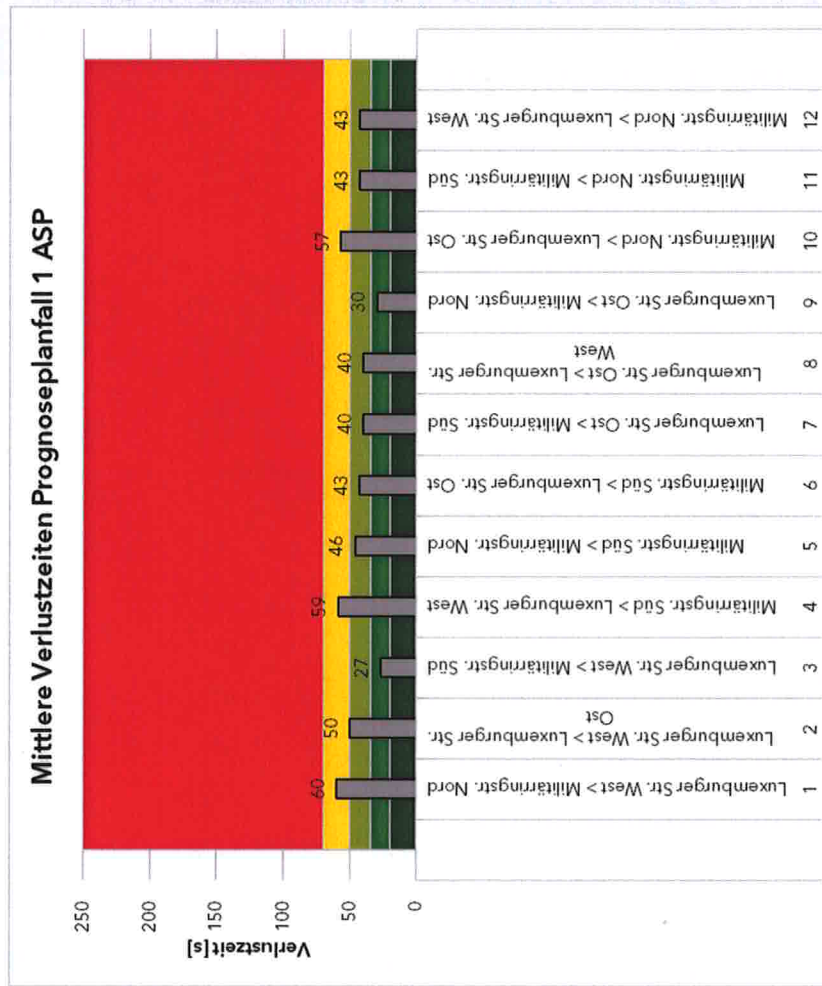
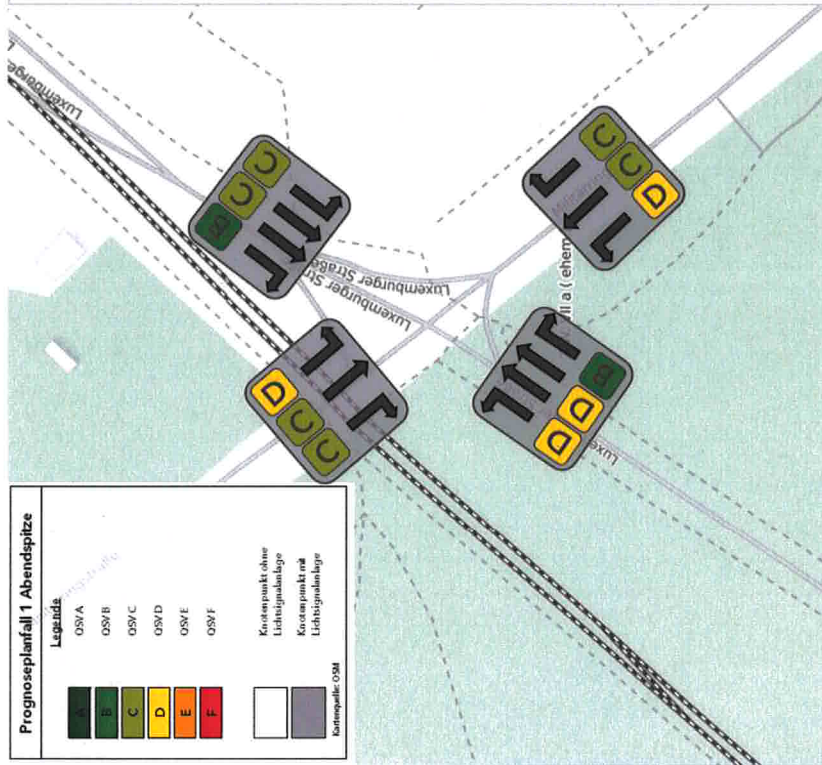
## Verkehrsqualitäten Morgenspitze





# Prognoseplanfall 2030 - Variante 1

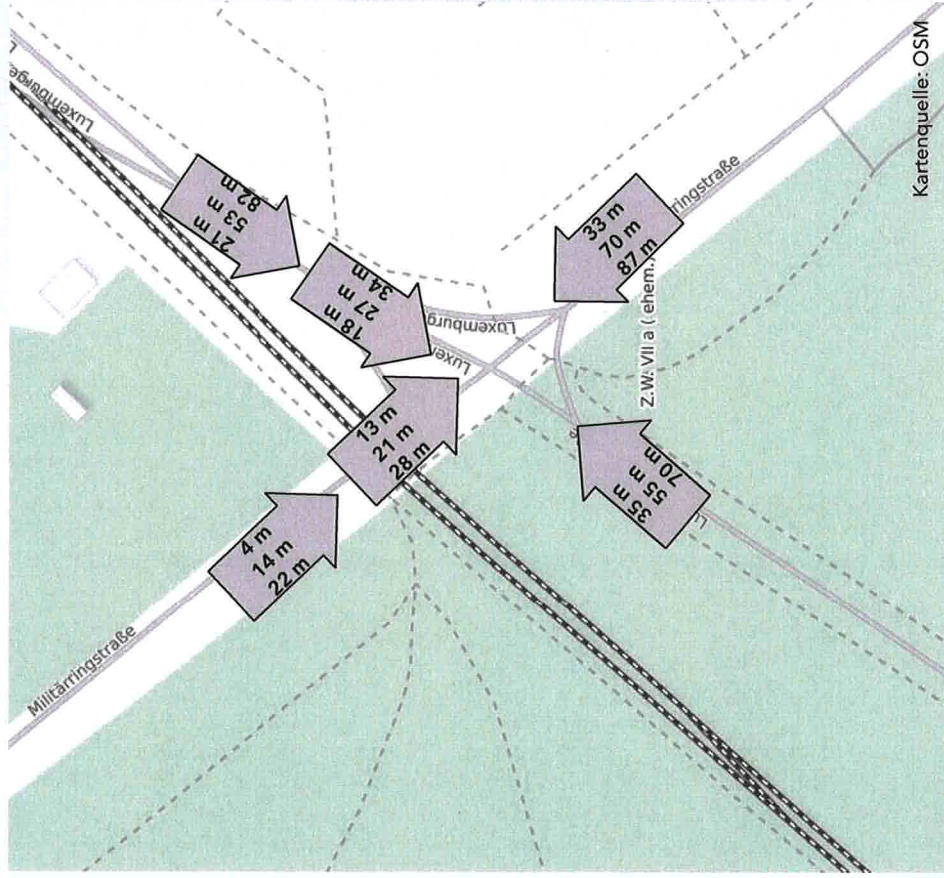
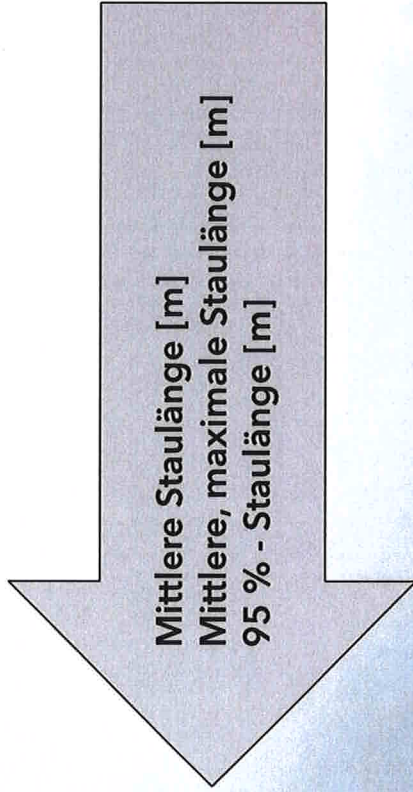
## Verkehrsqualitäten Abendspitze





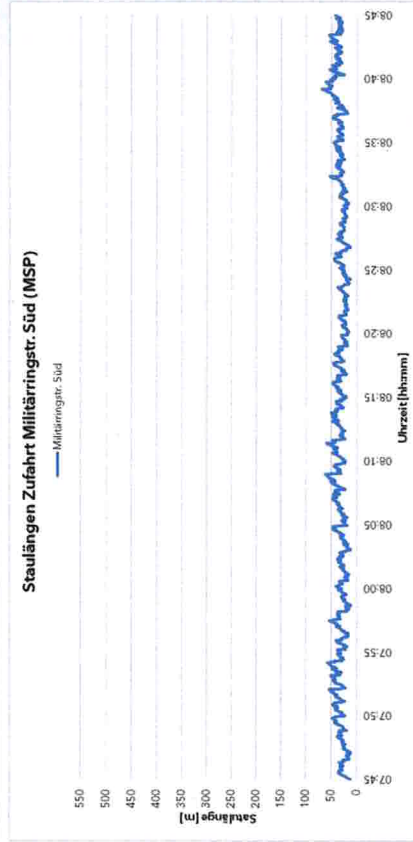
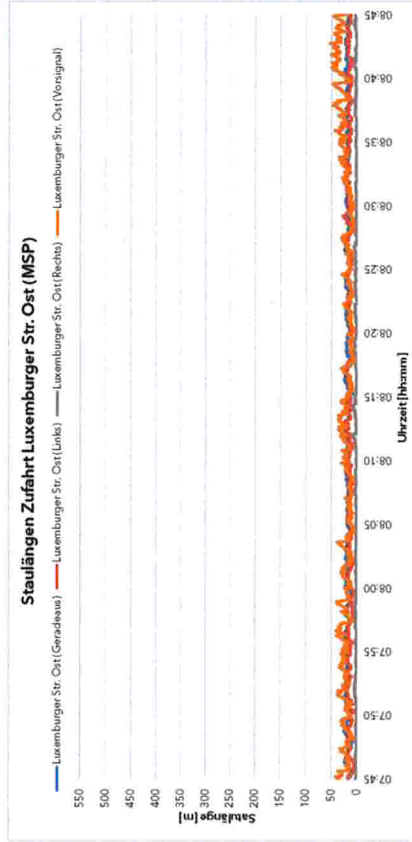
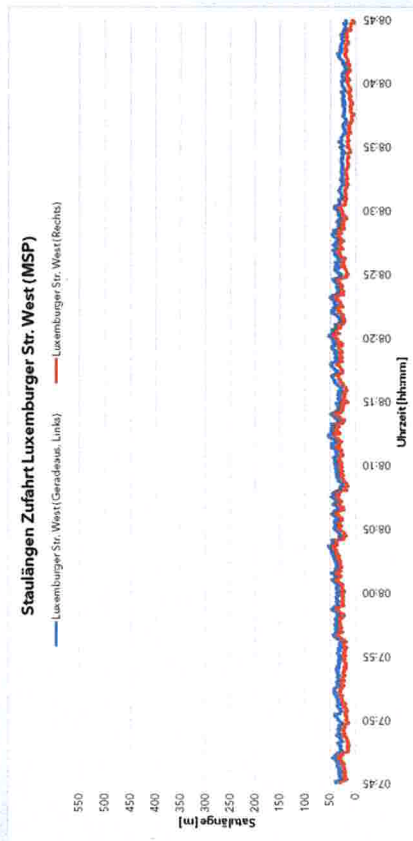
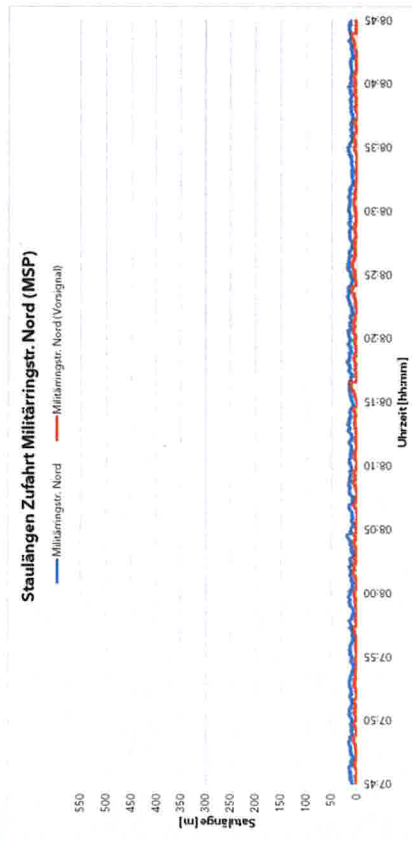
# Prognoseplanfall 2030 - Variante 1

## Rückstaulängen Morgenspitze



# Prognoseplanfall 2030 - Variante 1

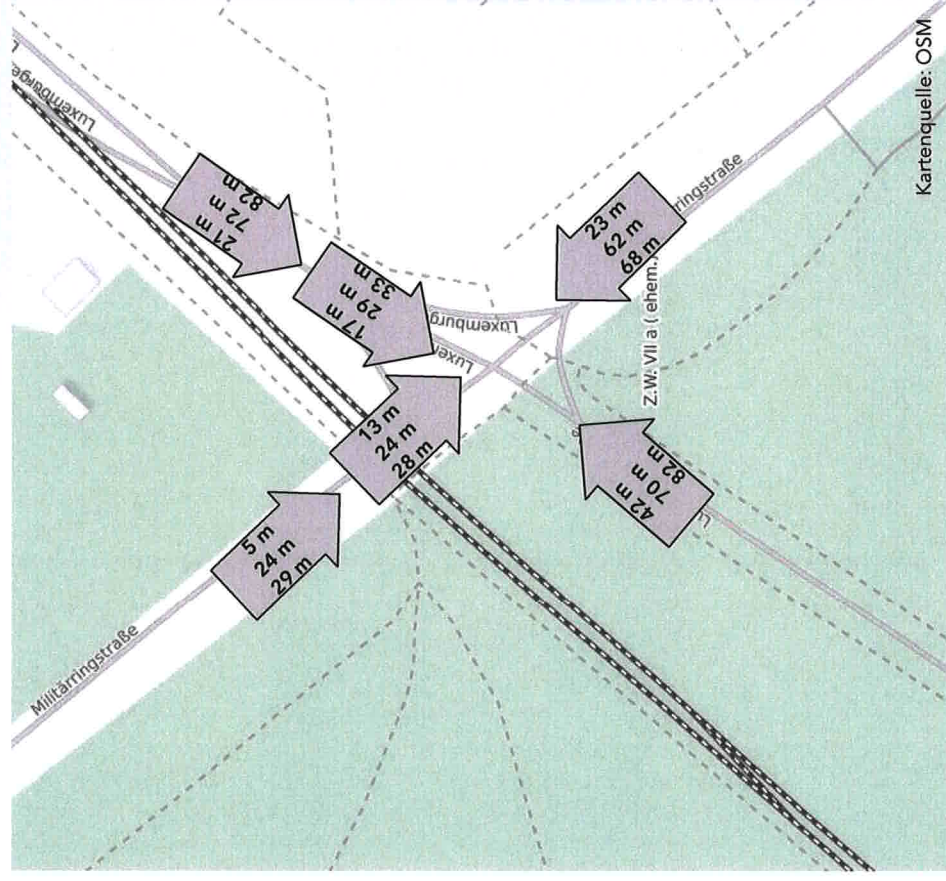
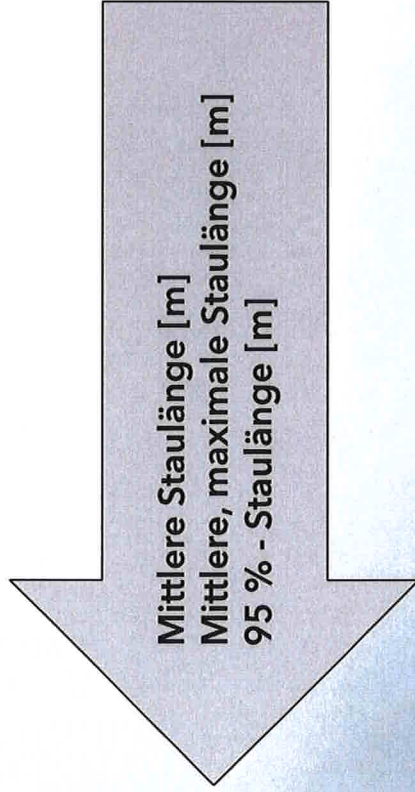
## Rückstaulängen Morgenspitze





# Prognoseplanfall 2030 - Variante 1

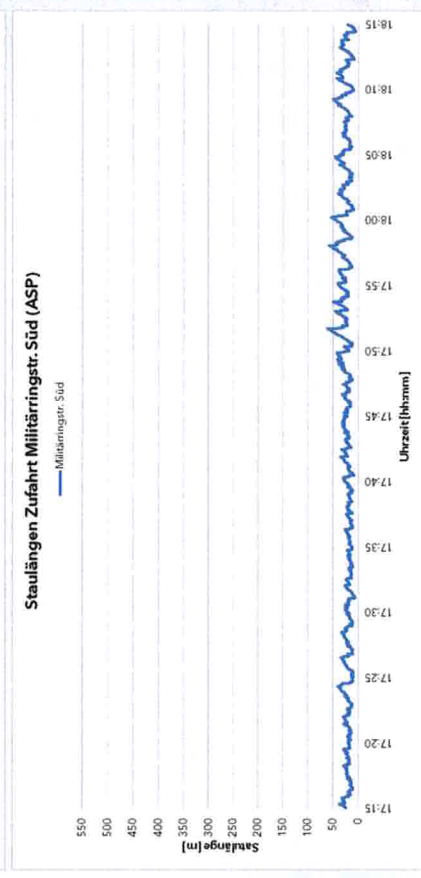
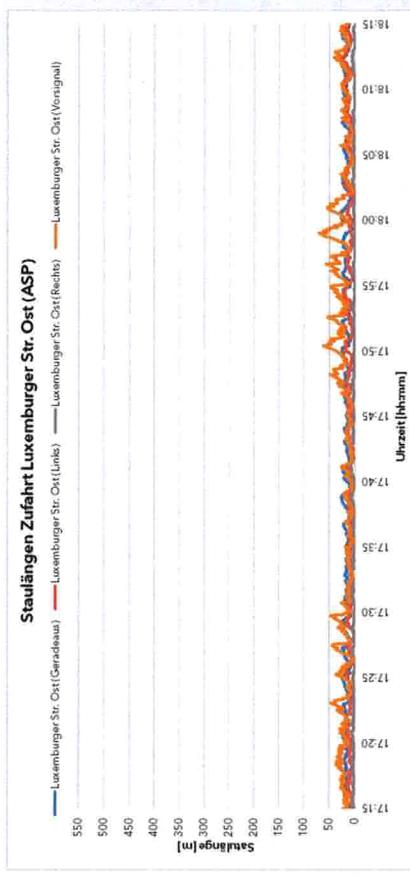
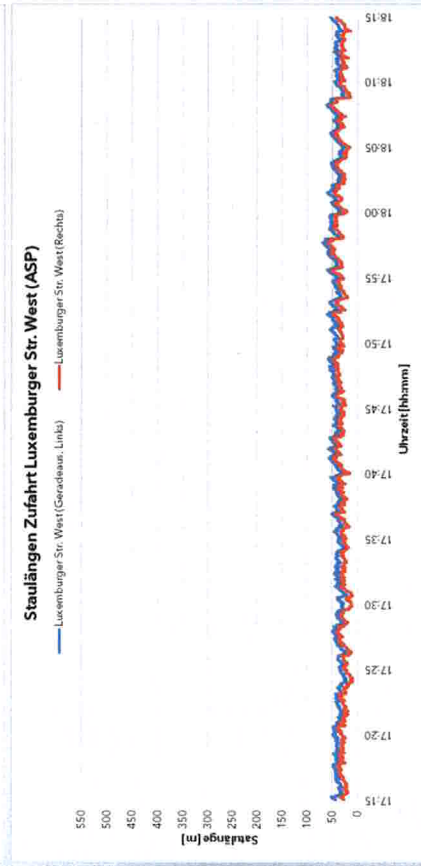
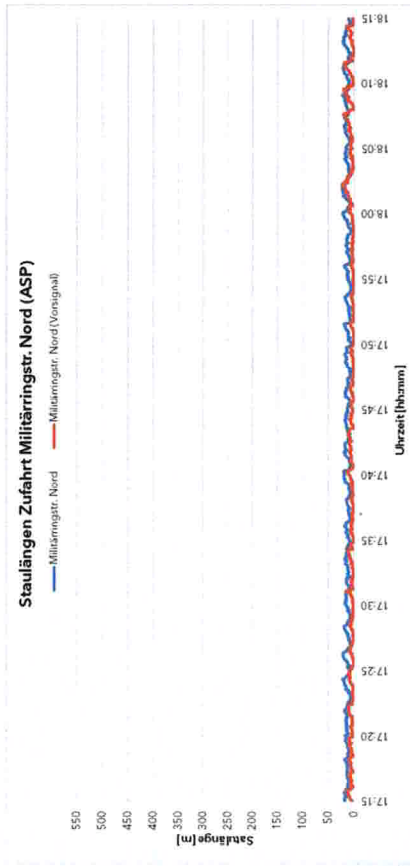
## Rückstaulängen Abendspitze





# Prognoseplanfall 2030 - Variante 1

## Rückstaulängen Abendspitze

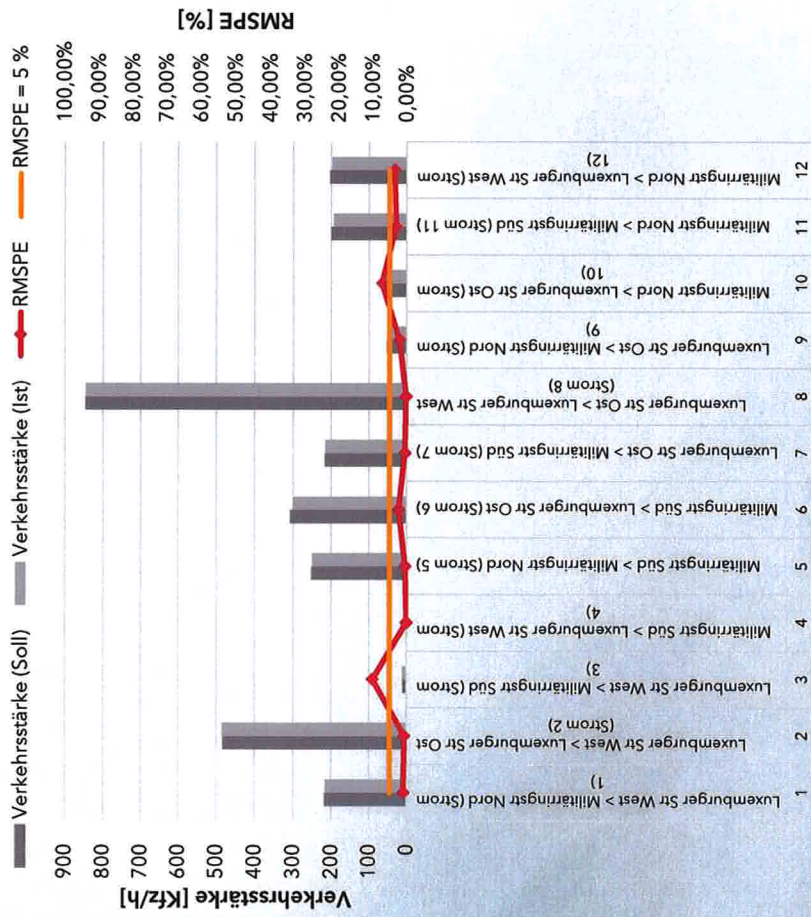


■ **Anlage A7: Simulationsergebnisse Prognoseplanfall  
2030 - Variante 2**

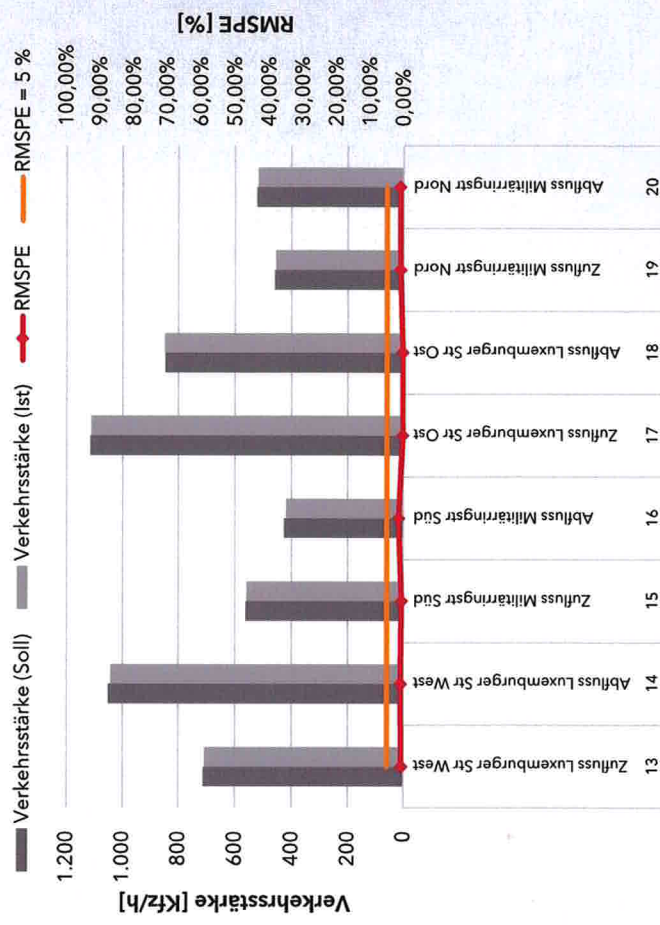
# Prognoseplanfall 2030 - Variante 2

## Verkehrsmengen Morgenspitze

**Knotenpunktströme**



**Zu- und Abflüsse**

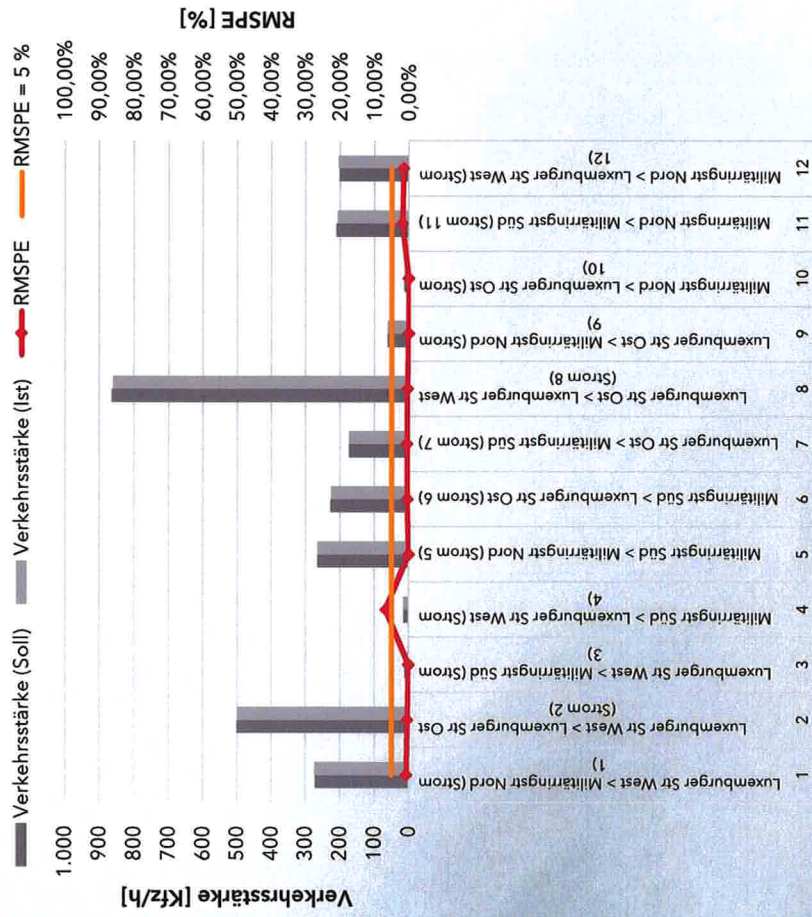




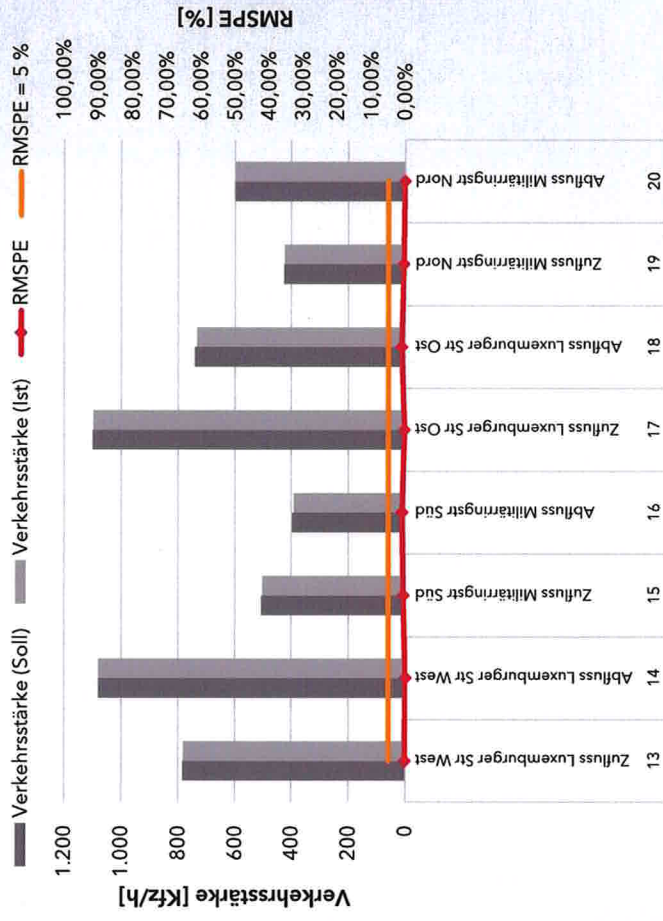
# Prognoseplanfall 2030 - Variante 2

## Verkehrsmengen Abendspitze

Knotenpunktströme

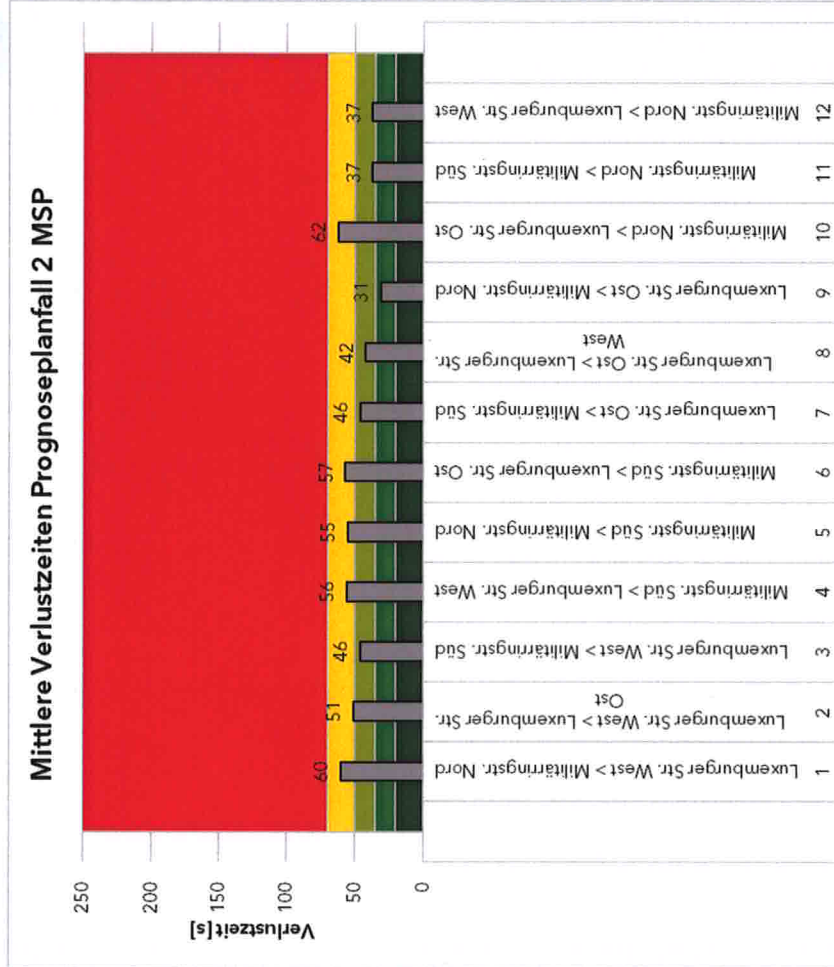
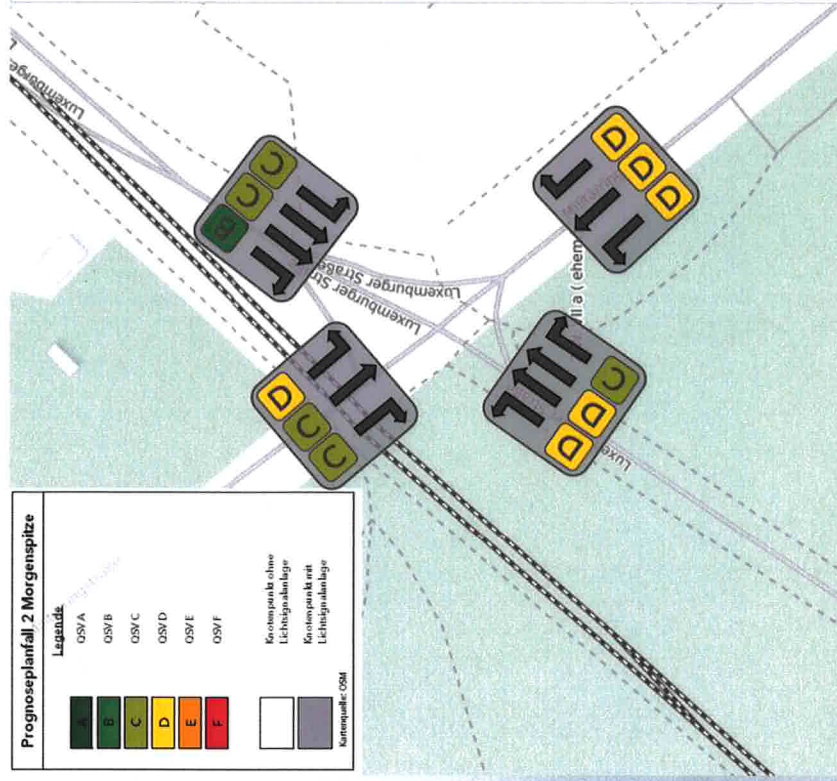


Zu- und Abflüsse



# Prognoseplanfall 2030 - Variante 2

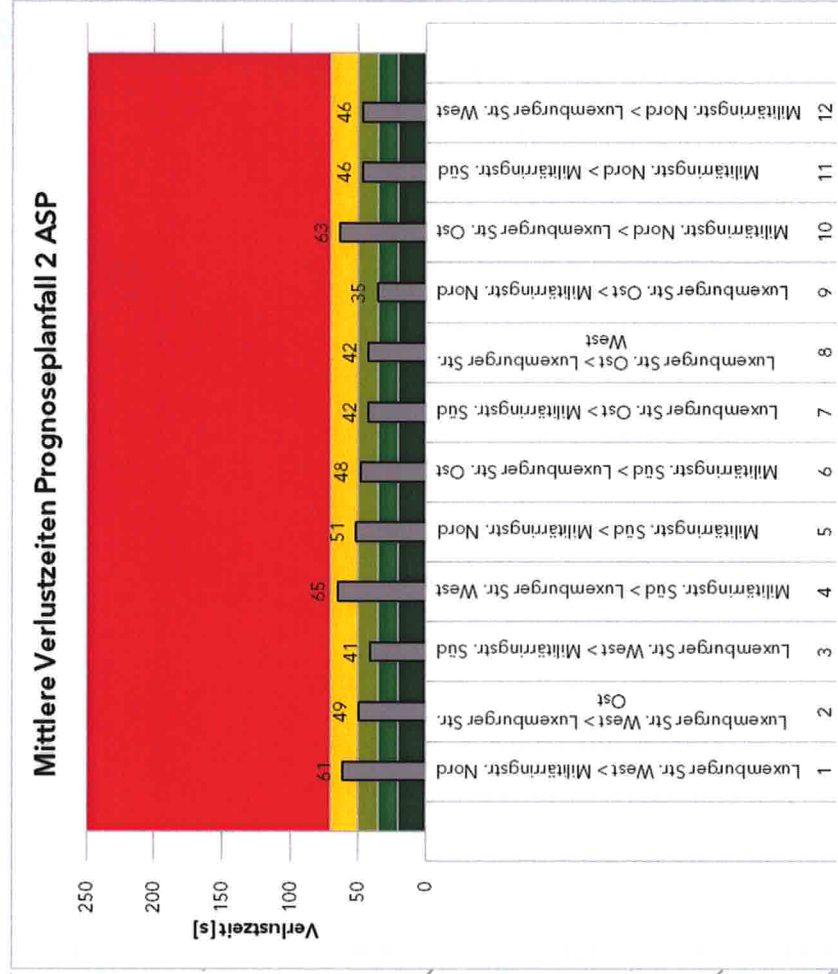
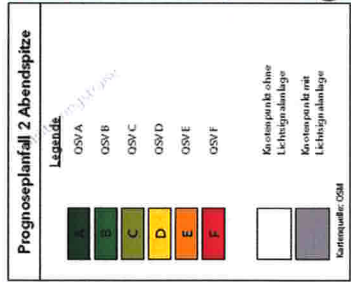
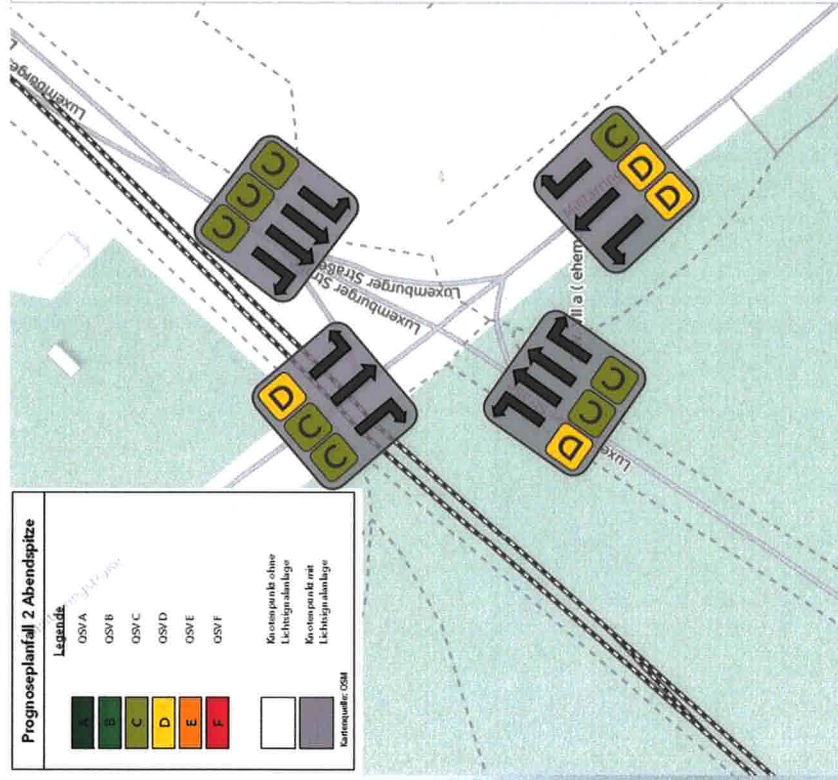
## Verkehrsqualitäten Morgenspitze





# Prognoseplanfall 2030 - Variante 2

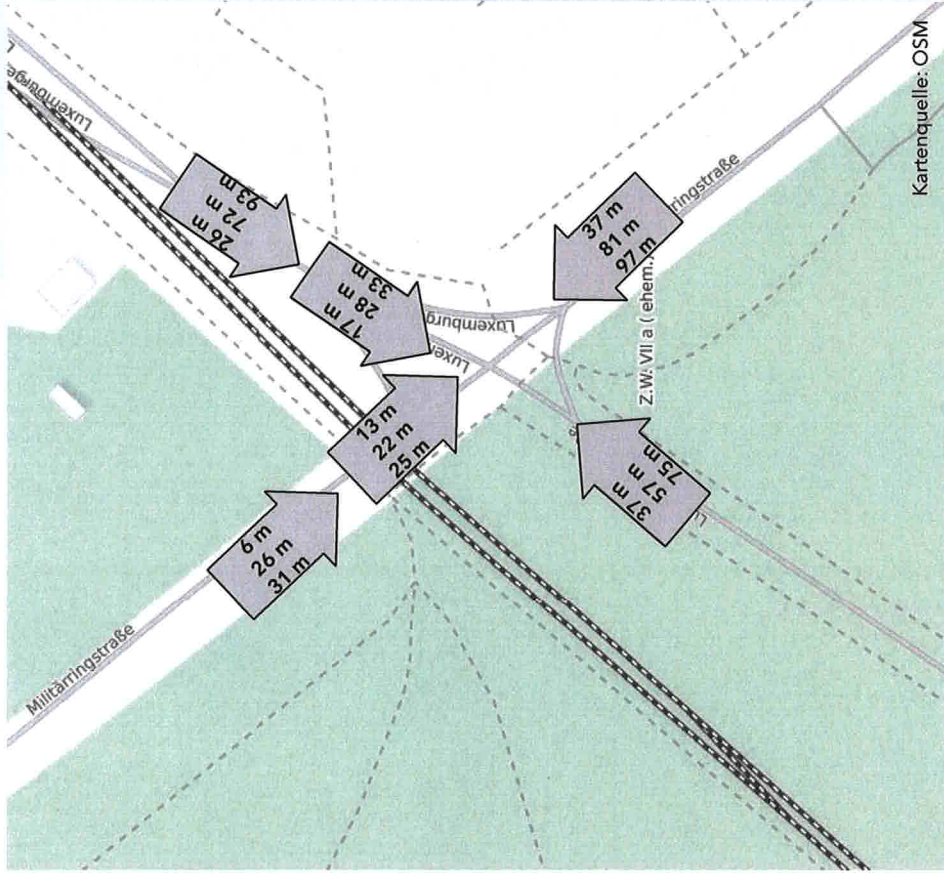
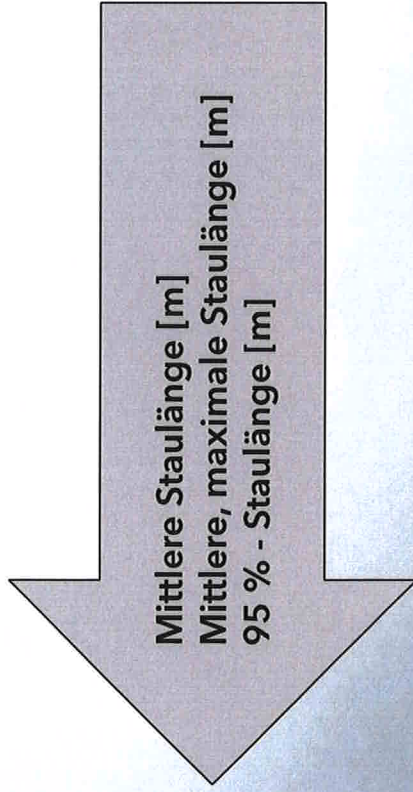
## Verkehrsqualitäten Abendspitze





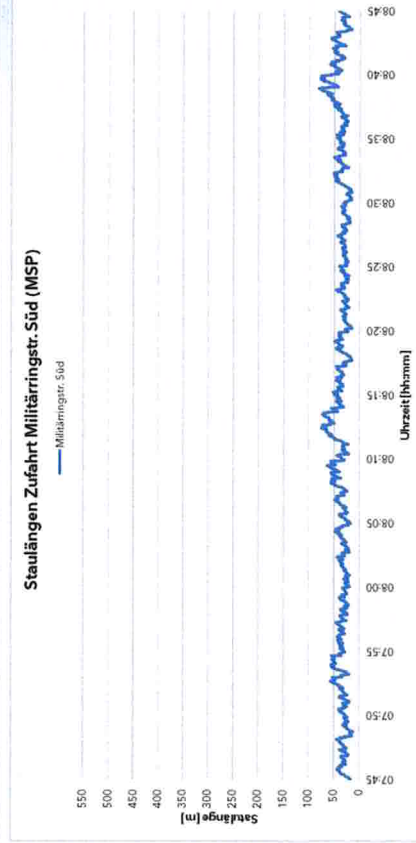
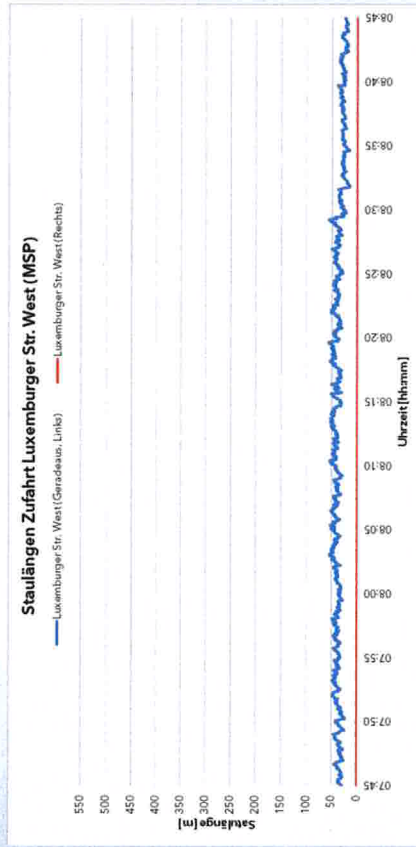
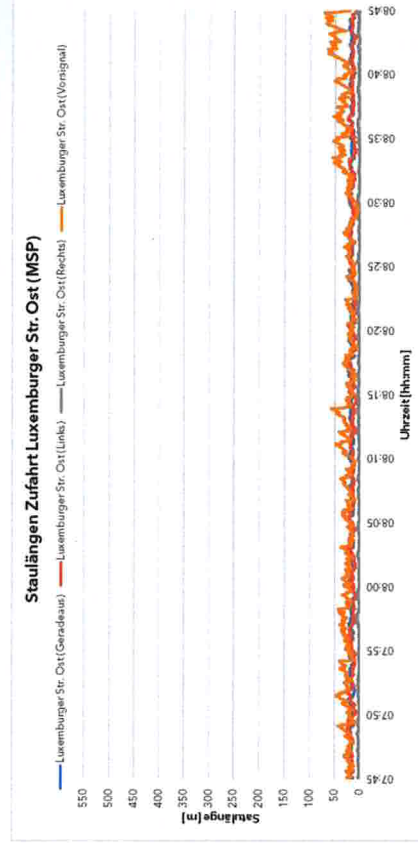
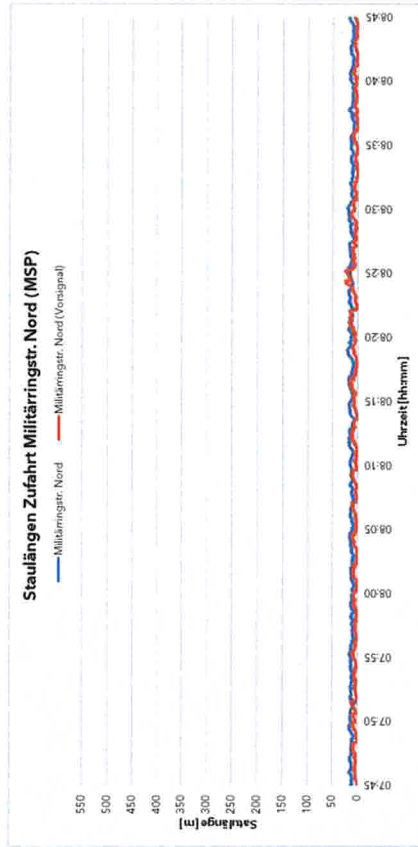
# Prognoseplanfall 2030 - Variante 2

## Rückstaulängen Morgenspitze



# Prognoseplanfall 2030 - Variante 2

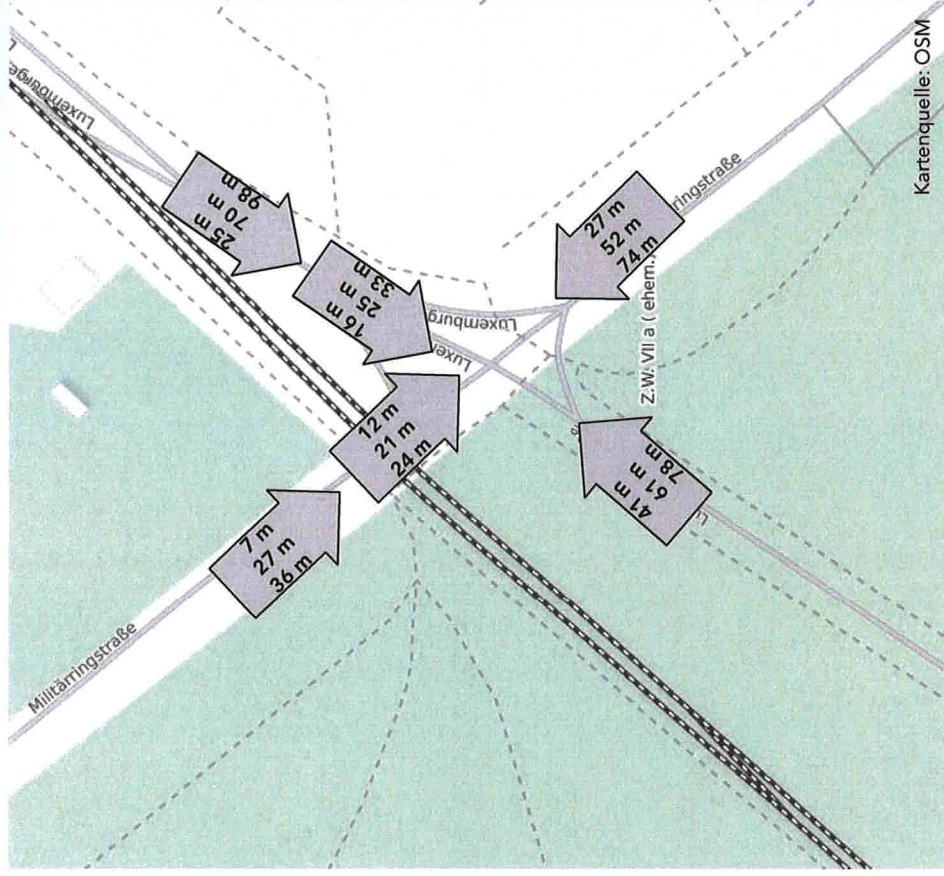
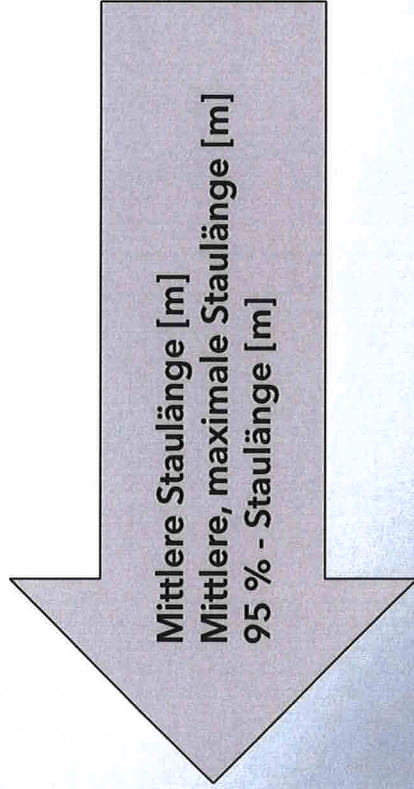
## Rückstaulängen Morgenspitze





# Prognoseplanfall 2030 - Variante 2

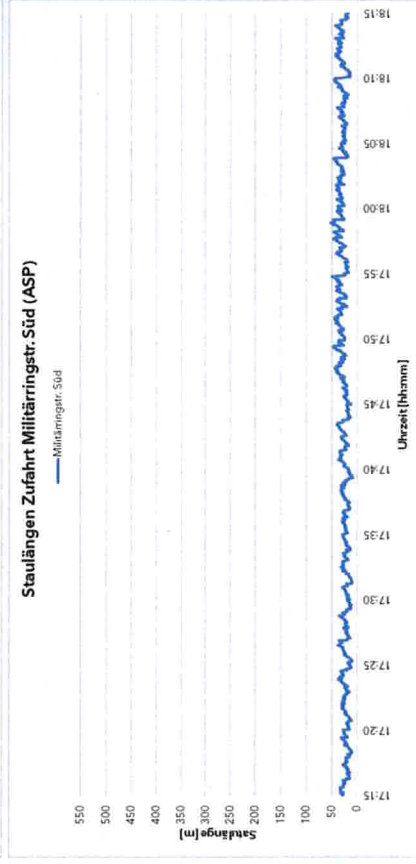
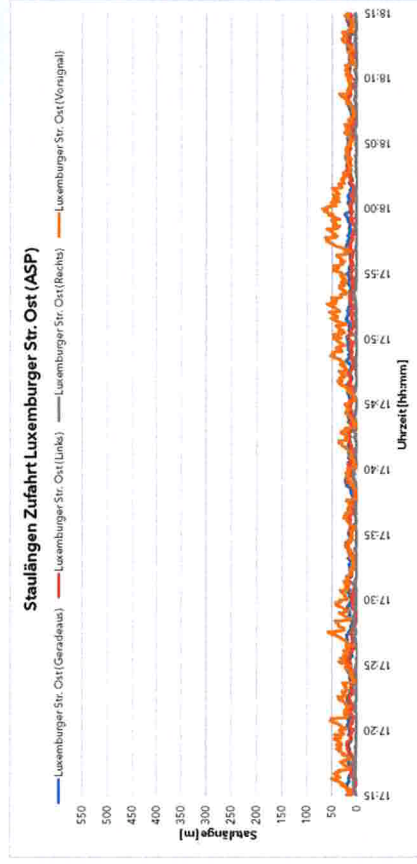
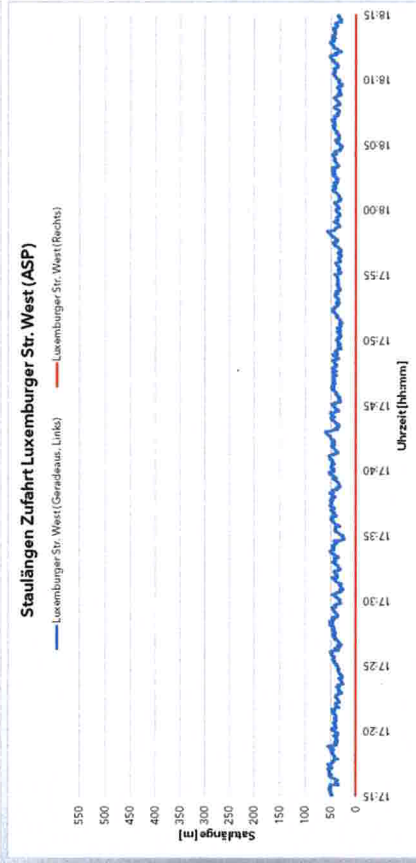
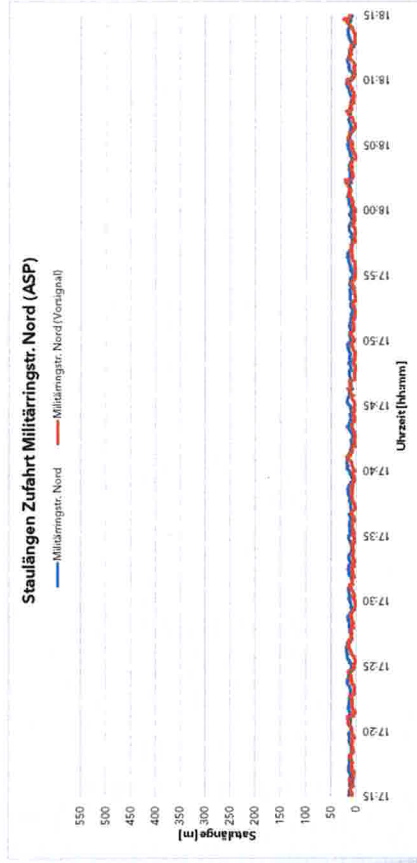
## Rückstaulängen Abendspitze





# Prognoseplanfall 2030 - Variante 2

## Rückstaulängen Abendspitze

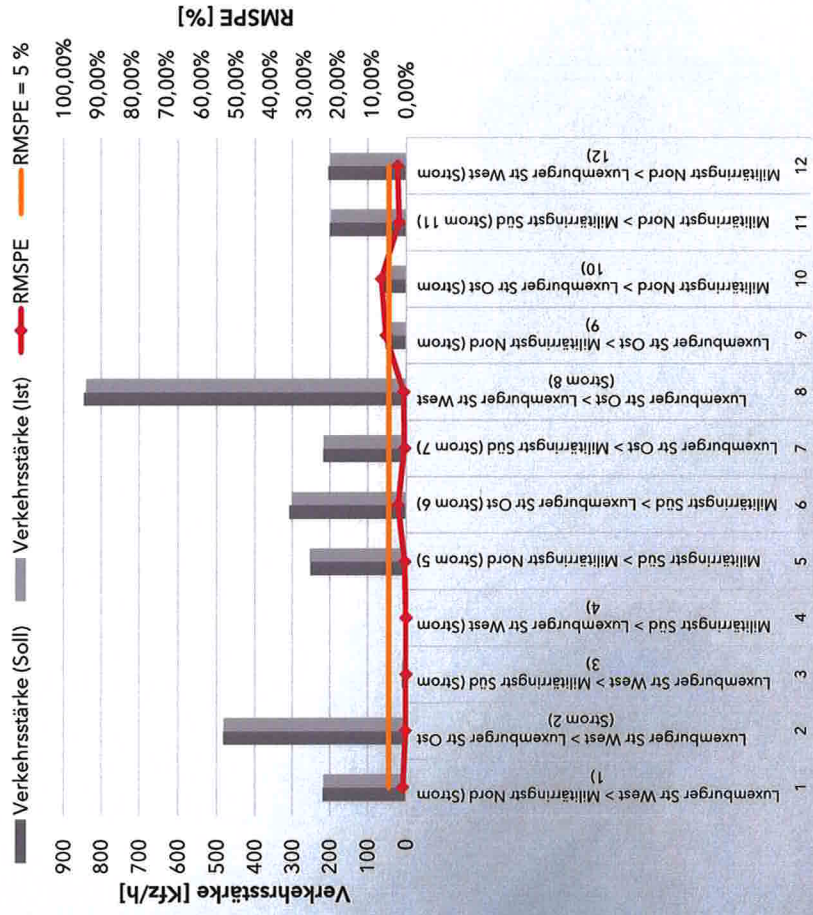


■ **Anlage A8: Simulationsergebnisse Prognoseplanfall  
2030 - Variante 3**

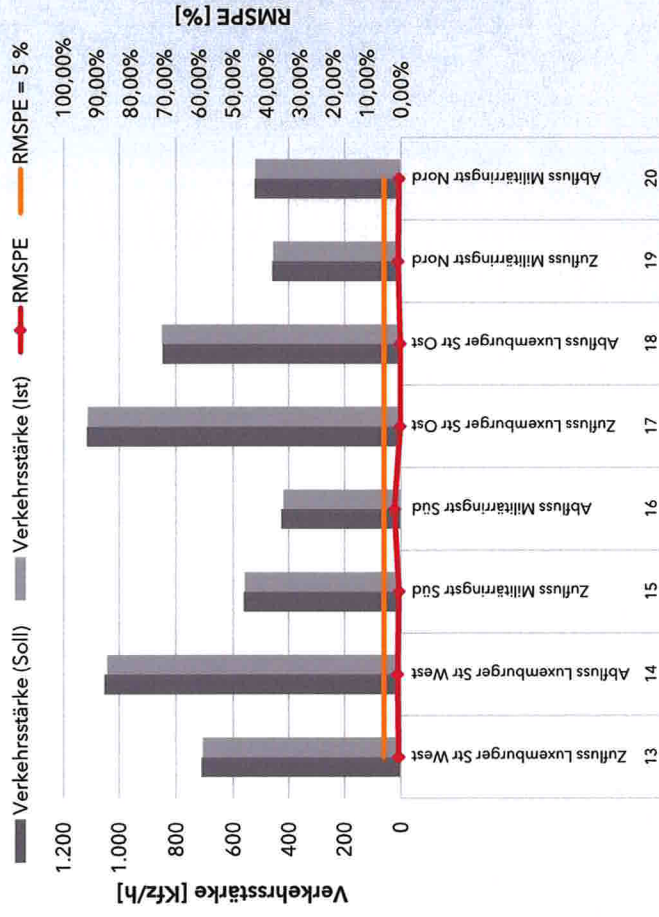
# Prognoseplanfall 2030 - Variante 3

## Verkehrsmengen Morgenspitze

### Knotenpunktströme



### Zu- und Abflüsse

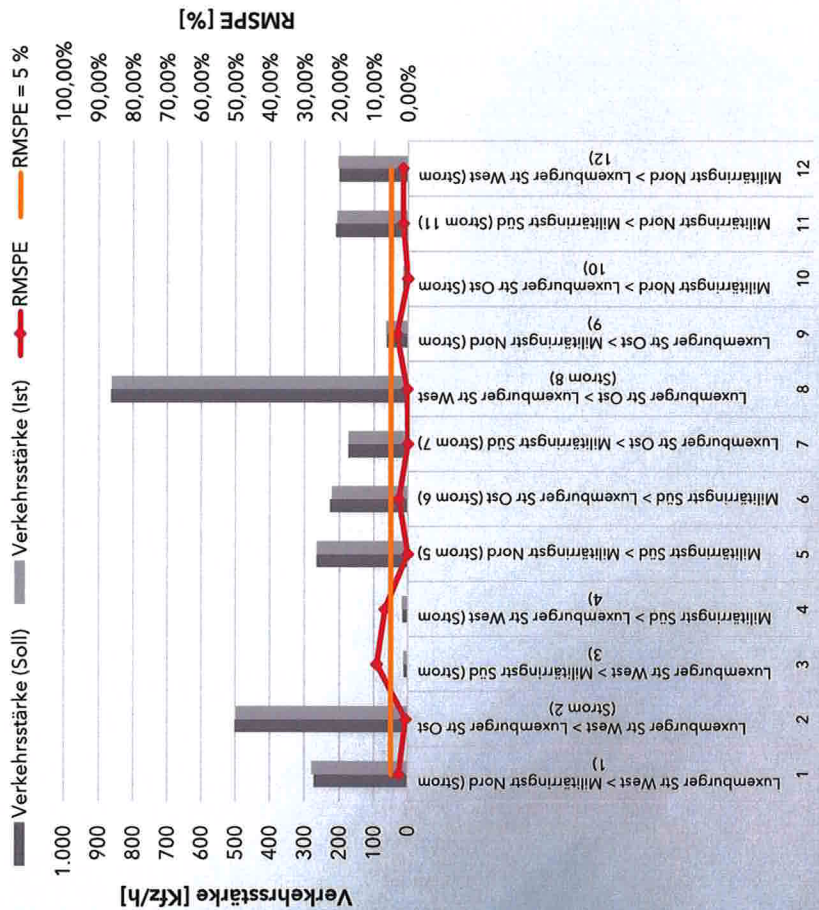




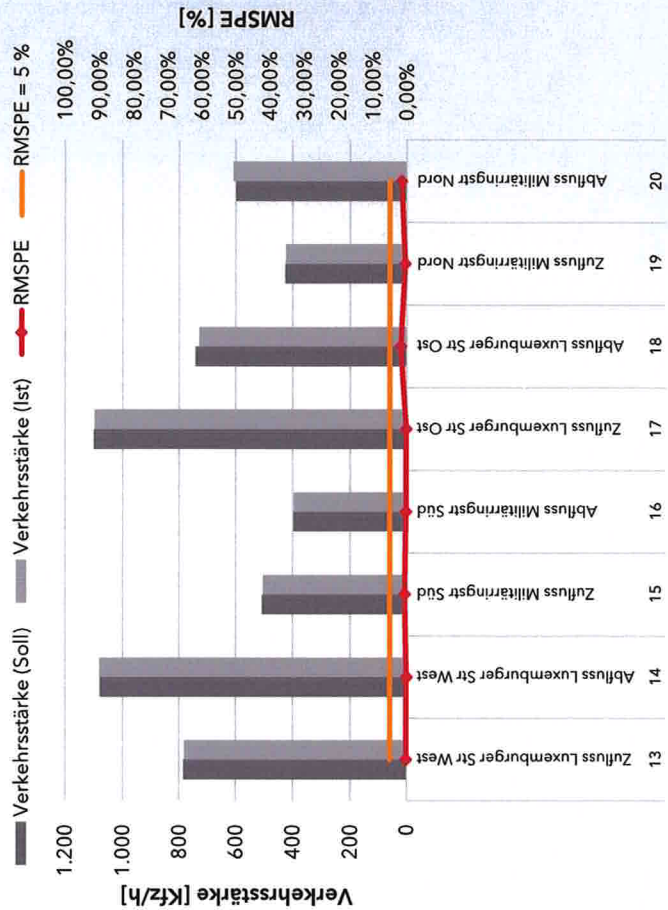
# Prognoseplanfall 2030 - Variante 3

## Verkehrsmengen Abendspitze

Knotenpunktströme

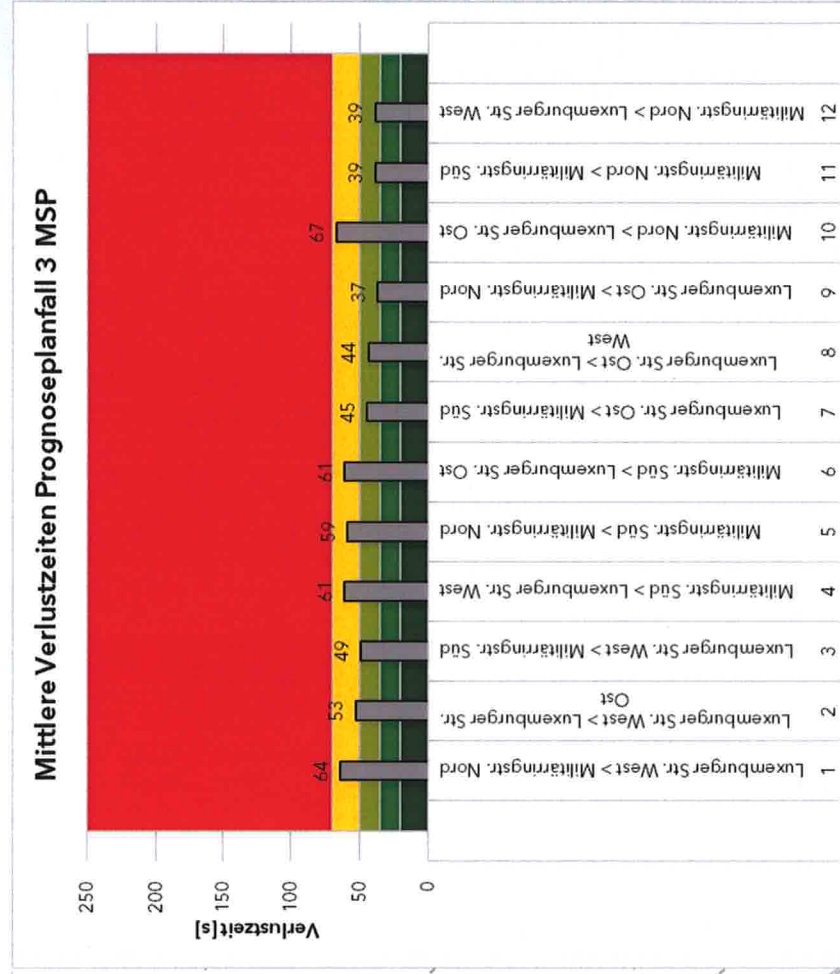
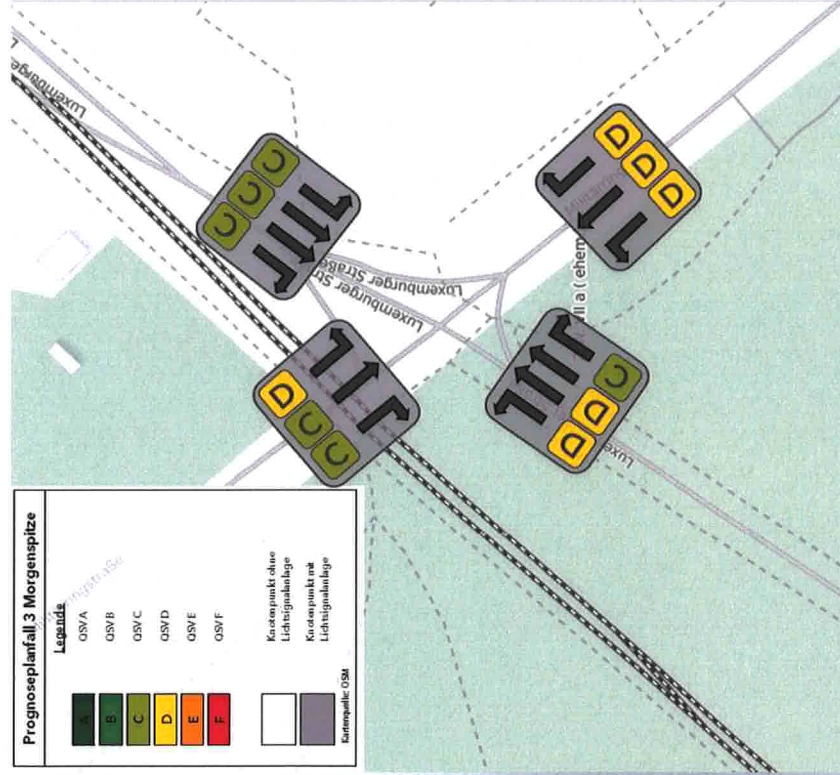


Zu- und Abflüsse



# Prognoseplanfall 2030 - Variante 3

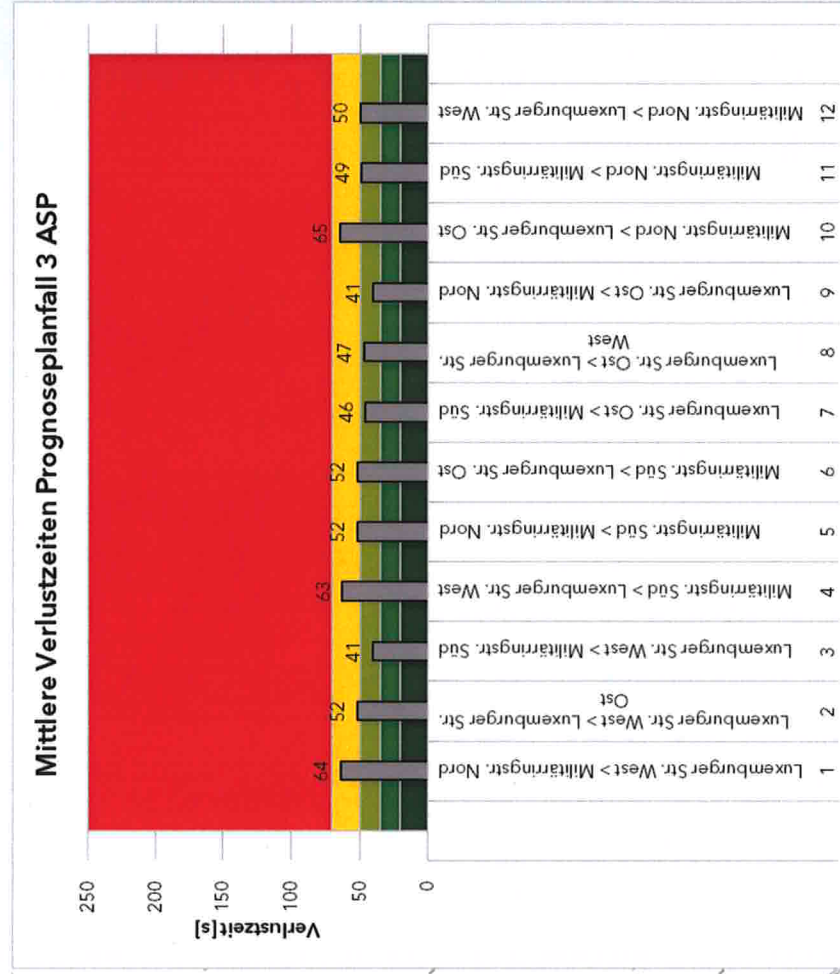
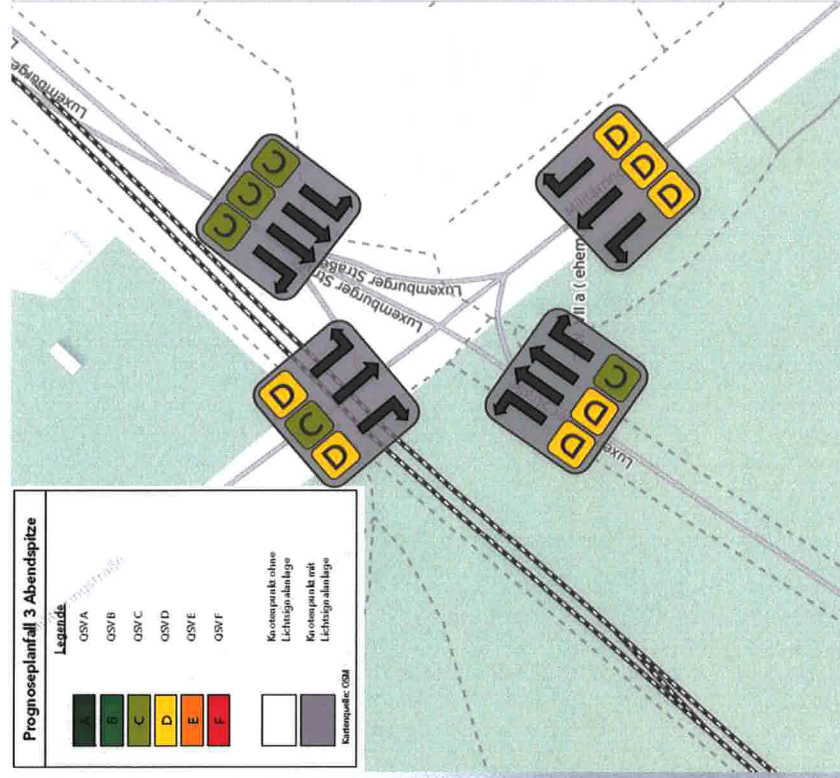
## Verkehrsqualitäten Morgenspitze





# Prognoseplanfall 2030 - Variante 3

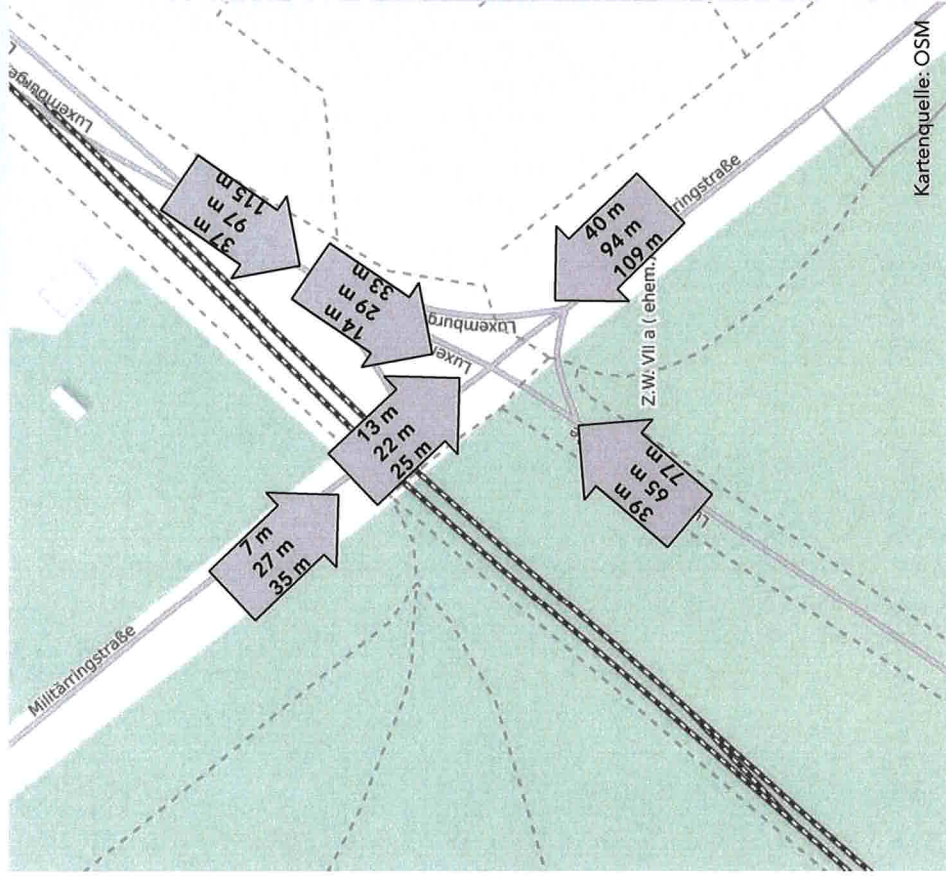
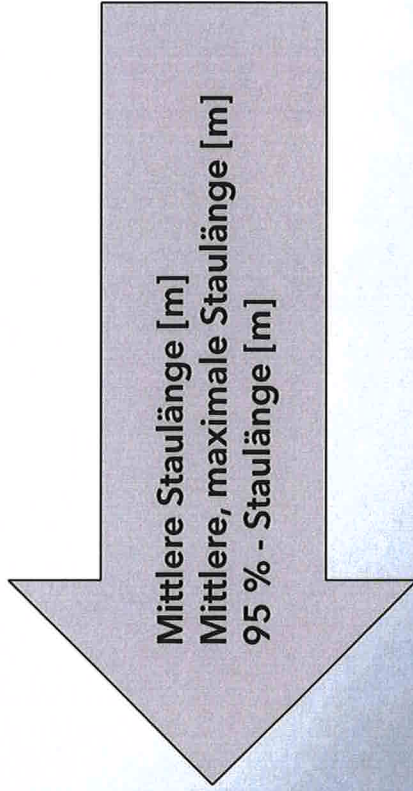
## Verkehrsqualitäten Abendspitze





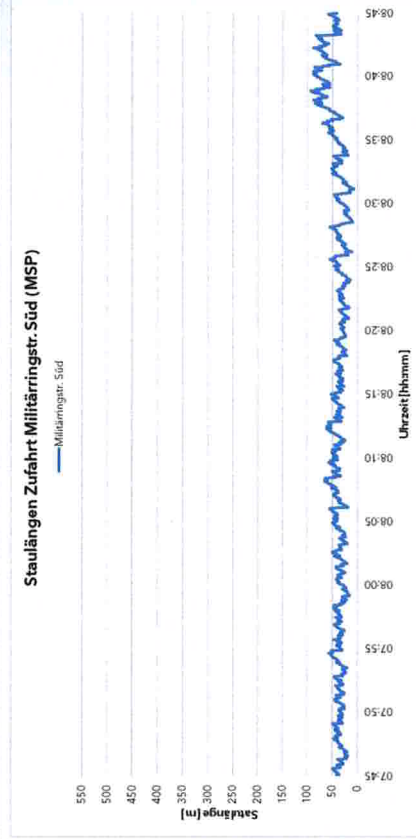
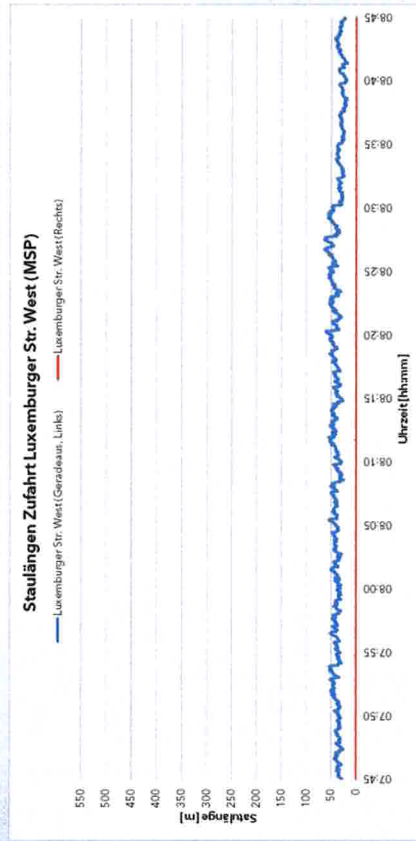
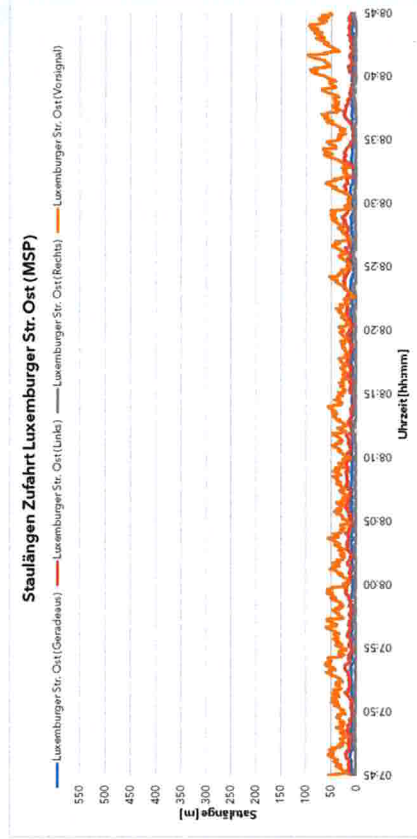
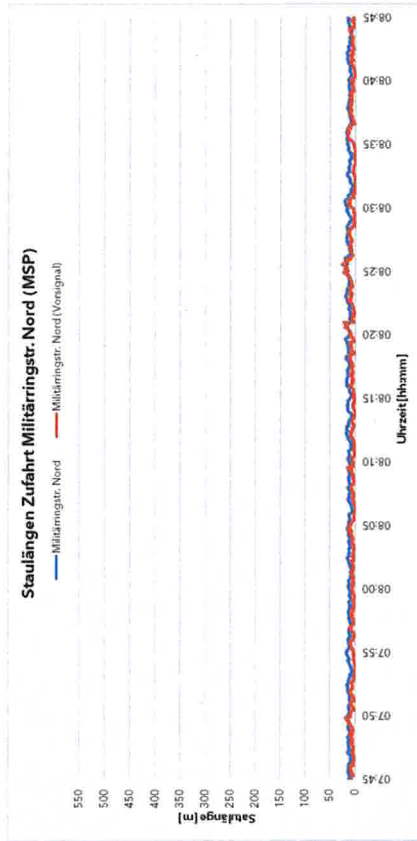
# Prognoseplanfall 2030 - Variante 3

## Rückstaulängen Morgenspitze



# Prognoseplanfall 2030 - Variante 3

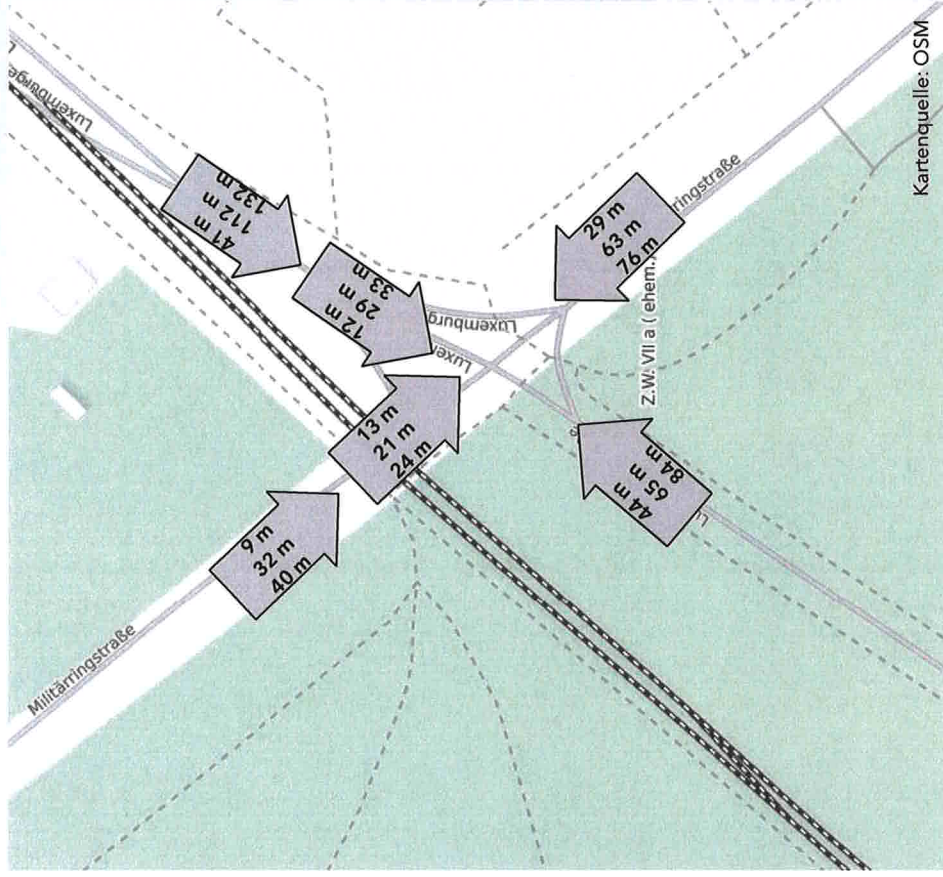
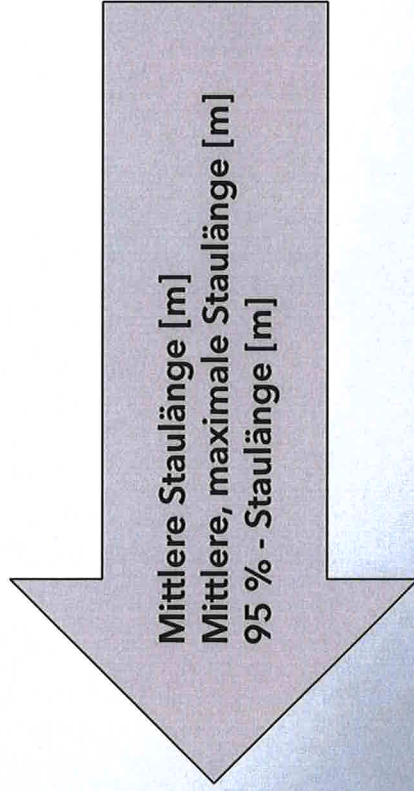
## Rückstaulängen Morgenspitze





# Prognoseplanfall 2030 - Variante 3

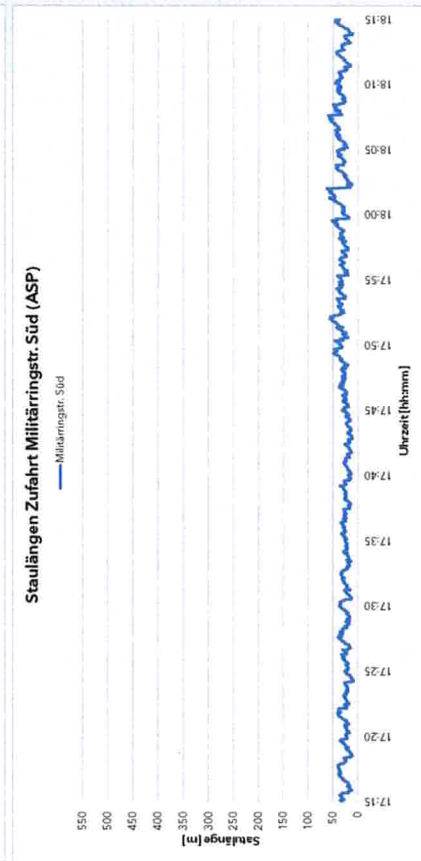
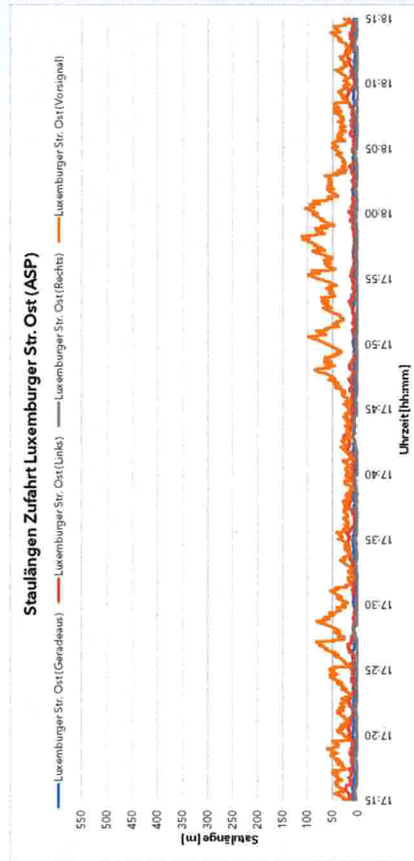
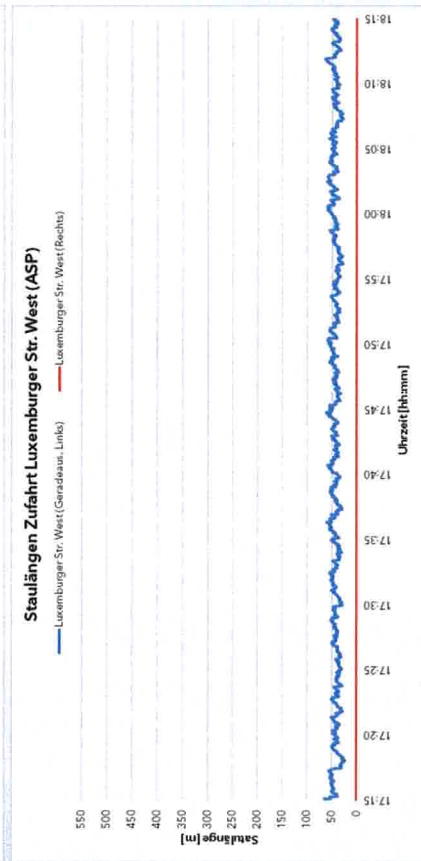
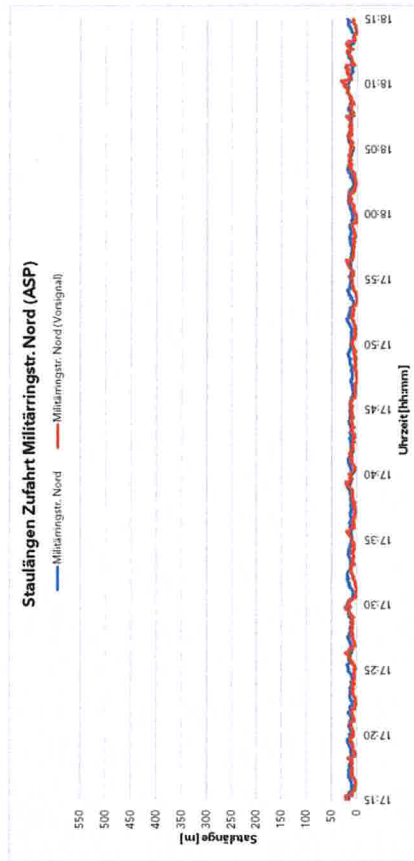
## Rückstauängen Abendspitze





# Prognoseplanfall 2030 - Variante 3

## Rückstaulängen Abendspitze

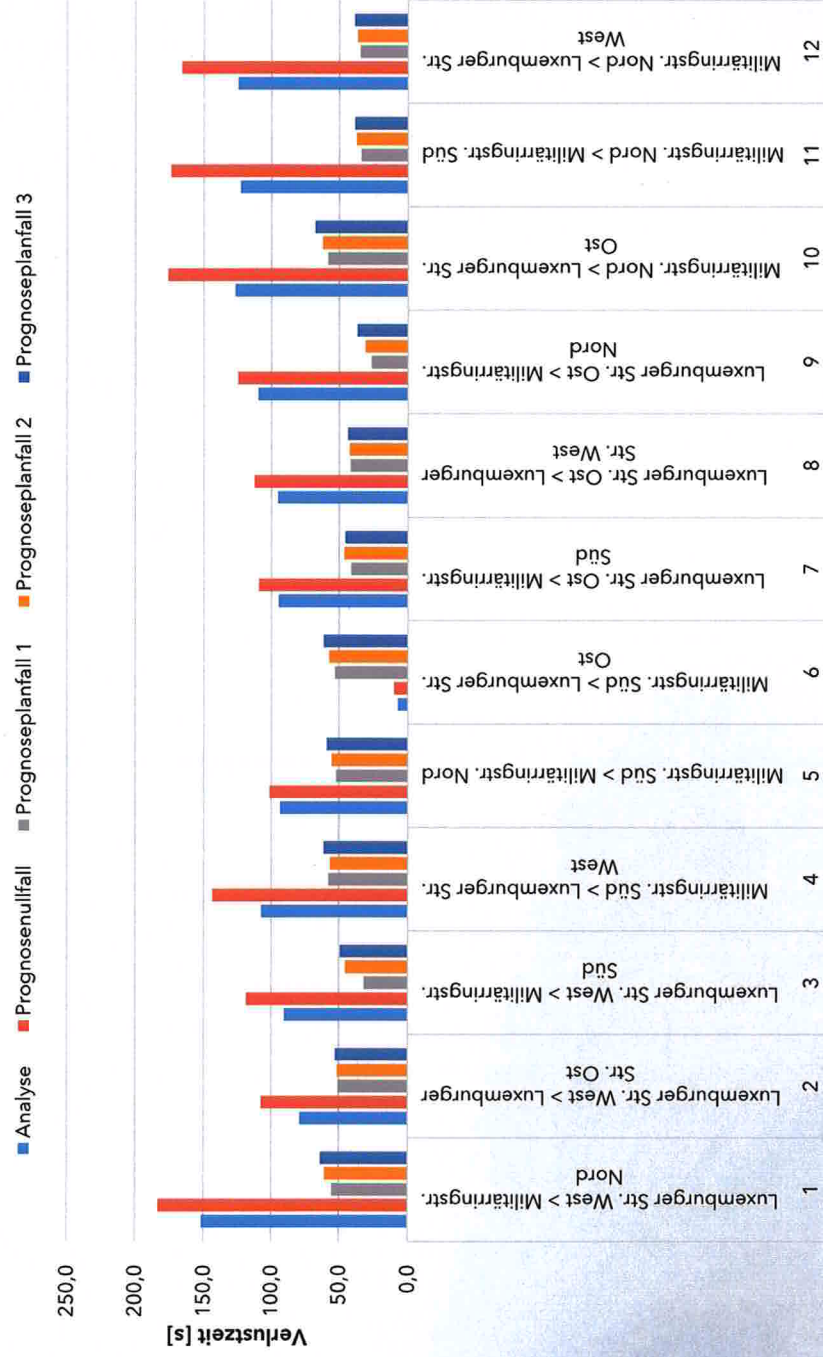


■ **Anlage A9: Zusammenfassung Simulationsergebnisse**

# Zusammenfassung Simulationsergebnisse

## Verkehrsqualitäten

Vergleich der mittleren Verlustzeiten (MSP)

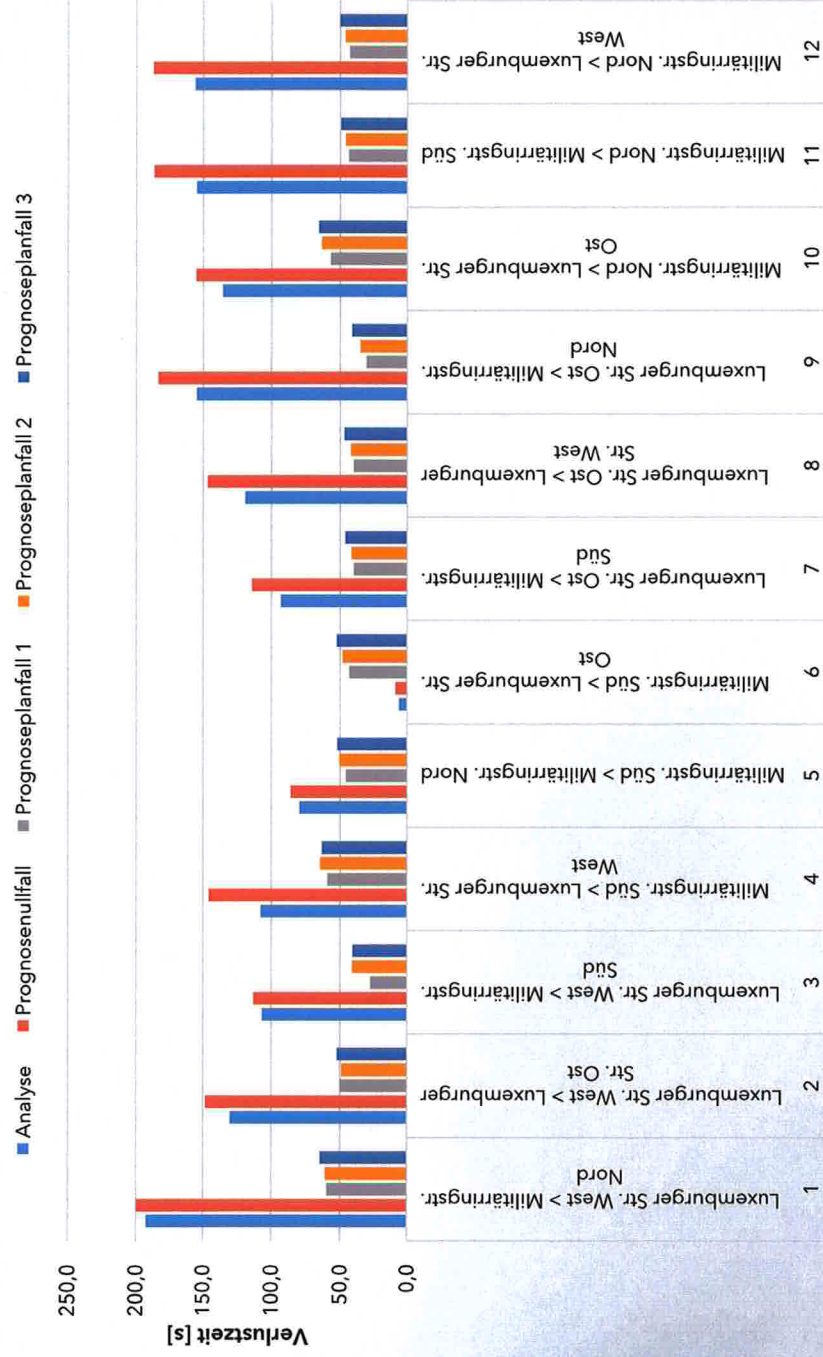




# Zusammenfassung Simulationsergebnisse

## Verkehrsqualitäten

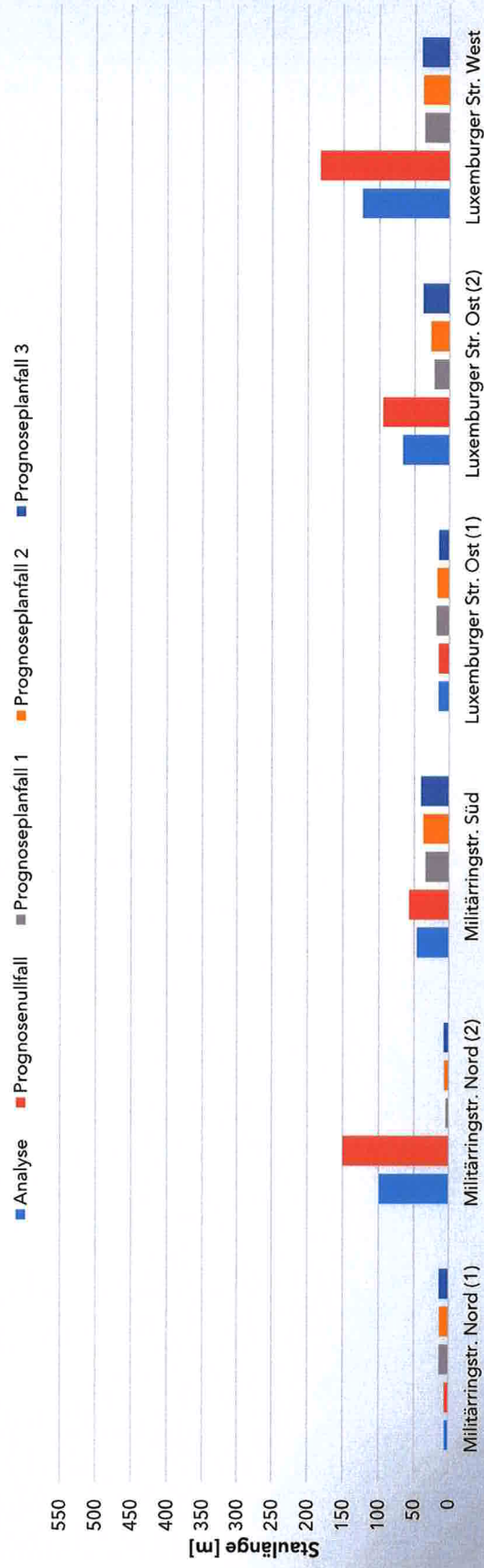
Vergleich der mittleren Verlustzeiten (ASP)



# Zusammenfassung Simulationsergebnisse

## Mittlere Rückstaulängen

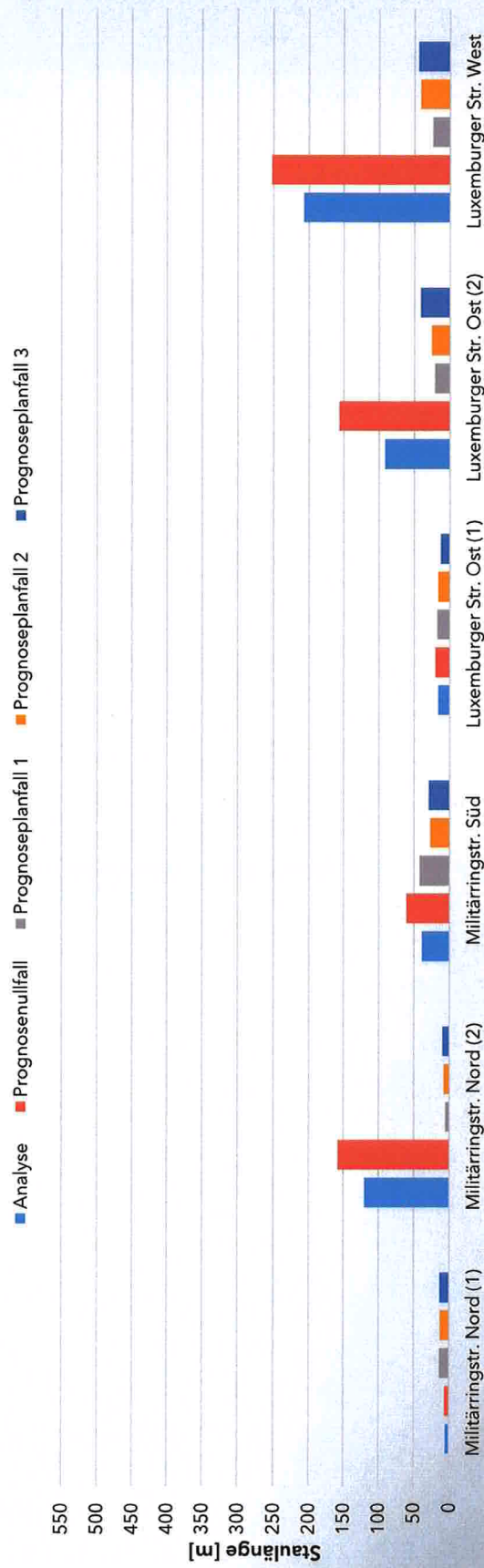
Vergleich der mittleren Rückstaulängen (MSP)



# Zusammenfassung Simulationsergebnisse

## Mittlere Rückstaulängen

Vergleich der mittleren Rückstaulängen (ASP)

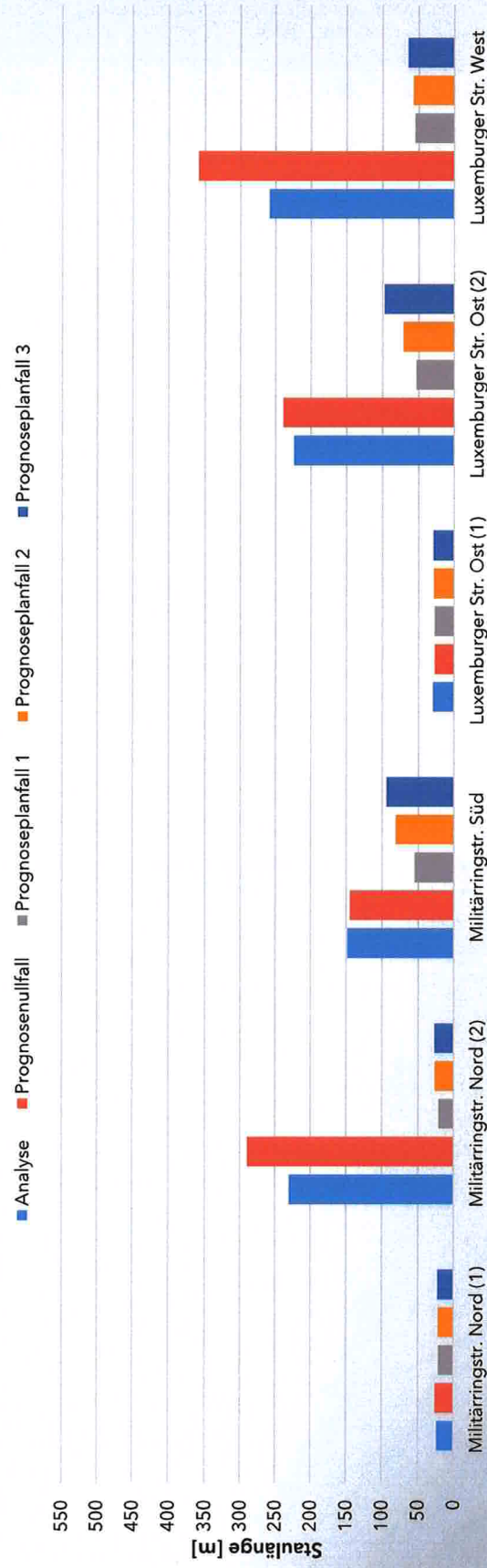




# Zusammenfassung Simulationsergebnisse

## Mittlere, maximale Rückstaulängen

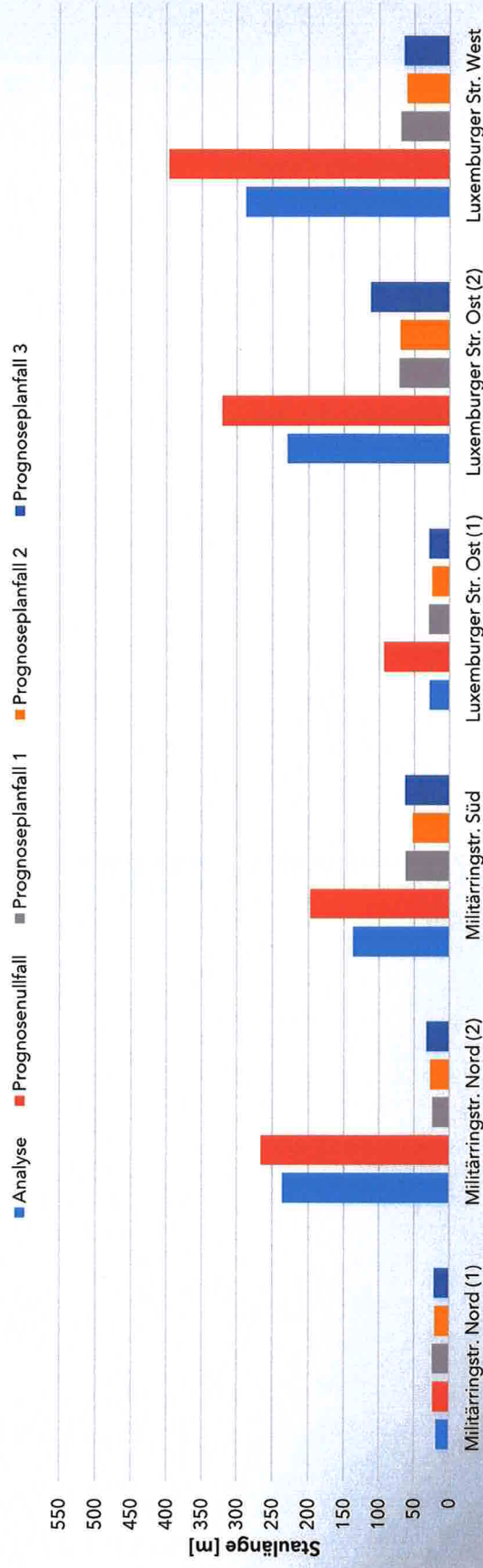
Vergleich der mittleren, maximalen Rückstaulängen (MSP)



# Zusammenfassung Simulationsergebnisse

## Mittlere, maximale Rückstaulängen

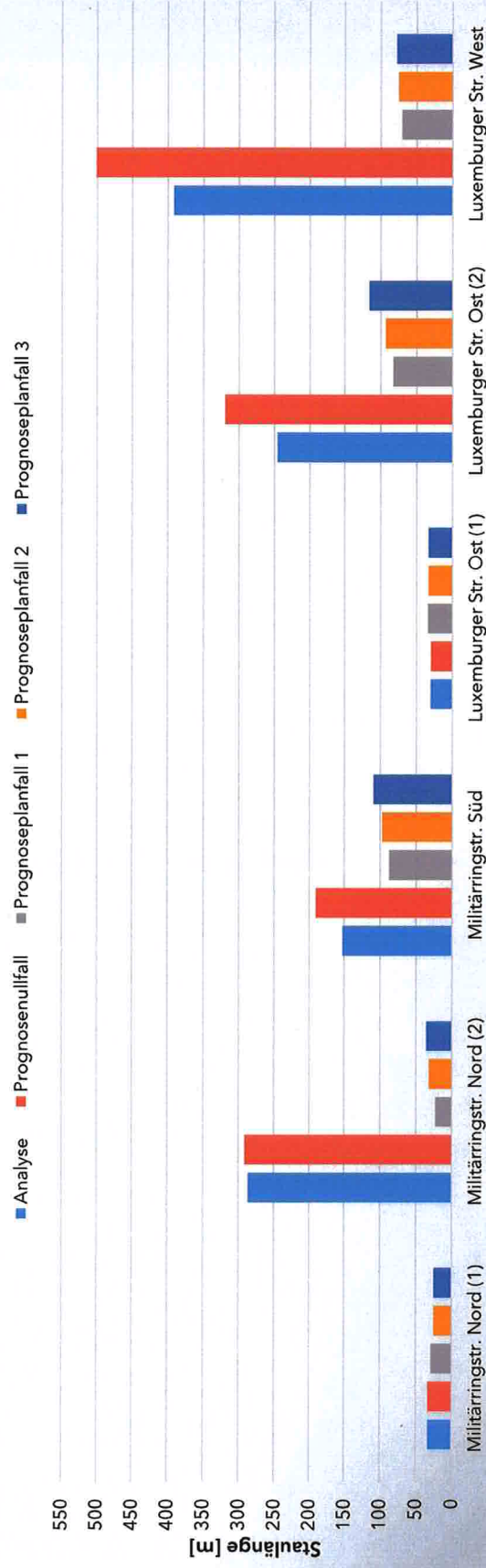
Vergleich der mittleren, maximalen Rückstaulängen (ASP)



# Zusammenfassung Simulationsergebnisse

## 95 % - Rückstaulängen

Vergleich der 95 % - Rückstaulängen (MSP)

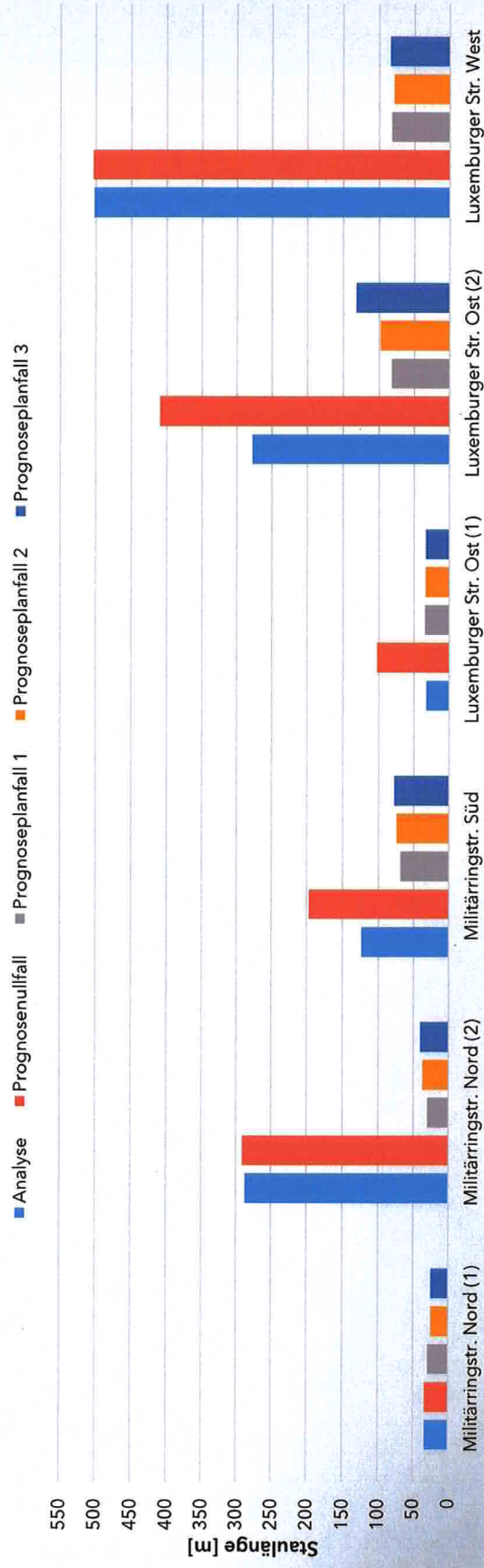




# Zusammenfassung Simulationsergebnisse

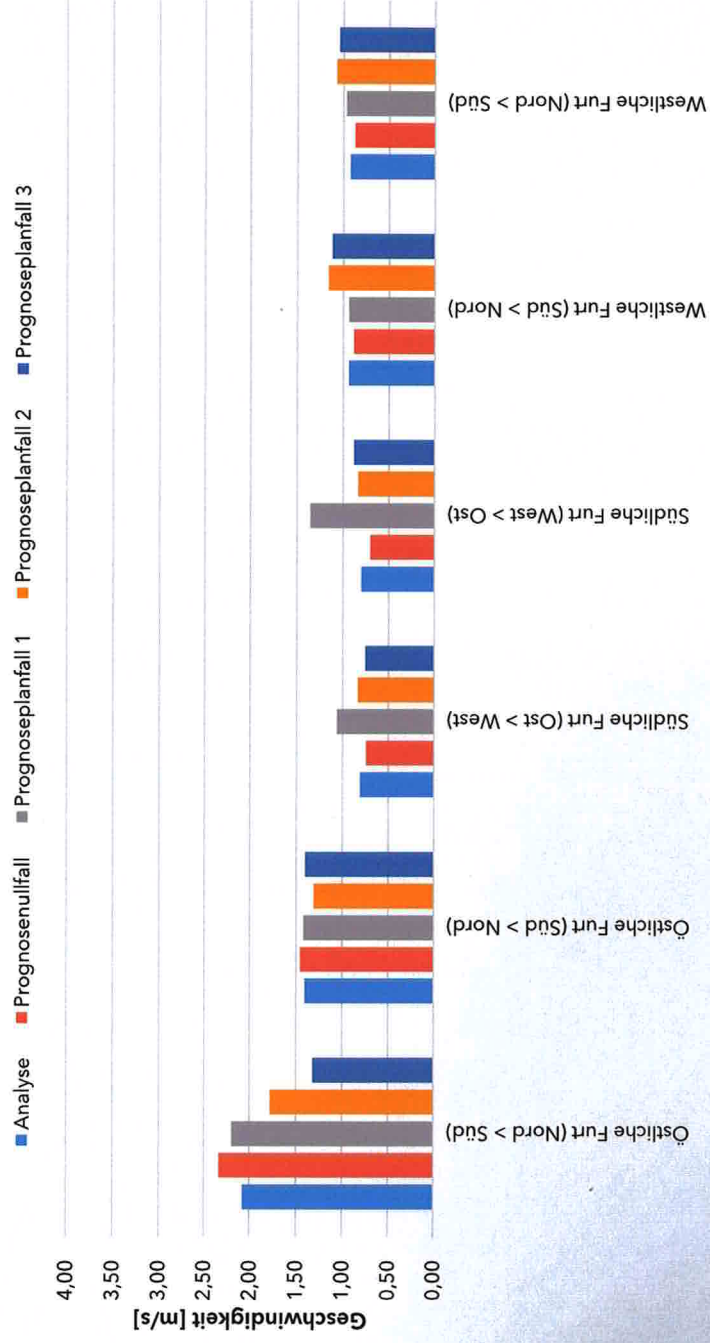
## 95 % - Rückstaulängen

Vergleich der 95 % - Rückstaulängen (ASP)



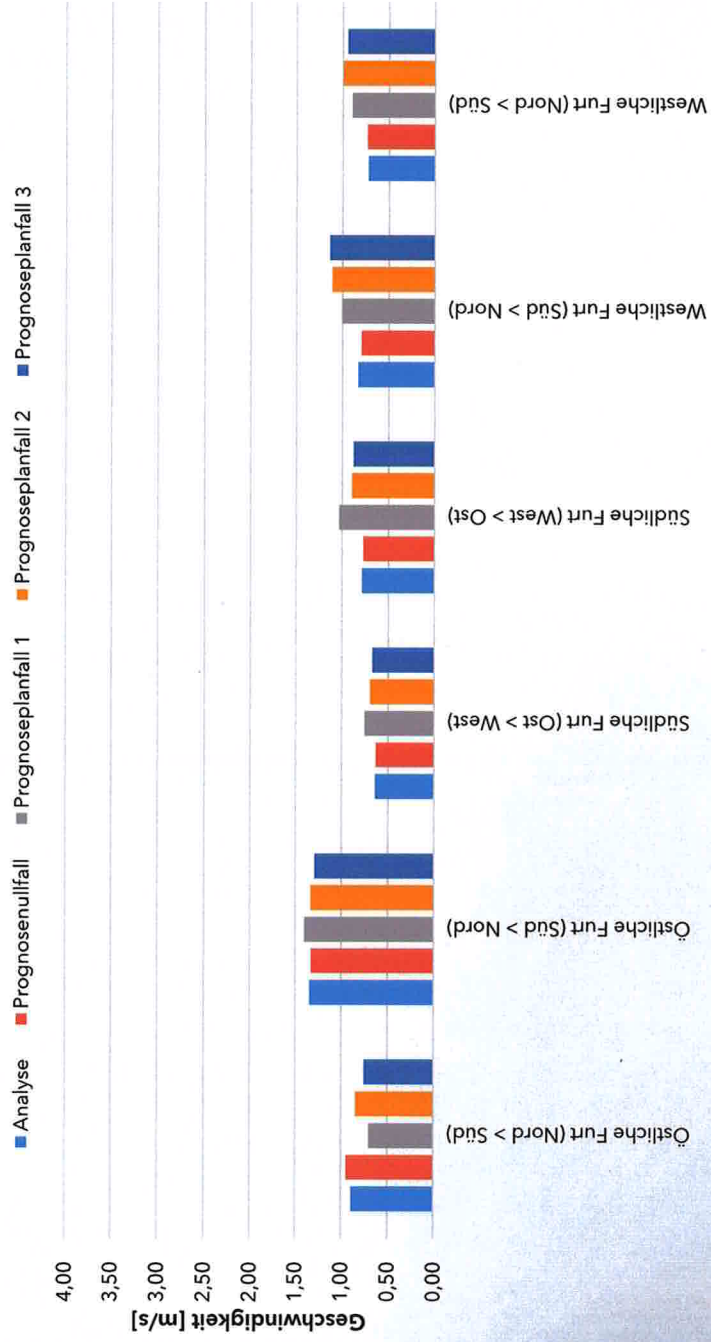
# Zusammenfassung Simulationsergebnisse Geschwindigkeiten Fuß- und Radverkehr

Mittlere Geschwindigkeiten Fuß- und Radverkehr (MSP)



# Zusammenfassung Simulationsergebnisse Geschwindigkeiten Fuß- und Radverkehr

Mittlere Geschwindigkeiten Fuß- und Radverkehr (ASP)





■ **Anlage A10: Lärmkennwerte**

---

An/To:	Von/From:	Datum/Date:
<b>Landesbetrieb Straßenbau.NRW/ Herr Kayser</b>	<b>Gunther Kesenheimer</b>	<b>01.02.19</b>
<input type="checkbox"/> Zur Kenntnis/For attention	<input type="checkbox"/> Vertraulich/Confidential	
<input type="checkbox"/> Rücksprache/Consultation	<input type="checkbox"/> Zu erledigen bis/To do by:	

---

**Daten Militärring / Luxemburger Straße für Lärm- und Schadstoffberechnung**

**Daten Lärmberechnung**

Querschnitt	MT	MN	PT	PN
Q1: L34	751	138	14	16
Q2: B265	1318	242	8	10
Q3: L34	654	120	12	14
Q4: B265	1317	241	9	11

Tabelle 1: Lärmkennwerte

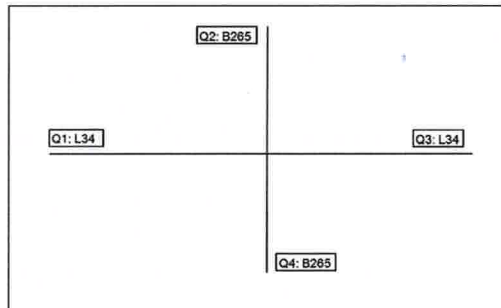


Abbildung 1: Querschnitte Lärmkennwerte

**Daten Schadstoffberechnung**

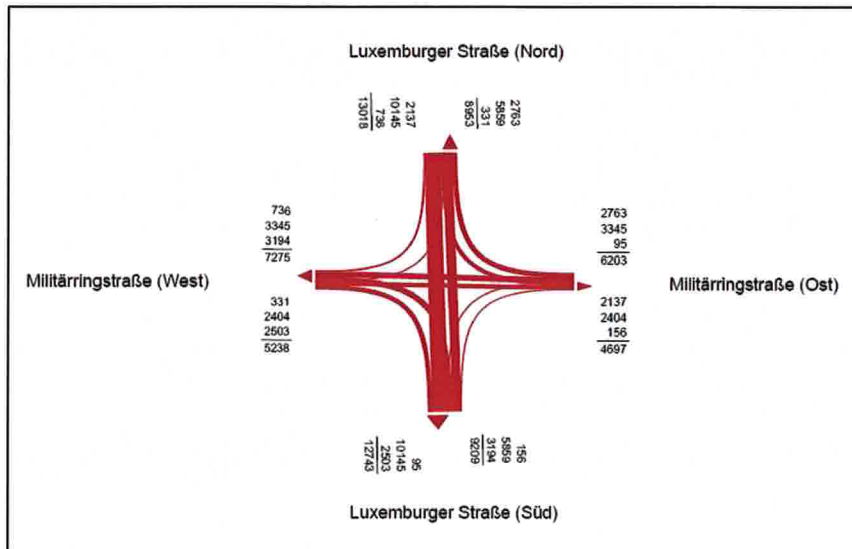


Abbildung 2: Verkehrsprognose 2030 – Kfz/24h (DTV)

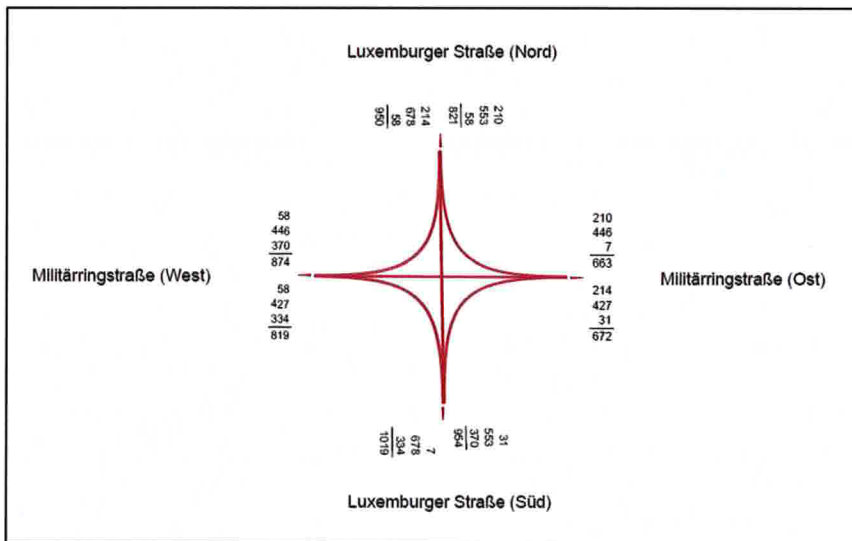


Abbildung 3: Verkehrsprognose 2030 – SV>2,8t/24h (DTV)



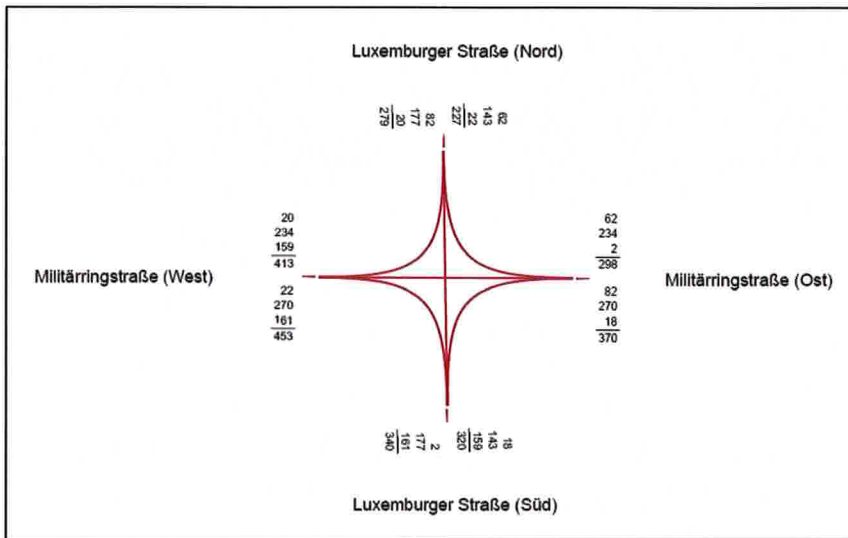


Abbildung 4: Verkehrsprognose 2030 – SV>3,5t/24h (DTV)

**Spuraufteilung Prognose- Nullfall 2030**

Die Spuraufteilung gilt für alle untersuchten Varianten

Luxemburger Straße Nord	
rechts	2.137
geradeaus	5.072
geradeaus	5.073
links	736
Luxemburger Straße Süd	
rechts/ geradeaus	6.015
links	3.194
Militärringstraße Ost	
rechts	2.763
geradeaus	3.345
links	95
Militärringstraße West	
rechts / geradeaus	4.907
links	331

Tabelle 2: Verkehrsaufkommen nach Fahrstreifen

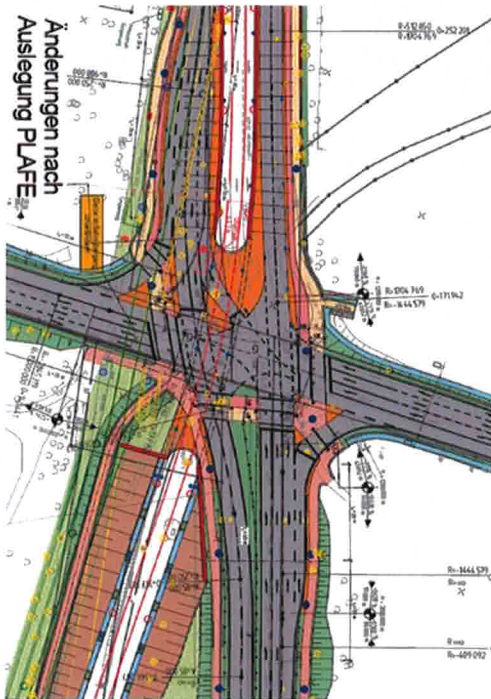


Abbildung 5: Militärring / Luxemburger Straße – Variante 1

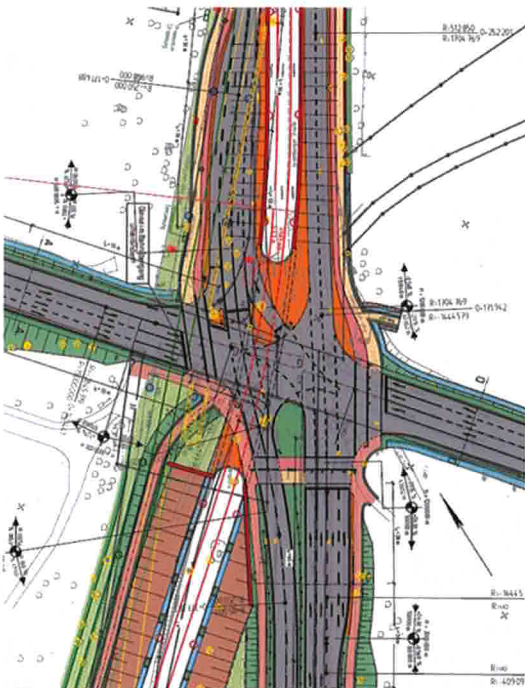


Abbildung 6: Militärring / Luxemburger Straße – Variante 2

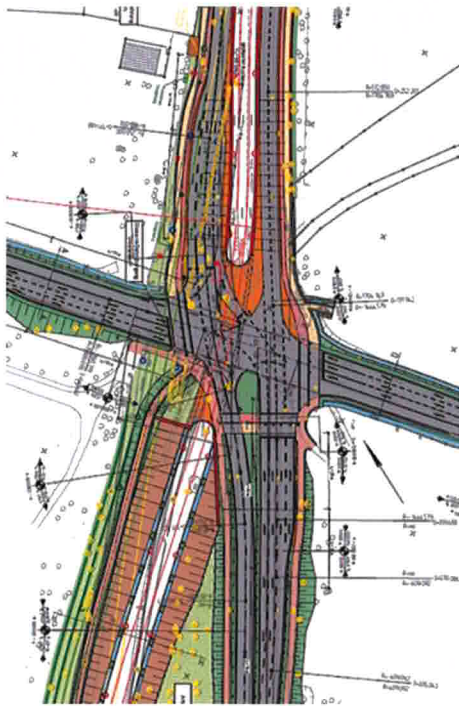


Abbildung 7: Militärtring / Luxemburger Straße – Variante 3