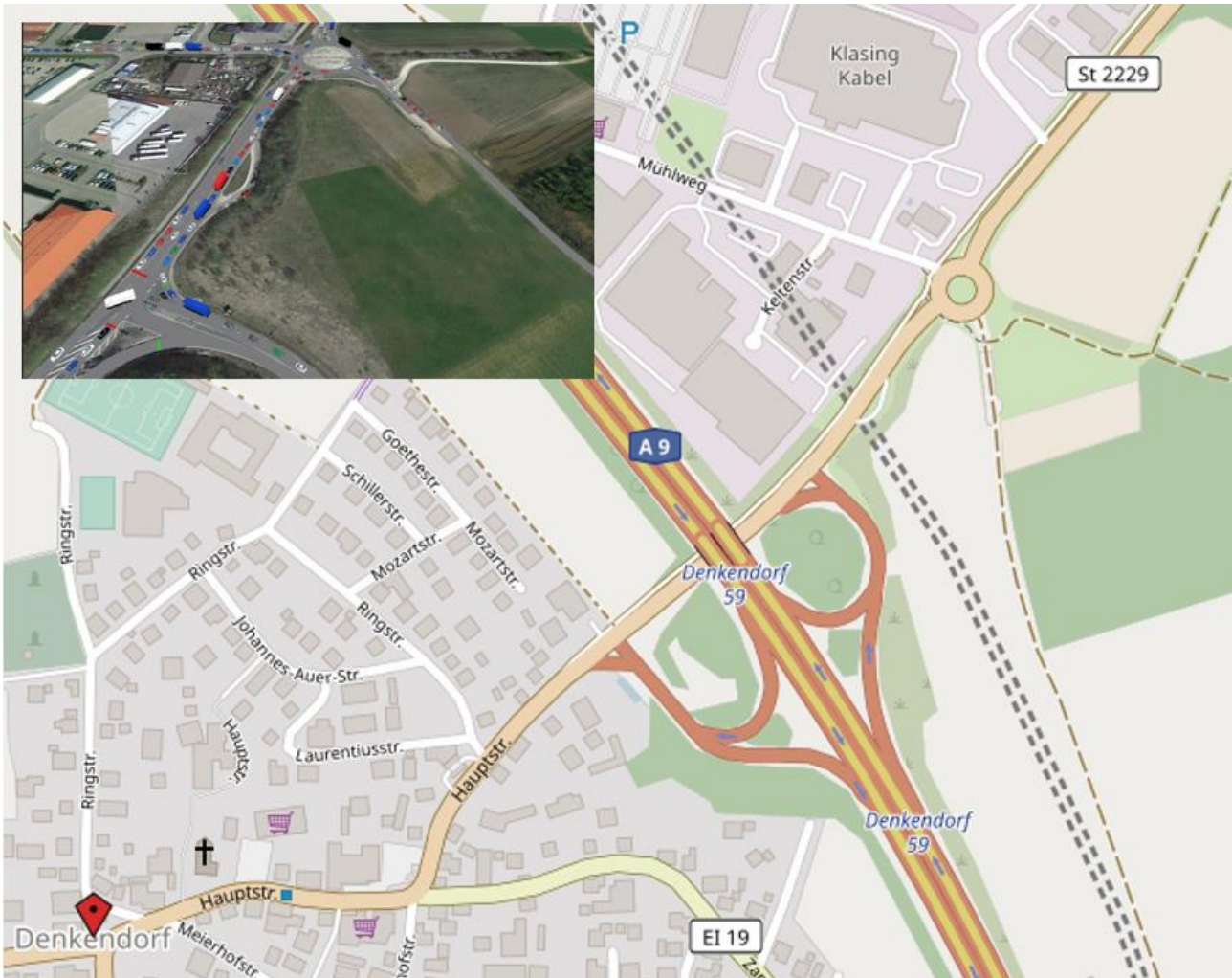


# Verkehrsuntersuchung Denkendorf Mikroskopische Verkehrssimulation

211-198-A

Datum: 31.08.22



## Auftraggeber

Staatliches Bauamt Ingolstadt Gebietsabteilung S2  
Eichstätt, Ingolstadt & Abteilung K  
Postfach 210461  
85019 Ingolstadt

## Auftragnehmer

PB Consult GmbH  
Rothenburger Straße 5  
90443 Nürnberg

# Impressum

---

PB Consult  
Planungs- und Betriebsberatungsgesellschaft mbH  
Rothenburger Str. 5  
90443 Nürnberg  
Telefon: +49-911 32239-0  
Telefax: +49-911 32239-10  
[www.pbconsult.de](http://www.pbconsult.de)  
[info@pbconsult.de](mailto:info@pbconsult.de)

## **Weitergabe an Dritte**

Alle von der PB CONSULT GmbH zur Verfügung gestellten Unterlagen (Berichte, Pläne, Tabellen etc.) oder Teile daraus dürfen vom Auftraggeber und Projektbeteiligten nur zum projektrelevanten Gebrauch verwendet werden. PB CONSULT GmbH bittet bei Veröffentlichungen vorab informiert zu werden, um entsprechend auf Rückfragen Dritter reagieren zu können. Die Weitergabe an Dritte – ohne konkreten Projektbezug – bedarf einer gesonderten Zustimmung der PB CONSULT.

\*Alle Hintergrundkarten stammen aus OpenStreetMap und stehen unter der Open Data Commons Open Database Lizenz (ODbL).

# Inhalt

---

<b>1.</b>	<b>Hintergrund .....</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>Aufbau der Verkehrssimulation.....</b>	<b>6</b>
2.1.	Verkehrsbelastungen .....	6
2.2.	Kalibrierung und Validierung des Modells .....	7
<b>3.</b>	<b>Auswertung der Verkehrssimulation Stufe 1.....</b>	<b>8</b>
3.1.	Szenario 1 .....	8
3.2.	Szenario 2 .....	10
3.3.	Szenario 3 .....	12
3.4.	Gegenüberstellung Simulationsergebnisse Szenario 1-3 .....	15
<b>4.</b>	<b>Zwischenfazit 1 .....</b>	<b>21</b>
<b>5.</b>	<b>Auswertung von möglichen Bauzuständen.....</b>	<b>22</b>
5.1.	Verkehrsbelastungen für die Bauzustände .....	22
5.2.	Bauzustand 1.....	23
5.3.	Bauzustand 2.....	24
5.4.	Gegenüberstellung Simulationsergebnisse Bauzustände.....	27
<b>6.</b>	<b>Zwischenfazit 2.....</b>	<b>33</b>
<b>7.</b>	<b>Nachfolgeuntersuchungen .....</b>	<b>34</b>
<b>8.</b>	<b>Fazit .....</b>	<b>37</b>
<b>9.</b>	<b>Verzeichnisse .....</b>	<b>38</b>

## 1. Hintergrund

In Denkendorf überführt die Bundeautobahn A9 die Staatsstraße St 2229. An der Anschlussstelle Denkendorf ist das Verkehrsaufkommen an beiden Knotenpunkten bereits im Bestand sehr hoch. Hinzu kommt, dass in Denkendorf für die nahe Zukunft einige Großbauprojekte geplant sind, welche noch zusätzlichen Verkehr erzeugen werden. Momentan sind beide Knotenpunkte der Anschlussstelle als T-Kreuzung ausgebaut, bei der die St 2229 die vorfahrtsberechtigende Straße ist. Mit Blick auf die zukünftigen Projekte gibt es bereits Pläne, den westlichen Knotenpunkt der Anschlussstelle zu einem Kreisverkehr umzubauen, um die Leistungsfähigkeit zu verbessern und – hauptsächlich – zur Anbindung eines geplanten Limes Centers.

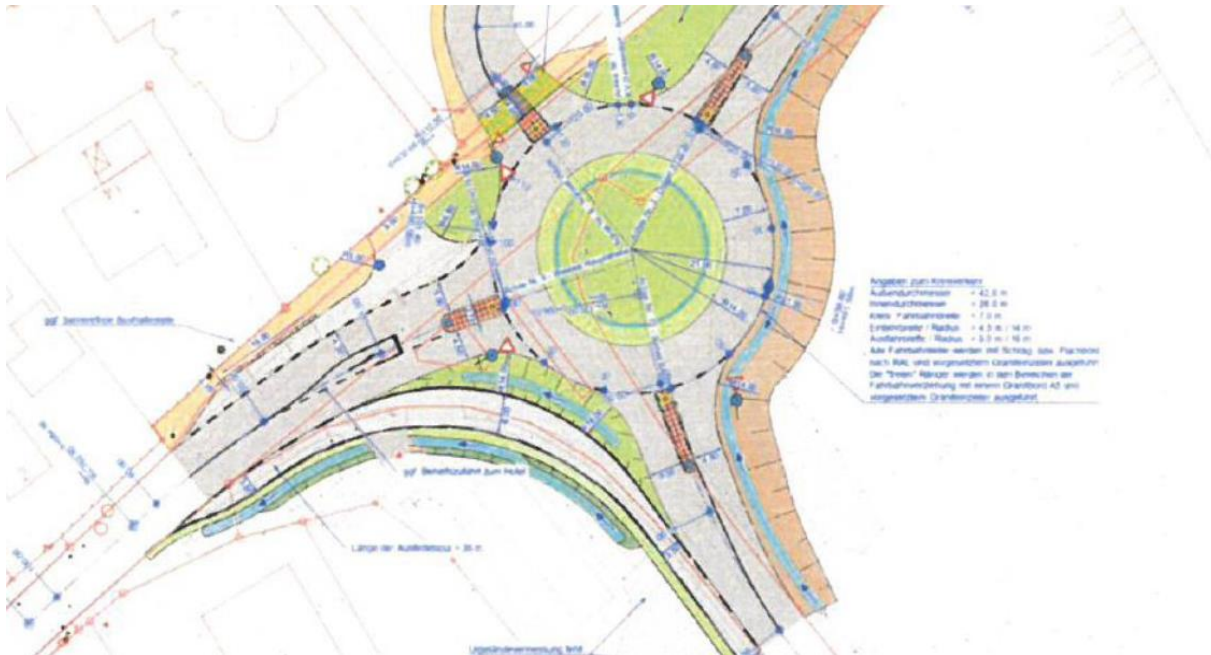


Abbildung 1: Geplanter Kreisverkehr an westlicher Rampe

Der im Nordosten anschließende Kreisverkehr auf der St 2229 ist für den neu erzeugten Verkehr ebenfalls von großer Bedeutung, da zwei geplante Gewerbegebiete (BA I und BA II) mit einer Fläche von rund 150.000 m<sup>2</sup> über den Kreisverkehr erschlossen werden sollen, genauso wie ein geplanter Autohof. BA II soll direkt angebunden werden, während BA I indirekt über eine Lichtsignalanlage nördlich des Kreisverkehrs angebunden werden soll.

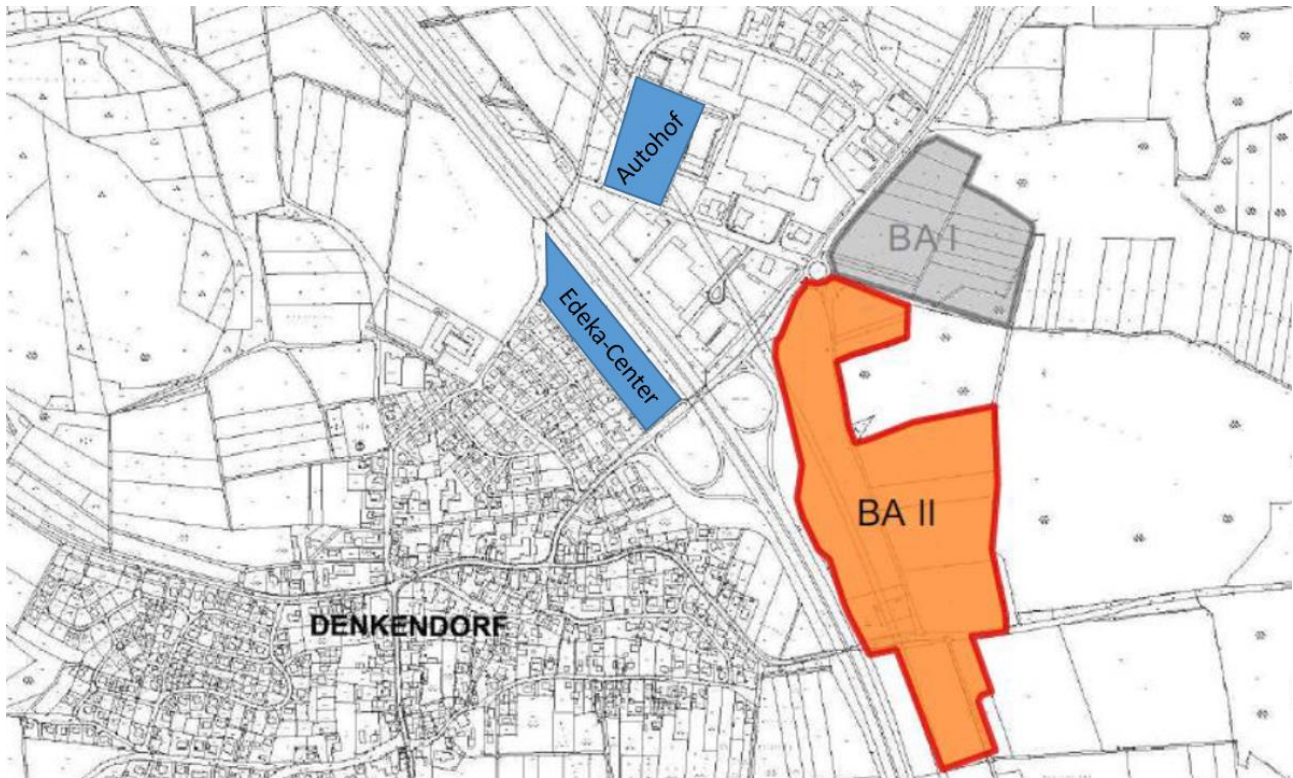


Abbildung 2: Geplante Bausmaßnahmen

Die starke Verkehrsbelastung auf der St 2229 und die Knotenpunktform der beiden Autobahnausfahrten, als jeweils vorfahrtsuntergeordnet gegenüber der St 2229 führen dazu, dass in den Spitzenstunden teilweise Rückstaus bis auf die Bundesautobahn A9 beobachtet werden.

Mit einer mikroskopischen Verkehrssimulation werden drei Szenarien untersucht, die unterschiedliche Knotenpunktformen beinhalten, wodurch sich die Leistungsfähigkeit im Untersuchungsgebiet verbessern sollte.

In **Szenario 1** wird der westliche Knotenpunkt der Anschlussstelle nach den zur Verfügung gestellten Planunterlagen zu einem Kreisverkehr inklusive Bypass umgebaut. Die beiden anderen Knotenpunkte bleiben wie im Bestand.

In **Szenario 2** bleibt der Kreisverkehr am westlichen Knotenpunkt wie in Szenario 1 bestehen (Kreisverkehr). Der östliche Knotenpunkt der Anschlussstelle wird im Modell zu einem Knotenpunkt mit Lichtsignalanlage (LSA) umgebaut. Der dritte Knotenpunkt bleibt wie im Ist-Zustand ein Kreisverkehr.

Die Anpassung der östlichen Anschlussstelle zu einem Knotenpunkt mit LSA erfolgt mit Hilfe der Software LISA von Schlothauer & Wauer. Hier werden im Programm Haltelinien und Spurenanzahl je Knotenpunktarm klar definiert, Zwischenzeiten lassen sich berechnen und Festzeit-Signalprogramme für die beiden Spitzenstunden eines Tages erstellt. Die Vorplanung aus LISA wird dann in das Vissim-Modell integriert.

Für **Szenario 3** werden alle drei Knotenpunkte zu KPs mit LSA umgebaut. Auch der westliche Knotenpunkt und der bestehende Kreisverkehr im Nordosten. Somit folgen im dritten Szenario drei Knotenpunkte mit LSA Steuerung direkt aufeinander.

## 2. Aufbau der Verkehrssimulation

### 2.1. Verkehrsbelastungen

Im ersten Arbeitsschritt wurden alle wichtigen Daten und Grundlagen gesammelt, um ein Modell mit der Software von PTV Vissim aufzubauen. Für den Ist-Zustand wurden die Verkehrsbelastungen aus dem 2020 erstellten Gutachten von Dr. Kurzak verwendet, um vergleichbare Ergebnisse zur vorherigen Verkehrsuntersuchung vom Dezember 2021 zu erhalten.

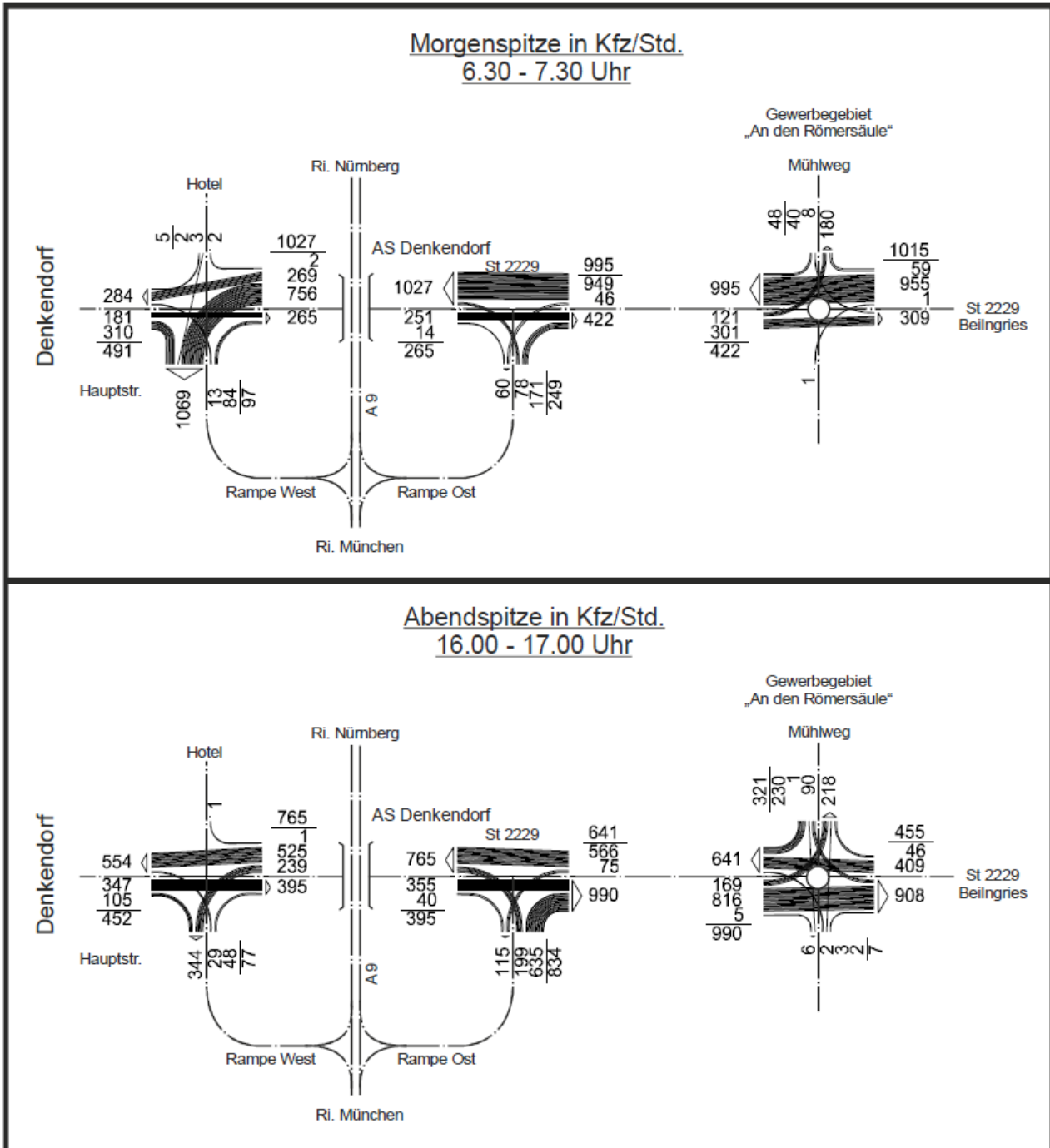


Abbildung 3: Verkehrsbelastungen aus dem Jahr 2020

Für die drei Szenarien wurden aus dem bereits erstellten Gutachten für die Gemeinde Denkendorf die Zahlen der berechneten Verkehrserzeugungen der einzelnen Baumaßnahmen übernommen, sodass teilweise mit ca. 20 % Mehrverkehr im Untersuchungsgebiet zu rechnen sein wird.

Für die Auswertung der drei Szenarien wurden die Verkehrsbelastungen des Planfalls 1 aus dem vorangegangenen Gutachten verwendet. Der Planfall 1 beinhaltet die Bauabschnitte I + II, das Limes-Center und belässt das Fachmarktzentrum um Aldi und Rewe, anstatt den auch geplanten Autohof einzuplanen. So wurde das „Worst Case“-Szenario abgebildet, da in diesem Planfall etwas mehr Verkehr im Untersuchungsgebiet erwartet wird, als im Planfall 2, mit Autohof anstelle des Fachmarktzentrums.

## 2.2. Kalibrierung und Validierung des Modells

Im nächsten Arbeitsschritt wurde das Straßennetz des Untersuchungsgebietes in der Software PTV Vissim nachgebaut sowie die Fahrzeugzuflüsse und Routenentscheidungen aus den Erhebungen angelegt.

Die Kalibrierung des Modells erfolgte in der morgendlichen Spitzenstunde des Ist-Zustandes. Hierfür wurde die Anzahl der ins Modell fahrenden Fahrzeuge mit der Anzahl der aus dem Modell fahrenden Fahrzeuge für jede Ein- und Ausfahrt überprüft. Außerdem wurden die in Vissim berechneten Verlustzeiten aller Fahrbeziehungen an den drei Knotenpunkten mit den berechneten Wartezeiten verglichen, die aus der Einzelknotenberechnung mit der Software LISA von Schlotauer & Wauer vorliegen.

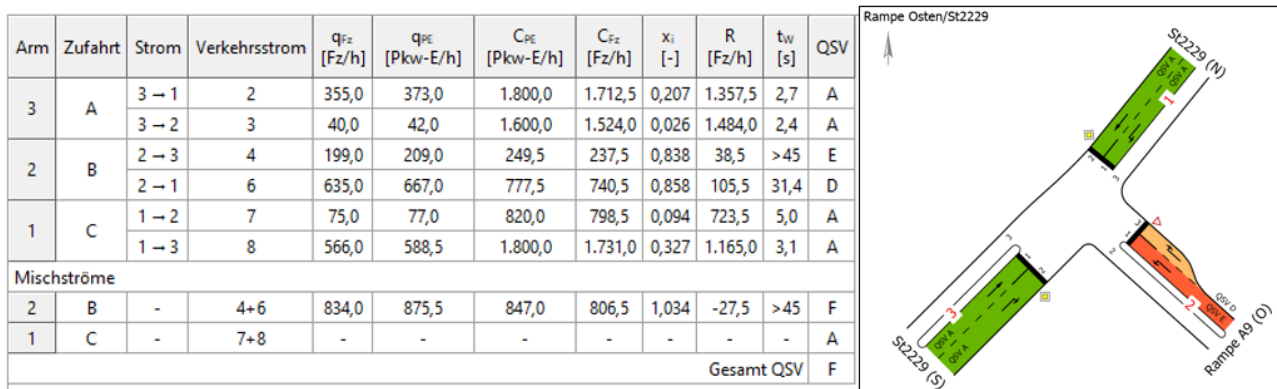


Abbildung 4: Auszug aus der Berechnung der Wartezeiten am KP2 mit LISA

### 3. Auswertung der Verkehrssimulation Stufe 1

Nach Kalibrierung und Validierung des Grundmodells wurden die drei Szenarien modelliert und die Leistungsfähigkeit der Knotenpunkte ausgewertet.

Die Leistungsfähigkeit eines Knotenpunktes wird mit Hilfe der Verkehrsqualität dargestellt. Die Verkehrsqualität wird anhand der mittleren Wartezeit bewertet, wobei folgende Einteilung der Qualitätsstufen des Verkehrsablaufs (QSV) nach dem Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS) der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) zum Tragen kommt:

QSV	Rechts vor Links		Vorfahrtsregelung	Lichtsignalanlage
	Einmündung	Kreuzung		
A	-	-	≤10	≤20
B	≤10	≤10	≤20	≤35
C	-	≤15	≤30	≤50
D	≤15	≤20	≤45	≤70
E	≤20	≤25	>45	>70
F	>20*	>25*	..**	..**

\* In diesem Bereich funktioniert die Regelung rechts vor links nicht mehr

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

**Tabelle 1 Qualitätsstufen des Verkehrsablaufs nach der mittleren Wartezeit in Sekunden**

Nach HBS ist für jedes Element von Straßenverkehrsanlagen mindestens die QSV D zu erfüllen. Die QSV D wird bei signalisierten Knotenpunkten bei einer durchschnittlichen Wartezeit von 70 Sekunden oder weniger erreicht. Bei einer QSV E, bei der die mittlere Wartezeit länger als 70 Sekunden beträgt, gilt ein Knotenpunkt als sehr stark ausgelastet und die Wartezeiten werden nach HBS für den jeweils betroffenen Verkehrsteilnehmer als lang bezeichnet. Außerdem tritt nach HBS auf den betroffenen Fahrtstreifen im Kfz-Verkehr am Ende der Freigabezeit in den meisten Umläufen ein Rückstau auf. Ist für ein Element dieser Nachweis nicht möglich, so ist die Mindestqualität der Gesamtanlage nicht erreicht.

#### 3.1. Szenario 1

In Szenario 1 wurde der westliche Knotenpunkt der Anschlussstelle nach den zur Verfügung gestellten Planunterlagen zu einem Kreisverkehr inklusive Bypass umgebaut. Die beiden anderen Knotenpunkte blieben wie im Bestand.

Die Auswertung der morgendlichen Spitzenstunde des ersten Szenarios ergab folgende Ergebnisse bei den Verlustzeiten und den Qualitätsstufen:



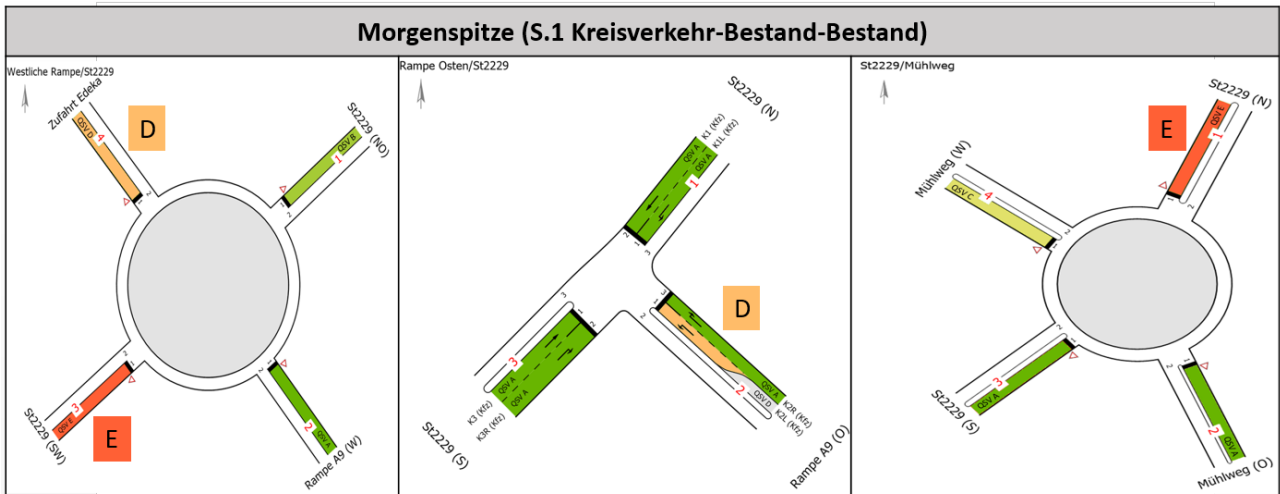


Abbildung 5: Qualitätsstufen Szenario 1 Morgenspitze

An der westlichen Autobahnrampe hatte der Verkehrsstrom von Südwesten kommend, Richtung Nordosten fahrend, die höchsten Verlustzeiten. Diese waren im Durchschnitt über 45 Sekunden und somit ergab sich hier die QSV E. Ursache für die langen Verlustzeiten ist der große Verkehrsstrom, der in der morgendlichen Spitzenstunde von Nordosten kommend an dem Knotenpunkt auf die Autobahn Richtung München fährt. In einem Kreisverkehr hat dieser Strom (mehr als 700 Fahrzeuge) durchgehend Vorfahrt vor den knapp 200 geradeausfahrenden Fahrzeugen.

Am östlichen Kreisverkehr auf der St 2229 ergab die Auswertung der morgendlichen Spitzenstunde für den Verkehrsstrom aus Nordosten kommend die höchsten Verlustzeiten und die QSV E. Ursache hierfür ist die sehr große Verkehrsbelastung von über 1.000 Fahrzeugen, die morgens aus dieser Richtung kommen.

Die Auswertung der nachmittäglichen Spitzenstunde ergab folgende Ergebnisse:

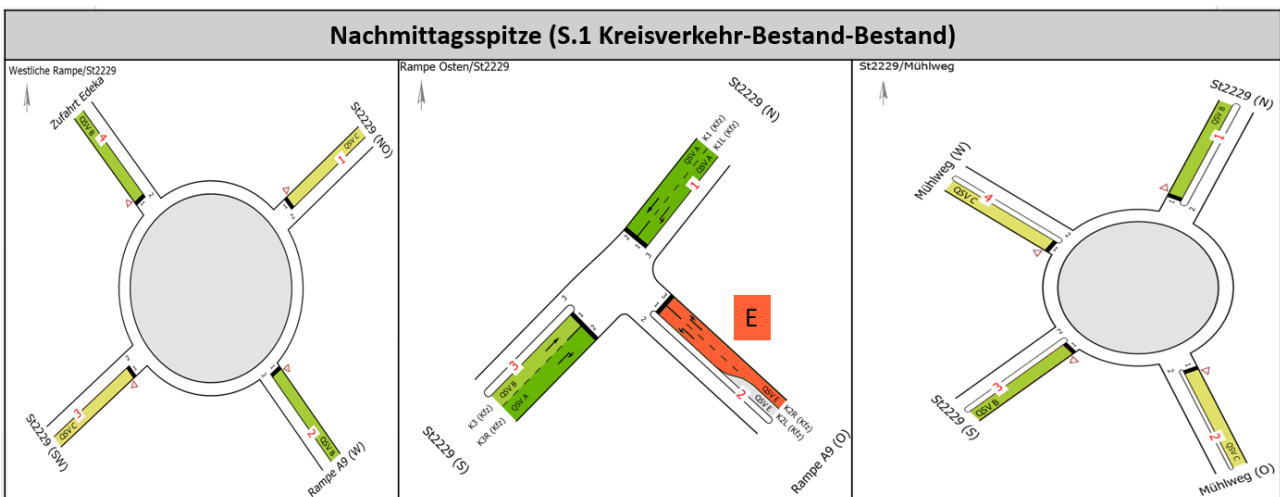


Abbildung 6: Qualitätsstufen Szenario 1 Nachmittagsspitze

In der späten Spitzenstunde waren die durchschnittlichen Verlustzeiten am modellierten Kreisverkehr, an der westlichen Rampe, deutlich besser als in der morgendlichen Spitzenstunde. Das liegt daran, dass der größte Verkehrsfluss geradeaus auf der St 2229 fährt und es so im Kreisverkehr zu weniger Verkehr mit Konflikten kommt und somit zu weniger Verlustzeiten.

An der östlichen Autobahnrampe ist der Verkehrsstrom von der Autobahn kommend wesentlich größer als noch in der Morgenspitze (ca. 900 zu 250 Fahrzeuge). Im Bestand müssen diese ca. 900 Fahrzeuge dem Verkehrsstrom auf der St 2229 Vorfahrt gewähren. Dies führt zu durchschnittlichen Verlustzeiten von mehr als 45 Sekunden und der QSV E. Die durchschnittlich gemessene Staulänge beträgt über 400 m und reicht damit weit auf die Autobahn zurück.

### 3.2. Szenario 2

In Szenario 2 blieb der Kreisverkehr am westlichen Knotenpunkt wie in Szenario 1 bestehen. Der östliche Knotenpunkt der Anschlussstelle wurde im Modell zu einem Knotenpunkt mit Lichtsignalanlage (LSA) umgebaut. Der dritte Knotenpunkt blieb wie im Ist-Zustand ein Kreisverkehr. Die Auswertung der morgendlichen Spitzenstunde des zweiten Szenarios ergab folgende Ergebnisse bei den Verlustzeiten und den Qualitätsstufen:

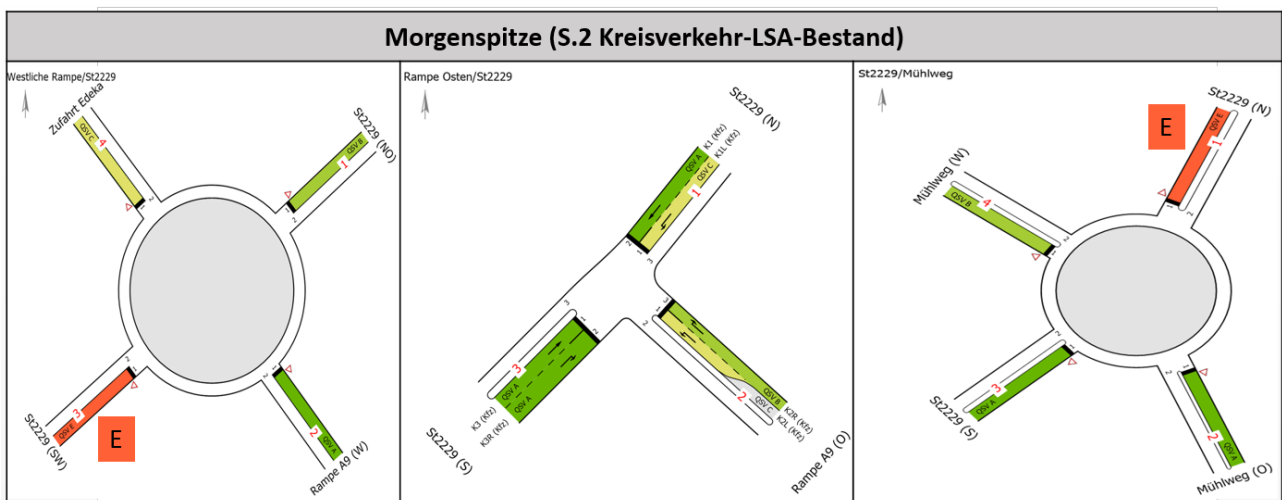


Abbildung 7: Qualitätsstufen Szenario 2 Morgenspitze

Die Auswertung ergab ähnliche Ergebnisse wie in Szenario 1. Durch die Signalisierung an der östlichen Rampe konnten hier bessere Ergebnisse erzielt werden. Die beiden Verkehrsströme mit der QSV E konnten durch die Signalisierung an der östlichen Rampe jedoch nicht verbessert werden.

Die Auswertung der nachmittäglichen Spitzenstunde ergab folgende Ergebnisse:

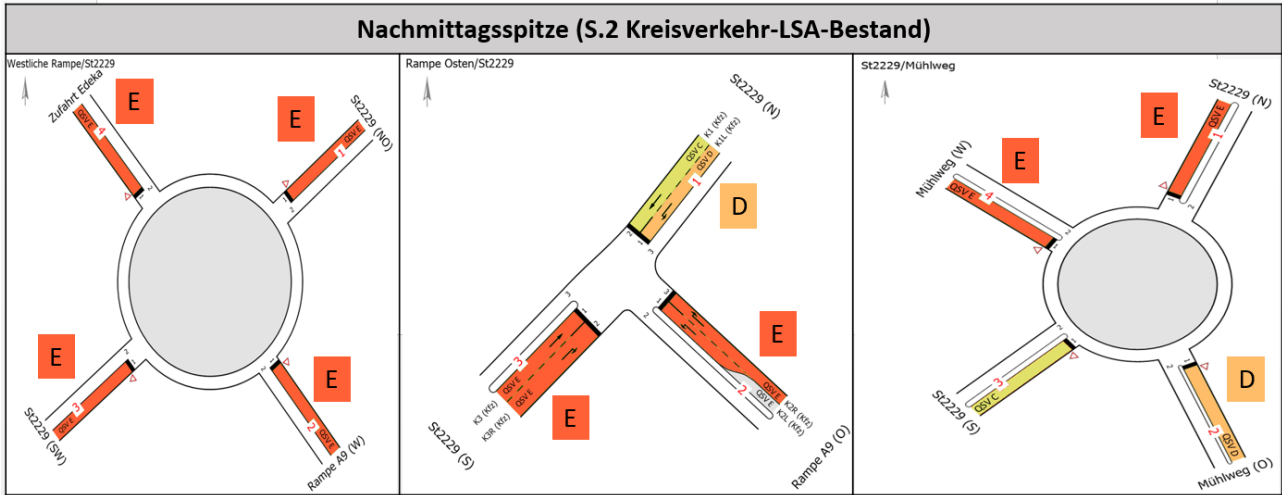


Abbildung 8: Qualitätsstufen Szenario 2 Nachmittagspitze

Die Kombination aus zwei Kreisverkehren und der signalgesteuerten Kreuzung dazwischen führte in der Nachmittagspitze der Simulation zu langen Staus, hohen Verlustzeiten und der QSV E bei vielen Verkehrsströmen.

Der Kreisverkehr an der westlichen Rampe hatte an allen Knotenpunktarmlen die QSV E. Grund hierfür war der Rückstau aus dem signalisierten Knotenpunkt weiter im Nordosten. In dem konzipierten Signalprogramm benötigte der große Verkehrsstrom von der Autobahn aus Richtung München kommend eine dementsprechende Grünphase, in der der Verkehrsstrom entlang der St 2229 von Südwesten nach Nordosten ruht. In dieser Zeit entstand ein langer Rückstau vom signalisierten Knotenpunkt bis zum Kreisverkehr, der dazu führte, dass an allen vier Knotenpunktarmlen sehr hohe Verlustzeiten gemessen wurden und die QSV E eingestuft wurde.



Abbildung 9: Rückstau von KP 2 zu KP 1 in Szenario 2

Die Signalisierung an der östlichen Rampe führte in der Nachmittagsspitze auch dazu, dass der große Verkehrsstrom von der Autobahn aus München kommend in der eigenen Grünphase auf die St 2229 Richtung Nordosten fahren konnte, ohne einem anderen Verkehr Vorfahrt zu gewähren. Der Großteil dieses Verkehrsstroms biegt an der St 2229 nach rechts Richtung Nordosten ab und steuert auf den bestehenden Kreisverkehr zu. Mit seinen einspurigen Zufahrten stößt der bestehende Kreisverkehr in der Nachmittagsspitze auf seine Kapazitätsgrenzen und schafft es nur schwer, den großen Verkehrsfluss aus Südwesten kommend abzuwickeln. Dies führte dazu, dass der Verkehrsstrom von der Autobahn kommend, trotz eigener Grünphase nicht auf die St 2229 einfahren konnte, da der Rückstau vom Kreisverkehr zu lang ist.

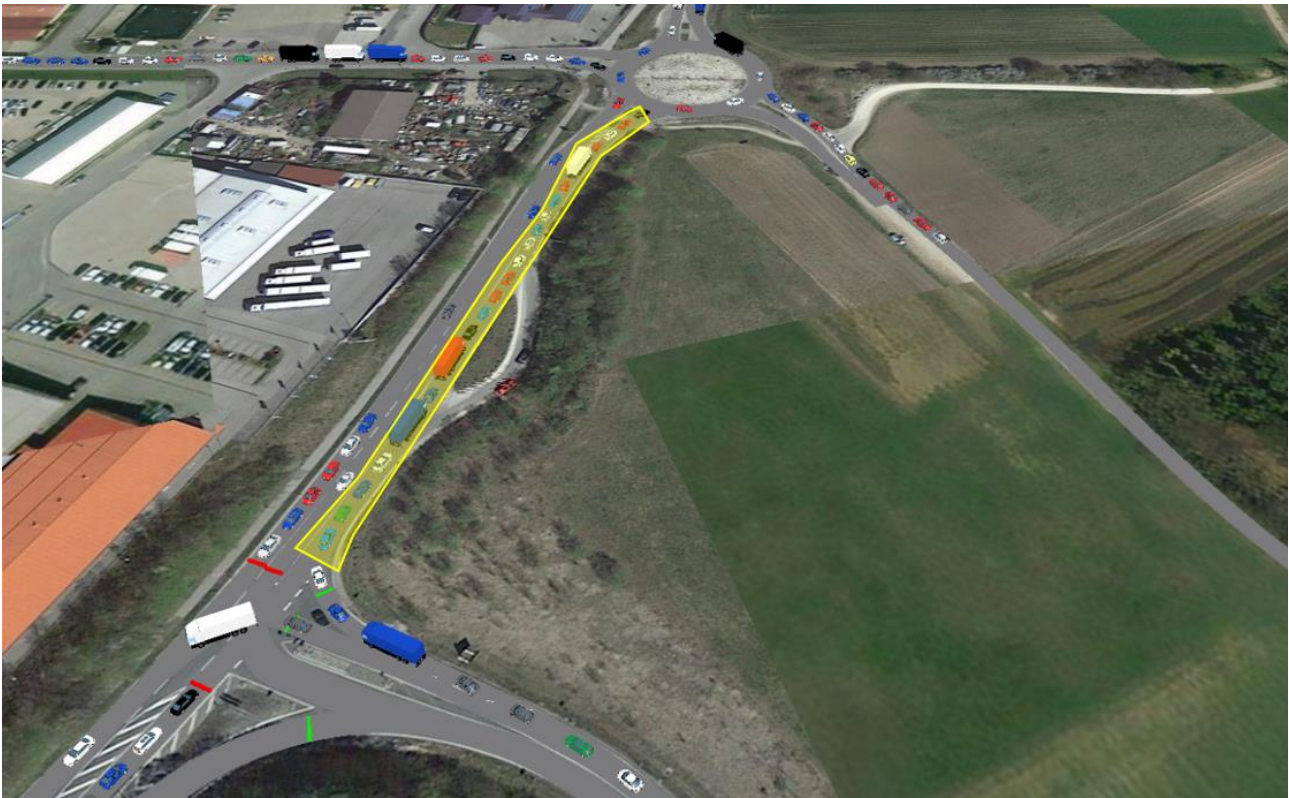


Abbildung 10: Rückstau vom Kreisverkehr zum KP 2 in Szenario 2

In einer alternativen Straßenzug-Konstellation: Kreisverkehr – LSA – Kreisverkehr konnte in der mikroskopischen Verkehrssimulation vor allem in der nachmittäglichen Spitzenstunde kein flüssiger Verkehrsfluss hergestellt werden. Es bildeten sich lange Staus, die von einem in den anderen Knotenpunkt reichten und die QSV E wurde in vielen Fahrbeziehungen erreicht.

### 3.3. Szenario 3

Für Szenario 3 wurden der westliche Knotenpunkt und der bestehende Kreisverkehr im Nordosten auch zu Knotenpunkten mit LSA umgebaut. Somit folgten im dritten Szenario drei Knotenpunkte mit LSA Steuerung direkt aufeinander.

Die Auswertung der morgendlichen Spitzenstunde des dritten Szenarios ergab folgende Ergebnisse bei den Verlustzeiten und den Qualitätsstufen:

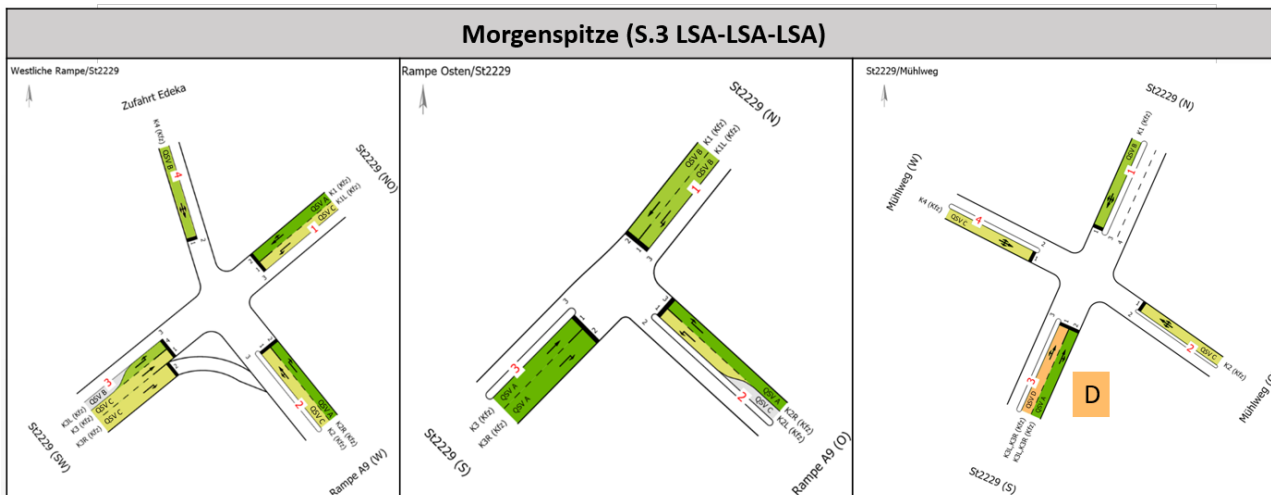


Abbildung 11: Qualitätsstufen Szenario 3 Morgenspitze

Mit den Erkenntnissen aus den Auswertungen der vorangegangenen Szenarien wurde der bestehende Kreisverkehr zu einem Knotenpunkt mit LSA modelliert. Da schon bekannt war, dass besonders in der nachmittäglichen Spitzenstunde der größte Verkehrsstrom von Südwesten kommend auf den Knotenpunkt St 2229 / Mühlweg zufährt, wurden für die letzten 60 m vor der Kreuzung direkt zwei Fahrstreifen aus Südwesten berücksichtigt.

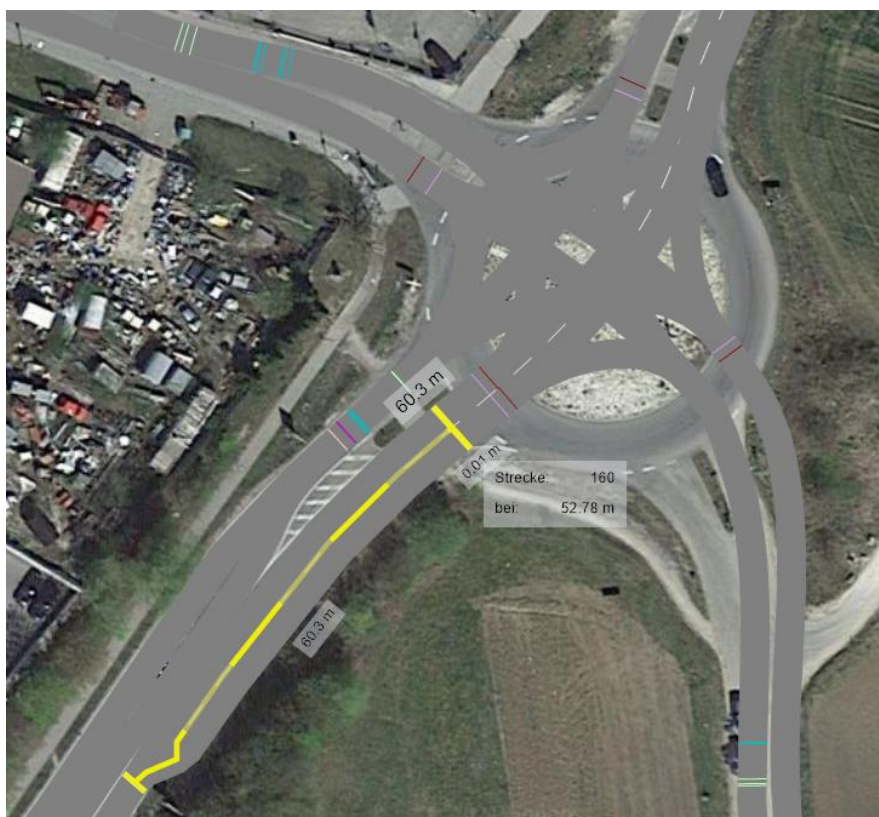
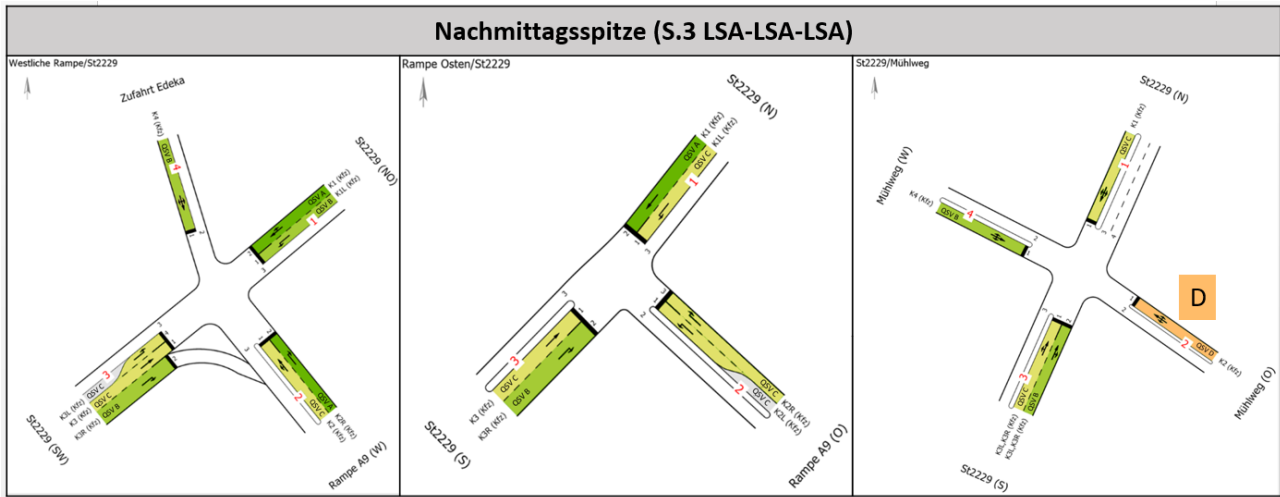


Abbildung 12: Umbau vom Kreisverkehr zum KP mit LSA

Auf beiden Fahrstreifen ist das Geradeausfahren erlaubt. So kann die Verkehrsbelastung von fast 900 Fahrzeugen, die in der Nachmittagsspitze von Südwesten nach Nordosten fahren mit zwei Fahrspuren am besten abgewickelt werden.

Die Auswertung der nachmittäglichen Spitzenstunde ergab folgende Ergebnisse:



**Abbildung 13: Qualitätsstufen Szenario 3 Nachmittagsspitze**

Mit den drei aufeinanderfolgenden LSA-gesteuerten Knotenpunkten konnten auch für die Nachmittagsspitze geringe, durchschnittliche Verlustzeiten erreicht werden, so dass die QSV für alle Fahrbeziehungen zwischen A und C ist. Nur der Nebenstrom am KP St 2229 / Mühlweg aus Südosten kommend zeigte die QSV D.

Im nachfolgenden Kapitel befinden sich die detaillierten Auswertungen der Leistungsfähigkeitsanalysen.

### 3.4. Gegenüberstellung Simulationsergebnisse Szenario 1-3

Tabelle 2: detaillierte Auswertung Szenario 1 Morgenspitze

Senario 1 (Kreisverkehr-Bestand-Bestand)								
Morgenspitze								
Knotenpunktart	Fahrstreifen	Symbol	Signalgruppe	Verkehrsbelastung	Verlustzeit	Staulänge	QSV	QSV(Ge)
Kreisverkehr	KP1 SW>SO		K3	302	22	16	C	E
	KP1 SW>NO			186	52	12	E	
	KP1 SW>NW			5	40	0	D	
	KP1 NW>SW		K4	7	33	0	D	D
	KP1 NW>SO			4	20		C	
	KP1 NW>NO			4	32		D	
	KP1 NO>NW		K1	11	10	8	A	B
	KP1 NO>SW			269	10		B	
	KP1 NO>SO			736	10		B	
	KP1 SO>NO		K2	113	4	0	A	A
	KP1 SO>NW			1	5		A	
KP1 SO>SW	13			4	A			
ohne LSA	KP2 SW>SO		K3R	16	1	0	A	A
	KP2 SW>NO		K3	287	1	0	A	A
	KP2 NO>SW		K1	937	1	0	A	A
	KP2 NO>SO		K1L	61	3	0	A	A
	KP2 SO>NO		K2R	187	4	0	A	A
	KP2 SO>SW		K2L	79	45	4	D	D
Kreisverkehr	KP3 SW>SO		K3	57	3	1	A	A
	KP3 SW>NO			303	3		A	
	KP3 SW>NW			115	3		A	
	KP3 NW>SW		K4	38	19	0	B	C
	KP3 NW>SO			0	0		A	
	KP3 NW>NO			8	22		C	
	KP3 NO>NW		K1	58	44	300	D	E
	KP3 NO>SW			942	46		E	
	KP3 NO>SO			7	48		E	
	KP3 SO>NO		K2	3	2	0	A	A
	KP3 SO>NW			0	0		A	
KP3 SO>SW	19			3	A			

Tabelle 3: detaillierte Auswertung Szenario Nachmittagsspitze

Senario 1 (Kreisverkehr-Bestand-Bestand)								
Nachmittagsspitze								
Knotenpunktart	Fahrstreifen	Symbol	Signalgruppe	Verkehrsbelastung	Verlustzeit	Staulänge	QSV	QSV(Ge)
Kreisverkehr	KP1 SW>SO		K3	101	7	11	A	C
	KP1 SW>NO			355	23	10	C	
	KP1 SW>NW			74	23	6	C	
	KP1 NW>SW		K4	71	12	3	B	B
	KP1 NW>SO			19	13		B	
	KP1 NW>NO			83	14		B	
	KP1 NO>NW		K1	89	23	46	C	C
	KP1 NO>SW			488	24		C	
	KP1 NO>SO			256	24		C	
	KP1 SO>NO		K2	124	10	1	A	B
	KP1 SO>NW			10	11		B	
KP1 SO>SW	28			10	B			
ohne LSA	KP2 SW>SO		K3R	49	2	0	A	A
	KP2 SW>NO		K3	512	12	3	B	B
	KP2 NO>SW		K1	725	4	2	A	A
	KP2 NO>SO		K1L	168	8	1	A	A
	KP2 SO>NO		K2R	340	355	403	E	E
	KP2 SO>SW		K2L	109	435	405	E	E
Kreisverkehr	KP3 SW>SO		K3	108	16	80	B	B
	KP3 SW>NO			631	16		B	
	KP3 SW>NW			114	16		B	
	KP3 NW>SW		K4	227	17	10	B	C
	KP3 NW>SO			1	29		C	
	KP3 NW>NO			90	18		B	
	KP3 NO>NW		K1	48	14	16	B	B
	KP3 NO>SW			492	16		B	
	KP3 NO>SO			16	14		B	
	KP3 SO>NO		K2	19	19	6	B	C
	KP3 SO>NW			3	15		B	
KP3 SO>SW	174			20	C			



Tabelle 4: detaillierte Auswertung Szenario 2 Morgenspitze

Senario 2 (Kreisverkehr-LSA-Bestand)								
Morgenspitze								
Knotenpunktart	Fahrstreifen	Symbol	Signalgruppe	Verkehrsbelastung	Verlustzeit	Staulänge	QSV	QSV(Ge)
Kreisverkehr	KP1 SW>SO	↔	K3	303	21	10	C	E
	KP1 SW>NO			187	50	12	E	
	KP1 SW>NW			6	48	5	E	
	KP1 NW>SW	↔	K4	7	28	0	C	C
	KP1 NW>SO			4	26		C	
	KP1 NW>NO			4	24		C	
	KP1 NO>NW	↔	K1	11	15	14	B	B
	KP1 NO>SW			268	16		B	
	KP1 NO>SO			734	17		B	
	KP1 SO>NO	↔	K2	113	4	0	A	A
	KP1 SO>NW			1	6		A	
KP1 SO>SW	13			4	A			
LSA	KP2 SW>SO	↗	K3R	16	5	0	A	A
	KP2 SW>NO	↗	K3	286	11	5	A	A
	KP2 NO>SW	↘	K1	936	6	9	A	A
	KP2 NO>SO	↘	K1L	61	36	5	C	C
	KP2 SO>NO	↖	K2R	187	25	8	B	B
	KP2 SO>SW	↖	K2L	79	41	6	C	C
Kreisverkehr	KP3 SW>SO	↔	K3	57	4	2	A	A
	KP3 SW>NO			301	5		A	
	KP3 SW>NW			115	5		A	
	KP3 NW>SW	↔	K4	38	20	0	B	B
	KP3 NW>SO			0	0		A	
	KP3 NW>NO			7	15		B	
	KP3 NO>NW	↔	K1	58	46	315	E	E
	KP3 NO>SW			940	46		E	
	KP3 NO>SO			7	48		E	
	KP3 SO>NO	↔	K2	3	3	0	A	A
	KP3 SO>NW			0	0		A	
KP3 SO>SW	19			4	A			

Tabelle 5: detaillierte Auswertung Szenario 2 Nachmittagsspitze

Senario 2 (Kreisverkehr-LSA-Bestand)								
Nachmittagsspitze								
Knotenpunktart	Fahrstreifen	Symbol	Signalgruppe	Verkehrsbelastung	Verlustzeit	Staulänge	QSV	QSV(Ge)
Kreisverkehr	KP1 SW>SO		K3	78	125	221	E	E
	KP1 SW>NO			279	205	221	E	
	KP1 SW>NW			59	206	221	E	
	KP1 NW>SW		K4	69	32	13	D	E
	KP1 NW>SO			19	35		D	
	KP1 NW>NO			81	51		E	
	KP1 NO>NW		K1	87	48	97	E	E
	KP1 NO>SW			481	51		E	
	KP1 NO>SO			252	57		E	
	KP1 SO>NO		K2	119	138	62	E	E
	KP1 SO>NW			9	133		E	
KP1 SO>SW	26			131	E			
LSA	KP2 SW>SO		K3R	39	90	209	E	E
	KP2 SW>NO		K3	432	135	209	E	E
	KP2 NO>SW		K1	684	45	105	C	C
	KP2 NO>SO		K1L	162	60	17	D	D
	KP2 SO>NO		K2R	457	241	395	E	E
	KP2 SO>SW		K2L	145	235	389	E	E
Kreisverkehr	KP3 SW>SO		K3	113	19	80	B	C
	KP3 SW>NO			657	19		B	
	KP3 SW>NW			120	20		C	
	KP3 NW>SW		K4	193	49	81	E	E
	KP3 NW>SO			1	105		E	
	KP3 NW>NO			76	45		D	
	KP3 NO>NW		K1	47	52	86	E	E
	KP3 NO>SW			485	52		E	
	KP3 NO>SO			16	53		E	
	KP3 SO>NO		K2	19	27	23	C	D
	KP3 SO>NW			3	33		D	
KP3 SO>SW	173			36	D			

Tabelle 6: detaillierte Auswertung Szenario 3 Morgenspitze









































Senario 3 (LSA-LSA-LSA)								
Morgenspitze								
Knotenpunktart	Fahrstreifen	Symbol	Signalgruppe	Verkehrsbelastung	Verlustzeit	Staulänge	QSV	QSV(Ge)
LSA	KP1 SW>SO		K3R	303	37	22	C	C
	KP1 SW>NO		K3	187	48	25	C	C
	KP1 SW>NW		K3L	6	26	0	B	B
	KP1 NW>SW		K4	7	16	0	A	B
	KP1 NW>SO			4	22		B	
	KP1 NW>NO			4	12		A	
	KP1 NO>NW		K1	12	7	1	A	A
	KP1 NO>SW			270	8		A	
	KP1 NO>SO		K1L	740	49	86	C	C
	KP1 SO>NO		K2R	113	6	1	A	A
	KP1 SO>NW		K2	1	61	1	D	C
KP1 SO>SW	13			40	C			
LSA	KP2 SW>SO		K3R	16	1	0	A	A
	KP2 SW>NO		K3	288	9	4	A	A
	KP2 NO>SW		K1	944	24	54	B	B
	KP2 NO>SO		K1L	62	27	3	B	B
	KP2 SO>NO		K2R	187	20	7	A	A
	KP2 SO>SW		K2L	79	37	5	C	C
LSA	KP3 SW>SO		K3R	57	5	9	A	A
	KP3 SW>NO		K3	303	6		A	
	KP3 SW>NW		K3L	117	59		D	
	KP3 NW>SW		K4	38	38	3	C	C
	KP3 NW>SO			0	0		A	
	KP3 NW>NO			7	39		C	
	KP3 NO>NW		K1	59	24	124	B	B
	KP3 NO>SW			955	25		B	
	KP3 NO>SO			7	25		B	
	KP3 SO>NO		K2	3	34	1	B	C
	KP3 SO>NW			0	0		A	
	KP3 SO>SW			19	39		C	

Tabelle 7: detaillierte Auswertung Szenario 3 Nachmittagsspitze

Senario 3 (LSA-LSA-LSA)								
Nachmittagsspitze								
Knotenpunktart	Fahrstreifen	Symbol	Signalgruppe	Verkehrsbelastung	Verlustzeit	Staulänge	QSV	QSV(Ge)
LSA	KP1 SW>SO		K3R	101	28	0	B	B
	KP1 SW>NO		K3	355	43	44	C	C
	KP1 SW>NW		K3L	75	42	44	C	C
	KP1 NW>SW		K4	71	26	8	B	B
	KP1 NW>SO			19	27		B	
	KP1 NW>NO			83	28		B	
	KP1 NO>NW		K1	101	3	2	A	A
	KP1 NO>SW			548	3		A	
	KP1 NO>SO		K1L	288	24	12	B	B
	KP1 SO>NO		K2R	125	12	2	A	A
	KP1 SO>NW		K2	9	31	2	B	C
KP1 SO>SW	28			36	C			
LSA	KP2 SW>SO		K3R	49	27	1	B	B
	KP2 SW>NO		K3	511	45	50	C	C
	KP2 NO>SW		K1	722	14	19	A	A
	KP2 NO>SO		K1L	170	44	14	C	C
	KP2 SO>NO		K2R	676	42	101	C	C
	KP2 SO>SW		K2L	214	48	77	C	C
LSA	KP3 SW>SO		K3R	153	19	94	A	A
	KP3 SW>NO		K3L, K3R	872	21		B	
	KP3 SW>NW		K3L	162	46		C	
	KP3 NW>SW		K4	227	29	18	B	C
	KP3 NW>SO			1	44		C	
	KP3 NW>NO			90	28		B	
	KP3 NO>NW		K1	48	23	27	B	C
	KP3 NO>SW			492	24		B	
	KP3 NO>SO			16	47		C	
	KP3 SO>NO		K2	19	55	18	D	D
	KP3 SO>NW			3	49		C	
	KP3 SO>SW			172	63		D	

#### 4. Zwischenfazit 1

Ein Vergleich der drei untersuchten Szenarien hat gezeigt, dass die Beeinflussung der drei nah beieinander liegenden Knotenpunkte sehr stark ist und die Vorgehensweise einer Mikrosimulation genauere Ergebnisse liefert als eine klassische HBS-Berechnung der Leistungsfähigkeit. So kann es sein, dass ein Knotenpunkt einzeln betrachtet geringe Verlustzeiten und gute Qualitätsstufen aufzeigt, jedoch trotzdem eine negative Wirkung auf den Nachbarknoten hat. So zu sehen in Szenario 2, in dem der signalgesteuerte Knotenpunkt der östlichen Rampe einzeln betrachtet in der morgendlichen Spitzenstunde nur geringe Verlustzeiten aufzeigt, beide Nachbarknotenpunkte aufgrund der Phasensteuerung jedoch darunter leiden, das einzelne Ströme nicht gleichmäßig abfließen können.

Die beste Koordinierung der drei Knotenpunkte untereinander wurde im **Szenario 3** erreicht. Durch die Signalisierung aller drei Knotenpunkte konnte eine Art „Grüne Welle“ für die Hauptverkehrsrichtungen nachgestellt werden und der Verkehrsfluss war im Vergleich am besten.

Die Auswertung der drei Szenarien hat ergeben, dass die beiden Szenarien 1 und 2 jeweils in mehreren Fahrbeziehungen die QSV E erreicht haben. Bei mehreren Fahrbeziehungen kam es in der Verkehrssimulation zu längeren Rückstauungen, die einen guten Verkehrsfluss im Untersuchungsgebiet verhinderten.

Szenario 3, mit drei nacheinander liegenden Lichtsignalanlagen, führte bei allen drei Knotenpunkten zu Qualitätsstufen zwischen A und C, nur jeweils eine Fahrbeziehung hatte die QSV D. In diesem Szenario wurden die drei Lichtsignalanlagen jeweils mit einem Festzeit-Signalprogramm gesteuert. In der Regel werden Knotenpunkte dieser Art verkehrsabhängig gesteuert, so ist davon auszugehen, dass die Ergebnisse aus der Auswertung von Szenario 3 in der Realität noch verbessert werden können, weil sich die Länge der Freigabezeiten durch Detektoren am aktuellen Verkehrsaufkommen orientieren kann.

Aus verkehrsplanerischer Sicht wird daher empfohlen alle drei Knotenpunkte zu lichtsignalgesteuerten Knotenpunkten auszubauen.

## 5. Auswertung von möglichen Bauzuständen

Aus der Auswertung der drei Szenarien aus Kapitel 3 geht hervor, dass eine Lösung mit drei LSA an allen drei Knotenpunkten die vielversprechendste Lösung darstellt. Da jedoch nicht alle drei Knotenpunkte zeitgleich umgebaut werden können, wurden auch noch unterschiedliche Bauzustände mithilfe der Verkehrssimulation untersucht.

Im Folgenden wurden zwei mögliche Bauzustände untersucht:

- Bauzustand 1: LSA – Bestand – Bestand
- Bauzustand 2: Bestand – LSA – Bestand

Es wurde geprüft, wie sich die Leistungsfähigkeit im Untersuchungsgebiet verhält, wenn die erste LSA an einer der beiden Autobahnzufahrten gebaut werden würde.

### 5.1. Verkehrsbelastungen für die Bauzustände

Für die Untersuchung der beiden Bauzustände wurden die Verkehrsbelastungen mithilfe des Landesverkehrsmodells auf das Jahr 2035 hochgerechnet. Differenziert nach Leichtverkehr und Schwerverkehr wurden die Belastungen der einzelnen Ströme nach der nachfolgenden Grafik angepasst.

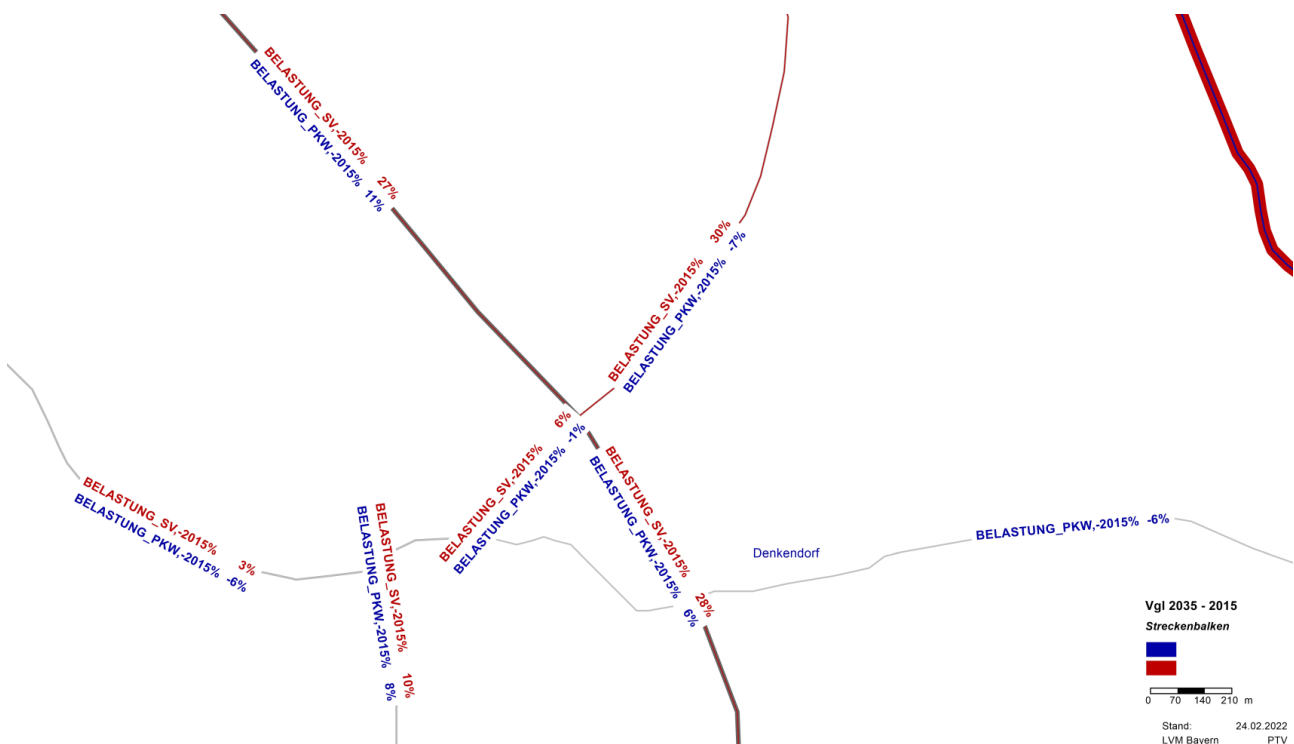


Abbildung 14: Ausschnitt aus der LVM Bayern für Prognoseberechnung 2015 – 2035

Außerdem wurden beide möglichen Bauzustände jeweils für den Fall „mit Edeka“ und „ohne Edeka“ analysiert, um die Auswirkungen hervorzuheben, die der zusätzliche Edeka-Verkehr auf die umgebauten Knotenpunkte hätte.

Der mögliche Bauzustand, dass beide Autobahnzufahrten zu signalgesteuerten Knotenpunkten umgebaut werden, während der bestehende Kreisverkehr im Nordosten wie im Bestand bestehen bleibt, führte zu keiner leistungsfähigen Lösung, da der gut abfließende Verkehr aus den beiden

KPs mit LSA auf den Kreisverkehr zusteuert, welcher den Verkehr mit nur einer Fahrspur nicht leistungsfähig abwickeln kann. Der Rückstau vom Kreisverkehr aus Richtung Südwesten war in der Nachmittagsspitze in der Simulation so groß, dass sich die Autos bis auf die Autobahn zurückstauten und trotz Freigabe der LSA kaum mehr abfließen konnten.

## 5.2. Bauzustand 1

Bauzustand 1 wurde so definiert, dass Knotenpunkt 1, die westliche Autobahnzufahrt, zuerst zum KP mit LSA umgebaut werden würde, während die anderen beiden Knotenpunkte vorerst so bleiben würden wie sie derzeit im Bestand vorzufinden sind.

Die Auswertung der morgendlichen Spitzenstunde mit Verkehrsbelastungen, bei denen der zukünftig erzeugte Verkehr durch das Edeka-Limes-Center mit einkalkuliert wurde, ergab folgende Ergebnisse:

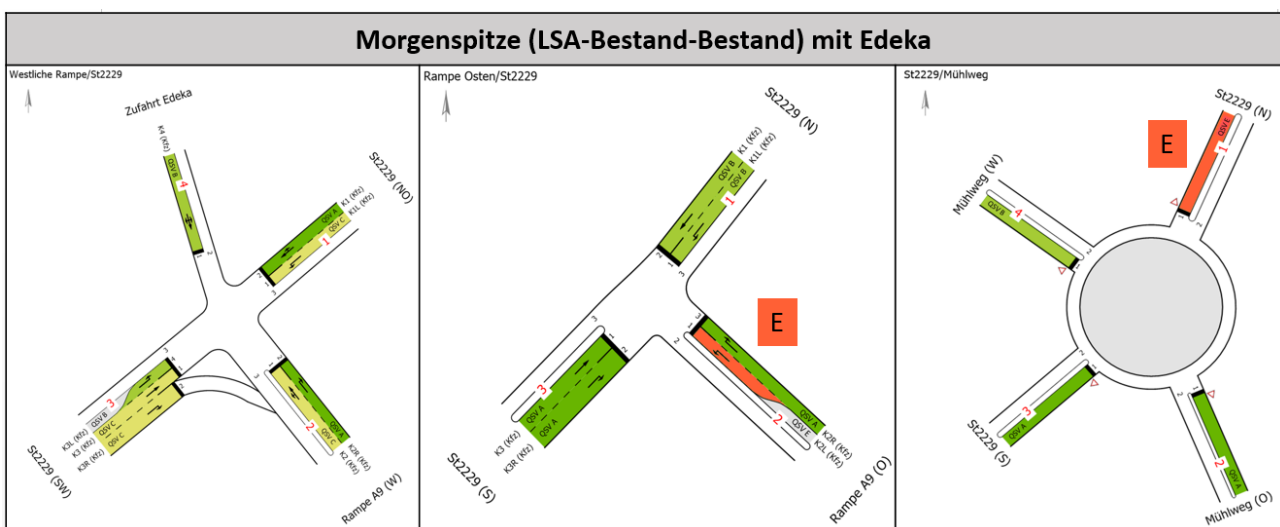


Abbildung 15: Qualitätsstufen Bauzustand 1 m.E. Morgenspitze

Die westliche Autobahnzufahrt, die in diesem Szenario signalgesteuert ablaufen soll, weist in der Simulation durchschnittliche Verlustzeiten unter 50 Sekunden auf und somit Qualitätsstufen von A bis C. An den anderen beiden Knotenpunkten, die wie im Bestand bleiben, gibt es jeweils einen Verkehrsstrom mit der QSV E. An der östlichen Rampe ist es der Strom der Linksabbiegenden von der Autobahn kommend, am Kreisverkehr ist es der Verkehrsstrom aus Nordosten kommend, der am Morgen besonders groß ist.

Wertet man diesen möglichen Bauzustand mit den Verkehrsbelastungen aus, bei denen der Verkehr des Edeka-Limes-Centers nicht mitgerechnet wird, kommt man zu identischen Ergebnissen. Der Edeka-Verkehr hat demnach keinen Einfluss auf die Verkehrsqualität in der morgendlichen Spitzenstunde.

In der nachmittäglichen Spitzenstunde zeigt die Auswertung am signalisierten Knotenpunkt und am Kreisverkehr Qualitätsstufen zwischen A und C. An der östlichen Autobahnzufahrt haben die Links- und die Rechtsabbiegenden von der Autobahn kommend enorm hohe durchschnittliche Verlustzeiten und somit die QSV E.

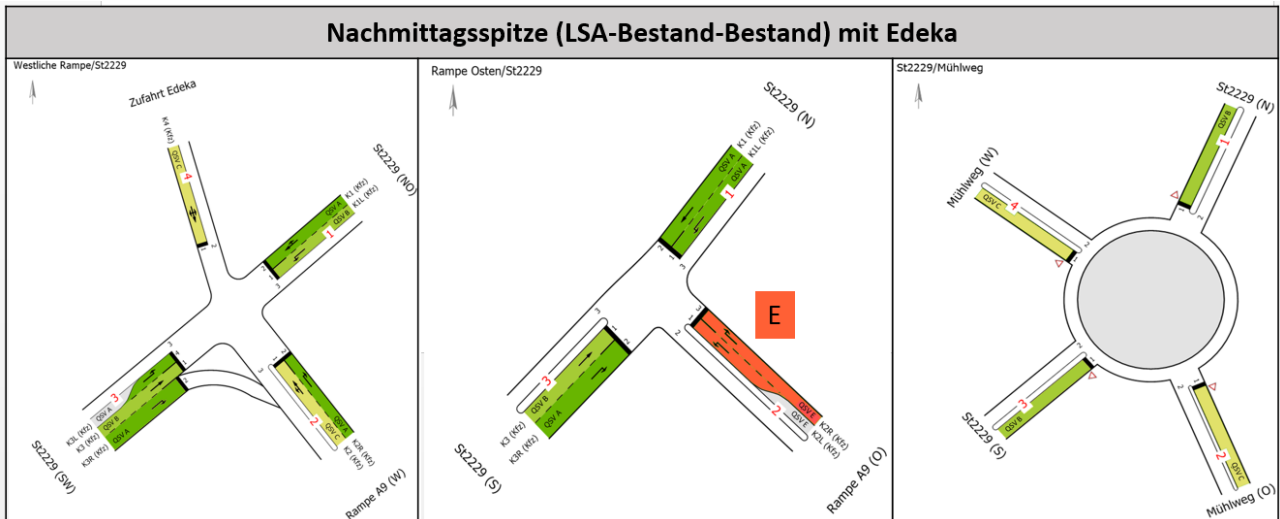


Abbildung 16: Qualitätsstufen Bauzustand 1 m.E. Nachmittagspitze

Auch die Betrachtung dieses Bauzustandes ohne den zusätzlichen Edeka-Verkehr zeigt nahezu identische Ergebnisse. Auch in der späten Spitzenstunde ist der Einfluss dieses Mehrverkehrs sehr gering.

### 5.3. Bauzustand 2

Für das Szenario „Bauzustand 2“ wurde der Fall untersucht, dass die östliche Autobahnzufahrt zuerst zum KP mit LSA umgebaut wird. Auch hier wurden die beiden Belastungsfälle mit und ohne Edeka betrachtet.

Die Auswertung der morgendlichen Spitzenstunde ergab an fast allen Knotenpunktarmen zufriedenstellende Ergebnisse. Lediglich der Verkehrsstrom aus Nordosten kommend hatte am Kreisverkehr die QSV E.

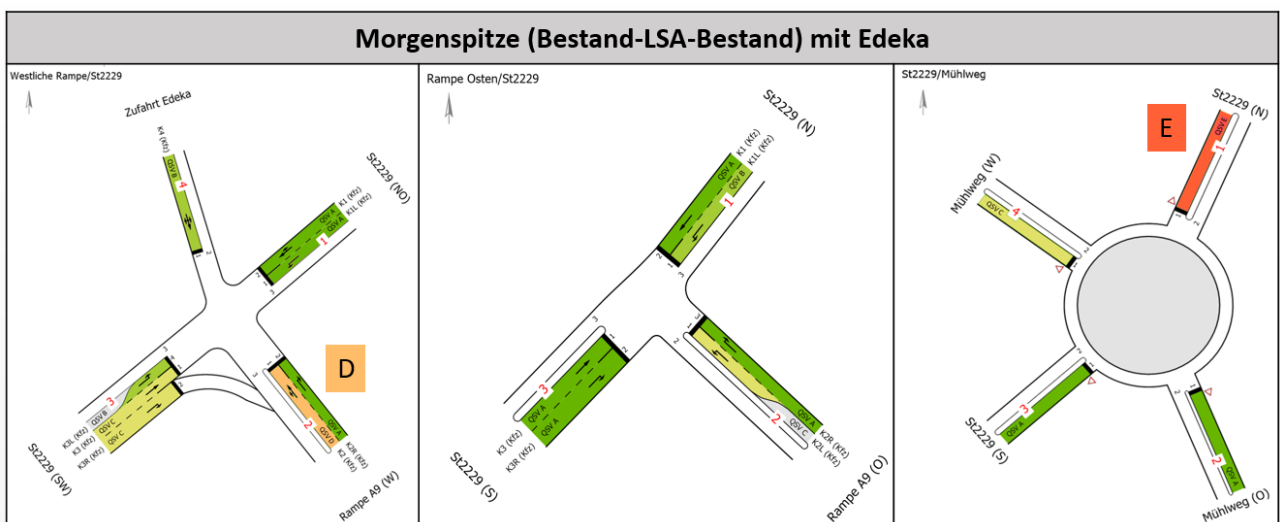


Abbildung 17: Qualitätsstufen Bauzustand 2 m.E. Morgenspitze

Das Weglassen des Edeka-Verkehrs hat in der morgendlichen Spitzenstunde Einfluss auf die Qualitätsstufen der westlichen Autobahnzufahrt. So verbessert sich bei drei Verkehrsströmen an diesem Knotenpunkt die QSV um eine Stufe (Ausfahrt Edeka-Gelände, ST 2229 von Südwest nach Nordost und Geradeaus- und Linksabbiegespur der Autobahnrampe). An den anderen beiden Knotenpunkten hat das Nichtberücksichtigen des Edeka-Verkehrs keinen Einfluss auf die Qualitätsstufen.



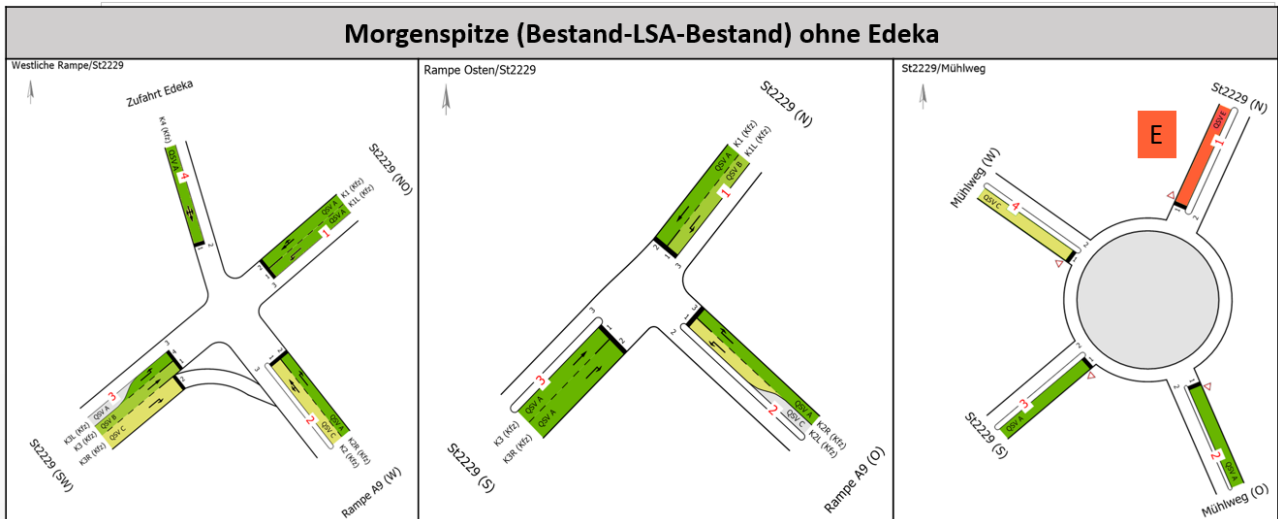


Abbildung 18: Qualitätsstufen Bauzustand 2 o.E. Morgenspitze

In der nachmittäglichen Spitzenstunde zeigt die Auswertung der Simulation an jedem der drei Knotenpunkte mindestens an einem Knotenpunktarm die QSV E.

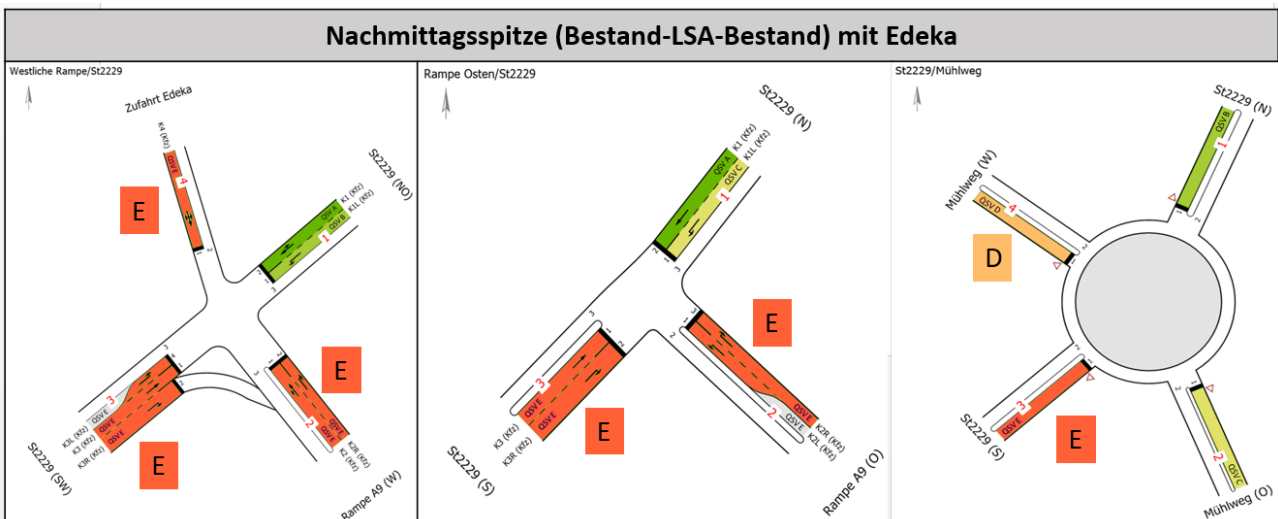


Abbildung 19: Qualitätsstufen Bauzustand 2 m.E. Nachmittagspitze

Eine signalgeregelt, östliche Autobahnausfahrt führt dazu, dass sowohl der Verkehrsstrom von der Autobahn als auch der auf der St 2229 von Südwesten kommend Richtung Kreisverkehr fahren können. Die einspurige Kreisverkehrszufahrt fungiert in dem Fall wie ein Nadelöhr, welches die große Verkehrsbelastung nicht leistungsgerecht abwickeln kann. Der Rückstau vom Kreisverkehr verlängert sich in der Simulation schnell bis in den signalisierten Knotenpunkt und „verstopft“ somit das gesamte Untersuchungsgebiet. Es ist der gleiche Effekt zu erkennen, der in Abbildung 10 aus Szenario 2 sichtbar wird (Kreisverkehr – LSA – Bestand).

Durch das Nichtberücksichtigen des Edeka-Verkehrs kommt es bei einigen Fahrbeziehungen zu leicht besseren Qualitätsstufen, dennoch wird die QSV E nicht vermieden.

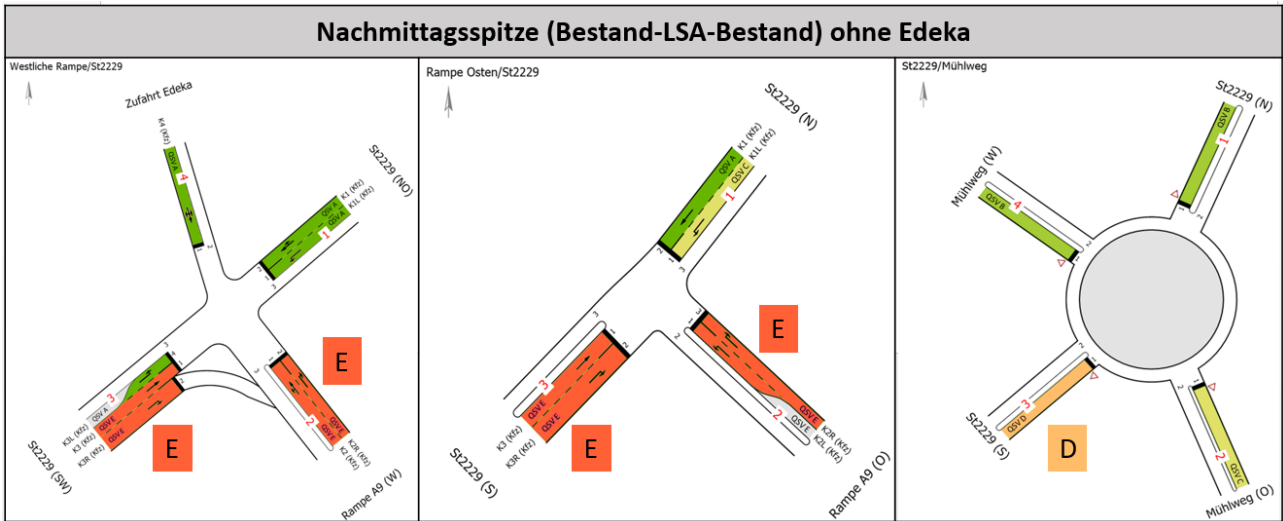


Abbildung 20: Qualitätsstufen Bauzustand 2 o.E. Nachmittagsspitze

## 5.4. Gegenüberstellung Simulationsergebnisse Bauzustände

Tabelle 8: detaillierte Auswertung Bauzustand 1 o.E. Morgenspitze



















Bauzustand 1 (LSA-Bestand-Bestand) ohne Edeka								
Morgenspitze								
Knotenpunktart	Fahrstreifen	Symbol	Signalgruppe	Verkehrsbelastung	Verlustzeit	Staulänge	QSV	QSV(Ge)
LSA	KP1 SW>SO		K3R	304	35	23	C	C
	KP1 SW>NO		K3	188	49	26	C	C
	KP1 SW>NW		K3L	0	0	0	A	A
	KP1 NW>SW		K4	4	25	0	B	B
	KP1 NW>SO			3	22		B	
	KP1 NW>NO			0	0		A	
	KP1 NO>NW		K1	2	10	1	A	A
	KP1 NO>SW	262		6	A			
	KP1 NO>SO		K1L	721	42	81	C	C
	KP1 SO>NO		K2R	112	5	1	A	A
	KP1 SO>NW		K2	0	0	2	A	B
	KP1 SO>SW			13	35		B	
ohne LSA	KP2 SW>SO		K3R	15	1	0	A	A
	KP2 SW>NO		K3	285	1	0	A	A
	KP2 NO>SW		K1	911	6	11	A	B
	KP2 NO>SO		K1L	60	3	0	A	B
	KP2 SO>NO		K2R	183	4	2	A	A
	KP2 SO>SW		K2L	75	56	7	E	E
Kreisverkehr	KP3 SW>SO		K3	56	3	1	A	A
	KP3 SW>NO			295	4		A	
	KP3 SW>NW			115	4		A	
	KP3 NW>SW		K4	36	20	0	C	C
	KP3 NW>SO			0	0		A	
	KP3 NW>NO			8	19		B	
	KP3 NO>NW		K1	56	49	311	E	E
	KP3 NO>SW			919	50		E	
	KP3 NO>SO			8	50		E	
	KP3 SO>NO		K2	3	2	0	A	A
	KP3 SO>NW			0	0		A	
KP3 SO>SW	19			4	A			

Tabelle 9: detaillierte Auswertung Bauzustand 1 o.E. Nachmittagsspitze



















Bauzustand 1 (LSA-Bestand-Bestand) ohne Edeka								
Nachmittagsspitze								
Knotenpunktart	Fahrstreifen	Symbol	Signalgruppe	Verkehrsbelastung	Verlustzeit	Staulänge	QSV	QSV(Ge)
LSA	KP1 SW>SO		K3R	99	13	0	A	A
	KP1 SW>NO		K3	358	26	19	B	B
	KP1 SW>NW		K3L	0	0	0	A	A
	KP1 NW>SW		K4	0	0	0	A	A
	KP1 NW>SO			0	0		A	
	KP1 NW>NO			0	0		A	
	KP1 NO>NW		K1	1	3	4	A	A
	KP1 NO>SW			491	5		A	
	KP1 NO>SO		K1L	261	28	14	B	B
	KP1 SO>NO		K2R	126	9	3	A	A
	KP1 SO>NW		K2	0	0	4	A	C
KP1 SO>SW	28			35	C			
ohne LSA	KP2 SW>SO		K3R	40	3	0	A	A
	KP2 SW>NO		K3	445	20	6	B	B
	KP2 NO>SW		K1	627	0	0	A	A
	KP2 NO>SO		K1L	169	6	1	A	A
	KP2 SO>NO		K2R	427	260	395	E	E
	KP2 SO>SW		K2L	125	265	391	E	E
Kreisverkehr	KP3 SW>SO		K3	113	17	44	B	B
	KP3 SW>NO			636	18		B	
	KP3 SW>NW			124	17		B	
	KP3 NW>SW		K4	222	11	4	B	B
	KP3 NW>SO			1	9		A	
	KP3 NW>NO			88	12		B	
	KP3 NO>NW		K1	47	12	7	B	B
	KP3 NO>SW			408	12		B	
	KP3 NO>SO			17	11		B	
	KP3 SO>NO		K2	20	24	5	C	C
	KP3 SO>NW			3	19		B	
KP3 SO>SW	165			23	C			

Tabelle 10: detaillierte Auswertung Bauzustand 2 m.E. Morgenspitze



















Bauzustand 2 (Bestand-LSA-Bestand) mit Edeka								
Morgenspitze								
Knotenpunktart	Fahrstreifen	Symbol	Signalgruppe	Verkehrsbelastung	Verlustzeit	Staulänge	QSV	QSV(Ge)
ohne LSA	KP1 SW>SO		K3R	297	25	20	C	C
	KP1 SW>NO		K3	184	16	8	B	B
	KP1 SW>NW		K3L	5	12	0	B	B
	KP1 NW>SW		K4	6	1	0	A	B
	KP1 NW>SO			4	17		B	
	KP1 NW>NO			4	23		C	
	KP1 NO>NW		K1	12	1	0	A	A
	KP1 NO>SW			261	0		A	
	KP1 NO>SO		K1L	722	8	7	A	A
	KP1 SO>NO		K2R	113	2	0	A	A
	KP1 SO>NW		K2	1	35	0	D	D
KP1 SO>SW	13			27	C			
LSA	KP2 SW>SO		K3R	15	6	0	A	A
	KP2 SW>NO		K3	286	14	8	A	A
	KP2 NO>SW		K1	919	6	11	A	A
	KP2 NO>SO		K1L	60	31	7	B	B
	KP2 SO>NO		K2R	183	19	8	A	A
	KP2 SO>SW		K2L	77	38	6	C	C
Kreisverkehr	KP3 SW>SO		K3	56	5	2	A	A
	KP3 SW>NO			297	6		A	
	KP3 SW>NW			114	5		A	
	KP3 NW>SW		K4	36	22	0	C	C
	KP3 NW>SO			0	0		A	
	KP3 NW>NO			7	23		C	
	KP3 NO>NW		K1	56	46	314	E	E
	KP3 NO>SW			924	47		E	
	KP3 NO>SO			8	49		E	
	KP3 SO>NO		K2	3	2	0	A	A
	KP3 SO>NW			0	0		A	
KP3 SO>SW	19			3	A			

Tabelle 11: detaillierte Auswertung Bauzustand 2 m.E. Nachmittagsspitze



















Bauzustand 2 (Bestand-LSA-Bestand) mit Edeka								
Nachmittagsspitze								
Knotenpunktart	Fahrstreifen	Symbol	Signalgruppe	Verkehrsbelastung	Verlustzeit	Staulänge	QSV	QSV(Ge)
ohne LSA	KP1 SW>SO		K3R	80	144	44	E	E
	KP1 SW>NO		K3	290	180	263	E	E
	KP1 SW>NW		K3L	61	165	263	E	E
	KP1 NW>SW		K4	34	129	22	E	E
	KP1 NW>SO			10	125		E	
	KP1 NW>NO			41	220		E	
	KP1 NO>NW		K1	92	2	0	A	A
	KP1 NO>SW			502	1		A	
	KP1 NO>SO		K1L	264	14	9	B	B
	KP1 SO>NO		K2R	110	236	69	E	E
	KP1 SO>NW		K2	8	219	67	E	E
KP1 SO>SW	24			208	E			
LSA	KP2 SW>SO		K3R	36	116	3	E	E
	KP2 SW>NO		K3	399	154	260	E	E
	KP2 NO>SW		K1	710	15	27	A	A
	KP2 NO>SO		K1L	167	48	23	C	C
	KP2 SO>NO		K2R	474	220	388	E	E
	KP2 SO>SW		K2L	151	204	385	E	E
Kreisverkehr	KP3 SW>SO		K3	111	44	459	D	E
	KP3 SW>NO			645	46		E	
	KP3 SW>NW			118	46		E	
	KP3 NW>SW		K4	221	21	16	C	D
	KP3 NW>SO			1	37		D	
	KP3 NW>NO			87	21		C	
	KP3 NO>NW		K1	47	15	14	B	B
	KP3 NO>SW			484	16		B	
	KP3 NO>SO			16	15		B	
	KP3 SO>NO		K2	19	26	7	C	C
	KP3 SO>NW			3	25		C	
	KP3 SO>SW			173	27		C	

Tabelle 12: detaillierte Auswertung Bauzustand 2 o.E. Morgenspitze





































Bauzustand 2 (Bestand-LSA-Bestand) ohne Edeka								
Morgenspitze								
Knotenpunktart	Fahrstreifen	Symbol	Signalgruppe	Verkehrsbelastung	Verlustzeit	Staulänge	QSV	QSV(Ge)
ohne LSA	KP1 SW>SO		K3R	301	28	24	C	C
	KP1 SW>NO		K3	186	17	11	B	B
	KP1 SW>NW		K3L	0	0	0	A	A
	KP1 NW>SW		K4	3	0	0	A	A
	KP1 NW>SO			3	10		A	
	KP1 NW>NO			0	0		A	
	KP1 NO>NW		K1	2	2	0	A	A
	KP1 NO>SW			263	0		A	
	KP1 NO>SO		K1L	726	8	7	A	A
	KP1 SO>NO		K2R	112	2	0	A	A
	KP1 SO>NW		K2	0	0	0	A	C
KP1 SO>SW	13			25	C			
LSA	KP2 SW>SO		K3R	15	7	0	A	A
	KP2 SW>NO		K3	284	15	8	A	A
	KP2 NO>SW		K1	916	6	11	A	A
	KP2 NO>SO		K1L	59	31	7	B	B
	KP2 SO>NO		K2R	182	19	8	A	A
	KP2 SO>SW		K2L	76	38	6	C	C
Kreisverkehr	KP3 SW>SO		K3	56	5	2	A	A
	KP3 SW>NO			295	6		A	
	KP3 SW>NW			113	6		A	
	KP3 NW>SW		K4	36	21	0	C	C
	KP3 NW>SO			0	0		A	
	KP3 NW>NO			8	23		C	
	KP3 NO>NW		K1	56	45	298	E	E
	KP3 NO>SW			921	46		E	
	KP3 NO>SO			8	49		E	
	KP3 SO>NO		K2	3	2	0	A	A
	KP3 SO>NW			0	0		A	
KP3 SO>SW	19			3	A			

Tabelle 13: detaillierte Auswertung Bauzustand 2 o.E. Nachmittagsspitze

Bauzustand 2 (Bestand-LSA-Bestand) ohne Edeka								
Nachmittagsspitze								
Knotenpunktart	Fahrstreifen	Symbol	Signalgruppe	Verkehrsbelastung	Verlustzeit	Staulänge	QSV	QSV(Ge)
ohne LSA	KP1 SW>SO		K3R	94	61	41	E	E
	KP1 SW>NO		K3	343	85	88	E	E
	KP1 SW>NW		K3L	0	0	0	A	A
	KP1 NW>SW		K4	0	0	0	A	A
	KP1 NW>SO			0	0		A	
	KP1 NW>NO			0	0		A	
	KP1 NO>NW		K1	1	1	0	A	A
	KP1 NO>SW			502	0		A	
	KP1 NO>SO		K1L	266	4	2	A	A
	KP1 SO>NO		K2R	90	407	118	E	E
	KP1 SO>NW		K2	0	0	117	A	E
KP1 SO>SW	20			353	E			
LSA	KP2 SW>SO		K3R	34	110	0	E	E
	KP2 SW>NO		K3	388	148	278	E	E
	KP2 NO>SW		K1	626	14	22	A	A
	KP2 NO>SO		K1L	169	49	23	C	C
	KP2 SO>NO		K2R	488	212	384	E	E
	KP2 SO>SW		K2L	143	199	377	E	E
Kreisverkehr	KP3 SW>SO		K3	113	43	150	D	D
	KP3 SW>NO			638	45		D	
	KP3 SW>NW			125	45		D	
	KP3 NW>SW		K4	222	14	6	B	B
	KP3 NW>SO			1	13		B	
	KP3 NW>NO			87	15		B	
	KP3 NO>NW		K1	47	12	8	B	B
	KP3 NO>SW			408	12		B	
	KP3 NO>SO			17	12		B	
	KP3 SO>NO		K2	19	21	5	C	C
	KP3 SO>NW			3	18		B	
	KP3 SO>SW			164	22		C	



## 6. Zwischenfazit 2

Der Umbau nur einer der beiden Autobahnzufahrten zu einem signalisierten Knotenpunkt, führt zu keiner leistungsfähigen Lösung.

In der Einzelbetrachtung der Knotenpunkte führt der Umbau nur bei einer Autobahnzufahrt zu einer verbesserten Qualitätsstufen, in der Gesamtbetrachtung des Untersuchungsgebietes kommt es jedoch bei beiden Varianten (Bauzustand 1 und 2) zu erheblichen Staus, in denen die Wechselwirkung der Knotenpunkte zueinander aufgrund ihrer Nähe wiederum deutlich wird.

Um eine leistungsfähige Lösung umzusetzen, müssten entweder zeitgleich alle drei Knotenpunkte mit Lichtsignalanlagen ausgebaut werden oder weitere bauliche Maßnahmen erfolgen, wie eine zweite Spur von der östlichen Autobahnzufahrt bis nach dem bestehenden Kreisverkehr, die das Abfließen des Verkehrs Richtung Nordosten verbessert.



Abbildung 21: zweispuriger Kreisverkehr ohne Rückstau Richtung Autobahn

## 7. Nachfolgeuntersuchungen

Im Laufe der Untersuchung kamen immer wieder neue Varianten auf, welche geprüft wurden. Im Nachgang an die oben genannten Varianten wurde ein weiteres Szenario modelliert, simuliert und ausgewertet. Es wurde geprüft, ob ein Umbau beider Autobahnrampen zu Knotenpunkten mit LSA, den Verkehrsfluss im gesamten Untersuchungsgebiet verbessern würde, trotz eines Beibehaltens des bestehenden Limes-Kreisverkehrs.

Nachfolgende Tabelle zeigt die Ergebnisse der mehr belasteten Nachmittagsspitze für den oben beschriebenen Fall mit Prognosezahlen für 2035 ohne das zukünftig geplante Gewerbegebiet und das Edeka-Center.

**Tabelle 14: detaillierte Auswertung Nachfolgeuntersuchung. Nachmittagsspitze**

Bauzustand 3 (LSA-LSA-Bestand) ohne Gewerbegebiet und Edeka im Prognosejahr 2035									
Nachmittagsspitze									
Knotenpunktart	Fahrstreifen	Symbol	Signalgruppe	Verkehrsbelastung	Verlustzeit	Staulänge(m)	Staulänge(Kfz)	QSV	QSV(Ge)
LSA	KP1 SW>SO		K3R	99	13	0	0	A	A
	KP1 SW>NO		K3	345	25	17	3	B	B
	KP1 SW>NW		K3L	0	0	0	0	A	A
	KP1 NW>SW		K4	0	0	0	0	A	A
	KP1 NW>SO			0	0			A	
	KP1 NW>NO			0	0			A	
	KP1 NO>NW		K1	1	6	2	0	A	A
	KP1 NO>SW			504	3			A	
	KP1 NO>SO		K1L	228	22	9	2	B	B
	KP1 SO>NO		K2R	45	9	1	0	A	A
KP1 SO>NW		K2	0	0	3	0	A	B	
KP1 SO>SW			30	33			B		
LSA	KP2 SW>SO		K3R	39	25	0	0	B	B
	KP2 SW>NO		K3	349	45	32	5	C	C
	KP2 NO>SW		K1	558	14	18	3	A	A
	KP2 SO>SO		K1L	77	37	9	2	C	C
	KP2 SO>NO		K2R	555	127	267	44	E	E
Kreisverkehr	KP3 SW>SO		K3	5	37	344	57	D	D
	KP3 SW>NO			752	38			D	
	KP3 SW>NW			148	38			D	
	KP3 NW>SW		K4	222	6	2	0	A	B
	KP3 NW>SO			1	12			B	
	KP3 NW>NO			88	8			A	
	KP3 NO>NW		K1	47	5	2	0	A	A
	KP3 NO>SW			409	5			A	
	KP3 NO>SO			0	0			A	
	KP3 SO>NO		K2	2	16	0	0	B	C
	KP3 SO>NW			3	21			C	
	KP3 SO>SW			2	25			C	

Die Auswertung dieses Szenarios zeigt erneut, dass der bestehende Kreisverkehr die großen Verkehrsmengen, die von der Autobahn kommen, nicht leistungsgerecht abwickeln kann. Es bildet sich ein langer Rückstau, der die östliche Rampe blockiert.



Abbildung 22: Momentaufnahme aus Nachfolgeuntersuchung

Zusätzlich wurde der oben beschriebene Fall modifiziert. Den Rechtsabbiegenden Fahrzeuge von der Autobahn kommend wurde das Signal entnommen, so dass sie jederzeit – bei freier Fahrt – auf die Bundesstraße auffahren konnten. Somit wurde quasi die Freigabezeit für diesen Strom maximiert. Die Auswertung dieses Szenarios zeigt, dass sich die Verlustzeiten leicht verringern, dennoch über 100 Sekunden bleiben. Die QSV bleibt bei E.

Tabelle 15: Auswertung Nachfolgeuntersuchung. Nachmittagsspitze mit freiem RA

Bauzustand 3 (LSA-LSA-Bestand) ohne Gewerbegebiet und Edeka im Prognosejahr 2035									
Nachmittagsspitze mit Rechtabbieger frei am KP2									
Knotenpunktart	Fahrstreifen	Symbol	Signalgruppe	Verkehrsbelastung	Verlustzeit	Staulänge(m)	Staulänge(Kfz)	QSV	QSV(Ge)
LSA	KP1 SW>SO		K3R	97	38	0	0	C	C
	KP1 SW>NO		K3	339	51	48	8	D	D
	KP1 SW>NW		K3L	0	0	48	8	A	A
	KP1 NW>SW		K4	0	0	0	0	A	A
	KP1 NW>SO			0	0			A	
	KP1 NW>NO			0	0			A	
	KP1 NO>NW		K1	1	5	2	0	A	A
	KP1 NO>SW			506	3			A	
	KP1 NO>SO		K1L	229	23	10	2	B	B
	KP1 SO>NO		K2R	45	12	1	0	A	A
KP1 SO>NW		K2	0	0	74	12	A	B	
KP1 SO>SW			30	33			B		
LSA	KP2 SW>SO		K3R	38	58	0	0	D	D
	KP2 SW>NO		K3	339	90	74	12	E	E
	KP2 NO>SW		K1	558	14	18	3	A	A
	KP2 NO>SO		K1L	76	38	9	2	C	C
	KP2 SO>NO		K2R	563	106	231	38	E	E
	KP2 SO>SW		K2L	177	110	219	37	E	E
Kreisverkehr	KP3 SW>SO		K3	5	37	319	53	D	D
	KP3 SW>NO			752	38			D	
	KP3 SW>NW			147	38			D	
	KP3 NW>SW		K4	221	6	2	0	A	A
	KP3 NW>SO			1	10			A	
	KP3 NW>NO			88	8			A	
	KP3 NO>NW		K1	47	5	1	0	A	A
	KP3 NO>SW			410	5			A	
	KP3 NO>SO			0	0			A	
	KP3 SO>NO		K2	2	15	0	0	B	D
KP3 SO>NW		3		33	D				
KP3 SO>SW		2		35	D				

## 8. Fazit

Die Nachfolgeuntersuchung hat gezeigt, dass auch der Umbau beider Autobahnrampen zu signalisierten Knotenpunkten nicht dazu führt, dass der einspurige Kreisverkehr die große Verkehrsbelastung leistungsgerecht abwickeln kann.

Teil der Nachfolgeuntersuchung war ebenfalls, die Prognosebelastungen 2035 auf die in Kapitel 3 analysierten Szenarien anzuwenden. Die ausgewerteten Verlustzeiten erhöhen sich durch den prognostizierten Mehrverkehr nur leicht, die Qualitätsstufen bleiben gleich. Die schlechten Ergebnisse in fast allen Varianten sind also nicht im zukünftigen Mehrverkehr begründet.

Das Hauptproblem im Untersuchungsgebiet bleibt der bestehende Kreisverkehr und der vorhandene Platz, der nicht dem notwendigen Rückstauvolumen entspricht.

## 9. Verzeichnisse

### Abbildungen

Abbildung 1: Geplanter Kreisverkehr an westlicher Rampe.....	4
Abbildung 2: Geplante Bausmaßnahmen.....	5
Abbildung 3: Verkehrsbelastungen aus dem Jahr 2020 .....	6
Abbildung 4: Auszug aus der Berechnung der Wartezeiten am KP2 mit LISA.....	7
Abbildung 5: Qualitätsstufen Szenario 1 Morgenspitze .....	9
Abbildung 6: Qualitätsstufen Szenario 1 Nachmittagsspitze.....	9
Abbildung 7: Qualitätsstufen Szenario 2 Morgenspitze .....	10
Abbildung 8: Qualitätsstufen Szenario 2 Nachmittagsspitze.....	11
Abbildung 9: Rückstau von KP 2 zu KP 1 in Szenario 2.....	11
Abbildung 10: Rückstau vom Kreisverkehr zum KP 2 in Szenario 2.....	12
Abbildung 11: Qualitätsstufen Szenario 3 Morgenspitze .....	13
Abbildung 12: Umbau vom Kreisverkehr zum KP mit LSA .....	13
Abbildung 13: Qualitätsstufen Szenario 3 Nachmittagsspitze.....	14
Abbildung 14: Ausschnitt aus der LVM Bayern für Prognoseberechnung 2015 – 2035 .....	22
Abbildung 15: Qualitätsstufen Bauzustand 1 m.E. Morgenspitze .....	23
Abbildung 16: Qualitätsstufen Bauzustand 1 m.E. Nachmittagsspitze.....	24
Abbildung 17: Qualitätsstufen Bauzustand 2 m.E. Morgenspitze .....	24
Abbildung 18: Qualitätsstufen Bauzustand 2 o.E. Morgenspitze .....	25
Abbildung 19: Qualitätsstufen Bauzustand 2 m.E. Nachmittagsspitze.....	25
Abbildung 20: Qualitätsstufen Bauzustand 2 o.E. Nachmittagsspitze.....	26
Abbildung 21: zweispuriger Kreisverkehr ohne Rückstau Richtung Autobahn.....	33
Abbildung 22: Momentaufnahme aus Nachfolgeuntersuchung.....	35

### Tabellen

Tabelle 1 Qualitätsstufen des Verkehrsablaufs nach der mittleren Wartezeit in Sekunden.....	8
Tabelle 2: detaillierte Auswertung Szenario 1 Morgenspitze .....	15
Tabelle 3: detaillierte Auswertung Szenario Nachmittagsspitze.....	16
Tabelle 4: detaillierte Auswertung Szenario 2 Morgenspitze .....	17
Tabelle 5: detaillierte Auswertung Szenario 2 Nachmittagsspitze.....	18
Tabelle 6: detaillierte Auswertung Szenario 3 Morgenspitze .....	19
Tabelle 7: detaillierte Auswertung Szenario 3 Nachmittagsspitze.....	20
Tabelle 8: detaillierte Auswertung Bauzustand 1 o.E. Morgenspitze .....	27
Tabelle 9: detaillierte Auswertung Bauzustand 1 o.E. Nachmittagsspitze.....	28
Tabelle 10: detaillierte Auswertung Bauzustand 2 m.E. Morgenspitze .....	29
Tabelle 11: detaillierte Auswertung Bauzustand 2 m.E. Nachmittagsspitze.....	30
Tabelle 12: detaillierte Auswertung Bauzustand 2 o.E. Morgenspitze .....	31
Tabelle 13: detaillierte Auswertung Bauzustand 2 o.E. Nachmittagsspitze.....	32
Tabelle 14: detaillierte Auswertung Nachfolgeuntersuchung. Nachmittagsspitze .....	34
Tabelle 15: Auswertung Nachfolgeuntersuchung. Nachmittagsspitze mit freiem RA.....	36