

Stadt Ingolstadt

Verkehrsuntersuchung „Unsernherrn-Nord“

Bericht



Impressum

Auftraggeber

Stadt Ingolstadt
Amt für Verkehrsmanagement und Geoinformation
Spitalstr. 3
85049 Ingolstadt

Auftragnehmer



Karlsruhe

INOVAPLAN GmbH
Degenfeldstr. 3
D-76131 Karlsruhe

+49 (721) 98 77 94 - 00
karlsruhe@inovaplan.de

info@inovaplan.de
www.inovaplan.de

Bearbeiter

Dr.-Ing. Martin Kagerbauer
M.Sc. Jan Böhringer

München

INOVAPLAN GmbH
Am Wiesenhang 19
D-81377 München

+ 49 (89) 50 03 54 - 0
muenchen@inovaplan.de



Karlsruhe, 05.10.2018

Inhaltsverzeichnis

1	Hintergrund und Aufgabenstellung	0
2	Verkehrliche Untersuchung	2
2.1	Planungsnullfall.....	2
2.2	Variante 1 (300 EW).....	3
3	Leistungsfähigkeitsuntersuchungen	6
3.1	Grundlagen und Annahmen.....	6
3.2	Leistungsfähigkeit des Knotens Vorwerkstraße/Münchener Straße.....	8
3.3	Leistungsfähigkeit des Knotens Münchener Straße/Klein-Salvator-Straße/Aubürgerstraße	10
3.4	Zusammenfassung Leistungsfähigkeitsuntersuchungen	11
4	Weiterführende Maßnahmen	13
4.1	Durchschnittlich zu erwartende übliche Einwohnerzahl	13
4.2	Weitere Maßnahmen zur Verbesserung der Verkehrsabwicklung	16
4.2.1	Sperrung der Ausfahrt aus dem Neubaugebiet über die Vorwerkstraße	16
4.2.2	Einrichtung einer Lichtsignalanlage am Knoten Vorwerkstraße/Münchener Straße.....	17
5	Zusammenfassung und Fazit	18
5.1	Leistungsfähigkeitsberechnungen des Knotens Vorwerkstraße/Münchener Straße.....	19
5.1.1	Planungsnullfall.....	19
5.1.2	Variante 1 (300 EW).....	20
5.1.3	Variante 1 (250 EW).....	21
5.1.4	Variante 1 (300 EW), gesperrte Fahrbeziehung.....	22
5.2	Leistungsfähigkeitsberechnungen des Knotens Münchener Straße/Klein-Salvator-Straße/Aubürgerstraße	23
5.2.1	Planungsnullfall.....	23
5.2.2	Variante 1 (300 EW).....	23

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Geplante Lage des Neubaugebiets (Quelle: Stadt Ingolstadt, bearbeitet).....	0
Abbildung 2	Bebauungsplan Variante 1 (Arbeitsstand) (Quelle: Stadt Ingolstadt).....	1
Abbildung 3	Verkehrsbelastungen (Kfz/24h) im Planungsnullfall.....	2
Abbildung 4	Verkehrsbelastungen (Kfz/24h) im Variante 1 (300 EW).....	4
Abbildung 5	Differenzbelastungen (Kfz/24h) Variante 1 (300 EW) zu PNF	5
Abbildung 6	Schematischer Übersichtsplan des Knotens Vorwerkstraße/Münchener Straße	9
Abbildung 7	Schematischer Übersichtsplan des Knotens Münchener Straße/Klein-Salvator- Straße/Aubürgerstraße.....	10
Abbildung 8	Leistungsfähigkeit PNF (ohne NBG)	12
Abbildung 9	Leistungsfähigkeit Variante 1 (mit 300 EW)	12
Abbildung 10	Verkehrsbelastungen (Kfz/24h) im Variante 1 (250 EW).....	14
Abbildung 11	Differenzbelastungen (Kfz/24h) Variante 1 (250 EW) zu PNF	15
Abbildung 12	Sperrung der Ausfahrt aus dem Neubaugebiet über die Vorwerkstraße	16

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Gegenüberstellung Planungsnullfall und Variante 1	3
Tabelle 2	Darstellung der Verkehrsmengen für den Bezirk „Unsernherrn-Nord“	3
Tabelle 3	Anteil der zusätzlichen Verkehre auf die Anbindungen an das bestehende Straßennetz (Variante 1 300 EW)	5
Tabelle 4	Qualitätsstufen für vorfahrtgeregelte Knoten nach HBS 2015.....	6
Tabelle 5	Qualitätsstufen für Knotenpunkte mit Lichtsignalanlage nach HBS 2015.....	7
Tabelle 6	Spitzenstundenanteil Münchener Straße.....	8
Tabelle 7	Übersicht über die Leistungsfähigkeit des Knotens Vorwerkstraße/Münchener Straße.....	9
Tabelle 8	Übersicht über die Leistungsfähigkeit des Knotens Münchener Straße/Klein-Salvator-Straße/Aubürgerstraße	11
Tabelle 9	Zunahme des Verkehrs bei maximaler und durchschnittlicher Einwohnerzahl	13
Tabelle 10	Übersicht über die Leistungsfähigkeit des Knotens Vorwerkstraße/Münchener Straße.....	15
Tabelle 11	Übersicht über die Leistungsfähigkeit des Knotens Vorwerkstraße/Münchener Straße.....	17

1 Hintergrund und Aufgabenstellung

Die Stadt Ingolstadt plant im Norden des Ortsteils Unsernherrn das neue Baugebiet „Unsernherrn - Nord“ im Rahmen eines Bebauungsplanverfahrens auszuweisen (vgl. Abbildung 1). Da durch die neue Bebauung zusätzliche Verkehre zu erwarten sind, wird ein Gutachten erstellt, welches die verkehrlichen Auswirkungen des Neugebiets auf das angrenzende Straßennetz überprüft und bewertet.



Abbildung 1 Geplante Lage des Neubaugebiets (Quelle: Stadt Ingolstadt, bearbeitet)

Für die Erschließung des Neubaugebiets wurden mehrere Varianten entwickelt, welche eine Anbindung über die Vorwerkstraße, Kormoranstraße und Kranichstraße vorsehen. Nach einem mehrheitlichen Stadtratbeschluss vom 09.05.2018 soll nun die Variante 1 weiter verfolgt werden. Dabei handelt es sich um eine Zweiteilung des Baugebiets in einen westlichen und einen östlichen Teil. Die Erschließung des südwestlichen Bereichs des Baugebiets ist über einen Wendehammer und die Kranichstraße geplant. Der östliche Teil des Neubaugebiets soll über die Vorwerkstraße und die Kormoranstraße über die südlich gelegene Lohe an das bestehende Straßennetz angeschlossen werden (vgl. Abbildung 2).

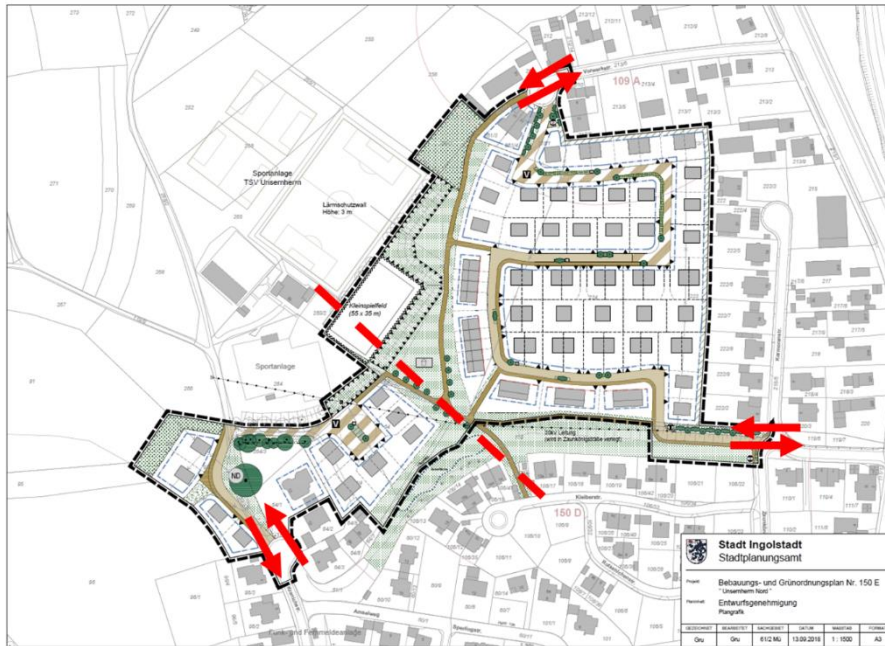


Abbildung 2 **Bebauungsplan Variante 1 (Arbeitstand) (Quelle: Stadt Ingolstadt)**

Es wird als höchste mögliche Einwohnerdichte von ca. 120 zusätzlichen Wohneinheiten und ca. 300 neuen Einwohnern durch das Neubaugebiet „Unsernherrn - Nord“ ausgegangen. Aufgrund der üblichen Bebauung in Neubaugebieten in Ingolstadt kann davon ausgegangen werden, dass dieses Baugebiet nicht mit 100 % der möglichen Wohneinheiten bebaut wird. Daher wird im weiteren Untersuchungsverlauf darüber hinaus untersucht, ob bei einer durchschnittlich prognostizierten Einwohnerzahl von ca. 250, Anpassungen an den angrenzenden Knotenpunkten Münchener Str./Vorwerkstr. sowie Münchener Str./Aubürger Str./Klein-Salvator-Str. vorgenommen werden müssen. Der Knotenpunkt Münchener Str./Vorwerkstr. soll dabei auch zukünftig vorfahrts geregelt gestaltet sein. Abschließend werden weitere Empfehlungen zur Verkehrsabwicklung gegeben.

2 Verkehrliche Untersuchung

Für die Verkehrsuntersuchung „Unsernherrn-Nord“ wurde das Verkehrsmodell der Stadt Ingolstadt mit dem Planungshorizont 2025 herangezogen. Um die kleinräumigen Veränderungen durch das Neubaugebiet (NBG) darzustellen und eine detaillierte Abbildung der Verkehrsströme zu gewährleisten, wurde das städtische Verkehrsmodell im Untersuchungsraum verfeinert. Dazu wurden im Umfeld des Neubaugebiets neben zusätzlichen Straßen auch die Anbindungen sowie die Einspeisung der Verkehrsnachfrage angepasst.

2.1 Planungsnullfall

Die Verkehrsbelastungen für den Planungsnullfall 2025 ohne Neubaugebiet sind Abbildung 3 zu entnehmen. Die nachfolgenden Werte sind jeweils auf 10 gerundet.

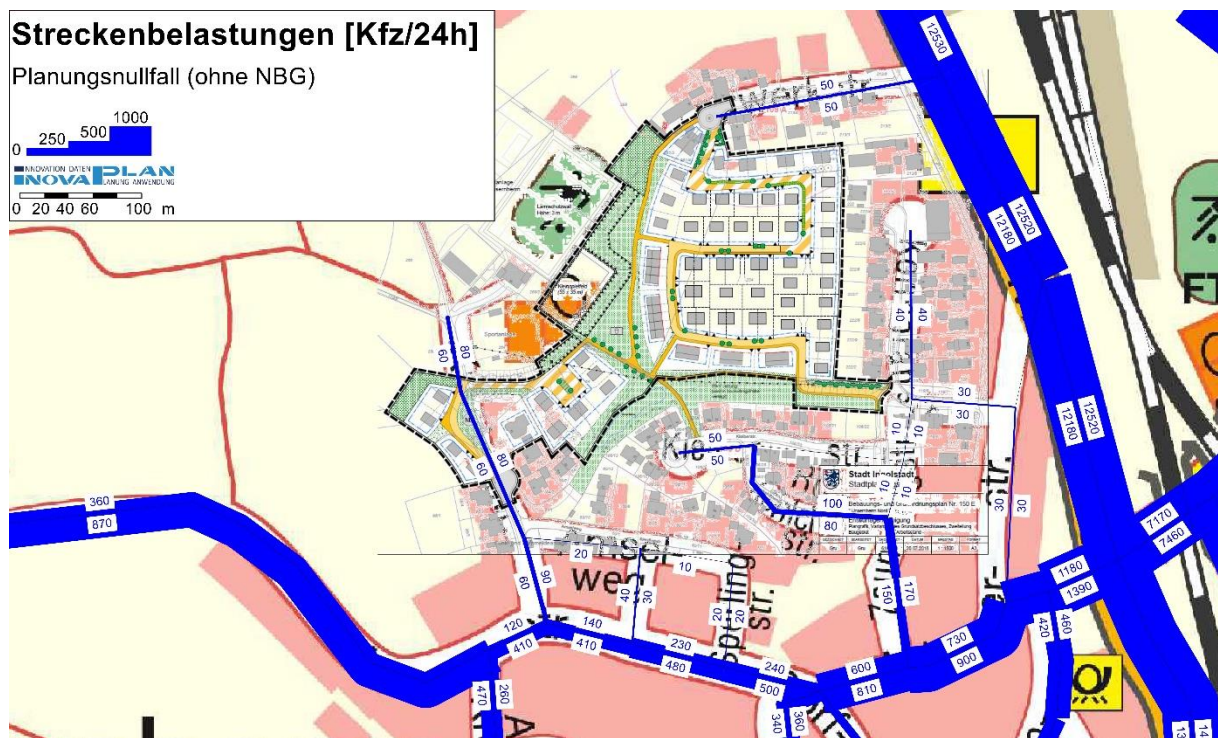


Abbildung 3 Verkehrsbelastungen (KFZ/24h) im Planungsnullfall

2.2 Variante 1 (300 EW)

Tabelle 1 stellt den Planungsnullfall (ohne NBG) und die Variante 1 gegenüber.

	Kurzbeschreibung und verkehrliche Anbindung	Zusätzliche EW	EW gesamt
Planungsnullfall	<ul style="list-style-type: none"> Ohne NBG 	-	467
Variante 1	<ul style="list-style-type: none"> ca. 120 Wohneinheiten ca. 300 zusätzliche Einwohner Zweiteilung des Baugebiets Südwestlicher Teil: Erschließung über Wendehammer Östlicher Teil: Anbindung über Vorwerkstraße und Kormoranstraße mit Verkehrsberuhigung im nördlichen Teil 	+ max.300	max. 767

Tabelle 1 Gegenüberstellung Planungsnullfall und Variante 1

Bei Variante 1 kommt es im Vergleich zum Planungsnullfall durch die zusätzliche Bebauung zu einer Zunahme des Verkehrsaufkommens. Für den Bezirk „Unsernherrn-Nord“ ergeben sich im Verkehrsmodell folgende Verkehrsmengen:

Planungsfall	Gesamtverkehr Kfz/24 h	Zunahme zum PNF
Planungsnullfall	1.410	-
Variante 1 (300 EW)	2.320	+64%

Tabelle 2 Darstellung der Verkehrsmengen für den Bezirk „Unsernherrn-Nord“

Die Verkehrsbelastungen der einzelnen Straßenzüge in Variante 1 mit Neubaugebiet (300 EW) sind Abbildung 4 zu entnehmen. Die nachfolgenden Werte sind jeweils auf 10 gerundet.

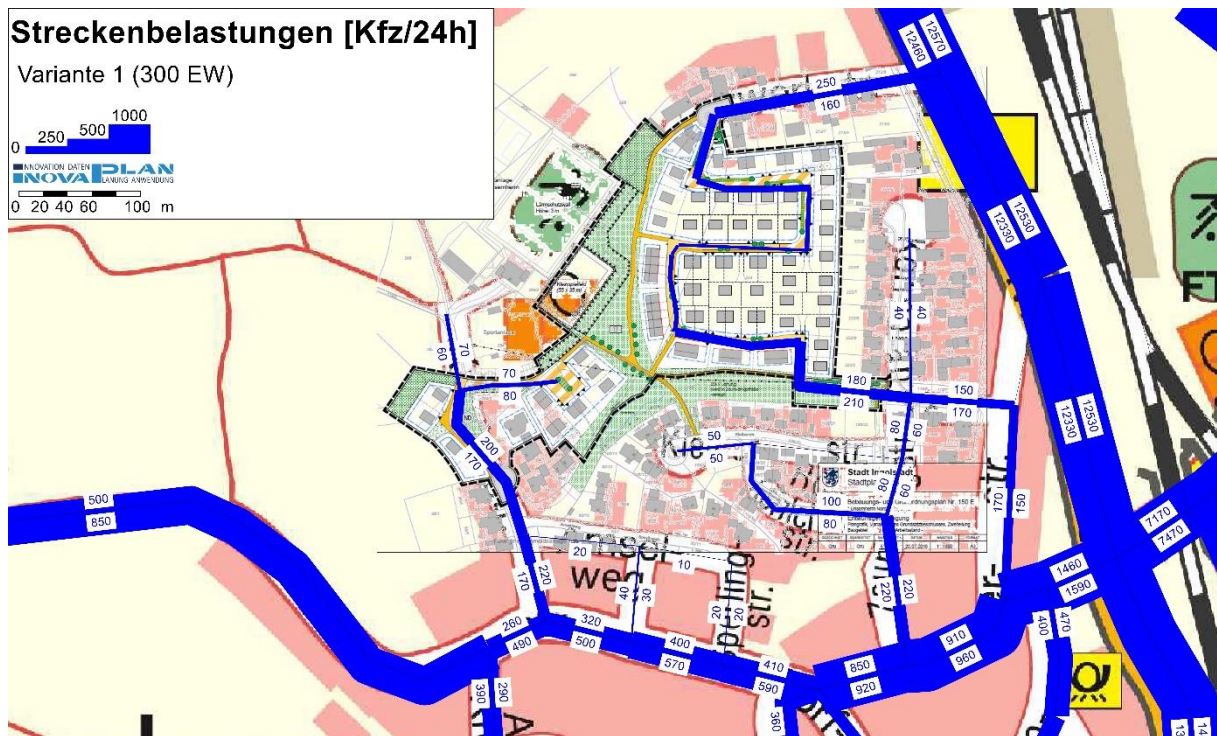


Abbildung 4 Verkehrsbelastungen (Kfz/24h) im Variante 1 (300 EW)

Es zeigen sich zusätzliche Bewohnerverkehre im Umfeld des Neubaugebietes und dadurch entsprechende höhere Verkehrsbelastungen. Vor allem an den Anschlüssen an das bestehende Verkehrsnetz (Vorwerkstr., Kranichstr., Kormoranstr., Zaunkönigstr., Aubürgerstr.) ergeben sich zusätzliche Verkehrsbelastungen (vgl. Abbildung 5).

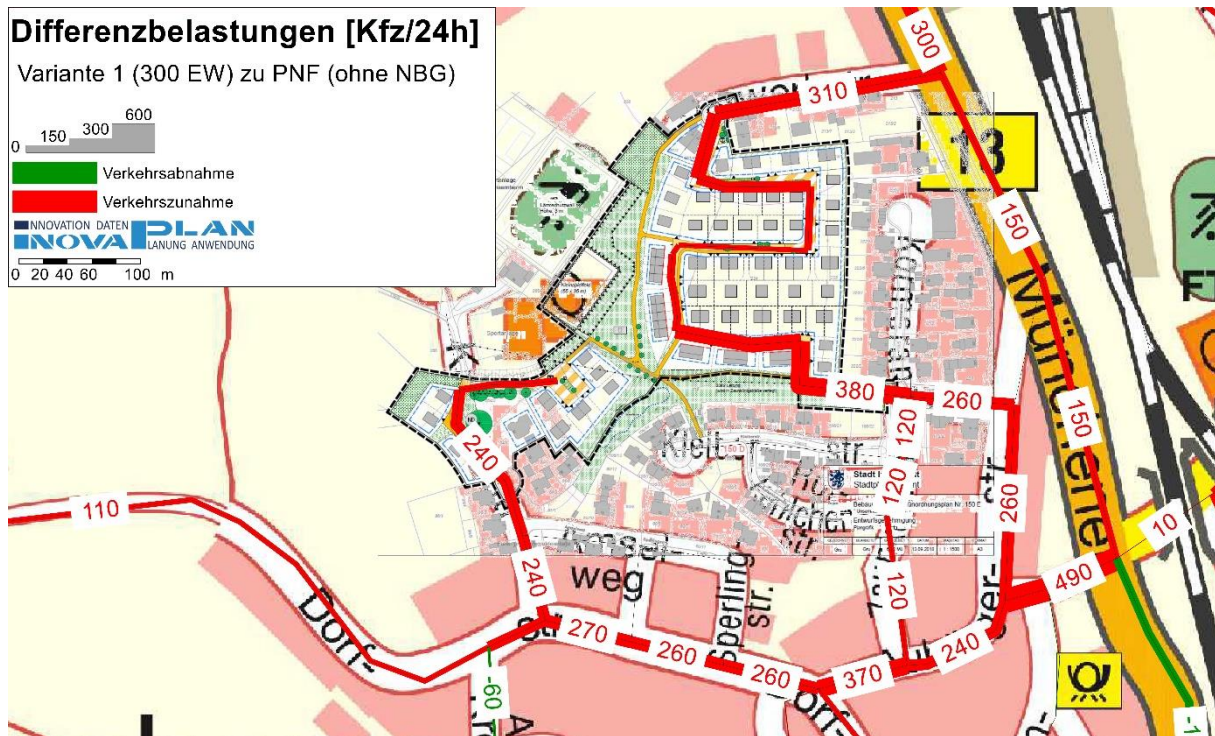


Abbildung 5 Differenzbelastungen (Kfz/24h) Variante 1 (300 EW) zu PNF

Die zusätzlichen Verkehre verteilen sich auf die drei Anschlüsse an das bestehende Straßennetz. Aufgrund der Verkehrsbeziehungen im Verkehrsmodell ergeben sich für die Vorwerkstraße im Querschnitt ca. 310 neue Fahrten am Tag. Über die Zaunkönigstraße und Aubürgerstraße werden im Querschnitt ca. 390 zusätzliche Fahrten abgewickelt. Damit verteilen sich die zusätzlichen Verkehre der Ostseite des Neubaugebiets zu etwa gleichen Teilen auf die beiden Anschlüsse. Die Kranichstraße nimmt alle Verkehre des westlichen Teils des Neubaugebiets auf. Dabei handelt es sich um 26% der zusätzlichen Verkehre (vgl. Tabelle 3).

Anschluss	Gesamtverkehr Kfz/24 h	Anteil gesamtes NBG	Anteil Ostseite NBG	Anteil Westseite NBG
Vorwerkstraße	310	33%	44%	0%
Zaunkönigstr. /Aubürgerstr.	390	41%	56%	0%
Kranichstraße	240	26%	0%	100%

Tabelle 3 Anteil der zusätzlichen Verkehre auf die Anbindungen an das bestehende Straßennetz (Variante 1 300 EW)

3 Leistungsfähigkeitsuntersuchungen

3.1 Grundlagen und Annahmen

Beim Anschluss des Neubaugebietes an das vorhandene Straßennetz werden zusätzliche Verkehrsbelastungen, insbesondere an den Knoten Vorwerkstraße/Münchener Straße und Münchener Straße/Klein-Salvator-Straße, erwartet. Aus diesem Grund werden diese Knoten im Planungsnullfall und anschließend im Planfall im Hinblick auf ihre Leistungsfähigkeit untersucht. Die Bestimmung der Leistungsfähigkeit erfolgt nach dem Verfahren des HBS, Ausgabe 2015. Die Leistungsfähigkeit kann in Form von **Qualitätsstufen im Verkehrsablauf (QSV)** dargestellt werden. Die Qualitätsstufen für den vorfahrtsignalgesteuerten Knoten Vorwerkstraße/Münchener Straße gliedern sich nach Tabelle 4 und für den lichtsignalgesteuerten Knoten Münchener Straße/Klein-Salvator-Straße nach Tabelle 5. Die Bewertung ergibt sich jeweils aus der mittleren Wartezeit.

Qualitätsstufe QSV	Mittlere Wartezeit t_w [s]	Beschreibung
A	≤ 10	Die Mehrzahl der Verkehrsteilnehmer kann nahezu ungehindert den Knotenpunkt passieren. Die Wartezeiten sind gering.
B	≤ 20	Die Abflussmöglichkeiten der wartepflichtigen Verkehrsströme werden vom bevorrechtigten Verkehr beeinflusst. Die dabei entstehenden Wartezeiten sind gering.
C	≤ 30	Die Verkehrsteilnehmer in den Nebenströmen müssen auf eine merkbare Anzahl von bevorrechtigten Verkehrsteilnehmern achten. Die Wartezeiten sind spürbar. Es kommt zur Bildung von Stau, der jedoch weder hinsichtlich seiner räumlichen noch bezüglich seiner zeitlichen Dauer eine starke Beeinträchtigung darstellt.
D	≤ 45	Die Mehrzahl der Verkehrsteilnehmer 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.
E	> 45	Es bilden sich Staus, die sich bei der vorhandenen Belastung nicht mehr abbauen. Die Wartezeiten nehmen sehr große und dabei stark streuende Werte an. Geringfügige Verschlechterungen der Einflussgrößen können zum Verkehrszusammenbruch (d.h. ständig zunehmende Staulänge) führen. Die Kapazität wird erreicht.
F	-	Die Anzahl der Verkehrsteilnehmer, die in einem Verkehrsstrom dem Knotenpunkt je Zeiteinheit zufließt, ist über eine Stunde oder länger größer als die Kapazität für diesen Verkehrsstrom. Es bilden sich lange, ständig wachsende Schlangen mit besonders hohen Wartezeiten. Diese Situation löst sich erst nach einer deutlichen Abnahme der Verkehrsstärken im zufließenden Verkehr wieder auf. Der Knotenpunkt ist überlastet.

Tabelle 4 Qualitätsstufen für vorfahrtsignalgesteuerte Knoten nach HBS 2015

Qualitätsstufe QSV	Mittlere Wartezeit t_w [s]	Beschreibung
A	≤ 20	Die Wartezeiten sind für die jeweils betroffenen Verkehrsteilnehmer sehr kurz.
B	≤ 35	Die Wartezeiten sind für die jeweils betroffenen Verkehrsteilnehmer kurz. Alle während der Sperrzeit auf dem betrachteten Fahrstreifen ankommenden Fahrzeuge können in der nachfolgenden Freigabezeit weiterfahren.
C	≤ 50	Die Wartezeiten sind für die jeweils betroffenen Verkehrsteilnehmer spürbar. Nahezu alle während der Sperrzeit auf dem betrachteten Fahrstreifen kommenden Kraftfahrzeuge können in der nachfolgenden Freigabezeit weiterfahren. Auf dem betrachteten Fahrstreifen tritt im Kfz-Verkehr am Ende der Freigabezeit nur gelegentlich ein Rückstau auf.
D	≤ 70	Die Wartezeiten sind für die jeweils betroffenen Verkehrsteilnehmer beträchtlich. Auf dem betrachteten Fahrstreifen tritt im Kfz-Verkehr am Ende der Freigabezeit häufig ein Rückstau auf.
E	> 70	Die Wartezeiten sind für die jeweils betroffenen Verkehrsteilnehmer lang. Auf dem betrachteten Fahrstreifen tritt im Kfz-Verkehr am Ende der Freigabezeit in den meisten Umläufen ein Rückstau auf.
F	(QSV F ist erreicht, wenn die nachgefragte Verkehrsstärke über der Kapazität liegt)	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 5 Qualitätsstufen für Knotenpunkte mit Lichtsignalanlage nach HBS 2015

Zur Untersuchung der Leistungsfähigkeit der Knoten werden die entsprechenden Verkehrsbelastungen für die Spitzenstunde benötigt. Das Verkehrsmodell der Stadt Ingolstadt bildet jedoch lediglich den Tagesverkehr ab. Daher wurde zur Ermittlung der Verkehrsmengen in der Spitzenstunde und des Spitzenstundenanteils am Tagesverkehr eine Zählung aus dem Jahr 2012 am Knoten Münchener Straße/Klein-Salvator-Straße als Grundlage herangezogen. Die Zählung wurde im Auftrag der Stadt Ingolstadt von GEVAS durchgeführt.

Zur Festlegung des Spitzenstundenanteils werden die beiden Hauptströme in Nord-Süd-Richtung am Knoten betrachtet.

	Fahrtrichtung Süd	Fahrtrichtung Nord
Querschnitt	Münchener Straße	Münchener Straße
Spitzenstunde	15:30-16:30	6:45-7:45
Belastung Spitzenstunde	722 Kfz/h	766 Kfz/h
Tagesbelastung (DTV)	8.759 Kfz/24h	8.887 Kfz/24h
Spitzenstundenanteil	8,2 %	8,6%

Tabelle 6 Spitzenstundenanteil Münchener Straße

Die höchste stündliche Belastung ergibt sich in der Münchener Straße in Fahrtrichtung Süd am Nachmittag, in Fahrtrichtung Nord am Morgen. Der Spitzenstundenanteil liegt jedoch in beiden Fahrtrichtungen in einer ähnlichen Größenordnung (8,2 % bzw. 8,6 % des Tagesverkehrs). Für die Berechnung der Leistungsfähigkeit wurde ein einheitlicher Spitzenstundenanteil von 8,6% des Tagesverkehrs in Kfz angenommen.

3.2 Leistungsfähigkeit des Knotens Vorwerkstraße/Münchener Straße

Auslastung und Kapazitätsreserven im Planungsnullfall geben Aufschluss über vorhandene Leistungs-fähigkeitsreserven des Knotens. Für die Berechnung der Leistungsfähigkeit wurde der in dem vorherigen Kapitel beschriebene Spitzenstundenanteil herangezogen.

Für die Beurteilung der Leistungsfähigkeit des Knotens ist insbesondere der Linksabbieger (Strom 4) maßgeblich, da dies der einzige Strom 3. Ordnung am Knoten und damit wartepflichtig gegenüber den anderen Fahrbeziehungen ist. Strom 2, 3 und 8 sind Ströme 1. Ordnung und sind nicht wartepflichtig gegenüber untergeordneten Strömen. Daher sind diese für die Überprüfung der Leistungsfähigkeit nicht maßgebend (vgl. Abbildung 6).

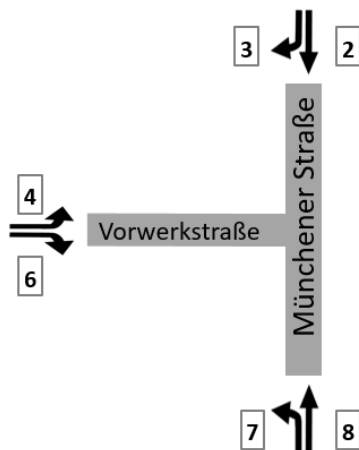


Abbildung 6 Schematischer Übersichtsplan des Knotens Vorwerkstraße/Münchener Straße

Eine Übersicht über die Leistungsfähigkeit des Knotens Vorwerkstraße/Münchener Straße und eine Beurteilung der verkehrlichen Situation ist in Tabelle 7 gegeben. Die detaillierten Leistungsfähigkeitsberechnungen sind dem Anhang zu entnehmen.

	Strom 4+6		Strom 7+8		Beurteilung
	Mittlere Wartezeit	QSV	Mittlere Wartezeit	QSV	
PNF (ohne NBG)	36,8 s	QSV D	6,4 s	QSV A	- Noch im stabilen Bereich - Geringe Kapazitätsreserven
Variante 1 (300 EW)	53,2 s	QSV E	6,4 s	QSV A	- mangelhafte Leistungsfähigkeit (QSV E) für den Mischstrom aus der Vorwerkstraße

Tabelle 7 Übersicht über die Leistungsfähigkeit des Knotens Vorwerkstraße/Münchener Straße

Die Leistungsfähigkeitsuntersuchung des Knotenpunkts Vorwerkstraße/Münchener Straße zeigt, dass der kombinierte Rechts- und Linksabbieger aus der Vorwerkstraße in die Münchener Straße (Strom 4+6) bereits im Planungsnullfall nur eine geringe Kapazitätsreserve aufweist (Qualitätsstufe D) und es sich dabei um den limitierenden Verkehrsstrom handelt. Die rechnerisch ermittelte mittlere Wartezeit t_w beträgt bereits ohne Neubaugebiet ca. 37 Sekunden. Diese lange Wartezeit kommt insbesondere durch die besondere Situation am Knotenpunkt zustande, die erfordert, dass der untergeordnete Mischstrom 4 und 6 aus der Vorwerkstraße auf eine vierspurige Straße mit sehr hohen Verkehrsmengen (im Querschnitt ca. 25.000 Kfz) einfahren muss.

Mit den zusätzlichen Verkehren, welche durch das Neubaugebiet mit 300 neuen Einwohnern erzeugt werden, steigt die mittlere Wartezeit t_w des Einbiegerstroms (Strom 4+6) aus der Vorwerkstraße auf ca. 53 Sekunden an. Es ist anzunehmen, dass sich in der Spitzenstunde längere Rückstaus bilden und die betroffenen Verkehrsteilnehmer mit Wartezeiten rechnen müssen.

Der Linksabbieger von der Münchener Straße in die Vorwerkstraße (Strom 7+8) verfügt dagegen in beiden untersuchten Varianten über eine gute Leistungsfähigkeit.

3.3 Leistungsfähigkeit des Knotens Münchener Straße/Klein-Salvator-Straße/Aubürgerstraße

Durch die verschiedenen Planungsüberlegungen wird auch die Verkehrsbelastung am lichtsignalgeregelten Knoten Münchener Straße/Klein-Salvator-Straße berührt. Daher wurde die Leistungsfähigkeit des Knotens gemäß der im Handbuch zu Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS 2015) ausgewiesenen Verfahren (Knotenpunkt mit Lichtsignalanlage) berechnet und überprüft. Die Fahrstreifenaufteilung und die Verkehrsströme sind dem schematischen Übersichtsplan zu entnehmen (vgl. Abbildung 7)

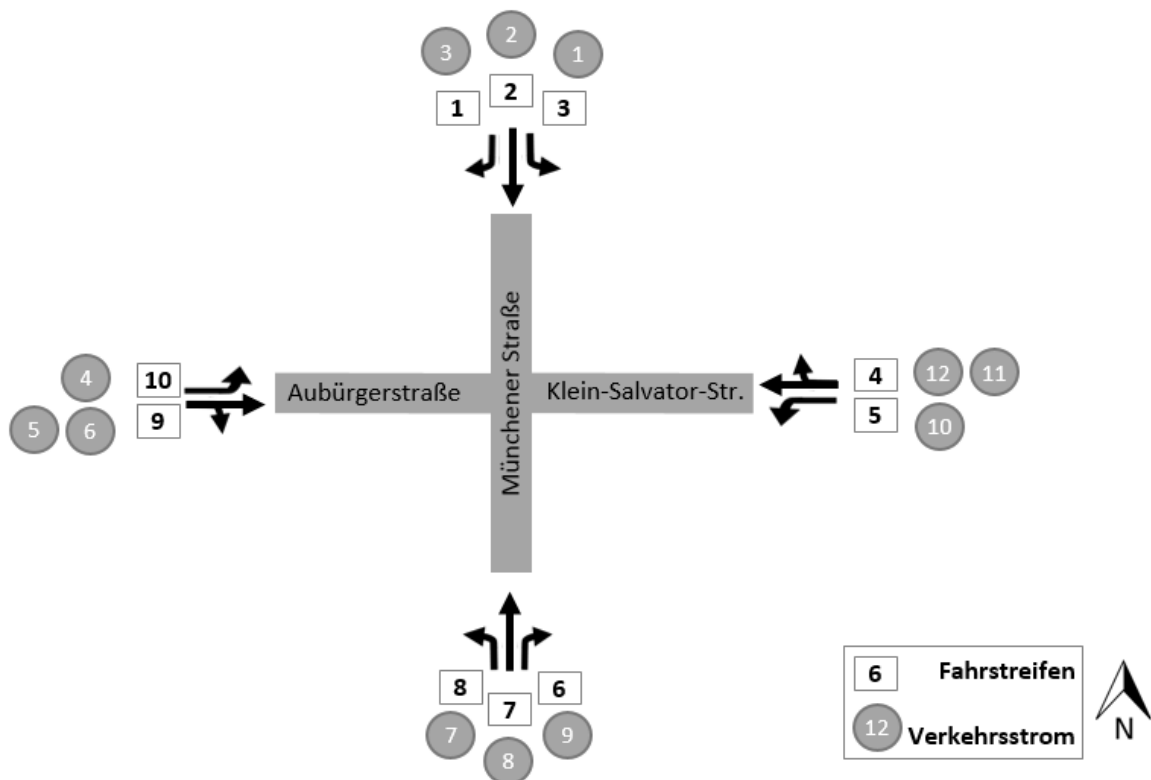


Abbildung 7 Schematischer Übersichtsplan des Knotens Münchener Straße/Klein-Salvator-Straße/Aubürgerstraße

Die Berechnung der Leistungsfähigkeit basiert auf den maßgebenden Spitzenstundenbelastungen der Planfälle in der Morgen- und Nachmittagsspitze (vgl. Tabelle 8).

Zufahrt	Norden	Osten	Süden	Westen
Fahrstreifen	1, 2, 3	5, 4, 4	8, 7, 6	10, 9, 9
Verkehrsströme	3, 2, 1	10, 11, 12	7, 8, 9	4, 5, 6
Maßgebender Fahrstreifen	3 (Linkseinbieger)	5 (Linkseinbieger)	7 (Geradeausfahrende)	9 (Geradeausfahrende und Rechtseinbieger)
QSV PNF (ohne NBG)	C	E	D	B
QSV Variante 1 (300 EW)	C	E	D	B

Tabelle 8 Übersicht über die Leistungsfähigkeit des Knotens Münchener Straße/Klein-Salvator-Straße/Aubürgerstraße

Die verkehrlichen Auswirkungen des Neubaugebiets auf den Knoten Münchener Straße/Klein-Salvator-Straße/Aubürgerstraße sind im Hinblick auf die Leistungsfähigkeit als geringfügig einzustufen. Die Erschließung des Neubaugebietes „Unsernherrn-Nord“ und dessen Art der Erschließung hat aufgrund der geringen Veränderungen auf die maßgebliche Sperrgruppe keine oder nur geringe Folgen für die Verkehrsabläufe und -qualität am Knotenpunkt. Allerdings ist anzumerken, dass auf dem linkseinbiegenden Strom aus der Zufahrt Osten (Fahrstreifen 5, Strom 10) bereits im Prognosenullfall längere Wartezeiten für die betroffenen Verkehrsteilnehmer auftreten.

Eine Übersicht über die einzelnen Kenngrößen der Leistungsfähigkeitsberechnung ist im Anhang gegeben.

3.4 Zusammenfassung Leistungsfähigkeitsuntersuchungen

Im Planungsnullfall ohne Neubaugebiet (vgl. Abbildung 8) zeigt die Zufahrt aus der Vorwerkstraße in den dreiarmigen und vorfahrtsregeltem Knotenpunkt Vorwerkstr./Münchener Straße noch geringe Leistungsfähigkeitsreserven (QSV D). Der vierarmige, lichtsignalgesteuerte Knotenpunkt Münchener Straße/Klein-Salvator-Straße/Aubürgerstraße ist bereits im Planungsnullfall hoch belastet, wobei davon insbesondere die Zufahrt aus Fahrtrichtung Osten (QSV E) betroffen ist. Die Gesamtleistungsfähigkeit ist aber als ausreichend einzustufen (QSV C).

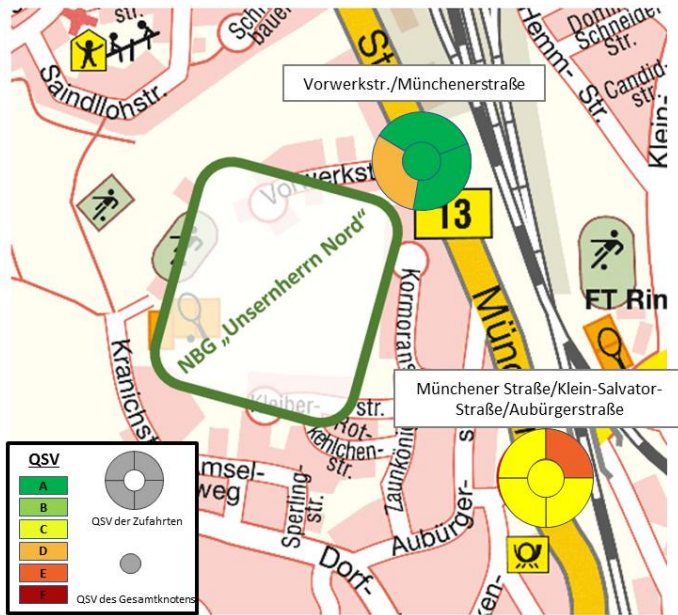


Abbildung 8 Leistungsfähigkeit PNF (ohne NBG)

Von den zusätzlichen Verkehren, die durch das Neubaugebiet (Variante 1) hervorgerufen werden, ist insbesondere die Zufahrt aus der Vorwerkstraße in den Knotenpunkt Vorwerkstr./Münchener Straße betroffen. Hier verschlechtert sich die rechnerische Leistungsfähigkeit auf eine nicht mehr ausreichende Qualitätsstufe (QSV E). Vor allem in der Spitzenstunde kann es hier zu Rückstaus und längeren Wartezeiten in der Vorwerkstraße kommen. Das geplante Neubaugebiet hat dagegen auf den Knotenpunkt Münchener Straße/Klein-Salvator-Straße/Aubürgerstraße nur geringe Auswirkungen. Es kommt zu keiner Verschlechterung der Qualitätsstufen. In der Realität werden die zusätzlichen Verkehre am Knotenpunkt kaum zu spüren sein (vgl. Abbildung 9).

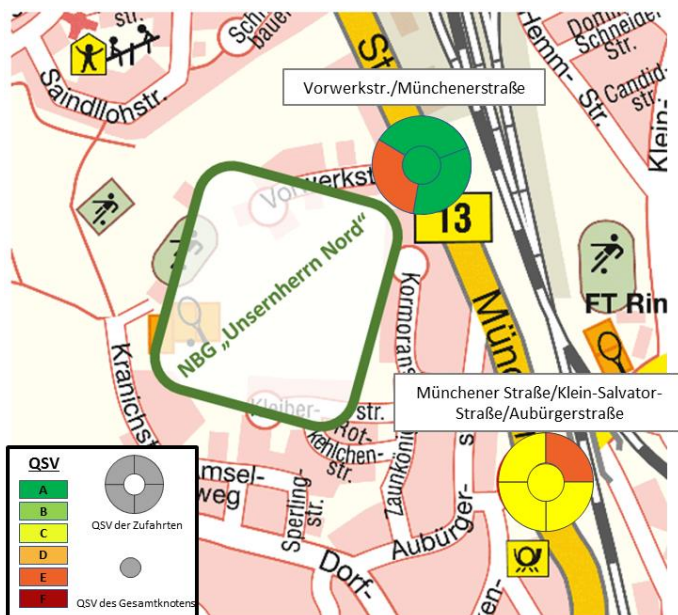


Abbildung 9 Leistungsfähigkeit Variante 1 (mit 300 EW)

4 Weiterführende Maßnahmen

Bei einer maximal erreichbaren Einwohnerzahl weist die Zufahrt aus der Vorwerkstraße am Knotenpunkt Vorwerkstr./Münchener Straße in der Leistungsfähigkeitsuntersuchung bei Variante 1 mit 300 Einwohnern eine nicht ausreichende Leistungsfähigkeit (QSV E) auf (vgl. Kapitel 3.4). Daher soll weiter untersucht werden, inwieweit durch eine durchschnittlich zu erwartende Einwohnerzahl von ca. 250 die Verkehre in der Vorkwerkstraße reduziert werden können, um einen größeren Rückstau und Wartezeiten zu vermeiden. Der Knotenpunkt soll dabei auch zukünftig vorfahrtsgeregelt gestaltet sein.

4.1 Durchschnittlich zu erwartende übliche Einwohnerzahl

Es wird davon ausgegangen, dass sich im neuen Baugebiet nicht die höchstmögliche Einwohnerzahl ansiedelt, sondern dass sich eine durchschnittliche und übliche Einwohnerzahl einstellt. Nachfolgend wird daher die Variante 1 mit leicht reduzierten Einwohnerzahlen untersucht (vgl. Tabelle 9). Diese Reduktion basiert auf Erfahrungswerten aus den vergangenen Jahren bei ähnlichen Baugebieten.

Planungsfall	Einwohner	Gesamtverkehr [KFZ/24 h]	Zunahme zum PNF
Planungsnullfall	Ohne NBG	1.410	-
Variante 1 300 EW	300	2.315	+64%
Variante 1 250 EW	250	2.160	+54%

Tabelle 9 Zunahme des Verkehrs bei maximaler und durchschnittlicher Einwohnerzahl

Die Verkehrsbelastungen für Variante 1 mit Neubaugebiet (250 EW) sind Abbildung 10 zu entnehmen.

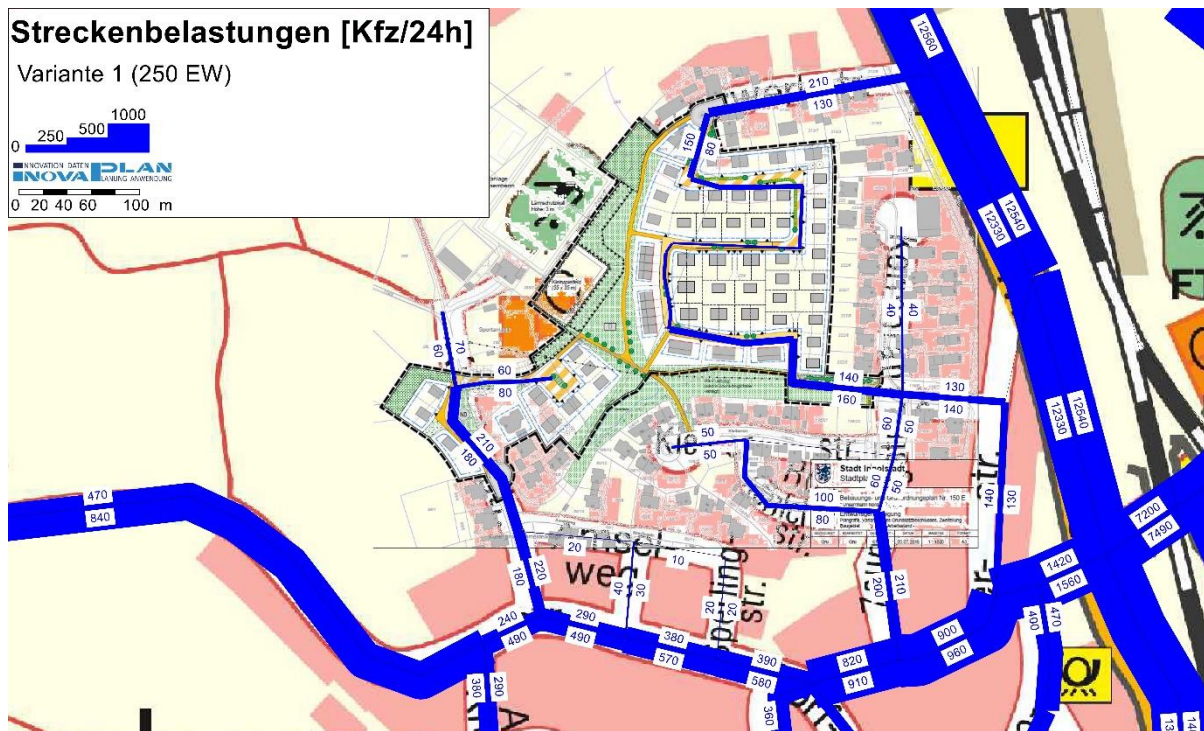


Abbildung 10 Verkehrsbelastungen (Kfz/24h) im Variante 1 (250 EW)

Gegenüber der Variante mit 300 EW zeigen sich leicht reduzierte Bewohnerverkehre auf den östlichen Anbindungen der Vorwerk-, Kormoran-, Zaunkönig- und Aubürgerstraße (vgl. Abbildung 11).

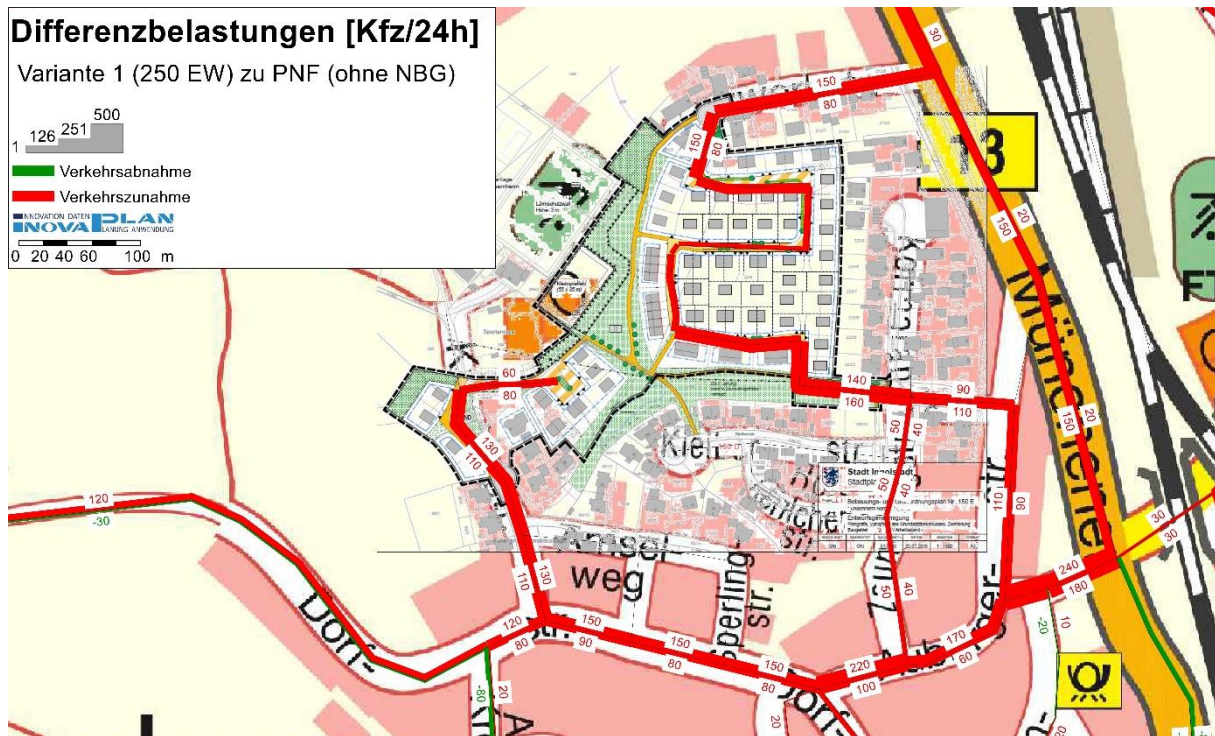


Abbildung 11 Differenzbelastungen (Kfz/24h) Variante 1 (250 EW) zu PNF

Bezüglich der Leistungsfähigkeit des Knotenpunkts Vorwerkstraße/Münchener Straße zeigt sich bei der Variante mit 250 Einwohnern, dass der Mischstrom aus der Vorwerkstraße/Münchener Straße sich rechnerisch in einem gerade noch ausreichendem Bereich der Leistungsfähigkeit befindet (vgl. Tabelle 10).

	Strom 4+6		Strom 7+8		Beurteilung
	Mittlere Wartezeit	QSV	Mittlere Wartezeit	QSV	
PNF (ohne NBG)	37,2 s	QSV D	6,4 s	QSV A	- Noch im stabilen Bereich - Geringe Kapazitätsreserven
Variante 1 (300 EW)	53,2 s	QSV E	6,4 s	QSV A	- mangelhafte Leistungsfähigkeit (QSV E) für den Mischstrom aus der Vorwerkstraße
Variante 1 (250 EW)	44,0 s	QSV D	6,4 s	QSV A	- gerade ausreichende Leistungsfähigkeit (QSV D) für den Mischstrom aus der Vorwerkstraße

Tabelle 10 Übersicht über die Leistungsfähigkeit des Knotens Vorwerkstraße/Münchener Straße

Der Knotenpunkt Münchener Straße/Klein-Salvator-Straße/Aubürgerstraße wurde mit reduzierter Einwohnerzahl nicht untersucht, da bei einer geringen Einwohnerzahl von keiner Verschlechterung gegenüber der oben untersuchten Variante auszugehen ist.

4.2 Weitere Maßnahmen zur Verbesserung der Verkehrsabwicklung

Bei einer zu erwartenden üblichen Einwohnerdichte von 250 Einwohnern ist die rechnerische Leistungsfähigkeit der Einmündung aus der Vorwerkstraße als noch ausreichend einzustufen (QSV D). Falls bei einer höheren Einwohnerzahl als erwartet ein Defizit in der Leistungsfähigkeit oder Unfallhäufungen am Knotenpunkt Vorwerkstraße / Münchener Straße festgestellt werden, können im Bedarfsfall weitere verkehrsplanerische Maßnahmen als Option in Betracht gezogen werden.

4.2.1 Sperrung der Ausfahrt aus dem Neubaugebiet über die Vorwerkstraße

Durch eine Sperrung der Ausfahrt aus dem Neubaugebiet in die Vorwerkstraße kann die Situation an der Einmündung Vorwerkstraße verkehrsplanerisch optimiert werden. Die Einfahrt von der Münchener Straße über die Vorwerkstraße, sowie die heutige bestehende Ausfahrt für die Bewohner der Vorwerkstraße sollte auch bei Umsetzung dieser Maßnahme weiterhin bestehen bleiben (vgl. Abbildung 12). Es ist jedoch darauf zu achten, dass die Einbahnstraßenregelung in diesem Bereich missachtet werden könnte.



Abbildung 12 Sperrung der Ausfahrt aus dem Neubaugebiet über die Vorwerkstraße

Diese Variante würde sowohl mit der höchstmöglichen Einwohnerzahl von 300 Einwohnern als auch mit der zu erwartenden Einwohnerzahl von 250 Einwohnern zu einer Verbesserung der Leistungsfähigkeit der Einmündung Vorwerkstraße führen (vgl. Tabelle 11).

	Strom 4+6		Strom 7+8		Beurteilung
	Mittlere Wartezeit	QSV	Mittlere Wartezeit	QSV	
PNF (ohne NBG)	36,8 s	QSV D	6,4 s	QSV A	- Noch im stabilen Bereich - Geringe Kapazitätsreserven
Variante 1 (300 EW)	53,2 s	QSV E	6,4 s	QSV A	- mangelhafte Leistungsfähigkeit (QSV E) für den Mischstrom aus der Vorwerkstraße
Variante 1 (300 EW, Ausfahrt über Vorwerkstraße gesperrt)	38,5 s	QSV D	6,5 s	QSV A	- Noch im stabilen Bereich - Geringe Kapazitätsreserven - ähnlich PNF (ohne NBG)

Tabelle 11 Übersicht über die Leistungsfähigkeit des Knotens Vorwerkstraße/Münchener Straße

Da diese Maßnahme schnell und kostengünstig umsetzbar ist und nur geringer baulicher Anpassungen bedarf, kann die beschriebene Maßnahme auch nach der Bebauung des Neubaugebiets umgesetzt werden, falls sich die Leistungsfähigkeit der Einmündung nach Einstellung eines Gleichgewichts als nicht ausreichend erweist.

4.2.2 Einrichtung einer Lichtsignalanlage am Knoten Vorwerkstraße/Münchener Straße

Als weitere Möglichkeit zur Optimierung des Verkehrsablaufs könnte an dieser Stelle auch die Errichtung einer Lichtsignalanlage (LSA) eine Option sein. Die LSA ist in die bestehende Koordination der Signalanlagen der Münchener Straße zu integrieren. Als Vorteile dieser Variante sind begrenzte Wartezeiten und günstige Verkehrsabläufe, eine verkehrssichere Einfahrt in die Münchener Straße sowie die gute Erreichbarkeit für den Quell- und Zielverkehr des Neubaugebietes zu nennen. Nachteilig sind die hohen Bau- und Betriebskosten einer zusätzlichen Lichtsignalanlage sowie die entstehenden Zeitverluste für den Verkehr auf der B 13 (Münchener Straße), die sich aufgrund von Wartezeiten für den Hauptstrom (Münchener Straße) ergeben. Als besondere Herausforderung bei der Umsetzung einer Lichtsignalanlage ist auf die Qualität des Verkehrsflusses auf der Münchener Straße zu achten. Bereits heute weist die Münchener Straße in den Spitzenstunden eine hohe Belastung auf. Die Wirkungen einer neuen Signalanlage in Kombination mit der bestehenden Koordinierung der Lichtsignalanlagen entlang der Münchener Straße und der vorhandenen Bus-Priorisierung am Knoten südlich der Vorwerkstraße (Linienverkehre in der Aubürgerstraße) auf die Verkehrsqualität in der Münchener Straße sind dabei zu berücksichtigen.

5 Zusammenfassung und Fazit

Die Stadt Ingolstadt plant im Norden des Ortsteils Unsernherrn das neue Baugebiet „Unsernherrn - Nord“ auszuweisen, wodurch zusätzliche Verkehre zu erwarten sind. Es ist eine maximale Bebauung mit ca. 120 Wohneinheiten und ca. 300 neuen Einwohnern im Stadtteil Unsernherrn vorgesehen. Es wird mit jedoch tatsächlich mit einer üblichen - niedrigeren - Einwohnerzahl von ca. 250 Einwohnern gerechnet. Die Erschließung soll dabei über die Vorwerkstraße, die Aubürgerstraße sowie die Kranichstraße erfolgen. Der Fokus der Untersuchung lag insbesondere auf der Leistungsfähigkeit der Knotenpunkte Vorwerkstraße/Münchener Straße sowie Münchener Straße/Klein-Salvator-Straße/Aubürgerstraße, welche zusätzlichen durch das Neubaugebiet verursachten Verkehre aufnehmen müssen.

Die Modell-, und Leistungsfähigkeitsuntersuchungen haben gezeigt, dass das Neubaugebiet auf den lichtsignalisierten Knotenpunkt Münchener Straße/Klein-Salvator-Straße/Aubürgerstraße nur geringfügige Auswirkungen aufweist, die in der Realität kaum wahrnehmbar sind.

Der vorfahrtsregelte Knotenpunkt Vorwerkstraße/Münchener Straße weist unter Beibehaltung der heutigen Vorfahrtsreglung bei einer zu erwartenden üblichen Einwohnerdichte von 250 Einwohnern eine ausreichende Leistungsfähigkeit auf.

Da die Ausfahrt aus der Vorwerkstraße am Knotenpunkt Vorwerkstraße/Münchener Straße in der Leistungsfähigkeitsuntersuchung bei der prognostizierten Variante 1 mit maximal 300 Einwohnern eine nicht ausreichende Leistungsfähigkeit aufweist, wären weitere Maßnahmen notwendig um einen größeren Rückstau und lange Wartezeiten in der Vorwerkstraße zur Spitzenstunde (QSV E) zu vermeiden.

Eine mögliche Maßnahme wäre die Sperrung der Ausfahrt aus dem Neubaugebiet über die Vorwerkstraße und Nutzung als Einbahnstraße. Diese Maßnahmen würde zu einer Verbesserung der Leistungsfähigkeit der Einmündung Vorwerkstraße führen. Eine weitere Maßnahme wäre die Einrichtung einer Lichtsignalanlage am Knoten Vorwerkstraße / Münchener Straße. Dabei würde die Leistungsfähigkeit für die Einfahrt in die Münchener Straße optimiert sowie die Verkehrssicherheit verbessert werden. Als Nachteile sind allerdings die hohen Bau- und Betriebskosten sowie Zeitverluste für den Verkehr auf der Münchener Straße zu nennen.

Zusammenfassend hat die verkehrliche Untersuchung gezeigt, dass die bei einem zu erwartenden Einwohnerzuwachs von ca. 250 Einwohnern induzierten Verkehre leistungsfähig und verträglich abzuwickeln sind. Es ist jedoch ein kontinuierliches Monitoring erforderlich, um zukünftig gegebenenfalls weitere Maßnahmen zur Verbesserung des Verkehrsflusses sowie der Verkehrssicherheit umzusetzen.

6 Anhang

6.1 Leistungsfähigkeitsberechnungen des Knotens Vorwerkstraße/Münchener Straße

6.1.1 Planungsnullfall

Formblatt S5-1 Beurteilung einer Einmündung mit Vorfahrtsregelung									
Projekt: VU Unsernherr			Stadt: Ingolstadt						
Knotenpunkt: Vorwerkstraße/Münchener Straße			Datum: 23.08.2018						
PNF (ohne NBG)			Bearbeiter: JB						
Z. Allgemeine Daten									
Verkehrsregelung Zufahrt B (4+6)		Vorfahrt gewähren		QSV	A		<= 10		
Ziel Mittlere Wartezeit TW	[s]	40			B		<= 20		
Ziel QSV		D			C		<= 30		
Hauptstraße ist Einbahnstraße?		Nein			D		<= 45		
Separater Rechtsabbiegestreifen Strom 3?		Nein			E		> 45		
Zufahrt B Mischstrom? (4+6)		Ja			F		Nachfrage > Kap.		
Zufahrt C Mischstrom? (7+8)		Ja							
Zusätzliche Angaben (falls vorhanden / nötig)									
F23 (Dreiecksinsel Strom 3)	[Fg/h]								
F45 (Dreiecksinsel Strom 6)	[Fg/h]								
Radverkehr auf eigener Anlage Strom 2	[Rad/h]								
Radverkehr auf eigener Anlage Strom 7	[Rad/h]								
Geometrische Randbedingungen									
		Zufahrt A Strom		Zufahrt B Strom		Zufahrt C Strom			
		2	3	F12	4	6	F34	7	8
1 Anzahl Fahrstreifen	(0/1/2)				1				
2 Aufstelllänge n	[Pkw-E/h]				8			8	
3 Dreiecksinsel (RA)	(ja/nein)	Nein			Nein				
Dreiecksinsel mit Fußgängerüberweg?	(ja/nein)	Nein			Nein				
4 Mittelinsel	(ja/nein)			Nein			Nein		Nein
Bemessungsverkehrsstärken und Verkehrszusammensetzung									
		2	3	F12	4	6	F34	7	8
5 Rad	q _{Rad,i} [Rad/h]	0	0		0	0		0	0
6 Leicht Verkehr	q _{lv,i} [Pkw/h]	0	0		0	0		0	0
7 Lkw+Bus	q _{Lkw+Bus,i} [Lkw/h]	0	0		0	0		0	0
8 LkwK	q _{LkwK,i} [LkwK/h]	0	0		0	0		0	0
7+8 SV	q _{SV,i} [SV/h]	0	0		0	0		0	0
9E Verkehr ohne Unterscheidung	q _i [Fz/h]	1046	3		2	2		2	1075
9 Fz	q _{Fz,i} [Fz/h]	1046	3		2	2		2	1075
10 Fg	q _{Fg,i} [Fg/h]			0				0	
11 Pkw-E/Fz	f _{PE,i} [-]	1,100	1,1		1,1	1,1		1,1	1,1
12 Pkw-E	q _{PE,i} [Pkw-E/h]	1150,336	3,311		2,365	1,892		1,892	1182,973
Kapazität der Verkehrsströme 2 und 8									
		2						8	
13 Verkehrsstärke	q _{PE,i} [Pkw-E/h]	1150,336						1182,973	
14 Kapazität	C _{PE,i} [Pkw-E/h]	1.800						1.800	
15 Auslastungsgrad	x _i [-]	0,64						0,66	
Grundkapazität der Verkehrsströme 3, 4, 6 und 7									
			3		4	6		7	
16 Verkehrsstärke	q _{PE,i} [Pkw-E/h]		3,311		2,365	1,892		1,892	
17 Hauptströme	q _{Di,i} [Fz/h]		0		2124,415	1047,265		1048,77	
Grenzzeitlücke	t _g [s]		5,9		6,5	5,9		5,5	
Folgezeitlücke	t _f [s]		3		3,2	3		2,8	
18 Grundkapazität	C _{PE,i} [Pkw-E/h]		1.600,0		62,4	333,6		389,4	
19 Abminderungsfaktor Fg	f _{FEK,i} [-]		1,00		1,00	1,00		1,00	
Kapazität der Verkehrsströme 3, 6 und 7									
			3		6			7	
20 Kapazität	C _{PE,i} [Pkw-E/h]		1.600,0		333,6			389,4	
21 Auslastungsgrad	x _i [-]		0,00		0,01			0,00	
22 staufreier Zustand	p _{0,7} [-]							1,00	
Staulänge N ₉₅	N _{95,i} [-]							0,01	
Kapazität des Verkehrsstroms 4									
					4				
23 Kapazität	C _{PE,4} [Pkw-E/h]				62,12				
24 Auslastungsgrad	x ₄ [-]				0,04				
Kapazität der Mischströme									
					4	6		7	8
25 Auslastungsgrad	x _i [-]				0,04	0,01		0,00	0,66
26 Aufstellplätze	n [Pkw-E]				8			8	---
27 Verkehrsstärke	q _{PE,i} [Pkw-E/h]				4,3			1.184,87	
28 Kapazität	C _{PE,m} [Pkw-E/h]				111,82			1.800,0	
29 Verkehrszusammensetzung	f _{PE,m} [-]				1,10			1,10	
Beurteilung Qualität des Verkehrsablaufs der Fahrzeugströme									
		2	3		4	6	4+6	7	8
30 Verkehrszusammensetzung	f _{PE,i} bzw. f _{PE,m} [-]	1,10	1,10				1,10		1,10
31 Kapazität	C _{PE,i} bzw. C _{PE,m} [Pkw-E/h]	1.800,0	1.600,0				111,8		1.800,0
32 Kapazität	C _i bzw. C _m [Fz/h]	1.636,4	1.454,5				101,7		1.636,4
33 Kapazitätsreserve	R _i bzw. R _m [Fz/h]	590,6	1.451,5				97,8		559,2
34 mittlere Wartezeit	t _{w,i} bzw. t _{w,m} [s]	6,07	2,48				36,82		6,4088141
35 QSV		A	A				D		A

6.1.2 Variante 1 (300 EW)

Formblatt S5-1 Beurteilung einer Einmündung mit Vorfahrtsregelung												
Projekt: VU Unsernherrn				Stadt: Ingolstadt								
Knotenpunkt: Vorwerkstraße/Münchener Straße				Datum: 23.08.2018								
Variante 1 (300 EW)				Bearbeiter: JB								
Z. Allgemeine Daten												
Verkehrsregelung Zufahrt B (4+6)		Vorfahrt gewähren		QSV	A	<= 10						
Ziel Mittlere Wartezeit tW	[s]	40			B	<= 20						
Ziel QSV		D			C	<= 30						
Hauptstraße ist Einbahnstraße?		Nein			D	<= 45						
Separater Rechtsabbiegestreifen Strom 3?		Nein			E	> 45						
Zufahrt B Mischstrom? (4+6)		Ja			F	Nachfrage > Kap.						
Zufahrt C Mischstrom? (7+8)		Ja										
Zusätzliche Angaben (falls vorhanden / nötig)												
F23 (Dreiecksinsel Strom 3)	[Fg/h]											
F45 (Dreiecksinsel Strom 6)	[Fg/h]											
Radverkehr auf eigener Anlage Strom 2	[Rad/h]											
Radverkehr auf eigener Anlage Strom 7	[Rad/h]											
Geometrische Randbedingungen												
			Zufahrt A Strom			Zufahrt B Strom			Zufahrt C Strom			
			2	3	F12	4	6	F34	7	8		
1 Anzahl Fahrstreifen	(0/1/2)					1						
2 Aufstelllänge n	[Pkw-E/h]					8		8				
3 Dreiecksinsel (RA)	(ja/nein)		Nein			Nein						
Dreiecksinsel mit Fußgängerüberweg?	(ja/nein)		Nein			Nein						
4 Mittelinsel	(ja/nein)			Nein			Nein			Nein		
Bemessungsverkehrsstärken und Verkehrszusammensetzung												
			2	3	F12	4	6	F34	7	8		
5 Rad	q _{Rad,i} [Rad/h]		0	0		0	0		0	0		
6 Leicht Verkehr	q _{Lv,i} [Pkw/h]		0	0		0	0		0	0		
7 Lkw+Bus	q _{Lkw+Bus,i} [Lkw/h]		0	0		0	0		0	0		
8 LkwK	q _{LkwK,i} [LkwK/h]		0	0		0	0		0	0		
7+8 SV	q _{SV,i} [SV/h]		0	0		0	0		0	0		
9E Verkehr ohne Unterscheidung	q _i [Fz/h]		1056	16		9	4		6	1072		
9 Fz	q _{Fz,i} [Fz/h]		1056	16		9	4		6	1072		
10 Fg	q _{Fg,i} [Fg/h]				0			0		0		
11 Pkw-E/Fz	f _{PE,i} [-]		1,100	1,1		1,1	1,1		1,1	1,1		
12 Pkw-E	q _{PE,i} [Pkw-E/h]		1161,3096	17,2172		9,933	4,8246		6,4328	1179,0944		
Kapazität der Verkehrsströme 2 und 8												
			2						8			
13 Verkehrsstärke	q _{PE,i} [Pkw-E/h]		1161,3096						1179,0944			
14 Kapazität	C _{PE,i} [Pkw-E/h]		1.800						1.800			
15 Auslastungsgrad	x _i [-]		0,65						0,66			
Grundkapazität der Verkehrsströme 3, 4, 6 und 7												
			3			4		6		7		
16 Verkehrsstärke	q _{PE,i} [Pkw-E/h]		17,2172			9,933		4,8246		6,4328		
17 Hauptströme	q _{D,i} [Fz/h]		0			2141,314		1063,562		1071,388		
Grenzzeitlücke	t _g [s]		5,9			6,5		5,9		5,5		
Folgezeitlücke	t _f [s]		3			3,2		3		2,8		
18 Grundkapazität	G _{PE,i} [Pkw-E/h]		1.600,0			61,0		327,1		379,5		
19 Abminderungsfaktor Fg	f _{fEK,i} [-]		1,00			1,00		1,00		1,00		
Kapazität der Verkehrsströme 3, 6 und 7												
			3			6			7			
20 Kapazität	C _{PE,i} [Pkw-E/h]		1.600,0			327,1			379,5			
21 Auslastungsgrad	x _i [-]		0,01			0,01			0,02			
22 staufreier Zustand	p _{0,7} [-]								0,98			
Staulänge N ₉₅	N _{95,i} [-]								0,05			
Kapazität des Verkehrsstroms 4												
						4						
23 Kapazität	C _{PE,4} [Pkw-E/h]					59,96						
24 Auslastungsgrad	x ₄ [-]					0,17						
Kapazität der Mischströme												
						4		6		7		
25 Auslastungsgrad	x _i [-]					0,17		0,01		0,02		
26 Aufstellplätze	n [Pkw-E]					8				8		
27 Verkehrsstärke	q _{PE,i} [Pkw-E/h]					14,8				1.185,53		
28 Kapazität	C _{PE,m} [Pkw-E/h]					89,09				1.800,0		
29 Verkehrszusammensetzung	f _{PE,m} [-]					1,10				1,10		
Beurteilung Qualität des Verkehrsablaufs der Fahrzeugströme												
			2		3		4		6		4+6	
30 Verkehrszusammensetzung	f _{PE,i} bzw. f _{PE,m} [-]		1,10		1,10				1,10		1,10	
31 Kapazität	C _{PE,i} bzw. C _{PE,m} [Pkw-E/h]		1.800,0		1.600,0				89,1		1.800,0	
32 Kapazität	C _i bzw. C _m [Fz/h]		1.636,4		1.454,5				81,0		1.636,4	
33 Kapazitätsreserve	R _i bzw. R _m [Fz/h]		580,6		1.438,9				67,6		558,6	
34 mittlere Wartezeit	t _{w,i} bzw. t _{w,m} [s]		6,18		2,50				53,22		6,4156273	
35 QSV			A		A				E		A	

6.1.3 Variante 1 (250 EW)

Formblatt S5-1 Beurteilung einer Einmündung mit Vorfahrtsregelung										
Projekt: VU Unsernherrn				Stadt: Ingolstadt						
Knotenpunkt: Vorwerkstraße/Münchener Straße				Datum: 23.08.2018						
Variante 1 (250 EW)				Bearbeiter: JB						
Z. Allgemeine Daten										
Verkehrsregelung Zufahrt B (4+6)			Vorfahrt gewähren		QSV	A		<= 10		
Ziel Mittlere Wartezeit tW	[s]	40				B		<= 20		
Ziel QSV		D				C		<= 30		
Hauptstraße ist Einbahnstraße?		Nein				D		<= 45		
Separater Rechtsabbiegestreifen Strom 3?		Nein				E		> 45		
Zufahrt B Mischstrom? (4+6)		Ja				F		Nachfrage > Kap.		
Zufahrt C Mischstrom? (7+8)		Ja								
Zusätzliche Angaben (falls vorhanden / nötig)										
F23 (Dreiecksinsel Strom 3)	[Fg/h]									
F45 (Dreiecksinsel Strom 6)	[Fg/h]									
Radverkehr auf eigener Anlage Strom 2	[Rad/h]									
Radverkehr auf eigener Anlage Strom 7	[Rad/h]									
Geometrische Randbedingungen										
		Zufahrt A Strom			Zufahrt B Strom			Zufahrt C Strom		
		2	3	F12	4	6	F34	7	8	F56
1 Anzahl Fahrstreifen	(0/1/2)				1					
2 Aufstelllänge n	[Pkw-E/h]				8			8		
3 Dreiecksinsel (RA)	(ja/nein)		Nein			Nein				
Dreiecksinsel mit Fußgängerüberweg?	(ja/nein)		Nein			Nein				
4 Mittelinsel	(ja/nein)			Nein			Nein			Nein
Bemessungsverkehrsstärken und Verkehrszusammensetzung										
		2	3	F12	4	6	F34	7	8	F56
5 Rad	q _{Rad,i} [Rad/h]	0	0		0	0		0	0	
6 Leicht Verkehr	q _{Lv,i} [Pkw/h]	0	0		0	0		0	0	
7 Lkw+Bus	q _{Lkw+Bus,i} [Lkw/h]	0	0		0	0		0	0	
8 LkwK	q _{LkwK,i} [LkwK/h]	0	0		0	0		0	0	
7+8 SV	q _{SV,i} [SV/h]	0	0		0	0		0	0	
9E Verkehr ohne Unterscheidung	q _i [Fz/h]	1056	13		7	5		5	1074	
9 Fz	q _{Fz,i} [Fz/h]	1056	13		7	5		5	1074	
10 Fg	q _{Fg,i} [Fg/h]			0			0			0
11 Pkw-E/Fz	f _{PE,i} [-]	1,100	1,1		1,1	1,1		1,1	1,1	
12 Pkw-E	q _{PE,i} [Pkw-E/h]	1161,8772	14,0008		7,1896	5,0138		5,3922	1181,081	
Kapazität der Verkehrsströme 2 und 8										
		2						8		
13 Verkehrsstärke	q _{PE,i} [Pkw-E/h]	1161,8772						1181,081		
14 Kapazität	C _{PE,i} [Pkw-E/h]	1.800						1.800		
15 Auslastungsgrad	x _i [-]	0,65						0,66		
Grundkapazität der Verkehrsströme 3, 4, 6 und 7										
			3		4	6		7		
16 Verkehrsstärke	q _{PE,i} [Pkw-E/h]		14,0008		7,1896	5,0138		5,3922		
17 Hauptströme	q _{h,i} [Fz/h]		0		2141,228	1062,616		1068,98		
Grenzzeitlücke	t _g [s]		5,9		6,5	5,9		5,5		
Folgezeitlücke	t _f [s]		3		3,2	3		2,8		
18 Grundkapazität	G _{PE,i} [Pkw-E/h]		1.600,0		61,0	327,4		380,6		
19 Abminderungsfaktor Fg	f _{f,EX,i} [-]		1,00		1,00	1,00		1,00		
Kapazität der Verkehrsströme 3, 6 und 7										
			3		6		7			
20 Kapazität	C _{PE,i} [Pkw-E/h]		1.600,0		327,4		380,6			
21 Auslastungsgrad	x _i [-]		0,01		0,02		0,01			
22 staufreier Zustand	p _{0,7} [-]						0,99			
23 Staulänge N ₉₅	N _{95,i} [-]						0,04			
Kapazität des Verkehrsstroms 4										
				4						
23 Kapazität	C _{PE,4} [Pkw-E/h]			60,14						
24 Auslastungsgrad	x ₄ [-]			0,12						
Kapazität der Mischströme										
				4	6		7	8		
25 Auslastungsgrad	x _i [-]			0,12	0,02		0,01	0,66		
26 Aufstellplätze	n [Pkw-E]			8			8	---		
27 Verkehrsstärke	q _{PE,i} [Pkw-E/h]			12,2			1.186,47			
28 Kapazität	C _{PE,m} [Pkw-E/h]			102,08			1.800,0			
29 Verkehrszusammensetzung	f _{PE,m} [-]			1,10			1,10			
Beurteilung Qualität des Verkehrsablaufs der Fahrzeugströme										
		2	3		4	6	4+6	7	8	7+8
30 Verkehrszusammensetzung	f _{PE,i} bzw. f _{PE,m} [-]	1,10	1,10				1,10			1,10
31 Kapazität	C _{PE,i} bzw. C _{PE,m} [Pkw-E/h]	1.800,0	1.600,0				102,1			1.800,0
32 Kapazität	C _i bzw. C _m [Fz/h]	1.636,4	1.454,5				92,8			1.636,4
33 Kapazitätsreserve	R _i bzw. R _m [Fz/h]	580,1	1.441,8				81,7			557,8
34 mittlere Wartezeit	t _{w,i} bzw. t _{w,m} [s]	6,18	2,50				44,04			6,4253854
35 QSV		A	A				D			A

6.1.4 Variante 1 (300 EW), gesperrte Fahrbeziehung

Formblatt S5-1 Beurteilung einer Einmündung mit Vorfahrtsregelung										
Projekt: VU Usenernherm				Stadt: Ingolstadt						
Knotenpunkt: Vorwerkstraße/Münchener Straße				Datum: 23.08.2018						
Variante 1 (300 EW, gesp. Fhbz.)				Bearbeiter: JB						
Z. Allgemeine Daten										
Verkehrsregelung Zufahrt B (4+6)		Vorfahrt gewähren		QSV	A	<= 10				
Ziel Mittlere Wartezeit tW	[s]	40			B	<= 20				
Ziel QSV		D			C	<= 30				
Hauptstraße ist Einbahnstraße?		Nein			D	<= 45				
Separater Rechtsabbiegestreifen Strom 3?		Nein			E	> 45				
Zufahrt B Mischstrom? (4+6)		Ja			F	Nachfrage > Kap.				
Zufahrt C Mischstrom? (7+8)		Ja								
Zusätzliche Angaben (falls vorhanden / nötig)										
F23 (Dreiecksinsel Strom 3)	[Fg/h]									
F45 (Dreiecksinsel Strom 6)	[Fg/h]									
Radverkehr auf eigener Anlage Strom 2	[Rad/h]									
Radverkehr auf eigener Anlage Strom 7	[Rad/h]									
Geometrische Randbedingungen										
		Zufahrt A Strom			Zufahrt B Strom			Zufahrt C Strom		
		2	3	F12	4	6	F34	7	8	F56
1 Anzahl Fahrstreifen	(0/1/2)				1					
2 Aufstelllänge n	[Pkw-E/h]				8			8		
3 Dreiecksinsel (RA)	(ja/nein)		Nein			Nein				
Dreiecksinsel mit Fußgängerüberweg?	(ja/nein)		Nein			Nein				
4 Mittelinsel	(ja/nein)			Nein			Nein			Nein
Bemessungsverkehrsstärken und Verkehrszusammensetzung										
		2	3	F12	4	6	F34	7	8	F56
5 Rad	q _{Rad,i} [Rad/h]	0	0		0	0		0	0	
6 Leicht Verkehr	q _{Lv,i} [Pkw/h]	0	0		0	0		0	0	
7 Lkw+Bus	q _{Lkw+Bus,i} [Lkw/h]	0	0		0	0		0	0	
8 LkwK	q _{LkwK,i} [LkwK/h]	0	0		0	0		0	0	
7+8 SV	q _{SV,i} [SV/h]	0	0		0	0		0	0	
9E Verkehr ohne Unterscheidung	q _i [Fz/h]	1056	16		2	2		6	1077	
9 Fz	q _{Fz,i} [Fz/h]	1056	16		2	2		6	1077	
10 Fg	q _{Fg,i} [Fg/h]			0			0			0
11 Pkw-E/Fz	f _{PE,i} [-]	1,100	1,1		1,1	1,1		1,1	1,1	
12 Pkw-E	q _{PE,i} [Pkw-E/h]	1161,5934	17,2172		2,365	1,892		6,4328	1185,0542	
Kapazität der Verkehrsströme 2 und 8										
		2						8		
13 Verkehrsstärke	q _{PE,i} [Pkw-E/h]	1161,5934						1185,0542		
14 Kapazität	C _{PE,i} [Pkw-E/h]	1.800						1.800		
15 Auslastungsgrad	x _i [-]	0,65						0,66		
Grundkapazität der Verkehrsströme 3, 4, 6 und 7										
			3		4	6		7		
16 Verkehrsstärke	q _{PE,i} [Pkw-E/h]		17,2172		2,365	1,892		6,4328		
17 Hauptströme	q _{p,i} [Fz/h]		0		2146,99	1063,82		1071,646		
Grenzzeitlücke	t _g [s]		5,9		6,5	5,9		5,5		
Folgezeitlücke	t _f [s]		3		3,2	3		2,8		
18 Grundkapazität	G _{PE,i} [Pkw-E/h]		1.600,0		60,5	327,0		379,4		
19 Abminderungsfaktor Fg	f _{f,EK,i} [-]		1,00		1,00	1,00		1,00		
Kapazität der Verkehrsströme 3, 6 und 7										
			3		6			7		
20 Kapazität	C _{PE,i} [Pkw-E/h]		1.600,0		327,0			379,4		
21 Auslastungsgrad	x _i [-]		0,01		0,01			0,02		
22 staufreier Zustand	p _{0,7} [-]							0,98		
Staulänge N _{st}	N _{st,i} [-]							0,05		
Kapazität des Verkehrsstroms 4										
					4					
23 Kapazität	C _{PE,4} [Pkw-E/h]				59,50					
24 Auslastungsgrad	x ₄ [-]				0,04					
Kapazität der Mischströme										
					4	6		7	8	
25 Auslastungsgrad	x _i [-]				0,04	0,01		0,02	0,66	
26 Aufstellplätze	n [Pkw-E]				8			8	---	
27 Verkehrsstärke	q _{PE,i} [Pkw-E/h]				4,3				1.191,49	
28 Kapazität	C _{PE,m} [Pkw-E/h]				107,10				1.800,0	
29 Verkehrszusammensetzung	f _{PE,m} [-]				1,10				1,10	
Beurteilung Qualität des Verkehrsablaufs der Fahrzeugströme										
		2	3		4	6	4+6	7	8	7+8
30 Verkehrszusammensetzung	f _{PE,i} bzw. f _{PE,m} [-]	1,10	1,10				1,10			1,10
31 Kapazität	C _{PE,i} bzw. C _{PE,m} [Pkw-E/h]	1.800,0	1.600,0				107,1			1.800,0
32 Kapazität	C _i bzw. C _m [Fz/h]	1.636,4	1.454,5				97,4			1.636,4
33 Kapazitätsreserve	R _i bzw. R _m [Fz/h]	580,4	1.438,9				93,5			553,2
34 mittlere Wartezeit	t _{w,i} bzw. t _{w,m} [s]	6,18	2,50				38,50			6,4775973
35 QSV		A	A				D			A

6.2 Leistungsfähigkeitsberechnungen des Knotens Münchener Straße/Klein-Salvator-Straße/Aubürgerstraße

6.2.1 Planungsnullfall

Knotenpunkte mit Lichtsignalanlage - Berechnung der Verkehrsqualität											
Projekt: VU Unsernherrn						Stadt: Ingolstadt					
Knotenpunkt: Münchener Str./Klein-Salvator-Straße						Datum:					
Zeitabschnitt: durchschnittliche tägliche Spitzenstunde						Bearbeiter: JB					
Kfz-Verkehrsströme - Verkehrsqualitäten (fahrstreifenbezogen)											
Zufahrt	Verkehrsstrom	Fstr. Nr.	q [Kfz/h]	f _A [-]	C [Kfz/h]	x [-]	N _{GE} [Kfz]	N _{MS} [Kfz]	L ₉₅ [m]	t _w [s]	QSV [-]
Zufahrt Osten	10	5	402	0,34	406,4	0,99	14,7	33,2	209,7	165,8	E
Zufahrt Osten	11	4	54	0,34	590,0	0,20	0,1	7,5	47,5	22,0	B
Zufahrt Osten	12	4	186	0,34	590,0	0,20	0,1	7,5	47,6	22,0	B
Zufahrt Westen	4	10	66	0,14	273,9	0,24	0,2	3,8	24,1	36,5	C
Zufahrt Westen	5	9	54	0,14	274,7	0,10	0,1	3,1	19,7	34,2	B
Zufahrt Westen	6	9	1	0,14	274,7	0,10	0,1	3,1	18,7	34,2	B
Zufahrt Norden	3	1	187	0,63	1088,7	0,17	0,1	4,5	28,1	7,2	A
Zufahrt Norden	2	2	797	0,63	1202,8	0,66	1,3	20,2	127,8	14,4	A
Zufahrt Norden	1	3	74	0,63	273,9	0,27	0,2	4,1	26,0	36,0	C
Zufahrt Süden	7	8	1	0,51	263,9	0,00	0,0	0,3	1,7	32,9	B
Zufahrt Süden	8	7	817	0,51	970,9	0,84	5,0	30,6	193,1	37,5	C

6.2.2 Variante 1 (300 EW)

Knotenpunkte mit Lichtsignalanlage - Berechnung der Verkehrsqualität											
Projekt: VU Unsernherrn						Stadt: Ingolstadt					
Knotenpunkt: Münchener Str./Klein-Salvator-Straße						Datum: 10.08.2018					
Zeitabschnitt: durchschnittliche tägliche Spitzenstunde						Bearbeiter: JB					
Kfz-Verkehrsströme - Verkehrsqualitäten (fahrstreifenbezogen)											
Zufahrt	Verkehrsstrom	Fstr. Nr.	q [Kfz/h]	f _A [-]	C [Kfz/h]	x [-]	N _{GE} [Kfz]	N _{MS} [Kfz]	L ₉₅ [m]	t _w [s]	QSV [-]
Zufahrt Osten	10	5	378	0,34	406,7	0,93	9,2	25,7	162,5	116,0	E
Zufahrt Osten	11	4	49	0,34	588,3	0,20	0,1	7,5	47,2	22,0	B
Zufahrt Osten	12	4	188	0,34	588,3	0,20	0,1	7,5	47,1	22,0	B
Zufahrt Westen	4	10	70	0,14	274,8	0,25	0,2	4,0	25,1	36,7	C
Zufahrt Westen	5	9	63	0,14	272,9	0,12	0,1	3,5	22,0	34,5	B
Zufahrt Westen	6	9	1	0,14	272,9	0,12	0,1	3,5	20,8	34,5	B
Zufahrt Norden	3	1	187	0,63	1088,7	0,17	0,1	4,5	28,1	7,2	A
Zufahrt Norden	2	2	797	0,63	1202,8	0,66	1,3	20,2	127,8	14,4	A
Zufahrt Norden	1	3	74	0,63	273,9	0,27	0,2	4,1	26,0	36,0	C
Zufahrt Süden	7	8	1	0,51	263,9	0,00	0,0	0,3	1,7	32,9	B
Zufahrt Süden	8	7	816	0,51	970,8	0,84	5,0	30,5	192,5	37,3	C